

# Türkiye’de Büyük Orman Yangınları ve Uydu-Model Verileri Kullanımı

**Gülten Çamalan**

Meteoroloji Genel Müdürlüğü  
Meteorolojik Afetler Şube Müdürlüğü  
Ankara  
gcamalan@mgm.gov.tr

**İbrahim Çamalan**

Meteoroloji Genel Müdürlüğü  
Havacılık Meteorolojisi Şube Müdürlüğü  
Ankara  
icamalan@mgm.gov.tr

## ÖZET

*Türkiye’de 2005-2022 yılları arasında çıkan büyük orman yangınları, yangınlarda model-uydu verileri kullanımı ile yangınların büyümesindeki sorunlar ve çözümler değerlendirilmiştir. Çalışmada; OGM orman yangın kayıtları, yangın öncesi erken uyarı sağlayan MEUS model ürünleri ve yangınları tespit etme ve takip etmede faydalanılan NASA-Aqua uydusu MODIS sensör verileri kullanılmıştır. 18 yıllık dönemde, toplam 43639 adet orman yangınında 303248 hektarlık ormanlık alan zarar görmüştür. Bu dönemde 100 hektar ve üzeri toplam 245 adet büyük orman yangını çıkmış ve bu yangınlarda toplam 235535 hektarlık ormanlık alan zarar görmüştür. Büyük yangınların tüm yangınlar içindeki sayısal oranı %1 iken yanan alansal oranı %78 dir. 2021 yılı, ülkede çıkan büyük orman yangınlarıyla mücadelenin zor gerçekleştiği bir yıl olmuştur. 2021 yılında yanan alanların %97 sini büyük yangınlar oluşturmaktadır. 2021 yılı yangınlarında yanan alanın toplam %74’ü Antalya ve Muğla Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki ormanlık alanlarda ve %98’i Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleşmiştir. Orman yangınlarında erken, başarılı ve etkili bir mücadelede; yangın risk azaltım çalışmaları yapılması, erken uyarı ve yangın davranış modellerinin geliştirilmesi, yangın algılama ve izlemelerde uzaktan algılama teknolojilerinin kullanımı oldukça önemlidir.*

*Anahtar Kelimeler — Büyük Orman Yangınları, MEUS Modeli, Uydu Verileri.*

## 1. GİRİŞ

Orman yangınları Türkiye ormanlarının sürekliliğini tehlikeye sokan en önemli etkenlerden biridir. Bir bölgede yangın çıkma olasılığını ve yangın davranış özelliğini belirleyen en önemli unsurlar, bölgenin iklimsel ve coğrafi özellikleridir. Türkiye' nin içinde bulunduğu Akdeniz havzası Dünyada yangın riskinin en yüksek olduğu bölgelerden biridir ve iklim değişikliğine bağlı olarak bu bölgede büyük yangınların etkisi giderek artmaktadır [1]. Özellikle Ege ve Akdeniz Bölgeleri yaz aylarında yoğun bir yangın tehdidi altındadır. Yangın sezonunda özellikle bu bölgeler olumsuz arazi şartları, iklim (yangınlar açısından uygun meteorolojik koşulların bulunması), bitki örtüsü (yangına karşı hassas türlerden oluşması-Kızılcıam) ve yoğun nüfus hareketliliği gibi özelliklerin etkisiyle orman yangınlarıyla yakın etkileşim içerisinde [2-3].

