



Thornthwaite climate classification of Turkey

Türkiye Thornthwaite iklim sınıflandırması

Erkan Yılmaz¹
İhsan Çiçek²

Abstract

It is possible to see different climatic types together in Turkey having very different habitats, ecosystems and environmental media by the mathematical and special position where it is located in. The creation of large-scale weather maps and databases to reflect this diversity is necessary for the clarification of the elements that are affected by this diversity. This diversity could not be reflected sufficiently due to the reason that the weather maps which have been created so far today are not large-scale. In this study, it is aimed to create a map and a database concerning Turkey, which is detailed, in which the topographical effects are reflected, which shows the ecosystem differences and which is digitally accessible. For this purpose, the Thornthwaite climate classification in which the sub-climatic types can be digitally separated was preferred. First of all, the monthly average precipitation and temperature data were arranged at 805.000 points of Turkey and then this data was analyzed according to the Thornthwaite climate classification method. The results obtained were submitted as grid data at the resolution of 1 km in 4 different categories and an integrated climate class map by the combination of them. According to the results of the analysis, it was determined that there are 8 different precipitation effectiveness index classes, 8 different temperature effect index classes, 6 different drought and moistness index classes and 8 different potential evaporation index classes in Turkey. It was seen that the

Özet

Bulunduğu matematiksel ve özel konum itibariyle çok farklı habitat, ekosistem ve çevresel ortam barındıran Türkiye’de farklı iklim tiplerini bir arada görmek mümkündür. Bu çeşitliliği yansıtacak büyük ölçekli iklim haritalarının ve veri tabanlarının oluşturulması, bu çeşitlilikten etkilenen öğelerin açıklanması için gereklidir. Günümüze kadar yapılan iklim haritalarının büyük ölçekli olmamaları nedeniyle bu çeşitlilik yeteri kadar yansıtılamamıştır. Bu çalışmada, Türkiye’ye ait ayrıntılı, topografik etkilerin yansıtıldığı, ekosistem farklılıklarını gösteren ve sayısal olarak ulaşılabilecek bir harita, veri tabanını üretmek amaçlanmıştır. Bu amaçla, alt iklim tiplerinin sayısal olarak ayrılabilirdiği Thornthwaite iklim sınıflandırması tercih edilmiştir. Önce, Türkiye’de 805.000 noktasında aylık ortalama yağış ve sıcaklık verileri düzenlenmiş, ardından bu veriler Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar 4 farklı kategoride 1 km çözünürlükte grid verisi olarak sunulmuş ve bunların birleştirilmesi ile tümleşik iklim sınıfı haritası oluşturulmuştur. Analiz sonuçlarına göre Türkiye’de 8 farklı yağış etkinlik indisi, 8 farklı sıcaklık tesiri indisi, 6 farklı kuraklık ve nemlilik indisi ve 8 farklı potansiyel buharlaşma indis sınıfının olduğu belirlenmiştir. Bunların birleştirilmesi ile oluşturulan tümleşik indis sınıflarının ise 233 olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak Türkiye’de 233 farklı çevresel koşul olduğunu söylemek mümkündür.

¹ Asst. Prof. Dr., Ankara University, Faculty of Languages History and Geography, Department of Geography, eryilmaz@ankara.edu.tr

² Prof. Dr., Ankara University, Faculty of Languages History and Geography, Department of Geography, ihcicek@ankara.edu.tr

number of the integrated index classes created by the combination of them is 233. Accordingly, it is possible to say that there are 233 different environmental conditions in Turkey.

Anahtar Kelimeler: Türkiye iklimi; Thornthwaite iklim sınıflandırması; iklim çeşitliliği; ayrıntılı iklim haritası; Türkiye iklim bölgeleri.

Keywords: Climate of Turkey; Thornthwaite climate classification; climate diversity; detailed climate map; climate regions of Turkey.

[\(Extended English abstract is at the end of this document\)](#)

1. Giriş

Türkiye, matematiksel olarak orta kuşakta bulunmakta ve ılıman iklim bölgesinde yer almaktadır. İki yarımadadan oluşan Türkiye, çevresinin denizlerle çevrili olması ve topografik özelliklerinden dolayı birçok farklı ekosistem ve iklimi barındırmaktadır. Türkiye ve yakın çevresini etkileyen hava kütleleri ve bunların mevsimsel frekansları bu çeşitliliği daha da artırmaktadır. Türkiye, barındırdığı otsu formasyonları, çalı toplulukları ve orman örtüsü ile yüksek bitki çeşitliliğine sahip bir alandır (Karabulut, 2006). Buzul dönemlerinde meydana gelen bitki göçlerinin etkisi buzularası dönemlerde de devam etmiş ve Türkiye’de biyolojik çeşitlilik artmıştır. Biyoçeşitliliğin yüksek olması, çok farklı ekosistemleri barındıran bir saha olmasından kaynaklanmakta, coğrafi konumu ve topografik şartları hem geçmişteki hem de bugünkü özellikleri Türkiye’yi dünya canlı bileşiminin çok önemli bir parçası haline getirmektedir (Demirsoy, 2002).

Türkiye’de ortam ve biyolojik çeşitliliğin fazla olmasının birçok nedeni bulunmaktadır. Bunlar içerisinde enlem, karasalılık derecesi, yükselti, bakı gibi matematiksel konum ve topografyaya bağlı etmenler ile jeolojik yapı, toprak örtüsü farklılığı gibi etkenler sayılabilir. İklim elemanları da bu farklılıklardan etkilenerek oluşan bir öge olması ve ortam koşullarını belirlemesi yönüyle önemlidir. Türkiye’de bugüne kadar iklimi tiplerinin dağılışı ve bu dağılışı etkileyen faktörlerin ele alındığı pek çok harita, rapor, makale ve kitap yayınlanmıştır. Türkiye’deki kuraklık problemi (Akbaş, 2014; Çiçek, 1995; Tümertekin, 1955; Türkes, 1990); yağış koşulları, rejimi ve dağılışı (Çiçek, 2001; Darkot, 1943b; Erinç, 1965; Temuçin, 1990; Tümertekin ve Contürk, 1960); sıcaklık koşulları, rejimi ve dağılışı (Çiçek, 2000; Darkot, 1943a; Elibüyük ve Yılmaz, 2012 ; Erinç, 1951; Sezer, 1990) ve makro iklim ile ilişkili çalışmalar (Atalay, 2010; Erinç, 1957; Ertürk ve Bayar, 1984; Nişancı, 1975) yapılmıştır. İklim elemanlarında meydana gelen eğilimleri konu alan çalışmalar da oldukça fazladır. Türkiye’deki iklim koşullarını inceleyen çalışmalar mevcutsa da ayrıntılı bir iklim veri tabanı ve haritası henüz üretilmemiştir.

İklim tanımı en basit şekliyle hava olaylarının uzun süreli ortalamasıdır şeklinde olsa da bir alandaki iklim ya nicel değerlerle ya da bunların sınıflandırılmasıyla ifade edilir. Nicel tanımlamalarda direkt olarak belli bir ölçüm ve bunun dağılışı belirtilirken, ölçümlerin ve ortalamaların sınıflandırılması, iklimsel değerlendirmenin başlangıcını oluşturur. Önceleri tek değişken sınıflandırmalarına bağlı iklim tanımlamaları yapılmış daha sonra bunlar genişletilmiş ve birkaç değişkenin kullanılmasıyla oluşturulan sınıflandırmalar ortaya çıkmıştır. Bu sınıflandırmalar daha karışıktır ve nicel değerlerin belli ölçütlere göre değerlendirilmesi ve sınıflandırılmasıyla elde edilir. İlk olarak Köppen (1918) tarafından yapılan bu sınıflandırmalar birçok klimatolog tarafından geliştirilmiş ve yenileri üretilmiştir. Bunlardan en çok kullanılanlar De Martonne (1942), Thornthwaite (1948), Köppen ve Geiger (1954),Emberger, (1955), Trewartha (1968) ve Strahler (1970) iklim sınıflandırmalarıdır. Strahler sınıflandırması Köppen iklim sınıflandırmasına dayanmakta ve hava kütlelerinin oluşum alanlarına göre yapılmaktadır. Köppen-Geiger tasnifinde

ise sıcaklık ve yağış kullanılmakta ve bunların eşik değerlerine göre sınıflandırma yapılmaktadır. Köppen-Geiger ve Strahler'e göre daha karmaşık ve pek çok alt sınıf barındıran Thornthwaite iklim sınıflandırması ise bir alandaki buharlaşma-nem ve su bütçesi hesabına dayanmakta daha çok hidroloji çalışmalarında kullanılmaktadır.

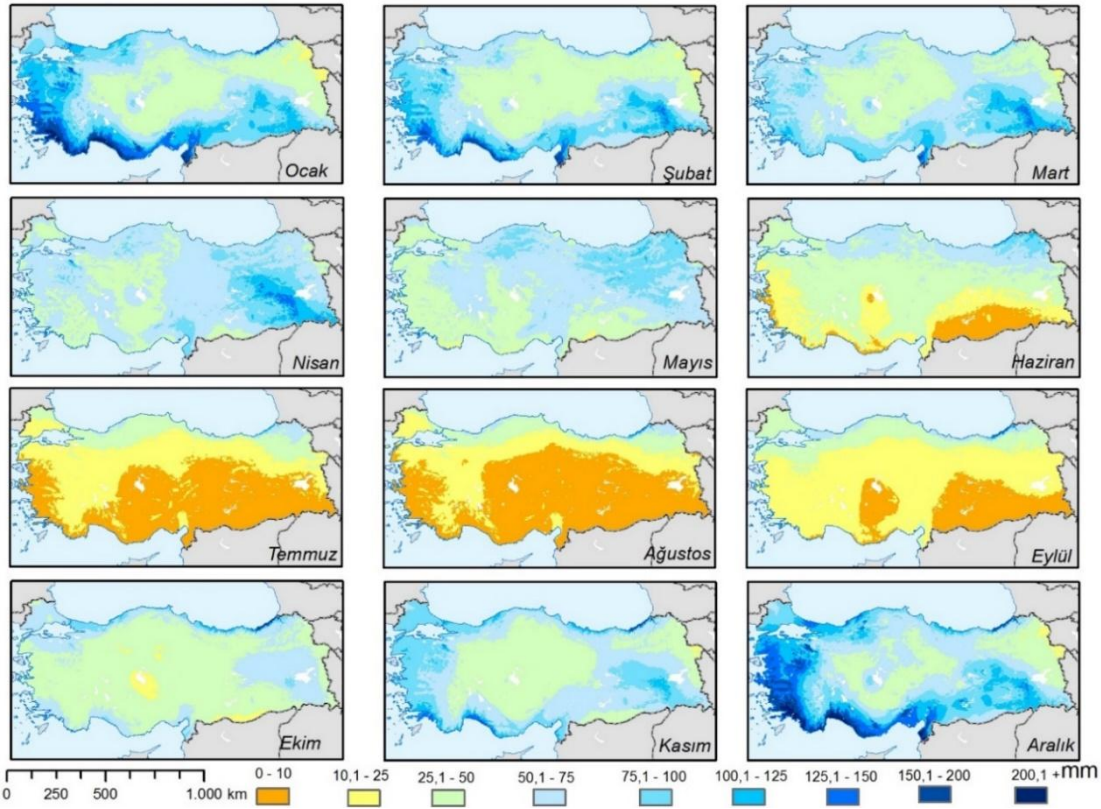
Dünya Thornthwaite iklim sınıflarını gösteren çalışmalar oldukça yenidir (Feddem, 2005). Çalışmada kullanılan veriler istasyon bazlıdır. Grid verisi olarak kullanılan veriler de çok düşük çözünürlüktedir. Çalışmada Türkiye'deki iklim çeşitliğinin yüksek olduğu görülse de üretilen veriler kullanılabilir değildir.

