



## Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi

Murat Türkeş<sup>1</sup>, Gökhan Altan<sup>2</sup>

### Özet

Muğla yöresi orman yangınları açısından Türkiye'nin en hassas alanları arasında yer alır. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü, sınırları içerisinde oluşan orman yangınlarında her yıl yok olan orman alanları ve bozulan orman ekosistemi servisleriyle bağlantılı önemli düzeyde ekonomik kayıplarla karşılaşır. Bu çalışmada, Muğla meteoroloji istasyonunda kaydedilen uzun süreli meteorolojik veriler kullanılarak, Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi (UNCCD) kuraklık indisi ile Erinç kuraklık indisi hesaplandı ve iklim tipleri belirlendi. Ayrıca, 2008 yılı orman yangınlarının değerlendirilebilmesi için, 2008 yılının günlük verileri kullanılarak Keetch-Byram kuraklık indisi (KBDI) hesaplandı ve indisin orman yangınlarını yakalama oranları belirlendi.

Çalışmada ulaşılan bazı bulgular aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

(i) Muğla'da, UNCCD kuraklık indisine göre Temmuz – Eylül ayları arasındaki dönemde kurak iklim koşulları görülür.

(ii) Erinç kuraklık indisinde, kurak koşullar Haziran – Eylül ayları arasında etkilidir.

(iii) 2008 yılında Keetch-Byram kuraklık indisi, 27.06.2008 – 19.11.2008 günleri arasındaki dönemde 600 indis düzeyinin üzerindedir.

(iv) Keetch-Byram kuraklık indisi, 2008 yılında Muğla'da oluşan 348 orman yangınının % 69'unu kesin yangın olur düzeyinde yakaladı.

(v) 2008 yılı için hesaplanan KBDI sonuçları, yangın olayları ile hava ve iklim koşulları arasındaki ilişkiyi -Erinç ve UNCCD kuraklık indislerine göre- daha kuvvetli bir biçimde gösterir.

**Anahtar Kelimeler:** İklim; Kuraklık İndisleri; Muğla Orman Bölge Müdürlüğü; Büyük Orman Yangını.

<sup>1</sup> Prof. Dr. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, Terzioğlu Yerleşkesi, 17020 – Çanakkale. e-posta: [comu.muratturkes@gmail.com](mailto:comu.muratturkes@gmail.com)

<sup>2</sup> Altınyayla Lisesi, Sivas. e-posta: [comu.gokhanaltan@gmail.com](mailto:comu.gokhanaltan@gmail.com)

## Analysis of the year 2008 fires in the forest lands of the Muğla Regional Forest Service by using drought indices

Murat Türkeş<sup>1</sup>, Gökhan Altan<sup>2</sup>

### Abstract

Muğla district is existed among the most risky areas of Turkey in terms of forest fires. In every year, Muğla Regional Forest Service faces significant level of economic losses associated with disappearance of the forest lands and degradation of the ecosystem services due to the forest fires occurred within its regional boundaries. In this study, by using long-term meteorological data recorded at the Muğla meteorology station, the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) aridity index and Erinç's drought index values were calculated along with determination of the climate types. In addition, in order to assess the year 2008 forest fires, the Keetch-Byram drought index were calculated, and its capture rates of forest fires were determined, by making use of the 2008 daily data. Some findings reached in this study can be summarized as follows:

(i) Arid climate conditions are seen in Muğla during the period between the months of the July and the September according to the UNCCD aridity index.

(ii) Arid conditions are found to have been effective between the months of the June and the September in terms of the Erinç's drought index.

(iii) In the year of 2008, the Keetch-Byram drought index was over the high index level with a 600 value during the period between the days of 27.06.2008 and 19.11.2008.

(iv) The Keetch-Byram drought index caught 69% of the 348 forest fires occurred at Muğla in the year of 2008 with a certain level of fire occurrence.

(v) Results of the Keetch-Byram drought index that were calculated for the year of 2008 have shown higher relationships between the events of forest fires and the weather and climate conditions in comparison with the UNCCD aridity and Erinç's drought indices.

**Keywords:** Climate; Drought Indices; Muğla Regional Forest Service; Large Forest Fire.

---

<sup>1</sup> Prof. Dr. Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Geography, Terzioğlu Yerleşkesi, 17020 – Çanakkale, Turkey. E-Mail: [comu.muratturkes@gmail.com](mailto:comu.muratturkes@gmail.com)

<sup>2</sup> Altinyayla High School, Sivas, Turkey..E-Mail: [comu.gokhanaltan@gmail.com](mailto:comu.gokhanaltan@gmail.com)

## 1. Giriş

Dünyanın birçok ülkesinde ve Türkiye'de, orman varlığını tehdit eden etmenlerin başında orman yangınları gelir. Orman yangınları, her yıl dünyanın çeşitli flora bölgelerinde ve ormanlık alanları üzerinde etkili olmakta, katrilyonlara ulaşan yangınla savaşım harcamasına, can, mal ve rekreasyon kayıplarına neden olmaktadır. Türkiye, büyük bir bölümü, özellikle batı ve güney bölgeleri, yazları sıcak/çok sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı büyük Akdeniz iklim kuşağında yer aldığı için, her yıl önemli sayıda orman yangınları ile karşı karşıya kalır (Erkan, 2006; Altan, 2011; Altan *ve ark.*, 2011).

Orman yangınları, Akdeniz Havzası'ndaki pek çok ülkede ve Türkiye'de orman arazileri üzerinde olumsuz etkilerde bulunan afetlerin başında gelir. Orman yangınları, orman arazileri ile bitkilerin büyümesi, yapısı ve bulunuş yerlerini etkileyerek özellikle karbon döngüsünde ve öteki biyojeokimyasal döngüler üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır (Türkeş, 2010a; Altan, 2011; Türkeş *ve ark.*, 2011ab). Ormanların ekolojik yapısı ve tür 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 *ve ark.*, 2000; Türkeş *ve ark.*, 2011a; Altan, 2011).

Afet Kaynaklı Salgın Hastalıkları Araştırma Merkezi'nin (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, CRED) istatistiklerine göre, ekstrem sıcaklıklar (sıcak ve soğuk hava dalgaları, vb.), kuraklık ve orman yangınları gibi klimatolojik kökenli afetlerin frekansında 1990'ların ortasından başlayarak bir artış gözlenmektedir. Her yılın bir önceki yıldan daha kurak olma olasılığının artması ve buna bağlı olarak 1990'lardan başlayarak küresel sıcaklıklardaki artış, kış aylarındaki ani sıcaklık değişiklikleri ve don olayları ile yaz aylarındaki yüksek gündüz ve gece hava sıcaklıkları ve uzun süreli sıcak hava dalgaları canlı yaşamı için önemli bir tehdit oluşturur. Ayrıca, kurak ve sıcak geçen yaz aylarındaki sıcak hava dalgaları, orman yangınlarını tetikleyerek büyük kayıplara yol açar (Acar Deniz ve Türkeş, 2011).

