



Çankırı Orman Fakóltesi Araştırma Ormanında iklim sınıflandırma yöntemlerinin karşılaştırılması ve mekânsal dağılım analizi

Semih Ediş ¹, Servet Pehlivan ^{1*}

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakóltesi, Orman Mühendislięi Bölümü, Çankırı, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 10/05/2025

Kabul Tarihi: 23/06/2025

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1696953>

*Corresponding author:

spehlivan@karatekin.edu.tr

ÖZ

Araştırma Makalesi

Giriř ve Hedefler Bu çalışma, Çankırı Orman Fakóltesi Araştırma Ormanı'nda farklı iklim sınıflandırma yöntemleri kullanılarak iklim tiplerinin belirlenmesini ve bu tiplerin mekânsal dağılımlarının analiz edilmesini amaçlamaktadır. Araştırma ormanlarında iklimsel farklılıkların tespiti; su dengesi, toprak nemi ve ekosistem dayanıklılığı gibi orman ekosistem süreçlerinin sürdürülebilir şekilde yönetilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Yöntemler Çalışmada Thornthwaite, Erinc, Aydeniz, Köppen, Trewartha ve De Martonne sınıflandırma yöntemleri uygulanarak, araştırma ormanına ait iklim tipleri belirlenmiştir. Elde edilen sınıflandırma sonuçları, Coğrafî Bilgi Sistemleri (CBS) ve jeoistatistiksel modelleme teknikleri (özellikle ordinary kriging) kullanılarak mekânsal olarak haritalanmıştır.

Bulgular Elde edilen sonuçlara göre, araştırma ormanının kuzeybatı ve güneybatı kesimlerinde su açığının belirgin olduğu yarı kurak–az nemli iklim tipleri; merkez ve doğu kesimlerinde ise su fazlasının sürdüğü yarı nemli iklim tipleri hâkimdir. Thornthwaite ve Erinc yöntemleri, su dengesi açısından duyarlı bölgelerin tespiti konusunda öne çıkarken; Trewartha sınıflaması, yüksek rakımlı bölgelerde kar örtüsü ve su tutma kapasitesine yönelik potansiyeli belirlemede etkili olmuştur. Aydeniz ve De Martonne yöntemleri ise mikroklimatik geçiş zonlarını başarılı biçimde yansıtmıştır.

Sonuçlar Araştırma ormanında belirlenen iklimsel farklılıkların, orman ekosistemlerinin su tutma kapasitesi, toprak nem durumu ve büyüme periyotları üzerinde doğrudan etkili olduğu görölmüştür. Bu bağlamda, yarı kurak alanlarda su açığı riskine karşı silvikültürel müdahalelerin artırılması; yarı nemli alanlarda ise toprak neminin korunması ve su tutma kapasitesinin yükseltilmesine yönelik ormancılık uygulamalarının güçlendirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Thornthwaite, Erinc, Aydeniz, Köppen, Trewartha, De Martonne

Comparison of climate classification methods and spatial distribution analysis in the Research Forest of Çankırı Faculty of Forestry

ABSTRACT

Background and aims This study aims to determine and analyze the climate types and their spatial distribution within the Çankırı Faculty of Forestry Research Forest using various climate classification methods. Identifying climate variability in research forests is essential for the sustainable management of forest ecosystem processes such as water balance, soil moisture, and ecological resilience.

Methods The study employed six different classification methods: Thornthwaite, Erinc, Aydeniz, Köppen, Trewartha, and De Martonne. Climate types were determined based on long-term meteorological data and mapped using Geographic Information Systems (GIS) and geostatistical modeling techniques, particularly the ordinary kriging interpolation method.

Results Results indicated that semi-arid and less humid climate types, characterized by a noticeable water deficit, are predominant in the northwestern and southwestern sections of the research forest. In contrast, semi-humid climate types with sustained water surplus prevail in the central and eastern parts. Thornthwaite and Erinc methods were particularly effective in identifying zones with high water balance sensitivity, while the Trewartha classification highlighted areas with high-altitude snow cover and water retention potential. The Aydeniz and De Martonne methods effectively represented microclimatic transition zones across the forest landscape.

Conclusions The identified climatic variations significantly influence the forest ecosystem's water retention capacity, soil moisture status, and growth periods. Accordingly, it is recommended to enhance silvicultural interventions in semi-arid areas to mitigate water deficit risks and to strengthen forest management practices aimed at preserving soil moisture and increasing water retention capacity in semi-humid zones.

Key Words: Thornthwaite, Erinc, Aydeniz, Köppen, Trewartha, De Martonne

Bu makaleye atıf:

Ediř, S., Pehlivan, S., 2025. Çankırı Orman Fakóltesi Araştırma Ormanında iklim sınıflandırma yöntemlerinin karşılaştırılması ve mekânsal dağılım analizi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 11(1), 201-211.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Araştırma ormanları, orman ekosistemlerinin yapısını ve işleyişini uzun vadeli gözlemlerle anlamaya yönelik bilimsel çalışmalara ev sahipliği yapan alanlardır (Vose et al., 2014). Bu alanlar, yalnızca biyotik ve abiyotik süreçlerin izlenmesine değil, aynı zamanda sürdürülebilir ormancılık politikalarının geliştirilmesine, iklim değişikliğiyle mücadele ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkı sunmaktadır (Lugo et al., 2006; Owari et al., 2020). Araştırma ormanlarından elde edilen veriler, ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesinde, ormancılık yatırımlarının yönlendirilmesinde ve çevresel yönetim stratejilerinin biçimlendirilmesinde temel bir veri kaynağı niteliği taşımaktadır (Chudy et al., 2023; Haines, 2005). Türkiye’de yer alan ankırı Orman Fakóltesi Araştırma Ormanı, bu nitelikleri taşıyan örnek araştırma alanlarından biridir. Söz konusu ormanda, ölü örtü dinamiklerinden toprak özelliklerine, floristik yapıdan silvikültürel başarıya, artım ve hasılat ilişkilerinden havza yönetimine kadar farklı ormancılık disiplinlerine ilişkin çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir (akır ve Tunç, 2019; Göl ve Ediř, 2017; Öner ve İmal, 2006; Göęerin ve Günlü, 2017; Ursavaş ve Ediř, 2024). Bu eřitlilik, araştırma ormanının çok yönlü bilimsel değerlendirmeler için önemli bir referans alanı olduğunu göstermektedir.

Ormancılık bilimi açısından değerlendirildiğinde, araştırma ormanlarının ne denli değer taşıdığı yukarıda özetlenmeye çalışılan uluslararası literatür dikkate alındığında bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında ankırı Orman Fakóltesi Araştırma Ormanı da çeşitli araştırmacılar için doğal bir laboratuvar olma görevini üstlenmiştir. Ülkemizde çeşitli ormancılık disiplinlerince yapılan birçok araştırma ankırı Orman Fakóltesi Araştırma Ormanı’nda yürütölmüştür. Söz konusu literatür incelendiğinde, özellikle, ölü örtü birikimi ve ayrışması (akır ve Tunç, 2019; akır vd., 2020; akır, 2021; akır vd., 2023) ile ölü örtü ve toprağın fiziksel özellikleri ve karbon stoklarına yönelik araştırmaların (Göl vd., 2010; Göl ve Ediř, 2017; Işık ve Göl, 2021; Göl, 2022; Demir ve Göl, 2022) oldukça yoğun olarak yürütöldüğü görölmüştür. Bu gibi toprak ve ekolojik araştırmaların yanında araştırma ormanının florasına (Abay ve Ursavaş, 2009; Ursavaş ve Öztürk, 2016; Ursavaş ve Tuttu, 2020; Tuttu ve Ursavaş, 2022) ve bitki ekolojisine (Göl vd., 2008; Dölarslan vd., 2018; eri ve Göl, 2021; Ursavaş ve Ediř, 2024) yönelik bilimsel araştırmalar da yürütölmüştür. Yine araştırma ormanının silvikültürel özellikleri ile ağaçlandırma faaliyetlerinin başarı ve sağlığı (Göl ve Öner, 2002; Öner, 2002; Öner ve akır, 2006; Öner ve İmal, 2006; Yılmaz vd., 2007; Öner ve Sivacıoğlu, 2010; Akkaya ve akır, 2022) üzerine oldukça fazla araştırıcı tarafından tamamlanmış ve ölkemiz ormancılık literatürüne kazandırılmış çalışma bulunmaktadır. Son olarak; ankırı Orman Fakóltesi Araştırma Ormanı ormancılık biliminin havza yönetimi disiplinine (Göl vd., 2004; Göl ve Dengiz, 2007; Göl vd., 2015; Görgölü ve Göl, 2021) yönelik araştırmalarının da kaydedeğer yoğunlukta gerçekleştirildiği bir doğal laboratuvar niteliğindedir. Tüm bunların yanında araştırma ormanının entomolojisine (şimşek vd., 2017; Saab vd., 2023) ve fitopatolojisine (Oskay ve şimşek, 2017a; Oskay ve şimşek, 2017b), meşcerelerin artım ve büyüme ilişkileri ile hasılatına ve meşcerelerin sahip olduğu ağaç bitkisel kütleinde depo edilen karbon miktarı ile üretilen oksijen miktarının zamansal

değişimine (Göğerin ve Günlü, 2017; Ercanlı vd., 2023, Keleş vd., 2024), alanda yetişen bitki türlerinin etnobotanik özelliklerine (Tuttu vd., 2024) yönelik araştırmalar ile orman yollarının planlanması (ölkuşu ve Buğday, 2022) alışmalarının da yürütöldüğü görölmektedir.

