



TÜRKİYE'DE KÖPPEN-GEIGER İKLİM TİPLERİNDEKİ ZAMANMEKANSAL DEĞİŞİMLER

SPATIOTEMPORAL CHANGES OF KÖPPEN-GEIGER CLIMATE TYPES IN TURKEY

Erkan YILMAZ

Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, erylilmaz@ankara.edu.tr

İhsan ÇİÇEK

Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ihsan.Cicek@ankara.edu.tr

Makale Bilgisi

Gönderildiği tarih: 20 Şubat 2019
Kabul edildiği tarih: 9 Nisan 2019
Yayınlanma tarihi: 25 Haziran 2019

Article Info

Date submitted: 20 February 2019
Date accepted: 9 April 2019
Date published: 25 June 2019

Anahtar sözcükler

Türkiye; İklim Değişimi; Köppen-Geiger İklim Tipleri

Keywords

Turkey; Climate Change; Köppen-Geiger Climate Types

DOI: 10.33171/dtcfjournal.2019.59.1.9

Öz

Küresel ölçekte yapılan iklim projeksiyonlarına göre Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz havzasında sıcaklıkların 21. yüzyıl sonuna doğru 4-6 °C civarında artacağı tahmin edilmekte, yağışın ise azalacağı öngörülmektedir. Ölçek küçültme yöntemiyle bölgesel iklim projeksiyonları da benzer sonuçlar vermektedir. Türkiye'de iklim elemanlarındaki eğilimleri araştıran çalışmalarda da özellikle yaz aylarındaki sıcaklık artışının çok belirgin olduğu, yağışta ise azalışların görüldüğü bilinmektedir. Bu çalışmada ise iklim değişkenindeki eğilim yerine, Köppen-Geiger iklim tiplerindeki 1971-2010 yılları arasındaki zamanmekansal değişimler incelenmiştir. Bu amaçla, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM) 183 istasyonuna ait aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verileri elde edilmiş ve her yıl için Köppen-Geiger iklim tasnifleri yapılmış ve iklim tiplerinin görüldüğü istasyon sayılarındaki eğilimler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, özellikle Akdeniz iklimi olarak belirtilen yazı kurak ve sıcak ılıman iklim olan Csa tipi iklimde zamansal artış ve mekânsal genişleme eğilimleri belirlenmiştir. Bunun tersi olarak da D sınıfı soğuk iklim bölgelerinde daralmaların tespit edildiği çalışma, dünyanın başka bölgelerinde yapılan çalışmalarla benzer değişimlerin olduğunu göstermiştir. Elde edilen bulguların yorumlanması ile Köppen-Geiger iklim sınıflandırması açısından Türkiye için ana ve anahtar iklim tiplerinin olduğu anlaşılmıştır. Çalışmanın sonucunda ayrıca Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasının sadece iklim tipi ve iklim eğilimi belirleme yönüyle değil, kurak ve nemli dönemlerin tespitinde de kullanılabileceği anlaşılmıştır.

Abstract

According to climate projections made on a global scale, the Mediterranean basin in which Turkey located is estimated to increase 4-6 °C temperature by the end of the 21. century and the rainfall is projected to decrease. With downscaling methods, regional climate projections also provide similar results. In studies researching trends in climate elements in Turkey, especially in the summer months, the temperature increase is very evident, and precipitation is known to be seen in the decreases. In this study, temporal spatial changes between the years 1971-2010 in the Köppen-Geiger climate are examined instead of the trend in climate change. For this purpose, the average monthly temperature and monthly rainfall data for the 183 station of the Meteorological Directorate (MGM) were obtained and the Köppen-Geiger climate was classified for each year and trends in these numbers were explored. According to the results, temporal increase and spatial enlargement tendencies have been determined in the Csa, especially the Mediterranean climate. Conversely, the study of narrowing in the D-class cold climatic regions showed that similar changes have been made in other parts of the world. With the interpretation of the findings obtained, it is understood that the main and key climate types for the Köppen-Geiger climate classification are turkey. As a result of the study, it was also understood that the Köppen-Geiger climate classification could be used not only for climate type and climate trend determination, but also in the determination of dry and humid periods.

Giriş

Dünyada en yaygın kullanılan iklim tasnifi, Köppen-Geiger iklim sınıflandırma sistemidir (Carvalho ve diğerleri; Yılmaz ve Çiçek; Pidwinry; Sarfaraz, Hasan Arsalan ve Fatima). Bu sınıflandırma sistemi hem günümüz iklim tiplerinin tanımlanması (Kotteck ve diğerleri; Peel, Finlayson ve McMahon) hem de geçmişteki iklim

şartlarının günümüzle karşılaştırılması amacıyla kullanılmaktadır (Becker ve diğerleri; Deliège ve Nicolay; Rohli). İklim modelleri sonuçlarının, referans periyotla farklarının karşılaştırılmasında da Köppen-Geiger iklim tasnifinden yararlanılmaktadır (Akın ve diğerleri.; Wu, Jiang, ve Dai; Engelbrecht ve Engelbrecht). Sınıflandırmanın sadece iklimsel değil aynı zamanda bitki örtüsü ile de uyumlu olması, tercih edilmesinde etkin rol oynamaktadır (Ishitsuka, Ohno ve Sakamoto 1). Çeşitli canlıların potansiyel yaşam alanlarının belirlenmesi içinde bu sınıflandırma kullanılabilir (Brugger ve Rubel).

Köppen-Geiger iklim sınıflandırması ile ilgili çok sayıda eğilim ve öngörü çalışması bulunmaktadır. Bunlardan Chen ve Chen tarafından yapılan çalışmada, 1901-2010 yılları arasında, küresel ölçekte, belli dönemler için elde edilen Köppen-Geiger iklim tasnifi sonuçlarına göre dünyadaki iklimler değişmekte, iklim tiplerinde dönemler arasında farklılıklar saptanmıştır. Aynı çalışmada, B tipi kurak iklimlerin alanlarını genişlettiği, EF tipindeki donmuş sahaların ise alanlarında daralmalar olduğu tespit edilmiştir. Akdeniz Havzası için yapılan projeksiyonların değerlendirilmesiyle elde edilen bilgilere göre önümüzde yüzyılın sonunda, Cs (Akdeniz iklimi) alanları A2 emisyon senaryosuna göre 100 bin km², B2 emisyon senaryosuna göre ise 78 bin km² artacağı belirlenmiştir (Gao ve Giorgi). Arktik bölge ve çevresindeki değişimlerin analizinde, değiştirilmiş Köppen-Geiger iklim tasnifi kullanılmış ve ısınmaya bağlı bitki örtüsü değişimi olduğu anlaşılmıştır (Wang ve Overland). Çin için yapılan iklim projeksiyonlarında, A tipi iklimler alanlarını genişletirken, B tipi iklimler sabit kalmakta ve C tipi ılıman iklim bölgelerinin alansal oranı artmaktadır. D tipi soğuk iklimlerde değişim tek bir eğilim yönünde değilken E tipi iklimler sürekli olarak azalmaktadır (Wu, Jiang, ve Dai). Güney Afrika için yapılan Köppen-Geiger iklim projeksiyonlarında, sıcak çöl alanlarının artarken, soğuk çöllerin azaldığı aynı şekilde sıcak step bölgesinin soğuk step sahasına doğru genişleyeceği, ılıman iklim bölgesinin tropikal savan ve sıcak çöl alanlarına dönüşeceği, bu durum da yağış rejimlerinde değişme olacağı ve bunun da bitki dağılımına etki edeceği belirtilmektedir (Engelbrecht ve Engelbrecht).

Türkiye’de bölgesel iklim modellerine göre projeksiyonlar oluşturulmuş ve 21. yy için öngörüler yapılmıştır (Akçakaya ve diğerleri; Gürkan ve diğerleri.; Önel ve Semazzi). Yapılan öngörüler, küresel iklim modellerinin ölçek küçültme yöntemiyle gerçekleştirilmiş, yağış, sıcaklık, nem gibi iklim değişkenlerinin tek başlarına gelecekte alabilecekleri değerler, çeşitli senaryolara göre üretilmiştir. Küresel ölçekte de bu değişkenlere ait öngörüler benzer şekilde üretilmektedir (Ipcc). 1926 yılından

günümüze kadar MGM'ye bağlı meteoroloji istasyonlarında ölçülen değerlerin de çeşitli analizleri yapılarak, değişkenlerdeki eğilimler de incelenmiştir. Türkiye'de sıcaklıklarda (Aykır; Erlat ve Türkeş, "Türkiye Rekor Maksimum... "; İçel ve Ataol), yağışlarda (Çiçek ve Duman; Çoban; Türkeş, Koç ve Sarış) eğilimler çeşitli yöntemlerle analiz edilmiş ve bulguları ortaya konulmuştur. İklim değişiminin fenolojik şartlara etkisine yönelik de çalışma yapılmıştır (Türkoğlu, Çiçek ve Şensoy). İklim elemanlarındaki değişkenliği inceleyen çalışmalarda mevcuttur (Yılmaz ve diğerleri). Bu çalışmalar sadece belli iklim değişkenlerindeki eğilimleri ölçmeyi amaçlamıştır.

