



Anadolu endemiği Kazdağı göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *equi-trojani* (Aschers. & Sint. ex Boiss) Coode et Cullen): Bildiklerimiz ve araştırma gereksinimleri

Nurbahar Usta^{a,b,*} , Çağatay Tavşanoğlu^b 

Özet: Kazdağı göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) Biga Yarımadası ve Kızılırmak Deltası arasında yayılış gösteren, endemik ve Dünya Doğa Koruma Birliği (IUCN)'ne göre tehlikede (EN) olan asli bir orman ağacıdır. Bu çalışmanın amacı Kazdağı göknarı üzerine yayınlanmış tüm çalışmaları derlemek ve sonucunda tür hakkındaki bilinenleri ve bilinmeyenleri ortaya koymaktır. Bu amaçla türün güncel taksonomik adı ve tüm sinonim adları kullanılarak literatür taranmış, bunlar arasından doğrudan Kazdağı göknarını konu alan yayınlar seçilerek, yapılan çalışmalar incelenen popülasyonlara (Kazdağları, Uludağ, Batı Karadeniz) ve çalışmaların konularına (taksonomi, evrim ve filogeni, genetik, ekoloji ve ekofizyoloji, morfoloji, hastalıkları ve zararlıları, ürün kullanımı ve özellikleri, silvikültür ve amenajman) göre gruplandırılmış ve her grup altındaki çalışmalar kapsamlı olarak açıklanmıştır. Bu kapsamda 181 bilimsel dergi makalesi, 16 sempozyum bildirisi, 10 teknik rapor ve 21 yüksek lisans ya da doktora tezi olmak üzere toplam 228 yayından oluşan bir açık erişimli bir yayın listesi oluşturulmuştur. Sonuçlar, Kazdağı göknarı hakkındaki çalışmaların 2000'li yıllar sonrası arttığını gösterse de, türün geçmişten gelen taksonomik karmaşası ve evrimsel süreci hakkında henüz yeterli bilginin mevcut olmadığını ortaya koymaktadır. Aynı şekilde Kazdağı göknarının morfolojisi ve ekolojisi üzerine de çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. İklim değişikliğinin artan etkisiyle birlikte hastalık ve zararlıları daha sık çalışılmaya başlanmış; türün işletilmesi ve yönetimi hakkında 2000 öncesi yayınlar bulunsa da güncel çalışmalara rastlanmamıştır. Endemik ve tehlikede olmasına karşın türün korunmasına yönelik çalışmalar ve önerilerin oldukça sınırlı sayıda olması ve tür hakkında yeterli fizyolojik, ekolojik ve genetik verinin bulunmaması, Kazdağı göknarının korunmasına yönelik çalışmaların ilerlemesi için önemli bir engel teşkil etmektedir.

Anahtar kelimeler: Kazdağı göknarı, Ekoloji, Koruma, Ormancılık, Orman ekosistemi

Anatolian endemic Trojan fir (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *equi-trojani* (Aschers. & Sint. ex Boiss) Coode et Cullen): What we know and research requirements

Abstract: Trojan fir (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) is an endemic primary forest tree classified as endangered (EN) by International Union for Nature Conservation (IUCN) distributed between the Biga Peninsula and the Kızılırmak Delta. The aim of this study is to compile all the studies published on Kazdağı fir to reveal what is known and unknown about the species. For this purpose, the literature was reviewed using the current taxonomic name of the species and all synonyms. Among these publications, the studies which were directly focused on the Trojan fir were selected, and were grouped based on the focused populations (Kazdağları, Uludağ, Batı Karadeniz) and the subjects of the studies (taxonomy, evolution and phylogeny, genetics, ecology and ecophysiology, morphology, diseases and pests, product use and properties, silviculture and management). The publications under each group were reviewed in detail. Lastly, an open access publication list was created consisting of a total of 228 publications, including 181 scientific journal articles, 10 symposium papers, 16 technical reports and 21 master's or doctoral theses. The results show that although studies on Trojan fir have increased after the 2000s, there is not enough information about the taxonomic complexity and evolutionary process of the species. Likewise, studies on the morphology and ecology of Trojan fir are very limited. With the increasing effect of climate change, diseases and pests have started to be studied more frequently; though, there are studies before 2000 on the forest management of the species, no recent studies has been conducted. Even though the species is endemic and endangered, the studies on its conservation are very limited. The lack of studies on physiological, ecological and genetic properties of the species constitute an important obstacle for the progress of studies on the conservation of Trojan fir.

Keywords: Trojan fir, Ecology, Conservation, Forestry, Forest ecosystem

✉ ^a Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 06800 Beytepe, Ankara
^b Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Ekoloji Ana Bilim Dalı, 06800, Beytepe, Ankara

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): ustanurbahar@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 08.05.2023, **Accepted** (Kabul tarihi): 26.07.2023



Citation (Atıf): Usta, N., Tavşanoğlu, Ç., 2023. Anadolu endemiği Kazdağı göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *equi-trojani* (Aschers. & Sint. ex Boiss) Coode et Cullen): Bildiklerimiz ve araştırma gereksinimleri. Turkish Journal of Forestry, 24(3): 329-345. DOI: [10.18182/tjf.1293159](https://doi.org/10.18182/tjf.1293159)

1. Giriş

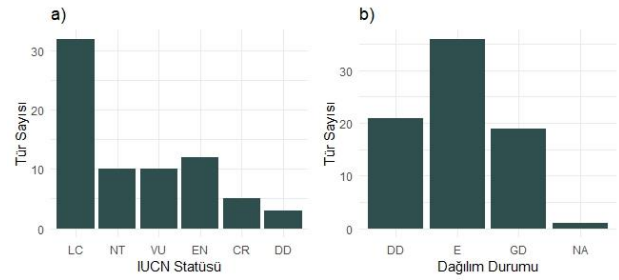
Göknarlar, Pinaceae (Çamgiller) familyasının *Abies* cinsine ait türleri kapsayan, iğne yapraklı ağaçlardır. Dünya genelinde 79 *Abies* taksonu bulunmaktadır (World Flora Online, 2023) ve bunların 47'si endemik ya da dar yayılışlı olarak kaydedilmiştir (Şekil 1). Çoğunlukla ılıman kuşakta ve yüksek rakımda yayılış göstermeleri nedeniyle göknarlar iklim değişikliği ile artacak sıcaklıklardan olumsuz etkilenecek bitki gruplarından (Aussenac, 2002; Tanaka vd., 2012; Yun vd., 2018; Liao vd., 2020).

Türkiye göknarları, "Akdeniz Cıvırı Göknaırlar" isimli taksonomik bir grupta yer almaktadır (Caudullo ve Tinner, 2016). Göknaırlar, Anadolu'da Kafkaslardan başlayıp Doğu ve Batı Karadeniz Bölgesi'nde, Marmara Bölgesi'nin güneyinde ve güneyde Toroslar ile Amanoslarda yayılış gösterirler. Anadolu'nun kuzeyinde yer alan göknarlar Kafkas göknarı (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach) ve alt türlerinden, güneyinde yer alanlar ise Toros göknarı (*Abies cilicica* Lindl., Gard. Chron) ve alt türlerinden oluşmaktadır.

Hem Kazdağı hem de Toros göknarının taksonomik statüsü yıllar içinde değişiklik göstermiştir. Resimli Türkiye Florası'nın ikinci cildinde (Güner vd., 2018) Kazdağları'ndan Kızılırmak Deltası'na kadar yayılış gösteren bütün göknarlar Kazdağı göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) olarak bir araya toplanarak, alttür ayrımları ortadan kaldırılmıştır. Bu derlemede, taksonun adlandırılmasına referans kaynak olarak Resimli Türkiye Florası (Güner vd., 2018) ve World Flora Online (2023) takip edilmiş ve taksonun sinonimlerinden (Çizelge 1) coğrafı konumları ile ilişkilendirilerek bahsedilmiştir (Kazdağları, Uludağ ve Batı Karadeniz popülasyonu).

Kazdağı göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*), endemik ve IUCN (Dünya Doğa Koruma Birliği) tehlike statülerinden EN (Tehlikede) kategorisinde yer alır (Knees ve Gardner, 2011). Ancak, endemik ve asli orman ağacı olan bu takson üzerine yapılmış kapsamlı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Özellikle taksonomik statüsünün sürekli değişimi, bu takson hakkında geçmiş çalışmalardan elde edilen bilginin de güncellenmesini gerekli kılmaktadır.

Bu derlemenin amacı, Türkiye'nin biyolojik çeşitliliği için değerli, endemik bir takson olan Kazdağı göknarı üzerine yürütülmüş bilimsel araştırmaları irdeleyerek, takson hakkında var olan bilgileri derlemek, dolaylı olarak popülasyonları üzerindeki olası tehditleri göz önüne sermek ve araştırma ihtiyaçlarını ortaya koyarak gelecekte bu türle ilgili yapılacak çalışmalara yön vermektir. Bu amaç doğrultusunda, taksonla ilgili bugüne kadar yapılmış olan bilimsel araştırmalar konularına ve konumlarına göre sınıflandırılmış ve her bir konu kapsamında türle Kazdağı göknarı ile ilgili bilgi boşluklarına işaret edilmiştir.



Şekil 1: *Abies* türlerinin a) IUCN koruma statüleri ve b) dağılım durumları (koruma statüsü ve yayılım bilgileri IUCN'den, takson bilgisi ise World Flora Online (2023)'den alınmıştır). Koruma statüsü kısaltmaları: EX (Tükenmiş), EW (Doğal ortamında tükenmiş), CR (Kritik tehlikede), EN (Tehlikede), VU (Hassas), NT (Neredeyse tehdit altında), LC (Asgari endişe), DD (Yetersiz veri), NE (Değerlendirilmedi)

2. Yayın listesinin oluşturulması

Bu çalışmada kullanılan yayımlar, büyük ölçüde "Publish or Perish" uygulaması aracılığı ile derlenmiştir (Harzing, 2007). Bu uygulamada anahtar kelime olarak Kazdağı göknarının Çizelge 1'de belirtilen tüm sinonim isimlendirmeleri sırasıyla kullanılmış ve çıkan sonuçlar, yayın adı, yıl, yazar adları, yayımlandığı dergi ve yayın özeti sütunlarından oluşan tek bir listede toplanmıştır (10.6084/m9.figshare.22717423). Uygulama, Google Scholar ve Web of Science'a ek olarak YÖKTEZ dahil olmak üzere üniversitelerin tez veritabanlarını taramakta, anahtar kelimelerin geçtiği tüm bilimsel yayınları liste olarak sunmaktadır. Aramada özel bir zaman aralığı kullanılmamış, en eski çalışmadan en güncel kadar tüm yayımlar incelenmiştir. Çevrimiçi olarak ulaşılamayan gri literatürün de yayın listesine eklenebilmesi amacıyla, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü kütüphanesi katalogu taranarak, ilgili yayınların basılı kopyaları temin edilmiştir. Doğrudan Kazdağı göknarı ile ilgili olan yayınların seçilmesi ve tekrarların çıkarılması için bir filtreleme işlemi yapılmıştır. Bu filtreleme işlemi sırasında öncelikle, Kazdağı göknarının yalnızca adının geçtiği ve doğrudan takson ile ilgili önemli bilgi içermeyen çalışmalar (envanter çalışması, flora analizi, vb.) yayın listesinden çıkarılmıştır. Eleme işlemi çoğunlukla yayın adı kullanılarak, yayın adından çalışmanın Kazdağı göknarını doğrudan inceleyip incelemediğinin anlaşılamadığı durumlarda ise yayın özeti okunarak gerçekleştirilmiştir. Bu işlem sonucunda, yayın listesinin ilk versiyonunda yer alan ve içeriğinde Kazdağı göknarının herhangi bir sinonim adının yer aldığı 1216 adet yayının 228'inin doğrudan Kazdağı göknarını inceleyen çalışmalar olduğu belirlenmiştir (10.6084/m9.figshare.22717423). Bu yayımlar; taksonomi, evrim ve filogeni, genetik, ekoloji ve ekofizyoloji, morfoloji, hastalıkları ve zararlıları, ürün kullanımı ve özellikleri, silvikültür ve amenajman olarak 8 konu altında gruplandırılmıştır. Gruplandırma yapılırken öncelikli olarak yayın başlıkları ve yayının anahtar kelimeleri kullanılmış, bu iki kaynağın sınıflandırmak için yeterli bilgi sunmadığı durumlarda ise yayın özetleri temel alınmıştır. Birden fazla konu grubuna dahil olan yayımlar, ilgili grafiklerde ait oldukları her konu grubu için tekrarlı olarak yer almıştır. Yayın listesine kaydedilen herhangi bir çalışmayla doğrudan ilişkili tekrarların tespit edilmesi durumunda, bunlar artık bilgi (*redundancy*) olarak kabul edilerek, listeden

çıkarılmıştır. Örneğin, tek bir çalışmanın bulguları hem dergi makalesi hem de konferans bildirisi olarak yayınlandı ise, daha kapsamlı bilgi içerdiği için sadece dergi makalesi listede tutulmuştur. Sonuçta, yayın listesi 181 dergi makalesi, 10 sempozyum bildirisi, 16 teknik rapor ve 21 yüksek lisans ya da doktora tezi olmak üzere toplam 228 yayın içermiştir (10.6084/m9.figshare.22717423). Bu yayınların basım tarihleri Nisan 1959 ile Ocak 2023 arasında değişmektedir. 226 yayından oluşan liste, Şekil 2 ve Şekil 3'ün verisini oluştururken, bu makale içerisinde 228 yayının hepsinden bahsedilmemiş, ilgili grup başlıklarında en çok ilişkili olanlara yer verilmiştir.

Ayrıca, yayın listesine eklenmiş her yayının Kazdağı göknarının hangi popülasyonunu konu aldığını gösteren bir bölge gruplandırması da yapılmıştır. Kazdağı göknarı örneklerin taksonun hangi popülasyonundan geldiğini belirlemek üzere yapılmıştır. Bu doğrultuda, sadece Kazdağları bölgesini içeren (Balıkesir ve Çanakkale illeri) "Kazdağları", sadece Uludağ bölgesini içeren (Bursa ili) "Uludağ" ve Bolu - Sinop arası popülasyonları içeren "Batı Karadeniz" adında üç ana coğrafi grup oluşturulmuştur. Bu gruplardan birkaçını ya da taksonun tüm yayılış alanını konu alan yayınlar ise yayın listesinde ayrıca belirtilmiştir. Böylece, her bir yayında taksona ait sunulan enformasyonun taksonun hangi popülasyonlarını kapsayarak elde edildiği sunulmuştur. Aynı zamanda yayın listesinde kullanılan kısaltmaların açıklamaları metadata dosyası olarak yer almaktadır (10.6084/m9.figshare.22717423).

3. Kazdağı göknarı ile ilgili çalışmalar

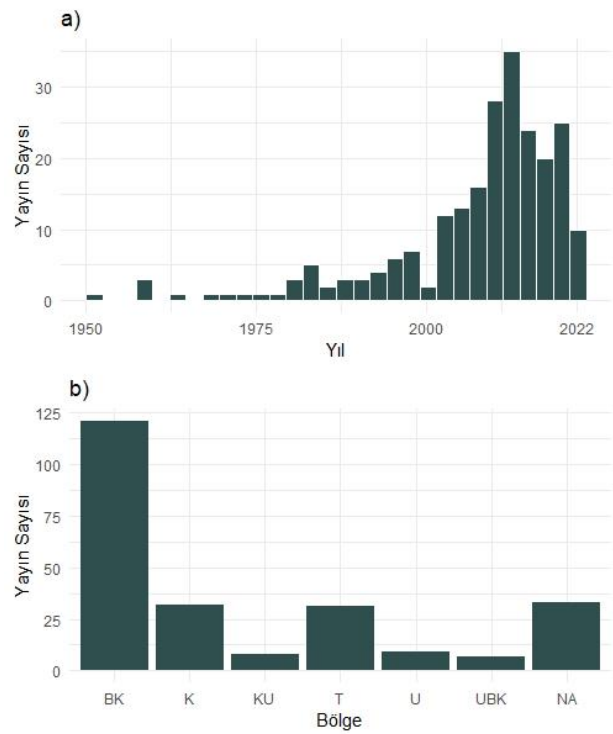
Kazdağı göknarı ile ilgili literatürde tespit edilen ilk çalışma 1959 yılında Burhan Aytuğ tarafından yazılmış olan "Abies equi trojani Aschers., Sinten'in orijini üzerinde palinolojik araştırmalar" başlıklı yayındır. Bu yıldan itibaren 1970'li yılların sonuna kadar taksonla ilgili nadir sayıda yayın yapılmış, ancak sonrasında her yıl birkaç çalışma yayınlanmaya başlamıştır (Şekil 2a). Kazdağı göknarına ait çalışmalar 2000'li yıllar itibarıyla belirgin bir artış göstermiş ve 2004 yılından itibaren her yıl, Kazdağı göknarını ana konusu yapan en az 15 yayın basılmıştır (Şekil 2a). Kazdağı göknarı ile ilgili en fazla çalışma (113 adet) Batı Karadeniz popülasyonları üzerine gerçekleştirilmiştir; ikinci sırada Kazdağları (30), son sırada ise Uludağ popülasyonu (9) yer almaktadır (Şekil 2b). Bununla birlikte, tüm popülasyonları kapsayan 34, Kazdağları ve Uludağ popülasyonunu birlikte kapsayan 4, Uludağ ve Batı Karadeniz popülasyonlarını birlikte kapsayan 9 ve kullanılan örneklerin orijinin belirtilmediği 31 yayın bulunmaktadır (Şekil 2b). Kazdağı göknarı konusundaki araştırmaların son yıllardaki artışı büyük ölçüde taksondan elde edilen ürünlerin kullanımı ve özelliklerine ilişkin yayımlardan kaynaklanmaktadır (Şekil 3). Buna ek olarak, taksonun hastalık ve zararlıları, ekofizyolojisi ve ilgili silvikültür ve amenajman çalışmalarının son yıllarda gösterdiği artış da dikkat çekicidir (Şekil 3). Taksonun evrim, taksonomi, filogeni ve morfolojisi ile ilgili çalışmalar az sayıdadır (Şekil 3).