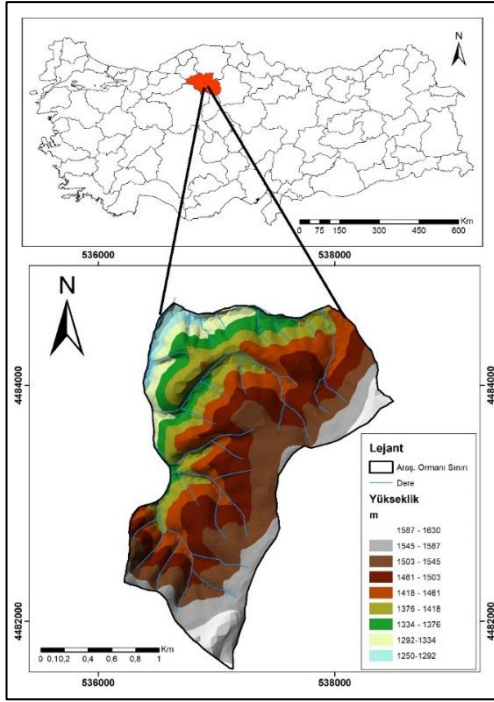
Orman ekosistemlerinin işleyişinde iklim belirleyici bir faktördür. Biyolojik eřitlilik, toprak yapısı, su ve karbon döngüleri gibi ekolojik süreçler üzerinde doğrudan etkili olan iklimsel değişkenler, özellikle küresel iklim değişikliği bağlamında ormancılık araştırmalarının öncelikli konusu haline gelmiştir (Landsberg and Gower, 1997; Houghton, 2007; Bonan, 2008; IPCC, 2021). Bu nedenle iklim tiplerinin doğru bir şekilde belirlenmesi ve haritalanması, sürdürülebilir ekosistem yönetimi açısından temel bir gerekliliktir. Bu alışma, ankırı Orman Fakóltesi Araştırma Ormanı’nın iklim tiplerini belirlemeyi ve bu tipleri Köppen, Thornthwaite, Erinç ve Aydeniz gibi farklı iklim sınıflandırma yöntemleri kullanarak Coğrafı Bilgi Sistemleri (CBS) ile haritalamayı amaçlamaktadır. Böylece, mikroklimatik özelliklerin mekânsal dağılımı ortaya konacak ve bu bilgiler ekosistem yönetimi, silvikültürel planlama, zararlı-hastalık kontrolü ve hasılat tahmini gibi ormancılık uygulamalarına bilimsel dayanak oluşturacaktır (Peel et al., 2007; Türkeř, 1998; Muluneh, 2021).

Bu kapsamda çalışmanın temel amacı, ankırı Orman Fakóltesi Araştırma Ormanı’nda hâkim olan iklim tiplerini farklı klimatolojik sınıflandırma yöntemleri (Köppen, Thornthwaite, Erinç ve Aydeniz) aracılığıyla belirlemek ve bu sınıflamaları Coğrafı Bilgi Sistemleri (CBS) kullanarak mekânsal olarak haritalamaktır. Çalışma, farklı iklim sınıflandırmalarını karşılaştırmalı biçimde değerlendirerek araştırma ormanının mikroklimatik yapısını çok yönlü olarak ortaya koymayı ve bu yapının ekosistem yönetimi üzerindeki olası etkilerine ilişkin bilimsel çıkarımlar sunmayı hedeflemektedir. Bu yönüyle alışma, Türkiye ormancılık literatüründe araştırma ormanları ölçeğinde gerçekleştirilmiş nadir klimatolojik analizlerden biri olma özelliği taşımaktadır. Ayrıca elde edilen bulgular, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) doğrultusunda; iklim eylemi (SKH 13), karasal yaşamın korunması (SKH 15), temiz su kaynaklarının sürdürülebilirliği (SKH 6) ve doğal kaynakların etkin yönetimi (SKH 12) gibi hedeflere yerel düzeyde bilimsel katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

2. Materyal

2.1 Çalışma alanı

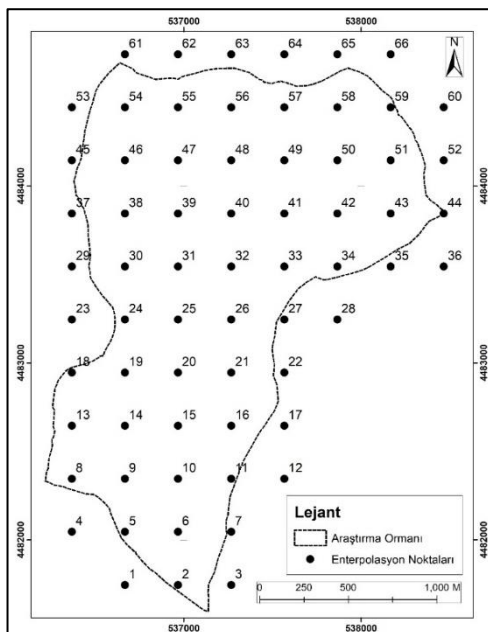
ankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakóltesi Araştırma Ormanı, ankırı ili sınırları içinde yer alan Eldivan İlçesinde bulunmaktadır (şekil 1). Toplam alanı Araştırma ormanında yükseklik 755 ile 1.631 m arasında, eğim %7-12 arasında değişmekte olup ortalama bakısı güneybatıdır (Göl vd., 2010).



Şekil 1. Araştırma ormanının konumu

2.2 Kullanılan veriler

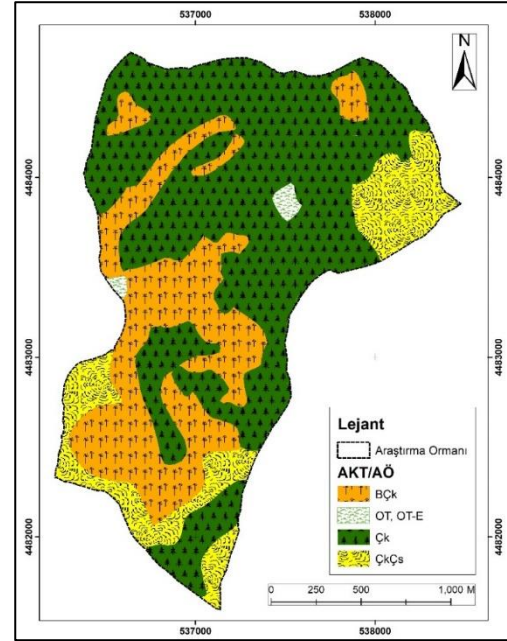
Bu çalışmada kullanılan meteorolojik veriler Çankırı Meteoroloji İstasyonu'ndan temin edilmiştir. Veriler, 30 yıllık (1993–2023) bir dönemi kapsamakta olup yağış, sıcaklık ve nem değerlerini içermektedir. Analiz edilen temel değişkenler şunlardır; yağış miktarı (mm), ortalama sıcaklık (°C), en yüksek ve en düşük sıcaklıklar (°C), bağıl nem (%)'dir. Çankırı Orman Fakültesi Araştırma Ormanına ait orman kuruluşu ve topoğrafya gibi veriler sayısal olarak Çankırı Orman İşletme Müdürlüğünden temin edilmiştir. Çalışma sahasında 300 metre aralıklarla belirlenen 66 grid noktası kullanılmıştır. Söz konusu noktaların konumları Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Enterpolasyon noktalarının dağılımı

2.3 Bitki örtüsü ve toprak yapısı

Araştırma ormanındaki ekosistemleri, çoğunlukla sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) türlerinden oluşmaktadır. Alan aynı zamanda plantasyon ormanları, bozuk karaçam toplulukları, karaçam-sarıçam karışık ormanları, meşe ve ardıç (*Juniperus* spp.) çalılıkları ile açıklık alanları içermektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Araştırma Ormanı arazi kullanma türü/arazi örtüsü durumu