Akın ve diğerleri tarafından farklı iklim model sonuçlarına göre Türkiye'de 2011-2100 yılları arasındaki Köppen-Geiger iklim bölgelerindeki değişimini incelediği çalışmada, 21. yüzyıl ikinci yarında, Türkiye ve çevresindeki sahalarda, kar yağışlarının olduğu, ılıman iklim tiplerinin azalacağı, sıcaklık artışına bağlı olarak kurak iklimlerin artacağını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, Türkiye'deki 183 meteoroloji istasyonunun 1971-2010 yılları arasındaki dönemde, her yıla ait, Köppen-Geiger iklim tasnifleri yapılmış, bu tasniflere bağlı olarak haritalar üretilmiş, zaman içindeki mekânsal iklim değişimi analiz edilmiştir. Her yıla ait iklim sınıfları sayılmış, bu sayılardaki zamansal değişim analiz edilmiştir. Bu sayede;

- a) Her yıla ait Köppen-Geiger iklim haritaları üretilmiş;
- b) Kurak ve soğuk iklim sınıflarının genişlediği ve daraldığı dönemler belirlenmiş,
- c) İklim tiplerinin zaman içerisindeki eğilimleri ortaya konulmuştur.

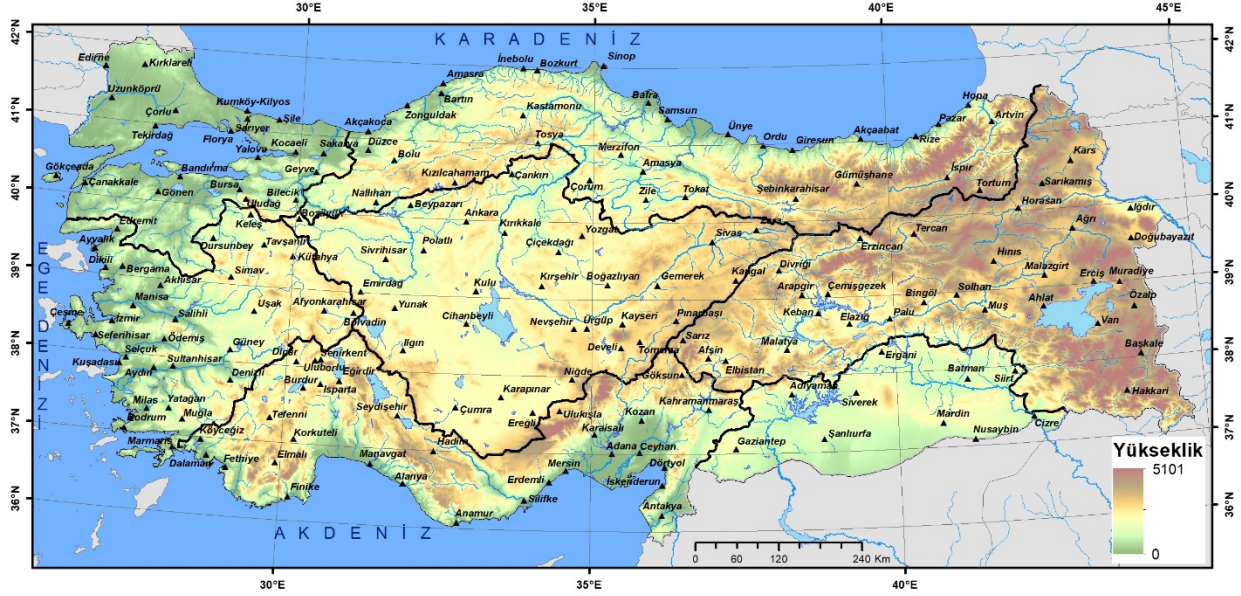
Çalışmada önce kullanılan veri hakkında bilgi verilmiş, Köppen-Geiger iklim tasnifi sadece Türkiye'de görülen iklim tipleri ile tanımlanmış, korelasyon ve Mann-Kendal analizleri anlatılarak, Türkiye genelinde alansal iklim değişimi bulgularına değinilmiş, iklim tiplerindeki zamansal eğilim analizleri yorumlanmış ve sonuçlar maddeler halinde verilmiştir.

2. Veri ve Yöntem

2.1. Veri

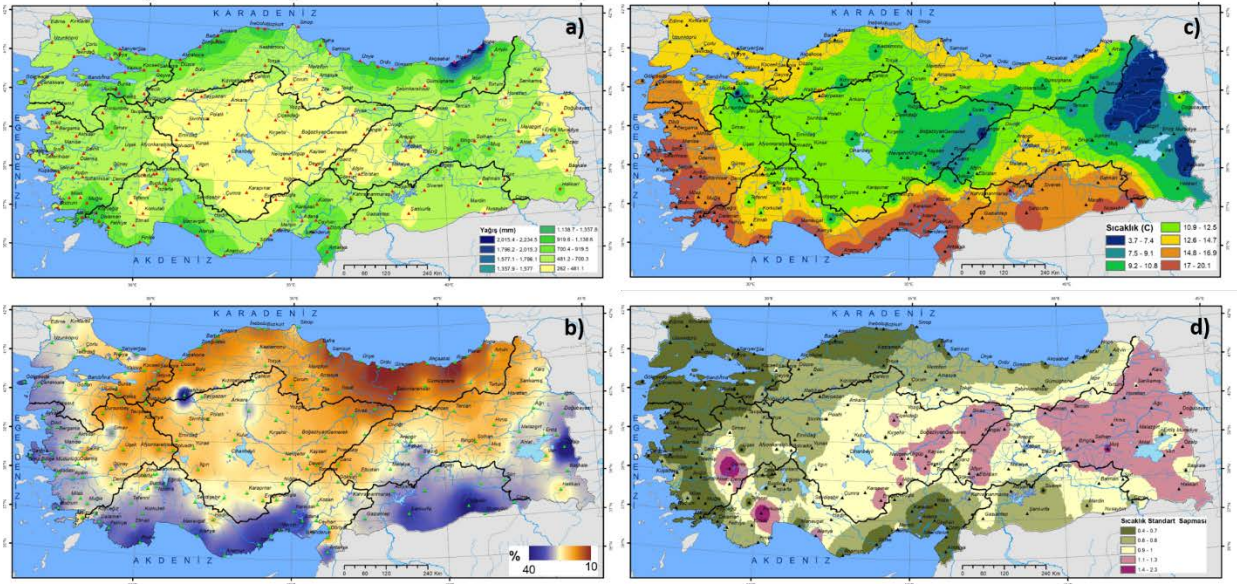
Çalışmada, MGM'den elde edilen 183 meteoroloji istasyonuna ait aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verileri kullanılmıştır. Bu veriler 1971-2010 yılları arasında, 40 yıllık dönemi kapsamaktadır. Çalışmada kullanılan

istasyonların Türkiye geneline yayılmakta, farklı yükseltilerde bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1: Çalışmada kullanılan istasyonların konumları

Kullanılan istasyonların uzun yıllık ortalama yıllık yağış toplamalarına bağlı olarak yapılan yağış haritası incelendiğinde, Karadeniz kıyıları ve özellikle Doğu Karadeniz Bölümü, Güneybatı Türkiye, Antalya Körfezi'nin doğusu ve Amanos Dağları çevresinde yağışların yüksek olduğu görülmektedir. İç Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki alçak havzalar ve Türkiye'nin doğu sınırında yağışlar düşmektedir (Şekil 2a). Uzun yıllık toplam yağış standart sapmasının uzun yıllık ortalama yağış toplamına bölünmesi ve 100 ile çarpılmasıyla elde edilen değişim katsayıları incelendiğinde, değişkenliğin güneyden-kuzeye doğru azaldığı görülmektedir. Özellikle Ege ve Akdeniz kıyıları ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde uzun yıllık yağış değişkenliği fazladır. En düşük değişkenli oranları, iç kesimlerde, kuzeyde ve özellikle Orta ve Doğu Karadeniz'de belirlenmiştir (Şekil 2b).



Şekil 2: a)Türkiye yıllık toplam yağış ortalaması, b)Türkiye’de uzun yıllık toplam yağış değişim oranı, c) Türkiye yıllık ortalama sıcaklıklar ve d) Türkiye’de uzun yıllık ortalama sıcaklık standart sapması.

Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklıklar 3.7 ile 20.1 °C arasında değişmektedir. Sıcaklıklar, enleme, denizelliğe ve yükseltiye göre dağılmaktadır (Şekil 2c). Yine sıcaklık değişkenliğini belirtmek amacıyla, yıllık ortalama sıcaklıklara ait uzun yıllık standart sapma değerleri incelendiğinde, kıyılarda sıcaklık değişkeninin az, iç ve doğu kesimlerde yüksek olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 2d).

2.2.Köppen-Geiger İklim Sınıflandırması

Köppen-Geiger iklim tasnifi, Köppen tarafından yapılan çalışmalarla sürekli geliştirilmiş ve en sonunda 1954 yılında Geiger ile birlikte yapılan harita ile son halini almıştır (Köppen, “Versuch einer Klassifikation der Klimate...”; Köppen, *Grundriss der Klimakunde...*; Köppen, "Klassifikation der Klimate nach temperatur..."; Köppen ve Geiger). Bu tasnif, temelde aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağışlara göre yapılmakta, sonuçta tropikal (A), kurak (B), ılıman (C), soğuk (D) ve polar (E) olmak üzere 5 ana iklim sınıfı oluşmaktadır. Türkiye’de meteoroloji istasyonlarına bağlı olarak yapılan analizler sonucunda bu tasnife göre sadece B, C, D iklim bölgeleri yer almaktadır (Öztürk, Çetinkaya ve Aydın; Yılmaz ve Çiçek). Bu çalışmada 40 yıllık veriler kullanılmış, sadece C ve D ana iklim tipleri ve alt sınıfları belirlenmiştir. Bu iklim sınıflarına ait ölçütler aşağıda yer almaktadır (Tablo 1).