Türkiye için Thornthwaite iklim sınıf analizleri ilk olarak Erinç (1949) tarafından yapılmış, istasyon verilerinin sınırlılığı çalışmanın istenilen sonuçlara ulaşmasını engellemiştir. Çalışmanın daha ayrıntılı Çiçek (1996) tarafından 202 meteoroloji istasyonu verilerine göre yapılmış ve haritaları üretilmiştir. Benzer bir analiz Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) (2015) tarafından yapılmış, il merkezinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ait sonuçlar yayınlanmıştır. Son iki çalışmada yapılan analizler ve haritalar istasyon değerlerine göre yapılmış olup dağılışı üzerinde diğer etkenler göz ardı edilmiştir. Ayrıca Birsoy ve Ölgün (1992) Thornthwaite iklim sınıflandırmasını bilgisayar ortamında yapan bir yazılım geliştirmişlerdir. Diğer yandan Türkiye'de ayrıntılı bir iklim haritasının üretilmemesi, özellikle yağışın ve diğer iklim elemanlarına ait ayrıntılı verilerin bulunmaması ile ilişkilidir.

Görüldüğü gibi, Türkiye'de büyük ölçekli, güncel ve klimatik değişkenleri barındıran bir iklim haritası bulunmamaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'nin büyük ölçekli, ayrıntılı ve topografik etkileri barındıran bir iklim haritası üretilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, yöntem olarak Thornthwaite iklim sınıflaması benimsenmiş bu sayede hem yağış etkinlik indisi, hem sıcaklık tesiri indisi, hem kuraklık-nemlilik şartları, hem de denizellik-karasallık durumları ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Tüm indis değerleri birleştirilerek “**tümleşik iklim sınıfı haritası**” oluşturulmuştur. Üretilen veriler bilgisayar ortamında, hem rastır hem de vektör olarak işlenmiş, ayrıca bu veri dosyaları internet ortamında da (<http://geography.humanity.ankara.edu.tr/turkiye-iklim-arastirmalari/>) kullanıcılara sunulmuştur.

2. Veri ve Yöntem

Türkiye'de, meteorolojik değişkenlerin yaygın ve sistematik olarak ölçülmesi ve kaydedilmesi Cumhuriyetin ilanı ile başlamıştır. Ancak istasyon ağının yeterli sıklıkta olmaması, özellikle yüksekliğin ve bakı koşullarının kısa mesafede değiştiği Türkiye'de meteorolojik değişkenlerin alansal dağılışında önemli sorunlar ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu durumu ortadan kaldırarak noktasal veriden alansal bir dağılışı üretmek için çeşitli enterpolasyon yöntemleri kullanılmaktadır. İstasyon verilerine uygulanan enterpolasyon teknikleri ile üretilen yağış ve sıcaklık modellerinin pek çoğu, topografyayı (bakı ve yükselti), denizel etkileri ve enlem gibi değişkenleri içermemekte, üretilen modeller Türkiye'deki çeşitliliği yeterince yansıtamamaktadır. Elibüyük ve Yılmaz (2012) tarafından üretilen modeller Türkiye geneli açısından kullanılabilir modeller olsa da sadece sıcaklık değişkenlerini yansıtmaktadırlar. Çiçek ve Ataol (2009) tarafından Türkiye'nin su potansiyeli ile ilgili yapılan çalışmada yağış için yükseltinin etkisinin tespiti için Schreiber formülü kullanılmışsa da sadece yıllık yağış verisi üretilmiştir. MGM tarafından üretilen haritalar ise istasyon enterpolasyonlarına dayanmaktadır. Öte yandan, uluslararası organizasyonlar tarafından üretilen sıcaklık ve yağış modelleri mevcutsa da Türkiye için yeterli çözünürlükte değildirler (NOAA, 2015). Hijmans, Cameron, Parra, Jones, ve Jarvis (2005) tarafından üretilen aylık ortalama sıcaklık ve yağış verileri tüm dünyayı kapsayacak özellikte ve farklı konumsal çözünürlükte seçenekler sunmakta, <http://www.worldclim.org/> internet sitesinden indirilebilmektedir. Veriler incelendiğinde Türkiye için kullanılabilir özellikte olduğu görülmüş, Cihanbeyli ve Kuzey Ege çevresinde yağış açısından genel gidişe ters düşen özellikler gözlenirse de bu durum sadece sayılan alanlarla sınırlı kalmıştır (Şekil 1, Şekil 2). Belirtilen çalışmadaki modeller 10, 5, 2,5 dakika ve 30 saniye çözünürlükte üretilmiş, bu çalışmada 30 saniyelik veriler kullanılmış, projeksiyon değişimi yapılarak Türkiye için Lambert Koni



Şekil 2: Türkiye'nin Uzun Yıllık Ortalama Aylık Toplam Yağış Modelleri (1960-1990)

Tablo1: Ankara Meteoroloji istasyonu verilerine göre hazırlanan Thornthwaite su bilançosu tablosu

Par.	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Yıl.
AYT	0.30	1.80	5.90	11.20	15.90	19.90	23.30	23.00	18.50	12.80	6.60	2.20	11.78
ASI	0.0	0.2	1.3	3.4	5.8	8.1	10.3	10.1	7.2	4.2	1.5	0.3	52.3
Etp	0.4	3.9	18.7	43.5	69.0	92.8	114.2	112.2	84.3	51.9	21.7	5.1	617.8
EDK	0.8	0.8	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	0.9	0.8	0.8	
Etpd	0.3	3.2	19.0	47.5	84.4	114.3	142.6	130.9	86.6	49.2	17.8	4.1	699.9
AOY	40.0	32.1	36.1	51.7	49.4	32.8	14.4	12.2	17.8	30.0	37.6	41.1	395.2
Bir. Su	43.2	0.0	0.0	0.0	-35.0	-65.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	37.0	
FSY	96.5	100.0	100.0	100.0	65.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	56.8	538.1
Etr	0.3	3.2	19.0	47.5	84.4	97.8	14.4	12.2	17.8	30.0	17.8	4.1	348.5
Sf	0.0	28.9	17.1	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.1
Sn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.4	128.2	118.7	68.8	19.2	0.0	0.0	351.3
A	0.0	14.4	15.8	10.0	5.0	2.5	1.2	0.6	0.3	0.2	0.1	0.0	50.1
NO	130.5	8.9	0.9	0.1	-0.4	-0.7	-0.9	-0.9	-0.8	-0.4	1.1	9.1	

AYT-Aylık ortalama sıcaklık (°C), ASI-Aylık sıcaklık indisi, Etp-Potansiyel Evapotranspirasyon, EDK-Enlem düzeltme katsayısı, Etpd-Düzeltilmiş evapotranspirasyon (n), AOY-Aylık ortalama yağış, Bir. Su-Birikmiş su, FSY-Faydalı su yedeği, Etr-Hakiki evapotranspirasyon, Sf-Su fazlası(s), Sn-Su noksanı (d), A-Akış, NO-Nemlilik Oranı

Thornthwaite iklim sınıflandırmasında ilk aşama olan yağış etkinlik indisinin hesaplanması için eşitlik 1 kullanılır.

$$lm = \frac{100s - 60d}{n} = \frac{100 * 50,1 - 60 * 351,3}{699,9} = -22,9566 \dots \dots \dots [1]$$

Burada, lm yağış etkinlik indisini, s yıllık su fazlasını, d ise yıllık su noksanını ifade etmektedir. Elde edilen değere göre sınıflandırma yapılır, Toplam 9 sınıf olarak nitelenen yağış etkinlik indisinde E, D ve C1 alanlar kurak, A, B4, B3, B2, B1 ve C2 alanlar ise nemli sahaları göstermektedir (Tablo2). Bu harfler tümleşik iklim sınıfının ilk kısmını oluşturur. Ankara için elde edilen lm değeri -22,9566 olduğundan, “D” yani *yarı kurak* olarak tanımlanmaktadır.

Tablo2: Thornthwaite Yağış Etkinlik Sınıfına göre Tanımlamalar

Sembol 1	İklim Tipi 1	Yağış Etkinlik İndisi	Genel Nemlilik Tipi
A	Çok Nemli	>100	
B4	Nemli	80-100	
B3	Nemli	60-80	
B2	Nemli	40-60	Nemli İklimler
B1	Nemli	20-40	
C2	Yarı Nemli	0-20	
C1	Kurak-Yarı Nemli	(-20)-0	
D	Yarı kurak	(-40)-(-20)	Kurak İklimler
E	Kurak	<-40	

İkinci aşama olan sıcaklık tesiri indisi, yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon değerine göre yapılır. Bu amaçla, tablodaki düzenlenmiş evapotranspirasyon değerleri kullanılır ve belli eşik değerlere göre sınıflandırılır (Tablo3). Yukarıdaki tabloda Ankara için 699,9 olarak hesaplanan değerdir ve 1. dereceden *mezotermal* bir alan olarak tanımlanmaktadır.