3.1. Taksonomi

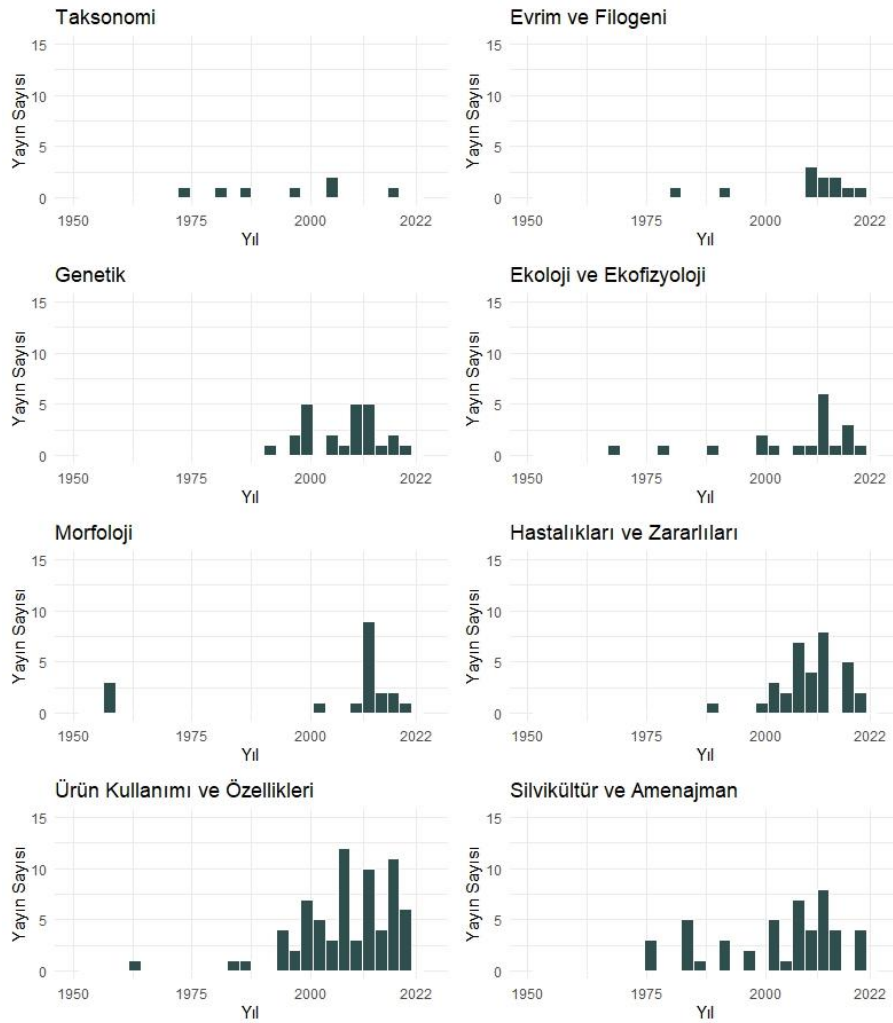
Pinaceae familyasında *Abies* cinsi altında yer alan göknarlar taksonomik olarak iki bölüme ayrılmıştır: *Abies* ve *Piceaster* (Farjon ve Rushforth, 1989). Kazdağı göknarının bulunduğu *Abies* bölümü, Avrupa, Balkanlar ve Doğu Akdeniz'de yayılış gösteren göknarları (örn., *A. alba* ve *A. cephalonica*), *Piceaster* bölümü ise Kuzey Afrika ve Batı Avrupa'daki türleri (örn., *A. pinsapo* ve *A. numidica*) kapsamaktadır.

Çizelge 1. Kazdağı göknarının (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) sinonimleri. Veri Kaynağı: World Flora Online (2023)

<i>Abies alba</i> subsp. <i>equi-trojani</i> (Asch. & Sint. ex Boiss.) Asch. & Graebn.
<i>Abies bornmuelleriana</i> Mattf.
<i>Abies cephalonica</i> var. <i>graeca</i> (Fraas) Liu
<i>Abies cephalonica</i> var. <i>greaca</i> (Fraas) T.S.Liu
<i>Abies equi-trojani</i> (Asch. & Sint. ex Boiss.) Mattf.
<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i> (Mattf.) Coode & Cullen
<i>Abies nordmanniana</i> var. <i>bornmuelleriana</i> (Mattf.) Silba
<i>Abies nordmanniana</i> var. <i>equi-trojani</i> (Asch. & Sint. ex Boiss.) Guin. & Maire
<i>Abies olcayana</i> Ata & Merev
<i>Abies pectinata</i> var. <i>equi-trojani</i> Asch. & Sint. ex Boiss.
<i>Abies pectinata</i> var. <i>graeca</i> Fraas



Şekil 2. Kazdağı göknarı ile ilgili yayınların coğrafi grupları. a) Yayınların yıllara göre sayısal dağılımı, b) Yayınların popülasyonlara göre sayısal dağılımı. (BK: Batı Karadeniz, K: Kazdağları, KU: Kazdağları ve Uludağ, T: Tüm popülasyonlar, U: Uludağ, UBK: Uludağ ve Batı Karadeniz, NA: Değerlendirilmedi.)



Şekil 3. Kazdağı göknarı ile ilgili yayınların konu gruplarına ve yıllara göre dağılımı

Türkiye göknarlarının morfolojik karakterlerinin ölçümleri ile yapılan taksonomik çıkarımlar ilk kez Aytuğ (1959) tarafından gerçekleştirilmiştir. Kazdağı, Uludağ ve Batı Karadeniz popülasyonlarının ayrı türler olarak kabul edildiği söz konusu çalışmada, Toros göknarı (*A. cilicica*) da dahil olmak üzere dört farklı grupta ölçüm yapılmıştır. Traheidler, karşılaşma yerleri ve öz ışınlarda yapılan ölçümler karşılaştırmalı bir tablo halinde sunulmuştur ancak istatistiksel analiz yapılmadığından, bu karakterler arasındaki farklılıkların anlamlı olup olmadığı bilinmemektedir. Yazar bu göknar gruplarının morfolojik olarak ayırt edilemeyeceğini belirtmesine rağmen, ölçümleri sırasında traheidlerin radyal çepelleri üzerinde çift sıralı geçitlerin bulunmasıyla Kazdağı popülasyonlarının diğerlerinden farklı olduğuna işaret etmiştir. Ata (1975) ise iğne yapraklar üzerinde yaptığı mikroskobik incelemede, yaprak morfolojisinde yüksek seviyede değişkenlik tespit etmiş ve Uludağ popülasyonu ile Kazdağı popülasyonunun bu yöntemle ayırt edilemeyeceğini vurgulamıştır.

Kazdağı göknarının taksonomik durumu, geçmişten günümüze tartışmalı bir konu olagelmıştır. Akdeniz göknarlarının yakın dönemde çeşitlenmelerine bağlı olarak var olan genetik yakınlıkları, morfolojik esneklikleri ve

büyük olasılıkla hibritleşmeleri nedeniyle sınıflandırmalarının oldukça zor olduğu ve çokça tartışmaya konu olduğu vurgulanmıştır (Liu, 1971; , aktaran Liepelt vd., 2010). İlk kez 1883 yılında Ascherson ve Sinten tarafından tanımlanmış olan bu taksonun, önceleri Balkan Yarımadası'nda yayılış gösteren *A. alba*'nın bir varyetesi olduğu düşünülmüştür (Ata, 1975). Sonra taksonun hem *A. alba* hem de *A. cephalonica*'nın (Yunanistan) özelliklerini taşıyan farklı bir tür olduğu öne sürülerek; kelime anlamıyla "Truva atı" anlamına gelen *equi-trojani* tür adı ile isimlendirilmiştir (Mataracı, 2002). Aytuğ (1959) Kazdağı göknarının polen morfolojisini inceleyerek, taksonun *A. cephalonica* ile *A. nordmanniana*'nın hibritleşmesiyle oluşan bir tür olduğunu öne sürmüştür. İlerleyen zamanlarda Kazdağı göknarı sırasıyla Kafkas göknarının bir alt türü (*A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani*), Uludağ göknarının alt türü (*A. bornmülleriana* subsp. *equi-trojani*), Uludağ göknarının varyetesi (*A. bornmülleriana* var. *equi-trojani*), Yunan (Grek) göknarı ve Uludağ göknarının hibriti (*A. cephalonica* var. *graece*) gibi birçok farklı şekilde adlandırılmıştır (Ata, 1975). Bunlara ek olarak, taksonun Kazdağı ile Uludağ arasında yer alan Çataldağ'daki popülasyonuna *A. olcayana* (Çataldağı göknarı) ismi

verilerek ayrı bir tür olarak tanımlanmıştır (Ata ve Merev, 1981, 1987).

Sonraki yıllarda Çataldağ göknarı isimlendirmesi birçok araştırmacı tarafından kabul edilmese de Ata ve Korgavuş (2012) Çataldağ popülasyonunun polen morfolojisi ve gövde anatomisindeki farklılıkları vurgulayarak, bu popülasyonu ayrı bir tür olarak kabul eden görüşü desteklemiştir. Yaltırık (1973) Kazdağ göknarının sınıflandırılmasında gözle görülebilir morfolojinin yeterli veri sağlamadığını, sınıflandırma önerilerinin aynı zamanda odun anatomisi, polen morfolojisi ve iç morfoloji gibi zamanının modern taksonomi araçlarıyla da desteklenmesi gerektiğini belirtmiştir. Daha sonraki yıllarda moleküler tekniklerin gelişmesiyle hız kazanan izoenzim, allozim ve genetik çalışmalar ise grubun taksonomik konumu ile ilgili olarak sıklıkla farklı konumları işaret etmiştir. Örneğin, Şimşek (1992) Batı Karadeniz, Uludağ ve Kazdağları popülasyonlarından topladığı örnekleri toplam altı enzim kullanarak incelemiş ve Kazdağları popülasyonunu genetik olarak çok fakir bulmuş ve de bu popülasyonun Uludağ göknarı ile akraba olmadığını belirtmiştir. Buna karşın SSR ve RAPD analizleriyle Kazdağ göknarının Uludağ ve Karadeniz göknarlarından farklılaştığını, ikisine de hemen hemen eşit genetik mesafede olduğunu bulmuştur. Kaya vd. (2008) kloroplast SSR ile yaptığı analizlerde Balıkesir (Kazdağları), Bilecik (Muratdere) ve Artvin (Ortaköy) popülasyonlarının genetik olarak yeterince farklılaştığını tespit etmiş ve habitat parçalanmasının bugünkü türleşmelerin kaynağını oluşturabileceğini belirtmiştir. Bu çalışmada ilk kez "A. nordmanniana tür kompleksi" tanımı kullanılmış ve Kuzey Ege'den başlayıp Artvin'e kadar uzanan göknar popülasyonları farklı tür ya da alt türlere ayrılmadan bir bütün olarak sunulmuştur (Kaya vd., 2008).

Akdeniz'de yayılış gösteren göknar türlerinin geçmiş bir ortak ataya sahip olabileceği hipotezi Linares (2011) tarafından da öne sürülmüştür. Linares (2011), paleocoğrafya, fosil, genetik, odun anatomisi ve tür dağılımı modelleri temel alınarak yapılmış tüm araştırmaları derleyerek, Akdeniz göknarlarını iki ana gruba toplamıştır. Birinci grup A. cilicica, A. numidica ve A. pinsapo gibi güney Akdeniz türlerini içeren arkaik-pinsapo tip, ikinci grup ise A. alba, A. cephalonica ve A. nordmanniana gibi kuzey Akdeniz ve Balkan türlerini içeren modern-gümüşü tip olarak tanımlanmıştır. Linares (2011) bu grupların, Pleyistosen iklim dalgalanmaları sırasında birbirlerinden izole olup, tekrar karşılaşma ve sonra tekrar izole olma sonucu oluştuğu çıkarımını yapmıştır. Bunu destekleyen çalışmalara örnek olarak Fady vd. (1992)'nin bugünkü tüm Akdeniz göknar türleri için tek bir Doğu Akdeniz Tersiyer ortak atası olduğunu genetik olarak göstermesi, Scaltsoyianes vd. (1999)'un allozimlerde tespit ettiği yüksek seviyedeki heterozigotluk ve Klöhn ve Winieski (1962)'nin Akdeniz göknarlarının Kuzey Amerika göknarlarına kıyasla genetik bariyerlerinin zayıf olması ve hibritleşmeye yatkın olmaları nedeniyle kısa bir zaman önce türleşmeye maruz kalmış olabileceklerini belirtmesi gösterilebilir. Benzer şekilde, Kormutak vd. (2013) de Akdeniz'de yayılış gösteren göknar türlerinin hibritleşme kapasitelerinin çok yüksek olduğunu, fakat Kuzey Amerika türleriyle aralarında kuvvetli bir üreme bariyeri bulunduğunu göstermiştir. Jasinska vd. (2017), 39 morfolojik ve anatomik ibre karakterini A. alba, A. x borgisii-regis, A. bornmülleriana, A. cephalonica ve A. nordmanniana ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ancak herhangi bir karakterin tek başına türleri ayırt etmek için yeterli

olmadığını belirlemiştir. Bu çalışmada karakterlerin kümülatif değerlendirilmesinde ise A. bornmülleriana, A. equi-trojani ve A. nordmanniana arasında yakın akrabalık tespit edilmiştir.

Kazdağ göknarının en güncel taksonomik durumunun yer aldığı Resimli Türkiye Florası'nda (Güner vd., 2018), Kazdağ, Uludağ ve Batı Karadeniz popülasyonları A. nordmanniana subsp. equi-trojani olarak (Kazdağ göknarı adı altında) birleştirilmiştir. Bununla birlikte, 2018 yılı sonrası bilimsel yayınların sadece bir kısmında bu yeni önerilen adlandırma kullanılmış, bazı yayınlarda ise taksonun sinonim isimlerinin (Çizelge 1) kullanımına devam edilmiştir. Türle ilgili önemli referans kaynak oluşturan diğer kuruluşlar olan IUCN, EUFORGEN [Avrupa Orman Genetik Kaynakları Programı] ve American Conifer Society [Amerika Kozalaklılar Derneği]'nin internet sayfalarında taksonun yayılış haritaları yer almakta, ancak bu üç referans kaynağın arasında da taksonomik tutarsızlıklar bulunmaktadır (IUCN, 2022; EUFORGEN, 2021). Spesifik olarak, IUCN ve American Conifer Society, sadece Kazdağları ve Uludağ popülasyonlarını A. nordmanniana subsp. equi-trojani olarak adlandırmakta (Knees & Gardner, 2011), aynı popülasyonlar EUFORGEN internet sayfasında ise A. equi-trojani şeklinde ayrı bir tür olarak değerlendirilmektedir.

Kazdağ göknarının 2018 yılında yapılan, üç alt türü birleştiren taksonomik değişimine dayanak oluşturacak yeterli veri bulunmamakla birlikte, ilerleyen yıllardaki çalışmalar bu popülasyonlar arasında tür bazında ayırım tespit etmekte başarısız kalmıştır. Çekirdek mikrosatellit analizleri Kazdağ göknarının Kazdağları, Uludağ ve Batı Karadeniz popülasyonlarının farklı türler olarak değerlendirilecek düzeyde çeşitlilik içermediğini göstermiş ve ilgili çalışmalarda bu popülasyonların aynı türün alt türleri olduğu ya da bir tür kompleksi içerisinde değerlendirilebileceği belirtilmiştir (Hrivnák vd., 2017; Litkowiec vd., 2021). Buna karşın, bir diğer mikrosatellit analizinde, Kazdağları popülasyonunun alel çeşitliliği oldukça yüksek bulunmuş ve taksonun en karmaşık grubunu oluşturduğu belirtilmiştir (Hrivnák vd., 2017). Çelik Altunoğlu vd. (2021) ise kloroplast DNA'sının Türkiye'deki Abies taksonlarını birbirinden ayırt etmek için yeterli olmadığını göstermiştir.

