

Kültür Marulu (*Lactuca sativa* L.) ile Yabani Akrabalarının Yaprak Mikromorfolojileri

Murat Erdem Güzel

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 53100, Rize, Türkiye
Botanic Garden and Botanical Museum Berlin, Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Str. 6–8, 14195, Berlin, Almanya

muraterdemguzel@hotmail.com

Geliş/Received: 22.01.2021 • Kabul/Accepted: 26.03.2021 • Yayın/Published Online: 29.04.2021

Öz: Kültür marulu (*Lactuca sativa* L.) dünya genelinde tüketilen ve ekonomik değere sahip otsu bir bitkidir. Bu türün birincil gen havuzunda yabancı *L. serriola* L., *L. aculeata* Boiss. & Kotschy, *L. azerbaijanica* Rech. f., *L. georgica* Grossh. ve *L. scarioloides* Boiss. yer alırken ikincil gen havuzunda ise *L. saligna* L. yer almaktadır. Bu çalışmada ekonomik öneminden dolayı çeşitli çalışmalara konu *L. sativa*'nın birincil ve ikincil gen havuzunda yer alan yabancı akrabalarının yaprak mikromorfolojilerinin ortaya konulması ve mikromorfolojik karakterlere dayalı akrabalık ilişkilerinin fenetik analizler yoluyla değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için çoklu örnekleme üzerinden türlere ait yaprakların karakter durumları belirlenmiş ve sayısal analizlere tabi tutulmuştur. Çalışılan diğer mikromorfolojik özellikler içerisinde en çok varyasyon epikutikular mum yoğunluğunda ve mum tipinde gözlenmiştir. Diğer taraftan epidermis hücrelerinin antiklinal ve periklinal (*L. georgica* hariç) çeperleri tür içerisinde kararlılık göstermektedir. Yaprak alt yüzeyindeki tüy durumu da *L. saligna* hariç tür içinde kararlılık göstermektedir. Mikromorfolojik verilere göre *L. sativa*'ya en yakın tür *L. saligna* olup epidermis hücrelerine ait antiklinal çeperin dalgah (undulat) olması iki türde paylaşılan ortak karakter durumudur. Elde edilen bu veriler ışığında epidermis hücrelerinin antiklinal-periklinal çeperleri ve tüy durumu *Lactuca* cinsi içerisinde sistematik çalışmalarda taksonlar arasında sınırları belirlemek için ayırt edici karakter olarak kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Asteraceae, epidermis çeper şekli, marul gen havuzu, mum

Leaf Micromorphology of Cultivated Lettuce (*Lactuca sativa* L.) and Its Wild Relatives

Abstract: Cultivated lettuce (*Lactuca sativa* L.) is an economically important weedy plant for human consumption at worldwide. The primary gene pool of *L. sativa* consists of wild *L. serriola* L., *L. aculeata* Boiss. & Kotschy, *L. azerbaijanica* Rech. f., *L. georgica* Grossh. and *L. scarioloides* Boiss. while *L. saligna* L. is in its secondary gene pool. *L. sativa* has been subjected to various studies due to its economic importance. This study aims to reveal leaf micromorphology of the taxa in the primary and secondary gene pool of *L. sativa* and determinate these relationships based on leaf micromorphological characters through phenetic analysis. In order to achieve these aims, character states of leaves belonging to the taxa were determined through multiple sampling and these data were subjected to analysis. The most variation was observed in density of epicuticular wax and wax type among the studied micromorphological characters. On the other hand the states of anticlinal and periclinal walls of epidermis cells are stable within the taxa (except *L. georgica*). Indumentum on abaxial leaf surface is also stable within the taxa except *L. saligna*. According to the micromorphological data, *L. saligna* is the closest species to *L. sativa* and undulate anticlinal wall of epidermis cells is shared common character state for both taxa. In the light of these findings, anticlinal-periclinal walls of epidermis cells and indumentum can be used as distinctive characters to determine the boundaries between taxa in systematic studies in *Lactuca*.

Key words: Asteraceae, epidermis wall shape, lettuce gene pool, wax

GİRİŞ

Marul (*Lactuca sativa* L.) dünya genelinde kültüre edilerek tüketilen ve ekonomik değere sahip otsu bir bitkidir. Bu tür Cichorieae Lam. & DC. oymağı (Asteraceae) altında yer alan Lactucinae Dumort altoymağı içinde incelenmektedir (Bremer 1994; Kilian vd., 2009a; Kilian vd., 2009b). *L. sativa*'nın genelde yaprakları tüketilmesine rağmen Çin ve Mısır'da gövdesinin de tüketildiği rapor edilmiştir (Van Treuren vd., 2018). Kültür marulu günümüzde doğada mevcut olmayan bir türdür. Ortaya çıkmasıyla ilgili üç teori öne sürülmüştür: (1) yabani *L. sativa* formundan (2) doğrudan *L. serriola* L.'nin sonraki nesillerinden (3) farklı türlerin melezleşmelerinden köken almıştır (Lindqvist, 1960). Bu teorilere rağmen *L. sativa* günümüzde taksonomik olarak geçerliliği kabul edilen bir türdür. Ekonomik öneminden dolayı *L. sativa* ve yabani olarak doğada bulunan yakın ilişkili taksonlar farklı çalışmalara konu olmuştur. Özellikle yeni marul varyetelerinin üretilmesi için yakın ilişkili taksonlarla melezleme çalışmaları yapılmaktadır (Zhang vd., 2007; Schwember ve Bradford, 2010). Bu çalışmalar sonucu her yıl Avrupa'da piyasaya yüzden fazla yeni varyete sunulmaktadır (Van Treuren vd., 2008). Dünya genelinde üzerinde tartışmalar devam etse de (Kilian vd., 2017; Güzel vd., 2021) 100 takson ile temsil edilen *Lactuca* L. cinsinde (Křístková vd., 2008) 20 taksonun marulun gen havuzunda olduğu düşünülmektedir (Van Treuren vd., 2012). Bu türlerin önemli bir kısmı ülkemizde de yayılış göstermektedir (Güzel vd., 2021). *L. serriola* (eşekhelvası) kültür marulunun birincil gen havuzunda yer alan ana türlerden biridir (Van Treuren vd., 2012). Bununla beraber *L. aculeata* Boiss. & Kotschy (mikirge), *L. azerbaijanica* Rech. f., *L. georgica* Grossh. (karıncamarulu) ve *L. scarioloides* Boiss. (meletomarulu) türleri de yine kültür marulunun birincil gen havuzunda yer alan türler arasında sayılmaktadır (Van Treuren vd., 2012). Kültür marulunun ikincil gen havuzunda ise *L. saligna* L. (delimarul) yer almaktadır. Sıralanan taksonlardan İran'da dar yayılışa sahip *L. azerbaijanica* hariç diğer taksonların kültür marulu ile yakın akraba oldukları moleküler verilerle ortaya konulmuştur (Güzel vd., 2021).

Yaprak mikromorfolojisi çalışmaları son yıllarda hem türlerin biyosistemantik özelliklerinin tespiti hem de sistemantik problemlerin çözümünde kullanılmaktadır. Asteraceae familyasında yaprak üzerinde yapılan mikromorfolojik çalışmalar daha çok tüyler ve yüzey süsleri üzerinde gerçekleştirilmiştir (Rojas-Leal vd., 2017). Bu çalışmalardan elde edilen bulgular Asteraceae familyasında yakın türleri karşılaştırmak (Kodak vd., 2017) veya türlerin biyosistemantik özelliklerini ortaya koymak için (Ashafa vd., 2008; Chwil vd., 2015) kullanılmıştır.

Bu çalışmada ekonomik öneme sahip *L. sativa*'nın ve birincil-ikincil gen havuzunda yer alan ata taksonların (*L. azerbaijanica* hariç) yaprak mikromorfolojisinin ortaya konulması ve fenetik analizler yoluyla aralarındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında kullanılan bitki materyalleri Karadeniz Teknik Üniversitesi Biyoloji Bölümü Herbariumu (KTUB)'nda saklanan bitki örneklerinden temin edilmiştir. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) çalışmaları kapsamında 6 taksona ait yaprak örnekleri kullanılmıştır. Örneklemelerin her bir taksondan en az 2 popülasyona ait olmasına özen gösterilmiştir. *L. serriola* ise çok geniş alanlarda ve farklı ekolojik şartlarda yayılış gösterdiği için 10 popülasyondan örneklenmiştir. *L. azerbaijanica* sadece tip lokalitesinden ([Iran] "W: Azerb.: Kaleybar) bilindiği ve toplanamadığı için çalışmaya dahil edilememiştir. Çalışma kapsamında kullanılan örneklerin ayrıntılı toplama bilgileri Türkçe adlarıyla birlikte aşağıda belirtilmiştir.

L. aculeata (Mikirge): **Elazığ:** Pertek yolu, Pertek'e 20 km kala, Salkaya girişi, yol kenarı yamaçlar, yumuşak toprak, 999 m, K 38 18, D 038 13, 24 vii 2015, *Coşkunçelebi & Güzel 424* (KTUB). **Hakkari:** Taşbaşı köyü-Çukurca arası, 964 m, K 37 23, D 43 30 25 vii 2018, *Coşkunçelebi & Güzel 884* (KTUB). **Karaman:** Ermenek yolu, Ermenek'e 65 km kala, yol kenarı, 888 m, K 36 54, D 33 03, 08 vii 2018, *Coşkunçelebi & Güzel 869* (KTUB).

