



Ege Coğrafya Dergisi, 22/2 (2013), 57-75. İzmir
Aegean Geographical Journal, 22/2 (2013), 57-75. İzmir –TURKEY

İKLİMSEL DEĞİŞİMLERİN VE ORMAN YANGINLARININ MUĞLA YÖRESİ'NDEKİ DOĞAL ÇEVRE, DOĞA KORUMA ALANLARI VE BİYOTAYA ETKİLERİNİN BİR EKOLOJİK BİYOCOĞRAFYA ÇÖZÜMLEMESİ

*An Ecological Biogeography Analysis of the Impacts of Climatic Variations and
Forest Fires on the Natural Environment, Nature Protection Areas and Biota
in the Muğla District*

Murat TÜRKEŞ

*İstatistik Bölümü Bağlantılı Orta Doğu Teknik Üniversitesi
comu.muratturkes@gmail.com*

Gökhan ALTAN

Karşıyaka Kız Teknik ve Meslek Lisesi Coğrafya Zümresi, Sivas

Abstract

The Muğla district located at the southwest part of Turkey, which is characterized with typical features of the dry summer subtropical Mediterranean climate and the Mediterranean ecosystems, has hosted some of the important nature areas of Turkey. In another words, Muğla is one of the unique city provinces in Turkey by having the significant potential in terms of its diverse biotope (e.g. bays, lagoons, coastal and forest ecosystems, etc.), biota (flora and fauna), endemic and relict species, water resources, and environment and nature protection areas with the various statues. In the study, we used the climatological data recorded at the Muğla Meteorology Station in the period of 1928-2010. Firstly, by making use of this data, time-series of the Normalized Precipitation Index (*NPI*) and the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) Aridity Index (*AI*) were calculated and the observed droughts and wet years were detected. Secondly, by determining severity levels of the drought and wet conditions, likely negative impacts of these conditions on the important nature areas of the Muğla district were evaluated. In this context, response measures suggested to be taken to likely consequences of these adverse impacts were also discussed. Finally, the nature and magnitude (i.e. statistical significance) of the climatic variations in the district were investigated by regarding results of the analysis methods for the randomness and trends applied to the *NPI* and *AI* series. The main results of the study are as follows: (i) The driest years in Muğla were of 1934 and 2008, while the wettest period was 1937 to 1940. (ii) There is a strong association between the magnitudes of forest fires and fired forest areas and severe dry conditions occurred over the Muğla district in the drought year of 2008. (iii) Correlation analysis indicates that there is a very strong positive relationship between the *NPI* and the *AI* series with the magnitude of a correlation coefficient $r = 0.99$ ($p <<$

0.001). (iv) Resultant test statistics of the trend tests applied to the *NPI* and *AI* series are not statistically significant. (v) Adverse impacts of the observed and predicted climatic variations on the water resources and forest fires, such as increases in air temperatures, heat waves, drought events, severe (extreme) rain showers and hail storms, and further longer and more severe summer dryness, are very likely at the level that may cause losing the unique and rich ecological, biogeographical and biodiversity values of the important nature areas of Muğla. (vi) Consequently, as in whole regions and districts characterized with the Mediterranean climate, the probability that may make much more difficult to protect the important ecosystems and unique biodiversity of the Muğla district in a near future should be taken into account in all nature protection, forestry and water resources/drought management actions and studies.

Key Words: Muğla District, Mediterranean climate and biome, climate change, forest fire, drought indices and time-series analysis methods.

Özet

Türkiye'nin güneybatısında yazı kurak subtropikal Akdeniz iklimi ve Akdeniz ekosistemlerinin tipik özellikleriyle nitelenen Muğla yöresi, Türkiye'nin önemli doğa alanlarından bazılarını barındırmaktadır. Muğla, zengin biyotopu (ör. koyuları, lagünleri, kıyı ve orman ekosistemleri, vb.), biyotası (flora ve fauna), endemik ve relik türleri, su kaynakları ve çeşitli statülerdeki çevre ve doğa koruma alanları açısından, Türkiye'nin son derece önemli bir potansiyele sahip ender illerinden biridir. Çalışmada, Muğla Meteoroloji İstasyonunda 1928-2010 döneminde kaydedilen klimatolojik veriler kullanıldı. Önce, bu verilerden yararlanarak, Normalleştirilmiş Yağış İndisi (*NYİ*) ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nde (UNCCD) temel alınan Kuraklık İndisi'nin (*Kİ*) zaman dizileri hesaplandı ve gözlenen kuraklıklar ve nemli yıllar belirlendi. İkinci olarak, kurak ve nemli koşulların şiddet düzeyleri saptanarak, bunların Muğla yöresindeki önemli doğa alanları için oluşturabileceği negatif etkiler değerlendirildi. Bu kapsamda, belirlenen olumsuz etkilerin olası sonuçları için alınması öngörülen karşı önlemler de tartışıldı. Son olarak, yöredeki iklimsel değişimlerin doğası ve büyüklüğü (istatistiksel anlamlılık düzeyi), *NYİ* ve *Kİ* zaman dizilerine uygulanan rasgelelik ve eğilim analiz (çözümleme) yöntemlerinin sonuçları dikkate alınarak incelendi. Çalışmada ulaşılan başlıca sonuçlar şunlardır: (i) Muğla'da en kurak yıllar 1934 ve 2008, en nemli dönem ise 1937-1940'tır. (ii) Muğla yöresinde 2008 yılında etkili olan şiddetli kurak koşullar ile kaydedilen orman yangınları ve yanan alanların büyüklükleri arasında kuvvetli bir bağlantı vardır. (iii) *NYİ* ve *Kİ* dizileri arasında gerçekleştirilen korelasyon (ilişki) analizi, ilişki katsayısı $r = 0.99$ ($p < 0.001$) büyüklüğünde olmak üzere, çok kuvvetli bir pozitif ilişkinin varlığını gösterir. (iv) *NYİ* ve *Kİ* dizilerine uygulanan eğilim sınaması sonuçları istatistik açıdan anlamlı değildir. (v) Hava sıcaklıklarının, sıcak hava dalgalarının, kuraklık olaylarının, şiddetli (aşırı) yağmur sağanakları ve dolu fırtınalarının artışı ve yaz kuraklığının daha uzun ve şiddetli oluşu gibi gözlenen ve beklenen iklimsel değişimlerin su kaynakları ve orman yangınları üzerindeki olumsuz etkileri, büyük olasılıkla Muğla yöresindeki önemli doğa alanlarının sahip oldukları eşsiz ve zengin ekolojik, biyoçeşitlilik ve biyocoğrafya değerlerini kaybetmesine neden olabilecek düzeydedir. (vi) Bu yüzden, Akdeniz ikliminin egemen olduğu tüm bölge ve yörelerde olduğu gibi, bütün bu olumsuz iklimsel etkilerin, yakın bir gelecekte Muğla yöresindeki önemli ekosistemlerin ve eşsiz biyolojik çeşitliliğin korunmasını daha da zorlaştırabileceği olasılığı, tüm doğa koruma, ormancılık ve su kaynakları/kuraklık yönetimi eylem ve çalışmalarında dikkate alınmalıdır.

Anahtar Sözcükler: Muğla Yöresi, Akdeniz iklimi ve biyomu, iklim değişikliği, orman yangını, kuraklık indisleri, zaman dizisi çözümleme yöntemleri.

1. Giriş

İklim değişikliği, yeryüzünde yaşayan insan topluluklarının küresel ve/ya da bölgesel ölçekte 20. yüzyılda olduğu gibi 21. yüzyılda da karşılaştığı en önemli ve geniş kapsamlı sorunların

başında gelir. İnsan kaynaklı iklim değişikliğinin en güçlü kanıtları, farklı zaman ve mekânlarda gözlenmekte ve kaydedilmektedir. Bu etkiler, iklim değişikliği sürecinin ekonomik, sosyal ve ekolojik sistemler üzerindeki olumsuzluklarını da gün yüzüne çıkardı. Hükümetlerarası İklim

Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 2007 değerlendirmesine göre, küresel ortalama yüzey sıcaklıkları son 100 yıl içerisinde yaklaşık olarak 0.8 °C artış göstermiştir. Ayrıca, 1995-2006 arasındaki on bir yıllık dönemde, 1850 yılından beri gözlenen küresel yüzey sıcaklıklarındaki en yüksek artışlar görülmüştür (IPCC, 2007; Türkeş, 2011a, 2012a).

İklimdeki diğer değişkenlikler; yağış tutarları ve değişkenliği, kar ve buz örtüleri ile deniz seviyesi değişimlerini içerir. Örneğin, 20. yüzyılda orta enlem ve kutupsal kar örtüsü, kutupsal kara ve deniz buzları ile orta enlemlerin dağ buzulları eriyerek alansal ve hacimsel olarak azalırken, gelgit ve deniz seviyesi ölçerlerinin gözlem kayıtlarına göre küresel ortalama deniz seviyesi, yaklaşık 0.17 m (0.12-0.22 m arasında) yükselmiş ve okyanusların ısı içerikleri artmıştır (IPCC, 2001, 2007; Türkeş, 2008, 2011b, 2012a).

Birçok etkisine ve olumsuz sonuçlarına ek olarak, ister küresel isterse bölgesel ölçekte olsun, iklim değişikliği ekstrem (aşırı) hava ve iklim olaylarının sıklığında, şiddetinde, alansal dağılışında, uzunluğunda ve zamanlamasında değişiklikler oluşmasına neden olmaktadır. Örneğin, yağış, mekânsal ve zamansal olarak yüksek bir değişkenlik gösterirken, bazı bölgelerdeki yağış ölçümleri ve kullanılabilir klimatolojik veriler oldukça sınırlıdır. 1900–2005 döneminde, çok geniş bölge ve kıtalar üzerinde yağış tutarlarında uzun süreli eğilimler gözlemlendi. Kuzey ve Güney Amerika'nın doğu bölümleri, kuzey Avrupa ve Asya'nın orta kesimleri ile kuzeyinde anlamlı artış eğilimleri gözlenirken, kuraklık ya da anlamlı azalma eğilimleri ise Sahel, Türkiye'yi de kapsayan Akdeniz havzası, Güney Asya'nın bir bölümü ile Afrika'nın güneyinde görülür (ör. IPCC, 2001, 2007; Türkeş, 1998, 1999, 2010b, 2011a, 2012a; Türkeş ve Erlat, 2003, 2005; Türkeş ve Tatlı, 2010, 2011, vb.). Bu sonuçlara ek olarak, dünyanın birçok bölgesi ve Türkiye'deki şiddetli yağış olaylarında (aşırı yüksek ve aşırı düşük yağışlar, vb.) da artışlar gözlenir (ör. IPCC, 2001, 2007; Türkeş ve Tatlı, 2009; Türkeş ve ark., 2009ab, 2011a; Yozgatlıgil ve ark., 2010; Tatlı ve Türkeş, 2011; Öztürk ve ark., 2011; Altınsoy ve ark., 2012; Sen ve ark., 2012, vb.).