Tablo 1: Köppen-Geiger iklim sınıflandırma sistemine ait ölçüt ve harflendirmeler

| Harflendirme | Açıklama | Ölçüt |
|--------------|------------------|--|
| C | Ilıman | Değil (A veya B) & $T_{mmax} > 10$ & $0 < T_{mmin} < 18$ |
| s | Kurak yaz | $P_{smin} < 40$ & $P_{smin} < P_{wmak}/3$ |
| w | Kurak Kış | $P_{wmin} < P_{smak}/10$ |
| f | Kurak mevsim yok | Değil (Cs) veya (Cw) |
| a | Sıcak yaz | $T_{mmax} \geq 22$ |
| b | Serin yaz | Değil (a) & $T_{m10} \geq 4$ |
| c | Soğuk yaz | Değil (a veya b) & $1 \leq T_{m10} < 4$ |
| D | Soğuk | Değil (A, B, C) & $T_{mmax} > 10$ & $T_{mmin} \leq 0$ |
| s | Kurak yaz | $P_{smin} < 40$ & $P_{smin} < P_{wmak}/3$ |
| w | Kurak Kış | $P_{wmin} < P_{smak}/10$ |
| f | Kurak mevsim yok | Değil (Ds) veya (Dw) |
| a | Sıcak yaz | $T_{mmax} \geq 22$ |
| b | Serin yaz | Değil (a) & $T_{m10} \geq 4$ |
| c | Soğuk yaz | Değil (a, b veya d) |
| d | Çok soğuk yaz | Değil (a veya b) & $T_{mmin} < -38$ |

Not: Yönteme ait ayrıntılı bilgiye (Akman 160–166; Ardel, Kunter ve Dönmez 370–373; Kotteck ve diğerleri.; Peel, Finlayson ve McMahon) 'den ulaşılabilir.

Köppen-Geiger iklim tasnifi genel olarak, uzun yıllık (30 yıl) dönemlerin ortalama değerlerine göre yapılmakta, farklı periyotlar birbiri ile karşılaştırılabilmektedir. Bu çalışmada, yıllık değişimlerin analiz edilmesi amaçlanmış, her yıldaki ortalama değerlere göre analizler gerçekleştirilmiştir.

2.3. Korelasyon ve Mann-Kendal Sıra Korelasyon Testi

Korelasyon analizi, iki değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen, -1 ile 1 arasında değişen değerleri olan, oldukça fazla kullanılan bir istatistiktir. Değerin -1'e yaklaşması ters orantılı, değerinin 1'e yaklaşması ise doğru orantılı ilişkinin göstergesidir. 0'a yakın değerler ise iki değişken arasında belirgin bir ilişkinin olmayabileceğini ifade etmektedir (Gürtan 516–518). Korelasyon analizi için eşitlik 1 kullanılır. Bu eşitlikte, r (korelasyon katsayısı); zaman ve Köppen-Geiger iklim tipinin görüldüğü istasyon sayısı arasındaki korelasyonu ifade etmek üzere, t yılları, k ise Köppen-Geiger iklim tipinin her yıl için belirlenen istasyon sayısını ifade etmektedir.

$$r_{(k,t)} = \frac{\sum d_k d_t}{\sqrt{\sum d_k^2 d_t^2}} \quad [1]$$

Mann-Kendal sıra korelasyon testi, özellikle normal dağılımı olmayan, veri sayısının sınırlı olduğu durumlarda kullanılan bir ilişki ölçme istatistiğidir. Bu analiz sonucunda elde edilen değerler, yaklaşık normal dağılım gösterirler ve standart değerlere göre değerlendirilirler (Sprent ve Smeeton 253–254). Bu analiz

için ilk olarak, herhangi bir değerin kendinden önce ve sonraki değerlerle ilişkileri elde edilir. Bu ilişki belirleme işlemi için eşitlik 2'de yer alan kural uygulanır (Pohlert).

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} -1 & x < 0 \\ +1 & x > 0 \\ 0 & x = 0 \end{cases} \quad [2]$$

İlişki değerleri toplanarak S değeri elde edilir (Eşitlik 3).

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad [3]$$

İstatistiğe ait varyans değeri eşitlik 4 ile hesap edilir.

$$\sigma^2 = \left(n \cdot (n-1) \cdot (2n+5) - \sum_{j=1}^p t_j \cdot (t_j-1) \cdot (2t_j-5) \right) / 18 \quad [4]$$

Eğilim belirlemek amacıyla Kendall's Tau değerleri elde edilir ve bu değer normal dağılıma göre değerlendirilerek olasılık değerleri (p değeri) hesap edilir, hipotezler (Çalışmada % 95 güven aralığı belirlenmiştir, $p < 0.05$) red ya da kabul edilir.

2.4. Haritama

Köppen-Geiger iklim tasnifi sonucunda her bir istasyona ait iklim tipini belirten harf grupları elde edilmektedir. Bu harf grupları arasındaki ilişki nicel bir özellikte olmadığından, interpolasyon yapılarak haritalanamamaktadır. Bu nedenle çalışmada voronoyi çokgenleri kullanılmış, bu çokgenlerin renklendirilmesiyle haritalar oluşturulmuştur. Bu yöntem daha önce bu tür çalışmalar için önerilmiş ve kullanılmıştır (A-iyeh ve Peters; Erinç 11–13; Usul 63–66; Yılmaz ve Çiçek).

Çalışmada elde edilen haritaların yorumlanması amacıyla, çalışma periyodu içerisinde, ortalama değerlere en yakın yılın hangisi olduğu belirlenmek istenmiştir. Bu amaçla, her yıl iklim tiplerinin görüldüğü istasyon sayısı belirlenmiş, herhangi bir yıldaki iklim tipi sayısı, ortalama iklim tipi sayısından çıkarıldıktan sonra mutlak değeri alınmış, daha sonra her yılda ait bu değerler toplanmıştır. Bu değerlerin en düşük olduğu yıl, ortalamaya en yakın, "tipik yıl" olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, 1971-2010 yılı için tipik yıl 2004 yılı olmuştur. Çalışmada yorumlamalar yapılırken, zaman zaman bu tipik yıl ile karşılaştırma yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Türkiye’de Köppen-Geiger İklim Tiplerindeki Zamanmekansal Değişim

Çalışma periyodunun başlangıcı olan 1971 yılı, kendinden sonra gelen 6 yıldan farklı bir özellik göstermekte ve Doğu Karadeniz haricinde tüm Türkiye kıyılarında *Csa*, İç Ege ve Orta-Batı Karadeniz’de kıyıda içeriye doğru *Csb*, Doğu Anadolu Bölgesi ile İç Anadolu’nun güneyinde ise *Dsa* ve *Dsb* iklim tipleri, kuzeydoğu Anadolu’da ise *Dfb* iklim tipi görülmektedir (Şekil 3). Bu yıl, önceki çalışmalarda kurak bir yıl olarak nitelendirilmiştir (Akbaş 107).

1972 yılında *Csa* ve *Csb* iklim tipi kıyılardan içeri girememiş, Batı Karadeniz’in iç kesimlerinde *Dfb* iklim tipi geniş bir sahaya yayılmıştır. Bundan sonraki dört yıl boyunca *Dfb* daha sınırlı bir sahada hâkim olmuş, *Csa* ve *Csb* kıyılarla sınırlanmış, *Dsa* ve *Dsb* iklim tipleri, tüm İç ve Doğu Anadolu bölgelerine yayılmıştır (Şekil 3).

1973 yılında, tüm kıyılar ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi *Csa*, İç ve Doğu Anadolu Bölgesi *Dsa* ve *Dsb*, Doğu Karadeniz kıyıları ise *Cfa* iklim tipi özelliği göstermekte, tipik yıla benzemektedir. 1974-1977 yılları arasında bu durum genel hatlarıyla devam etmiş, *Dsa* ve *Dsb* iklim tipleri alanlarında oynamalar meydana gelmiş, bazı yıllarda ise Karadeniz kıyıları ve İç Ege’de *Csb* iklim tipi *Csa*’nın yerini almıştır (Şekil 3).

1977 ve 1978 yıllarında durum değişmiş, İç Anadolu Bölgesi’nde *Dsb*’nin yerini *Csa* almıştır. Bu iki yılda *Csa* iklimi oldukça genişlemiş, Doğu Anadolu’nun güneyini de kaplamış buna karşın *Dsa* ve *Dsb* iklim tipleri alanını daraltmıştır. Bu yıllarda, Karadeniz Bölgesi’nin doğusunda görülen *Cfa* iklim tipi Batı Karadeniz’de de görülmüştür (Şekil 3).

1980 yılında Türkiye neredeyse sadece *Csa* ve *Dsa* iklim tipleri ile karakterize edilebilmektedir. Bu yılda tüm kıyılar, Ergene ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi *Csa*, kıyı bölgelerin iç kesimleri ile İç ve Doğu Anadolu Bölgesi’nde *Dsa* iklim tipi hâkim olmuş, yer yer *Dsb* de görülmüştür (Şekil 3).

1981 yılı, kendinden önce ve sonra gelen yıllardan farklı bir özellik göstermiş, *Csa* iklim tipi Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz haricindeki tüm sahaları kaplamıştır. Doğu Karadeniz kıyıları yine *Cfa* iklim tipi belirlenmiştir (Şekil 3).

