



Ege Coğrafya Dergisi, 20/2(2011), 1-25, İzmir
Aegean Geographical Journal, 20/2 (2011), 1-25, İzmir—TURKEY
2014 yılında yayımlanmıştır.(Published in 2014)

ÇANAKKALE YÖRESİNDE OLUŞAN ORMAN YANGINLARININ HİDROKLİMATOLOJİK KARAKTERİSTİKLERİ VE İKLİM DEĞİŞİMLERİYLE İLİŞKİSİ

*Hydroclimatologic Characteristics of the Forest Fires
Occurred at the Çanakkale District and Relationship with Climate Variations*

Gökhan ALTAN

Karşıyaka Kız Teknik ve Meslek Lisesi Coğrafya Zümresi, Sivas

Murat TÜRKEŞ*

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

Abstract

There is an important fire risk potential for the forest lands distributed in the responsibility area of the Çanakkale Regional Forest Directory (RFD) in terms of the magnitude of the burned areas. Lost and damages of these natural disasters, which have occurred due to the dry summer subtropical Mediterranean climate that dominated over a great part of the Çanakkale RFD and observed climate variations (droughts, heat waves, etc.), have been increasing. In the study, fire climatology is investigated by making use of the hydroclimatological analyses of the long-term climate data and forest fires that were recorded in the Çanakkale RFD. Furthermore, some homogeneity and trend tests were applied to the series of aridity index (*AI*) and normalised precipitation index (*NPI*) derived from long-term total precipitation (mm) and potential evapotranspiration (mm) amounts. According to the results of the Kruskal-Wallis homogeneity test applied to the *AI* and *NPI* series, means and variances of the sub-periods are statistically random. Results from the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) Aridity Index, Erinç's Aridity Index and Thornthwaite Humidity Index for the stations selected for the Çanakkale RFD are concordant with each other. When the results of climatic classification performed for climatological data of 14 meteorological stations located in the study area, it has been seen that stations are generally belong to arid and semiarid climate classes according to the Erinç's aridity index, while the climate classes of stations according to the Thornthwaite humidity index are found to vary between the arid, semiarid and semi-humid. Statistically significant correlation coefficients are found to vary from 0.52 to 0.75 between numbers of the forest fires occurred in the Çanakkale RFD and aridity/drought/humidity indices. According to

* Yazışma adresi: Murat TÜRKEŞ, comu.muratturkes@gmail.com

the variations in the *AI* and *NPI* series, observed decrease of precipitation amounts in the year of 2008 was corresponded to the most extreme meteorological drought in the series. In the 2008 drought year, approximately the area of 2070 hectares was disturbed by 30 forest fires occurred at the Çanakkale RFD area.

Key Words: Forest fire, aridity, drought/humidity indices, climate change, time-series analysis methods, Çanakkale Regional Forest Directory.

Özet

Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) sorumluluğundaki orman arazilerininin, sayıca fazla olmamakla birlikte, yanan alanların büyüklükleri açısından oldukça önemli bir yangın risk potansiyeli vardır. Çanakkale OBM'nin büyük bir bölümünün yazı kurak subtropikal Akdeniz iklim kuşağı içerisinde bulunması ve gözlenen iklim değişimleri (kuraklıklar, sıcak hava dalgaları, vb.) nedeniyle ortaya çıkan bu doğal afetlerin zarar ve kayıpları, giderek artmaktadır. Bu çalışmada, Çanakkale OBM'de çıkan orman yangınlarının uzun süreli orman yangın kayıtlarının ve iklim verilerinin hidroklimatolojik çözümlerinden yararlanarak, yangın klimatolojisi üzerinde duruldu. Çanakkale OBM, yangın başına yanan alanların büyüklüğüne göre Türkiye ortalamasının üzerindedir. Ayrıca, uzun süreli yağış (mm) ve potansiyel evapotranspirasyon (mm) değerlerinden elde edilen aridite indisi (*AI*) ve normalleştirilmiş yağış indisi (*NYİ*) dizilerine türdeşlik ve eğilim sınamaları uygulandı. *AI* ve *NYİ* dizilerinin Kruskal-Wallis türdeşlik sınaması sonuçlarına göre, alt dönemlerin ortalamaları ve varyansları istatistiksel açıdan rasgeledir. Çanakkale OBM için seçilen istasyonların Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi (BMÇSS) Aridite İndisi, Erinç Kuraklık İndisi ve Thornthwaite Nemlilik İndisi sonuçları birbirleriyle uyumludur. Çalışma alanındaki 14 meteoroloji istasyonunun klimatolojik verilerinin iklim sınıflandırması sonuçları dikkate alındığında, Erinç kuraklık indisine göre, istasyonlar genel olarak yarıkurak ve kurak iklim sınıflarına girerken, Thornthwaite nemlilik indisine göre ise, istasyonların iklim tiplerinin, kurak, yarıkurak ve yarınemli arasında değiştiği görülür. Aridite/kuraklık/nemlilik indisleri ile Çanakkale OBM'de yangın sayıları arasında, 0.52 – 0.75 arasında değişen istatistiksel olarak anlamlı korelasyon (ilişki) katsayıları bulundu. Çanakkale *AI* ve *NYİ*'deki değişimlere göre yağış tutarlarında 2008 yılında gözlenen azalma, zaman dizisi içerisindeki en şiddetli meteorolojik kuraklığa karşılık gelir. 2008 kurak yılında Çanakkale OBM'de oluşan 30 orman yangınında, yaklaşık 2070 hektar orman alanı zarar görmüştür.

Anahtar Sözcükler: Orman yangını, aridite, kuraklık/nemlilik indisleri, iklim değişikliği, zaman dizisi çözümlene yöntemleri, Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü.

Giriş

Orman yangınları, ormanlık alanların ekolojik ve biyolojik varlığını ortadan kaldıran ve ormanların fauna ve flora alanları olmasını engelleyen, biyolojik üretimi olumsuz etkileyen en önemli doğal afetler içerisinde yer alır (Altan, 2011; Altan ve ark., 2011; Anonim, 2008; 2012; Bedia ve ark., 2012; Türkeş ve ark., 2011, 2012; Türkeş ve Altan, 2012abcd, 2013b). Büyük Akdeniz İklim Kuşağındaki başta Portekiz, Yunanistan, İspanya, İtalya, Fransa ve Türkiye olmak üzere tüm ülkelerin sahip olduğu orman varlığının en önemli problemlerinin başında orman yangınları yer almaktadır. Orman yangınları, tüm canlıların yaşam ortamı olan ve öteki kürelerle (atmosfer,

hidrosfer, litosfer, sosyal küre) sürekli olarak etkileşim halinde olan biyosferde meydana gelebilecek en önemli doğal afetlerden biridir (Altan, 2011; Altan ve ark., 2011; Türkeş ve Altan, 2012abcd; 2013bd).

2013 yılının ilk aylarında, büyük Akdeniz İklim Kuşağı'nın bizden farklı yarım küresinde ve sınırlarımızdan çok uzakta bulunan Avustralya'da yaz mevsiminin başlaması ile birlikte, son derece önemli ve geniş alanlı orman yangınlarıyla karşılaşıldı. Aynı anda oluşan 130 orman yangınında 46 bin hektar orman alanı zarar görürken, bu kaybın 40°C ve üzerindeki gündüz sıcaklıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Anonim, 2013a). Ayrıca Akdeniz kıyısındaki Avrupa ülkelerinden Portekiz, İspanya, Fransa,

İtalya ve Yunanistan'da 2011 yılı boyunca yaklaşık 270 bin hektar orman alanı zarar gördü (Anonim, 2013b). Türkiye'de, 2013 yılı da dâhil olmak üzere son 3-4 yılda yaz mevsimi boyunca geniş alanları etkileyen orman yangını olayları ile mücadele edildi (Türkeş ve Altan, 2012cd; 2013c).

Çanakkale ile ilişkili olarak Altan (2011), Altan ve ark. (2011), Türkeş ve Altan (2012bcd; 2014a), Türkeş ve ark. (2011) tarafından yapılan önceki çalışmalar ile Sütgibi, (2013) tarafından çalışma alanının yakın çevresinden seçilen bir başka lokasyon olan İzmir için yapılan çalışmalarda; büyük orman yangınlarının oluşumu, gelişimi ve yayılışı üzerinde klimatolojik/ meteorolojik koşulların oldukça etkili olduğu belirlendi. Bu çalışmalarda ulaşılan en önemli kazanımlar arasında, kurak koşulların etkili olduğu dönemlerde büyük orman yangınlarının da artış göstermesi yer almaktadır.

Dünyada doğal yangınların oluşumu ve insan kaynaklı yangınların en düşük seviyede olması Türkiye'yi bu açıdan farklı bir noktaya getirir. Türkiye'de oluşan orman yangınlarının % 90'dan fazlası insan kaynaklıdır (Anonim, 2008; Türkeş ve ark., 2011). Bu durum, çevre bilincinin kuşaklarımıza aktarılmasındaki sorunların doğrudan bir yansımaları karşımıza çıkarır. Türkiye'deki orman yangınlarının insan kaynaklı olarak bu kadar fazla çıkarılmasını yalnızca çevre bilincinin kazandırılmamasıyla açıklamak yeterli olmayacaktır. Ekonomik bir takım çıkarlar da, Türkiye'de orman yangınlarının insanlar tarafından bu kadar fazla çıkarıldığını açıklamakta önemli bir etken olabilir. Kıyı bölgelerde turistik tesisler, iç bölgelerde ise tarım alanlarını genişletmek, terör faaliyetleri ve kundaklama amacıyla çıkarılan kasıtlı orman yangınları, büyük bir bölümü Akdeniz iklim bölgesi içerisinde bulunan ve şiddetli yaz kuraklıkları yaşayan ülkemiz ormanları için en önemli tehditler arasında yer alır (Anonim, 2008, 2012; Altan, 2011; Türkeş ve Altan, 2012ab; 2013abc; 2014a).

Her ne kadar Türkiye'deki orman yangınlarının büyük bir bölümü insan kaynaklı olsa da, orman yangınlarını hazırlayan ve yangın davranışını belirleyen etmenlerin başında topografya (jeomorfolojik özellikler), yanıcı madde ve

klimatolojik/meteorolojik özellikler gelmektedir. Türkiye'de kasıtlı çıkarılan orman yangınlarının yoğun yaşanması, orman yangınları üzerinde topografya, yanıcı madde ve klimatolojik-meteorolojik özelliklerin etkili olmadığı ve/ya da daha az etkili olduğu anlamına gelmemektedir. Başka sözlerle, nedeni ister doğal isterse insan kaynaklı olsun orman yangını çıkmasına yol açabilecek etmen(ler), uygun klimatolojik ve meteorolojik koşullar bir araya gelmediğinde orman yangını çıkamaz ya da çıksa bile çoğunlukla bu yangın büyük bir orman yangınına dönüşmez, kısa sürede denetim altına alınır ve söndürülür (Altan, 2011; Türkeş ve Altan, 2012ab).

Bu yönüyle orman yangınlarının oluşumu, gelişimi, davranışı ve dağılışı biçimleri üzerinde klimatolojik-meteorolojik ilişkileri ortaya koyan ve yerel coğrafyalarda orman yangınlarının bu özelliklerine dikkat çeken yeni çalışmaların dünyada olduğu gibi (Bedia ve ark., 2012) ülkemizde de yapılmaya başlandığı görülür (Altan ve ark., 2011; Türkeş ve Altan, 2012abc).

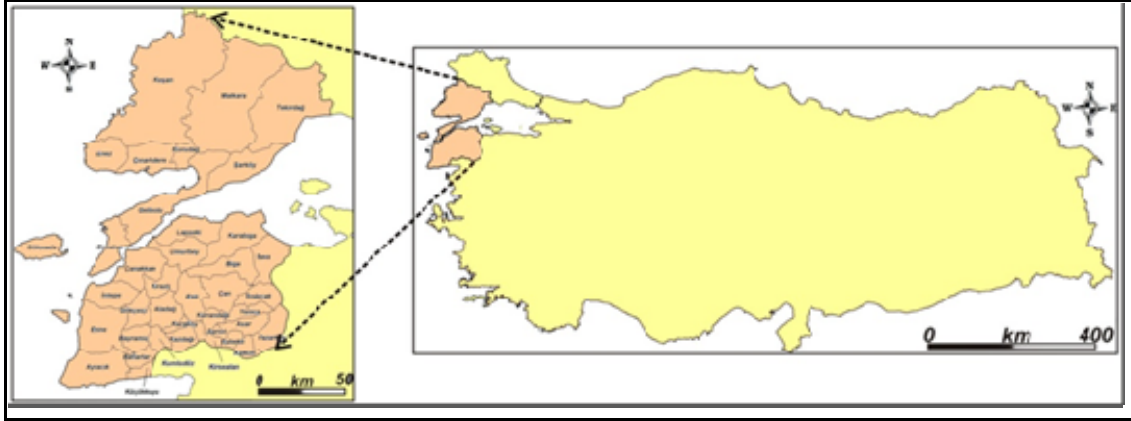
Bu çalışmanın amacı, Akdeniz iklim bölgesi içerisinde yer alan ve önemli iklimsel değişkenliğe sahip olan Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nde (OBM) orman yangınlarının klimatolojik oluşum özelliklerini ortaya koymak, çeşitli indisler kullanarak kurak koşulların Çanakkale OBM içerisinde ve yakın çevresinden seçilen klimatoloji ve meteoroloji istasyonlarındaki (Şekil 1) etkilerini belirlemek ve kurak koşullardaki değişimler ile orman yangınlarının oluşum ve değişim özelliklerini karşılaştırmaktır. Ayrıca, 2011 yılı Ekim ayında Trakya bölümü İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'ne, Biga Yarımadası bölümü ise Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlanan Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nün orman yangınlarıyla savaşında karşılaşılabilecek sorunları tespit etmektir.

