



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Yüksek Lisans Tezi

***Prunus microcarpa* C.A.MEY. TAKSONUN TÜRKİYE
POPULASYONLARINDA SİSTEMATİK BİR ÇALIŞMA: YAPRAK
MORFOMETRİSİ**

Rachel Rose MOLLMAN

Biyoloji Anabilim Dalı

Botanik Programı

DANIŞMAN
Prof. Dr. Osman EROL

Mayıs, 2022

İSTANBUL

Bu çalışma, [27.05.2016] tarihinde aşağıdaki jüri tarafından [Biyoloji Anabilim Dalı], [Botanik Programında] [Yüksek Lisans tezi] olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

[Prof. Dr.] [Osman EROL] (Danışman)
[İstanbul Üniversitesi]
[Fen Fakültesi]

[Prof. Dr.] [Gül CEVAHİR ÖZ]
[İstanbul Üniversitesi]
[Fen Fakültesi]

[Prof. Dr.] [Filiz VARDAR]
[Marmara Üniversitesi]
[Fen Edebiyat Fakültesi]

İntihal Programı Beyanı

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Proje Destekleri

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin FYL-2021-37622 numaralı projesi ile desteklenmiştir. |



ÖNSÖZ

Bu tez çalışma sürecinde bana destek olan bütün hocalarıma, arkadaşlarıma ve akrabalarıma teşekkür etmek istiyorum. Özellikle sonsuz desteği ve paylaştığı bilgi ve deneyimi için danışmanım Prof. Dr. Osman Erol'a minnettarım. Botanik Anabilim Dalının laboratuvarları ve olanaklarını kullanabilmemi sağladığı için İstanbul Üniversitesi Botanik Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Gül Öz'e ve bilgi ve yönlendirmeleri ile farklı bir bilim dalına geçiş yapmamda emeği olan biyoloji bölümündeki tüm hocalarıma teşekkür etmek istiyorum. Yüksek lisans programına başvuru sürecinde verdiği destek ve değerli danışmanıyla beni tanıştırdığı için Fen Bilimleri Enstitüsü Enstitü Müdürü Prof. Dr. Mahmut Çalışkan'a ayrıca teşekkür ediyorum.

Özellikle çalışmalarımı destekleyen ve her gün her saatte sorularımı cevaplayan Arş. Gör. Dr. Almıla Çiftçi'ye ve çalışma ortamımızı keyifli kılan Mikroteknik ve SEM laboratuvarlarındaki diğer arkadaşlarım Aihaiti Abudurusuli, Ceyda Yazıcı ve Bilge Kaleli'ye teşekkür ediyorum. Saha çalışmalarına lojistik destek sağlayan Sema Özbek'e ve kalacak yer sağlayan akrabalarına ayrıca teşekkür etmek istiyorum. Bu birbirinden değerli insanların destekleri olmadan bu çalışma bitmezdi.

Tez çalışmalarına yaprak numuneleri sağladığı için Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Herbariumu (ANK), Gazi Üniversitesi Herbariumu (GAZI) ve Hacettepe Üniversitesi Herbariumu (HUB) küratörlerine ve kendi koleksiyonlarından gönderdikleri örnekler için Sayın Ahmet Demirtaş ve Mustafa Gökmen'e teşekkür etmek istiyorum. Çok değerli eleştiri ve önerileri için bu tez çalışmasının ilk makale taslağını değerlendiren anonim hakemlere ayrıca teşekkür ediyorum.

Ben bu tez üzerinde çalışırken evin tüm yükünü üstlenmesi yetmezmiş gibi değerli istatistiksel öneriler de sunan eşim Berker Esmer'e teşekkür ediyorum, onun maddi ve manevi desteği olmasaydı bu çalışma tamamlanamazdı. Ayrıca, özellikle annem Susan, babam Jeff ve kardeşlerim Jeremiah, Timothy, Benjamin, Anna, Stephen'e, onların eşlerine ve arkadaşlarıma Laura Carr, Sarah Juptner, Deniz Bozok, Adeline Oka, Gail Godbey, Nikolai Davis ve Fulden Akkuşlu'ya teşekkür ediyorum. |

Mayıs 2022

[Rachel Rose MOLLMAN]

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	viii
KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR.....	2
2.1. <i>PRUNUS</i> SİSTEMATIĞI VE MORFOLOJİSİ	2
2.2. <i>PRUNUS MICROCARPA</i> TAKSONOMİSİ VE PROBLEMLERİ.....	3
2.3. YAPRAK DİMORFİZMİ	5
2.4. MORFOMETRİ: GEOMETRİK, ANAHAT VE GELENEKSEL.....	6
2.5. DAMARLANMA ANALİZİ	8
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	10
3.1. ÖRNEKLEME	10
3.1.1. Herbaryum örnekleri	10
3.1.2. Arazi çalışmaları.....	14
3.2. ANAHAT MORFOMETRİSİ.....	16
3.2.1. Örnek hazırlanması ve taranması	16
3.2.2. Anahat analizi	18
3.2.3. İstatistiksel analizler	19
3.3. DAMARLANMA ANALİZİ	20
3.3.1. Örnek hazırlanması ve görüntülenmesi	20
3.3.2. PhenoVein ile damarlanma analizi.....	23
3.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	26
4. BULGULAR.....	27
4.1. ANAHAT MORFOMETRİ SONUÇLARI	27
4.2. DAMARLANMA ANALİZİ SONUÇLARI	32
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	37

KAYNAKLAR.....	43
EKLER	53
ÖZGEÇMİŞ	74



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: a. <i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i> ve, b. <i>P. microcarpa</i> subsp. <i>tortuosa</i> 'nın dünyadaki doğal yayılışları (POWO, 2022).	4
Şekil 3.1: Çalışmada kullanılan <i>Prunus microcarpa</i> popülasyonlarının harita üzerinde gösterimi.	10
Şekil 3.2: Anahat morfometrik analizi yapmak üzere çekilen örnek resimler. Aynı örnekten alınan a. kısa sürgün ve b. uzun sürgün yaprak numuneleri.....	18
Şekil 3.3: Damarlanma analizi yapmak üzere standart numune kesilmesi	23
Şekil 3.4: Damarlanma analizi yapan PhenoVein programının iş akışı.....	25
Şekil 4.1: Eliptik Fourier analizi anahat süperempresyon (a-d) ve ortalama anahat (e-h): (a, e) <i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i> kısa sürgün, (b,f) <i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i> uzun sürgün, (c,g) <i>P. microcarpa</i> subsp. <i>tortuosa</i> kısa sürgün, (d,h) <i>P. microcarpa</i> subsp. <i>tortuosa</i> uzun sürgün.	28
Şekil 4.2: a. MASS'ın hesapladığı geleneksel morfometrik verileri kullanarak, b. eliptik Fourier analizinin sonucu olarak çıkan 15 katsayı kullanarak yapılan Temel Bileşen Analizi (PCA) sonuçları. Her nokta bir yaprağı temsil etmektedir.	30
Şekil 4.3: a. Toplandıkları râkımlara göre yaprak şekillerinin gösterilmesi, ve b. haritada ortalama anahat şekilleri. Her örnek bir kısa sürgün (yeşil) ve uzun sürgün (turuncu) ortalama anahat şekli tarafından temsil edilmektedir.	31
Şekil 4.4: İç içe t testine göre anlamlı damarlanma verileri kullanarak PCA analizi sonucu.....	35

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: Çalışma kapsamında incelenen herbaryum örnekleri ve kullanılan yaprak sayısı.....	11
Tablo 3.2: Bu proje kapsamında arazi çalışmasında toplanan örneklerin bilgileri ve morfometrik çalışma için her bir bireyden kullanılan yaprak sayısı.....	14
Tablo 3.3: Damarlanma analizi için kullanılan materyal	20
Tablo 4.1: İç içe t testi sonuçları: Birincil grup takson, ikincil grup yaprak tipi olarak değerlendirildi. *ile işaretli değerler anlamlı olan değerleri göstermektedir.	29
Tablo 4.2: MASS tarafından hesaplanan geleneksel morfometrik verileri ve râkım bilgilerini kullanarak MMLR analizi sonuçları. * ile işaretli değerler anlamlı olan değerleri göstermektedir.....	32
Tablo 4.3: Damarlanma analizinden çıkan verilerin iç içe t testi bulguları. * ile işaretli değerler anlamlı olan değerleri göstermektedir. Anlamlı değerlerin ancak alt gruplar (yaprak tipi) arasında ortaya çıktığı görülmektedir. Taksonlar arasında anlamlı damarlanma verileri bulunmamaktadır.....	33
Tablo 4.4: Damarlanma ve râkım verileri kullanılarak yapılan Çoklu Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Analizi sonuçları.....	35

KISALTMA LİSTESİ

Kısaltmalar	Açıklama
ICA	: Bağımsız Bileşen Analizi
MANOVA	: Çok Değişkenli Varyans Analizi
MASS	: Morfolojik Boyut ve Şekil Analizi
MMLR	: Çoklu Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon
PC	: Temel Bileşen
PCA	: Temel Bileşen Analizi

ÖZET

[YÜKSEK LİSANS TEZİ]

[*Prunus microcarpa* C.A.MEY. TAKSONUN TÜRKİYE POPULASYONLARINDA SİSTEMATİK BİR ÇALIŞMA: YAPRAK MORFOMETRİSİ]

[Rachel Rose MOLLMAN]

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

[Biyoloji Anabilim Dalı]

Danışman : Prof. Dr. [Osman EROL]

[Birçok *Prunus* taksonu -*Prunus microcarpa*'nın C.A.Mey. türaltı taksonları da dahil olmak üzere- yaprak yapısından ayrılmaktadır. Ancak aynı zamanda geniş yayılış gösteren ve ekonomik açıdan önemli olan bu cinste uzun sürgün ve kısa sürgünde oluşan yaprakların dimorfizm gösterdiği de bilinmektedir. Özellikle *P. microcarpa* türü incelendiğinde, yaprak yapısının aynı bireyin farklı sürgünlerinde bile farklılık gösterdiği görülür. Buna karşın Türkiye'de iki taksonla (*P. microcarpa* subsp. *microcarpa* ve *P. microcarpa* subsp. *tortuosa* (Boiss. & Hausskn.) Browicz) temsil edilen *P. microcarpa*'nın sınıflandırmasında şekil ve tüy durumu gibi yaprak karakterleri kullanılmaktadır. Bu tarz birbirine giren karakterlere sahip olan oldukça yakın taksonlar arasında sistematik sorunları çözebilmek için gelişmiş morfometrik ve ileri çok değişkenli istatistiksel yöntemlere başvurulmaktadır. İleri düzeyde yaprak morfolojisi analizine yönelik hızlandırıcı programlar mevcut olsa da, şimdiye kadar sistematik botanikte kullanımı sınırlı kalmıştır. Bu çalışmada, yaprak morfolojisi ve damarlanması taksonomik değer taşıyan karakterleri tespit ederek her iki alttürün farklı yaprak tipleri ve Türkiye'deki popülasyonları arasında morfometrik özellikleri incelendi. Damarlanma analizi için PhenoVein, hem eliptik Fourier analizi hem de geleneksel morfometrik veri oluşturmak için

MASS adlı programları kullanıldı. Bu iki alttür arasında önemli bir fark görülmedi ancak iki farklı yaprak tipi arasında anlamlı şekil farkları bulundu. Ayrıca, râkımın bazı damarlanma ve şekil karakterlerini etkilediği tespit edilmiştir. |

Mayıs 2022, |87| sayfa.

Anahtar kelimeler: |Anahat, damarlanma, morfometrik, *Prunus*, yaprak dimorfizmi|



SUMMARY

[M.Sc. THESIS]

[A SYSTEMATIC STUDY ON *Prunus microcarpa* C.A.MEY. (ROSACEAE)
POPULATIONS IN TURKEY BASED ON LEAF MORPHOMETRY]

[Rachel Rose MOLLMAN]

Istanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

[Department of Biology]

Supervisor : [Prof. Dr.] [Osman EROL]

[Many *Prunus* taxa –including the infraspecific taxa of *Prunus microcarpa* C.A.Mey.— are differentiated according to leaf structure. However, it is known that this widely distributed and economically important genus exhibits leaf dimorphism between its short and long shoots. The species *P. microcarpa* especially has been observed to show differences between leaves on different shoots within the same individual. Despite this, the two taxa (*P. microcarpa* subsp. *microcarpa* and *P. microcarpa* subsp. *tortuosa* (Boiss. & Hausskn.) Browicz) representing this species in Turkey are classed according to leaf characteristics, including shape and indumentum. Advanced morphometric and multivariate statistical methods may be applied in order to solve systematic problems involving such closely related taxa that exhibit overlapping characters. While there are programs available for this type of advanced morphological analysis, they have until now found limited systematic use. In this study, leaf morphology and venation characteristics found to have taxonomic value were investigated among the different leaf types and populations of each subspecies in Turkey to determine their morphometric

differences. The program PhenoVein was used for venation analysis, and the program MASS was used to generate both elliptic Fourier analysis and traditional morphometric data. No significant difference was detected between the two subspecies; however, significant differences in shape were found between the different leaf types. Altitude was also found to have an effect on some characteristics of shape and venation.

May 2022, 87 pages.

Keywords: Outline, venation, morphometry, *Prunus*, leaf dimorphism



1. GİRİŞ

Bu çalışmanın asıl amacı ileri anahat morfometrik yöntemi olan eliptik Fourier analizi ve istatistiksel damarlanma analizi kullanılarak Türkiye’de yayılışı gösteren *Prunus microcarpa* alttürleri olarak kabul edilen *P. microcarpa* subsp. *microcarpa* ve *P. microcarpa* subsp. *tortuosa* arasındaki yaprak morfolojisi farklılığının anlamlı olup olmadığını tespit etmektir.

Aynı zamanda *P. microcarpa* ve alttürlerini model olarak alıp sürgün ve yaprak dimorfizminin taksonomik önemi incelenmiştir. Literatürde daha önce kısa sürgün ve uzun sürgün yaprakları arasındaki farkı araştıran anahat morfometrik bir çalışmaya rastlanmamıştı. Bu tezde, yaprak şeklinde büyük değişkenlik sergileyen küçük bir çalı olan *P. microcarpa*'da, hem eliptik Fourier analizi hem de geleneksel morfometrik verileri kullanarak, sürgün dimorfizminin yaprak şekli üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Türkiye’de yayılış gösteren *P. microcarpa* taksonlarının sistematigi bu değişkenler kullanılarak sorgulanmıştır.

Şimdiye kadar yaprak şekli kullanılarak ayrılan taksonlarda sürgün dimorfizmine yeterince önem gösterilmemiştir (Browicz, 1972). Farklı sürgünlerde görülen yaprak dimorfizmi, morfometrik ve ayrıntılı damarlanma çalışmalarını gerekli kılmaktadır.

Yaprak şekil analizi olarak hem geleneksel morfometrik yöntemleri hem de eliptik Fourier analizi (Elewa, 2010) kullanıldı ve iki yöntem karşılaştırıldı. Yaprak damarlanma analizi kullanılarak incelenen taksonların damar yoğunluğu ve eni, damar adacıklarının nitelikleri de hesaplanmıştır. Yaprak dimorfizmi, takson ve rakım arasında etkileşimi tespit etmek için bu analizlerde elde edilen niceleyici verilere, râkım ve lokasyon bilgileri dâhil edilip Çoklu Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon (MMLR) ve Temel Bileşen Analizi (PCA) yapılmıştır.

Bu çalışmada Türkiye’de yayılış gösteren *P. microcarpa* taksonları ve popülasyonları arasındaki yaprak şekil ve damarlanma farkları geliştirilmiş anahat ve damarlanma morfometrik yöntemleri ile ilk kez sistematik açıdan değerlendirilmiştir. Ayrıca bu yöntemlerin fayda ve sınırları da tartışılmıştır. Böylece bu ileri morfometrik ve istatistiksel yöntemlerin sistematik açısından kullanılabilirliği tespit edilerek bu yöntemlerin yaygınlaşması için zemin de hazırlanmıştır. |

2. GENEL KISIMLAR

2.1. *PRUNUS* SİSTEMATİĞİ VE MORFOLOJİSİ

Yaklaşık 100 cinse ve 3000 türe sahip olan Rosaceae, dünyanın en büyük bitki ailelerinden biridir ve Antarktika hariç tüm kıtalarda yayılış göstermektedir (Potter ve diğ., 2007). Rosaceae ailesi, tarım ve peyzaj bitkileri dahil olmak üzere ekonomik açıdan birçok önemli türü barındırır (Zhebentyayeva ve diğ., 2008; Shi ve diğ., 2013). Tüm bilinirliğine rağmen, gösterdiği yüksek morfolojik ve anatomik varyasyon sebebiyle Rosaceae'nin bazı grupları sistematik ve filogenetik yönden hala tartışılmaktadır ve ailenin içindeki bölünmeler sürekli değişmektedir (Evans ve diğ., 2002; Zhebentyayeva ve diğ., 2008). Moleküler yöntemler yaygınlaşmadan önce genellikle morfolojiye dayalı çeşitli sınıflandırma sistemlerine rastlanmaktadır (Potter ve diğ., 2003). Örneğin geçmişte çok kullanılan bir sistem, Rosaceae ailesini meyve tiplerine göre (folikül, pome, drupa ve aken) dört altfamilyaya ayırmıştır (Schulze-Menz, 1964). Sonraki moleküler çalışmalardan elde edilen bulgular ne bu meyve tipine göre bölünmeyi ne de kromozom sayısına dayanan bir başka yaygın hipotezi desteklemiştir (Morgan ve diğ., 1994; Potter ve diğ., 2002).

Bugün en çok kabul gören sistem aileyi üç altfamilyaya ayırır: Dryadoideae Juel, Rosoideae Arnott ve Amygdaloideae Arnott (Stevens 2001). Amygdaloideae 10 tribusa ayrılır: Amygdaleae Jussieu; Niellieae Maximowicz; Spiraeae Candolle; Lyonothamneae A. Gray; Sorbarieae Rydberg; Osmaronieae Rydberg; Kerrieae Focke; Gillenieae Maximowicz; Lindleyinae Reveal ve Malinae Reveal. Ancak Potter ve diğ. (2007), altı nükleer ve dört kloroplast bölgesi analizine dayanarak Rosaceae'yi üç farklı altfamilyaya ayırmıştır: Rosoideae Arnott, Dryadoideae Juel ve Spiraeoideae Arnott.

Bu ailenin en önemli, büyük ve karmaşık cinslerinden biri Amygdaloideae altfamilyasında ait yer alan, yaklaşık 200 tür barındıran *Prunus* s.l. cinsidir (Bortiri ve diğ., 2001; Depypere ve diğ., 2009). Bu cins, ekonomik açıdan dünya çapında önemli meyve ağaçları olan kiraz, vişne, erik, şeftali ve kayısı gibi türleri içermektedir (Shi ve diğ., 2013). Bunların yanında badem gibi bazı türler, gıda olarak tüketilen çekirdekleri için üretilirken, bazı odunsu türler değerli keresteleri için üretilmektedir (Folta ve diğ., 2009). Ayrıca, *P. serotina* Ehrh. (kara kiraz) ve ünlü Japon kirazı *P. serrulata* Lindl dahil olmak üzere çeşitli süs bitkilerini de içerir. Daha az

bilinen yabancı türler, küçük gıda ürünleri, tıbbi bileşik kaynakları, genetik, germplasm ya da aşılama materyali olarak potansiyele sahip olabilir (Mohammadi ve diğ., 2019).

Prunus cinsi Rehder (1940)'a göre *Amygdalus* (L.) Focke, *Cerasus* (Mill.) A.Gray, *Laurocerasus* (Duhamel) Rehder, *Padus* (Mill.) A.Gray, ve *Prunus* L. olmak üzere 5 altcins içerir. Başka sınıflandırmalar, cinsi *Amygdalus* L., *Microcerasus* M.Roem., *Pseudocerasus*, *Laurocerasus* Duhamel gibi ayrı cinslere bölmektedir (Browicz, 1972, Potter ve diğ., 2007). Son moleküler ve fitokimyasal çalışmalara göre, *Prunus* s.l. üç farklı altcinsi içerir: *Prunus* L., *Padus* (Mill.) Turcz ve *Cerasus* (Mill.) Focke (Potter ve diğ., 2007; Shi ve diğ., 2013).

Prunus yaprakları genellikle yaprak sapı veya yaprak tabanında şeker salgılayan kapitat ekstrafloral nektaryumlar bulundurur. Marjinal dişler, herbivorlara karşı acı bir madde salgılayan koleter adlı yapılara sahiptir (Chin ve diğ., 2013). *Prunus* cinsinin birçok türünde yaprak morfolojisi ve anatomisi çok yüksek varyasyon göstermektedir (Bostanci Ordu ve diğ., 2021). Buna rağmen birçok *Prunus* taksonunu ayırmak için Browicz (1972) gibi araştırmacılar yaprak şekli ve tüy durumu gibi yaprak karakterlerini kullanmıştır.

2.2. PRUNUS MICROCARPA TAKSONOMİSİ VE PROBLEMLERİ

Beyaz ila pembe çiçekli, turuncu ila siyah meyveli olan, çalı ya da küçük ağaç formu alabilen *Prunus microcarpa* (sin.: *Cerasus microcarpa*) İran-Turan floristik bölgesine ait olup Anadolu Diyagonalı'ni geçmeyecek şekilde Türkiye'nin doğusunda doğal yayılış gösterir (Aslan 2012). Bu türün alttürleri ve hibritleri, ekonomik öneme sahip olan yakın akrabaları için potansiyel anaç ve gen kaynakları olarak araştırılmaktadır (Sevgin, 2021; Uğur ve diğ., 2021).

Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası'nda Browicz (1972), *Prunus* ve *Cerasus* taksonlarını ayrı cinsler olarak değerlendirmiştir. Bu çalışmaya göre Türkiye'de doğal olarak iki alttür yayılış göstermektedir: *C. microcarpa* C.A.Mey subsp. *microcarpa* ve *C. microcarpa* subsp. *tortuosa* (Boiss. & Hausskn.) Browicz. Türün deskripsiyonunda anahtar, alttürleri aşağıdaki gibi ayırmaktadır:

Yapraklar her iki tarafta tüysüz veya gençken alt yüzey hafif tüylü, apeks genellikle yuvarlak

- subsp. *microcarpa*

Yapraklar kalıcı olarak ve genellikle her iki yüzeyde tüylü, apeks genellikle akut

- subsp. *tortuosa*

Bazı moleküler sistematik araştırmalara göre, *P. microcarpa*'nın içinde olduğu *Microcerasus* seksiyonu diğer *Prunus* üyelerinden erken ayrılıp hem *Prunus* hem de *Cerasus* altcinslerin dışında kalmaktadır (Bortiri ve diğ., 2006). Geçmişte yapılmış bazı çalışmalarda *Microcerasus* ayrı bir cins olarak değerlendirilmiş ve bu taksonlar *Microcerasus microcarpa* (C.A.Mey.) Eremin & Yushev ve *Microcerasus microcarpa* var. *tortuosa* (Boiss. & Hausskn.) Eremin & Yushev olarak kabul edilmiştir (Eremin ve Yushev, 1979).

Türkiye, *P. microcarpa* subsp. *microcarpa* bitkisinin yayılışının kuzey batı sınırını oluşturmakta ve bitki Afganistan, İran, Irak, Lübnan, Suriye, Filistin ve Türkmenistan'da (Şekil 2.1) doğal yayılışı göstermektedir. POWO tarafından ayrı bir tür olarak kabul edilen *P. tortuosa* (Boiss. & Hausskn.) Aitch. & Hemsl. ise Irak, Lübnan, Suriye ve Türkiye'de yayılmaktadır (POWO, 2022).



Şekil 2.1: a. *P. microcarpa* subsp. *microcarpa* ve, b. *P. microcarpa* subsp. *tortuosa*'nın dünyadaki doğal yayılışları (POWO, 2022).

Flora Orientalis adlı eserlerinde, Boissier & Buser (1867) *Cerasus tortuosa* Boiss. & Hausskn. Ex Boiss. taksonunu hem daha yoğun tüy durumu hem de dolambaçlı ("tortuous") dallanma şekli yardımıyla *C. microcarpa*'dan ayırmıştır. Tür epiteti olarak kullanılmasına rağmen bu karakteristik dallanma şeklinden literatürde nadiren bahsedilmektedir. Kurağa ve donmaya dayanıklı olan *P. microcarpa* subsp. *tortuosa* yaygın olarak 400-1800 m râkımlarda, kalker ve taşlık yamaçlarda görülmekteyse de son yıllarda habitat kaybı nedeniyle sayıları hızla azalmaktadır (Nas ve diğ., 2011).