L. georgica (Karınca marulu): **Amasya:** Kırklar Dağı, Amasya Kalesi yolu, *Pinus* sp. altları, 599 m, K 40 39, D 35 49, 12 vii 2015, *Coşkunçelebi & Güzel 406* (KTUB); **Giresun:** Tamdere, Karınca, taşlık alanlar, 1362 m, K 40 33, D 038 21, 7 vii 2013, *Coşkunçelebi & Güzel 84* (KTUB); **Torul,** Gümüştüğ köyü, işlenmiş toprak, 1790 m, K 40 26, D 39 08, 01 ix 2018, *Coşkunçelebi & Güzel 937* (KTUB).

L. saligna (Deli marul): **Edirne:** Trakya Üniversitesi kampüsü, yol kenarı, 59 m, K 41 38, D 26 36, 5 viii 2015, *Coşkunçelebi & Güzel 446* (KTUB). **Erzurum:** Kop Dağı Geçidi, yol kenarı, 2370 m, K 40 10, D 40 31, 18 viii 2013, *Coşkunçelebi & Güzel 89* (KTUB). **Trabzon:** Konaklar Mahallesi, duvar dipleri, 50 m, K 41 10, D 39 34, 08 x 2013, *Coşkunçelebi & Güzel 160* (KTUB).

L. sativa (Marul): **Rize:** Pazar, Suçatı Köyü, kültüre alan, 23 vii 2017, *Coşkunçelebi & Güzel 639* (KTUB). **Trabzon:** Karadeniz Teknik Üniversitesi, Kanuni kampüsü çıkışı D kapısı, Kültüre ortam, 70 m, K 40 59, D 39 46, 04 vii 2013, *Coşkunçelebi & Güzel 25* (KTUB).

L. scarioloides (Meleto marulu): **Bingöl:** Karlıova, Göynük köyü üstleri, akan dere kenarı, 2036 m, K 39 07, D 40 53, 27 vii 2018, *Coşkunçelebi & Güzel 894b* (KTUB). **Bitlis:** Nemrut Dağı, Nemrut Gölü, Taşlık alanlar, *Populus* sp.

açıklıkları, 2263 m, K 38 38, D 042 14, 18 vii 2017, *Coşkunçelebi & Güzel* 618a (KTUB). **Tunceli:** Karaoğlan'dan Hozat'a giderken 17. km, *Quercus* sp. altları, 1926 m, K 39 11, D 039 14, 24 vii 2015, *Coşkunçelebi & Güzel* 428 (KTUB). **L. serriola** (Eşekhelvası): **Antalya:** Antalya-Akseki yolu, Gündoğmuş yol ayrımından 2-3 km sonra, orman açıklıkları, 241 m, K 36 46, D 31 44, 28 vii 2013, *Coşkunçelebi & Güzel* 53 (KTUB); Gündoğmuş, Geyik Dağı, Oğuz yay., 1421 m, 28 vii 2013, *Coşkunçelebi & Güzel* 55 (KTUB). **Artvin:** Borçka-Cankurtaran Geçidi, orman altı, 335 m, K 41 22, D 41 34, 29 viii 2013, *Coşkunçelebi & Güzel* 104 (KTUB); Kafkasör yolu, *Picea orientalis* altı, 1072 m, K 41 09, D 41 48, 10 ix 2013, *Coşkunçelebi & Güzel* 141 (KTUB). **Bayburt:** Bayburt Kalesi yolu, yol kenarı, ağaç altı, 1635 m, K 40 15, D 40 13, 27 vii 2013, *Coşkunçelebi & Güzel* 45a (KTUB); Bayburt Kalesi yolu, yol kenarı, ağaç altı, 1635 m, K 40 15, D 40 13, 27 vii 2013, *Coşkunçelebi & Güzel* 45b (KTUB). **Elazığ:** Pertek yolu, Pertek'e 20 km kala, Salkaya girişi, yol kenarı yamaçlar, yumuşak toprak, 999 m, K 38 18, D 038 13, 24 vii 2015, *Coşkunçelebi & Güzel* 425 (KTUB). **Hatay:** Kırıkhan, Ceyhanlı, taş duvar dibi, 311 m, K 36 33, D 036 22, 04 vii 2013, *Coşkunçelebi & Güzel* 30 (KTUB). **Kırklareli:** Demirköy yolu, Mahya Dağı, yol kenarı, 664 m, K 41 44, D 27 39, 6 viii 2015, *Coşkunçelebi & Güzel* 453 (KTUB). **Van:** Bahçesaray, Aprihaman Mahallesi, step, 1650 m, K 38 07, D 42 48, 04 ix 2013, *Coşkunçelebi & Güzel* 120 (KTUB).

SEM incelemesi için seçilen yapraklardan uygun büyüklüklerde (1 cm²) alınan parçalar herhangi bir ön işleme tabi tutulmadan alt yüzeyleri üst tarafa gelecek şekilde (Raei Niaki vd., 2019) üzerinde çift taraflı yapıştırıcı karbon bant bulunan staplar üzerine yerleştirilmiştir. Daha sonra stap üzerine yerleştirilen yapraklar SC502 Sputter Coater yardımıyla altınla kaplanarak SEM'de incelemeye hazır hale getirilmiştir. SEM incelemelerinde yapraklardan farklı büyütme (x250, x500 ve x2500) mikrograflar çekilmiştir. Bu mikrograflar incelenerek Barthlott (1998) ve Raei Niaki vd. (2019) dikkate alınarak karakter ve karakter durumları tespit edilmiştir (Tablo 1). Aynı taksona ait farklı popülasyonlarda değişik yaprak alt yüzeyi süsleme şekilleri olabilmeye ihtimali göz önüne alınarak karakter durumları popülasyon düzeyinde belirlenmiştir. Cins üzerindeki gözlemlere göre ve Raei Niaki vd. (2019) dikkate alınarak yaprak alt yüzeyinin daha çok veri sağlayacağı ön görüldüğünden yaprağın alt yüzeyi çalışılmıştır.

Tablo 1. İncelenen yaprak karakterleri-karakter durumları ve karakter durumlarına örnek mikrograflar.

Değişken	Karakter ve karakter durumları	Örnek mikrograflar
x1	Epikutikular mum yoğunlu (ince:0, orta:1, kalın:2)	ince: Şekil 13 orta: Şekil 1 kalın: Şekil 4
x2	Epikutikular mum tipi (film:0, kabuksu:1, yoğun-gevşek levhamsı:2, yıldızsı:3)	film: Şekil 13 kabuksu: Şekil 11 yoğun-gevşek levhamsı: Şekil 2 yıldızsı: Şekil 8
x3	Epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri (düz:0, dalgalı:1, sinuat:2)	düz: Şekil 4 dalgalı: Şekil 7 sinuat: Şekil 23
x4	Epidermis hücrelerinin periklinal çeperleri (düz-dışbükey:0, dışbükey:1)	düz-dışbükey: Şekil 3 dışbükey: Şekil 9
x5	Tüy durumu (tüysüz:0, sadece damarlar tüylü:1, tüm yüzey tüylü:2)	tüysüz: Şekil 11 sadece damarlar tüylü: Şekil 9 tüm yüzey tüylü: Şekil 1

Yaprak alt yüzeyine ait mikromorfolojik verilerden elde edilerek oluşturulan veri matrisi MVSP 3.1 (Kovach, 2007) paket programları kullanılarak analiz edilmiştir. Fenetik analizlere tabi tutulan ham veri seti biri iki durumlu (binary) dördü çok durumlu (multistate) olmak üzere toplam 5 karakter içermektedir.

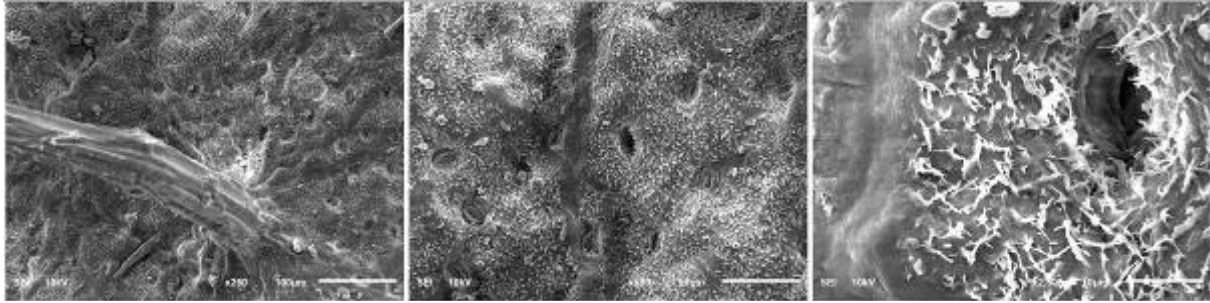
Veri seti Kümeleme Analizi (KA) ve Temel Bileşenler Analizi (TBA) olmak üzere iki tip analize tabi tutulmuştur. KA analizinde ilk olarak ham verilerden yararlanarak her türün diğer türlere (OTU=Operasyonel Taksonomik Ünite) olan uzaklığı (dissimilarity) hesaplanmıştır. Daha sonra bu mesafe verisi kullanılarak kümeleme analizlerinden en çok tercih edilen UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic) yöntemi ile en yakın olan türler belirlenerek sonuçlar fenogram haline dönüştürülmüştür. Çalışılan taksonların yaprak yüzey mikromorfolojisindeki değişimi en iyi açıklayan karakterleri belirlemek amacı ile TBA uygulanmıştır. Bunun için öncelikle ham veriler yerine onları en iyi şekilde temsil eden kovaryans değerleri hesaplanmıştır. Kovaryans değerleri kullanılarak her değişkeni en iyi tanımlayan Eigen vektörleri ve bu vektörlerin Eigen değerleri hesaplanmıştır (Podani, 1993). Son olarak çalışılan taksonlardaki varyasyonu en iyi açıklayan bileşenler ve değerleri, bu bileşenler üzerinde en etkili olan karakterler belirlenerek grafik olarak sunulmuştur.

