

Kazdağı Göknaarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *equi-trojani* (Aschers. & Sint. ex Boiss) Coode et Cullen) Odununda Yükseltiye Bağlı Morfolojik ve Anatomik Değişimler

Eda Nur Yıldız^{1,*}, Seray Özden Keleş²

^{1,*}Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

²Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 24.03.2022

Kabul: 23.06.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Öz – Türkiye bitki biyolojik çeşitliliği ve endemizm yönünden Avrupa ülkelerine kıyasla oldukça zengindir. Mevcut araştırmada, bu yüzden Türkiye'nin önemli endemik türlerinden biri olan Kazdağı göknarının iki farklı yükselti basamağında (ortalama 1200 m ve 1600 m) morfolojik ve anatomik karakterleri arasındaki ilişkiler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Her bir yükselti basamağından ortalama 30-40 yaşlarındaki toplam 200 ağacın morfolojik ve anatomik özellikleri belirlenmiştir. Morfolojik karakterlerden ağacın boy ve göğüs yüksekliğindeki çap değerleri ve göğüs yüksekliğinden çıkartılan diskler üzerinde yıllık halka genişliği ve anatomik özelliklerin değerleri belirlenmiştir. Anatomik özelliklerden, traheid uzunluğu ve genişliği, traheid hücre çeper kalınlığı, traheid lümen genişliği, özışın yüksekliği, özışın genişliği ve 1 mm'deki özışın sayısı hesaplanmıştır. Sonuç olarak, 1200 m yükseltideki göknar ağaçlarının ortalama daha uzun boy ve kalın çap yaptığı tespit edilmiştir. Yıllık halka genişliği, traheid lümen genişliği ve özışın genişliği değerleri gibi bazı anatomik değerler 1200 m yükseltideki göknar ağaçlarında 1600 m yükseltideki göknar ağaçlarına kıyasla daha yüksek değerler göstermiştir. Yüksek yükseltideki göknar ağaçlarında ise traheid uzunluğu ve genişliği alçak yükseltide yetişenlere oranla nispeten daha yüksek değerler göstermiştir. Çalışmanın Türkiye için endemik bir tür olan Kazdağı göknarının farklı yükseltilerdeki morfolojik ve odun anatomisi çalışmalarına yönelik veriler sunarak ilgili çalışmalara bir altlık oluşturacağı bu anlamda da önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler – Kazdağı göknarı, *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*, ağaç morfolojisi, yükselti, anatomik ölçümler

Altitude-Related Morphological and Anatomical Properties in Kazdağı Fir (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *equi-trojani* (Aschers. & Sint. ex Boiss) Coode et Cullen) Wood

^{1,*}Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kastamonu University, Kastamonu, Turkey

²Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kastamonu University, Kastamonu, Turkey

Article History

Received: 24.03.2022

Accepted: 23.06.2022


Published: 15.08.2022

Research Article

Abstract – Turkey is a rich country due to both plant biodiversity and endemism compared to European countries. In this study, therefore, the relationships between the morphological and anatomical properties of Kazdağı fir, one of the most important endemic species of Turkey, at two different altitudes (average 1200 m and 1600 m) were investigated comparatively. Morphological and anatomical properties of a total of 200 trees, aged 30-40 years on average, were determined from each elevation step. Among the morphological characters, the diameter values of the tree at height and breast height and the annual ring width and anatomical characteristics values on the discs extracted from the breast height were determined. For anatomical properties, tracheid length and width, tracheid cell wall thickness, tracheid lumen width, height and width of the rays and the number of rays per 1 mm were calculated. We found that fir trees which grow at low altitude (average 1200 m) showed taller height and thicker diameter in their stems. Average annual ring width, tracheid lumen width and ray width values also showed greater values in fir trees at 1200 m than in fir trees at 1600 m altitude. However, the average length and width of tracheids were higher in fir trees at 1600 m altitude than in fir trees at 1200 m altitude. This study could thus provide a basis for the related studies by providing data on the morphological and wood anatomy studies of Kazdağı fir, which is an endemic species for Turkey, at different altitudes and can make important contributions in this sense.

Keywords – Kazdağı fir, *Abies nordmanniana*, tree morphology, altitude, anatomical measurements

¹  edanury@ogr.kastamonu.edu.tr

²  sozden@kastamonu.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Türkiye tüm Avrupa ülkelerindeki takson sayısına tek başına sahip olması yönüyle biyolojik çeşitlilik açısından oldukça önemli bir konuma sahiptir. Ülkemizde ortalama 12.000'den fazla bitki türü ve alt türü (eğrelti ve tohumlu bitki türleri) doğal olarak yetişir (Avcı, 2005; Güner vd., 2012). Bu türlerden ortalama 3750'den fazlası ülkemiz için endemiktir ve endemizm oranı ortalama %35 civarındadır (Avcı, 2005). Türkiye'nin 3 farklı fitocoğrafik bölgeyi içermesi (Avrupa-Sibirya, İran-Turan, ve Akdeniz) (Davis, 1962), Anadolu diyagonalı, topografik ve jeomorfolojik çeşitlilik, coğrafi özelliklerinin yarattığı iklim ve toprak farklılıkları Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik ve endemizm yönünden zengin olmasını sağlamıştır (Avcı, 2005). Ekolojik bakımdan zengin bir çeşitliliğe sahip olan ülkemizde ormanlar tür ve kompozisyon olarak önemli bir yere sahiptir. Türkiye'nin toplam orman alanı 22.933.00 ha'dır ve %29,4'ü ormanlık alandan oluşmaktadır. Türkiye orman varlığının toplam %32'si Angiospermae türlerinden %48'i ise Gymnospermae türlerden oluşmaktadır (OGM, 2020). Türkiye'de Gymnospermae ağaç türleri Angiospermae ağaç türlerine nazaran daha fazla yayılış göstermektedir.