Tablo3: Thornthwaite Sıcaklık Tesiri Sınıfına göre Tanımlamalar

Sembol 2	İklim Tipi 1	Sıcaklık Tesiri İndisi	Genel Sıcaklık Tipi
A*	Megatermal	>1140	Yüksek Sıcaklıktaki İklimler
B*4	4.Dereceden Mezotermal	997-1140	
B*3	3.Dereceden Mezotermal	855-997	
B*2	2.Dereceden Mezotermal	712-855	Orta Sıcaklıktaki İklimler
B*1	1.Dereceden Mezotermal	570-712	
C*2	2.Dereceden Mikrotermal	427-570	
C*1	1.Dereceden Mikrotermal	285-427	Düşük Sıcaklıktaki İklimler
D*	Tundra	142-285	
E*	Don	<142	Çok Düşük Sıcaklıktaki İklimler

Thornthwaite iklim sınıflandırmasının üçüncü aşamasında, nemli iklimler için kuraklık (Ih-humidity index), kurak iklimler için nemlilik indisi (Ia-aridity index) hesaplanır. Elde edilen değer eşik değerlere göre sınıflandırılarak, o yerin kuraklık-nemlilik derecesi belirlenir (Tablo4). Ankara meteoroloji istasyonu kurak iklim bölgesinde bulunduğundan bu istasyon için nemlilik indisi hesaplanmaktadır. Bu hesap da eşitlik 3 kullanılarak yapılmaktadır. Buna göre Ankara meteoroloji

istasyonu için nemlilik indisi 7,1582 olarak hesaplanır ve “su fazlası olmayan veya çok az olan” bir saha olarak belirlenir.

Tablo4: Thornthwaite nemlilik ve kuraklık indisine göre tanımlamalar

Nemli İklimler			Kurak İklimler		
Sem. 3	Tali İklim Tipi	Ia	Sem. 3	Tali İklim Tipi	Ih
r	Su Noksanı Yok veya Az	0-16,7	d	Su Fazlası Yok veya Az	0-10
s	Yazın Orta Derecede Su Noksanı	16,7-33,3	s	Yazın Orta Derecede Su Fazlası	10-20
w	Kışın Orta Derecede Su Noksanı	16,7-33,3	w	Kışın Orta Derecede Su Fazlası	10-20
s2	Yazın Şiddetli Su Noksanı	>33,3	s2	Yazın Şiddetli Su Fazlası	>20
w2	Kışın Şiddetli Su Noksanı	>33,3	w2	Kışın Şiddetli Su Fazlası	>20

$$Ia = \frac{100d}{n} \dots \dots \dots [2]$$

$$Ih = \frac{100s}{n} = \frac{100 * 50,1}{699,9} = 7,1582 \dots \dots \dots [3]$$

Kuraklık indisi için Ia 'nın (Eşitlik 2), nemlilik indisi için Ih 'nin (Eşitlik 3) hesaplanması gerekmektedir. Hesaplama da “n” yıllık potansiyel evapotranspirasyonu “d” yıllık toplam su noksanını, “s” ise yıllık su fazlasını ifade etmektedir. Ankara, yağış etkinlik indisine göre “D” yani yarı kurak olarak tanımlandığından, burada nemlilik indisi ile tanımlanır. Bunun için eşitlik 3 kullanıldığında Ankara için nemlilik indisi 7,2 bulunur. Buna göre Ankara meteoroloji istasyonu, “d-su fazlası yok ya da az olan” bir yerdedir. Her nokta ya da istasyon için kuraklık ve nemlilik indislerinden sadece biri hesaplanmalıdır.

Thornthwaite iklim sınıflandırmasının dördüncü aşamasında denizellik-karasallık oranı (PE oranı) belirlenir. Bu da, en sıcak üç ayın potansiyel evapotranspirasyonunun yıllık potansiyel evapotranspirasyona oranlanmasıyla elde edilir. Yaz aylarına düşen evapotranspirasyon oranı arttıkça, denizel koşullardan kurak koşullara doğru bir gidiş olur.

$$PE Oranı = \frac{Make1 + Make2 + Make3}{n} = \frac{115,91 + 114,93 + 132,43}{699,9} 100 = 55,4 \dots \dots \dots [4]$$

Eşitlik 4'te Make1 en yüksek aylık potansiyel evapotranspirasyonu, Make2, 2. en yüksek aylık potansiyel evapotranspirasyonu, Make3 ise 3. En yüksek en yüksek aylık potansiyel evapotranspirasyonu ifade etmektedir.

PE oranı eşitlik 4 kullanılarak hesap edilmekte ve Tablo5'e göre değerlendirilmektedir. Ankara'da en sıcak 3 ayın potansiyel evapotranspirasyon değeri toplamalarının yıllık potansiyel evapotranspirasyona oranı 55,4 olduğundan Ankara “b'3 - yarı denizel” iklim şartlarına sahip olarak ifade edilir.

Tablo5: Thornthwaite Oran İndisine göre (Denizellik-karasallık) Tanımlamalar

Sembol 4	PE oranı %	Tali İklim Tipi
a'	<48	Tam Denizel
b'4	48-51,9	Denizel
b'3	51,9-56,3	Yarı Denizel
b'2	56,3-61,6	Hafif Denizel
b'1	61,6-68,0	Hafif Karasal
c'2	68,0-76,3	Yarı Karasal
c'1	76,3-88,0	Karasal
c'	>88,0	Şiddetli Karasal

En sonda tüm değerler birleştirilerek **tümleşik iklim sınıfı indisi** elde edilir. Ankara yağış etkinlik indisinden **“D”**, sıcaklık tesiri indisinden **“B1”**, nemlilik indisinden **“d”** ve denizellik-karasallık oranından (PE oranı) **b'3** olduğundan tümleşik iklim indisi **DB1db'3** olarak ifade edilir. Bu ifadenin açıklaması ise “Ankara yarı kurak, 1. dereceden mezotermal, su fazlası olmayan ya da az olan, yarı denizel şartlara sahip bir iklime sahiptir” şeklinde olur.

Çalışmada Thornthwaite iklim sınıflandırması yapılması amacıyla Microsoft Excel paket programında çalışan bir dosya üretilmiş, girilen verilerin dinamik olarak sınıflandırılması sağlanmıştır (Bu dosyaya <http://geography.humanity.ankara.edu.tr/turkiye-iklim-arastirmalari/> adresinden ulaşılabilir). Elde edilen sonuçlar her 1 kilometre için 1 nokta verisinden oluşmaktadır. Sonuçlar içerisinde indis değerleri bulunmaktadır. Bu değerler coğrafi bilgi sistemleri yazılımı ile noktaya ve noktalardan da voronoi çokgenleri oluşturularak alansal veriye geçiş sağlanmış, belirtilen eşik değerler kullanılarak haritalanmıştır.

3. Bulgular

3.1. Yağış Etkinlik İndisi

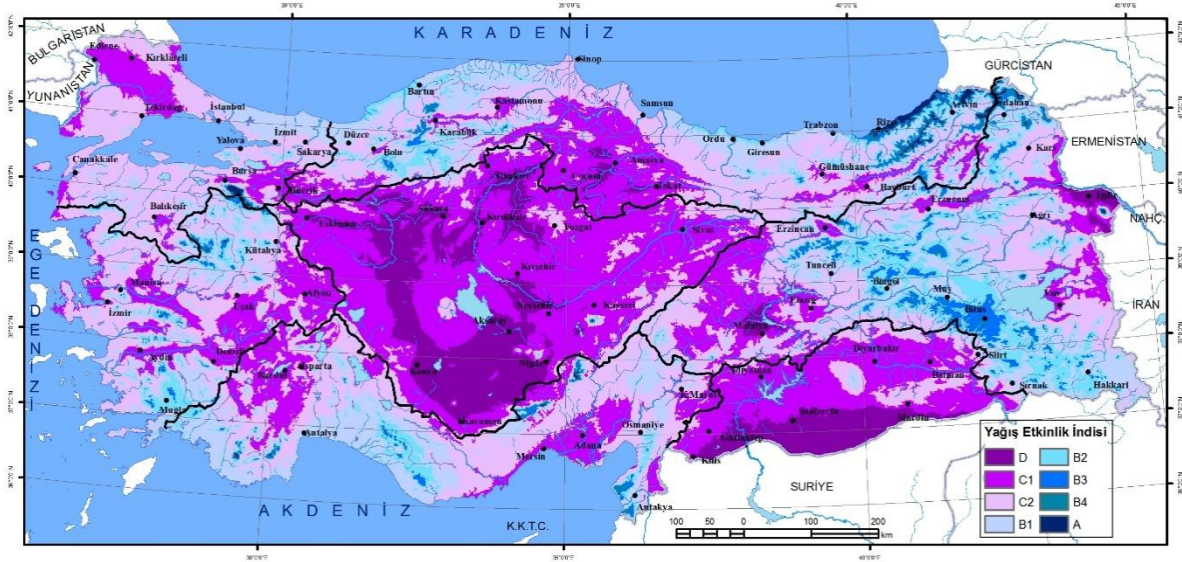
1 km çözünürlüklü veri seti ile yapılan hesaplamalar sonucunda, bu noktaların yağış etkinlik indis değerleri bulunmuş ve bu indis değeri Thornthwaite eşik değerlerine göre sınıflandırılmıştır. Thornthwaite yağış etkinlik sınıflarının 9'undan 8 tanesinin Türkiye'de yayılış gösterdiği saptanmıştır. Türkiye'de yayılış göstermeyen tek yağış indis sınıfı -40'tan daha düşük yağış etkinliğine sahip kurak iklim tipidir. 8 yağış etkinlik sınıfından çok nemli olan (A) etkinlik sınıfındaki alanlar Türkiye içinde % 0,4 oranına sahiptir (Tablo6). Çok nemli koşullara, Doğu Karadeniz'de kıyılarda ve yüksek alpin kuşakta, Karçal Dağları'nda, Yalnızçam Dağlarında, Marmara Bölgesi'nde Uludağ zirvesi çevrelerinde, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Ağrı ve Süphan, İç Anadolu Bölgesi'nde Erciyes ve Ege Bölgesi'nde Alaçam, Simav ve Eğrigöz Dağları zirve çevrelerinde görülmektedir (Şekil 3).

Tablo6: Bölgelere göre Thornthwaite yağış etkinlik sınıflarının alanları ve oranları.