BULGULAR

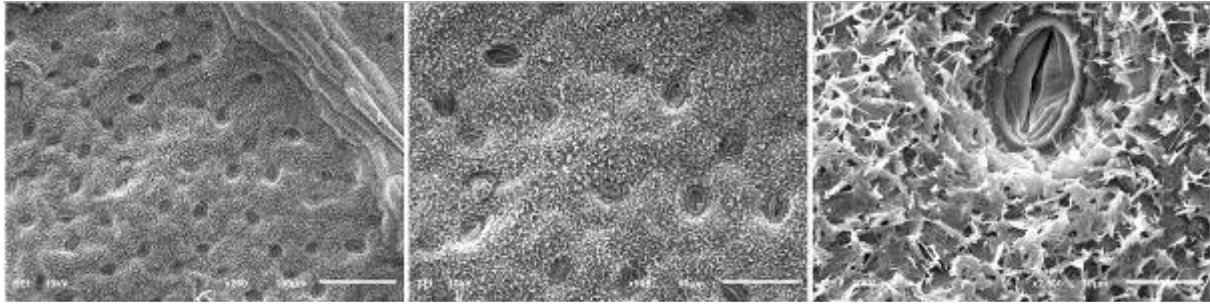
Mikromorfolojik Özellikler

L. sativa ve akraba taksonları üzerinde en az iki popülasyon kullanılarak 24 popülasyon üzerinden SEM çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda yaprak alt yüzeylerine ait tür düzeyinde betimler ve farklı büyütmelerde mikrograflar oluşturulmuştur (Şekil 1-24). Ayrıca Tablo 1’de yer alan karakterler belirlenerek fenetik analizlerde kullanılmak üzere yaprak mikromorfolojisi veri seti (Tablo 2) oluşturulmuştur.

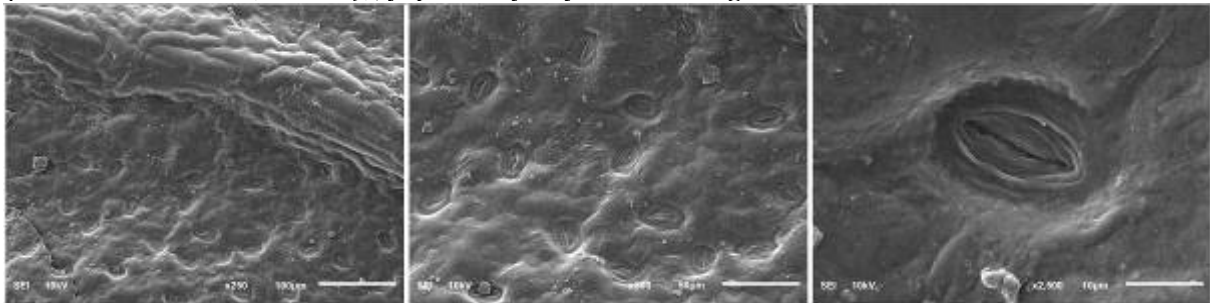
Çalışılan *Lactuca* cinsi üyelerine ait yaprak alt yüzeyi mikrografları (C&G= Coşkunçelebi & Güzel) aşağıda verilmiştir.



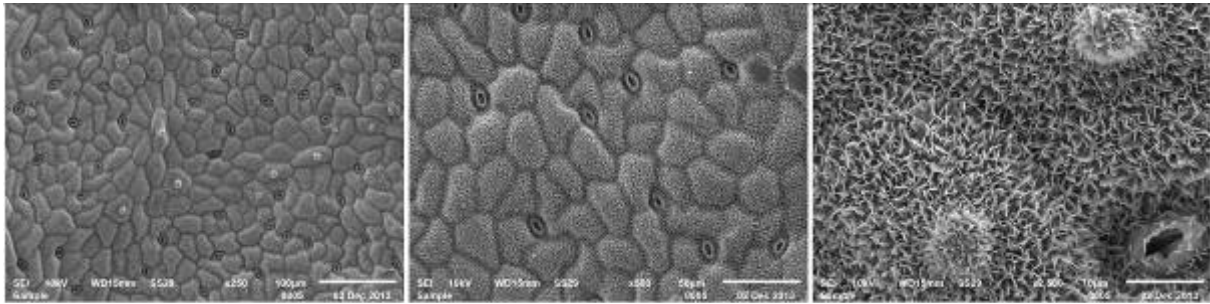
Şekil 1. *L. aculeata* (C&G 424), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



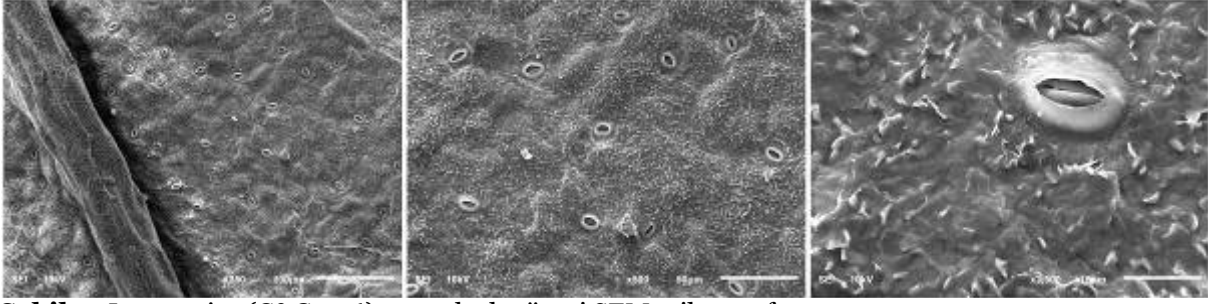
Şekil 2. *L. aculeata* (C&G 869), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



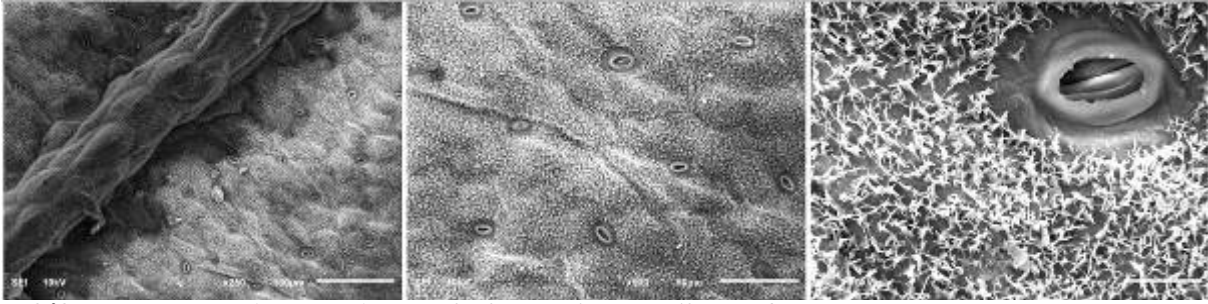
Şekil 3. *L. aculeata* (C&G 884), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



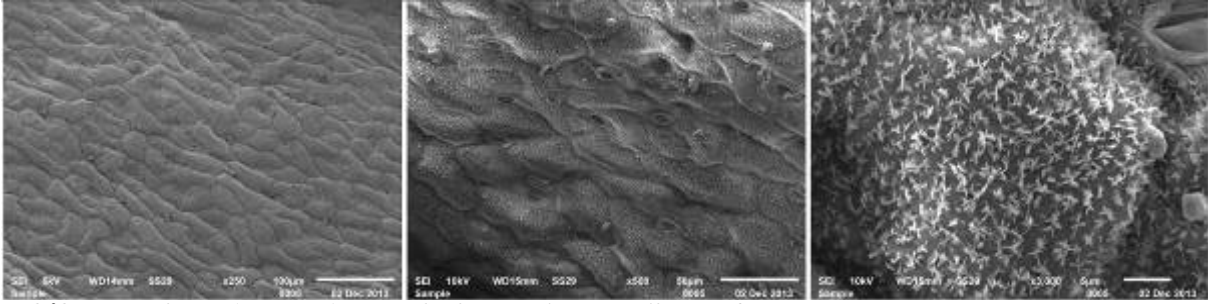
Şekil 4. *L. georgica* (C&G 84), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



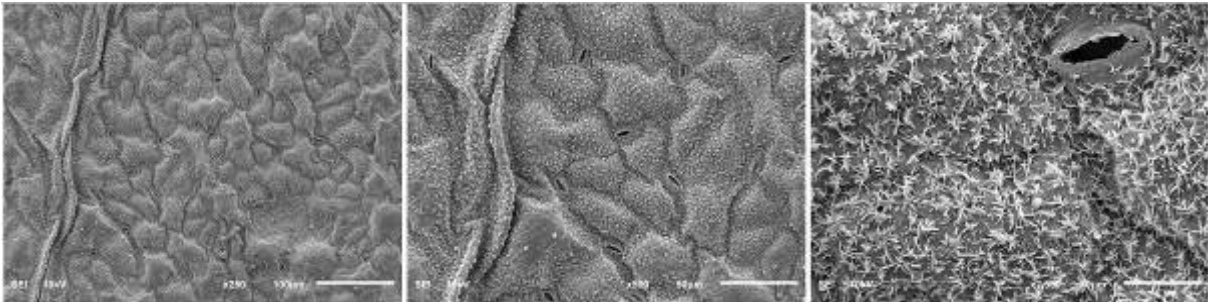
Şekil 5. *L. georgica* (C&G 406), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