Yağışların yanı sıra, uzun süreli klimatolojik ve meteorolojik gözlemlerin çözümlemelerinden elde

edilen yeni bulgular, 1950'lerden beri bazı ekstremlerde özellikle günlük ekstrem hava sıcaklıklarında (örn. aşırı en yüksek ve en düşük sıcaklıklar, tropikal ve yaz günleri, vb.), donlu gün sayılarında ve sıcak hava dalgalarının sıklığı ve uzunluğunda da önemli değişiklikler ortaya çıktığını göstermektedir. Bu tür değişiklikler, genel olarak Doğu Akdeniz ve Türkiye'de, özellikle 1990'lı yıllarla birlikte donlu günlerin belirgin bir şekilde azalması (Erlat ve Türkeş, 2012a), sıcak günlerin ve gecelerin sayıları (Erlat ve Türkeş, 2013) ile gece en düşük ve gündüz en yüksek hava sıcaklıklarının artması (Türkeş ve ark., 2002; Türkeş ve Sümer, 2004; Kuglitsch ve ark., 2010, vb.), başka bir deyişle sıcak hava dalgalarının sıklığının ve şiddetinin kuvvetlenmesi şeklinde kendisini hissettirmektedir.

Akdeniz bölgesi, kurak ve sıcak tropikal kuzey Afrika ve Orta Doğu iklimleri ile Avrupa'nın doğuya doğru daha soğuk ve daha karasal bir nitelik kazanan ılıman ve soğuk orta enlem iklimleri arasındaki subtropikal geçiş kuşağında uzanır. Başka bir deyişle, yazı kurak subtropikal Akdeniz iklimi, genel olarak yıl boyunca orta enlem ve tropikal hava (basınç ve rüzgar) sistemleri arasındaki etkileşimin etkisi altındadır. Akdeniz iklimi, uygun basınç ve rüzgar dolaşımı sistemlerinin ve fiziki coğrafya etmenlerinin bulunduğu yerlerde, hem Kuzey Yarım Kürede hem de Güney Yarım Kürede 30° ile 45° enlemleri arasında görülen bir iklimdir. Kışı ılık/görece soğuk ve yağışlı, yazı kurak ve sıcak/çok sıcak geçer. Batı bölümü, tropikal kurak ve yarıkurak iklim koşullarıyla denizel batı kıyısı ikliminin oluşumunu sağlayan koşulların mevsimsel yer değiştirmesinin bir sonucudur. Günlük ve yıllık sıcaklık farkları orta düzeydedir. Doğuya ve karasal iç bölgelere gidildikçe, günlük ve yıllık sıcaklık farkları ile karasallığın artmasına bağlı olarak, ilkbahar ve yaz başında görülen konvektif kararsızlık yağışları da görece artar (Türkeş, 2008, 2010ab; Türkeş ve Tatlı, 2009, 2011; Türkeş ve ark., 2009a; Altan ve Türkeş, 2013 vb.).

Genel olarak oldukça yüksek değişkenlik gösteren Akdeniz iklimi, sık oluşan uzun dönemli kuraklıklarla ve kısa dönemli şiddetli yağışlarla temsil edilir. Büyük Akdeniz iklimi, sıcak ve kurak yaz mevsimleri, ılık ve yağışlı kışlarıyla, Akdeniz havzasına komşu öteki ülkelerle birlikte (Portekiz, İspanya, kuzeybatı Afrika kıyıları, Fransa, İtalya,

Yunanistan, Lübnan ve İsrail Türkiye'nin batı ve güney bölgelerinde de etkili olur (Şahin ve Cıgızoğlu, 2012; Türkeş, 2008, 2010ab; Türkeş ve Altan, 2012abcd; Altan ve Türkeş, 2013; Türkeş ve ark., 2011a, 2011b). Bu yüksek değişkenlikler Akdeniz İklim Bölgesi içerisinde yer alan Muğla yöresi için de gelecek süreçte su kaynakları, orman yangınları ve daha büyük ve önlenemez doğal afetler için bir tehlike oluşturabilir.



Şekil 1: Çalışmada verilerinden yararlanılan Muğla meteoroloji istasyonu ile Muğla ilinin lokasyonu.

Figure 1: Location of Muğla province and the Muğla meteorology station, data of which were used in the study.

Bu amaçla çalışmada, Muğla yöresindeki kurak ve nemli dönemlerin iklim değişikliği süreçleri açısından bir değerlendirmesi yapılacak ve su kaynaklarının kullanımı ve Muğla yöresindeki öteki doğal kaynakların olumsuz etkilenmesini engellemek için geleceğe yönelik çeşitli öneriler geliştirilecektir.

2. Materyal ve Yöntem

Muğla'da kurak ve nemli dönemlerin klimatolojik özelliklerini ve değişimlerini belirlemeyi amaçlayan bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı Muğla ili sınırları içerisinde en uzun kayıt süresine sahip Muğla meteoroloji istasyonunun uzun süreli verilerinden yararlanıldı (Şekil 1).

Muğla meteoroloji istasyonunun 1928–2010 dönemini içeren uzun süreli yıllık toplam yağış ile uzun süreli aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık zaman dizilerinden yararlanılarak, Thornthwaite yöntemine göre hesaplanan düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon değerleri kullanıldı (Thornthwaite, 1948; Türkeş, 1999, 2011c).

Çalışmada, yöredeki kurak ve nemli koşullardaki değişimleri belirlemek amacıyla Normalleştirilmiş

Yağış İndisi (NYİ) ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi (UNCCD) Kuraklık İndisi'nin (Kİ) uzun süreli zaman dizileri kullanıldı (UNEP, 1993; Türkeş, 1999, 2010a). Bu indislerin hesaplama sonuçlarının uzun süreli değişimlerini ve eğilimlerini belirleyebilmek için bazı istatistiksel zaman dizisi testleri (sınama) uygulandı.

2.1. Normalleştirilmiş Yağış İndisi

Normalleştirilmiş yağış indisi (NYİ), yağış dizilerindeki yıllık toplam yağışların aynı dizinin uzun süreli ortalama ve standart sapması kullanılarak standartlaştırılması yoluyla elde edilir (Türkeş, 1996, 1998; Türkeş ve Tatlı, 2008, 2009, 2010).

2.2. BM Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi (UNCCD) Kuraklık İndisi

Kuraklık indisi (Kİ), toplam yağış ile Thornthwaite su bilançosu için hesaplanan toplam düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon (DPE) değerlerinin birbirine oranlanması yoluyla hem uzun süreli ortalamalar (klimatolojik) hem de her bir yılın yıllık toplam değerleri (zaman dizisi) kullanılarak hesaplanır (Türkeş, 1999, 2011c; Türkeş ve Altan, 2012ab).

2.3. Türdeşlik Sınamaları

NYİ ile Kİ dizilerindeki değerlerin aynı evrenden gelip gelmediğinin belirlenmesi için Kruskal-Wallis (K–W) türdeşlik sınaması (Sneyers, 1990; Türkeş, 2012b) ile Wald-Wolfowitz (W–W) dizisel ilişki sınaması (Sneyers, 1990; Türkeş, 2012b; Türkeş ve ark., 2002) kullanıldı.

2.4. Eğilim Sınamaları

Normalleştirilmiş yıllık yağış ve yıllık kuraklık indisi zaman dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimlerin doğası (yönü) ve büyüklüğü (istatistiksel anlamlılığı), parametrik olmayan Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı (Sneyers, 1990; Türkeş, 2012c; Türkeş ve ark., 2002) ve en küçük kareler doğrusal regresyon (EKKDR) (Wonnacott ve Wonnacott, 1972; Türkeş ve Sümer, 2004; Türkeş, 2011c) yöntemleri ile incelendi. Mann-Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı $u(t)$ 'nin anlamlılığı normal dağılımın, EKKDR katsayısı β 'nin anlamlılığı için Student t sınamasıysa Student t dağılımının iki yanlı şekline göre 0.05 ve 0.01 anlamlılık düzeylerinde sınıandı.

3. Ekolojik ve Fiziki Coğrafya Özellikleri

3.1. İklim ve İklim Değişikliği

Coğrafi olarak Türkiye'nin (Anadolu Yarımadası) güneybatısında bulunan Muğla yöresi Akdeniz havzası içerisinde yer alır. Buna bağlı olarak da yörede, iklim değişikliği süreçlerine açık, iklimsel değişkenliğin yüksek ve mevsimselliğin kuvvetli olduğu subtropikal Akdeniz ikliminin tanıtıcı özelliği olan şiddetli yaz kuraklıkları ve yüksek yaz sıcaklıkları etkili olmaktadır. Türkiye'de yaz kuraklıkları, egemen fiziki coğrafya denetçileri nedeniyle alansal ve zamansal olarak değişkenlik göstermekle birlikte, subtropikal Akdeniz İkliminin doğal bir özelliği olarak, Türkiye'nin Karadeniz yağış bölgesi ve Kuzeydoğu Anadolu bölümleri dışında kalan yerlerinde her yıl oluşmaktadır (Şahin ve Çığzoğlu, 2012; Türkeş, 1998, 2010ab, 2012a; Türkeş ve Tatlı, 2009, 2011, vb.). Kuraklık olaylarıysa, tüm bölgelerde ve mevsimlerde çeşitli şekillerde (ör. meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik) oluşabilmektedir (Türkeş, 1998, 1999, 2008, 2010ab, 2012a; Türkeş ve Erlat, 2003, 2005; Türkeş ve Tatlı, 2011, vb.). Subtropikal Akdeniz iklim bölgesinin normal bir özelliği olarak bilinen yaz kuraklığı ve yağışlardaki yüksek yıllar arası değişkenlik ile bağlantılı olarak, her mevsimde rastlanabilen kurak dönemler, Türkiye su kaynakları üzerinde büyük baskı yaratır (Türkeş, 1996, 1998, 2008, 2010b; Türkeş ve Tatlı, 2008, 2009, 2010, 2011; Türkeş ve Altan, 2012abcd; Türkeş ve ark., 2012). Muğla yöresi de bu iklim özelliği açısından şiddetli yaz kuraklığına bağlı olarak su kaynaklarının olumsuz etkilendiği alanlar arasındadır.

Partal ve Kahya (2006) Türkiye genelinde yağışların azalma eğiliminde olduğunu belirtirken ocak, şubat ve eylül aylarında toplam yağışların istasyonlara göre değişiklik gösterdiğini ve egemen olarak azalma eğiliminde olduğunu belirlemiştir. Ayrıca bu dönemlerdeki nehir akımlarında görülen azalma eğilimlerinin doğrudan yağışlarla ilişkili olabileceği sonucuna ulaşmıştır. Çalışma alanında bulunan Bodrum ve Fethiye'nin de içinde bulunduğu çok sayıda istasyonda ise, 0.05 düzeyinde istatistik açıdan anlamlı azalma eğilimleri görülür.