Birçok *Prunus* taksonu gibi, *P. microcarpa* ve alttürleri de hem popülasyon içi hem de popülasyonlar arası yüksek morfolojik (Mohammadi ve diğ., 2019) ve genetik (Nas ve diğ., 2011) değişkenliğe sahiptir. Türkiye’de bulunan bu iki takson yayılış, habitat ve morfoloji yönlerinden birbirine çok benzerdir. Browicz (1972) bu taksonları yaprak yapısından ayırmışsa da herbaryum örnekleri incelendiğinde kullandığı karakterlerin içiçe girdikleri görülmektedir. Yapılan ön çalışmalar, her iki alttürün yapraklarının baklavamsı, dairemsi, dar ovat, eliptik, oblong, obovat, ovat ve yamuk formlarını alabildiğini göstermiştir. *P. microcarpa* subsp. *microcarpa*’da ayrıca dairemsi yapraklar bulunmakta ve *P. microcarpa* subsp. *tortuosa*’da yamuk yapraklar görülmektedir. Apekslerine bakıldığında her iki alttürün de obtus, sivri ve yarisivri yaprak uçları varken, nadiren *P. microcarpa* subsp. *microcarpa*’nın apeksinin retüz ya da az girintili bir form alabildiği görülmektedir (Erol, 2020).

2.3. YAPRAK DİMORFİZMİ

Populus L.’da 'erken' ve 'geç' yaprakların dimorfizmini inceleyen Critchfield (1960), bu grupta kullandığı terimleri şöyle açıklar: ‘erken’ yapraklar, önceki yıldan kalan tomurcukta kışlayan embriyonik yapraklardan oluşurken, kış boyunca primordia olarak kalan veya tamamen yeni mevsimde oluşmaya başlayan uzun sürgünde yer alanlar 'geç' yapraklar oluyor. Yaprak dimorfizminin çalışıldığı bir diğer bitki olan *Parthenocissus tricuspidata* (Siebold & Zucc.) Planch.’da ‘erken’ yapraklar önceki sezonda gelişme başlar, tomurcukta kışlar ve son kısa internodlu sürgünden çıkar. Sonraki tüm yapraklar bu ilk çıkan yapraklardan daha küçük olur ve aynı mevsimde gelişir (Critchfield, 1970).

Prunus’ta dimorfizm inceleyen çalışmalar genellikle şeftali, kiraz gibi ekonomik açıdan önemli türlere ve tarıma odaklanmıştır. Örneğin, sürgün tipi ve *P. persica*’da meyve tutumu (Fournier ve diğ., 1998) ve mahsul deneyleri (Gordon ve Dejong, 2007), *P. avium*’da çelik köklenmesi (Dick ve Leakey, 2006) ve *P. armeniaca*’da çiçek kalitesi (Julian ve diğ., 2010) araştırmaları yapılmıştır. Ancak özellikle *Prunus* sürgünleri ve üzerindeki yaprak tiplerini inceleyen morfolojik, anatomik ve diğer deskriptif çalışmalar eksik kalmıştır.

Costes ve diğ. (2014) tarafından yapılan Rosaceae mimarisini inceleyen bir çalışma, *P. avium* dallanma ve sürgün şeklini incelemiştir. Bahsi geçen araştırmaya göre, *P. avium*’un dallarındaki organlar 'önceden oluşturulmuş' (“preformed”, sürgün uzamasından önce embriyonik halde olan) ya da ‘yeni oluşmuş’ (“neofomed”, sürgün uzaması sırasında ya da sonrasında oluşan)

şekilde bulunuyor. Kısa sürgünler sadece 'önceden oluşturulmuş' organları içerirken uzun sürgünler her iki tip organları da taşımaktadır. Bazı *Prunus* türlerinin deskripsiyonlarında, kısa sürgün ve uzun sürgün yaprakları olarak yaprak dimorfizminden bahsedilmektedir (Katsuki, 2018). Ancak, bu detay yeterince araştırılmadığından dolayı birçok tanımlamada yer almamaktadır.

Bazı türlerde yaprak şekli taksonomik açıdan faydalı bir karakter olarak kabul görse de sürgün dimorfizmi ve onun yaprak üzerindeki sistematik etkilerini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. *Prunus* yaprakları boyut ve şekil bakımından geniş varyasyon göstermesine rağmen bazı türleri ayırt etmede kullanılmaktadır. Browicz (1972) kısa ve uzun sürgünlerin yaprakları arasındaki farktan bahsetmemiş ancak yaprak şekli, trikoma ve yaprak ucu gibi değişken morfolojik karakterleri kullanarak alttürleri ayırmıştır.

2.4. MORFOMETRİ: GEOMETRİK, ANAHAT VE GELENEKSEL

Yaprak morfolojisi çalışmaları, morfometrik ve şekil analizi gibi kantitatif yöntemlerin ilerlemelerinden yararlanmışlardır (Weight ve diğ., 2008). Morfoloji, her ne kadar sistematik ve filogenetik çalışmalarda önemli bir rol oynasa da geleneksel morfoloji yöntemlerinde araştırmacılar arasında önemli uygulama farkları görülmektedir (MacLeod, 2002; Jensen, 2003). Yaprak morfolojisine baktığımızda kalitatif şekil deskripsiyonlarında çok fazla terim görülmektedir ve bitki gruplarına veya araştırmacılara göre bu terimlerin kullanımlarında önemli farklar ortaya çıkmaktadır (Krieger, 2010). Teknolojinin ilerlemesi morfolojik metodların daha kantitatif ve objektif bir yönde gelişmesini sağlayınca morfolojinin sistematiğe kullanımı farklı bir boyut kazanmıştır (Elewa, 2010; Krieger, 2014; Ray, 1992). "Biyolojik formun kantitatif analizi" olarak tanımlanan "morfometri," bu gelişmelerin doğal sonucu olarak oluşmuştur (Henderson, 2006). Geleneksel morfometrik yöntemler birçok standardize edilmiş ölçü ve kantitatif veriden ve bunlara uygulanan Temel Bileşen (PCA) ve Diskriminant analizi gibi çok değişkenli istatistiksel analizlerden ibarettir (Jensen, 2003). Geleneksel morfometrinin sistematik ve morfolojide çok yaygın bir kullanımı vardır (MacLeod, 2017). Örneğin Depypere ve diğ., (2009)'nin bir çalışmada yaprak ve endokarp ölçümlerine dayanan geleneksel morfometrik çalışması, *Prunus* yapraklarının sistematik önemini tespit etmiş ama yaprakların en, boy gibi basit ölçümlerle yetinip yaprakların kantitatif şekil analizine girmemiştir. Bu geleneksel morfometrik yöntemler ve bugünkü kullanımlar en çok Sokal ve

Sneath (1963) ve Sneath ve Sokal (1973) tarafından tanıtılan “numerik taksonomi” kavramında gelişmiştir ve kladistik çalışmalarda çok önemli bir rol oynamaktadır.

Geleneksel morfometrik yöntemlerin yukarıda sözü edilen kısıtlamalarından dolayı farklı arayışlara gidilmiştir. Son yıllarda hızla gelişen bir alan olan şekil morfometrisi çalışmaları, çeşitli kantitatif şekil analiz yöntemlerinden ibarettir (Jensen, 2003; Rohlf ve Marcus, 1993; Macleod, 2017). Bu gelişmiş morfometri kavramı, boyut, konum ve oryantasyon bilgilerini uzaklaştırarak bir objenin şekil bilgilerine odaklanır (Rohlf, 1990; Rohlf, 1998). Günümüzde en sık görülen yöntemler arasında Bookstein (1997) ve Rohlf ve Slice (1990)’in geliştirdiği Landmark ya da “geometrik” morfometrik yöntemleri ve Anahat morfometri yöntemleri (Karanovic Lavtizar, & Djurakic, 2017, Rohlf 1986) yer almaktadır. Anahat kategorisinde Eigenshape (Lohmann, 1983; Ray, 1992) ve Eliptik Fourier Analizi (Lestrel, 1997; Rohlf ve Marcus, 1993) yöntemleri yer alır. Landmark geometrik morfometrisi kompleks ya da loblu yapraklara daha uygun olurken anahat yöntemleri hem kompleks şekle sahip olan hem de daha düz formulu yaprakların şekil analizinde kullanılabilir (Krieger, 2010; Rohlf, 1990).

Bu şekilsel morfometrik çalışma metotları, bilgisayara dayalı analiz ve programların geliştirilmesi ile yaygınlaşmıştır (Elewa, 2010). Hem geometrik hem de anahat analizi tarzında morfometrik çalışmalara, paleontoloji (Lohmann, 1983) ve sistematik zoolojide (Karanovic ve diğ., 2017) sıklıkla rastlanmaktaysa da güncel bir yöntem olmasına rağmen sistematik botanikte daha az görülmektedir (Henderson, 2006; Jensen, 2003). Örneğin, 2021 yılında iki yılda bir düzenlenen Symposium of Morphometrics and Evolution of Shape (SMEF 11) adlı kongrede 59 özetten ancak 3 tanesi bitki’ye odaklı çalışmalardan bahsediyor. Buna rağmen, sistematik botanikte önemli gelişmeler de mevcuttur.

Geometrik morfometrik yöntemleri kullanarak, Bryson ve diğ. (2020), *Vitis* L. türlerinin farklı gelişim aşamalarındaki yapraklarını alıp birleşik (“composite”) yaprak formu analizini R ve Python program dillerini kullanarak yapmışlardır. Bunların yanında LeafProcessor (Backhaus ve diğ., 2010), LeafAnalyser (Weight ve diğ., 2008) ve MorphoLeaf (Biot ve diğ., 2016) gibi birçok kolaylaştırıcı program da genel kullanıma sunulmuştur. Bu programlar, geleneksel yöntemlerle alınamayan parametreleri ölçmeyi, daha büyük numune boyutlarını verimli bir şekilde değerlendirmeyi ve elden yapılan ölçümlere göre daha düşük hata oranları elde etmeyi mümkün kılmıştır. Örneğin, Miljkovic ve diğ. (2019), farklı râkımlardan toplanan *P. avium* yapraklarının şekil farklılıklarını incelemek üzere geleneksel morfometrik verilerin üzerine

Procrustes analizi metodunu uygulamıştır. Geleneksel verileri kullanıyor olsa da kolaylaştırıcı bir program yardımıyla yaptıkları için hata yapma ihtimali daha düşüktür. Morfolojik Boyut ve Şekil Analizi (MASS) (Chuanromanee ve diğ., 2019) dahil olmak üzere son çıkan programlar, otomatik veya yarı otomatiktir. Bu da daha fazla sayıda örneğin verimli bir şekilde işlenmesine olanak tanır.

Geometrik yöntemler gibi çeşitli anahat analiz yöntemleri de tür ayırımında kullanılmaktadır (Camargo Neto ve diğ., 2006). Chitwood ve Otoni (2017a), *Passiflora* L. cinsi gibi oldukça değişken bitki gruplarının tanımlanmasında Eliptik Fourier analizini kullandılar. Sistemik açılarından morfometri, en çok tür ve tür altı seviyelerde uygulandığında fayda göstermektedir (Jensen, 2003). Ayrıca bu yöntemler, ontogenetik (Ray, 1992), heteroplastik (Chitwood ve Otoni, 2017b), hibridizasyon (González-Rodríguez ve Oyama, 2005) ve ekolojik çalışmalara da (Viscosi ve diğ., 2009) uygulanmıştır.

2.5. DAMARLANMA ANALİZİ

Rosaceae (Ufimov ve Dickinson 2020), Fabaceae (Fortunato ve diğ., 2017), Fagaceae (Luo ve Zhou, 2002) ve Myrtaceae (Oliveira ve diğ., 2017) gibi birçok bitki grubunda yaprak damarlanma karakterleri taksonomik ve sistemik çalışmalarda kullanılmaktadır (Kull ve Herbig, 1994; Hickey, 1973; Rury ve Dickison, 1977). *Prunus* cinsinde bazı türlerde önemli karakteristik damar düzenleri görülmüştür (Rieger ve diğ., 2003) ve bu damarlanma şekli, bitkinin farklı iklimsel şartlara uyum sağlaması için etkin olabilmektedir (Okie ve Rieger, 2003).

Yaprak şekil analiz yöntemlerinde olduğu gibi önceki yıllarda yapılan damarlanma çalışmalarında daha çok kalitatif özelliklere yoğunlaşmıştır. Bu nedenle kantitatif ve sağlam bir istatistiksel karşılaştırma zemini sağlanamamıştır. Eski yöntemlere dayanan damarlanma çalışmalarının yerini son yıllarda kantitatif damarlanma analizine yönelik birçok algoritma, program almıştır. Yarı otomatik damarlanma analizi yapan NEFI (Dirnberger ve diğ., 2015) ve Leaf GUI (Price ve diğ., 2011) gibi programlar bunlara örnek olarak verilebilir. Bu çalışmada kullanılan PhenoVein adlı program, Bühler ve diğ. (2015) tarafından *Arabidopsis thaliana* kültür formlarının damarlanma analizinde faydasını göstermiştir.

Bu programlardan elde edilen veriyi analiz etmek için Temel Bileşen Analizi (PCA) ve Bağımsız Bileşen Analizi (ICA) gibi unsupervised makine öğrenimi yöntemleri yaygındır. Bu

tarz analizleri kolaylaştırmaya yönelik FastICA (Li ve diğ., 2006) ve PAST (Hammer ve diğ., 2001) gibi programlar da geliştirilmiştir.

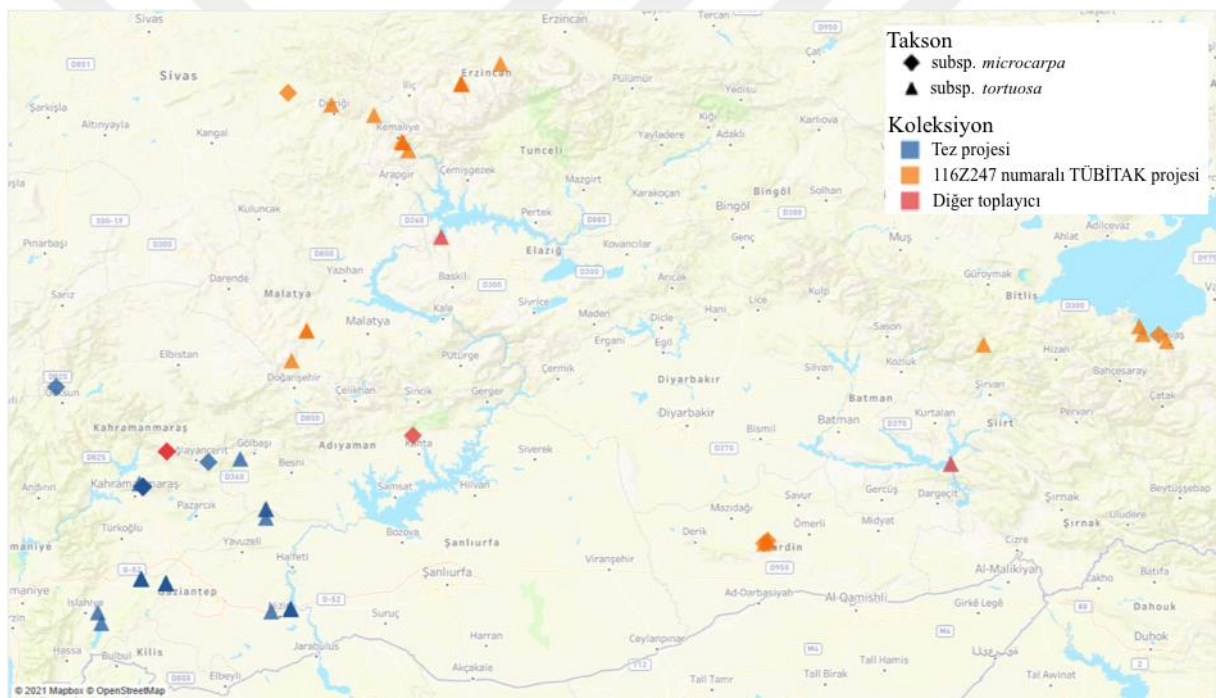
Son yıllarda geliştirilmiş makine öğrenim yöntemleri de bu tip analizlerde kullanılmaya başlanmıştır. Damarlanma analizi ve makine öğrenmesi algoritmaları aracılığıyla soya (*Glycine max* (L) Merr) ve iki *Phaseolus vulgaris* L. kültür formunu ayırarak, Larese ve diğ. (2014) yakın akraba olan bitkiler için damarlanma yöntemlerinin faydalarını göstermiştir.



3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. ÖRNEKLEME

Çalışma için toplam 59 örnekten 507 yaprak incelendi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Herbariyumu (ISTF), Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Herbariyumu (GAZI), Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbariyumu (AEF) ve Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Herbariyumu (HUB)'nda bulunan *P. microcarpa* örnekleri incelenerek uygun örneklerden yaprak numuneleri alındı. Böylece bu taksonların Türkiye'de bilinen yayılış alanlarını kapsayacak şekilde bir örnekleme elde edilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Çalışmada kullanılan *Prunus microcarpa* popülasyonlarının harita üzerinde gösterimi.

3.1.1. Herbariyum örnekleri

Gazi Üniversitesi herbariyumunda 4 örnekten kısa sürgün yaprak numunesi alınmıştır. Başlangıçtaki hedef her örnekten en az 5'er kısa sürgün ve 5'er uzun sürgün yaprağı incelemek olduğu halde bazı örneklerin uzun sürgün yaprakları bulunmadığı, şekilleri bozulacak derecede zarar gördüğü ya da hastalıklı olduğu için her örnekten 5 yaprak alınamamıştır. Ayrıca, tüm

yaprak tiplerini analizlere dâhil etmek amacıyla farklı olduğu tespit edilen örneklerden 5'ten fazla yaprak örneği alınmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Çalışma kapsamında incelenen herbaryum örnekleri ve kullanılan yaprak sayısı.

Takson	Herbaryum numarası	Uzun sürgün yaprak sayısı	Kısa sürgün yaprak sayısı	Lokasyon	Toplayıcı	Tarih
<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i>	GAZİ	0	5	Maraş: Engizek Dağı, 1000 m	Duman3064	10.06.1987
	GAZİ	0	5	Maraş: Engizek Dağı, 1100 m	Duman3150	12.06.1987
	41254	4	5	Mardin: Merkez: Zinnar (Senar), 900 m	L.Şık, Y.C.Gerçek	19.06.2017
	41258	5	5	Mardin: Merkez, Nur Mahallesi, 965 m	L.Şık, Y.C.Gerçek	19.06.2017
	41259	4	4	Mardin: Merkez, Nur Mahallesi, 965 m	L.Şık, Y.C.Gerçek	19.06.2017
	41329	5	5	Van: Ahtaman Adası	O.Erol	21.05.2018
	41385	10	6	Sivas: Divriği- Dumluca Dağı yolu, 1537 m	O.Erol, Y.C.Gerçek	14.05.2019
	41454	4	6	Adıyaman: Bağözü, Kahta, 900 m	M.Gökmen, A.Demirtaş	05.07.2021
<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>tortuosa</i>	GAZİ	0	1	Siirt: Botan Çayı-Dicle nehri birleşimine 2km kala, 456 m	Aslan3281	26.04.2009
	GAZİ	0	3	Elazığ: Keban, Keban barajına 5 km kala	Ekim7167	11.06.1983

Tablo 3.1 (devam): Çalışma kapsamında incelenen herbarium örnekleri ve kullanılan yaprak sayısı.

41236	5	6	Sivas: Divriği: Demirdağ yolu, Demirdağ koyüne 1,5 km kala, 985 m	A.Çiftçi, Y.C.Gerçek, O.Erol	23.05.2017
41238	5	5	Sivas: Divriği - Kemaliye arası (taş yol) yol ayırımından yaklaşık 10 km sonra, 872 m	A.Çiftçi, Y.C.Gerçek, O.Erol	24.05.2017
41239	6	6	Erzincan: Kemaliye: Yeşilyurt yolu, Apcağa koyünü gectikten 2 km sonra, 1143 m	A.Çiftçi, Y.C.Gerçek, O.Erol	24.05.2017
41240	0	6	Erzincan: Kemaliye: Yeşilyurt koyü yol ayırımından girdikten 1 km sonra, 1073 m	A.Çiftçi, Y.C.Gerçek, O.Erol	24.05.2017
41241	3	6	Erzincan: Kemah: Eriş koyü: Tuz taşı mv., 1325 m	A.Çiftçi, Y.C.Gerçek, O.Erol	24.05.2017
41252	2	5	Mardin: Merkez, Zinnar (Senar), 900 m	L.Şık, Y.C.Gerçek	19.06.2017
41253	5	5	Mardin: Merkez, Zinnar (Senar), 900 m	L.Şık, Y.C.Gerçek	19.06.2017
41257	6	5	Mardin: Merkez, Nur Mahallesi, 965 m	L.Şık, Y.C.Gerçek	19.06.2017
41263	0	5	Malatya: Akçadağ -Dereli Yolu çıkışı, Akpınar mevkii, 1220 m	L.Şık, Y.C.Gerçek	06.07.2017
41264	0	5	Malatya: Akçadağ -Dereli Yolu çıkışı, Akpınar mevkii, 1220 m	L.Şık, Y.C.Gerçek	06.07.2017

Tablo 3.1 (devam): Çalışma kapsamında incelenen herbarium örnekleri ve kullanılan yaprak sayısı.

41266	5	5	Malatya: Doğanşehir- Dedeyazı: Karşı mevkii, 1388 m	L.Şık, Y.C.Gerçek	06.07.2017
41272	4	5	Erzincan: Kemah yolu, Kemah'a 10 km kala, Mermerli köyü, 1122 m	A.Kandemir, O.Erol, Y.C.Gerçek	08.07.2017
41277	0	4	Erzincan: Kemah: Eriş: Göldibi mevkii, 1346 m	Y.C.Gerçek	08.07.2017
41278	5	5	Erzincan: Kemah, Kemaliye- Kozlupınar arası yönünde, yolun sol tarafı, 1145 m	Y.C.Gerçek	09.07.2017
41279	0	5	Erzincan: Kemah, Kemaliye- Kozlupınar arası yönünde, yolun sol tarafı, 1145 m	Y.C.Gerçek	09.07.2017
41339	0	5	Bitlis: Kambos dağı çıkışı Dilektaş köyüne giderken 1km	O.Erol, Y.C.Gerçek	22.05.2018
41330	5	6	Van: Bitlis Yolu Altınşaç köyüne giderken	O.Erol	21.05.2018
41331	5	5	Van: Gevaş, Altınşaç köyü yolu, 1658 m	O.Erol	21.05.2018
41335	0	5	Van: Ahtaman iskelesini geçince Dokuzağaç köyü yolu	O.Erol, Y.C.Gerçek	22.05.2018

3.1.2. Arazi çalışmaları

Herbaryum çalışmasından sonra eksikliği tespit edilen bölgelerden materyal toplanması amacıyla 2021 Temmuz ayında Gaziantep ve Kahramanmaraş'a bir arazi çalışması düzenlenmiştir. Bu çalışma sırasında toplanan 30 örnek İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu'nda (ISTF) kaydedildi (Tablo 3.2). Bu tez çalışması için örnek toplanırken, bazı popülasyonlarda birden fazla bireyden ayrı ayrı numuneler alındı. Böylece hem popülasyonlar arasında hem de popülasyon içerisindeki varyasyon incelendi.

Tablo 3.2: Bu proje kapsamında arazi çalışmasında toplanan örneklerin bilgileri ve morfometrik çalışma için her bir bireyden kullanılan yaprak sayısı.

Takson	Herbaryum (ISTF) numarası	Uzun sürgün yaprak sayısı	Kısa sürgün yaprak sayısı	Lokasyon	Toplayıcı	Tarih
<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i>	41443	5	5	Maraş: Çağlayançerit etrafı, 993 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	29.06.2021
	41445	5	5	Maraş: Ahırdağı, 1259 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	29.06.2021
	41446	5	5	Maraş: Ahırdağı, 1259 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	29.06.2021
	41447	4	6	Maraş: Ahırdağı, 1259 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	29.06.2021
	41448	4	6	Maraş: Ahırdağı, 1259 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	29.06.2021
	41449	5	5	Maraş: Ahırdağı, 1259 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	29.06.2021

Tablo 3.2 (devam): Bu proje kapsamında arazi çalışmasında toplanan örneklerin bilgileri ve morfolometrik çalışma için her bir bireyden kullanılan yaprak sayısı.

