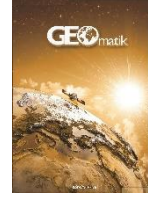




GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre Karadeniz Bölgesi iklim sınır haritasının CBS ile üretilmesi

Hüsnüye Ebru Çolak¹, Tuğba Memişoğlu^{*1}

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye

Anahtar Kelimeler

İklim sınır haritası
Thornthwaite iklim sınıflama yöntemi
CBS
Kriging enterpolasyon yöntemi
Karadeniz Bölgesi

ÖZ

İklim karakterlerinin bilinmesi, farklı iklim tiplerine sahip sınırların tespitine olanak sağlamakta; bu durum bölge kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının sağlanması ve arazi kullanım planlarına yön verilmesi açısından önem arz etmektedir. İklimsel sınırların tespiti ayrıca iklimin mülkiyet üzerindeki etkilerinin belirlenerek önlenmesine ve mülkiyet üzerindeki kullanımın daha planlı ve kontrollü çerçevede ele alınmasına altlık oluşturabilmektedir. Bu bağlamda iklimsel sınırların tespiti noktasında iklim sınıflama yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler, iklim tiplerinin bölgesel farklılığının tespit edilmesi, yıllara bağlı olarak değişiminin incelenmesi ve iklim tiplerine uygun olacak şekilde farklı sınırların oluşturulmasına imkân sağlamaktadır. Bu çalışmada iklimin mülkiyet kullanımında etkili rol oynaması ve dolayısıyla da planlama noktasında altlık oluşturacak olması gereksinimlerinden yola çıkarak, Karadeniz Bölgesi (Artvin, Ordu, Rize, Rize-Pazar, Trabzon, Şebinkarahisar, Akçaabat, Ünye, Bafra, Hopa, Giresun ve Samsun'da yer alan meteorolojik istasyon noktaları) iklim sınır haritasının oluşturulması esas alınmıştır. Bölgeye ait meteorolojik istasyon noktalarında 1988-2018 yılları arasında ölçümü yapılmış son 30 yıllık hava durumu parametreleri temin edilerek, konumla ilişkilendirilmiş ve Coğrafi Bilgi Sisteminde (CBS) bir veritabanında düzenlenmiştir. Ardından meteorolojik veriler Thornthwaite iklim sınıflaması yöntemine göre değerlendirilerek meteorolojik istasyon noktalarının iklim tipleri sınıflandırılmıştır. Son olarak iklim tipi belirlenmiş meteorolojik noktalar esas alınarak, Kriging enterpolasyon yöntemi ile tüm bölgeyi yansıtan iklim sınır haritaları üretilmiştir. Elde edilen sonuç ürünün başta iklim sınırlarını yansıtmayı, ayrıca mülkiyetin iklim yönünden kullanım vasfının etkilendiği ve değişim gösterdiği alanların tespit edilmesi; böylece yapılacak planlama ve koruma odaklı mülkiyet çalışmalarına altlık oluşturması hedeflenmektedir. Ayrıca bu çalışma ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM, 2017) iklim sınıflandırması konusunda gerçekleştirdiği çalışmasına, ilçe sınırlarından bağımsız raster tabanlı grid ağ şeklinde iklim sınırlarının elde edilmesi yönüyle farklı açıdan yaklaşılabileceğinden MGM'nin ileriki çalışmalarına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Production climate border maps with GIS of Black Sea Region of Turkey according to Thornthwaite climate classification method

Keywords

Climate boundary map
Thornthwaite climate classification method
GIS
Kriging interpolation method
Black Sea Region

ABSTRACT

To know the climate characteristics allows the determination of borders with different climate types; this is important in terms of ensuring the sustainable use of regional resources and direction of land use plans. The determination of climatic boundaries may also serve as a basis for determining and preventing the effects of climate on property and addressing the use of property on a more planned and controlled framework. In this context, climatic classification methods have been developed to determine climatic boundaries. These methods allow the determination of the regional differences of climate types, the examination of the changes over the years and the establishment of different boundaries to suit the climate types. In this study,

*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster (APA)

{ecolak@ktu.edu.tr} ORCID ID 0000-0002-3000-1704
{tugbamemisoglu@gmail.com} ORCID ID 0000-0003-3548-6795

Colak, H. E., & Memisoglu, T. (2021) Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre Karadeniz Bölgesi iklim sınır haritasının CBS ile üretilmesi. Geomatik, 6(1), 31-43, DOI: 10.29128/geomatik.651702

requirements that an effective role of climate in property use and establish a foundation at the planning point, the formation of the climate border map of the Black Sea Region (meteorological stations in Artvin, Ordu, Rize, Rize-Pazar, Trabzon, Sebinkarahisar, Akcaabat, Unye, Bafra, Hopa, Giresun and Samsun) was taken as basis. The last 30 years of weather parameters measured at the meteorological station points of the region between 1988 and 2018 were obtained, related to the location and arranged in a database in the Geographical Information System (GIS). Then, meteorological data were evaluated according to Thornthwaite climate classification method and climatic types of meteorological station points were classified. Finally, meteorological points with climate type were subjected to Kriging interpolation method and climate boundary maps reflecting the whole region were produced. The resultant product will reflect the climatic boundaries, and the areas where the property's use in terms of climate will be affected and changed; thus, it will serve as a basis for planning and conservation-oriented property works. In addition, this study will make significant contributions to the future studies of the General Directorate of Meteorology (MGM, 2017) as it is approached from different perspectives in terms of obtaining climate boundaries in the form of raster-based grid network independent of district boundaries.

1. GİRİŞ

1.1. Problemin Tanımı

Coğrafya üzerinde iklim değişikliğinden kaynaklı iklim karakterlerinin bilinmesi oldukça önemlidir (IPCC 2014). İklim karakterlerinin bilinmesi, farklı iklim tiplerine sahip sınırların tespit edilmesine olanak sağlarken; bölge kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının devam ettirilebilmesi, arazi kullanım planlarının ve mülkiyet üzerindeki kullanımın daha planlı ve kontrollü çerçevede etkin bir şekilde ele alınmasına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

Günümüzde iklimsel karakterlerin tanımlanarak dikkate alınması gerekliliği Türkiye İklim Stratejisi 2013-2023 vizyonunda belirtilen "Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi"nde ele alınmıştır (TİDS 2010). Bu vizyonda iklimden kaynaklı sorunların tespit edilerek stratejiler geliştirilmesi ve iklim değişikliğinin izlenmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu stratejinin yanında özellikle mülkiyet kullanımının sürdürülebilir bir şekilde devam ettirilebilmesine önemli ölçüde vurgu yapan Uluslararası Haritacılar Federasyonu (FIG) tarafından 1998 yılında yayınlanan, geleceğin kadastrosu ile de ilgili öngörülerini bünyesinde barındıran Kadaströ 2014 vizyon çalışması sonuç bildirgesi raporunda, iklimsel değişikliklerin insan ırkına ve mülkiyet haklarına olan yararının belirlenmesi ve irdelenmesi gerekliliği üzerinde önemle durulmuştur (FIG 2014; Kaufmann and Steudler 1998).

İklim karakterleri tespiti, iklim sınıflarının tanımlanmasıyla gerçekleştirilmektedir. İklim sınıflandırma, iklim tiplerini ayırt etmek, iklim açısından birbiriyle benzeyen ya da benzemeyen alanları belirleyerek iklim sınırlarının çizilmesini sağlamaktadır (MGM 2017). İklim konusunda çalışan birçok bilim adamı yürüttükleri çalışmalar doğrultusunda çok sayıda iklim sınıflama yöntemi ortaya çıkarmış ve kullanmıştır. Bu yöntemler ilk olarak Köppen (1918) tarafından yapılan

sınıflandırmalar ile ortaya çıkmış daha sonra farklı bilim insanları tarafından geliştirilmiştir (Köppen 1918). Farklı iklim sınıflama yöntemlerinin mevcut olması, genellikle kullanılan algoritmaların farklılık arz etmesinden ileri gelmektedir. Dolayısıyla aynı bölgeyi farklı iklim tipleriyle ifade etmek mümkün olmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları; Köppen (1918), Thornthwaite (1948), Trewartha (1968), Aydeniz (Aydeniz 1985), Erinç (1949), De Martonne (1942), Köppen-Geiger (1954) yöntemleri şeklindedir. Bu yöntemler kullanılarak gerek bölgesel gerekse lokal bazlı iklim sınıflandırma çalışmaları yürütülebilmektedir. Bugüne kadar hem akademik araştırmalarda hem de uluslararası alanda doğan gereksinimler doğrultusunda, iklim sınıflamasının farklı yöntemler kullanılarak yapılması ve bölgesel karşılaştırmalarla iklim etkilerinin incelenmesi üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalardan bazıları iklimsel farklılıkları (Fovell and Fovell 1993; Çiçek 1996; Tayanç ve Toros 1997; Tayanç vd. 1997; Demircan ve Şensoy 2010; Apaydın vd. 2011; Bayramoğlu 2013; Birdal vd. 2018 ve sıcaklığın diğer etkenler üzerindeki etkilerini ele alırken (Khorrami vd. 2019; Nacef vd. 2016), bazıları ise iklim sınıflama yöntemlerini kullanarak analizler gerçekleştirmiştir (Birsoy ve Ölgün 1992, Verep vd. 2002, Wang and Overland 2004, Akın vd. 2011, Chen and Chen 2013, Feddema 2013, Kafalı ve Yılmaz 2013, Belda et al. 2014, Yılmaz ve Çiçek 2016, Rolim et al. 2016, Aparecido vd. 2016; Yılmaz ve Çiçek 2018; Acheson vd. 2019; Zeroual vd. 2019, Rahimi vd., 2019).

