

Çanakkale'nin 2008 Yılı Büyük Orman Yangınlarının Meteorolojik ve Hidroklimatolojik Analizi

Meteorological and hydro-climatological analysis of large forest fires of Çanakkale in the year of 2008

Murat Türkeş^{1*}, Gökhan Altan²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Çanakkale.

²Altınyayla Lisesi, Sivas.

Öz: Subtropikal Akdeniz iklim bölgesinde yer alan Çanakkale, genel olarak yarınemli, yaz döneminde ise kurak iklim özellikleri gösterir. Yaz dönemindeki kurak koşullar ve kurutucu egemen kuzey sektörlü rüzgarlar (özellikle Poyraz), orman yangınlarının oluşması ve yayılması için uygundur. Çalışmanın başlıca sonuçları şunlardır: (1) Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nde (OBM) 2008 yılında üçü 100 hektardan (ha) fazla alanı etkileyen 30 orman yangınında 2070 ha orman alanı zarar gördü. (2) Erinç kuraklık indisinin yıllık değerlerine göre, Çanakkale yarıkurak bir iklime sahiptir. Aylık indislere göre ise, Nisan-Ekim ayları arasındaki 7 aylık süreçte kurak koşullar egemendir. (3) Çanakkale, UNCCD kuraklık indisine göre yıllık değerlerde yarınemli, aylık değerlerde ise Mayıs'tan Eylül'e kadar 5 ay kurak koşulların etkisi altındadır. (4) 2008 yılında Keetch-Byram kuraklık indisi (KBDI) 530 büyüklüğündeki en yüksek değerine 10.08.2008 günü ulaştı. (5) Çanakkale meteoroloji istasyonunun 2008 yılı verilerine uygulanan KBDI değerleri, yılın hiçbir döneminde kesin yangın olur seviyesine ulaşmadı. (6) KBDI, 2008 yılında Çanakkale OBM'de oluşan 30 orman yangınının % 76'sını yangın olasılığının yüksek ve oldukça yüksek olduğu düzeylerde yakaladı. (7) Çanakkale İntepe'de çıkan Çınarlı orman yangını, Türkiye'de 2008 yılında yanan alanın en fazla olduğu 4 orman yangınından biridir.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, Keetch-Byram kuraklık indisi, Erinç kuraklık indisi, UNCCD kuraklık indisi, Çınarlı (İntepe) Orman Yangını, Çanakkale.

Abstract: Çanakkale that is located in the subtropical Mediterranean climate is characterized with semi-humid climate conditions in general, and summer dryness. Drought conditions and drying prevailing northerly sector winds (e.g. Poyraz) in summer are favorable for occurrence and dispersing of the forest fires during the summer months. The major results of the study are as follows: (1) In the year of 2008, a total of 30 forest fires, three of which affected more than 100 hectares (ha) forest area, caused to have damaged about 2070 ha forest area. (2) Climate of the Çanakkale district is of the semiarid according to Erinç's annual drought index, while it is characterized with the arid climate conditions according to the monthly results of 7 months between April and October. (3) Çanakkale district, on the other hand, is dominated by the semi-humid conditions annually and by the 5-month drought conditions during the warm months from May to September according to the UNCCD aridity index. (4) Keetch-Byram drought index (KBDI) reached the highest value on the day of 10.08.2008 with an index value of 530. (5) KBDI applied to the 2008 data of the Çanakkale meteorological station did not reach the definite fire level within that year. (6) In 2008, the KBDI caught the 76% of the 30 forest fires occurred in the responsibility area of the Çanakkale Regional Forest Service with a high and very high probability level of fire. (7) The area burned in the İntepe - Çınarlı forest fire of Çanakkale was one of the largest four forest fires occurred in Turkey during the year of 2008.

Keywords: Drought, Keetch-Byram Drought Index, Erinç Drought Index, UNCCD Aridity Index, Çınarlı (İntepe) Forest Fire, Çanakkale, Turkey.

* İletişim yazarı: M. Türkeş, e-posta: comu.muratturkes@gmail.com

1. Giriş

Türkiye orman yangınları açısından Akdeniz ülkeleriyle benzer özelliklere sahiptir. Türkiye’de orman yangınları, özellikle yazı kurak subtropikal Akdeniz ikliminin etkili olduğu Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinin büyük bölümünde görülür. Ayrıca, orta enlem nemli-ılıman iklim özelliklerine sahip olması nedeniyle daha az orman yangını görülmesi beklenen Karadeniz Bölgesi, Türkiye’de yapılan çeşitli çalışmalara konu edilmiştir. Bu çalışmalar arasında, Doğu Karadeniz ve Kastamonu orman yangınları da bulunur (Uslu vd., 2002; Bilgili vd., 2010b). Çoğunlukla yarıkurak, kuru-yarınemli ve yarınemli iklim koşullarının egemen olduğu Türkiye’de, orman yangını her bölgede yer alan ormanlar için büyük bir risk ve ciddi bir tehlike oluşturur.

Türkiye’de orman yangınları genellikle Haziran ayında başlar ve Ekim ayı sonlarına kadar sürer. Bu durum Akdeniz iklim kuşağının özellikleri dikkate alındığında, Akdeniz ve Ege bölgeleri için doğrudan, Türkiye’nin çeşitli bölgelerinde bu mevsimlerin dışında kalan aylarda da yangınlar görülebilir. Örneğin; Doğu Karadeniz Bölümü’nde Mart ayı, değişen hava dolaşımı koşullarına bağlı olarak, bu bölge üzerinde etkili olan güneyli dolaşımın neden olduğu güneyli fön rüzgarlarının mevsimine göre sıcak ve kurutucu etkisiyle (Kutiel vd., 2001; Türkes vd., 2003) orman yangınlarının ve yanan alanın en fazla olduğu dönemdir. Bitkilerde büyüme döneminin başlangıcından önce su içeriğinin en düşük düzeyde olması ve fön rüzgarlarının etkisiyle toprak üzerindeki yanıcı maddelerin nem içeriğinin azalması, orman yangınlarında bu dönemde bir artış oluşturur (Bilgili vd., 2010b).

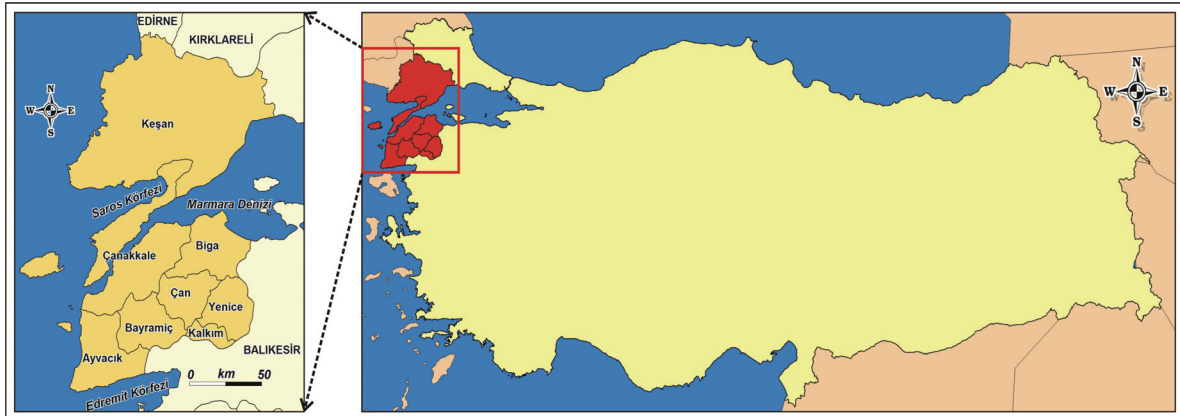
Orman yangınlarının etkilediği alanın büyüklüğü, çeşitli ülkelerde farklı ölçütler kullanılarak değerlendirilir. Bazı ülkeler orman yangını için 100 hektar (ha) yanan alanı, bazı ülkeler ise 500 ha yanan alanı ölçüt olarak kullanır. Bu durum ülkenin ormanlık alanıyla, orman yangını sayısı ve orman yangınlarıyla kaybedilen alanlarla ilişkilidir. Bu çalışma için, Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü’nde (OBM) 2008 yılında oluşan ve 100 ha’dan daha fazla alanın kaybedilmesine neden olan 3 orman yangını ayrıntılı olarak ele alındı. ‘*Büyük orman yangını*’, Türkiye’de çeşitli araştırmacılar tarafından tanımlanmıştır. Bu çerçevede, 100 ha’dan daha büyük alanda etkili olan yangınlar ‘*büyük orman yangını*’ olarak kabul edilir (örn. Küçükosmanoğlu, 1985; Bilgili vd., 2010a). Başka bir tanımlamaya göre, 100-500 ha’dan daha büyük bir alan kaplayan, 8 saat ve/ya da daha uzun bir süre etkili olan ve söndürme ekiplerinin gücünü aşan yangınlar ‘*büyük orman yangını*’ olarak nitelendirilir (Neyişçi vd., 1996).

Büyük yangınların başladığı ve etkili olduğu hava koşulları, yanmaya uygun yanıcı maddelerin varlığı ve oluşan yangınlara erken müdahale yapılamaması gibi nedenlerden dolayı çok geniş alanlarda etkili olabilir. Denetimden çıkan ve büyüyen yangınların davranışları önceden öngörülemediği için, yangın söndürme araçları ile yangın işçilerinin yönetimi ve yönlendirmesi etkili bir şekilde yapılamaz. 2008 yılı, Türkiye’de çok sayıda Büyük orman yangınının olduğu kurak koşullara sahip ve orman yangınlarıyla mücadelenin zor gerçekleştirildiği bir yıl olarak kayıtlara geçmiştir (Bilgili vd., 2010a).

Sıcak, kuru ve rüzgarlı vb. hava koşullarının etkilerinin belirlenmesi, küçük ve büyük orman yangınlarının oluşmasını öngörebilecek sistemlerin oluşturulmasına yardımcı olacaktır (Altan, 2011; Altan vd., 2011). Kuraklık, farklı araştırmacılar ve farklı kurumlar tarafından tanımlanarak kurak koşulların incelenmesi için çeşitli yöntemler önerilmiştir. Türkiye’de etkili olan kuraklık olayları da çeşitli araştırmacılar tarafından farklı yöntemlerle incelenmiştir (örn. Erinç, 1965, 1969; Türkes, 1990, 1996, 1998, 1999, 2003, 2007, 2010b, 2010c, 2011; Türkes ve Tatlı, 2008, 2009, 2010a, 2010b; Tatlı ve Türkes, 2011; Türkes ve Akgündüz, 2011; Türkes vd., 2009a, 2009b vb.). Bu noktada, orman yangınları açısından kuraklık ve aridite kavramlarının tanımlanması ve farklılıklarının belirlenmesi uygun olacaktır. Aridite, “*bir bölgedeki iklim koşullarının zayıf su varlığı ve düşük ortalama yağış koşulları nedeniyle sürekli kurak olma özelliğidir.*” Öte yandan kuraklık (İng: drought), “*yağışın*

normal düzeyin altına düştüğünde ortaya çıkan ve arazi kaynakları üretim sistemlerini olumsuz biçimde etkileyerek ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan doğal oluşumlu bir olaydır.” Kuraklık olayı, iklimsel değişimlerin neden olduğu çeşitli zaman ölçeklerinde (birkaç hafta ve aydan birkaç yıla hatta on yıla kadar) gelişen geçici bir özelliktir. Kuraklık, iklimsel değişimlerle bağlantılı olarak, yalnız yarıkurak ve kuru-yarınemli bölgelerde değil, orta enlemlerin nemli-denizel ya da ılıman iklimlerinde bile oluşabilir (Türkeş, 1990, 1999, 2007, 2008, 2010b; Türkeş ve Tatlı, 2010b; UNCCD, 1995 vb.). Kuraklık ve ariditenin küresel iklim değişikliği süreciyle birlikte kuvvetlenmesinin ortak etkileri gelecekte daha fazla orman yangınının görülmesine neden olacaktır. Bu yüzden, Türkiye'nin UNCCD'nin bölgesel yürütme eklerinde etkilenen ülkeler arasında Kuzey Akdeniz Bölgesel Yürütme Eki içerisinde yer alması ve bu ekteki özel koşullar açısından orman yangınlarından etkilenebilirliğinin yüksek olması dikkat çekicidir (Türkeş, 1999, 2008, 2010b; UNCCD, 1995).

Öte yandan, insan kaynaklı küresel iklim değişikliği süreci ile birlikte gelecekte daha fazla etkili ve daha sık olması beklenen yüksek sıcaklıklar, sıcak hava dalgaları ve kuraklıklar, orman yangınlarında artış oluşturabilecektir (Türkeş, 2010a; Türkeş ve Tatlı, 2010a; Türkeş vd., 2011a, 2011b). Ormanlık alanların yapısı ve bileşimi yangın rejimi tarafından etkilenir. Yangın rejimi ise yangın sıklığı, genişliği, yoğunluğu, dönemselliği, türü ve şiddetinden oluşan altı temel bileşene bağlıdır. Bu bileşenlerin ortaya konulması ve yangın rejiminin belirlenmesi için kuraklık ile ilişkili çalışmaların yapılması gereklidir (Flannigan vd., 2000; Türkeş vd., 2011a). Avrupa Çevre Ajansı'nın (AÇA, 2004) verilerine göre; Avrupa'nın iç kesiminde ısınmanın en fazla güney (İspanya, İtalya, Yunanistan ve Türkiye'yi de kapsayan Akdeniz Havzası'nda) ve kuzeyde (örneğin Batı Rusya) gerçekleşmesi, Atlantik kıyı şeridinde yer alan ülkelerde ise daha az olması beklenir. Bu durum, özellikle Güney Avrupa'da, artan kuraklık stresi, daha sık orman yangınları, artan sıcaklık baskısı ve insan sağlığına yönelik riskler gibi ciddi sonuçları da ortaya çıkaracaktır.



Şekil 1. Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü lokasyon haritası.

Çanakkale OBM, hem büyük orman yangınları hem orman yangınları hassasiyet dereceleri açısından Türkiye'de ilk sıralarda yer alır. Büyük yangınların etkili olduğu yıllarda Çanakkale yanan alan açısından önemli kayıplarla karşı karşıya kalır. Bu kayıpların temelinde Çanakkale yöresinin iklim özellikleri önemli bir yer tutar. Başta Akdeniz iklim bölgesinde yer alması ve yaz döneminde sıcak ve kurak koşulların egemen olması, rüzgarların olumsuz etkisi sonucu Çanakkale OBM'de bir yıl içinde az sayıda yangın meydana gelmekle birlikte, yanan alanın oldukça fazla olduğu görülür. 2008 yılı da Çanakkale OBM'de, kurak koşulların etkisi sonucu yanan alanın oldukça fazla olduğu yıllardan biri olarak kayıtlara geçti (Şekil 1).

Bu çalışmanın amacı, kurak koşullar ile orman yangınları arasındaki bağlantıları ortaya koymak, özellikle Çanakkale'de 2008 kuraklığının büyük orman yangını oluşturma durumunu

belirlemek ve kuraklık indisleri yardımıyla orman yangınlarına neden olan kurak koşulları belirlemektir. Bu kapsamda, çalışmada, kurak koşulların orman yangınlarıyla olan ilişkisi Çanakkale yöresinde 2008 yılında oluşan 3 büyük orman yangını ile açıklandı. Ayrıca, çalışma içerisinde bu orman yangınlarının olduğu günlerin hava koşulları değerlendirilerek büyük yangınların öteki özelliklerine de yer verildi.

