

**Analysis of Observed Droughts and Wet Conditions in
The Muğla District With Respect to The Climate Change and
Influences on Natural Environment /
Muğla Yöresi'nde Gözlenen Kuraklıkların ve Nemli Koşulların
Doğal Çevreye Etkileri ve İklim Değişikliği Açısından Analizi**

MURAT TÜRKEŞ - GÖKHAN ALTAN

(MT) Middle East Technical University, Statistical Department, murat.turkes@comu.edu.tr
(GA) Sivas - Karşıyaka, Technical and Vocational High School, comu.gokhanaltan@gmail.com

Abstract

In the study, climatological data recorded at the Muğla Meteorology Station in the period of 1928-2010 was used. 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, are very likely at the level that may cause losing the unique and rich ecological, biogeographical and biodiversity values of the important nature protection areas and natural ecosystems of the Muğla district.

Keywords: Muğla District, Mediterranean climate and ecosystem, climate change, forest fire, drought indices and time-series analysis methods.

Özet

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. 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) Gözlenen ve beklenen iklimsel değişimlerin su kaynakları ve orman yangınları üzerindeki olumsuz etkileri, büyük olasılıkla Muğla yöresindeki önemli doğa koruma alanlarının ve doğal ekosistemlerin sahip oldukları eşsiz ve zengin ekolojik, biyoçeşitlilik ve biyocoğrafya değerlerini kaybetmesine neden olabilecek düzeydedir.

Anahtar Sözcükler: Muğla Yöresi, Akdeniz iklimi ve ekosistemi, 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 mekanlarda 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 (IPCC, 2001, 2007; Türkeş, 2008, 2011b, 2012a). Örneğin, 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 (örn. IPCC, 2001, 2007; Türkeş, 1998, 1999, 2010b, 2011a, 2012a; Türkeş ve Erlat, 2003, 2005; Türkeş ve Tath, 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 (örn. IPCC, 2001, 2007; Türkeş ve Tath, 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.). Ayrıca, 1950'lerden beri özellikle günlük ekstrem hava sıcaklıklarında, 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, 2012), sıcak günlerin ve gecelerin sayıları (Erlat ve Türkeş, 2013) ile gece en düşük ve gündüz en yüksek hava sıcaklıklarının artması, sıcak hava dalgalarının sıklığının ve şiddetinin kuvvetlenmesi (Türkeş ve ark., 2002; Türkeş ve Sümer, 2004; Kuglitsch ve ark., 2010, vb.) şeklinde kendisini hissettirmektedir.

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. Kısı 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, vb.). Akdeniz iklimi, 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 (Sahin ve Cigizoglu, 2012; Türkeş, 2008, 2010ab; Türkeş ve Altan, 2012abcd; Türkeş ve ark., 2011ab). 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.

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 (Şekil 1).



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

2. Veri 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 (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.

NYİ ile *Kİ* dizilerindeki değerlerin aynı evrenden gelip gelmediğinin belirlenmesi için *Kruskal-Wallis (K-W)* türdeşlik sınaması (Türkeş, 2012b) ile *Wald-Wolfowitz (W-W)* dizisel ilişki sınaması (Türkeş, 2012b; Türkeş ve ark., 2002; Türkeş ve Altan, 2012c, vb.) kullanıldı. 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* (WMO, 1966; Türkeş ve ark., 2002; Türkeş, 2012c, vb.) 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 b 'nin anlamlılığı için *Student t* sınamasıysa *Student t* dağılımının iki yanlı şekline göre 0.05 ve 0.01 anlamlılık düzeylerinde sınıandı.

3. İklim ve Bitki Örtüsü

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 Cigizoglu, 2012; Türkeş, 1998, 2010ab, 2012a; Türkeş ve Tatlı, 2009, 2011, vb.). Kuraklık olaylarıysa, tüm bölgelerde ve mevsimlerde çeşitli şekillerde (örn. meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik) oluşabilmektedir (Türkeş, 1998, 1999, 2008, 2010ab, 2012a; Türkeş ve Erilat, 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.

Türkeş ve Altan (2012abcd)'ın Akdeniz iklim bölgesindeki Çanakkale ve Muğla yörelerindeki orman yangınlarını klimatolojik ve meteorolojik koşullar dikkate alınarak incelendiği 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.

