



## Farklı Yetiştirme Koşullarında Yetişen Bazı Odunsu Türlerde Yaprak Mikromorfolojik Karakterlerinin Değişimi

Muhammet YARDIMCI<sup>1</sup>, Nurcan YİĞİT<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kastamonu/Türkiye

<sup>2</sup> Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kastamonu/Türkiye

\*E-mail: nyigit@kastamonu.edu.tr

### Makale Bilgisi :

Geliş:

25/07/2024

Kabul Ediliş:

06/08/2024

### Anahtar Kelimeler:

- Stoma
- Fitocoğrafik bölge
- Odunsu tür

### Öz

Bu çalışmada, doğal yayılış alanında yetişen bazı odunsu bitkilerdeki stomatal karakterlerin tür ve bitki coğrafyasına bağlı değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Türkiye’de Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesi, Avrupa-Sibirya Fitocoğrafik Bölgesi ve İran-Turan Fitocoğrafik Bölgesinde yayılış gösteren *Acer negondo L.*, *Berberis thunbergii DC.*, *Populus alba L.* ve *Rhus coriaria L.* türlerinden yaprak numuneleri alınmıştır. Yapraklardan elektron mikroskopu yardımıyla alınan görüntüler üzerinde ImageJ programı yardımıyla ölçümler yapılarak stoma eni, stoma boyu, stoma por eni ve stoma por boyu belirlenmiştir. Çalışma sonuçları çalışmaya konu karakterlerin tür ve fitocoğrafik bölgeye bağlı olarak belirgin bir değişiminin olmadığını ortaya koymaktadır. Bu sonuç türlerin genetik varyasyonunun geniş olması veya mikro çevre koşullarının baskın olması ile açıklanabilmektedir.

## Variation of Leaf Micromorphological Characters in Some Woody Species Under Different Growing Conditions

### Article Info

Received:

25/07/2024

Accepted:

06/08/2024

### Keywords:

- Stomata
- Phytocographic region
- Woody species

### Abstract

In this study, it was aimed to determine the variation of stomatal characters in some woody plants growing in their natural distribution area depending on species and phytogeographic region. For this purpose, leaf samples were taken from *Acer negondo L.*, *Berberis thunbergii DC.*, *Populus alba L.* and *Rhus coriaria L.* species distributed in Mediterranean Phytogeographic Region, Euro-Siberian Phytogeographic Region and Iran-Turanian Phytogeographic Region in Turkey. Stomatal width, stomatal length, stomapore width and stomapore length were determined on the images taken from the leaves with the help of electron microscope with the help of ImageJ program. The results of the study revealed that there was no significant variation of the characters subject to the study depending on the species and phytogeographic region. This result can be explained by the wide genetic variation of the species or the predominance of microenvironmental conditions.

**Atıf bilgisi / Cite as:** Yardımcı, M. & Yiğit, N. (2024). Farklı Yetiştirme Koşullarında Yetişen Bazı Odunsu Türlerde Yaprak Mikromorfolojik Karakterlerinin Değişimi, Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi. 10 (2), 78-84. <https://doi.org/10.58626/menba.1521597>

## GİRİŞ

Bitkiler besin piramidinin temelinde yer almaları dolayısıyla dünya üzerindeki canlı yaşamının kaynağını oluştururlar. Bitkiler yetiştirildikleri ortamda canlı yaşamını düzenlemenin dışında insanlar açısından pek çok ekonomik, ekolojik ve sosyal fonksiyonu da yerine getirirler (Şevik vd., 2012; Isınkaralar vd., 2022). Bitkilerin kendilerinden beklenen fayda ve fonksiyonu yerine getirebilmeleri sağlıklı yetişebilmeleri ile mümkündür. Ancak bitkiler doğal yetiştirme koşullarında sıklıkla stres faktörleri ile karşı karşıya kalmaktadır (Özel vd., 2021a, b).