Kurak koşullar ile orman yangınları arasındaki ilişkinin varlığı pek çok ülke tarafından da farklı indislerle denetlenir. Örneğin, ABD, Kanada, Rusya gibi ülkelerde orman yangınları ile kurak koşullar arasında ilişki kurma amacıyla kullanılan çok sayıda indis bulunur. Palmer Kuraklık Şiddet İndisi, Keetch-Byram Kuraklık İndisi, Kanada Orman Yangın Hava İndisi ve



## 2. Yöntem

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

Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesinde (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, 2011, vb.). UNCCD kuraklık indisi (*AI*), çalışma alanındaki kurak arazi çeşitlerini belirlemenin yanı sıra, orman yangınlarına neden olabilen kurak koşulların belirlenmesi için kullanıldı. *AI*, aşağıdaki basit eşitlik, kullanılarak hesaplanır (UNEP, 1993; Türkeş, 1999):

$$AI = \frac{P}{PE} \quad (1)$$

*Denk. (1)*'de, *AI*, kuraklık indisi olmak üzere; *P*, yıllık yağış toplamı (mm) ve *PE* ise yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyonu (mm) gösterir. 1.0'ın altındaki *AI* değerleri, ortalama iklim koşullarında yıllık su açığı ya da noksanı olduğunu gösterir (Türkeş, 1998, 1999; Türkeş ve Akgündüz, 2011). Bu çalışmada, Muğla OBM'deki orman yangını riski açısından kurak koşulları tanımlamak için Çizelge 1'deki ölçütler kullanıldı.

**Çizelge 1:** UNCCD kuraklık indisine göre Türkiye'deki kurak arazi/iklim tipleri ve çölleşmeye eğilimli alanlar (Türkeş, 1999, 2010ab, 2011).

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 açık	Batıda ve kurak-yarınemli çevresinde
1.00 – 1.99	Nemli	Çölleşme yok	Karadeniz Bölgesi
2.00 >	Çok nemli	Çölleşme yok	Rize ve Hopa yöresi

### 2.2. Erinç Kuraklık İndisi

Erinç kuraklık ya da yağış etkinliği indisi (*I<sub>m</sub>*), *Denk. (2)* ile hesaplanır (Erinç, 1965):

$$I_m = \frac{\bar{P}}{\bar{T}_{mak}} \quad (2)$$

Denklemde;  $\bar{P}$ , aylık, mevsimlik ya da yıllık yağış toplamının (mm) ve  $\bar{T}_{mak}$  ise, ortalama maksimum hava sıcaklıklarının (°C) uzun süreli ortalamasıdır.

Türkeş, M., Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 9:1. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>

Erinç indisi, tam kurak ile çok nemli arasında 6 indis sınıfına ayrılmıştır (Çizelge 2). Yağış tutarlarının doğrudan ortalama maksimum hava sıcaklıklarına oranlanması ile elde edilen indis, Türkiye'nin kuzeydoğu Anadolu (Erzurum-Kars) bölümü gibi karasal-kışı soğuk/çok soğuk iklim bölgelerinde gerçekte olduğundan daha nemli bir iklimin görülmesine neden olur. Buna bağlı olarak Erinç, indisin hesaplanmasında ortalama sıcaklık yerine ortalama maksimum sıcaklık değerlerini kullanmayı benimsemiştir. Ayrıca Erinç, indisinin, ortalama maksimum sıcaklık değerinin 0 °C'nin altına düştüğü aylarda, evapotranspirasyonun olamayacağını varsayarak kullanılmamasını önermiştir (Erinç, 1965; Türkeş, 1990, 2011).

**Çizelge 2:** Erinç kuraklık indisine ( $I_m$ ) karşılık gelen iklim ve vejetasyon çeşitleri (Erinç, 1965; Türkeş, 2011).

Kuraklık İndisi ( $I_m$ )	İklim	Vejetasyon
< 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 alansal dağılımları ile karşılaştırarak, indisini altı ana sınıfa ayırmıştır (Çizelge 2).

### 2.3. Keetch-Byram Kuraklık İndisi

Keetch-Byram kuraklık indisi (KBDI), Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı'na bağlı Orman Servisi'nde toprak nemi ile hava ve iklim koşullarına bağlı meteorolojik kuraklık olasılığını tahmin etmek için kullanılan ve John J. Keetch ve George M. Byram tarafından 1968 yılında geliştirilen bir kuraklık indisidir (Morris, 2007; Yamak, 2006). İndisin en önemli özelliği, kuraklık ve orman yangınları arasında bağlantı kurması ve orman yangınlarının tahmin edilmesine yönelik olmasıdır. KBDI, toprak nem içeriği, maksimum hava sıcaklığı, potansiyel evapotranspirasyon ve yağış değerlerini kullanarak orman yangınları için riskli günleri belirler (Keetch ve Byram, 1968).

KBDI, havanın yağışlı ya da yağışsız olmasına bağlı olarak aşağıdaki kurallar ve eşitlikler temel alınarak hesaplanır:

Eğer yağış ( $P$ ) yoksa ve maksimum sıcaklık ( $T_{mak}$ ) 6.78 °C'den küçükse ( $P = 0$ ,  $T_{mak} < 6.78$  °C), Denk. (3) kullanılır:

Türkeş, M., Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 9:1. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>

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

Eğer yağış yok ve maksimum sıcaklık 6.78 °C'den büyükse ( $P = 0$ ,  $T_{mak} > 6.78$  °C),

*Denk. (4)* kullanılır:

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

Eğer yağış var ve 24 saatlik yağış toplamı 5.1 mm'den az ise ( $P \neq 0$ ,  $P_{24} < 5.1$  mm),

*Denk. (4)*'e dönülür.

Buna karşılık, eğer yağış var ve 24 saatlik yağış 5.1 mm'den fazla ise ( $P \neq 0$ ,  $P_{24} > 5.1$  mm), hesaplama aşağıda verilen *Denk. (5)* kullanılarak yapılır:

$$I(t) = [I(t-1) - 39.37 \cdot P_{24}] + kf(t) \quad (5)$$

Yukarıda verilen denklemlerden elde edilen herhangi bir indis kullanılarak, kuraklık etmeni de aşağıda verilen *Denk. (6)* ile hesaplanır:

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

Denklemlerde;  $P$ , kuraklık etmeni hesaplanacak günün yağış tutarını (mm);  $T_{mak}$ , günlük maksimum hava sıcaklığını (°C);  $P_{24}$ , son 24 saatteki toplam yağışı (mm);  $\bar{P}_{yil}$ , yıllık ortalama yağış tutarını (mm);  $kf(t)$ ,  $t$  zamanındaki kuraklık etmenini;  $I$ , KBDI değerini gösterir (Keetch ve Byram, 1968; Goodrick, 2003; Dolling, 2005; Altan ve ark., 2011).

Keetch ve Byram (1968), kuraklık indisini aşağıda özetlenen 5 temel varsayım üzerine kurmuştur:

(i) Bir ormandaki nem kaybı, o alandaki bitki örtüsünün yoğunluğuna bağlıdır.

(ii) Bitki örtüsü ile yağış arasındaki ilişkide, bitki örtüsünün terleme (transpirasyon) ile kaybettiği nem yıllık ortalama yağışı etkiler. Buna bağlı olarak, bitki örtüsünün azalması nem oranının azalmasına neden olduğundan yıllık yağışın da azalmasını sağlar (Goodrick, 2003).