2. Veri ve Yöntem

2.1. Veri

Çalışmada Çanakkale yöresini temsil eden Çanakkale meteoroloji istasyonunun verilerinden yararlanıldı. Çanakkale meteoroloji istasyonunun uzun süreli aylık toplam yağış ve ortalama maksimum hava sıcaklığı verileri kullanılarak Erinç kuraklık indisi hesaplanırken, uzun süreli aylık toplam yağış ve aylık ortalama hava sıcaklığı verileri kullanılarak Thornthwaite yaklaşımıyla hesaplanan yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon değerleri ve yıllık toplam yağış verileri kullanılarak Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi (UNCCD) kuraklık indisi belirlendi.

Çizelge 1. Çalışmada verileri kullanılan Çanakkale meteoroloji istasyonunun özellikleri.

İstasyon	İstasyon Numarası	Boylam	Enlem	İstasyon Yüksekliği (m)	Kayıt Dönemi	
					Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)
Çanakkale	17112	40°09'	26°25'	6	1975-2008	1975-2008

Orman yangınları ile kuraklık arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla kullanılan Keetch-Byram kuraklık indisinde ise, günlük toplam yağış ve günlük maksimum hava sıcaklığı verileri ile uzun süreli yıllık ortalama toplam yağış ve tarla kapasiteleri kullanıldı (Çizelge 1 ve 2). Çanakkale'nin tarla kapasitesi değeri için Türkes vd.'nin (2009b) hesaplamalarından yararlanıldı.

Çizelge 2. Çanakkale meteoroloji istasyonunun uzun süreli aylık ve yıllık ortalama toplam yağış tutarları (mm).

İstasyon	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Çanakkale	88.5	63.1	63.8	49.1	33.9	20.8	13.1	4.1	18.7	45.5	91.5	103.3	595.4

Çalışmada kullanılan günlük orman yangını verileri, Çanakkale OBM'nin günlük yangın kayıt programından elde edildi. Çanakkale OBM'de 2008 yılında çıkan 30 orman yangınının derece dakika saniye biçimindeki küresel konum belirleme (GPS) verileri bir Coğrafi Bilgi Sistemleri programı kullanılarak desimal dereceye dönüştürüldü ve günlük yangınların Çanakkale OBM'ye bağlı orman işletme müdürlüklerine olan alansal dağılımları elde edildi (Şekil 3b).

2.2. Yöntem

Çanakkale OBM'nin orman yangınlarına neden olan iklim özelliklerini ve kurak koşullarını ortaya koymak için, Çanakkale meteoroloji istasyonunun verilerine Erinç kuraklık indisi (I_m), Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi (UNCCD) kuraklık indisi (AI) ve Keetch-Byram kuraklık indisi ($KBDI$) yöntemleri uygulandı.

2.2.1. Erinç Kuraklık (Yağış Etkinliği) İndisi

Erinç kuraklık indisi (I_m); toplam yağışın ortalama maksimum hava sıcaklığına (°C) oranı şeklinde aşağıda verilen formüle dayanılarak hesaplanır (Erinç, 1965, 1969; Türkes ve Akgündüz, 2011).

$$I_m = \frac{\bar{P}}{T_{mak}} \quad (1)$$

Denklemden, \bar{P} yıllık yağış toplamının (mm) ortalaması ve \bar{T}_{mak} yıllık ortalama maksimum hava sıcaklıklarının ($^{\circ}\text{C}$) uzun süreli ortalamasıdır. Yağış tutarlarının 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 değerinin 0°C 'nin altına düşüğü aylarda evapotranspirasyonun olmadığını varsayarak hesaplanmasını önermemiştir (Erinç, 1965; Türkeş, 1990).

Çizelge 3. Kuraklık İndisine (I_m) karşılık gelen Erinç iklim ve biyom çeşitleri (Erinç 1965'e göre yeniden düzenlendi).

Kuraklık İndisi (I_m)	İklim	Biyom
< 8	Tam kurak	Çöl
8 – 15	Kurak	Çölümsü step
15 – 23	Yarıkurak	Step
23 – 40	Yarınemli	Park görünümlü kuru orman
40 – 55	Nemli	Nemli orman
55 <	Çok nemli	Çok nemli orman

Erinç (1965), indis sonuçlarını Türkiye'deki vejetasyon formasyonlarının (temel olarak biyomların) alansal dağılımları ile karşılaştırarak, indisini altı ana sınıfa ayırmıştır (Çizelge 3).

2.2.2. Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi (UNCCD) Kuraklık İndisi

Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nde (UNCCD), kurak, yarıkurak ve kuru-yarınemli alanlar, “*kutup ve kutupaltı bölgeler dışında olmak üzere, yıllık yağışın potansiyel evapotranspirasyona oranı 0.05-0.65 arasında bulunan alanlar*” olarak tanımlanır (UNCCD, 1995; Türkeş, 1999, 2007). UNCCD kuraklık indisi (AI), çalışma alanındaki kurak arazi tiplerini belirlemek ve çölleşmeye duyarlılıklarını değerlendirmenin yanı sıra orman yangınlarına neden olacak kurak koşulların belirlenmesi için kullanıldı. AI , aşağıdaki biçimde hesaplanır:

$$AI = \frac{P}{PE} \quad (2)$$

Burada, AI kuraklık indisi olmak üzere; P , yıllık yağış toplamını (mm) ve PE ise yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyonu (mm) gösterir. 1.0'ın altındaki AI değerleri, ortalama iklim koşullarında yıllık su açığı bulunduğunu gösterir (Türkeş, 1999, 2010b). Bu çalışmada, Çanakkale Yöresi'ndeki orman yangını riski açısından kurak koşulları tanımlamak için Çizelge 4'teki ölçütler kullanıldı.

Çizelge 4. AI 'ye göre, Türkiye'deki kurak arazi/iklim çeşitleri ve çölleşmeye eğilimli alanlar (Türkeş, 2010b).

Kuraklık sınıfı	İklim tipi	Çölleşme açısından değerlendirme	Türkiye'de etkili olduğu yerler
< 0.05	Çok kurak	Gerçek iklimsel çöller	Türkiye'de yok
0.05-0.19	Kurak	Çölleşmeye açık	Türkiye'de yok
0.20-0.49	Yarıkurak	Çölleşmeye açık	Konya Ovası ve Iğdır yöresi
0.50-0.64	Kuru-yarınemli	Çölleşmeye açık	Güneydoğu ve İç bölgeler
0.65-0.99	Yarınemli	Çölleşmeye eğilimli olabilir	Batıda ve kuru-yarınemli çevresinde
1.00-1.99	Nemli	Çölleşme yok	Karadeniz Bölgesi
2.00 >	Çok nemli	Çölleşme yok	Rize ve Hopa yöresi

2.2.3. Keetch-Byram Kuraklık İndisi

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Orman Kurumunda orman yangınlarının önlenmesi amacıyla 1968 yılından beri etkin olarak kullanılan Keetch-Byram kuraklık indisi (Keetch ve Byram, 1968), John Keetch ve George Byram tarafından geliştirildi (Altan vd., 2011). Keetch-Byram kuraklık indisi (KBDI), günlük maksimum hava sıcaklığı ile günlük toplam yağış değerlerini kullanarak günlük kuraklık etmeniyle birlikte ilgili günün kuraklık değerini hesaplar. Bu kuraklık değeri ile orman yangınları arasında ilişki kurması yönüyle diğer kuraklık indislerinden ayrılır (Dolling vd., 2005).

KBDI, günlük yağış ve maksimum hava sıcaklığı değerleri kullanılarak ve aşağıda listelenen koşullardaki işlem sırası izlenerek hesaplanır. Yağışın (P) olmadığı ve maksimum hava sıcaklık (T_{mak}) değerinin 6.78 °C'den daha küçük olduğu durumda, başka bir deyişle $P = 0$ mm ve $T_{mak} < 6.78$ °C olduğunda Denk. (3) kullanılır:

$$I(t)=I(t-1) \quad (3)$$

Yağışın olmadığı ve maksimum sıcaklığın 6.78 °C değerinden daha büyük ($P = 0$ mm, $T_{mak} > 6.78$ °C) olduğu durumda, Denk. (4) kullanılır:

$$I(t)=I(t-1)+kf(t) \quad (4)$$

Yağışın olduğu ve 24 saatlik yağış toplamının 5.1 mm'den daha az olduğu ($P \neq 0$ mm, $P_{24} < 5.1$ mm) durumda tekrar Denk. (4) kullanılırken, yağışın olduğu ve 24 saatlik yağış toplamının 5.1 mm'den daha fazla olduğu ($P \neq 0$ mm, $P_{24} > 5.1$ mm) durumda ise, Denk. (5) kullanılır:

$$I(t)=[I(t-1)-3937 \cdot P_{24}] + kf(t) \quad (5)$$

Yukarıda verilen denklemler sonucu kuraklık etmeni de aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır:

$$kf(t) = \frac{[800 - I(t-1)] \cdot [(0.968 \cdot \exp(0.0875 \cdot T_{mak}) + 1.5552) - 8.3]}{1000 \cdot [1 + 10.88 \cdot \exp(-0.0174 \cdot \overline{P}_{yil})]} \quad (6)$$

Denklemlerde; P , kuraklık etmeni hesaplanacak günün yağış tutarını (mm); T_{mak} , günlük maksimum sıcaklığı (°C); P_{24} , son 24 saatteki toplam yağışı (mm); \overline{P}_{yil} , yıllık ortalama yağış tutarını (mm); $kf(t)$, t zamanındaki kuraklık etmenini ve I ise Keetch-Byram kuraklık indis değerini gösterir (Keetch ve Byram, 1968; Dolling vd., 2005; Altan, 2011; Türkeş vd., 2011a; Türkeş ve Altan, 2012a).

KBDI, basit bir bütçeye bağlı evapotranspirasyona karşı yağış dengesini araştıran kümülatif bir indistir ve aşağıdaki varsayımlara dayanır:

(1) Herhangi bir orman alanından kaybedilen nemin oranı vejetasyonun yoğunluğuna bağlıdır. Vejetasyon yoğunluğu, yıllık yağışın bir fonksiyonu olarak kabul edilir.

(2) Vejetasyon ile yağış arasındaki ilişkiyi gösteren eğri hızlı bir şekilde birbirlerine yaklaştırılır.

(3) Topraktan kaybedilen nemin oranı; evapotranspirasyonla ilişkilidir.

(4) Toprak neminin zamana bağlı olarak ani azalması, doğrusal bir eğri ile gösterilir.

(5) Toprak yüzeyi kullanılabilir suyun 203.2 mm'lik tarla kapasitesine sahiptir (Goodrick, 2003; Türkeş ve Altan, 2012ab).

Ayrıca Goodrick (2003), KBDI'nın organik madde ile ilişki kurulması için tasarlandığını belirtir. Bu organik madde ve artıklar, yüksek sıcaklık ve kuraklık etkisine bağlı olarak kurduğunda

yangın için iyi bir yanıcı maddeye dönüştüğü için, daha şiddetli yangınlar oluşturabilir ve yangınların denetlenmesini ve söndürülmesini zorlaştırır. KBDI kuraklık üzerinde yağış etkisini doğrudan ortaya çıkarabilmek için günlük olarak hesaplanır. Florida'nın en şiddetli yangın dönemi olan 1998 yılından sonra Florida Ormancılık Servisi, eyaletin 4 km çevresini de kapsayan alanda Nisan 1999'dan beri radar ölçümlerinden elde edilen günlük yağış tutarlarını kullanarak KBDI değerlerini hesaplarken, bu değerleri yangın yönetiminde ve öngörülerinde kullanmıştır (Goodrick, 2003).

Bu varsayımlar ve yukarıda verilen denklemler sonucunda hesaplanan kuraklık indis değeri Çizelge 5'te verilen bir değere karşılık gelir ve ilgili günün kuraklık indisine göre orman yangını çıkma olasılığı belirlenmiş olur (Keetch ve Byram, 1968).

KBDI 0 – 200: Bu seviyede toprak nemi ve orman yangınına neden olabilecek yanıcı maddelerin nemi oldukça yüksektir ve yangın oluşumunu engeller. Bu dönem kış yağışlarını takip eden, orman yangını açısından uygun olmayan ilkbahar dönemidir.

KBDI 200 – 400: Bu seviyede, toprak örtüsü üzerinde yer alan ve orman yangını meydana getirebilecek yanıcı maddeler ile toprak katmanları kurudur. Toprak ve yanıcı maddedeki bu kuruluk yangın yoğunluğunu arttırmaya başlar. Bu dönem geç ilkbahar ve erken büyüme dönemi olarak da adlandırılır.

Çizelge 5. Keetch-Byram kuraklık indis değerine göre yangın tehlike olasılıkları (Keetch ve Byram 1968'e göre yeniden düzenlendi).

Sınıf	İndis değeri	Yangın çıkma olasılığı
0	0 – 99	Yangın olasılığı yok
1	100 – 199	Yangın olasılığı düşük
2	200 – 299	Yangın olasılığı orta düzeyde
3	300 – 399	Yangın olasılığı yüksek düzeyde
4	400 – 499	Yangın olasılığı oldukça yüksek düzeyde
5	500 – 599	
6	600 – 699	Kesin yangın olur
7	700 – 800	

KBDI 400 – 600: Bu seviyede, toprak örtüsü üzerinde bulunan kurumuş orman malzemesi ve kuru toprak katmanları yangınların oluşumu için uygun koşullar sağlar. Orman yangınları bu evrede doğrudan orman malzemesinin ve toprağın kuru olmasına bağlı olarak çıkar. Bu dönem geç yaz, erken sonbahar dönemi olarak değerlendirilebilir.

KBDI 600 – 800: Bu seviyede, daha şiddetli kuraklıkla birlikte orman yangınlarında artışlar oluşur. Şiddetli derin yangınlar özellikle rüzgar yönündeki alanlarda meydana gelirken bu evrede yanıcı maddelerin yanma olayı üzerindeki etkinliği çok daha fazladır (WFAS, 2009).

2.2.4. Korelasyon Analizi

Çanakkale meteoroloji istasyonunun yılın sıcak/kurak ve orman yangınlarının daha sık çıktığı aylarında (31 Mayıs 2008 – 31 Ekim 2008 tarihleri arasındaki dönem) kaydedilen (154 gün) günlük maksimum hava sıcaklığı (°C), günlük toplam yağış (mm) ve yangınlı günler (yangınlı günler ve yangın sayısı) ile hesaplanmış günlük KBDI değerleri arasındaki olası istatistiksel ilişkileri göstermek için Pearson korelasyon katsayısı (Pearson r) analizi gerçekleştirildi. Korelasyon katsayısının anlamlılığı için Student t sınavından elde edilen sınama örneklemdeğerlerinin sınavmasında, Student t dağılımının iki yanlı şekli ve ($n-2$) serbestlik derecesi kullanıldı.