Bitkilerin karşılaştıkları en önemli stres faktörleri iklimik stres faktörleridir (Dogan vd., 2024; Cantürk vd., 2024). Bilindiği üzere bitki gelişimi yanında bütün fenotipik karakterleri, genetik yapıları ile çevre faktörlerinin karşılıklı etkileşimi altında şekillenmektedir (Kravkaz-Kuşcu, vd., 2018; Ertuğrul vd., 2019; Koç vd., 2024). Doğal yayılış alanı geniş alanları kapsayan bitkiler sıklıkla stres faktörleri ile karşı karşıya kalabilmektedir. Bitkilerin yetiştiği ortamda sağlıklı bir gelişim göstermeleri, kendilerinden beklenen fayda ve fonksiyonları yerine getirmeleri açısından elzemdir. Bundan dolayı bitkilerin stres koşullarına verdikleri tepkilerin önceden belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bitki sağlığının en önemli göstergelerinden birisi mikromorfolojik karakterlerdir. Çünkü bitkilerin yetiştirme ortamı koşulları optimum koşullardan uzaklaştığında etkileri öncelikle mikro düzeyde kendini göstermektedir. Bu konuda en önemli göstergelerden birisinin stomatal karakterler olduğu bilinmektedir. Stomalar fotosentez sırasında CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun belirlenmesi, sıcaklık, ışık ve nemin ayarlanması gibi çevresel değişikliklerde önemli rol oynamaktadır (Qiang vd., 2003). Bu koşullarda meydana gelen değişiklikler öncelikle stomatal karakterlerin değişimine sebep olur. Bu durum da stomatal karakterleri, önemli bir stres göstergesi haline getirmektedir. Ancak, stomatal karakterlerin stres göstergesi olarak kullanılabilmesi için öncelikle doğal yetiştirme koşullarında yetişen bitkilerdeki değerlerin bilinmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, doğal yayılış alanında yetiştirilen bazı bitkilerdeki stomatal karakterlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında Türkiye’de görülen 3 farklı fitocoğrafik bölge olan Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesi, Avrupa-Sibirya Fitocoğrafik Bölgesi ve İran-Turan Fitocoğrafik Bölgesinde de yayılış gösteren *Acer negondo L.*, *Berberis thunbergii DC.*, *Populus alba L.* ve *Rhus coriaria L.* türlerinde bazı stomatal karakterlerin tür ve yetiştirme ortamına bağlı değişimleri belirlenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada Avrupa-Sibirya Fitocoğrafik Bölgesinden *Acer negondo*, *Berberis thunbergii* ve *Populus alba* türleri Kastamonu kent merkezinden *Rhus coriaria* ise Kastamonu İnebolu ilçesinden toplanmıştır. Akdeniz fitocoğrafik bölgesinden *Acer negondo* ve *Populus alba* türleri Antalya şehir merkezinden, *Berberis thunbergii* ve *Rhus coriaria* ise Kütahya şehir merkezinden toplanmıştır. İran Turan Fitocoğrafik Bölgesinden toplanan tüm türler Adıyaman şehir merkezinden temin edilmiştir.

Türlerin yaprak örnekleri, Türkiye’nin üç farklı bitki coğrafyası bölgesini temsil eden alanlardan alınıp numaralandırılarak torbalara konulmuş ve daha sonradan aynı şekilde numaralandırılarak ve isimlendirilerek standart preslenme işlemi ile preslenmiştir. Laboratuvara getirilen yaprak örneklerinde taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscope (SEM)) ile yaprakların genel alt ve üst görüntüleri ve stoma görüntüsü elde edilmiştir. Elektron Mikroskobu ile alınan görüntüler üzerinde Fotoğraf 1’de gösterildiği gibi stoma eni (SE), stoma boyu (SB), stomapor eni (SPE) ve stomapor boyu (SPB) ImageJ programı yardımıyla ölçülmüştür (Fotoğraf 1).

Elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programı yardımıyla değerlendirilmiş, verilere Varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Stoma por eninin (SPE) tür ve fitocoğrafik bölgelere bağlı olarak ortalama değerleri ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde SPE değerinin fitocoğrafik bölgelere bağlı değişiminin hem türler bazında hem de ortalama değerlere göre istatistiki olarak anlamsız düzeyde olduğu ( $p>0,05$ ) görülmektedir. Tür bazında değişim ise sadece Akdeniz fitocoğrafik bölgesinde istatistiki olarak anlamlı düzeyde değildir. Tür bazında genel olarak en düşük değerler *P. alba*, en yüksek değerler ise *R. coriaria* türlerinde elde edilmiştir. Stomapor boyunun (SPB) tür ve fitocoğrafik bölgelere bağlı olarak ortalama değerleri ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Varyans analizi sonucunda stomapor boyu değerlerinin fitocoğrafik bölge bakımından sadece *R. coriaria*’da, tür bazında ise sadece İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde istatistiki olarak anlamlı düzeyde ( $p<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir. *R. coriaria*’da Duncan testi sonucunda İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde elde edilen değer ikinci grupta diğer fitocoğrafik bölgelerde elde edilen değerler ilk grupta yer almıştır. İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde *B. thunbergii*’de elde edilen değer Duncan testi sonucunda ilk grupta diğer türlerde elde edilen değerler ikinci grupta yer almıştır. Stoma eninin (SE) tür ve fitocoğrafik bölgelere bağlı olarak ortalama değerleri ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3’de görüldüğü üzere varyans analizi sonucunda stoma eni değerlerinin fitocoğrafik bölge bakımından sadece *R. coriaria*’da değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu, tür bazında değişimlerin ise istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir. *R. coriaria*’da Duncan testi sonucunda Akdeniz fitocoğrafik bölgesinde elde edilen değer ilk grupta diğer fitocoğrafik bölgelerde elde edilen değerler ikinci grupta yer almıştır. Stoma boyunun (SB) tür ve fitocoğrafik bölgelere bağlı olarak ortalama değerleri ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4’de verilmiştir.