Çalışma Alanının Genel Coğrafya Özellikleri

Çanakkale yöresi, Marmara Bölgesi'nin Güney Marmara Bölümü'nde bulunur. Çalışma alanı coğrafi konumunun özelliğine bağlı olarak Akdeniz makro iklim kuşağı içerisinde yer alırken bu iklimin tipik özelliği şiddetli ve geniş alanlı yaz

kuraklığıdır. Akdeniz makro iklim bölgesindeki yaz kuraklığı ile yağışlardaki yüksek yıllararası değişkenlik ile bağlantılı olarak, her mevsimde

etkili olabilen kurak dönemler, yöredeki su kaynakları üzerinde büyük baskı yaratır (Türkeş, 1996, 1998, 2010, 2013ab; Türkeş ve Tatlı, 2009).



Şekil 1: Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanının lokasyonu.

Figure 1: Location of the responsibility area for the Çanakkale Regional Forest Directorate.



Şekil 2: Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanı sınırları içerisinde yer alan önemli doğa alanları (Altan, 2011; Eken ve ark. 2006'daki bilgiler güncellenerek hazırlandı).

Figure 2: Important nature areas within the borders of responsibility area for the Çanakkale Regional Forest Directorate (RFD) (prepared by updating the information in Altan (2011) and Eken et al. (2006).

Çanakkale yöresinde önemli doğa alanları arasında, Akdeniz orman ve maki vejetasyon alanları (Altan ve ark., 2011; Koç, 2007), Karamenderes Çayı deltası (Akbulak, 2010) vb. sulak alanlar, Saros Körfezi (Özcan ve ark., 2010) ve Kavak deltası (Erginal ve ark., 2008) gibi kıyı ekosistemleri ve jeomorfolojisi, Kaz Dağı ekosistemi ve jeomorfolojisi (Koç, 2007; Koç ve Arslan, 2011; Türkeş, 2006; Türkeş ve Koç, 2007), Gökçeada kıyıları (Eken ve ark., 2006) ile Gelibolu Yarımadası bulunur. Yörede Büyük ve Küçük Kemikli burunları, Arıburnu kıyıları (Erginal ve ark., 2008), Bozcaada batı kıyılarındaki kumul alanları (Karabacak ve ark., 2008) da hem jeomorfolojik oluşumlar hem flora ve fauna açısından oldukça önemli potansiyele sahip doğa alanları olarak değerlendirilebilir (Şekil 2).

Çanakkale Boğazı ekosistemi ve jeomorfolojisi önemli doğa alanı olma özelliğini, açık deniz yüzeyinin yanı sıra kıyıları boyunca uzanan Akdeniz fitocoğrafyasına ait kızılçam (*Pinus brutia*) ormanları ile maki toplulukları sayesinde korur. Çanakkale Boğazı'nın kuzey kıyılarındaki Çardak lagünü de ekolojik öneme sahip alanlar arasında değerlendirilebilir.

Çalışma alanının güney kesiminde yer alan ve Çanakkale ile Balıkesir illerinin sınırında bulunan Kaz Dağı, zengin ve nadir bitki çeşitliliği ile Türkiye'deki 140 Önemli Bitki Alanından (ÖBA) birisidir. Kaz Dağı'nın bulunduğu alan Kaz Dağı Milli Parkı ve Kaz Dağı Göknarı Tabiatı Koruma Alanı ile öteki eşsiz özelliklerine ve zenginliklerine de sahiptir. Yapılan çok sayıda bilimsel çalışmanın sonuçlarına göre, Kaz Dağı yöresinde yaklaşık 800 bitki çeşidinin yayılış gösterdiği ve çok sayıda nadir ve endemik bitki taksonunun varlığı bilinmektedir (Satıl ve Dirmenci, 2012; Türkeş ve Altan, 2012c, 2014b).

Çanakkale yöresinin önemli doğa alanları arasında Kaz Dağı'nın farklı bir yeri vardır. Kaz Dağı, üzerinde yükseldiği yörenin yerüstü ve yeraltı su kaynaklarını oluşturan, besleyen ve onların sürekliliğini denetleyen en önemli yaşam kaynağıdır. Kaz Dağı, yükseltisi ve bölgeye bereketli yağışları taşıyan egemen hava akımları ile Akdeniz ve orta enlem siklonları açısından uygun bir konumda bulunmasına bağlı olarak, yörenin

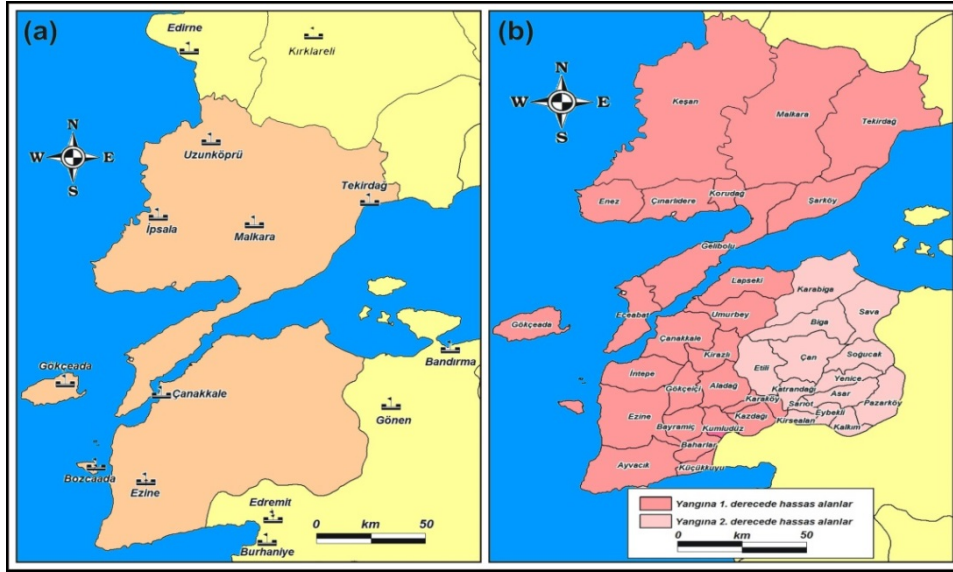
daha nemli bir iklime sahip olmasını sağladığı gibi, yöreyi doğal bitki örtüsü ve tarımsal etkinlikler açısından daha zengin bir hale getirir (Türkeş, 2006).

Kaz Dağı'nın, güneyde Edremit Körfezi'ne bakan yamaçlarında, yüksek kesimlere doğru meyve bahçeleri, zeytinlikler, maki formasyonları, kızılçam, meşe ve Anadolu karaçamı (*Pinus nigra Arnold. subsp. pallasiana*) toplulukları yer alırken, kuzeye dönük yamaçlarda, genel olarak makilerin, meşe türlerinin (*Quercus sp.*) ve kızılçam (*Pinus brutia*) topluluklarının yukarısında, karaçam ormanlarının yanı sıra, geniş yapraklı nemli orman türleri ve Kaz Dağı göknarı (*Abies nordmanniana subsp. equi-trojani*) bulunur. Yüksek kuzey yamaçlarda doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve bir Kaz Dağı endemiği olan Kaz Dağı göknarının karışık ya da saf geniş topluluklar ve yer yer orman örtüsü oluşturacak kadar yaygın oluşu, yükselti ve bakı koşullarıyla bağlantılıdır. Kaz Dağı göknarı, kuzeye açılan vadilerde yaklaşık 400-500 metre yükseltilere kadar inebilmekle birlikte, en yaygın orografik-klimatik yaşam katı, çoğunlukla kuzey yamaçlarda yaklaşık 900-1400 metre yükseltileri arasındadır. Doğu kayınının orografik-klimatik yükselti katı da, Kaz Dağı göknarı gibi, çoğunlukla kuzeye dönük olmak üzere yaklaşık 600-1400 metreler arasındadır (Türkeş, 2006; Türkeş ve Altan, 2012bc, 2014b).

Bu özel ağaç toplulukları Kaz Dağı ve çevresinin önemli doğa alanı haline gelmesi üzerinde son derece etkilidir. Ayrıca, kuzey yamaçlara güneş ışınlarının eğik gelmesi, daha fazla yağış düşmesi ve yaz mevsiminde bile kuzeyden gelen nemli hava kütlelerinin orografik yükselmesi ve adyabatik olarak soğuması sonucunda, Kaz Dağı serin-nemli iklim koşullarında yaşayan türlere de özel bir yaşam ortamı sağlar (Türkeş, 2006, 2010). Başka sözlerle, kuzey yamaçların yıl boyunca serin ve nemli (yağışlı ya da bulutlu-sisli) olması ve bu yüzden de su açığının fazla olmaması, iklim açısından Kafkas Dağları ve Karadeniz floristik bölgelerinde egemen olan peleboreal nemli orman florasına ait bazı türlerin burada var olmasına neden olur (Türkeş ve Altan, 2012c). Satıl ve Dirmenci tarafından (2012) yapılan yeni bir çalışmanın sonuçlarına göre; Kaz Dağı'nda yapılan floristik çalışmalar ve Türkiye florası taranarak

yörede 83 endemik bitki türünün varlığı belirlenmiştir. Endemik bitki taksonları özellikle dağın güneye dönük yüksek yamaç ve doruklar bölümünde ve orman kuşağı üzerinde yer alan açık alanlarda yayılım göstermektedir. Bu çalışmada, Kaz Dağı yöresindeki endemik bitki taksonları, Dünya Doğa Koruma Birliğinin (IUCN) risk

kategorilerine göre de değerlendirilmiştir. IUCN risk kategorilerine göre; yöredeki endemik bitkilerin 13'ü Çok Tehlikede (CR), 13'ü Tehlikede (EN), 13'ü Hassas ya da Zarar Görebilir (VU), 12'si Tehdit Altına Girebilir (NT), 30'u En Az Endişe Verici (LC) ve 2'si Yetersiz Veri (DD) sınıfına girmektedir (Satıl ve Dirmenci, 2012).



Şekil 3: (a) Çanakkale OBM için seçilen meteoroloji istasyonlarının coğrafi dağılışı ve (b) Çanakkale OBM işletme şefliklerinin yangına hassasiyet dereceleri.

Figure 3: (a) Geographical distribution of selected meteorological stations for the Çanakkale RFD, and (b) fire sensitivity degrees of the operational chieftaincy units of the Çanakkale RFD.

Bu önemli bitki alanı, milli park ve tabiatı koruma alanı da orman yangını riski açısından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir (Türkeş, 2006; Koç ve Arslan, 2011; Türkeş ve Altan, 2012bcd, 2014b). Efe ve ark. (2013), Kaz Dağı ve yakın çevresinde oluşan orman yangınlarını havayı kirleten doğal kaynaklar içerisinde ele alarak, orman tahribatı ve ormansızlaşma gibi nedenlerle karbondioksit miktarının artış gösterdiğini belirtmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada, TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na bağlı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen klimatolojik veriler ile Orman Genel Müdürlüğü'nden elde edilen günlük yangın kayıtları kullanıldı. Çalışmada kullanılan veriler,

Çanakkale OBM sınırları içerisinde ve yakın çevresinden seçilen 14 meteoroloji istasyonunu kapsar (Şekil 3a). 14 meteoroloji istasyonunun uzun süreli ortalama bültenlerinden elde edilen yağış (mm), ortalama ve ortalama maksimum hava sıcaklığı (°C) değerleri kullanıldı.

Çalışma için kullanılan bir başka meteorolojik veri kaynağı ise, çalışma alanında en uzun kayıt süresine sahip Çanakkale meteoroloji istasyonunun 1930–2010 dönemini kapsayan uzun süreli yıllık yağış toplamı ile uzun süreli aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık zaman dizileridir. Bu dizilerden yararlanılarak Thornthwaite yöntemine göre hesaplanan potansiyel evapotranspirasyon (PET) değerleri de çalışma için kullanıldı.

Çalışmada Çanakkale OBM'nin yangın klimatolojisi ile kurak ve nemli koşulları belirlemek amacıyla, iklim verilerine, Thornthwaite İklim Sınıflandırması, Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi (BMÇSS) Aridite İndisi ve Erinç Kuraklık İndisi yöntemleri uygulandı (Thornthwaite, 1948; Erinç, 1965; Türkeş, 1999, 2010; Altan, 2011; Türkeş ve Altan, 2012c, 2013c; UNEP, 1993).

Çalışmada Çanakkale OBM'de iklim özelliklerinin eğilimleri ve değişimlerini yorumlamak için Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi (BMÇSS) Kuraklık İndisi ile Normalleştirilmiş Yağış İndisi'nin uzun süreli zaman dizisi hesaplamalarından faydalanıldı (Türkeş, 2010, 2011; Türkeş ve Altan, 2011, 2012ab, 2013abd).

Bu indislerin hesaplama sonuçlarının uzun süreli değişimi, eğilimleri ile değişikliklerini belirleyebilmek için bazı istatistiksel zaman dizisi çözümleme sınamaları uygulandı (Mann, 1945;

Kendall, 1975; Türkeş, 1999, 2012bc; Türkeş ve Altan, 2011, 2013c). Denklemlerin verildiği Tablo 1'de hesaplanan indis değerleri, Tablo 2'de verilen değerlere göre bir iklim tipine karşılık gelir ve böylece kuraklık sınıfı belirlenmiş olur.

BMÇSS Kuraklık İndisi

Tablo 1'de verilen Denklem (1)'de AI , BMÇSS kuraklık indisini (UNCCD, 1995), P , yağışı (mm) ve PET , potansiyel evapotranspirasyonu gösterir. Aridite indisi (AI), toplam yağış ile Thornthwaite su bilançosu için hesaplanan toplam potansiyel evapotranspirasyon (PET) değerleri kullanılarak hesaplanır (UNEP, 1993; Türkeş, 2007, 2010). Bu çalışmada yapıldığı gibi, Çanakkale meteoroloji istasyonu için kuraklık (ya da kurak iklimleri ve arazileri belirleme) indisinin zaman dizisi hesaplanacaksa, bu durumda hesaplamada her yılın (ya da doursuz ay ve mevsimlerin) toplam yağışı (P) ve o yıl (ya da doursuz ay ve mevsim) için hesaplanan PET değerleri kullanılır (Türkeş, 1999, 2011; Türkeş ve Tatlı, 2010).