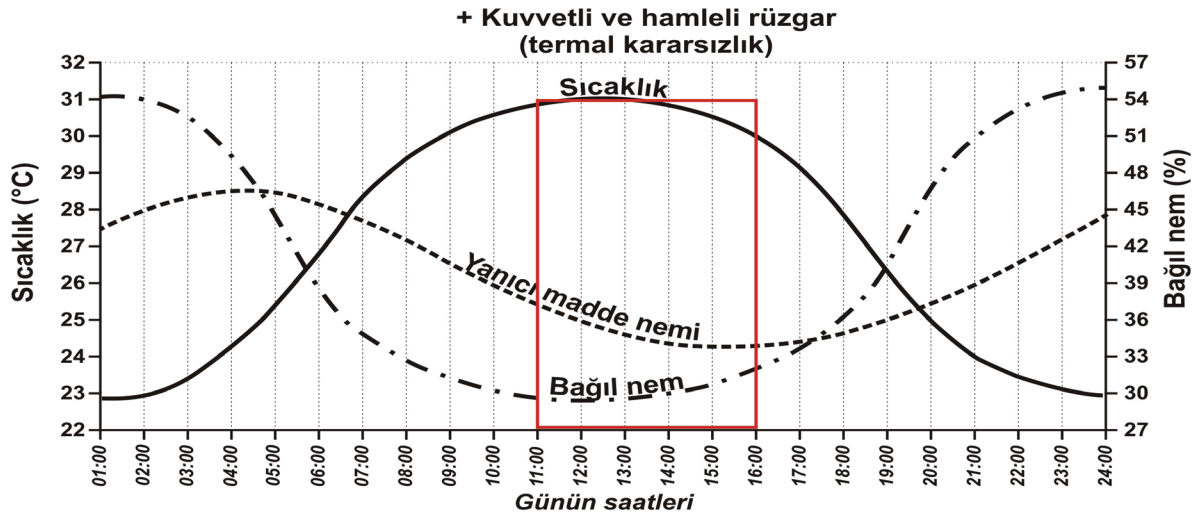
3. Orman Yangınları ile Hidroklimatolojik ve Meteorolojik Koşulların İlişkisi

Türkiye'de orman yangınlarının % 90'ı insan etkinlikleri sonucunda oluşur (Akkaş vd., 2008). Orman yangınlarının çıkması için uygun koşulları oluşturan etmenler, yanıcı madde, topografya ve hava koşullarıdır. Bu etmenler arasında yanıcı madde ve topografya kısa sürelerde değişiklik göstermezken; hava koşulları her an değişiklik gösterebilme potansiyeline sahiptir (Küçük ve Sağlam, 2004; Altan, 2011; Türkes ve Altan, 2012ab).

Orman yangınları, oluşma yeri ve yangında etkili olan yanıcı madde ile yanıcı madde üzerinde etkili olan etmenlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Yangın davranışının farklı olması yangınla savaşımı zorlaştırırken, çeşitli stratejilerin geliştirilmesinde de etkili olur. Orman yangınlarıyla savaşmada yangın davranışını denetleyen 3 önemli etmen, hava durumu, yanıcı madde özellikleri ve topografyadır (Bilgili vd., 2002) (Çizelge 6). Orman yangınlarının oluşum, şiddet ve süresi üzerinde meteorolojik etmenler önemli bir rol oynar. Gerek insan kaynaklı gerekse de nedeni doğaya bağlı orman yangınları, ancak meteorolojik koşullar uygun olduğunda oluşur ve yayılma olanağı bulur. Bu nedenle, yangınlarla savaşım için geliştirilen yönetim sistemleri, indis ya da modellemeler de ancak hassas meteorolojik ölçüm ve kayıtlarla desteklenebilirse başarılı olur (Altan, 2011; Altan vd., 2011; Türkeş vd., 2011; Türkeş ve Altan, 2012ab). Türkiye’de doğal ya da doğal olmayan yollardan çıkan her türlü yangının nedenleri arasında, atmosferin gerçek (aktüel) zamanlı koşulları da bulunur. Bu yüzden, gözlenen hava sıcaklığı, bağıl nem, rüzgar hızı ve yönü, atmosfer basıncı, atmosferin kararlılık-kararsızlık durumu gibi meteorolojik etmenler yangın için elverişli olmadığı sürece, yangının çıkması ya da çıkırsa bile yayılması olası değildir.

Çizelge 6. Orman yangınlarını etkileyen 3 temel etmenin özellikleri
(Küçük ve Sağlam, 2004 ve Erkan, 2006’ dan değiştirilerek yeniden düzenlendi).

	Hava durumu	Yanıcı madde	Topografya
<i>Etmen</i>	Sıcaklık, Bağıl nem, Rüzgar hızı ve yönü, Yağış ve kuraklık, Atmosfer basıncı, Atmosferin kararlılık-kararsızlık durumu, Yıldırımlar.	yanıcı maddenin yükü, yanıcı maddenin miktarı, yanıcı maddenin boyutu, yatay ve dikey sürekliliği, yanıcı maddenin yoğunluğu, yanıcı maddenin nemi, yanıcı maddenin kimyasal bileşimi	yükselti, orografya yamaç özelliği, yamaç eğimi, yamaç açısı, bakı
<i>Zaman</i>	Hava durumu zamana göre günlük, aylık, yıllık hatta anlık olarak değişir, yanıcı madde nemini ve tutuşmasını etkiler.	Yanıcı madde nemi zamana göre değişir. Belli dönemlerdeki kar ve rüzgar tarafından devrilen malzemeler, böceklerin verdiği zararlar, üretim artıkları ve hava olayları değişimleri etkilidir.	Zamana bağlı olarak kısa sürede değişiklik göstermez.
<i>Coğrafi mekan</i>	Topografik yapının farklı olması hava durumu etmenlerini etkiler. Eğim ve bakı özellikleri etkili olur.	Toprak özelliklerinin değişimi yanıcı maddenin özelliğini belirler.	Özellikle dağlık ve yüksek alanlarda yangınla ilgili alansal değişimler görülür.
<i>Etki</i>	Yangının davranışını (yayıma hızı, yönü ve şiddetini) etkiler. Yangının ne kadar süre etkili olacağını belirleyebilir.	Yangına malzeme hazırlayarak yangın şiddetini etkiler.	Yangının yayılma hızı ve yönü üzerinde oldukça etkilidir.



Şekil 2. Hava sıcaklığı, bağıl nem ve yanıcı madde nemi arasındaki ilişkinin günün saatlerine göre değişimi ve uygun atmosfer koşullarında günlük termal kararsızlığa bağlı kuvvetli ve hamleli rüzgarın gün içinde en etkili olduğu dönem (Altan, 2011’den değiştirilerek yeniden düzenlendi ve çizildi).

Orman yangınlarını etkileyen meteorolojik koşullar aşağıdaki gibi özetlenebilir (ÇOBM, 2001; Küçük ve Sağlam, 2004; Erkan, 2006; Akkaş vd., 2008; Bekereci, 2010; Altan, 2011; Türkeş vd., 2011): *Hava sıcaklığı*; orman yangınlarında yanıcı maddenin nem içeriğini düşürür ve tutuşma sıcaklığını etkileyerek, kimyasal yapısında değişiklik oluşturur. Hava sıcaklığı, yangın başladıktan sonra yanıcı maddelerin yanmasıyla birlikte değişir ve yangının yayılması üzerinde de etkili olur. *Bağıl nem*; hava sıcaklığı, rüzgar yönü ve hızı ile hava kütlelerinin gerçek nemliliğine ya da su buharı içeriğine (örn. karışma oranı ya da özgül nem, vb.) bağlı olarak değişir. Bağıl nem yanıcı maddenin nem içeriği üzerinde de etkili olarak, orman yangınının çıkmasını ve yayılmasını etkiler. Hava sıcaklığı ile bağıl nem arasındaki ilişkiye bağlı olarak, gün içinde hava sıcaklığının en yüksek olduğu zamanda bağıl nem en düşük seviyesine ulaşır. Orman yangınlarının çıkması ve yayılması için uygun olan atmosfer koşulları da, sıcaklık değerlerinin ve rüzgar hızının artışı ve bağıl nemin düşüşü ile olanaklıdır (Şekil 2). Rüzgar yönü ve hızı; orman yangınının oluşmasında bağıl nem ile yanıcı maddenin nemini düşürerek ve yangının aniden çıkmasını sağlayarak etkili olur. Rüzgarın estiği yön orman yangınının davranışını belirler, rüzgar hamlesi de ani yangın oluşum nedenlerinden biridir. Rüzgar topografya ile birleşerek fön şeklinde etkili olursa daha büyük yangınlar oluşturma potansiyelini arttırabilir. Yağış; orman yangınlarının oluşumunu engelleyici bir iklim ögesidir. Yağışın oluşması, toprağın nem içeriğini arttırması ve yanıcı maddenin nem içeriğini belirlemesi açısından önemlidir. Kuraklık ise, orman yangınlarını arttırıcı bir etkiye sahip olmakla birlikte, yağışın olmadığı dönemlerde etkili olur. Genellikle orman yangını potansiyelini belirleyen indislerde kurak koşulları belirlemek için yağış ve maksimum sıcaklık gibi meteorolojik veriler kullanılır. Örneğin; bu çalışmada kullanılan Keetch-Byram kuraklık indisi, Erinç kuraklık indisi vb. yöntemlerde olduğu gibi.

Fethiye-Antalya-Anamur kıyılarından Mısır'ın Akdeniz kıyılarına kadar uzanan çok geniş bir alanda kaydedilen en sıcak ve kuru hava koşulları ile özellikle fön rüzgarlarının etkili olduğu günlerde oluşan orman yangınlarıyla savaşımın (denetleme, söndürme etkinlikleri, vb.) daha zor olması nedeniyle, orman yangınlarının şiddeti ve etkisi de artış gösterir. Örneğin, Antalya yöresinde 1-5 Ağustos 2008 günlerinde etkili olan orman yangını da fön rüzgarlarının yangını destekleyici olması nedeniyle çok zor denetim altına alınabilmiştir (Türkeş, 2010c; Altan vd., 2011). Ayrıca, Muson alçak basıncının etkili olduğu yaz döneminde Türkiye'ye ulaşan sıcak ve kuru (cTW) hava kütleleri, Batı Karadeniz bölümünde güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanan Ilgaz Dağlarının kuzey yamaçlarında yarattığı fön etkisi sonucunda orman yangınlarına neden olabilmektedir. Antisiklonik kuzeyli sirkülasyonun (yaz poyrazı) etkili olduğu dönemlerde de, denizel sıcak (mT) ya da karasal sıcak (cT) hava kütleleri, İç Batı Anadolu Bölümü'nde doğu-batı doğrultulu dağların güney yamaçlarında ve/ya da Akdeniz Bölgesine ulaştığında ise, Torosların güney yamaçlarında fön etkisine bağlı olarak gelişen/büyüyen orman yangınlarına neden olabilir (Bekereci vd., 2010; Türkeş, 2010c, vb.).

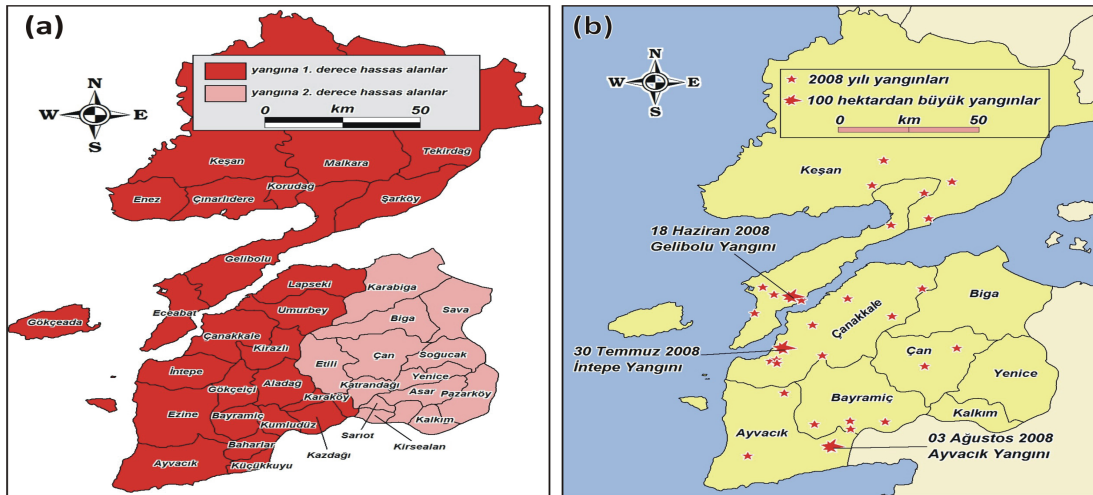
Akdeniz İklimi, sıcak ve kurak yaz mevsimleri ve ılık-yağışlı kış mevsimleriyle, Akdeniz havzasına komşu öteki ülkelerle birlikte Türkiye'nin batı ve güney bölgelerinde etkili olur. Binlerce yıldan beri güneyde yarıkurak kuzeyde yarınemli ve nemli iklim özellikleri ile etkili olan bu iklim, bölgedeki arazi degradasyonu ve çölleşmeyi kuvvetlendiren olumsuz doğal değişkenlerin başında gelir. Çölleşme ile ilişkili olan başka bir özellik ise, Akdeniz havzasında yaygın olan orman yangınlarıdır. Orman ve çalılık gibi kolay tutuşabilen bitki örtüsünün varlığı, yangınların yayılmasını kolaylaştıran yaz kuraklıkları ile kuvvetli rüzgarlar (poyraz ve lodos) vb. etmenler yangınların özellikle yaz aylarında Türkiye'nin geniş bir bölümünde etkili olmasına yol açar (Türkeş, 2007, 2010b).

Atmosfer basıncı düşük olduğunda rüzgarla birleşerek yanıcı maddenin nem içeriğini azaltabilir. Bu duruma bağlı olarak özellikle alçak basınç alanlarında yangın riski artış gösterebilir. *Atmosferin kararlılık durumu*; orman yangın riskini arttırıcı ve/ya da azaltıcı bir etmendur. Kararlı hava orman yangını açısından elverişli koşullar oluşturmazken, kararsız hava orman yangını riskini arttırır. Kararsız havadaki hamleli rüzgarlar, yanıcı maddenin nem içeriğini azaltıcı bir etkide bulunur. Yangın

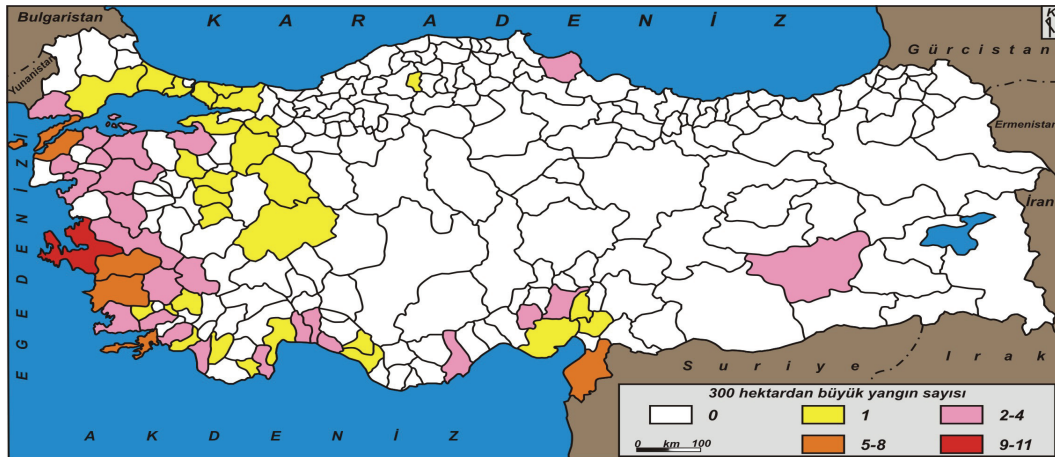
davranışı açısından değerlendirildiğinde, hamleli rüzgarların bulunduğu kararsız havada yangınla mücadele oldukça zordur.

4. Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nde Orman Yangınları

Türkiye'nin Kahramanmaraş yöresinden başlayıp Akdeniz ve Ege kıyılarını içine alarak İstanbul'a kadar uzanan 1700 kilometrelik kıyı kuşağının 160 km iç kesimlerine kadar sokulan bazı bölümlerini de içermek üzere, 12 milyon ha alan orman yangınları açısından birinci ve ikinci derece hassas bölgeleri oluşturur (OGM, 2008a, 2008b, 2008c). Türkiye'de orman alanlarının % 58'ini yangına birinci (% 35) ve ikinci derece (% 23) hassas alanlar oluştururken, % 22'si üçüncü, % 15'i dördüncü ve % 5'i de beşinci derece yangına hassas bölgeleri oluşturur. Akdeniz ikliminin bilinen baskın özelliğine bağlı olarak, kurak ve sıcak yaz döneminde özellikle Ege ve Akdeniz bölgelerinde her yıl oluşan yangınlarda geniş orman alanları zarar görür. Akdeniz ve Ege bölgelerinin 0-400 metre yükseltiler arasında yer alan ormanlık alanları, yangına birinci derece hassas bölge içerisinde yer alır. Bu ormanlık alanlarda, maki ve kızılçam meşcereleri yerleşme, tarım ve turizm amacıyla insanlar tarafından yoğun olarak kullanılır (OGM, 2008a, 2008b, 2008c).



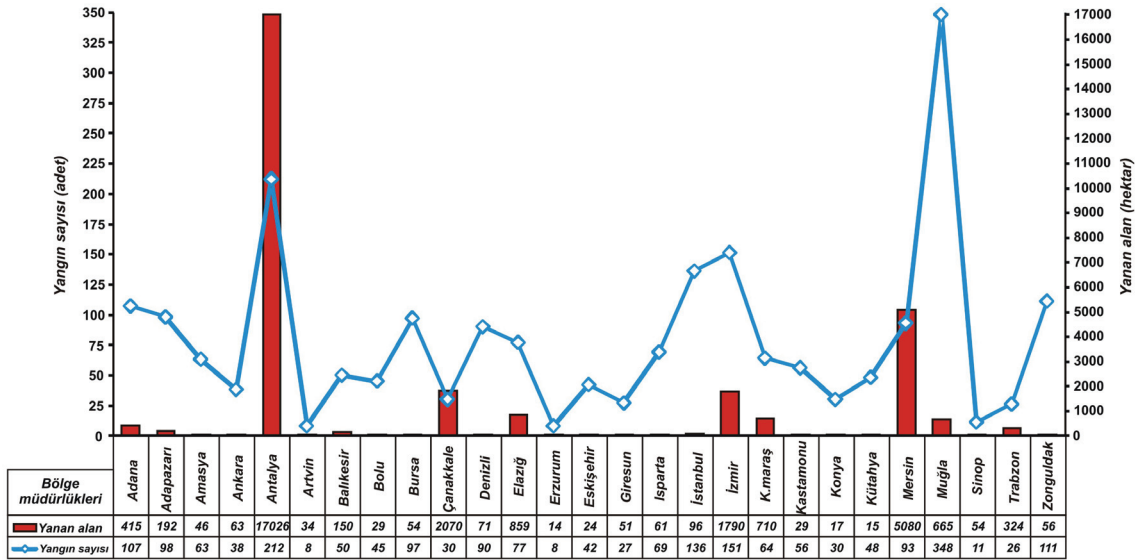
Şekil 3 (a). Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman işletme şefliklerinin orman yangınına hassaslık dereceleri (OGM, 2004 ve 2008b'ye göre yeniden düzenlendi), (b) Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nde 2008 yılında çıkan 30 orman yangınının işletme müdürlüklerine göre dağılımı.



Şekil 4. Türkiye'de 300 ha'dan büyük orman yangınlarının oluşma sıklığının orman işletme müdürlüklerine göre dağılımı (OGM, 2010c'den değiştirilerek).

Çanakkale OBM, yangına hassasiyet açısından içerdiği birinci ve ikinci derece hassas orman alanları ile Türkiye ortalamasının oldukça üstündedir. Çanakkale OBM'nin Çanakkale, Keşan, Ayvacı ve Bayramiç orman işletme şeflikleri birinci derece; Biga, Çan, Yenice ve Kalkım orman işletme şeflikleri ise yangına ikinci derece hassas alanları oluştururken, Çanakkale'de üçüncü, dördüncü ve beşinci derece hassas orman alanı yer almamaktadır (Şekil 3a).

Türkiye'de büyük orman yangınlarının olduğu alanlar orman yangınlarının da en fazla görüldüğü Akdeniz ikliminin etkili olduğu alanlardır. 300 ha'dan büyük orman yangınlarının en fazla İzmir Orman İşletme Müdürlüğü'nde toplam 9-11 büyük orman yangın sınıfı arasında bulunduğu görülür. İzmir'i, 5-8 büyük orman yangın sınıfıyla Hatay, Marmaris, Aydın, Bayındır ve Çanakkale orman işletme müdürlükleri izler (Şekil 4). Çanakkale OBM'de 300 ha'dan büyük orman yangınları Çanakkale, Keşan, Bayramiç, Biga ve Yenice orman işletme müdürlükleri ile bunlara bağlı bulunan orman işletme şefliklerinde yoğunlaşır. Çanakkale OBM, büyük orman yangınları açısından Türkiye'nin kritik yöreleri arasında yer alır (Şekil 4).

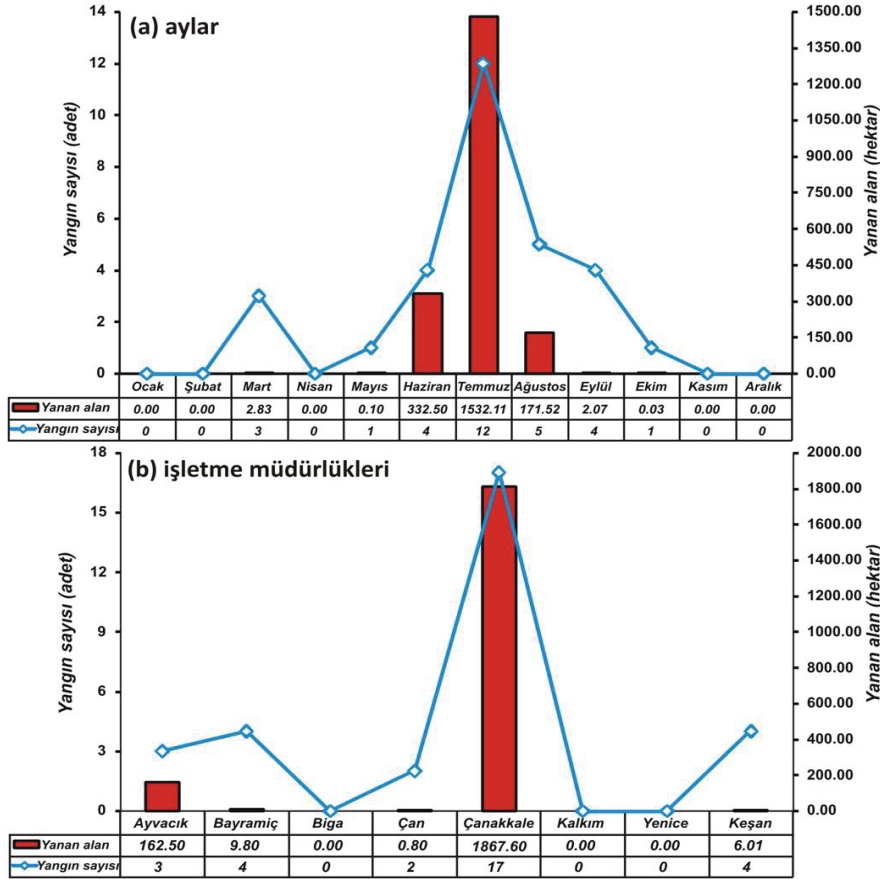


Şekil 5. Türkiye'de 2008 yılı orman yangınlarının ve yanan alanların orman bölge müdürlüklerine göre dağılımı (OGM, 2010a ve Türkeş ve Altan, 2012a'ya göre yeniden çizildi ve düzenlendi).

Türkiye'de yangın istatistiklerinin tutulmaya başlandığı 1937 yılından 2009 yılı sonuna kadar çıkan 86,769 adet orman yangınında 1,617,107 ha orman alanı zarar görürken, yıllık ortalama 1205 adet yangına karşılık 22,468 ha orman alanı yandı ve yangın başına 18.6 ha orman alanı zarar gördü (OGM, 2010b). Türkiye'de 2008 yılı yanar alan açısından 2000 – 2009 döneminde en fazla yanar alana sahip yıl olarak öne çıkar. Bu 10 yıllık dönemde 2008 yılı en fazla yanar alana sahipken yalnızca 2000 yılında oluşan orman yangınlarında yanar 26,352 ha'lık orman alanı 2008 yılı ile birlikte 20,000 ha üzerinde yanar alana sahiptir. Türkiye'de, 2008 yılında oluşan 2135 orman yangınında 29,749 ha orman alanı zarar gördü. 2008 yılında orman bölge müdürlükleri açısından en fazla orman yangını 348 yangınla Muğla'da görülürken, Muğla'yı 212 orman yangınıyla Antalya, 151 orman yangınıyla da İzmir OBM izler. 2008 yılında en fazla yanar orman alanı 17,026 ha ile Antalya OBM'ye aittir. Antalya'yı Mersin 5080 ha ile izlerken, Çanakkale 2070 ha ile üçüncü sırada bulunur (Türkeş ve Altan, 2012a) (Şekil 5).

Çanakkale OBM, 2008 yılında oluşan 30 orman yangınında toplam 2070.16 ha orman alanını kaybetti. Çanakkale, 2008 yılında 30 orman yangınıyla Türkiye'deki 27 orman bölge müdürlüğü arasında 21. sırada yer alırken, 2070.16 ha'lık yanar alan ile 3. sırada yer alır (Şekil 5). Çanakkale OBM'de, yangın kayıtlarının düzenli bir şekilde tutulmaya başlandığı 1968 yılından 2009 yılı sonuna

kadar oluşan 2305 orman yangınında 52,619 ha ormanlık alan zarar gördü. Şekil 3b’de Çanakkale OBM’de çıkan 27 adet orman yangınının yanı sıra 3 adet Büyük orman yangınının çıkış yerleri de gösterildi. Bu haritada ve Şekil 6b’de görüldüğü gibi Biga, Kalkım ve Yenice orman işletme müdürlüklerinde 2008 yılında hiç orman yangını oluşmadı.

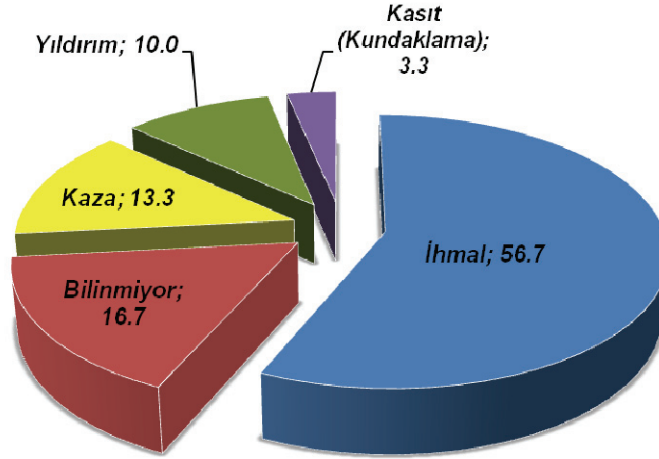


Şekil 6. Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü’nde 2008 yılında çıkan orman yangınlarının (a) aylara ve (b) işletme müdürlüklerine göre dağılımı (ÇOBM, 2008’e göre çizildi).

Çanakkale’de 2008 yılında yanan alan ve yangın sayısı açısından en yoğun ay Temmuz’dur. Temmuz ayında 12 orman yangınında toplam 1532.11 ha’lık orman alanı yok olurken Ağustos ayı 5 orman yangınıyla en fazla yangın çıkan ikinci ay oldu. 2008 yılında orman yangınının en fazla çıktığı üçüncü ay ise 4’er orman yangınıyla Haziran ve Eylül aylarıdır. Aralık, Ocak ve Şubat aylarını kapsayan kış mevsiminde, ilkbaharda Nisan ayında, sonbaharda Kasım ayında Çanakkale OBM’de hiç orman yangını oluşmadı. 2008 yılında Çanakkale’de, Temmuz ayından sonra en fazla yanan alan 332.50 ha’lık alan ile Haziran’da gerçekleşir. Ağustos 171.52 ha’lık yanan alan ile üçüncü sırayı alırken, Eylül, Ekim, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında çok önemli miktarda kayıp gerçekleşmedi (Şekil 6a). Çanakkale OBM’de, işletme müdürlükleri arasında en fazla orman yangını 17 yangınla Çanakkale Orman İşletme Müdürlüğü’nde görülür. Çanakkale’yi 4 orman yangınıyla Keşan ve Bayramiç orman işletme müdürlükleri takip ederken, Ayvacık 3 orman yangınıyla üçüncü, Çan ise 2 orman yangınıyla dördüncü sırada yer aldı. İşletme müdürlükleri arasında en fazla yanan alan Çanakkale’de meydana geldi (Şekil 6b).

Çanakkale’de orman yangınlarının nedeni genellikle ihmaldir. % 57’lik orana sahip olan ihmalden kaynaklanan yangınların sayısı 17’dir. İhmal nedeni içerisinde çoban ateşi, sigara ateşi, anız yakma, balya ateşi ve diğer nedenlerden kaynaklanan yangınlar bulunur. İhmalden sonra ikinci sırayı

nedeni bilinmeyen yangınlar alırken, 5 yangınla % 17'lik paya sahiptir. Çıkış nedenlerine göre 4 yangın ve % 13'lük oranla kaza sonucu çıkan yangınlar üçüncü sırayı alır. Kaza sonucu çıkan yangınlar, enerjinin iletim hatları ile taşınması sırasındaki yangınlardan oluşurken, yıldırım nedeniyle oluşan yangınlar % 10'luk oranla dördüncü sırada bulunur. 2008 yılında % 3'lük orana sahip olan yalnızca 1 orman yangını kasıt (kundaklama) nedeniyle oluşmuştur (Şekil 7).



Şekil 7. Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nde 2008 yılında oluşan orman yangınlarının çıkış nedenlerine göre dağılımı.

Çizelge 7. Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nde 2008 yılında çıkan büyük orman yangınlarının temel özellikleri.