(iii) Toprak neminin tükenmesi buharlaşma-terleme (evapotranspirasyon) ilişkilerine bağlıdır.

(iv) Toprak neminin azalması, bitkinin kuruma (solma) noktası nemine karşılık gelir ve bu değer en düşük nem düzeyi olarak kullanılır. Kuruma noktası nemi, toprak nem içeriğinde kullanılabilir nem ile kullanılamayan nemi birbirinden ayırır. Toprağın kuruma noktası nemi, benzer koşullar altında verilen zamanda topraktaki kullanılabilir suyun tutarıyla doğrudan orantılıdır.

Türkeş, M., Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 9:1. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>

(v) Kuraklığın geliştiği toprak katmanının derinliği, topraktaki kullanılabilir suyun 203.2 mm olarak belirlenen tarla kapasitesine (İng: *field capacity*) karşılık gelir. Öte yandan, seçilen bu sınırın 203.2 mm olması zorunlu değildir. Ancak, orman yangınlarının kontrolü açısından, 203.2 mm'lik tarla kapasitesi değeri uygundur. Bunun başlıca nedeni, pek çok bölgede bitki örtüsünün tarla kapasitesi kadar suyu yaz dönemi boyunca terleme yoluyla kaybetmesinin olası olmasıdır (Keetch ve Byram, 1968).

**Çizelge 3:** Keetch-Byram kuraklık indis değerine göre yangın tehlike olasılıkları (Keetch ve Byram, 1968).

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

KBDI hesaplamaları sonucunda elde edilen indis değeri, hesaplaması yapılan güne ait bir yangın sınıfı ve yangın tehlike olasılığına karşılık gelir. İndis değerine karşılık gelen yangın olasılıkları Çizelge 3'te verilen değerlere göre belirlenir (Keetch ve Byram, 1968; Türkeş ve ark., 2011a).

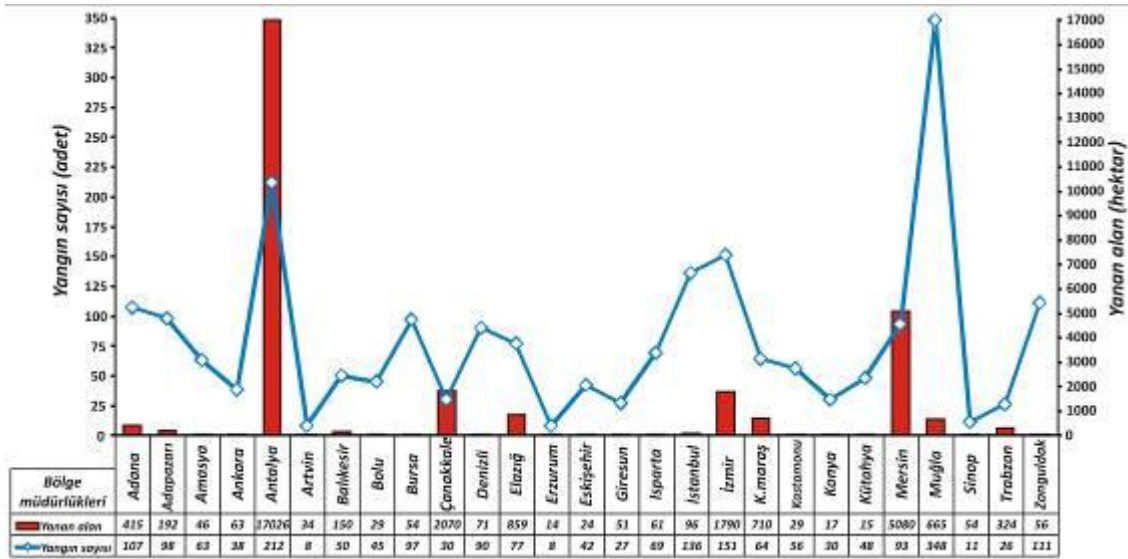
### 3. Bulgular

#### 3.1. Türkiye'de 2008 yılı Orman Yangınları

Türkiye'de, 2000 – 2009 döneminde en fazla yanan alan 2008 yılındadır. Bu 10 yıllık dönemde, yalnızca 2000 yılı (26,352 hektar) 2008 yılı ile birlikte 20,000 hektar üzerinde yanan alana sahiptir. 2008 yılında oluşan 2135 orman yangınında 29,749 hektar orman alanı zarar gördü.



Türkeş, M., Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 9:1. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>



**Şekil 2:** Türkiye'de 2008 yılı orman yangınlarının ve yanan alanların orman bölge müdürlüklerine göre dağılımı (OGM, 2010).

2008 yılında orman bölge müdürlükleri arasında en fazla orman yangını 348 yangınla Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nde çıkarken, Muğla'yı 212 orman yangınıyla Antalya Orman Bölge Müdürlüğü, 151 orman yangınıyla da İzmir Orman Bölge Müdürlüğü takip eder (Şekil 2). 2008 yılında en fazla yanan orman alanı 17,026 hektar ile Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ne aittir. Antalya'yı, Mersin Orman Bölge Müdürlüğü 5080 hektar orman alanı ile takip ederken, Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü ise 2070 hektar ile üçüncü sırada bulunur.

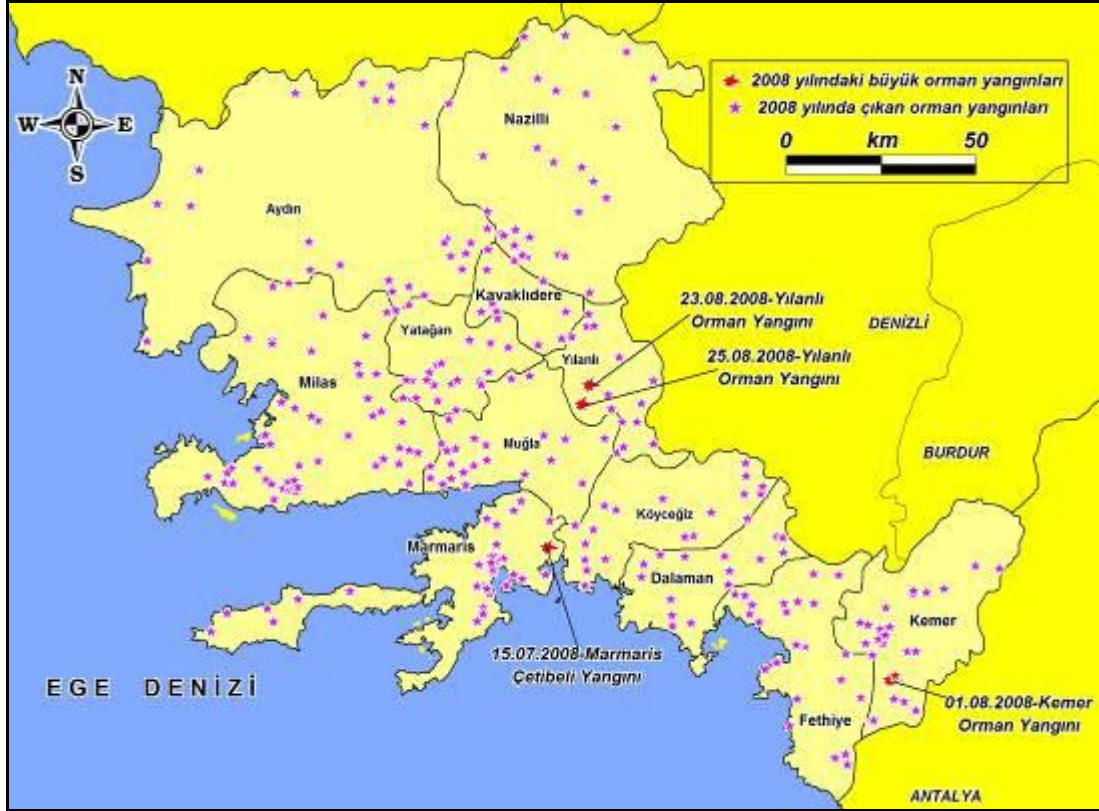
### 3.2. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü (OBM)'nde 2008 Yılı Orman Yangınları