Bölge / YEİ	A	B4	B3	B2	B1	C2	C1	D	Toplam
Karadeniz Bölgesi	2.051	1.808	3.203	10.483	33.236	48.455	33.312	2.200	134.748
%	1,5	1,3	2,4	7,8	24,7	36,0	24,7	1,6	100
Marmara Bölgesi	286	152	313	1.113	10.821	35.937	13.572	0	62.194
%	0,5	0,2	0,5	1,8	17,4	57,8	21,8	0,0	100
Ege Bölgesi	63	305	1.449	6.416	16.581	34.583	21.902	0	81.299
%	0,1	0,4	1,8	7,9	20,4	42,5	26,9	0,0	100
Akdeniz Bölgesi	134	583	1.680	6.251	28.686	46.922	25.607	315	110.178
%	0,1	0,5	1,5	5,7	26,0	42,6	23,2	0,3	100
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	0	9	130	224	1.180	9.509	34.815	15.122	60.989
%	0,0	0,0	0,2	0,4	1,9	15,6	57,1	24,8	100
Doğu Anadolu Bölgesi	444	1496	9469	25486	41600	53651	30834	4508	167.488
%	0,3	0,9	5,7	15,2	24,8	32,0	18,4	2,7	100
İç Anadolu Bölgesi	10	14	57	254	1832	17369	98226	44034	161.796
%	0,0	0,0	0,0	0,2	1,1	10,7	60,7	27,2	100
Türkiye	2.988	4.367	16.301	50.227	133.936	246.426	258.268	66.179	778.692
%	0,4	0,6	2,1	6,5	17,2	31,6	33,2	8,5	100

Nemli sınıf olan B sınıfında yer alan nemli alanlar, Türkiye'nin % 26,4'ünü kaplarken, C2 sınıfında yer alan yarı nemli alanlar % 31,6'sını kaplamaktadır (Tablo6). B sınıfındaki nemli alanlar İç Anadolu Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde çok sınırlı alan kaplamakta, ancak dağlık alanlarda ve yüksek kısımlarda görülmektedir. Yarı nemli alanlar (C2), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde % 15,6'lık bir orana sahipken İç Anadolu Bölgesi'nde ancak % 10,7'lik orana sahiptir.

Thornthwaite yağış etkinlik sınıfına göre kurak-yarı nemli olarak gösterilen C1 sınıfındaki alanlar Tüm bölgelerimizde görülmekte ve Türkiye'nin üçte birini kaplamaktadır. Bu oran bölgelere göre değişmekte, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin % 56,6'sını, İç Anadolu Bölgesi'nin % 55,7'sini kaplayan kurak-yarı nemli alanlar, Marmara Bölgesi'nin % 24,6'sını, Doğu Anadolu Bölgesi'nin ise % 20'lik kısmını oluşturmaktadır (Tablo6). İç Anadolu Bölgesi'nin sınırı ile kurak-yarı nemli (C1) alanların dağılışı arasında büyük bir uyum gözlemlenmektedir.



Şekil 3: Türkiye Thornthwaite Yağış Etkinlik Sınıfları Haritası

D sınıfında yer alan yarı kurak alanlar tüm bölgelerimizde görülmesine rağmen Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde çok dar alanlarda belirlenmiştir. Ege Bölgesi'nde Afyon şehri çevresinde, Marmara Bölgesi'nde Bilecik güneydoğusunda Sakarya vadisi tabanında çok dar bir alanda, Akdeniz Bölgesi'nde Ereğli Ovası doğusunda, Ulukışla ve Karapınar güneyinde bölge sınırı içerisinde kalan alanda görülmektedir. İç Anadolu Bölgesi'nde Kapadokya Bölgesi, Konya ve Ereğli Ovası çevrelerinde, Yukarı Sakarya Ovaları'nda, Bala, Kuruçöl, Yerköy-Delice Oluğu'nda, Bayat-Kalecik arasında Kızılırmak Oluğu'nda görülmektedir. Karadeniz Bölgesinde Merzifon-Suluova Havzası'nda, Tokat, Pazar, Turhal çevrelerinde, Çorum Çayı vadisinde ve Amasya çevrelerinde de yarı kurak alanlar mevcuttur (Şekil 3).

3.2. Sıcaklık Tesiri İndisi

Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre hesaplanan sıcaklık tesiri indisine göre Türkiye'de 8 sıcaklık tesiri indis sınıfı belirlenmiş, "don" olarak belirlenen (E) sınıfında bir saha olmadığı görülmüştür, D' sınıfı olarak nitelenen "tundra" alanlar ise sadece Doğu Anadolu Bölgesi'nde, Ağrı Dağı zirve kısımlarında belirlenmiştir (Şekil 4, Tablo7).

Türkiye'de C' sınıfında yer alan çok düşük sıcaklıktaki mikrotermal alanlar yüksek dağlık alanlarda dağılışı göstermektedir. Toplam 6.981 km² alan kaplayan C1 sınıfındaki sahalar Doğu Anadolu Bölgesi'nde Ağrı, Tendürek, Süphan Dağı, Aras Güneyi Dağları, Dumlulu, Mescit Dağları, Allahuekber Dağları, Kısır ve Akbaba Dağı, Doğu Karadeniz Dağları, Karçal ve Yalnızçam Dağları ile Gümüşhane-Karadağ zirve ve çevrelerinde görülmektedir. C1 alanlar İç Anadolu Bölgesi'nde Hasan ve Erciyes Dağı, Akdeniz Bölgesi'nde Bolkar Dağları ve Aladağlar, Marmara Bölgesi'nde Uludağ zirve ve çevrelerinde bulunmaktadır. Güneydoğu Anadolu ve Ege Bölgesi'nde C1 mikrotermal alanlar bulunmamaktadır. C2 sınıfında yer alan ve C1 sınıfına göre daha sıcak olan sahalar, tüm bölgelerimizde görülmektedir. C2 mikrotermal alanların yayılışı, orografik hatlarla yakından ilişkilidir. Kuzey Anadolu ve Toros Dağları'nın uzanışı ile paralellik göstermektedir. Yine

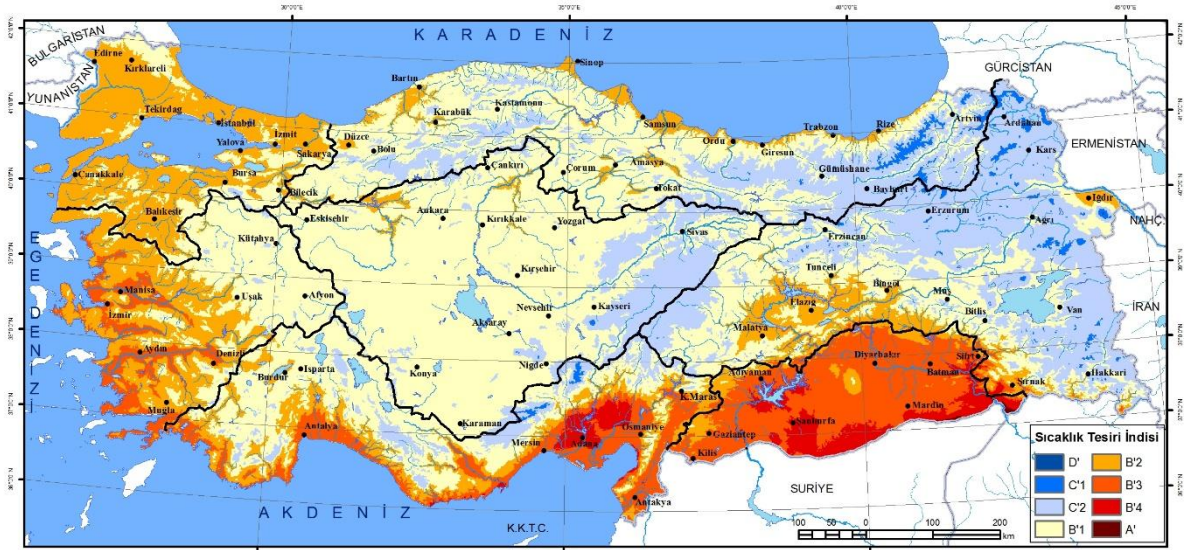
yüksek Doğu Anadolu platolarında da bu sınıf yayılış göstermektedir. Doğu Anadolu Bölgesi'nin % 45,4'ünü kaplayan C2 alanlar, Karadeniz Bölgesi'nde % 29,4'lük bir orana sahiptir (Şekil 4, Tablo7). Bu sınıf Türkiye'nin yaklaşık 1/5'inde hâkim olan sıcaklık tesiri sınıfıdır ve bu alanlar aynı zamanda şiddetli karasallık gösteren sahlardır.

Tablo7: Bölgelere göre Thornthwaite sıcaklık tesiri sınıflarının alanları ve oranları.

Bölge / STİ	A	B4	B3	B2	B1	C2	C1	D	Toplam
Karadeniz Bölgesi	0		0	12.771	79.802	39.670	2.505	0	134.748
%	0,0	0,0	0,0	9,5	59,2	29,4	1,9	0,0	100
Marmara Bölgesi	0	0	0	47.193	14.531	460	10	0	62.194
%	0,0	0,0	0,0	75,9	23,4	0,7	0,0	0,0	100
Ege Bölgesi	0	0	13.843	31.414	35.245	1.067	0	0	81.569
%	0,0	0,0	17,0	38,5	43,2	1,3	0,0	0,0	100
Akdeniz Bölgesi	0	5.034	23.182	22.908	46.617	11.810	627	0	110.178
%	0,0	4,6	21,0	20,8	42,3	10,7	0,6	0,0	100
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	513	12.376	41.140	6.202	717	41	0	0	60.989
%	0,8	20,3	67,5	10,2	1,2	0,1	0,0	0,0	100
Doğu Anadolu Bölgesi	17	343	2.539	22.007	62.784	76.065	3725	8	167.488
%	0,0	0,2	1,5	13,1	37,5	45,4	2,2	0,0	100
İç Anadolu Bölgesi	0	0	0	3.148	134.004	24.530	114	0	161.796
%	0,0	0,0	0,0	1,9	82,8	15,2	0,1	0,0	100
Türkiye	530	17.753	80.704	145.643	373.700	153.643	6.981	8	778.962
%	0,1	2,3	10,4	18,7	48,0	19,7	0,9	0,0	100

Türkiye'de mezotermal alanlar yani B' sınıfında sıcaklık tesiri indisine sahip orta derecede sıcaklıktaki yerler toplam alanın % 79,4'ünü kaplamaktadır (Şekil 4, Tablo7).

İç Anadolu, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'nde sadece 1. (B'1) ve 2. (B'2) dereceden mezotermal alanlar bulunmakta, bunların oranı Marmara Bölgesi'nde % 99,2'yi bulurken, İç Anadolu'da % 85'e çıkmakta, Karadeniz Bölgesi'nde % 72,4'te kalmaktadır. Karadeniz Bölgesi'nde 1. dereceden mezotermal alanlar hâkim olup, 2. dereceden alanlar dar kıyı kuşağında yayılmaktadır. Doğu kesimi dışında tüm İç Anadolu Bölgesi ve İç Batı Anadolu Eşiğinde yine 1. dereceden mezotermal alanlar yayılış göstermektedir. Marmara Bölgesi ve Kıyı Ege Bölümü'nde ise 2. dereceden mezotermal alanlar yayılış göstermektedir. Türkiye'nin yaklaşık yarısında 1. dereceden mezotermal sıcaklık koşulları hâkimdir. 3. (B'3) ve 4. (B'4) dereceden alanlar, Akdeniz Bölgesi'nin kıyı kesimi ve Göksu gibi akarsuların vadileri boyunca iç kesimlere doğru sokulmuş halde görülmektedir. Bu iki sınıf Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin % 88'ini kaplamakta iken Akdeniz Bölgesi'nde bu oran % 26'ya inmektedir (Şekil 4, Tablo7).