Akdeniz Havzası'nda da 1960 ve 1970'lerin ortaları serin yazlar (en serin yıl 1976), 1950, 1980 ve 1990'lar ise sıcak yazlar (en sıcak yıl 1994) ile

karakterize olur (Xoplaki ve ark., 2003). Yunanistan için yapılan çalışmalarda, tropikal gün sayılarının 1955–1976 döneminde azalma, 1976–2000 yılları arasında ise hızlı bir artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Nastos ve Matzarakis, 2008). Ayrıca, Ege Bölgesi'nde belirlenen sınır değeri geçen sıcaklıklardaki değişim ve eğilimlerin sadece kentsel ısı adaları gibi yerel ölçekte etkili olan faktörler ile açıklanamayacağını, küresel sıcaklık artışı ve bölge üzerinde etkili olan atmosfer dolaşım deseninin aşırı sıcaklıklarda belirleyici olduğunu gösterir (Erlat ve Yavaşlı, 2009). Erlat ve Yavaşlı (2009), Ege Bölgesi'ndeki tropikal ve yaz günü sayılarındaki değişimi ve eğilimleri konu edindikleri çalışmalarına, Muğla ve Bodrum istasyonlarını da almıştır. Yazarlar çalışma sonucunda, yıllık yaz günü sayılarındaki en belirgin artışın Kütahya, Muğla ve Bodrum'da olduğunu, Ege Bölgesi'nde 1939 yılından günümüze kadar tropikal gün sayılarının artma eğiliminin sürdüğünü belirtmiştir. Muğla ve Bodrum'da hem tropikal gün sayılarının artışı hem de yaz günü sayılarındaki artış eğilimlerinin istatistik açıdan anlamlı sonuçlar gösterdiği görülür. Bu anlamlı artış eğilimleri, 1974–2008 arasındaki dönemde 0.01 anlamlılık düzeyinde istatistik açıdan anlamlıdır.

Türkeş ve Altan (2012abcd)'in Akdeniz iklim bölgesindeki Çanakkale ve Muğla Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) sorumluluğundaki ormanlarda çıkan orman yangınlarını klimatolojik ve meteorolojik koşulları dikkate alarak incelediği çalışmalarda, kurak dönemler ile büyük orman yangınlarının oluşması arasında büyük bir ilişki olduğu saptandı. Bu çalışmaların ve yukarıda özetlenen önceki çalışmaların sonuçlarına göre, Muğla yöresinde iklim özelliklerinin görece daha sıcak ve daha kurak koşullara doğru bir gidiş gösterdiği söylenebilir. Bu kurak koşullar Muğla yöresinde oldukça fazla olan önemli doğa alanlarını olumsuz etkileme potansiyeline sahiptir.

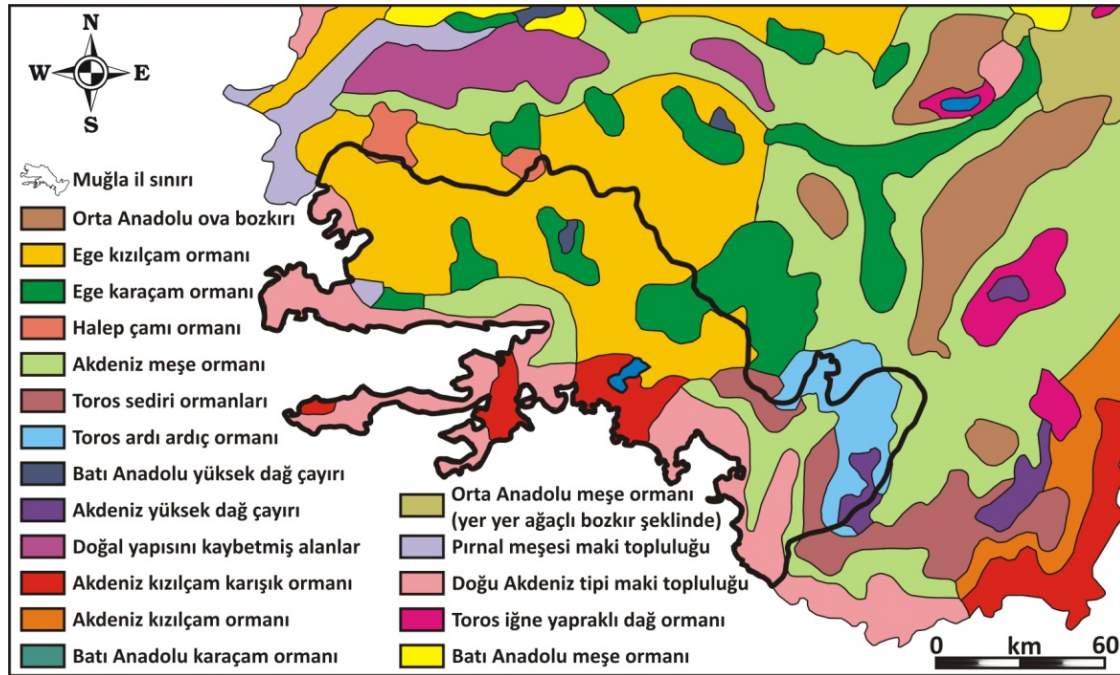
3.2. Bitki örtüsü

Türkiye geleneksel floristik sınıflandırmaya göre, temel olarak, "Holarktik Flora Alemi" nin sınırları içindedir. Ancak, hem coğrafi konumunun özellikleri, hem de iklim ve yeryüzü şekilleri açısından çok zengin olması nedeniyle, Holarktik Flora Âleminin yalnız bir flora bölgesine girmez; onun, (a) Paleoboreal Avrupa orman (Avrupa-

Sibirya), (b) Paleoboreal Turan-Ön Asya step ve (c) Akdeniz çalı (maki) ve orman bölgelerinde de yer alır (Erinç, 1977; Avcı, 1993, 2005; Atalay, 1994; Türkeş, 2012d, vb.). Yerkürenin biyomları açısından, Türkiye'nin kuzeybatı, batı, -Muğla ili ve Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nün sorumluluk alanını da içeren- güneybatı ve güney bölgelerini kapsayan büyük bir bölümü, genel olarak kıtaların batısında egemen "kışları ılıman ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak subtropikal Akdeniz iklimi" ile nitelenen "Akdeniz çalı (maki) ve orman biyomu" sınırları kapsamında değerlendirilir (Türkeş, 2012d).

Türkiye'nin orman varlığı, ülke topraklarının % 27'sini karşılarken, % 73'lük bölüm açıklık alan olarak tanımlanır. Muğla orman bölge

müdürlüğünde ise orman alanı ile açıklık alanın oranları sırasıyla % 56 ve % 44'tür. Bu durumda Muğla'nın Türkiye'nin iki katından daha fazla orman alanına sahip olduğu görülür (OGM, 2006). Muğla'da 2000 metre ve üzerindeki yükseltilere kadar genellikle kızılçam, meşe, karaçam ve ardıç karışımı türlerden oluşan ormanlar yer alırken, daha yüksek kesimlerde Alpin çayırlara rastlanır. Muğla'da 2200 metreden daha yüksek alanlar çıplak kayalık ve/ya da açıklık alanlar halindedir. Yerleşme alanlarının çevresindeki kızılçam ormanlarının tahrip edildiği alanlarda ise maki vejetasyonu gelişmiştir (Atalay, 1994, 2008; Altan, 2011; Altan ve ark., 2011; Türkeş ve Altan, 2012a).



Şekil 2: Muğla yöresi ve çevresinin sadeleştirilmiş vejetasyon haritası (Eken ve ark. 2006 ve Altan, 2011'den değiştirilerek yeniden çizildi).

Figure 2: Simplified vegetation map of the Muğla district and its surrounding (Redrawn with modification from Eken et al. 2006 and Altan, 2011).

Tersiyer devrine ait relikt bir tür olan sığla (günlük) ağacı (*Liquidambar orientalis*) Muğla, Fethiye ve Köyceğiz yörelerinde yaygındır. Muğla yöresindeki bu önemli doğa alanları arasında başta kıyı alanları olmak üzere, Akdeniz orman ve maki vejetasyon alanlarının yanı sıra relikt bir tür olan sığla ağacının da bulunması büyük önem taşır (Eken ve ark., 2006; Atalay, 2008; Altan, 2011).

Muğla'nın kıyı kesimleri boyunca pınal meşesi (*Quercus ilex*) ve öteki maki (Maquis) toplulukları görülürken bitki örtüsünün büyük bir bölümünü özellikle orta ve kuzey kesimler boyunca kızılçam (*Pinus brutia*) ormanları oluşturur. Kızılçam ormanları yer yer meşe ormanları ile bazı alanlarda ise karaçam ağaçlarıyla karışık bir halde bulunurlar (Şekil 2). Muğla yöresinde, Sandras Dağı'nın

güney yamaçlarında 200–1000 metreler arasında kızılçam ormanları ile karışık halde ve farklı türleri içeren maki toplulukları bulunur (Şekil 2). Muğla'da, keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*), mersin (*Mrytus communis*), keçiboğan (*Calycotome villosa*), geyikdiken (*Cretaegus monogyna*), tespih çalısı (*Styrax officinalis*), pırnal meşesi (*Quercus ilex*) ile karaçalı (*Paliurus spinachristi*) türleri de görülür. Pırnal meşesi (*Quercus ilex*) ile birlikte defne (*Laurus nobilis*) ve çiçekli dişbudak (*Fraxinus ornus*) da görülür (Atalay, 1994, 2008). Köyceğiz ile Marmaris'in denize bakan bölümlerinde özellikle Köyceğiz Gölü çevresinde Akdeniz kızılçam karışık ormanları bulunurken, Kemer'de ağırlıklı olarak Toros ardı boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) topluluklarının varlığı görülür. Ayrıca burada yüksek dağlık alanlarda dağ çayırına da rastlanır (Atalay, 2008).

3.3. Önemli Çevre ve Doğa Koruma Alanları

Muğla yöresinde doğal ve ekolojik koşulların elverişli olmasına bağlı olarak çok sayıda önemli doğa alanının varlığından bahsedilebilir (Anonim, 2011ab). Muğla, geniş Akdeniz ormanlarının varlığı, sulak alanlar, çeşitli tabiat anıtları, özel çevre koruma bölgeleri, tabiat parkları ve milli parklar ile oldukça fazla önemli koruma alanının bulunduğu bir il konumundadır (Tablo 1) (Şekil 3).

Muğla yöresindeki Özel Çevre Koruma Yörelerinden (ÖÇKY) biri olan Datça-Bozburun yarımada (Tablo 1), geçmişten günümüze çeşitli medeniyetlerin yaşadıkları devirlerin sosyal, ekonomik ve mimari özelliklerini temsil eden, arkeolojik, kentsel, doğal, coğrafi, ekolojik, tarihi vb. açılardan korunması gerekli alanlar (sit alanı) olarak tanımlanır. Yarımada üzerinde dağınık olarak yer alan bu sitler, kumullar, orman alanları ve özellikle de Amos, Laryma, Knidos gibi tarihi yerleşmeleriyle bu koruma statüsünü elde eder (Anonim, 2011a). Datça-Bozburun yarımada, fauna biyoçeşitliliği, özellikle de memeli fauna taksonlarının zenginliği açısından, yalnız bir koruma yapısının kapsamında korunduğunun "ilan edilmesi" yoluyla değil, çok ciddi koruma, yönetim ve denetim planlarıyla desteklenen yüksek düzeyde korunması gereken önemli bir doğa ve ekolojik (ekolojik biyocoğrafya ve biyoçeşitlilik) koruma alanıdır.