	41450	6	6	Maraş: Ahırdağı, 1259 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	29.06.2021
	41451	5	5	Maraş: Ahırdağı, 1259 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	29.06.2021
	41452	4	2	Maraş: Ahırdağı, 1259 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	29.06.2021
	41453	5	5	Maraş: Göksün, Mehmetbey köyü, 1387 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	30.06.2021
<i>P. microcarpa subsp. tortuosa</i>	41372	5	6	Antep: İslahiye: Tilmenhöyük, 464 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	28.06.2021
	41373	3	2	Antep: Şahmaran köy yolu, 437 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	28.06.2021
	41374 (4 birey)	20	16	Antep: Osmaniye yolu, 950 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	28.06.2021
	41376 (4 birey)	15	21	Antep: Osmaniye yolu, 1087 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	28.06.2021
	41377	7	5	Antep: Nizip Yolu, 649 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	28.06.2021

Tablo 3.2 (devam): Bu proje kapsamında arazi çalışmasında toplanan örneklerin bilgileri ve morfometrik çalışma için her bir bireyden kullanılan yaprak sayısı.

41378 (4 birey)	18	15	Antep: Nizip Belkıs Harabeleri yolunda, 428 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	28.06.2021
41379	6	5	Araban-Sarıkaya arası, 613 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	29.06.2021
41380 (2 birey)	5	11	Antep: Adıyaman arası, Sarıkaya-Ahır dağı yolu, 838 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	29.06.2021
41381	5	7	Maraş: Gölbaşı-Aksu arası, 886 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	29.06.2021
41444	1	5	Maraş: Ahırdağı yolu, 878 m	A.Çiftçi, R.Mollman, S.Özbek	29.06.2021

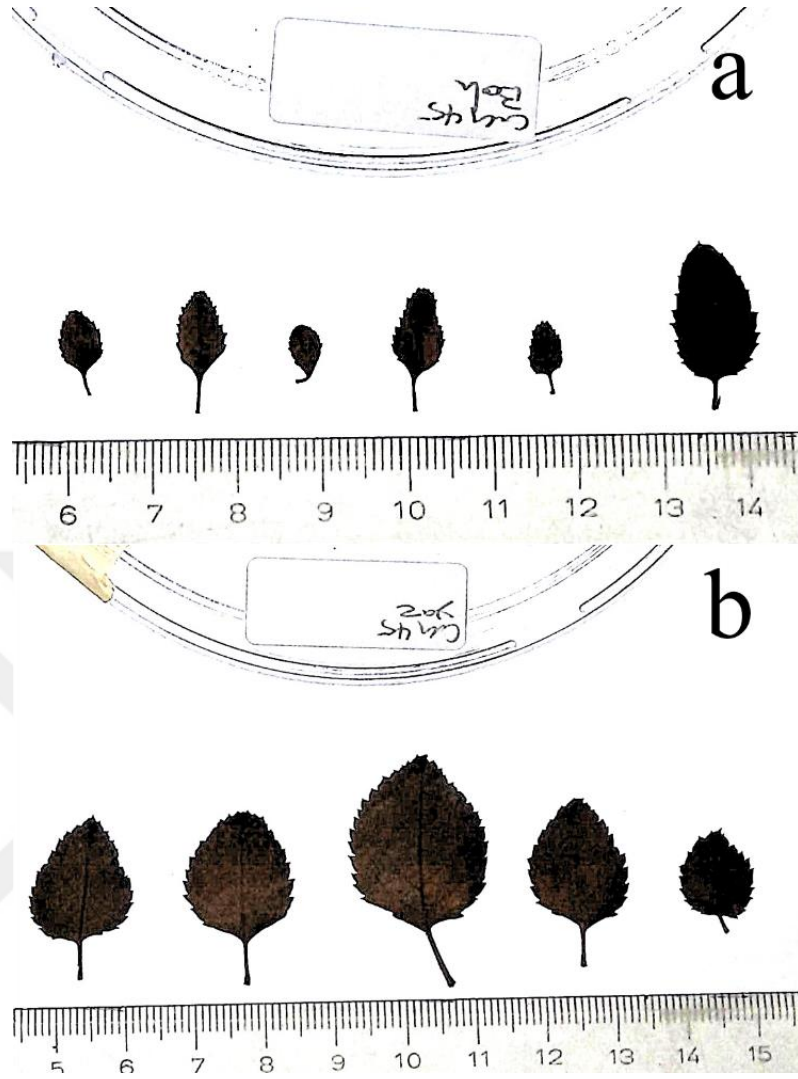
3.2. ANAHAT MORFOMETRİSİ

3.2.1. Örnek hazırlanması ve taranması

Morfometrik analizi gerçekleştirmek üzere Türkiye’de bulunan iki *P. microcarpa* alttürünün 59 popülasyonundan toplam 507 yaprak çalışılmıştır. Her iki alttürden hem kısa sürgün hem de uzun sürgün yaprakları ayrı ayrı incelenmiştir. Kısa sürgünler, kısa internodlara, küçük, kalabalık yapraklara sahip olması ile ayırt edilir. Uzun sürgünler ise uzun internodlarda daha az sayıda yaprak barındırır. Sürgünlerin uç kısımlarına yakın, ara uzunlukta olan internodlardan ya da en uç kısmından olgunlaşmamış yapraklar alınmamıştır. Ayrıca, birçok popülasyonda, popülasyonlar içindeki varyasyonu araştırmak için bireyler ayrı değerlendirilmiştir. Yapraklar

kuru örnekler arasından rastgele seçilip ve dört farklı gruba ayrılmıştır: *P. microcarpa* subsp. *microcarpa* kısa sürgün yaprakları, *P. microcarpa* subsp. *microcarpa* uzun sürgün yaprakları, *P. microcarpa* subsp. *tortuosa* kısa sürgün yaprakları ve *P. microcarpa* subsp. *tortuosa* uzun sürgün yaprakları. Yaprak örnekleri kapaklı plastik petrilere koyularak örnek numarası ve yaprak tipi bilgileriyle etiketlenmiştir.

P. microcarpa'nın yaprakları kuru haldeyken kıvrılır ya da orta damar boyunca ikiye katlanmaktadır. Yumuşatmak için kuru örnekten alınmış yapraklar 30 dakika musluk suyunda kaynatılıp ve anahat şekil analizi için uygun olarak, düz bir şekilde preslenmiştir. Şekil analizinde hata yaratabilecek olan gölgeyi azaltmak amacıyla yapraklar, çizim için tasarlanmış ışık masasında adaksiyal yüzey yukarıya bakacak şekilde yerleştirilip, alttan aydınlatılmıştır (Şekil 3.1). Yapraklar CZUR Shine Pro tepegöz tarayıcıyla tarandı (Ayarlar: Contrast +5, Sharpness +5, 300 dpi, compression yok). Bütün fotoğraflar tif (tagged-image format) formatında kaydedilmiştir (Şekil 3.2.1).



Şekil 3.2: Anahat morfometrik analizi yapmak üzere çekilen örnek resimler. Aynı örnekten alınan a. kısa sürgün ve b. uzun sürgün yaprak numuneleri.

3.2.2. Anahat analizi

Geometrik morfometri analizini gerçekleştirmek için yapraklarda eliptik Fourier analizi için tasarlanmış MASS şekil analiz programı (Chuanromanee ve diğ., 2019) kullanılmıştır. Her örnekten alınan yaprak seti ayrı ayrı 15 Fourier harmonik katsayılarıyla analiz edildi. Petiyoller analize dahil edilmemiştir. Bütün örneklerin harmonik katsayı verileri oluşturulduktan sonra dört ayrı grup halinde birleştirildi ve anahat süperempresyonu fonksiyonu kullanılarak ortalama şekli ve süperempresyon figürleri oluşturuldu. Lokasyon ve râkım ile yaprak şekli arasında korelasyon olup olmadığını tespit etmek üzere aynı şekilde her örneğin ortalama şekli ve süperempresyon figürleri oluşturuldu.

MASS ayrıca her yaprak için aşağıdaki ölçüm verilerini otomatik olarak oluşturur: boy, en, alan, boy/en oranı, dalgalı asimetri, yuvarlaklık, dairesellik ve sağlamlık.

$$Dalgali\ asimetri = 2 \frac{|en_{sol} - en_{sağ}|}{en_{sol} + en_{sağ}} \quad 3.1$$

Dalgali asimetri genelde streten oluşan simetriyi bozduran kusurlar veya farklılardan oluşur (Telhado ve ark. 2016).

$$Yuvarlaklık = 4 \left(\frac{alan}{\pi \cdot boy^2} \right) \quad 3.2$$

$$Dairesellik = 4\pi \left(\frac{alan}{çevre^2} \right) \quad 3.3$$

$$Sağlamlık = \frac{alan}{dışbükey\ alan} \quad 3.4$$

Son olarak, yaprak ucu işaretlenecek şekilde 5 nokta kullanarak her yaprağın üst ¼'ü MASS programında işaretlendi. Program, kullanıcının işaretlediği bu noktalar üzerinden yaprak uç açısını hesaplamaktadır.

MASS programının yukarıda verilen matematiksel yöntemlerle hesapladığı verilerden oluşan Virgülle Ayrılmış Değerler (.csv) dosyaları, istatistiksel analizlerde kullanılmak üzere birleştirilmiştir

3.2.3. İstatistiksel analizler

3.2.3.1. Geleneksel morfometrik veriler

İstatistiksel olarak anlamlı geleneksel morfometrik özellikleri belirlemek için taksonlar birincil gruplar olarak, uzun sürgün ve kısa sürgün yaprakları alt gruplar olarak alınmış ve GraphPad Prism 9.0 yazılımıyla iç içe t testi yapılmıştır. Verilerin normal dağılımı ve artıklarını kontrol etmek için QQ grafikleri incelenmiştir. İç içe t testi sonuçlarına göre belirlenen anlamlı veriler üzerinde Temel Bileşen Analizi (PCA) yapılmıştır. Geleneksel morfometrik nitelikler ile iklim ve lokalite verileri arasında ilişki bulunup bulunmadığını görmek üzere, Çoklu Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon (MMLR) analizi yapıldı. Râkım bağımsız değişken olarak, morfometrik veriler bağımlı değişken olarak ayarlandı. Tüm istatistiksel analizler PAST sürüm 4.08 yazılımında gerçekleştirildi (Hammer ve diğ., 2001).

3.2.3.2. Anahat analiz katsayı verileri

Eliptik Fourier analizinin sonucu olarak oluşturulan sinüs dalgası katsayıları, homolog ya da biyolojik olarak anlamlı veriler olmadığından dolayı tek tek yorumlamak imkansızdır (Rohlf, 1990; Rohlf, 1998; Zelditch ve diğ., 1992). Bu yöntem örneklerin şekillerini kantitatif tanımlamalara dönüştürerek istatistiksel analizler için uygun hale getirir (Bookstein ve diğ., 1992; Rohlf, 1993; Rohlf, 1998). Genelde PCA kullanarak katsayı veri yükü azaltılır ve katsayı verileri yerine varyasyonun çoğunu anlatan temel bileşenler (PC) veri olarak ileri analizde kullanılır. PAST 4.08 yazılımı (Hammer, Harper & Ryan, 2001) kullanarak harmonik katsayı verileri üzerinde PCA analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda ilk 10 temel bileşenin varyasyonun %95'inden fazlasını anlattığı tespit edilmiştir.

İlk 10 PC kullanılarak 4 grup arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için hiyerarşik Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA) yapıldı. Bu analizde taksonlar birincil grup olarak, yaprak tipi ise alt gruplar olarak ele alındı. Eliptik Fourier katsayı nitelikleri ile iklim ve lokalite verileri arasında ilişki olup olmadığını görmek için, Çoklu Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Analizi yapıldı. Râkım bağımsız değişken olarak, ilk 10 katsayı PC bağımlı değişken olarak ayarlandı. Analizler, PAST programında gerçekleştirildi.

3.3. DAMARLANMA ANALİZİ

3.3.1. Örnek hazırlanması ve görüntülenmesi

Damarlanma analizi yapmak üzere çeşitli lokasyonlardan 17'si *P. microcarpa* subps. *microcarpa* ve 16'sı *P. microcarpa* subps. *tortuosa* taksonundan olmak üzere 121 yaprak numunesi seçildi (Tablo 3.3).

Tablo 3.3: Damarlanma analizi için kullanılan materyal.

Takson	Örnek numarası	Kısa sürgün adeti	Uzun sürgün adeti
<i>P. microcarpa</i> subps. <i>microcarpa</i>	41445	2	2
	41446	2	2
	41447	2	2

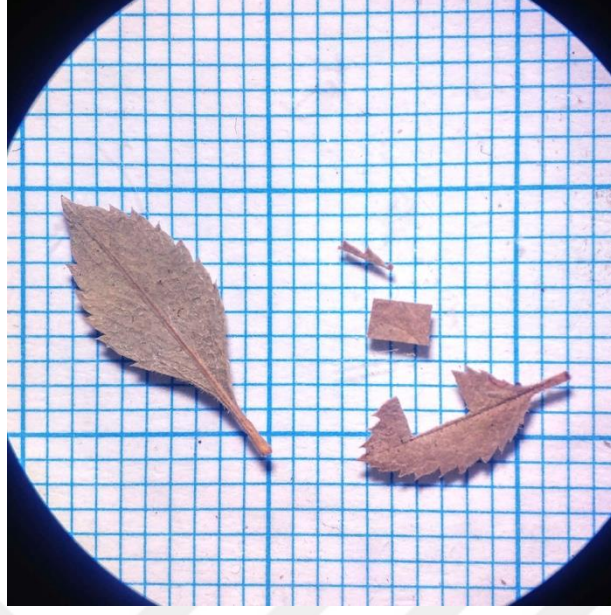
Tablo 3.3 (devam): Damarlanma analizi için kullanılan materyal.

	41448	0	3
	41449	2	2
	41450	2	2
	41451	2	2
	41452	2	2
	41453	2	2
	41254	2	2
	41258	2	2
	41259	2	2
	41329	2	1
	41385	2	2
	41454	2	2
	duman3064	2	0
	duman3150	2	0
Toplam		32	30
<i>P. microcarpa</i> subps. <i>tortuosa</i>	41372	2	2
	41373	2	2
	41373	2	2
	41376	2	2
	41377	2	2
	41378	2	2
	41379	2	2

Tablo 3.3 (devam): Damarlanma analizi için kullanılan materyal.

	41444	0	2
	41253	2	2
	41257	2	2
	41266	2	2
	41272	2	2
	41335	3	0
	41339	3	0
	41236	1	2
	41240	2	2
Toplam		31	28
Tüm toplam	121	63	58

Her yapraktan standart bir şekilde örneklem yapılabilmesi için milimetrik kâğıt yardımı ile yaprak boyuna üç eşit parçaya bölündükten sonra adaksiyal yüzey yukarıya bakacak şekilde stereomikroskopa yerleştirilmiştir. Anadamarın sağında kalan orta parça dişlerin yer aldığı kenar kısmı uzaklaştırılarak alınmıştır (Şekil 3.3). Alınan bu parçalar, ticari sodyum hipoklorit çözeltisinde beyazlayana kadar bekletildi. Beyazlatılmış numunelerden üç ayrı aşamada fotoğraf alınmıştır: işlem yapılmadan önce, tüylü epidermis kısmı soyularak ve Safranin O ile boyanarak. Fotoğraflar Olympus SZX7 Stereomikroskoba bağlı Canon fotoğraf makinesi ve Argenit Kameram Sürüm 3.1.0.0 yazılımı kullanılarak çekilmiştir. Fotoğraflar 1 milimetrelilik ölçek eklenerek tif formatında kaydedildi. Bu fotoğraflardan en uygun olanları (damarların net bir şekilde görüldüğü fotoğraflar) damarlanma analizi için seçilmiştir. Damarlanma analizinin daha doğru yapılabilmesi için örnekler Adobe Photoshop 2017.0.0 kullanılarak arka plandan ayrılmalı ve kontrast ayarlamalarını içeren bir ön işlemden geçirildi.



Şekil 3.3: Damarlanma analizi yapmak üzere standart numune kesilmesi.

3.3.2. PhenoVein ile damarlanma analizi

Hazır fotoğraflar analiz için PhenoVein programına yüklendi. PhenoVein analizi 8 adımdan ibarettir:

İlk adımda damarları belirginleştirmek için fotoğrafa uygun renk kanalı seçilir, ölçek kullanılarak pixel boyutu belirlenir ve gerekirse fotoğraf kırpılır. Bu adımda, ölçek fotoğrafa çekim aşamasında yerleştirilmiş olan ölçeğe göre 1 millimetre olarak ayarlandı. Doğru bir sonuca varmak için renk kanalının, arkaplanı numuneden daha açık renkli göstermesi ve damarların da adacıklara göre net, iyi kontrastlı ve daha açık renkte görülmesi gerekir. Bu çalışmada fotoğraflar ön işlem sırasında düzeltildiği için kırpılmaya ihtiyaç duyulmadı (Şekil 3.4a).

İkinci adımda arkaplan uzaklaştırılarak yaprak alanı belirlenir. Kırmızı arkaplan ve mavi numune işaretleri yerleştirildikten sonra fotoğrafın ihtiyacına göre alt eşik değeri 50.000-65.000 arasında, üst eşik değeri 55.000-120.000 arasında ayarlanarak kullanıldı. Bu değerler, tüm arkaplan pembe ve numunenin tamamı açık mavi görülecek şekilde ayarlanır (Şekil 3.4b).

Üçüncü adımda çeşitli parametreler (en ince ve en kalın damarların boyutu, vb.) ayarlanarak fotoğrafta bulunan damarlar adacıklardan ayırt edilir. Adım sayısı 6, ara kapama çekirdeği 9 ve

sınır aşınması 5 olarak ayarlandığında bu çalışmada kullanılan yapraklar için iyi sonuç alındı. Ayarlar seçildikten sonra güncelleme düğmesine tıklayarak sonuçlar kontrol edilir. Çıkan 3 boyutlu damarlanma şeması fotoğrafta görülen damarları iyi temsil ettiğinde bir sonraki adıma devam edilir. İyi temsil etmediğinde alt sigma ve üst sigma ayarları iyi bir sonuç alınana kadar değiştirilir. Bu çalışmadaki fotoğraflar için alt sigma değeri 4-10 arasında, üst sigma değeri 25-35 arasında iyi sonuç vermiştir (Şekil 3.4c).

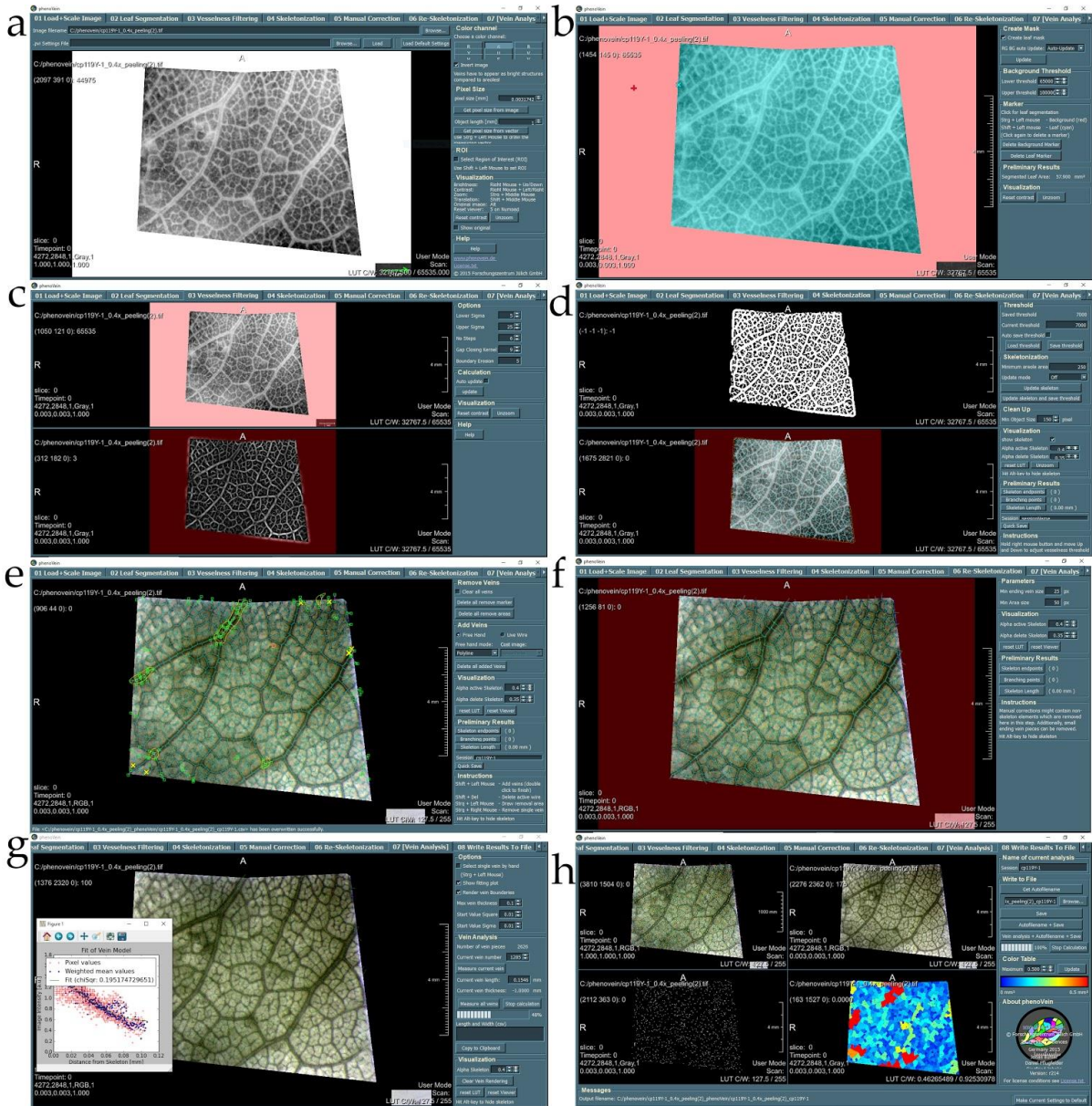
Dördüncü adımda önceki adımın damar haritası kullanılarak iskelet oluşturulur. Eşik değeri hariç varsılayan ayarların bu çalışma için uygun olduğu belirlenmiştir. Eşik değeri büyüdükçe iskelete dâhil edilen damar sayısı azalmaktadır. Bu değer fotoğrafın netliği, kontrastı ve temizliğine göre değişmektedir. Bu çalışmada kullanılan fotoğrafları için 4.000-10.000 arasında ayarlanması genellikle uygun görülmüştür. Bu adımda şimdiye kadar yapılan işlerin kaydedilmesi imkânı da sunulur. Bu ve sonraki adımlarda bulunan görselleştirme ayarları sonucu etkilemediği görülmüştür (Şekil 3.4d).

Beşinci adımda bir önceki adımın oluşturduğu iskelette damar olmadığı halde programın damar olarak algıladığı iskelet parçaları silinir ve var olan ama programın kaçırdığı damarlar elde eklenir. Elde düzeltmeler yapıldıktan sonra kaydedilip devam edilir (Şekil 3.4e).

Altıncı adımda düzeltmeler dâhil edilerek iskelet yeniden işlenir ve son kontrol yapılır. Gerekirse kullanıcı bir önceki adıma dönüp düzeltmeleri tekrar yapabilir. Alt damar üç boyutu ayarlanarak anlamsız veri olarak kaydedilecek damar kalıntıları temizlenir. Bu çalışma için fotoğrafa göre 2-25 piksel arasında ayarlanmıştır. Alt adacık alanı için varsılayan ayarı kullanılmıştır (Şekil 3.4f).

Yedinci adımda damarların kalınlık, uzunluk, sayı ve diğer ölçümleri hesaplanır. “Tüm damarları ölç” düğmesini tıklayarak analiz başlatılır. İlerleme çubuğu %100’ü gösterdiğinde analiz bitmiştir. Bu adımda varsılayan ayarlar kullanılmıştır (Şekil 3.4g).