Kazdağ göknarının taksonomik karmaşası, Resimli Türkiye Florası (Güner vd., 2018)'nin yayınlanmasına kadar geçen süreçte yürütülmüş gerek morfolojik gerek genetik çalışmalarla aydınlatılamamıştır. Kazdağları, Uludağ ve Batı Karadeniz popülasyonlarının farklı türler olduğunu kesin olarak gösterebilen bir çalışma bulunmamakla birlikte, ileri seviye genetik analizlerin henüz yürütülmemiş olması göz önünde bulundurularak aynı tür oldukları önerisi de kanıt yoksunluğundan ötürü belirsizliğini korumaktadır.

3.2. Evrim ve filogeni

Göknarların evrimsel sürecini aydınlatmak amacıyla literatür derlemesi yapan ve özellikle Akdeniz göknarlarına odaklanan Linares (2011) İber Yarımadası'nda keşfedilen Abies fosillerinin, Tersiyer'de geniş bir yayılışa sahip atasal bir Abies türünün varlığına işaret ettiğini belirtmektedir. Bu derlemede önerilen türleşme sürecine göre Miyosen-Pliyosen'de beş göknar türü vardır. Bunlar Kafkaslar ve Balkanlarda A. alba, Toroslarda A. cilicica, İber Yarımadası'nda A. pinsapo, Kuzey Afrika'da A. numidica ve Batı Anadolu - Ege'de A. cephalonica ata türüdür. Linares

(2011) geç Pliyosen ve erken Pleistosen'de Kafkaslar ve Balkanlarda yayılan *A. alba* ata türünün bugünkü coğrafyada Kuzey Ege ve Karadeniz kıyılarında, *A. cilicica* ata türünün ise Toroslarda yayılan türlerin atası olabileceğini söylemiştir. Günümüzde Kuzey Ege ve Batı Karadeniz'de yayılan ve son taksonomik durumda Kazdağı göknarı (*A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) olarak adlandırılan popülasyonların ise zaman zaman farklı taksonlara ayrışmalar da birbirine çok yakın olduğu ve *A. cephalonica*'dan ziyade Pontik atadan türeyen *A. alba*'ya yakın olduğu tahmin edilmiştir (Linares, 2011). Güncel olarak *A. nordmanniana* olarak adlandırılan Kafkas göknarının *A. alba*'dan türediği de düşünüldüğünde, Kazdağı göknarının en yakın olduğu taksonun, alt türü olarak sınıflandırıldığı *A. nordmanniana* olduğu ortaya çıkmakta ve birçok genetik veri de bu savı desteklemektedir (Linares, 2011). Çalışmada, Kazdağlarında, Batı Karadeniz popülasyonu ile bağlantısı görece azalan ve genetik verilere dayanarak *A. cephalonica* ile hibritleştiği bilinen popülasyonun ise ayrı bir tür olup olmadığı henüz yeterince aydınlatılmadığı belirtilmiştir.

Semerikova ve Semerikov (2014) 37 göknar taksonu ve toplam 5580 baz çiftinden oluşan farklı kloroplast DNA bölgeleri kullanarak göknarların genellikle coğrafi yayılışlarıyla uyumlu, beş ana gruptan oluşan bir filogenetik ağaç oluşturmuş ve günümüz *Abies* türlerinin bazal dalları arasındaki çeşitlenme zamanının Oligosen sonu ile Miyosen başı arası bir dönem olduğunu tahmin etmiştir. Bu filogenetik ağaçta, Akdeniz göknarlarının Asya - Kuzey Amerika şubesinden ayrılma yaşı Miyosen'e karşılık gelmektedir. Bu bulgular, mevcut Akdeniz türlerinin farklılaşmasının Geç Pliyosen ve Erken Pleistosen arasında gerçekleştiğini söyleyen Linares (2011)'in sonuçlarıyla çelişmektedir. Akdeniz göknarları diğer *Abies* gruplardan önemli ölçüde izole olmasına rağmen, türler arasındaki farklılaşmanın düşük olduğunu vurgulayan Semerikova ve Semerikov (2014), tüm Akdeniz türlerinin evrimsel yakınlığını Akdeniz havzasında meydana gelen Mesinyen Tuzluluk Krizi ile (~5.6 milyon yıl önce) ilişkili olabilecek bir genetik darboğaz ile açıklanabileceğini belirtmiştir. Semerikova ve Semerikov (2016) mitokondriyal DNA verilerine dayanan filogenetik ağaçların çekirdek ve kloroplast DNA ağaçlarına göre, *Abies* taksonlarının coğrafi yayılışı ile daha uyumlu olduğunu belirtmiştir.

Akdeniz göknarlarının evrimsel süreci ve taksonomisinin aydınlatılmamış olmasının sebebinin, yapılan tüm çalışmaların düşük çözünürlüklü markerlarla tek bir DNA bölgesinin çalışılmasına bağlayan Balao vd. (2020), RAD-seq analizi ile birbirine uzak göknar soylarında dahi hem antik hem de güncel gen akışlarının olduğunu tespit etmiştir. Kuzey Ege ile Batı ve Doğu Karadeniz popülasyonlarına "A. nordmanniana tür kompleksi" adıyla atıfta bulunulan bu çalışma da atasal türün günümüzde Orta Avrupa'da geniş ölçekli yayılış gösteren *A. alba* olduğunu göstermiştir. Türleşmenin önce *A. cilicica*'nın, sonra *A. cephalonica*'nın, son olarak da *A. nordmanniana* kompleksinin ayrılması ile gerçekleştiği ortaya konmuştur (Balao vd., 2020). *Abies nordmanniana* tür kompleksinin içinde bulunan *equi-trojani* ve *bornmülleriana* soyları için ise belirgin bir ayrım gözlenmemiştir. Bu doğrultuda, Balao vd. (2020)'nin bulguları, Linares (2011)'in hipotezleri ile uyumludur. Bu iki araştırmanın sonuçları, Mattfeld (1925)'in uzun zaman önce Anadolu, Avrupa ve Kuzey Afrika'nın bazı bölgeleri boyunca Akdeniz'i çevreleyen göknar ormanlarının olduğu, sonrasında gerçekleşen iklim değişikliklerinin göknar

alanlarını birbirinden izole ettiği ve Anadolu'da yüksek rakımlarda izole bir şekilde hayatta kalan bireylerin Kazdağları popülasyonlarını (ilgili makalede *A. equi-trojani* adıyla verilmiştir) oluşturduğu yönündeki hipotezi ile uyusmaktadır (Mattfeld, 1925; aktaran Ata ve Korgavuş, 2012).

Akdeniz çevresindeki göknarların filogenisini inceleyen Fady vd. (1992), türlerin terpen bileşimlerini karşılaştırarak olası akrabalıklar hakkında çıkarım yapmıştır. Bu çalışmada, gaz kromatografisi yöntemiyle, 18 Akdeniz göknar taksonu örneği kullanılarak yapılan ölçümler sonucunda, terpen bileşiminin tür içi değişkenliğinin en yüksek olduğu türler *A. alba* ve *A. cilicica* olarak tespit edilmiştir. Çalışılan tüm göknar taksonları arasındaki terpen bileşimlerinin yakınlığı, popülasyonları yakın zamanda farklılaşan ve sonrasında çok sayıda mutasyondan ziyade coğrafi engeller nedeniyle ayrı ayrı evrimleşen bir ata türün varlığını işaret etmekte olduğu belirtilmiştir (Fady vd., 1992). "Mezogeon göknarı" olarak adlandırılan bu tahmini ata göknar türünün Ege bölgesinde Miyosen dönemde evrimleştiği tahmin edilmektedir (Fady vd., 1992). Mesinyen iklim krizini ve Pliyosen deniz transgresyonunu takiben, bu Mezogeon ata türün, biri Balkan Yarımadası'nda (Balkan göknarı) ve diğeri Anadolu'da (Pontus göknarı) olmak üzere iki gruba ayrıldığı ve *A. alba* ile birlikte *A. equi-trojani* ve *A. bornmülleriana*'nın ortak atasının Pontus göknarı olduğu tahmin edilmektedir (Fady, vd., 1992). Liu (1971; aktaran. Liepelt vd., 2010) da Akdeniz göknarlarının çeşitlenmesinin Pliyosen ve erken Pleistosen'de gerçekleştiğini öne sürmüştür.

Liepelt vd. (2010) mitokondri ve kloroplast DNA'sı verilerini kullanarak, *Abies* taksonlarının iklimsel dalgalanmalar sırasında yayılış alanlarını değiştirip, daha sonra ikincil temaslarla gen alışverişi yaptıkları hipotezini sınamış, ancak verilerin sınırlı olması nedeniyle *A. bornmülleriana*, *A. equi-trojani* ve *A. nordmanniana* için bu senaryonun geçerli olup olmadığını tespit edememiştir (Liepelt vd., 2010). Türkiye'deki tüm göknar taksonlarının kloroplast DNA'sının trn ve matK bölgeleri baz alınarak yapılan filogenetik araştırmalarda Türkiye'deki göknarlar monofiletik bir grup olarak gözlenmiş ve söz konusu gen bölgelerinde dizi farklılığına rastlanmamıştır (Ateş, 2011; Özdemir Değirmenci, 2011). Söz konusu iki çalışmada oluşturulan filogenetik ağaçlarda ayrılma zamanına dayalı bir tahmin yapılmamıştır ve Türkiye göknarları ile Avrupa göknarları tek bir klad olarak temsil edilmiştir.

Morfometrik karakterleri ve uçucu yağ içeriklerini inceleyerek, Türkiye göknarlarının filogenisi üzerine tahmin yürüten Bağcı ve Babaç (2003), *A. nordmanniana*'nın Kafkas ve Akdeniz göknarlarının atası olabileceğini, bu göknar türlerinin Sibiryaya ve Kafkasya'dan diğer kıta ve bölgelere yayılmış olabileceğini öne sürmüştür. Bu çalışmada, Akdeniz ve Kafkas göknarları ve akrabalarının terpen bileşiminin benzerliği vurgulanarak türlerin geçmişte Kafkasya'dan Avrupa'ya paralel bir çizgi boyunca ilerlemiş olabileceği de belirtilmiştir. Buna ek olarak, hem *A. alba*, *A. cephalonica*, *A. bornmülleriana*, *A. borisii-regis* ve *A. equi-trojani*'de terpen bileşimindeki benzerliğin hem de paleocoğrafi verilerin, günümüz için farklı bir Doğu Akdeniz Tersiyer atasının olası varlığını gösterdiği, *A. bornmülleriana* ve *A. equi-trojani* farklılaşmalarının Pliyosen ve Pleistosen sürecinde Kafkas ve Avrupa atalarının etkileşim-izolasyon döngüleri sürecinde ortaya çıkmış olabileceği belirtilmiştir (Bağcı ve Babaç, 2003). Nihayetinde, Bağcı ve Babaç (2003) bu hipotezlerin yalnızca Türkiye göknarları çalışılarak

desteklenemeyeceğini, Avrupa göknarlarının da çalışmalara dahil edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Türkiye’de yayılış gösteren tüm göknarların yaprak uçucu yağlarının kimyasal karakterizasyonunun yapıldığı bir çalışmada; bugünkü sınıflandırmada ayrımları belirgin olan *A. nordmanniana* ve *A. cilicica* arasında farklar bulunurken; bugün ikisi de Kazdağı göknarı (*A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) olarak isimlendirilen *A. bornmülleriana* ve *A. equi-trojani* ile *A. cilicica* subsp. *isaurica* arasında bileşen farklılıkları tespit edilmemiştir (Uçar vd., 2010). Bu çalışma aynı zamanda taksonomik çıkarımlara da imkan sağlamaktadır. Yapılan taksonomik kümeleme analizinde *A. cilicica* ve *A. nordmanniana* olarak iki gruplanma ortaya çıkmış ve bunların gruplar altında toplanan türler de oldukça yakınlık göstermiştir. Bu sonuçlar da Kazdağı göknarının *A. nordmanniana*’nın bir alt türü olduğu ve Uludağ göknarıyla farklı tür olmadığı düşüncesini desteklemektedir.

Kazdağı göknarının sürecinin aydınlatılması, taksonomik çalışmalara çok yakından bağlıdır. Çalışmalarda ortak ata olarak işaret edilen Kazdağı göknarının yakın türleri olan Kafkas göknarı ve Grek göknarı gibi türlerin de dahil olduğu kapsamlı genetik ve filocoğrafik analizler, türün tarihini aydınlatmak için gereklilikler arasındadır.

3.3. Genetik

Kazdağı göknarının genetik yapısını, tohum endospermelerinde yapılan izoenzim çalışmasıyla aydınlatmaya çalışan Şimşek (1991) türün örneklerini Balıkesir (*A. equi-trojani*), Bolu (*A. bornmülleriana*) ve Giresun, Trabzon ve Artvin (*A. nordmanniana*) illerinden temin etmiş ve karşılaştırma sağlaması açısından *A. alba* örnekleri de kullanmıştır. Altı enzim sisteminin değerlendirilmesi sonucunda çalışmadaki diğer türlerin *A. alba*’dan farklılaşmış olduğu, aynı zamanda üç grubun genetik yapısının da birbirinden farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada, ayrıca, *A. equi-trojani*’de tür içi değişkenliğin azlığı populasyonun küçük olmasına, enzim sistemlerinin çoğunun monomorf özellik taşıması ise türün genetik fakirliğine bağlanmıştır. Şimşek (1991), bu sonuçların Aytuğ (1959) ve Ata (1975)’in önerdiği *A. equi-trojani*’nin hibrit bir tür oluşu hipotezini doğrulamadığını belirtmiş ve relik bir tür olarak değerlendirilmesi gerektiğini öne sürmüştür. Şimşek (1991), *A. equi-trojani* ile *A. bornmülleriana* arasındaki genetik yakınlığın bunları akraba türler olarak değerlendirmek için yeterli olmadığını ve *A. equi-trojani*’nin genetik fakirliğinin işaret ettiği kendileşme baskısını vurgulayarak, mutlaka koruma altına alınması gereken bir tür olduğuna işaret etmektedir. Scaltsoyianes vd. (1999) tüm Akdeniz göknarlarında sekiz lokusta allozim analizi yapmış, *A. alba* ile *A. bornmülleriana* arasında benzerlik bulmuş, *A. equi-trojani*’yi ise Grek göknarına (*A. cephalonica*) yakın bir tür olarak tespit etmiştir.

Gülbaba vd. (1996) Kazdağlarında parçalı bir yayılış gösteren dört farklı populasyondan (Çan, Eybekli, Gürgendağ ve Kapıdağ) toplanan tohum örnekleriyle yürüttüğü izoenzim analizinde, 12 enzim sisteminde Şimşek (1991)’in aksine yüksek seviyede çeşitlilik tespit etmiştir. Gülbaba vd. (1996), bulgularına göre populasyon içi genetik çeşitliliği yüksek, aynı zamanda da diğer populasyonlardan olabildiğince farklılaşmış olan Gürgendağ ve Eybekli göknar sahalarının Gen Kaynakları Yönetim Alanı olarak tescil edilmesini önermiştir. Velioğlu vd. (1999) ise 12 farklı fidan karakterine bağlı genetik çeşitlilik analizinde en uzak

mesafeyi Çan ile Kapıdağ populasyonları arasında bulmuş, Kapıdağ, Gürgendağ ve Eybekli populasyonlarının ise birbirine yakın olduğunu belirterek, Çan ve Gürgendağ göknar sahalarını Gen Kaynakları Yönetim Alanı olarak önermiştir. Kaya vd. (2008) RAPD ve cpSSR markerları kullanarak yürüttüğü genetik analizde, Velioğlu vd. (1999)’u destekleyecek şekilde, Çan populasyonunu hem populasyon içi genetik çeşitliliği yüksek hem de diğerlerinden farklılaşan populasyon olarak tespit etmiştir.