Muğla OBM, 2008 yılında çıkan 348 orman yangınında toplam 663.10 hektar orman alanı zarar gördü. 2008 yılında 348 orman yangınıyla Türkiye'deki 27 orman bölge müdürlüğü arasında ilk sırada yer alan Muğla, 663.10 hektarlık yanan alan ile 7. sırada yer aldı. Şekil 3'teki haritadan da anlaşılacağı gibi Muğla'da 2008 yılında orman yangınları genellikle aynı yörelerde yoğunlaştı. Kemer, Marmaris, Milas ve Yatağan orman işletme müdürlüklerinde her dönemde orman yangını riski oldukça yüksektir.

Muğla OBM'de 2008 yılında işletme müdürlükleri arasında en fazla orman yangını, 76 yangınla Milas Orman İşletme Müdürlüğü'nde çıktı. Milas'ı 35 orman yangınıyla Nazilli ve 34 orman yangınıyla Fethiye orman işletme müdürlükleri izledi (Şekil 4a). Muğla OBM'de, 2008 yılında yangın sayısı açısından en yoğun ay 80 orman yangınıyla Temmuz ve yanan alan açısından en yoğun ay 500 hektarla Ağustos'tur. Yangın sayısı açısından Temmuz'u Ağustos izleyerek 58 orman yangınıyla en fazla yangın çıkan ikinci aydır. 2008 yılında orman

Türkeş, M., Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 9:1. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>

yangınının en fazla çıktığı üçüncü ay ise, 37 yangınla Haziran ayıdır. Kış mevsiminde toplam 26 orman yangını görülürken, sonbahar mevsiminde 90 orman yangını çıkmıştır (Şekil 4b).

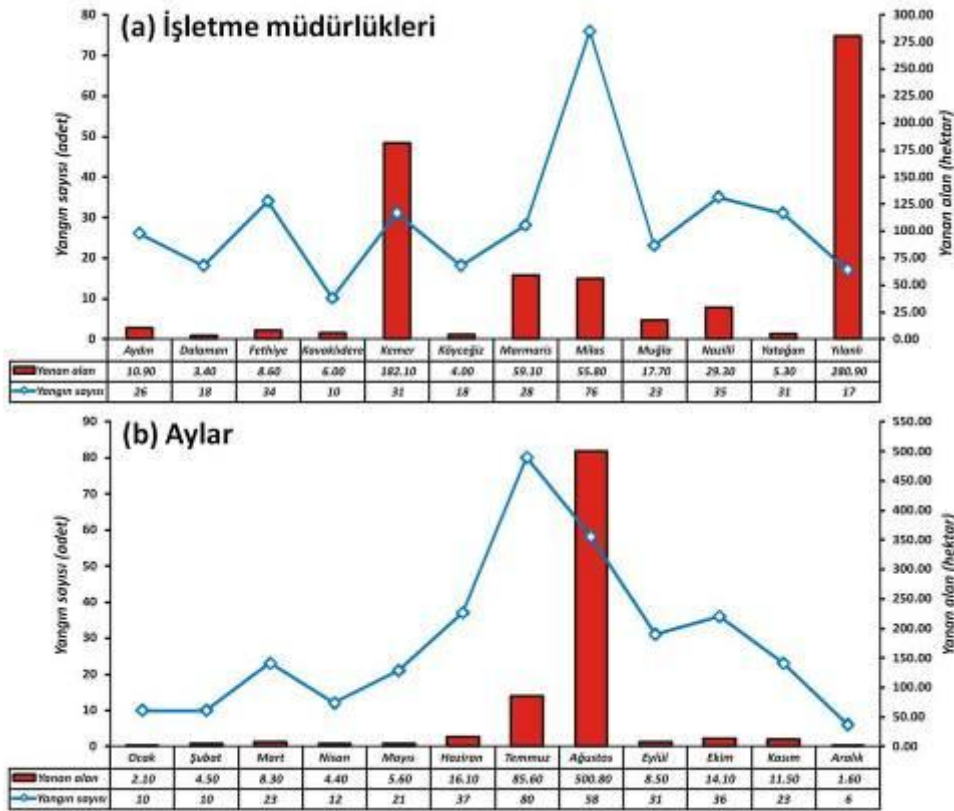


**Şekil 3:** Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nde 2008 yılında çıkan orman yangınlarının işletme müdürlüklerine göre dağılımı (Muğla OBM'de 2008 yılında GPS verisi olmayan ya da yanlış kaydedildiği belirlenen orman yangınlarına haritada yer verilmedi).

Muğla OBM'de, 2008 yılında aylara göre en fazla yanan alan değerlerinde 500 hektar ile Ağustos ayı öne çıkar. Ağustos ayından sonra en fazla yanan alan 85.60 hektarlık alan ile Temmuz ayında gerçekleşir. Muğla OBM'de bu aylar dışında kalan aylarda yanan alanlar 20 hektarın altında kalır. Temmuz ve Ağustos aylarının toplamı 2008 yılında yanan alanların % 88'ini oluşturur (Şekil 4b).

Muğla OBM 2008 yılı orman yangınları çoğunlukla ihmal kaynaklıdır. 348 orman yangınının % 63'ü ihmal nedeniyle çıkarken, % 26'sının nedeni yıldırım ve % 11'i ise enerji iletim hatlarının taşınmasına bağlı olarak çıkan kaza nedenli yangınlardan oluşur. İhmalen kaynaklanan yangınların sayısı 219'dur. İhmal nedenleri arasında, sigara, tarla temizliği, çoban ve piknik ateşi, anız yakılması, diğer nedenler ve nedeni bilinmeyen yangınlar bulunur. % 26 orana sahip olan yıldırım düşmesi kaynaklı yangınların sayısı 38'dir. Kasıt nedeniyle çıkan yangın sayısı ise 90'dır (Şekil 5).