Sekizinci adımda şekil ayarları yapılarak sonuçlar oluşturulur. Renk tablosu adacık boyutuna göre şeklin renklendirilmesini sağlar. Butün fotoğraflar maksimum 0,5 olarak ayarlanmıştır. Çalışmaya ad verilerek kaydedilir. Hesaplanan veriler *.csv uzantılı dosya olarak çıkartılır ve programın oluşturduğu şekiller kaydedilir (Şekil 3.4h).



Şekil 3.4: Damarlanma analizi yapan PhenoVein programının iş akışı. A. Birinci sayfada damarları, adacıklara göre açık renkli, iyi kontrastı gösterecek bir renk kanalı ve ölçek ayarlarını (1 mm) seçiliyor, b. Yaprak numunesi (açık mavi) ve arkaplanı (kırmızı) belirtiliyor, c. Program, en ince ve en kalın damarların eni, adacıkların asgari boyutu gibi ayarlara dayanarak 3 boyutlu bir ağ olarak damarlanmayı tahmin ediyor, d. Önceki sayfada ayarlanmış 3 boyutlu damarlanma ağına göre damar iskeletini çıkarıyor. Kullanıcı damar olarak kabul edilen alt sınırı belirtiyor, e. Kullanıcı, eksik damarları ekleyerek, fazladan oluşan damarları silerek elde düzeltmeleri yapabiliyor. F. Düzeltilmelerinden sonra iskelet tekrar oluşuyor, küçük damar parçacıkları siliniyor ve iskeletin son kontrolü yapılıyor. G. Program, tek tek damarlarının, eni, boyu ve diğer verileri hesaplıyor, h. Görseller oluşuyor ve verileri .csv dosya olarak kaydediliyor.

3.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Uç değerleri uzaklaştırmak için adacık alanı, damar uzunluğu, damar eni ve damar ki kare verilerinin üst %5'i ve alt %5'i silindi. Sonra örnek başında bu verilerin ortalaması, standart sapması, en büyük değer ve en küçük değeri hesaplandı.

İstatistiksel analizleri yapmak üzere .csv dosyalarından alınan şu parametreler bir excel dosyasında toplandı: toplam yaprak alanı, toplam iskelet boyu, ortalama damar yoğunluğu, iskelet parça sayısı, iskelet uç sayısı, iskelet dallanma nokta sayısı, adacık sayısı, ortalama adacık alanı, en büyük adacık alanı, en küçük adacık alanı, ortalama damar uzunluğu, en kısa damar uzunluğu, en uzun damar uzunluğu, ortalama damar eni, en ince damar eni, en kalın damar eni, ortalama damar ki kare değeri, en küçük ki kare değeri, en büyük ki kare değeri.

Anlamli değerleri tespit etmek için GraphPad Prism 9.0 yazılımıyla iç içe t testi yapıldı. T testi yapılırken birincil grup alttür olarak, alt gruplar yaprak tipi olarak değerlendirildi. Bu test sonucuna göre anlamli çıkan veri kategorileri kullanılarak PAST sürüm 4.08 yazılımında Temel Bileşen Analizi gerçekleştirilmiştir. Damarlanma nitelikleri ile iklim ve lokalite verileri arasında ilişki olup olmadığını görmek üzere, PAST programıyla MMLR analizi yapılmıştır. Râkım bağımsız değişken olarak, damarlanma verileri bağımlı değişken olarak ayarlanmıştır. |

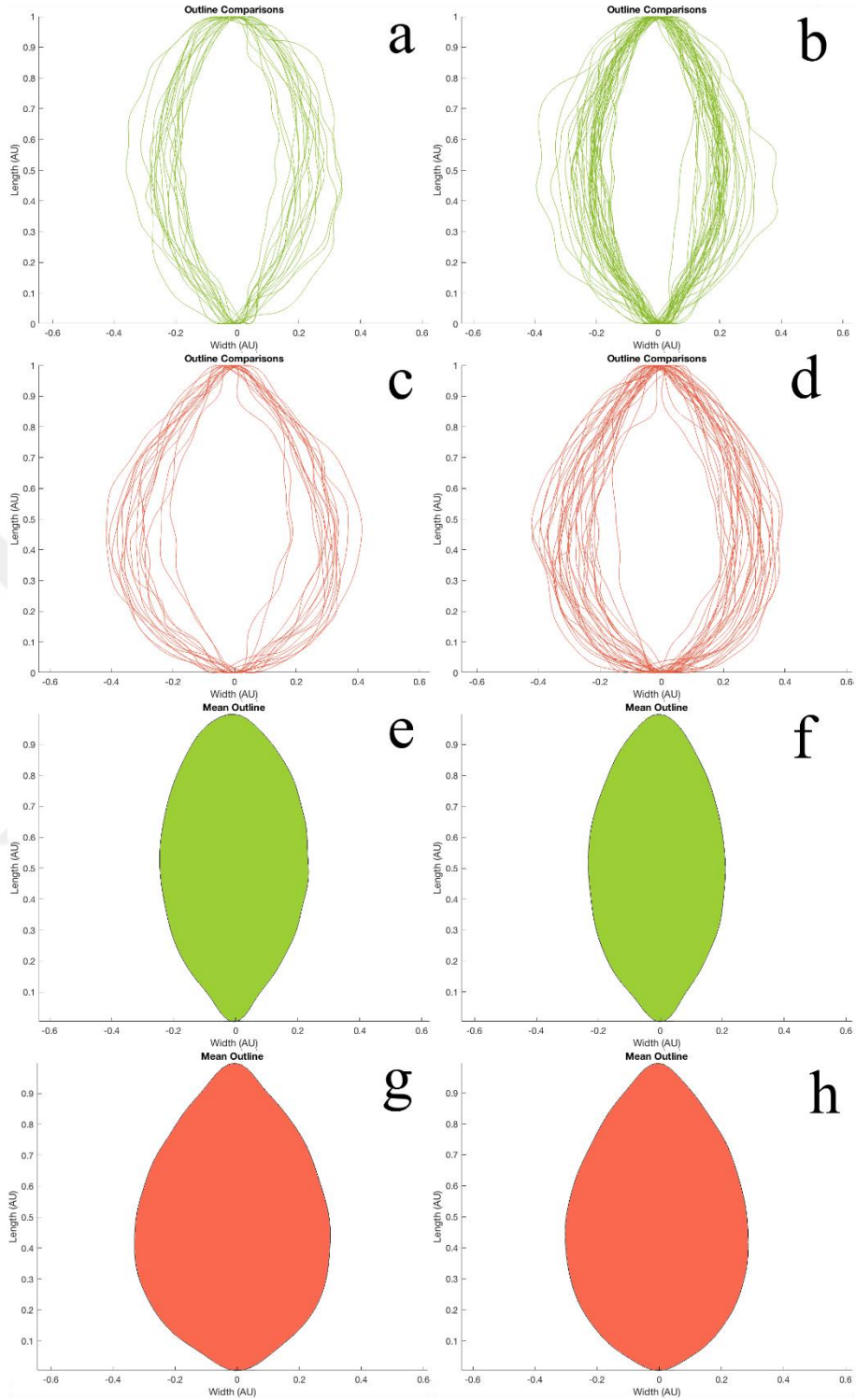
4. BULGULAR

4.1. ANAHAT MORFOMETRİ SONUÇLARI

59 farklı birey üzerinde eliptik Fourier analizi, kısa sürgün ve uzun sürgün yaprakları arasında büyük farklılıklar olduğunu göstermiş ancak intraspesifik taksonlar arasında minimum farklılık ile sonuçlanmıştır. Her iki yaprak kategorisinde, *P. microcarpa* subsp. *tortuosa*'nın yaprakları, *P. microcarpa* subsp. *microcarpa*'nın yapraklarından biraz daha uzun ve ince bir yapıya sahiptir. Ancak taksonlar arasında önemli örtüşmeler görülmektedir (Şekil 4.1a-d). Her iki taksonda kısa sürgün yapraklarında daha eliptik bir ortalama şekil görülürken, uzun sürgün yaprakları ovat olma eğilimindedir (Şekil 4.1e-h).

Bu iki taksonun ortalamaları arasında önemli bir fark görülmesi de uzun sürgün yaprakları kısa sürgün yapraklarına göre daha büyüktür. Kısa sürgün yaprakları ortalama 1,17 cm uzunluğunda (*P. microcarpa* subsp. *microcarpa*'da 1,11 cm ve *P. microcarpa* subsp. *tortuosa*'da 1,20), 0,57 cm eninde (0,56 cm *P. microcarpa* subsp. *microcarpa*'da ve 0,58 *P. microcarpa* subsp. *microcarpa*'da) ve toplam alanda 0,47 cm² (*P. microcarpa* subsp. *microcarpa*'da 0,43 cm² ve *P. microcarpa* subsp. *tortuosa*'da 0,48 cm²) değerlerine sahiptir. Uzun sürgün yaprakları ortalama 1,75 cm uzunluğunda (*P. microcarpa* subsp. *microcarpa*'da 1,70 cm ve *P. microcarpa* subsp. *tortuosa*'da 1,78), 1,12 cm genişliğinde (*P. microcarpa* subsp. *microcarpa*'da 1,11 cm ve *P. microcarpa* subsp. *tortuosa*'da 1,13 cm) ve toplam alanda 1,42 cm² (*P. microcarpa* subsp. *microcarpa*'da 1,35 cm² ve *P. microcarpa* subsp. *tortuosa*'da 1,46 cm²) değerlerine sahiptir.

Yaprak ucuna baktığımızda *P. microcarpa* subsp. *tortuosa* (73.07°-179.79°), *P. microcarpa* subsp. *microcarpa*'dan (104.55°-177.71°) daha geniş bir uç açısı aralığı gösterir ve ortalama olarak biraz daha geniş bir açığa sahiptir (145.68°, 152.97°). Detaylı veriler Ek 1'de verilmiştir.



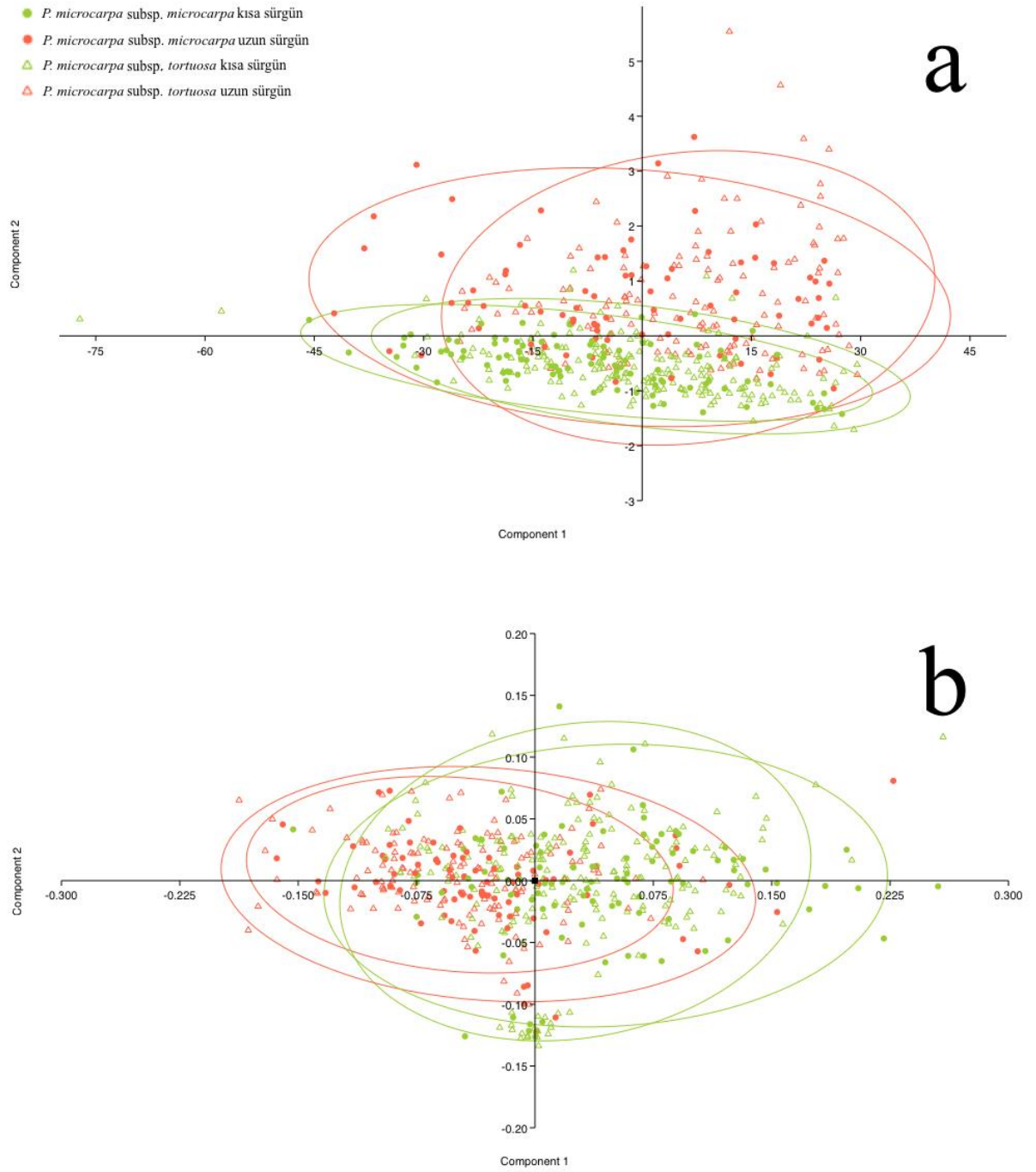
Şekil 4.1: Eliptik Fourier analizi anahat süperempresyon (a-d) ve ortalama anahat (e-h): (a, e) *P. microcarpa* subsp. *microcarpa* kısa sürgün, (b,f) *P. microcarpa* subsp. *microcarpa* uzun sürgün, (c,g) *P. microcarpa* subsp. *tortuosa* kısa sürgün, (d,h) *P. microcarpa* subsp. *tortuosa* uzun sürgün.

İç içe t test sonuçlarına baktığımızda, geleneksel morfometrik verilerin iki taksonu birbirinden ayırt etmek için anlamlı olmadığı görülmektedir. Dalgalı asimetri ve sağlamlık hariç bu veriler kısa sürgün ve uzun sürgünden ibaret olan altgruplar arasında anlamlı bir fark ($P < 0.0001$) göstermektedir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: İç içe t testi sonuçları: Birincil grup takson, ikincil grup yaprak tipi olarak değerlendirildi. *ile işaretli değerler anlamlı olan değerleri göstermektedir.

	F değeri	P değeri	95% Güven aralığı	P değeri (altgrup)
Boy	0,0287	0,8810	-1,893 ilâ 1,750	<0,0001*
En	0,0002	0,9910	-1,695 ilâ 1,705	<0,0001*
Alan	0,0039	0,9557	-3,008 ilâ 2,922	<0,0001*
Boy/En oranı	0,0654	0,8220	-1,434 ilâ 1,273	<0,0001*
Yaprak ucu açısı	2,7120	0,2413	-27,44 ilâ 12,25	<0,0001*
Dalgalı asimetri	0,0005	0,9847	-0,05305 ilâ 0,05358	0,2089
Yuvarlaklık	0,0526	0,8400	-0,3686 ilâ 0,4101	<0,0001*
Dairesellik	0,0001	0,9927	-0,1063 ilâ 0,1068	<0,0001*
Sağlamlık	0,7640	0,4742	-0,01486 ilâ 0,009843	0,0501

Kısa ve uzun sürgün yaprakları birlikte değerlendirildiğinde, iki takson arasındaki ölçüm verilerinin ortalamaları birbirine çok benzemektedir. PCA sonuçlarına göre ölçüm verilerinin, bir yaprağın hangi taksona ait olduğunu belirlemekten ziyade kısa ya da uzun sürgüne ait olduğunu belirlemede çok daha yararlı olduğu görülmektedir (Şekil 4.2a).



Şekil 4.2: a. MASS'ın hesapladığı geleneksel morfolometrik verileri kullanarak, b. eliptik Fourier analizinin sonucu olarak çıkan 15 katsayı kullanarak yapılan Temel Bileşen Analizi (PCA) sonuçları. Her nokta bir yaprağı temsil etmektedir.

Eliptik Fourier verileri ile yapılan PCA sonuçları, bu iki taksonun birbirinden yaprak şekli kullanılarak ayırt edilemez olduğunu göstermiştir. Bu veriler, yaprak dimorfizmine dayalı olarak kabaca sınırlandırılmış grupları belirlemektedir. Hem ölçüm verileri hem de eliptik Fourier ana hatlarını râkım ve konum (Şekil 4.3) verileriyle karşılaştırılmıştır. İki arasında da fark edilebilir bir ilişki yoktur.



Şekil 4.3: a. Toplandıkları râkımlara göre yaprak şekillerinin gösterilmesi, ve b. haritada ortalama anahat şekilleri. Her örnek bir kısa sürgün (yeşil) ve uzun sürgün (turuncu) ortalama anahat şekli tarafından temsil edilmektedir.

Râkım ve anahat geleneksel morfometrik verileri ile yapılan Çoklu Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Analizi sonuçlarına göre râkım, yaprak boy/en oranı, yuvarlaklık, dairesellik ve sağlamlığı etkilemektedir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: MASS tarafından hesaplanan geleneksel morfometrik verileri ve râkım bilgilerini kullanarak MMLR analizi sonuçları. * ile işaretli değerler anlamlı olan değerleri göstermektedir.

	F değeri	P değeri
Boy (cm)	0,0016455	0,011523-
En (cm)	0,0062261	0,49026
Alan (cm ²)	0,0029869	0,34847
B/E oranı	0,043694	0,009912*
Yaprak uç açısı	0,0022933	0,52177
Dalgalı asimetri	0,0032185	0,11143
Yuvarlaklık	0,063455	0,0032199*
Dairesellik	0,10825	1,5867E-08*
Sağlamlık	0,036048	0,00018551*

Bununla birlikte, ilk 10 PC kullandığımızda, râkım verilerinin, şekil üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir (Wilks lambda 0,9895, F= 0,5232, P= 0,8741).

4.2. DAMARLANMA ANALİZİ SONUÇLARI

Anahat morfometrik bulgularına benzer şekilde, damarlanma analizi sonuçları da alttürler arasında anlamlı bir fark saptayamamıştır. Tüm damarlanma verileri Ek 2’de verilmiştir

Ancak iç içe t testi sonuçları kısa sürgün ve uzun sürgün yapraklarının arasında bazı önemli farklar olduğunu göstermiştir (Tablo 4.3).

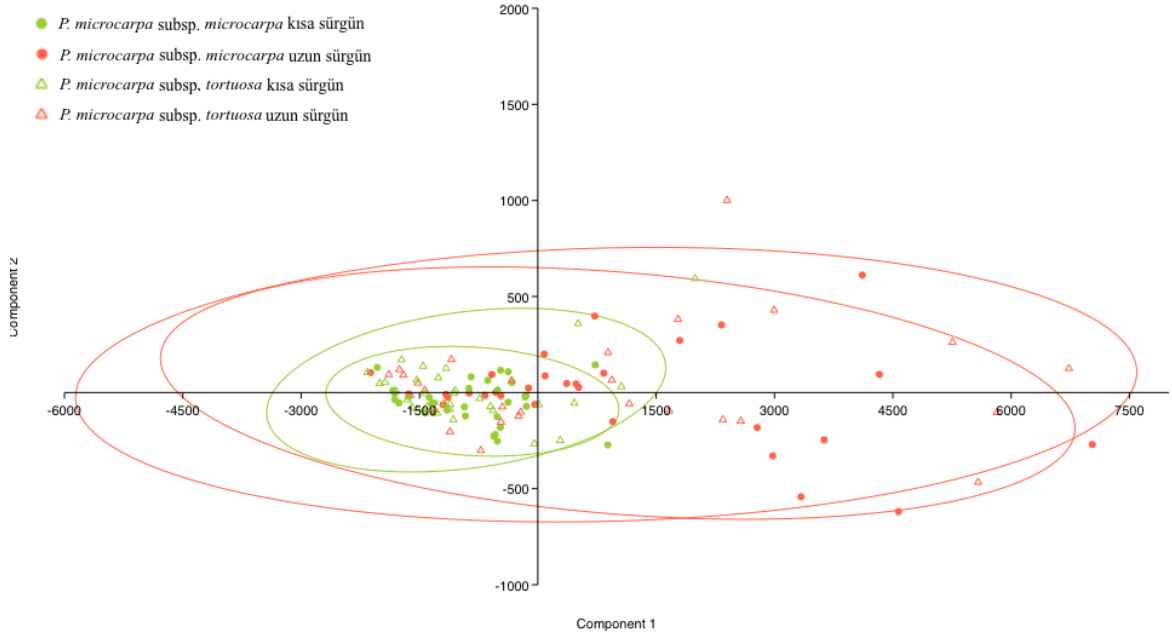
Tablo 4.3: Damarlanma analizinden çıkan verilerin iç içe t testi bulguları. * ile işaretli değerler anlamlı olan değerleri göstermektedir. Anlamlı değerlerin ancak alt gruplar (yaprak tipi) arasında ortaya çıktığı görülmektedir. Taksonlar arasında anlamlı damarlanma verileri bulunmamaktadır.

	F değeri	P değeri	95% GA	P değeri (altgrup)
Toplam numune alanı	0,02884	0,88080	-3243611161 ilâ 2997302323	0,4625
Toplam iskelet uzunluğu	0,01598	0,91100	-585,5 ilâ 552,1	<0,0001*
Ortalama damar yoğunluğu	0,29520	0,64140	-5,328 ilâ 6,868	0,0393*
İskelet parça sayısı	0,12890	0,92000	-4625 ilâ 4388	<0,0001*
İskelet uç sayısı	0,04269	0,85540	-1302 ilâ 1182	<0,0001*
İskelet dallanma nokta sayısı	0,00441	0,95310	-2719 ilâ 2636	<0,0001*
Adacık sayısı	0,02111	0,89780	-809,9 ilâ 866,5	<0,0001*
Ortalama adacık alanı	0,24840	0,66760	-0,07861 ilâ 0,06229	0,0715
En büyük adacık alanı	0,12930	0,75360	-0,1138 ilâ 0,09627	0,5297
En küçük adacık alanı	0,00000	0,99980	-0,02273 ilâ 0,02274	0,0065*
Ortalama damar uzunluğu	0,78970	0,46800	-0,04956 ilâ 0,07536	0,1257
En uzun damar uzunluğu	0,30560	0,63590	-0,1255 ilâ 0,1626	0,0315*
En kısa damar uzunluğu	1,52800	0,34200	-0,01382 ilâ 0,02497	0,8499
Ortalama damar eni	1,56500	0,33750	-0,01117 ilâ 0,02032	0,2772
En kalın damar eni	5,68500	0,13990	-0,01829 ilâ 0,06376	0,3693
En ince damar eni	0,00005	0,99500	-0,009402 ilâ 0,009371	0,2023
Ortalama ki kare değeri	1,82600	0,17920	-0,1241 ilâ 0,02343	0,9659
En büyük ki kare değeri	2,39000	0,12480	-0,6393 ilâ 0,07871	-
En küçük ki kare değeri	2,32300	0,13010	-0,009694 ilâ 0,001261	-

En kısa toplam iskelet uzunluğunu gösteren yaprakların kısa sürgün yaprakları ve en uzun olanları uzun sürgün yaprakları olduğu tespit edilmiştir. İskelet parça sayısı, damar sayısını belirtir ve uzun sürgün yapraklarında en fazla sayılarda bulunuyor. İskelet uç ve iskelet dallanma nokta sayısı da toplam parça sayısı ile büyüdüğü için dolaylı olarak uzun sürgün yapraklarında daha yüksek rakamlara çıkmaktadır. Ancak bu değerlerin en düşük sayılarını gösteren yapraklar arasında hem uzun hem de kısa sürgün yaprakları yer almaktadır. Aynı şekilde en büyük adacık sayısına sahip olan yapraklar, uzun sürgün yaprakları ve en az sayıda adacık sahibi olan yapraklar da kısa sürgün yapraklarıdır. Bu değerler yaprak boyutu ile yükselmektedir ve bu nedenle genelde daha büyük olan uzun sürgün yapraklarının adacıklarının da daha büyük ve daha fazla sayıda olması bunun doğal bir sonucu olarak görülebilir.