Türkiye'de orman yangınlarının %78'i 400 metre yüksekliğe kadar olan ormanlık alanlarda çıkmakta ve çoğu insan faaliyetleri sonucu oluşmaktadır. Yangın çıkan alanların özellikle Ege ve Akdeniz bölgelerinde olması ve bu bölgelerde; nüfus yoğunluğunun ve göçün fazla olması, turizm alanlarının, değerli arazilerin ve kadastro sorunu olan yerler olması sebebiyle yangınların nedenleri olarak görülmektedir [4]. Orman yangın riski; yanıcı madde yüküne ve özelliğine, topografyaya ve hava şartlarına bağlıdır. Hava şartları her an değişiklik gösterdiğinden yangın riskinde dikkatli takip edilmesi gereken bir durumdur. Hava şartları ile ilgili olarak, küçük bir yangının büyük bir yangına dönüşme olasılığı esas olarak maksimum sıcaklığa, nispi nemin düşük olmasına, yağış olmamasına ve rüzgar hız ve yönüne bağlıdır. Meteorolojik faktörler aynı zamanda yanıcı maddenin sıcaklığı ve nem içeriğini etkilediğinden yangın tehlikesini artırıcı ya da azaltıcı yönde rol oynar. Yangın mevsiminden hemen önce alınan yağışların olası yangın riskini azalttığı, önceki yıllarda bol miktarda alınan yağışın biyokütle kullanılabilirliğini arttırdığı ve olası yangınların yoğunluğunu güçlendirdiği; kuraklıkların kısa vadede bitki örtüsünün nemini azaltarak yangın riskini arttırdığı, uzun vadede mevcut biyokütleyi azaltarak yangın riskinin azalmasına katkıda bulunduğu belirtilmektedir [5]. Akdeniz Bölgesinde son yıllarda yaşanan orman yangınlarının etkileri, iklim koşulları ve kırsal faaliyetlerin terk edilmesinden kaynaklı yakıt birikiminin artması nedeniyle insanların artan bir yangın riski ile karşı karşıya olduğunu göstermektedir [6]. Türkiye' de orman yangın sayılarının son yıllarda artışındaki en önemli nedenlerin sırasıyla %54.5'le orman içi ve bitişindeki nüfus hareketliliğinin artışı , %50 ile turizm ve rekreasyonel taleplerin artışı, %36.4 ile hava koşullarındaki ciddi dalgalanmalar, sıcaklıkların artışı, yağışların azalması ve orta/uzun süreli kuraklıklar, %31.8 ile toplumun orman yangınlarına yönelik bilinç düzeyinin yeterli olmaması, bahçe ve sera artıklarının temizliği ve anız yakma, enerji nakil hatlarının yıpranmış olması ve tamir-bakımlarının yeterince yapılmaması, %27.3 ile terör ve %13.6 ile yangınların geçmiş yıllara göre daha fazla kayıt altına alınması

olduğu belirtilmektedir [7]. 28 Temmuz 2021 tarihinde Manavgat da yaşanan büyük orman yangınında, yangın koşullarının hazırlanmasında bölgedeki sinoptik ve yerel hava şartları meteorolojik gözlemlerle ve MEUS model ıktıları ile incelenmiştir. Yapılan analiz sonucu; yağış azlığı-yaşanan kuraklıklar, ülkeyi etkileyen Basra alçak basınç sistemi nedeniyle Türkiye'nin iç kesimlerinde hakim olan Kuzey ve Kuzeydoğulu (karasal) esen rüzgarların Akdeniz bölgesi üzerinde yarattığı fn etkisi ve yaşanan ekstrem sıcaklıkların yangın oluşmasında önemli ölçüde etkili olduğu, meydana gelen yangınlarda belirli hava koşullarının büyük yangınların oluşmasında ne kadar elverişli olabileceği grlmştir. Bu durum MEUS yangın tehlike haritalarında da yüksek riskli alanlar olarak tespit edilmiştir. Ayrıca 2021 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında yaşanan büyük yangınların nedeninin sadece meteorolojik koşulların uygunluğuyla ilgili olmadığı, ülkenin farklı yerlerinde aynı anda çıkan yangınların yerleşim yerlerini ve bazı tesisleri tehdit etmesi nedeniyle söndürme çalışmalarında bu bölgelere öncelik verilmesi, OGM'nin elindeki hava filosunun, personel sayısının araç ve ekipmanların yetersizliği sebebiyle erken müdahalede geç kalınmasından kaynaklı olduğu belirtilmiştir [8].