Diğer bir yandan ülkemizde Meteoroloji Genel Müdürlüğü 1981-2010 yılları arasındaki 30 yıllık verilerini kullanarak, iklim sınıflama yöntemlerine göre iklim sınırları haritasını Türkiye il geneli için üretmiştir ve 2016 yılında raporlayarak kurumun internet sayfası üzerinden sunmuştur (MGM 2016; MGM 2017). Ancak bu çalışmalar 2010 yılına kadarki son 30 yıllık verilerden üretilmiş statik yapıdaki haritalardır; yani yöntemler kullanılarak bir defaya mahsus olacak şekilde üretilmiş ve rapor şeklinde sunulmuştur. Ayrıca, bu yöntemler kullanılarak elde

edilen sonuç haritaların istasyon bazlı elde edilip ilçe sınırlarına bağlı kalınarak genelleştirilmesi önemli bir sorun teşkil etmektedir. Çünkü iklim sınırları, birebir ilçe sınırlarıyla örtüşen sınırları temsil etmemekte; dolayısıyla iklim sınırların coğrafya üzerinde tam anlamıyla belirlenmesi gerekmektedir. Tüm bu ihtiyaçlar, çalışmanın gerçekleştirilmesinde dikkate alınan önemli çıkış noktalarıdır.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada gerek ülkenin iklim üzerine öngördüğü stratejisi gerek mülkiyet bağlamındaki öngörüsü gerekse de ilçe bazlı iklim sınırlarını yansıtan haritalar üretilmesi gibi gereksinimlerden yola çıkarak iklim sınırlarının tespiti gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda pilot bölge olarak seçilen illere ait meteorolojik istasyon verileri, 1988-2018 yıllarını kapsayacak şekilde Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiş, elde edilen veriler düzenlenerek ve konumla ilişkisi sağlanarak Thornthwaite iklim sınıflaması yöntemine göre iklim tipleri belirlenmiştir. Son olarak iklim tipleri

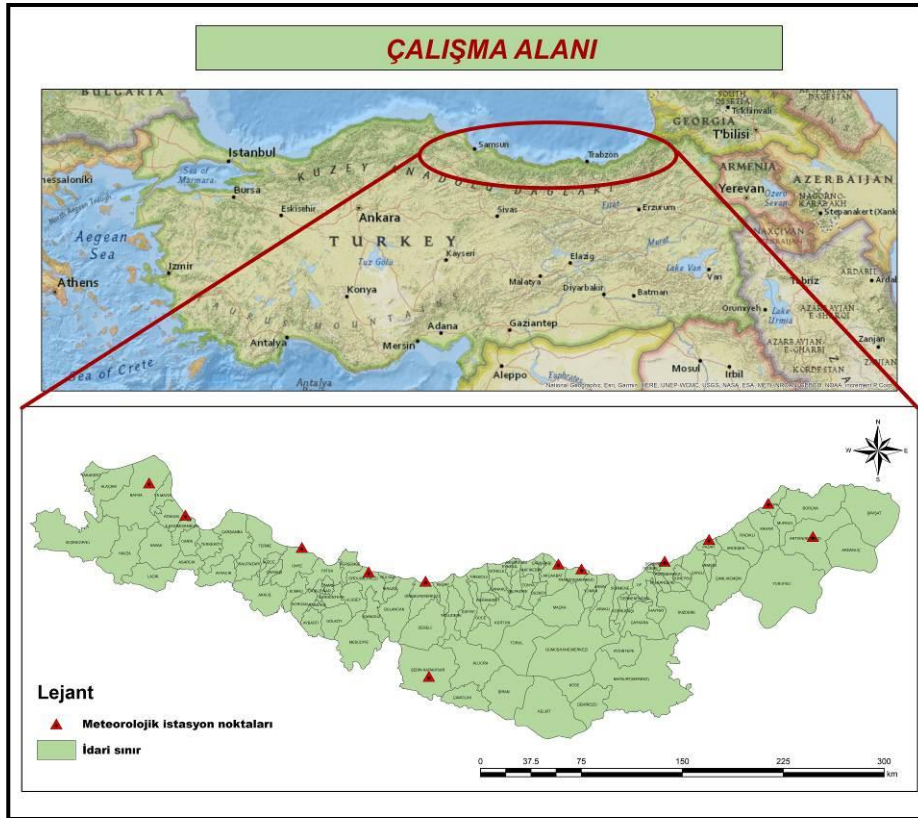
belirlenen istasyon noktalarından yararlanılarak, Kriging enterpolasyon yöntemi uygulanmıştır ve CBS tabanlı tüm bölgeyi yansıtan iklim sınırları yüzey haritası üretilmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Bu çalışmanın ilk aşaması olarak pilot bölge seçimi yapılmıştır. Bu bağlamda, Karadeniz Bölgesinde yer alan Artvin, Ordu, Rize, Rize-Pazar, Trabzon, Şebinkarahisar, Akçaabat, Ünye, Bafra, Hopa, Giresun ve Samsun'daki istasyon noktalarını barındıran bölge çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bunun sebebi, özellikle 30 yıllık süreçte ölçüm alınmış istasyon verilerini kapsayan bölgelerin seçilmesi öncelikli olmuştur. Çalışma bölgesi kıyı ile iç kesim arasında farklılığın en fazla olduğu alanları ve ayrıca ülkenin en fazla yağış alan bölümünü bünyesinde barındırmaktadır.

Çalışma alanı Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Çalışma alanı

2.2. Thornthwaite iklim sınıflandırması yöntemi

Çalışmanın ikinci aşamasında iklim sınırlarının tespiti noktasında kullanılması gereken yöntem seçilmiştir. Bu çalışma için yöntem olarak Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemi esas alınmıştır. Thornthwaite iklim sınıflandırması yöntemi, Amerikalı iklim bilimci C. Warren Thornthwaite tarafından ortaya çıkarılan ve Potansiyel Evapotranspirasyon (ETP) kavramına

dayanan bir yöntemdir (Thornthwaite 1948). Potansiyel evapotranspirasyon kavramı, sıcaklığın artmasıyla birlikte artan ve nemin artmasıyla birlikte azalan teorik bir değerdir.

Potansiyel evapotranspirasyon aşağıdaki formüller kullanılarak tespit edilir (Thornthwaite 1948). Bu formülde (t) aylık ortalama sıcaklık, (I) yıllık sıcaklık indeksi, (G) ise enlem düzeltme katsayısını ifade etmektedir.

$$ETP = 16 * \left(\frac{10*t}{I}\right)^a * G \quad (1)$$

$$a = 6.7510 * 10^{-7} * I^3 - 7,7110 * 10^{-5} * I^2 + 1,791210 * 10^{-2} * I + 0,49239$$

$$I = \sum_1^{12} i \quad (2)$$

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514} \quad (3)$$

Thornthwaite iklim sınıflandırma yönteminde, iklim sınıflaması yapılabilmesi için öncelikle su bilançosu tablosu oluşturulmak zorundadır. Bu tablo, aylık ortalama yağış, ortalama sıcaklık ve evapotranspirasyon değerleri kullanılarak oluşturulur ve bu değerlere bağlı olarak gerçek potansiyel evapotranspirasyon, su fazlası, su noksanı, akış, nemlilik gibi değerler elde edilir (Thornthwaite 1948).