Kazdağı göknarının tohum karakterleri kullanılarak genetik çeşitlilik çıkarımı içeren çok sayıda çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmaların birinde, Kazdağı göknarının Uludağ ve Batı Karadeniz populasyonlarından (çalışmada Uludağ göknarı olarak geçmektedir) toplanan tohumlar üzerinde yapılan ölçümlere dayanarak, dokuz morfolojik karakterin populasyonlar arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Turna vd., 2010). Bu çalışmada Batı Karadeniz populasyonlarında genetik çeşitlilik varlığının tespit edildiği belirtilmiş olsa da, bu konunun çözüme kavuşturulması için daha ileri analizlerin gerekli olduğunu vurgulanmıştır (Turna vd., 2010). Toros göknarı (*A. cilicica*) dahil olmak üzere, Türkiye’deki tüm göknar taksonlarını kapsayan bir başka çalışmada, *A. cilicica*’nın diğer taksonlardan tohum morfolojisi bakımından anlamlı olarak farklılık gösterdiği bulunmuş, ancak diğer üç grubun farklı bir türün alt türleri olduğu belirtilmiştir (Velioğlu vd., 2012). Yalnızca Kazdağları populasyonlarından alınan tohum örneklerini kullanarak yapılan benzer bir çalışmada ise, tohum boyut ve nem oranlarında hem populasyon içi hem de populasyonlar arası anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Yüksel ve Dirik 2021). Buna karşın, benzer teknikle yapılan başka bir çalışmada Batı Karadeniz’de coğrafik olarak uzak populasyonların genetik yakınlık gösterebildiği tespit edilmiştir (Şevik vd., 2012).

Batı Karadeniz populasyonlarında, fidan karakterlerinin kullanıldığı bir çalışmada, 17 doğal populasyondan seçilen ağaçların tohumlarından yetiştirilen fidelerde incelenen dokuz karakterden yalnızca biri (kök boğazı çapı) anlamlı olarak farklılık göstermiştir (Şevik vd., 2013). Beş farklı populasyondan toplanan tohumlardan yetiştirilen fidelerin kullanıldığı bir diğer çalışmada ise kök boğazı çapı bakımından populasyonlar arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir (Gülcü ve Özbedel, 2016).

Kazdağı göknarı populasyonları üzerine yapılan genetik çalışmalar, türün populasyonlar arası ve populasyon için genetik çeşitliliğinin aydınlatmaktan çok uzaktadır. Bu çalışmaların birçoğu, günümüzde ‘eski’ olarak nitelendirilebilecek teknikler ile yapılmıştır ve bulguları birbiri ile çelişmektedir. Bu doğrultuda, Kazdağı göknarı populasyonlarının genetik çeşitlilik örüntülerini açığa çıkaracak yüksek çözünürlüklü çalışmalara gereksinim vardır.

3.4. Ekoloji ve ekofizyoloji

Kazdağı göknarının ekolojisine odaklanan ilk çalışmalar 2000’li yıllardan sonra, çoğunluğu Akdeniz göknarlarının geneli ile ilgilenenlerdir. Öncesinde ise yalnızca Uludağ populasyonlarının (eski isimlendirmeye *A. bornmülleriana*) fitoklimatik koşullarını inceleyen bir çalışma mevcuttur (García López, 1999).

Kazdağı göknarının Batı Karadeniz populasyonlarında, orman biyoçeşitliliğinin durumu birçok çalışma tarafından incelenmiştir. Bu çalışmaların bir kısmı, yükseklik gradiyenti

boyunca Kazdağı göknarı ormanlarındaki tür çeşitliliği (Ertekin ve Özel, 2012) ve popülasyon yapısı (Çoban ve Özalp, 2012; Özel ve Ertekin, 2012) değişimlerine odaklanmış, tek bir çalışma ise göknar meşcerelerindeki bitki çeşitliliğini herhangi bir çevresel gradiyentle ilişkilendirmeden tanımlamıştır (Zengin vd., 2017). Bu çalışmaların bulguları, denizden yüksekliğin artmasına bağlı olarak komünitelerdeki çeşitlilik ve ağaç yoğunluğunun azaldığını (Özel ve Ertekin, 2012), karışık ormanlardaki göknar miktarının artış gösterdiğini (Çoban ve Özalp, 2012; Özel ve Ertekin, 2012) ve göknarların boy ve çapının azaldığını (Özel ve Ertekin, 2012) göstermiştir. Bolu Aladağlar yöresinde göknar meşcerelerindeki bitki çeşitliliğini inceleyen çalışmada, 10 farklı kuadratta 49 cinsde ait 122 bitki türü tespit edilmiştir (Zengin vd., 2017).

Bolu Ayıkaya yöresinde yapılan bir araştırmada, göknar popülasyon yapısının yükselti gradiyentine bağlı olarak nasıl değiştiği incelenmiştir (Çoban ve Özalp, 2012). Yöre de saf ormanlarının bulunmasının yanı sıra doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris*) ile de karışık ormanlar oluşturduğu belirtilen göknarın, üst rakım kuşaklarındaki karışımlarda oranının arttığı gözlenmiştir (Çoban ve Özalp, 2012). Bolu Aladağlar yöresinde yürütülen bir başka çalışmada ise, göknar meşcerelerindeki bitki çeşitliliğini incelemiş; dört gözlem döneminde, 10 farklı kuadratta tür seviyesinde 122, cins seviyesinde 49 takson tespit edilmiştir (Zengin vd., 2017).

Kazdağı göknarının Batı Karadeniz popülasyonlarıyla (Bartın) yürütülen bir çalışmada, 900 ve 1500 m rakımlar arası yükseklik gradiyentine bağlı olarak, saf göknar popülasyonlarının kurduğu bitki komünitelerindeki biyoçeşitlilik ölçülmüştür (Ertekin ve Özel, 2012). Bu çalışmanın bulguları, artan yükseltiye bağlı olarak komünitelerdeki biyoçeşitliliğin azaldığını göstermiştir. Çalışmada, birçok farklı araştırmada biyoçeşitliliğin yükseltiye bağlı olarak azaldığının gösterildiği vurgulansa da, bulguların göknar ile ilişkisi kurulmamıştır (Ertekin ve Özel, 2012).

Köse (2012) Batı Karadeniz popülasyonlarında yürüttüğü çalışmasında, iklimsel faktörlerin yıllık halka büyümesine etkisini incelemiş ve türün iklimsel isteklerini dolaylı olarak tanımlamıştır. Yağışların, özellikle vejetasyon döneminde halka büyümesine pozitif etkisinin olduğunu, ocak ayındaki yağışların ise anlamlı bir negatif etkisinin olduğunu tespit etmiştir. Bu sonuçlar baz alınarak, iklim değişikliğinin türün büyüme dinamiğine olası etkileri üzerine çıkarımlar yapılabilmektedir. Köse vd. (2010) aynı zamanda Batı Karadeniz (Kastamonu) popülasyonlarında, ağaç halkaları üzerindeki izleri takip ederek bölgede kayıtlara geçmemiş çığ varlığını tespit etmiştir. Kaya düşmesinin yine Batı Karadeniz popülasyonları (Kastamonu) üzerine etkisini inceleyen bir çalışma ise kaya düşmesi zararının ağaçların ağırlıklı olarak 1 m boya kadar, kabuk ve oduna zarar verdiğini tespit etmiştir (Aydın vd., 2012).

Yükseltiye bağlı meşcere yapısını beş farklı yükseltide, ağaç sayısı, hacim ve meşceredeki göknar karışım oranına bağlı olarak inceleyen bir çalışmada; artan yükseltiye bağlı olarak hektar başına düşen ağaç sayısının azaldığı tespit edilmiştir. Göknarların boyu ve çapı da aynı şekilde yükselti ile ters orantılı eğilim göstermiştir. Buna karşın yükselti arttıkça meşcere karışımındaki göknar oranının arttığı belirlenmiştir (Özel ve Ertekin, 2012).

Son dönemde yürütülmüş bir çalışma ile, Kazdağı göknarı ve karaçam (*Pinus nigra*) fidelerinin saf göknar ve

göknar + karaçam karışık ormanlarındaki yerleşme dinamiklerini etkileyen tür etkileşimlerine ilişkin veriler, küresel bir veritabanı içerisinde yayımlanmıştır (Verdú vd., 2022). Bu veriler kullanılarak yapılan bir analiz, Kazdağı göknarı fidelerinin, hem saf göknar meşcerelerinde hem de Kazdağı göknarı + karaçam karışık meşcerelerinde genel olarak yetişkin bireylerin gövdelerinden uzağa, ancak yetişkin bireylerin oluşturduğu gölgelik alanlara yerleştiğini göstermiştir (Usta vd., yayımlanmamış veri).

Akdeniz göknarlarının dispersal, çimlenme, fide yerleşimi gibi dinamiklerinin neredeyse hiç bilinmediğini vurgulayan Aussenac (2002), göknarları, buldukları rakım ve iklimsel koşulları değerlendirerek su istekleri fazla olan taksonlar olarak tanımlamıştır. Aussenac (2002)'a göre Akdeniz göknarları kuraklık stresine karşı oldukça hassas bir stoma düzenine sahiptir ancak Kazdağı göknarı özelinde çalışılmış bir stoma düzeni incelemesi bulunmamaktadır. Kuraklık periyotlarının yanı sıra, soğuşun da göknarlar için önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir (Aussenac, 2002). Sürgün büyümesi döneminde karşılaşılan don olayları sağkalımı negatif olarak etkilemektedir. Boy artışı, yaz kuraklıklarından önce, yani Temmuz başı gibi tamamlandığından, o yılın sıcaklıklarından ziyade bir önceki yılın sıcaklıklarının etkili olduğu düşünülmektedir (Aussenac, 2002). Aussenac (2002) kuraklık endeksine dayalı bir simülasyona dayanarak Kazdağı göknarının Kazdağları ve Uludağ popülasyonlarının sırasıyla 50 ve 55 (yaklaşık olarak ortalama 2°C sıcaklık artışı) dereceli kuraklık endeksleri altında yayılış alanında azalma riski taşıdığını hesaplamıştır. Bu bulgular iklim değişikliği perspektifinde yorumlandığında, türün, iklim değişikliğinin ortalama sıcaklık ve kuraklık stresini artırıcı etkisinden olumsuz yönde etkileneceği tahmin edilebilir. Nitekim, iklim değişikliğinin Kazdağı göknarının yayılış üzerindeki olası etkilerini, tür dağılım modellemesi yaklaşımını kullanarak inceleyen Usta Baykal (2019) Kazdağı göknarının uygun habitat alanının 2050 yılında %75'ten fazla azalacağını öngörmüştür. Benzer bir çalışma, Kazdağları'ndaki iklim indislerini coğrafi olarak belirlemiş ve bu coğrafi alanlardaki orman ağaçları ile indisleri eşleştirmiştir; sonuçları göknarın içinde bulunduğu "nemli" iklim ağaçlarının uygun alanlarında 2050 yılında %90'dan fazla azalma beklemektedir (Hepbilgin ve Koç, 2019). Ancak, tür dağılım modellemesi yaklaşımını kullanan bir başka çalışma, Kazdağı göknarının uygun habitatlarının 1400 m rakım üzerinde azalırken, 200-600 m rakım arasında 2040 yılına kadar %66 artış öngörmektedir (Tekin vd., 2022). Bu sonuç, hem Usta Baykal (2019)'un alçak rakımlarda türün uygun habitatlarının azalacağını bildiren model sonucu hem de Aussenac (2002)'nin türün kuraklık stresine karşı dayanıklılığının düşük olduğunu belirttiği çalışması ile gelişmektedir.

Taksonun çimlenme özelliklerini inceleyen Beşkök (1970) Batı Karadeniz popülasyonlarından alçak (1000 m) ve yüksek (1600 m) rakımı ve de farklı fenolojik dönemleri (ağustos, eylül, ekim) temsil edecek şekilde üç yıl boyunca toplanan tohumları kullanmıştır. Kozalak boyutları, kozalak kesitindeki tohum sayısı, 1000 tane ağırlığı gibi ölçümlerin ardından tohumlar soğuk-ıslak katlamaya tabi tutulmuştur. Üç farklı çimlenme cihazında yapılan deneylerde, toplama zamanının çimlenmeye etkisinin alçak ve yüksek rakımlarda farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Alçak rakım tohumları ağustos başında toplananlardan itibaren düşük oranda (~%2) başlayıp ilerleyen zamanla çimlenme yüzdeleri artmış;

yüksek rakım tohumlarının ancak eylül ayından itibaren toplananları çimlenmeye başlamıştır. İki rakımda da en yüksek çimlenme oranı eylül ayı ortasında, yani tohumların kozalaklardan dağılmaya başlama zamanında toplanan tohumlarda gözlenmiştir.

Ekim zamanının çimlenme üzerine etkisini inceleyen Şevik vd. (2010)'da, farklı orijinlerden toplandığı belirtilen ancak lokasyon bilgisi verilmeyen tohumlar kullanılmıştır. Çalışmada taksonun Uludağ göknarı olarak adlandırılmış olması, tohumların Uludağ ya da Batı Karadeniz popülasyonlarından elde edildiğini düşündürmektedir. Eylül-ekim aylarında toplanan tohumlar aralık ve şubat olmak üzere iki farklı zamanda; açık alan, malçlama, sera ve örtü altı olmak üzere dört farklı ortamda ekilecek şekilde tasarlanan deneyler sonucu en yüksek çimlenme aralık ayında açık alanda malçlama işlemiyle ekilen tohumlarda gözlenmiştir. Örtü altı ekimlerinde ise iki ekim zamanında da hiç çimlenme gözlenmemiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak, göknar tohumlarının çimlenme yüzdesinin düşüklüğü, çimlenme öncesi soğuk katlama işlemi gerekliliği ile ilişkilendirilmiştir.

Sıcaklığın, yerli göknar taksonları tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisini inceleyen Yılmaz vd. (2011), dört taksonun (*A. nordmanniana*, *A. nordmanniana* subsp. *bornmülleriana*, *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani*, *A. cilicica*) çimlenme yüzdesinde popülasyonlar arasında anlamlı farklar olduğunu ancak ortalama çimlenme yüzdesinin birbirine oldukça yakın olduğunu tespit etmiştir. ISTA standartlarında göknarlar için optimum çimlenme sıcaklığı olarak belirtilen 12 saat 20°C / 12 saat 30°C değişmeli sıcaklık uygulaması olmasına rağmen; beş haftalık soğuk katlamanın ardından 8°C, 12°C, 16°C ve 20°C'de yapılan deneylerde her sıcaklıkta çimlenme gözlenmiş ancak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Işığın, büyüme performansı üzerindeki etkisini incelemek için yürütülen bir çalışmada Batı Karadeniz popülasyonlarında aydınlık, gölge ve yarı gölge şeklinde üç farklı ışık miktarına maruz kalan fideler üzerinde ölçümler yapılmıştır. İbre boyu ve genişliği gibi karakterler ışık miktarıyla doğru orantılı olarak artış gösterse de, stoma sayısının yarı gölge koşullarında en yüksek miktarda olduğu tespit edilmiştir (Şevik vd., 2017). Rakımın fide büyümesi üzerine etkilerini araştıran Özden Keleş (2020)'de, üç yaşa gelene kadar aynı ortamda (Gölköy Fidanlığı) yetişen fideler, alçak (795 m) ve yüksek rakım (1300 m) şeklinde iki şeride dikilmiş; iki yıl sonunda, yedi morfolojik, sekiz anatomik ve odun yoğunluğu karakteri üzerinde ölçümler yapılmıştır. Boy, çap, kök uzunluğu, nod sayısı, ksilem alanı, odun yoğunluğu gibi karakterler yüksek rakımdaki fidelerde anlamlı ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışma ayrıca, yüksek rakımda yetiştirilen fidelerin gövdelerinin çevresel koşullardaki değişikliklere karşı daha güçlü hale gelmesini sağlayan bir özellik olarak, daha fazla radyal büyüme sahip olduğunu ileri sürmüştür.

Orman tepe yapısının fidelerin büyüme ve yeraltı/yerüstü biyokütlerine etkisini inceleyen Topaçoğlu (2018), fidelerin büyümesini etkileyen en önemli faktörün tepe örtüsü altına geçen ışık miktarı olduğunu belirlemiştir. Gölge dayanımı yüksek olduğu vurgulanan Kazdağı göknarının orman içi açıklıklara kuvvetli bir ihtiyacının olmadığı, ancak tepe örtüsü altına geçen ışığın artmasının, özellikle heterojen yaşlı meşcerelerde fide yerleşmesi için önemli bir faktör olduğu söylenmiştir. İşletilen ve işletilmeyen ormanlarda iklimin büyüme üzerine karşılaştırmalı etkisini inceleyen Kara (2021) ise işletilmeyen ormanlardaki ağaçların daha

düşük bir radyal büyüme ve iklim koşullarına karşı daha yüksek düzeyde bir hassasiyet sergilediğini gözlemlemiştir. İklim verilen tepkiyi ölçmek için daha uzun süreli çalışmaların gerekliliğine vurgu yapan Kara (2021), çalışmasında gözlediği sonuçların silvikültürel müdahaleden sonra azalan ağaç yoğunluğu ve artan kaynakla ilişkili olabileceğini öne sürmüştür.