Türkeş, M., Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 9:1. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>



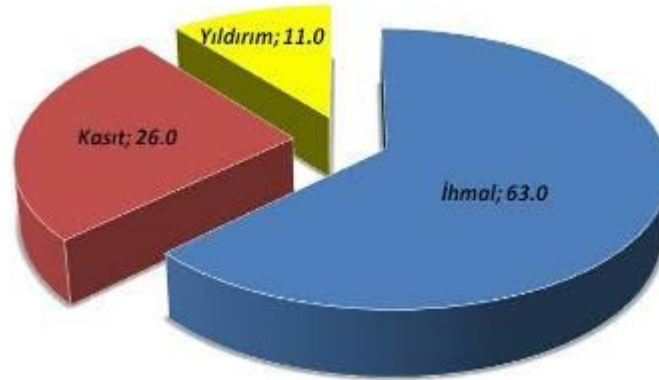
**Şekil 4:** Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nde 2008 yılında oluşan orman yangınlarının (a) işletme müdürlüklerine, (b) aylara göre dağılımı.

Muğla OBM'de 2008 yılında 100 hektardan büyük üç adet orman yangını oluştu. 100 hektardan küçük ancak diğer orman yangınlarından daha fazla alan kaybına neden olan Marmaris orman yangınında 45 hektarlık alan zarar gördü (Şekil 3). Bu dört büyük orman yangınında toplam 497 hektarlık alan orman özelliğini kaybetti. Muğla OBM'de 2008 yılında çıkan 348 orman yangınında toplam 663.1 hektarlık orman alanının zarar gördüğü düşünüldüğünde, bu dört büyük orman yangınında kaybedilen alan 2008 yılında kaybedilen alanın % 75'ini oluşturur. Muğla OBM'de 2008 yılında çıkan 344 yangında toplam 166.10 hektarlık alan yanarken bu dört yangının toplamı diğer 344 yangından 3 kat daha fazla alanın zarar görmesine neden oldu.

15.07.2008 günü saat 10:45'te Marmaris Orman İşletme Müdürlüğü, Çetibeli İşletme Şefliğinde çıkan orman yangını şiddetli rüzgârın etkisi ile 45 hektar orman alanını tahrip etti. 01.08.2008 günü saat 14:00'da Kemer Orman İşletme Müdürlüğü, Kemer İşletme Şefliğinde çıkan orman yangınında 176 hektar orman alanı yandı. 23.08.2008 ve 25.08.2008 tarihlerinde Yılanlı Orman İşletme Müdürlüğü, Yılanlı Orman İşletme Şefliğinde çıkan orman

Türkeş, M., Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 9:1. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>

yangınlarında 276 hektar olmak üzere bu 4 yangında toplam 497 hektar orman alanı zarar gördü (OGM, 2010).



**Şekil 5:** Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nde 2008 yılında oluşan orman yangınlarının çıkış nedenlerine göre dağılımı (%).

### 3.3. UNCCD Kuraklık İndisi Sonuçları

Muğla meteoroloji istasyonu için hesaplanan kuraklık indisine göre, yılın Haziran–Eylül arasındaki dönemi kurak ve yarıkurak iklim koşullarının etkisi altında geçer. Bu dönem aynı zamanda orman yangınlarının olumsuz etkilerinin oldukça şiddetli hissedildiği döneme de karşılık gelir (Çizelge 4).

**Çizelge 4:** Muğla meteoroloji istasyonunun UNCCD Kuraklık İndisi hesaplama sonuçları.

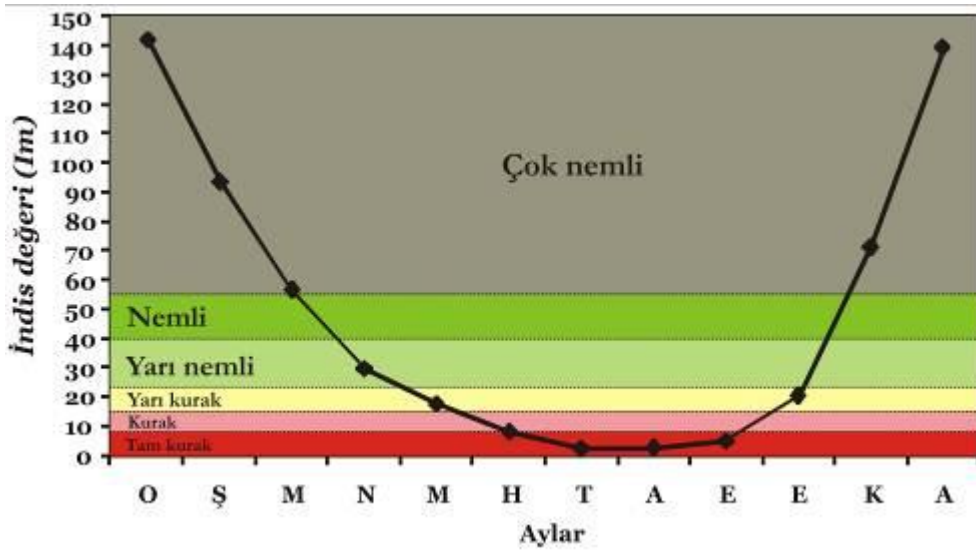
Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
AI	19.96	13.61	5.67	1.80	0.74	0.25	0.06	0.07	0.16	0.96	5.51	15.46	1.59
İklim tipi	ÇN	ÇN	ÇN	N	YN	YK	K	K	K	YN	ÇN	ÇN	N

[ÇN: çoknemli, N: nemli, YN: yarınemli, K-YN: kuru-yarınemli, YK: yarıkurak, K: kurak].

İlkbahar mevsimi genel olarak nemli geçerken Eylül ayında sona eren kurak koşullarla birlikte Ekimden itibaren yarınemli ve Kasım – Mart arasındaki dönemde çok nemli iklim koşulları etkin olur. Muğla için hesaplanan yıllık kuraklık indisi değeri de Muğla genelinde iklimin nemli olduğunu gösterir (Çizelge 4).

Orman yangınlarının Çizelge 4'te kurak renkli olarak verilen Haziran – Eylül arasındaki dönemde sıklaşması ve bazı yıllarda Ekim ayına sarkması doğrudan Muğla'daki kurak koşulların etkisini hissettirmesi ile ilişkilidir. Bu dönemdeki kurak koşullar orman yangınlarının başlaması, gelişimi ve etki derecesini belirlemesi açısından oldukça önemlidir.

Türkeş, M., Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 9:1. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>



Şekil 6: Muğla meteoroloji istasyonu için hesaplanan Erinç kuraklık indislerinin yıl içindeki değişimi.

### 3.4. Erinç Kuraklık İndisi Sonuçları

Muğla'da Erinç kuraklık indisine göre Haziran – Eylül döneminde kurak iklim özellikleri egemendir (Çizelge 5 ve Şekil 6). Erinç kuraklık indisindeki bu kurak dönem UNCCD kuraklık indisinde de benzer şekilde kendini gösterirken orman yangınlarının yoğunlaştığı döneme de karşılık gelir.

Çizelge 5: Muğla meteoroloji istasyonunun Erinç Kuraklık İndisi hesaplama sonuçları.