1982-1985 yılları arası dönem, tipik yıla (2004) benzer şekilde özellikler göstermiş, 1973-1977 yıllarının bir tekrarı gibi özellikler göstermiştir. Bu dönemde kıyılarda ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde *Csa*, diğer sahalarda ise *Dsa* ve *Dsb*

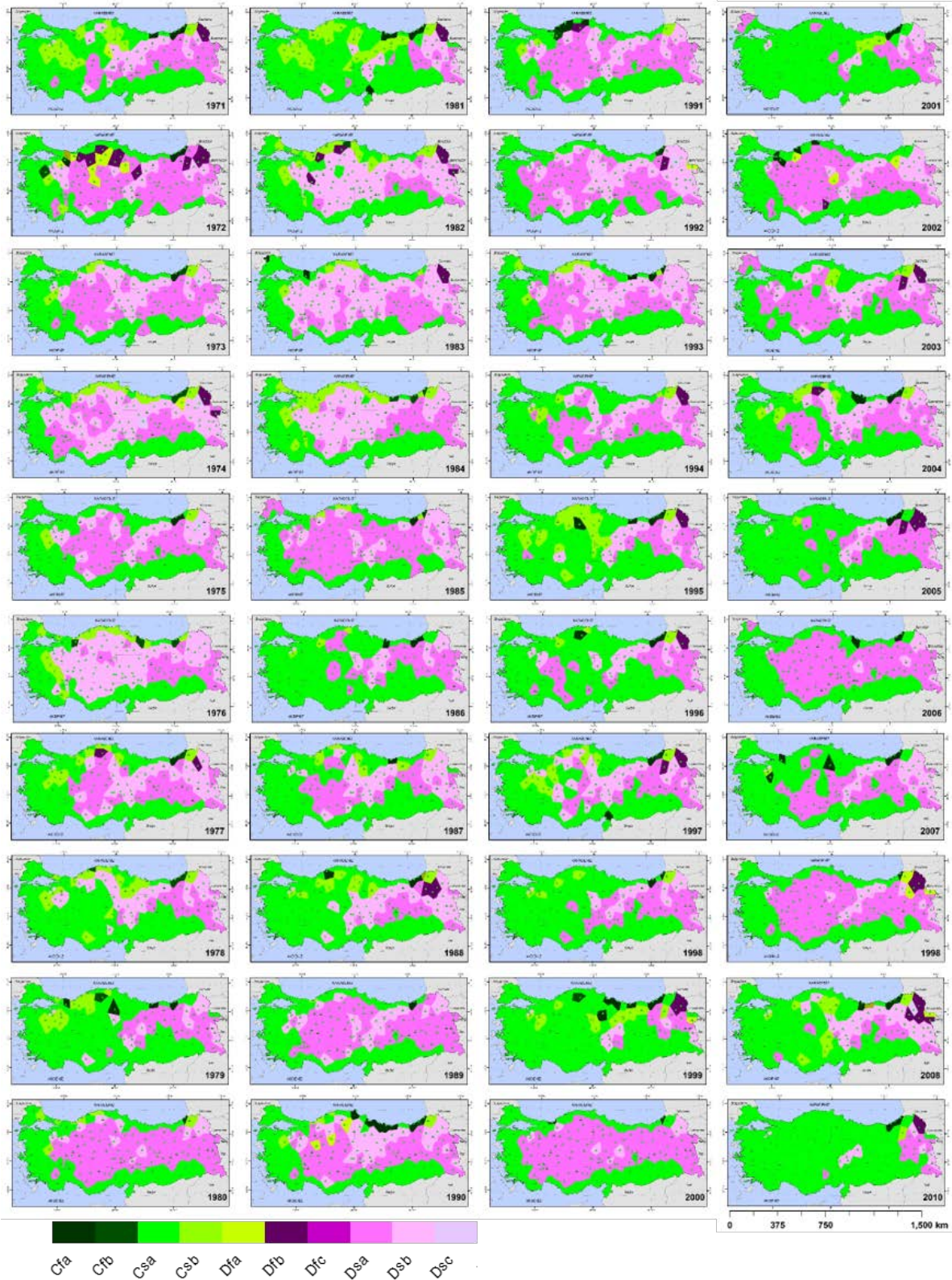
iklim tipleri belirlenmiştir. *Dsb* ve *Dsa*'nın belirlendiği sahalarda, dönem içinde farklılıklar görülmüş, dönemin başında *Dsb* baskın tipken sonuna doğru, *Dsa* hâkim olmaya başlamış, güneydoğudan kuzeybatıya doğru yayılmıştır (Şekil 3). 1982 ve onu takip eden 1983 yıllarında, El Chichon volkanı püskürmesi nedeniyle maksimum sıcaklıklarda düşüşler belirlenmiştir (Erlat ve Türkeş, "Influence of Tropical Volcanic..." 9).

1986 yılından sonra *Csa* iklim tipi alanını genişletmiş ve 1989 yılına kadar iç kısımlara doğru girmeye başlamış, tüm Trakya'yı kaplamıştır. 1986-1987 yıllarında İç Anadolu Bölgesi'nde görülen *Dsa* ve *Dsb* iklim tipleri, 1988 ve 1989 yıllarında doğuya çekilmiştir. 1986 ve 1987 yıllarında Doğu Anadolu Bölgesi'nin güneyini kaplayan *Csa* iklim tipi, 1988 ve 1989 yıllarında yerini Malatya haricinde *Dsa*'ya bırakmıştır (Şekil 3).

1990 yılında tipik yıla geri dönülmüş, Orta ve Doğu Karadeniz haricindeki tüm kıyılarda ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde *Csa*, diğer sahalarda ise *Dsa* ve *Dsb* görülmüş. Ayrıca İç Anadolu Bölgesi'nin bazı kesimlerinde *Dfa* iklim tipi de görülmüştür. Bu yılda Orta ve Doğu Karadeniz kıyıları *Cfa* ile kaplıdır (Şekil 3).

1991 yılında, 1990 yılına benzer özellikler görülmüş, Orta ve Doğu Karadeniz kıyılarında *Cfa*'nın yerini *Csa*, Batı Karadeniz kıyılarında ise *Csa*'nın yerini *Cfa* almıştır. 1992 ve 1993 yılları da 1991 yılına benzemiş, tüm kıyılar ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde *Csa* hâkim olmuş, İç ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde ise *Dsa* ve *Dsb* iklim tipleri belirlenmiştir. 1993 yılında, Batı Karadeniz kıyılarında *Csb* iklim tipi görülmüştür (Şekil 3). 1991 ve 1992 yılları yine bir volkan püskürmesi etkisiyle normalden farklı hava koşullarının yaşandığı yıllardır (Erlat ve Türkeş, "Influence of Tropical Volcanic..." 4).

1994 yılı "tipik yıl" özelliği göstermekte, ortalama değerler ile farkın en az olduğu yıldır. Bu yılda *Csa* iklim tipi, Sakarya Havzası, Yeşilirmak Havzası ve Göksu Havzası boyunca iç kesimlere doğru girmeye başlamıştır. Bu yılda, tüm Karadeniz kıyıları *Csa* ile kaplıdır. 1995 yılında Doğu Karadeniz kıyılarında *Cfa* görülmüş, *Dsa* ve *Dsb* Doğu Anadolu Bölgesi ve çevresindeki yüksek sahalarda görülmüştür. Bu yılda *Csa* ve *Csb* geriye kalan tüm sahaları kaplamıştır. 1996 yılı ise 1995 yılına benzemekle beraber, İç Ege, Antalya Bölümü'nün iç kesimleri ve İç Anadolu'daki bazı istasyonlarda görülen *Dsa* ve *Dsb* iklim tipleriyle ayrılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3: Yıllara göre Türkiye’de Köppen-Geiger iklim tipleri

1997 yılında, İç Ege’de *Csb* hâkim olmuş, İç Anadolu Bölgesi’nin büyük bir kısmı *Dsa* ve *Dsb* ile kaplanmış, Doğu Anadolu Bölgesi güneyinde hâkim olan *Csa* güneye çekilmiştir. Kuzeydoğu Anadolu’da *Dfb*, Doğu Karadeniz kıyılarında ise *Cfa* varlığını sürdürmüştür. 1997 yılında Doğu Karadeniz kıyılarında *Cfa*, Doğu

Anadolu Bölgesi'nin Malatya Havzası haricinde tamamında, İç Anadolu Bölgesi'nin doğu yarısında *Dsa* ve *Dsb* hâkim olmuş, Türkiye'nin geriye kalan kısmında ise *Csa* ve *Csb* iklim tipi belirlenmiştir. 1999 yılında *Dsa* ve *Dsb* alanlarını daraltmış, yüksek dağlık alanlarla sınırlı kalmış, Karadeniz kıyılarında *Cfa*, bu kıyıların çevresinde *Csb*, Türkiye'nin geriye kalan kısımlarında ise *Csa* hâkim olmuştur (Şekil 3).

2000 yılı, incelenen dönem için Türkiye'de çok az iklim tipinin görüldüğü bir yıl olmuştur. Bu yılda Karadeniz kıyısındaki birkaç istasyonda görülen *Cfa* haricinde tüm kıyılarımızda ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde *Csa*, geriye kalan tüm bölgelerde yer yer *Dsb* görülmesine rağmen *Dsa* hâkim olmuştur. 2001 yılında, 2000 yılındaki durum değişmiş, *Csa* iklim tipi alanını genişletmiştir. Bu yılda Batı Trakya'da *Dsa* görülmüş, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü haricindeki kısmı ve Uzunyayla Platosu çevresinde *Dsa* ve *Dsb* hâkim olmuştur. Doğu Karadeniz kıyılarında *Cfa*'nın görüldüğü 2001 yılında, Türkiye'nin geriye kalan bölgelerinde *Csa* ve *Csb* iklim tipi hâkim olmuştur (Şekil 3).