Damar yoğunluğu, en küçük adacık alanı ve en uzun damar uzunluğu istatistiksel olarak anlamlı olsa da diğer parametrelere kıyasla daha az anlamlı (P değeri daha büyük) olduğu Tablo 4.5 incelendiğinde görülmektedir. Yine de bu, genel bir eğilimi gösterir. Kısa sürgün yapraklarında daha yoğun ve uzun sürgün yapraklarında daha seyrek damarlanma görülmektedir. En küçük adacıklar ve en kısa damarlar genellikle kısa sürgün yapraklarında bulunmaktadır.

İç içe t test'ine göre anlamlı çıkan veriler kullanılarak yapılan PCA analizine göre uzun sürgün yaprakları, kısa sürgün yapraklarına göre daha çok varyasyona sahiptir. Alt türler arasında ise önemli bir fark görülmemiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: İç içe t testine göre anlamlı damarlanma verileri kullanarak PCA analizi sonucu.

MMLR sonucu olarak râkım, toplam alan, damar yoğunluğu ve damar eni verileri üzerinde etkilidir. Râkım yükseldikçe numunenin toplam alanının büyüdüğü görülmüştür ve aynı zamanda damar yoğunluğu ve damar eni karakterleri azalmıştır. Analizin bulguları Tablo 4.4'te görülebilir.

Tablo 4.4: Damarlanma ve râkım verileri kullanılarak yapılan Çoklu Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Analizi sonuçları.

	R²	P
Toplam alan	0,0075343	0,0060682*
Toplam iskelet uzunluğu	0,0003996	0,11035
Ortalama damar yoğunluğu	0,015987	0,02918*
İskelet parça sayısı	7,5672E-05	0,63374
İskelet parça uç sayısı	4,9496E-06	0,75856

Tablo 4.4 (devam): Damarlanma ve râkım verileri kullanılarak yapılan Çoklu Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Analizi sonuçları.

İskelet parça dallanma noktası	0,00016321	0,64569
Adacık sayısı	0,002959	0,79803
Ortalama adacık alanı	0,0024412	0,2312
En büyük adacık alanı	0,0019016	0,40946
En küçük adacık alanı	0,003778	0,40197
Ortalama damar uzunluğu	0,01976	0,93111
En uzun damar uzunluğu	0,0076194	0,92138
En kısa damar uzunluğu	0,011648	0,68091
Ortalama damar eni	0,010561	0,52979
En kalın damar eni	0,11423	0,00021219*
En ince damar eni	0,013985	0,022974*
Ortalama damar eni ki kare	0,03287	0,026751*
En büyük damar eni ki kare	0,045931	0,016714*
En küçük damar eni ki kare	0,026077	0,016401*

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bütün analizlerde, alttürler arasında yaprak morfometrisi ve damarlanması yönünden önemli bir fark olmadığı ama sürgün dimorfizmine dayalı yaprak tiplerinde anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Bazı niteliklerin de râkıma göre değiştiği yine analizlerde görünmektedir.

Bir taksonun, populasyon veya birey seviyesinde görülen yaprak morfometrik nitelikleri, sıcaklık, ışık, nem ve besin gibi abiyotik şartlarla bağlantılıdır (Ashby, 1948; McDonald ve diğ., 2003; Nicotra ve diğ., 2001). Bosna-Hersek'teki yabancı *P. avium* yaprakları kullanılarak yapılan morfometrik bir çalışmada, Miljkovic ve diğ. (2019), farklı rakımlarda büyüyen üç populasyon arasında önemli farklar bulmuşlardır. Benzer şekilde bu çalışmanın sonuçlarına göre *P. microcarpa* türünde râkım yaprak şekli ve damarlanmanın bazı niteliklerini etkilemektedir.

Bitkilerin damarlanmaya ilişkin özellikleri iklimle bağlantılı olarak değişiklikler gösterebilir (Uhl ve Mosbrugger, 1999). Ancak bu etkileşimlerin oldukça kompleks olduğu ve çeşitli bitki grupları arasında farklı uyum stratejileri gösterdiği bilinmektedir (Schneider ve diğ., 2018). Bu çalışmada, yüksekliğin numune alanı, damar yoğunluğu ve damar eni üzerine bir etkisi olduğu tespit edildi.

Numune alanının, yani yaprak büyüklüğünün, râkımla birlikte büyüdüğü tespit edildi. Daha önce yapılmış olan çalışmalarda, farklı bitki gruplarında yüksek rakımlarda yaşayan bireylerin yapraklarının daha küçük olduğu görülmüştür (Liu ve diğ., 2020). *P. microcarpa*'nın her iki alttüründe ise tam tersine, rakımla birlikte numune alanının büyüdüğünü gördük. Aynı zamanda daha yüksek rakımlarda yaşayan ve büyük yapraklı bitkilerin genelde daha seyrek damar yoğunluğu gösterdiğini belirledik. Benzer bulgular başka çalışmalarda da bulunmaktadır ama filogenetik veya bitki formu gibi faktörlerle de değişkenlik göstermektedir. Farklı râkımlarda yaşayan *Quercus variabilis* Blume populasyonlarında damar yoğunluğu ile râkım arasında negatif bir korelasyon görülmüştür (Zhu ve diğ., 2011). Solanaceae'ye ait farklı türlerde yaprak büyüdükçe damar yoğunluğunun düştüğü görüldüyse de aynı çalışmada örnekler arasında damar yoğunluğunun çok değişken bir karakter olduğu da tespit edilmiştir. Wang ve diğ. (2020), 93 farklı odunsu bitki türü ile yaptıkları bir çalışmada, ağaçların damar yoğunluğunun yüksek rakımlarda düşerken, damar eninin büyüdüğünü buldular. Bununla birlikte aynı çalışma yüksekte yaşayan çalimsı bitkilerin daha yoğun damarlanma ve daha ince damarlara sahip olduğunu göstermiştir. Bu tez çalışmasının sonuçları da, rakım yükseldikçe damar

yoğunluğunun ağaç formunu alan bitkilerde olduğu gibi seyreltiğini, ancak çalı formu alan bitkilerde olduğu gibi damarların incelmesini göstermiştir. Bu yine de çok şaşırtıcı bir sonuç değildir, çünkü bahsi geçen çalışmada farklı bitkilerin filogenisinin iklimden daha önemli bir faktör olduğu ve damarlanma niteliklerinin türlere göre oldukça farklı olduğu da gösterilmiştir (Wang ve diğ., 2020).

Alt tür ve yaprak tipi grupları arasında damarlanma PCA sonucu incelediğimizde uzun sürgün yapraklarının çok geniş bir varyasyona sahip olduğu görülmüştür. Bu durum genellikle uzun sürgünlerin yapraklarının daha büyük olmasından kaynaklanıyor olabilir. PCA'da oluşan uzun sürgün grupları içerisinde kısa sürgün yaprakları daha küçük bir grup oluşturmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda farklı bitki gruplarında yaprak boyutuyla damar niteliklerinin değiştiği görülmüştür (Zhu ve diğ., 2012). Uhl ve Mosbrugger (1999), damar yoğunluğunu inceledikleri bir çalışmada, meşede yaprak boyut ve damar yoğunluğu arasında bir ilişkinin olmadığını ama akçağaçta büyük yaprakların daha seyrek damarlanmaya sahip olduğunu göstermişlerdir. Çeşitli bitki türlerinde yapılan bir başka çalışmada ise yaprak boyutu büyüdükçe damar sayısı ve damar uç sayısının azaldığı bulunmuştur (Gupta 1961).

Bu çalışmanın şekil analiz sonuçlarına göre râkım, Eliptik Fourier Analizinin katsayı verilerinde önemli bir etki göstermiyor, ancak geleneksel verilere baktığımızda râkım, yaprak boyu, boy/en oranı, yuvarlaklık, dairesellik ve sağlamlığı etkiliyor. Yüksek rakımlarda yaprak boyu ve boy/en oranı büyümekte; yuvarlaklık, dairesellik ve az da olsa sağlamlık değerleri ise düşmektedir. Aslında bütün bu değerlerin rakımla bağlantılı değişimleri yaprak boyu büyüdükçe yaprak eninin aynı kalmasından kaynaklanır. Yani, düşük rakımlarda her iki *P. microcarpa* taksonunun yaprakları daha küçük ve yuvarlak bir şekil alırken, yüksek rakımlardakiler daha uzun, eliptik şekilde görülmektedir. Ancak, anahat morformetrik analizi sonuçları, râkım ile bağlantılı olarak *P. microcarpa* ve onun tür altı taksonlarında anlamlı denebilecek derecede şekil farkı olmadığını göstermektedir. Görsel olarak baktığımızda (Şekil 4.3), râkımla birlikte belirgin bir şekil ya da yuvarlaklıkla ilgili bir geçiş görülmez. Ancak en düşük rakımda yuvarlaklığa eğilimli bir popülasyonun ve en yüksekte eliptik yapraklı popülasyonun olduğu görülebilir. Bu rakımlar arasında kalan popülasyonlarda yapraklar her râkım aralığında benzer şekillerde karşımıza çıkmaktadır. Bu farklılığı şu şekilde açıklamak mümkün olabilir: En düşük rakımdaki popülasyondan dört ayrı birey kullanıldığından bu popülasyonun yaprak şekli baskın görülüyor ve bununla birlikte en yüksekte olan örnek yalnız

eliptik yapraklara sahip olduğu halde aralarında yine de bir korelasyon olmayabilir. Aynı zamanda regresyon analizine göre anlamlı olan verilerin hepsi yaprak boyu farklarıyla değişen değerler olduğu için bu veriler ayrı ayrı değerlendirilirse, aslında var olandan çok daha baskın bir eğilim varmış gibi görünecektir. Bu nedenle eliptik Fourier analizi bu verileri daha iyi anlatır.

Aynı popülasyon ve bireydeki yapraklar arasında bile şekilsel farkların olması dikkat çekici bir sonuçtur. Bu bulgu, ölçülen nitelikleri etkileyen önemli iklim ya da abiyotik faktörler olsa da yaprakları etkileyen başka faktörlerin de var olduğunu ifade ediyor. *P. microcarpa* sıcak, kurak şartlar altında yaşamaktadır ve her yaprağın gelişim süreci kısa dönem hava şartlarından etkilenebilmektedir. Özellikle dalgalı asimetrinin, stresten kaynaklanabildiği daha önceki çalışmalarda kanıtlanmıştır (Telhado ve ark., 2016). Rakım, sıcaklık, yağış, ışık gibi birtakım farklı iklimsel faktörler yaprak şekillerini ve dolayısıyla sonucu değiştirebilmektedir ve bu faktörlerin birbirine karşı etkilerini gösterebiliyor, ancak farklı faktörlerin etkilerine çözmek daha detaylı iklimsel bir çalışmayı ister. Tek bir birey üzerindeki yapraklar çok farklı olsa da bazı popülasyonların daha dar eliptik yapraklara ve bazılarının yumurtamsı yapraklara yöneldiğini söyleyebiliriz.

Bu çalışmayla, farklı popülasyon ve râkımlardan toplanmış örnekleri kullanarak yaprak tiplerinin, alttürlerin yapraklarından daha iyi bir ayırım verdiği gösterilmiştir. Ölçüm değerleri, iç içe t test sonuçlarına göre iki alttürü ayırt etmek için uygun parametreler değildir. Bu iki takson, yüksek varyasyona sahip olsa da, ortalama şekilleri birbirine çok benzer görülüyor. Dört test grubumuzu karşılaştırdınca, en önemli farkların kısa ve uzun sürgün yaprakları arasında olduğunu görüyoruz. Ortalama şekil olarak baktığımızda, kısa sürgün yaprakları, eliptik bir ortalama anahata doğru eğilim gösterir, ama bazı popülasyonların kısa sürgün yaprakları oval veya obovat ortalaması göstermektedir. Uzun sürgün yapraklarının şekil ortalaması oval, ama bazı popülasyon daha eliptik şekle sahiptir. Uzun sürgün yaprakları genel olarak daha büyüktür ve en-boy oranları da daha büyüktür. Birçok *Prunus* taksonunda benzer bir yaprak dimorfizmi varken, bu cinste yaprak şekli özelliklerini taksonomik çalışmalarda kullanılacaksa yaprak tiplerinin arasındaki farklara dikkat edilerek kullanılması gerekmektedir. Ancak, bu bilgiler, literatürün büyük bir kısmında eksiktir. Yalnızca birkaç taksonomik çalışmada kısa ve uzun sürgün yaprakları ayrı ayrı tanımlanarak bu dimorfizme özen gösterilmiştir (Katsuki, 2018). Holmsen (1960), önemli bir tarım bitkisi olan *P. persica* var. *lovell*' in dimorfizmi ve

anatomiye etkilerini araştırmıştır. Benzer şekilde şimdiye kadar *Prunus* cinsinde sũrgũn dimorfizmiyle ilgili çalışmaların çoğu, öncelikle ekonomik/ tarımsal kaygılara odaklanmıştır (Dick ve Leakey, 2005; Fournier ve diğ., 1998; Gordon ve Dejong, 2007; Julian ve diğ., 2010). Dolayısıyla sũrgũn dimorfizminin yaprak morfolojisinin ve sistematik çalışmaların ũzerindeki etkileri bũyũk lũde çalışılmamıştır.

Kısa ve uzun sũrgũn yaprakları, Nicotra ve diğ. (2011) tarafından tanımlanan heterofilide (bir bireydeki yaprak morfolojisindeki ekolojik farklılık) veya heteroblastide ("genç" ve "yetişkin") olduğu gibi yaprak tiplerini etkileyecek kadar bir varyasyona sahip olmadığından şimdiye kadar yapılan morfometrik çalışmaların gzũnden kaçmış olabilir. Buna rağmen *P. microcarpa* gibi bitki gruplarında anlamlı lũde fark göstermektedir. Bu sebeple, konunun daha çok araştırılması ve taksonomik açıklamalarda dikkate alınması gerekmektedir.

Tũrkiye’de *P. microcarpa* subsp. *tortuosa*, *P. microcarpa* subsp. *microcarpa*’dan çok daha yaygın olduğundan bu taksonunun daha geniş yaprak ucu aralığına sahip olması daha bũyũk numune sayısına atfedilebilir. Browicz’e (1972) göre, *P. microcarpa* subsp. *tortuosa*’nın yaprak uçları, *P. microcarpa* subsp. *microcarpa*’ninkilerinden daha sivridir. Çalışmamızda en dar yaprak uç açılarına sahip olan grup *P. microcarpa* subsp. *tortuosa* kısa sũrgũn yaprakları olsa da, bũtũn gruplara (kısa sũrgũn, uzun sũrgũn ve toplam) baktığımızda bu alttũrũn ortalama yaprak uçlarının, *P. microcarpa* subsp. *microcarpa*’ninkinden daha geniş açılı olduğu grũlmektedir. O halde, kısa sũrgũn ve uzun sũrgũn yapraklarını ayırsak bile, yaprak açısının bu taksonu iki alttũre ayırmada yararlı olmadığını grũyoruz. Sivri yaprak ucu tanımını *P. microcarpa* subsp. *tortuosa* yapraklarının biraz daha dar bir anahatta sahip olmasından kaynaklanıyor olabilir. Gerçekte bu durum, lũlebilir değerler yerine deskriptif terimlerin kullanılmasındaki sınırlamalara iyi bir örnektir. Browicz’in (1972) tanımladığı diğer önemli karakter olan yaprak tũy durumu ise, *P. microcarpa* dahil Tũrkiye’de yayılışı gösteren birçok *Prunus* alt cins *Cerasus* (Mill.) A.Gray taksonunda çok yũksek varyasyon gösterir. Birçok popũlasyon ũzerinde ayrıntılı bir çalışma, bu karakterin taksonomik açıdan verimli olup olmaması konusunda řũphe uyandırmaktadır (Erol, 2020).

P. microcarpa subsp. *tortuosa*’ya epiteti veren ancak ilgili literatũrde nadiren tartışılan başka bir karakter, bu alttũrũn dolambaçlı (“tortuous”) dallanma şeklidir. Bu zellik, *Cerasus tortuosa* Boiss & Hausskn. basioniminin Flora Orientalis tanımında yaprak tũylũlũęũnũn yanında ayırt edici bir özellik olarak belirtilmiştir (Boissier & Buser, 1867). Bu zellik, dũz dallı *P.*

microcarpa subsp. *microcarpa*'dan kolayca ayırt edilmesini sağlar. Ancak bu, dallanma göstermeyen, bir veya daha fazla sayıda dallanmamış parçadan oluşan birçok herbaryum örneğinde görülemeyen bir özelliktir.

Örnek görüntülerinden hızla büyük miktarda veri çekebilene, giderek daha fazla otomatikleştirilmiş yöntemler ve makine öğrenimi tabanlı yaklaşımların gelişimiyle herbaryum koleksiyonları yeniden önem kazanmaya başlamıştır (Henderson, 2005; Borges ve diğ., 2020; Pearson ve diğ., 2020). Devam eden herbaryum dijitalleştirme faaliyetleriyle birleştiğinde, bu tür hızlı veri üretimi ve tekniklerinin geliştirilmesi, bilim insanlarının, dünya çapında bu koleksiyonlarda bulunan veri hazinesinden yararlanmalarını kolaylaştırmaktadır (Weaver ve diğ., 2020; Ott ve diğ., 2020).

Diğer taraftan araştırmacılar, korunan malzemelerin trendlerle değişen parçaları ve miktarını içeren bu koleksiyonları kullanmanın zorluklarının da farkında olmalıdır (Kozlov ve diğ., 2021). Gözlemlerimiz, yaprak sayısı arttıkça ortalama boyutların azaldığını belirten Kozlov ve diğ. (2021) çalışmasını desteklemektedir. Toplayıcılar, muhafaza için malzeme toplarken bol miktarda küçük yaprak içeren kısa sürgünleri tercih etmektedirler. Dolayısıyla birçok herbaryum örneğinde daha büyük ama seyrek yapraklı uzun sürgünler bulunmaz. Bu çalışmada 221 uzun sürgün ve 286 kısa sürgün yaprağını değerlendirebildik. Bu çalışmanın hedeflerine uygun olarak birçok örnek tarafımızda toplanmasaydı ve yalnızca önceden toplanmış malzemeye güvenilseydi, bu dengesizlik daha da belirgin olurdu.

Bu tez çalışmasında ayrıca veri çıkarılacak türler seçilirken dikkate alınması gereken birçok husus tespit edilmiştir. Herbaryum materyalinden makine öğrenimi gibi gelişmiş ve otomatik veri çıkarılmasını gerektiren çalışmalar her bitki grubunun yaprak nitelikleri için mümkün olmayabilir: Örneğin *P. microcarpa* yaprakları oldukça küçüktür ve tazeyken bile kıvrılma veya katlanma eğilimindedir. Bu nedenle bu çalışmayı gerçekleştirmek, herbaryum örneklerinden parçaların çıkarılmasını ve ön işlemden geçirilmesini gerektirdi. Bu zorunluluk ister istemez, örnekten parçaların kaybolması ve tahrip olmasına neden olmuştur. Daha büyük parçalara sahip (yapraklı, çiçekli) bitkilerin daha doğru bilgi verme eğiliminde olduğu daha önceki bazı çalışmalarda da gösterilmiştir (Borges ve diğ., 2020).

Bu çalışmada kullanılan analizler ve benzer yöntemler daha önce yapılan çalışmalarda *Arabidopsis thaliana* mutantları arasındaki Backhaus et al., 2010; Biot et al., 2016; Bühler et

al., 2015; Weight et al., 2008) veya bir taksonun ontogenetik ya da ekolojik faktörlerinden kaynaklı farklılıklarını (Isgandarova, Salimov, Safarov, & Jafarova, 2017; Weight et al., 2008) çıkarmakta faydalarını kanıtlanmıştır. Bu noktaya kadar, morfometrik yaprak şekli analizi çalışmalarının çoğu, *Acer* L. (Jensen ve diğ., 2002), *Quercus* L. (Borazan ve Babaç, 2003; González-Rodríguez ve Oyama, 2005), *Passiflora* L. (Chitwood ve Otoni, 2017a, b) ve *Syngonium* Schott (Ray, 1992) gibi kompleks şekillere sahip bitkiler üzerine gerçekleştirilmiştir. Bu bitkiler, dönüm noktası olan geometrik morfometrik analizlere, eliptik Fourier ve Eigenshape gibi dönüm noktası olmayan analizlere ve hibrit yaklaşımlara daha uygun olduklarından, morfometri çalışanlar arasında nispeten daha fazla ilgi toplamışlardır.

Üzüm (Bodor ve diğ., 2017; Pozharskiy ve diğ., 2020) ve dut (Lo Bianco ve Mirabella, 2018) dahil olmak üzere çeşitli kültür bitkileri üzerinde geometrik morfometrik yaprak çalışmaları yapılmış ve bu yaklaşımların ne kadar etkili olduğu kanıtlanmıştır. Bu çalışmada eliptik Fourier analizinin iki tür altı takson arasında ayırım yapmaması, alt türlerin geçerliliği ve genel olarak tür altı statüsünün uygulanması hakkında birtakım soruları gündeme getirmektedir. Alt tür statüsü, doğası gereği, bitki grubuna ve araştırmacı tercihinine göre tutarsız bir şekilde uygulanmaktadır (Hawkes, 1986). Alt tür sınıflandırması çoğunlukla filogenetik, coğrafi, ekolojik ve morfolojik hususlara veya bunların bir karışımına dayanır (Hamilton ve Reichard, 1992). Türkiye'deki *Prunus* alt cins *Cerasus* üzerinde yaptığımız önceki araştırmamız da bu iki takson arasında moleküler bir ayırım bulamamıştır (Erol, 2020). Bahsi geçen çalışma ve bu çalışma, bu iki takson arasında tutarlı bir yaprak morfolojik ayırımının da olmadığını göstermektedir. *Prunus microcarpa* subsp. *tortuosa*'nın dolambaçlı dallanma şekli daha sabit bir karakter olsa da, alt tür statüsü için yeterli bir temel olup olmadığı sorgulanabilir.

Bu ve diğer çalışmaların bulguları, bu iki taksonun arasında önemli bir fark olmadığına göre bu iki ismin sinonim olması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca sistematikçilerin, belirgin sürgün ya da yaprak dimorfizmi gösteren gruplarda her bir yaprak tipinin özelliklerini belirtmeden taksonomik ayırimda kullanmaması önerilir. *P. microcarpa*'nın tür altı taksonlarında bulunan yaprak şekilleri geniş bir yelpazeye sahip olmasına rağmen, ortalama ana hatlardaki ana farklılıklar takson, râkım, lokalite değil, kısa ve uzun sürgün yaprakları arasında görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ashby, E., 1948, Studies in the Morphogenesis of Leaves. I. An Essay on Leaf Shape, *New Phytologist*, 47 (2), 153-176. doi: 10.1071/fp11057
- Aslan, S., 2012, *Cerasus*, <http://www.bizimbitkiler.org.tr>, [Ziyaret tarihi: 26 Ocak 2022].
- Backhaus, A., Kuwabara, A., Bauch, M., Monk, N., Sanguinetti, G., Fleming, A., 2010, Leafprocessor: A new leaf phenotyping tool using contour bending energy and shape cluster analysis, *New Phytologist* 187, 251–261, doi:10.1111/j.1469-8137.2010.03266.x
- Biot, E., Cortizo, M., Burguet, J., Kiss A., Oughou, M., Maugarny-Calès, A., Gonçalves, B., Adroher, B., Andrey, P., Boudaoud, A., Laufs, P., 2016, Multiscale quantification of morphodynamics: MorphoLeaf software for 2D shape analysis, *Development*, 143 (18), 3417-3428. doi: 10.1242/dev.134619
- Bodor, P., Hajdu, E., Baranyai, L., Deák, T., Bisztray, G.D., ve Balo, B., 2017, Traditional and landmark-based geometric morphometric analysis of table grape clone candidates, *Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Fruchteverwertung*, 67 (1), 20-27.
- Boissier, E., ve Buser, R., 1867, *Flora Orientalis: sive, Enumeratio plantarum in Oriente a Graecia et Aegypto ad Indiae fines hucusque observatarum*, H. Georg, doi: 10.5962/bhl.title.20323
- Bookstein, F.L., 1997, *Morphometric tools for landmark data*, Cambridge, Cambridge University Press, ISBN: 0521585988
- Borazan, A., ve Babaç, M.T., 2003, Morphometric leaf variation in oaks (*Quercus*) of Bolu, Turkey, *Annales Botanici Fennici*, 40 (4), 233-242.
- Borges, L.M., Reis, V.C. ve Izbicki, R., 2020, Schrödinger's phenotypes: Herbarium specimens show two-dimensional images are both good and (not so) bad sources of morphological data, *Methods in Ecology and Evolution*, 11 (10), 1296-1308, doi: 11.10.1111/2041-210x.13450.