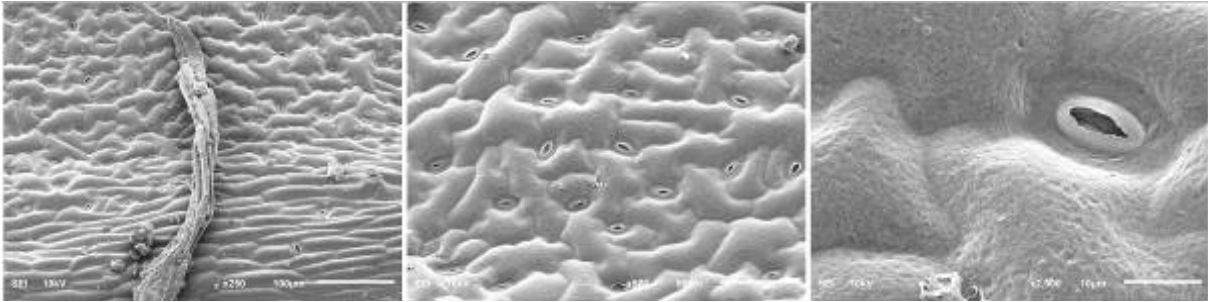
Şekil 6. *L. georgica* (C&G 937), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



Şekil 7. *L. saligna* (C&G 89), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



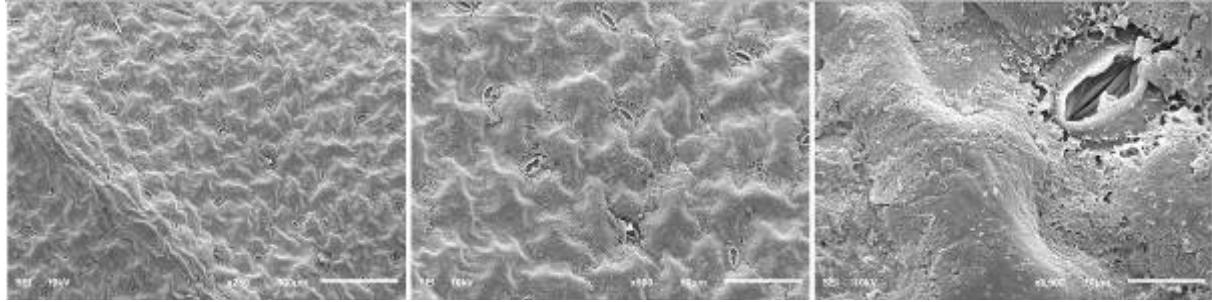
Şekil 8. *L. saligna* (C&G 160), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



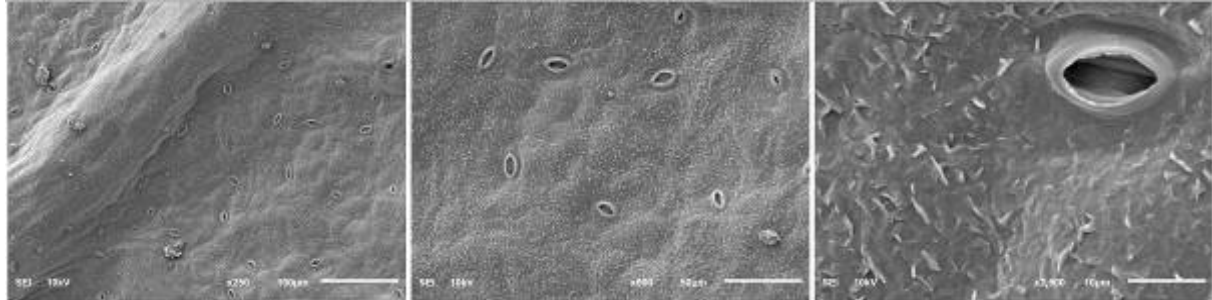
Şekil 9. *L. saligna* (C&G 446), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



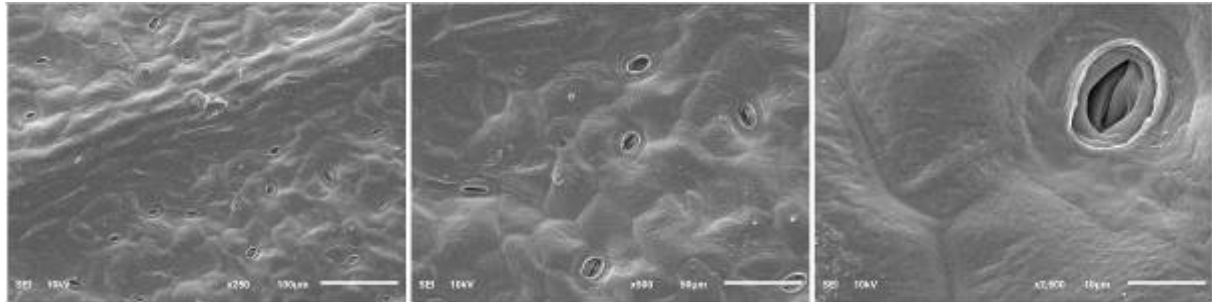
Şekil 10. *L. sativa* (C&G 25), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



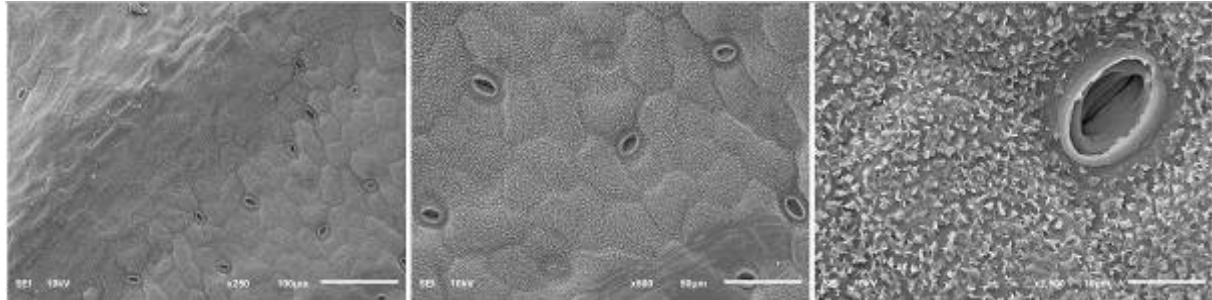
Şekil 11. *L. sativa* (C&G 639), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



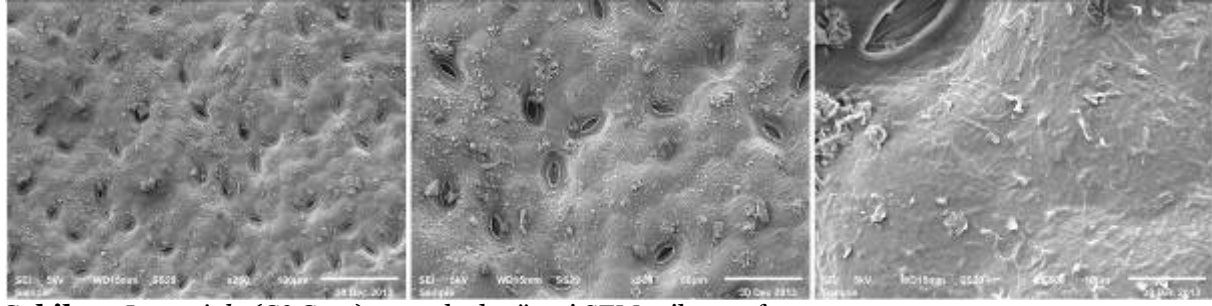
Şekil 12. *L. scarioloides* (C&G 428), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



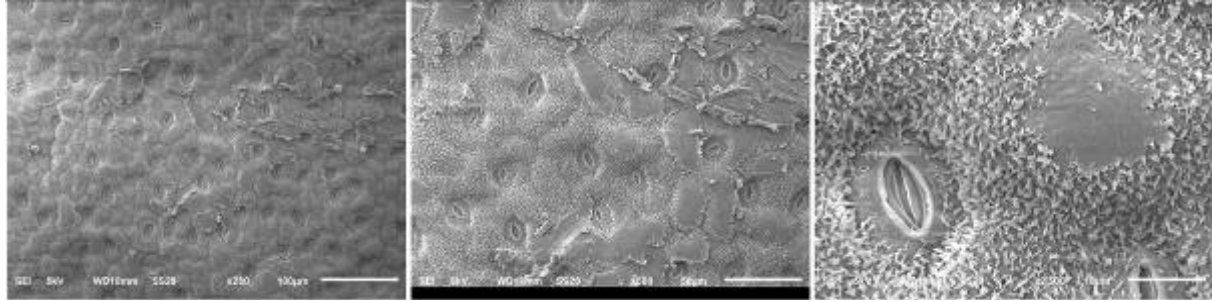
Şekil 13. *L. scarioloides* (C&G 618A), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