Yangın adı	Gelibolu	Çınarlı (İntepe)	Baharlar (Ayvacı)
Yangının çıkış tarihi	18/06/2008	30/07/2008	03/08/2008
Yangının çıkış saati	15:30	11:37	16:30
Yangının bitiş tarihi	07/07/2008	12/08/2008	11/08/2008
Yangının devam ettiği süre	449 saat, 30 dakika	312 saat, 03 dakika	191 saat, 00 dakika
Yangının çıkış nedeni	İhmal	İhmal	İhmal
Yangının şekli	Tepe	Tepe	Tepe
Yangında yanan alan (ha)	353.00	1514.10	161.00
Yanan ormanın niteliği (ha)	Verimli koru: 353.00	Normal koru: 1452.10 Bozuk koru: 62.00	Normal koru: 104.00 Ağaçlandırma: 57.00
Yangın çıkış saatinde rüzgar hızı (m/s)	2	7	6
Yangın çıkış saatinde maksimum sıcaklık (°C)	31.5	31.1	30.0
Yangının çıkış saatinde bağıl nem (%)	38	27	40

4.1. Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'nde 2008 yılındaki Büyük Orman Yangınları

Çanakkale OBM'de 2008 yılında 100 ha'dan büyük üç adet orman yangını görülürken toplam 2028.60 ha'lık alan orman özelliğini kaybetti. Çanakkale OBM'de 2008 yılında oluşan 30 orman yangınında toplam 2070.16 ha'lık alan zarar gördü. Bu üç büyük orman yangınında kaybedilen alan 2008 yılında yangınlarla kaybedilen toplam alanın % 98'ini oluşturur. Çanakkale OBM'de 2008 yılında oluşan 27 yangında toplam 41.56 ha'lık alan yanarken bu üç yangının toplamı diğer 27 yangından 48 kat daha fazla alanın zarar görmesine neden oldu (Çizelge 7).

4.2. Gelibolu Orman Yangını

Çanakkale OBM'ye bağlı Çanakkale Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Gelibolu Orman İşletme Şefliği'nde 18 Haziran 2008 günü saat 15:30'da Yalova Köyü ve Boğazkent tatil sitesini etkileyen alanda anız bırakılan bir tarlada balya bağlama makinesinden kaynaklanan bir

kıvılcım nedeniyle Gelibolu orman yangını çıktı (OGM, 2008c) (Şekil 8a, Çizelge 7). Yangının oluştuğu 18 Haziran 2008 tarihinde bağıl nem % 38'dir. Yangından sonraki günlerde bağıl nem yükselerek uzun süreli ortalamaya (% 72) yaklaşırken, 19 Haziran 2008 günü rüzgârın şiddetini artırması ve kısa aralıklarla yön değiştirmesi nedeniyle yangının kontrol altına alınması güçleşti. Yangın, 18 Haziran 2008 günü saat 20:00 sıralarında kısmen denetim altına alınmış, ancak yoğun örtü nedeni ile soğutma çalışmalarında güçlükler yaşanmıştır. 19 Haziran 2008 günü, yoğun örtü ve yanan meşe kütük ve köklerinin soğutma zorluğu nedeniyle tam olarak kontrol altına alınamayan yangın, saat 15:00'te rüzgârın şiddetini arttırması, sık sık yön değiştirmesi, hava sıcaklığının yükselmesi ve bağıl nemin düşmesine bağlı olarak birkaç noktada kontrolden çıktı (OGM, 2008c). Ayrıca yangının oluştuğu günden başlayarak söndürüldüğü güne kadar geçen sürede yağışın olmaması da yangının çıkışı ve seyri üzerinde etkili oldu.

Gelibolu orman yangınında yanan 353 ha'lık alanın ağaç tiplerine göre dağılımı; 2.6 ha sırkılık ve ince ağaçlık çağındaki orta kapalılığa sahip kızılçam (Çzbc2), 9.4 ha ince ağaçlık çağındaki orta kapalılığa sahip kızılçam (Çzc2), 1.5 ha ince ağaçlık çağındaki tam kapalılığa sahip kızılçam (Çzc3), 301.3 ha ince ve orta ağaçlık çağındaki orta kapalılığa sahip kızılçam (Çzcd2), 38.2 ha ise ince ve orta ağaçlık çağındaki tam kapalılığa sahip kızılçam (Çzcd3) şeklinde gerçekleşti (OGM, 2008c).

Çizelge 8. Çınarlı (İntepe) orman yangınında yanan alanın meşcere türlerine göre ha olarak dağılımı (OGM, 2008b).

Meşcere türü	Meşcere türü Simgesi	İşletme şefliği		Toplam
		Çanakkale	İntepe	
Boşluklu kapalı kızılçam	Çz0	0	14.2	14.2
Gençlik ve sıklık çağındaki kızılçam	Çza	10.0	19.3	29.3
Gençlik ve sıklık çağındaki tam kapalı kızılçam	Çza3	145.0	0	145.0
Gençlik ve sırkılık çağındaki orta kapalı kızılçam	Çzab2	0	6.4	6.4
Gençlik ve sırkılık çağındaki tam kapalı kızılçam	Çzab3	84.8	156.5	241.3
Sırkılık çağındaki tam kapalı kızılçam	Çzb3	8.4	71.3	79.7
Sırkılık ve ince ağaçlık çağındaki orta kapalı kızılçam	Çzbc2	0	31.6	31.6
Sırkılık ve ince ağaçlık çağındaki tam kapalı kızılçam	Çzbc3	29.1	18.5	47.6
İnce ağaçlık çağındaki gevşek kapalı kızılçam	Çzc1	0	6.1	6.1
İnce ağaçlık çağındaki orta kapalı kızılçam	Çzc2	8.6	39.9	48.5
İnce ağaçlık çağındaki tam kapalı kızılçam	Çzc3	4.0	0	4.0
İnce ve orta ağaçlık çağındaki gevşek kapalı kızılçam	Çzcd1	14.6	8.5	23.1
İnce ve orta ağaçlık çağındaki orta kapalı kızılçam	Çzcd2	108.3	328.7	437.0
İnce ve orta ağaçlık çağındaki tam kapalı kızılçam	Çzcd3	259.7	64.2	323.9
Orta ağaçlık çağındaki gevşek kapalı kızılçam	Çzd1	0	1.8	1.8
Orta ağaçlık çağındaki orta kapalı kızılçam	Çzd2	0	10.0	10.0
Bozuk kızılçam	Bçz	14.7	38.9	53.6
Bozuk kızılçam ve meşe	BçzM	0	11.0	11.0
Ağaçsız orman toprağı	OT	0.5	0	0.5
Genel Toplam	---	687.7	826.9	1514.6

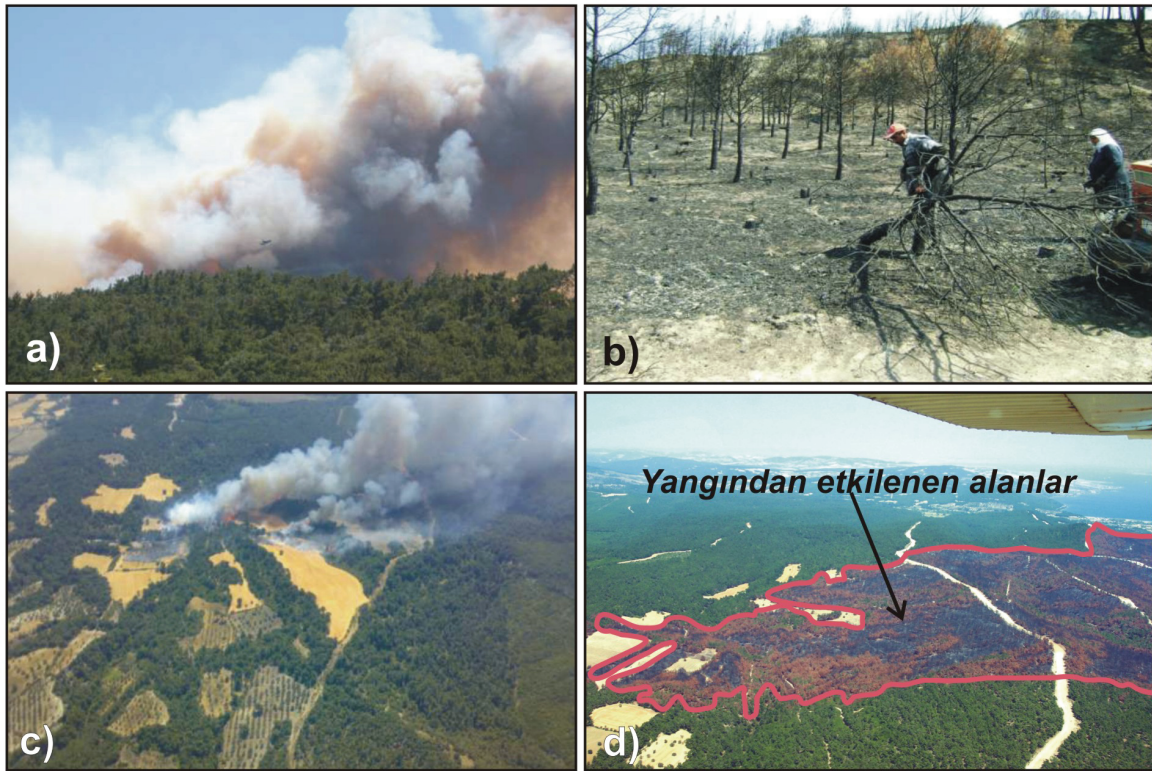
4.3. Çınarlı (İntepe) Orman Yangını

Çanakkale OBM Çanakkale Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı İntepe Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki Güzelyalı, İntepe beldeleri ile Çınarlı Köyü'nü de etkileyen alanda 30 Temmuz 2008 günü saat 11:37'de Çınarlı Köyü güneyinde anız bırakılan bir tarlada Çınarlı orman yangını çıkmıştır (Şekil 8c, 8d; Çizelge 7). Yangın Asmatepe yangın gözetleme kulesinden saptandı.

Yangının oluştuğu 30 Temmuz 2008 gününden sonraki bir haftalık süre içerisinde bağıl nemin uzun yıllık bağıl nem ortalamasının (% 72) altına düştüğü görülür. Aynı günlerde kuzeydoğudan esen poyrazın saatte 6–8 m/sn arasında zaman zaman da 18–21 m/sn arasında değişerek şiddetlenmesi ile yangının kontrolü ve söndürme çalışmaları zorlaştı (OGM, 2008b). Yangının oluştuğu günden söndürüldüğü güne kadar geçen 14 günlük dönemde 12 gün boyunca yağış olmaması ve yalnızca 11 ve 12 Ağustos 2008 günlerinde toplam 34.1 mm'lik yağışın gerçekleşmesi de yangının çıkışı, seyri, davranışı ve gelişimi üzerinde etkili oldu. 30 Temmuz 2008 günü saat 11:37'de başlayan orman

yangını 2 Ağustos 2008 günü saat 08:00'de denetim altına alınarak başlangıcından 312 saat 3 dakika sonra 12 Ağustos 2008 günü saat 11:40'ta tamamen söndürüldü.

Çınarlı orman yangınında kızılçamın yanıcı madde özelliğine sahip olması, iklim özelliklerinin yanı sıra yanıcı maddenin de orman yangınında ne kadar belirleyici bir özelliğe sahip olduğunun göstergesidir (Çizelge 8). Çanakkale yöresinde kızılçam (*Pinus brutia*) ormanlarının yoğun olarak bulunması ve bu ormanlık alanlarda bulunan kızılçamın farklı özellikleri Çınarlı orman yangınında etkili olmuştur. Bu yüzden, yangına karşı oldukça hassas olan kalın direklik çağı (cd) türü meşcerelerin bulunduğu yerler ile yangın ve ulaşım yolları ve orman altı bölgesinin yanıcı madde açısından temiz tutulması gerekir. Silvikültürel olarak kalın direklik çağındaki bu meşcerelerde ferahlandırma ve aralama çalışmaları yapılarak orman yangınları için önlem alınabilir (Akkaş vd., 2008).



Şekil 8. (a) Gelibolu orman yangını; (b) Baharlar orman yangını sonrası rehabilitasyon çalışmaları; (c) Çınarlı (İntepe) orman yangını ve (d) Çınarlı (İntepe) orman yangınından etkilenen alanlar (OGM, 2008a, 2008b, 2008c).

4.4. Baharlar (Ayvacık) Orman Yangını

Çanakkale OBM sınırları içerisindeki Ayvacık Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Baharlar Orman İşletme Şefliği'nde Kırca Köyü doğusunda 3 Ağustos 2008 günü saat 16:30'da başlayan Baharlar yangını Dikili yangın gözetleme kulesi tarafından tespit edildi. Yangının oluştuğu dönemde özellikle kuzeydoğudan esen poyrazın etkisi Çınarlı orman yangınındaki gibi etkili oldu. Rüzgarın hızı saatte 6–8 m/s ve zaman zaman 10–13 m/s'yi bulan hamlesi nedeni ile kısa sürede yayılmaya başladı. Yangının oluştuğu 3 Ağustos 2008 günü bağıl nem % 40 civarında olup yangının çıktığı günden sonraki 5 günlük süreçte % 25–35'lere kadar düştü (Şekil 8b, Çizelge 7). Yağış açısından yangının oluştuğu 03–11 Ağustos 2008 günleri arasındaki 9 günlük devrede yalnız 11 Ağustos 2008 günü 32.2 mm'lik yağış kaydedildi. Baharlar yangını 161 ha ormanlık alanı etkileyerek 04 Ağustos 2008 günü saat 23:30'da denetim altına alındı ve başlangıcından 215 saat sonra 11 Ağustos 2008 günü saat

15:30'da tamamen söndürüldü (OGM, 2008a). Bu yangında yanan 161 ha'lık alanın, 126 hektarı gençlik çağındaki kızılçam (Çza), 19 hektarı sırkılık ve ince ağaçlık çağındaki tam kapalı özelliğe sahip kızılçam (Çzbc3), 7 hektarı ince ve orta ağaçlık çağındaki orta kapalı özelliğe sahip kızılçam (Çzcd2), 2 hektarı orta ağaçlık ve gençlik çağındaki kızılçamın karışık bulunduğu alanlardan (Çzd/Çza) ve 7 hektarı ise *Pinus brutia* ile ince ve orta ağaçlık çağındaki orta kapalı özelliğe sahip (ÇzÇkcd2) karaçam (*Pinus nigra*) karışık ormanlarından kaybedildi (OGM, 2008a).

5. Çözümleme Sonuçları, Bulgular ve Bireşimi

Çanakkale OBM için Çanakkale Meteoroloji İstasyonu verilerine Erinç kuraklık (Erinç yağış etkinliği) indisi (I_m), Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi (UNCCD) kuraklık indisi (AI) ve Keetch-Byram kuraklık indisi (KBDI) yöntemleri uygulandı ve Çanakkale yöresindeki kurak koşulların orman yangını oluşturma özellikleri yorumlandı.

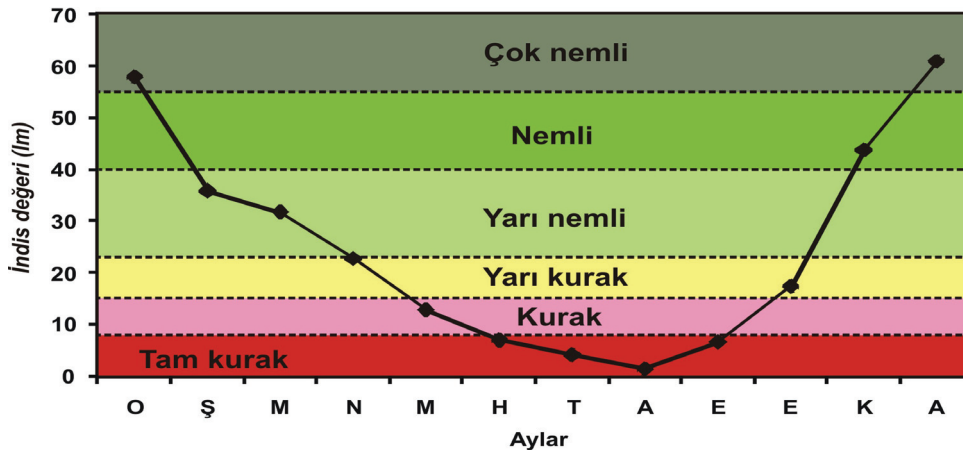
5.1. Erinç Kuraklık (Yağış Etkinliği) İndisi

Çanakkale meteoroloji istasyonunun yıllık Erinç kuraklık indisi değeri, 15–23 I_m değerleri arasındaki yarı kurak sınıfa girer. Yarı kurak sınıfın vejetasyon çeşidi, Erinç (1965) tarafından bozkır (step) olarak belirlenir (Çizelge 3).