- Borienne, P. ve Brunel, G., 2012, Automated valuation of leaves area for large-scale analysis needing data coupling or petioles deletion, *2012 IEEE 4th International Symposium on Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization and Applications*, 31 Ekim-3 Kasım, 2012, Şangay, ISBN: 9781467300674, 50-57.
- Bostanci Ordu, P.İ., Çiftçi, A., Mollman, R., Yazıcı, C., Abudurusuli, A., Şık, L. ve Erol, O., 2021. Foliar anatomy of some *Prunus* L. subgen. *Cerasus* Mill. (Rosaceae) taxa, *Nordic Journal of Botany*, 39 (6).
- Browicz, K. 1972, *The Genus Cerasus Duhamel*, Flora of Turkey and East Aegean Islands vol. 4. In: Davis, P.H., (ed.), Cambridge University Press, Edinburgh.
- Bühler, J., Rishmawi, L., Pflugfelder, D., Huber, G., Scharr, H., Hülskamp, M., Koornneef, M., Schurr, U., Jahnke, S., 2015, Phenovein—a tool for leaf vein segmentation and analysis, *Plant Physiology*, 169, 2359–2370, doi:10.1104/pp.15.00974.
- Chitwood, D.H., Otoni, W.C., 2017a, Morphometric analysis of *Passiflora* leaves: the relationship between landmarks of the vasculature and elliptical Fourier descriptors of the blade, *GigaScience*, 6 (1), 1-13, doi:10.1093/gigascience/giw008.
- Chitwood, D.H., Otoni, W.C., 2017b, Divergent leaf shapes among *Passiflora* species arise from a shared juvenile morphology, *Plant Direct* 1, 1-15. doi:10.1002/pld3.28.
- Chuanromanee, T.S., Cohen, J.I. ve Ryan, G.L., 2019. Morphological Analysis of Size and Shape (MASS): An integrative software program for morphometric analyses of leaves, *Applications in Plant Sciences*, 7(9), p.e11288.
- Clarke, J., Barman, S., Remagnino, P., Bailey, K., Kirkup, D, Mayo, S. ve Wilkin, P., 2006. *Venation pattern analysis of leaf images*, In: Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), *Springer Verlag*, 427–436, doi:10.1007/11919629_44.
- Costes, E., Crespel, L., Denoyes, B., Morel, P., Demene, M.N., Lauri, P.E. ve Wenden, B., 2014, Bud structure, position and fate generate various branching patterns along shoots of closely related Rosaceae species: a review, *Frontiers in Plant Science*, 5, 666, doi:10.3389/fpls.2014.00666.

- Critchfield, W.B., 1960, Leaf Dimorphism in *Populus trichocarpa*, *American Journal of Botany*, 47(8), 699-711, doi:10.2307/2439521.
- Critchfield, W.B., 1970, Shoot Growth and Leaf Dimorphism in Boston Ivy (*Parthenocissus tricuspidata*), *American Journal of Botany*, 57 (5), 535-542, doi:10.2307/2441051.
- Dick, J.M. ve Leakey, R.R.B., 2006, Differentiation of the dynamic variables affecting rooting ability in juvenile and mature cuttings of cherry (*Prunus avium*), *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81 (2), pp.296-302, doi: 10.1080/14620316.2006.11512065.
- Elewa, A.M.T., A.M., 2010, *Morphometrics for nonmorphometricians*, (Vol. 124), Springer, Boston.
- Eremin, G.V. ve Yushev, A.A., 1979, Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii, 65(3), 78.
- Erol, O., 2020, Türkiye’de Yayılış Gösteren *Cerasus* L. (Rosaceae) Cinsi Taksonları Üzerinde Moleküler Sistemik ve Fitokimyasal Çalışmalar, TÜBİTAK 116Z247 Sonuç Raporu.
- Evans, R.C. ve Campbell, C.S., 2002, The origin of the apple subfamily (Maloideae; Rosaceae) is clarified by DNA sequence data from duplicated GBSSI genes. *American Journal of Botany*, 89 (9), 1478-1484, PMID:21665749.
- Folta, K.M. ve Gardiner, S.E. eds., 2009. Genetics and Genomics of Rosaceae Vol. 6, 411-506, Springer, New York, doi:10.1007/978-0-387-77491-6_1.
- Fortunato, R.H., Varela, B.G., Castro, M.A. ve Nores, M.J., 2017, Leaf venation pattern to recognize austral South American medicinal species of “cow’s hoof” (*Bauhinia* L., Fabaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia* 27, 158–161, doi:10.1016/j.bjp.2016.10.007.
- Fournier, D., Costes, E. ve Guédon, Y., 1997, A comparison of different fruiting shoots of peach tree, *IV International Peach Symposium*, Bordeaux, 465, 557-566, ISBN:978-90-66058-30-9.

- Gonzalez-Rodriguez, A. ve Oyama, K.E.N., 2005, Leaf morphometric variation in *Quercus affinis* and *Q. laurina* (Fagaceae), two hybridizing Mexican red oaks, *Botanical Journal of the Linnean Society*, 147 (4), 427-435, doi: 10.1111/j.1095-8339.2004.00394.x.
- Gordon, D. ve Dejong, T.M., 2007, Current-year and subsequent-year effects of crop-load manipulation and epicormic-shoot removal on distribution of long, short and epicormic shoot growth in *Prunus persica*, *Annals of Botany*, 99 (2), 323-332, doi:10.1093/aob/mcl262
- Gupta, B., 1961, Correlation of Tissues in Leaves, *Annals of Botany*, 25 (1), 65-70, doi:10.1093/oxfordjournals.aob.a083733.
- Hamilton, C.W. ve Reichard, S.H., 1992, Current practice in the use of subspecies, variety, and forma in the classification of wild plants, *Taxon*, 41 (3), 485-498, doi:10.2307/1222819.
- Hammer, Ø., Harper, D.A. ve Ryan, P.D., 2001, PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis, *Palaeontologia Electronica*, 4 (1), 9, http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Hawkes, J.G., 1986, *Infraspecific classification – the problems*, *Infraspecific classification of wild and cultivated plants*, In: Styles B.T. (ed.), 1-7, Published for the Systematics Association by Clarendon Press, Oxford.
- Henderson, A., 2005, The methods of herbarium taxonomy, *Systematic Botany*, doi:10.1600/0363644054223701.
- Henderson, A., 2006, Traditional morphometrics in plant systematics and its role in palm systematics, *Botanical Journal of the Linnean Society*, 103-111, doi:10.1111/j.1095-8339.2006.00526.x.
- Holmsen, T.W., 1960, Pith development in normal and short internode seedlings of *Prunus persica* var. Lovell, *American Journal of Botany*, 47 (3), 173-175.
- Jensen, R.J., Ciofani, K.M. ve Miramontes, L.C., 2002, Lines, outlines, and landmarks: morphometric analyses of leaves of *Acer rubrum*, *Acer saccharinum* (Aceraceae) and their hybrid, *Taxon*, 51 (3), 475-492. doi: 10.2307/1554860

- Jensen, R.J., 2003, The Conundrum of Morphometrics, *Taxon* 52 (4), 663-671, doi: 10.2307/3647340.
- Julian, C., Herrero, M. ve Rodrigo, J., 2010, Flower bud differentiation and development in fruiting and non-fruiting shoots in relation to fruit set in apricot (*Prunus armeniaca* L.), *Trees*, 24 (5), 833-841.
- Karanovic, I., Lavtizar, V. ve Djuracic, M., 2017, A complete survey of normal pores on a smooth shell ostracod (Crustacea): Landmark-based versus outline geometric morphometrics, *Journal of Morphology*, 278 (8), 1091-1104.
- Katsuki, T., 2018, A new species, *Cerasus kumanoensis* from the Southern Kii Peninsula, Japan, *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica*, 69 (2), 119-126, doi: 10.18942/apg.201801.
- Kozlov, M.V., Sokolova, I.V., Zverev, V. ve Zvereva, E.L., 2021, Changes in plant collection practices from the 16th to 21st centuries: implications for the use of herbarium specimens in global change research, *Annals of Botany*, 127 (7), 865-873, doi:10.1093/aob/mcab016.
- Krieger, J.D., 2010, *Controlling for curvature in the quantification of leaf form*, Morphometrics for nonmorphometricians, In: Elewa, A.M.T (ed.), 27-71, Springer, Berlin, Heidelberg, doi:10.1007/978-3-540-95853-6_3.
- Krieger, J.D., 2014, A protocol for the creation of useful geometric shape metrics illustrated with a newly derived geometric measure of leaf circularity, *Applications in Plant Sciences*, 2 (8), 1400009.
- Kull, U., Herbig, A., 1994, *Leaf venation patterns and principles of evolution*, Evolution of Natural Structures, In: Hilliges, M. (ed.), Universitätsbibliothek der Universität Stuttgart, 167-175.
- Lestrel, P.E. (ed.), 1997, *Fourier descriptors and their applications in biology*, Cambridge University Press.
- Li, Y., Chi, Z. ve Feng, D.D., 2006, Leaf vein extraction using independent component analysis, *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 8-11 Ekim, Taipei,

2006, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 3890-3894, doi:10.1109/ICSMC.2006.384738.

Liu, W., Zheng, L. ve Qi, D., 2020, Variation in leaf traits at different altitudes reflects the adaptive strategy of plants to environmental changes, *Ecology and Evolution*, 10 (15), 8166-8175.

Lo Bianco, R. ve Mirabella, F., 2018, Use of leaf and fruit morphometric analysis to identify and classify white mulberry (*Morus alba* L.) genotypes, *Agriculture* 8 (10), 157, doi: 10.3390/agriculture8100157.

Lohmann, G.P., 1983, Eigenshape analysis of microfossils: A general morphometric procedure for describing changes in shape, *Mathematical Geology* 15, 659-672, <https://doi.org/10.1007/BF01033230>.

MacLeod, N. ve Forey, P.L., (eds.), 2002, *Morphology, shape and phylogeny*. CRC Press.

MacLeod, N., 2017, Morphometrics: History, development methods and prospects. *动物分类学报*, 42 (1), 4-33.

McDonald, P.G., Fonseca, C.R., McC, J. ve Westoby, M., 2003, Leaf-size divergence along rainfall and soil-nutrient gradients: is the method of size reduction common among clades?, *Functional Ecology*, 50-57, doi: 10.1046/j.1365-2435.2003.00698.x.

Miljković, D., Stefanović, M., Orlović, S., Stanković Neđić, M., Kesić, L. ve Stojnić, S., 2019, Wild cherry (*Prunus avium* (L.) L.) leaf shape and size variations in natural populations at different elevations, *Alpine Botany*, 129 (2), 163-174.

Mohammadi, R., Khadivi, A., Khaleghi, A. ve Akramian, M., 2019, Morphological characterization of *Prunus microcarpa* Boiss. germplasm: Implications for conservation and breeding, *Scientia Horticulturae*, 246, 718-725. doi:10.1016/j.scienta.2018.11.057.

Nas, M.N., Bolek, Y. ve Bardak, A., 2011, Genetic diversity and phylogenetic relationships of *Prunus microcarpa* C.A. Mey. subsp. *tortuosa* analyzed by simple sequence repeats (SSRs), *Scientia Horticulturae*, 127, 220-227, doi:10.1016/j.scienta.2010.09.018.

- Neto, J.C., Meyer, G.E., Jones, D.D. ve Samal, A.K., 2006, Plant species identification using Elliptic Fourier leaf shape analysis, *Computers and Electronics in Agriculture*, 50 (2), 121-134, doi:10.1016/j.compag.2005.09.004.
- Nicotra, A.B., Leigh, A., Boyce, C.K., Jones, C.S., Niklas, K.J., Royer, D.L. ve Tsukaya, H., 2011, The evolution and functional significance of leaf shape in the angiosperms, *Functional Plant Biology*, 38 (7), 535-552, doi: 10.1071/FP11057.
- Okie, W.R. ve Rieger, M. 2003, Inheritance of Venation Pattern in *Prunus ferganensis* X *persica* Hybrids, *Acta Horticulturae*, 622, 261-264, doi:10.17660/ActaHortic.2003.622.24
- Oliveira, E.F., Bezerra, D.G., Santos, M., Rezende, M.H. ve Paula, J.A., 2017, Leaf morphology and venation of psidium species from the Brazilian savanna. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 27, 407-413, doi:10.1016/j.bjp.2017.03.005
- Ott, T., Palm, C., Vogt, R., ve Oberprieler, C., 2020, GinJinn: An object-detection pipeline for automated feature extraction from herbarium specimens, *Applications in Plant Sciences*, 8 (6), e11351.
- Pearson, K.D., Nelson, G., Aronson, M.F., Bonnet, P., Brenskelle, L., Davis, C.C., Denny, E.G., Ellwood, E.R., Goëau, H., Heberling, J.M. ve Joly, A., 2020, Machine learning using digitized herbarium specimens to advance phenological research, *BioScience*, 70 (7), 610-620, doi:10.1093/biosci/biaa044.
- Potter, D., 2003, *Molecular phylogenetic studies in Rosaceae*, Plant genome: biodiversity and evolution, vol. 1, part A. In: Sharma, A.K. ve Sharma, A. (eds), Science Publishers, Enfield, 319-351.
- POWO, 2022, Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. <http://www.plantsoftheworldonline.org/> [Ziyaret tarihi: 26 Ocak 2022].
- Pozharskiy, A.S., Aubakirova, K.P., Gritsenko, D.A., Tlevlesov, N.I., Karimov, N.Z., Galiakparov, N.N. and Ryabushkina, N.A., 2020, Genotyping and morphometric analysis of Kazakhstani grapevine cultivars versus Asian and European cultivars. *Genetics ve Molecular Research*, 19 (1), gmr18482-gmr18482. doi:10.4238/gmr18482.

- Ray, T.S., 1992, Landmark eigenshape analysis: homologous contours: leaf shape in *Syngonium* (Araceae), *American Journal of Botany*, 79 (1), 69-76.
- Rieger, M, Lo Bianco, R. ve Okie, W.R., 2003, Responses of *Prunus ferganensis*, *Prunus persica* and two interspecific hybrids to moderate drought stress, *Tree Physiology*, 23 (1), 51-58.
- Rohlf, F.J., 1986, Relationships among eigenshape analysis, Fourier analysis, and analysis of coordinates, *Mathematical Geology*, 18 (8), 845-854.
- Rohlf, F.J., 1990, Morphometrics, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21 (1), 299-316.
- Rohlf, F. ve Slice, D., 1990, Extensions of the Procrustes Method for the Optimal Superimposition of Landmarks, *Systematic Zoology*, 39, doi:10.2307/2992207.
- Rohlf, F.J., 1998, On applications of geometric morphometrics to studies of ontogeny and phylogeny, *Systematic Biology*, 47 (1), 147-158.
- Rohlf, F.J. ve Marcus, L.F., 1993, A revolution morphometrics, *Trends in Ecology and Evolution*, 8(4), 129-132, doi:10.1016/0169-5347(93)90024-J.
- Schneider, J.V., Negraschis, V., Habersetzer, J., Rabenstein, R., Wesenberg, J., Wesche, K. ve Zizka, G., 2018, Taxonomic diversity masks leaf vein-climate relationships: Lessons from herbarium collections across a latitudinal rainfall gradient in West Africa, *Botany Letters*, 165 (3-4), 384-395, doi:10.1080/23818107.2017.1421480.
- Sevgin, N., 2021, Drought Stress Responses of *Prunus microcarpa* C.A. Mey. subsp. *tortusa* Rootstocks under in Vitro Conditions, *Legume Research*, 44 (7), 798-802.
- Shi, S., Li, J., Sun, J., Yu, J. ve Zhou, S., 2013, Phylogeny and classification of *Prunus sensu lato* (Rosaceae), *Journal of Integrative Plant Biology*, 55(11), 1069-1079.
- Sokal, R.R. ve Sneath, P.H.A., 1963, *Principles of Numerical Taxonomy*, W.H. Freeman & Co., New York.
- Takhtajan, A., 1997, *Diversity and classification of flowering plants*, Columbia University Press, Columbia.

- Tan, J.W., Chang, S.W., Abdul-Kareem, S., Yap, H.J. ve Yong, K.T., 2018, Deep learning for plant species classification using leaf vein morphometric, *IEEE/ACM transactions on computational biology and bioinformatics*, 17 (1), 82-90.
- Telhado, C., Silveira, F.A., Fernandes, G.W. ve Cornelissen, T., 2017, Fluctuating asymmetry in leaves and flowers of sympatric species in a tropical montane environment, *Plant Species Biology*, 32 (1), 3-12.
- Ufimov, R.A. ve Dickinson, T.A., 2020, Infrageneric nomenclature adjustments in *Crataegus* L. (Maleae, Rosaceae), *Phytologia*, 102 (3), 177.
- Ugur, R., Gundesli, M.A., Palaz, E.B., 2021, PCPM (*Prunus cerasifera* X *Prunus microcarpa*) hybrid rootstock candidate: Identification and production possibilities with hardwood cutting, *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 5(3), 350-352, <https://doi.org/10.31015/jaefs.2021.3.14>.
- Uhl, D. ve Mosbrugger, V., 1999, Leaf venation density as a climate and environmental proxy: a critical review and new data, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149 (1-4), 15-26.
- Viscosi, V., Fortini, P., Slice, D.E., Loy, A. ve Blasi, C., 2009, Geometric morphometric analyses of leaf variation in four oak species of the subgenus *Quercus* (Fagaceae), *Plant Biosystems*, 143 (3), 575-587. doi:10.1080/11263500902775277.
- Weaver, W.N., Ng, J. ve Laport, R.G., 2020, LeafMachine: Using machine learning to automate leaf trait extraction from digitized herbarium specimens, *Applications in Plant Sciences*, 8 (6), e11367, doi: 10.1002/aps3.11367.
- Weight, C., Parnham, D. ve Waites, R., 2008, TECHNICAL ADVANCE: LeafAnalyser: a computational method for rapid and large-scale analyses of leaf shape variation, *The Plant Journal*, 53 (3), 578-586, doi:10.1111/j.1365-313X.2007.03330.x.
- Zhebentyayeva, T.N., Swire-Clark, G., Georgi, L. L., Garay, L., Jung, S., Forrest, S., Blenda, A. V., Blackmon, B., Mook, J., Horn, R., Howad, W., Arús, P., Main, D., Tomkins, J. P., Sosinski, B., Baird, W. V., Reighard G. L. ve Abbott, A.G., 2008, A framework physical

map for peach, a model Rosaceae species, *Tree Genetics and Genomes*, 4, 745-756, doi:10.1007/s11295-008-0147-z.

Zhu, Y., Kang, H., Xie, Q., Wang, Z., Yin, S. ve Liu, C., 2012, Pattern of leaf vein density and climate relationship of *Quercus variabilis* populations remains unchanged with environmental changes, *Trees*, 26 (2), 597-607.



EKLER

EK 1: Tüm geleneksel morfometrik veri seti.

	Boy (cm)	En (cm)	Boy/En Oranı	Alan (cm ²)	Yaprak ucu açısı	Yuvarlaklık k	Dairesellik	Sağlamlık	Dalgalı Asimetri
Duman3064	0.90 (±0.18)	0.54 (±0.14)	1.70 (±0.22)	0.35 (±0.15)	131.59 (±9.03)	0.53 (±0.08)	0.82 (±0.03)	0.97 (±0.00)	0.06 (±0.05)
Duman3150	1.12 (±0.25)	0.59 (±0.12)	1.90 (±0.24)	0.45 (±0.18)	127.35 (±17.86)	0.44 (±0.05)	0.76 (±0.04)	0.96 (±0.01)	0.04 (±0.03)
41254	1.11 (±0.35)	0.53 (±0.14)	2.08 (±0.18)	0.45 (±0.22)	135.25 (±8.90)	0.44 (±0.05)	0.78 (±0.06)	0.97 (±0.01)	0.03 (±0.04)
41258	0.99 (±0.13)	0.48 (±0.11)	2.17 (±0.51)	0.31 (±0.11)	142.80 (±20.63)	0.39 (±0.08)	0.68 (±0.09)	0.95 (±0.01)	0.07 (±0.07)
41259	1.33 (±0.28)	0.60 (±0.11)	2.19 (±0.17)	0.55 (±0.19)	145.75 (±5.37)	0.02 (±0.01)	0.39 (±0.03)	0.72 (±0.04)	0.96 (±0.00)
41329	1.29 (±0.26)	0.68 (±0.22)	1.95 (±0.27)	0.60 (±0.29)	136.94 (±13.21)	0.43 (±0.08)	0.68 (±0.04)	0.95 (±0.01)	0.13 (±0.12)
41385	1.01 (±0.25)	0.56 (±0.14)	1.80 (±0.21)	0.37 (±0.19)	135.79 (±16.11)	0.45 (±0.05)	0.75 (±0.03)	0.96 (±0.01)	0.17 (±0.19)
41443	1.49 (±0.24)	0.71 (±0.11)	2.12 (±0.25)	0.70 (±0.21)	144.61 (±10.35)	0.39 (±0.04)	0.71 (±0.04)	0.96 (±0.01)	0.10 (±0.11)
41445	1.17 (±0.18)	0.45 (±0.10)	2.62 (±0.33)	0.34 (±0.10)	151.75 (±13.34)	0.31 (±0.04)	0.59 (±0.07)	0.92 (±0.03)	0.01 (±0.01)
41446	1.53 (±0.28)	0.61 (±0.19)	2.57 (±0.29)	0.61 (±0.29)	138.42 (±17.23)	0.32 (±0.03)	0.57 (±0.02)	0.93 (±0.01)	0.05 (±0.07)
41447	0.93 (±0.16)	0.48 (±0.12)	1.98 (±0.24)	0.29 (±0.10)	155.48 (±16.59)	0.42 (±0.06)	0.67 (±0.10)	0.92 (±0.04)	0.17 (±0.17)
41448	0.95 (±0.38)	0.60 (±0.24)	1.57 (±0.12)	0.44 (±0.38)	146.66 (±19.75)	0.56 (±0.06)	0.82 (±0.06)	0.96 (±0.01)	0.05 (±0.06)
41449	1.11 (±0.17)	0.57 (±0.16)	2.00 (±0.28)	0.43 (±0.19)	155.84 (±15.25)	0.42 (±0.07)	0.70 (±0.07)	0.93 (±0.02)	0.03 (±0.03)
41450	0.92 (±0.24)	0.60 (±0.17)	1.54 (±0.25)	0.39 (±0.20)	141.93 (±18.98)	0.56 (±0.10)	0.77 (±0.06)	0.94 (±0.01)	0.06 (±0.08)
41451	1.21 (±0.18)	0.68 (±0.12)	1.80 (±0.21)	0.57 (±0.17)	144.99 (±8.54)	0.49 (±0.10)	0.75 (±0.06)	0.96 (±0.01)	0.07 (±0.08)
41452	1.22 (±0.42)	0.48 (±0.17)	2.58 (±0.51)	0.39 (±0.27)	152.34 (±8.60)	0.31 (±0.08)	0.59 (±0.11)	0.94 (±0.01)	0.14 (±0.11)

EK 1 (devam): Tüm geleneksel morfometrik veri seti.