Bu bölümde aktarılan çalışmaların çoğu, Kazdağı göknarı ormanlarının sahip olduğu çeşitlilikle ilgilidir ve biyoçeşitliliğin değerlendirilmiş olması bakımından değerlidir. Kazdağı göknarının çimlenme ve büyümesinin çevresel değişikliklere verdiği yanıtlarla ilgili çalışmaların sayısı sınırlıdır. Kazdağı göknarının diğer türlerle olan ilişkilerini ve bu ilişkilerin çevresel faktörlerden nasıl etkilendiğini araştıran ekolojik çalışmaların sayısı ise çok daha sınırlıdır.

3.5. Morfoloji

Kazdağı göknarının morfolojik özellikleri, ağırlıklı olarak fidanlar üzerinde çalışılmıştır. Manisa (Salihli / Kılıç) Orman Fidanlığı'nda yürütülen bir çalışmada 2+0 yaşındaki (toprakta + saksıda geçirdiği yıl) Kazdağı göknarı fidanlarının (Kazdağları popülasyonundan) altı farklı morfolojik karakteri ölçülmüş ve buna göre fidanlar kalite sınıflarına ayrılmıştır (Bilgin, 2012). 17 farklı Kazdağı göknarının batı Karadeniz (Kastamonu) popülasyonunun 18 farklı noktasından temin edilen tohumlarla yürütülen bir diğer çalışmada, hem 1 yaş sonu hem de 2 yaş sonu fidanların 15 farklı karakteri ölçülmüş, popülasyon içi değişkenlik yüksek olarak tespit edilirken, popülasyonlar arası değişkenlikte anlamlı bir fark bulunamamıştır (Şevik, 2012). Sonraki yıl, fidanların saksılara transferinin ardından, 2+1 yaşındaki fidanlarda bu sefer dokuz farklı karakter ölçülmüş, yalnızca kök boğazı çaplarında anlamlı farklılık bulunmuştur (Şevik, 2012). Balıkesir Orman Fidanlığı'nda yürütülen bir başka çalışmada ise 2+0, 3+0 ve 4+0 yaşlarındaki (Kazdağı popülasyonundan) fidanlar üzerinde yapılan ölçümlerle; fidan kaliteleri Türk Standartları Enstitüsü kalite sınıfları ile karşılaştırılmış ve tüm yaş gruplarının çoğunlukla kaliteli fidan sınıfında olduğu belirlenmiştir (Koç, 2014).

Yayım Yener (2012) Türkiye'de doğal olarak yayılış gösteren *Abies* taksonlarının görsel özelliklerini derlemiş ancak karşılaştırmalı bir analiz sunmamıştır. Derlemesinde, Uludağ popülasyonunda bulunan bireylerin 30-40 m boylanma yapabildiğini söylerken, Kazdağları popülasyonu için bir referans değeri belirtmemiştir. Buna ek olarak, Kazdağı popülasyonu için yan sürgünlerdeki tomurcuk sayısını 6-7 olarak belirtmiş ancak Uludağ popülasyonu için bir değer sunmamıştır.

Kazdağı göknarının tüm popülasyonlarından (Kazdağları, Uludağ, Batı Karadeniz) alınan kozalak örneklerinin ölçülen özelliklerinin; hem popülasyon içi hem popülasyonlar arası varyasyonunun çok düşük olduğu belirlenmiştir (Kurt vd., 2016). Yalnızca, Uludağ popülasyonunun ibrelerinin Kazdağı popülasyonundan anlamlı olarak daha uzun, kozalaklarının ise daha geniş olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte ibre boyutunun bir güneyden kuzeye, batıdan doğuya ve alçak rakımdan yüksek rakıma doğru artış gösterdiğine dair bir eğilim gözlenmiştir. Aynı eğilim, çok zayıf da olsa kozalak genişliği ve kozalak genişliği/uzunluğu oranı arasında da bulunmuştur (Kurt vd., 2016).

Batı Karadeniz popülasyonlarında yükseltiye bağlı morfolojik değişiklikleri inceleyen bir çalışma sonucunda;

1200 m yükseltideki göknarların boy ve çap açısından daha uzun ve daha kalın olduğu; yıllık halka genişliği, traheid lümen genişliği ve özışını genişliği değerleri gibi bazı anatomik değerlerin de 1200 m rakımdaki göknarlarda ağaçlarında 1600 m rakımdakilere kıyasla daha yüksek değerler gösterdiği belirlenmiştir (Yıldız ve Özden Keleş, 2022).

3.6. Hastalıkları ve zararlıları

Kazdağı göknarında hasar veya hastalık oluşturan grupların en çok çalışılmış olanı bir fungus olan *Heterobasidion annosum* tür kompleksidir. Bu tür üzerinde hem Kazdağı popülasyonlarından hem de Uludağ ve Batı Karadeniz popülasyonlarından alınan örneklerle yürütülmüş çalışmalar mevcuttur.

Heterobasidion annosum tür kompleksi Avrasya'da konifer ormanlarında yaygın dağılım gösterir. Bu fungus tür kompleksinin farklı *Abies* türleri üzerinde yaşayabildiği bilinmektedir. Kuzey ılıman kuşakta işletme ormanlarında *Abies* türleri başta olmak üzere konifer türlerine kök ve alt gövde zararı oluşturur (Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2006). Göknarlarda sık görülen fırtına ve kar devriklerinin ya da ormancılık faaliyeti yürütülmüş meşcerelerdeki kesim uygulamaları gibi farklı sebeplerle yaralanmış ağaçların özellikle *H. annosum* zararına maruz kalma ihtimali artmaktadır (Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2007). Bir seri şeklinde yürütülen dört farklı çalışmada Türkiye'deki *Abies* ormanlarının neredeyse tamamında *H. annosum* tespit edilmiştir. *Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* isimlendirmesi kullanılan bu çalışmalar, güncel taksonomiye uyarlandığında Kazdağı göknarının (*A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) tüm yayılış alanlarında *H. annosum*'un da yayılış gösterdiği anlaşılmaktadır (Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2007).

Heterobasidion annosum tür kompleksinin yüksek rakımlarda, alçak rakımlara oranla daha az zarar oluşturduğu gözlenmiştir (Korhonen ve Stenlid, 1998). İklim değişikliği nedeniyle ortalama sıcaklığın artmasının, yüksek rakımlardaki göknar popülasyonlarında *H. annosum* zararını artıracağı öngörülmektedir. Rakım ve hastalık derecesi arasındaki ilişkiyi inceleyen bir diğer araştırma, Batı Karadeniz popülasyonlarındaki (İlgaz yöresi), ağaç büyüme ve gelişmesini engelleyen fungal patojen *Melampsorella caryophyllacearum* zararının iki farklı yükseltideki etkilerini bakiya bağlı olarak incelemiştir (Özden Keleş vd. 2021). Bu çalışma sonucunda, yüksek rakımda (1700 – 1800 m) patojenle karşılaşma oranının, alçak rakıma (1400 – 1500 m) göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Göknar zararı oluşturan bir diğer fungus türü de *Neonectria neomacrospora*'dır. Kuzey Avrupa ve Amerika'da epidemi sonucu yılbaşı ağacı üretimine zarar verdiği ve maddi kayıplara neden olduğu için oldukça detaylı çalışılmıştır. Türkiye'de yayılış gösteren göknarların bu türe direncini araştıran bir çalışmada, Hørsholm Arboretumu'nda bulunan örnekler kullanılmış ve dallar *N. neomacrospora*'ya maruz bırakılmıştır. En dirençli tür olarak *A. cilicica* tespit edilirken, Kazdağı göknarının içinde bulunduğu Akdeniz ve Balkan göknarları grubunun da önemli ölçüde direnç gösterdiği tespit edilmiş ve bu türler yılbaşı ağacı üretimine uygunluk açısından önerilmiştir (Nielsen vd., 2017).

Kuzey Amerika ve Avrupa'da göknar üretim merkezlerinde görülen ve yılbaşı ağacı olarak göknar üretimine büyük boyutlarda zarar veren hastalıklar

araştırılırken; Türkiye'deki göknarların bu hastalık etmenlerine direncini ölçen çalışmalar mevcuttur (Kohlway vd., 2017; Nielsen vd., 2017). Yılbaşı ağacı üretimi için problem teşkil eden diğer türlerden biri *Phytophthora cinnamomi*'dir ve Kuzey Amerika'nın yerel türü olan Fraser göknarı *A. fraseri*'nin, bu türe karşı doğal direnci olmadığı bilinmektedir. Kuzey Amerika için egzotik bir tür olan Kazdağı göknarının (çalışmada *A. bornmülleriana* ve *A. equi-trojani* olarak geçmektedir) Fraser göknarından daha dirençli olduğu tespit edilmiş ve yılbaşı ağacı üretimi için uygun olduğu vurgulanmıştır (Kohlway vd., 2017).

Batı Karadeniz Bölgesi'nde (Karabük, Ulus ve Bartın Orman İşletmeleri) *Sirococcus strobilinus* ve *Sphaeropsis sapinea* göknar türlerinin kök ve gövdelerine zarar veren fungus türleri olarak tespit edilmiştir (Özkazanç ve Maden, 2013). İbre nekrozuna sebep olan *Sydowia polyspora* ise 2022 yılında ilk kez Aladağlar (Bolu) popülasyonlarındaki Kazdağı göknarlarında tespit edilmiştir (Çakar vd., 2022).

Kabuk böcekleri (Scolytinae), göknarlar üzerinde hasara neden olan bir diğer önemli zararlı grubudur. Kabuk böceklerinin göknar üzerindeki zararı Kazdağlarında çalışılmamıştır ancak Kazdağı göknarının Batı Karadeniz ve Uludağ popülasyonlarına odaklanan çalışmalar mevcuttur. Batı Karadeniz (İlgaz) popülasyonundan farklı yaş ve gövde çaplarını temsil edecek şekilde toplanan kabukların incelendiği bir çalışmada, yedi farklı kabuk böceği türü tespit edilmiştir. Bölgedeki toprak kalitesinin düşüklüğünün, göknar devrikleri üzerine etkisini de belirten çalışmada, böcek zararının artışında devriklerin önemli bir faktör olduğu öne sürülmüştür (Şimşek vd., 2006). Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Batı Karadeniz (İlgaz) popülasyonunu incelendiği bir diğer çalışmada ise; kabuk böceği zararının, yüksek eğimli noktalardaki yaşlı ağaçlarda zirve yaptığı tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, saf göknar popülasyonlarındaki kabuk böceği zararının karışık meşcerelere oranla daha fazla olduğu, sarçam (*P. sylvestris*) ve karaçamın (*P. nigra* subsp. *pallasiana*) Kazdağı göknarı ile birlikte bulunduğu meşcerelerde kabuk böceğinin göknarları tercih ettiği belirlenmiştir (Kondur vd., 2012).

3.7. Ürün kullanımı ve özellikleri

Göknarlar; sıcaklık, kuraklık ve kentsel çevre koşullarına karşı görece dayanıksızlıkları nedeniyle yüksek ekonomik gelir sağlanan bir tür olarak değerlendirilememiştir (Bates ve Stanford, 2008). Antimikrobiyal özellikleri, uçucu yağ kompozisyonları, biyomonitör özellikleri, doğal konik şekli nedeniyle yılbaşı ağacı olarak kullanımı gibi açılardan çalışılmalı da, araştırmaların büyük çoğunluğu odun özelliklerini incelemektedir.

Türkyılmaz vd. (2018) hava kirliliğinin önemli bir ölçütü olan ağır metallerin, konifer türlerinin yapraklarında birikimini ölçüp, biyomonitör olarak kullanım olasılıklarını incelemiştir. Ağır metal ölçümleri için genellikle köklerin ya da yaprak döken ağaç yapraklarının kullanıldığını belirten Türkyılmaz vd. (2018), uzun yıllar ağaç üzerinde kalan iğne yaprakların araç trafiğinden doğan veya son yıllarda ortaya çıkan hava kirliliğinin birikimli gözlemi için önemli bir veri sunabileceğini öne sürmüştür. Batı Karadeniz popülasyonlarından toplanan örneklerde yapılan ağır metal konsantrasyon (Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg ve Pb) ölçümleri sonucu göknarın, karşılaştırıldığı diğer türlere göre (*P. nigra*, *P. sylvestris* ve *Picea pungens*) Zn, Pb ve Fe dışındaki metallerin en yüksek konsantrasyonlarını ihtiva ettiği

bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda Kazdağı göknarının hava kirliliğini takip etmek için önemli bir biyomonitör olabileceği ortaya konmuş ve özellikle yoğun şehir merkezlerinde hava temizleme amaçlı dikimi önerilmiştir (Türkyılmaz vd., 2018). Kazdağı göknarının biyomonitör olarak kullanılma kapasitesini inceleyen bir diğer araştırma ise göknar organlarının, çevre sağlığının en önemli indikatörlerinden biri olan Baryum (Ba) elementini ihtiva derecesini incelemiş, farklı organlarda farklı konsantrasyonlarda tespit edilmiş ve göknar organlarının Ba konsantrasyonlarını ölçmede kullanılabilmesini belirtmiştir (Çetin vd., 2021). Taşıt gazlarının yol açtığı kirliliğin tespitinde Kazdağı göknarının biyomonitör olarak uygunluğunu inceleyen Gözüdeli (2021) ise Al, Ca, Cd, Co, Cu, K, Na, Mg ve Pb elementlerinin konsantrasyonlarını farklı organlar ve farklı trafik yoğunluklarına bağlı olarak ölçmüş, yalnızca Mg elementinin trafik yoğunluğuna bağlı olarak kısmen arttığını bulmuştur. Bu sonuçlara dayanarak Kazdağı göknarının trafik kirliliğini ölçmede uygun bir biyomonitör olmadığını tespit etmiştir.

Bağcı ve Dığrak (1996) dokuz *Abies* taksonundan elde edilen uçucu yağların, dokuz bakteri ve maya türü üzerine antimikrobiyal aktivitelerini karşılaştırmıştır. Atatürk Arboretumu'ndan toplanan örneklerin kullanıldığı bu çalışmada isimlendirmeler *A. nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* ve *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana* şeklinde yapılmış olmakla birlikte, örneklerin orjinleri belirtilmemiş, dolayısıyla güncel taksonomik sınıflandırmada hangi türe karşılık geldiği bilinmemektedir. Antimikrobiyal aktivitenin düşük, orta ve yüksek olarak sınıflandırıldığı bu çalışmada, bu iki göknar türü yüksek aktivite sergilemiştir. Kazdağı popülasyonundan toplanan örneklerin (1991) yaprak, koni ve dal ve gövde kabuğu özlerinin *Artemia salina*, *Bacillus subtilis*, *Mycobacterium smegmatis*, *Sarcina lutea* ve *Staph aureus* bakterilerine karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Sakar vd., 1998).

Uçar vd. (2015) aynı zamanda Anadolu göknarlarının odunlarının uçucu yağlarını da araştırmış, şaşırtıcı derecede düşük miktarlarda (% 0,01 – 0,02) uçucu yağ tespit etmiş ve göknarlara özgü juvabion miktarı bakımından bireyler arası varyasyonun yüksek olduğunu bulmuştur ancak Anadolu göknarlarının uçucu yağ bileşenlerine göre tür bazında ayırtılabileceğini belirtmiştir.

Kazdağı göknarının halk arasındaki yerel kullanımını araştıran bir çalışmada, reçinesinin çiban tedavisinde kullanıldığı (Göç vd., 2021), kozalaklarından hazırlanan dekoksionun mide ve akciğer rahatsızlıklarına karşı kullanıldığı (Emre Bulut ve Tuzlacı, 2009), Kastamonu'da çam pekmezi yapımında kozalağının kullanıldığı tespit edilmiştir (İncemehmetoğlu, 2021). Uludağ popülasyonundan alınan örneklerle yapılan bir sitotoksisite deneyinde, göknar özütlerinin meme kanseri hücre hattında apoptozun uyarılmasını sağladığı görülmüş ve bu özelliğiyle göknar özütlerinin kanser önleyici ilaçların geliştirilmesinde kullanılabilmesi belirtilmiştir (Tuncel, 2019). Benzer şekilde Şahin Yağlıoğlu vd. (2022), yerli göknar taksonları üzerinde yaptıkları araştırmada göknar bileşenlerinin özellikle C6 hücrelerine karşı yüksek kanser önleyici özellik göstermişlerdir.