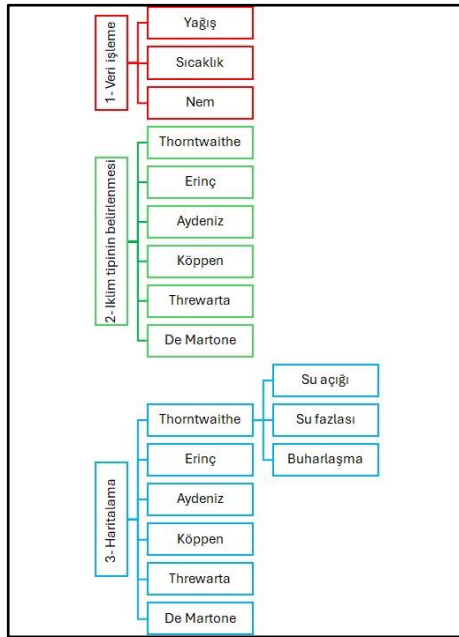
Toprak yapısı bakımından, araştırma ormanı kahverengi orman toprakları ile podzol topraklarının bir karışımına sahiptir. Toprak özellikleri açısından; yüksek kil içeriğine sahip, düşük ve orta seviyede kireç içerip hafif alkali ve alkali özellikler göstermektedir. Ayrıca yetersiz organik madde, sığ toprak yapısı, taşlılık, yüksek eğim ve kuraklık, bitki gelişimini sınırlayan faktörler alanın toprak yapısını karakterize etmektedir (Göl vd., 2010). Alanda, yüzey ve oyuntu erozyonu kısmen olarak görülmektedir.

3. Yöntem

3.1 Çalışmanın iş akışı aşamaları

Çalışmanın ilk aşamasında, meteorolojik değişkenlerin yükseltiye bağılı değişimini dikkate alarak, 300 metre aralıklarla 66 grid noktası oluşturulmuştur. Çankırı Meteoroloji İstasyonu'ndan temin edilen yağış ve sıcaklık verileri, çalışma alanına enterpolasyon yöntemiyle dağıtılmıştır. Nem verileri ise araştırma ormanında bulunan otomatik meteoroloji istasyonundan elde edilen veriler kullanılarak modellenmiş ve bu model yardımıyla Çankırı Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan veriler alana enterpole edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında, Thornthwaite, Erinc, Aydeniz, Köppen, Threewart ve De Martonne yöntemlerine göre iklim tipleri ve özellikleri belirlenmiştir. Son aşamada ise her bir iklim tipine göre haritalama işlemleri yapılmıştır. Haritalamada iklim tipleri ve su

dengesi unsurları dikkate alınmış olup, Thornthwaite yönteminde su açığı, su fazlası ve buharlaşma durumları da analiz edilerek mekânsal dağılımları görselleştirilmiştir (şekil 4).



şekil 4. Araştırmanın iş akış şeması

3.2 Meteorolojik verilerin işlenmesi

Topoğrafik değişkenlere göre yağış tahminlerinde yaygın olarak kullanılan Schreiber (1904) yöntemi kullanılarak yağış verileri mekânsal olarak dağıtılmıştır. Sıcaklık verileri ise Laplace rate (sıcaklık gradyanı) yöntemi dikkate alınarak, yüksekliğe bağlı sıcaklık değişimlerini tahmin etmek amacıyla kullanılmıştır. Ortalama sıcaklık gradyan değeri 0,65 °C/100 m olarak kabul edilmiştir. Nem değerleri ise basit regresyon modelleri kullanılarak Çankırı istasyonundan alana enterpole edilmiştir.

3.3 İklim sınıflandırmaları

Sıcaklık, yağış, buharlaşma, topoğrafya ve zaman ölçeği gibi farklı kriterlere dayanmasından dolayı araştırma alanında farklı iklim sınıflandırma yöntemleri kullanılmıştır. Bu kapsamda; sıcaklık ve yağış verileri temel alınarak uygulanan Köppen (Peel et al., 2007), bu yöntemle ek olarak mevsimsel değişkenlikleri analiz etmek için Threwarta, potansiyel evapotranspirasyon, su açığı ve su fazlası hesaplamaları için uygulanan Thornthwaite (Thornthwaite, 1948), Türkiye için geliştirilmiş yağış ve sıcaklık oranlarını baz alan Erinc (Erinc, 1969), bölgesel değişkenlikleri dikkate almasından dolayı Aydeniz, bölgenin nemlilik oranını değerlendiren De Martone (De Martonne, 1926) yöntemleri bu çalışmada tercih edilerek hesaplanmıştır.

3.4 Mekansal analiz ve haritalama

Bölgenin iklim tiplerinin mekânsal analizi ve haritalanması, ArcGIS 10.3 yazılımı kullanılarak gerçekteşirilmifitir. Coğrafi veri işleme ve jeostatistiksel analizlerde yaygın kullanılan mekânsal enterpolyasyon yöntemleri kullanılmıştır. Haritalama

işlemleri sırasında jeostatistiksel (kriging vb.) ve deterministik (IDW, local polynomial interpolation, vb) modeller sırasıyla denemiş olup en düşük hata oranına sahip olan “ordinary kriging” yöntemi kullanılarak haritalama işlemleri tamamlanmıştır.

3.5 İstatistiksel analizler

Aydeniz yönteminin uygulanabilmesi için, çalışma alanında yer alan her bir grid noktasına ait nemlilik değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, 66 farklı noktada bağlı nem değerinin hesaplanması zorunlu hâle gelmiştir. Ancak bu aşamada, meteorolojik verilerin iklim istasyonu bulunmayan alanlara nasıl enterpole edileceği sorusu ortaya çıkmıştır. Literatürde, sıcaklık ve yağış gibi temel meteorolojik değişkenlerin enterpolyasyonuna yönelik çeşitli yöntemler yaygın şekilde yer almakta olmasına rağmen, bağlı nemin meteoroloji istasyonu bulunmayan bölgelerdeki dağılımının tahminine yönelik çalışmalara literatürde yeterince rastlanmamaktadır. Bu metodolojik boşluğu aşmak amacıyla, bağlı nemin istatistiksel olarak en yüksek ilişki içerisinde olduğu değişkenler olan sıcaklık ve yağış verileri temel alınarak, nem değerleri regresyon analizine dayalı olarak tahmin edilmiştir. Bu amaçla araştırma ormanına en yakın meteoroloji istasyonu olan Eldivan Meteoroloji İstasyonunda kaydedilen sıcaklık (T), yağış (P) ve bağlı nem (N) değerlerine ilişkin aylık ortalamalar hesaplanmış ve bu üç meteorolojik değişken arasında bir regresyon ilişkisi olup olmadığı incelenmiştir. Yapılan analizde, bağlı nem (N) bağımlı değişken olarak; sıcaklık (T) ve yağış (P) ise bağımsız değişkenler olarak değerlendirilmiştir. Yönteme ait regresyon denkleminin genel ifadesi eşitlik 1’de verilmiştir.

$$N = a + (b \times (T^2 \times P)) + (c \times ((T^2 \times P)^2)) \quad (1)$$

Bu denklemdede;

N: Eldivan meteoroloji istasyonunda kaydedilen aylık ortalama bağlı nem değerlerini (%),

T: Eldivan meteoroloji istasyonunda kaydedilen aylık ortalama sıcaklık değerlerini (°C),

P: Eldivan meteoroloji istasyonunda kaydedilen aylık ortalama toplam yağış miktarını (mm) ifade etmektedir.

Söz konusu regresyon denkleminin geliştirilmesi ile araştırma alanında tespit edilen her bir noktaya ait sıcaklık ve yağış değerleri yardımıyla, ilgili noktaya ait bağlı nem değeri de hesaplanmıştır.