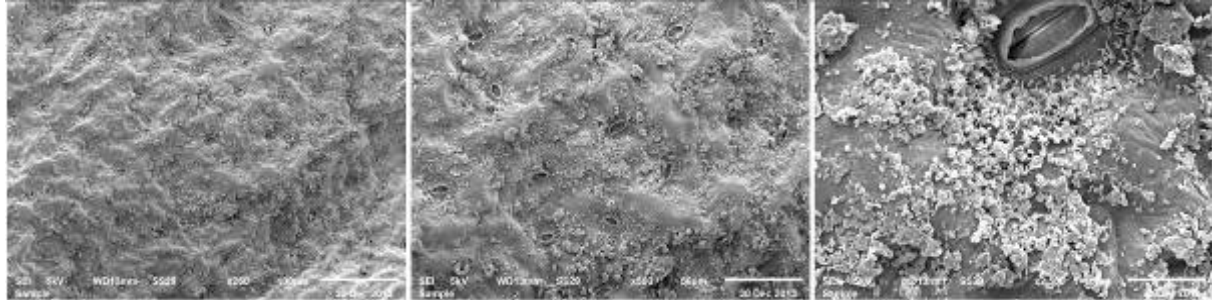
Şekil 14. *L. scarioloides* (C&G 894B), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



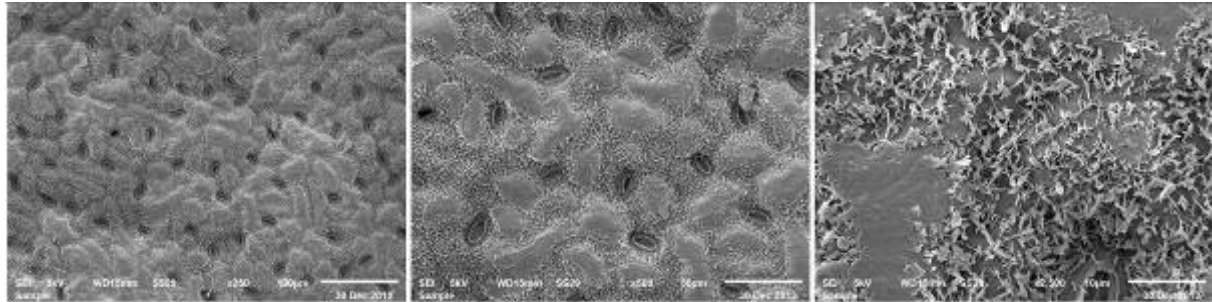
Şekil 15. *L. serriola* (C&G 30), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografı



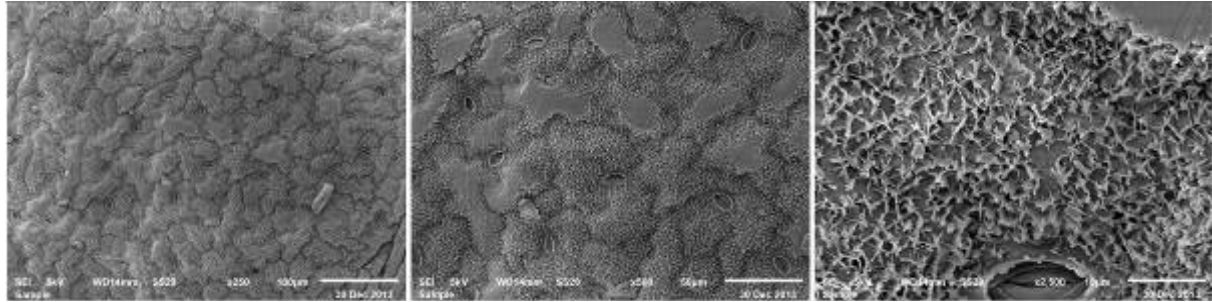
Şekil 16. *L. serriola* (C&G 45A), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografı



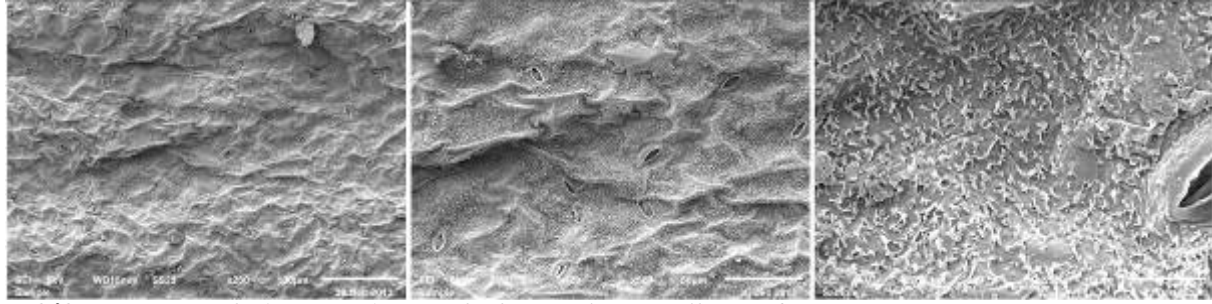
Şekil 17. *L. serriola* (C&G 45B), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografı



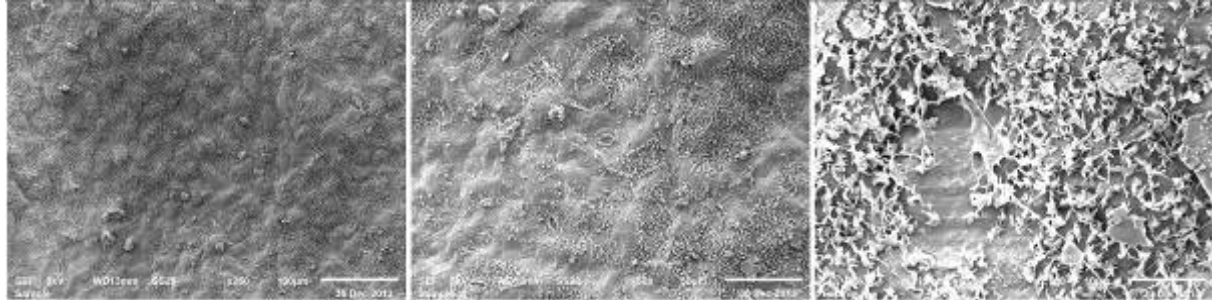
Şekil 18. *L. serriola* (C&G 53), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografı



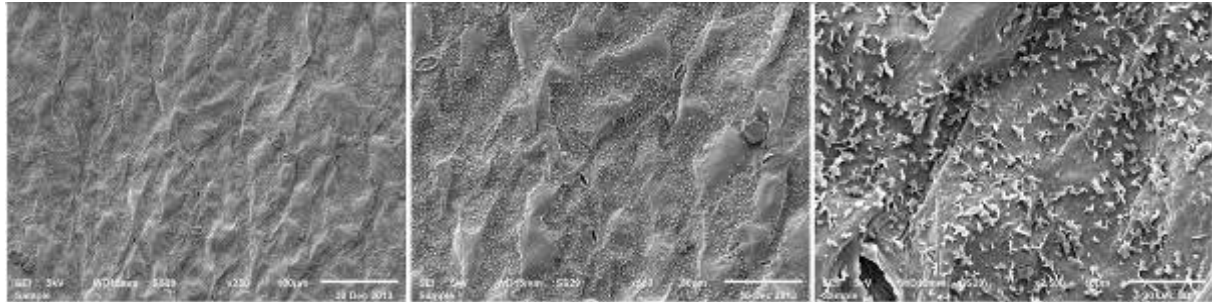
Şekil 19. *L. serriola* (C&G 55), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografı



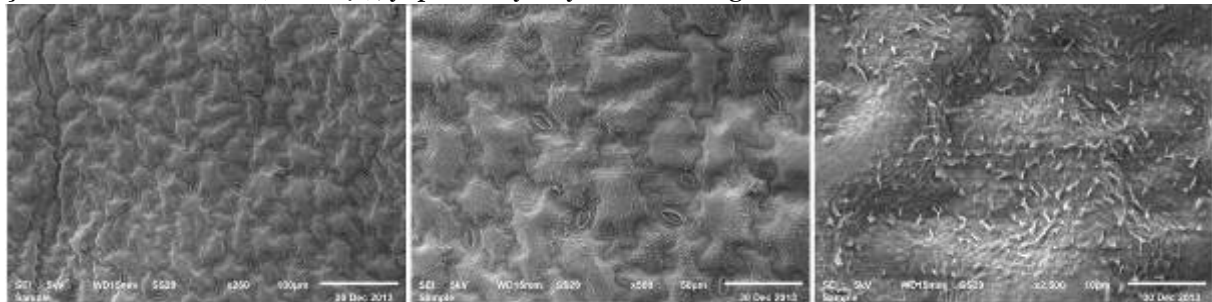
Şekil 20. *L. serriola* (C&G 104), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



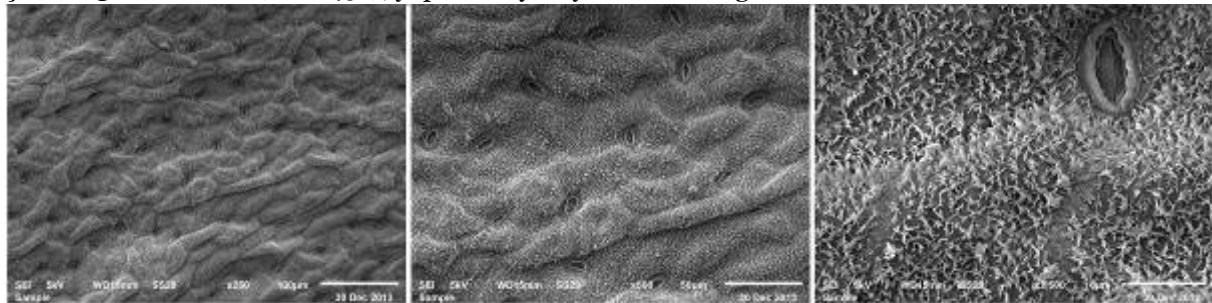
Şekil 21. *L. serriola* (C&G 120), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



Şekil 22. *L. serriola* (C&G 141), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



Şekil 23. *L. serriola* (C&G 452), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi



Şekil 24. *L. serriola* (C&G 453), yaprak alt yüzeyi SEM mikrografi

***L. aculeata*:** Yaprak alt yüzeyinde epikutikular mum orta veya kalın; film veya yoğun-gevşek levhamsı; epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri dalgalı; periklinal çeperleri düz-dışbükey; sadece damarlar tüylü.