Türkiye Gymnospermae ağaç türleri yönünden geniş bir ormanlık alana sahip olmasına rağmen Gymnospermae'lerde endemizm oranı nispeten düşüktür. Ancak Türkiye'de doğal yapılış göknar ağaçlarından ikisi Türkiye'ye endemiktir. Türkiye'de *Abies Miller* (göknar) cinsine ait 2 tür ve 4 alttür doğal yayılış yapmaktadır (Anşin ve Özkan, 1997; Akkemik ve Oral, 2011). *Abies Miller* cinsi (göknar) ve Pinaceae familyasındaki dünyadaki en büyük ikinci cinstir. Dünya üzerinde de ve yaklaşık 40-52 tür ile temsil edilmektedir (Dallimore ve Jackson, 1966; Moore, 1982; Anşin ve Özkan, 1997; Xiang, 2000; Farjon, 2010; Akkemik ve Oral, 2011; Aytar ve Hızal, 2012). Göknar türlerinin çoğu, Kuzey Yarı Küresinin ılıman iklim kuşağında (Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika), sadece birkaçı yarı-tropikal iklimin gözlendiği yüksek dağlık bölgelerde (Afrika'nın kuzeyinde) yayılış gösterir (Xiaoguo vd., 2007). Göknar Türkiye'de toplam 511.703 ha (% 2,2) alanda yayılış göstermektedir (OGM, 2020). Türkiye'de doğal yayılış yapan göknarlar: *Abies nordmanniana* subsp. *nordmanniana* (Doğu Karadeniz Göknarı, Kafkasya Göknarı), *Abies cilicica* (Antoine & Kotschy) Carrière (Toros göknarı), *Abies cilicica* subsp. *isaurica* (Bozkır göknarı) ve *Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *equi-trojani* (Aschers. & Sint. ex Boiss) Coode et Cullen (Kazdağı göknarı) (Coode ve Cullen, 1965; Anşin ve Özkan, 1997; Velioglu vd., 2012; Jasinska vd., 2017; <http://www.theplantlist.org/>). Kazdağı göknarı ve Bozkır göknarı ise Türkiye'ye özgü endemik göknar taksonlarıdır (Anşin ve Özkan, 1997; Yaltırık ve Efe, 2000; Kaya vd., 2008; Atalay ve Efe, 2015). Göknarların dünya üzerinde yayılışına bakıldığında, deniz seviyesinden 4700 m yükseltiye kadar oldukça geniş bir dikey dağılımda yayılış yaptığı görülmektedir (Xiaoguo vd. 2007). Türkiye'nin önemli endemik taksonlarından biri olan Kazdağı göknarı ise Türkiye'de 800- 2400 m yükseklikler arasında saf ya da genellikle karaçam ve kayın ağaç türleriyle karışık ormanlar kurar (Yaltırık ve Efe, 2000). Kazdağı göknarının yetistigi yükselti aralığına bakıldığında oldukça geniş bir yükselti farkında yetisme sağladığı görülmektedir. Fakat Türkiye'nin önemli endemik türlerinden biri olan Kazdağı göknarının hangi yükselti basamağında daha iyi morfolojik ve anatomik özellikler gösterdiğinin belirlenmesi bu türün biyolojisini ve çevreyle ilgili isteklerini anlamakta yarar sağlayacaktır. Çünkü, ağaçların büyümesi çevresel koşullarla (sıcaklık, yağış, rüzgâr, yükselti, bakı, eğim vb.) güçlü bir şekilde ilişkilidir, özellikle yükselti farkı boyunca değişen sıcaklık, yağış ve su koşulları ağaç büyümesini doğrudan etkiler (Chen vd., 2018; Özden Keleş ve Savacı, 2021). Yapılan bilimsel çalışmalarda, ağaçların morfolojik ve anatomik karakteristiklerinin yetistikleri yükselti farklarına bağlı olarak etkilendiği belirlenmiştir (Yaman ve Sarıbas, 2004; Li vd., 2006; Yaman, 2008; Esper vd., 2007; Topaloğlu vd., 2016; Özden Keleş, 2020). Yaman (2008) yılında ceviz (*Juglans regia*) ağaç türünün anatomik özelliklerinin yükselti farkına bağlı olarak nasıl değiştiğini araştırmış ve trahe çapının 500 m' den 1200-1300 m' ye gittikçe azaldığını belirlemiştir. Topaloğlu vd. (2016)' da yapmış oldukları çalışmada, Sinop ilinde yetiştirilen Doğu kayınlarının (*Fagus orientalis* Lipsky) anatomik, ağaç yoğunluğu ve mekanik özellikleri gibi özelliklerinin yükselti (0-200, 200-400, 400-600, 600-800 ve 800-1000 m) ve bakı etkisine bağlı olarak değiştiğini tespit etmişlerdir. Doğu kayını ağaçlarında yükselti arttıkça trahe çaplarının daraldığı, 1 mm²'deki trahe sayısının arttığı, trahe ve lif boylarının ise azaldığı belirlenmiştir. Özden Keleş (2020) ise 3 yaşındaki Kazdağı göknarı fidanlarının iki yıllık bir büyüme sonunda iki farklı yükselti basamağında ki (795 m ve 1350 m) anatomik ve morfolojik özelliklerini belirlemeye yönelik bir araştırma yürütmüşlerdir. Fidan boyu ve fidan çapı gibi morfolojik özelliklerin 1350 m' de yetişen Kazdağı göknarlarında daha yüksek değerler sergilediğini; traheid lümen genişliği, traheid çeper kalınlığı, öz ışını yüksekliği ve genişliği gibi odun anatomik özelliklerinin de 1350 m' de yetişen Kazdağı göknarlarında daha yüksek değerler gösterdiğini tespit etmiştir. Yüksek yükseltilerde ayrıca ağaç büyümesinin özellikle yaz sıcaklığı ile doğrusal bir ilişki gösterdiği, düşük yükseltilerde ise ağaç büyümesinde yağışın pozitif