Tablo 1: Muğla'da çeşitli statülere ait güncel çevre koruma alanları (Anonim, 2011abcd, 2013).

Table 1: Actual environmental protection areas with various statues in Muğla.

Çevre koruma alanının koruma niteliği	Çevre koruma alanının adı
Özel Çevre Koruma Yöresi (ÖÇKY)	Datça-Bozburun, Fethiye-Göcek, Gökova, Köyceğiz-Dalyan, Patara
Tabiat Parkı (TP)	Kıdrak, Katrancı Koyu, İnbükü, Çubucak, Kovanlık, Küçük Kargı, Ömer Eşen, Güvercinlik, Çetibeli
Tabiatı Koruma Alanı (TKA)	Sırtlan Dağı
Milli Park (MP)	Marmaris, Saklıkent
Tabiat Anıtı (TA)	Söğüt köyü çınarı, Bayır servi ağacı, Bayır çınarı, Ulu meşe, Bitez yalısı zeytin ağacı
Sulak Alan (SA)	Bafa Gölü (bir bölümü Aydın il sınırları içerisinde kalır), Dalaman, Dalyan, Girdev Gölü, Gököy, Güllük Deltası, Köyceğiz Gölü, Metruk Tuzlası

İlemin (2010) tarafından gerçekleştirilen yeni ve önemli bir çalışmada, Datça-Bozburun ÖÇKY'deki orta ve büyük memeli türleri saptanmış ve bu taksonların yöredeki üç farklı vejetasyon tipindeki dağılımları ve aktivasyon (hareketlilik, davranış) özellikleri incelenmiştir. İlemin (2010), yöredeki orta ve büyük memeli taksonlarının saptanmasında, habitat tercihleri (frigana ya da garig, maki ve kızılçam) ve aktivasyon özelliklerinin bulunmasında foto-kapan yöntemini kullanmıştır. Foto-kapan istasyonlarından elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda, yörede 13 farklı memeli taksonu saptanmış ve bunların görece bollukları hesaplanmıştır. Yaban domuzu (*Sus scrofa*), kızıl tilki (*Vulpes vulpes*), yaban tavşanı (*Lepus europaeus*) ve porsuk (*Meles meles*) genel yayılım gösteren, vejetasyon ve habitata fazla özelleşmeyen türler olarak saptanmıştır. Karakulak (*Caracal caracal*), yaban kedisi (*Felis silvestris*), yaban keçisi (*Capra aeagagrus*), kır ya da kaya sansarı (*Martes foina*), oklu kirpi (*Hystrix indica*) ve bozayı (*Ursus arctos*) ise, daha çok belirli vejetasyon ve habitat istekleri olan türler olarak bulunmuştur. Karakulak (*Caracal caracal*), yaban

kedisi (*Felis silvestris*) ve oklu kirpi (*Hystrix indica*) türlerinin bu yöre için ilk kayıt olması ve bu türler ile birlikte yörede yaban keçisi (*Capra aegagrus*) gibi nadir ve tehlike altındaki memeli taksonlarının bulunması (İlemin, 2010; İlemin ve Gurkan, 2010), yörenin koruma statüsünün kuvvetlendirilmesini ve çok sıkı korunmasını gerektirmektedir.

Fethiye-Göcek ÖÇKY'de, Eşen çayı havzası ile Babadağ dağlık kütesini ve pek çok koy, körfez ve orman alanını barındırır. Akdeniz havzasının deniz kaplumbağalarından 3 türü (*Caretta caretta*,

Chelonia mydas, *Dermochelys coriacea*) Fethiye kumsalı ve sularında yaşam ortamı bularak koruma altına alınır. Gökova ise, zengin flora ve faunası ile ekolojik yönden dikkat çekici bir öneme sahip Ege ve Akdeniz bölgelerinin bitki örtüsü özelliklerini bir arada bulundurur. Bu alan antik dönemde Karya yöresi olarak adlandırılırken, yörenin güney sınırındaki Likyalılara ait Kaunos kenti ile birlikte yörenin tamamı antik yapılar açısından önemlidir (Anonim, 2011a).



Şekil 3: Muğla'da iklim değişikliğinin ve değişkenliğinin olumsuz sonuçlarından (kuraklık olaylarını ve orman yangınlarını içerir) etkilenen ve gelecekte de etkilenebilecek olan önemli doğa alanları (Eken ve ark. 2006'daki bilgiler güncellenerek hazırlandı).

Figure 3: Important nature areas in Muğla, which has been affected, and will also be affected in the future, from adverse consequences of the climate change and variability including drought events and forest fires (Prepared by updating the information in Eken et al. (2006).

Köyceğiz ÖÇKY'deki en yaygın vejetasyon, kızılçam ve günlük ormanları ile maki ve frigana vejetasyonlarını oluşturan çeşitli bitki (ağaççık ve çalı) taksonlarının yanı sıra, Köyceğiz Gölü çevresindeki sulak alanlarda yetişen otsu bitki taksonlarından oluşur. Kıyıda kumul vejetasyonu, İztuzu kumsalında *Caretta caretta*'lar yaygındır. Likya Uygarlığı'nın en eski kentlerinden olan Patara M.Ö. 9. yüzyılda dönemin ana limanı olup Kalkan Erendağı'nın batısında üçgen şekilli bir ova üzerinde kurulmuştur. Eşen Çayının taşıdığı alüvyonların dalgalar, deniz akıntıları ve rüzgarların işleme sonucu, bölgenin en önemli doğal jeomorfolojik birimi olan 18 km

uzunluğunda 500 metre genişliğindeki Patara kumsalı oluşur (Öner, 1997, 1998; Anonim, 2011a).

Muğla'daki Kıdrak Tabiat Parkı (TP), jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri, flora ve faunası, su sporları yapmaya elverişli deniz potansiyeli ve rekreasyonel değerlere sahip olması nedeniyle 950 hektarlık bölümü 1983 yılında tabiat parkı olarak koruma altına alınmıştır. Kızılçamların hâkim olduğu alanda mersin, menengiç (*Pistacia terebinthus*), keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*) ve öteki maki toplulukları yer alır (Anonim, 2011d).

Muğla'daki Sırtlan Dağı, Türkiye'de az rastlanan bir tür olan Halep çamının (*Pinus halepensis*) yanı sıra zengin bir yaban hayatına sahip olması nedeniyle Tabiatı Koruma Alanı (TKA) ilan edilmiştir. Burada, Halep çamına (*Pinus halepensis*) ek olarak, kızılçam (*Pinus brutia*), sakızağacı (*Pistacia lentiscus*), pırnal meşesi (*Quercus ilex*), yaban zeytini (*Olea oleaster*), geniş yapraklı akçakesme (*Phillyrea latifolia* syn *Phillyrea media*), defne (*Laurus nobilis*), adaçayı yapraklı laden (*Cistus salviifolius*), dağ çileği (*Fragaria vesca*), bodur ardıç ya da Alpin ardıç (*Juniperus communis subsp. nana*) türleri de bulunur (Anonim, 2011b). Başlıca memelilerden, kızıl tilki, çakal, yaban domuzu, tavşan, sincap, kirpi; kuş türlerinden, keklük, su tavuğu ve karatavuk bu tabiatı koruma alanı içerisinde barınma olanağını bulmaktadır.

Marmaris Milli Parkı'ndaki (MP) orman formasyonunun çoğunluğunu *Pinus brutia* toplulukları oluştururken, sığla (günlük) ağacı (*Liquidambar orientalis*) belirli bölgelerde yaşam alanı bulur. Kızılçamın yanı sıra, çeşitli meşe (*Quercus* sp.), çınar (*Platanus* sp.) ve kızılğaç (*Alnus* sp.) türleri de milli park içerisinde yer alır. Ayrıca, *Quercus ilex*, *Quercus coccifera*, *Olea europea*, *Styrax officinalis*, kocayemiş (*Arbutus unedo*), sumak (*Rhus* sp.), keçiboynuzu, menengiç, zakkum (*Nerium oleander*) ve defne vb. taksonlar, milli parktaki bodur ağaç türlerini oluşturur. Milli park içerisinde yaban hayatı ile antik kentler de önemli bir yer tutar (Anonim, 2011e). Orman yangınlarına karşı çok hassas olan Marmaris yöresi kızılçam orman ekosistemi, kızıl tilki (*Vulpes vulpes*), yaban domuzu (*Sus scrofa*), Anadolu sincabı (*Sciurus anomalus*), ak göğüslü kirpi (*Erinaceus concolor*), kır ya da kaya sansarı (*Martes foina*) ve orman fareleri (*Apodemus* sp.) gibi memeli faunasını da barındırmaktadır (Soyumert ve ark., 2010).

Saklıkent MP, 1000-1100 metre yükseklikte ve oldukça dik yamaçlara sahip Saklıkent Kanyonu iki havza arasında uzanan bir yarma vadidir. Yöredeki kanyonlar tektonizma dışında, karstlaşma süreçlerinin etkisiyle de oluşmuştur. Milli parkın orman formasyonu, kızılçam (*Pinus brutia*), karaçam (*Pinus nigra*) ve Toros (Lübnan) sediri (*Cedrus libani*) topluluklarından oluşur. Bu ağaç türleri topografik yükseltilere göre, sırasıyla maki

formasyonu, *Pinus brutia*, *Pinus nigra* ve *Cedrus libani* toplulukları şeklinde sıralanır. Kanyon girişine yakın kesimlerde *Pinus brutia* yaygınlık gösterirken, özellikle milli parkın güneydoğusunda 1000 metre üzerindeki yükseltilerde *Pinus nigra*, Dumanlıdağ ve yakın çevresinde ise *Cedrus libani* toplulukları yer alır (Anonim, 2011e).

4. Çözümleme Sonuçları ve Bireşimi

Aşağıdaki paragraflarda çözümleme sonuçlarına dayanarak elde edilen bulgular ve değerlendirmeler, Normalleştirilmiş Yağış İndisi ve UNCCD Kuraklık İndislerinin iklim değişikliği olgusu yönünden tartışılmasını ve bu sonuçlar arasındaki klimatolojik, ekolojik ve ekolojik biyocoğrafya bireşimini içerir.

4.1. Türdeşlik ve Dizisel İlişki Sınamaları

Muğla meteoroloji istasyonu verilerinden hesaplanan NYİ ile Kİ değerlerine uygulanan K-W türdeşlik ve W-W dizisel ilişki sınaması sınaması sonuçları Tablo 2'de verildi. Muğla istasyonu NYİ ve Kİ dizilerinin K-W ortalamaların ve varyansların türdeşliği sınamasındaysa, karşılaştırılması yapılan alt dönem sayısı $k = 9$ olarak belirlendi. Sınama örneklem değeri X_K ile karşılaştırılacak olan kritik değer χ^2 Tablosinden $f = (k - 1) = 8$ bağımsızlık sayısına göre 0.05 ve 0.01 düzeylerinde bulundu. Muğla için yapılan hesaplama sonuçlarına göre, K-W ortalamaların ve varyansların türdeşliğinde, sınaması örneklem değerleri kritik değerlerden küçük olduğu ($X_K < \chi^2_f$) için, alt dönemlerin ortalama ve varyanslarının türdeşliği 0.05 anlamlılık düzeyinde saptandı (Tablo 2).