***L. georgica*:** Yaprak alt yüzeyinde epikutikular mum orta veya kalın; yoğun-gevşek levhamsı; epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri düz; periklinal çeperleri düz-dışbükey veya dışbükey; tüysüz.

- L. saligna:** Yaprak alt yüzeyinde epikutikular mum ince, orta; film veya yıldızlı; epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri dalgalı; periklinal çeperleri dışbükey; tüysüz veya sadece damarlar tüylü.
- L. sativa:** Yaprak alt yüzeyinde epikutikular mum orta; kabuksu veya yıldızlı; epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri dalgalı; periklinal çeperleri düz-dışbükey; tüysüz.
- L. scarioloides:** Yaprak alt yüzeyinde epikutikular mum ince veya orta; film veya yoğun-gevşek levhamsı; epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri düz; periklinal çeperleri düz-dışbükey; tüysüz.
- L. serriola:** Yaprak alt yüzeyinde epikutikular mum orta; yoğun-gevşek levhamsı; epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri sinuat; periklinal çeperleri düz-dışbükey; sadece damarlar tüylü.

Tablo 2. Çalışılan taksonların yaprak alt yüzeyine ait mikromorfolojik veri seti.

Takson	Kısaltma	x1	x2	x3	x4	x5
<i>L. aculeata</i>	lacu424	1	2	1	0	2
	lacu869	2	2	1	0	2
	lacu884	1	0	1	0	2
<i>L. georgica</i>	lgeo84	2	2	0	1	1
	lgeo406	1	2	0	0	1
	lgeo937	1	2	0	0	1
<i>L. saligna</i>	lsal89	1	3	1	1	0
	lsal160	1	3	1	1	0
	lsal446	0	0	1	1	1
<i>L. sativa</i>	lsat25	1	3	1	0	0
	lsat639	1	1	1	0	0
<i>L. scarioloides</i>	lsca428	1	2	0	0	0
	lsca618A	0	0	0	0	0
	lsca894B	1	2	0	0	0
<i>L. serriola</i>	lser30	1	2	2	0	1
	lser45A	1	2	2	0	1
	lser45B	1	2	2	0	1
	lser53	1	2	2	0	1
	lser55	1	2	2	0	1
	lser104	1	2	2	0	1
	lser120	1	2	2	0	1
	lser141	1	2	2	0	1
	lser452	1	2	2	0	1
	lser453	1	2	2	0	1

Fenetik Analiz Sonuçları

Mikromorfolojik karakterler kullanılarak incelenen taksonlar arası varyasyonu açıklayan TBA analizi ile belirlenen bileşenlerin aldığı değerler Tablo 3'te, bu bileşenler üzerinde katkısı en yüksek olan karakterler ve aldığı değerler ise Tablo 4'de verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde toplam varyasyonun %80,9'unu ilk üç bileşen açıklamıştır. Bu ilk üç bileşenin aldığı değerler sırasıyla şöyledir: PC1 (%32,537), PC2 (%29,428) ve PC3 (%18,935).

PC1 üzerinde katkısı en yüksek olan ilk üç karakter sırasıyla epikutikular mum yoğunluğu (x1), tüy durumu (x5) ve epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri (x3)'dir. PC2 üzerinde katkısı en yüksek olan ilk üç karakter ise sırasıyla epikutikular mum tipi (x2), epidermis hücrelerinin periklinal çeperleri (x4) ve epikutikular mum yoğunluğu (x1)'dir. PC3 üzerinde katkısı en yüksek olan ilk üç karakter ise sırasıyla epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri (x3), tüy durumu (x5) ve epikutikular mum yoğunluğu (x1)'dir. Mikromorfolojik veri setine dayalı ilk iki bileşen üzerinde takson ve karakterlerin dağılımı (konumları) Şekil 25'de verilmiştir.

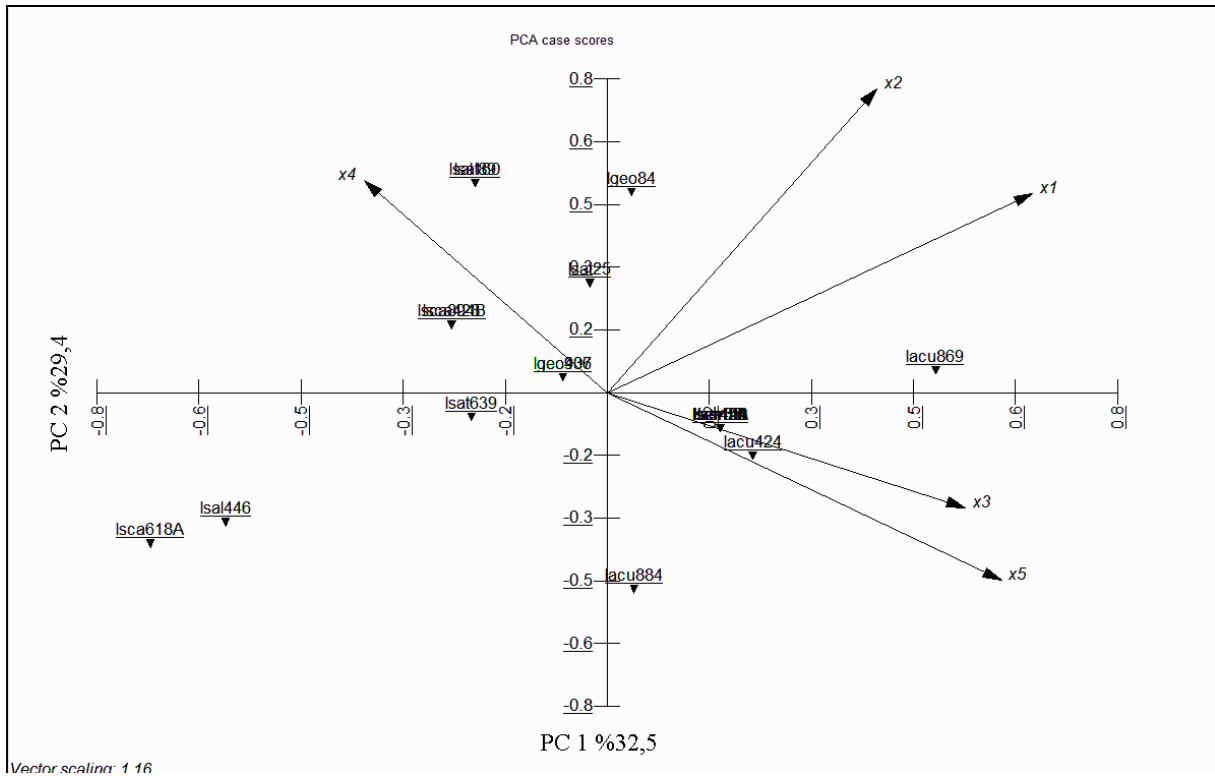
Tablo 3. Mikromorfolojik verilere göre TBA ile belirlenen yeni bileşenlerin Eigen değerleri.

Bileşen (PC)	Eigen Değeri	Eigen Değeri (%)	Toplam Eigen Değeri
PC1	1,627	32,537	32,537
PC2	1,471	29,428	61,966
PC3	0,947	18,935	80,9
PC4	0,76	15,208	96,108
PC5	0,195	3,892	100

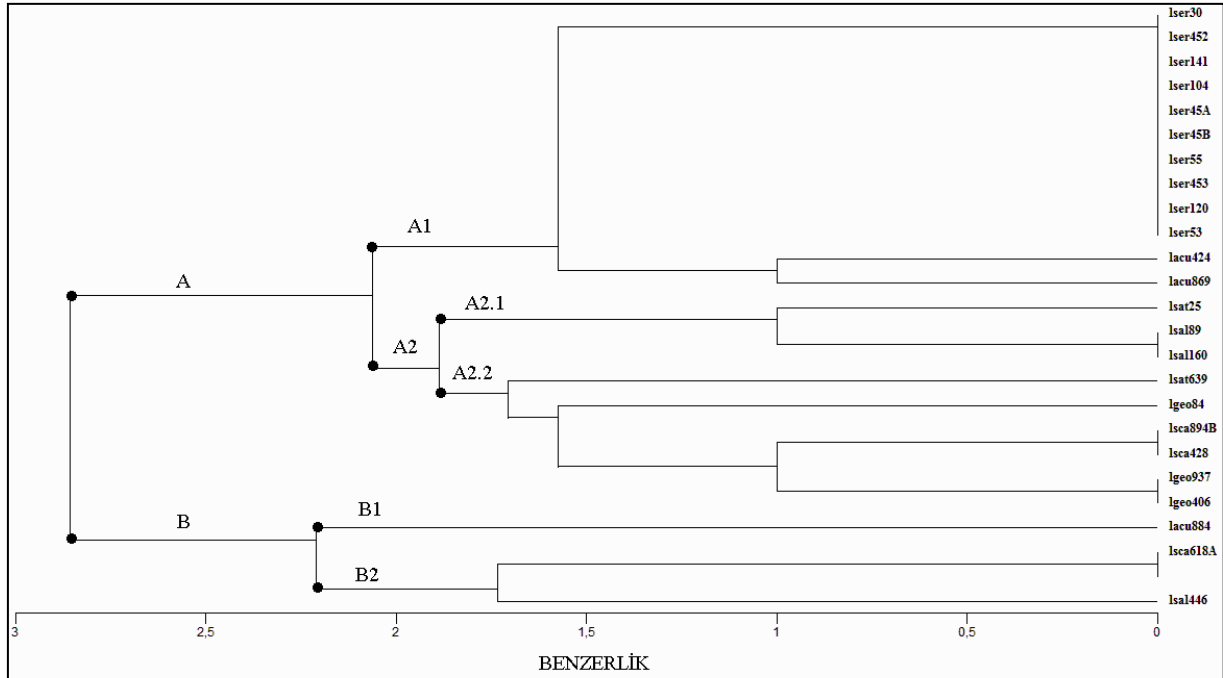
Yaprak mikromorfolojisine ait beş farklı karakter kullanılarak incelenen 6 taksona ait 24 popülasyonun benzerlik ilişkisi Şekil 26'da verilmiştir. Şekil 26 incelendiğinde aynı türe ait farklı popülasyonlar farklı dallarda bulunabilmektedir. Bu durum çalışılan türlere ait farklı popülasyonlarda mikromorfolojik karakter durumlarının farklılık gösterebilmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 4. Mikromorfolojik veri setlerine göre TBA ile belirlenen ilk beş temel bileşen (PC1, PC2, PC3, PC4) üzerinde karakterlerin Eigen değerleri.