Çizelge 9. Çanakkale meteoroloji istasyonunun Erinç kuraklık indisi hesaplama sonuçları.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
I_m	57.72	35.72	31.64	22.57	12.67	6.86	4.05	1.27	6.50	17.22	43.57	60.76	15.35
İklim Tipi	ÇN	YN	YN	YK	K	TK	TK	TK	TK	YK	N	ÇN	YK

(ÇN: çok nemli, N: nemli, YN: yarınemli, YK: yarıkurak, K: kurak, TK: tam kurak).



Şekil 9. Erinç kuraklık indisinin Çanakkale meteoroloji istasyonunun aylık verilerine göre yıl içindeki değişimi.

Çanakkale meteoroloji istasyonu Erinç kuraklık indisine göre kurak koşulların 7 ay boyunca etkili olduğu görülür. Bu kurak dönem içerisinde Çanakkale'de, 2 ay yarıkurak, 1 ay kurak ve 4 ay tam kurak sınıflara dahildir (Şekil 9). Çanakkale meteoroloji istasyonunda Nisan-Ekim döneminde, yarı kurak, kurak ve tam kurak koşulların egemen olduğu görülür. Kasım ayından itibaren nemli koşullar egemen olmaya başlar ve Nisan ayına kadar olan dönemde yarı nemli, nemli ve çok nemli sınıflara ait indis değerleri görülür (Çizelge 9). Orman yangınları açısından özellikle tam kurak koşullara sahip olan Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarındaki süreçte orman yangınları yoğunlaşır. Nemli koşulların egemen olduğu Kasım-Mart ayları arasındaki dönemde ise orman yangınlarının görülmesi beklenmez ve/ya da görülen orman yangınlarında büyük kayıplar meydana gelmez. Çizelge 9'daki tam kurak iklim tipi ile nemli dönemlerdeki hesaplama sonuçları da bu düşüncüyü destekler.

5.2. Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi (UNCCD) Kuraklık İndisi

Çanakkale meteoroloji istasyonuna ait iklim verileri kullanılarak elde edilen UNCCD kuraklık indisinin yıllık sonucuna göre Çanakkale 0.83 *AI* değeri ile yarınemli iklim özelliğine sahiptir. Çanakkale istasyonunun aylara göre UNCCD kuraklık indisi sonuçları, yılın kış dönemi olarak ifade edilen Aralık, Ocak ve Şubat ayları *AI*, 3.0 değerinden daha yüksek olduğu için çok nemli sınıf içerisinde yer alır (Çizelge 10). Çanakkale yöresinde Mart, Nisan ve Kasım ayları UNCCD kuraklık indisine göre, *AI* değerleri 1.0–3.0 arasında bulunduğundan nemli sınıfa girer. Çanakkale'de yarınemli indis değerleri yıllık dışında yalnız Ekim ayında görülür. Çanakkale'de 0.50–0.64 kuraklık değerleri arasında kalan kuru-yarınemli sınıf içerisinde herhangi bir ay yoktur (Çizelge 10).

Çizelge 10. Çanakkale meteoroloji istasyonunun UNCCD kuraklık indisi hesaplama sonuçları.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
<i>AI</i>	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
<i>İklim tipi</i>	ÇN	ÇN	N	N	YK	YK	K	ÇK	YK	YN	N	ÇN	YN

(ÇN: çok nemli, N: nemli, YK: yarıkurak, K: kurak, ÇK: çok kurak, YN: yarınemli.)

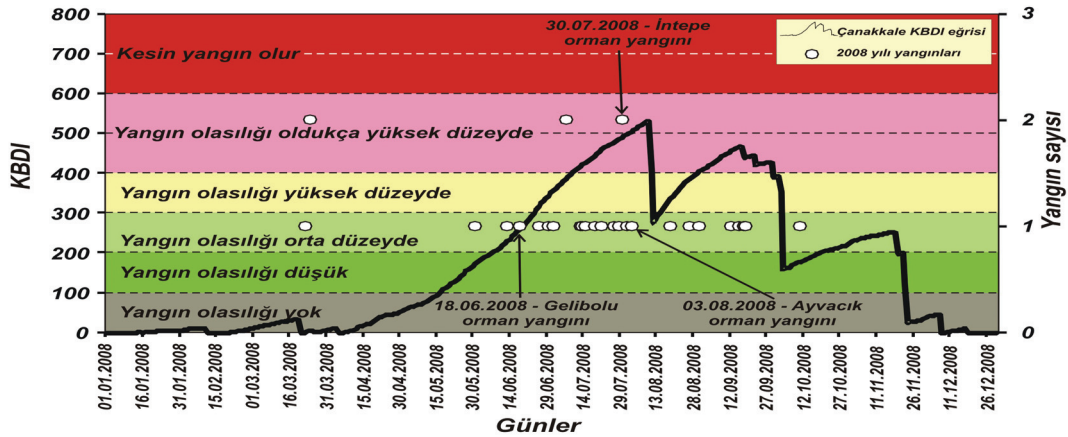
Çanakkale yöresinde, Mayıs ve Eylül ayları arasındaki 5 aylık dönemde kuraklık etkisi yoğun olarak hissedilir. Bu 5 aylık kurak dönemin 3 ayı, kuraklık indisinin 0.20–0.50 *AI* değerleri arasındaki Mayıs, Haziran ve Eylül aylarını kapsayan yarıkurak evreye karşılık gelir. Kurak dönem yalnızca Temmuz ayı içerisinde kuraklık indis değeri 0.05–0.20 değerleri arasında değişiklik gösterirken Çok kurak dönem olarak ifade edilen 0.05 değerinden daha düşük değere sahip tek ay ise Ağustos'tur (Çizelge 10). Büyük orman yangınları açısından 3 büyük orman yangınının çıkış tarihi, etkili olduğu süre ve yangın şiddeti göz önünde bulundurulursa UNCCD kuraklık indisinin Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında kuraklık etkisinin yoğun hissedilmesi büyük yangınların oluşumunu hızlandıracaktır.

5.3. Keetch-Byram Kuraklık İndisi

Çanakkale meteoroloji istasyonunun 01.01.2008–31.12.2008 tarihleri arasındaki günlük maksimum hava sıcaklığı, günlük toplam yağış, istasyonun yıllık ortalama yağış tutarı ve tarla kapasitesi değerleri kullanılarak, Keetch-Byram kuraklık indisi değerleri hesaplandı. Çanakkale'de 2008 yılı KBDI değerlerine göre 01.01.2008 gününden 07.06.2008 gününe kadar olan süreçte kuraklık indisi 0–200 değerleri arasındadır. Çanakkale yöresinde 2008 yılının ilk 6 ayında kuraklık indisinin düşük olması yangın olasılığının yok ve düşük olduğu anlamına gelir. Bu dönem içerisinde Çanakkale OBM sınırları içerisinde oluşan 4 orman yangınında 2.93 ha gibi önemsiz bir alan kaybedildi.

Yangın olasılığının orta düzeyde olduğu 200–300 KBDI değerlerine Çanakkale'de 08.06.2008 gününden başlayarak (17 günlük süreçte) 24.06.2008 gününe kadar ulaşıldı (Şekil 10). KBDI'nın bu şekilde 100 değerlik bir artışı 17 günde gerçekleştirmesi sıcaklık değerlerindeki artışa bağlıdır. Bu 17 günde Çanakkale OBM'de çıkan 2 orman yangınında toplam 329 ha alan kaybedildi. Orman alanlarındaki bu büyük kaybın nedeni 18.06.2008 tarihindeki Gelibolu orman yangınıdır. Bu büyük yangının oluştuğu gün KBDI değeri 258 olarak tespit edildi. Bu yangında yangın olasılığı orta düzeyde olsa da KBDI değerindeki 17 günde oluşan ani artış bu Büyük orman yangınının çıkması üzerinde etkili oldu.

Kuraklık indisinin 300–400 değerlerine ulaştığı dönem bir önceki artışa göre daha erken olur. Önceki seviyeye 17 günde ulaşan KBDI, 300'den 400'e bu kez 15 günde ulaşır. 25.06.2008 – 09.07.2008 tarihleri arasındaki bu 15 günlük devrede, Çanakkale OBM'de oluşan 5 orman yangını 4.90 ha'lık orman alanının kaybına neden oldu. Yangın olasılığının yüksek düzeyde olduğu bu dönemdeki yangın sayısı ve yanan orman alanı seviyeye göre düşük düzeyde kalır.



Şekil 10. Çanakkale meteoroloji istasyonunun 2008 yılı verilerine uygulanan Keetch-Byram kuraklık indisi değerleri ve 2008 yılında Çanakkale OBM'de çıkan orman yangınları arasındaki ilişkiler.

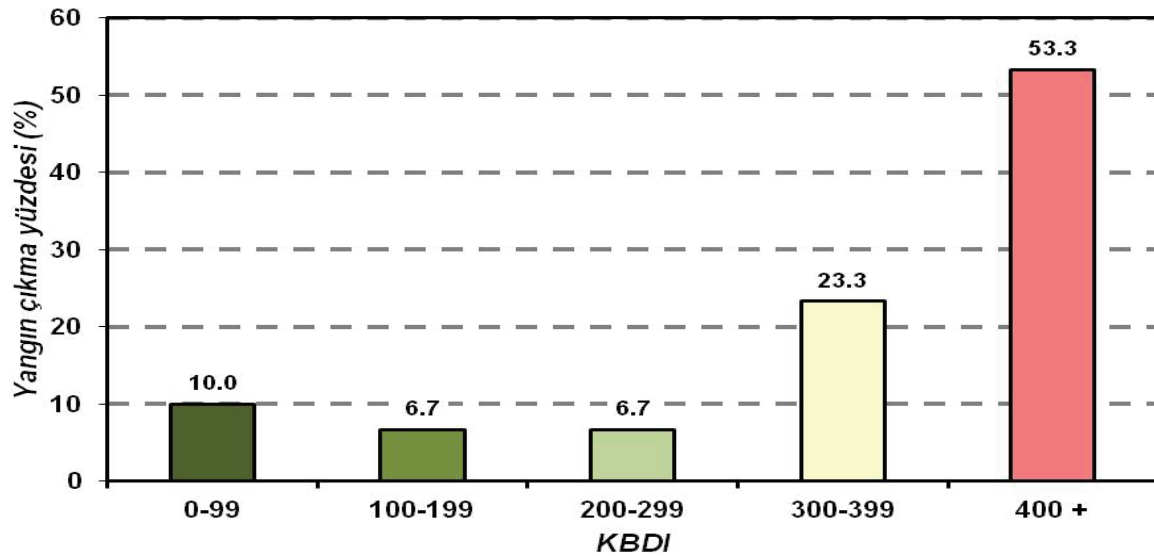
10.07.2008 gününden başlayarak 400 değerinden en yüksek KBDI değerinin yaşandığı 10.08.2008 tarihindeki 530 değerine kadar geçen 1 aylık sürede 11 orman yangını oluştu. Bu 11 orman yangınının 2 tanesi çalışma içerisinde ayrıntılı olarak ele alınan, Çınarlı (İntepe) ve Baharlar orman yangınlarıdır. 11 orman yangınında yanan toplam alan 1693.71 ha'dır. KBDI değerinin 400'den yüksek olduğu bu 1 aylık dönemde büyük ve küçük orman yangınlarının çıkması olağandır. Bu açıdan kuraklık indisinin özellikle Temmuz ve Ağustos ayları boyunca yüksek değerler göstermesi bu orman yangınlarının meydana gelmesine neden olur. İndis değerlerinin yüksek olması yüksek sıcaklık ve düşük yağışlarla ilişkilidir (Şekil 10). Çınarlı orman yangınının etkili olduğu 30.07.2008–12.08.2008 tarihleri arasında KBDI, 489–530 arasında değişir. 11.08.2008 gününde Çanakkale meteoroloji istasyonunda kaydedilen 32.2 mm ve 12.08.2008 günündeki 1.9 mm'lik yağışlar hem kuraklık indisinin önce 405'e daha sonra 276'ya kadar düşmesinde hem de Çınarlı orman yangınının söndürülmesi üzerinde etkili oldu. Baharlar orman yangınının oluştuğu ve etkili olduğu 03.08.2008–11.08.2008 tarihlerinde KBDI, 503–530 arasında değişiklik gösterir. KBDI, 10.08.2008 günü 530 değerine ulaşmışken 11–12.08.2008 günlerinde oluşan ve Çınarlı orman yangınının da söndürülmesinde etkili olan toplam 34.1 mm'lik yağış KBDI değerini düşürür.

13.08.2008 gününden itibaren 17.09.2008 gününe kadar geçen sürede, KBDI değerleri sürekli bir artış göstererek 284'ten 467'ye yükseldi. Bu dönemdeki 5 orman yangınında 10.04 ha'lık orman alanı zarar gördü. 18.09.2008 günü 7.7 mm'lik yağış oluşarak KBDI değerini 467'den 438'e düşürse ve ertesi gün KBDI 439 olsa da bu iki günde çıkan orman yangınında 0.55 ha orman alanı yandı. Sonrasında, KBDI, 20.09.2008–22.09.2008 tarihleri arasındaki 3 günde arttı; 11.0 mm'lik yağıştan sonra 419 değerine geriledi ve 29.09.2008 gününe kadar tekrar arttı; 10.1 mm'lik yağıştan sonraysa azaldı. 20.11.2008 tarihine kadar artış ve azalışlar birbirini izlerken, bu günden sonra KBDI 200 değerinin altına düştü ve bir daha da yangın olasılığının yok ya da düşük olduğu seviyeden yukarıya çıkmadı (Şekil 10).

Çanakkale meteoroloji istasyonunun 2008 yılı verilerine uygulanan KBDI değerleri, yılın hiçbir döneminde 600–800 indis değerleri arasındaki kesin yangın olur seviyesine ulaşmadı. 2008 yılında Çanakkale meteoroloji istasyonunda, KBDI değerinin en yüksek olduğu gün 530 değeri ile 10.08.2008 günüdür. Bu günde yağış görülmezken maksimum sıcaklık değeri 30.3 °C'dir. KBDI değeri Ayvacık Baharlar yangınının çıktığı 03.08.2008 gününden KBDI değerinin 2008 yılında en yüksek değerine ulaştığı 10.08.2008 gününe kadar 503'ten 530'a sürekli bir artış gösterdi. Ayrıca bu 8 günlük devrede maksimum hava sıcaklıkları her gün 30 °C üzerine çıkarken, hiç yağış görülmedi. Bu süreçte oluşan Baharlar orman yangınında, 161 ha alanın kaybedildiğini daha önce belirtmiştik (Çizelge 10). Çanakkale'de 2008 yılında maksimum hava sıcaklığının 35.8 °C ile en yüksek olduğu

16.08.2008 günü yağış olmamasına karşın, KBDI değeri 312 olarak hesaplandı. Maksimum hava sıcaklığının en yüksek olmasına ve hiç yağış olmamasına bağlı olarak, bu günde KBDI değerinin düşük olmasındaki en temel etmen, 11 ve 12 Ağustos 2008 günlerindeki toplam 34.1 mm'lik yağıştır. Bu yağışla birlikte KBDI değerleri hızlı bir düşüş gösterdi daha sonra tekrar yükselmeye başladı.