Muğla istasyonu verilerinden hesaplanan Kİ ve NYİ dizilerine uygulanan W-W dizisel ilişki sınamasının pozitif sonuçları istatistiksel açıdan anlamlı olmamakla birlikte, indislerin zaman dizisi değişim grafiklerinde gözlenen düşük sıklıklı değişimleri (uzun dönemli dalgalanmayı) açıklamaktadır (Tablo 2). Başka sözlerle, Muğla NYİ ve Kİ değerlerinin pozitif dizisel ilişkiye karşı rasgele olduğu, başka bir deyişle diziyi oluşturan gözlemlerin istatistiksel açıdan birbirlerinden bağımsız oldukları görülür (Tablo 2). W-W sınaması sonuçları, NYİ ve Kİ dizilerine uygulanan K-W (ortalama ve varyanslar) sınaması sonuçları ile uyumludur.

Tablo 2: Muğla meteoroloji istasyonu NYİ ve Kİ dizilerine ilişkin K–W türdeşlik (X_K) ve W–W dizisel ilişki $u(r)$ sınamalarının sonuçları. K-W sınama örneklemdeğerlerinin anlamlılığı için gerekli olan χ^2 kritik değerleri ve W-W sınama örneklem değerlerinin anlamlılık düzeyleri en alt satırda parantez içinde gösterildi.

Table 2: Results of the K-W homogeneity (X_K) and W-W serial correlation $u(r)$ tests for the Normalised Precipitation Anomaly Index (NYI) and Aridity Index (KI) series of the Muğla meteorology station. Required χ^2 critical values and the significance levels of the W-W test statistics were displayed in brackets at the bottom line.

İstasyon	Kruskal – Wallis				Wald – Wolfowitz	
	Ortalama (X_K)		Varyans (X_K)		$u(r)$	
	NYİ	Kİ	NYİ	Kİ	NYİ	Kİ
Muğla	8.52	8.36	12.03	9.99	1.36	1.51
	(15.50)	(15.50)	(15.50)	(15.50)	(0.08)	(0.06)

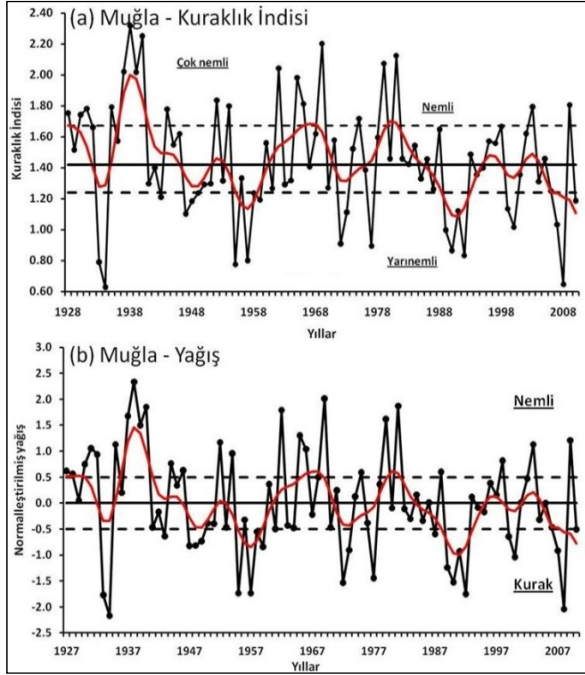
4.2. Normalleştirilmiş Yağış ve Kuraklık İndislerindeki Değişimler

Muğla'da kuraklık indisi, 1928 yılından 1932 yılına kadar geçen sürede sürekli nemli değerler gösterirken 1933 yılında yarınemli ve 1934 yılında kurak-yarınemli iklim özelliklerine geçilir. 1935 – 1955 yılları arasındaki 20 yıllık dönemde, nemli iklim koşulları egemenliğini sürdürür. Bu dönem içerisinde, 1937 – 1940 arasındaki 4 yıllık sürede ise, kuraklık indisi nemli değerlere ulaşmasının yanı sıra, 2.0 indis değerinin de üzerine çıkmıştır (Şekil 4a).

1955 yılında Muğla'da kuraklık indisi tekrar yarınemli özellikler göstermekle birlikte, 1956 yılı nemli, 1957 yılıysa yarınemli geçer. Bu birbirini izleyen yarınemli ve nemli dönemlerden sonra ise 1972 yılına kadar devam eden 14 yıllık yeni bir nemli döneme geçilir. 1972'de kuraklık indisi, Türkiye'nin birçok istasyonunda olduğu gibi düşüş göstererek yarınemli koşullara dönerken, 1973 – 1976 arasındaki 4 yıllık dönemde yeni bir nemli dönem etkili olur. Bu 4 yıllık nemli dönem yine 1977 yılındaki bir yarınemli dönem ile kesintiye uğrar ve 1990 yılına kadar süren yeni ve 12 yıllık nemli bir döneme geçilir (Şekil 4a). 1990 yılında Muğla kuraklık indisi 0.86 değeri ile yarınemli, izleyen 1991 yılında nemli, 1992 yılında ise 0.83 ile tekrar yarınemli koşulları gösterir. 1993–2007 arasındaki 15 yıl boyunca tekrar nemli koşulların egemenliğine giren Kİ, 2008 yılında 0.65 ile 1934 yılındaki 0.63 değerinden sonra en düşük değerine ulaşır. Muğla Kİ dizisinin son iki yılı olan 2009 ve

2010 yıllarında ise yeniden nemli koşulların etkili olduğu görülür (Şekil 4a).

Muğla NYİ dizisi 1927 – 1932 yılları arasındaki normale yakın ve orta düzeyde nemli iklim koşulları ile başlar. Kuraklık indisinde de olduğu gibi 1933 ve 1934 yılları arka arkaya kurak koşulları gösterirken kuraklık düzeyi orta olarak belirlenir. Bu iki yıllık kurak dönemin sonunda 1941 yılına kadar nemli özellikler görülürken, hatta bu dönem içerisinde 1938 yılında aşırı nemli koşullar etkili olmuşken, 1941 yılından itibaren tekrar 11 yıl boyunca normale yakın yağış koşulları yaşanır (Şekil 4b). Bu 11 yıllık normal yağış değerleri içerisinde, 7 yılın indis değeri 0'ın altında gerçekleşmekle birlikte, yağışlar normal sınırlarında kalır. Bu dönemin sonunda 1952 yılı 1.17 indis değeri ile orta düzeyde nemli seviyeye yükselirken, izleyen iki yılda normal değerler 1955 yılında ise kuraklık indisinde olduğu gibi kurak koşulların egemenliği belirgindir. 1955 yılı –1.73 sapma ile şiddetli kurak bir yıla karşılık gelirken, 1956 – 1961 arasındaki 6 yıllık dönemde yağışlar tekrar normal düzeye ulaşır. 1962 yılında 1.79 ile çok nemli koşullara geçilmekle birlikte, bunu izleyen iki yılda yağışlar normal değerler gösterir (Şekil 4b). NYİ'nin orta düzeyde nemli koşullara ulaşması uzun sürmemiştir. 1965 ve 1966 yıllarında bu değerlere ulaşıldıktan sonra, önce iki yıl normal, sonrasındaysa 1969 yılında 2.01 ile yine aşırı nemli koşullar yaşanır.

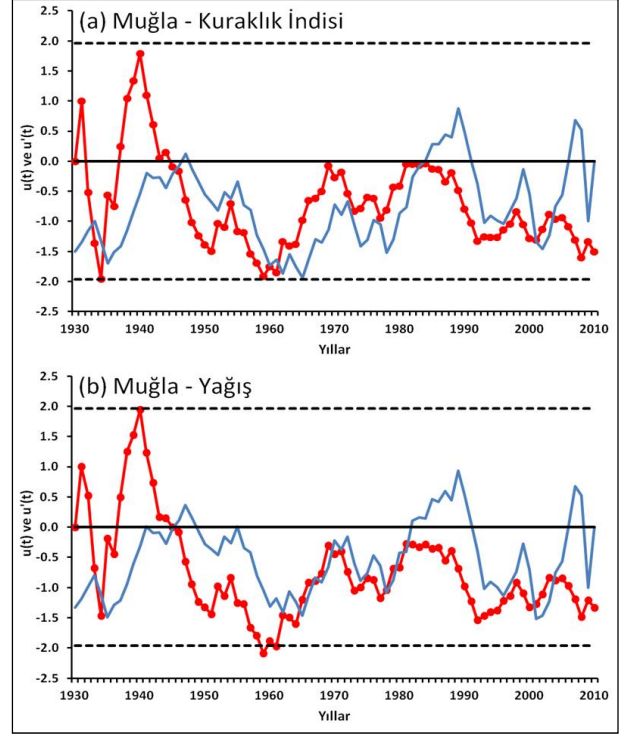


Şekil 4: Muğla meteoroloji istasyonunun 9 noktalı Gauss süzgeci ile düzleştirilen uzun süreli (a) yıllık kuraklık indisi ve (b) normalleştirilmiş yıllık yağış anomalisi dizilerindeki yıllararası değişimler. (a)'da, (—) 9 noktalı Gauss süzgecini, (—) kuraklık dizisinin ortancasını ve (- - -) alt ve üst çeyrek değerlerini gösterir. (b)'de ise, (—) 9 noktalı Gauss süzgecini, (—) normalleştirilmiş yağış dizisinin ortalamasını ve (- - -) ± 0.5 standardize yağış düzeylerini gösterir.

Figure 4: Interannual variations in the annual aridity index (a) and normalised precipitation anomaly index (b) series of the Muğla meteorology station, both of which were smoothed by the 9-point Gaussian filter. It was indicated that, in (a), 9-point Gaussian filter with (—), median value of the aridity index series with (—) and upper and lower quartile lines with (- - -), while, in (b), 9-point Gaussian filter with (—), mean (zero) of normalised precipitation anomaly index with (—), and ± 0.5 standardised precipitation levels with (- - -).

1972 yılı ise -1.53 ile şiddetli kurak bir dönem oluştururken, izleyen 4 yılda normal değerler ve 1977 yılında ise orta düzeyde kuraklık ile karşılaşılır. 1979 ve 1981 yıllarında çok nemli ve arada kalan yıllarda normal koşullar görülürken, 1989 orta düzeyde, 1990 ve 1992'ye şiddetli kurak olarak değerlendirilebilir (Şekil 4b). 1993 – 1999 dönemi NYİ değerleri normal yağış sınıfları içerisinde yer alırken, 2000 yılı orta düzeyde kurak, sonraki iki yıl ise tekrar normal sınıflar içerisinde. 2003 yılı nemli, 2004 – 2007 arası normal, 2008 yılı ise -2.04 indis değeri ile aşırı kuraktır. 2008 yılı 1934 yılından sonra en düşük

kuraklık indisine sahip yıl olarak belirlendi. 2009 yılı ise orta düzeyde nemli, 2010 normal yağış düzeyi içerisinde bulunur (Şekil 4b).