baskınlığının olduğu Zheng vd. (2021) tarafından belirlenmiştir. Yüksek ve alçak yükselti basamaklarında sıcaklık ve yağış miktarı farkları orman ekosisteminin kompozisyonunu ve işleyişini önemli ölçüde etkilemektedir.

Bu araştırmada, bu yüzden Türkiye'nin önemli endemik göknar taksonlarından biri olan Kazdağı göknarının farklı yükselti basamaklarındaki odun anatomisi özellikleri ile bazı morfolojik karakterleri yapısı incelenmiştir. Farklı yükseltilerde özellikle endemik türlerin anatomik ve morfolojik adaptasyonlarının (uyumlarının) belirlenmesi, endemik türlerin çevresel faktörler nedeniyle risk altında olup olmadığının anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Böylelikle, endemik türlerimizin orman meşcerelerinde korunmasına yönelik çalışmalara kılavuz oluşturacaktır.

2. Materyal ve Yöntem (Birinci Düzey Başlık)

2.1. Çalışma Alanı

Bu araştırmada 200 farklı *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* [Asch. & Sint. ex Boiss] Coode & Cullen (Kazdağı göknarı) ağaç türü kullanılmıştır. Kazdağı göknarı ormanları Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Azdavay, Bozkurt, Cide, Çatalzeytin, Daday (Ballıdağ), Hanönü, İhsangazi, İnebolu, Karadere, Kastamonu, Küre, Pınarbaşı, Samatlar, Taşköprü ve Tosya İşletme Müdürlükleri ile Ilgaz ve Küre Dağı Milli Parkları sınırları içerisinde yer almaktadır. Kastamonu ilinde Kazdağı göknar ormanları toplamda 124.752,53 ha alanı kapsamaktadır.



Şekil 1. Kastamonu ili ve Ballıdağ çalışma alanı

Bu çalışma, 2020 yılında Kastamonu ilinin Daday ilçesinde olan Ballıdağ 'da gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çalışma alanının yıllık yağış miktarı 413.2 mm ve ortalama sıcaklığı 11.1°C'dir. Çalışma sahasında Kazdağı göknarı ile birlikte yayılış gösteren diğer türler *Fagus orientalis* (Doğu kayını) ve *Pinus sylvestris* (sarıçam) ağaç türleridir. Çalışmada, ağaçların morfolojik ve anatomik karakterlerinin karşılaştırılması iki farklı yükselti basamağında (1200 m ve 1600 m) incelenmiştir.

2.2. Morfolojik ve Anatomik Ölçümler

Her iki yükselti basamağında örnek alanlarda toplam 200 farklı ağaçta (100 morfolojik ölçüm 1200 m yükselti için ve 100 morfolojik ölçüm 1600 m yükselti için) morfolojik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Örnek alanda her

bir yükselti basamağı için ağaçların çap ölçümü (göğüs çapından) ve boy ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Boy ve çap ölçümleri ortalama 30-40 yaşa sahip olan ağaçlardan alınmıştır. Ağaçların çapı, göğüs yüksekliğinden (1.3 m) olmak üzere kumpas kullanılarak belirlenmiştir. Ağaç boyları, ağacın yerden yüksekliği olacak şekilde lazer metre yardımı ile belirlenmiştir.