2002 yılı, bir önceki yıla göre iklim tiplerinin aniden değiştiği bir yıldır. Bu yılda İç Anadolu Bölgesi ve çevresi ile Doğu Anadolu Bölgesi'nde *Dsa* ve *Dsb*, Batı Karadeniz kıyılarında *Cfa*, Türkiye'nin geriye kalan kısmında ise *Csa* iklim tipi hâkim olmuştur. Bu yıldan farklı olarak 2003 yılında Trakya'da *Csa* görülmüş, Batı Karadeniz kıyılarındaki *Cfa*'nın yerini *Csa* almıştır. *Csa*, Fırat, Yeşilirmak ve Sakarya Havzaları boyunca içeriye doğru girmiştir. 2004 yılında İç Ege Bölümü'nde *Dsa*'nın yerini *Csa* almış, Orta ve Doğu Karadeniz kıyılarında *Cfa* belirlenmiştir. İç Anadolu Bölgesi'nin doğusunda *Csa* görülmeye başlamıştır (Şekil 3).

2005 yılında *Csa* alanı genişletmiş, İç Anadolu Bölgesi'ndeki birkaç istasyon ile Akdeniz Bölgesi'nin yüksek dağlık alanlarında, Uzunyayla Platosu'nda ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde *Dsa* ve *Dsb* hâkim olmuştur. Kuzeydoğu Anadolu'da *Dfa*, Doğu Karadeniz kıyılarında ise *Cfa* hâkim olmuş, Türkiye'nin geriye kalan çok büyük bir kısmında *Csa* görülmüştür (Şekil 3).

2006 yılı, Karadeniz kıyısındaki birkaç istasyon haricinde, 2000 yılında olduğu gibi, kıyılarda *Csa*, iç kesimlerde *Dsa* iklim tipi ile karakterize edilmiş ve oldukça az iklim çeşitliliği göstermiştir. Bu durum 2007 yılında değişmiş, *Csa* iklim tipi İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeyinden iç kesimlere girmeye başlamıştır (Şekil 3). Bu yılda Türkiye ve Akdeniz Havzası'nda yüksek yaz sıcaklıkları yaşanmıştır (Türkeş).

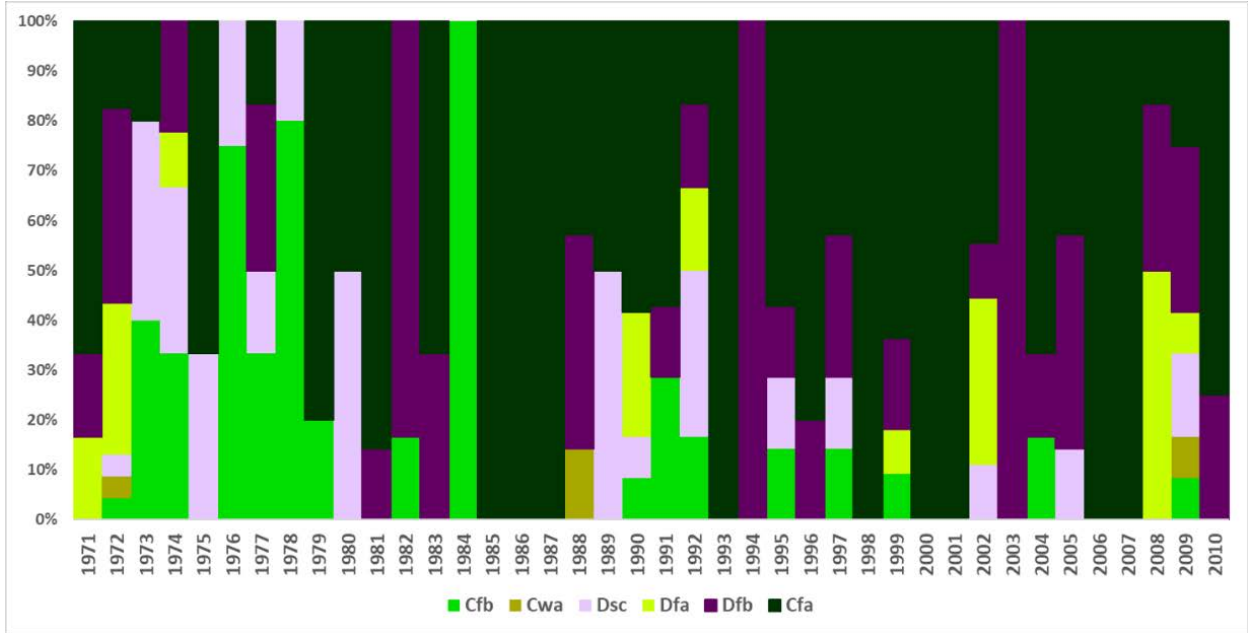
2008 yılı, 2000 ve 2006 yıllarına benzemekte, bu yıllardan Kuzeydoğu Anadolu'da görülen *Dfa* iklim tipiyle ayrılmaktadır. 2009 yılında ani bir değişim yaşanmış, *Csa* tekrar alanını genişletmiş, *Dsa* ve *Dsb*, Doğu Anadolu Bölgesi ve çevresi ile sınırlı kalmış, Kuzeydoğu Anadolu'daki *Dfa*, alanını genişletmiştir. Bu yılda Doğu Karadeniz kıyılarında *Cfa* görülmüştür (Şekil 3).

2010 yılı, incelenen periyotta, *Csa*'nın en geniş alana sahip olduğu yıldır. Bu yılda *Dsa* ve *Dsa*, Doğu Anadolu Bölgesi'nin doğu yarısı ve Uzunyayla Platosu-Aladağlar ile sınırlı kalmış, Doğu Karadeniz kıyısında *Cfa*, Kuzeydoğu Anadolu'da *Dfa*, Türkiye'nin geriye kalan kısmında ise *Csa* hâkim olmuştur (Şekil 3).

3.2.Köppen-Geiger İklim Tiplerindeki Eğilimler

1971-2010 yılları arasında, Türkiye'deki 183 istasyondaki Köppen-Geiger iklim tiplerinin zamansal eğilimleri incelendiğinde, iki grup iklim tipi ile karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan ilki, Türkiye'de neredeyse her yıl görülen, *Csa*, *Csb*, *Dsa* ve *Dsb* iklim tipleridir ve bunları Türkiye için "ana iklim tipleri" olarak değerlendirmek mümkündür. Diğer iklim tipleri ise, *Cfa*, *Cfb*, *Cwa*, *Dfa*, *Dfb* ve *Dsc*'den oluşan, Türkiye için "anahtar iklim tipleri" olarak ifade edebileceğimiz, her yıl görülmeyen, bazı yıllarda 1, bazı yıllarda ise birkaç istasyonda belirlenen, kurak ve sıcak ya da soğuk ve nemli dönemlerde karşılaştığımız iklim tipleridir. Bu iklim tiplerinin belirlendiği ya da arttığı yıllarda Türkiye'de, normalden farklı iklim koşulları hâkim olmaktadır. Bu nedenle önce anahtar iklim tiplerindeki durum incelenmiş, daha sonra ana iklim tiplerindeki eğilimler anlatılmıştır.

Anahtar iklim tiplerinden *Cfa*, kurak mevsimi olmayan, sıcak yazı olan nemli yılları ve sahaları ifade etmektedir. Bu iklim tipinin gösterdiği değişkenlik incelendiğinde, bazı yıllarda görülmediği bazı yıllarda ise 7 istasyonda belirlendiği anlaşılmaktadır. *Cfa*, 1972, 1981, 1990, 1999 ve 2007 yıllarında 4-7 arasında istasyonda belirlenmiş, bu dönemlerde Türkiye hava koşulları değişmiştir. Bu dönemler arasında 8-9 yıllık aralık bulunmuş, *Cfa*'nın 8-9 yılda bir artış gösterdiği, belli bir periyodunun (döngü) olduğu anlaşılmıştır (Şekil 4, Tablo 2).



Şekil 4: Türkiye’de anahtar Köppen-Geiger iklim tiplerindeki zamansal değişim oranları (Grafik, iklim tiplerinin anahtar iklim tipleri toplamına oranlarını göstermektedir).

Cfb, ılıman, nemli, serin yazı olan iklim tipi, incelenen periyotta 1 ile 4 istasyonda görülmüş, en fazla 1978 yılında belirlenmiştir. 1976, 1978 ve 1984 yıllarında ise 3 istasyonda belirlenmiştir (Şekil 4, Tablo 2).

Anahtar iklim tiplerinden *Cwa* iklim tipi, sadece 1972, 1988 ve 2009 yıllarında belirlenmiştir. Bu iklim tipi, kurak mevsimi olmayan serin yazlı yılları ve bölgeleri karakterize etmektedir (Şekil 4, Tablo 2).