Oluşturulan su bilançosu tablosundaki değerlerden potansiyel evapotranspirasyon, su fazlası ve su noksanı kullanılarak, iklim tiplerini yansıtan harflerin belirlenmesi için yağış etkinlik indeksi, sıcaklık etkinlik indeksi, yağış rejim indeksi ve ETP'nin üç yaz oranına olan indeksi hesabı gerçekleştirilir. Her bir işlem adımı iklim tipinin bir harfini temsil etmektedir. Toplamda Thornthwaite iklim sınıflandırması dört işlem adımında gerçekleştirilir (Thornthwaite 1948):

Thornthwaite iklim sınıflandırması yönteminin ilk aşaması, yağış etkinlik indeksinin hesap edilmesidir. Bu indeks değeri, kurak iklimler ve nemli iklimler şeklinde iki büyük grupta toplanmıştır, sonuçta en nemliden en kurağa doğru sıralayarak sınıflanmıştır. Thornthwaite iklim sınıflandırmasında birinci harf, yağış etkinlik indeksi değeridir ve (Im) formülü kullanılarak elde edilir (Thornthwaite 1948) (Tablo 1). Bu formülde (s) yıllık su fazlasını, (d) yıllık su noksanını ifade etmektedir.

$$Im=(100*s-60*d)/ETP \quad (4)$$

Tablo 1. Thornthwaite yağış etkinlik indeksi ve iklim özelliği

Im	Harf	İklim özelliği
>100	A	Çok nemli
100-80	B4	Nemli
80-60	B3	Nemli
60-40	B2	Nemli
40-20	B1	Nemli
20-0	C2	Yarı Nemli
0-(-20)	C1	Yarı Kurak-Az Nemli
-20-(-40)	D	Yarı Kurak
-40-(-60)	E	Tam Kurak-Çöl

Thornthwaite iklim sınıflandırmasındaki ikinci harf, Thornthwaite sıcaklık etkinlik indeksini oluşturur. Bu değer, Yıllık ETP değerleri esas alınarak tespit edilir (Thornthwaite 1948) (Tablo 2).

Tablo 2. Thornthwaite sıcaklık etkinlik indeksi ve iklim özelliği

Yıllık ETP (mm)	Harf	İklim Özelliği
1141 ve fazlası	A'	Megatermal
998-1140	B'4	4.Derece Mezotermal
856-997	B'3	3.Derece Mezotermal
713-855	B'2	2.Derece Mezotermal
571-712	B'1	2.Derece Mezotermal
428-570	C'2	2.Derece Mikrotermal
286-427	C'1	1.Derece Mikrotermal
143-285	D'	Tundra
142 ve daha az	E'	Don

Thornthwaite sınıflandırmasındaki üçüncü harf, yağış rejimi indekslerini oluşturur. Bu sınıflandırmada, yıllık ETP değeri, su fazlası ve su eksikliği kullanılır. Yağış rejimi indeksleri yağışlı iklimler için kuraklık indeksi (Ia), kurak iklimler için nemlilik indeksi (Ih) olarak iki şekildedir. Yağışlı iklimler için kuraklık indeksi için (5), kurak iklimler için nemlilik indeksi ise (6) formülleri hesap edilerek iklim özellikleri belirlenir (Tablo 3-4) (Thornthwaite 1948).

$$Ia=(100*d)/ETP \quad (5)$$

$$Ih=(100*s)/ETP \quad (6)$$

Tablo 3. Thornthwaite kuraklık indeksi ve iklim özelliği

Kuraklık İndeksi (Ia)	Sembol	İklim Özelliği
0-16,7	r	Su noksanı olmayan veya pek az olan
16,8-33,3	s	Su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan
16,8-33,3	w	Su noksanı kış mevsiminde ve orta derecede olan
33,4 ve fazlası	s2	Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan
33,4 ve fazlası	w2	Su noksanı kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan

Tablo 4. Thornthwaite nemlilik indeksi ve iklim özelliği

Nemlilik İndeksi (Ih)	Sembol	İklim Özelliği
0-10	r	Su fazlası olmayan veya pek az olan
11-20	s	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan
11-20	w	Su fazlası yaz mevsiminde ve orta derecede olan
21 ve fazlası	s2	Su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan
21 ve fazlası	w2	Su fazlası yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan

Thornthwaite sınıflandırmasındaki iklim tiplerinin dördüncü harfi ise yaz aylardaki Potansiyel Evapotranspirasyonun, yıllık Potansiyel Evapotranspirasyona oranlanarak tespit edilmesidir. Buradaki üç yaz ayı haziran, temmuz, ağustos aylarına ait yıllık sıcaklık oranlarını ifade etmektedir (Thornthwaite 1948) (Tablo 5).

Sonuçta, bu dört işlem adımı birleştirilerek meteorolojik istasyon noktasına dair Thornthwaite iklim sınıflaması tespit edilmiş olur.

Tablo 5. Thornthwaite ETP'nin üç yaz ayına oranı indeksi ETP'nin 3 yaz ayına oranı

ETP'nin 3 yaz ayına oranı	Harf
48 ve daha az	a'
48,1-51,9	b'4
52,0-56,3	b'3
56,4-61,6	b'2
61,7-68,0	b'1
68,1-76,3	c'2
76,4-88,0	c'1
88,1 ve daha fazla	d'

2.3. Kriging Enterpolyasyon Yöntemi

Yeni noktaların değerlerinin, bilinen yakın noktaların değerlerinin ağırlıklı ortalaması alınarak tahmin edilmesine yarayan yöntemdir (Yaprak ve Arslan 2008; Uyan 2019). Kriging enterpolasyon yöntemi, her bir tahmin edilecek nokta için bir varyans değeri hesabı yaparak değeri bilinmeyen noktaların değerini tayin eder. Bu şekilde tahmin edilen değerlerin güven derecesinin varyans ile ölçümü sağlanması nedeniyle diğer enterpolasyon yöntemlerinden ayrılır. Kriging yönteminin uygulanmasında şu formül kullanılır; (Yaprak ve Arslan 2008; Çolak, 2010; Akar 2017).

$$N_p = \sum_{i=1}^n P_i \times N_i \quad (7)$$

Bu formülde n nokta sayısı, Ni NP in hesap edilmesinde kullanılan geoit ondülasyonu, NP

Aranılan ondülasyon değeri, Pi N'nin hesabında kullanılan her Ni değerine karşılık gelen ağırlık değerini göstermektedir.

Kriging enterpolasyon yöntemi diğer enterpolasyon tekniklerine nazaran daha tarafsız sonuçlar elde eder; en düşük varyans değeri ve gerçekleştirilen tahmine ait standart sapma hesaplaması ile de kestirimin doğruluğunu araştırır (Yaprak ve Arslan 2008).

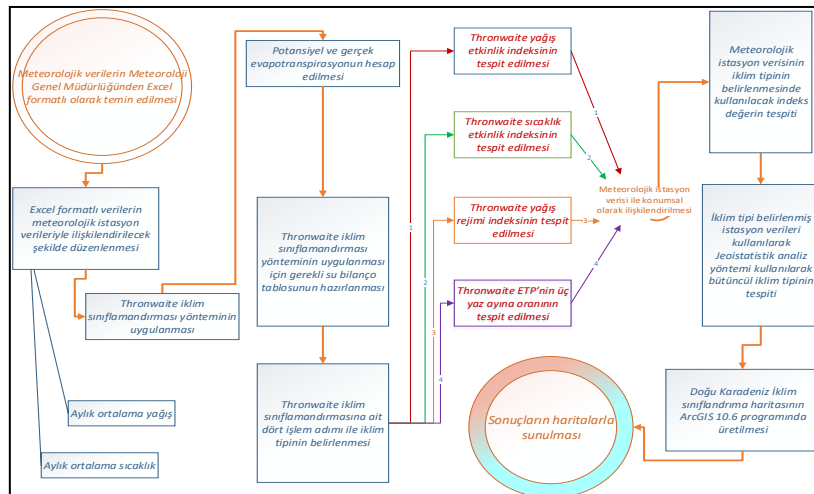
Bu çalışmada Kriging enterpolasyon yöntemi, çalışma bölgesi içerisinde iklim tipi belirlenmiş meteorolojik istasyon noktalarından bütüncül iklim sınır haritasının elde edilmesinde kullanılmıştır. Öncelikle Thornthwaite iklim sınıflandırması ile istasyon noktalarında iklim tipleri belirlenmiş ve ardından bu örneklem noktaları esas alınarak diğer bilinmeyen noktalardaki iklim tiplerinin kestirimi kriging enterpolasyon yöntemi analiz kullanılarak elde edilmiş ve Karadeniz Bölgesi'ne ait iklim sınır haritası üretilmiştir.