Tablo 1: Çalışmada kullanılan iklim, aridite ve kuraklık indislerinin temel formülleri (Thornthwaite, 1948; Erinç, 1965; McKee ve ark., 1993; Türkeş, 1999, 2007, 2010; Altan, 2011; UNEP, 1993).

Table 1: Basic formulas of the climate, aridity and drought indices used in the study.

İndisler	BMÇSS Aridite İndisi	Erinç Kuraklık İndisi	Thornthwaite Nemlilik İndisi	Normalleştirilmiş Yağış İndisi
Denklemler	$AI = P/PET$	$I_m = P/T_{mak}$	$I_m = (100 S - 60 D)/PET$	$NYI = (P - \bar{P})/\sigma$
	(1)	(2)	(3)	(4)

Tablo 2: Çalışmada kullanılan aridite, kuraklık/nemlilik ve yağış anomalisi indislerinin sınıflandırılması, eşik değerleri ve bunlara karşılık gelen değerlendirmeler (Thornthwaite, 1948; Erinç, 1965; McKee ve ark., 1993; Türkeş, 1999, 2007, 2010; Altan, 2011; UNEP, 1993).

Table 2: Classification, thresholds and accompanied assessments for aridity, drought/humidity and precipitation anomaly indices used in the study.

BMÇSS Aridite İndisi		Erinç Kuraklık İndisi		Thornthwaite Nemlilik İndisi		Normalleştirilmiş Yağış İndisi	
İndis	İklim tipi	İndis	İklim tipi	İndis	İklim tipi	İndis	Yağış anomalisi
< 0.05	Çok kurak	< 8	Tam kurak	(-60) – (-40)	Kurak	(-2.00) ve altı	Aşırı kurak
0.05 – 0.19	Kurak	8 – 15	Kurak	(-40) – (-20)	Yarıkurak	(-1.50) – (-1.99)	Şiddetli kurak
0.20 – 0.49	Yarıkurak	15 – 23	Yarıkurak	(-20) – 0	Kuru-yarınemli	(-1.00) – (-1.49)	Orta düzeyde kurak
0.50 – 0.64	Kuru-yarınemli	23 – 40	Yarınemli	0 – 20	Yarınemli	(-0.99) – 0.99	Normal
0.65 – 0.99	Yarınemli			20 – 40	Nemli	1.0 – 1.49	Orta düzeyde nemli
1.00 – 1.99	Nemli	40 – 55	Nemli	40 – 60	Nemli	1.50 – 1.99	Çok nemli
				60 – 80	Nemli		
2.00 >	Çok nemli	55 <	Çok nemli	80 – 100	Nemli	2.00 ve üzeri	Aşırı Nemli

Erinç Kuraklık (Yağış Etkinliği) İndisi

Denklem (2)'de, I_m , Erinç kuraklık (yağış etkinliği) indisini, P , aylık, mevsimlik ya da yıllık yağış

toplamlarının ortalamasını, T_{mak} , ortalama maksimum hava sıcaklıklarının uzun süreli ortalamasını ifade eder (Tablo 1). Yağış

miktarlarının doğrudan ortalama sıcaklıklara oranlanması ile elde edilen indis, karasal bölgelerde gerçekte olduğundan daha nemli bir iklimin görülmesine neden olur. Buna bağlı olarak Erinç, indisin hesaplanmasında ortalama sıcaklık yerine ortalama maksimum sıcaklık değerlerini kullanmıştır. Erinç, indisini ortalama maksimum sıcaklık değeri 0°C'nin altına düştüğü aylarda evapotranspirasyonun olmadığını varsayarak dikkate almamıştır (Erinç, 1965; Türkeş, 2007). Erinç (1965), indis sonuçlarını Türkiye'deki vejetasyon formasyonlarının alansal dağılımları ile karşılaştırarak, indisini altı ana sınıfa ayırmıştır (Tablo 2).

Thornthwaite İklim Sınıflandırması

Denklem (3)'te ise, I_m , Thornthwaite Nemlilik İndisini; S , yıllık su fazlasını (mm); D , su açığını (mm) ve PET , yıllık potansiyel evapotranspirasyonu (mm) gösterir (Thornthwaite, 1948). Nemlilik indisinin negatif değerleri kurak iklimlerde bulunurken pozitif değerler nemli iklimlerde bulunur (Türkeş, 2010). Thornthwaite İklim Sınıflandırması, buharlaşmanın yağış ve sıcaklık ile olan ilişkilerine bağlı olarak belirlenir. Thornthwaite'a göre yağışın buharlaşmadan fazla olduğu yerlerde toprak doymuş halde bulunur ve bu alanlarda su fazlalığı vardır. Su fazlasına sahip bu yerin iklimi nemlidir, tersine yağışların buharlaşmadan az olduğu yerlerde ise toprakta su birikmediğinden toprakta bitkiler için yeterli su yoktur. Su noksanının bulunduğu yerlerin iklimi ise kuraktır (Thornthwaite, 1948; Türkeş, 2010). Bu çalışmada nemlilik indisi hesaplamasına Denklem (3)'te verildi. Thornthwaite iklim sınıflandırması, çok daha geniş kapsamlıdır ve farklı indisler, iklim tipi simgeleri ile açıklanır. Bu yöntemle ilişkin öteki simge ve denklemlere burada yer verilmedi.

Normalleştirilmiş Yağış İndisi

Normalleştirilmiş Yağış İndisi, kuraklıkları belirleme, değerlendirme ve izlemede bir ülkenin ve/ya da bir bölgenin kuraklık yönetimi ve kuraklıkla savaşım yeteneklerinin ya da olanaklarının gelişmesinde etkili bir yöntemdir (Türkeş, 2010). Normalleştirilmiş yağış indisi (NYI), yıllık yağış dizilerindeki yıllık toplamın, yine aynı dizinin uzun süreli ortalama ve standart

sapması kullanılarak standartlaştırılması yoluyla elde edilir (McKee ve ark., 1993; Türkeş, 1996, 1998; Türkeş ve Tatlı, 2009). Denklem (4)'te NYI , normalleştirilmiş yağış indisini, P gözlem değerini, \bar{P} gözlem dizisinin aritmetik ortalamasını, σ ise gözlem dizisinin standart sapmasını temsil eder (Tablo 1). Bu hesaplama sonucunda elde edilen değer Tablo 2'deki bir değere karşılık gelir ve hesaplaması yapılan yılın kuraklık sınıfı belirlenir.

Kruskal – Wallis Türdeşlik Sınaması

Kruskal-Wallis ($K-W$) Sınaması, ortalamaların ve varyansların türdeşliğini doğrulamak için kullanılan etkili bir parametrik olmayan (evrendeğersiz) türdeşlik sınamasıdır (Kruskal ve Wallis, 1952; Sneyers, 1990; Türkeş, 2012b).

Mann – Kendall Sıra İlişki Katsayısı ve Ardışık Analizi

Mann-Kendall ($M-K$) sıra ilişki katsayısı X_i elemanlı orijinal gözlem dizisinin yerine gözlemlerin küçükten büyüğe dizilmesiyle elde edilen sıra numaralarından oluşan değerler kullanılarak hesaplanır (Mann, 1945; Kendall, 1975; Sneyers, 1990; Türkeş, 2012c; Türkeş ve ark., 2002).

Araştırma Bulguları

Çalışmanın bulguları Çanakkale OBM'de orman yangınları ve yanan alanlar ile iklim tipleri ve kuraklık belirleme yöntemleri arasındaki ilişkiler bu bölümde klimatolojik-meteorolojik özellikler göz önünde bulundurularak farklı başlıklar altında açıklandı.

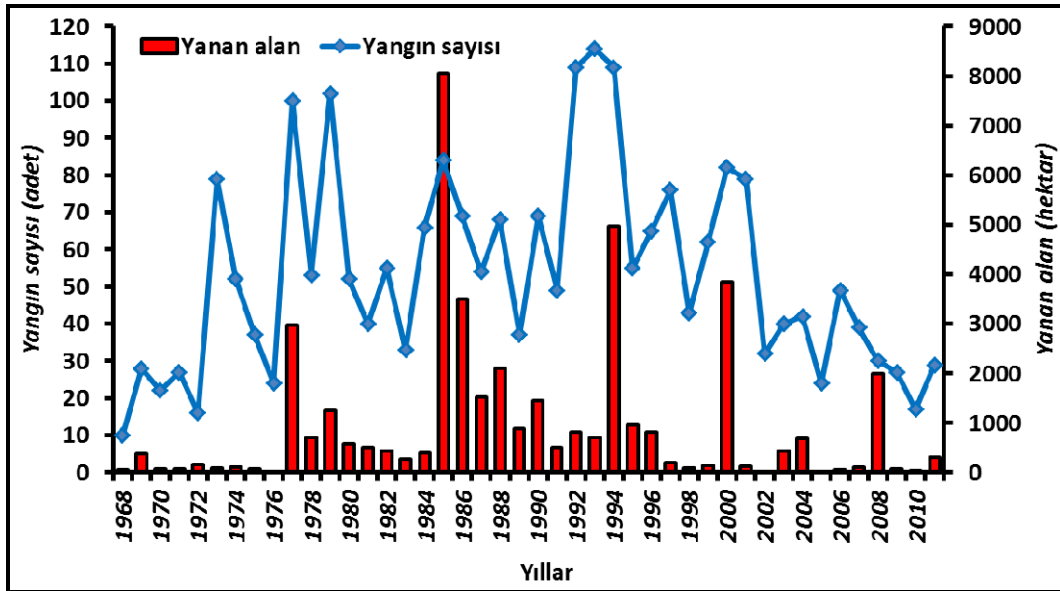
Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nde Orman Yangınları

Çanakkale'de, 1968 yılından 2011 yılı Ekim ayına kadar geçen 44 yıllık süreçte orman yangınları ile savaşım bölge müdürlüğü bünyesinde gerçekleştirildi. 2011 yılının Ekim ayında TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü tarafından bölge müdürlüklerinin sınırlarında yapılan değişik-liklerle, Çanakkale OBM'nin kuzeyde kalan Keşan Orman İşletme Müdürlüğü İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'ne, güneyde kalan Çanakkale, Biga, Çan, Yenice, Kalkım, Bayramiç ve Ayvacık işletme

müdürlükleri ise Balıkesir OBM sınırları içerisinde dâhil edildi (Türkeş ve Altan, 2014a).

Çanakkale OBM, oldukça geniş ormanlık alanlara sahip olmasının yanı sıra bu alanların tamamı yangına hassastır. Çanakkale OBM'nin büyük bir bölümü orman yangınları açısından birinci derecede yangına hassas alanları barındırırken, geriye kalan bölümü ise yangınlara ikinci dereceden hassas alanları içerir (Şekil 3b). Çanakkale OBM'nin Çanakkale, Keşan, Ayvacık ve Bayramiç orman işletme müdürlükleri birinci derece; Biga, Çan, Yenice ve Kalkım orman işletme müdürlükleri ise yangına ikinci derece hassas alanları oluşturur (Anonim, 2008; Altan, 2011; Türkeş ve Altan, 2012b).

Çanakkale OBM'de kuruluş yılı olan 1968 yılından 2011 yılı sonuna kadar geçen 44 yıllık süreçte toplam 2349 orman yangını meydana gelirken bu yangınlarda toplam 42,604 hektar orman alanı zarar gördü. Bu dönemde en fazla orman yangını 1993 yılında 114 yangınla meydana gelirken, en fazla yanan alan 8062 hektar ile 1985 yılında oluştu. Bahsi geçen yıllardan 1993 yılındaki orman yangınları toplam yangınlar içerisindeki % 4.8'lik orana sahip olurken, 1985 yılındaki yanan alanlar toplam yanan alanlar içerisindeki yaklaşık % 19'lük orana sahip olmuştur (Şekil 4).



Şekil 4: Çanakkale OBM'de 1968-2011 döneminde oluşan orman yangınları sayısı ve yanan alan büyüklüklerinin (ha) yıllararası değişimleri.

Figure 4: Interannual variations of number of forest fires and magnitudes of burned areas (ha) occurred in the Çanakkale RFD during the period 1968-2011.

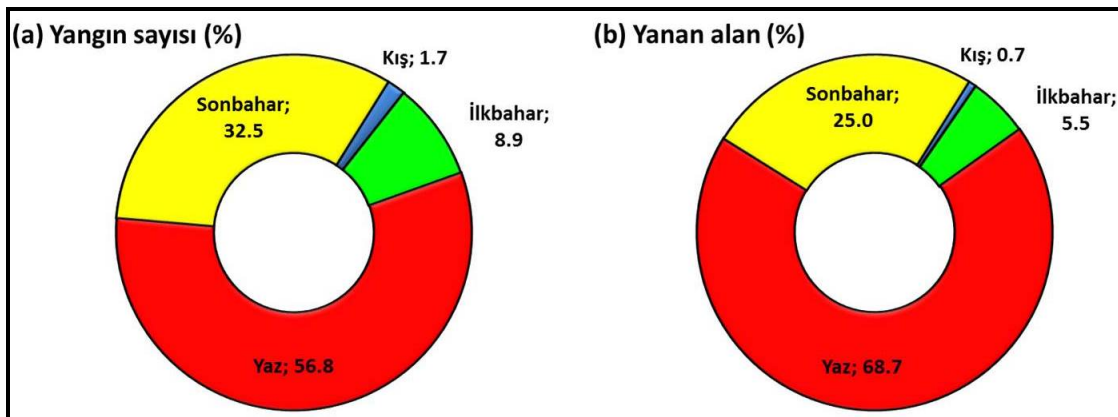
Çanakkale OBM'de 1968-2011 döneminde oluşan orman yangınları ve yanan alanlar açısından yaz mevsimi ilk sırada yer alır. Yangın sayısı ve yanan alanların mevsimlere göre dağılım oranları değişiklik göstermekle birlikte, mevsimlerin sıralamaları aynıdır. Çanakkale OBM'de oluşan yangınların % 60'a yakını yaz mevsiminde oluşurken, yanan alanların % 70'e yakını da yine bu mevsimde oluşmaktadır. Yaz mevsiminden sonra hem yangın sayısı hem de yanan alanlar

açısından sonbahar ikinci sırada yer almaktadır. Yangınların % 32'si, yanan alanların % 25'i bu mevsimde meydana gelirken en düşük oranlar kış mevsimine aittir. Kış mevsimi oluşan yangınların % 1.7'si ile yanan alanların % 0.7'sini oluşturur. İlkbahar mevsimi de yangın sayısı ve yanan alanlar içerisinde % 10'un altında kalır (Şekil 5).