Türkiye geleneksel floristik sınıflandırmaya göre, temel olarak, "Holarktik Flora Aleminin" sınırları içindedir. Ancak, hem coğrafi konumunun özellikleri, hem de iklim ve yeryüzü şekilleri açısından çok zengin olması nedeniyle, Holarktik Flora Aleminin 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; Atalay, 1994; Türkeş, 2012d, vb.). Yerkürenin biyomları açınsansa, Türkiye'nin kuzeybatı, batı, -Muğla ili ve Muğla Orman Bölge Müdürlüğünün 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 katundan 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).

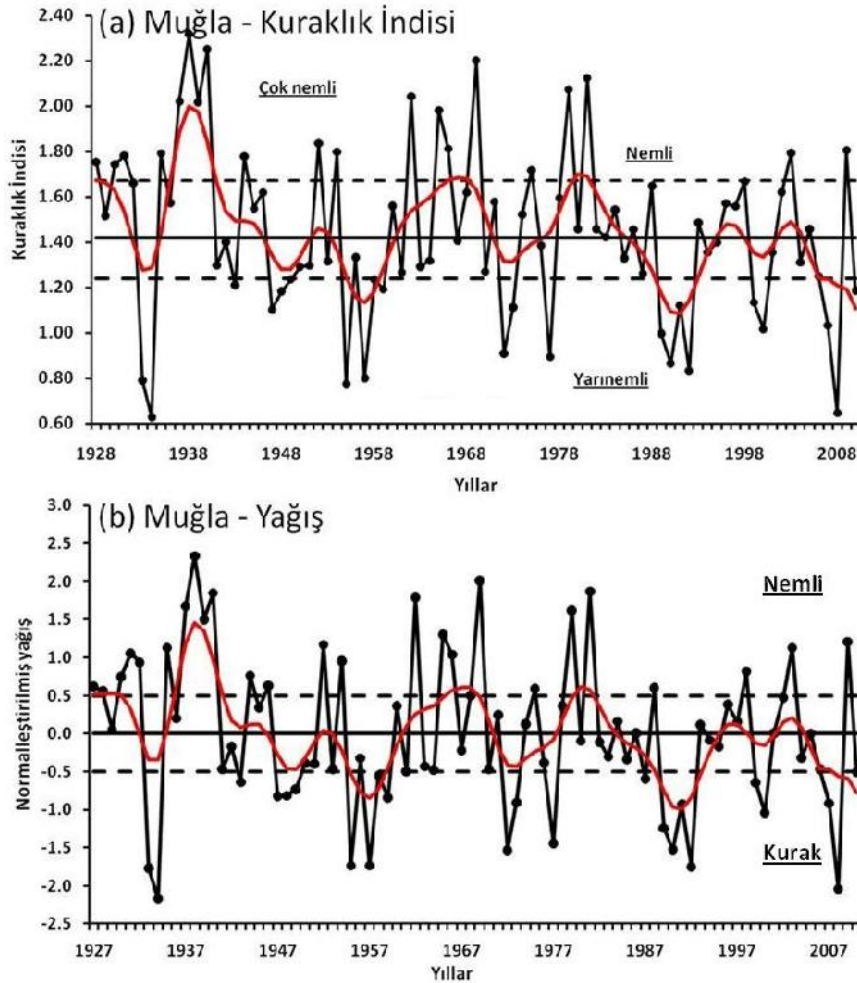
Tersiyer dönemine ait relikt bir tür olan sığla (günlük) ağacı (*Liquidambar orientalis*) Muğla, Fethiye ve Köyceğiz yörelerinde yaygındır. Muğla yöresindeki bu önemli doğa alanları arasında başta kıyı alanları olmak üzere, Akdeniz orman ve maki vejetasyon alanlarının yanı sıra relikt bir tür olan sığla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

4. Çözümleme ve Sonuçları

Muğla'da UNCCD kuraklık indisi (*Kİ*), 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 süreçte nemli iklim koşulları hakim olmaya devam eder. Bu dönem içerisinde 1937 – 1940 arasındaki 4 yıllık süreçte ise kuraklık indisi nemli değerlere ulaşmasının yanı sıra 2.0 indis değeri üzerindedir (Şekil 2a).

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 2a). 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 2a).