2.4. Uygulama için Verilerin Temini ve Coğrafi Veri Tabanının (CVT) Oluşturulması

Çalışmanın üçüncü aşamasında, çalışma bölgesine ait yaklaşık 30 yıllık iklim verilerinin kaydedildiği istasyon noktalarının hangileri olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında Karadeniz Bölgesi illerinden Artvin, Ordu, Rize, Rize-Pazar, Trabzon, Şebinkarahisar, Akçaabat, Ünye, Bafra, Hopa, Giresun ve Samsun'da yer alan meteorolojik istasyon noktaları seçilmiş olup, bunlar toplamda 12 adettir.

Çalışmada kullanılacak veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden kurum yazıları ile Excel formatlı olarak temin edilmiştir. Elde edilen veriler konumla ilişkilendirmek üzere her bir istasyon noktası için ayrı ayrı düzenlenmiştir. Daha sonra her bir ilin konum bilgileri ile MGM'den alınarak düzenlenmiş excel formatlı veriler ilişkilendirilerek coğrafi veritabanına aktarılmış ve analize hazır hale getirilmiştir.

Çalışmanın iş akış şeması Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Çalışmanın iş akış şeması

3. BULGULAR

3.1. Doğu Karadeniz Bölgesi İllerine Ait Meteorolojik Verilere Dayalı Su Bilanço Tablosunun Oluşturulması

Çalışmanın bu aşamasında CVT’de düzenlenen veritabanındaki veriler kullanılarak Thornthwaite iklim sınıflaması su bilançosu tablosu hazırlanmıştır. Tabloya öncelikle yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama yağış değerleri girilmiştir. Ardından öncelikle her bir istasyon noktası için sıcaklık indis değerleri ve ayrı ayrı potansiyel evapotranspirasyon değeri formüller yardımıyla tespit edilerek, tablolardaki ilgili alana yazılmıştır.

Potansiyel evapotranspirasyon değerinden sonra gerçek evapotranspirasyon değeri, zemin rezervi, zemin rezerv değişimi, yıllık su fazlası, yıllık su noksanı, akış ve nemlilik gibi Thornthwaite iklim sınıflaması için gerekli tüm değerler sorgulamalar aracılığıyla tespit edilmiştir. Bu aşamada gerçek evapotranspirasyon tespiti için sorgulamalar yapılmış ve excel ortamında yazılan kodlamalar ile birlikte hesaplanmıştır.

İlk sorgulama herhangi bir ayın yağış miktarının (P), potansiyel evapotranspirasyondan (ETP) fazla olması durumudur. İkinci sorgulama ise herhangi bir ayın yağış miktarının (P), potansiyel

evapotranspirasyondan (ETP) az olması durumudur (Thornthwaite, 1948, MGM, 2017). İstasyon noktalarına dair hesaplanan potansiyel ETP ile yağış miktarı kıyaslanır ve iki sorgulamadan birisi seçilerek hesaplamalar yapılır. Su bilançosu tablosunun oluşturulmasındaki hesaplamalarda genel olarak zemin rezervinin artmaya başladığı aylar dikkate alınır. Ekim ayı ya da Ocak ayı zemin rezervinin artış gösterdiği aylar olduğundan, hesaplama yapılırken herhangi birinden itibaren su bilançosu hesaplarına başlanabilmektedir (Thornthwaite, 1948, MGM, 2017). Bu çalışma için zemin rezervi başlangıcı olarak Ocak ayı alınmıştır ve tüm hesaplamalara bu şekilde devam edilmiştir.

Tüm hesaplamalar sonucunda tüm illeri yansıtan meteorolojik istasyon verilerinin su bilanço tabloları oluşturularak gerekli bilgiler temin edilmiştir. Artvin, Rize, Trabzon, Giresun, Ordu, Samsun illeri ile Trabzon-Akçaabat İlçesi, Samsun-Bafra İlçesi, Giresun-Şebinkarahisar İlçesi, Artvin-Hopa İlçesi, Rize-Pazar İlçesi, Ordu-Ünye İlçesine ait su bilançoları hesaplanarak, her bir istasyon noktası için ayrı ayrı olmak üzere toplamda 12 adet tablo oluşturulmuştur. Bu makalede örnek olarak bu tablolardan Artvin İli ve Trabzon Akçaabat İlçesi için oluşturulan su bilanço tabloları örnek olarak sunulmuştur (Tablo 6a ve 6b).

Tablo 6a. Artvin ili su bilanço tablosu

ARTVİN İLİ SU BİLANÇO TABLOSU													
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK
Sıcaklık	2.4	3.7	7.1	11.8	15.7	18.8	21.1	21.6	18.5	14.3	8.5	4.1	12.29
Sıcaklık indisi	0.4	0.7	1.7	3.7	5.6	7.4	8.8	9.2	7.2	4.9	2.3	0.8	52.84
G	0.8	0.8	1.0	1.1	1.3	1.3	1.3	1.2	1.0	1.0	0.8	0.8	
Potansiyel ETP	4.5	8.0	23.5	51.1	87.9	111.7	129.7	123.5	83.7	59.6	24.1	9.2	716.49
Gerçek ETP	4.5	8.0	23.5	51.1	87.9	119.6	36.0	33.6	39.7	59.6	24.1	9.2	496.67
Yağış	99.9	70.0	66.9	52.7	55.5	52.0	36.0	33.6	39.7	69.5	86.7	87.8	750.09
Zemin rezervi	100.0	100.0	100.0	100.0	67.6	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	72.4	151.0	
Zemin rezerv değişimi	0.0	0.0	0.0	0.0	-32.4	-67.6	0.0	0.0	0.0	9.9	62.5	78.6	
Su fazlası	95.4	62.0	43.4	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	202.44
Su eksigi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	93.8	90.0	44.0	0.0	0.0	0.0	235.69
Akış	47.7	54.9	37.2	11.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	151.83
Nemlilik	21.1	7.8	1.8	0.0	-0.4	-0.5	-0.7	-0.7	-0.5	0.2	2.6	8.5	4.7

Tablo 6b. Trabzon-Akçaabat ilçesi su bilanço tablosu

AKÇAABAT İLÇESİ SU BİLANÇO TABLOSU													
AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK
Sıcaklık	7.0	7.0	8.5	11.4	15.9	20.6	23.7	24.3	20.8	16.9	12.1	8.9	14.8
Sıcaklık indisi	1.5	1.6	2.2	3.5	5.7	8.5	10.1	10.6	8.3	6.1	3.7	2.4	64.2
G	0.8	0.8	1.0	1.1	1.3	1.3	1.3	1.2	1.0	1.0	0.8	0.8	
Potansiyel ETP	14.7	14.6	24.3	41.7	80.9	119.8	147.8	142.2	93.4	68.3	33.4	21.1	802.3
Gerçek ETP	14.7	14.6	24.3	41.7	80.9	177.3	25.6	35.4	67.3	68.3	33.4	21.1	604.7
Yağış	78.7	66.0	54.6	48.7	43.7	40.1	25.6	35.4	67.3	107.1	89.6	76.1	732.8
Zemin rezervi	100.0	100.0	100.0	100.0	137.2	0.0	0.0	0.0	0.0	38.8	95.0	150.0	
Zemin rezerv değişimi	0.0	0.0	0.0	0.0	-37.2	-137.2	0.0	0.0	0.0	38.8	56.2	55.0	
Su fazlası	63.9	51.4	30.3	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	152.5
Su eksigi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.5	122.2	106.8	26.2	0.0	0.0	0.0	312.6
Akış	32.0	41.7	28.0	11.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	114.4
Nemlilik	4.3	3.5	1.2	0.2	-0.5	-0.7	-0.8	-0.8	-0.3	0.6	1.7	2.6	-8.7

3.2. Thornthwaite yağış etkinlik indeksinin hesaplanması

Bu aşamada, oluşturulan su bilançosu tablosu ile elde edilen yıllık su noksanı, yıllık su fazlası ve yıllık potansiyel evapotranspirasyon değerleri kullanılarak her bir istasyon için yağış etkinlik indeksi hesaplanmıştır. Buna bağlı olarak yağış etkinlik indeksi hesabına karşılık gelen iklim özelliği belirlenmiştir. Yağış etkinlik indeksi formülü kullanılarak elde edilen değer Thornthwaite