Karakter/Bileşen	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
x1	0,551	0,419	0,42	-0,153	-0,566
x2	0,349	0,64	-0,368	-0,1	0,568
x3	0,463	-0,242	-0,609	0,505	-0,318
x4	-0,315	0,446	0,249	0,8	-0,007
x5	0,511	-0,395	0,505	0,269	0,506



Şekil 25. Mikromorfolojik veri setine göre hesaplanan ilk iki temel bileşene (PC) göre incelenen taksonların ve karakterlerin dağılımı, grafikteki karakterlerin açılımı Tablo 1'de ve kısaltmaların açılımı Tablo 2'de yer almaktadır.



Şekil 26. Mikromorfolojik veri setine göre taksonlar arasındaki benzerliği gösteren UPGMA dendrogramı (r_{cs} : 0,78), dendrogramdaki kısaltmaların açılımı Tablo 2’de yer almaktadır.

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Daha önce Lactucinae altoymağı üzerinde yapılan morfolojik (Kirpicznikov, 1964; Jeffrey, 1975; Ferakova, 1976; Zohary, 1991; Güzel, 2018) ve moleküler (Koopman vd., 1998; Wang vd., 2013; Kilian vd., 2017; Güzel vd., 2021) çalışmalarda *L. sativa*’nın gen havuzunda yer alan taksonların akrabalık ilişkileri ortaya konulmuştur. Kültür marulunun birincil ve ikincil gen havuzunda yer alan türler uzun-ince (filiform) gagaya ve her bir yüzeyde birbirine eş 6–10 sırt çizgisine sahip akenleriyle (Kirpicznikov, 1964; Jeffrey, 1975; Ferakova, 1976) *Lactuca* cinsi içerisinde farklılaşırlar.

Kültür marulunun birincil gen havuzunda yer alan ana türlerden biri olan *L. serriola*’ya ait bütün örnekler (10 populasyon) A1 kolunda (Şekil 26) yer almaktadır. Bu durum *L. serriola*’nın farklı ekolojik şartlarda yetişebilmesine rağmen yaprak mikromorfolojisi açısından kararlı olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan *L. serriola* akenleri üzerinde Avrupa kıtasında yapılan farklı iki çalışmada (Novotná vd., 2011; Eva vd., 2014) akenlerin boyunun ve eninin farklı eko-coğrafik şartlardan anlamlı olarak etkilendiği rapor edilmiştir. Fakat Eva vd. (2014) sırt çizgi sayısının, gaga boyunun, disk çapının ve papus boyunun farklı eko-coğrafik şartlarda anlamlı olarak değişmediğini rapor etmişlerdir. Eva vd. (2014)’nin generatif bir yapı olan aken üzerindeki tespitleri ile benzer şekilde vejetatif bir yapı olan yaprak alt yüzeyinin *L. serriola*’da farklı ekolojik şartlardan önemli derecede etkilenmediği tespit edilmiştir. Bununla beraber *L. serriola*’da özellikle yaprak morfolojisinin yapılan arazi gözlemlerinde oldukça değiştiği gözlenmiştir. Hem morfolojik hem moleküler (Güzel vd., 2021) verilere göre *L. serriola* ile iç içe girebilen ve aralarında doğal melezleşmelerin olduğu *L. aculeata*’nın (Beharav vd., 2010) farklı populasyonları (Iacu884 hariç) yine A1 dalında yer almaktadır. Yaprak, aken ve çiçek kurulu yapısıyla *L. serriola*’dan ayrılan *L. aculeata* yaprak mikromorfolojisi bakımından yine farklılık göstermiştir. Bu morfolojik özelliklerine ilave olarak *L. aculeata* kimyasal içeriği bakımından da diğer yakın ilişkili türlerden ayrılmaktadır (Michalska vd., 2009). Fakat Iacu884 nolu örnekte (Şekil 3) epikutikular mum yoğunluğunun orta kalınlıkta ve tipinin film olmasıyla diğer *L. aculeata* ve *L. serriola* populasyonlarından ayrılarak B kolunda (Şekil 26) yerleşmiştir. Bu durum epikutikular mum yapısının *L. aculeata*’da çevresel şartlardan etkilendiğini göstermektedir.

Ekonomik özelliğiyle dikkat çeken *L. sativa* ise *L. saligna*, *L. georgica* ve *L. scarioloides* ile beraber A2 kolunda yer almıştır. *L. sativa*’ya ait populasyonlar çalışılan beş mikromorfolojik özelliğin dördü bakımından tam benzerlik gösterirken epikutikular mum tipi (film veya yıldız) bakımından farklılık göstermişlerdir (Tablo 2). Sadece bu karakterdeki farklılıktan dolayı UPGMA dendrogramında (Şekil 26) *L. sativa*’ya ait bir populasyon (Isat25, Ek 2-Şekil 10) A2.1 dalında diğer populasyon (Isat639, Şekil 11) ise A2.2 dalında yer almıştır. Mikromorfolojik verilere göre *L. sativa*’ya en yakın tür ise *L. saligna* olmuştur ve epidermis hücrelerin antiklinal çeperlerinin dalgalı olması her iki türde paylaşılan ortak karakter durumudur (Tablo 2). *L. sativa* ve *L. saligna* arasındaki bu yakın ilişki her iki tür arasında gen akışının mümkün olabilmesinden kaynaklanabilir. Diğer taraftan *L. saligna*’ya ait bir

popülasyon (Isal446, Şekil 9) epikutikular mum yoğunluğunun ince, tipinin film ve yaprağın tüysüz olmasıyla diğer *L. saligna* popülasyonlardan farklılık göstererek B kolunda yer almıştır (Şekil 26).

Geniş ve siyah akenleriyle karakterize edilen (Jeffrey, 1975; Güzel, 2018) ve moleküler verilere göre *L. scarioloides* ile yakın ilişkili (Güzel vd., 2021) olan *L. georgica*'ya ait çalışılan popülasyonların tamamı A2.2 dalında yer almaktadır. Bununla beraber lgeo84 (Şekil 4) popülasyonu epikutikular mum yoğunluğu ve epidermis hücrelerinin periklinal çeperleri bakımından diğer *L. georgica* popülasyonlarından kısmen farklılaşarak yine A2.2 dalının alt dallarında yerleşmiştir. Önemli olarak lgeo84 (Şekil 4) popülasyonunda bazı epidermis hücrelerinin üzerinde dışa doğru çıkıntılar tespit edilmiştir. Bu çıkıntılar *L. sativa*'nın birincil ve ikincil gen havuzunda yer alan diğer taksonlarda ise gözlenmemiştir. Bu popülasyona ait herbaryum örnekleri morfolojik ve moleküler (Güzel vd., 2021) özellikleri açısından da incelenmiştir. Ancak diğer *L. georgica* popülasyonlarından farklı bir özellik tespit edilmemiştir. Uzun dilsî çiçekleri ve küme oluşturan habitusuyla (Jeffrey, 1975; Güzel, 2018) *L. sativa*'nın gen havuzundaki diğer türlerden ayrılan *L. scarioloides* yaprak mikromorfolojik özellikleri bakımından moleküler verilerle (Güzel vd., 2021) uyumlu olarak *L. georgica* ile benzeşmektedir. *L. scarioloides*'e ait popülasyonların tamamı lsa618A (Şekil 13) hariç A2.2 dalında yerleşmiştir. Bu popülasyon (lsa618A) epikutikular mum yoğunluğunun ince ve tipinin film olmasıyla diğer *L. scarioloides* ve *L. georgica* popülasyonlarından ayrılarak B kolunda (26) yer almıştır.