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 2b). 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 anomali 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 2b). *NYİ*'nin orta düzeyde nemli koşullara ulaşması uzun sürmemiştir. 1965 ve 1966 yıllarında bu değerlere ulaştıktan sonra, önce iki yıl normal, sonrasında 1969 yılında 2.01 ile yine aşırı nemli koşullar yaşanır.



Şekil 2: Muğla'nın 9 noktalı Gauss süzgeci ile düzgünleştirilen uzun süreli (a) yıllık kuraklık indisi dizisindeki ve (b) normalleştirilmiş yıllık yağış anomalisi dizisindeki yıllararası değişimler. (a)'da, (—) 9 noktalı Gauss süzgecini, (—) kuraklık dizisinin ortancasını, (- - -) alt ve üst çeyrek değerlerini gösterir. (b)'de ise (—) 9 noktalı Gauss süzgecini, (—) normalleştirilmiş yağış dizisinin ortalamasını, (- - -) ± 0.5 standardize yağış düzeylerini gösterir.

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 2b). 1993 – 1999 dönemi *NYİ* değerleri normal yağış sınıfları içerisinde yer alırken, 2000 yılı orta düzeyde kurak, sonraki iki yıl ise tekrar normal sınıflar içerisindeydi. 2003 yılı nemli, 2004 – 2007 arası normal, 2008 yılı ise -2.04 indisi 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 2b).

NYİ ve *Kİ* dizilerine uygulanan *M-K* sınamasının ve *EKKDR* katsayısı b' 'nin anlamlılığı için *Student t* sınaması sonuçları Çizelge 1'de birlikte verildi. *M-K* ve *EKKDR* sınaması sonuçlarına göre, *NYİ* ve *Kİ* dizilerinde düşük sıklıklı bir dalgalanmayla birlikte ortalamada gözlenen uzun

sürekli azalma eğilimi 0.05 anlamlılık düzeyinde istatistik açıdan anlamlı değildir. Ancak, *Student t* sinama örneklemdeğerleri 0.05 anlamlılık düzeyindeki kritik değere yakındır. Bu yüzden, gelecekte yapılacak çalışmalarda *NYİ* ve *Kİ* sonuçlarının kritik değerleri aşabileceği beklenebilir.

Çizelge 1: Muğla meteoroloji istasyonunun *NYİ* ve *Kİ* dizilerindeki uzun süreli eğilimi belirlemek için kullanılan *M-K* sıra ilişki katsayısı *u(t)* ve *EKKDR* katsayısı *b*'nin anlamlılığı için *Student t* sinaması sonuçları. *Mann-Kendall u(t)* ve *b*'nin anlamlılığı için *Student t* sinama örneklemdeğerlerinin anlamlılık düzeyleri en alt satırda parantez içindedir.

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

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 biyoçeşitliliğe sahip 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; 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'da 2008 yılında oluşan 348 orman yangınında toplam 663.10 hektar orman alanı zarar gördü ve Muğla Orman Bölge Müdürlüğü de söz konusu 348 orman yangını ile Türkiye'deki 27 orman bölge müdürlüğü içinde ilk sırada yer aldı (Altan, 2011; Altan ve ark., 2011; Türkeş ve Altan, 2012a, vb.). Bu durum kuraklık etkisinin orman yangınları ile kaybedilen orman alanları üzerindeki etkisine iyi bir örnektir.

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 geçer.

Muğla'nın önemli doğa alanları, kıyı kuşağı ve iç kesimlerdeki orman alanları kurak koşullardan olumsuz etkilenebilecek bir yapıya sahiptir. Kuraklık yalnızca doğal ortamda yaşayan varlıkları ve ekosistemleri değil 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 kaldırabilecek 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)'ın 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 aegagrus*) (İlemin, 2010; İlemin ve Gurkan, 2010), yörenin koruma

statüsünün kuvvetlendirilmesi ve yaban yaşamı geliştirme alanlarının oluşturulması, kısa, orta ve uzun vadeli yönetim planlarının yapılması yaşamsal önemdedir.

Teşekkür ve Katkı Belirtme

Meteorolojik verileri sağlayan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ve yöredeki memeli faunaya ilişkin bilgi ve görüşlerini bizimle paylaşan Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi'nden Biyolog Dr. Yasin İLEMİN'e teşekkür etmeyi bir borç biliriz.