Morfolojik ölçümler için her bir yükselti basamağında 100 ağaç ölçülmüş olup odun anatomisi ile ilgili ölçümleri ve yıllık halka genişliklerini belirleyebilmek için ise her bir yükselti basamağından 30 farklı ağaçtan ağaçların göğüs çapı yüksekliğinden 30 enine disk kesilmiştir. Morfolojik ölçüm yapılan ağaçların üzerlerine 1’den 100’ e kadar etiketleme yapıldıktan sonra rastgele odun anatomisi ölçümü olmaması ve tüm değişkenleri sabitleyebilmek maksadıyla 30 ağaç seçilmiş ve anatomik kesitler alınan ağaç ve onun morfolojik özellikleri bilgisayar ortamında kaydedilmiştir. Anatomik yapıdaki değişimin daha sağlıklı anlaşılabilmesi adına 30 farklı ağaçtan her bir ağacın aynı bakıda olacak şekilde göğüs yüksekliğinden enine diskler kesilmiştir. Böylece, 1200 m yükselti basamağından 30 enine disk, 1600 m yükselti basamağından 30 enine disk olacak şekilde toplam 60 disk alınmıştır. Alınan disklerde önce yıllık halka sayısı belirlenmiş ve daha sonra her bir enine disk için yıllık halka genişlikleri belirlenmiştir. Yıllık halka genişlikleri doğal kurutma yöntemi sonucunda Whitworth marka dijital kumpas ile ölçülmüştür. Enine diskler daha sonra diri odundan olacak şekilde ve her bir enine kesitin yaklaşık 25. yıllık halkasından olacak şekilde küçük parçalara ayrılarak anatomik ölçümlere uygun boyutlara getirilmiştir. Küp şeklinde kesilen küçük parçalar (1.5x1.5x1.5 cm) daha sonra destile su içerisinde dibe çökene kadar kaynatılarak yumuşatılmıştır ve yumuşayan odun örnekleri gliserin, etil alkol ve destile sudan meydana gelen çözelti içinde bekletilmiştir (Yaman, 2007). Yumuşatılan örneklerden daha sonra kızaklı mikrotom ile 15-20 mikron kalınlığında enine, radyal ve teğet kesitler hazırlanmıştır.

Hücre ölçümleri her bir ölçüm için ilkbahar odunundan yapılmıştır. Traheid hücre uzunluğu ölçümlerini yapabilmek için küp şeklinde kesilen küçük örnekler kibrit çöpü büyüklüğüne getirilmiştir. Maserasyon için kullanılan kibrit çöpü büyüklüğündeki odun parçaları yaklaşık 2-3 cm çapındaki gövde odununun en dıştaki son iki yıllık halkasından çıkartılmıştır. Traheidleri serbest hale getirmek amacıyla Franklin (1945)’nin maserasyon metodu (1:1 v/v hidrojen peroksit ve yoğunlaştırılmış glasiyal asetik asit) uygulanmıştır. Serbest hale getirilen traheidler, lam-lamel arasına alınarak traheidlere ilişkin ölçümler gerçekleştirilmiştir. Hücre boyutlarının saptanması Leica DM750 (Leica, Germany) marka ışık mikroskobu ve Leica Application Suite (LAS EZ) görüntü analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Anatomik hücre ölçümleri IAWA (2004)’nın iğne yapraklı ağaçlar için belirlediği esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Anatomik hücre analizlerinde traheid hücre uzunluk ve genişlikleri (μm), traheid lümen genişliği (μm), traheid çeper kalınlığı (μm), öz ışın yüksekliği ve genişliği (μm) hesaplanmıştır. Traheid ölçümleri enine kesitte ve öz ışını hücre ölçümleri ise teğet kesitte hesaplanmıştır. Traheid ve özışını boyutları ölçümlerinde x4’lük objektif, traheid genişliği, traheid lümen genişliği, traheid çeper kalınlığı ölçümlerinde ise x40’lük objektif kullanılmıştır. Her bir örnek ağaçta, her bir hücre ölçümü 25 tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.

2.3. İstatistiksel Değerlendirme

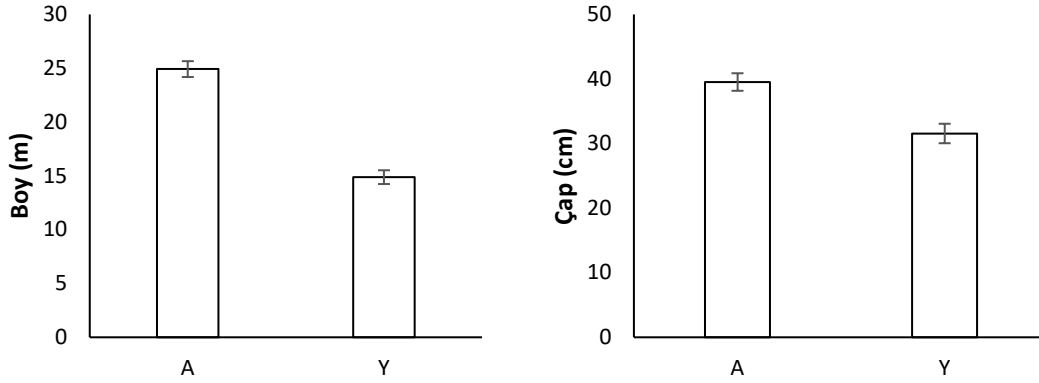
Yapılan morfolojik ve anatomik ölçüm sonuçlarının istatistiksel yönden değerlendirilmesinde SPSS 23 (IBM SPSS Statistics Version 23.0 Desktop) paket programı kullanılmıştır. Yükselti basamakları arasında morfolojik ve anatomik veriler arasında anlamlı fark olup olmadığının belirlenmesinde Tek Yönlü Varyans Analizi uygulanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Morfolojik Ölçüm Bulguları

Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre ağaçların morfolojik (boy ve çap) özelliklerinin yükselti farkına (1200 ve 1600 m) bağlı olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,05$). Yapılan ölçüm sonuçlarına göre düşük yükseltide yetişen Kazdağı göknarının ortalama boyu 24,9 m, yüksek yükseltide yetişen Kazdağı göknarının ortalama boyu 14,8 m olarak tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Bu çalışmada ayrıca düşük yükseltide yetişen göknar ağaçlarının yüksek yükseltide yetişenlere oranla ortalama 1.6 kez daha uzun boy yaptığı belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, ayrıca alçak yükseltide yetişen Kazdağı göknarının ortalama göğüs çapı 39,5 cm, yüksek yükseltide yetişen Kazdağı göknarının ortalama göğüs çapı 31,5 cm olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). Özden Keleş (2020) yılında yapmış olduğu çalışmada, 795 m ve 1350 m yükseltide 5 yaşında ki Kazdağı göknar fidanlarında meydana gelen büyüme ve gelişme farkını incelemiş,

1350 m yükseltide yetişen göknar fidanlarının boy ve çap gelişimlerinin 795 m'de yetişenlerden daha iyi olduğunu bulmuştur. Bu çalışmada da, 1200 m yükseltide yetişen göknar ağaçlarının yüksek yükseltide gelişenlere oranla daha fazla çap büyümesi yaptığı tespit edilmiştir ($p < 0,05$).



Şekil 2. Kazdağı göknarının 2 farklı yükseltide boy ve göğüs çapı ölçüm değerleri. A – Alçak yükselti, Y – Yüksek yükselti

3.2. Yıllık Halka Genişlikleri ve Odun Anatomisi Ölçüm Sonuçları

Ölçüm sonuçlarına göre alçak yükseltide gelişen Kazdağı göknarının ortalama yıllık halka genişliği 2,2 mm, yüksek yükseltide gelişen Kazdağı göknarının ortalama yıllık halka genişliği ise 1,8 mm bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre ayrıca alçak yükseltide gelişen ağaçların ortalama yıllık halka genişlikleri ile yüksek yükseltide gelişen ağaçların ortalama yıllık halka genişlikleri arasında istatistiki yönden anlamlı farklar bulunmuştur ($p < 0,05$). Ölçümlerde, yükselti arttıkça yıllık halka genişliklerinde daralma olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1

Kazdağı göknarının 2 farklı yükselti basamağında yıllık halka genişlikleri ve anatomik hücre ölçümlerine ait ortalama ve standart sapma (ortalama \pm standart sapma) değerleri.

Anatomik Karakterler	A	Y
YHG (mm)	2.22 \pm 0.23 a	1.80 \pm 0.14 b
TRU (μ m)	1038.4 \pm 71.6 b	1203.3 \pm 53.8 a
TRG (μ m)	29.4 \pm 1.62 b	35.8 \pm 2.04 a
TLG (μ m)	19.1 \pm 0.70 a	16.1 \pm 0.87 b
TÇK (μ m)	2.33 \pm 0.07 b	2.38 \pm 0.05 a
ÖİY (μ m)	289.7 \pm 15.5 a	265.7 \pm 21.5 a
ÖİG (μ m)	28.5 \pm 3.11 a	19.4 \pm 1.16 b
ÖİS	100 \pm 12.1 a	60 \pm 9.6 b

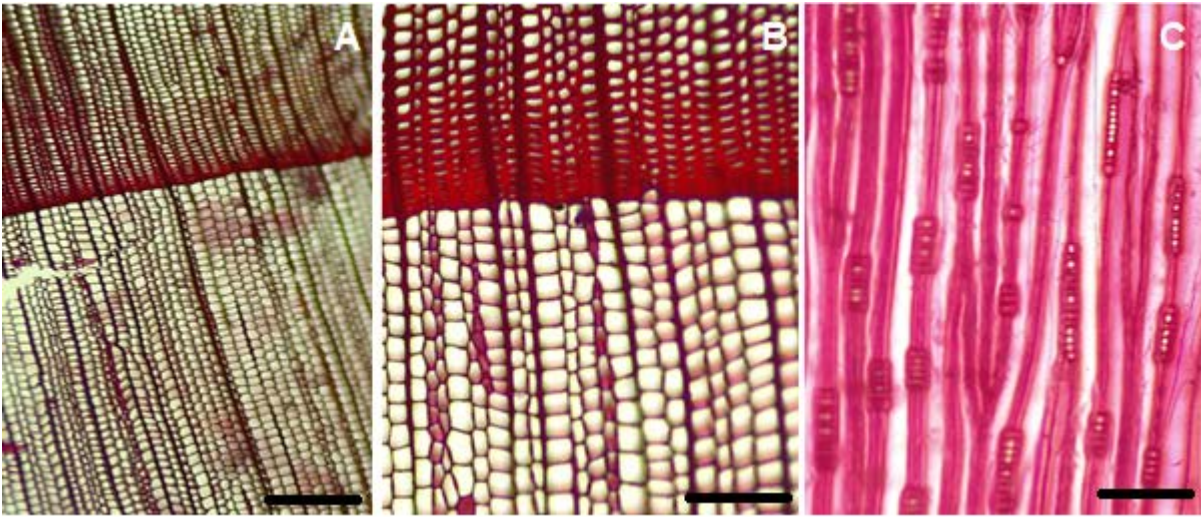
YHG – Yıllık halka genişliği, TRU – Traheid uzunluğu, TRG – Traheid genişliği, TLG – Traheid lümen genişliği, TÇK – Traheid çeper kalınlığı, ÖİY – Özışın yüksekliği, ÖİG – Özışın genişliği, ÖİS – 1 mm'deki özışın sayıları. Farklı harfler değişkenler arasında anlamlı farklılıklar olduğunu göstermektedir.