L. sativa'nın gen havuzunda yer alan türlerin yaprak mikromorfolojik özellikleri bir bütün olarak göz önüne alındığı zaman en çok varyasyonun epikutikular mum yoğunluğu ve mum tipinde (Tablo 1, x1 ve x2) olduğu gözlenmiştir. Bu karakterler bazen tür içinde bile farklılık gösterebilmektedir. Epikutikular mum, abiyotik strese maruz kalan bitkileri korumaktadır ve çevresel şartlara göre değişkenlik gösterebilmektedir (Shepherd ve Griffiths, 2006). Dolayısıyla *Lactuca* cinsi içerisinde epikutikular mum yoğunluğunun ve mum tipinin sistematik çalışmalarda taksonlar arasında sınırları belirlemek için ayırt edici karakter olarak kullanılamayacağı söylenebilir. Diğer taraftan epidermis hücrelerinin antiklinal ve periklinal (lgeo84 hariç) çeperleri (Tablo 1, x3 ve x4) tür içerisinde kararlılık göstermektedir. Yaprak alt yüzeyindeki tüy durumu (Tablo 1, x5) da *L. saligna*'nın bir popülasyonu (Isal446) hariç tür içinde kararlılık göstermektedir. Elde edilen bu veriler ışığında epidermis hücrelerinin antiklinal-periklinal çeperleri ve tüy durumu *Lactuca* cinsi içerisinde sistematik çalışmalarda taksonlar arasında sınırları belirlemek için ayırt edici karakter olarak kullanılabilir.

TEŞEKKÜR

Çalışmada kullanılan yaprak materyallerinin incelenen türlere ait örneklerden temin edilmesine izin veren, aynı zamanda makalenin gelişmesine katkıda bulunan Dr. Kamil COŞKUNÇELEBİ'ye ve çalışmanın yapılması sırasında maddi destek sağlayan TÜBİTAK-BİDEB'e (2218–Yurt İçi Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı) ve çalışmanın yürütülmesinde mekan ve bilimsel destek sağlayan Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi'ne ve Dr. Serdar MAKBUL'e teşekkür ederim. Ayrıca makalenin son halini almasına katkı sağlayan editöre ve iki hakeme teşekkür ederim.

KAYNAK LİSTESİ

- Ashafa, A.O.T., Grierson, D.S. ve Afolayan, A.J. (2008). Foliar micromorphology of *Felicia muricata* Thunb., A South African medicinal plant. *Pak J Biol Sc.* 11: 1713–1717.
- Barthlott, W., Neinhuis, C., Cutler, D., Ditsch, F., Meusel, I., Theisen, I. ve Wilhelmi, H. (1998). Classification and terminology of plant epicuticular waxes. *Bot. J. Linn. Soc.* 126: 237–260.
- Beharav, A., Ben-David, R., Doležalová, I. ve Lebeda A. (2010). Eco-geographical distribution of *Lactuca aculeata* natural populations in northeastern Israel. *Genet Resour Crop Evol* 57: 679–686. <https://doi.org/10.1007/s10722-009-9503-6>.
- Bremer, K. (1994). *Asteraceae. Cladistics And Classification*. Timber Press, Portland, Oregon.
- Chwil, M., Krawiec, M., Krawiec P. ve Chwil S. (2015). Micromorphology of the epidermis and anatomical structure of the leaves of *Scorzonera hispanica* L. *Acta Soc. Bot. Pol.* 84 (3): 357-367.
- Eva, K., Lebeda, A., Novotná, A., Doležalová, I. ve Berka, T. (2014). Morphological variation of *Lactuca serriola* L. achenes as a function of their geographic origin. *Acta Botanica Croatica* 73 (1): 1-19. <https://doi.org/10.2478/botcro-2013-0020>
- Ferakova, V. (1976). *Lactuca* L. Şu eserde: Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. ve Webb, D.A (edlr.), *Flora Europaea* 4. Cambridge University Press, Cambridge.
- Güzel, M.E. (2018). *Çeşitlilik Merkezi GB Asya Olan Lactucinae (Asteraceae) Alttribusunun Türkiye Odaklı Biyosistemik Revizyonu, Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Güzel, M.E., Coşkunçelebi, K., Kilian, N., Makbul, S. ve Gültepe, M. (2021). "Phylogeny and systematics of the Lactucinae (Asteraceae) focusing on their SW Asian centre of diversity". *Plant Syst Evol* 307, 7. <https://doi.org/10.1007/s00606-020-01719-y>.

- Jeffrey, C. (1975). *Lactuca* L., *Cephalorrhynchus* Boiss., *Cicerbita* Wallr., *Mulgedium* Cass., *Mycelis* Cass., *Scariola* F.W. Schmidt, *Steptorhamphus* Bunge ve *Prenanthes* L. Şu eserde: Davis, P.H. (ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* 5: 764–783. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.
- Kilian, N., Gemeinholzer, B. ve Lack, H., W. (2009a). Tribe Cichorieae. Şu eserde: Funk, V., A, Susanna, A., Stuessy, T. ve Bayer, R. (edlr.), *Systematics, Evolution and Biogeography of the Compositae* 343–383. IAPT, Vienna.
- Kilian, N., Hand, R., ve Raab-Straube E., von (edlr). (2009b). Cichorieae Systematics Portal, <http://cichorieae.etaxonomy.net/portal/> (erişim tarihi: 20.08.2020).
- Kilian, N., Sennikov, A., Wang, Z., H., Gemeinholzer, B. ve Zhang, J. V. (2017). Sub-paratethyan origin and middle to late miocene principal diversification of the lactucinae (Compositae: Cichorieae) inferred from molecular phylogenetics, divergence-dating and biogeographic analysis. *Taxon* 66: 675–703.
- Kirpicznikov, M.E. (1964). Compositae. Şu eserde: Bobrov, E.G. ve Tzevlev, N.N. (edlr.) *Flora of the USSR* 29: 255-355. Nauka, Moscow.
- Křístková, E., Doležalová, I., Lebeda, A., Vinter, V. ve Novotná, A. (2008). Description of morphological characters of lettuce (*Lactuca sativa* L.) genetic resources. *Hort. Sci. (Prague)* 35: 113-129.
- Kodak, E., Erdogan, I, Bani, B., Sahin, A.A. ve Pinar, N.M. (2017.) Leaf micromorphology of some *Tanacetum* L. (Asteraceae) taxa in Turkey. *GUJ Sci* 30(4): 30-41.
- Koopman, W.J.M., Guetta, E., Van De Wiel, C.C.M., Vosman, B. ve Van Den Berg, R.G. (1998). phylogenetic relationships among *Lactuca* (Asteraceae) species and related genera based on ITS-1 DNA Sequences, *Am. J. Bot.* 85: 1517-1530.
- Kovach, W.L. (2007). MVSP - A multivariate statistical package for windows, ver. 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.
- Lindqvist, K. (1960). On the origin of cultivated lettuce. *Hereditas* 46: 319-350.
- Michalska, K., Stojakowska, A., Malarz, J., Doležalová, I., Lebeda, A. ve Kisiel, W. (2009). Systematic implications of sesquiterpene lactones in *Lactuca* species. *Biochem Syst Ecol.* 37:174–179. doi:10.1016/j.bse.2009.02.001.
- Novotná, A., Doležalová, I., Lebeda, A., Kršková, M. ve Berka, T. (2011). Morphological variability of achenes of some European populations of *Lactuca serriola* L. *Flora* 206:473–483.
- Podani, J. (1993). *Multivariate Data Analysis in Ecology and Systematic: A Metodological Guide to Syn-Tax* 5.0 Package, SPB Academic Publishing, Netherlands.
- Raei Niaki, N., Attar, F., Mirtadzadini, M., Mahdigholi, K. ve Sheidai, M. (2019). Micromorphological studies of leaf epidermis on the genus *Cotoneaster* Medik in Iran and its implication. *Nordic Journal of Botany* 37 (2).
- Rojas-Leal, A., Villaseñor, J.L. ve Terrazas, T. (2017). Tricommas foliares en *Senecio* sección *Mulgediifolii* (Senecioneae, Asteraceae). *Acta Botanica Mexicana* 119: 69-78.
- Schwember, A.R. ve Bradford, K.J. (2010) Quantitative trait loci associated with longevity of lettuce seeds under conventional and controlled deterioration storage conditions. *Journal of experimental botany* 61:4423-4436
- Shepherd, T. ve Wynne Griffiths, D. (2006). The effects of stress on plant cuticular waxes. *New Phytol* 171(3):469-99. doi: 10.1111/j.1469-8137.2006.01826.x. PMID: 16866954.
- Van Treuren, R., van Hintum, T.J.L. ve van de Wiel, C.C.M. (2008). Marker-assisted optimization of an expert-based strategy for the acquisition of modern lettuce varieties to improve a genebank collection. *Genet* 55: 319–330.
- Van Treuren, R., Coquin, P., ve Lohwasser, U. (2012). Genetic resources collections of leafy vegetables (lettuce, spinach, chicory, artichoke, asparagus, lamb's lettuce, rhubarb and rocket salad): Composition and gaps. *Genet* 59: 981–997.
- Van Treuren, R., van Eekelen, H.D.L.M., Wehrens, R. ve de Vos, R.C.H. (2018). Metabolite variation in the lettuce gene pool: towards healthier crop varieties and food. *Metabolomics* 14: 146. <https://doi.org/10.1007/s11306-018-1443-8>
- Wang, Z.H., Peng, H. ve Kilian, N. (2013). Molecular Phylogeny of the *Lactuca* Alliance (Cichorieae Subtribe Lactucinae, Asteraceae) with Focus on Their Chinese Centre of Diversity Detects Potential Events of Reticulation and Chloroplast Capture. *Plos One* 8 (12): 1-20.
- Zhang, F.Z., Wagstaff, C., Rae, A.M., Sihota, A.K., Keevil, C.W., Rothwell, S.D., Clarkson, G.J., Michelmore, R.W., Truco, M.J., Dixon, M.S. ve Taylor, G. (2007) QTLs for shelf life in lettuce co-locate with those for leaf biophysical properties but not with those for leaf developmental traits. *Journal of Experimental Botany* 58:1433-1449.
- Zohary, D. (1991). The wild genetic resources of cultivated lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Euphytica* 53: 31–35.