Kazdağı göknarından elde edilen ürünler üzerine yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu odun özellik ve verimini araştırmaktadır. Bu çalışmalar içerisinde kerestesinin mekanik özellikleri büyük yer kaplamaktadır. Ancak burada

da ana sorunlardan biri, çalışmaların büyük kısmının Uludağ popülasyonlarıyla yürütülmüş olmasıdır. Güncel taksonomik durumda bu popülasyonlar Kazdağı göknarı olarak kabul edilse de, yapılan deney ve gözlemler tek bir popülasyonla sınırlı olduğu için türün genelini temsil edip etmediği bilinmemektedir. Bu derleme kapsamında “odun kullanımı ve özellikleri” başlığında sınıflandırılan 62 çalışmanın yalnızca ikisi doğrudan Kazdağı popülasyonlarından alınan örneklerle yürütülmüştür. Bu iki çalışmadan ilki, göknar odununun kontrplak endüstrisinde kullanım olanaklarını incelemiş ve mekanik özellik ölçümlerine dayalı olarak, kontrplağının genel yapılarında taşıyıcı veya beton kalıp tahtası olarak kullanılabilmesini önermiştir (Göker vd., 1999). Diğeri ise, göknar odununun inşaat kerestesi, mobilyacılık, müzik aletleri ve ambalaj sandığı gibi alanlarda kullanıldığını belirtmektedir (Bozkurt, 1971; aktaran Asan, 1999). Aynı çalışmada, Kazdağı göknarı odununun neme dayanımının düşük olmasından ötürü inşaat malzemesi ya da maden direği olarak kullanılmaya uygun olmadığı da vurgulanmaktadır.

Uludağ popülasyonları örneklenerek yapılan çalışmalarda, odunun mekanik özellikleri sıkça araştırılmıştır. Korkut ve Bektaş (2008) ısı muamelenin göknar ahşabının boyutsal stabilitesini artırdığını vurgulamıştır. Uludağ popülasyonu örneklerinin sarıçam (*P. sylvestris*) ile karşılaştırıldığı bu çalışmada tüm mekanik özelliklerin azaldığı fakat işlem görmemiş numunelere göre yüksek boyutsal stabilize kazandığı belirlenmiştir. Isıl muamelenin derecesi yükseldikçe (170, 190, ve 210°C) renkte koyulaşmanın arttığı, sıkıştıma mukavemeti ve sertliğinin azaldığı gözlenmiştir (Gündüz vd., 2010). Farklı sıcaklıkların (170, 180, 190 ve 212°C) etkisini inceleyen bir başka araştırma, artan muamele sıcaklığının bükülme dayanımını azalttığını; buna karşın elastisiteyi artırdığını bulmuştur (Şahin Kol vd., 2015). Bir başka ısı muamele deneyi çalışmasında (190°C) yoğunluk, su alma ve hacimsel genişleme değerlerinde düşme tespit edilmiştir. Hacimsel genişlemenin sırasıyla teğet, radyal ve boyuna kesitte olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda ısı muamelenin renk değişimi oluşturduğu gözlenmiştir (Özan vd., 2017). 150, 180 ve 200°C sıcaklıklar ile yürütülen bir başka deneyde de benzer sonuçlar bulunmuş; hacimsel genişleme ve su emme değerlerinde, elastisite, paralel eğilme mukavemeti ve basma mukavemetinde düşüş ve renk değişimi gözlenmiştir (Özkan, 2017).

Odun yanma özellikleri Uludağ popülasyonlarında sıkça çalışılmıştır ancak Kazdağı popülasyonlarındaki çalışmalar oldukça az sayıdadır. Göknar biyokütlesinin kömürle birlikte yakılmasının kinetik analizi (Dumanlı vd., 2011), piroliz işlemi uygulanan göknar odunun kimyasal karakterizasyonu (Özbay, 2015), yangın geciktirici özelliğe sahip Firetex ile emprenye edilmiş göknarların yanma özellikleri (Kesik vd., 2016) araştırılan konular arasındadır.

Türkiye’de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların kullanımına yönelik genel bir değerlendirme yapan ve kullanım alanlarını tasnif eden bir çalışmada, Kazdağı göknarı için sıralanan kullanım alanları şu şekildedir: Kaplama ve ambalaj malzemesi, kontrplak üretimi, yapı malzemesi, mobilya ve doğrama hammaddesi, lif- yonga levha, selüloz ve kağıt, müzik aletleri (Doğu vd., 2001).

Peyzajda kullanılan ağaçları renk, form ve doku açısından inceleyen Pulatkan vd. (2012), göknarların nitelik, biçim ve estetik açıdan değerli olduğunu vurgulamış, Kazdağı

göknarının özellikle rüzgar perdesi oluşturma amacıyla yapılan ağaç dikimlerinde kullanılabilir önemli bir tür olduğunu belirtmiştir.

Göknarlar, estetik özelliklerinden dolayı Kuzey Amerika ve Avrupa'da yılbaşı ağacı üretiminde önemli yer kaplar (Kobliha ve Stejskal, 2009). *Abies alba* Avrupa'da, *A. fraserii* ise Kuzey Amerika'da yılbaşı ağacı üretiminde en yaygın kullanılan göknar türleridir (Kobliha ve Stejskal, 2009; Kohlway vd., 2017). Ancak, bu türlerin hem doğal popülasyonları azalmakta, hem de üretim süreçlerinde birçok hastalık ve zararlıya maruz kalmaktadırlar. Bu sebeplerle, yılbaşı ağacı üretimi için alternatif *Abies* türü arayışı doğmuştur. Kazdağı göknarı da değerlendirilen alternatiflerden biridir. Uludağ popülasyonlarını bu bağlamda değerlendiren bir çalışma; 10, 20 ve 50 m genişliğe sahip olabileceği bilinen elektrik transfer hattı bölgelerinde doğal filizlenmiş fidelerin yılbaşı ağacı olarak satışının yapılabilirliğini önermiştir (Şahin vd., 2012). Uydu görüntüleri kullanılarak tespit edilen elektrik hattı bölgelerinde alan genişliği ve bir fidenin kapladığı alan parametreleri kullanılarak üretim kapasitesi hesaplamaları yapılmıştır. Ancak çalışmada elektrik transfer hattı bölgelerinde fide yetiştirilmesinin nasıl yapılacağına dair bir metod önerilmemiş, yalnızca göknar tohumlarının rahatlıkla 50 m yayılabileceği vurgulanmıştır (Şahin vd., 2012).

Şevik (2011) tarafından yürütülen bir çalışma, Kazdağı göknarının dallanma karakterleri açısından yılbaşı ağacı üretimine uygun olup olmadığını değerlendirmiştir. Avrupa ve Kuzey Amerika'daki yılbaşı ağacı pazarının büyüklüğünü vurgulayan bu çalışmanın amacı, hangi popülasyonlardan pazar talebine en uygun formda yılbaşı ağacı elde edilebileceğini tespit etmektir. Kazdağı göknarının Batı Karadeniz popülasyonlarından (Amasya, Sinop, Kastamonu, Zonguldak ve Bolu'da 16 nokta) toplanan örnekler ve yapılan 10 farklı morfolojik karakter (sürgün uzunluğu ve kalınlığı, dal adedi, uzunluğu ve açısı, tepe genişliği, sürgün üzerindeki tomurcuk ve tepe tomurcuğu sayısı, ibre uzunluğu, 1 cm²'deki ibre sayısı) ölçümleri sonucu morfolojik karakterlerin popülasyonlar arasında anlamlı farklılıklar gösterdiği tespit edilerek üretim için arzu edilen morfolojik özelliği en iyi temsil edecek popülasyonların Ballıdağ popülasyonları olduğu belirlenmiştir (Şevik, 2011).

Türkiye'de yılbaşı ağacı pazarının genişliği hakkında bir çalışma bulunmamakla birlikte, Beykoz Göknarlık Tabiatı Koruma Alanı'nda göknar fidelerinin kaçak kesimleri tespit edilmiştir ve bu fidelerin yılbaşı ağacı olarak satıldığı düşünülmektedir (İstanbul Doğa Koruma Milli Parklar Şube Müdürlüğü, kişisel görüşme).

Kazdağı göknarının odun özellikleri, yanma verimi gibi açılardan diğer türlere göre daha düşük verim seviyesinde kaldığı gözükmektedir. Kullanım alanları ise Türkiye pazarında çeşitlilik göstermemektedir. Kullanım alanlarının artırılması, türü koruma çalışmalarını artırmak için gerekçe sunma potansiyeline sahiptir.

3.8. Silvikültür ve amenajman

Kazdağı göknarının orman kuruluşlarını inceleyen ilk çalışma Cemil Ata (1975) tarafından yürütülmüştür. Karaçam ile karşılıklı boy ve çap büyüme ilişkilerini belirlemek için Kazdağları popülasyonunda ölçümler yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, i) Kazdağı göknarının karaçamdan yukarıda seyrettiği, ii) ilk yıllarda (5-10) karaçamın daha hızlı büyüme gösterdiği, iii) ilerleyen yıllarda göknarın hızlı bir büyüme ile

üstün hale geçtiği, iv) göknarın daha hızlı boy ve çap artımı gösterdiği ve v) Kazdağı ile göknarın ortalama 40 yıl için karışım yapabileceğini, sonrasında alanın göknar hakimiyetine geçeceğini belirtmiştir (Ata, 1975).

Sarıçam, kayın ve Kazdağı göknarı (Batı Karadeniz popülasyonu, Karabük) arasındaki büyüme ilişkilerini araştıran Çalışkan (1992) maksimum çap artımının 70-80 yaşında gerçekleştiği, baskıda kalma durumlarda ise maksimum çap artımının 130-170 yaşlarında olabileceği belirlemiştir. Bu çalışmada, Kazdağı göknarı ve sarıçam arasındaki hacim artımının sarıçam lehine olduğu, 30 yaşındaki Kazdağı göknarının sarıçam çapına ulaşmasının 60 yılı bulabileceği ve göğüs hizası çapı (1,3 m) boya sarıçamın göknardan 3-4 yıl daha önce ulaştığı tespit edilmiştir (Çalışkan, 1992). Kayınla karışık meşcerelerde ise kayının çapı bahsedilen iki türden de düşük seyretmektedir.

Ata (1975) Kazdağı göknarının silvikültürel ve ekolojik isteklerini belirlemiştir. Buna göre, Kazdağı göknarı karaçamla kıyasla az ışık koşullarına çok daha dirençlidir. Göknar gençliği her ne kadar siper altında uzun yıllar dayansa da, gerekli büyümeyi sağlayabilmek için daha yüksek ışık miktarına ihtiyaç duyar. Ata (1975)'e göre saf ve karışık göknar meşcerelerinin optimal kuruluşa ulaştırılabilmesi için kullanılabilir yöntemler tabii gençleştirme, siper altında gençleştirme, açık alanda gençleştirmedir.

Sıvacioğlu vd. (2007) bir meşcerenin kar ve fırtınadan gördüğü zararın büyüklüğünün ağaç türü, meşcere yaşı, aralama şiddeti ve topoğrafya değişkenlerine bağlı olduğunu ileri sürmüştür. Bu çalışmada, 1991-2001 yılları arasında Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde kalan göknar meşcerelerindeki (Batı Karadeniz popülasyonu) kar ve fırtına zararının, yeterli ölçüde silvikültürel müdahale yapılmamasından kaynaklandığı öne sürülmüştür.

Kazdağlarında Kazdağı göknarı, kayın, karaçam karışık meşcerelerinde yapılan ölçümlerde, kayın + göknar meşcerelerinde kayının yaş ve çap olarak göknara üstün olduğu, kayın + göknar + karaçam meşcerelerinde kayın ve karaçamın yaş olarak göknara üstün olduğu ve çap olarak göknarın karaçam ile kayın arasında yer aldığı, karaçam + göknar meşcerelerinde ise yaş olarak karaçam üstün olmasına rağmen çap olarak göknarın daha üstün olduğu tespit edilmiştir (Simsar, 2007). Bu çalışma silvikültür çalışmaları arasında türün korunması gerekliliğine dikkat çeken ilk çalışmadır.

Kara ve Lhotka (2019) iklimin sarıçam + Kazdağı göknarı karışık meşcereleri üzerindeki etkisini incelemiş ve Kazdağı göknarının iklimsel değişimlere karşı daha duyarlı olduğunu, bu nedenle meşcerelerde sarıçama öncelik verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Kara ve Lhotka (2020, 2021) ise işletilen ve işletilmeyen meşcerelerin yapısal kompleksliğini araştırmış ve işletilen ormanlarda küçük ve orta çap sınıfında sarıçam olmadığını ve de meşcerelerin saf göknara dönme ihtimalinin olduğunu öne sürmüşlerdir.

Amenajman planları türün dağılımı hakkında hesaplamalar yapmak için kullanılan ana araç olsa da, Asan (1984) amenajman planlarında var olduğu halde, göknara rastlanmayan bölme/bölmeciklerin olduğunu bildirmiştir. Bu durumun günümüzde geçerli olup olmadığına dair bir veri yoktur.

Amenajman çalışmaları arasında, farklı yönetim uygulamalarının Kazdağı göknarı popülasyonları üzerindeki etkilerini inceleyen kapsamlı bir araştırma bulunmamakla birlikte, Saraçoğlu (1980)'nun çalışmasında değişik yaşlı göknar meşcerelerinin optimizasyonu üzerine hesaplamalar

verilmiştir. Ancak bahsi geçen yayında, göknar taksonu belirtilmemiş, "Karadeniz yöresi" olarak geniş bir coğrafi kapsam verilmiştir. Dolayısıyla doğrudan Kazdağı göknarı için yürütülmüş bir çalışma olduğu söylenememektedir. Silvikültürü için ise görece daha çok araştırma bulunmasına rağmen, taksonun tüm popülasyonlarını kapsayan bütüncül bir çalışma mevcut değildir ve bulguların güncellenmesi gerekmektedir.

4. Sonuç ve araştırma gereksinimleri

Bu çalışmada derlenen yayınların, coğrafi bölge ve çalışma konusu olarak sınıflandırılması, Kazdağı göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) taksonuna ait sahip olduğumuz bilginin büyük bir kısmının Batı Karadeniz popülasyonlarından geldiğini göstermektedir. Ancak, bugüne kadar yapılmış olan çalışmalarda Batı Karadeniz popülasyonları için elde edilmiş olan verilerin ve bulguların, Kazdağı göknarının Kazdağları ya da Uludağ popülasyonları için de geçerli olup olmadığı bilinmemektedir. Ekolojik koşulları, rakım aralıkları ve meşcerede karışıma giren diğer türler bakımından bu üç bölge birbirinden farklılık göstermektedir. Dolayısıyla, örneğin, Kazdağı göknarının Batı Karadeniz popülasyonu örnekleriyle yapılmış bir deneyde elde edilen çimlenme yüzdesi bulgularının, Kazdağları popülasyonu için aynı olmayabileceği öngörülebilir. Aynı şekilde, bu üç coğrafi bölgedeki göknar popülasyonlarının karışık meşcere yaptığı türler farklılık gösterdiğinden, orman dinamiklerinin de buna bağlı olarak farklılık göstereceği düşünülebilir ve bu da üç coğrafi bölgeyi de kapsayan analizlerin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Kazdağı göknarının taksonomik adlandırılmasında da henüz bir konsensus sağlanmamıştır. Bunun en önemli sebeplerinden birisi, popülasyonlar arası farklılıkları belirleyecek kapsamlı bir genetik çalışmanın henüz yürütülmemiş olmasıdır. Bir veya birkaç gen bölgesine bakan mevcut çalışmalar, taksonomisi hakkında nihai sonuca varılabilecek veriyi sunmakta yetersiz kalmaktadır. Taksonomik belirsizlik, Kazdağı göknarının filogenisi hakkında da fikir yürütmeyi zorlaştırmaktadır. Morfolojik ya da fizyolojik çalışmaların kendi başlarına tür ayrımı yapmak için için yeterli olmadığı düşünüldüğünde, farklı Kazdağı göknarı popülasyonlarını içerecek şekilde geniş kapsamlı bir genetik analizlere gereksinim duyulduğu aşikardır. Özellikle, taksonun yayılış alanını kapsayacak çok sayıda popülasyondan alınmış bireyler üzerinde yapılacak olan tüm genom analizleri, bu çalışmada da değinilen tüm taksonomik ve filogenetik soruların cevaplarını almak adına önemli olacaktır. Çünkü bu karmaşa, aynı zamanda Dünya Doğa Koruma Birliği tarafından tehlikede (EN) olarak tanımlanmış koruma kriterini de belirsizleştirmektedir. Kazdağları ve Uludağ popülasyonlarını Kazdağı göknarı olarak kabul eden bu koruma statüsü, Batı Karadeniz popülasyonlarının da takson sınırlarına dahil edilmesiyle değişiklik gösterebilir ancak bu koruma statüsü değişimi taksonun ekolojik ya da genetik bilgisine değil, yalnızca popülasyon büyüklüğü değişimine dayalı olacağından yanıltıcı olma potansiyeline sahiptir.