Şekil 5: M-K sınavasının ardışık analizinden elde edilen $u(t)$ (●—●) ve $u'(t)$ (—) değerlerinin zaman dizisi çizimlerine göre, Muğla meteoroloji istasyonunun (a) yıllık kuraklık indisi ve (b) normalleştirilmiş yıllık yağış anomalisi dizilerindeki uzun dönemli dalgalanmalar ve eğilimler. (- - -) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değerleri gösterir.

Figure 5: Long period fluctuations and trends in the annual aridity index (a) and normalised precipitation anomaly index (b) series of the Muğla meteorology station, according to the time-series plots of $u(t)$ (●—●) and $u'(t)$ (—) statistics from the sequential analysis of the M-K test. (- - -) indicates the critical value of ± 1.96 at the 0.05 level of significance.

4.3. Normalleştirilmiş Yağış ve Kuraklık İndislerindeki Eğilimler

Muğla'nın NYİ ve Kİ dizilerinin M-K sınavası sonuçlarına göre (Tablo 3), normalleştirilmiş yağış ve kuraklık indislerinde düşük sıklıklı bir dalgalanmayla birlikte ortalamada gözlenen uzun süreli azalma eğilimi 0.05 anlamlılık düzeyinde istatistik açıdan anlamlı değildir. Muğla'nın NYİ ve Kİ dizilerine uygulanan M-K sınavasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ ve $u'(t)$ değerlerinin zaman dizisi çizimlerine göre

(Şekil 5a ve 5b); 1930'lu yıllarda -1.96 kritik değerine kadar ulaşan bir azalma eğiliminin varlığından söz edilebilir. 1936 yılından sonra ise kuraklık indisinde bu kez sürekli bir artış eğilimi görülür ancak bu eğilim hiçbir dönemde istatistik açıdan anlamlı bir seviyeye ulaşmamıştır. 1944 yılından Kİ dizisinin sona erdiği 2010 yılına kadar $u(t)$ değerleri sürekli olarak 0'ın altında kalmış ve belirgin bir dalgalanmayla birlikte artış ve azalışlar birbirini izlemiştir (Şekil 5a). 1980'li yıllardan sonra ise azalma eğilimi sürecine giren Kİ, bu azalma eğilimini 2000'li yıllarda da devam ettirmiş, ancak istatistik açıdan anlamlı bir düzeye getirememiştir.

Muğla meteoroloji istasyonu verileri kullanılarak hesaplanan normalleştirilmiş yağış indisine uygulanan M-K sınavı sonuçları da, kuraklık indisi ile benzer özellikler gösterir. NYİ dizisinde de Kİ'de olduğu gibi 1930'lu yıllar 0 seviyesi altında geçer ve bu dönemden sonra sürekli bir artış görülür. 1939 yılından sonra gerçekleşen sürekli azalma eğilimi 1959 yılında azalmayı istatistik açıdan anlamlı hale getirir. NYİ'de görülen bu anlamlı azalma eğilimi dizinin kuraklık indisinden farklı olmasına da neden olur (Şekil 5b). Kuraklık indisinde 1944 yılıyla birlikte 0'ın altında değerler gösteren $u(t)$ (Şekil 5a), normalleştirilmiş yağış indisinde 2 yıllık gecikme ile 1946 yılından dizinin sonu olan 2010 yılına kadar 0'ın altında kalır (Şekil 5b).

Tablo 3: Muğla meteoroloji istasyonunun NYİ ve Kİ dizilerindeki uzun süreli eğilimi belirlemek için hesaplanan M-K sıra ilişki katsayısı $u(t)$ ve EKKDR katsayısı β 'nin anlamlılığı için *Student t* sınavı sonuçları. Mann-Kendall $u(t)$ ve β 'nin anlamlılığı için *Student t* sınavı örneklem değerlerinin anlamlılık düzeyleri en alt satırda parantez içindedir.

Table 3: Results of the M-K rank correlation coefficient $u(t)$ test and the Student *t* test for the significance of least squares linear regression (EKKDR) coefficient β . The significance levels of the M-K $u(t)$ and Student *t* test statistics were given in brackets at the bottom line.

İstasyon	Mann – Kendall $u(t)$		Student <i>t</i>	
	NYİ	Kİ	NYİ	Kİ
Muğla	-1.33 (0.18)	-1.50 (0.13)	-1.58 (0.12)	-1.77 (0.08)

NYİ'de de 1946 yılından sonra belirgin dalgalanmanın yaşandığı birkaç dönem arka arkaya oluşurken, 1980'li yıllarda başlayan azalma eğilimi

bu dizide de kendini gösterir. Azalma eğilimi 2000'li yıllardan sonra devam etmekle birlikte, gözlenen eğilim istatistik açıdan anlamlı düzeye ulaşmamıştır.

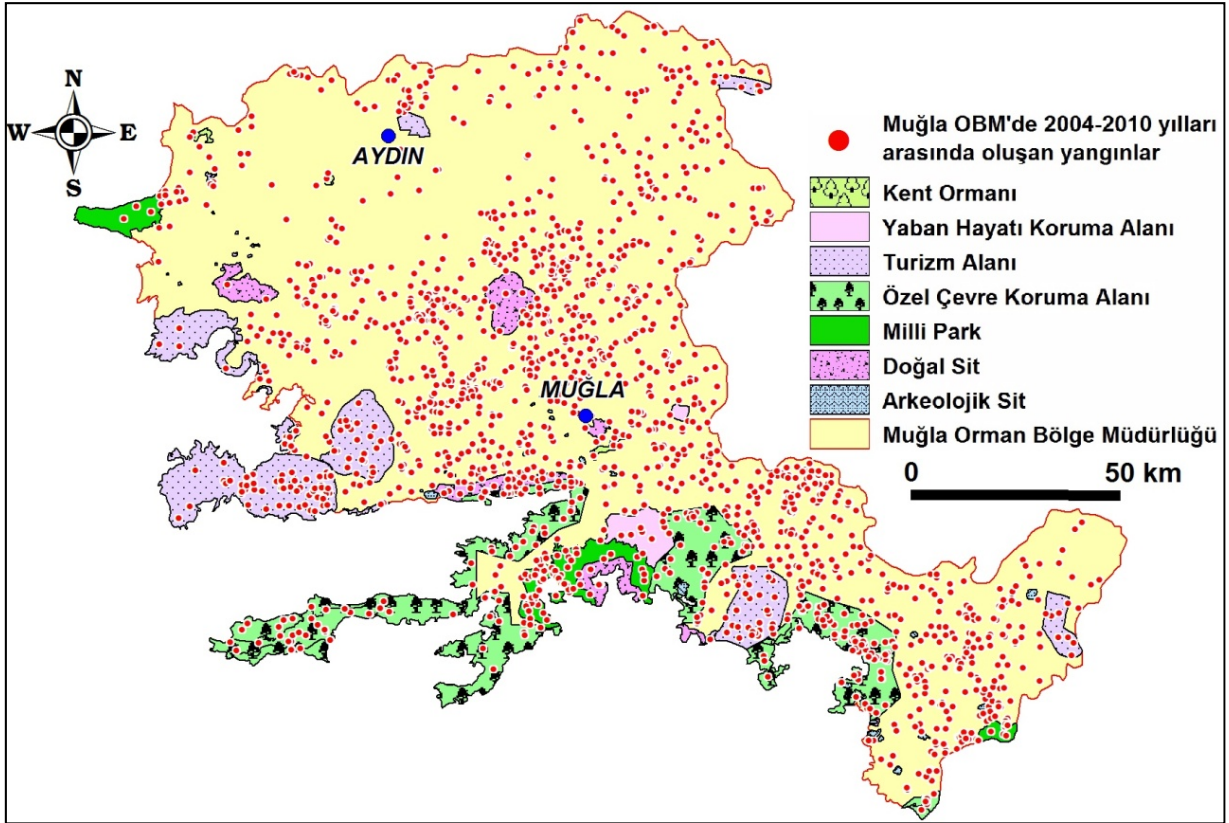
Muğla meteoroloji istasyonu için hesaplanan NYİ ve Kİ dizilerine uygulanan EKKDR yaklaşımının β 'nin anlamlılığı için *Student t* sınavı sonuçları da, M-K sınavının sonuçları ile birlikte Tablo 3'te verildi. Buna göre; Muğla için hesaplanan NYİ ve Kİ dizilerinde gözlenen azalma eğiliminin 0.05 düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı görülür. Bu dizilerde istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir azalma eğiliminin varlığından söz edilse de, NYİ ve Kİ için hesaplanan *Student t* sınavı örneklemdeğerleri 0.05 anlamlılık düzeyindeki kritik değere yakındır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda NYİ ve Kİ sonuçlarının kritik değerleri aşabileceği beklenebilir.

4.4. Muğla OBM Orman Yangınlarının Çevre Koruma Alanlarına Göre Dağılışı

Muğla'da 2008 yılında oluşan 348 orman yangınında toplam 663.10 hektar orman alanı zarar görmüş ve Muğla OBM, söz konusu 348 orman yangınıyla Türkiye'deki 27 orman bölge müdürlüğü içinde birinci sırada yer almıştır (Altan, 2011; Altan ve ark., 2011; Türkeş ve Altan, 2012a, vb.). Bu durum kuraklığın orman yangınları ile kaybedilen orman alanları üzerindeki etkisine iyi bir örnektir. Ayrıca 2004 – 2010 yılları arasında Muğla OBM'de oluşan 1933 orman yangını ile Muğla OBM sınırları içerisindeki çevre koruma alanları çakıştırıldığında, çıkan orman yangınlarının büyük bölümünün bu koruma alanları üzerinde olduğu görülür (Şekil 6). Çeşitli iklim model kestirimlerine göre (ör. Türkeş ve Tatlı, 2009; Türkeş ve ark., 2011a; Tatlı ve Türkeş, 2011; Öztürk ve ark., 2011; Altınsoy ve ark., 2012; Sen ve ark., 2012, vb.), gelecekte bölgede daha sıcak ve daha kurak koşullar ile ekstrem (aşırı) hava ve iklim olaylarının ve afetlerinin (ör. kuraklık olayları, sıcak hava dalgaları, vb.) artabilecek olması, çeşitli koruma statüsüne sahip bu alanların yüksek olasılıkla orman yangınlarından olumsuz etkileneceğini ve yangınlar sonrasında uzun bir biyolojik gerileme evresine gireceğinin önemli bir göstergesi kabul edilebilir. Bölgede beklenen daha sıcak ve daha kurak koşulların ve orman yangınlarının neden olabileceği zararlar dışında, bu alanların uzun süreli bir rehabilitasyona gereksinim duyacak

olması, belki de söz konusu bu alanların bir daha eski biyolojik üretim düzeylerine ulaşamamasına yol açabilecektir. Başka bir deyişle, gelecek iklim değişikliği ve değişkenliği sonucunda bölgenin doğal biyotopunda ortaya çıkabilecek olan habitat değişiklikleri ve bozulmaları, bu alanlardaki özellikle nadir ve hassas biyotanın (fauna ve

floranın) bir bölümünün zarar görmesine (ör. biyolojik üretkenliklerinin ve gelişme hızlarının azalması, vb.) ya da yok olmasına, bir bölümününse alandan uzaklaşmasına ve kendi ekolojik ve fizyolojik gereksinimleri açısından olası uygun yaşam ortamlarına göç etmelerine neden olabilecektir.