Varyans analizi sonucunda stoma boyu değerlerinin fitocoğrafik bölge bakımından sadece *R. coriaria*'da ve ortalama değerlere göre değişiminin istatistik olarak anlamlı düzeyde olduğu, tür bazında değişimlerin ise istatistik olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir. *R. coriaria*'da Duncan testi sonucunda Akdeniz fitocoğrafik bölgesinde elde edilen değer ilk grupta, İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde elde edilen değer ikinci grupta yer alırken Sibirya fitocoğrafik bölgesinde elde edilen değer her iki grupta birden yer almıştır. Ortalama değerlere göre ise İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde elde edilen değer ikinci grupta yer alırken diğer fitocoğrafik bölgelerde elde edilen değerler ilk grupta yer almıştır.

## SONUÇ

Çalışma kapsamında bazı stomatal karakterlerin bitki türü ve fitocografik bölgelere bağlı değişimi incelenmiştir. Stomalar iklim parametrelerinden oldukça fazla etkilenmektedir. Kuraklık sürecinin stoma uzunluğunu, stoma genişliğini, stoma yoğunluğunu ve stoma açıklığını artırdığı bilinmektedir (Yang vd., 2021). Çobanoğlu (2023) A. negundo'da stoma boyunun kuraklık etkisi ile azaldığını belirtmektedir. Ancak başka çalışmalarda stoma boyunun kuraklık stresine bağlı olarak azaldığı belirtilmektedir (Öncü, 2021; Toscano ve Romano, 2021). Bu sonuçlara göre türlerin stres faktörlerine bağlı olarak verdikleri tepkilerin türden türe değiştiği söylenebilir. Nitekim yapılan çok sayıda çalışmada morfolojik karakterlerin (Yücedağ vd., 2019; Yiğit vd., 2023), anatomik karakterlerin (Yiğit vd., 2021; Özdikmenli vd., 2024) hatta kimyasal içeriğin (Yayla vd., 2022; Sevik vd., 2024) değişiminde belirleyici olan temel faktörün tür olduğu vurgulanmaktadır.

Çalışma sonuçları incelendiğinde stomatal karakterlerde hem tür hem de fitocografik bölgeye bağlı olarak net bir değişim olmadığı görülmektedir. Bu durumun iki açıklaması olası görülmektedir. Birincisi genetik yapının etkisi, ikincisi ise çevre koşullarının etkisi olasıdır. Çünkü bitki fenotipik karakterleri genetik yapı (Kurz vd., 2023; Hrivnak vd., 2024) ile çevre koşullarının (Sulhan vd., 2023; Zeren Çetin vd., 2023; Erdem vd., 2024) karşılıklı etkileşimi altında şekillenir (Key vd., 2022; Güney vd., 2023). Stomatal karakterler de genetik yapı yanında çevresel faktörlerden önemli ölçüde etkilenmektedirler. Bitki türüne bağlı olarak da genetik yapı önemli ölçüde etkilenmektedir. Hatta genetik yapının ve genetik yapıya bağlı olarak türlerin stres toleransının, morfolojik ve anatomik karakterlerin tür içerisinde önemli ölçüde değiştiği belirtilmektedir (Yiğit vd., 2016; Topaçoğlu vd., 2016; Şevik vd., 2017). Dolayısıyla çalışma sonuçları, türlerin genetik plastisitesinin yüksek olması ile açıklanabilir.