4. Bulgular ve Tartışma

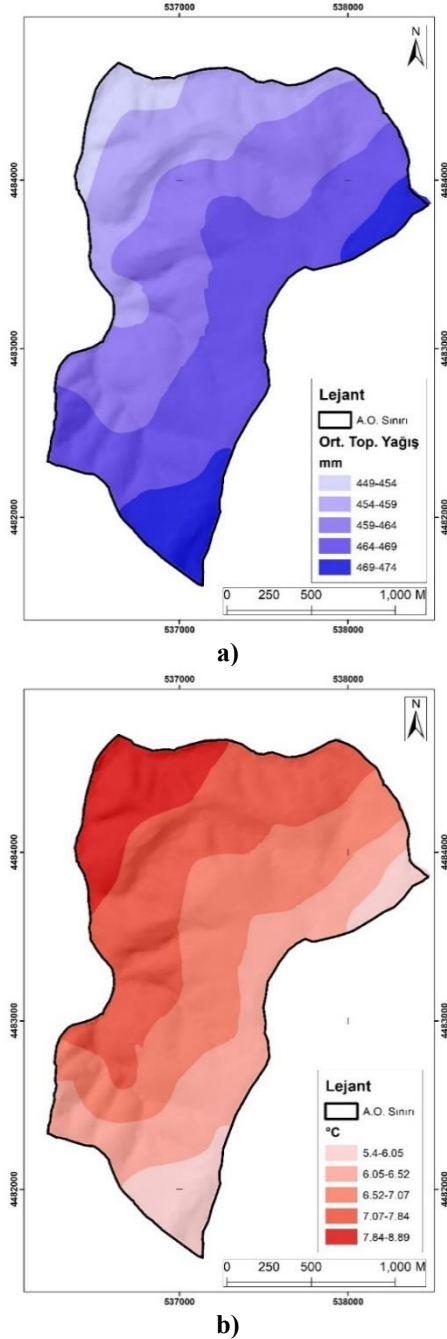
4.1. Yağış, sıcaklık ve nem dağılımı

Araştırma ormanında 300 x 300 m aralık mesafe ile oluşturulan 66 adet noktaya ilişkin yıllık ortalama toplam yağış miktarı, yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin ve yıllık ortalama nem değerleri tespit edilmiştir. Bağlı nemi tahmin etmede kullanılan regresyon denkleminin katsayılarının belirlenmesi sonucunda eşitlik;

$$N = 76,996 - (0,0039 \times (T^2 \times P)) + (0,0000002 \times ((T^2 \times P)^2)) \quad (2)$$

olarak oluşturulmuştur. Geliştirilen regresyon denkleminin R^2_{adj} değeri 0,88, RMSE değeri ise %6,40 biçiminde hesaplanmıştır. Hem regresyon denklemi hem de denklemin tüm katsayıları %95 güven düzeyinde anlamlıdır ($p < 0,05$).

Araştırma ormanının yıllık ortalama toplam yağış miktarı 450-500 mm arasında (şekil 5a), yıllık ortalama sıcaklık değerleri ise 6-12 °C aralığında hesaplanmıştır (şekil 5b).



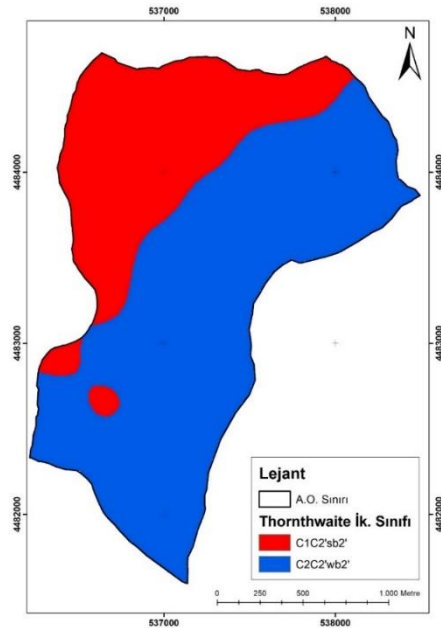
şekil 5. Araştırma ormanının ortalama toplam yağış miktarı (a) ile ortalama sıcaklık (b) haritaları

Nemin ise %65-80 arasında deęiřtięi ve dūřuk nem içerięinin dūřuk rakımlı açık alanlarda %65-70, yūřuk nem içerięinin ise %75-80 oranında yūřuk rakımlı ve ormanlık alanlarda olduęu tespit edilmiřtir.

4.2. İklım sınıflandırmaları

Araştırma Ormanı'nda Thornthwaite yūřemine gōre oluşturulan iklim sınıflandırma haritasında, C1C2'sb2' ve C2C2'wb2' olmak ūzere iki temel iklim tipi belirlenmiştir. Bu sınıflandırma, sıcaklık, yağış ve su dengesi bileşenlerinin karşılıklı etkileşimine dayalı olarak geliştirilmiştir. C1C2'sb2' iklim tipi, belirgin su açığı ile karakterize edilen yarı kurak ve az nemli koşulları ifade etmektedir. Buna karşılık, C2C2'wb2' tipi ise yıl boyunca su fazlasının daha uzun sūreyle devam ettiği, yarı nemli alanları temsil etmektedir (şekil 6).

Thornthwaite iklim sınıflandırması haritasının analizine katkı sağlamak amacıyla ek olarak sunulan yıllık su açığı, yağış etkinliği ve su fazlası sūresi haritaları, araştırma alanının iklimsel ve hidrolojik koşullarının mekansal farklılıklarını ortaya koymaktadır. Su fazlası miktarları 83-129 mm aralığında değişen beř farklı sınıf halinde gōsterilmiřtir. En dūřuk su fazlası miktarının (83-100 mm) gōzlemlendięi açık tonlu alanlar, ūzellikle kuzeybatı ve gūneybatı kesimlerinde yayılım gōstermektedir. Bu bōlgeler, Thornthwaite iklim sınıflandırmasında C1C2'sb2' (yarı kurak – az nemli) tipi ile ūrtūřmekte olup, bu alanlarda su açığının daha belirgin olduğu ve toprak neminin daha hızlı kaybedildiği dūřūnlmektir.



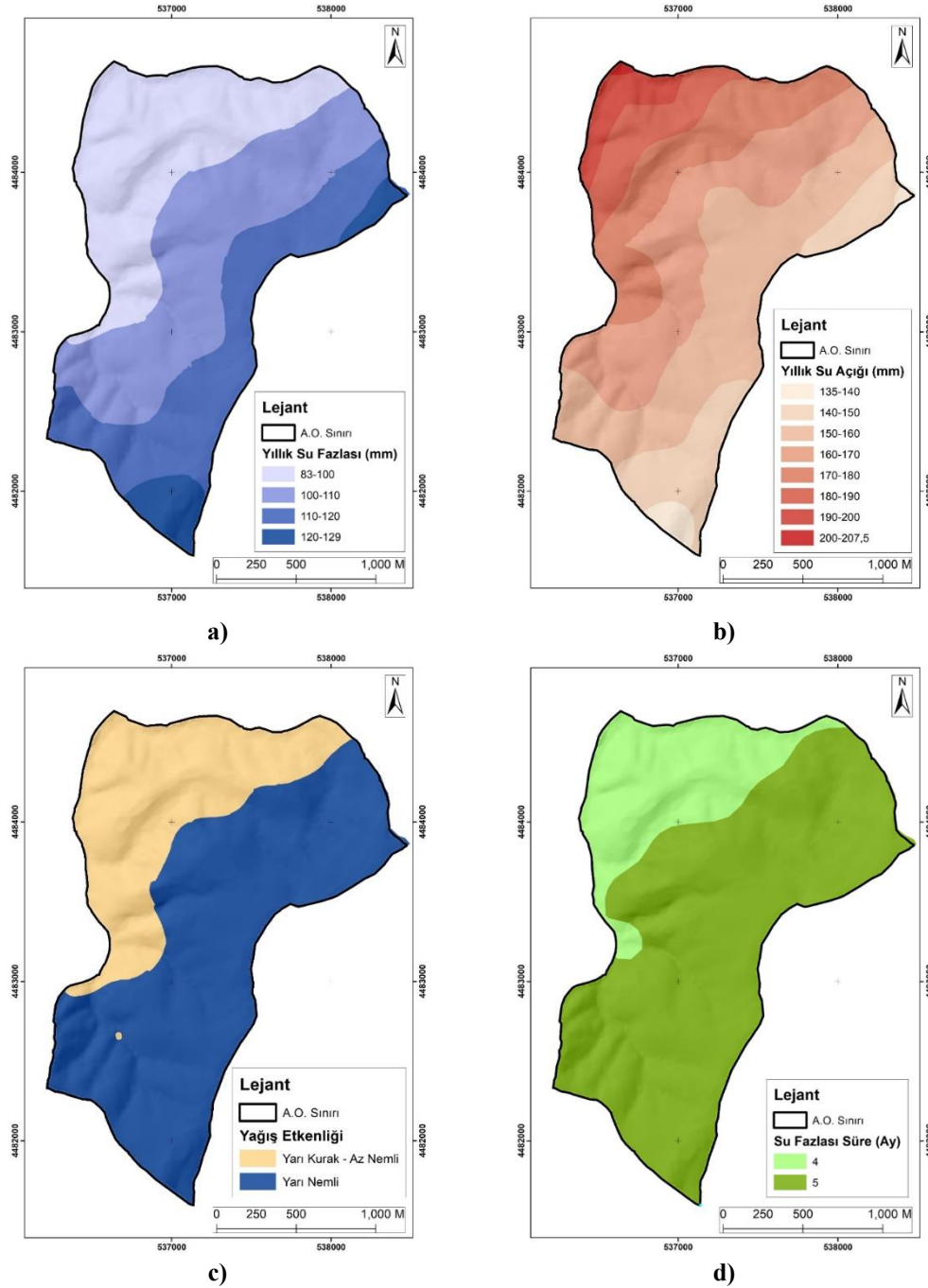
şekil 6. Araştırma Ormanının Thornthwaite İklım Sınıflandırmasına gōre haritası

Arařtırma alanının merkez ve doęu kesimlerinde ise su fazlası miktarının 110-129 mm aralıęında olduęu koyu tonlu bōlgeler dikkat çekmektedir. Bu alanlar, C2C2'wb2' (yarı nemli) iklim tipi ile ūrtūřmekte olup, su fazlasının yılın belirli dōnemlerinde belirginleřtięi ve toprak nem kapasitesinin daha yūřuk olduęu bōlgelerdir. ūzellikle 120-129 mm aralıęında su fazlasına sahip olan alanlar, su tutma kapasitesi açısından ūnemli ekosistem hizmetleri saęlamaktadır ve su dengesi açısından kritik bōlgeler olarak deęerlendirilmektedir (řekil 7a).