Tablo 2: Türkiye’de 1971-2010 yılları arasında Köppen Geiger iklim sınıflarının görüldüğü istasyon sayıları

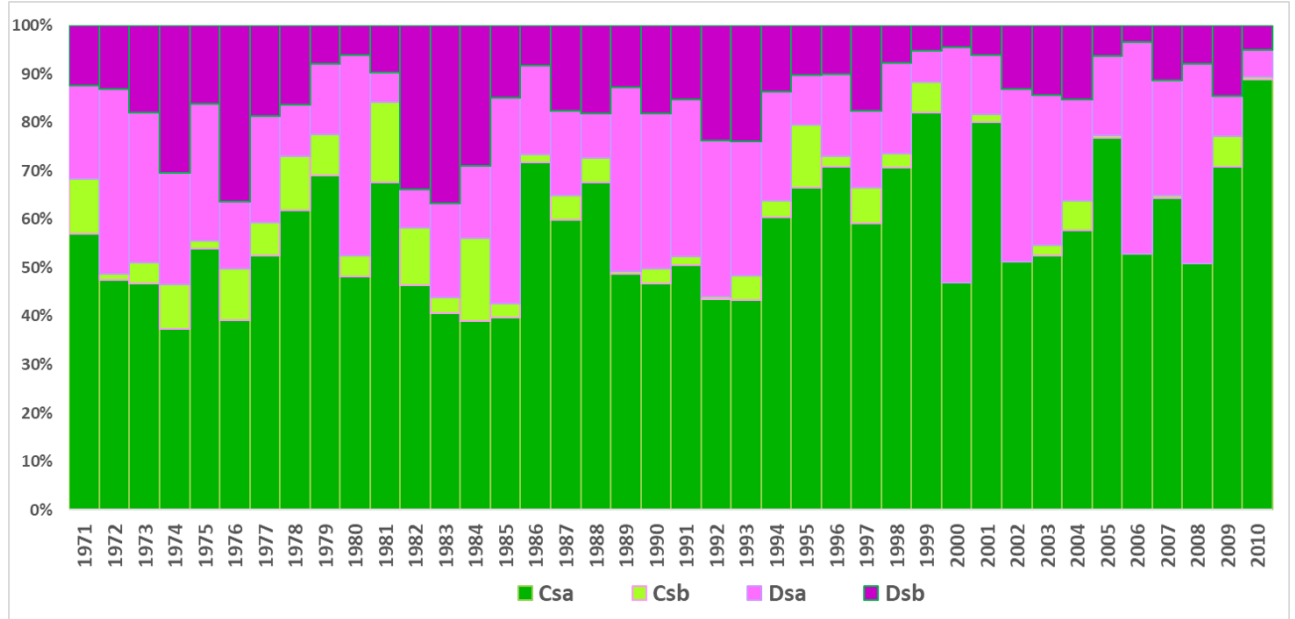
| Yıllar | Cfb | Cwa | Dsc | Dfa | Dfb | Cfa | Csb | Dsb | Dsa | Csa |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|
| 1971 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 20 | 22 | 34 | 101 |
| 1972 | 1 | 1 | 1 | 7 | 9 | 4 | 2 | 21 | 61 | 76 |
| 1973 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 8 | 32 | 55 | 83 |
| 1974 | 3 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0 | 16 | 53 | 40 | 65 |
| 1975 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | 29 | 51 | 97 |
| 1976 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 19 | 65 | 25 | 70 |
| 1977 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 12 | 33 | 39 | 93 |
| 1978 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 20 | 29 | 19 | 110 |
| 1979 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 15 | 14 | 26 | 123 |
| 1980 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 8 | 11 | 75 | 87 |
| 1981 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 29 | 17 | 11 | 119 |
| 1982 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 21 | 60 | 14 | 82 |
| 1983 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 6 | 66 | 35 | 73 |
| 1984 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 52 | 27 | 70 |
| 1985 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 27 | 77 | 72 |
| 1986 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 15 | 33 | 129 |
| 1987 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 32 | 32 | 109 |
| 1988 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 3 | 9 | 32 | 16 | 119 |
| 1989 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 23 | 69 | 88 |
| 1990 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 | 7 | 5 | 31 | 55 | 80 |
| 1991 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 3 | 27 | 57 | 89 |
| 1992 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 42 | 57 | 77 |
| 1993 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 9 | 43 | 50 | 78 |
| 1994 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 25 | 41 | 110 |
| 1995 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 | 23 | 18 | 18 | 117 |
| 1996 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 4 | 18 | 30 | 126 |
| 1997 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 | 13 | 31 | 28 | 104 |
| 1998 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 34 | 128 |
| 1999 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 7 | 11 | 9 | 11 | 141 |
| 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 8 | 88 | 85 |
| 2001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 11 | 22 | 144 |
| 2002 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 4 | 0 | 23 | 62 | 89 |
| 2003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 26 | 56 | 95 |
| 2004 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 11 | 27 | 37 | 102 |
| 2005 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 3 | 1 | 11 | 29 | 135 |
| 2006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 6 | 79 | 95 |
| 2007 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1 | 20 | 42 | 114 |
| 2008 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 14 | 73 | 90 |
| 2009 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 3 | 11 | 25 | 14 | 121 |
| 2010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 9 | 10 | 159 |
| Min. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 10 | 65 |
| Mak. | 4 | 1 | 3 | 7 | 9 | 7 | 31 | 66 | 88 | 159 |
| Ort. | 0.7 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 1.2 | 2.6 | 8.7 | 26.8 | 40.8 | 101.1 |

Not: Min-Minimum değeri, Mak-maksimum değeri, Ort-ortalama değeri ifade etmektedir. Gerçekte istasyon sayısının ortalamasının alınması yani, kesikli bir değişkenin ortalaması çok tercih edilen bir durum değildir, bu ortalamalar karşılaştırma yapmak ve tipik yılı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

D iklim tipleri, soğuk dönem ve sahaları ifade etmektedir. Türkiye’de anahtar iklim tipleri içerisinde *Dfa*, *Dfb* ve *Dsc* iklim tipleri belirlenmiştir. *Dfa* iklim tipi, kurak mevsimi olmayan, sıcak yazların yaşandığı soğuk yılları ve sahaları karakterize etmektedir. İncelenen dönem içerisinde bu iklim tipi toplam 9 yılda görülmüş, görüldüğü istasyon sayısı 1-7 arasında değişmiştir. Bu iklim tipinin en fazla istasyonda belirlendiği yıl 1972 olmuş (7 istasyon), 1990, 2002 ve 2008 yıllarında ise üçer istasyonda görülmüştür (Şekil 4, Tablo 2).

Dfb iklim tipi, kurak mevsimi olmayan serin yazların olduğu soğuk yılları ve bölgeleri ifade etmektedir. Bu iklim tipi, Türkiye’de 1 ile 9 arasında istasyon belirlenmiştir. En fazla belirlendiği yıl 9 istasyonla 1972 yılı olmuştur. 1982 yılında 5, 2009 yılında 4, 1988 ve 2004’te ise 3 istasyonda belirlenmiştir (Şekil 4, Tablo 2).

Dsc iklim tipi, kurak soğuk yazı olan soğuk yılları ve bölgeleri ifade etmektedir. İncelenen dönem içerisinde bu iklim tipi 1 ile 3 istasyonda belirlenmiştir. 1974 yılında 3, 1992 ve 2009 yıllarında ise 2 istasyonda belirlenmiştir (Şekil 4, Tablo 2).



Şekil 5: Türkiye’de ana Köppen-Geiger iklim tiplerindeki zamansal değişimi (Grafik, iklim tiplerinin ana iklim tipleri toplamına oranlarını göstermektedir).

Türkiye için Köppen-Geiger iklim sınıflarının ana iklim tipleri incelendiğinde, sürekli görülen iklim tiplerinin kendi aralarında eşleştiği, *Csa*’nın arttığı dönemlerde *Dsa*’nın azaldığı, *Csb*’nin arttığı dönemlerde ise *Dsb*’nin azaldığı anlaşılmaktadır. Çalışma periyodunun başında *Csa* 80-100 istasyonda görülürken, 2000 yılından sonra 100-140 istasyon arasında değişmekte, değişkenliği de artmaktadır. *Csb* ise oldukça stabil bir şekilde durağanlığını korumaktadır. *Dsa* iklim tipi, çalışma periyodu başında 40-60 istasyonda görülürken, 2000 yılından sonra 20-80 arasında istasyonda belirlenmeye başlamış, değişkenliği artmıştır. *Dsb*’de ise değişkenlik azalmakta, belirlenen istasyon sayısında azalma görülmektedir (Şekil 5, Tablo 2).

Köppen-Geiger iklim tasnifi sonuçlarındaki 4 iklim sınıf sayılarının Mann-Kendal test istatistikleri incelendiğinde, *Csa* iklim tipinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı, *Csb* ve *Dsb* iklim tipi sayısının ise anlamlı bir şekilde azaldığı

görülmektedir. *Dsa* iklim tipindeki azalma eğilimi istatistiksel olarak anlamlı değildir (Tablo 3).

Tablo 3: Belirli iklim tiplerindeki eğilimlerin Mann-Kendal test istatistiği sonuçları

| Tip | Kendall's tau | S | Var (S) | P değeri |
|------------|---------------|----------|----------|----------|
| <i>Csa</i> | 0.320 | 249.000 | 7361.667 | 0.004 |
| <i>Csb</i> | -0.356 | -271.000 | 7317.667 | 0.002 |
| <i>Dsa</i> | -0.014 | -11.000 | 7361.667 | 0.907 |
| <i>Dsb</i> | -0.348 | -268.000 | 7346.000 | 0.002 |

Korelasyon analizi sonuçları incelendiğinde, Mann-Kendal test istatistiğine benzer şekilde *Csb* ve *Dsb* iklim tiplerinde anlamlı azalmalar, *Csa*'da anlamlı artışlar, *Dsa*'da ise anlamlı olmayan azalmalar olduğu görülmektedir. Bu iklim tiplerindeki artışlar, daha fazla istasyonda belirlenmeye başladığını, iklim tipinin alanını genişlettiğini ifade etmekte, azalışlar ise alan daralmalarını göstermektedir.