Şekil 4: Türkiye Thornthwaite Sıcaklık Tesiri Sınıfları Haritası

Türkiye’de A’ sınıfında yani megatermal alanlar 530 km² kadardır. Bu alanlar sadece Güneydoğu Anadolu Bölgesi güneydoğusunda Silopi ve Cizre civarında Suriye sınırına yakın kesimlerde belirlenmiştir. Suriye sınırından kuzeye doğru uzanan megatermal alan, Doğu ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi sınırının kuzeyine geçerek 17 km²’lik bir alanın Doğu Anadolu Bölgesi’nde görülmesine neden olmaktadır (Şekil 4, Tablo 7).

3.3. Kuraklık-Nemlilik Dağılışı

Thornthwaite hesaplaması yapılırken, kuraklık-nemlilik indisleri sahanın yağış etkinlik indisindeki durumuna göre hesap edilir. Bir saha nemli ise kuraklık derecesinin belirlenmesi için kuraklık indisi, bir saha kurak ise de nemlilik derecesinin belirlenmesi için nemlilik indisi hesaplanmaktadır. Nemli alanlar Türkiye’nin % 56,4’ünü oluşturmakta ve 440.075 km² alan kaplamaktadır (Tablo8). Bu alanlar içerisinde “r” sınıfında yer alan ve su noksanı olmayan ya da çok az olan sahalar, Doğu Karadeniz Bölümü’nün kıyı ve dağlık kesiminde, Orta Karadeniz Bölümü’nde Ordu ve Giresun kıyı şeridinde, Batı Karadeniz’de Kocaeli-Amasra arasındaki kıyı şeridinde ve Küre Dağları yüksek kısımları ile Uzunhüseyin-Sarıçeçik Dağı çevresinde, Ilgaz Dağları zirvelerinde ve Uludağ zirvesi çevresinde görülmektedir (Şekil 6).

Tablo8: Bölgelere göre Thornthwaite nemlilik-kuraklık indis sınıflarının alanları ve oranları.

Bölge / K-N IND	Nemli İklimler (Ia)				Kurak iklimler (Ih)		Toplam
	r	s	s2	d	s	s2	
Karadeniz Bölgesi	19.982	68.463	10.791	10.244	23.556	1.712	134.748
%	14,8	50,8	8,0	7,6	17,5	1,3	100
Marmara Bölgesi	232	11.731	36.659	174	3.315	10.083	62.194
%	0,4	18,9	58,9	0,3	5,3	16,2	100
Ege Bölgesi	10	3.866	55.791	1.201	5.018	15.683	81.569
%	0,0	4,7	68,4	1,5	6,2	19,2	100
Akdeniz Bölgesi	0	1.144	83.112	357	4.602	20.963	110.178
%	0,0	1,0	75,4	0,3	4,2	19,0	100
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	0	0	11.052	1.611	11.087	37.239	60.989
%	0,0	0,0	18,1	2,6	18,2	61,1	100
Doğu Anadolu Bölgesi	10650	17007	104489	3592	11281	20469	167.488
%	6,4	10,2	62,4	2,1	6,7	12,2	100

3.4. Pe Oranı

Hesap edilen potansiyel buharlaşma değerlerine göre Türkiye’de denizel alanlardan en karasal alanlara kadar 7 farklı sınıf mevcuttur. Tam denizel olarak nitelendirebileceğimiz **a'** sınıfındaki alanlar Türkiye’de bulunmamaktadır. **b'4** sınıfı olarak tanımlanan ve denizel şartlara yakın olan sahalar Türkiye’nin % 0,1’lik kısmını kaplamakta (Tablo9), İskenderun güneyinde, Ası Deltası’nda, Bozcaada’da, Manavgat çevresinde, Akçakoca çevresinde ve Doğu Karadeniz’de Çoruh Vadisinin belli bir kesiminde dağılışı göstermektedir (Şekil 6).

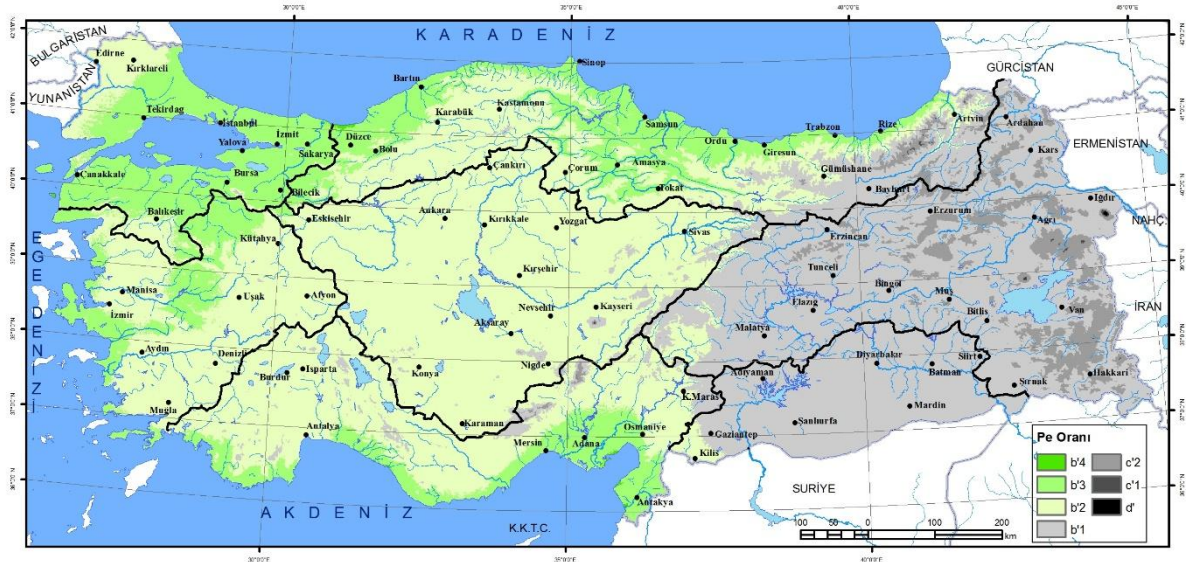
Yarı denizel **b'3** sınıfta yer alan sahalar tüm kıyılarımız boyunca uzanmakta ve Türkiye’nin % 17,8’ini kaplamaktadır. Bu alanlar, Orta Karadeniz’de Yeşilirmak ve Kızılırmak vadileri ile bu vadilerinde ve bu vadiler boyunca uzanan depresyonlarda (Kelkit ve Devrez Oluğu, Osmancık, Merzifon, Zile, Tokat) da görülmekte, denizel etki iç bölgelere girmektedir. Marmara Bölgesi’nde Güney Marmara, Çatalca-Kocaeli bölümlerinin hemen hemen tamamını kaplamakta, Yıldız Dağları ve Ergene Havzası’nın batısında yerini hafif denizel koşullara bırakmaktadır (Şekil 6).

Tablo9: Bölgelere göre Thornthwaite PE oranı sınıflarının alanları ve oranları.

Bölge / PE Oranı	b'4	b'3	b'2	b'1	c'2	c'1	d'	Toplam
Karadeniz Bölgesi	228	46.458	60.685	23.759	3.525	91	2	134.748
%	0,2	34,5	45,0	17,6	2,6	0,1	0,0	100
Marmara Bölgesi	77	46.800	15.256	61	0	0	0	62.194
%	0,1	75,2	24,5	0,1	0,0	0,0	0,0	100
Ege Bölgesi	0	20.561	60.881	127	0	0	0	81.569
%	0,0	25,2	74,6	0,2	0,0	0,0	0,0	100
Akdeniz Bölgesi	200	24.474	77.417	7.594	484	9	0	110.178
%	0,2	22,2	70,3	6,9	0,4	0,0	0,0	100
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	0	0	2.265	58.718	6	0	0	60.989
%	0,0	0,0	3,7	96,3	0,0	0,0	0,0	100
Doğu Anadolu Bölgesi	0	0	4818	134.901	27.552	178	39	167.488
%	0,0	0,0	2,9	80,5	16,5	0,1	0,0	100
İç Anadolu Bölgesi	0	480	154.155	7.083	72	6	0	161.796
%	0,0	0,3	95,3	4,4	0,0	0,0	0,0	100
Türkiye	505	138.773	375.477	232.243	31.639	284	41	778.962
%	0,1	17,8	48,2	29,8	4,1	0,0	0,0	100

Türkiye’de PE oranına göre en geniş alan kaplayan sahalar **b'2** (% 48,2) ve **b'1** (% 29,8) indisine karşılık gelen ve yarı denizel ile yarı karasal olarak belirtebileceğimiz sahalardan meydana gelmektedir (Tablo9). İç Anadolu Bölgesi’nin yüksek kısımları haricindeki kısımları, Batı Karadeniz’in yüksek kısımları, İç Ege bölümünün çok büyük bir kısmı, Akdeniz Bölgesi’nde kıyı ve yüksek dağlık kuşak haricindeki tüm alanları yarı denizel (**b'2**) şartlara sahiptir (Şekil 6).

Karasal alanlar içindeki **b'1** hafif karasal sahalar Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin çok yüksek kesimleri haricindeki tüm alanlarını kaplamaktadır. Akdeniz Bölgesi’nde Aladağlar ve Bolkar Dağları, büyük bir kısmını, Geyik Dedegöl Dağlarının ise sınırlı alanlarını kaplayan hafif karasal alanlar, kuzeydoğu anadoluda Doğu Karadeniz Dağlarına kadar genişlemekte, Çoruh Havzası’nın Artvin kuzeyi haricindeki tüm kısımlarında görülmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde Kilis çevresi, Doğu Anadolu Bölgesi’nde ise Afşın Elbistan Ovaları hafif denizel şartlara sahip alanlar olarak bölgelerin genel karakterlerinden ayrılmaktadır (Şekil 6).