Çalışma sonuçlarının ikinci olası açıklaması ise çevre koşullarıdır. Atmosfer koşullarındaki değişikliklere ek olarak, toprak nemi ve besin durumu gibi edafik faktörlerin değişiminin stoma morfolojisini değiştirdiği belirlenmiştir (Xu ve Zhou, 2008). Bu çalışmada ana iklim tiplerine bağlı olarak oluşan fitocografik bölgeler baz alınmıştır. Ancak yapılan çalışmalarda mikro çevre koşullarının mokraçevre koşullarından daha etkin olabileceği ortaya konulmaktadır (Yiğit vd., 2019; Yiğit vd., 2023). Örneğin kurak bir iklim tipinin hüküm sürdüğü bir alanda bitkilerde sulama uygulamaları ana iklim tipinin etkilerinin bitki fenotipik karakterlerinde etkisinin ortaya çıkmasını engellemektedir. Nitekim yapılan çok sayıda çalışmada bitkilerdeki sulama, budama, gübreleme gibi kültür bakım işlemlerinin bitki fenotipi üzerinde son derece etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Özel vd., 2020).

Doğal yayılış alanı dışında yetiştirilen bitkilerde en sık görülen stres faktörü kuraklıktır. Kuraklık stresi, stomaları kapatarak, klorofil içeriğine ve fotosentetik aparata zarar vererek bitkilerde fotosentezi engellemektedir (Waraich vd., 2011). Böylece bitki gelişimi sekteye uğramaktadır. Yapılan çok sayıda çalışmada kuraklık stresinin bitki morfolojik karakterleri yanında fotosentez aktivitelerini de negatif yönde önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymaktadır (Koç ve Nzokou, 2022).

Bu durum küresel iklim değişikliğinden en fazla etkilenen bitki türlerinin optimal yayılış alanı dışında yetişen bitkiler olacağı şeklinde yorumlanabilir. Nitekim küresel iklim değişikliğinin bitki türleri üzerinde etkilerini belirlemeyi amaçlayan çeşitli çalışmalar, en büyük risk altında olan bitkilerin sınırlı yayılış alanına sahip türler ile ekstrem yetişme ortamı koşullarında yetişen bitkiler olduğunu göstermektedir (Tekin vd., 2022; Ertürk vd., 2024a,b; Arıcağ vd., 2024). Çünkü küresel iklim değişikliğinin en belirgin özelliklerinin sıcaklık artışı ve yağış rejiminde değişikliklere bağlı olarak kuraklık şeklinde ortaya çıkacağı tahmin edilmektedir (Koç, 2022a,b; Gür vd., 2024).

Kuraklık stresi bitkilerde morfolojik, anatomik ve kimyasal boyutta etkileri olan reaksiyonlara sebep olmaktadır. Kuraklık stresi yaprak boyutunu, gövde uzantısını ve kök çoğalmasını azaltır, bitki su ilişkilerini bozar ve su kullanım verimliliğini azaltır. Yapraklar tarafından CO<sub>2</sub> asimilasyonu esas olarak stomaların kapanması, zar hasarı ve özellikle CO<sub>2</sub> fiksasyonu ve adenozin trifosfat (ATP) sentezi üzere çeşitli enzimlerin bozulmuş aktivitesi ile azalmaktadır (Farooq vd., 2009). Şiddetli kuraklık stresi fotosentezin durmasına, metabolizmanın bozulmasına ve son olarak bitkinin ölümüne neden olabilmektedir (Jaleel vd., 2009). Transpirasyonu önlemek için yaprak boyutunun küçülmesi, topraktaki nemi emmek için köklerin derin genişlemesi ve su kaybını önlemek için uzamış gövdeler, bir bitkinin kuraklık koşullarıyla başa çıkmak için geçirdiği morfo-anatomik değişikliklerden birkaçıdır (Zargar vd., 2017).

Su eksikliğine yanıt olarak stoma iletkenliği azalır. Bu da hücreler arası boşluklardaki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunda, fotosentez hızında ve terleme hızında azalmaya yol açmaktadır (Allahverdiyev, 2016). Fraser vd. (2009)'de su kaynağının azalmasının stoma yoğunluğunu artırdığını, yaprak alanını azalttığını belirtmişlerdir. Artan kuraklık stresi ile stomaların kademeli olarak kapandığı ve ardından net fotosentez oranlarının düştüğü bilinmektedir (Reddy vd., 2004).

## Öneriler

Çalışma sonuçları stomatal karakterlerin hem tür hem de fitocografik bölgeye bağlı değişimini net bir şekilde ortaya koyamamaktadır. Bu durumda öncelikle benzer çalışmalar yapılırken bitki genetik farklılıklarının ortadan kaldırılması önerilmektedir. Bu da ancak benzer çalışmaların klonlar ile yapılması ile mümkündür.