Şekil 6: Muğla Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde 2004-2010 döneminde oluşan 1933 adet orman yangınının ve aynı bölgedeki çeşitli güncel koruma yapısına sahip alanların coğrafi dağılış desenleri. Harita, Anonim (2013b)'de verilen güncel koruma yapıları ile 2004-2010 döneminde orman yangını çıkan noktaların üst üste bindirilmesiyle elde edildi.

Figure 6: Geographical distribution patterns of a number of 1933 forest fires occurred over the Muğla Regional Forest Directorate area in the period 2004-2010 and the protected areas with various actual protection structures.

5. Sonuç ve Öneriler

Muğla yöresi, Akdeniz iklim kuşağının ve biyomunun Türkiye'deki önemli karakteristik alanlarından biridir. İklim değişikliği ve değişkenliği sonucunda görece daha kurak ve sıcak koşullara doğru gidiş, Akdeniz havzasının birçok bölgesinde olduğu gibi Muğla için de önemli bir sorundur. Muğla'nın önemli ekolojik ve biyolojik çeşitliliğe sahip özel çevre ve doğa alanları,

gelecekte yüksek bir olasılıkla daha sıcak ve daha kurak koşulları (kuraklaşma) yaşama eğiliminin tehdidi altındadır (Altınsoy ve ark., 2011; Sen ve ark., 2012; Türkeş, 2011a, 2012a; Altan ve Türkeş, 2013; Türkeş ve ark., 2011a, vb.). Muğla NYİ ve Kİ indislerinden elde edilen sonuçlar özellikle 2008 yılı göz önünde bulundurulduğunda Muğla için büyük riskler taşır. 2008 yılı hem NYİ hem Kİ'de 1934 yılından sonra en kurak koşullara sahip yıl olurken bu kuraklık etkisini önemli doğa

alanları üzerinde şiddetli doğal afetler şeklinde hissettirmiştir. Muğla için hesaplanan NYİ ve Kİ değerleri birbiri ile uyumlu sonuçlar gösterir. NYİ'deki nemli ve/ya da kurak bir dönem Kİ'de de nemli ve/ya da kurak döneme karşılık gelir. Muğla'da en kurak yıl 1934 yılı olurken, 2008 yılı ikinci en kurak yıl oldu. 1989 – 1992 dönemi her iki indis değerlerine göre Muğla'da kurak koşulların egemenliğinde geçmiştir.

Muğla, 348 orman yangınında toplam 663.10 hektar orman alanı ile 2008 yılının en fazla orman yangınına sahip bölge müdürlüğünü oluşturur (Altan, 2011; Altan ve ark., 2011; Türkeş ve Altan, 2012a, vb.). Bu durum kurak koşulların orman yangınları sonucunda kaybedilen ormanlık alanlarına örnek olarak gösterilebilir. Muğla ve yakın çevresinde bir bölümü koruma altına alınan çok sayıda önemli çevre koruma ve doğa alanının bulunması, yörenin günümüzde olduğu gibi gelecekte de iklim değişikliği ve değişkenliğinin sonuçlarından olumsuz ya da olasılıkla daha şiddetli etkilenebilecek bir potansiyele sahip olduğunu gösterir. Bu önemli doğa ve çevre koruma alanlarında yaşama ortamı bulan flora ve faunanın yetiştirme ve yaşam ortamlarındaki bozulmalar ile biyoçeşitlilik ve besin zincirindeki aksaklıklar, gelecekte beklenenden daha sıcak, daha kurak ve daha değişken hava ve iklim koşulları ile afetleri altında daha da artabilecektir. Küresel iklim değişikliği ile artabilecek kuraklık temelindeki doğal afetlerle daha fazla orman yangını, karbon emen yutakların ortadan kaldırılması ve daha fazla karbondioksit salımı, canlı türlerinin yaşam konforlarının olumsuz etkilenmesi, aşırı hava ve iklim olayları ve afetleri gibi çok sayıda etmen gelecekte yerküre üzerindeki baskıyı daha fazla arttıracaktır.

Muğla'nın önemli çevre koruma ve doğa alanları, kıyı kuşağı ve iç kesimlerdeki orman alanları kurak koşullardan olumsuz etkilenebilecek bir yapıya sahiptir. Kuraklık yalnızca doğal ortamda yaşayan canlıları ve ekosistemleri değil, insanı ve sosyoekonomik sistemleri de olumsuz etkileyebilir. Bu yüzden, Muğla'da iklim değişikliğinin beklenen sonuçlarıyla bağlantılı olası uzun süreli

ve şiddetli kuraklıkların, sıcak hava dalgalarının ve orman yangınlarının olumsuz etkilerini ortadan kaldıracak önlemlerin şimdiden kamu kurum ve kuruluşları ile yerel yönetimlerce, yöredeki tüm ekosistemlerde ve sosyoekonomik sistem ve sektörlerde bilimsel/ bütüncül/ çok sektörlü/ çok disiplinli bir yaklaşımla ve ivedilikle alınması bir zorunluluktur. Örneğin, yörenin hem iklim değişikliği ve değişkenliğine hem de orman yangınlarına karşı çok hassas (etkiye açık) olması da dikkate alınarak, hiç zaman yitirmeksizin, İlemin (2010) ve İlemin ve Gurkan (2010)'in çalışmalarındaki bilgi ve bulguların ışığında, Datça-Bozburun Özel Çevre Koruma Yöresinde kaydedilen nadir ve tehlike altındaki memeli türleri için (*Caracal caracal*, *Felis silvestris*, *Hystrix indica* ve *Capra aeagagrus*) (İlemin, 2010; İlemin ve Gurkan, 2010), yörenin koruma statüsünün kuvvetlendirilmesi ve yöre biyotopunda yaban yaşamı geliştirme habitatlarının oluşturulması, kısa, orta ve uzun vadeli yönetim planlarının yapılması yaşamsal bir önem taşır.

Teşekkür ve Katkı Belirtme

Yazarlar, çalışmada kullanılan klimatolojik ve meteorolojik verileri sağlayan Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile yöredeki memeli faunaya ilişkin bilgi ve görüşlerini bizimle paylaşan Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi'nden Biyolog Yasin İLEMİN'e teşekkür etmeyi bir borç bilir.

REFERANSLAR

- Altan, G. 2011. *Muğla ve Çanakkale İllerinde 2000-2008 Döneminde Gerçekleşen Büyük Orman Yangınlarının Klimatolojik ve Meteorolojik Analizi*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), 364 s, Çanakkale.
- Altan, G., Türkeş, M. ve Tatlı, H. 2011. "Çanakkale ve Muğla 2009 yılı orman yangınlarının Keetch-Byram Kuraklık İndisi ile klimatolojik ve meteorolojik analizi". In: *5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book*, pp.263-274. 27-29 April 2011, İstanbul.
- Altan, G. ve Türkeş, M. 2013. "Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nde Çıkan Orman Yangınlarının Klimatolojisi ve Kurak Koşullarla İlişkisi". İçinde: *XI. Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı*, s.64. 01-04 Ekim 2013, Samsun.
- Altınsoy, H., Öztürk, T., Türkeş, M. ve Kurnaz, M. L. 2011. "Projections of future air temperature and precipitation changes in the Mediterranean Basin by using the global climate model". In: *Proceedings of the National Geographical Congress with International Participation (CD-R)*, ISBN 978-975-6686-04-1, 7-10 September 2011, Türk Coğrafya Kurumu, İstanbul.
- Altınsoy, H., Öztürk, T., Türkeş, M. and Kurnaz M. L. 2012. Simulating the climatology of extreme events for the central Asia domain using the RegCM 4.0 regional climate model. In: C.G. Helmis and P. Nastos (eds.) *Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics*, pp.365-370. Springer Atmospheric Sciences, Springer-Verlag, Berlin.
- Anonim, 2011a. <http://www.ozelcevre.gov.tr/icerik>. Erişim tarihi: 01.10.2011.
- Anonim, 2011b. <http://www.kultur.gov.tr/TR/belge/1-20936/mugla---sirtlan-dagi-tabiati-koruma-alani.html>. Erişim tarihi: 01.10.2011.
- Anonim, 2011c. <http://www.kultur.gov.tr/TR/belge/1-20957/mugla-tabiati--anitlari.html>. Erişim tarihi: 01.10.2011.
- Anonim, 2011d. <http://www.kultur.gov.tr/TR/belge/1-20906/mugla---kidrak-tabiati-parki.html>. Erişim tarihi: 01.10.2011.
- Anonim, 2011e. <http://www.milliparklar.gov.tr/DKMP/anasayfa/dogakorumahaber/10-02-13/milliparklar.aspx?sflang=tr>. Erişim tarihi: 01.10.2011.
- Anonim, 2013a. <http://www.turkiyesulakalanlari.com/sulak-alanlar/>. Erişim tarihi: 06.05.2013.
- Anonim, 2013b. http://web.ogm.gov.tr/birimler/bolgemudurlukleri/mugla/FSCOrmanYonetimi/Dokumanlar/FSC_isletmeler_sunu/OCK/korunanFSC.jpg. Erişim tarihi: 20.05.2013.
- Atalay, İ. 1994. *Türkiye Vegetasyon Coğrafyası*. Ege Üniversitesi Basımevi, ISBN: 975-95527-8-0. İzmir.
- Atalay, İ. 2008. *Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası*. META Basım Matbaacılık Hizmetleri. Cilt I-II. İzmir.
- Avcı, M. 1993. "Türkiye'nin flora bölgeleri ve Anadolu Diagonali'ne coğrafi bir yaklaşım". *Türk Coğrafya Dergisi* **28**: 225-248.
- Avcı, M. 2005. "Çeşitlilik ve endemizm açısından Türkiye'nin bitki örtüsü". *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi* **13**: 27-55.
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyoğlu, S., Kılıç, D. T. ve Lise, Y. (editörler). 2006. *Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları*. Doğa Derneği. Ankara.
- Eriñç, S. 1977. *Vegetasyon Coğrafyası*. İst. Üniv. Yay. No: 2276. Edebiyat Fakültesi Matbaası, İstanbul.