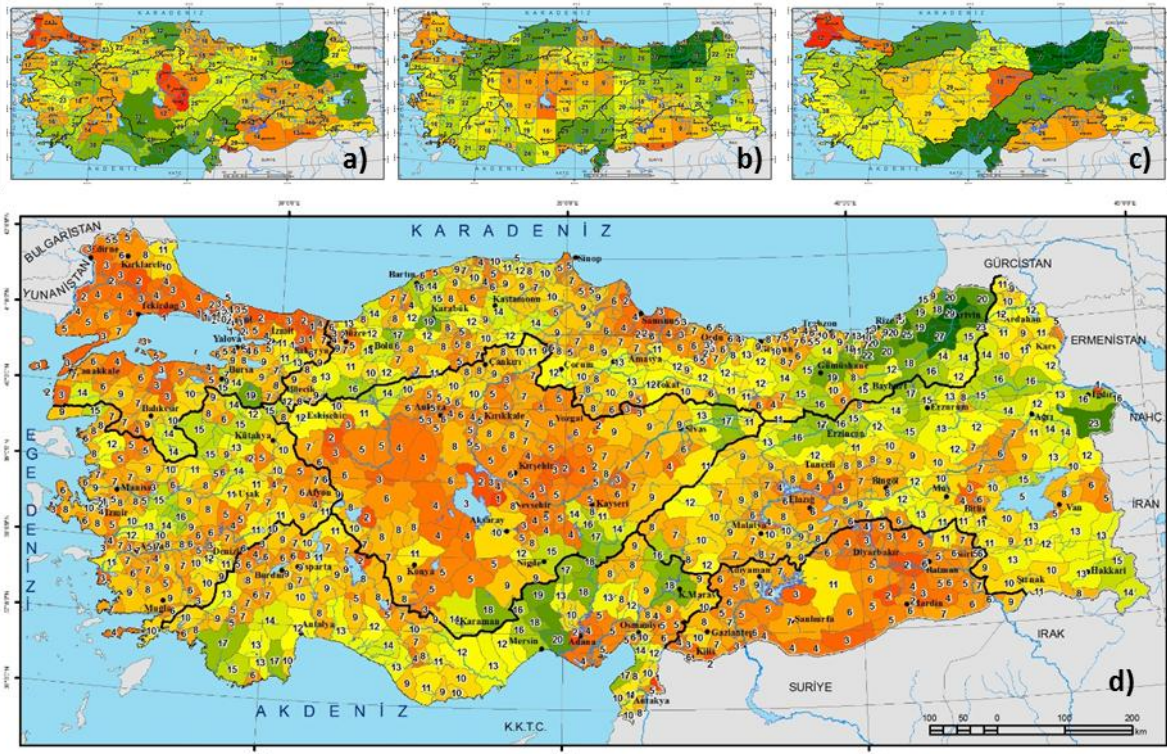


Şekil 6: Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Türkiye’de PE Oranı Sınıfları

En şiddetli karasalğüfede eden **d'** sınıfındaki sahalar Türkiye'nin sadece bir noktasında, Ağrı Dağı zirve kesimlerinde belirlenmiştir (Tablo9). Şiddetli karasal diğer bir sınıf olan **c'1** sınıfındaki sahalar, Ağrı ve Süphan Dağı zirvesinde görülürken, **c'2** sınıfındaki sahalar bu alanları çevrelemekte ve Tendürek Dağı zirvesinde, Aladağlar Zirvesi ve çevresinde, Yalınçam Dağları zirveleri çevresinde, Doğu Karadeniz Dağları zirve hatlarında, Karçal ve Erciyes Dağı zirvesinde belirlenmiştir (Şekil 6).

4. İklim Çeşitliliği Analizi

Çalışmada, Türkiye’de 233 tip Thornthwaite tümleşik iklim sınıfı tespit edilmiştir. Bu açıdan bakıldığında Türkiye iklim çeşitliliğinin yüksek olduğu bir alandır. En yüksek iklim çeşitliliği Karadeniz Bölgesi’nde (109) görülmekte, onu sırasıyla Doğu Anadolu (101), Akdeniz (81), Ege (61), İç Anadolu (51), Marmara (49) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi (36) takip etmektedir. Bu sıralanış, yükselti farklılığı, yılma derecesi, bakı gibi faktörlerin iklim çeşitliliği üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 7: Çeşitli sınırlara göre Türkiye’de iklim çeşitlilikleri

Çalışmada Türkiye’de iklim çeşitliliği farklı ölçeklerde incelenmiş ve her ölçekte yaklaşık sonuçlara ulaşılmıştır. Bölümlere göre incelendiğinde Türkiye’de en fazla Thornthwaite tümleşik iklim sınıfı Doğu Karadeniz Bölümü’nde (77) görülmekte, Adana Bölümü ise (71) çok az bir farkla onu takip etmektedir. Ergene (12) ve Yıldız Dağları (13) Bölümler iklim çeşitliliğinin diğer bölümlere göre az olduğu yerlerdir (Şekil 7c).

İklim çeşitliliği iller ölçeğinde değerlendirildiğinde, bölümlere benzer şekilde en yüksek iklim sayısı Artvin’de (45) belirlenmiş, onu sırasıyla Erzurum (39), Rize (36), Trabzon (35) ve Mersin takip etmiştir. İklim çeşitliliği en düşük iller ise sırasıyla Nevşehir (6), Edirne (8), Kilis (8), Kırıkkale (8) ve Yalova (8) olmuştur (Şekil 7a). Bu durumun ortaya çıkmasında illerin yüzölçümü ve topografik özellikleri etkili olmuştur. İklim çeşitliliği açısından ilçeler incelendiğinde en fazla iklimin görüldüğü yerin Artvin Merkez ilçe (29) olduğu görülmektedir. Artvin’i Yusufeli (27), Çamlıhemşin (25), Ardanuç (23) ve Doğubeyazıt (23) takip etmektedir. Akdeniz kıyı kesimindeki ilçelerin genellikle güney kuzey yönlü uzanması nedeniyle iklim çeşitliliği Karadeniz kıyı kesimindeki ilçelerden daha fazladır. Çok farklı iklim tiplerinin görüldüğü ilçeler yanında tek iklim tipinin görüldüğü birçok ilçe bulunmaktadır. Bu ilçelerin çoğu büyükşehirler içerisinde kalmakta ya da tüm alanı ova gibi tek bir morfolojik ünite de bulunan ilçelerde karşımıza çıkmaktadır (Şekil 7d).

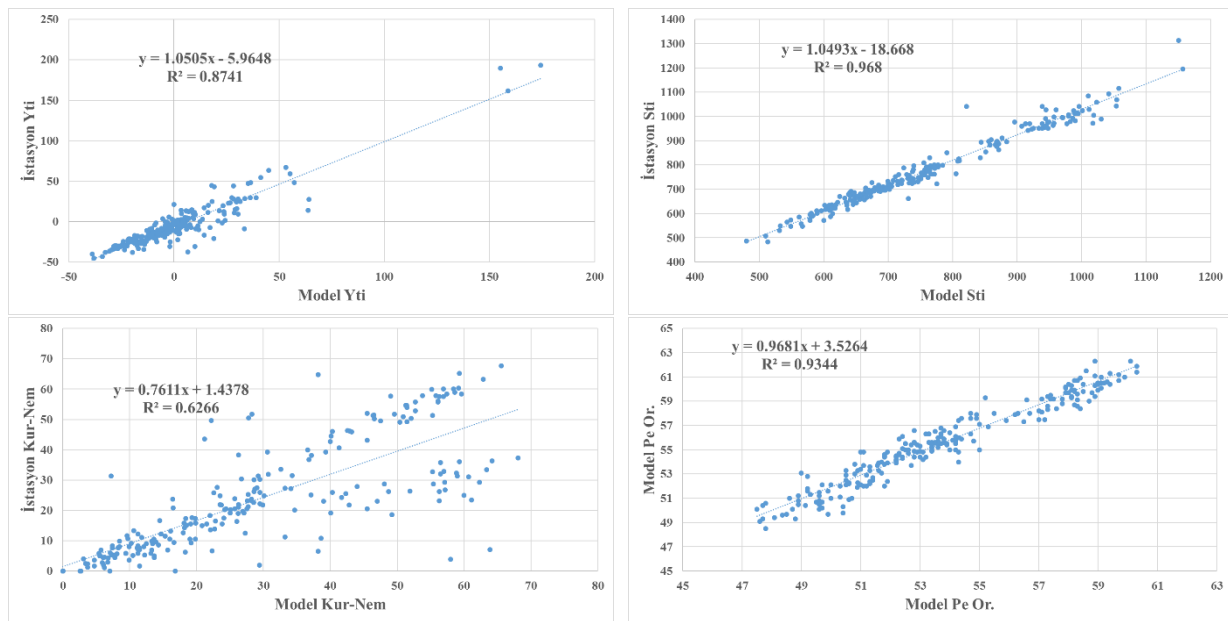
Bu çalışmada, Türkiye $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ derecelik grid karelerine bölünmüş ve beşeri sınırların olmadığı bir iklim çeşitlilik değeri elde edilmek istenmiştir. Bu şekilde elde edilen bütünleşik iklim sınıfları bölüm, il ve ilçe değerlerine benzerlik göstermiştir. $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ derecelik grid karelerinde en yüksek iklim çeşitliliği 43 olarak hesap edilmiş ve bu da Bayburt il merkezi’nin içinde bulunduğu, hem Erzurum hem de Rize illeri içinde yer alan 40° - 41° enlem ve 40° - 41° boylam değerine sahip karede belirlenmiştir (Şekil 7b).

5. İstasyon Verileri ile Kullanılan Model Verilerinin Karşılaştırılması

Çalışmada, kullanılan 1 kilometrelik veri setinin geçerliliği MGM verileri ile test edilerek sınanmıştır. Bu amaçla Türkiye’de bulunan meteoroloji istasyonlarının Thornthwaite iklim sınıflandırmaları hesap edilmiştir. Elde edilen hesaplama sonuçları ile model verileri kullanılarak elde

edilen ve istasyonun konumuna denk gelen noktaların sonuçları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma yapmak için doğrusal regresyon uygulanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre doğrulama katsayısı (R^2) tüm değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermiştir. Doğrulama katsayısı, yağış etkinlik indisinde 0,87, sıcaklık tesiri indisinde 0,97, kuraklık-nemlilik indislerinde 0,63 ve PE oranında 0,93 olarak hesap edilmiştir. Regresyon eğimi de yağış etkinlik ve sıcaklık tesiri indisinde 1,05, kuraklık-nemlilik indisinde 0,76, PE oranında ise 0,97 bulunmuştur (Şekil 8). Kuraklık ve nemlilik indisleri birleştirilerek yapılan regresyon analizinde doğrulama katsayısı için düşük değerler elde edilmiş, ayrılarak yapılan analizde ise, kuraklık indisi için R^2 değeri 0,96 ve regresyon eğimi 0,98 olarak hesap edilmiş, nemlilik indisinde R^2 değeri 0,91 regresyon eğimi de 0,95 bulunmuştur. Bu değerlere bakılarak, model verileri ile üretilen iklim sınıflarının istatistiksel olarak kullanılabilir olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 8: 1 km'lik model verisi sonuçları ile istasyon verilerine göre elde edilen sonuçların regresyonları (Solüst-Yağış etkinlik indisi, sağüst-sıcaklık tesiri indisi, sol alt-kuraklık ve nemlilik indisi, sağalt-PE oranı)