Yangın davranışına mevcut meteorolojik gözlemlerin incelenmesi ile birlikte sinoptik durum analizi olanak sağlarken, uydular ile aktif yangınlar ve yangından etkilenen alanlar da tespit edilebilmektedir. 2021 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında, yaşanan kuraklık, düşük nem, rekor kıran sıcaklıklar nedeniyle İtalya, Cezayir, Yunanistan ve Türkiye dahil olmak üzere Akdeniz lkelerinde 100 den fazla orman yangınının çıktığı ve 620.000 hektarlık ormanlık alanın zarar gördüğü belirtilmektedir [9]. İtalyadan Türkiyeye Doğu Akdeniz ülkelerini kapsayan bölgede iklim ve bitki sürekliliğinin orman yangınları üzerinde önemli faktörler olduğu, bitki örtüsü sürekliliğinin iki farklı rolü olduğu, yüksek yanıcılığa sahip yakıtların sürekliliği (iğne yapraklı - kızılçam) şiddetli yangın olaylarında sorumlu görülürken, yerel geniş yapraklı ormanların sürekliliği büyük orman yangınlarının yayılmasını sınırlayabilen bir role sahip olduğu belirtilmektedir [10].

Orman yangınlarının meydana getirdiği zararları önlemek veya en aza indirmek için orman yangınları ile etkili bir mücadele gereklidir. Orman yangınlarına zemin hazırlayan çevresel faktörlerin iyi belirlenmesi önemlidir. Farklı iklim ve bitki örtüsü, topoğrafik ve antropojenik koşulların orman yangını duyarlılığı, tehlike ve risk haritaları oluşturulmalıdır. Bu nedenle içerisinde yapılandırılmış nleme ve risk azaltma stratejilerini içeren erken uyarı sistemlerine ihtiyaç vardır. Meteorolojik gözlem ve yangın davranış modelleme araçlarının birarada kullanımı, genellikle yerel halk üzerinde yıkıcı etkilere neden olan aşırı yangın davranışına katkıda bulunan koşulların değerlendirilmesine yardımcı olur ve birleşik yangın-atmosfer modellerinin doğrulanması için gerekli temeli sağlar [11]. Günümüzde yangının meteorolojik tehlikesini

izlemek için farklı yöntem veya indeksler bulunmaktadır. Akdeniz Havzasında en çok kullanılan Fire Weather Index (FWI)' dir [3]. Türkiye'de Meteoroloji Genel Müdürlüğü bünyesinde orman yangınları için önceden tedbir alınabilmesine yönelik bir Orman Yangın Hava Durumu İndeksi çalışması olan Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi (MEUS) bulunmaktadır.

Uzaktan algılama konusundaki teknolojilerin gelişmesiyle beraber, orman yangınları ve yanan alanlar çeşitli uydular sayesinde takip edilebilmektedir. Orman yangınları ve etkilenen alanların uydu verileri ile analiz çalışmaları yeterli düzeyde olmasada bu konuda birtakım çalışmalar bulunmaktadır. 18 Ağustos 2019 tarihinde İzmir Karabağlar-Tırazlı köyünde meydana gelen orman yangınında, Orman Yangınları Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi (MEUS) model çıktıları ile MSG uydusuna ait eview ve Ch4 IR3.9 kanal görüntüleri ile yangından etkilenen alanlar ve yangın sebebiyle atmosfere salınan dumanın etkileri izlenebilmiştir. Orman yangınlarına yönelik erken uyarı sağlayan MEUS çıktıları meteorolojik açıdan potansiyel yangın tehlike seviyesini tahmin etmektedir. Bunun yanında uydu verileri yangınları tespit etmede, aktif yangınları izlemede ve yangınlarda etkilenen alanları karakterize etmede önemli bir rol almaktadır [12]. 28 Temmuz - 12 Ağustos 2021 de Türkiye'de Ege ve Akdeniz Bölgesinde çıkan yangınların ilerleyişi, verdiği hasar ve yangın kaynaklı oluşan aerosollerin atmosferdeki değişimi uydu verileriyle izlenebilmiştir [13]. 20 Temmuz 2020 de Harran Üniversitesi Osmanbey kampüsü ve civarında meydana gelen yangında Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından işletilen Sentinel 2 uydu verilerini kullanarak bitki örtüsünün yangından ne kadar hasar aldığı ve bitki varlığının tahribat derecesi belirlenebilmiştir [14]. 2022 yılı eylül ayında Mersin ili Gülnar ilçesinde meydana gelen orman yangınında yanan alanın büyüklüğü Sentinel-2 uydu görüntüleri ile dNDVI, dSAVI ve dNBR indisleri kullanılarak tahmin edilmiş ve karşılaştırmaları yapılmıştır [15]. 6 Temmuz 2020 tarihinde Çanakkale ili Gelibolu ilçesinde meydana gelen orman yangını sonucunda yanan alanı Landsat-8 OLI ve Sentinel-2 MSI uydu görüntüleri ve uzaktan algılama indeksleri kullanılarak analiz edilmiştir [16].