Yıllık su açığı haritasında, kuzey ve batı kesimlerinde su açığının 200 mm'nin ūzerinde olduğu dikkati çekmektedir (şekil 7b). Bu bōlgelerin, Thornthwaite sınıflandırmasında

C1C2'sb2' iklim tipi ile örtüştüğü belirlenmiştir. Bu durum, orman ekosistemlerinde su stresi riskinin yüksek olduğunu ve bu alanlarda toprak neminin yılın büyük bir bölümünde yetersiz kaldığını göstermektedir. Öte yandan, güneydoğu ve doğu kesimlerinde su açığı değerlerinin 150 mm'nin altında kaldığı ve bu bölgelerin C2C2'wb2' iklim tipi ile uyumlu olduğu saptanmıştır. Bu alanlarda su fazlası süresi haritası da dikkate alındığında, su fazlasının beş aya kadar sürdüğü görölmektedir. Bu süre, özellikle yarı nemli alanların su tutma kapasitesinin yüksek olduğunu ve toprak neminin uzun süre korunabildiğini göstermektedir.

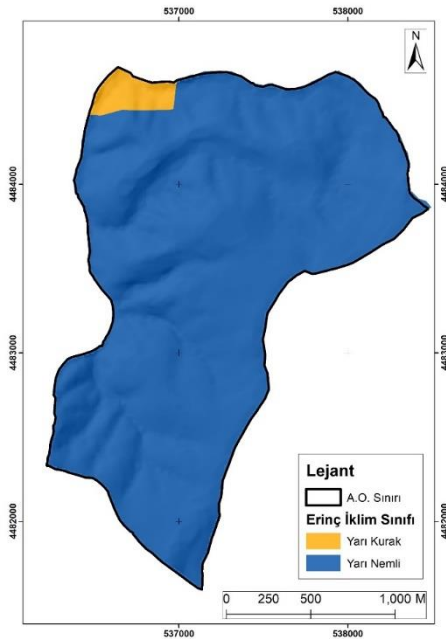
Yağış etkinliği haritası incelendiğinde, araştırma alanının kuzey ve batı kesimlerinde yarı kurak-az nemli (sarı) alanların hakim olduğu gözlemlenmiştir. Bu alanların, Thornthwaite sınıflandırmasında C1C2'sb2' iklim tipi ile örtüştüğü, dolayısıyla bu bölgelerde yağış etkinliğinin düşük olduğu düşünölmektedir (şekil 7c). Buna karşın, güneydoğu ve doğu kesimlerinde yarı nemli (mavi) alanların baskın olduğu ve bu bölgelerin C2C2'wb2' iklim tipi ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, yarı nemli alanların su tutma kapasitesinin daha yüksek olduğunu ve su fazlalığının beş aya kadar sürdüğünü ortaya koymaktadır (şekil 7d).



şekil 7. Araştırma Ormanında Yıllık su fazlası (a), Yıllık Su açığı (b), Yağış Etkenliği (c) ve Su fazlası süren ay süresi (d) haritaları

Bu alışma, Thornthwaite iklim sınıflandırmasının mekânsal dağılımının destekleyici hidroklimatik haritalarla birlikte değerdendirilmesinin, orman ekosistemlerinde su dengesi ile iklim koşulları arasındaki etkileşimi anlamlı biçimde ortaya koyduğunu göstermektedir. Bulgular, yarı kurak–az nemli alanların su açığına karşı daha hassas olduğunu; buna karşın, yarı nemli bölgelerde su fazlası süresinin daha uzun sürdüğünü ve bu alanların daha yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Bu farklılıklar, ormancılık uygulamalarında su yönetimi stratejilerinin alan bazında farklılaştırılmasını gerekli kılmaktadır. Özellikle yarı kurak bölgelerde su açığı riskini azaltmaya yönelik su hasadı uygulamalarının teşvik edilmesi ve silvikültürel önlemlerin artırılması önerilmektedir (Bonan, 2008). Yarı nemli alanlarda ise su fazlasının etkin şekilde yönetilerek, kurak dönemlerde oluşabilecek su stresi riskinin azaltılması hedeflenmelidir (Day et al., 2002; Vose et al., 2014).

Erinç metoduna göre yapılan iklim sınıflandırmasında araştırma ormanında iki tipte iklim sınıfı ortaya çıkmaktadır. Araştırma alanının büyük bir kısmı yarı nemli (mavi) olarak tanımlanmıştır (şekil 8). Yarı nemli bölgeler, yıllık yağış miktarının sıcaklık artışlarını dengelediğı, toprak neminin korunduğı ve su açığının düşük olduğı alanları temsil etmektedir. Bu alanlarda, orman ekosistemlerinin su tutma kapasitesinin yüksek olduğı ve bitki örtüsünün büyüme döneminde yeterli suya erişebildiğı düşünölmektedir (Wenwei et al., 2002).

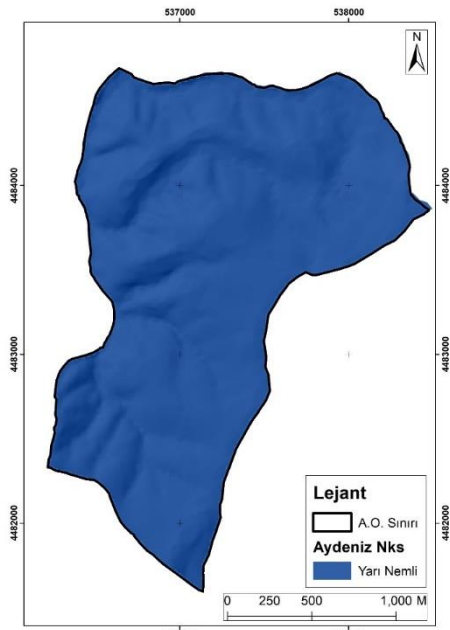


şekil 8. Erinç yöntemine göre Araştırma Ormanının iklim sınıfları

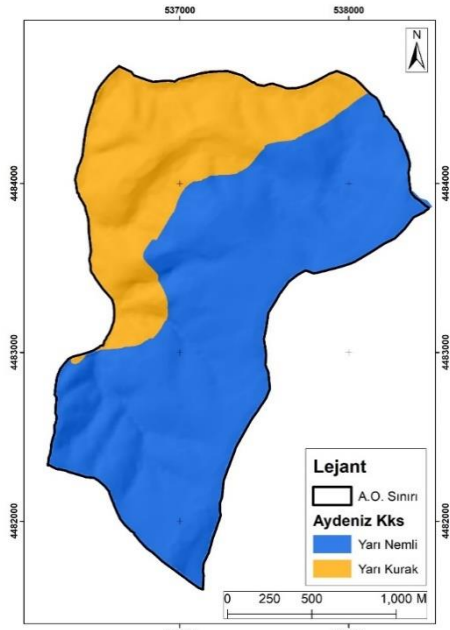
Ayrıca, yarı nemli bölgeler, buharlaşma oranının düşük, toprak neminin ise göreceli olarak daha istikrarlı olduğı alanlar olarak öne çıkmaktadır. Orman ekosistemlerinde bu tür alanlar, yangın riski açısından daha düşük hassasiyete sahiptir (Konca-Kędzierska and Pianko-Kluczyńska, 2018). Alanın kuzeybatı kesiminde ise yarı kurak (sarı) olarak sınıflandırılan bir bölge dikkat çekmektedir. Yarı kurak bölgelerde, kuraklık riski artmakta ve yaz aylarında su stresi potansiyeli yükselmektedir.