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
$I_m$	141.89	93.34	56.42	29.36	17.41	8.07	2.11	2.50	4.92	20.31	71.09	139.15	27.86
İklim tipi	ÇN	ÇN	ÇN	N	YK	K	TK	TK	TK	YK	ÇN	ÇN	YN

[ÇN: çöknemli, N: nemli, YN: yarınemli, YK: yarıkurak].

Erinç kuraklık indisine göre Muğla'da Kasım – Nisan ayları arasındaki dönemde nemli özelliklerin orman yangınları açısından potansiyel risk içermediği görülür. Şekil 6'da tam kurak aylara karşılık gelen Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları orman yangın riskinin en fazla olduğu aylardır. Muğla'da geçmiş yıllarda oluşan orman yangınlarının oluşumuna bakıldığında, Haziran ayı ile birlikte 4 aylık devre, her yıl Muğla'da en fazla orman yangınının olduğu dönemdir. 2008 yılında da bu dönemdeki orman yangınlarının oldukça fazla olduğu görülür (Şekil 4b).

Muğla'da Erinç kuraklık indisine göre kurak dönemler Ekim ve Mayıs aylarında da etkisini hissettirir. Buna bağlı olarak belirli yıllarda bu dönemlerdeki orman yangınlarında

yanan alan açısından önemli kayıplar yaşandığı görülür. Muğla'da nemli koşulların etkili olduğu Kasım ve Nisan ayları arasındaki dönem dışında, orman yangınlarının sayısında ve yanan alan tutarında 2008 yılında olduğu gibi önceki yıllarda da artışlar görülür (Şekil 6 ve Çizelge 5).

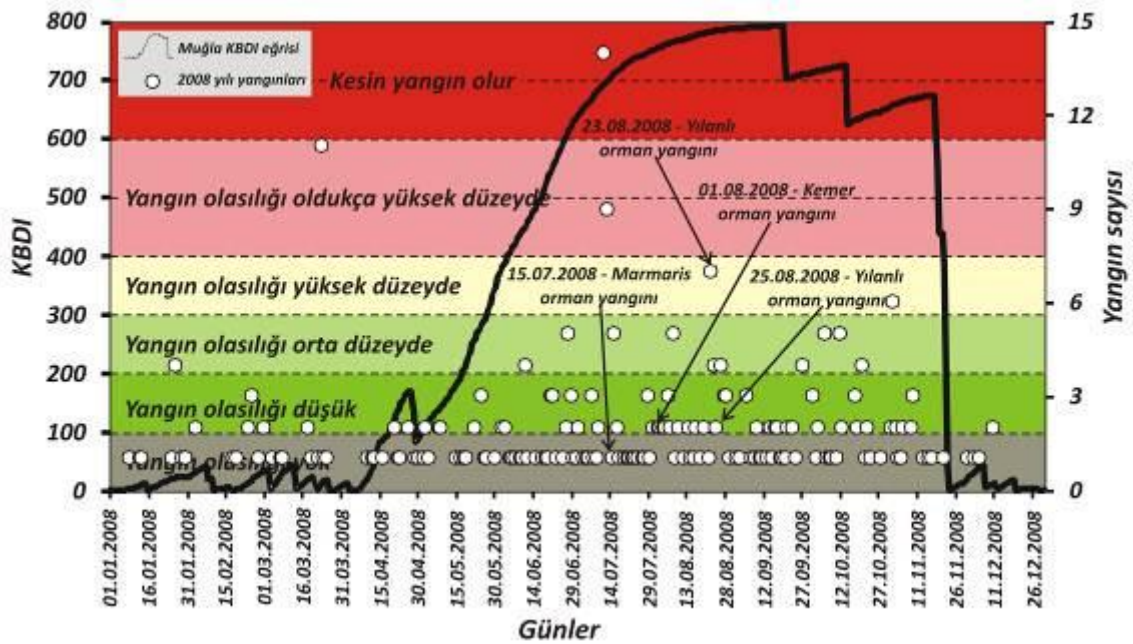
### 3.5. Muğla 2008 Yılı Keetch-Byram Kuraklık İndisi Sonuçları

Muğla meteoroloji istasyonunun verilerine uygulanan Keetch-Byram Kuraklık İndisi verilerine göre yılın ilk 4 ayında (Nisan ayının ortalarına kadar) KBDI 100 değerinin altında yangın olasılığının olmadığı dönemdedir. Muğla OBM, orman yangınlarının yoğunlaştığı bir yörede bulunduğundan yangın olasılığının en düşük seviyede olduğu bu dönemde bile, 47 orman yangını çıktı. Bu dönemde her ne kadar 47 orman yangını meydana gelse de bu orman yangınlarındaki yanan alanlar 16.20 hektar ile önemli bir alan kaybı oluşturmadı (Şekil 7).

19.04.2008 gününden başlayan 10 günlük devrede, kuraklık indisi 100 seviyesinin üzerine çıkmış olsa da, 28.04.2008 günü oluşan 9.8 mm'lik yağış indisin hızla düşmesine neden olmuştur. 9.04.2008 ile 28.04.2008 arasındaki bu 10 günlük devrede çıkan 6 orman yangınında 2.90 hektarlık orman alanı zarar gördü. 29.04.2008 gününden sonra KBDI yeniden hızlı bir yükselme sürecine girerek 3 günde tekrar 100 değerinin üzerine çıktı. Mayıs ayının başından ortalarına kadar KBDI 200 değerini geçti. Muğla yöresindeki kuraklık etkisi ve su kaybının bu dönemdeki artışı kuraklık indisinin de artışına neden olurken orman yangınlarının miktarını da arttırdı. 10 günlük devrede 200'e yükselen KBDI, 10 orman yangınının görüldüğü bu dönemde 2.80 hektarlık orman alanını kaybettirdi.

Kuraklık indisi 200-300 ve 300-400 arasındaki sınıflarda birbirini izleyen 9 günlük devrelerde yükselirken, Haziran ayının başlamasıyla birlikte yangın olasılığı da oldukça yüksek düzeye ulaştı. Bu 18 günde toplam 15 orman yangınında 4.1 hektar gibi önemsiz bir kayıp görüldü. Ancak bu kayıplar önemsiz olsa da bu dönemde indis değerinin çok kısa zamanda aniden yükselmesi, yöredeki kurak koşulların etkisini ortaya çıkarması açısından oldukça önemlidir.