Kazdağı göknarının taksonomik adlandırılmasındaki karışıklığın sebeplerinden biri de türün ve yakın akraba türlerinin evrimsel sürecinin aydınlatılmamış olmasıdır. Bu derleme makalede de görülebileceği üzere, türlerin ortak atasına dair tahminler hem farklı zaman aralıklarını hem de farklı coğrafyaları işaret etmektedir. Bu tahminleri yürüten

çalışmaların büyük çoğunluğu literatür analizlerinden gelmekte olup, kapsamlı bir genetik analiz içeren çalışma sayısı 3'tür. Ancak bunlar da güncel genetik yöntemleri kullanmadığından, sağladıkları bilgiler oldukça geneldir ve özellikle Kazdağı göknarı popülasyonlarını ayırt etme çözümlülükleri oldukça düşüktür. Bu noktada, Anadolu göknarlarının yüksek çözümlülük bir genetik analizinin hem geçmişe yönelik evrimsel tarihe ışık tutma hem de popülasyonların bugünkü taksonomik durumunu belirleme açısından önemi oldukça büyüktür.

Kazdağı göknarının genetiği, taksonomisi, evrimi, filogenisi ve ekolojisi üzerine çalışmaların oldukça sınırlı sayıda olmasına rağmen, hastalık ve zararlıları ile ürün kullanımı ve özelliklerinin en çok çalışılan iki konu grubu olması dikkate değerdir. Ayrıca, silvikültür ve amenajman çalışmalarının çoğunda, Kazdağı göknarının kendisinden ziyade, türün karışık meşcere yaptığı türlerin gençleştirilmesi ya da meşcerede varlığını sürdürmesine odaklanılmıştır. Bu çalışmaların yalnızca bir tanesinde (Simsar, 2007) Kazdağı göknarının endemik ve nesli tehlike altında oluşu bir parametre olarak dikkate alınmaktadır. Bu durum, bilimsel araştırmalarda Kazdağı göknarının korunmasından çok üretimine odaklanıldığının bir işareti olabilir. Doğrudan Kazdağı göknarının korunmasına yönelik çıktuları olan yalnızca iki çalışmanın mevcut olması da (Kaya vd., 2008; Usta Baykal, 2019) bu görüşü desteklemektedir.

Kazdağı göknarının ekolojisi ve ekofizyolojisi son 10 yılda daha çok çalışmaya konu olmuşsa da, türün temel bilgileri hakkında oldukça büyük eksiklikler mevcuttur. Örneğin türün tohumlarının optimal çimlenme koşulları ya da sıcaklık ve kuraklığın fide yerleşme dinamikleri incelenmemiştir. Dolayısıyla iklim değişikliğinin Kazdağı göknarının tohum çimlenmesi ve fide yerleşimi süreçlerini nasıl etkileyeceğine dair araştırmalar yapılması gereklidir. Aynı zamanda Kazdağı göknarının yaşam süresi hakkında da belirgin bir araştırma yoktur. Bu konuda bireylerin yaşına dair farklı konulara odaklanılan araştırmalarda sunulan bilgiler, türün ömür uzunluğu hakkında belirgin bir kaniya sahip olmamıza fayda sağlamamaktadır.

Diğer bir önemli konu ise, Kazdağı göknarının orman yangınlarından nasıl etkilendiğine ilişkin hiçbir çalışma bulunmamasıdır. Asan (1984), Kazdağları'nda gerçekleşen 1945 yılı yangınlarında geniş alan kaplayan göknar popülasyonlarının yandığını, yangınlardan sonra göknarların yerine ise işletme esasıyla Karaçam dikimlerinin yapıldığını belirtmektedir. Simsar (2007) ise, çalışmanın yürütüldüğü tarihte Karaköy İşletme Müdürlüğü sınırları içinde kalan Eybekdağı, Karanlıkdere ve Doğançukuru mevkilerinde (Kazdağları popülasyonu) 28-30 yaşlarında tek katlı göknar meşceresi içinde az sayıda yangın atlatmış Karaçam olduğunu bildirerek, yangını sağ atlatan az sayıda göknarın bu meşcereyi kurduğu çıkarımını yapmıştır. Ancak, bu konuda yapılmış olan kapsamlı bir araştırma mevcut değildir. İklim değişikliğinin Akdeniz coğrafyasında yangın sıklığını ve şiddetini artırdığı düşünüldüğünde, Kazdağı göknarının örtü yangınlarına direnç potansiyelinin ve tepe yangınları sonrası toparlanma stratejilerinin çalışılması büyük önem arz etmektedir. Bu doğrultuda, Akdeniz yüksek rakım katında yayılış gösteren konifer ağaç türlerinde sıklıkla görülen yangınla ilişkili karakterler olan kabuk kalınlığı ve kendiliğinden budanma ile türün toprak tohum bankası oluşturma özelliği ve tohumların yangın sıcaklıklarına dayanıklılığı ayrıca çalışılmalıdır.

Bu derlemede incelenmiş olan birçok çalışma, Kazdağı göknarının kuraklığa ve iklimsel değişimlere karşı dayanıksız olduğunu vurgulamıştır. Kazdağı göknarının yüksek rakım türü olması ile nem ve soğuk isteğinin fazla olması nedeniyle, iklim değişikliğinin ortalama sıcaklıkları artırma etkisinden ötürü, iklim değişikliğinin türü olumsuz yönde etkileyeceği yorumu yapılabilir. Ancak, bu etkilenmenin fizyolojik boyutlarını inceleyen bir çalışma mevcut değildir. Tohumların çimlenmesi, fidelerin büyümesi ve yerleşmesi ya da ağaçların büyümesi süreçlerine artan sıcaklık ve kuraklığın nasıl etki edeceğini inceleyen çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kazdağı göknarının taksonomik durumundaki karmaşa ve türün ekolojisi ve genetiği üzerine yapılmış olan çalışmaların eksikliği, tür ile ilgili koruma çalışmalarını önünde engel oluşturmaktadır. Kazdağı göknarına özgü olarak kurulmuş üç koruma alanı bulunmaktadır: Çan'da (Çanakale) 164 ha'lık ve Kalkın'da 125 ha'lık (Çanakale) "Kazdağı Göknarı Gen Koruma Ormanı"; İğürendağ'da (Balıkesir) ise 254 ha'lık "Kazdağı Göknarı Tabiatı Koruma Alanı". Bunun haricinde, Kazdağlarında yer alan Kazdağı Milli Parkı türün Kazdağları popülasyonunun, Uludağ Milli Parkı türün Uludağ popülasyonunun, Ilgaz Dağı Milli Parkı ise Batı Karadeniz popülasyonunun etkin olarak koruma çalışmaları yürütülmesi de koruma altında bulunduğu alanlardır. Ancak milli parklardaki popülasyonlar, türün yayılışının küçük bir kısmını temsil etmektedir. Son olarak, Beykoz Göknarlık Tabiatı Koruma Alanı'nda 46.5 hektarlık bir alanda göknar popülasyonları bulunmaktadır (Ürker, 2021) ancak popülasyonun genetik orijini bilinmemektedir.

Nesli tehlike altında olan Kazdağı göknarı türünün daha etkin bir şekilde korunması, oluşturduğu ormanların gelecekteki iklim ve yangın rejimi koşulları gözetilerek yönetilmesi ve ormanlarında koruma-kullanma dengesinin sağlanması için türün doğadaki ekolojik dinamiklerini kapsamlı olarak irdeleyen bilimsel çalışmalara gereksinim vardır.

Açıklama

Nurbahar Usta Baykal, Yükseköğretim Kurulu 100/2000 öncelikli alan bursu ile desteklenmiştir. Bu derleme yayın çalışması ise, The Rufford Foundation tarafından desteklenen, "Capacity Building to Connect Severely Fragmented Populations of Kazdağı Fir, an Endemic Subspecies in Turkey" başlıklı projenin bir parçası olarak hazırlanmıştır ve Nurbahar Usta Baykal'ın Hacettepe Üniversitesi'ndeki doktora tezinin bir bölümünü oluşturmaktadır. Makaleye fikir ve tartışma desteği veren Kahraman İpekdağ'a ve literatür araştırmasındaki desteklerinden ötürü İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü personeline ve Hacer Semerci'ye teşekkür ederiz.

Kaynakça

American Conifer Society. *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* / Turkish fir. URL: <https://conifersociety.org/conifers/abies-nordmanniana-equi-trojani-1>

Asan, Ü., 1984. Kazdağı Göknarı (*Abies equi-trojani* aschers, et sinten.) ormanlarının hasılat ve amenajman esasları üzerine araştırmalar. İÜ Orman Fakültesi, 3205(365), 1-2.

Asan, Ü., 1999. Kazdağı göknarının ekonomik önemi ve mevcut verim potansiyeli. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 34(1), 177-197.

Ata, C., 1975. Kazdağı göknarı (*Abies equi-trojani* Aschers et Sinten)'nin Türkiye'deki yayılışı ve silvikültürel özellikleri. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 25 (2), 165-219.

Ata, C., & Merev, N., 1981. Çataldağı göknarı. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 31(1), 128-154.

Ata, C., & Merev, N., 1987. A new fir taxon in Turkey Çataldağı fir: *Abies* × *olcayana* Ata and Merev. The Commonwealth Forestry Review, 66(3), 223-238.

Ata, C. & Korgavus, B., 2012. Climate change and its impacts upon occurrence of natural hybrid firs. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 12(3), 1-7.

Ateş, M. A., 2011. Molecular phylogenetics of Turkish *Abies* (Pinaceae) species based on matK gene regions of chloroplast genome (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi).

Aussenac, G., 2002. Ecology and ecophysiology of circum-Mediterranean firs in the context of climate change. Annals of Forest Science, 59(8), 823-832.

Aydın, A., Köse, N., Akkemik, Ü., & Yurtseven, H. (2012). Assessment and analysis of rockfall-caused tree injuries in a Turkish fir stand: A case study from Kastamonu-Turkey. Journal of Mountain Science, 9, 137-146.

Aytuğ, B., 1959. Türkiye göknar türleri üzerinde morfolojik esaslar ve anatomik araştırmalar. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University.

Bağcı, E., & Babaç, M. T., 2003. A morphometric and chemosystematic study on the *Abies Miller* (Fir) species in Turkey. Acta botanica gallica, 150(3), 355-367.

Bağcı, E., & Diğrak, M., 1996. Antimicrobial activity of essential oils of some *Abies* (fir) species from Turkey. Flavour and fragrance journal, 11(4), 251-256.

Balao, F., Lorenzo, M. T., Sánchez-Robles, J. M., Paun, O., García-Castaño, J. L., & Terrab, A., 2020. Early diversification and permeable species boundaries in the Mediterranean firs. Annals of Botany, 125(3), 495-507.

Bates, R. M., & Sanford, D. L., 2008. Evaluating Mediterranean Firs for use in Pennsylvania. In Combined Proceedings International Plant Propagators' Society (Vol. 58, p. 170).

Beşkök, T. E., 1970. Seed maturation period in *Pinus brutia*, *Picea orientalis* and *Abies bornmuelleriana*. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten, (42).

Bilgin, S., 2012. Determination of some morphological characteristics of 2+0 aged seedlings of Kazdağı fir (*Abies equi-trojani* Ashers et. Sint.). Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 12(3), 40-46.

Caudullo, G., & Tinner, W., 2016. *Abies*–*Circum-Mediterranean* firs in Europe: distribution, habitat, usage and threats.

Çakar, D., Şimşek, S.A., Çömez, A., Maden, S., 2022. First report of *Sydowia polyspora* causingdoğ needle necrosis on Trojan fir in Turkey. Journal of Plant Pathology, 104(1589–1590) <https://doi.org/10.1007/s42161-022-01213-z>

Çalışkan, A., 1992. Karabük-Büyükdüz Araştırma ormanında sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)-Göknar (*Abies bornmuelleriana* Mattf.)-Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) karışık meşcerelerinde büyüme ilişkileri ve gerekli silvikültürel işlemler. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 42(2).

Çelik Altunoğlu, Y., Güney, K., Baloğlu, P., & Baloğlu, M., 2021. Genetic Diversity Analysis of cpDNA in Turkish *Abies* Taxa. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 21(1), 41-54.

Çetin, M., Şevik, H., Türkyılmaz, A. & Işınkaralar, K., 2021. Using *Abies*'s needles as biomonitors of recent heavy metal accumulation. Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences, 7(1), 1-6.

Çoban, S., & Özalp, G., 2012. The vegetation analysis of mixed Uludağ fir (*Abies bornmuelleriana* Mattf.) forests in Bolu Ayıkaya region, Turkey. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 14(21), 62-73.

Doğmuş-Lehtijärvi, H. T., Lehtijärvi, A., Korhonen, K., 2006. Heterobasidion abietinum on *Abies* species in Western Turkey. Forest Pathology, 36(4), 280-286.

Doğmuş-Lehtijärvi, H. T., Lehtijärvi, A., Korhonen, K., 2007. Heterobasidion on *Abies nordmanniana* in Northeastern Turkey. Forest Pathology, 37, 387-390.