Orman ekosistemleri açısından yarı kurak bölgeler, bitki büyüme periyodunun kısalması, su yetersizliğı ve yangın riski gibi olumsuz etkilerle karşı karşıya kalabilir (Malagnoux et al., 2007; Blanco-Rodríguez et al., 2023).

Aydeniz yöntemine göre yapılan analizde, Araştırma Ormanı'nın genel iklim tipi yarı nemli olarak belirlenmiştir (şekil 9a ve 9b). Her iki harita da bölgenin büyük bir kısmında nemlilik potansiyelinin hâkim olduğunu ve su açığının sınırlı kaldığını göstermektedir. Aydeniz Kuraklık-Kuraklık Sınıflaması (KKS) haritası (şekil 9b), çalışma alanındaki mikroklimatik farklılıkların, iklim tiplerinin mekânsal dağılımında belirleyici bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.



a)



b)

şekil 9. Aydeniz metoduna göre, Nemlilik katsayısı (a) ve Kuraklık katsayısı (b) Araştırma Ormanının iklim tipleri

Özellikle kuzeybatı ve güneybatı kesimlerde, yerel topoğrafya ve mikroklimatik koşulların etkisiyle yarı kurak alanların öne çıktığı görülmektedir. Bu durum, söz konusu bölgelerde orman ekosistemlerinin daha yoğun su stresi altında kalabileceğine ve toprak neminin daha hızlı kaybedilebileceğine işaret etmektedir. Kurak karakterli bu alanlar, yaz aylarında toprak neminin hızla azalması nedeniyle su yönetimi açısından yüksek kuraklık riski taşıyan bölgeler olarak değerlendirilmektedir (Luo et al., 2023).

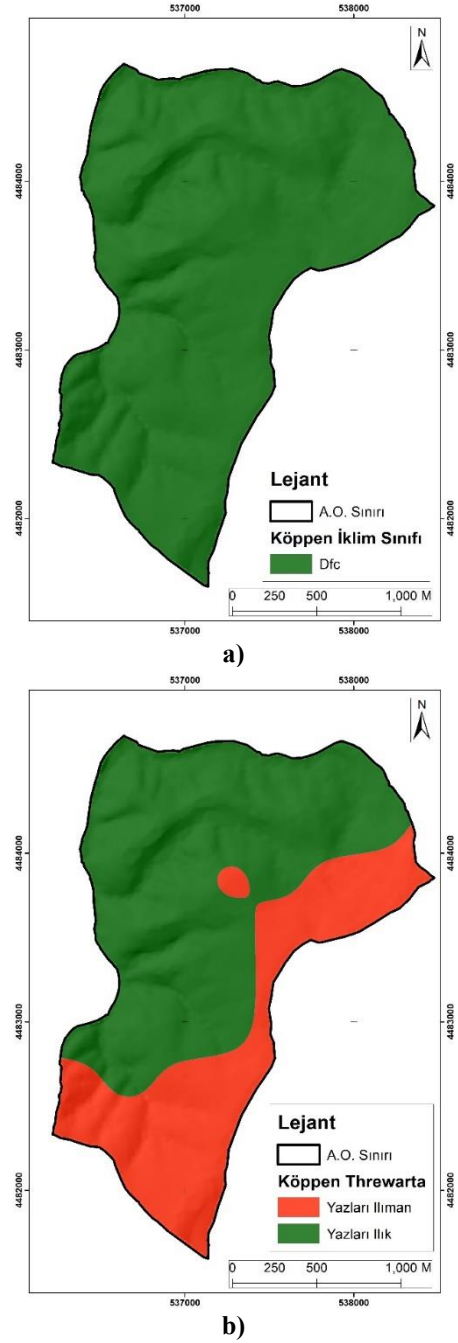
Bu bulgular, orman ekosistemlerinde su yönetimi ve orman yangını riski ile mücadelede yerel iklimsel ve topografik koşulların dikkate alınarak müdahale stratejilerinin optimize edilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır (Alcamo et al., 2023).

Köppen İklim Sınıflandırmasına göre Araştırma ormanının tamamı "Dfc" Soğuk Orman kuşağı içinde, kışları şiddetli, yazları kısa ve serin ve hemen her mevsimi yağışlı iklim tipi olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 10a). Bu iklim tipi, yıllık sıcaklık ortalamalarının düşük, kış aylarının uzun ve sert, yaz aylarının ise serin ve kısa sürdüğü bölgeleri temsil etmektedir (Köppen, 1884; Peel et al., 2007). Köppen-Threwarta iklim sınıfına göre araştırma ormanının yüksek rakımlı bölgelerinde "Dcfo" Yazları Ilıman Kışları Soğuk Ilıman Karasal iklim tipi, düşük rakımlı bölgelerinde ise "Dcbo" Yazları Ilık Kışları Soğuk Ilıman Karasal iklim tipi olduğu belirlenmiştir (Şekil 10b).

Dfc iklim tipi, genellikle boreal orman kuşaklarında ve yüksek rakımlı karasal bölgelerde gözlemlenen, soğuk ve nemli koşullarıyla öne çıkan bir iklim rejimidir. Araştırma Ormanı'nda bu iklim tipinin baskın olması, bölgedeki orman ekosistemlerinin büyüme periyodunun sınırlı olduğunu ve yaz aylarında dahi toprak neminin yüksek düzeyde korunabildiğini düşündürmektedir. Dfc iklimine özgü düşük sıcaklıklar ve uzun süren kış mevsimi, evapotranspirasyon oranlarını sınırlandırarak toprakta su birikiminin artmasına olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, bu iklim koşulları altında yer alan ormanlık alanların su tutma kapasitesinin yüksek olduğu ve kış mevsiminde kar örtüsünün önemli bir su rezervi işlevi gördüğü değerlendirilmektedir (Dursun ve Yazıcı, 2022).

Yazları ılıman iklim bölgeleri, sıcaklıkların yaz aylarında göreceli olarak düşük seyrettiği ve yağışın yıl içine dengeli dağıldığı alanlar olarak tanımlanmaktadır. Bu bölgelerde, vejetasyon süresi daha uzun sürmekte ve toprak nemi yıl boyunca daha dengeli bir dağılım göstermektedir (Gilliam, 2016). Buna karşılık, yazları ılık iklim bölgeleri ise orman ekosistemlerinde su dengesi açısından önemli kırılganlıklar yaratmakta ve yaz aylarında kuraklık stresinin daha yoğun hissedilmesine yol açmaktadır (Pyrgou et al., 2019).

Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasının mekânsal dağılımı, özellikle su dengesi ve yangın riski gibi ormancılık açısından kritik parametrelerin değerlendirilmesinde stratejik bir araç niteliğindedir. Yazları ılık iklim tipine sahip bölgelerde, artan kuraklık ve yangın riski nedeniyle su yönetimi uygulamalarının daha hassas ve yerel koşullara özgü biçimde planlanması gerekmektedir.

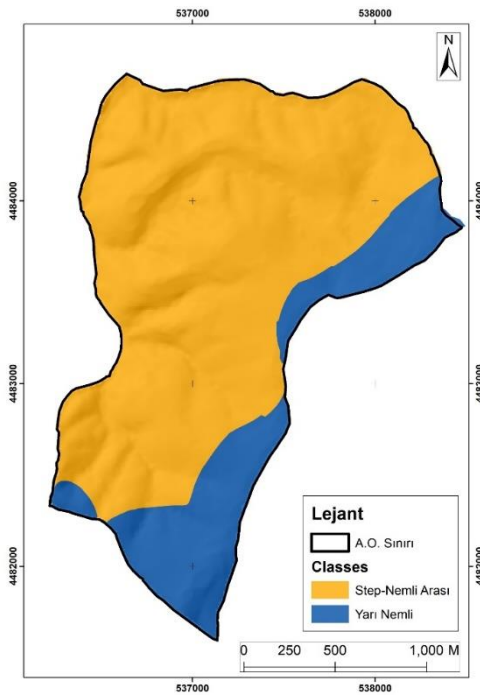


Şekil 10. Araştırma ormanının Köppen (a) ve Köppen Threwarta (b) yöntemlerine göre iklim sınıfları

Araştırma Ormanı'nda De Martonne kuraklık indisi yöntemi doğrultusunda gerçekleştirilen değerlendirme sonucunda, çalışma alanında Step-Nemli Arası (sarı) ve Yarı Nemli (mavi) olmak üzere iki temel iklim tipi tanımlanmıştır. Step-nemli arası sınıfına giren bölgeler, yıllık yağış miktarının görece düşük, sıcaklıkların ise daha yüksek seyrettiği alanları temsil etmektedir. Buna karşılık, yarı nemli alanlar, daha fazla yağış alan ve sıcaklık düzeylerinin daha düşük olduğu mikroklimatik bölgeler olarak belirlenmiştir (Şekil 11). Bu iklimsel ayırım, orman ekosistemlerinin su dengesi, toprak nemi ve büyüme koşulları açısından farklı yönetsel stratejiler gerektirdiğini ortaya koymaktadır.