Türkeş, M., Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 9:1. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>



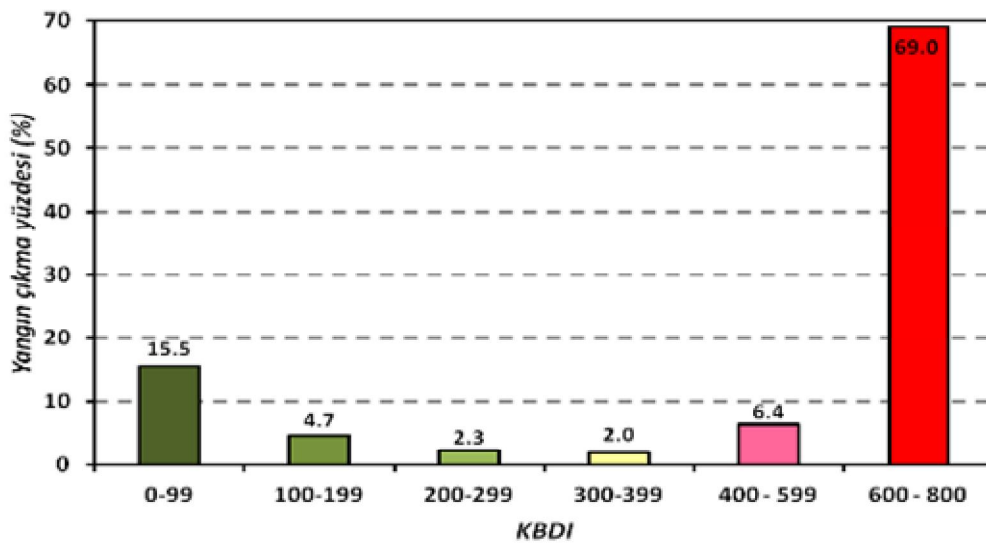
**Şekil 7:** Muğla meteoroloji istasyonunun 2008 yılı verilerine uygulanan Keetch-Byram Kuraklık İndisi değerleri ile 2008 yılında Muğla OBM'deki orman yangınları.

Haziran ayı başından sonuna kadarki 22 günlük devrede, KBDI, 400'den 600'lü değerlere yükselerek yangın olasılığını kesin yangın olur seviyesine kadar çıkardı. 05.06.2008–26.06.2008 dönemindeki bu 22 günde oluşan 22 orman yangınında yanan alan miktarı yılın bundan önceki dönemlerine göre biraz artış gösterse de Muğla OBM için çok önemli olmayan 8.4 hektarlık bir kayıp oluşturdu.

27.06.2008 gününden 19.11.2008 gününe kadar geçen 145 günde KBDI, sürekli 600 değerinin üzerindeki kesin yangın olur seviyesindedir. Bu dönem içerisindeki 20.09.2008 günü KBDI, 793 değeri ile en yüksek seviyesine ulaştı. KBDI'nın en yüksek değerine ulaştığı bu güne kadar sürekli artış gösteren indis, 21.09.2008 günü oluşan 23 mm'lik yağıştan etkilenecek azalmaya başladı.

27.06.2008–20.09.2008 arasındaki dönemde Muğla OBM'de toplam 170 orman yangınında 600 hektarlık orman alanı tahrip oldu. Bu 170 orman yangını içerisinde Muğla OBM'de 2008 yılında en fazla alanı etkileyen 4 büyük orman yangını da yer aldı. Bu 4 büyük orman yangını çıkış tarihine göre sırasıyla, 15.07.2008 günü Marmaris-Çetibeli'de 45 hektar (KBDI: 706); 01.08.2008 günü Kemer'de 176 hektar (KBDI: 752); 23.08.2008 günü 108 hektar (KBDI: 783) ve 25.08.2008 günü 168 hektar (KBDI: 784) alanın zarar görmesine yol açtı.

21.09.2008 günü görülen 23 mm'lik yağış kuraklık indisinde ani bir düşüş oluştursa bile, indis değeri tekrar yükselmesini sürdürdü. 15.10.2008 gününe kadar süren bu yükseliş, 25.6 mm tutarındaki yağışla bir anda 600'lü değerlere kadar geriledi. 20.09.2008 gününden sonra indis değerinin 600'lü değerlerin altına düştüğü 19.11.2008 gününe kadar toplam 68 orman yangını çıktı. Bu yangınlarda 22 hektar yanan alan görülürken, 19.11.2008 gününden sonra yağışların başlaması ve maksimum sıcaklık değerlerindeki azalmalar indis değerinin de azalmasına neden oldu.



**Şekil 8:** Muğla meteoroloji istasyonu verilerine göre hesaplanan KBDİ değerlerine göre 2008 yılının yangın oluşma oranları.

2008 yılının son 40 günlük döneminde indis değeri sürekli 100'ün altında kaldı. Bu dönemde 7 orman yangını meydana gelirken bu orman yangınlarındaki kayıp 6.6 hektardır. 2008 yılında Muğla OBM için hesaplanan Keetch-Byram Kuraklık İndisi orman yangınlarını yakalama yüzdesi son derece tutarlı sonuçlar verdi. 0 – 99 indis değerleri arasındaki yangın olasılığının düşük olduğu seviyede yaklaşık olarak % 16'lık yangın yakalayan indis 600 – 800 değerleri arasındaki kesin yangın olur seviyesinde ise Muğla OBM'de oluşan 348 orman yangınının % 69'unu yakalama başarısı gösterdi. 100 – 599 indis değerleri arasındaki yangın olasılığının düşük, orta, yüksek ve oldukça yüksek düzeyde olduğu seviyelerde toplam % 15.5 oranında yangın meydana geldi. Bu durumda 600 – 800 değerlerindeki kesin yangın olur seviyesinde 348 orman yangınının 238'ini yakalayarak oldukça yüksek bir yangın yakalama oranına sahip oldu. Bu sonuçlara göre, Keetch-Byram Kuraklık İndisi'nin Muğla OBM 2008



yılı orman yangınlarını, **yangının çıkması, yayılması ve/ya da büyümesine uygun hava ve iklim koşulları açısından başarılı bir şekilde öngördüğünü** söyleyebiliriz (Şekil 8).

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Muğla, 2008 yılında Türkiye'de en fazla orman yangını çıkan orman bölge müdürlüğü olurken, yanan alanlar açısından 7. sırada yer aldı. Muğla'da 2008 yılında Temmuz ayı 80 orman yangınıyla en fazla orman yangınının çıktığı ay olurken, en fazla yanan alana sahip ay ise 500 hektar ile Ağustos'tur. 2008 yılında Muğla'da oluşan orman yangınlarının % 63'ü ihmal kaynaklıdır. Muğla'da kasıt nedeniyle oluşan orman yangınları % 26 oranla ikinci sırayı alırken, yıldırımın neden olduğu yangınlar % 11 oranla üçüncü sırada bulunur.

Muğla'da UNCCD kuraklık indisine göre Temmuz – Eylül arasındaki dönemde kurak koşullar etkilidir. 2008 yılında en fazla orman yangını Temmuz ayında, en fazla yanan alan Ağustos ayında görüldü. Bu açıdan Muğla'da UNCCD kuraklık indisinin uzun süreli ortalama değerlerden elde edilen sonuçları ile 2008 yılında oluşan orman yangınları arasındaki ilişkinin yüksek olduğu görülür. Ayrıca kuraklık indisinin düşük değerler gösterdiği yağışın yüksek olduğu aylarda orman yangınlarında bir azalma gerçekleşmektedir.

Muğla'da Erinç kuraklık indisine göre, UNCCD kuraklık indisinden farklı olarak kurak koşulların Haziran ayında başladığı ve Temmuz – Eylül arasında tam kurak koşulların etkili olduğu görülür. Erinç kuraklık indisi sonuçları da 2008 yılında Muğla'da oluşan orman yangınlarının kurak koşulların etkisi sonucu oluştuğunu gösterir.