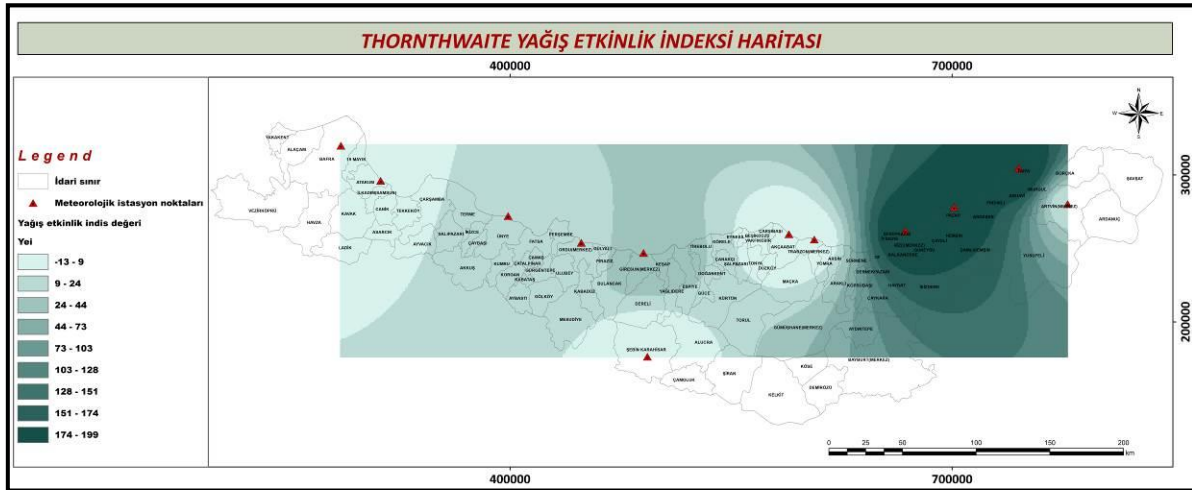
sınıflandırmasındaki iklim tiplerinin birinci harfini yansıtabacak şekilde tanımlanmıştır ve meteorolojik istasyon noktalarının iklim özellikleri belirlenmiştir (Tablo 7).

Ardından tüm bölgeyi yansıtabacak iklim haritasının üretilmesi için, elde edilen sonuç değerler ArcGIS 10.6 yazılımında Kriging Enterpolasyon yöntemi uygulanarak analiz edilmiş ve sonuçlar iklim sınır haritasının ilk harfini yansıtabacak yağış etkinlik indeksi haritaları ile sunulmuştur (Şekil 3).

Tablo 7. Karadeniz Bölgesi meteorolojik istasyon noktalarının Thornthwaite yağış etkinlik indeksi (Im) değeri ve iklim özellikleri

İSTASYON ADI	Y (ENLEM)	X (BOYLAM)	YİLSUFAZL	YİLSUEKS	YİLETP	Im	İKLİM ÖZELLİĞİ
Akçaabat	41.0325	39.5615	152.5	312.6	604.7	-5.8	C1
Artvin	41.1752	41.8187	202.4	235.7	496.7	12.3	C2
Bafra	41.5515	35.9247	152.9	290.1	596.8	-3.5	C1
Giresun	40.9227	38.3878	290.1	55.1	733.0	35.1	B1
Hopa	41.4065	41.433	1577.3	0.0	792.2	199.1	A
Ordu	40.9838	37.8858	243.9	211.0	654.4	17.9	C2
Rize Pazar	41.1777	40.8993	1409.2	0.0	754.7	186.7	A
Rize	41.04	40.5013	1528.5	0.0	797.6	191.6	A
Samsun	41.3435	36.3878	147.3	300.1	606.0	-5.4	C1
Şebinkarahisar	40.2872	38.4193	155.8	368.1	491.6	-13.2	C1
Trabzon	40.9985	39.7649	171.9	276.7	643.6	12.3	C2
Ünye	41.143	37.293	280.7	174.9	736.4	23.9	B1

(YİLSUFAZL: Yıllık su fazlası, YİLSUEKS: Yıllık su eksiği, YİLETP: Yıllık ETP değeri)



Şekil 3. Kriging yöntemi ile tespit edilmiş Karadeniz Bölgesi Thornthwaite yağış etkinlik indeksi haritası

3.3. Thornthwaite sıcaklık etkinlik indeksinin hesap edilmesi

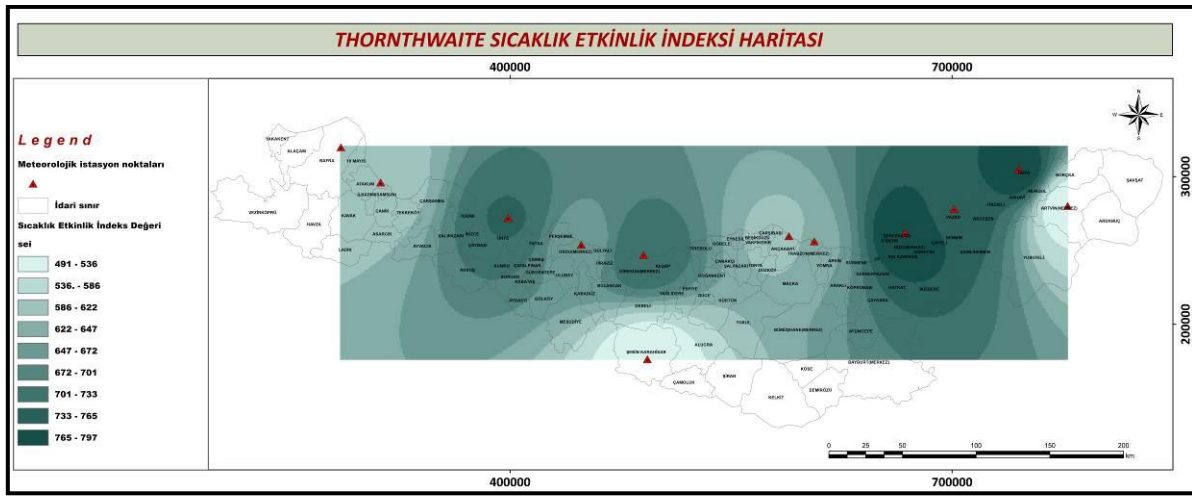
Bu aşamada, Thornthwaite sıcaklık etkinlik indeksi hesabı yapılmıştır. Yöntemde belirtilen formüller kullanılarak her bir istasyon için yıllık ETP değerleri kıyaslanmış ve sıcaklık etkinlik indeksi tespit edilmiştir. Böylece sıcaklık etkinlik indeksine karşılık gelen iklim özelliği belirlenmiştir. Sıcaklık etkinlik indeksi kıyaslanarak elde edilen değer Thornthwaite sınıflandırmasındaki iklim tiplerinin

ikinci harfini yansıtabacak şekilde tanımlanmıştır ve meteorolojik istasyon noktalarının iklim özellikleri belirlenmiştir (Tablo 8).

Ardından tüm bölgeyi yansıtabacak iklim sınıflandırma haritasının üretilmesi için yine iklim özelliği belirlenmiş istasyon verileri kullanılarak ArcGIS 10.6 yazılımında Kriging Enterpolasyon yöntemi uygulanarak analiz edilmiş ve sonuçlar iklim sınır haritasının ikinci harfini yansıtabacak sıcaklık etkinlik indeksi haritaları ile sunulmuştur (Şekil 4).