Sonuç

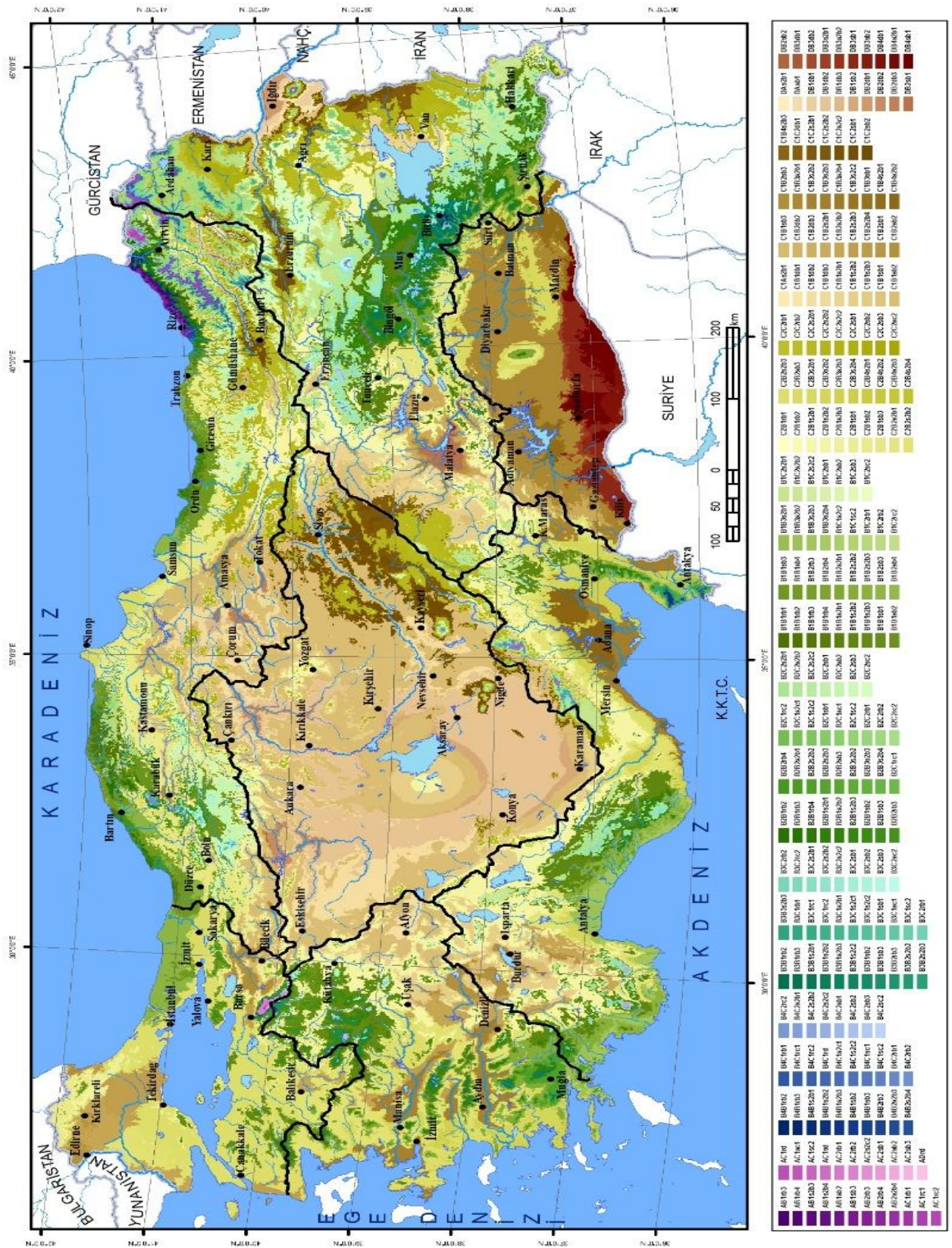
Türkiye'de 8 farklı yağış etkinlik ve sıcaklık tesiri indisinin, 6 farklı kuraklık ve nemlilik indis sınıfının, 7 farklı potansiyel buharlaşma indis sınıfının olduğu belirlendiği çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Türkiye'nin ancak % 0,4 çok nemli, % 26,8'i nemli, % 31,6'sı yarı nemli, % 33,2'si kurak-yarı nemli % 8,5'i ise yarı kurak alanlardan oluşmaktadır. Yarı kurak alanlar Güneydoğu ve İç Anadolu Bölgeleri'nde geniş alan kaplamaktadır.
- Türkiye'de megatermal alanlar sadece Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin belli bir bölümünde yayılmış göstermektedir. Türkiye'nin % 69,4'ü mezotermal, % 20,6'sı ise mikrotermal alanlardan oluşmaktadır. Çok dar bir alanda ise tundra özelliğindeki sahalardan oluşmaktadır.
- Türkiye'nin % 66,1'i denizel ya da denizel iklimlere yakın özellikler gösteren alanlardan geriye kalan % 33,1'lik kesim karasal ya da karasal iklime yakın özellikteki sahalardan oluşmaktadır.
- Türkiye'nin % 40,9'u yazın şiddetli su açığı çekmektedir. İçerisine kurak alanlar da eklendiğinde bu oran % 82,5'e ulaşmaktadır. Hem yaz hem de kış döneminde herhangi bir su eksikliği olmayan saha tüm ülkenin ancak % 4'ünü oluşturmaktadır.

- Dünya’da Thornthwaite iklim sınıflamasına göre maksimum iklim sınıfı sayısı 3240 olarak belirlenmiştir (9-Yağış Etkinlik İndis Sınıfı*9-Sıcaklık Tesiri İndis Sınıfı*5-Kuraklık-Nemlilik İndis Sınıfı*8-PE Oranı Sınıfı=3240 Tümüleşik İklim İndis Sınıfı). Türkiye’de 233 farklı tümleşik indis sınıfının yer alması, iklim çeşitliliğinin fazla olduğunu göstermektedir. Bu değer oranlanırsa tüm ihtimallerin % 7’si kadar iklim sınıfının Türkiye’de olduğunu anlaşılmaktadır.
- Üretilen indislerin birleştirilmesi ile elde edilen sonuca göre Türkiye’de toplam 233 farklı Thornthwaite iklim sınıfı bulunmaktadır (Şekil 9). Bu değer yüksek olması, iklim, habitat ve ekosistem çeşitliliğini artırmakta Türkiye’nin her yerini bir diğerinden farklı kılmaktadır. Bu durum da farklı doğal süreçlerin çalışmasını ve farklı olay-durumların gelişmesine neden olmaktadır.
- İklim çeşitliliğinin fazla olmasında kısa mesafede büyük yükseklik farklılıklarının bulunması, yarıma derecesi, bakı faktörünün daha hakim olduğu, Türkiye’nin bir yarımada ülkesi olması nedeniyle oluşan termik özelliklerin enlem faktörünün etkisini azalttığı saptanmıştır. Mikrotermal alanların daha çok Doğu Anadolu Bölgesi’nde yayılması, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde kurak-yarı nemli alanların yayılışı ile bölge sınırları arasındaki uyum dikkat çekicidir. İçbatı Anadolu ile Kıyı Ege bölümlerini oluşturan sınır B’1 ve B’2 mezotermal alanları ayıran sınırla büyük oranda çakışmaktadır. Bu durum iklim tipleri ve bölge sınırlarının büyük oranda topografik koşullardan etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen sonuçlar bazı tarım ürünlerinin ve bazı bitki türlerinin dağılışında (OGM, 2013) etkili olduğu fark edilmiş, bunlar da aşağıda sıralanmıştır.

- Türkiye’de fidan üretim alanlarının Sakarya ve çevresinde yoğun bir şekilde yapılmasında Akçakoca ve çevresinde görülen denizel şartlara sahip bir iklimin etkisi vardır.
- Muz üretimi Türkiye’nin Alanya-Gazipaşa arasında yapılmaktadır. Bu alanlara yakın yerler çalışmada denizel alanlar olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla, diğer denizel iklime sahip (Asi Deltası, İskenderun güneyi, Akçakoca, Çoruh Vadisi) alanlarda da muz üretimi için yapılabilir.
- Doğu Anadolu Bölgesi’nde nemli olarak belirtilen sahalar genel olarak saf meşe meşçeresi dağılışı ile paralellik göstermektedir.
- Kızılağaç alanları ile nemli ve sıcak sahaların çakıştığı Karadeniz kıyı şeridi örtüşmektedir.
- Kayın ve gürgen ağacı ile yazın su açığı olmayan ya da az olan nemli sahalar arasında büyük benzerlik bulunmaktadır.



Şekil 9: Türkiye Thornthwaite Tümüleşik İklim Sınıfları Haritası

Kaynaklar

- Akbaş, A. (2014). Türkiye Üzerindeki Önemli Kurak Yıllar. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(2), 101-118.
- Akman, Y. (1990). *İklim ve Biyoiklim*. Ankara: Palme Yayın Dağıtım.
- Ardel, A., Kunter, A., & Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji tatbikatı*. Taş Matbaası.
- Atalay, İ. (2010). *Uygulamalı Klimatoloji*. İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Birsoy, Y., & Ölgen, K. (1992). Thomthwaite Yöntemi İle Su Bilançosunun ve İklim tipinin Belirlenmesinde Bilgisayar Kullanımı. *Ege Coğ. Der.*, 6, 153-178
- Çiçek, İ. (1995). Türkiye'de Kurak Dönemin Yayılışı ve Süresi (Thomthwaite Metoduna Göre). *Türkiye Coğrafyası Ar. ve Uj. Mer. Der.*, 4, 77-102.
- Çiçek, İ. (1996). Thorthwaite Metoduna Göre Türkiye'de İklim Tipleri. *Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 12, 33-71.
- Çiçek, İ. (2000). Türkiye'de Termik Dönemlerin Yayılışı ve Süreleri. *Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 40(1-2), 189-212.
- Çiçek, İ. (2001). Türkiye'de Günlük Yağış Şiddetleri ve Frekansları. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 8, 27-48.
- Çiçek, İ., & Ataoğlu, M. (2009). Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1), 51-64.
- Darkot, B. (1943a). Türkiye'de Sıcaklık Derecelerinin Dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi*, 1, 23-35.
- Darkot, B. (1943b). Türkiye'de Yağışların Dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi*, 2, 137-159.
- De Martonne, E. (1942). Nouvelle carte mondial de l'indice d'aridité. *Annales de Géographie*, 241-250.
- Demirsoy, A. (2002). *Genel Zoocoğrafya ve Türkiye Zoocoğrafyası*. Ankara: Meteksan A.Ş.
- Elilibüyük, M., & Yılmaz, E. (2012). Türkiye'de Sıcaklık Mevsimlerinin Ana Morfolojik Ünitelere Göre Değişimi 1: Ovalar ve Havzalar. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 10(2), 165-193.
- Emberger, L. (1955). Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. Bot. Fac. Sci. Montpellier*, 7, 3-43.
- Erinç, S. (1949). The Climates of Turkey According to Thornthwaite's Classifications. *Annals of the Association of American Geographers*, 39(1), 26-46.
- Erinç, S. (1951). Türkiye'de Kontinentalitenin Tesirleri. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 1 (2), 6-68.
- Erinç, S. (1957). *Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları*. İstanbul: İTÜ Hidroloji Enst. Yay. S:2
- Erinç, S. (1965). *Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis*. İstanbul: İ.Ü. Coğ. Enst. Yay. N: 41.
- Ertürk, A. K., & Bayar, F. A. (1984). *Türkiye'nin İklim Tasnifi - Erinç Kuraklık İndisine Göre*. Ankara: DMİGM.
- Feddema, J. J. (2005). A Revised Thornthwaite-Type Global Climate Classification. *Physical Geography*, 26(6), 442-466. doi:10.2747/0272-3646.26.6.442
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25(15), 1965-1978. doi:10.1002/joc.1276
- Karabulut, M. (2006). NOAA AVHRR Verilerini Kullanarak Türkiye'de Bitki Örtüsünün İzlenmesi ve İncelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(1), 29-42.
- Köppen, W. (1918). Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Classification of climates according to temperature, precipitation and seasonal cycle). *Petermanns Geogr. Mitt*, 64, 193-203.
- Köppen, W., & Geiger, R. (1954). *Klima der Erde (Climate of the earth) Wall Map*. Gotha: Klett-Perthes.