Yapılan istatistiksel analizlere göre, alçak ve yüksek yükselti basamağında gelişen ağaçlar arasında traheid uzunluğu ($p < 0,05$), traheid genişliği ($p < 0,05$), traheid lümen genişliği ($p < 0,05$), traheid çeper kalınlığı ($p < 0,05$), özışın genişliği ve sayısı ($p < 0,05$) gibi anatomik özellikler bakımından anlamlı farklılıklar görülürken, özışını yüksekliğinde ise anlamlı farklılıklar görülememiştir ($p > 0,05$). Alçak yükseltide göknar odunlarında ortalama traheid uzunluğu 1038,4 μ m ve traheid genişliği 29,4 μ m bulunmuştur. Yüksek yükselti basamağında göknar odunlarında ortalama traheid uzunluğu 1203,3 μ m ve traheid genişliği 35,8 μ m bulunmuştur. Sonuçlara göre, ortalama traheid uzunluğu ve genişliği yüksek yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında alçak yükselti basamağında gelişen göknar odunlarına oranla daha yüksek değerler

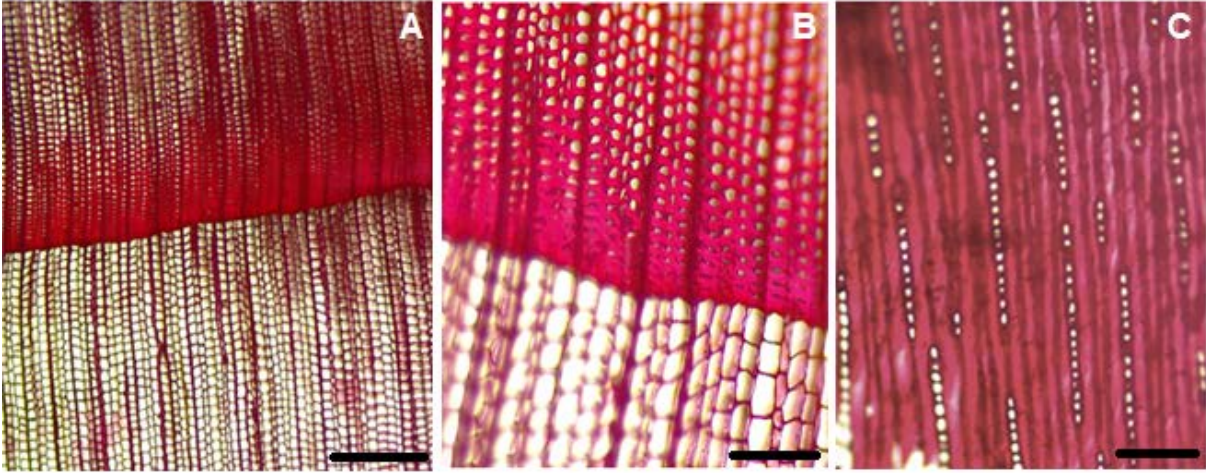
göstermiştir (Tablo 1). Aytuğ (1959)'un Türkiye göknar türleri üzerinde morfolojik esaslar ve anatomik araştırmalar adlı çalışmasında Kazdağı göknarı odununda traheid uzunluğu değerlerini bu çalışmada çıkan değerlerden 2 kat daha yüksek bulmuş olup traheid genişliği değerleri ise bu çalışmada elde edilen değerlere yakın çıkmıştır. Farklı değerlerin olması çalışmaların yapıldığı bölgelerin farklı olması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Alçak yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında ortalama traheid lümen genişliği 19,1 μm ve traheid çeper kalınlığı 2,3 μm bulunmuştur. Yüksek yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında ortalama traheid lümen genişliği 16,1 μm ve traheid çeper kalınlığı 2,3 μm bulunmuştur (Tablo 1). Sonuçlara göre, ortalama traheid lümen genişliği ve çeper kalınlığı alçak yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında daha yüksek değerler göstermiştir. Körner ve Larcher (1988) yapmış oldukları çalışmada, yüksek yükselti basamağında gelişen bitki ömrünün daha çok düşük sıcaklıkların doğrudan ve dolaylı etkileriyle kısıtlandığını belirlemiştir. Yaptıkları çalışmada ayrıca, sıcaklığın her 1 km'lik yükselti değişiminde 5-10 $^{\circ}\text{C}$ azaldığını bulmuşlardır. Bu çalışmada da, traheid lümen genişliği ve yıllık halka genişliklerinin alçak yükselti basamağında gelişen göknarlarda (1200 m) daha yüksek olmasının nedeni yağış ile açıklanabilir. Yükselti arttıkça genellikle hava sıcaklığı ve yağış miktarı azalmaktadır. Alçak yükselti basamağında çoğunlukla yağış daha fazla olmaktadır. Yağışın daha fazla olması, ağacın daha iyi büyüüp gelişmesine neden olmaktadır (Körner ve Larcher, 1988; Grabherr vd., 1994; Beniston, 2003; Körner, 2003; Naud vd., 2019).