Tablo 8. Karadeniz Bölgesi meteorolojik istasyon noktalarının Thornthwaite sıcaklık etkinlik indeksi değeri ve iklim özellikleri

İSTASYON ADI	Y(ENLEM)	X (BOYLAM)	YILLIK ETP	İKLİM ÖZELLİĞİ
Akçaabat	41.0325	39.5615	604.7	B'1
Artvin	41.1752	41.8187	496.7	C'2
Bafra	41.5515	35.9247	596.8	B'1
Giresun	40.9227	38.3878	733.0	B'2
Hopa	41.4065	41.433	792.2	B'2
Ordu	40.9838	37.8858	654.4	B'1
Rize Pazar	41.1777	40.8993	754.7	B'2
Rize	41.04	40.5013	797.6	B'2
Samsun	41.3435	36.3878	606.0	B'1
Şebinkarahisar	40.2872	38.4193	491.6	C'2
Trabzon	40.9985	39.7649	643.6	B'1
Ünye	41.143	37.293	736.4	B'2

**Şekil 4.** Kriging yöntemi ile tespit edilmiş Karadeniz Bölgesi Thornthwaite sıcaklık etkinlik indeksi haritası

3.4. Thornthwaite yağış rejimi indekslerinin hesap edilmesi

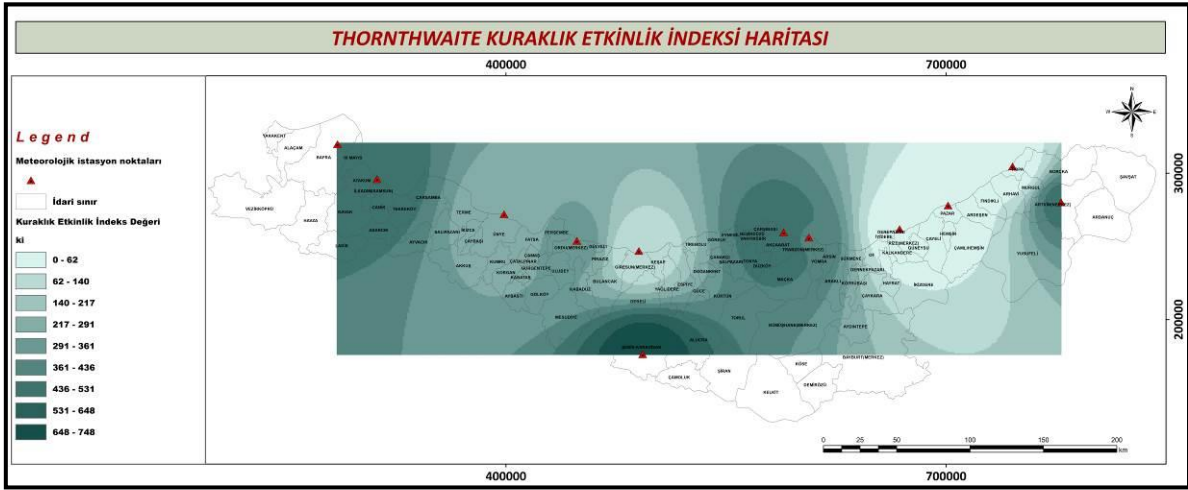
Çalışmanın bu aşamasında yağışın mevsimlere bağlı olarak değişen tipleri tespit edilmiştir. Bunun için su bilançolarında hazırlanmış yıllık ETP değeri, su fazlası ve su noksanı değerleri kullanılarak ilgili formüller yardımıyla hesaplamalar yapılmıştır. Meteorolojik istasyonların tümü yağışlı iklimlere denk geldiğinden bu çalışmada nemli alanlar için kuraklık indeksi değerleri hesaplanmıştır (Tablo 9). Sonuçta bulunan değerler ile meteorolojik

istasyonların nemlilik indeksine karşılık gelen değerler Thornthwaite sınıflandırmasındaki iklim özelliğinin üçüncü harfini yansıtabilecek şekilde tanımlanmıştır.

Ardından tüm bölgeyi yansıtabilecek iklim sınıflandırma haritasının üretilmesi için yine iklim özelliği belirlenmiş istasyon verileri kullanılarak ArcGIS 10.6 yazılımında Kriging enterpolasyon yöntemi uygulanarak analiz edilmiş ve sonuçlar iklim sınır haritasının üçüncü harfini yansıtabilecek kuraklık indeks haritaları ile sunulmuştur (Şekil 5).

Tablo 9. Karadeniz Bölgesi meteorolojik istasyon noktalarının Thornthwaite kuraklık indeksi değeri ve iklim özelliği

İSTASYON ADI	Y(ENLEM)	X(BOYLAM)	YİLSUEKS	YİLETP	Ia	İKLİM ÖZELLİĞİ
Akçaabat	41.0325	39.5615	312.6	604.7	51.7	s2
Artvin	41.1752	41.8187	235.7	496.7	47.5	s2
Bafra	41.5515	35.9247	290.1	596.8	48.6	s2
Giresun	40.9227	38.3878	55.1	733.0	7.5	r
Hopa	41.4065	41.433	0.0	792.2	0.0	r
Ordu	40.9838	37.8858	211.0	654.4	32.2	s
Rize Pazar	41.1777	40.8993	0.0	754.7	0.0	r
Rize	41.04	40.5013	0.0	797.6	0.0	r
Samsun	41.3435	36.3878	300.1	606.0	49.5	s2
Şebinkarahisar	40.2872	38.4193	368.1	491.6	74.9	s2
Trabzon	40.9985	39.7649	276.7	643.6	43.0	s2
Ünye	41.143	37.293	174.9	736.4	23.8	s



Şekil 5. Kriging yöntemi ile tespit edilmiş Karadeniz Bölgesi Thornthwaite kuraklık indeksi haritası

3.5. Thornthwaite ETP'nin üç yaz oranına olan indeksinin hesap edilmesi

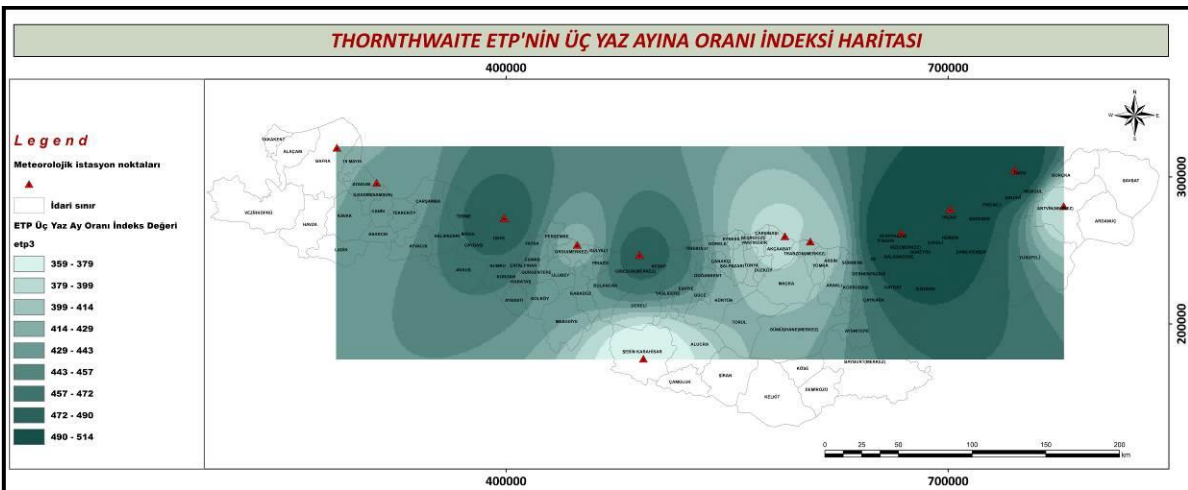
Bu aşamada, Thornthwaite ETP'nin üç yaz oranına olan indeksi hesap edilmiştir. Burada üç yaz ayı olarak haziran, temmuz ve ağustos aylarındaki ETP değerlerinin oranları dikkate alınmıştır. Elde edilen değerler ile meteorolojik istasyon verilerinin iklim özellikleri belirlenmiş, sonuçlar Thornthwaite

sınıflandırmasındaki iklim özelliğinin dördüncü harfini yansıtabilecek şekilde tanımlanmıştır (Tablo 10).

Ardından tüm bölgeyi yansıtabilecek iklim sınıflandırma haritasının üretilmesi için yine iklim tipi belirlenmiş istasyon verileri kullanılarak ArcGIS 10.6 yazılımında Kriging enterpolasyon yöntemi uygulanarak analiz edilmiş ve sonuçlar iklim sınır haritasının dördüncü harfini yansıtabilecek haritalar ile sunulmuştur (Şekil 6).