## **2. METERYAL VE METOD**

Çalışmada Orman Genel Müdürlüğü'nün 2005-2022 yılları arası yangın kayıtları, Orman Yangınları Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi (MEUS) model çıktıları ve NASA Aqua uydusu MODIS sensörü verileri kullanılmıştır.

### **2.1. Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi (MEUS)**

Orman Yangınları Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi (MEUS), Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilmiş, yangın öncesi süreçte önceden tedbir alınabilmesine yönelik bir Orman

Yangın Hava Durumu İndeksi çalışmasıdır. MEUS sistemi 4,5 km çözünürlüklü, 00 GMT Alaro sayısal hava tahmin model verilerini (2m maksimum sıcaklık, 2m ortalama nem ve 10m rüzgar vektör bileşenleri) kullanmaktadır. Veriler bakı analizine tabi tutularak rüzgarın yönüne göre fön etkisi hesaba katılmaktadır. Bu veriler kullanılarak Türkiye için gelecek üç günü kapsayan günlük ve saatlik Orman Yangın Tehlike Haritaları hazırlanmaktadır. Orman yangın tehlike haritalarının yanı sıra saatlik rüzgar hız- yön, sıcaklık ve nem haritaları da üretilmektedir. Tehlike oranları % olarak sınıflandırılıp Türkiye haritası üzerinde renklendirilmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, MEUS sistemi ile yangın tehlike haritaları, anlık ve ilerleyen saatlerdeki meteorolojik tahmin ve uyarıları yangın birimine bildirerek orman yangınlarıyla mücadelede Orman Genel Müdürlüğü'ne destek vermektedir [4, 8, 12].

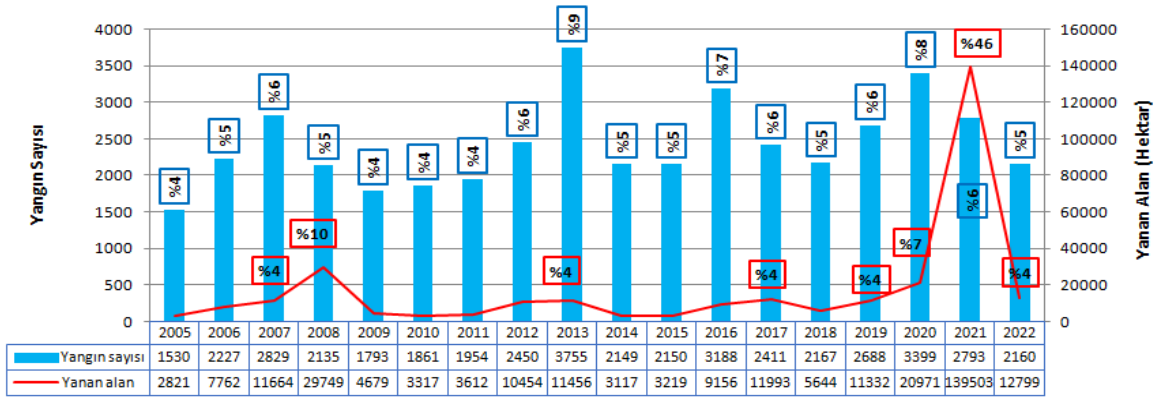
## **2.2. MODIS ve VIIRS Uydu Görüntüleri ile Aktif Yangınların Tespiti**