Özışın hücrelerinde yapılan ölçümlerde, özışınlarının çoğunlukla 2-24 hücre yüksekliğinde ve bazen de 24'den fazla hücreli olduğu gözlemlenmiştir. Özışınları çoğunlukla tek sıralı yani üniseridir (Şekil 3 ve 4). Alçak yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında ortalama özışın yüksekliği 289,7 μm ve ortalama özışın genişliği 28,5 μm bulunmuştur. Yüksek yükseltide gelişen göknar odunlarında ortalama özışın yüksekliği 265,7 μm ve ortalama özışın genişliği 19,4 μm bulunmuştur (Tablo 1). Sonuçlara göre, ortalama özışın genişliği alçak yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında yüksek değerler göstermiştir. Fakat özışın yüksekliği ölçümlerinde farklı yükseltilere bağlı olarak istatistiki anlamda fark bulunamamıştır. Bununla beraber, 1 mm'deki özışın sayısı istatistiki analiz sonuçlarına göre ise alçak yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında özışın sayısı (ortalama 100) yüksek yükselti basamağında gelişen göknarlardan (ortalama 60) istatistiki anlamda yüksek değerler göstermiştir.



Şekil 3. Alçak yükselti basamağında gelişen Kazdağı Gökmarına ait mikroskobik görüntüler. (A) enine kesit Bar = 300 μm ve (B) enine kesit Bar = 200 μm ve (C) radyal kesitte öz ışınları Bar = 150 μm



Şekil 4. Yüksek yükselti basamağında gelişen Kazdağı Gökmarına ait mikroskopik görüntüler. (A) enine kesit Bar = 300 µm ve (B) enine kesit Bar = 200 µm ve (C) radyal kesitte öz ışınları Bar = 150 µm.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada 1200 ve 1600 m olmak üzere 2 farklı yükselti basamağında Türkiye'nin önemli endemik türlerinden biri olan Kazdağı gökmarının anatomik ve morfolojik özellikleri incelenmiştir. Alçak yükselti basamağında gelişen gökmar ağaçları, yüksek yükselti basamağında gelişen ağaçlara göre daha yüksek boy ve göğüs çapı büyümesi göstermiştir. Alçak yükselti basamağında gelişen gökmar ağaçları ayrıca, daha geniş yıllık halka genişliği göstermekle beraber bazı anatomik hücre karakterlerinde (traheid lümen genişliği, özışını genişliği ve sayısı) de yüksek yükselti basamağında gelişen gökmarlardan daha yüksek değerler göstermiştir. Yüksek yükselti basamağında gelişen gökmarların traheid uzunluk ve genişlikleri ise alçak yükselti basamağında gelişen gökmarlardan daha yüksek değerler ortaya koymuştur. Çalışmanın sonucuna göre, her iki yükselti basamağına da uyum sağlayabilen Kazdağı gökmarının alçak yükselti basamağında büyüme ve gelişmesinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, alçak yükselti basamağında gelişen gökmar ağaçları morfolojik özellikler, yıllık halka genişliği, traheid lümen genişliği, özışını genişliği ve sayısı bakımından yüksek yükselti basamağında gelişen gökmarlara göre daha yüksek değerler göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde ve alan ölçümlerinin yapılmasında katkı sağlayan Daday Orman İşletme Müdürlüğü Müdür Yardımcısı Muhammet Ali KELEŞ'e yardımlarından ötürü teşekkür ederiz.

Yazar Katkıları

Yazar E: Veri toplamış ve analizini yapmıştır.

Yazar S: Analizi planlamış ve tasarlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Akkemik, Ü., Oral, D. (2011). *Abies Mill. Türkiye'nin Doğal Gymnospermleri (Açık Tohumlular)* (Ed. F. Yaltırık, Ü. Akkemik). OGM Yayınları. pp.214.
- Anşin, R., Özkan Z. (1997). *Tohumlu bitkiler ve odunsu taksonlar*. KTÜ Orman Fakültesi, 167/19, 1.baskı 1993, 2.baskı 1997, Trabzon, 512 s.
- Atalay, İ., Efe, R. (2015). *Türkiye Bitki Coğrafyası (Türkiye vejetasyon ve Hayvan Coğrafyası)*, Meta