6. Kaynaklar

- Altan, G. (2011). Muğla ve Çanakkale illerinde 2000-2008 döneminde gerçekleşen büyük Orman yangınlarının klimatolojik ve meteorolojik analizi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. 364 s.
- Altan, G., Türkeş, M., 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: 263-274. Istanbul Technical University, 27-29 April 2011, İstanbul, (in Turkish with an English abstract).
- Altunsoy, H., Öztürk, T., Türkeş, M., 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 University, (in Turkish with an English abstract).
- Altunsoy, 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, Springer Atmospheric Sciences, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, doi:10.1007/978-3-642-29172-2_51.
- 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.
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D. T., Lise, Y. (editörler). (2006). Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları. Doğa Derneği. Ankara.
- Erinç, S. (1977). Vegetasyon Coğrafyası. İst. Üniv. Yay. No: 2276. Edebiyat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Erlat, E., 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. DOI: 10.1002/joc.2403.
- Erlat, E., 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. DOI: 10.1002/joc.3556.
- 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, USA, 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, USA.

- 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. 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.
- OGM, (2006). Orman Varlığımız. TC Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Ankara. 162 sayfa.
- 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: 475-484. Istanbul Technical University, 27-29 April 2011 Istanbul – Turkey.
- 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. doi:10.3354/cr01074.
- Sahin, S., Cigizoglu H. K. (2012). The sub-climate regions and the sub-precipitation regime regions in Turkey. *Journal of Hydrology* 451C: 180-189.
- Tatlı, H., Türkeş, M. (2011). Examination of the dry and wet conditions in Turkey via model output statistics (MOS). In: 5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book: 219-229. Istanbul Technical University, 27-29 April 2011, İstanbul, (in Turkish with an English abstract).
- 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): 21-57. Bağlam Yayınları No. 308, Bağlam Yayıncılık: 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, Turkey.
- 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, Istanbul.
- 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: 135-151. 27-29 April 2011. ITU, İstanbul, (in Turkish with an English abstract).
- Türkeş, M. (2011c). Hydroclimatological and time-series analysis of variations in precipitation and aridity index series of the Akhisar and Manisa districts and geographical synthesis of their

- consequences with respect to desertification. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 9 (1): 79-99, (in Turkish with an English abstract).
- Türkeş, M. (2012a). Küresel İklim Değişikliği ve Çölleşme. *İçinde: Günümüz Dünya Sorunları – Disiplinlerarası Bir Yaklaşım* (ed. 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., Altan, G. (2012a). Analysis of the year 2008 fires in the forest lands of the Muğla Regional Forest Service by using drought indices. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* 9 (1): 912-931, (in Turkish with an English abstract).
- Türkeş, M., Altan, G. (2012b). Meteorological and hydro-climatological analysis of large forest fires of Çanakkale in the year of 2008. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 10 (2): 195-218, (in Turkish with an English abstract).
- Türkeş, M., 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: 83-94, 24-26 Mayıs 2012, Edremit-Güre, Balıkesir.*
- Türkeş, M., 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., 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., 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., 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., 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* (ed., Ünal Akkemik): 55-62. *Türkiye Ormancılar Derneği Marmara Şubesi. 13-14 Aralık 2007, İstanbul.*
- Türkeş, M., 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., 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: 245-263, 17-18 Haziran 2010, Çorum, (in Turkish with an English abstract).*
- Türkeş, M., 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, (in Turkish with an English abstract).
- 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). Drought periods and severity over the Konya Sub-region of the Central Anatolia Region according to the Palmer Drought Index. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 7 (1): 129-144, (in Turkish with an English abstract).
- Türkeş, M., Altan, G., 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: 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*: 625-639. CPRS Turkey. 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, (in Turkish with an English abstract).
- UNEP. (1993). *World Atlas of Desertification*, the United Nations Environment Programme (UNEP), London.
- WMO. (1966). *Climatic Change*. World Meteorological Organization (WMO), Technical Note 79, Geneva.
- Wonnacott, T. H., Wonnacott, R.J. (1972). *Introductory Statistics*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Yozgatlıgil, C., Asar, Ö., Kartal, E., Batmaz, İ., Türkeş, M., 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.