- Doğu, D., Koç, K. H., As, N., Atik, C., Aksu, B. & Erdinler, S., 2001. Türkiye'de yetişen endüstriyel önem sahip ağaçların temel kimlik bilgileri ve kullanıma yönelik genel değerlendirme. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 51(2), 69-84.
- Dumanlı, A. G., Taş, S., & Yürüm, Y., 2011. Co-firing of biomass with coals: Part 1. Thermogravimetric kinetic analysis of combustion of fir (*Abies bornmülleriana*) wood. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 103(3), 925-933.
- Emre Bulut, G., & Tuzlacı, E., 2009. Folk medicinal plants of Bayramiç (Çanakkale-Turkey). Journal of Faculty of Pharmacy of Istanbul University, (40), 87-99.
- EUFORGEN, 2022. *Abies equi-trojani*. URL: <https://www.euforgen.org/species/abies-equi-trojani/>
- Ertekin, M., & Özel, H. B., 2012. Ground vegetation change according to the elevation level on pure fir forests (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) in Ardıç-Bartın, Turkey. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 12(3), 251-255.
- Fady, B., Arbez, M., & Marpeau, A., 1992. Geographic variability of terpene composition in *Abies cephalonica* Loudon and *Abies* species around the Aegean: hypotheses for their possible phylogeny from the Miocene. Trees, 6(3), 162-171.
- Farjon, A., & Rushforth, K. D., 1988. A classification of *Abies miller* (Pinaceae). Miscellaneous publications of the University of Utrecht Herbarium, 3(1), 59-79.
- García López, J. M., 1999. *Abies bornmuelleriana* Mattfeld phytoclimatic position in Uludağ massif in Turkey. Forest Systems, 8(3), 65-74.
- Göç, F., Erel, E., Sarı, A., 2021. Plants used in traditional treatment for boils in Turkey. International Journal of Traditional and Complementary Medicine Research, 2(1), 49-61.
- Göker, Y., Kantarcı, M., Akbulut, T., & Nusret, A. S., 1999. Kazdağı göknar (*Abies equi-trojani*) odununun kontrplak endüstrisinde kullanıma olanakları. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 49(2), 27-42.
- Gözüdeli, H. Ş., 2021. Kazdağı göknarının (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asc. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen) ağır metal kirliliğinin izlenmesinde biyomonitör olarak kullanılabilirliği. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi).
- Gülbaba, A.G., Velioglu, E., Özer, A.S., Doğan, B., Doerksen, A.H., Adams, W.T., 1996. Kazdağı göknarı (*Abies equi-trojani*) popülasyonlarının genetik yapıları ve gen kaynaklarının yerinde korunması. DOA Dergisi, 2, 23-48.
- Gülcü, S., & Özbedel, N. D., 2016. Uludağ Göknarı'nda (*Abies bornmülleriana* Mattf.) bazı fidan karakterleri bakımından genetik çeşitlilik. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17(2), 112-118.
- Gündüz, G., Aydemir, D., & Korkut, S., 2010. The effect of heat treatment on some mechanical properties and color changes of Uludağ fir wood. Drying Technology, 28(2), 249-255.
- Güner, A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Aslan, S., Eksi, G., & Cimen, A. O., 2018. Resimli Türkiye florası Cilt 2 [Illustrated flora of Turkey vol. 2]. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi, İstanbul.
- Harzing, A.W., 2007. Publish or Perish, URL: <https://harzing.com/resources/publish-or-perish>
- Hepbilgin, B., & Koç, T., 2019. Spatial Differentiation in Tree Formation Distribution of Kaz Mount. In 1st International Symposium on Biodiversity Research (298-309).
- Hrivnák, M., Paule, L., Krajmerová, D., Kulaç, Ş., Şevik, H., Turna, İ., ... & Gömöry, D., 2017. Genetic variation in Tertiary relict: The case of eastern-Mediterranean *Abies* (Pinaceae). Ecology and Evolution, 7(23), 10018-10030.
- İncemehmetoğlu, E., 2021. Geleneksel çam kozalağı pekmezinin fizikokimyasal, biyoaktif ve fonksiyonel özelliklerinin araştırılması. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi).
- Jasińska, A. K., Sekiewicz, K., Ok, T., Romo, A., Boratynski, A., & Boratynska, K., 2017. Taxonomic position of *Abies equi-trojani* on the basis of needle characters by comparison with different fir species. Turkish Journal of Botany, 41(6), 620-631.
- Kara, F., & Lhotka, J. M., 2020. Comparison of unmanaged and managed Trojan Fir-Scots pine forests for structural complexity. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 44(1), 62-70.
- Kara, F., & Lhotka, J. M., 2020. Climate and silvicultural implications in modifying stand composition in mixed fir-pine stands. Journal of Sustainable Forestry, 39(5), 511-525.
- Kara, F., 2021. Climate-growth relationships in managed and unmanaged Kazdağı fir forests. Forestist, 72(1), 81-87.
- Kaya, Z., Skaggs, A. & Neale, D. B., 2008. Genetic differentiation of *Abies equi-trojani* (Asc. & Sint. ex Boiss) Mattf. populations from Kazdağı, Turkey and the genetic relationship between Turkish Firs belonging to the *Abies nordmanniana* Spach complex. Turkish Journal of Botany, 32(1), 1-10.
- Kesik, H. İ., Aydoğan, H., Özkan, O. E., & Maraz, E., 2016. Combustion properties of Turkish fir impregnated with Firetex. 2nd International Furniture Congress, Muğla.
- Klaehn, F. U., & Winieski, J. A., 1962. Interspecific hybridization in the genus *Abies*. Silvae Genetica, 11(5/6), 130-42.
- Knees, S. & Gardner, M., 2011. *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011, <https://www.iucnredlist.org/species/31325/9626365>
- Kobliha, J., & Stejskal, J., 2009. Recent fir hybridization research in the light of Czech-American cooperation. Journal of Forest Science, 55(4), 162-170.
- Koç, D., 2014. Balıkesir orman fidanlığında üretilen Kazdağı göknarı (*Abies equi-trojani* Aschers et Sinten) fidanlarında morfolojik özellikler. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Kohlway, W. H., Whetten, R. W., Benson, D. M., & Frampton, J., 2017. Response of Turkish and Trojan fir to *Phytophthora cinnamomi* and *P. cryptogea*. Scandinavian Journal of Forest Research, 32(5), 406-411.
- Kol, H. Ş., Sefil, Y., & Keskin, S. A., 2015. Effect of heat treatment on the mechanical properties, and dimensional stability of fir wood. In the 27th International Conference Research for the furniture industry (17-18).
- Kondur, Y., Bilgili, B. C., Şimşek, Z., & Öner, N., 2012. Monitoring the epidemic of bark beetles determined in Uludağ fir stands in Ilgaz (Derbent and Doruk) via Landsat satellite images. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 12(3), 86-90.
- Korhonen, K., Stenlid, J., 1998. Biology of *Heterobasidion annosum*. In: Woodward S, Stenlid J, Karjalainen R, Hüttermann A (eds) *Heterobasidion annosum: biology, ecology, impact and control*. CAB International, Wallingford, pp 43-70
- Korkut, S., & Bektaş, İ., 2008. The effects of heat treatment on physical properties of Uludağ fir (*Abies bornmuelleriana* Mattf.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood. Forest Products Journal, 58(3), 95.
- Kormutak, A., Vooková, B., Čamek, V., Salaj, T., Galgócı, M., Maňka, P., ... & Gömöry, D., 2013. Artificial hybridization of some *Abies* species. Plant Systematics and Evolution, 299, 1175-1184.
- Köse, N., Aydın, A., Akkemik, Ü., Yurtseven, H., & Güner, T., 2010. Using tree-ring signals and numerical model to identify the snow avalanche tracks in Kastamonu, Turkey. Natural Hazards, 54, 435-449.
- Köse, N., 2012. Climatic factors affecting tree-ring growth of *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. subsp. *bornmuelleriana* (Mattf.) Coode & Cullen from Kastamonu, Turkey. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 62(1), 71-83.
- Kurt, Y., Frampton, J., Işık, F., Landgren, C., & Chastagner, G., 2016. Variation in needle and cone characteristics and seed germination ability of *Abies bornmuelleriana* and *Abies equi-trojani* populations from Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40(2), 169-176.

- Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A., & Karadeniz, M., 2008. Annosum kök ve alt gövde çürüklüğünün *Abies bornmülleriana* ve *Abies cilicica* meşcerelerinde yoğunluğunun belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 9 (1-2): 111-120
- Lehtijarvi, A., Doğmuş-Lehtijarvi, H. T., Ünal, S., Karadeniz, M., Aday Kaya G., Oskay, F., 2012. Heterobasidion infection in *Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana* stands in Kastamonu Province. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, Special Issue*. 271-274
- Liao, Z., Zhang, L., Nobis, M. P., Wu, X., Pan, K., Wang, K., ... & Tian, X., 2020. Climate change jointly with migration ability affect future range shifts of dominant fir species in Southwest China. *Diversity and Distributions*, 26(3), 352-367.
- Liepert, S., Mayland-Quellhorst, E., Lahme, M., & Ziegenhagen, B., 2010. Contrasting geographical patterns of ancient and modern genetic lineages in Mediterranean *Abies* species. *Plant Systematics and Evolution*, 284(3), 141-151.
- Linares, J. C., 2011. Biogeography and evolution of *Abies* (Pinaceae) in the Mediterranean Basin: the roles of long-term climatic change and glacial refugia. *Journal of Biogeography*, 38(4), 619-630.
- Litkowiec, M., Sękiewicz, K., Romo, A., Ok, T., Dagher-Kharat, M. B., Jasińska, A. K., ... & Boratyński, A., 2021. Biogeography and relationships of the *Abies* taxa from the mediterranean and central Europe regions as revealed by nuclear DNA markers and needle structural characters. *Forest Ecology and Management*, 479, 118606.
- Mataracı, T., 2002. Ağaçlar: doğa severler için rehber kitap: Marmara Bölgesi doğal egzotik ağaç ve çalıları. TEMA Vakfı Yayınları.
- Nielsen, U. B., Xu, J., Nielsen, K. N., Talgø, V., Hansen, O. K., & Thomsen, I. M., 2017. Species variation in susceptibility to the fungus *Neonectria neomacrospora* in the genus *Abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 32(5), 421-431.
- Özan, Z. E., Onat, S. M., & Aydemir, D., 2017. Sarıçam ve uludağ göknar odunlarının bazı özellikleri üzerine termal muamelenin etkileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 187-193.
- Özbay, G., 2015. Pyrolysis of firwood (*Abies bornmülleriana* Mattf.) sawdust: Characterization of bio-oil and bio-char. *Drvena Industrija*, 66(2), 105-114.
- Özden Keleş, S., 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.
- Özden Keleş, S., Ünal, S., & Karadeniz, M., 2021. The effect of *Melampsorella caryophyllacearum* (fir broom rust) on the morphological and anatomical traits of *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*. *Forest Pathology*, 51(6), e12721.
- Özdemir Deyirmenci, F., 2011. Molecular phylogenetic position of Turkish *Abies* (Pinaceae) based on noncoding trn regions of chloroplast genome (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi).
- Özel, H. B., & Ertekim, M., 2012. The change of stand structure in Uludağ fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* Mattf.) forests along an altitudinal gradient. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 12(3), 96-104.
- Özkan, O. E., Temiz, A., & Vurdu, H., 2017. Effects of heat treatment on Turkish fir wood properties. *Wood Research*, 62(5), 783-794.
- Özkazanç, N. K. & Maden, S., 2013. Some important shoot and stem fungi in pine (*Pinus* spp.) and firs (*Abies* sp.) in Western Black Sea Region, Turkey. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 15(1), 32-38.
- Pulatkan, M., Var, M., Kaya Şahin, E., 2012. The use of fir taxa in planting design. *Kastamonu Üniversitesi Ormanlık Fakültesi Dergisi, Özel Sayı*, 208-216.
- Sakar, M. K., Ercil, D., Tamer, A. U., & Şahin, N., 1998. Antimicrobial activity and cytotoxicity of *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* extracts. *Fitoterapia*, 69(5), 457-459.
- Scaltsoyiannes, A., Tsaksira, M., & Drouzas, A. D., 1999. Allozyme differentiation in the Mediterranean firs (*Abies*, Pinaceae). A first comparative study with phylogenetic implications. *Plant Systematics and Evolution*, 216(3), 289-307.
- Semerikova, S. A., & Semerikov, V. L., 2014. Molecular phylogenetic analysis of the genus *Abies* (Pinaceae) based on the nucleotide sequence of chloroplast DNA. *Russian Journal of Genetics*, 50(1), 7-19.
- Semerikova, S. A., & Semerikov, V. L., 2016. Phylogeny of firs (genus *Abies*, Pinaceae) based on multilocus nuclear markers (AFLP). *Russian Journal of Genetics*, 52(11), 1164-1175.
- Sıvacıoğlu, A., Ayan, S., & Öner, N., 2007. Silvikültürel uygulamaların Ilgaz Dağları göknar ormanlarındaki meşcere yapısına ve çevreye etkisi. *Mersin Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Ulusal Çevre Sempozyumu*
- Simsar, M., 2007. Kazdağı göknarı (*Abies equi-trojani* aschers et sinten) ormanlarının meşcere kuruluş özellikleri (Karaköy örnek çalışması). (Yayınlanmamış Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi)
- Şahin, G., Karademir, Ö. & Akın, S., 2012. Production of Christmas Trees and Saplings at Power Transmission Lines From Uludağ Fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* (Mattf.) Coode & Cullen). *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 12 (3), 234-236.
- Şahin Yağlıoğlu, A., Yağlıoğlu, M. S., Tosyalıoğlu, N., Adem, S., & Demirtaş, I., 2022. Chemical profiling, in vitro biological activities and Pearson correlation between chemical profiling and anticancer activities of four *Abies* species from Turkey. *South African Journal of Botany*, 151, 600-613.
- Şevik, H., Yahyaoğlu, Z., & Turna, İ., 2010. Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) tohumlarında farklı ekim zamanı ve ekim koşullarının çimlenme üzerine etkisi. III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, Cilt II, 780-784.
- Şevik, H., 2011. Dallanma Karakterleri Bakımından Noel Ağacı Üretimine Uygun Uludağ Göknarı popülasyonlarının Belirlenmesi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 11 (1), 102-107.
- Şevik, H., 2012. Variation in seedling morphology of Turkish fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) *African Journal of Biotechnology*, 11(23), 6389-6395.
- Şevik, H., Yahyaoğlu, Z., & Turna, İ., 2012. Determination of genetic variation between populations of *Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf according to some seed characteristics. *Genetic Diversity in Plants*. Chapter 12, 231-248.
- Şevik, H., Topaçoğlu, O., Umur, R., & Çiftçiöğlu, S., 2013. Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* mattf.)'nda 2+1 Yaşlı Fidan Morfolojik Özellikleri Bakımından popülasyonlar Arası Farklılıklar. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(9), 91-102.
- Şevik, H., Çetin, M., Kapucu, O., Arıca, B., & Cantürk, U., 2017. Effects of light on morphologic and stomatal characteristics of Turkish Fir needles (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(11), 6579-6587.
- Şimşek, Y., 1991. Türkiye orijinli göknar türlerinin (*Abies nordmanniana*, *Abies bornmuelleriana*, *Abies equi-trojani*) genetik yapıları üzerine araştırmalar. *Orman Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülteni*, No: 221.
- Şimşek, Z., Kondur, Y., & Öner, N., 2006. The damage of bark beetles and the relations between certain tree properties in Uludağ fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) at Ilgaz Mountain, Çankırı, Turkey. *Journal of Biological Sciences*, 6(6), 1017-1022.
- Tanaka, N., Nakao, K., Tsuyama, I., Higa, M., Nakazono, E., & Matsui, T., 2012. Predicting the impact of climate change on potential habitats of fir (*Abies*) species in Japan and on the East Asian continent. *Procedia Environmental Sciences*, 13, 455-466.

- Tekin, O., Çetin, M., Varol, T., Özel, H. B., Şevik, H., Çetin, İ. Z., 2022. Altitudinal Migration of Species of Fir (*Abies* spp.) in Adaptation to Climate Change. *Water Air Soil Pollution*. 233(385). <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05851-y>
- Topaçoğlu, O., 2018. Effects of canopy structure on growth and belowground/aboveground biomass of seedlings in uneven-aged trojan fir stands. *Cerne*, 24, 312-322.
- Tuncel, Z., 2019. Gökmar özütlerinin MDA-MB-231 hücreleri üzerindeki sitotoksik ve apoptotik etkisi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi).
- Turna, İ., Şevik, H., & Yahyaoğlu, Z., 2010. Uludağ gökmarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bormmülleriana* Mattf.) popülasyonlarında tohum özelliklerine bağlı genetik çeşitlilik. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, II(733-740).
- Türkyılmaz, A., Şevik, H., & Çetin, M., 2018. The use of perennial needles as biomonitors for recently accumulated heavy metals. *Landscape and Ecological Engineering*, 14(1), 115-120.
- Uçar, G., Uçar, M. B., Özdemir, H., & Atıcı, E., 2010. Chemical characterization of volatile needle oils from anatolian fir species: *Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf., *A. bormmülleriana* Mattf., *A. equi-trojani* Aschers et Sint. and *A. cilicica* Carr. *Journal of Essential Oil Research*, 22(6), 548-554.
- Uçar, M. B., Uçar, G., & Özdemir, H., 2015. Composition of essential oils from fir (*Abies*) wood species grown in Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, 51(2), 356-358.
- Usta Baykal, N., 2019. Determining potential niche competition regions between Kazdağı fir (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) & Anatolian black pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) and conservation priority areas under climate change by using MAXENT algorithm. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Ankara.
- Ürker, O., 2021. Bitki Komünitesi Perspektifinden Gökmarlık Tabiatı Koruma Alanı (Beykoz-İstanbul)'nın Güncel Floristik Durumunun Değerlendirilmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 126-142.
- Velioglu, E., Çiçek, F.F., Kaya, Z., & Çengel, B., 1999. Kaz Dağları'ndaki doğal Kazdağı gökmarı (*Abies equi-trojani*) popülasyonlarında genetik çeşitliliğin yapılanması. *Orman Ağaçları ve Tohum Islah Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülteni*, No: 74.
- Velioglu, E., Tayanç, Y., Çengel, B., & Kandemir, G., 2012. Genetic variability of seed characteristics of *Abies* s populations from Turkey. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 12(3), 27-35.
- Verdú, M., Garrido, J. L., Alcantara, J. M., Montesinos-Navarro, A., Aguilar, S., Aizen, M. A., ... & Zamora, R., 2022. RecruitNet: A global database of plant recruitment networks.. *Ecology*. doi:10.1002/ecy.3923.
- World Flora Online, 2023. World Flora Online. <http://www.worldfloraonline.org/>, Accessed on Ocak 15, 2023.
- Yaltırık, F. 1973. A review of the chronological variation in the taxonomy of the *Abies equi-trojani*. *Kazdağı Gökmarı ve Türkiye Florası Uluslararası Sempozyum Bildirileri*, 29-36.
- Yayım Yener, D., 2012. *Abies* taxa of Turkey and their visual characteristics. *Journal of Forestry Faculty of Kastamonu University*, 12(31).
- Yıldız, E. N. & Özden Keleş, S., 2022. Kazdağı gökmarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *equi-trojani* (Asc-hers. & Sint. ex Boiss) Coode et Cullen) odununda yükseltiye bağlı morfolojik ve anatomik değişimler. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(2), 211-219. doi: 10.24011/barofd.1092771
- Yılmaz, M., Erzincan, E., Ekici, F. & Yüksel, T., 2011. Yerli gökmar (*Abies* spp.) taksonları tohumlarında sıcaklığın çimlenme üzerine etkisi. *Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi*, Cilt 1, 416-421.
- Yun, J. H., Nakao, K., Tsuyama, I., Matsui, T., Park, C. H., Lee, B. Y., & Tanaka, N., 2018. Vulnerability of subalpine fir species to climate change: using species distribution modeling to assess the future efficiency of current protected areas in the Korean Peninsula. *Ecological research*, 33, 341-350.
- Yüksel, T. & Dirik, H., 2021. Kazdağı gökmarı (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Aschers. & Sint. ex Boiss) Coode & Cullen) popülasyonlarının tohum morfolojisine bağlı genetik çeşitliliği. *Ağaç ve Orman*, 2(1), 22-28.
- Zengin, H., Özcan, M., & Erdoğan, E., 2017. Plant richness of fir (*Abies nordmanniana* ssp. *bormmuelleriana*) stands ranging at Aladağlar (Bolu) Region of Turkey. *The 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity*. Minsk, Belarus.