Çanakkale OBM'de 44 yıllık ortalama yangın sayısı 53.38 olurken, yanan alan 968.29 hektar

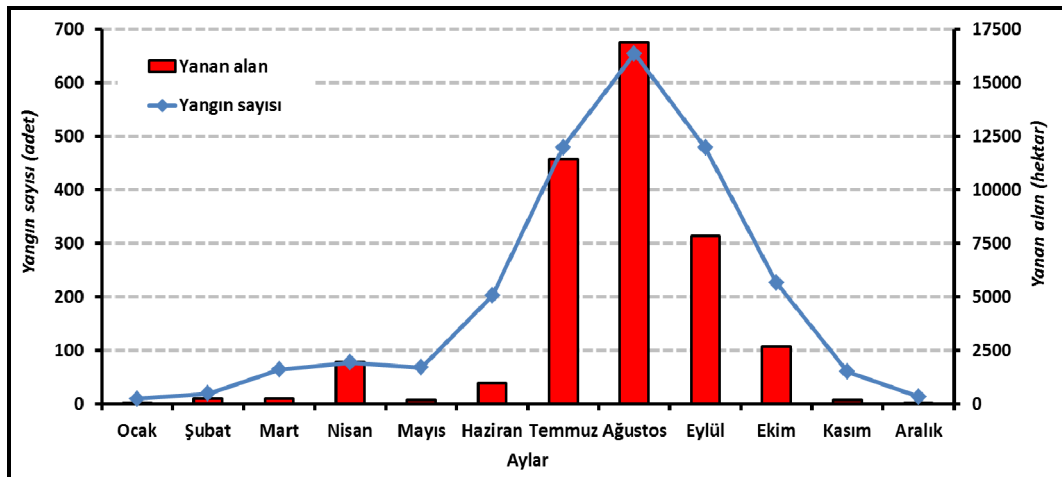
olarak tespit edildi. Buna göre Çanakkale OBM, yangın sayısı ve yanan alan açısından Türkiye ortalamasının (1937-2012 yıllık ortalama yangın sayısı: 1224.13 adet, yanan alan: 21,514.27 hektar) (Anonim, 2012) altındadır. Yangın başına yanan alan açısından Çanakkale OBM’de her yangında ortalama 18.13 hektar orman alanı zarar görürken, Türkiye’de bu ortalama 17.57 hektardır. Bu açıdan Çanakkale OBM kendi sorumluluk alanında oluşan her yangında Türkiye ortalamasının üzerinde yanan ormanlık alana sahiptir.

Çanakkale OBM’de orman yangınları ve yanan alanların yoğunlaştığı aylar Temmuz, Ağustos ve Eylül’dür. Ağustos, hem orman yangınları hem de yanan alanlar açısından en fazla orana sahip aydır. 44 yıllık dönemde en fazla orman yangınının görüldüğü ikinci ay 479 yangınla Temmuz ayı olurken, Eylül yangın sayısı açısından Temmuz izler. Yanan alanların Ağustos’tan sonra en fazla olduğu ikinci ay yine Temmuz olurken, yangın sayısında olduğu gibi Temmuz’tan sonra yine Eylül ayı en fazla üçüncü yanan alana sahip olmuştur (Şekil 6).



Şekil 5: Çanakkale OBM’de 1968-2011 döneminde oluşan orman yangınlarının ve yanan alan büyüklüklerinin mevsimlere göre yüzde dağılımları (%).

Figure 5: Percentage distributions of the seasonal number of forest fires and magnitudes of burned areas (%) occurred in the Çanakkale RFD during the period 1968-2011.



Şekil 6: Çanakkale OBM’de 1968-2011 döneminde oluşan orman yangınlarının ve yanan alan büyüklüklerinin (ha) yıl içindeki aylık değişimleri.

Figure 6: Monthly variations of the number of forest fires and magnitudes of burned areas (ha) occurred in the Çanakkale RFD during the period 1968-2011.

Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları dışında yangın sayılarının en fazla orana sahip olduğu aylar Haziran ve Ekim olurken, yanan alanlarda ise Ekim ve Nisan ayları ile Haziran ayı daha fazla oran kapsar. Ocak, Şubat, Mart, Mayıs, Kasım ve Aralık ayları ise hem yangın sayısı hem de yanan alan oranlarında % 5'in altında kalır. Bu aylara ait değerler 44 yıllık dönemde oluşan yangın ve yanan alan oranlarında belirgin değerlere sahip değildir. Çanakkale OBM'de orman yangınlarının ve yanan alanların belirgin olduğu aylar Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarıdır (Şekil 6).

Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nün Yangın Klimatolojisi

Bu bölümde çalışma için seçilen meteoroloji istasyonlarının iklim tipi, aridite ve kuraklık indisleri kullanılarak, iklim özellikleri ve kurak koşulları belirlendi. Bu koşulların orman yangınları üzerindeki etkileri, yangın oluşturma potansiyelleri ve yangınların yayılışlarına olan etkileri değerlendirildi.

BMÇSS Kuraklık İndisi

Aylık ve yıllık yağış toplamları (mm) ile Thornthwaite yöntemine göre belirlenen aylık ve yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon (mm) değerleri kullanılarak, Çanakkale OBM ve yakın çevresinden seçilen 14 klimatoloji ve meteoroloji istasyonu için Aridite İndisi (*Aİ*) hesaplandı.

Çanakkale OBM için seçilen 14 meteoroloji istasyonunun yıllık BMÇSS kuraklık değerlerinin hiçbirinde 0.05'ten daha düşük bir değere rastlanmadı. Buna bağlı olarak bahsi geçen bu 14 istasyonun hiçbirinde iklim özellikleri çok kurak değildir. BMÇSS aridite indis değerinin 0.05–0.20 değerleri arasında olduğu kurak iklim tipi de Çanakkale OBM sınırları ve yakın çevresinde seçilen istasyonların hiçbirinde görülmedi. Yarıkurak olarak tanımlanan 0.20 – 0.50 değerleri arasında Çanakkale yöresi için seçilen hiçbir istasyon yoktur. Bu durumda Çanakkale için seçilen bu istasyonların yıllık BMÇSS kuraklık indis

değerlerinde hiçbir istasyon için çok kurak, kurak ve yarıkurak iklim özelliğine sahip olduğu söylenemez (Tablo 3).

BMÇSS yıllık aridite indislerine göre, yalnız Bozcaada istasyonu 0.50–0.65 değerleri arasında yer alarak kuru-yarınemli iklim tipine girer. Çanakkale yöresi için seçilen istasyonların büyük çoğunluğu 0.65–1.00 değerleri arasındaki nemli iklim ise, Bandırma, Gökçeada ve Malkara istasyonlarında görülür (Tablo 3).

Çanakkale OBM sınırları ve yakın çevresinden seçilen meteoroloji istasyonlarının tamamında kış mevsiminde; Ocak ve Aralık ayları çok nemli özelliklere sahiptir (Tablo 3). Şubat ayı ise Bozcaada istasyonu nemli onun dışındaki bütün istasyonlar ise çok nemli özellikler taşır. İlkbahar mevsiminde Mart ayı seçilen istasyonların tümünde Bozcaada hariç çok nemlidir. Nisan ayında, Bozcaada, Ezine ve Kırklareli istasyonları yarınemli özelliklere sahipken öteki istasyonların tümü nemlidir. Mayıs ayında ise istasyonlar kuru-yarınemli, yarıkurak ve yarınemli gibi çeşitli iklim özellikleri gösterir. Bu ayda kuraklık etkisi bütün istasyonlarda yavaş yavaş hissedilmeye başlanır. Bozcaada, Burhaniye, Çanakkale, Edremit, Gökçeada ve İpsala'da iklim tipi yarıkurak özellikler gösterir (Tablo 3).

Çanakkale OBM'de Haziran ayında yalnızca Kırklareli istasyonu kuru-yarınemli iklim tipine sahiptir. Bu istasyon dışında genellikle yarıkurak ve kurak iklim tipleri etkili olur. Temmuz ayında ise Hazirana göre daha fazla kurak istasyon görülürken kuru-yarınemli istasyona rastlanmaz. Yaz mevsiminin son ayı olan Ağustosta ise durum daha kurak koşulların etkisi altına girmektedir. Edirne ve Kırklareli istasyonlarında yarıkurak koşullar devam ederken, Burhaniye, Çanakkale ve Edremit istasyonlarında çok kurak iklim tipi, öteki istasyonlarda ise kurak iklim tipi hâkimdir.

Tablo 3: Çanakkale OBM sorumluluk alanı için seçilen klimatoloji ve meteoroloji istasyonlarının BMÇSS aridite indisleri ve kuraklık/nemlilik değerlendirmeleri.

Table 3: UNCCD aridity indices and their dryness/wetness evaluations of the selected climatology and meteorology stations for the responsibility area of the Çanakkale RFD.

İstasyonlar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Bandırma	8.10	5.80	3.19	1.31	0.51	0.24	0.15	0.13	0.37	1.12	2.84	5.90	1.02
Bozcaada	3.17	2.76	1.92	0.84	0.34	0.11	0.05	0.05	0.21	0.40	1.69	3.10	0.64
Burhaniye	6.11	5.00	2.39	1.13	0.48	0.12	0.05	0.04	0.18	0.67	3.17	5.36	0.78
Çanakkale	6.22	4.44	2.91	1.18	0.49	0.20	0.11	0.03	0.20	0.74	2.54	4.90	0.83
Edirne	10.66	4.93	2.26	1.01	0.73	0.38	0.27	0.24	0.40	0.93	2.82	7.25	0.85
Edremit	6.40	5.23	2.52	1.21	0.45	0.15	0.05	0.03	0.20	0.74	3.52	5.97	0.84
Ezine	4.90	4.20	3.78	0.97	0.58	0.20	0.07	0.05	0.18	0.69	3.34	6.29	0.80
Gökçeada	6.85	5.18	3.56	1.30	0.44	0.15	0.14	0.09	0.36	0.83	3.27	6.36	1.02
Gönen	7.10	5.53	2.78	1.29	0.56	0.25	0.10	0.13	0.33	0.96	2.97	5.40	0.97
İpsala	8.02	5.41	2.97	1.00	0.48	0.31	0.18	0.11	0.29	1.05	3.18	7.22	0.88
Kırklareli	8.08	4.57	2.26	0.99	0.69	0.51	0.24	0.21	0.31	0.86	2.61	5.41	0.82
Malkara	9.71	7.00	3.69	1.16	0.66	0.42	0.25	0.08	0.36	1.01	3.25	7.67	1.03
Tekirdağ	5.47	4.36	2.54	1.06	0.58	0.38	0.22	0.15	0.38	0.94	2.13	4.23	0.84
Uzunköprü	10.39	6.12	3.28	1.08	0.55	0.43	0.21	0.18	0.36	1.14	3.35	8.00	0.97

İstasyonlar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Bandırma	ÇN	ÇN	ÇN	N	K-YN	YK	K	K	YK	N	ÇN	ÇN	N
Bozcaada	ÇN	ÇN	N	YN	YK	K	K	K	YK	YN	ÇN	ÇN	K-YN
Burhaniye	ÇN	ÇN	ÇN	N	YK	K	K	CK	K	YN	ÇN	ÇN	YN
Çanakkale	ÇN	ÇN	ÇN	N	YK	YK	K	CK	YK	YN	ÇN	ÇN	YN
Edirne	ÇN	ÇN	ÇN	N	YN	YK	YK	YK	YK	YN	ÇN	ÇN	YN
Edremit	ÇN	ÇN	ÇN	N	YK	K	K	CK	YK	YN	ÇN	ÇN	YN
Ezine	ÇN	ÇN	ÇN	YN	K-YN	YK	K	K	YK	YN	ÇN	ÇN	YN
Gökçeada	ÇN	ÇN	ÇN	N	YK	K	K	K	YK	YN	ÇN	ÇN	N
Gönen	ÇN	ÇN	ÇN	N	K-YN	YK	K	K	YK	YN	ÇN	ÇN	YN
İpsala	ÇN	ÇN	ÇN	N	YK	YK	K	K	YK	N	ÇN	ÇN	YN
Kırklareli	ÇN	ÇN	ÇN	YN	YN	K-YN	YK	YK	YK	YN	ÇN	ÇN	YN
Malkara	ÇN	ÇN	ÇN	N	YN	YK	YK	K	YK	N	ÇN	ÇN	N
Tekirdağ	ÇN	ÇN	ÇN	N	K-YN	YK	YK	K	YK	YN	ÇN	ÇN	YN
Uzunköprü	ÇN	ÇN	ÇN	N	K-YN	YK	YK	K	YK	N	ÇN	ÇN	YN

Sonbaharda ise; Eylül ayı kurak ve yarıkurak koşulların etkisinde kalırken, sonbaharın öteki aylarından ayrılır. Ekim ayında nemli özellikler hâkim olurken Kasım ayında ise nemli ve çok nemli dönemlere geçilmiştir. Eylül ayında kurak iklim tipinin görüldüğü Burhaniye ve Ezine dışındaki bütün istasyonlarda yarıkurak iklim tipi hâkimdir. Ekim ayında ise, hem yağışların artış göstermesi hem de sıcaklık değerlerinin düşmesi sonucu yarıkurak iklim tipine sahip olan Bozcaada dışındaki tüm istasyonlar nemli ve yarınemli özellikler gösterir (Tablo 3).