Çalışma geniş bir alanda yapılmış olup, mikro çevre koşullarının değişimi göz ardı edilmiştir. Bu durumun çalışma sonuçlarını doğrudan etkilediği düşünülmektedir. Bundan dolayı benzer çalışmaların kontrollü ortamda yapılması böylece bütün çevre koşullarının eşitlenmesi ve çalışma amacına uygun faktörlere yoğunlaşılması önerilmektedir.

Çalışma sonuçları mikroklimatik faktörlerin ana iklim tipinden daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla herhangi bir bitkinin yetiştirileceği alandaki mikroklimatik faktörler değiştirilerek ana iklim tipinin uygun olmadığı alanlarda da bitki yetiştirilmesi sağlanabilir. Örneğin kuraklık etkisinin çok fazla olduğu karasal iklim tipine hakim bir alanda toprak altından yapılacak olan sulama sistemi ile suya ihtiyacı olan bitki türlerinin de bu alanda yetişmesi sağlanabilecektir.

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### a) Yazarların katkıları

Tüm yazarların eşit derecede katkıda bulunduğunu beyan ederiz.

### b) Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

### c) Teşekkür

Bu çalışma Muhammet Yardımcı'nın "Farklı Yetiştirme Koşullarında Yetişen Bazı Odunsu Türlerde Yaprak Mikromorfolojik ve Odun Karakterlerinin Değişimi" başlıklı yüksek lisans tezinden elde edilmiştir. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. Teşekkür ederiz.