- Basım. İzmir.
- Avcı, M. (2005). Çeşitlilik ve Endemizm Açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü. İstanbul Üniv. Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi, 13: 27-55.
- Aytar, F., Hızal, E. (2012). Toros Göknarı, *Abies cilicica* (Antoine et Kotschy) Carrière'nin endemik bir zararlısı; *Pityokteines marketae* Knížek, (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). Türkiye Entomoloji Dergisi, 36 (2): 277-285.
- Aytuğ, B. (1959). Türkiye Göknar Türleri Üzerinde Morfolojik Esaslar ve Anatomik Araştırmalar. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University.
- Belen, İ. (2020). Global Forest Resources Assessment 2020- Küresel Orman Kaynakları Değerlendirmesi (FRA).
- Beniston, M. (2003). Climatic change in mountain regions: A review of possible impacts. Climatic Change, 59: 31.
- Chen, L., Huang, J. G., Alam, S. A., vd. (2017). Drought causes reduced growth of trembling aspen in western Canada. Glob Change Biol., 23:2887–2902.
- Coode, M. J. E., Cullen, J. (1965). *Abies* Miller. In (Davis, P. H. Editör); Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Volume 1, pp. 67-70, at the University Press, Edinburgh.
- Dallimore W, Jackson, A.B. (1966). A Handbook of the Coniferae and Ginkgoaceae, 4th ed (revised by Harrison S G). New York: St. Martin's Press, 45–90.
- Davis, P.H. (1965–1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 1–9. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.
- Esper, J., Frank, D. C., Wilson, R. J., Büntgen, U., & Treydte, K. (2007). Uniform growth trends among central Asian low-and high-elevation juniper tree sites. Trees, 21(2), 141-150.
- Farjon, A. (2010). A Handbook of the World's Conifers. W.Brill Academic Publishers.Leiden, Boston.
- Franklin, G. L. (1945). Preparation of thin sections of synthetic resins and woody resin composites and a new method for wood. Nature, 155: 3924–3951.
- Grabherr, G., Gottfried, M., Pauli, H. (1994). Climate effects on mountain plants. Nature, 369: 448.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (edlr.) (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezhath Göküğüit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, Flora Dizisi: 1, İstanbul.
- IAWA Committee. (2004). IAWA List of microscopic features for softwood identification by an IAWA Committee. Richter, H.G.; Grosser, D.; Heinz, I.; Gasson, P.E. (eds.). IAWA Journal, 25: 1-70.
- Kaya, Z., Skaggs, A., Neale, D. B.(2008). Genetic Differentiation of *Abies equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss) Mattf. Populations from Kazdagi, Turkey and the Genetic Relationship between Turkish Firs belonging to the *Abies nordmanniana* Spach Complex. Turkish Journal of Botany, 32: 1-10.
- Keleş, S.Ö. (2020). The Effect of Altitude on the Growth and Development of Trojan Fir (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* [Asch. & Sint. ex Boiss] Coode & Cullen) Saplings. Cerne, 26, 381-392.
- Körner, C. (2003). Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems. Berlin, Germany: Springer.
- Körner, C., & Larcher, W. (1988). Plant Life in Cold Climates, in Long, S. F. and Woodward, F. I.(eds.), Plants and Temperature, The Company of Biol Ltd, Cambridge, pp. 25–57.
- Kutluk, H., Aytuğ, B. (2001). Endemic Plants of Turkey, Proceedings of the Second Balkan Botanical Congress (14-18 Mayıs, İstanbul, 2000), 1: 285-288.
- Li, Y., Zhou, G., Huang, W., Liu, J., Fang, X. (2016b). Potential effects of warming on soil respiration and carbon sequestration in a subtropical forest. Plant Soil 409 247–257.
- Li, Y., Liu, J., Zhou, G., Huang, W., Duan, H. (2016a). Warming effects on photosynthesis of subtropical tree species: a translocation experiment along an altitudinal gradient. Sci. Rep. 6:24895.
- Moore, D. M. (1982). Flora Europaea-Checklist and Chromosome Index. Cambridge: Cambridge University Press, 45.
- Naud, L., Måsviken, J., Freire, S., Angerbjörn, A., Dalén, L., Dalerum, F. (2019). Altitude effects on spatial components of vascular plant diversity in a subarctic mountain tundra. Ecology and evolution, 9(8): 4783–4795.
- OGM (2020). Orman Genel Müdürlüğü 2020 Web sayfası.

- <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz/Turkiye-Orman-Varligi>.
- Özden Keleş, S., Savacı, G. (2021). Seasonal variation of morphological traits, wood formation, and soil properties differs between *Quercus robur* L. and *Robinia pseudoacacia* L. saplings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 36(5), 344-353.
- Topaloğlu, E., Ay, N., Altun, L.; Serdar, B. (2016). Effect of altitude and aspect on various wood properties of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) wood. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40: 397-406.
- Velioğlu, E., Tayanç, Y., Çengel, B., Kandemir, G. (2012). Genetic variability of seed characteristics of *Abies* populations from Turkey. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 12(3): 27-35.
- Xiang, Q. P. (2000). Systematic studies on the genus *Abies*. Dissertation for the Doctoral Degree. Beijing: Institute of Botany, Chinese Academy of Science (in Chinese).
- Xiang, X., Cao, M., Zhou, Z. (2007). Fossil history and modern distribution of the genus *Abies* (Pinaceae). *Frontiers of Forestry in China*, 2(4): 355-365.
- Yaltrık, F., Efe, A. (2000). *Dendroloji Ders Kitabı: Gymnospermae-Angiospermae*. 2. Baskı, İstanbul Üniversitesi.
- Yaman, B. (2007). Comparative wood anatomy of *Pinus sylvestris* and its var. *Compacta* in the West Black Sea region of Turkey. *IAWA Journal*, 28: 75-81.
- Yaman, B., & Sarıbaş, M. (2004). Türkiye'nin Euxine Bölgesindeki Doğal Kavak (*Populus* L.) Taksonlarında Yükseltiyle İlişkili Olarak Trahe Hücre Boyutlarındaki Varyasyonlar. *Turkish Journal of Forestry*, 5(1), 111-123.
- Zheng, L., Gaire, N. P., & Shi, P. (2021). High-altitude tree growth responses to climate change across the Hindu Kush Himalaya. *Journal of Plant Ecology*, 14(5), 829-842.