Step-nemli bölgeler, yarı nemli alanlara göre daha kurak iklim tipleri sergiler ve yıllık toplam yağış bu topraklardaki

buharlaşma ve evapotranspirasyon s¼reçlerini telafi edemeyecek kadar d¼ř¼kt¼r (McKinnon et. al, 2020; Materia et. al, 2021). Bu durum, ¼zellikle yaz aylarında topraktaki nemin hızla t¼kenmesine neden olur ve bitki ¼rt¼s¼n¼ su stresi altına sokabilmektedir. Kuraklık olasılığının y¼ksek olduğu bu alanlardaki orman ekosistemlerinin direnci d¼řebilir; bu nedenle su kaynaklarının y¼netimi ve ekosistem temelli ¼nlemleri planlamak gereklidir. Buna karşılık, yarı nemli b¼lgelerde, daha y¼ksek yağış rejimi ve daha d¼ř¼k sıcaklık, yıl boyunca daha istikrarlı bir toprak su i¼erięi ile sonu¼lanır (Zhang et. al, 2014). Bu b¼lgelerdeki y¼ksek su tutma kapasitesi, orman ekosistemlerinde b¼y¼me d¼neminin daha sağlıklı ilerlemesini sağlamakta ve bitki ¼rt¼s¼n¼n suya erişimini s¼rd¼r¼lebilir kılmaktadır.



şekil 11. De Martone Y¼ntemine g¼re Araştırma Ormanının iklim tipleri

5. Sonu¼ ve ¼neriler

Bu ¼alıřma, ¼ankırı Orman Fak¼ltesi Araştırma Ormanı'nda farklı iklim sınıflandırma y¼ntemleri (Thorntwaite, Erine, K¼ppen, Trewartha, De Martonne, Aydeniz) kullanılarak iklim tiplerinin mek¼nsal dağılımını değerlendirmekte ve bu sınıflamaların ormancılık uygulamaları a¼ısından potansiyel katkılarını ortaya koymaktadır. Thorntwaite ve Erine y¼ntemlerine g¼re, araştırma ormanının kuzeybatı ve g¼neybatı kesimlerinde yarı kurak–az nemli koşulların h¼kim olduğu; doğu ve merkez kesimlerinde ise su fazlasının s¼rd¼ę¼ yarı nemli alanların yer aldığı belirlenmiştir. Bu farklılıklar, su dengesi bileşenlerinin sahada mek¼nsal olarak değiştiğini g¼stermektedir. ¼alıřmada kullanılan iklim sınıflama y¼ntemleri, mikroklimatik ¼zelliklerin ayırıştırılmasına olanak sağlamış; ¼zellikle Aydeniz ve De Martonne y¼ntemleri, ge¼iř zonlarını yansıtmakta başarılı olmuştur. Trewartha ve K¼ppen–Trewartha sınıflamaları ise y¼ksek rakımlı alanlarda kar ¼rt¼s¼ potansiyelinin ve yaz sıcaklık eğilimlerinin izlenmesinde faydalı olabileceği değerlendirilmektedir. Mek¼nsal analizlerde

kullanılan ordinary kriging y¼ntemi, d¼ř¼k hata oranları ile farklı sınıflandırmalar i¼in başarılı interpolasyon sonu¼ları ¼retmiřtir. Bu durum, jeostatistiksel modelleme yaklaşımlarının iklim sınıflandırma ¼alıřmalarına entegrasyonunu desteklemektedir.

¼alıřmanın ¼nemli bir sınırlılığı, arazi i¼i mikroklimatik ¼l¼¼m verilerinin (orneğin toprak sıcaklığı, y¼zey nemi, solar radyasyon) eksik olmasıdır. Bu t¼r verilerin entegrasyonu, ilerleyen ¼alıřmalarda sınıflandırma doğruluğunu artıracaktır.

Bu kapsamda, elde edilen mek¼nsal iklim verilerinin ormancılık uygulamalarında (orneğin hasılat planlaması, silvik¼lt¼rel m¼dahale zonlaması, yangın riski haritalaması, toprak ve su koruma stratejileri) kullanılması; iklim temelli planlamaların g¼çlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Abay, G., Ursavaş, S., 2009. ¼ankırı ili araştırma ormanı karayosunu (Musci) flora ve ekolojisi. Bartın Orman Fak¼ltesi Dergisi, 11(16), 61–70.
- Akkaya, D., ¼akır, F., 2022. ¼ankırı Eldivan y¼resinde Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) doğal gen¼liklerine ¼am ¼kseotu (*Viscum album* subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm.) bulaşma derecesinin belirlenmesi ve silvik¼lt¼rel yaklaşımlar. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 73-79.
- Alcamo, L., Broich, K., Disse, M., 2023. Nature-based solutions for drought resilient forests. EGU General Assembly Conference, Vienna, Austria, pp. EGU-14949.
- Aydeniz, A., 1985. Toprak amenajmanı-I. Ankara ¼niversitesi Ziraat Fak¼ltesi Yayınları, Ankara.
- Blanco-Rodríguez, M.Á., Ameztegui, A., Gelabert, P., Rodrigues, M., Coll, L., 2023. Short-term recovery of post-fire vegetation is primarily limited by drought in Mediterranean forest ecosystems. Fire Ecology, 19(1), 68.
- Bonan, G.B., 2008. Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. Science, 320(5882), 1444-1449.
- Chudy, R.P., Cubbage, F.W., Mei, B., Siry, J.P., 2023. The Journal of Forest Business Research to support sustainable forest investments for economic, social, and environmental benefits. Bioresources, 18(3), 4373.
- ¼akır, M., 2021. Orman karıncalarının (*Formica rufa* grup) mikroeklembacaklı kom¼nite yapısına etkisi. Bartın Orman Fak¼ltesi Dergisi, 23(3), 941-949.
- ¼akır, M., ¼akır, F., Yal¼ntekin, H.İ., 2020. ¼ankırı Karatekin ¼niversitesi, Orman Fak¼ltesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nda humus formlarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 6(2), 82-90.
- ¼akır, M., Sargıncı, M., Akburak, S., 2023. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) meşcerelerinde ibre d¼k¼m miktarı ve bu yolla toprak ekosistemine geri d¼nen karbon ve azotun tespiti. D¼zce ¼niversitesi Orman Fak¼ltesi Ormancılık Dergisi, 19(2), 269-282.
- ¼akır, M., Tun¼, T., 2019. Ayırırma s¼recinde orman karıncalarının (*Formica rufa* grup) rol¼: İlk yıl sonu¼ları. Bartın Orman Fak¼ltesi Dergisi, 21(2), 477-485.