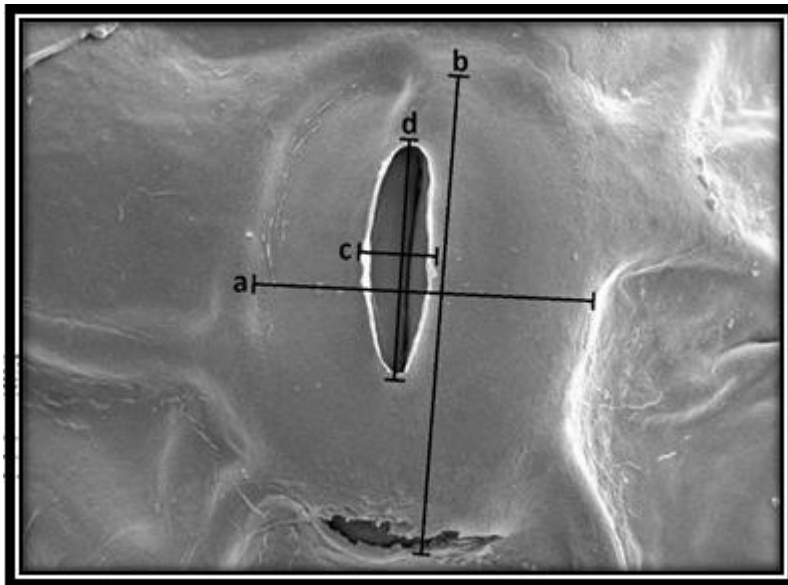
## KAYNAKLAR

- Allahverdiyev, T. I. (2016). Impact of soil water deficit on some physiological parameters of durum and bread wheat genotypes. *Poljoprivreda i Sumarstvo*, 62(1): 131.
- Aricak, B., Canturk, U., Koc, I., Erdem, R., Sevik, H. (2024). Shifts that may appear in climate classifications in Bursa due to global climate change. *Forestist*, 74: 129-137. <https://doi.org/10.5152/forestist.2024.23074>
- Canturk, U., Koç, İ., Özel, H. B., & Şevik, H. (2024). Possible changes of *Pinus nigra* distribution regions in Türkiye with the impacts of global climate change. *BioResources*, 19(3): 6190-6214.
- Cetin, M., Sevik, H., Koc, I., & Cetin, I. Z. (2023). The change in biocomfort zones in the area of Muğla province in near future due to the global climate change scenarios. *Journal of Thermal Biology*, 112: 103434.
- Çobanoğlu, H. (2023). *Acer negundo* L. ve *Acer pseudoplatanus* L. fidanlarında kuraklık ve UV-B streslerinin bazı anatomik, morfolojik ve fizyolojik karakterler üzerine etkisi. Doktora tezi, Düzce Üniversitesi, Türkiye.
- Dogan, S., Kılıcoğlu, C., Akıncı, H., Sevik, H., Cetin, M., & Kocan, N. (2024). Comprehensive risk assessment for identifying suitable residential zones in manavgat, mediterranean region. *Evaluation and Program Planning*, 102465.
- Erdem, R., Koç, İ., Çobanoğlu, H., & Şevik, H. (2024). Variation of magnesium, one of the macronutrients, in some trees based on organs and species. *Forestist*, 74(1).
- Ertugrul, M., Ozel, H. B., Varol, T., Cetin, M., & Sevik, H. (2019). Investigation of the relationship between burned areas and climate factors in large forest fires in the Çanakkale region. *Environmental Monitoring And Assessment*, 191: 1-12.
- Erturk, N., Aricak, B., Sevik, H., & Yiğit, N. (2024a). Possible change in distribution areas of abies in Kastamonu due to global climate change. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 24(1): 81-91.
- Ertürk, N., Arıcak, B., Yiğit, N., & Sevik, H. (2024b). Potential changes in the suitable distribution areas of *fagus orientalis* lipsky in kastamonu due to global climate change. *Forestist*, 74: 159-165. <https://doi.org/10.5152/forestist.2024.23024>.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita D., Basra, S.M.A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29: 185–212.
- Fraser, L. H., Greenall, A., Carlyle, C., Turkington, R., & Friedman, C. R. (2009). Adaptive phenotypic plasticity of *Pseudoroegneria spicata*: response of stomatal density, leaf area and biomass to changes in water supply and increased temperature. *Annals of Botany*, 103(5): 769-775.
- Guney, D., Koc, I., Isinkaralar, K., & Erdem, R. (2023). Variation in Pb and Zn concentrations in different species of trees and shrubs and their organs depending on traffic density. *Baltic Forestry*, 29(2): id661-id661.
- Gur, E., Palta, Ş., Ozel, H. B., Varol, T., Sevik, H., Cetin, M., & Kocan, N. (2024). Assessment of climate change impact on highland areas in Kastamonu, Turkey. *Anthropocene*, 46: 100432. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2024.100432>
- Hrivnák, M., Krajmerová, D., Paule, L., Zhelev, P., Sevik, H., Ivanković, M., Goginashvili, N., Paule, J., Gömöry, D. (2024). Are there hybrid zones in *Fagus sylvatica* L. sensu lato?. *European Journal of Forest Research*, 143: 451–464.

- Isinkaralar, K., Koc, I., Erdem, R., & Sevik, H. (2022). Atmospheric Cd, Cr, and Zn deposition in several landscape plants in Mersin, Türkiye. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(4): 120.
- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R., & Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(1): 100-105.
- Key, K., Kulaç, Ş., Koç, İ., & Sevik, H. (2022). Determining the 180-year Change of Cd, Fe, and Al concentrations in the air by using annual rings of *Corylus colurna* L. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(7): 1-13.
- Koc, I., Cobanoglu, H., Canturk, U., Key, K., Kulac, S., & Sevik, H. (2024). Change of Cr concentration from past to present in areas with elevated air pollution. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 21(2): 2059-2070.
- Koç, I., & Nzokou, P. (2022). Do various conifers respond differently to water stress? A comparative study of white pine, concolor and balsam fir. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 22(1): 1-16. <https://doi.org/10.17475/kastorman.1095703>
- Koç, İ. (2022a). Determining the near-future biocomfort zones in Samsun province by the global climate change scenarios. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 22(2): 181-192.
- Koç, İ. (2022b). Determining the biocomfort zones in near future under global climate change scenarios in Antalya. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 8(1): 6-17.
- Kurz, M., Koelz, A., Gorges, J., Carmona, B. P., Brang, P., Vitasse, Y., ... & Csillery, K. (2023). Tracing the origin of Oriental beech stands across Western Europe and reporting hybridization with European beech—Implications for assisted gene flow. *Forest Ecology and Management*, 531: 120801.
- Kravkaz-Kuscu, I. S., Sariyildiz, T., Cetin, M., Yigit, N., Sevik, H., & Savaci, G. (2018). Evaluation of the soil properties and primary forest tree species in Taskopru (Kastamonu) district. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(3): 1613-1617.
- Ozel, H.B., Abo Aisha, A.E.S., Cetin, M. Sevik, H., Zeren Cetin, I. (2021a). The effects of increased exposure time to UV-B radiation on germination and seedling development of Anatolian black pine seeds. *Environmental Monitoring Assessment*, 193: 388. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09178-9>
- Ozel, H. B., Cetin, M., Sevik, H., Varol, T., Isik, B., & Yaman, B. (2021b). The effects of base station as an electromagnetic radiation source on flower and cone yield and germination percentage in *Pinus brutia* Ten. *Biologia Futura*, 72: 359-365.
- Ozel, H. B., Donduran, B., Cakmakli, E., & Sevik, H. (2020). Factors affecting success in natural regeneration works of cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) In Kas region of Antalya. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 6(2): 054-059.
- Oncu, B. (2021). Kısıntılı sulama koşullarında yetiştirilen gemlik zeytin fidanlarının agronomik ve fizyolojik özellikleri ile yüksek sıcaklık toleranslarının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.
- Özdikmenli, G., Yiğit, N., Özel, H. B., and Şevik, H. (2024). Altitude-dependent variations in some morphological and anatomical features of anatolian chestnut. *BioResources*, 19(3): 4635-4651.
- Qiang, W. Y., Wang, X. L., Chen, T., Feng, H. Y., An, L. Z., He, Y. Q., & Wang, G. (2003). Variations of stomatal density and carbon isotope values of *Picea crassifolia* at different altitudes in the Qilian Mountains. *Trees*, 17: 258-262.
- Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., & Vivekanandan, M. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, 161(11): 1189-1202.
- Sevik, H., Guney, D., Karakas, H., & Aktar, G. (2012). Change to amount of chlorophyll on leaves depend on insolation in some landscape plants. *International Journal of Environmental Sciences*, 3(3): 1057-1064.
- Sevik, H., Cetin, M., Kapucu, O., Aricak, B., & Canturk, U. (2017). Effects of light on morphologic and stomatal characteristics of Turkish Fir needles (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (11): 6579-6587.
- Sevik, H., Yildiz, Y., Ozel, H.B. (2024). Phytoremediation and long-term metal uptake monitoring of silver, selenium, antimony, and thallium by black pine (*Pinus nigra* Arnold). *BioResources*, 19(3): 4824-4837.
- Sulhan, O. F., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2023). Assessment of Cr and Zn deposition on *Picea pungens* Engelm. in urban air of Ankara, Türkiye. *Environment, Development and Sustainability*, 25(5): 4365-4384.
- Tekin, O., Cetin, M., Varol, T., Ozel, H.B., Sevik, H., Zeren Cetin, I. (2022). Altitudinal migration of species of fir (*Abies* spp.) in adaptation to climate change. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233: 385 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05851-y>
- Topacoglu, O., Sevik, H., & Akkuzu, E. (2016a). Effects of water stress on germination of *Pinus nigra* Arnold. seeds. *Pakistan Journal of Botany*, 48(2): 447-453.