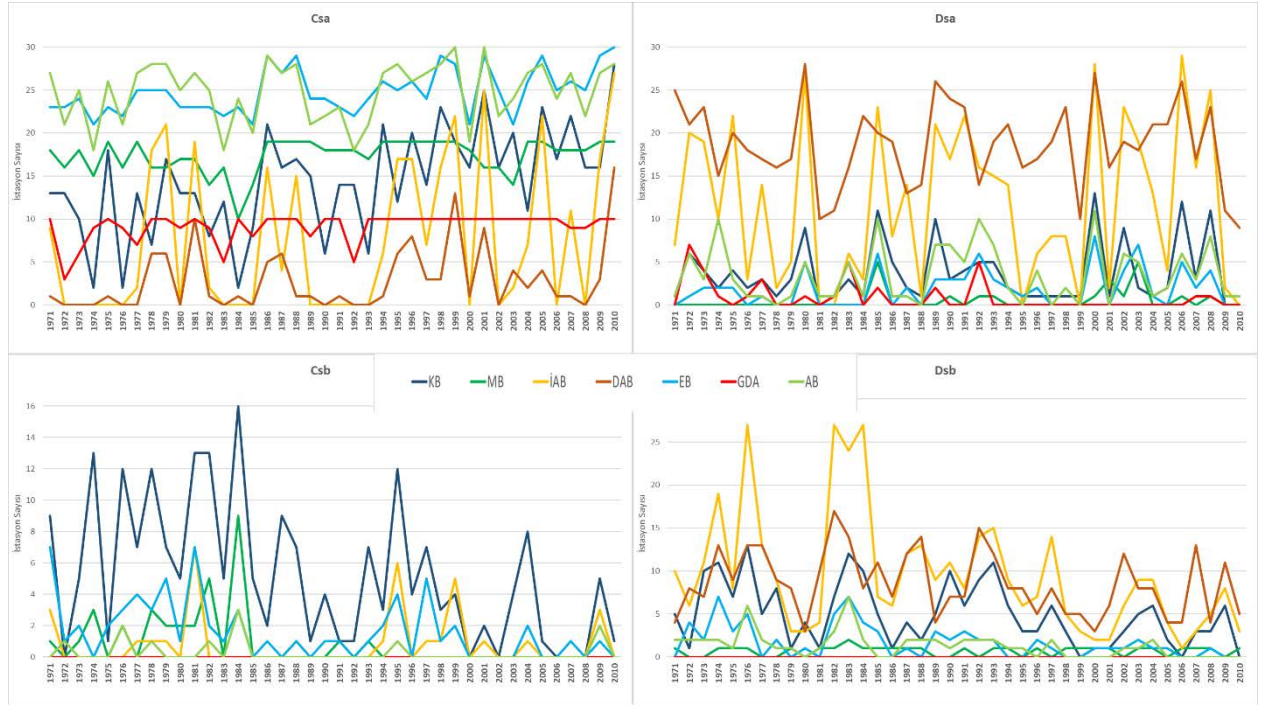
İklim tiplerinin korelasyon matrisi incelendiğinde, *Dsb* ile *Csb* ve *Dsa* ile *Csb* arasında anlamlı negatif ilişkiler olduğu görülmektedir (Tablo 4). Bu durum iklim tiplerinden biri alanını genişlettiğinde diğesinde daralma görüldüğünü ortaya koymaktadır. *Dsa* ile *Dsb* ve *Csa* ile *Csb* arasında ise anlamlı olmayan bir negatif ilişki görülmekte, bu iki grup beraber hareket etmekte, biri arttığında diğ de artma özelliği göstermektedir. *Csa* iklim tipi ile *Dsb* ve *Dsa* iklim tipleri arasındaki korelasyonlara bakıldığında, anlamlı negatif ilişkiler olduğu anlaşılmakta, *Csa*'nın artarak, *Dsb* ve *Dsa* iklim tiplerinin yerini almaya başladığı bariz bir şekilde açığa çıkmaktadır.

Tablo 4: Ana iklim sınıfı sayılarının korelasyon matrisi ve zamana bağlı korelasyonları ile test istatistiği değerleri (p)

| | Zaman | Csb | Dsb | Dsa |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Csb</i> | -0.466 | | | |
| <i>p</i> | 0.002 | | | |
| <i>Dsb</i> | -0.462 | 0.404 | | |
| <i>p</i> | 0.003 | 0.010 | | |
| <i>Dsa</i> | 0.028 | -0.574 | -0.170 | |
| <i>p</i> | 0.863 | 0.000 | 0.294 | |
| <i>Csa</i> | 0.460 | -0.101 | -0.644 | -0.579 |
| <i>p</i> | 0.003 | 0.536 | 0.000 | 0.000 |

Ana iklim tiplerinden *Csa*, Marmara, Güneydoğu Anadolu bölgelerinde oldukça stabil bir şekilde devam etmekte, Akdeniz, İç, Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde artış göstermektedir. *Csa*, 1982-1985, 1989-1994 ve 2006-2009 yılları arasında daha az istasyonda belirlenmiştir. Bu yıllarda, *Csa* da genel olarak daha az istasyonda belirlenmiş, 1982-1985 dönemi ile 1993-1994 yıllarında Karadeniz

Bölgesi'ndeki istasyonlarda görülme sıklığı artmıştır. Bunlara rağmen, tüm bölgelerde Csb iklim tipinin uzun yıllık değişimi incelendiğinde, belirlendiği istasyon sayısının azaldığı anlaşılmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6: Köppen-Geiger ana iklim tiplerinin coğrafi bölgelere göre zamansal değişimi. (KB-Karadeniz Bölgesi, MB-Marmara Bölgesi, İAB-İç Anadolu Bölgesi, DAB-Doğu Anadolu Bölgesi, EB-Ege Bölgesi, GDA-Güneydoğu Anadolu Bölgesi, AB-Akdeniz Bölgesi)

Dsa iklim tipinin en fazla istasyonda görüldüğü bölgeler İç ve Doğu Anadolu'dur. Bu bölgelerde, 1971, 1980, 1985, 1990, 2000 ve 2006-2008 yıllarında *Dsa* iklim tipi daha fazla istasyonda belirlenmiştir. İç, Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde *Dsa* iklim tipinin daha az istasyonda görüldüğü yıllarda, *Dsb* iklim tipinin belirlendiği istasyon sayısı artmaktadır (Şekil 6).

Yukarıda anlatılan sonuçlar, Türkiye'deki iklim değişimine bağlı sıcaklık artışı çalışmalarını ile (Türkeş, Sümer ve Demir; İçel ve Ataoğlu; Tayanç ve diğerleri) örtüşmekte, sadece sıcaklıkların artmadığı aynı zamanda yıllar arasındaki hava koşullarının da değiştiğini göstermektedir.

Sonuç

Yapılan analizler sonucunda, çalışmadan hem iklim değişikliği hem de kurak ve nemli yılların belirlenmesine yönelik bilgiler elde edilmiştir. Bu nedenle önce iklim değişimiyle daha sonra da kurak ve nemli yıllarla ilgili değerlendirilmelerde bulunulacaktır.

Dünya'daki sıcaklık artışına paralel olarak, 1971-2010 yılları arasında soğuk iklim tiplerinin görüldüğü istasyon sayısı azalmaktadır. Bunun tersi olarak özellikle Csa yani yazı kurak ve sıcak olan Akdeniz iklim tipinin görüldüğü istasyon sayısı sürekli artmakta, alanını genişletmektedir. Türkiye için Csa iklim tipi genelde Akdeniz ve Ege kıyıları ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde görülmekte olup, bu iklim tipi incelenen periyot içerisinde, iç bölgelere de yayılmaya başlamıştır. Csa, Doğu Anadolu Bölgesi'ne Malatya Havzası'nda başlayarak yayılırken, İç Anadolu Bölgesine ise bölgeden kaynağını alan akarsu vadileri boyunca girmektedir.

Soğuk iklim tiplerinin görüldüğü istasyon sayısı sürekli azalmaktadır. Bu durum Csa'nın alanını genişletmesi ile ilişkilidir. Dsa ve Dsb görülen istasyonlarda, Csa iklim tipi daha sık görülmeye başlamıştır. Dsa ve Dsb iklim tipleri, genel olarak Doğu ve İç Anadolu Bölgeleri ile yüksekliği fazla olan istasyonlarda görülmektedir. Bu iklim tipleri doğuya doğru kaymakta, iklim tiplerinin batıda görüldüğü istasyon sayısı azalmaktadır.

Köppen-Geiger iklim sınıflarına göre Türkiye için anahtar iklim tipleri Cfa, Cfb, Cwa, Dfa, Dfb ve Dsc olarak belirlenmiştir. Bu iklim tipleri, yüksek sayıda istasyonda belirlendiğinde, normalden farklı koşulların yaşandığını göstermektedir. Bu farklı koşullar bazı durumlarda bölgesel ölçekte de değerlendirilebilir.

Cfa'nın istasyon sayısı olarak daha fazla belirlendiği 1972, 1981, 1990, 1999 ve 2007 yılları Türkiye için nemli ve sıcak dönemi ifade etmektedir. Cfb'nin daha fazla istasyonda belirlendiği 1976, 1978 ve 1984 yılları Türkiye için nemli ve serin dönemleri karakterize etmektedir. Cwa'nın görüldüğü 1972, 1988 ve 2009 yılları, kurak mevsimi olmayan serin yazlı yılları karakterize etmektedir. 1972, 1990, 2002 ve 2008 yılları, Dfa'nın görüldüğü kurak mevsimi olmayan sıcak yazlı dönemi ifade etmektedir. Dfb, kurak mevsimi olmayan serin yazlı soğuk yılları karakterize etmekte ve 1972, 1982, 2009 ve 2004 yıllarında daha fazla istasyonda görülmektedir. 1974, 1992 ve 2009 yıllarında görülen Dsc iklim tipi ise kurak ve soğuk yazlı yılları karakterize etmektedir.