Orman yangını riski açısından Çanakkale OBM sınırları içerisinde ve yakın çevresinden seçilen meteoroloji istasyonlarında A_I 'ye göre riskli dönemler, genellikle Mayıs ayından başlayarak Eylül ve hatta Ekim aylarına kadar geçen süreyi kapsar. Bu dönemde Çanakkale OBM'de çok sık yangın görülmekle birlikte Ekim ayında yağışların başlamasıyla birlikte hem iklim nemli bir özellik

kazanır hem de yağışların etkisiyle orman yangını riski ortadan kalkmış olur.

Tablo 3'te kırmızı ve pembe olarak işaretlenen kurak ve çok kurak aylarda yangın olasılığının oldukça yüksek seviyelere ulaştığı görülür. Bu aylarda geniş alanları kaplayan yangınlarda çok büyük orman alanları kaybedildi. 2008 yılında Temmuz ve Ağustos aylarında görülen İtepe ve Baharlar orman yangınları bu duruma örnektir (Anonim, 2008; Altan, 2011; Türkeş ve Altan, 2012bc).

Erinç Kuraklık İndisi

Çanakkale OBM için seçilen meteoroloji istasyonlarının Erinç Kuraklık indisine göre oluşturulan grafikleri, istasyonlar arasında karşılaştırma yapabilmek ve benzerliklerin ya da farklılıkların ayırt edilmesini kolaylaştırabilmek amacıyla bir arada verildi. Çanakkale OBM için seçilen meteoroloji istasyonlarının Erinç Kuraklık

İndisi grafikleri, istasyonların aynı iklim bölgelerinde yer almalarına bağlı olarak birbirlerine benzer özelliklere sahiptir (Şekil 7).

Çanakkale OBM için seçilen 14 meteoroloji istasyonunun yıllık değerlerinde hiçbir istasyon tam kurak olarak ifade edilen I_m : 8 değerinden daha düşük değerler göstermemektedir. Kurak olarak ifade edilen 8–15 değerleri arasında Bozcaada, Edirne, İpsala, Tekirdağ, Burhaniye, Ezine ve Kırklareli istasyonları yer alırken, 15–23 indis değerleri arasındaki yarı kurak iklimler Çanakkale, Gökçeada, Malkara, Uzunköprü, Gönen, Bandırma ve Edremit istasyonlarında görülmektedir.

Erinç kuraklık indisinin aylık değerlerinde, Mayıs ayından başlayarak bazı istasyonlarda Eylül bazılarında ise Ekim aylarına kadar geçen sürede tam kurak iklim tipi görülür. Kurak ve yarıkurak iklim tipleri de Mart, Nisan ve Ekim aylarında etkili olurken, bu aylarda kuraklık şiddeti artış gösterdiğinden orman yangınlarının da oluşma olasılığı artış göstermektedir (Şekil 7).

Orman yangınları ve yanan alanlar ile Erinç kuraklık indisi değerleri arasında oldukça yüksek bir ilişkinin varlığından söz edilebilir. Hesaplama sonucunda, yarıkurak, kurak ve tam kurak iklim özelliklerinin görüldüğü Nisan ile Ekim ayları arasındaki dönem, sıcaklıkların artışı ve nemlilik ile yağış değerlerinin azalmasına bağlı olarak hem geniş alanlı hem uzun süreli orman yangınlarının oluşumu için elverişli koşullar meydana getirir. Çalışmada kullanılan bu kuraklık indisinden elde edilen görece kurak dönemde orman yangınlarının oluşumu, gelişimi, dağılışı ve davranışı oldukça hızlı olurken, yangınla savaşım vb. pek çok etkinlik de bir o kadar zor ve zahmetli olacaktır.

Thornthwaite İklim Sınıflandırması

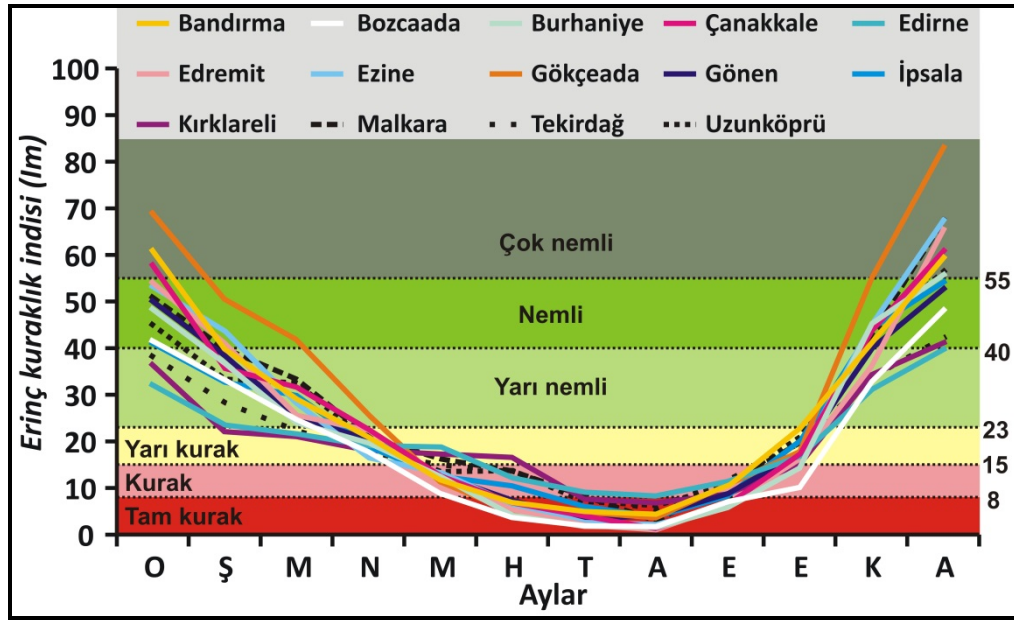
Çalışma için seçilen istasyonların uzun dönem aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış dizileri kullanılarak Thornthwaite iklim sınıflandırması ve su bilançosu hesaplandı. Çalışmada 14 meteoroloji istasyonuna ait tüm grafikleri vererek sayfa sayısını gereksiz şekilde arttırmak yerine yalnızca Çanakkale meteoroloji istasyonu su bilançosu diyagramına yer verildi (Şekil 8). Çanakkale meteoroloji istasyonu

diyagramında, Çanakkale OBM için seçilen meteoroloji istasyonlarının Thornthwaite su bilançosu diyagramları birbirlerine yakın özelliklere sahiptir. Bu istasyonlar aynı iklim bölgesinde yer aldığından iklim tipleri de oldukça benzerdir.

Çanakkale OBM için seçilen 14 meteoroloji istasyonunda genel olarak, “kurak ve az nemli ile yarınemli arasında değişen, 2 ve 3 derecelerde mezotermal, yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı, kış mevsiminde su fazlası olan, denizel şartlara yakın iklim tipi” görülür (Tablo 4).

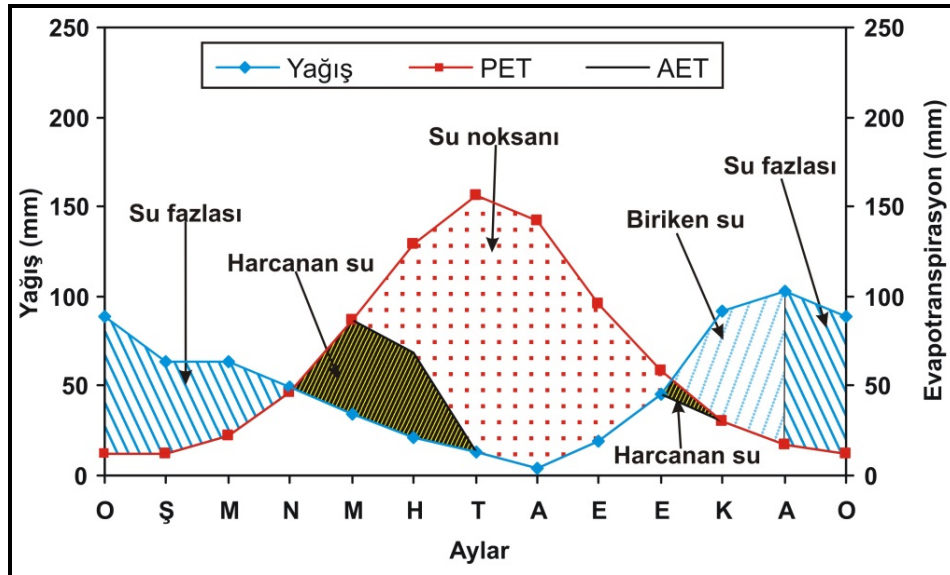
Çanakkale OBM için seçilen meteoroloji istasyonlarında, Aralık–Nisan döneminde yağışların fazla ve buharlaşmanın az olduğu su fazlası dönem yaşanır. Bu dönemden sonra Nisan ayından Temmuz ayına kadar geçen dönemde suyun fazla olduğu harcanan su dönemine ulaşılır. İklim özelliklerine bağlı olarak buharlaşmanın yağıştan fazla olmaya başladığı Temmuz ile Ekim ayları arasında suyun noksan olduğu döneme geçilir. Ekim – Kasım arasında biriken suyun bir kısmı yine harcanır. Kasım ayından Aralık ayına kadar geçen bir aylık sürede su noksanı olan dönemde kullanmak için toprakta 100 m³’lük su birikir (Şekil 8).

Diyagramdan ve iklim tiplerinden elde edilen sonuçların Çanakkale yöresinde orman yangınları ve yanan alanlar ile karşılaştırdığımızda, yörede Temmuz ve Ağustos aylarının kurak geçme olasılıkları oldukça yüksek olmasına bağlı olarak orman yangınlarının ve yanan alanların bu aylarda artış gösterdiği söylenebilir. Ekim sonlarında ise yağışlar düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyondan fazla olduğu için su noksanının ve kuraklığın ortadan kalktığı görülür. Bu dönemde nemli klimatolojik özelliklerin etkili olması orman yangınlarının yaz aylarındaki kadar etkili olmasını engeller.



Şekil 7: Çanakkale OBM sorumluluk alanında kurulu seçilmiş 14 klimatoloji ve meteoroloji istasyonu için hesaplanan aylık Erinç kuraklık indislerinin yıl içindeki değişimleri.

Figure 7: Annual variations of the monthly Erinç aridity indices calculated for selected 14 climatology and meteorology stations located over the responsibility area of the Çanakkale RFD.



Şekil 8: Çanakkale meteoroloji istasyonu Thornthwaite su bilançosu diyagramı. Diyagramda, aylık ortalama yağış tutarının (mm) yanı sıra; PET, aylık potansiyel evapotranspirasyonu (mm) ve AET, aylık gerçek evapotranspirasyonu (mm) gösterir.

Figure 8: Thornthwaite water balance diagram of the Çanakkale meteorology station. In the diagram, in addition to monthly mean precipitation amounts (mm), PET and AET equivalent to monthly potential evapotranspiration (mm) and actual evapotranspiration (mm) amounts, respectively.

Tablo 4: Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Çanakkale OBM için seçilen 14 klimatoloji ve meteoroloji istasyonunun ayrıntılı iklim tipleri.

Table 4: Detailed climate types of the selected 14 climatology and meteorology stations according to the Thornthwaite climate classification for the Çanakkale RFD.

İstasyon	Nemlilik İndisi (I_m)	Sıcaklık Etkinliği	Hümidite İndisi (I_h)	Yaz Konsantrasyonu (%)	İklim Tipi Simgeleri
Bandırma	9.5	772.2	46.0	52.1	C_2, B'_2, s_2, b'_3
Bozcaada	-19.4	800.5	14.3	48.0	C_1, B'_2, s, a'
Burhaniye	-7.7	870.1	27.1	53.9	C_1, B'_3, s_2, b'_3
Çanakkale	-4.9	808.2	27.2	52.9	C_1, B'_2, s_2, b'_3
Edirne	-9.3	778.8	15.9	54.5	C_1, B'_2, s, b'_3
Edremit	-2.6	887.1	31.9	53.9	C_1, B'_3, s_2, b'_3
Ezine	-5.9	813.4	28.6	56.7	C_1, B'_2, s_2, b'_2
Gökçeada	11.3	811.0	50.1	52.0	C_2, B'_2, s_2, b'_3
Gönen	4.4	766.1	46.6	52.4	C_2, B'_2, s_2, b'_3
İpsala	-2.9	786.2	26.5	53.9	C_1, B'_2, s_2, b'_3
Kırklareli	-11.4	754.2	14.1	54.1	C_1, B'_2, s, b'_3
Malkara	7.7	748.9	43.1	53.5	C_2, B'_2, s_2, b'_3
Tekirdağ	-8.3	766.8	17.5	52.4	C_1, B'_2, s, b'_3
Uzunköprü	2.4	765.4	44.0	54.2	C_2, B'_2, s_2, b'_3

İlişki Çözümlemeleri

Çalışmada yangın klimatolojisini belirlemek için kullanılan yöntemler ile Çanakkale OBM'de oluşan orman yangınları ve yanan alanların arasındaki ilişkiler *Pearson ilişki katsayısı* (r) ile belirlendi. Çalışmada verilerinden faydalanılan 14 meteoroloji istasyonunun aylık ortalama hesaplamaları ile yangın sayıları ve yanan alanlar arasındaki ilişkiler Tablo 5'te verildi. Bu tabloda, indisler ile yangın sayısı ve yanan alanların büyüklüğündeki yıllararası değişimler arasında bulunan istatistiksel ilişkiler, negatiftir ve 0.52 ile 0.75 arasında değişir.

Tablo 5: Çanakkale OBM'de oluşan orman yangını sayısı ve yanan alanların büyüklüğündeki yıldan yıla değişkenlik ile Çanakkale istasyonu nemlilik ve aridite/kuraklık indislerindeki yıllararası değişkenlikler arasındaki *Pearson ilişki katsayıları* (r).

Table 5: *Pearson correlation coefficients* (r) between year-to-year variability in number of forest fires and magnitudes of burned areas occurred in the Çanakkale RFD with interannual variability in humidity and aridity/drought indices of the Çanakkale station.