- Çerçi, E., Göl, C., 2021. Tuzlu ve jipsli sahalarda oyuntu içinde doğal yetişen ağaç ve çalı türleri: Ballica Deresi Havzası. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(2), 624-635.
- Çölkuşu, T., Buğday, E., 2022. Planning optimal forest road network using unmanned aerial vehicle (Eldivan Sample). 1st International Karatekin Science and Technology Conference, Çankırı Karatekin University, Çankırı, pp. 199-204.
- Day, K., Trethewey, C., Leech, S., 2002. Research programs at the University of British Columbia Research Forests. International Symposium for Advancing Field Science and LTER (Long Term Ecological Research) Networks, Sapporo, Japan, pp. 73-77.
- Demir, K., Göl, C., 2022. Anadolu karaçam ormanlarında bakının ölü örtü ve üst toprak özelliklerine etkileri. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 89-97.
- Dölarslan, M., Gül, E., Erşahin, S. (2018). Endemic vascular plants of marble and serpentine parent materials in semiarid grassland. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(6), 693-698.
- Dursun, İ., Yazıcı, N., 2022. Köppen-Trewartha ve Thornthwaite yöntemlerine göre Isparta Yöresi iklim tipinin belirlenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(2), 264-279.
- Ercanlı, İ., Şenyurt, M., Günlü, A., Çakır, M., Bolat, F., Bulut, S., 2023. ÇAKÜ Araştırma Ormanı karaçam meşcereleri için tek ve çift girişli toprak üstü ağaç biyokütle denklemlerinin geliştirilmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 9(2), 126-134.
- Erinç, S., 1969. Türkiye’de iklim ve iklim bölgeleri. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Gilliam, F.S., 2016. Forest ecosystems of temperate climatic regions: from ancient use to climate change. *New Phytologist*, 212(4), 871-887.
- Göl, C., 2022. Influences of slope aspects on soil properties of Anatolian black pine forests in the semiarid region of Turkey. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 17-24.
- Göl, C., Buğday, E., Ediş, S., Ercanlı, İ., 2015. Ormanlık havzalarda üretim yollarında sıklığın üst toprak hidro-fiziksel özelliklerine etkileri. *Üretim İşlerinde Hassas Ormancılık Sempozyumu*, Çankırı, 208-225.
- Göl, C., Dengiz, O., 2007. Land use and land cover variation and soil properties of Çankırı-Eldivan Karataşbağı river basin. *University of Ondokuz Mayıs, J. Agric. Sci. Turk.*, 22, 86-97.
- Göl, C., Öner, N., 2003. Çankırı-Eldivan-Korubaşı mevkiî doğal ve yapay orman kuruluşlarının bazı toprak ve silvikültürel özellikleri yönünden incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 3(1), 1-18.
- Göl, C., Sezgin, M., Dölarslan, M.B., 2008. Changes of Soil Properties and Flora in Natural Forest and Afforestation Areas (Çankırı-Eldivan Region). *International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology. Turkey*, pp. 53-64.
- Göl, C., Ünver, İ., Özhan, S., 2004. Çankırı-Eldivan yöresinde arazi kullanma türleri ile yüzey toprağı nemi arasındaki ilişkiler. *Turkish Journal of Forestry*, 5(2), 17-29.
- Göl, C., Yılmaz, H., Ediş, S., 2010. Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı topraklarının bazı özellikleri ve sınıflandırması. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Trabzon, pp.941-952.
- Görgülü, E., Göl, C., 2021. Coğrafi bilgi sistemleri ile havza morfometrik analizi: Sarayköy Göleti Havzası (Çankırı) örneğı. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 107-118.
- Günlü, A., Gögerçin, R., 2017. ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanında Göktürk-2 uydu görüntüsü kullanılarak bazı meşcere parametrelerinin tahmin edilmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 1-13.
- Haines, R., 2005. The contribution of Australian and international forestry research. *Research in Agriculture and Applied Economics*, Canberra, Australia, pp. 74-79.
- Houghton, J. T., 2007. Global warming: The complete briefing. Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC, 2021. Climate change 2021: The physical science basis. contribution of working group I to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge.
- Işık, E., Göl, C., 2021. Yarı kurak bölgelerde doğal ve plantasyon karaçam ormanlarının bazı toprak özellikleri ile organik karbon ve toplam azot depolama kapasitelerinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 22(3), 202-210.
- Keleş, N. N., Tepebaş, B., Keleş, S., 2024. Orman ağaçlarında depolanan karbon ve üretilen oksijen miktarının zamansal değışiminin analizi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 16-21.
- Konca-Kędzierska, K., Pianko-Kluczyńska, K., 2018. The influence of relative humidity on fires in forests of Central Poland. *Forest Research Papers*, 79(3), 269-279.
- Landsberg, J.J., Gower, S.T., 1997. Applications of physiological ecology to forest management. Elsevier. California.
- Luo, X., Li, S., Yang, W., Liu, L., Shi, Y., Lai, Y., Yu, P., Yang, Z.Y., Luo, K., Zhou, T., Yang, X., Wang, X., Chen, S., Tang, X., 2023. Spatio-temporal changes in global root zone soil moisture from 1981 to 2017. *Journal of Hydrology*. 626, 130297.
- Malagnoux, M., Sène, E.H., Atzmon, N., 2007. Forests, trees and water in arid lands: A delicate balance. *Unasylva*, 58(229), 24-9.
- Materia, S., Ardilouze, C., Prodhomme, C., Donat, M.G., Benassi, M., Doblas-Reyes, F.J., Peano, D., Caron, L.P., Ruggieri, P., Gualdi, S., 2022. Summer temperature response to extreme soil water conditions in the Mediterranean transitional climate regime. *Climate Dynamics*, 58(7), 1943-1963.
- Muluneh, M.G., 2021. Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective—a review article. *Agriculture & Food Security*, 10(36), 1-25.
- Oskay, F., Şimşek, Z., 2017a. Çankırı (Eldivan) karaçam orman topraklarında saptanan bazı mikrofungalın in vitro koşullarda antagonistik etkileşimlerinin belirlenmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 130-138.
- Oskay, F., Şimşek, Z., 2017b. Çankırı (Eldivan) karaçam orman topraklarında saptanan mikrofungalın. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 23-38.
- Owari, T., Im, S., Guan, B.T., 2020. Special feature Long-term monitoring and research in Asian university forests: towards

- further understanding of environmental changes and ecosystem responses. *Journal of Forest Research*, 25(3), 134-135.
- Öner, N., 2002. Çankırı ilinin kuraklık bakımından kritiğı ile ağaçlandırmalarda kullanılabilecek türler ve ağaçlandırma teknikleri. *Kırsal Çevre Yıllığı*, 67-87.
- Öner, N., Çakır, M., 2006. Yaprak alanının Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanlarında bitki çap, boy, hacim ve ağırlık artımı üzerine etkileri. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 6(2), 167-178.
- Öner, N., İmal, B., 2009. Bülbülpınarı (Eldivan-Çankırı) yöresi meşcere kuruluşları üzerine araştırmalar, *Turkish Journal of Forestry*, 7(2), 67-79.
- Öner, N., Sivacioğlu, A., 2010. Yarıkurak bölge ağaçlandırmaları ve çölleşme (Çankırı ve Tosya Örneğı). *Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, Çorum*, pp. 94-104.
- Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(5), 1633-1644.
- Pyrgou, A., Santamouris, M., Livada, I., Cartalis, C., 2019. Retrospective analysis of summer temperature anomalies with the use of precipitation and evapotranspiration rates. *Climate*, 7(9), 104.
- Saab, N.N., Şimşek, Z., Kondur, Y., 2023. *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae)'nın *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) yumurtalarındaki etkinliğı ve parazitlenme süresinin etkisi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 70-80.
- Schreiber, E., 1904. Die Verteilung des Niederschlags in den Alpen. *Gotha: Justus Perthes*.
- Tewari, D.N., 1994. Forestry Research for Sustainable Development. *The Indian Forester*, 120(1), 3-11.
- Thornthwaite, C.W., 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical review*, 38(1), 55-94.
- Tuttu, G., Aytaş, İ., Bilgili, B.C., 2024. Bitkisel tasarımda *Leontice leontopetalum* L. (Kırbaş) türünün kullanım potansiyeli analizi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 119-126.
- Tuttu, G., Ursavaş, S., 2022. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanının (Çankırı/Eldivan) florası. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 51-65.
- Türkeş, M., 1998. *Klimatoloji ve Meteoroloji. Kriter Yayınları*.
- Ursavaş, S., Edis, S., 2024. Environmental and Topographical Factors Influencing Moss Distribution in Semi-Arid Regions: A Study of Çankırı-Eldivan Mountain. *Anatolian Bryology*, 10(2), 179-190.
- Ursavaş, S., Öztürk, E., 2016. Mosses identified on deadwoods in the Research and Application Forest of the Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry. *Anatolian Bryology*, 2(1-2), 21-46.
- Ursavaş, S., Tuttu, G., 2020. Çankırı Karatekin Üniversitesi, orman fakültesi araştırma ve uygulama ormanının karayosunu florasına katkılar. *Anatolian Bryology*, 6(1), 27-40.
- Vose, J.M., Swank, W.T., Adams, M.B., Amatya, D.M., Campbell, J., Johnson, S.L., Swanson, F.J., Kolka, R., Lugo, A.E., Musselman, R., Rhoades, C.C., 2014. The Role of Experimental Forests and Ranges in the Development of Ecosystem Science and Biogeochemical Cycling Research. In: Hayes, D., Stout, S., Crawford, R., Hoover, A. (eds) *USDA Forest Service Experimental Forests and Ranges*. Springer, New York, NY.
- Wenwei, J., Shuquan, Y., Guomo, Z., Zhilin, J., Wenming, S., 2002. A study on water-holding function of different forest vegetation in Anji region. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 24(5), 635-639.
- Yılmaz, S., Şimşek, Z., İmal, B., Öner, N., Kondur, Y., 2007. Çankırı (İldivan-Küçükacıbey)'da gerçekteştirilen ağaçlandırma çalışmaları. *Türkiye'de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı, Bildiriler Kitabı*. Nevşehir, Ministry of Environment and Forestry, General Directorate of Afforestation and Erosion Control, 88-93.
- Zhang, T., Yang, J., Winrich, A., Will, R.E., Zou, C.B., 2024. Trade-off of ecosystem productivity and water use related to afforestation in southcentral USA under climate change. *Science of The Total Environment*, 915, 170255.