41453	0.96 (±0.24)	0.48 (±0.19)	2.08 (±0.34)	0.34 (±0.19)	144.95 (±16.06)	0.43 (±0.07)	0.71 (±0.03)	0.95 (±0.01)	0.03 (±0.02)
41454	1.02 (±0.19)	0.45 (±0.07)	2.25 (±0.27)	0.31 (±0.10)	135.26 (±16.18)	0.38 (±0.04)	0.70 (±0.05)	0.96 (±0.01)	0.05 (±0.03)
<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i> kısa	1.11 (±0.30)	0.56 (±0.16)	2.04 (±0.41)	0.43 (±0.22)	142.64 (±15.69)	0.41 (±0.13)	0.70 (±0.11)	0.94 (±0.05)	0.11 (±0.20)
41254	1.78 (±0.34)	1.36 (±0.41)	1.34 (±0.19)	1.78 (±0.79)	159.20 (±7.67)	0.68 (±0.09)	0.86 (±0.01)	0.97 (±0.00)	0.11 (±0.07)
41258	1.83 (±0.14)	1.32 (±0.26)	1.43 (±0.27)	1.67 (±0.41)	173.53 (±2.66)	0.63 (±0.12)	0.83 (±0.04)	0.97 (±0.00)	0.07 (±0.09)
41259	1.77 (±0.19)	1.02 (±0.17)	1.76 (±0.21)	1.22 (±0.35)	147.88 (±12.88)	0.08 (±0.04)	0.49 (±0.06)	0.79 (±0.03)	0.97 (±0.00)
41329	2.04 (±0.27)	1.57 (±0.49)	1.37 (±0.37)	2.30 (±1.02)	156.80 (±9.88)	0.69 (±0.20)	0.74 (±0.04)	0.96 (±0.00)	0.08 (±0.08)
41385	1.45 (±0.21)	0.61 (±0.13)	2.44 (±0.35)	0.58 (±0.17)	142.76 (±19.09)	0.35 (±0.04)	0.67 (±0.05)	0.95 (±0.01)	0.04 (±0.02)
41443	1.48 (±0.22)	0.85 (±0.09)	1.75 (±0.32)	0.86 (±0.18)	134.56 (±16.92)	0.51 (±0.10)	0.71 (±0.04)	0.95 (±0.01)	0.07 (±0.10)
41445	2.04 (±0.50)	1.39 (±0.39)	1.49 (±0.22)	1.98 (±0.96)	136.80 (±17.17)	0.58 (±0.14)	0.64 (±0.03)	0.93 (±0.01)	0.16 (±0.14)
41446	1.60 (±0.14)	0.90 (±0.02)	1.78 (±0.13)	0.88 (±0.08)	137.49 (±8.16)	0.44 (±0.05)	0.62 (±0.04)	0.93 (±0.01)	0.13 (±0.14)
41447	1.95 (±0.09)	1.39 (±0.13)	1.40 (±0.08)	1.80 (±0.24)	141.49 (±26.39)	0.60 (±0.04)	0.63 (±0.03)	0.93 (±0.00)	0.04 (±0.05)
41448	1.99 (±0.35)	1.65 (±0.26)	1.20 (±0.04)	2.32 (±0.82)	149.57 (±14.71)	0.73 (±0.04)	0.78 (±0.02)	0.96 (±0.00)	0.05 (±0.03)
41449	1.50 (±0.35)	1.11 (±0.23)	1.37 (±0.22)	1.13 (±0.40)	147.92 (±24.42)	0.64 (±0.14)	0.68 (±0.08)	0.94 (±0.01)	0.06 (±0.07)
41450	1.34 (±0.18)	0.96 (±0.19)	1.43 (±0.19)	0.86 (±0.27)	141.61 (±12.33)	0.59 (±0.06)	0.71 (±0.06)	0.93 (±0.01)	0.13 (±0.09)
41451	1.82 (±0.19)	1.27 (±0.09)	1.43 (±0.05)	1.55 (±0.21)	155.40 (±16.14)	0.60 (±0.04)	0.73 (±0.03)	0.95 (±0.00)	0.07 (±0.06)
41452	1.73 (±0.33)	1.01 (±0.28)	1.77 (±0.31)	1.13 (±0.52)	163.72 (±10.23)	0.46 (±0.08)	0.62 (±0.05)	0.94 (±0.01)	0.21 (±0.16)

EK 1 (devam): Tüm geleneksel morfometrik veri seti.

41453	2.10 (±0.23)	1.45 (±0.16)	1.46 (±0.07)	2.10 (±0.47)	149.39 (±15.91)	0.60 (±0.02)	0.67 (±0.05)	0.95 (±0.01)	0.16 (±0.09)
41454	1.16 (±0.32)	0.63 (±0.17)	1.83 (±0.29)	0.48 (±0.23)	149.47 (±17.22)	0.46 (±0.10)	0.74 (±0.10)	0.95 (±0.02)	0.04 (±0.04)
<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i> uzun	1.70 (±0.36)	1.12 (±0.39)	1.63 (±0.42)	1.35 (±0.75)	148.53 (±17.54)	0.53 (±0.17)	0.69 (±0.09)	0.94 (±0.04)	0.14 (±0.21)
Aslan3281	1.33	0.48	0.45	2.78	158.47	0.32	0.64	0.96	0.06
Ekim7167	1.09 (±0.35)	0.42 (±0.15)	2.70 (±0.59)	0.33 (±0.22)	111.92 (±35.26)	0.34 (±0.07)	0.64 (±0.07)	0.94 (±0.01)	0.05 (±0.06)
41236	1.26 (±0.18)	0.61 (±0.16)	2.13 (±0.28)	0.51 (±0.20)	146.71 (±15.65)	0.39 (±0.05)	0.69 (±0.05)	0.95 (±0.01)	0.06 (±0.07)
41238	1.08 (±0.10)	0.46 (±0.06)	2.36 (±0.11)	0.33 (±0.07)	146.41 (±13.78)	0.36 (±0.02)	0.66 (±0.02)	0.96 (±0.01)	0.06 (±0.03)
41239	1.18 (±0.26)	0.57 (±0.15)	2.10 (±0.18)	0.44 (±0.23)	161.21 (±11.92)	0.38 (±0.03)	0.66 (±0.04)	0.96 (±0.01)	0.08 (±0.09)
41240	1.14 (±0.24)	0.54 (±0.11)	2.13 (±0.39)	0.39 (±0.13)	142.73 (±12.32)	0.38 (±0.05)	0.65 (±0.07)	0.95 (±0.01)	0.07 (±0.10)
41241	1.40 (±0.28)	0.65 (±0.14)	2.19 (±0.43)	0.61 (±0.27)	149.10 (±16.70)	0.39 (±0.07)	0.67 (±0.10)	0.95 (±0.02)	0.02 (±0.02)
41252	1.06 (±0.26)	0.64 (±0.09)	1.66 (±0.37)	0.48 (±0.15)	150.49 (±7.78)	0.56 (±0.13)	0.82 (±0.08)	0.96 (±0.01)	0.06 (±0.05)
41253	1.04 (±0.13)	0.42 (±0.07)	2.51 (±0.37)	0.28 (±0.07)	151.83 (±13.78)	0.32 (±0.02)	0.62 (±0.03)	0.95 (±0.02)	0.08 (±0.07)
41257	1.15 (±0.28)	0.57 (±0.16)	2.09 (±0.60)	0.46 (±0.17)	157.07 (±19.33)	0.45 (±0.12)	0.75 (±0.12)	0.96 (±0.01)	0.03 (±0.03)
41263	1.25 (±0.24)	0.53 (±0.09)	2.34 (±0.17)	0.42 (±0.13)	156.77 (±9.88)	0.35 (±0.04)	0.59 (±0.05)	0.93 (±0.01)	0.05 (±0.07)
41264	1.25 (±0.34)	0.57 (±0.16)	2.22 (±0.09)	0.50 (±0.23)	153.72 (±13.92)	0.38 (±0.02)	0.68 (±0.03)	0.94 (±0.01)	0.10 (±0.07)
41266	1.27 (±0.13)	0.61 (±0.09)	2.09 (±0.14)	0.48 (±0.09)	157.80 (±12.63)	0.38 (±0.05)	0.69 (±0.08)	0.96 (±0.01)	0.03 (±0.03)
41272	0.91 (±0.26)	0.55 (±0.18)	1.71 (±0.27)	0.35 (±0.16)	142.14 (±5.80)	0.50 (±0.07)	0.79 (±0.06)	0.96 (±0.01)	0.10 (±0.08)

EK 1 (devam): Tüm geleneksel morfometrik veri seti.

41277	1.03 (±0.15)	0.50 (±0.05)	2.08 (±0.19)	0.33 (±0.09)	143.42 (±19.94)	0.40 (±0.04)	0.70 (±0.01)	0.95 (±0.01)	0.06 (±0.03)
41278	1.14 (±0.26)	0.53 (±0.14)	2.22 (±0.63)	0.35 (±0.13)	156.55 (±6.62)	0.34 (±0.05)	0.61 (±0.08)	0.95 (±0.01)	0.05 (±0.04)
41279	1.14 (±0.26)	0.49 (±0.13)	2.36 (±0.35)	0.38 (±0.19)	167.86 (±9.02)	0.36 (±0.06)	0.65 (±0.06)	0.95 (±0.01)	0.14 (±0.14)
41330	1.44 (±0.41)	0.90 (±0.27)	1.62 (±0.21)	0.95 (±0.49)	145.59 (±16.13)	0.55 (±0.08)	0.82 (±0.04)	0.96 (±0.01)	0.06 (±0.05)
41331	1.25 (±0.25)	0.51 (±0.13)	2.50 (±0.51)	0.42 (±0.16)	146.27 (±12.10)	0.34 (±0.06)	0.65 (±0.08)	0.96 (±0.00)	0.06 (±0.05)
41335	1.34 (±0.25)	0.59 (±0.19)	2.36 (±0.40)	0.47 (±0.21)	146.26 (±8.51)	0.32 (±0.05)	0.57 (±0.06)	0.93 (±0.01)	0.09 (±0.11)
41339	1.15 (±0.14)	0.47 (±0.10)	2.52 (±0.43)	0.36 (±0.10)	144.18 (±31.54)	0.34 (±0.07)	0.63 (±0.06)	0.94 (±0.01)	0.12 (±0.07)
41372	1.11 (±0.49)	0.51 (±0.24)	2.21 (±0.19)	0.42 (±0.37)	149.61 (±11.75)	0.37 (±0.04)	0.69 (±0.05)	0.95 (±0.01)	0.09 (±0.10)
41373	0.99 (±0.01)	0.50 (±0.10)	2.03 (±0.41)	0.33 (±0.06)	168.18 (±1.38)	0.42 (±0.09)	0.71 (±0.05)	0.95 (±0.00)	0.18 (±0.20)
41374-1	1.56 (±0.29)	0.71 (±0.12)	2.28 (±0.68)	0.73 (±0.15)	146.09 (±12.54)	0.40 (±0.11)	0.64 (±0.12)	0.94 (±0.01)	0.08 (±0.10)
41374-2	1.48 (±0.31)	0.71 (±0.13)	2.08 (±0.10)	0.70 (±0.29)	149.49 (±5.69)	0.39 (±0.02)	0.67 (±0.02)	0.96 (±0.01)	0.04 (±0.06)
41374-3	1.48 (±0.44)	0.73 (±0.25)	2.07 (±0.39)	0.77 (±0.46)	157.43 (±13.21)	0.42 (±0.07)	0.69 (±0.04)	0.95 (±0.01)	0.07 (±0.06)
41376-1	1.78 (±0.39)	0.87 (±0.32)	2.13 (±0.34)	1.08 (±0.56)	159.39 (±12.49)	0.40 (±0.06)	0.73 (±0.05)	0.96 (±0.01)	0.09 (±0.06)
41376-2	1.00 (±0.29)	0.49 (±0.09)	2.05 (±0.36)	0.34 (±0.16)	146.23 (±8.22)	0.44 (±0.11)	0.73 (±0.09)	0.95 (±0.01)	0.04 (±0.06)
41376-3	1.44 (±0.28)	0.69 (±0.17)	2.12 (±0.25)	0.70 (±0.30)	165.62 (±12.83)	0.42 (±0.07)	0.70 (±0.07)	0.95 (±0.01)	0.01 (±0.01)
41376-4	1.24 (±0.30)	0.51 (±0.11)	2.46 (±0.29)	0.40 (±0.14)	139.78 (±11.55)	0.33 (±0.04)	0.56 (±0.08)	0.92 (±0.02)	0.06 (±0.06)
41377	1.05 (±0.11)	0.64 (±0.12)	1.67 (±0.24)	0.49 (±0.11)	153.37 (±10.03)	0.55 (±0.05)	0.82 (±0.03)	0.97 (±0.01)	0.06 (±0.04)
41378-1	0.75 (±0.14)	0.46 (±0.12)	1.71 (±0.39)	0.25 (±0.08)	142.34 (±16.52)	0.55 (±0.12)	0.83 (±0.09)	0.95 (±0.01)	0.10 (±0.09)

EK 1 (devam): Tüm geleneksel morfometrik veri seti.

41378-3	0.80 (±0.22)	0.51 (±0.08)	1.58 (±0.44)	0.26 (±0.09)	144.25 (±11.62)	0.56 (±0.20)	0.79 (±0.11)	0.96 (±0.01)	0.16 (±0.10)
41378-4	1.04 (±0.19)	0.58 (±0.14)	1.82 (±0.18)	0.43 (±0.17)	150.63 (±17.62)	0.50 (±0.04)	0.77 (±0.04)	0.95 (±0.01)	0.08 (±0.09)
41379	1.00 (±0.15)	0.49 (±0.07)	2.07 (±0.39)	0.31 (±0.07)	152.90 (±12.72)	0.40 (±0.08)	0.72 (±0.11)	0.95 (±0.02)	0.05 (±0.04)
41380-1	1.12 (±0.28)	0.55 (±0.19)	2.09 (±0.35)	0.44 (±0.23)	148.39 (±4.52)	0.42 (±0.06)	0.73 (±0.07)	0.96 (±0.01)	0.05 (±0.05)
41380-2	1.21 (±0.25)	0.63 (±0.12)	1.93 (±0.23)	0.48 (±0.17)	149.26 (±9.15)	0.41 (±0.03)	0.70 (±0.02)	0.94 (±0.01)	0.06 (±0.05)
41381	1.30 (±0.44)	0.64 (±0.21)	2.05 (±0.24)	0.59 (±0.38)	146.29 (±15.60)	0.40 (±0.04)	0.72 (±0.06)	0.96 (±0.01)	0.05 (±0.04)
41444	1.23 (±0.25)	0.53 (±0.25)	2.65 (±0.96)	0.39 (±0.23)	149.01 (±8.71)	0.33 (±0.15)	0.49 (±0.09)	0.88 (±0.03)	0.20 (±0.15)
P. microcarp a subsp. tortuosa kısa	1.20 (±0.32)	0.58 (±0.18)	2.12 (±0.44)	0.48 (±0.29)	150.07 (±14.95)	0.41 (±0.10)	0.69 (±0.10)	0.95 (±0.02)	0.07 (±0.08)
41236	1.45 (±0.16)	0.78 (±0.03)	1.87 (±0.22)	0.70 (±0.10)	156.51 (±8.03)	0.43 (±0.04)	0.67 (±0.03)	0.94 (±0.02)	0.16 (±0.12)
41238	1.53 (±0.31)	0.74 (±0.17)	2.09 (±0.21)	0.84 (±0.35)	146.81 (±9.21)	0.44 (±0.04)	0.71 (±0.02)	0.96 (±0.01)	0.07 (±0.06)
41239	1.19 (±0.16)	0.70 (±0.08)	1.71 (±0.22)	0.53 (±0.13)	154.30 (±7.70)	0.49 (±0.09)	0.76 (±0.07)	0.96 (±0.00)	0.08 (±0.10)
41241	1.32 (±0.12)	0.83 (±0.10)	1.61 (±0.29)	0.72 (±0.03)	161.62 (±17.01)	0.53 (±0.10)	0.73 (±0.04)	0.95 (±0.01)	0.20 (±0.06)
41252	1.64 (±0.56)	1.20 (±0.31)	1.35 (±0.12)	1.37 (±0.67)	144.82 (±13.84)	0.65 (±0.12)	0.74 (±0.15)	0.95 (±0.01)	0.04 (±0.00)
41253	1.58 (±0.20)	0.85 (±0.13)	1.89 (±0.41)	0.91 (±0.15)	148.56 (±21.07)	0.48 (±0.13)	0.67 (±0.04)	0.96 (±0.01)	0.13 (±0.08)
41257	1.73 (±0.33)	1.12 (±0.25)	1.55 (±0.21)	1.41 (±0.56)	152.16 (±7.58)	0.58 (±0.07)	0.84 (±0.03)	0.97 (±0.00)	0.06 (±0.04)
41266	2.19 (±0.26)	1.27 (±0.24)	1.75 (±0.14)	1.95 (±0.57)	156.01 (±18.62)	0.51 (±0.05)	0.70 (±0.05)	0.96 (±0.01)	0.08 (±0.09)
41272	1.08 (±0.10)	0.65 (±0.11)	1.69 (±0.27)	0.46 (±0.09)	146.98 (±18.12)	0.50 (±0.06)	0.75 (±0.01)	0.94 (±0.01)	0.06 (±0.05)

EK 1 (devam): Tüm geleneksel morfometrik veri seti.

41278	1.98 (±0.34)	1.24 (±0.24)	1.62 (±0.25)	1.67 (±0.59)	161.62 (±7.41)	0.54 (±0.09)	0.61 (±0.05)	0.94 (±0.01)	0.13 (±0.09)
41330	2.38 (±0.37)	1.67 (±0.25)	1.43 (±0.14)	2.77 (±0.80)	162.18 (±11.67)	0.61 (±0.05)	0.72 (±0.03)	0.95 (±0.00)	0.10 (±0.09)
41331	1.55 (±0.12)	0.73 (±0.06)	2.13 (±0.23)	0.72 (±0.10)	160.00 (±14.40)	0.38 (±0.03)	0.61 (±0.01)	0.94 (±0.01)	0.10 (±0.02)
41372	1.59 (±0.23)	1.00 (±0.22)	1.62 (±0.23)	1.07 (±0.34)	146.53 (±17.62)	0.53 (±0.07)	0.79 (±0.03)	0.95 (±0.01)	0.04 (±0.05)
41373	1.07 (±0.09)	0.65 (±0.07)	1.67 (±0.27)	0.46 (±0.05)	149.89 (±15.77)	0.52 (±0.08)	0.80 (±0.03)	0.96 (±0.01)	0.12 (±0.07)
41374-1	2.14 (±0.40)	1.18 (±0.19)	1.80 (±0.11)	1.74 (±0.54)	161.03 (±9.62)	0.48 (±0.02)	0.74 (±0.03)	0.96 (±0.00)	0.06 (±0.05)
41374-2	2.08 (±0.11)	1.32 (±0.33)	1.65 (±0.36)	1.92 (±0.52)	161.92 (±14.35)	0.56 (±0.11)	0.82 (±0.04)	0.97 (±0.00)	0.04 (±0.05)
41374-3	1.90 (±0.67)	1.32 (±0.49)	1.47 (±0.13)	1.83 (±1.11)	159.84 (±10.72)	0.58 (±0.04)	0.76 (±0.09)	0.96 (±0.01)	0.08 (±0.06)
41374-4	2.43 (±0.56)	1.62 (±0.60)	1.58 (±0.29)	2.74 (±1.51)	157.43 (±13.21)	0.55 (±0.12)	0.62 (±0.06)	0.94 (±0.02)	0.09 (±0.08)
41376-1	1.70 (±0.20)	0.84 (±0.17)	2.10 (±0.56)	0.94 (±0.18)	160.20 (±10.44)	0.42 (±0.12)	0.69 (±0.07)	0.95 (±0.02)	0.09 (±0.09)
41376-2	1.95 (±0.16)	1.39 (±0.14)	1.41 (±0.11)	1.90 (±0.29)	157.19 (±17.10)	0.64 (±0.06)	0.82 (±0.03)	0.97 (±0.00)	0.09 (±0.13)
41376-3	2.02 (±0.15)	1.15 (±0.27)	1.85 (±0.53)	1.51 (±0.41)	170.30 (±8.53)	0.47 (±0.13)	0.56 (±0.06)	0.93 (±0.01)	0.05 (±0.08)
41377	1.61 (±0.22)	1.07 (±0.17)	1.53 (±0.25)	1.20 (±0.26)	153.05 (±13.83)	0.60 (±0.11)	0.88 (±0.06)	0.98 (±0.01)	0.09 (±0.07)
41378-1	1.21 (±0.16)	1.03 (±0.23)	1.21 (±0.14)	0.89 (±0.31)	158.34 (±7.44)	0.75 (±0.10)	0.77 (±0.05)	0.95 (±0.00)	0.16 (±0.10)
41378-2	2.24 (±0.70)	1.50 (±0.82)	1.64 (±0.43)	2.59 (±2.40)	145.90 (±17.21)	0.56 (±0.16)	0.79 (±0.08)	0.96 (±0.01)	0.11 (±0.05)
41378-3	1.85 (±0.50)	1.17 (±0.33)	1.59 (±0.07)	1.54 (±0.80)	149.24 (±18.63)	0.54 (±0.03)	0.83 (±0.03)	0.97 (±0.00)	0.04 (±0.04)
41378-4	1.36 (±0.19)	1.29 (±0.23)	1.08 (±0.18)	1.19 (±0.32)	149.64 (±13.66)	0.82 (±0.13)	0.80 (±0.07)	0.95 (±0.01)	0.19 (±0.17)
41379	1.55 (±0.27)	0.99 (±0.23)	1.58 (±0.11)	1.09 (±0.47)	170.38 (±8.30)	0.55 (±0.06)	0.81 (±0.02)	0.97 (±0.00)	0.04 (±0.06)

EK 1 (devam): Tüm geleneksel morfometrik veri seti.