	BMÇSS Aridite İndisi	Erinç Kuraklık İndisi	Thornthwaite Nemlilik İndisi
Yangın sayısı	-0.66	-0.75	-0.64
Yanan Alanın büyüklüğü	-0.54	-0.65	-0.52

Tablo 5'teki sonuçlara göre, çalışmada indislerde belirlenen kurak dönemler ile orman yangınları ve

yanan alanlar arasında negatif bir ilişkinin varlığından söz edilebilir. Ancak buradaki negatif ilişkinin yönünü yanlış yorumlamamak gerekir. Şöyle ki, hesaplama sonuçlarının düşük değerler gösterdiği aylarda, yangınlarda ve yanan alanlarda bir artış meydana gelmektedir. Buna göre, orman yangınları ve yanan alanların çalışmada kullanılan indis sonuçları arasında bir ters orantının varlığından bahsetmek gerekir. Bu ters orantı (yani negatif ilişki), kuraklık indislerinin azalma gösterdiği dönemlerde orman yangınlarının ve yanan alanların artış göstermesi şeklinde gerçekleşir. Başka sözlerle Çanakkale OBM'de kurak koşulların etkili olduğu dönemlerde orman yangın sayısı ile yanan alanlarda bir artış oluşur (Tablo 5).

Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü Sorumluluk Alanında Gözlenen İklim Değişimlerinin Zaman Dizisi Çözümlemeleri

Çalışmanın bu bölümünde Çanakkale OBM için seçilen bölge müdürlüğü ve yakın çevresindeki en uzun kayıt süresine sahip olan Çanakkale meteoroloji istasyonunun kuraklık ve normalleştirilmiş yağış indisi değerleri hesaplandı. Ayrıca bu kuraklık indisi ve normalleştirilmiş yağış indisi değerlerine uygulanan homojenlik ve eğilim analizleri bu bölümde değerlendirilerek gelecekte oluşabilecek orman yangınlarına ait çıkarımlarda bulunuldu.

***AI* ve *NYI* Dizilerinin Kruskal – Wallis Sınaması**
Çanakkale meteoroloji istasyonu verilerinden hesaplanan *AI* ile *NYI* değerlerine uygulanan türdeşlik sına sonuçları Tablo 6’da verildi.

Tablo 6: Çanakkale meteoroloji istasyonu *AI* ve *NYI* dizilerinin alt dönemlerinin ortalamaları ve varyanslarının türdeşliği için Kruskal – Wallis sına sonuçları.

Table 6: Resultant test statistics of the Kruskal-Wallis test for homogeneity of means and variances of the sub-periods in the *AI* and *NYI* series of the Çanakkale meteorology station.

Kruskal – Wallis Türdeşlik Sınaması				
	Ortalamaların türdeşliği		Varyansların türdeşliği	
	<i>AI</i>	<i>NYI</i>	<i>AI</i>	<i>NYI</i>
X_K	12.17	11.53	1.19	5.19
$a_{0.01}$	20.09	20.09	20.09	20.09
$a_{0.05}$	15.50	15.50	15.50	15.50
Sonuç	Rasgele	Rasgele	Rasgele	Rasgele

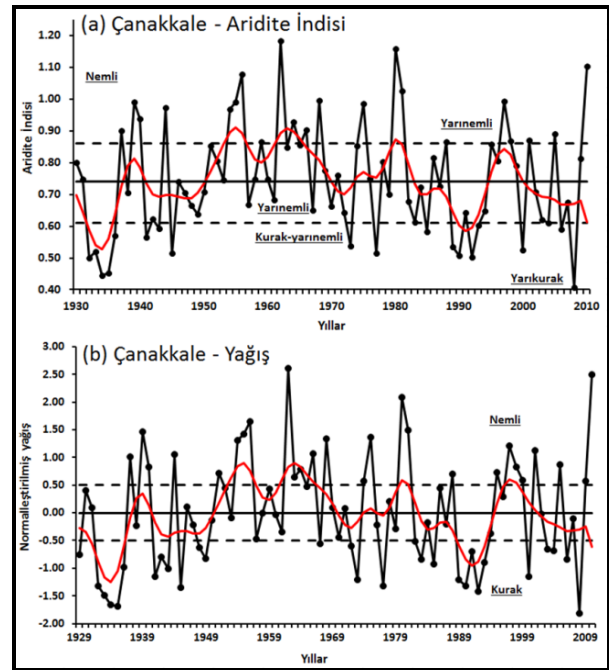
Çanakkale istasyonuna ait *AI* ve *NYI* dizilerinin K–W ortalamaların ve varyansların homojenlik sınaamasında karşılaştırması yapılan alt dönem sayısı $k = 9$ olarak belirlendi. Sına örneklem değeri X_K ile karşılaştırılacak olan kritik değeri χ^2 tablosundan $f = (k - 1) = 8$ bağımsızlık sayısına göre 0.05 ve 0.01 düzeylerinde bulundu.

Çanakkale için yapılan hesaplama sonuçlarına göre, K–W ortalamaların ve varyansların türdeşliğinde sına örneklem değeri kritik değeri küçük olduğu ($X_K < \chi^2$) için alt dönemlerin ortalama ve varyanslarının 0.05 anlamlılık düzeyinde homojen olduğu saptandı (Tablo 6).

Aridite İndisi ve Normalleştirilmiş Yağış İndislerinde Gözlenen Değişimler

Çanakkale meteoroloji istasyonu verileri kullanılarak 1930–2010 dönemi için hesaplanan *AI* ve *NYI* zaman dizisi grafikleri Şekil 9’da verildi. Bu değişimlere göre; 1932–1935 yılları arasında kuraklık indisi kuru-yarınemli özellikler gösterirken, bu dönem içerisinde 1934–1935 yıllarında yarıkurak özelliklere geçilir (Şekil 9a). 1930’lu yılların sonunda Çanakkale’de yarınemli koşullar egemen olmaya başlamakla birlikte, 1941–1943 arasındaki üç yıllık dönemde tekrar yarıkurak iklim koşulları etkili olur. Bu yarıkurak dönemi izleyen 1944 yılı tek başına yarınemli hatta nemli koşullara yaklaşırken, 1945 yılı tekrar

yarıkurak iklim özelliklerinin etkisinde geçer. Bu dönemden sonra, 1946–1955 yılları yarınemli koşullar altında geçerken, bu dönem içerisinde en düşük kuraklık indisi değeri yalnız 1949 yılında 0.64 ile yaşanır. Bu yıl aynı zamanda kuru-yarınemli bir yıl olarak değerlendirilebilir. 1956 yılında *AI*, 1.00 değeri üzerine yükselerek yarınemli koşullara ulaşır ancak bu dönemi izleyen yıllarda 1957–1961 dönemine kadar bir seviye düşüş göstererek kuru-yarınemli iklim koşullarına geçer.



Şekil 9: Çanakkale’nin 9 noktalı Gauss süzgeci ile düzleştirilen uzun süreli (a) yıllık kuraklık indisi dizisindeki ve (b) normalleştirilmiş yıllık yağış anomalisi dizisindeki yıllar arası 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 ortancasını, (- - -) ± 0.5 standardize yağış düzeylerini gösterir.

Figure 9: Interannual variations in the annual aridity index (a) and normalized precipitation anomaly index (b) series of the Çanakkale 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 normalized precipitation anomaly index with (—), and ± 0.5 standardized precipitation levels with (- - -).

Çanakkale’de, 1930–2010 dönemi için hesaplanan kuraklık indisinde en nemli koşullar 1962 yılında yaşanır. 1.18 ile kuraklık indisinin en yüksek değerine ulaştığı bu yılda nemli iklim özellikleri egemen olurken, bu yıldan sonra *AI* 1963–1971 yılları arasında tekrar yarınemli koşullara geçer. Bu dönemi izleyen 1972 ve 1973 yıllarında arka arkaya iki yıllık süreçte kuru-yarınemli koşullar sonraki dönemde ise yeniden 1980 yılına kadar (1977 yılı dışında) yarınemli koşullar görülür. 1980 yılına gelindiğinde kuraklık indisindeki en yüksek ikinci değere 1.16 indis değeri ile ulaşırlarken, bunu izleyen 1981 yılı da 1.03 indis değeri ile nemli iklim koşullarının hüküm sürdüğü bir dönem oluşturur. 1982 yılından sonraki dönemde kuraklık indisi değerleri düşmeye başlar ve 2008 yılına kadar kuru-yarınemli ve yarınemli değerler arasında kalır. 2008 yılı, 1930–2010 döneminde en düşük *AI*’nin görüldüğü, başka bir deyişle en kurak koşulların yaşandığı yıl olarak değerlendirilebilir. 0.41’e kadar gerileyen *AI*, 2009 ve 2010 yıllarında yükselir ve 2010 yılında 1.10 ile nemli iklim koşullarına geçer (Şekil 9a).

Çanakkale’de normalleştirilmiş yağış indisi ile kuraklık indisi sonuçları oldukça uyumlu ve kurak-nemli dönemlerin birbiri ile benzer olduğu görülür. *NYİ* sonuçlarına göre; dizide belirgin bir dalgalanma ile birlikte, 1930–1935 yılları arasındaki dönem *AI*’de olduğu gibi kurak döneme karşılık gelir (Şekil 9b). Bu dönem içerisindeki 1934–1935 dönemi *NYİ* değerleri şiddetli kurak koşulların yaşandığı sınıfa girer. Çanakkale’de şiddetli ve orta kurak koşulların görüldüğü bu dönemden sonra, *NYİ* hemen artış göstererek 1930’lu yılların son dönemi ile 1940’lı yılların başlarında normale yakın yağış değerlerine ulaşır. 1941 ve 1945 yıllarında *NYİ* değerleri orta düzeyde kurak koşullar gösterir ve bu yılları izleyen dönemde kurak koşullar son bulur. 1942–1953 yılları arasında *NYİ* değerleri orta düzeyde kurak yıllar dışında normale yakın değerler gösterirken, 1954–1956 arasındaki üç yıllık dönem nemli özelliklere sahiptir (Şekil 9b).

1957 yılından 1961 yılına kadar yağışlar yine normale yakın değerler gösterirken, 1962 yılı kuraklık indisinde olduğu gibi en nemli iklim koşullarının yaşandığı yıla karşılık gelir. 1962 yılının *NYİ* değeri 2.61 olarak belirlenirken, sınıfı

ise aşırı nemli olarak bulunur. 1963 yılı ve izleyen iki yıl boyunca yağışlar normale yakın değerlerde ve izleyen birkaç yıl boyunca orta düzeyde nemli ve 1969 yılından sonraki birkaç yılda olduğu gibi tekrar normale yakın değerler gösterir. 1973 yılında *NYİ* şiddetli kurak dönemi yaşarken sonraki altı yıl boyunca orta düzeyde nemli ya da normale yakın değerler gösterir. Bu dönemde 1980 yılı 2.08 değeri ile aşırı nemli olmasına bağlı olarak diğer yıllardan ayrılır. Bu nemli dönem sonraki yıl etkisini biraz azaltarak devam etse de izleyen 13 yılda *NYİ* 1986 ve 1988 yılları dışında sürekli 0’ın altında değerlere sahiptir. 1995–1999 arasında belirgin bir dalgalanma pozitif değerler meydana getirirse de sonraki 9 yılın 7’sinde tekrar negatif değerlere geçiş yaşanır. 2000–2008 yılları arasındaki 9 yıllık dönemde 2008 yılı *NYİ*’nin Çanakkale’de en düşük noktaya ulaştığı yıl olarak karşımıza çıkar. 2008 yılının *NYİ* değeri –1.81 olmakla birlikte sınıfı şiddetli kuraktır.

2009 yılında tekrar normal değerlere dönen yağışlar, *NYİ*’nin 2010 yılında 2.50 değerine ulaşması ile birlikte yörede aşırı nemli koşulların hüküm sürmesine yol açar. Çanakkale’nin 1930–2010 dönemi için yapılan hesaplama sonuçlarında hiçbir dönemde aşırı kurak sınıfa ait *NYİ* değeri saptanmazken, şiddetli ve orta düzeyde kurak sınıflarına ait değerler uzun süreli dizide önemli bir yere sahiptir (Şekil 9b).

AI ile NYİ Dizilerinin Mann–Kendall Sınaması ve Ardışık Çözümlemesi

Çanakkale için hesaplanan *AI* ile *NYİ* dizilerinin *M-K* sınamasının Tablo 7’deki sonuçlarına göre; Çanakkale *AI* ve *NYİ* dizilerine ait değerlerin 0.05 ve 0.01 anlamlılık düzeylerinde istatistik açıdan anlamlı olmadığı belirlendi (Tablo 7).

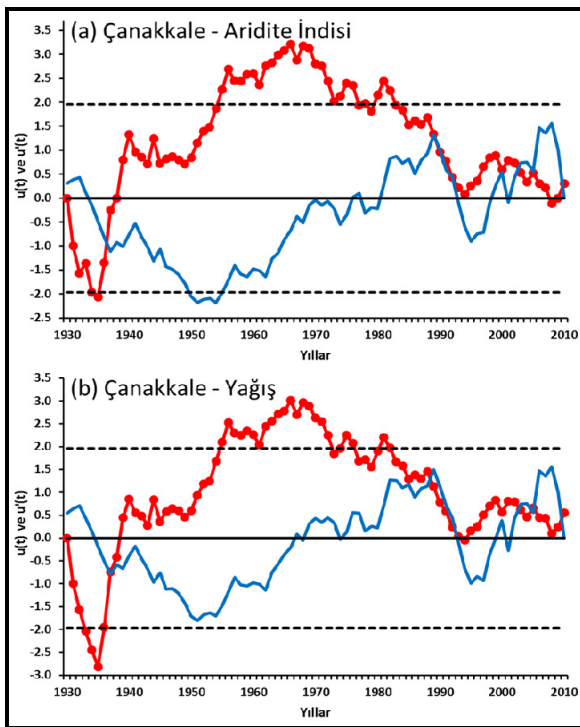
Çanakkale için hesaplanan *AI* ile *NYİ* değerlerine uygulanan *M-K* sınaması ardışık analizi grafikleri (Şekil 4ab) incelendiğinde; 1930’lu yılların başlarında kuraklık indisinin azalma eğiliminde olduğu görülür. 1935 yılında azalma eğilimi istatistik açıdan anlamlı bir hale geldikten sonra kuraklık indisi artış eğilimine geçer. 1939–1948 yılları arasındaki süreçte pozitif değerler gösterdikten sonra, 1949 yılından başlayarak sürekli bir artış eğilimine ve 1953 yılından sonra

da istatistik açıdan anlamlı bir artış dönemine geçilir (Şekil 10a).