Türkiye' nin de üyesi olduğu Avrupa Orman Yangını Bilgi Sistemi (EFFIS) Avrupa ve Akdeniz bölgesindeki ormanların yangınlara karşı korunmasından sorumlu hizmetleri model ve uydu verileri ile destekler ve orman yangınları hakkında güncel ve güvenilir bilgileri temin eder. EFFIS, NASA Kaynak Yönetim Sistemi İçin Yangın Bilgileri (FIRMS) tarafından sağlanan aktif yangın verilerini kullanır. Aktif yangınlar, yangınlar tarafından üretilen termal anomalilere dayalıdır. Algoritmalar, potansiyel bir yangının sıcaklığını etrafındaki toprak örtüsünün sıcaklığıyla karşılaştırır; Sıcaklıktaki fark belirli bir eşiğin üstünde ise, potansiyel yangın aktif yangın veya "sıcak nokta" olarak onaylanır. Aktif yangınlarla ilgili bilgiler normalde günde 6 kez güncellenir ve MODIS / VIIRS görüntülerinin alınmasından sonraki 2-3 saat içinde EFFIS'te kullanılabilir hale gelir. Aktif yangınlar, NASA Terra ve Aqua uyduları üzerindeki Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi (MODIS) cihazları ile NASA Suomi Ulusal Kutupsal Yörünge Ortaklığı (SNPP) ve NOAA-20 bünyesindeki Görünür Kızılötesi Görüntüleme Radyometre Paketi (VIIRS)'nde elde edilen ürünlerle izlenilmektedir. MODIS'in aktif yangın algılama pikselinin uzaysal çözünürlüğü 1 km ve zamansal çözünürlük gündüzdür. VIIRS Sensör çözünürlüğü 375 m dir. VIIRS sensörleri MODIS'in gözden kaçırdığı daha küçük yangınları tespit etmede ve devam eden büyük yangınların sınırlarının belirlenmesinde daha etkilidir. EFFIS Hızlı Hasar Tespit Modülü (RDA); yangın mevsimi sırasında mekansal çözünürlüğü 250 m MODIS ve mekansal çözünürlüğü 20 m olan Sentinel-2 uydu görüntülerinden yanmış alanların haritalanmasını sağlar. EFFIS'te toplam yangın sayısının yalnızca bir kısmı haritalanmış olsa da haritalanan yangınların yaktığı alan Avrupa'da yanan toplam alanın yaklaşık %95'ini temsil etmektedir [17].