Tablo 10. Karadeniz Bölgesi meteorolojik istasyon noktalarının Thornthwaite oran indisine göre (Denizellik-karasallık) tanımlamalar

İSTASYON ADI	Y(ENLEM)	X(BOYLAM)	YILLIK ETP	ÜÇ YAZ AYI	ORANI	HARF
Akçaabat	41.0325	39.5615	604.7	300.08	39.4	a'
Artvin	41.1752	41.8187	496.7	314.74	38.1	a'
Bafra	41.5515	35.9247	596.8	315.77	42.3	a'
Giresun	40.9227	38.3878	733.0	304.75	47.7	a'
Hopa	41.4065	41.433	792.2	317.08	50.6	b'4
Ordu	40.9838	37.8858	654.4	316.08	42.7	a'
Rize Pazar	41.1777	40.8993	754.7	312.47	50.3	b'4
Rize	41.04	40.5013	797.6	314.12	51.5	b'4
Samsun	41.3435	36.3878	606.0	310.90	43.2	a'
Şebinkarahisar	40.2872	38.4193	491.6	310.52	35.9	a'
Trabzon	40.9985	39.7649	643.6	317.08	40.2	a'
Ünye	41.143	37.293	736.4	343.97	47.9	a'



Şekil 6. Kriging yöntemi ile tespit edilmiş Karadeniz Bölgesi Thornthwaite ETP'nin üç yaz ayına oranı indeksi haritası

3.6. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Thornthwaite İklim Sınıflama Yöntemine Göre İklim Sınıflarının Belirlenmesi

Çalışmanın son aşamasında tüm uygulama adımlarından elde edilen sonuç değerler, kullanılan istasyon noktaları bazında bütünleştirilmiştir. İklim sınıflandırması tespiti için gerçekleştirilen yağış

etkinlik indeksi, sıcaklık etkinlik indeksi, yağış rejim indeksi ve ETP'nin üç yaz oranına olan indeksi hesabı tüm analiz sonuçları birleştirilerek Doğu Karadeniz Bölgesi için seçilen pilot istasyonların iklim sınıfları Thornthwaite iklim sınıflama yöntemine göre tespit edilmiş ve tek bir tabloda özet bilgi şeklinde sunulmuştur (Tablo 11).

Tablo 11. Karadeniz Bölgesi meteorolojik istasyon noktalarının Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre iklim indeks değerleri ve iklim özellikleri

THORNTHWAİTE İKLİM İNDEKSLERİ						THORNTHWAİTE İKLİM ÖZELLİKLERİ		
Akçaabat	C1	B'1	s2	a'	Kurak-Yarı Nemli	1.Dereceden Mezotermal	Yazın Şiddetli Su Noksanı	Tam Denizel
Artvin	C2	C'2	s2	a'	Yarı Nemli	2.Dereceden Mikrotermal	Yazın Şiddetli Su Noksanı	Tam Denizel
Bafra	C1	B'1	s2	a'	Kurak-Yarı Nemli	1.Dereceden Mezotermal	Yazın Şiddetli Su Noksanı	Tam Denizel
Giresun	B1	B'2	r	a'	Nemli	2.Dereceden Mezotermal	Su Noksanı Yok veya Az	Tam Denizel
Hopa	A	B'2	r	b'4	Çok Nemli	2.Dereceden Mezotermal	Su Noksanı Yok veya Az	Denizel
Ordu	C2	B'1	s	a'	Yarı Nemli	2.Dereceden Mezotermal	Yazın Orta Derecede Su Noksanı	Tam Denizel
Rize Pazar	A	B'2	r	b'4	Çok Nemli	2.Dereceden Mezotermal	Su Noksanı Yok veya Az	Denizel
Rize	A	B'2	r	b'4	Çok Nemli	2.Dereceden Mezotermal	Su Noksanı Yok veya Az	Denizel
Samsun	C1	B'1	s2	a'	Kurak-Yarı Nemli	1.Dereceden Mezotermal	Yazın Şiddetli Su Noksanı	Tam Denizel
Şebinkarahisar	C1	C'2	s2	a'	Kurak-Yarı Nemli	2.Dereceden Mikrotermal	Yazın Şiddetli Su Noksanı	Tam Denizel
Trabzon	C2	B'1	s2	a'	Yarı Nemli	1.Dereceden Mezotermal	Yazın Şiddetli Su Noksanı	Tam Denizel
Ünye	B1	B'2	s	a'	Nemli	2.Dereceden Mezotermal	Yazın Orta Derecede Su Noksanı	Tam Denizel

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada Artvin, Ordu, Rize, Rize-Pazar, Trabzon, Şebinkarahisar, Akçaabat, Ünye, Bafra, Hopa, Giresun ve Samsun'da yer alan meteorolojik istasyon noktalarını kapsayan Karadeniz Bölgesi için Ulusal İklim Değişikliği Stratejisinin amaçlarına ve FIG'in iklimden kaynaklı sorunlarına cevap verecek yönde, iklim sınırlarının tespiti gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla iklim sınıflandırma yöntemlerinden Thornthwaite iklim sınıflaması yöntemi kullanılmıştır. Öncelikle Karadeniz Bölgesinde seçilen meteorolojik istasyon noktalarının son 30 yıllık dönemine (1988-2018) denk gelen ölçüm verileri temin edilmiş; elde edilen veriler konumla ilişkilendirilmiş ve Thornthwaite iklim sınıflama yöntemi kullanılarak her bir istasyonun iklim tipi tespit edilmiştir. Meteorolojik istasyon noktalarının iklim tipi sonuçlarına bakıldığında bölgenin özellikle çok fazla yağış alan kısımları yani Rize, Pazar ve Hopa'da iklim tipinin çok nemli olduğu; diğer istasyon noktalarının ise yarı nemli, nemli, kurak-yarı nemli şeklinde iklim tipine sahip olduğu tespit edilmiştir. Yine Thornthwaite iklim özelliklerine

bakıldığında bölgedeki iller 1. Dereceden Mezotermal, 2. Dereceden Mezotermal ve 2. Dereceden Mikrotermal özelliklere sahip iklim türlerine denk geldiği belirlenmiştir. Ayrıca iklim özelliği olarak çok fazla yağış alan bölgelerde su noksanı neredeyse hiç yok ya da az miktarda, diğer istasyon noktalarında ise su noksanının yaz aylarında orta ya da şiddetli olduğu tespit edilmiştir. Son olarak istasyon noktalarının tam denizel ve denizel özellikte iklim özelliklerine sahip oldukları da görülmüştür.

Meteorolojik istasyon noktalarının iklim tipleri belirlendikten sonra, bu istasyon noktalarının sonuç değerleri kullanılarak Kriging enterpolasyon yöntemi ile bir analiz daha gerçekleştirilmiştir ve tüm bölgeyi temsil edecek şekilde ara noktalarında iklim tiplerini yansıtan iklim sınır haritaları elde edilmiştir. Böylece meteorolojik istasyon noktaları dışında kalan bölgelere iklim tahmini gerçekleştirilmiştir. İklim özelliklerinin ilçe ya da il bazlı olarak değerlendirilmesinin dışında bu çalışmada raster tabanlı haritalar üretildiğinden konumsal anlamda iklim sınırlarının daha doğru bir şekilde tanımlanması hedeflenmiştir.

Daha önceden MGM tarafından gerçekleştirilen Thornthwaite iklim sınıflama çalışması incelendiğinde (MGM, 2017) bu çalışmada elde edilen sonuçların farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun sebebi MGM'nin bu analizleri 2010 yılına kadar gerçekleştirmesi ve 2010 yılından 2018 yılına kadarki süreçte ülkemizde iklimin her geçen gün daha da farklılaşmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Ayrıca MGM'nin yaptığı çalışmada iklim tipleri ilçe sınırlarına dayandırılarak sunulmuştur; oysaki ilçe yüzölçümlerine bağlı olarak tamamında aynı iklim tipi görülmeyebilir. Bu sebeple bu çalışmada MGM'nin gerçekleştirmiş olduğu çalışmadan farklı olarak istasyon noktaları esas alınarak, aradaki diğer noktalara konumsal tahmin yapılarak iklim sınıfı sınırları idari sınırlardan bağımsız olarak raster tabanlı grid ağı şeklinde tanımlanmış ve akabinde sınırlarla çakıştırılmıştır. Böylece aynı il ya da ilçe sınırları içerisine düşen farklı iklim tipleri var ise belirlenebilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, özellikle iklimin değiştiği bölgeleri mümkün olduğunca tanımlayacağından iklime bağlı gerçekleştirilecek planlamalara yardımcı olacak niteliğe sahiptir. Ayrıca Karadeniz Bölgesi için iklim sınırlarının çizilmiş olması ile bu bölgelerde iklimle ilişkili olabilecek sonraki planlama çalışmalarına katkı sağlayacaktır. İklim sınırlarının tespiti ile birlikte iklimden kaynaklı mülkiyet ve arazi kullanımının değişikliğinin sebepleri irdelenebilecek, iklimden kaynaklı göç problemlerinin sorgulanabileceği ve önlem alınabileceği çalışmalara altlık olabilecek çözüm stratejileri geliştirilebilecektir. Ayrıca Ulusal İklim Değişikliği Stratejisinin ve FIG'in yayınladığı bildirgenin gereksinimlerine doğrultusunda ve mülkiyet kullanımının kısıtlanmasına yönelik tedbirlerin alınmasına, devlet politikalarının geliştirilmesine katkı sağlayacak bir çalışma olması hedeflenmiştir. İklim sınırlarının haritalandırılması yoluyla iklim değişikliklerinin zaman içerisinde izlenmesi; değişimin yönü ve hızının tespit edilmesine olanak sağlayacaktır. Bu bağlamda ulusal ve küresel ölçekte iklim değişikliğine yönelik politikalar geliştirilebilecektir.