Çanakkale'de 2008 yılında en yüksek yağış değeri 04.10.2008 günü toplam 40 mm ile görüldü. Bu günün KBDI değeri 157 olup, KBDI değerinin bu yağış değerine göre yüksek olmasındaki temel neden 04.10.2008 gününden önceki yağış değerlerinin düşük, maksimum sıcaklık değerlerinin ise yüksek olmasıyla ilişkilidir. Çanakkale yöresinde 2008 yılında en fazla orman yangınının olduğu günlerin değerleri karşılaştırıldığında; aynı gün oluşan orman yangınlarının en fazla 2'şer yangınla 3 güne ait olduğu görülür. Bu günler 24.04.2008, 07.07.2008 ve 30.07.2008 günleridir. 24.03.2008 gününde, maksimum sıcaklık 19.1 °C, yağış yok, KBDI değeri 5'tir. Bu günde 2 yangında yanan toplam ormanlık alan 2.53 ha ile çok az bir alana karşılık gelir. 07.07.2008 günü maksimum sıcaklık 31.7 °C, yağış yok, KBDI 383'tür, bu 2 yangında oluşan toplam kayıp 0.90 ha'dır. 30.07.2008 günü ise KBDI 489, maksimum sıcaklık 31.1 °C ve yağış yoktur. Bu günde oluşan 2 orman yangınından biri 2008 yılında Türkiye'deki 4. Büyük, Çanakkale'de en fazla orman alanının zarar görmesine neden olan Çınarlı orman yangınıdır. Bu orman yangınında 1514.6 ha orman alanı yanarken, aynı gün çıkan başka bir yangında 7 ha orman kaybı gerçekleşti..



Şekil 11. Çanakkale meteoroloji istasyonu verilerine göre hesaplanan KBDI değerlerine göre 2008 yılının yangın çıkma oranları.

Akdeniz ikliminin görüldüğü öteki meteoroloji istasyonlarına göre daha yüksek enlemlerde yer almasına bağlı olarak, Çanakkale'nin maksimum hava sıcaklıkları görece daha düşüktür. Çanakkale ve çevresinde maksimum hava sıcaklıkları öteki istasyonlara göre düşük olmakla birlikte, Çanakkale yöresi Akdeniz İklimi'nin etkili olduğu alanlar içerisinde değerlendirilir (Türkeş, 2010c; Türkeş ve Tatlı, 2010b; Türkeş ve Altan, 2011). Buna göre, Çanakkale meteoroloji istasyonunun 2008 yılı verilerinden elde edilen KBDI değerlerinin 2008 yılındaki orman yangınlarını yakalama yüzdesi oldukça yüksektir. Çanakkale gibi orta enlemlerde bulunan ve maksimum sıcaklıkların ekvatora daha yakın yerlerdeki gibi yüksek değerler göstermediği bir istasyon için, en yüksek KBDI değerlerinin 400-599 arasındaki seviyede olması doğaldır. Bu seviyede bile KBDI'nın yangın olasılığının oldukça yüksek olduğu kabul edilirse, % 53 olan yangın yakalama oranının önemli bir sonuç olduğu görülür. Başka sözlerle Çanakkale OBM sınırları içerisinde, 2008 yılında oluşan 30 orman yangınından 16 tanesinin KBDI değerinin 400 ve üzerinde olduğu seviyelerde gerçekleştiği söylenebilir (Şekil 11).

Buna karşılık yangın olasılığının yüksek düzeyde olduğu 300–399 sınıfında 2008 yılındaki orman yangınlarının % 23'ü görülür. Bu da 30 orman yangınının 7 tanesinin yangın olasılığının yüksek düzeyde gerçekleştiğini gösterir. Bu iki sınıf birlikte ele alındığında; yangın olasılığının yüksek ve oldukça yüksek olduğu 300 değerinden daha fazla kuraklık indisleri 30 orman yangınının % 76'lık bölümünü yakalayarak 2008 yılındaki yangınların büyük bölümünü tahmin etti (Şekil 11).

Yangın yakalama oranlarında % 24'lük bölüm, yangın olasılığının yok, düşük ve orta düzeyde olduğu seviyelere karşılık gelir ve bu dönemde de 2008 yılında çıkan 30 orman yangınından 7 tanesi görülür. Bu orman yangınlarının 6 tanesi toplamda 7.96 ha'lık çok az bir alan kaybı meydana getirirken 18.06.2008 günü oluşan Gelibolu orman yangını 324 ha alan kaybedilmesine neden olur. 18.06.2008 günü çıkan ve büyük bir kayba neden olan Gelibolu orman yangını, KBDI değerlerinin yükselmeye başladığı Haziran ayının sonlarına doğru etkili oldu. Bu nedenle, yangın yakalama yüzdesi içerisinde 200–299 sınıfındaki yangın olasılığının orta düzeyde olduğu döneme karşılık geldi. Ayrıca orman yangınının çıktığı 18.06.2008 gününden yangının söndürüldüğü 07.07.2008 gününe kadar KBDI sürekli artış gösterdi.

Çizelge 11. Çanakkale meteoroloji istasyonunun 31 Mayıs 2008 – 31 Ekim 2008 tarihleri arasında kaydedilen günlük maksimum hava sıcaklığı (°C), günlük toplam yağış (mm) ve yangınlı günler ve yangın sayısı ile günlük KBDI değerleri arasındaki olası istatistiksel ilişkileri göstermek için hesaplanan Pearson korelasyon katsayısı (Pearson r) matrisi. Korelasyon katsayısının anlamlılığı için Student t sınavından elde edilen sınama örneklemdeğerlerinin sınavmasında, Student t dağılımının iki yanlı şekli kullanıldı.

		KBDI (2008)	Maksimum sıcaklık	Toplam yağış
Yangınlı günler	Pearson r	0.193*	0.164*	-0.054
	Anlamlılık düzeyi	0.016	0.042	0.507
	Gözlem sayısı	154	154	154
KBDI (2008)	Pearson r		0.430**	-0.064
	Anlamlılık düzeyi		0.000	0.432
	Gözlem sayısı		154	154
Maksimum sıcaklık	Pearson r			-0.165*
	Anlamlılık düzeyi			0.041
	Gözlem sayısı			154

(*) İstatistiksel olarak % 5 anlamlılık düzeyinde anlamlı; (**) % 1 anlamlılık düzeyinde anlamlı.)

Yukarıdaki bölümlerde, çalışmada kullanılan kuraklık indislerinin (Erinç I_m , UNCCD AI ve $KBDI$) büyüklükleri, yangın olasılık sınıfları ve yangın olaylarının sayısı arasında gözlenen (olay temelli ve kuramsal) ilişkiler ayrıntılı olarak değerlendirildi. Ayrıca burada, yangın çıkan günler ve yangın sayıları ile günlük yağış toplamları süresiz (kesikli) veri dizileri olmalarına karşın, bu veri dizileri ve günlük maksimum hava sıcaklığı veri dizisi ile hesaplanmış KBDI dizisi arasındaki olası istatistiksel ilişkileri ortaya çıkarmak için Pearson korelasyon analizi yapıldı (Çizelge 11).

Verilerin bu kısıtlayıcı özelliğine karşın, Çizelge 11'de verilen Pearson ilişki katsayısı matrisine göre, yangın çıkan günler ile KBDI ve maksimum hava sıcaklığı dizileri arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif ilişkiler vardır. KBDI ile olan pozitif doğrusal ilişki, Student t anlamlılık sınavına göre, % 1 anlamlılık düzeyine yakındır ($\alpha_1 = 0.016$). Günlük KBDI indisi ile maksimum hava sıcaklığı dizisi arasında gözlenen doğrusal ilişkiyse, istatistiksel olarak anlamlı (orta-iyi düzeyde kuvvetli) pozitif bir ilişkidir. Bu durum, yaprak ıslaklığı, toprak nemi, hava nemi (bağıl nem ve/ya da su buharı karışma oranı ve özgül nem, vb.), rüzgar şiddeti (rüzgar hız ve hamlesi, vb.) ve yönü gibi hava/iklim ve hava/iklim ilişkili öğelerin yanı sıra, günlük en yüksek sıcaklıkların, KBDI üzerinde (ya da başka kuraklık indislerinde) daha büyük değerlerinin ortaya çıkması yönünde önemli bir etki yaparak, yangın çıkma ve büyük yangınlara dönüşme olasılıklarını denetlediğini gösterir. Öte yandan, günlük toplam yağış bu çözümlemede temel alınan sıcak ve kurak devrede çok az ve oluşum sıklığı çok seyrek (çok rasgele) olduğu için, KBDI ve yangın çıkan günler ile toplam yağış dizileri arasındaki günlük ilişkiler çok küçük ve negatiftir. Toplam yağış ile maksimum hava sıcaklığı arasındaki günlük ilişkiyse, yine negatif ancak % 5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır (Çizelge 11).

6. Sonuçlar ve Öneriler

Çanakkale OBM sınırları içerisindeki alanlarda 2008 yılında 3'ü büyük (100 ha'dan fazla orman alanına zarar veren) olmak üzere 30 orman yangını oluşurken, toplam 2070.16 ha ormanlık alan zarar gördü. Çanakkale OBM'de 2008 yılındaki büyük orman yangınlarının çıkış saatleri, günün en yüksek sıcaklık değerlerinin görüldüğü öğle vakti ile güneşin etkisinin henüz geçmediği öğleden sonraki dönem arasında değişiklik gösterir. Üç büyük orman yangınının çıkış saatleri 11:37, 15:30 ve 16:30 olarak kaydedildi. Bu saatlerde, genellikle günün maksimum sıcaklık değeri ve rüzgar hızları ile en düşük bağıl nem değerleri ölçülmektedir. Bu durumda büyük orman yangınlarının çıkış saatleri ile maksimum sıcaklıklar ve düşük bağıl nem değerleri arasında bir ilişkinin olduğu söylenebilir.

Büyük orman yangınlarının çıkış saatinde rüzgar hızı 2–6 m/s arasında değişirken 18–20 m/s'ye kadar çıkar ve büyük orman yangınlarının hem oluşmasında hem de yayılmasında etkili olur. Ayrıca yangınların çıkış saatinde maksimum sıcaklık 30 °C ve üzerinde, bağıl nem % 40'ın altındadır. Yağışın olmaması da toprağın üst katmanının kurummasına ve yangınların uzun süre boyunca ve geniş bir alana yayılmasına neden olur. Özellikle Çanakkale'de boğazın etkisi ile poyrazın kanalize olarak hızını arttırması ve hamle yapması da yangınların hem oluşması hem de yayılması üzerinde yerel etkiye sahiptir.

Çanakkale meteoroloji istasyonu Erinç kuraklık indisine göre Nisan–Ekim arasındaki 7 aylık dönemde yarıkurak, kurak ve tam kurak iklim özelliklerine sahiptir. Tam kurak indis değerlerinin görüldüğü Haziran–Ekim dönemi 2008 yılında üç büyük orman yangınının olduğu döneme karşılık gelerek toplamda 2028.6 ha orman alanının yok olmasına neden oldu. Çanakkale meteoroloji istasyonunun UNCCD kuraklık indisine göre Mayıs ayından başlayarak Eylül ayı sonlarına kadar yarı kurak, kurak ve çok kurak iklim koşulları egemendir. Ayrıca orman yangınlarının olduğu, su varlığının ve nemin oldukça az olduğu bu dönem büyük orman yangınları açısından da oldukça etkin bir dönemdir. Nemliliğin artış göstermesi bu ayların dışında orman yangınları üzerindeki kuraklık etkisinin ortadan kalkmasına neden olur.

Çanakkale meteoroloji istasyonu 2008 yılı verilerine uygulanan Keetch–Byram kuraklık indisine göre, 03.08.2008–10.08.2008 tarihleri arasında etkili olan ve 161 ha'lık alana zarar veren Ayvıcık Baharlar orman yangınının görüldüğü dönemde KBDI değerleri 503'ten 530'a kadar sürekli bir artış gösterdi. Ayrıca Baharlar orman yangınının söndürüldüğü 11.08.2008 günü düşen 32.2 mm yağış hem yangının söndürülmesi üzerinde hem de KBDI değerinin 400'lü seviyelere gerilemesinde etkili oldu. Çanakkale'de; 24.04.2008, 07.07.2008 ve 30.07.2008 günlerinden 2'şer orman yangını çıktı. Söz konusu günlerin KBDI değerleri sırasıyla, 5, 383 ve 489'dur. 24.04.2008 ve 07.07.2008 günlerinde çıkan orman yangınlarında kaybedilen alan çok fazla değildir. 30.07.2008 günü çıkan iki orman yangınında kaybedilen alanların toplamı (1514.6 ha + 7 ha), 2008 yılında çıkan orman yangınlarında kaybedilen alanların % 80'ine karşılık gelir. 2008 yılında Keetch–Byram Kuraklık İndisi'nin 300 ve üzerinde olduğu evrede yangın yakalama oranı % 76 olarak belirlendi. Buna göre; 2008 yılında Çanakkale OBM'de KBDI'nin yangın yakalama yüzdesi yangın olasılığının yüksek ve oldukça yüksek olduğu düzeylerde tutarlı sonuçlar verir.

Çanakkale OBM'de 2008 yılında 100 ha'dan daha fazla orman alanının kaybedilmesine neden olan üç büyük orman yangınının tümü ihmal kaynaklı ve tepe yangını şeklinde gelişirken, yangınlar çoğunlukla *Pinus brutia* orman ve korularında gerçekleşti. Bu durumda kızılçamların bu üç büyük yangın için yanıcı madde olarak, yangın etmenleri tarafından kullanıldığını söylemek olanaklıdır. Üç büyük yangında da hava koşulları dikkate alındığında, yangının çıkış saati, sonraki günler ve yangının şiddetini arttırdığı dönemlerde maksimum hava sıcaklığının 30 °C dolayında ve üzerinde, rüzgar hızının 2–20 m/s arasında değiştiği ve hamle yaptığı (özellikle poyrazın etkisi), bağıl nemin uzun yıllar ortalama değerinin altında % 40 ve daha düşük olduğu, yağışın yangınların etkili olduğu dönem boyunca hiç görülmediği dikkat çekmektedir.

Çalışmada, kuraklık indislerinin (Erinç I_m , UNCCD AI ve $KBDI$) büyüklükleri, yangın olasılık sınıfları ve yangın olaylarının sayısı arasında gözlenen ilişkilerin buraya kadar özetlenen ayrıntılı

bireşimine ek olarak, yangın çıkan günler ile günlük yağış toplamı, günlük maksimum hava sıcaklığı ve KBDI dizisi arasındaki olası istatistiksel ilişkileri ortaya çıkarmak için Pearson korelasyon analizi yapıldı. Hesaplanan korelasyon katsayılarının anlamlılık sınamasına göre, yangın çıkan günler ile KBDI ve maksimum hava sıcaklığı dizileri arasında % 5 anlamlılık düzeyinde anlamlı pozitif bir ilişkinin bulunduğu görülür.