- Toscano, S., & Romano, D. (2021). Morphological, physiological, and biochemical responses of zinnia to drought stress. *Horticulturae*, 7(10): 362.
- Waraich, E. A., Ahmad, R., & Ashraf, M. Y. (2011). Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. *Australian Journal of Crop Science*, 5(6): 764-777.
- Xu, Z., & Zhou, G. (2008). Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass. *Journal of Experimental Botany*, 59(12): 3317-3325
- Yang, X., Lu, M., Wang, Y., Wang, Y., Liu, Z., & Chen, S. (2021). Response mechanism of plants to drought stress. *Horticulturae*, 7(3): 50
- Yayla, E. E., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2022). Detection of landscape species as a low-cost biomonitoring study: Cr, Mn, and Zn pollution in an urban air quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(10): 1-10.
- Yigit, N., Sevik, H., Cetin, M., & Gul, L. (2016). Clonal variation in chemical wood characteristics in Hanönü (Kastamonu) Günlüburun black pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) seed orchard. *Journal of Sustainable Forestry*, 35 (7): 515-526.
- Yigit, N., Cetin, M., Ozturk, A., Sevik, H., & Cetin, S. (2019). Variation of stomatal characteristics in broad leaved species based on habitat. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(6): 12859-12868.
- Yigit, N., Mutevelli, Z., Sevik, H., Onat, S.M., Ozel, H.B., Cetin, M., Olgun, C. (2021). Identification of some fiber characteristics in *Rosa* sp. and *Nerium oleander* L. wood grown under different ecological conditions. *BioResources*, 16(3): 5862-5874. <https://doi.org/10.15376/biores.14.3.7015-7024>
- Yigit, N., Öztürk, A., Sevik, H., Özel, H. B., Kshkush, F. E. R., and Işık, B. (2023). Clonal variation based on some morphological and micromorphological characteristics in the Boyabat (Sinop/Turkey) black pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) seed orchard. *BioResources*, 18(3): 4850-4865.
- Yucedag, C., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2019). Variability in morphological traits of seedlings from five *Euonymus japonicus* cultivars. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(5): 1-4.
- Zargar, S. M., Gupta, N., Nazir, M., Mahajan, R., Malik, F. A., Sofi, N. R., Shikari, A. B., & Salgotra, R. (2017). Impact of drought on photosynthesis: Molecular perspective. *Plant Gene*, 11: 154-159.
- Zeren Cetin, I., Varol, T., Ozel, H. B., & Sevik, H. (2023). The effects of climate on land use/cover: a case study in Turkey by using remote sensing data. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3): 5688-5699.