41380-2	2.28 (±0.51)	1.40 (±0.39)	1.65 (±0.13)	2.10 (±0.97)	161.66 (±10.41)	0.49 (±0.04)	0.65 (±0.08)	0.94 (±0.01)	0.09 (±0.16)
41381	2.32 (±0.51)	1.64 (±0.51)	1.46 (±0.29)	2.75 (±1.41)	163.56 (±10.41)	0.61 (±0.11)	0.79 (±0.07)	0.97 (±0.01)	0.06 (±0.05)
41444	3.11	1.73	3.30	1.80	174.69	0.43	0.51	0.91	0.29
<i>P. microcarpa subsp. tortuosa uzun</i>	1.78 (±0.50)	1.13 (±0.41)	1.65 (±0.34)	1.46 (±0.97)	156.55 (±13.63)	0.54 (±0.12)	0.74 (±0.10)	0.95 (±0.01)	0.09 (±0.09)

EK 2: PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

	ISTF No (Toplayıcı)	Toplam alan	Toplam iskelet uzunluğu	Ortalama damar yoğunluğu	iskelet parça sayısı	iskelet parça uç sayısı	iskelet parça dallanma noktası	Adacık sayısı	Ortalama adacık alanı	En büyük adacık alanı	En küçük adacık alanı	Ortalama damar uzunluğu	En uzun damar uzunluğu	En kısa damar uzunluğu	Ortalama damar eni	En kalın damar eni	En ince damar eni
<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i> Kısa sürgün	41254	9.55	136.70	14.31	1651	720	867	170	0.04 (±0.04)	0.13	0.00	0.07 (±0.03)	0.16	0.02	0.04 (±0.02)	0.09	0.02
	41254	10.95	174.32	15.92	2790	1098	1505	293	0.03 (±0.02)	0.07	0.00	0.05 (±0.02)	0.11	0.02	0.04 (±0.02)	0.12	0.01
	41258	8.02	132.55	16.54	1612	795	816	179	0.03 (±0.02)	0.12	0.00	0.07 (±0.03)	0.15	0.03	0.05 (±0.02)	0.14	0.02
	41258	7.22	120.50	16.70	1614	672	859	212	0.03 (±0.02)	0.08	0.00	0.07 (±0.03)	0.14	0.02	0.04 (±0.02)	0.12	0.02
	41259	27.29	256.63	9.40	1905	671	1050	289	0.07 (±0.03)	0.16	0.02	0.12 (±0.05)	0.23	0.04	0.06 (±0.01)	0.10	0.04
	41259	12.41	154.25	12.43	1620	546	909	248	0.04 (±0.02)	0.09	0.01	0.09 (±0.04)	0.17	0.03	0.05 (±0.01)	0.08	0.03
	41329	18.04	141.05	7.82	1262	527	688	151	0.1 (±0.08)	0.29	0.00	0.1 (±0.05)	0.22	0.02	0.06 (±0.02)	0.13	0.03

EK 2 (devam): PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i> Kısa sürgün	41329	13.09	106.77	8.16	1079	496	575	129	0.09 (±0.07)	0.26	0.00	0.08 (±0.05)	0.21	0.01	0.06 (±0.02)	0.11	0.03
	41385	4.60	46.30	10.06	513	243	273	77	0.05 (±0.04)	0.14	0.00	0.07 (±0.05)	0.20	0.01	0.05 (±0.02)	0.11	0.02
	41385	4.25	43.94	10.35	567	319	307	56	0.05 (±0.06)	0.24	0.00	0.06 (±0.05)	0.19	0.01	0.04 (±0.02)	0.09	0.02
	41445	12.42	120.53	9.70	954	421	498	113	0.08 (±0.06)	0.30	0.01	0.11 (±0.05)	0.23	0.04	0.05 (±0.01)	0.09	0.03
	41445	11.33	135.40	11.95	1342	408	764	232	0.04 (±0.02)	0.10	0.01	0.09 (±0.04)	0.17	0.03	0.05 (±0.01)	0.09	0.03
	41446	18.21	180.68	9.92	1517	472	861	242	0.06 (±0.03)	0.15	0.02	0.11 (±0.04)	0.21	0.04	0.05 (±0.01)	0.09	0.03
	41446	27.99	309.52	11.06	2642	737	1533	486	0.04 (±0.02)	0.10	0.02	0.11 (±0.04)	0.20	0.03	0.05 (±0.01)	0.09	0.03
	41447	9.48	119.23	12.58	1320	453	731	206	0.04 (±0.02)	0.08	0.01	0.08 (±0.04)	0.16	0.03	0.05 (±0.01)	0.09	0.02
	41447	9.61	137.31	14.29	1924	705	1058	273	0.03 (0.02)	0.08	0.01	0.06 (0.03)	0.13	0.02	0.04 (0.01)	0.08	0.02
	41447	9.61	137.31	14.29	1924	705	1058	273	0.03 (0.02)	0.08	0.01	0.06 (0.03)	0.13	0.02	0.04 (0.01)	0.08	0.02
	41449	10.24	68.52	6.69	349	95	205	100	0.1 (0.05)	0.20	0.03	0.18 (0.09)	0.37	0.05	0.07 (0.02)	0.12	0.03
	41449	23.26	210.94	9.07	1732	495	995	298	0.06 (0.03)	0.15	0.02	0.11 (0.04)	0.21	0.04	0.06 (0.02)	0.11	0.03
	41450	8.88	86.00	9.68	531	300	259	73	0.1 (0.06)	0.28	0.02	0.15 (0.06)	0.30	0.05	0.05 (0.02)	0.10	0.03

EK 2 (devam): PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i> Kısa sürgün	41450	11.10	141.79	12.78	1733	629	953	239	0.04 (0.02)	0.08	0.01	0.07 (0.03)	0.15	0.03	0.04 (0.01)	0.08	0.02
	41451	14.99	165.19	11.02	1652	470	948	307	0.04 (0.02)	0.09	0.01	0.09 (0.04)	0.17	0.03	0.06 (0.02)	0.13	0.03
	41451	14.69	176.23	11.99	1569	764	802	176	0.06 (0.04)	0.18	0.01	0.1 (0.04)	0.20	0.04	0.05 (0.02)	0.10	0.03
	41452	4.26	47.22	11.09	538	258	274	66	0.05 (0.04)	0.16	0.00	0.08 (0.04)	0.17	0.02	0.05 (0.02)	0.10	0.02
	41452	5.42	98.15	18.12	1776	547	1006	295	0.01 (0.01)	0.03	0.00	0.05 (0.02)	0.10	0.01	0.05 (0.03)	0.17	0.02
	41453	6.91	80.36	11.63	930	413	485	111	0.05 (0.03)	0.12	0.01	0.08 (0.03)	0.15	0.03	0.04 (0.01)	0.07	0.02
	41453	4.38	57.20	13.06	861	430	433	70	0.05 (0.04)	0.15	0.00	0.06 (0.03)	0.13	0.02	0.04 (0.02)	0.09	0.02
	41454	8.15	127.69	15.67	1922	652	1073	294	0.02 (0.01)	0.06	0.01	0.06 (0.03)	0.12	0.02	0.05 (0.02)	0.13	0.02
	41454	3.57	62.59	17.55	1286	557	676	129	0.02 (0.02)	0.06	0.00	0.04 (0.02)	0.09	0.01	0.05 (0.03)	0.18	0.02

EK 2 (devam): PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i> Kısa sürgün	(Duman 3064)	11.83	92.02	7.78	680	318	350	86	0.12 (0.08)	0.27	0.01	0.12 (0.06)	0.25	0.04	0.06 (0.02)	0.11	0.03
	(Duman 3064)	9.22	82.83	8.99	948	450	483	72	0.09 (0.08)	0.29	0.00	0.07 (0.04)	0.17	0.02	0.05 (0.02)	0.09	0.02
	(Duman 3150)	13.13	100.26	7.63	901	375	479	108	0.09 (0.07)	0.25	0.01	0.09 (0.05)	0.21	0.02	0.08 (0.04)	0.21	0.03
	(Duman 3150)	6.12	88.57	14.48	1605	716	836	114	0.04 (0.04)	0.13	0.00	0.05 (0.02)	0.10	0.01	0.05 (0.03)	0.14	0.01
<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i> Uzun sürgün	41254	60.71	739.00	12.17	7846	2566	4504	1135	0.04 (0.02)	0.12	0.01	0.08 (0.04)	0.17	0.02	0.05 (0.03)	0.16	0.02
	41254	20.29	284.15	14.01	2817	1057	1561	417	0.03 (0.02)	0.12	0.00	0.09 (0.04)	0.18	0.03	0.04 (0.01)	0.09	0.02
	41258	52.79	382.50	7.25	2433	781	1377	419	0.11 (0.05)	0.23	0.03	0.14 (0.06)	0.28	0.04	0.09 (0.03)	0.19	0.04
	41258	57.90	440.82	7.61	2626	541	1587	614	0.08 (0.04)	0.18	0.03	0.15 (0.06)	0.28	0.05	0.08 (0.02)	0.15	0.04
	41259	22.07	185.69	8.41	1316	488	719	205	0.07 (0.03)	0.17	0.03	0.13 (0.05)	0.24	0.04	0.07 (0.02)	0.12	0.04

EK 2 (devam): PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i> Uzun sürgün	41259	23.37	210.40	9.00	1623	617	931	283	0.07 (0.05)	0.19	0.01	0.11 (0.06)	0.26	0.03	0.08 (0.03)	0.18	0.03
	41329	51.61	327.51	6.35	2002	741	1097	287	0.16 (0.08)	0.34	0.04	0.15 (0.07)	0.30	0.03	0.06 (0.02)	0.11	0.04
	41385	16.01	86.32	5.39	670	311	372	94	0.16 (0.1)	0.39	0.03	0.11 (0.1)	0.35	0.01	0.05 (0.02)	0.10	0.02
	41385	22.39	124.87	5.58	1020	465	580	127	0.16 (0.08)	0.33	0.02	0.1 (0.08)	0.31	0.01	0.05 (0.02)	0.11	0.02
	41445	73.19	335.90	4.59	1545	480	883	269	0.27 (0.11)	0.47	0.05	0.19 (0.1)	0.44	0.06	0.06 (0.02)	0.11	0.03
	41445	76.76	630.52	8.21	5048	1755	2806	693	0.09 (0.05)	0.21	0.02	0.11 (0.05)	0.23	0.03	0.07 (0.02)	0.13	0.03
	41446	26.59	150.83	5.67	1082	455	591	178	0.15 (0.09)	0.32	0.00	0.12 (0.08)	0.30	0.02	0.05 (0.01)	0.09	0.03
	41446	23.86	149.60	6.27	1060	437	585	180	0.13 (0.07)	0.27	0.00	0.12 (0.08)	0.30	0.02	0.04 (0.01)	0.08	0.03
	41447	53.57	501.42	9.36	4336	1515	2423	642	0.07 (0.04)	0.18	0.02	0.1 (0.05)	0.21	0.02	0.05 (0.02)	0.11	0.03

EK 2 (devam): PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i> Uzun sürgün	41447	41.20	451.82	10.97	4500	1678	2489	596	0.05 (0.04)	0.15	0.01	0.09 (0.04)	0.18	0.02	0.05 (0.02)	0.09	0.02
	41448	42.92	349.84	8.15	2464	790	1398	394	0.09 (0.05)	0.21	0.02	0.13 (0.06)	0.25	0.04	0.06 (0.01)	0.09	0.03
	41448	80.23	729.85	9.10	5437	1164	3276	1185	0.06 (0.03)	0.12	0.02	0.12 (0.05)	0.23	0.04	0.07 (0.02)	0.13	0.04
	41448	41.40	430.53	10.40	3527	897	2067	720	0.05 (0.02)	0.11	0.02	0.11 (0.05)	0.21	0.03	0.06 (0.01)	0.10	0.03
	41449	26.74	215.59	8.06	1598	556	884	237	0.09 (0.05)	0.22	0.02	0.12 (0.05)	0.24	0.04	0.06 (0.02)	0.11	0.04
	41449	31.05	276.80	8.91	2103	540	1236	425	0.06 (0.03)	0.13	0.02	0.12 (0.05)	0.22	0.04	0.07 (0.02)	0.16	0.04
	41450	23.39	236.12	10.10	2123	621	1211	353	0.06 (0.03)	0.13	0.02	0.1 (0.04)	0.19	0.04	0.06 (0.01)	0.10	0.03
	41450	10.37	127.07	12.25	1488	532	821	219	0.04 (0.02)	0.08	0.01	0.08 (0.03)	0.16	0.02	0.05 (0.01)	0.08	0.03
	41451	43.18	356.93	8.27	2732	794	1572	463	0.08 (0.05)	0.20	0.02	0.11 (0.05)	0.23	0.03	0.06 (0.02)	0.13	0.03

EK 2 (devam): PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>microcarpa</i> Uzun sürgün	41451	25.56	350.15	13.70	3973	937	2357	826	0.02 (0.01)	0.05	0.01	0.08 (0.03)	0.15	0.03	0.05 (0.02)	0.10	0.02
	41452	19.28	83.58	4.33	275	105	156	82	0.22 (0.11)	0.46	0.05	0.29 (0.12)	0.54	0.07	0.06 (0.02)	0.13	0.03
	41452	42.65	512.30	12.01	5792	2317	3221	702	0.05 (0.03)	0.13	0.01	0.08 (0.04)	0.17	0.01	0.07 (0.04)	0.23	0.02
	41453	39.79	318.11	7.99	2346	724	1334	364	0.09 (0.05)	0.22	0.02	0.12 (0.05)	0.24	0.03	0.07 (0.02)	0.15	0.03
	41453	43.67	524.69	12.01	5635	1619	3252	962	0.03 (0.02)	0.08	0.01	0.08 (0.04)	0.16	0.02	0.05 (0.04)	0.22	0.02
	41454	10.87	150.36	13.83	1947	625	1103	305	0.03 (0.02)	0.07	0.01	0.07 (0.03)	0.14	0.02	0.05 (0.02)	0.12	0.02
	41454	17.32	282.20	16.30	4782	1929	2666	537	0.03 (0.01)	0.07	0.01	0.05 (0.03)	0.12	0.01	0.04 (0.02)	0.15	0.02
<i>subsp. tortuosa</i> Kısa sürgün	41236	9.55	129.68	13.57	1536	606	845	223	0.03 (0.03)	0.10	0.00	0.08 (0.04)	0.16	0.02	0.04 (0.02)	0.10	0.02
	41240	9.51	101.24	10.65	984	465	509	90	0.09 (0.05)	0.20	0.02	0.09 (0.04)	0.19	0.03	0.05 (0.02)	0.10	0.02

EK 2 (devam): PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>tortuosa</i> Kısa sürgün	41240	12.89	201.01	15.60	2465	498	1490	581	0.02 (0.01)	0.04	0.01	0.07 (0.03)	0.14	0.02	0.05 (0.03)	0.16	0.02
	41253	7.79	116.93	15.01	1432	528	781	212	0.02 (0.01)	0.05	0.01	0.07 (0.03)	0.15	0.02	0.06 (0.03)	0.19	0.02
	41253	5.37	94.11	17.52	1172	421	648	189	0.02 (0.01)	0.06	0.01	0.07 (0.03)	0.14	0.02	0.05 (0.02)	0.14	0.02
	41257	14.82	215.58	14.55	2423	841	1350	383	0.03 (0.02)	0.08	0.01	0.08 (0.03)	0.16	0.03	0.05 (0.02)	0.11	0.02
	41257	11.79	212.48	18.02	2912	919	1665	532	0.01 (0.01)	0.05	0.00	0.07 (0.03)	0.13	0.02	0.05 (0.03)	0.17	0.02
	41266	11.38	120.46	10.59	1064	445	564	123	0.07 (0.05)	0.19	0.01	0.1 (0.04)	0.21	0.03	0.06 (0.02)	0.10	0.03
	41266	14.30	175.96	12.30	2049	733	1145	296	0.04 (0.03)	0.11	0.01	0.08 (0.04)	0.16	0.02	0.05 (0.02)	0.10	0.02
	41272	7.05	44.99	6.38	246	81	143	72	0.09 (0.06)	0.23	0.01	0.16 (0.07)	0.31	0.04	0.1 (0.03)	0.18	0.05
	41272	16.22	122.86	7.57	829	224	488	186	0.07 (0.04)	0.19	0.03	0.13 (0.06)	0.25	0.04	0.08 (0.03)	0.17	0.03

EK 2 (devam): PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>tortuosa</i> Kısa sürgün	41335	11.44	104.04	9.09	854	344	458	119	0.06 (0.03)	0.15	0.02	0.11 (0.05)	0.22	0.04	0.07 (0.02)	0.13	0.03
	41335	6.60	73.37	11.11	1132	555	624	122	0.04 (0.04)	0.15	0.00	0.05 (0.04)	0.15	0.01	0.05 (0.02)	0.11	0.02
	41335	10.18	151.95	14.93	2269	967	1221	281	0.02 (0.01)	0.06	0.00	0.06 (0.03)	0.12	0.01	0.05 (0.02)	0.10	0.02
	41339	6.23	63.01	10.12	663	322	353	78	0.07 (0.05)	0.21	0.01	0.08 (0.05)	0.21	0.01	0.05 (0.02)	0.10	0.03
	41339	10.83	129.46	11.95	1108	498	584	143	0.05 (0.05)	0.22	0.00	0.1 (0.05)	0.23	0.03	0.05 (0.02)	0.11	0.03
	41339	8.99	114.51	12.73	1113	476	600	153	0.04 (0.03)	0.14	0.01	0.09 (0.05)	0.21	0.03	0.05 (0.02)	0.10	0.02
	41372	20.18	137.16	6.80	765	415	377	110	0.13 (0.08)	0.41	0.04	0.15 (0.06)	0.30	0.05	0.08 (0.03)	0.17	0.04
	41372	9.44	112.52	11.92	1068	307	628	236	0.03 (0.02)	0.08	0.01	0.09 (0.04)	0.18	0.02	0.06 (0.03)	0.15	0.02
	41373	13.75	66.25	4.82	375	165	200	61	0.21 (0.12)	0.44	0.03	0.15 (0.1)	0.40	0.03	0.05 (0.02)	0.10	0.02

EK 2 (devam): PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>tortuosa</i> Kısa sürgün	41373	12.85	107.35	8.35	595	141	372	176	0.06 (0.03)	0.15	0.02	0.16 (0.06)	0.28	0.05	0.07 (0.03)	0.16	0.03
	41374	31.88	274.44	8.61	1548	663	836	248	0.09 (0.05)	0.23	0.02	0.29 (0.05)	0.42	0.23	0.07 (0.02)	0.12	0.04
	41374	15.76	142.46	9.04	864	436	441	133	0.08 (0.04)	0.21	0.03	0.14 (0.05)	0.26	0.04	0.07 (0.03)	0.15	0.04
	41376	22.27	122.62	5.51	430	185	228	80	0.13 (0.06)	0.31	0.05	0.26 (0.09)	0.48	0.10	0.09 (0.03)	0.16	0.04
	41376	16.45	135.56	8.24	760	270	428	143	0.07 (0.03)	0.16	0.03	0.15 (0.06)	0.29	0.05	0.09 (0.04)	0.21	0.03
	41377	7.01	140.98	20.10	2003	897	1054	212	0.02 (0.02)	0.07	0.00	0.06 (0.03)	0.13	0.02	0.04 (0.01)	0.10	0.02
	41377	10.49	225.73	21.51	3681	653	2298	910	0.01 (0.01)	0.03	0.00	0.05 (0.02)	0.11	0.01	0.04 (0.03)	0.18	0.01
	41378	8.41	81.66	9.71	546	257	284	90	0.08 (0.05)	0.23	0.02	0.14 (0.06)	0.27	0.05	0.05 (0.02)	0.12	0.02
	41378	7.15	80.16	11.20	715	369	357	74	0.05 (0.04)	0.22	0.01	0.1 (0.04)	0.21	0.04	0.06 (0.03)	0.14	0.03

EK 2 (devam): PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

<i>subsp. tortuosa</i> Kısa sürgün	41379	8.69	116.36	13.39	1145	465	622	243	0.03 (0.01)	0.07	0.01	0.09 (0.04)	0.16	0.03	0.06 (0.03)	0.15	0.02
	41379	5.56	86.34	15.54	984	334	563	221	0.02 (0.01)	0.05	0.01	0.07 (0.03)	0.14	0.02	0.05 (0.02)	0.14	0.02
<i>P. microcarpa subsp. tortuosa</i> Uzun sürgün	41236	19.78	309.74	15.66	4180	1405	2346	622	0.03 (0.01)	0.06	0.01	0.07 (0.03)	0.13	0.02	0.04 (0.02)	0.10	0.02
	41236	15.56	342.18	21.99	6687	2349	3738	861	0.01 (0.01)	0.03	0.00	0.04 (0.02)	0.09	0.01	0.05 (0.03)	0.18	0.02
	41240	24.14	319.71	13.25	3403	1166	1943	527	0.04 (0.02)	0.10	0.00	0.08 (0.04)	0.18	0.02	0.05 (0.02)	0.14	0.02
	41240	21.75	290.98	13.38	2993	1021	1686	493	0.03 (0.02)	0.09	0.01	0.09 (0.04)	0.17	0.03	0.05 (0.02)	0.11	0.03
	41253	19.97	200.18	10.03	1765	547	1003	302	0.06 (0.03)	0.15	0.01	0.1 (0.05)	0.21	0.03	0.07 (0.03)	0.17	0.03
	41253	28.99	378.09	13.04	3511	797	2088	788	0.03 (0.01)	0.07	0.01	0.1 (0.04)	0.19	0.03	0.05 (0.02)	0.10	0.03
	41257	24.57	264.42	10.76	1642	733	855	235	0.08 (0.06)	0.24	0.02	0.15 (0.06)	0.28	0.05	0.06 (0.03)	0.14	0.02

EK 2 (devam): PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>tortuosa</i> Uzun sürgün	41257	29.40	323.45	11.00	2817	853	1606	493	0.04 (0.02)	0.11	0.01	0.1 (0.04)	0.20	0.03	0.07 (0.03)	0.18	0.03
	41266	37.18	383.47	10.31	2767	739	1616	572	0.05 (0.03)	0.14	0.02	0.12 (0.05)	0.24	0.04	0.06 (0.02)	0.13	0.03
	41266	52.41	543.47	10.37	4013	435	2553	1166	0.04 (0.01)	0.08	0.01	0.12 (0.05)	0.23	0.03	0.06 (0.02)	0.13	0.04
	41272	9.41	91.00	9.68	689	320	375	106	0.07 (0.06)	0.24	0.00	0.12 (0.07)	0.27	0.02	0.07 (0.03)	0.16	0.03
	41272	10.10	117.21	11.61	946	458	494	116	0.06 (0.05)	0.21	0.01	0.11 (0.05)	0.23	0.04	0.06 (0.03)	0.15	0.02
	41372	30.38	217.85	7.17	1105	308	671	285	0.09 (0.04)	0.21	0.03	0.17 (0.08)	0.33	0.03	0.09 (0.05)	0.25	0.03
	41372	33.97	509.95	15.01	6359	1762	3763	1305	0.02 (0.01)	0.04	0.01	0.07 (0.03)	0.14	0.02	0.05 (0.04)	0.22	0.02
	41373	30.45	141.80	4.66	617	215	351	141	0.2 (0.12)	0.43	0.02	0.21 (0.13)	0.49	0.04	0.06 (0.02)	0.12	0.03
	41373	9.97	68.59	6.88	468	158	274	106	0.09 (0.06)	0.20	0.00	0.13 (0.08)	0.30	0.02	0.04 (0.01)	0.08	0.02

EK 2 (devam): PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>tortuosa</i> Uzun sürgün	41374	49.03	345.07	7.04	1639	672	911	244	0.12 (0.07)	0.31	0.03	0.17 (0.07)	0.34	0.05	0.08 (0.03)	0.17	0.04
	41374	56.02	398.64	7.12	1826	764	1009	284	0.12 (0.06)	0.30	0.03	0.18 (0.07)	0.34	0.05	0.08 (0.03)	0.15	0.04
	41376	38.39	446.55	11.63	3973	1378	2227	618	0.04 (0.03)	0.14	0.01	0.1 (0.05)	0.22	0.03	0.07 (0.03)	0.17	0.03
	41376	30.51	509.51	16.70	7622	2148	4458	1328	0.02 (0.01)	0.04	0.01	0.06 (0.03)	0.12	0.01	0.04 (0.02)	0.10	0.02
	41377	35.81	473.34	13.22	4485	1074	2724	1011	0.02 (0.01)	0.07	0.00	0.09 (0.04)	0.19	0.02	0.06 (0.03)	0.19	0.02
	41377	39.05	578.20	14.81	6867	2140	3922	1100	0.02 (0.02)	0.07	0.00	0.07 (0.03)	0.15	0.02	0.05 (0.02)	0.14	0.02
	41378	15.35	113.24	7.38	848	342	454	151	0.09 (0.06)	0.22	0.00	0.12 (0.06)	0.26	0.03	0.05 (0.02)	0.11	0.03
	41378	14.64	108.48	7.41	575	176	335	150	0.09 (0.04)	0.18	0.04	0.18 (0.08)	0.35	0.04	0.06 (0.03)	0.14	0.03
	41379	19.56	175.14	8.95	1101	623	542	126	0.09 (0.05)	0.30	0.03	0.14 (0.05)	0.26	0.04	0.07 (0.03)	0.16	0.03

EK 2 (devam): PhenoVein programı yardımıyla oluşturulan damarlanma verileri.

<i>P. microcarpa</i> subsp. <i>tortuosa</i> Uzun sürgün	41379	25.86	237.19	9.17	1411	809	717	138	0.1 (0.07)	0.33	0.02	0.14 (0.06)	0.27	0.04	0.07 (0.03)	0.18	0.03
	41444	20.87	130.12	6.24	772	290	428	148	0.14 (0.07)	0.28	0.02	0.15 (0.09)	0.36	0.03	0.05 (0.02)	0.10	0.02
	41444	32.04	217.84	6.80	1819	744	1009	251	0.11 (0.08)	0.29	0.00	0.1 (0.06)	0.26	0.02	0.05 (0.02)	0.10	0.03

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Rachel Rose MOLLMAN
Doğum Yeri	-
Doğum Tarihi	-
Uyruğu	<input type="checkbox"/> T.C. <input checked="" type="checkbox"/> Diğer: ABD
E-Posta Adresi	-

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	University of Arizona
Fakülte	College of Social and Behavioral Sciences
Bölümü	Department of Linguistics (Dilbilimi)
Mezuniyet Yılı	2009

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Biyoloji Anabilim Dalı
Programı	Botanik Programı

Makale ve Bildiriler

Çiftçi, A., Mollman, R., Yıldırım, H., ve Erol, O., 2021, Türkiye'nin Bazı Kayıp Çiğdem Taksonları Üzerine Gözlemler ve Yabani Türlerin Korunması Üzerine Bazı Görüşler, *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 8(3), 47-52.

Bostancı Ordu, P. İ., Çiftçi, A., Mollman, R., Yazıcı, C., Abudurusuli, A., Şık, L. ve Erol, O., 2021, Foliar anatomy of some *Prunus* L. subgen. *Cerasus* Mill.(Rosaceae) taxa, *Nordic Journal of Botany*, 39(6).

Ciftci, A., Harpke, D., Mollman, R., Yıldırım, H., & Erol, O., 2020, Notes on *Crocus* L. Series Flavi Mathew (Iridaceae) and a new species with unique corm structure, *Phytotaxa*, 430, 65-79.

|