Akkaş vd. (2008) çalışmasında (cd) tipi meşcerelerin orman yangını açısından büyük risk taşıdığını belirtir. 46 büyük orman yangını için gerçekleştirilen bu çalışmada, (cd) tipi meşcerelerde sıcaklık değerlerinin 30–35 °C arasında, bağıl nemin % 16–38 arasında, rüzgar hızının 4–7 m/sn arasında ve eğimin % 16–28 arasında olduğu durumlarda oluşan Büyük orman yangını ilerleme hızının 1.59–8.83 km/saat arasında olduğu saptandı. Ayrıca bu yangınlarda ağırlıklı ortalama büyük yangın hızı da 4.49 km/sa olarak belirlendi (Akkaş vd., 2008). Çanakkale yöresinde, 2008 yılında büyük yangınların görüldüğü meşcere çeşitleri dikkate alındığında, orta kapalılığa sahip ince ve orta ağaçlık yani kalın direklik çağı (cd) tipi meşcerelerin Gelibolu (301.3 ha) ve Çınarlı (437.0 ha) yangınlarında en fazla oranda yanan ağaç topluluğu olduğu; Baharlar yangınında ise 7 ha'lık alanda bu meşcere tipinin yandığı görülür. Kızılçamın hem yanıcı madde olarak yanmaya karşı dirençsiz oluşu, hem de (cd) tipi meşcere özelliklerine sahip oluşu, orman yangınlarında büyük alanların kaybedilmesi üzerinde kuvvetli bir etkiye sahip olmasına yol açar.

Sonuç olarak, orman yangını oluşturabilecek potansiyele sahip alanlarda yanıcı madde olarak bulunan çeşitli ormanaltı bitkilerinin ya da kurumuş yaprak, ot ve çeşitli organik artıkların toplanması ve ormanlık alanların bu maddelerden temizlenerek orman yangınlarının başlamasına neden olacak etmenlerin ortadan kaldırılması gerekir. Ayrıca, orman yangınları kurak koşulların etkisi altında oluştuğu için, ormanlık alanların iklim özellikleri iyi bir şekilde incelenerek orman yangını riski bulunan bu alanlarda kurak dönemlerin belirlenmesi sağlanmalıdır. Bu türden çalışmaların orman bölge müdürlüklerine sunulması ve paylaşılması sonucunda, yangın yönetiminin daha kolay gerçekleştirilmesi olanaklı olabilmektedir. Bu nedenle, yapılacak çalışmalarda orman alanlarındaki gerçek hava ve iklim koşullarını yansıtmaya amacıyla, doğrudan ormanlık alanlara meteoroloji istasyonlarının kurulması ve bu istasyonlardan elde edilecek verilerin bu alanda çalışan bilim insanlarıyla paylaşılması gereklidir.

Teşekkür

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Başkanlığı'nın 2009/116 numaralı projesiyle desteklenen “*Muğla ve Çanakkale İllerinde 2000-2008 Döneminde Gerçekleşen Büyük Orman Yangınlarının Klimatolojik ve Meteorolojik Analizi*” başlıklı Yüksek Lisans (YL) tezinin bir bölümünün sonuçlarını içerir. Yazarlar, YL tez çalışmasını destekleyen BAP Başkanlığı ile çalışma için gerekli olan Çanakkale günlük orman yangın verilerinin teminindeki katkıları için Çanakkale OBM Koruma Şube Müdürü Vehbi TUTMAZ'a ve meteorolojik verilerin bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılmasına destek veren Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne çok teşekkür eder. Çalışmada kullanılan kuraklık indisi hesaplamalarına yaptığı katkılardan dolayı, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Coğrafya Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Hasan TATLI'ya ayrıca teşekkür ederiz.

Referanslar

- AÇA, (2004) *Avrupa'nın değişen ikliminin etkileri: Gösterge temelli bir değerlendirme*, Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) Raporu, 2/2004, Kopenhag.
- Akkaş, M. E.; Bucak, C.; Boza, Z.; Erkonat, H.; Bekereci, A.; Erkan, A.; Cebeci, C. (2008) *Büyük orman yangınlarının meteorolojik veriler ışığında incelenmesi*, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten, 36, İzmir.
- Altan, G. (2011) *Muğla ve Çanakkale İllerinde 2000-2008 Döneminde Gerçekleşen Büyük Orman Yangınlarının Klimatolojik ve Meteorolojik Analizi*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.

- Altan, G.; Türkeş, M.; Tatlı, H. (2011) "Çanakkale ve Muğla 2009 yılı orman yangınlarının Keetch-Byram kuraklık indisi ile Klimatolojik ve Meteorolojik Analizi", In *5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book*, Istanbul Technical University, 27-29 April 2011, İstanbul. Turkey, 263-274.
- Bekerci, A. (2010) "Orman yangınları ve meteoroloji". (<http://www.dmi.gov.tr/arastirma/orman-yaninglari.aspx>, 28/10/2010).
- Bekerci, A.; Küçük, Ö.; Çamalan, G. (2010) "Türkiye'yi etkileyen hava kütlelerinin orman yangınlarındaki fön etkisi", İçinde *TC Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 1. Meteoroloji Sempozyumu*, 27-28 Mayıs 2010, Ankara, 83-93.
- Bilgili, E.; Küçük, Ö.; Sağlam, B. (2002) "Yangın davranışının tahmini ve yangınlarla mücadeledeki önemi", *Gazi Üniversitesi Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi*, 2 (2), 124-134.
- Bilgili, E.; Baysal, İ.; Durmaz Dinç, B.; Sağlam, B.; Küçük, Ö. (2010a) "Türkiye'de 2008 yılında çıkan büyük orman yangınlarının değerlendirilmesi", İçinde *III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi Bildiriler Kitabı III. Cilt*, 20-22 Mayıs 2010, Artvin, 1270-1279.
- Bilgili, E.; Durmaz Dinç, B.; Baysal, İ.; Sağlam, B.; Küçük, Ö. (2010b) "Doğu Karadeniz ormanlarında orman yangınları", İçinde *III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi Bildiriler Kitabı III Cilt*, 20-22 Mayıs 2010, Artvin, 1280-1290.
- ÇOBM, (2001) "Orman yangınları ile savaş", Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü, Nisan 2001.
- ÇOBM, (2008) "2008 yılı günlük orman yangın kayıtları", Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü.
- Dolling, K.; Chu, P.-S.; Fujioka, F. (2005) "A climatological study of the Keetch-Byram drought index and fire activity in the Hawaiian Island", *Agricultural and Forest Meteorology*, 133, 17-27.
- Erinç, S. (1965) *Yağış müessiriyeti üzerine bir deneme ve yeni bir indis*, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü, No: 41, İstanbul.
- Erinç, S. (1969) *Klimatoloji ve Metodları*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 35, İstanbul.
- Erkan, A. (2006) Orman yangınları ve meteoroloji. (<http://www.meteoroloji.gov.tr/2006/aras-tirma/arastirma-arastirma.aspx?subPg=105&Ext=htm,02/11/2008>).
- Flannigan, M. D.; Stocks, B. J.; Wotton, B. M. (2000) "Climate change and forest fires", *The Science of the Total Environment* 262, 221 - 229.
- Goodrick, S. L. (2003) "Incorporation of radar precipitation estimates in a drought index applicable to wildland fire", In *Proceedings of the 2003 Georgia Water Resources Conference*. April 23-24, Athens.
- Keetch, J. J.; Byram, G. M. (1968) "A drought index for forest fire control", *USDA Forest Service Research Paper*, SE-38. 1-32.
- Küçük, Ö.; Sağlam, B. (2004) "Orman yangınları ve hava halleri", *Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi*, 4 (2), 220-231.
- Küçükosmanoğlu, A. (1985) *Türkiye ormanlarında çıkan yangınların sınıflandırılması ile büyük yangınların çıkma ve gelişme nedenleri*, Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kutieli, H.; Hirsch-Eshkol, T. R.; Türkeş, M. (2001) "Sea level pressure patterns associated with dry or wet monthly rainfall conditions in Turkey", *Theoretical and Applied Climatology*, 69, 39-67.
- Neyişçi, T.; Ayaşlıgil, Y.; Ayaşlıgil, T.; Sönmezşık, S. (1996) *Yangına dirençli orman kurma ilkeleri*, TÜBİTAK, TOGTAG-1342. TMMOB Orman Mühendisleri Odası Yayın No: 21. Ankara.
- OGM, (2004) *Türkiye Çevre Atlası*. TC Çevre ve Orman Bakanlığı, ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı. Ankara. 472 s.
- OGM, (2008a) *Baharlar yanan alanların rehabilitasyonu ve yangına dirençli ormanlar tesisi projesi*. TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü, Silvikültür Şube Müdürlüğü. 38 s.
- OGM, (2008b) *Çanakkale-İntepe yanan alanların rehabilitasyonu ve yangına dirençli ormanlar tesisi projesi*. TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü, Silvikültür Şube Müdürlüğü. 50 s.
- OGM, (2008c) *Gelibolu yanan alanların rehabilitasyonu ve yangına dirençli ormanlar tesisi projesi*. TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü, Silvikültür Şube Müdürlüğü. 40 s.
- OGM, (2010a) (<http://web.ogm.gov.tr/diger/yaninghareket/Sayfalar/istatistikler17.aspx>, 19/10/2010).
- OGM, (2010b) (<http://web.ogm.gov.tr/diger/yaninghareket/Sayfalar/istatistikler1.aspx>, 17/10/2010).
- OGM, (2010c) (<http://www2.ogm.gov.tr/harita/300.jpg>, 16/10/2010).
- Tatlı, H.; Türkeş, M. (2011) "Palmer kuraklık şiddeti ve standartlaştırılmış yağış indislerinin Türkiye üzerinde karşılaştırılması", In *5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book*, Istanbul Technical University, 27-29 April 2011, İstanbul, Turkey, 231-239.
- Türkeş, M. (1990) *Türkiye'de Kurak Bölgeler ve Önemli Kurak Yıllar*, Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul.
- 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. (2003) "Spatial and temporal variations in precipitation and aridity index series of Turkey", In *Bolle H-J (Ed.), Mediterranean Climate - Variability and Trends, Regional Climate Studies*. Springer Verlag, Heidelberg, 181-213.

- Türkes, M. (2007) "Türkiye'nin kuraklığa, çölleşmeye eğilimi ve iklim değişikliği açısından değerlendirilmesi", *Pankobirlik*, 91, 38-47.
- Türkes, M. (2008) "Gözlenen iklim değişiklikleri ve kuraklık: nedenleri ve geleceği", *Toplum ve Hekim*, 23, 97-107.
- Türkes, M. (2010a) "Küresel İklim Değişikliği: Başlıca nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler ve etkileri", Çağrılı Bildiri, İçinde *Uluslararası Katılımlı 1. Meteoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı*, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 27-28 Mayıs 2010, Ankara, 9-38.
- Türkes, M. (2010b) "BM Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin iklim, iklim değişikliği ve kuraklık açısından çözümlenmesi ve Türkiye'deki uygulamalar", İçinde *Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu*, 17-18 Haziran 2010, Çorum, 601-616.
- Türkes, M. (2010c) *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.
- Türkes, M. (2011) "Akhisar ve Manisa yörelerinin yağış ve kuraklık indisi dizilerindeki değişimlerin hidroklimatolojik ve zaman dizisi çözümlenmesi ve sonuçların çölleşme açısından coğrafi biresimi", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9 (1), 79-99.
- Türkes, M.; Akgündüz, A. S. (2011) "Assessment of the desertification vulnerability of the Cappadocian district (Central Anatolia, Turkey) based on aridity and climate-process system", *International Journal of Human Sciences*, 8 (1), 1234 – 1268.
- Türkes, M.; Altan, G. (2011). "Çanakkale Yöresi'nde gözlenen kurak ve nemli koşulların iklim değişimleri açısından çözümlenmesi", İçinde *X. Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildiriler Kitabı*, 04-07 Ekim 2011, Çanakkale.
- Türkes, 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.
- Türkes, M.; Altan, G. (2012b). "Kaz Dağı Yöresi'nde orman yangınlarının kuraklık indisi ile analizi ve iklim değişimleriyle ilişkisi", İçinde *Uluslararası Katılımlı Kazdağları 3. Ulusal Sempozyumu Bildiriler Kitabı*: 83-109, 24-26 Mayıs 2012, Akçay-Güre/Balıkesir.
- Türkes, M.; Tatlı, H. (2008) "Aşırı kurak ve nemli koşulların belirlenmesi için Yeni bir Standartlaştırılmış Yağış İndisi (yeni-SPI): Türkiye'ye uygulanması", İçinde *IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiri Kitabı*, İ.T.Ü. Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, 25-28 Mart 2008, İstanbul, 528-538.
- Türkes, M.; Tatlı, H. (2009) "Use of the Standardized Precipitation Index (SPI) and Modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey", *International Journal of Climatology*. DOI: 10.1002/joc.1862.
- Türkes, M.; Tatlı, H. (2010a) "Kuraklık ve yağış etkinliği indislerinin çölleşmenin belirlenmesi, nitelenmesi ve izlenmesindeki rolü", İçinde *Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu Bildiriler kitabı*, 17-18 Haziran 2010, Çorum. 245-263.
- Türkes, M.; Tatlı, H. (2010b) "Use of the spectral clustering to determine coherent precipitation regions in Turkey for the period 1929–2007", *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.2212.
- Türkes, M.; Kutiel, H.; Hirsch-Eshkol T. R. (2003). "Türkiye'de aylık kurak ve yağışlı koşullarla ilişkili deniz seviyesi basıncı desenleri", İçinde *Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Bilimsel ve Teknik Sunumlar 2002, Seminerler Dizisi* 3, 59-78, Ankara.
- Türkes, M.; Koç, T.; Sarış, F. (2009a) "Spatiotemporal variability of precipitation total series over Turkey", *International Journal of Climatology*, 29, 1056-1074.
- Türkes, M.; Akgündüz, A. S.; Demirörs, Z. (2009b) "Palmer Kuraklık İndisi'ne göre İç Anadolu Bölgesi'nin Konya Bölümü'ndeki kurak dönemler ve kuraklık şiddeti", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7 (2), 129-144.
- Türkes, M.; Tatlı, H.; Altan, G.; Öztürk, M. Z. (2011a). "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), ISBN 978-975-6686-04-1, 7-10 September 2011, Türk Coğrafya Kurumu – İstanbul University.
- Türkes, M.; Kurnaz, M. L.; Öztürk, T.; Altınsoy, H. (2011b) "Climate Changes versus "Security and Peace" in the Mediterranean Macroclimate Region: Are They Correlated?", In *International Human Security Conference Series (Human Security New Challenges, New Perspectives) Proceedings*: 625-639, 27-28 October 2011, İstanbul, Turkey.
- Uslu, N.; Ünal, S.; Küçük, Ö. (2002) "Kastamonu orman yangınları üzerine araştırmalar", İçinde *II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 17 – 19 Mayıs 2002, Artvin.
- 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.
- WFAS, (2009) *Keetch-Byram Drought Index*, Wildland Fire Assessment System, (www.wfas.net, 28.06.2009).