## Şekiller



Fotoğraf 1. a: Stoma eni, b: stoma boyu c: stomapor eni d: stomapor boyu

**Tablolar****Tablo 1.** Stomapor eni değerleri

Tür	Akdeniz	Sibirya	İran-Turan	F Değeri	Ortalama
<i>A. negundo</i>	4,563	4,655 <sup>C</sup>	3,633 <sup>A</sup>	1,893 <sup>ns</sup>	4,283 <sup>B</sup>
<i>B. thunbergii</i>	4,219	3,969 <sup>B</sup>	3,977 <sup>A</sup>	0,021 <sup>ns</sup>	4,055 <sup>AB</sup>
<i>P. alba</i>	2,569	2,418 <sup>A</sup>	4,021 <sup>A</sup>	4,433 <sup>ns</sup>	3,002 <sup>A</sup>
<i>R. coriaria</i>	4,919	4,523 <sup>BC</sup>	6,078 <sup>B</sup>	0,857 <sup>ns</sup>	5,173 <sup>B</sup>
F Değeri	0,863 <sup>ns</sup>	27,217 <sup>***</sup>	4,714 <sup>*</sup>		4,784 <sup>**</sup>
Ortalama	4,067	3,891	4,427	0,437 <sup>ns</sup>	

**Tablo 2.** Stomapor boyu değerleri

Tür	Akdeniz	Sibirya	İran-Turan	F Değeri	Ortalama
<i>A. negundo</i>	14,027	16,118	17,827 <sup>B</sup>	1,292 <sup>ns?</sup>	15,991
<i>B. thunbergii</i>	13,384	13,293	7,872 <sup>A</sup>	2,059	11,516
<i>P. alba</i>	17,018	12,034	22,678 <sup>B</sup>	2,695	17,243
<i>R. coriaria</i>	11,767 <sup>a</sup>	12,728 <sup>a</sup>	22,499 <sup>bB</sup>	30,006 <sup>**</sup>	15,665
F Değeri	0,988 <sup>ns</sup>	1,314 <sup>ns</sup>	6,703 <sup>*</sup>		2,195 <sup>ns</sup>
Ortalama	14,049	13,543	17,719	2,409 <sup>ns</sup>	

**Tablo 3.** Stoma eni değerleri

Tür	Akdeniz	Sibirya	İran-Turan	F Değeri	Ortalama
<i>A. negundo</i>	13,884	15,697	16,024	0,428 <sup>ns</sup>	15,202
<i>B. thunbergii</i>	15,979	11,223	19,883	0,889 <sup>ns</sup>	15,695
<i>P. alba</i>	13,090	12,968	16,533	0,702 <sup>ns</sup>	14,197
<i>R. coriaria</i>	11,976 <sup>a</sup>	15,648 <sup>b</sup>	14,846 <sup>b</sup>	8,518 <sup>*</sup>	14,157
F Değeri	0,187 <sup>ns</sup>	1,275 <sup>ns</sup>	1,194 <sup>ns</sup>		0,233 <sup>ns</sup>
Ortalama	13,732	13,884	16,822	1,819 <sup>ns</sup>	

**Tablo 4.** Stoma boyu değerleri

Tür	Akdeniz	Sibirya	İran-Turan	F Değeri	Ortalama
<i>A. negundo</i>	27,162	25,140	30,315	1,048 <sup>ns</sup>	27,539
<i>B. thunbergii</i>	22,860	21,406	22,250	0,029 <sup>ns</sup>	22,172
<i>P. alba</i>	23,131	18,772	30,025	3,130 <sup>ns</sup>	23,976
<i>R. coriaria</i>	20,362 <sup>a</sup>	25,558 <sup>ab</sup>	29,483 <sup>b</sup>	6,919 <sup>*</sup>	25,134
F Değeri	0,587 <sup>ns</sup>	2,662 <sup>ns</sup>	1,338 <sup>ns</sup>		1,390 <sup>ns</sup>
Ortalama	23,379 <sup>a</sup>	22,719 <sup>a</sup>	28,018 <sup>b</sup>	3,357 <sup>*</sup>	