Tablo 7: Çanakkale meteoroloji istasyonu AI ve NYI dizilerindeki uzun süreli eğilimlerin doğasını ve büyüklüğünü belirlemek için uygulanan $M-K$ sıra ilişki katsayısı sınaması sonuçları.

Table 7: Resultant test statistics of the Mann-Kendall rank correlation coefficient test applied to the AI and NYI series for determining nature and magnitude of the long-term trends in the Çanakkale meteorology station

İstasyon	Mann - Kendall	
	AI	NYI
Çanakkale	$u(t)$	0.31
	a_1	0.75



Şekil 10: M-K sınamasının ardışık analizinden elde edilen $u(t)$ (●●●) ve $u'(t)$ (—) değerlerinin zaman dizisi çizimlerine göre, Çanakkale meteoroloji istasyonunun (a) yıllık aridite indisi ve (b) normalize edilmiş yıllık yağış anomalisi dizilerindeki uzun dönemli dalgalanmalar ve eğilimler. (- - -) 0.05 anlamlılık düzeyinde ± 1.96 olan kritik değerleri gösterir.

Figure 10: Long period fluctuations and trends in the annual aridity index (a) and normalized precipitation anomaly index (b) series of the Çanakkale 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.

1955–1982 yılları arasındaki dönemde $u(t)$ değerleri, +1.96 kritik değeri üzerinde ve eşit olmak üzere Çanakkale için istatistik açıdan anlamlı bir artış dönemini yaşar. 1982 yılından başlayarak azalma eğilimi gözlenirken, $u(t)$ değerlerinin genellikle 0'ın üzerinde olduğu ancak kuraklık indisinin bundan sonraki hiçbir dönemde istatistik açıdan anlamlı artış ya da azalışlar göstermediği söylenebilir. 1995–2007 yılları arasında belirgin bir dalgalanma ile birlikte kuraklık indisi azalma eğilimi gösterse de, dizinin son iki yıllık döneminde özellikle 2010 yılında çok şiddetli bir pozitif yağış anomalisinin ortaya çıkması (Şekil 9a ve 9b), gözlenen bu kuraklaşma eğiliminin istatistik açıdan anlamlı uzun süreli bir eğilimin ya da anlamlı bir kurak dönemin oluşmasına engel olduğu görülür (Şekil 10a ve 10b).

Çanakkale için hesaplanan NYI değerlerine uygulanan $M-K$ sıra ilişki katsayısı ve ardışık analizi eğilim sınaması grafiği ise Şekil 10b'de verildi. Bu grafikten hareketle AI 'deki eğilimler ile NYI 'deki nemli ve/ya da kurak dönemlerin benzer özelliklere sahip olduğu başka bir ifadeyle AI ile NYI arasındaki uyumun son derece yüksek olduğu söylenebilir (Şekil 10b).

Çanakkale NYI 'nin $M-K$ sonuçlarına göre AI 'de de görülen 1930'lu yılların başlarındaki azalma eğilimi burada da dikkat çeker. NYI 'de kuraklık indisinden farklı olarak 1933–1935 döneminde olduğu gibi birkaç yılda azalma eğiliminin istatistik açıdan anlamlı olduğu görülür. NYI 'de de 1930'lu yılların sonlarında başlayan artış eğilimi 1955 yılından itibaren istatistik açıdan anlamlı bir hale gelir. AI 'de de olduğu gibi 1982 yılına kadar süren bu genel artış eğilimi, birkaç yıl +1.96 kritik değerinin altında kalmakla birlikte, genel eğilimin artış yönünde olduğu gerçeğini değiştirmemiştir (Şekil 10b). 1983 yılından başlayarak 1994 yılına kadar sürekli bir azalma eğilimi içerisinde olan $u(t)$ değerleri, 1995 yılından 2008 yılına kadar genel bir dalgalanma sergileyerek son yıllarda eğilimin yönünü artışa doğru çevirir.

Tablo 8: Çanakkale OBM için seçilen klimatoloji ve meteoroloji istasyonlarının kullanılan yöntemlere göre iklim tipleri.

Table 8: Climate types of the climatology and meteorology stations selected for the area of Çanakkale RFD, according to the methods used.

İstasyonlar	BMÇSS Aridite İndisi		Erinç Kuraklık İndisi		Thornthwaite Nemlilik İndisi	
	İklim tipi	Kurak dönem	İklim tipi	Kurak dönem	İklim tipi	Kurak dönem
Bandırma	Nemli	5	Yarıkurak	7	Yarınemli	5
Bozcaada	Kuru-Yarınemli	6	Kurak	7	Kuru-Yarınemli	5.5
Burhaniye	Yarınemli	5	Kurak	7	Kuru-Yarınemli	5.5
Çanakkale	Yarınemli	5	Yarıkurak	7	Kuru-Yarınemli	5
Edirne	Yarınemli	4	Kurak	8	Kuru-Yarınemli	5
Edremit	Yarınemli	5	Yarıkurak	7	Kuru-Yarınemli	5
Ezine	Yarınemli	5	Kurak	7	Kuru-Yarınemli	5
Gökçeada	Nemli	5	Yarıkurak	6	Yarınemli	5
Gönen	Yarınemli	5	Yarıkurak	7	Yarınemli	5
İpsala	Yarınemli	5	Kurak	7	Kuru-Yarınemli	5
Kırklareli	Yarınemli	4	Kurak	9	Kuru-Yarınemli	5
Malkara	Nemli	4	Yarıkurak	7	Yarınemli	5
Tekirdağ	Yarınemli	5	Kurak	8	Kuru-Yarınemli	5
Uzunköprü	Yarınemli	5	Yarıkurak	7	Yarınemli	5

Sonuç ve Öneriler

Çalışmada kullanılan yöntemler ve hesaplamalar sonucunda çalışma alanı olan Çanakkale OBM ve yakın çevresindeki orman alanlarının aylık ve yıllık değerlere göre iklim tipleri belirlendi. Çalışmada kullanılan yöntemlerin yıllık verilere dayalı iklim tipi sınıflandırmalarına göre; Thornthwaite nemlilik indisinde, kuru-yarınemli ve yarınemli arasında, BMÇSS aridite indisinde, nemli, yarınemli ve kuru-yarınemli arasında, Erinç kuraklık göre ise, kurak ve yarıkurak iklim tipleri arasında değişiklik gösterir (Tablo 8).

Çalışma için seçilen istasyonların hesaplama yöntemlerinin aylık sonuçlarına göre ise, tüm istasyonlarda BMÇSS aridite indisine göre 4-6 ay, Erinç kuraklık indisine göre 6-9 ay arasında, Thornthwaite nemlilik indisine göre 5-5.5 ay arasında değişen dönemlerde kurak koşulların etkinliği görülür (Tablo 8).

Çanakkale OBM'de bu kurak koşullar ve iklim tipleri orman yangınlarının oluşumunda önemli bir potansiyele sahiptir. Çalışmada kullanılan yöntemler sonucunda Nisan ayının sonlarından başlamak üzere Ekim ayının sonuna kadar devam eden kurak koşullar, orman yangınlarının oluşumu üzerinde etkili olan en önemli faktörlerden biridir. Bu kurak koşulların yaşandığı dönemler ile orman yangınlarının sayısı ve yanan alanlar arasında yüksek bir ilişkinin varlığı görülür.

Günümüz iklim özellikleri, Çanakkale OBM'de orman yangını afetini daha zor mücadele edilecek konuma getirmektedir. Gelecek için yapılan iklim değişikliği senaryolarının Çanakkale için yapılan öngörülere (Türkeş, 2013ab; Türkeş ve Altan, 2012abcd; Türkeş, 2011; 2013ab; Önel ve Semazzi, 2009) dikkate alındığında; ortalama, ortalama maksimum ve minimum hava sıcaklıklarında beklenen artış eğilimleri ve günlük, aylık, mevsimlik ile yıllık yağış değerlerinde beklenen azalma eğilimlerinin Çanakkale OBM'de orman yangını riskini ve yanan alan miktarını arttırması kaçınılmazdır. Bu potansiyele rağmen 44 yıllık süreçte orman bölge müdürlüğü olarak hizmet veren, her yangında Türkiye ortalamasının üzerinde yanan alana sahip olan ve her yıl büyük orman yangınlarıyla karşılaşan Çanakkale OBM'nin 2011 yılında gerçekleştirilen bölge müdürlüğünden işletme müdürlüğüne dönüştürülmesi uygulamasından vazgeçilerek, orman bölge müdürlüğü belirlenirken kullanılan ölçütlerin değiştirilmesi ve bu sınırlar belirlenirken Biyoloji ve Coğrafya ile Orman Mühendisliği gibi farklı disiplinlerden faydalanılması yararlı olacaktır.

Madencilik etkinlikleri, taş ocakları, artan yollar ve motorlu taşıt trafiği, orman açılması, kaçak ağaç kesimi ve avcılık, sıcak hava dalgaları, kuraklık, şiddetli yağışlar, fırtınalar ve orman yangınları gibi, Kaz Dağı yöresindeki faunayı, endemik ve nadir bitki türlerini ve doğal habitatlarını tehdit

eden birçok insan kaynaklı ve doğal etmen, olay ve afet vardır. Bu nedenle yöredeki fauna ve floranın, özellikle de endemik ve nadir bitki türlerinin ve bu yörede yaşayan hayvanların korunması ve onlara güvenli yaşam alanları (habitatlar) oluşturulması için, bilimsel ölçütler, var olan (bilinen, gözlenen) ve olası (beklenen, öngörülen) tehditler ve tehlikeler dikkate alınarak ekolojik kuşaklama çalışmalarının yapılması bir zorunluluktur. Bu amaçla, özellikle Baba tepe, Sarıkız, Karataş, Kartalçimen, Nanekırı, Susuz tepe ve Kapıdağ gibi endemizm açısından zengin olan alanlar mutlak koruma ve güvenli yaşam kuşağı ve habitatları olarak belirlenmelidir (Satıl ve Dirmenci, 2012).

Bugünkü iklim koşullarında Çanakkale yöresinde kuraklık, yaz mevsiminde yaz kuraklığı şeklinde, özellikle kış ve ilkbahar mevsimlerindeyse iklimin doğal değişkenliğinde görülen değişikliklere bağlı olarak (ör. NAO, AO, gibi atmosfer salınım indislerinin ya da geniş ölçekli basınç ve rüzgâr sistemlerinin değişkenliklerindeki değişimler ya da önemli kaymalar nedeniyle) sıklıkları giderek artan kuraklık olayları şeklinde kuvvetli bir şekilde hissettirir (Türkes ve Erlat, 2003, 2005). Bu kuraklıkların sonucundaysa, önemli doğal ve ekolojik ortam bozulmaları gerçekleşir. Çeşitli sera gazı senaryolarına dayalı iklim modeli kestirimlerine göre, gelecekte Çanakkale yöresinde hem yağışlar ve akarsu akımları azalacak hem de iklimin kendi doğal değişkenliğinin kuvvetlenmesi sonucunda kuraklık ve şiddetli hava olaylarının etkisinde ve sıklığında artış olabilecektir (IPCC, 2013; Öztürk ve ark., 2012, 2013; Şen ve ark., 2012; Topçu ve ark., 2010; Altan ve ark., 2011; Türkes ve ark., 2011, vb.). Ayrıca, gelecekte kurak koşullar, Kaz Dağı ekosistemi, sulak alanlar, lagünler, öteki kıyı sistemleri ile jeomorfolojik oluşumları ve yapıları olumsuz etkileyebilir. Bu koşullardan olumsuz etkilenen önemli doğa alanlarından birisi de ormanlardır. İklim değişiklikleri, özellikle artan kuraklıklar, yüksek hava sıcaklıkları ve sıcak hava dalgaları ve onlarla yakından ilişkili artan orman yangınları olasılığı ve riski, Biga Yarımadası'nda önemli orman yangını kayıplarına neden olabilecektir. Örneğin *AI* ve *NYI*'ye göre en düşük indis değerlerinin görüldüğü 2008 yılındaki aşırı kurak koşullar Çanakkale orman bölge müdürlüğü sınırları içerisinde üç büyük orman yangınının yanı sıra, toplam 30

orman yangınında yaklaşık 2070 hektar orman alanının yok olmasına neden oldu (Altan, 2011). Ayrıca, Çanakkale OBM'de 44 yıllık sürede 8062 hektar ile en fazla orman alanının zarar gördüğü 1985, 2900 hektarın zarar gördüğü 1977, 4980 hektar orman alanının etkilendiği 1994 ile 3850 hektar orman alanının olumsuz etkilendiği 2000 yıllarında *AI* değerleri kuru-yarınemli iklim tiplerine karşılık gelir (Şekil 4 ve Şekil 9). *NYI*'de ise, 1977 yılı orta düzeyde kurak, 1985 ve 1994 yılları normal yağış, 2000 yılı ise orta düzeyde kurak olarak belirlendi. Bu örnekler de bize Çanakkale OBM'de orman yangınlarından etkilenen ormanlık alanlarla iklim tipleri arasındaki ilişkiyi güçlendiren bir etmendir.

Çanakkale yöresinde önemli bir Kaz Dağı endemiği olan Kaz Dağı göknaarının da kurak koşullardan olumsuz etkileneneceği ve gelecekte yaşam ortamı bulamayacağı göz önüne alındığında, kurak koşulların etki ve şiddetinin azaltılmasına yönelik yönetim ve planlama etkinliklerinin gerçekleştirilmesi gereklidir. Çanakkale Boğaz ekosisteminde yaşam ortamı bulan çeşitli canlıların daha sıcak ve kurak koşullardan olumsuz etkilenmesi ile biyolojik çeşitlilikte ve üretimde bir azalma oluşması kaçınılmaz olacaktır. Bu olumsuz koşulların doğal ortamlara olan etkilerinin en aza indirilmesi için su kaynaklarının akılcı ve bilimsel veriler dikkate alınarak kullanımına özen gösterilmesi zorunludur.