KAYNAKÇA

Acheson E. S., Galanis, E., Bartlett, K. and Klinkenberg, B. (2019). Climate Classification System-Based Determination of Temperate Climate Detection of *Cryptococcus gattii* sensu lato. *Emerg Infect Dis*, 25(9): 1723-1726. doi: 10.3201/eid2509.181884.

Akar, A. (2017). Evaluation Of Accuracy Of Dems Obtained From Uav-Point Clouds For Different Topographical Areas, *International Journal of Engineering and Geosciences*, 2(3), 110-117.

Akın, H. S., Dalfez, H. N., Önel, B. ve Şen, L. (2011). Türkiye ve Bölgesinde İklimin Geleceğine Köppen-Geiger İklim Sınıflandırması Dayalı Bir Bakış. *Paper presented at the Uluslararası Katılımlı Coğrafya Kongresi (70. Yıl anısına)*, İstanbul.

Aparecido, L. E. D., Rolim, G. D., Richetti, J., de Souza, P. S. and Johann, J. A. (2016). Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Parana, Brazil. *Ciencia E Agrotecnologia*, 40(4), 405-417.

Apaydin, H., Anli, A.S. and Ozturk, F. (2011) Evaluation of topographical and geographical effects on some climatic parameters in the Central Anatolia Region of Turkey. *International Journal of Climatology*, 31(9), 1264-1279.

Aydeniz, A. (1985). Toprak Amenajmanı. Ankara: Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:928.

Bayramoğlu, E. (2013). Trabzon İlinde İklim Değişikliğinin Mevsimsel Bitki Su Tüketimine Etkisi: Penman-Monteith Yöntemi. *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2), 300-306.

Belda, M., Holtanova, E., Halenka, T. and Kalvova, J. (2014). Climate classification revisited: from Köppen to Trewartha. *Clim Res*, 59, 1-13.

Birdal, A. C., Korkmaz, E., Erşen, G., Türk, T. and Atun, R. (2018). Monitoring Climate Changes by Geographical Information Systems: A Case Study of Izmir City. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Doğ Afet Çev Derg*, 4(1), 45-55, Doi: 10.21324/dacd.363694.

Birsoy, Y ve Ölgün, M. K. (1992). Thornthwaite yöntemi ile su bilançosunun ve iklim tipinin belirlenmesinde bilgisayar kullanımı. *Ege Coğrafya Dergisi*, 6(1), 153-178.

Chen, D. and Chen, H. W. (2013). Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901-2010. *Environmental Development*, 6, 69-79.

Çiçek, İ. (1996). Thornthwaite Metoduna Göre Türkiye'de İklim Tipleri. *Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 12, 33-71.

Çolak, H. E. (2010). Coğrafi bilgi sistemleri ile Doğu Karadeniz bölgesindeki kanser vakalarının konumsal analizleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

- Demircan, M. ve Sensoy, S. (2010). Climatological Applications in Turkey. Republic of Turkey Ministry of Environment and Forestry Turkish State Meteorological Service, May, Ankara.
- De Martonne, E. (1942). Nouvelle carte mondial de l'indice d'aridité, *Annales de Géographie*, 241-250.
- Erinç, S. (1949). The climates of Turkey according to Thornthwaite's classifications, *Annals of the Association of American Geographers*, 39(1), 26-46.
- Feddema, J. J. (2013). A Revised Thornthwaite-Type Global Climate Classification. *Physical Geography*, 26(6), 442-466.
- FIG (2014). Kadastro 2014 – Gelecekteki Kadastral Sistem için bir vizyon. <https://www.fig.net/resources/publications/figpub/cadastre2014/translation/c2014-turkish.pdf>
- Fovell, R. G. and Fovell, M. C. (1993). Climate zones of the Conterminous United States Defined Using Cluster Analysis. *Journal of Climate*, 6, 2103-2135.
- IPCC. (2014) In: Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Meyer, L.A.(Eds.)Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC.151 pp.
- Kafalı Yılmaz F. ve Yılmaz, Ö. (2013). Rize and Ardahan Cases in Respect of Thornthwaite Climate Classification. 3rd International Geography Symposium- GEOMED 2013, Symposium Proceedings, ISBN: 978-605-62253-8-3.
- Kaufmann J. and Steudler, D. (1998). Cadastre 2014 – a vision for a future cadastral system, FIG Publication, Rüdlingen and Bern, Switzerland, 38ss.
- Khorrami, B., Gunduz, O., Patel, N., Ghouzlane, S. and Najari, M. (2016). Land Surface Temperature Anomalies In Response To Changes In Forest Cover, *International Journal of Engineering and Geosciences*, 4(3), 149-156.
- Köppen, W. (1918). Klassifikation der Klimada nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Classification of climates according to temperature, precipitation and seasonal cycle. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 64,193-203.
- Köppen, W. and Geiger, R. (1954). Klima der erde (Climate of the earth). Wall Map 1:16 Mill. Klett-Perthes, Gotha.
- MGM (2016). Meteoroloji Genel Müdürlüğü Resmi internet sayfası, İklim Sınıflandırmaları,<https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx>, 24.06.2019.
- MGM (2017). İklim Sınıflandırmaları, http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf. Son Erişim 18.11.2018.
- Nacef, L., Bachari, N.E.I., Bouda, A. and Boubnia, R. (2016). Variability and Decadal Evolution Of Temperature and Salinity In The Mediterranean Sea Surface, *International Journal of Engineering and Geosciences*, 1(1),24-33.
- Rahimi, J., Khalili, A. and Butterbach-Bahl, K. (2019). Projected changes in modified Thornthwaite climate zones over Southwest Asia using a CMIP5 multi-model ensemble. *International Journal of Climatology*, 39:4575-4594.
- Rolim, G. S., Lucas E. and Aparecido, O. (2016). Camargo, Köppen and Thornthwaite climate classification systems in defining climatical regions of the state of São Paulo, Brazil. *International Journal of Climatology*, 36, 636-643.
- Tayanç, M. and Toros, M. (1997). Urbanization effects on regional climate change in the case of four large cities in Turkey. *Climatic Change*, 35, 501-524.
- Tayanç, M., Karaca, M. and Yenigün, O. (1997) Annual and seasonal air temperature trend paterns of climate change and urbanization effects in relation with air pollutants in Turkey. *Journal of Geophysical Research* 102 D2, 1909-1919.
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification. *Geographical Review*, 38(1), 55-94.
- TİDS (2010). T. C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi 2010-2023.
- Trewartha, G. T. (1968). An introduction to climate. New York: McGraw-Hill.
- Uyan, M. (2019). Comparison Of Different Interpolation Techniques In Determining Of Agricultural Soil Index On Land Consolidation Projects, *International Journal of Engineering and Geosciences*, 4(1), 28-35.
- Verep, B., Şahin, C., Çiloğlu, E. ve İmamoğlu, H. O. (2002). Uzungöl'ün İklimi ve Çevresel Sorunları

Üzerine Bir Çalışma. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33(4), 353-358.

Wang, M. and Overland, J. E. (2004). Detecting Arctic Climate Change Using Koppen Climate Classification. *Climatic Change*, 67(1), 43–62.

Yaprak, S. ve Arslan, E. (2008). Kriging Yöntemi ve Geoit Yüksekliklerinin Enterpolasyonu. *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 2008/1, 98.

Yılmaz, E. ve Çiçek, İ. (2016). Türkiye Thornthwaite iklim sınıflandırması. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3973–3994.

Yılmaz, E. ve Çiçek, İ. (2018). Türkiye'nin detaylandırılmış Köppen-Geiger iklim bölgeleri. *Journal of Human Sciences*, 15(1), 225-242. doi:10.14687/jhs.v15i1.5040.

Zeroual, A., Assani, A. A., Meddi, M. and Alkama, R. (2019). Assessment of climate change in Algeria from 1951 to 2098 using the Köppen–Geiger climate classification scheme. *Climate Dynamics*, 52(1–2), 227–243.



© Author(s) 2021. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>