Yukarıda görüldüğü gibi bazı yıllar, birkaç anahtar iklim tipi ile gösterilmektedir. Bu durum, bu yıllarda, bölgesel olarak farklı koşulların yaşandığını göstermektedir. Mesela, 1972 yılı, Doğu Karadeniz Bölümü için nemli ve sıcak bir yılken, Batı Karadeniz Bölümü için nemli ve serin yazlı bir dönemi, İç Anadolu Bölgesi için kurak mevsimi olmayan sıcak yazı ifade etmektedir. Aynı yıl Doğu Anadolu Bölgesi'nde ise kurak mevsimi olmayan serin yaza karşılık gelmektedir.

KAYNAKÇA

- A-iyeh, Enoch ve James F. Peters. "Measure of Tessellation Quality of Voronoï Meshes". *Theory and Applications of Mathematics & Computer Science* 5.2 (2015): 158-185.
- Akbaş, Abdullah. "Türkiye Üzerindeki Önemli Kurak Yıllar". *Coğrafi Bilimler Dergisi* 12.2 (2014): 101-118.
- Akçakaya, Alper ve diğerleri. *Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği*. Ankara: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2015.
- Akın, H. Serkan ve diğerleri. "Türkiye ve Bölgesinde İklimin Geleceğine Köppen-Geiger İklim Sınıflandırması Dayalı Bir Bakış". *Uluslararası Katılımlı Coğrafya Kongresi (70. Yıl anısına) Bildiriler Kitabı*. İstanbul: 2011. 38-47.
- Akman, Yıldırım. *İklim ve Biyoiklim (Biyoiklim Metotları ve Türkiye İklimleri)*. Ankara: Palme Yayın Dağıtım, 1990.
- Ardel, Ahmet, Ajun Kunter ve Yusuf Dönmez. *Klimatoloji Tatbikatı*. İstanbul:Taş Matbaası, 1969.
- Aykır, Dilek. "Türkiye'de Ekstrem Sıcaklık İndislerinin Eğilimlerinde Şehirleşmenin Etkisi". *Türk Coğrafya Dergisi* 69 (2017): 47-57.
- Becker, Daniel ve diğerleri. "High Resolution Köppen-Geiger Classifications of Paleoclimate Simulations". *Transactions in GIS* 21.1 (2017): 57-73.
- Brugger, Katharina ve Franz Rubel. "Characterizing the Species Composition of European Culicoides Vectors by Means of the Köppen-Geiger Climate Classification". *Parasites and Vectors* 6.1 (2013): 1-6.
- Carvalho, Luiz ve diğerleri. "Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil". *Theoretical & Applied Climatology* 108.1/2 (2012): 1-7.
- Chan, Duo ve diğerleri. "Projected Shifts in Köppen Climate Zones over China and Their Temporal Evolution in CMIP5 Multi-Model Simulations". *Advances in Atmospheric Sciences* 33.3 (2016): 283-293.
- Chen, Delian ve Hans Weiteng Chen. "Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901-2010". *Environmental Development* 6.1 (2013): 69-79.

- Çiçek, İhsan ve Neşe Duman. "Seasonal and Annual Precipitation Trends in Turkey". *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 10.2 (2015): 77-84.
- Çoban, Erdem. *İklim Değişikliğinin Türkiye Genelindeki Yağış Eğilimlerine Etkisinin Araştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013.
- Deliège, Adrien ve Samuel Nicolay. "Koppen-Geiger Climate Classification for Europe Recaptured via the Holder Regularity of Air Temperature Data". *Pure & Applied Geophysics* 173.8 (2016): 2885-2898.
- Engelbrecht, Christien ve Francois Engelbrecht. "Shifts in Köppen-Geiger Climate Zones Over Southern Africa in Relation to Key Global Temperature Goals". *Theoretical & Applied Climatology* 123.1/2 (2016): 247-261.
- Erinç, Sırrı. *Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 1957.
- Erlat, Ecmel ve Murat Türkeş. "Influence of Tropical Volcanic Eruptions on Turkey's Summer Air Temperatures in the Second Half of the 20 th Century". *Geographical Journal İzmir Aegean Geographical Journal* 24.1 (2015): 1-14.
- . "Türkiye Rekor Maksimum ve Minimum Sıcaklıklarının Frekanslarında 1950-2014 Döneminde Gözlenen Değişimler ve Atmosfer Koşullarıyla Bağlatıları". *Ege Coğrafya Dergisi* 24.2 (2015): 29-55.
- Gao, Xuejie ve Filippo Giorgi. "Increased Aridity in the Mediterranean Region under Greenhouse Gas Forcing Estimated from High Resolution Simulations with a Regional Climate Model". *Global & Planetary Change* 62.3/4 (2008): 195-209.
- Gürkan, Hüdaverdi ve diğerleri. "GFDL-ESM2M Modeli temelinde RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Türkiye İçin Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları". *Coğrafi Bilimler Dergisi* 14.2 (2016): 77-88.
- Gürtan, Kenan. *İstatistik ve Araştırma Metodları*. İstanbul: Fatih Yayınevi Matbaası, 1979.
- İçel, Gülten ve Murat Ataol. "Türkiye'de Yıllık Ortalama Sıcaklıklar ile Yağışlarda Eğilimler ve NAO Arasında İlişkileri (1975-2009)". *Türk Coğrafya Dergisi* 28 (2014): 55-68.

- Ippc. "Climate Change 2013: The Physical Science Basis." *Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ed. T. F. Stocker ve diğerleri. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- Ishitsuka, Naoki, Hiroyuki Ohno ve Toshihiru Sakamoto. "Classification using multi temporal MODIS data with Köppen Climate Chart". *Acrs 1* (2005): 1-6.
- Köppen, William. *Grundriss der Klimakunde (Outline of climate science)*. Berlin: Walter de Gruyter, 1931.
- . "Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt (Attempted climate classification in relation to plant distributions)". *Geogr. Zeitschrift* 6 (1900):657-679.
- ."Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Classification of climates according to temperature, precipitation and seasonal cycle)". *Petermanns Geogr. Mitt.* 64 (1918): 193-203,243-248.
- Köppen, William ve R, Geiger. "Klima der Erde (Climate of the earth)". Wall Map 1:16 Million. Klett-Perthes, Gotha. 1954.
- Kottek, Markus ve diğerleri. "World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated". *Meteorol. Z* 15.3 (2006): 259–263.
- Önol, Barış ve Fredrick H. M. Semazzi. "Regionalization of Climate Change Simulations over the Eastern Mediterranean". *Journal of Climate* 22.8 (2009): 1944–1961.
- Öztürk, Muhammed Zeynel, Gülден Çetinkaya ve Selman Aydın. "Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklim Tipleri". *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi* 35 (2017): 17–27.
- Peel, Muray C., Brian L. Finlayson ve Thomas A. McMahon. "Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification". *Hydrology and Earth System Sciences* 11.5 (2007): 1633–1644.
- Pidwinry, Michael. "Köppen Climate Classification System". *Encyclopedia of Earth*. (2018). Web. 15 Eylül 2018
- Pohlert, Thorsten. Non-Parametric Trend Tests and Change-Point Detection. *R package version 0.2.0.*, 2016. Web. 19 Temmuz 2018.

- Rohli, Robert V. "Global Distribution of Köppen-Geiger Climate Types during the Last Glacial Maximum, Mid-Holocene, and Present". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 446 (2016): 326-337.
- Sarfraz, Sardar, Mudasar Hasan Arsalan ve Hira Fatima. "Regionalizing the Climate of Pakistan Using Köppen Classification System". *Pakistan Geographical Review* 69.1 (2014):111-132.
- Sprent, Peter ve Nigel C. Smeeton. *Applied Nonparametric Statistical Methods*. London: Chapman&Hall/Crc. 2001.
- Tayanç, Mete ve diğerleri. "Climate Change in Turkey for The Last Half Century". *Climatic Change* 94.3-4 (2009): 483-502.
- Türkeş, Murat. "Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme". *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi* 4.2 (2012): 1-32.
- Türkeş, Murat, Utku M. Sümer ve İsmail Demir. "Re-Evaluation of Trends and Changes In Mean, Maximum and Minimum Temperatures of Turkey for the Period 1929-1999". *Int. J. Climatol.* 22 (2002): 947-977.
- Türkeş, Murat, Talat Koç ve Faize Sarış. "Türkiye’nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi". *Coğrafi Bilimler Dergisi* 5.1 (2007): 57-73.
- Türkoğlu, Necla, İhsan Çiçek ve Serhat Şensoy. "Türkiye ’ de İklim Değişikliğinin Meyve Ağaçları ve Tarla Bitkilerinin Fenolojik Dönemlerine Etkileri". *TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi, 2014. 151-164.
- Uşul, Nurünnisa. *Engineering Hydrology*. Ankara: METU PRESS, 2001.
- Wang, Muyin ve James E. Overland. "Detecting Arctic Climate Change Using Köppen Climate Classification". *Climatic Change* 67.1 (2004): 43-62.
- Yılmaz, Erkan ve diğerleri. "Türkiye’de Sıcaklık ve Yağışın Düzensizliği 1964-2003". *VII. TÜCAUM Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi, 2012. 57-67.
- Yılmaz, Erkan ve İhsan Çiçek. "Türkiye’nin Detaylandırılmış Köppen-Geiger İklim Bölgeleri". *İnsan Bilimleri Dergisi* 15.1(2018): 225-242.