- Erlat, E. ve Yavaşlı, D. D. 2009. "Ege Bölgesi'nde tropikal gün ve yaz günü sayılarındaki Değişim ve eğilimler". *Ege Coğrafya Dergisi* **18**(1-2): 1-15.
- Erlat, E. ve Türkeş, M. 2012. "Analysis of observed variability and trends in numbers of frost days in Turkey for the period 1950–2010". *International Journal of Climatology* **32**(12): 1889–1898.
- Erlat, E. ve Türkeş, M. 2013. "Observed changes and trends in numbers of summer and tropical days, and the 2010 hot summer in Turkey". *International Journal of Climatology* **33**(8): 1898–1908.
- IPCC. 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, 881 pp.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY.
- İlemin, Y. 2010. *Datça-Bozburun Yarımadası Orta ve Büyük Memeli Türlerinin Vegetasyon Tiplerine Bağlı Dağılımının Belirlenmesi*. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisan Tezi (Yayımlanmamış), Ankara.
- İlemin, Y. and Gurkan, B. 2010. "Status and activity patterns of the Caracal, *Caracal caracal* (Schreber, 1776), in Datca and Bozburun Peninsulas, Southwestern Turkey". *Zoology in the Middle East* **50**: 3-10.
- Kuglitsch, F. G., Toreti, A., Xoplaki, E., Della-Marta, P.M., Zerefos, C. S., Türkeş, M., Luterbacher, J. 2010. "Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960". *Geophysical Research Letters* **37**, L04802, DOI:10.1029/2009GL041841.
- Nastos P. T., Matzarakis A. P. 2008. "Variability of tropical days over Greece within the second half of the twentieth century". *Theoretical and Applied Climatology* **93**: 75-89.
- OGM, 2006. *Orman Varlığımız*. TC Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Ankara. 162 s.
- Öner, E. 1997. "Eşen Çayı taşkın - delta ovasının jeomorfolojisi ve antik Patara kenti". *Ege Coğrafya Dergisi* **9**: 89-130.
- Öner, E. 1998. "Likya limanlarının kaderi (Teke Yarımadası kıyılarında jeoarkeolojik araştırmalar)". *XIX. Uluslararası Kazı, Araştırma ve Arkeometri Sonuçları, Araştırma Sonuçları Toplantısı I*, s.419-440, Ankara.
- Öztürk, T., Altınsoy, H., Türkeş, M., Kurnaz M. L. 2011. "Simulation of extreme events for the Central Asia cordex domain by using the RegCM 4.0". In: *5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book*, pp.475-484. 27-29 April 2011, İstanbul.
- Partal, T. and Kahya, E. 2006. "Trend analysis in Turkish precipitation data". *Hydrological Processes* **20**: 2011-2026.
- Sen, B., Topcu, S., Türkeş, M., Sen, B., Warner, J. F. 2012. "Projecting climate change, drought conditions and crop productivity in Turkey". *Climate Research* **52**: 175–191.
- Şahin, S. and Cıgızoğlu H. K. 2012. "The sub-climate regions and the sub-precipitation regime regions in Turkey". *Journal of Hydrology* **451C**: 180-189.
- Sneyers, R. 1990. *On the Statistical Analysis of Series of Observations*. WMO Technical Note 43, World Meteorological Organization, Geneva.

- Soyumert A., Tavşanoğlu T., Macar O., Kaynaş B. Y., Gürkan B. 2010. "Presence of large and medium-sized mammals in a burned pine forest in southwestern Turkey. *Hystrix*", *The Italian Journal of Mammalogy* **21**(1): 97-102.
- Tatlı, H. and Türkeş, M. 2011. "Examination of the dry and wet conditions in Turkey via model output statistics (MOS)". In: *5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book*, pp.219-229. 27-29 April 2011, İstanbul.
- Thorntwaite, C. W. 1948. "An Approach toward a rational classification of climate". *Geography Review* **38**: 55-94.
- Türkeş, M. 1996. "Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey". *International Journal of Climatology* **16**: 1057-1076.
- Türkeş, M. 1998. "Influence of geopotential heights, cyclone frequency and southern oscillation on rainfall variations in Turkey". *International Journal of Climatology* **18**: 649-680.
- Türkeş, M. 1999. "Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions". *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences* **23**: 363-380.
- Türkeş, M. 2008. "İklim Değişikliği ve Küresel Isınma Olgusu: Bilimsel Değerlendirme". İçinde: *Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü: İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik ve Politik Analizi* (Yay. haz. E. Karakaya), s.21-57. Bağlam Yayınları No. 308, İstanbul.
- Türkeş, M. 2010a. *Klimatoloji ve Meteoroloji*. Birinci Baskı, Kriter Yayınevi - Yayın No. 63, Fiziki Coğrafya Serisi No. 1, ISBN: 978-605-5863-39-6, 650 + XXII sayfa, İstanbul.
- Türkeş, M. 2010b. "The Mediterranean Climate Regime". In: *Lecture Notes of the TSMS- NOAA-USAID-WMO Training Workshop on Climate Variability and Predictions for the Mediterranean Basin*. 27 July – 4 August 2010, TSMS-WMO Training Center, Alanya.
- Türkeş, M. 2011a. "Observed changes and variability in the climate of Turkey and atmospheric linkages". Invited Paper, In: *Proceedings of the National Geographical Congress with International Participation* (CD-R), 7-10 September 2011, İstanbul.
- Türkeş, M. 2011b. "Physical science basis of the climate change: Physical climate system, enhanced greenhouse effect, observed and projected climate variations" In: *5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book*, pp.135-151. 27-29 April 2011, İstanbul.
- Türkeş, M. 2011c. "Akhisar ve Manisa Yörelerinin Yağış ve Kuraklık İndisi Dizilerindeki Değişimlerin Hidroklimatolojik ve Zaman Dizisi Çözümlemesi ve Sonuçların Çölleşme Açısından Coğrafi Bireşimi". *Coğrafi Bilimler Dergisi* **9**(1): 79-99.
- Türkeş, M. 2012a. "Küresel İklim Değişikliği ve Çölleşme". İçinde: *Günümüz Dünya Sorunları – Disiplinlerarası Bir Yaklaşım* (Editör: N. Özgen): 1-42. Eğiten Kitap, Ankara.
- Türkeş, M. 2012b. *Klimatolojik ve Hidrolojik Verilerin Türdeşlik Analizi*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Coğ5013 Yüksek Lisans Ders Notları (yayımlanmamış), Çanakkale.
- Türkeş, M. 2012c. *Klimatolojik ve Hidrolojik Verilerin İklimsel Değişkenlik Analizi*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Coğ5014 Yüksek Lisans Ders Notları (yayımlanmamış), Çanakkale.
- Türkeş, M. 2012d. *Biyocoğrafyanın İlkeleri, Ekolojik Bir Yaklaşım - Ders Notları*. Kriter Yayınevi, Kriter Yayın No: 100, Fiziki Coğrafya Serisi No. 2, ISBN: 978-605-5863-39-6, 240 + XII sayfa, İstanbul.

- Türkeş, M. ve Altan, G. 2012a. “Muğla Orman Bölge Müdürlüğü’ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında oluşan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi”. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* **9**(1): 912-931.
- Türkeş, M., Altan, G. 2012b. “Çanakkale’nin 2008 yılı büyük orman yangınlarının meteorolojik ve hidroklimatolojik analizi”. *Coğrafi Bilimler Dergisi* **10**(2): 195-218.
- Türkeş, M. and Altan, G. 2012c. “Kaz Dağı Yöresi’nde orman yangınlarının kuraklık indisi ile analizi ve iklim değişimleriyle ilişkisi”. İçinde: *Uluslararası Katılımlı Kazdağları III. Ulusal Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s.83-94, 24-26 Mayıs 2012, Edremit-Güre.
- Türkeş, M. ve Altan, G. 2012d. *Çanakkale 2009-2011 dönemi orman yangınlarının klimatolojik/meteorolojik analizi ve Çanakalan otomatik hava gözlem istasyonu (OHGİ) ölçümlerinin değerlendirilmesi*. ÇOMÜ BAP Proje No: 2011/32 Sonuç Raporu, 34 s, Çanakkale.
- Türkeş, M. and Erlat, E. 2003. “Precipitation changes and variability in Turkey linked to the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2000”. *International Journal of Climatology* **23**: 1771-1796.
- Türkeş, M. and Erlat, E. 2005. Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2001. *Theoretical and Applied Climatology* **81**: 45-69.
- Türkeş, M. and Sümer, U.M. 2004. “Spatial and temporal patterns of trends and variability in diurnal temperature ranges of Turkey”. *Theoretical and Applied Climatology* **77**: 195-227.
- Türkeş, M. ve Tatlı, H. 2008. “Türkiye’de kuraklık olasılıklarının standartlaştırılmış yağış indisi (SPI) kullanılarak saptanması ve iklimsel değişkenlik açısından değerlendirilmesi” İçinde: *Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (Editör: Ünal Akkemik), s.55-62. 13-14 Aralık 2007, İstanbul.
- Türkeş, M. and Tatlı, H. 2009. “Use of the standardized precipitation index (SPI) and a modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey”. *International Journal of Climatology* **29**: 2270-2282.
- Türkeş, M. and Tatlı, H. 2010. “The Role of Drought and Precipitation Severity Indices for Determination, Characterization and Monitoring of the Desertification”. *TC Çevre ve Orman Bakanlığı Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu Tebliğler Kitabı*, s.245-263, 17-18 Haziran 2010, Çorum.
- Türkeş, M. and Tatlı, H. 2011. “Determination of precipitation regions of Turkey with the spectral clustering technique”. In: *Proceedings of the National Geographical Congress with International Participation* (CD-R), 7-10 September 2011. İstanbul.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., Demir, İ. 2002. “Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999”. *International Journal of Climatology* **22**: 947-977.
- Türkeş, M., Koç, T., Sarış, F. 2009a. “Spatiotemporal variability of precipitation total series over Turkey”. *International Journal of Climatology* **29**: 1056-1074.
- Türkeş, M., Akgündüz, A. S., Demirörs, Z. 2009b. “Palmer Kuraklık İndisi’ne göre İç Anadolu Bölgesi’nin Konya Bölümü’ndeki kurak dönemler ve kuraklık şiddeti”. *Coğrafi Bilimler Dergisi* **7**(1): 129-144.
- Türkeş, M., Altan, G. ve Öztürk, M. Z. 2012. “Türkiye’de 2011 Yılı Orman Yangınlarının Keetch-Byram Kuraklık İndisi ile Analizi”. İçinde: Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve

Uygulama Merkezi (TÜCAUM) VII. Coğrafya Kongresi 2012 Bildiriler Kitabı, s.30-35. 18-19 Ekim 2012, Ankara.

- Türkeş, M., Kurnaz, M. L., Öztürk, T., Altınsoy, H. 2011a. "Climate changes versus 'security and peace' in the Mediterranean macroclimate region: are they correlated?" In: *Proceedings of International Human Security Conference on Human Security: New Challenges, New Perspectives*, pp.625-639. 27-28 October 2011, İstanbul.
- Türkeş, M., Tatlı, H., Altan, G., Öztürk, M. Z. 2011b. "Analysis of forest fires for the year of 2010 in Çanakkale and Muğla with the Keetch-Byram drought index". In: *Proceedings of the National Geographical Congress with International Participation (CD-R)*, 7-10 September 2011, İstanbul.
- UNEP, 1993. *World Atlas of Desertification*, the United Nations Environment Programme (UNEP), London.
- Wonnacott, T. H., Wonnacott, R.J. 1972. *Introductory Statistics*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Xoplaki, E., Gonzalez-Rouco, J. F., Luterbacher, J., Wanner, H. 2003. "Mediterranean summer air temperature variability and its connection to the large-scale atmospheric circulation and SSTs" *Climate Dynamics* **20**: 723–739.
- Yozgatlıgil, C., Asar, Ö., Kartal, E., Batmaz, İ., Türkeş, M. and Tatlı, H. 2010. "Forecasting the Extreme Precipitation in Türkiye". In: *10th Symposium on Stochastic Hydraulics Fifth International Conference on Water Resources and Environment Research*, 5-7 July 2010, Quebec.