2008 yılında Muğla'da oluşan orman yangınları ile Keetch–Byram kuraklık indisi arasındaki ilişki, Erinç ve UNCCD kuraklık indisleriyle olandan daha kuvvetlidir. Bu ilişkinin öteki indislerden daha yüksek olmasının nedeni, KBDI'nin günlük olarak hesaplanması ve önceki günlerin kuraklık etkisini bir sonraki güne yansıtmasıdır. Kuraklık indisinin yüksek değerler gösterdiği dönemlerde, genellikle orman yangınlarında artışlar görülür. Muğla'da, KBDI'nin yüksek olduğu dönemlerde oluşan orman yangınlarındaki yanan alan tutarlarının da oldukça yüksek olduğu söylenebilir.

Muğla için KBDI'nin hesaplandığı 2008 yılı sonuçları ile uzun süreli ortalama değerlerin kullanıldığı Erinç ve UNCCD kuraklık indisi sonuçları benzer özellikler gösterir. Muğla'da Erinç ve UNCCD kuraklık indislerine göre, her yıl Mayıs sonu ile Ekim sonuna

Türkeş, M., Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 9:1. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>

kadar süren devrede kurak koşulların etkisi hüküm sürer. Bu kurak koşullar aynı zamanda orman yangınlarının oluşumu için de elverişlidir. Bu indis sonuçlarına göre günlük olarak hesaplanan Keetch-Byram kuraklık indisinin 2008 yılı sonuçları da, bu dönemin orman yangınları açısından riskli olduğunu kanıtlar. Buna göre uzun süreli ortalama değerlerden elde edilen kurak koşullar ile 2008 yılı için günlük olarak hesaplanan kuraklık indis sonuçları birbirini destekler ve 2008 yılı kuraklığı ile orman yangınları arasındaki ilişkinin oldukça yüksek olmasına neden olur. Bu yüksek ilişkinin varlığı Şekil 8'deki kesin yangın olur sınıfına ait yangınların oranından elde edilebilir.

Muğla, Akdeniz iklim kuşağının Türkiye'deki en önemli iklimsel değişkenliğe sahip alanlarının başında gelir (Altan, 2011; Altan ve ark., 2011; Türkeş ve ark., 2011a). Muğla gibi Türkiye'nin Akdeniz iklim bölgesi içerisinde bulunan pek çok alanında egemen olan yüksek iklimsel değişkenliğin, gelecekte artabileceği ve daha şiddetli doğal afetlere neden olabileceği öngörülmektedir (Türkeş ve Acar Deniz, 2010; Türkeş, 2011; Türkeş ve ark., 2011ab; Öztürk ve ark., 2012; vb.). Bugünkü egemen iklim özellikleri ile gözlenen ve kestirilen iklim değişikliği ve değişkenlikleri göz önünde bulundurularak (Altınsoy ve ark., 2011; Sen ve ark., 2012; Türkeş ve ark., 2011b; vb.), yöneticilerin bugünden gelecekte oluşabilecek afetler konusunda önlem almaları ve özelde orman yangınlarının önlenmesine yönelik ulusal, bölgesel ve yöresel çözüm önerilerinin geliştirilmesi gereklidir.

## Teşekkür

Çalışmada kullanılan meteorolojik verileri sağlayan Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile orman yangın verilerinin kullanımına izin veren Orman Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz. Yazarlar, ÇOMÜ 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 tezinin bir bölümünün sonuçlarını içeren bu çalışmaya verdikleri destek için BAP Başkanlığı'na teşekkür eder.

## Kaynaklar

- Acar Deniz, Z., Türkeş, M. (2011). Climatology of hot days of the 2010 summer in Turkey and analysis of its atmospheric causes. 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.
- Altan, G. (2011). *Muğla ve Çanakkale İllerinde 2000-2008 Döneminde Gerçekleşen Büyük Orman Yangınlarının Klimatolojik ve Meteorolojik Analizi*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

Türkeş, M., Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 9:1. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>

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, Istanbul. Turkey.*

Altınsoy, H., Öztürk, T., Türkeş, M., Kurnaz, M. L. (2011). Küresel iklim modeli kullanılarak Akdeniz Havzası'nın gelecek hava sıcaklığı ve yağış değişikliklerinin kestirilmesi. 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.

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.

Erkan, A. (2006). Orman yangınları ve meteoroloji. <http://www.meteoroloji.gov.tr/2006/arastirma/arastirma-arastirma.aspx?subPg=105&Ext=htm>, Erişim: 02.11.2008.

Eriñç, S. (1965). Yağış müessiriyeti üzerine bir deneme ve yeni bir indis. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 41*. İstanbul.

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. *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.

Morris, J. A. (2007). *An Analysis of the Keetch-Byram Drought Index as a Predictor of Forest Fire Potential*. A Thesis Submitted to the Faculty of Mississippi State University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Geosciences in the Department of Geosciences Mississippi State, Mississippi.

OGM (2006). *Orman Varlığımız*. TC Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Ankara. 162 sayfa.

OGM (2010). TC Çevre ve Orman Bakanlığı 2008 yılı günlük orman yangın sicil kayıtları.

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. doi:10.3354/cr01082

Sen, B., Topcu, S., Türkeş, M., Sen, B., Warner, J. F. (2012). Projecting climate change, drought conditions and crop productivity in Turkey. *Climate Research* **52**: 175–191. doi:10.3354/cr01074

Türkeş, M. (1990). *Türkiye'de Kurak Bölgeler ve Önemli Kurak Yıllar*. Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul.

Türkeş, M. (1998). İklimsel değişebilirlik açısından Türkiye'de çölleşmeye eğilimli alanlar. *DMİ/İTÜ II. Ulusal Hidrometeoroloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı*: 45-57. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. 18-20 Kasım 1998. Ankara.

Türkeş, M., Altan, G. (2012). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 9:1. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>

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. (2010a). BM Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin iklim, iklim değişikliği ve kuraklık açısından çözümlenmesi ve Türkiye'deki uygulamalar. Çağrılı Panel Bildirisi. *TC Çevre ve Orman Bakanlığı Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu Tebliğler Kitabı*: 601-616. 17-18 Haziran 2010. Çorum.

Türkeş, M. (2010b). *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 bireşimi. *Coğrafi Bilimler Dergisi* **9** (1): 79-99.

Türkeş, M., Acar Deniz, Z. (2010). Klimatolojik/meteorolojik ve hidrolojik afetler ve sigortacılık sektörü. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* **7**: 996-1020.

Türkeş, 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**: 1234 – 1268.

Türkeş, 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.

Türkeş, M., Kurnaz, M. L., Öztürk, T., Altınsoy, H. (2011b). Climate Changes versus “Security and Peace” in the Mediterranean Macroclimate Region: Are They Correlated? *International Human Security Conference Series (Human Security New Challenges, New Perspectives) Proceedings*: 625-639, 27-28 October 2011, İstanbul, Turkey.

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.

Yamak, Ç. (2006). *Investigation over a national meteorological fire danger approach for Turkey with geographic information systems*. A Thesis Submitted to the Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Geodetic and Geographic Information Technologies. 142 p.