Çanakkale yöresindeki kurak koşullar Türkes (ör. 2012a, 2013b)'in Türkiye'de kurak koşulları belirlediği çalışmalarının sonuçlarıyla benzerlik gösterir. Son 40 yılda özellikle kış mevsimindeki ve yıllık yağış değişiklikleri dikkate alındığında, Türkiye'deki kuraklık olaylarının en şiddetli ve geniş yayımlı olanları, 1971-1974, 1983-1984, 1989-1990 ve 2007-2008 dönemleri ile 1996 ve 2001 yıllarında oluşmuştur. Çanakkale için yapılan hesaplama sonuçlarında 1973 yılı ile 1989-1990 dönemi Türkiye'nin kurak koşullarına uyar. İç Anadolu Karasal İklimi içerisinde yer alan Sivas meteoroloji istasyonu için Türkes ve Altan (2011) tarafından yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre de, Sivas'ta 1932 yılındaki kuraklık etkisi Çanakkale'de 1932-1935 döneminde etkili olurken 1945 ve 1973 yılları öteki kurak koşulları ifade eder. Sivas ve Çanakkale'deki kurak koşullar

1990'lı yıllardan sonra birkaç yıllık dönemlerle birbirinden ayrılır.

Türkiye'de genel olarak hava sıcaklıklarındaki artış ve yağışlardaki azalma eğilimleri (ör. Türkeş, 1998, 2011, 2013ab; Türkeş ve Erlat, 2003, 2005; Türkeş *ve ark.*, 2002) gelecek dönemde Çanakkale yöresindeki önemli doğa alanlarının olumsuz etkilenmesine neden olacaktır. Çanakkale meteoroloji istasyonunun *AI* ve *NYI* sonuçlarının eğilim grafiklerinde bir dönem dışında belirgin bir istatistik açıdan anlamlı eğilim şu an için bulunmasa da insan kaynaklı iklim değişikliği sürecinin etkilerine bağlı olarak gelecekte anlamlı eğilimler oluşturması beklenmektedir (Şekil 10).

İklim değişiklikleri, klimatolojik yaz kuraklıkları ve sıcak hava dalgalarının Türkiye'yi olumsuz etkilediği açıktır. Günümüzde su kaynağı açısından sınırlı olan ve gelecekte daha olumsuz koşullarla karşı karşıya kalması olası Akdeniz iklim kuşağındaki ülkelerde gözlenen ve beklenen bu olumsuz etkilerin şiddetini en aza indirebilmek için şimdiden önlem alınması zorunludur.

Teşekkür

Yazarlar, çalışma için gerekli olan klimatolojik ve meteorolojik verileri sağlayan TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ve orman yangınları verilerini sağlayan Orman Genel Müdürlüğü Yangın Harekât Merkezi'ne teşekkür eder.

REFERANSLAR

- Akbulak, C. 2010. 'Analitik hiyerarşi süreci ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımı uygunluk analizi'. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* 7 (2), 557-576.
- Altan, G. 2011. 'Muğla ve Çanakkale İllerinde 2000-2008 döneminde gerçekleşen büyük orman yangınlarının klimatolojik ve meteorolojik analizi'. *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Çanakkale. 364 sayfa.
- 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. Turkey.
- Anonim, 2008. *Çanakkale-İntepe yanan alanların rehabilitasyonu ve yangına dirençli ormanlar tesisi projesi*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü, Silvikültür Şube Müdürlüğü. 50 sayfa.
- Anonim, 2012. *Orman Yangınları ile Mücadele Faaliyetleri 2012 Yılı Değerlendirme Raporu*. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı. 72 sayfa.
- Anonim, 2013a. <http://www.yesilgazete.org/blog/2013/01/08/avustralyada-ayni-anda-130-orman-yanigin>; erişim tarihi: 18/09/2013.
- Anonim, 2013b. *Forest Fire in Europe, Middle East and North Africa 2011*. Joint report of JRC and Directorate General Environment. 109 pp.
- Bedia, J., Herrera, S., Gutiérrez, J. M., Zavala, G., Urbieto, I. R., Moreno, J. M. 2012. 'Sensitivity of fire weather index to different reanalysis products in the Iberian Peninsula'. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 12, 699-708.
- Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., Sönmez, S. 2013. 'Kazdağları'nın güneybatı bölümünde ekocoğrafik özelliklerin hava kalitesine etkisi'. İçinde 2. *Uluslararası Kazdağları ve Edremit Sempozyumu Bildiriler ve Özetler Kitabı*, 112-123, Akçay-Edremit/Balıkesir.
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D. T., Lise, Y. (editörler). 2006. *Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları*. Doğa Derneği. Ankara.
- Erginal, A. E., Kıyak, N. G., Bozcu, M., Ertek, A., Güngüneş, H., Türker, G., Sungur, A., Türker, G. 2008. 'On the origin and age of the Arıburnu Beachrock, Gelibolu Peninsula, Turkey'. *Turkish Journal of Earth Sciences* 17, 803 – 819.
- Eriñç, S. 1965. *Yağış Müessiriyeti Üzerine bir Deneme ve Yeni bir İndis*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 41. İstanbul.
- IPCC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, 1535 pp.
- Karabacak, E., Erginal, A. E., Özmen, H. 2008. 'Bozcaada-Batıburnu Kumulu florası ve kumul-vegetasyon haritalaması'. İçinde *Bozcaada Değerleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 183 – 191, 25-26 Ağustos 2008, Bozcaada/Çanakkale.
- Kendall, M. G. 1975. *Rank Correlation Methods*. Charles Griffin, Oxford, England, London, 199.
- Kruskal, W. H.; Wallis, W. A. 1952. 'Use of ranks in one-criterion variance analysis'. *Journal of the American Statistical Association* 47, 583 – 621.
- Koç, T. 2007. 'Kaz Dağı kuzey kesiminin (Bayramiç-Çanakkale) jeomorfolojisi'. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 5, 27 – 53.
- Koç, T., Arslan, E. 2011. 'Kaz Dağı ve yakın çevresinde orman örtüsünün dağılışı (yatay/dikey) özellikleri'. İçinde *Uluslararası Kazdağları ve Edremit Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 5-7 Mayıs 2011, Edremit-Balıkesir.

- Mann, H. B. 1945. 'Non-Parametric test against trend'. *Econometrika* **13**, 245-259.
- McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J. 1993. 'Drought monitoring with multiple time scales'. Presented at the Eighth Conference on Applied Climatology. Anaheim CA. *American Meteorology Society* 179-186.
- Önol, B., Semazzi, F.H.M., 2009. 'Regionalization of climate change simulations over the Eastern Mediterranean'. *Journal of Climate* **22**, 1944-1960.
- Özcan, H., Erginal, A. E., Akbulak, C., Sungur, A., Bozcu, M. 2010. 'Physico-chemical characteristics of coastal dunes on the Saros Gulf, Turkey'. *Journal of Coastal Research* **26**, 132-142.
- Öztürk, T., Altınsoy, H., Türkeş, M., Kurnaz M. L., 2012. 'Simulation of temperature and precipitation climatology for central Asia CORDEX domain by using RegCM 4.0'. *Climate Research* **52**, 63-76.
- Öztürk, T., Türkeş, M., Kurnaz, M. L., 2013. 'Projected changes in air temperature and precipitation climatology in Turkey by using RegCM 4.3'. In: *Proceedings of European Geosciences Union General Assembly 2013*, 07 - 12 April 2013, Vienna.
- Satıl, F., Dirmenci, T. 2012. 'Kazdağlarının endemik bitkileri ve tehlike kategorileri'. İçinde *Uluslararası Katılımlı Kazdağları III. Ulusal Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 23-27, 24-26 Mayıs 2012, Edremit-Güre, Balıkesir.
- Sneyers, R. 1990. *On the Statistical Analysis of Series of Observations*. WMO Technical Note 43. World Meteorological Organization, Geneva.
- Sütgibi, S. 2013. 'İzmir ve Manisa'da meydana gelen büyük orman yangınlarının değerlendirilmesi'. *Ege Coğrafya Dergisi* **22** (1), 45-55.
- Şen, 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.
- Thornthwaite, C. W. 1948. 'An approach toward a rational classification of climate'. *Geography Review* **38**, 55-94.
- Topçu, S., Şen, B., Türkeş, M., Şen, B. 2010. 'Observed and Projected changes in drought conditions of Turkey'. In *Options Méditerranéennes, Series A, Mediterranean Seminars 2010, Economies of drought and drought preparedness in a climate change context*, CIHEAM, No: 95, 123-127, Paris.
- 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 Science* **23**, 363-380.
- Türkeş, M. 2006. 'Kaz Dağı: korumamız gereken doğal zenginliğimiz'. *Çanakkale Dosyası 2006, Aynalı Pazar*, 74 - 77, Çanakkale.
- Türkeş, M. 2007. 'Orta Kızılırmak Bölümü Güney Kesiminin (Kapadokya Yöresi) iklimi ve çölleşmeden etkilenebilirliği'. *Ege Coğrafya Dergisi* **14**, 75-99.
- Türkeş, M. 2010. *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. 2011. 'Akhisar ve Manisa yörelerinin yağış ve kuraklık indisi dizilerindeki değişimlerin hidroklimatolojik ve zaman dizisi çözümlemesi ve sonuçların çölleşme açısından coğrafi biresimi'. *Coğrafi Bilimler Dergisi* **9** (1), 79-99.
- Türkeş, M. 2012a. 'Kuraklık, Çölleşme ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin ayrıntılı bir çözümlemesi'. *Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi Çevre Özel Sayısı* **20** (1), 7-56.
- 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. 2013a. 'Değişen iklim koşullarında aşırı hava ve iklim olaylarının afet risk yönetimi'. İçinde *TMMOB Çevre Mühendisleri Odası 10. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Çevre Yönetimi Bildiri Kitabı*, 11-24, 12-14 Eylül 2013, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Türkeş, M. 2013b. 'Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme'. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi* **5** (1), (Baskıda).
- Türkeş, M., Altan, G. 2011. 'Tödürge Gölü sulak alanı (sivas) yöresinin hidroklimatoloji ve iklim değişimleri açısından incelenmesi'. İçinde *II. Türkiye Sulak Alanlar Kongresi Sözlü Bildiri Kitabı*, 86-95, Ahi Evran Üniversitesi, 22-24 Haziran 2011, Kırşehir.
- Türkeş, M., 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., Altan, G. 2012c. 'Kaz Dağı Yöresi'nde orman yangınlarının kuraklık indisi ile analizi ve iklim değişimleriyle ilişkisi'. İçinde *Uluslararası Katılımlı Kazdağları 3. Ulusal Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 83-96, 24-26 Mayıs 2012, Akçay-Güre/Balıkesir.
- Türkeş, M., Altan, G. 2012d. *Çanakkale 2009-2011 Dönemi Orman Yangınlarının Klimatolojik/ Meteorolojik Analizi ve Çanakalan Otomatik Hava Gözlem İstasyonu (OHGİ) Ölçümlerinin Değerlendirilmesi*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Proje No: 2011/32 Sonuç Raporu. 34 sayfa.
- Türkeş, M., Altan, G. 2013a. 'Muğla Yöresi'nde gözlenen kuraklıkların ve nemli koşulların doğal çevreye etkileri ve iklim değişikliği açısından analizi'. In *The 3rd International Geography Symposium GeoMed2013 Proceedings Book*, 608-618, June 10-13, Kemer/Antalya, Turkey.
- Türkeş, M., Altan, G. 2013b. 'Muğla Yöresi ormanlarının yangın klimatolojisi'. İçinde *Türkiye Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi (TCDYK) 2013 Bildiriler Kitabı*, 460-467, Fatih Üniversitesi, 19-21 Haziran 2013, İstanbul.
- Türkeş, M., Altan, G. 2013c. 'İklimsel değişimlerin ve orman yangınlarının Muğla Yöresi'ndeki doğal çevre, doğa koruma alanları ve biyotaya etkilerinin bir ekolojik biyocoğrafya çözümlemesi'. *Ege Coğrafya Dergisi* **22** (2), 57-76.
- Türkeş, M., Altan, G. 2014a. 'Türkiye'de 2011'de oluşan orman yangınlarının klimatolojik çözümlemesi ve hidroklimatik, yüzey hava ve yüksek atmosfer koşulları ile bağlantıları'. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* **11** (1), 145-176.
- Türkeş, M., Altan, G. 2014b. 'Kaz Dağı yöresinin korunması gereken ekolojik ve biyocoğrafya özellikleri'. *Aynalı Pazar Kazdağları Özel Sayısı* (26 Ocak 2014, Çanakkale), s.16-17.
- 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., Koç, T. 2007. 'Kaz Dağı Yöresi ve dağlık alan (dağ sistemi) kavramları üzerine düşünceler. *Troy Çanakkale*, 29, 18 – 19.
- 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. 'Kuraklık ve yağış etkinliği indislerinin çölleşmenin belirlenmesi, nitelenmesi ve izlenmesindeki rolü'. İçinde *TC Çevre ve Orman Bakanlığı Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu Tebliğler Kitabı*, 245-263, 17-18 Haziran 2010, Çorum.
- 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., Tatlı, H., Altan, G., Öztürk, M. Z. 2011. 'Çanakkale ve Muğla 2010 yılı orman yangınlarının Keetch-Byram Kuraklık İndisi ile analizi'. İçinde *Uluslararası Katılımlı Coğrafya Kongresi 2011 Bildiriler Kitabı*, 589-602, Türk Coğrafya Kurumu, 07-10 Eylül 2011, İstanbul.
- 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.
- UNCCD, 1995. *The United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa*. text with Annexes, UNEP, Geneva.
- UNEP. 1993. *World Atlas of Desertification*. The United Nations Environment Programme (UNEP), London.