- MGM. (2015). İklim Sınıflandırmaları. *Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Klimatoloji Şube Müdürlüğü*, http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf.
- Nişancı, A. (1975). *Sıcaklık Dağılımları ve Hava Durumlarına Bağlılıkları İçinde Türkiye'nin Yağış Şartlarının İncelenmesi* (Vol. 73). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- NOAA. (2015). PSD Gridded Climate Datasets. <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/tables/monthly.html>.
- OGM. (2013). *Orman Atlası*. Ankara: Orman Genel Müdürlüğü, Bilgi Sistemleri Dairesi Başkanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü.
- Sezer, L. İ. (1990). Türkiye'de Ortalama Yıllık Sıcaklık Farkının Dağılışı ve Kontinentalite Derecesi Üzerine Yeni Bir Formül. *Ege Coğrafya Dergisi*, 5(110-159).
- Strahler, A. N. (1970). *Principles of Physical Geology*. New York: John&Wiley Sons.
- Temuçin, E. (1990). Aylık Değişme Oranlarına Göre Türkiye'de Yağış Rejim Tipleri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 5, 160-183.
- Thornthwaite, C. W. (1948). An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review*, 38(1), 55-94.
- Trewartha, G. T. (1968). *An introduction to climate*. New York: McGraw-Hill.
- Tümertekin, E. (1955). Türkiye'de Kuraklık Süresinin Coğrafi Dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi*, 12 (15-16), 145-150.
- Tümertekin, E., & Contürk, H. (1960). Türkiye'de Yıllık Yağışlar. *Türk Coğrafya Dergisi*, 16 (20)(51-64).
- Türkeş, M. (1990). *Türkiye'de Kurak Bölgeler ve Önemli Kurak Yıllar*. (PhD), İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Extended English Abstract

Turkey is located in the medium condition mathematically and in the temperate climate zone. Consisting of two peninsulas, Turkey has many different ecosystems and climates due to the reason that it is surrounded by seas and due to its topographical characteristics. The air masses that affect Turkey and its close surrounding and their seasonal frequencies increase this diversity much more. Turkey is an area that has high plant diversity with its herbaceous formations, shrubs and forest cover (Karabulut, 2006). The effect of the plant migrations that occurred in the glacial epoches continued also in the interglacial epoch and the biological diversity in Turkey increased. The reason for the biodiversity to be high is that Turkey is a site that has very different ecosystems and its geographical position and topographical conditions, its characteristics both in the past and on today make Turkey a very essential part of the world living being composition (Demirsoy, 2002).

The Thornthwaite climate class analyses for Turkey were performed by Erinç (1949) for the first time. The limitedness of the station data prevented the study from achieving the desired results. The more detailed version of the study was carried out by Çiçek (1996) according to the data of 202 meteorological stations and their maps were created. A similar analysis was performed by MGM (2015) and the results of the stations located in the city center were published. The analyses performed and the maps created in the last two studies were based on the station data and the other factors on the dispersion were disregarded. Moreover Birsoy and Olgen (1992) developed the software that makes the Thornthwaite climate classification in the computer environment. The inability to create a detailed weather map in Turkey is associated with the lack of the detailed data with regard to especially precipitation and other climatic elements.

A weather map which is large-scale and which has the up-to-date and climatic variables is not available in Turkey. In this study, it is aimed to create a weather map which is large-scale, which is detailed and which has the topographical effects. In the study, the Thornthwaite climate

classification was adopted as method and, by this means, both precipitation effectiveness index and temperature effect index and drought-moistness conditions and maritime-continentality status were tried to be revealed. All index values were combined and “**the integrated climate class map**” was created. The data created was processed as both raster and vector in the computer environment and these data files were also submitted to the users in the internet environment (www/-----/edu.tr – when the article is published, the website address will be added).

The measurement and recording of the meteorological variables in a wide and systematic manner started with the Republic. However, that the station network is not at the sufficient frequency causes the occurrence of significant problems in the areal dispersion of the meteorological variables in Turkey where especially the altitude and exposure conditions change at short distance. In order to create an areal dispersion from the point data by eliminating this situation, various interpolation methods are used. Most of the precipitation and temperature models created by the interpolation techniques applied to the station data do not include the topography (exposure and altitude), maritime effects and variables such as latitude and the models created do not sufficiently reflect the diversity in Turkey. The models created by Elibuyuk and Yılmaz (2012) only reflect the temperature variables even though they are the models that can be used in terms of Turkey-wide. In the study carried out by Cicek and Ataol (2009) with regard to the water potential of Turkey, only the annual precipitation data was created even though the Schreiber formula was used in order to determine the effect of the altitude for precipitation. The maps created by the General Directorate of Meteorology (MGM) are based on the station interpolations. Although there are the temperature and precipitation models created by the international organizations, they are not at the sufficient resolution for Turkey (NOAA, 2015).

The monthly average temperature and precipitation data created by Hijmans, Cameron, Parra, Jones, and Jarvis (2005) provides options that will cover the entire world and that are at different positional resolution and can be downloaded from the website <http://www.worldclim.org/>. When the data was examined, it was seen that they can be usable for Turkey. Even though the characteristics contrary to the general progress in terms of precipitation in the surrounding of Cihanbeyli and North Aegean are observed, this situation remained as limited to the mentioned areas only (Figure 1, Figure 2). The models in the study specified were created at the resolution of 10, 5, 2,5 minutes and 30 seconds, the data of 30 seconds were used in this study, the data were converted into the data set of 1 km in the Lambert Conical Conformal projection for Turkey by projection change. In this way, the monthly average temperature and precipitation values of 805.000 points of Turkey were obtained. In order to test the validity of the data set used, the Thornthwaite climate classification of 275 stations was calculated by using MGM data and the two data set calculated were tested by the regression analysis (at the significancy level of $p < 0,05$) and the validity of the data set of 1 km was tested.

According to the results obtained, the recognition coefficient (R^2) provided statistically significant results in all variables. The recognition coefficient was calculated as 0,87 in the precipitation effectiveness index, 0,97 in the temperature effect index, 0,63 in the drought-moistness index and 0,93 in the PE rate. The regression gradient was found as 1,05 in the precipitation effectiveness and temperature effect indexes, 0,76 in the drought-moistness index and 0,97 in the PE rate (Figure 8). In the regression analysis which was performed by combining the drought and moistness indexes, low values were obtained for the recognition coefficient. In the analysis which was performed by separating the drought and moistness indexes, however, R^2 value was found as 0,96 and the regression gradient was calculated as 0,98 for the drought index and R^2 value was found as 0,91 and the regression gradient was calculated as 0,95 for the moistness index. Considering these values, it is revealed that the climate classes created with the model data are statistically usable.

The results obtained in the study in which it was determined that there are 8 different precipitation effectiveness and temperature effect indexes, 6 different drought and moistness index classes, 7 different potential evaporation index classes in Turkey are given as itemized below.

- Only 0,4% of Turkey is composed of perhumid, 26,8% humid, 31,6% semi-humid, 33,2% arid-semi-humid and 8,5% semi-arid areas. The semi-arid areas cover a wide area in the South East and Central Anatolia Regions.
- The megathermal areas are dispersed only in a specific part of the Southeast Anatolia Region in Turkey. 69,4% of Turkey is composed of mesothermal areas and 20,6 % from microthermal areas. In a very narrow area, however, there exist the sites having the characteristics of tundra.
- 66,1% of Turkey is composed of maritime areas or the areas having the characteristics close to the maritime climates and the remaining 33,1% from the continental areas or the areas having the characteristics close to the continental climate.
- 40,9% of Turkey suffers from severe water deficit in summer. This rate reaches to 82,5% when the arid areas are added into it. The site which has not any water deficit in both summer and winter constitutes only 4% of the entire country.
- The maximum number of the climate classes was determined as 3240 according to the Thornthwaite climate classification in the world (9-Precipitation Effectiveness Index Class*9-Temperature Effect Index Class*5-Drought-Moistness Index Class*8-PE Rate Class=3240 Integrated Climate Index Class). The presence of 233 different integrated index classes in Turkey shows that the climate diversity is high. It is understood that if this value is proportioned, the climate classes at the rate of 7 % of all possibilities are present in Turkey.
- According to the result obtained by the combination of the indexes created, there are 233 different Thornthwaite climate classes in total in Turkey (Figure 9). That this value is high increases the climate, habitat and ecosystem diversity and makes every part of Turkey different from each other. This situation causes that different natural processes work and different incident-events develop.
- It was found that the presence of huge altitude differences at the short distance, cleavage degree and exposure factor are dominant in the high climatic diversity and that the thermal characteristics that occurs due to the reason that Turkey is a peninsula country reduces the effect of the latitude factor. The dispersion of the microthermal areas mostly in the East Anatolia Region, the dispersion of the arid-semihumid areas in the Central Anatolia and Southeast Anatolia and the consistency between the region borders are striking. The border that forms the Central-West Anatolia and Coastal Aegean regions substantially coincides with the border that separates the mesothermal areas B'1 and B'2. This situation reveals that the climatic types and region borders are substantially affected by the topographical conditions.