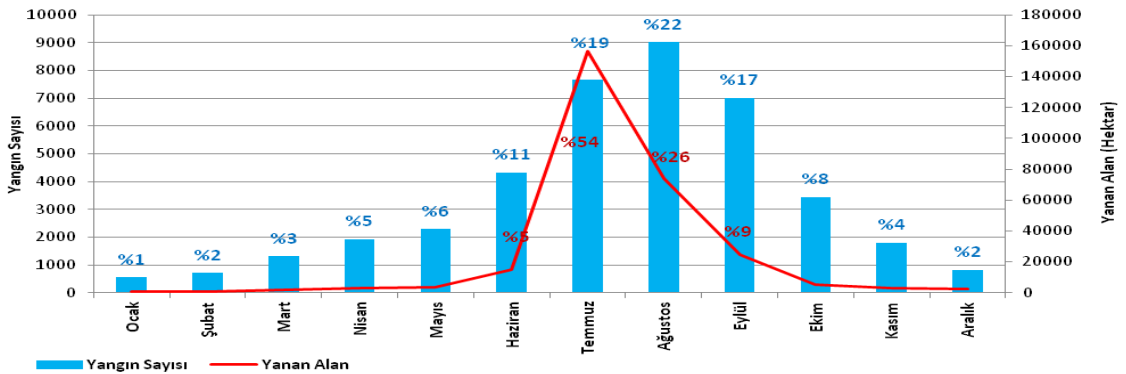
### 3. SONUÇLAR

#### 3.1. 2005-2022 Dönemi Çıkan Yangınların Analizi

Yapılan değerlendirmeler sonucunda; ülkede 2005-2022 yılları arası çıkan 43639 adet orman yangınında 303.248 hektarlık ormanlık alan zarar görmüştür. Yıllık yangın kayıtlarında sayısal bakımdan fazla bir değişiklik gözlenmezken, yanan alan bakımından 2021 (%46), 2008 (%10) ve 2020 (%7) yıllarındaki artışlar dikkat çekmektedir. Çıkan yangınlarda; 2021 yılında 139503 hektar, 2020 yılında 20971 hektar ve 2008 yılında 29749 hektarlık bir ormanlık alan zarar görmüştür. Bu dönemde orman yangınlarının yangın sayısının % 83'ü, yanan alanın %96' sı yangın sezonunda (1 Mayıs-31 Ekim); yangın sayısının %41' i ve yanan alanın %81'i sadece Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleşmiştir. Yangın sayısı bakımından %22 ile ilk sırayı Ağustos ayı alırken, yanan alan bakımından %54 ile ilk sırayı Temmuz ayı almaktadır (şekil 1-2)



Şekil 1: Türkiye 2005-2022 dönemi orman yangınlarının yıllık dağılımı.



Şekil 2: Türkiye 2005-2022 dönemi orman yangınlarının aylık dağılımı.

### 3.2. 2005-2022 Dönemi Çıkan Büyük Yangınların Analizi

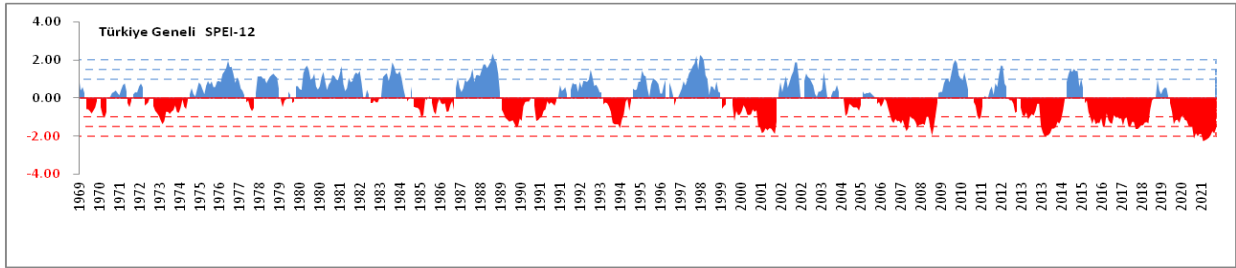
Ülkede 2005-2022 döneminde her yıl birden fazla büyük orman yangın kaydıyla karşılaşılmaktadır. Bu dönemde 100 hektar ve üzeri toplam 245 adet büyük orman yangını çıkmış ve bu yangınlarda toplam 235535 hektarlık ormanlık alan zarar görmüştür. Büyük yangınların tüm yangınlar içindeki sayısal oranı %1 iken yanan alansal oran %78 dir. Büyük yangınlarda; yangın sayısının %67'si yanan alanın %85'i Muğla, Antalya, İzmir Kahramanmaraş, Adana ve Mersin Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki ormanlık alanlarda, yangın sayısının %2'si yanan alanın %4'ü Doğa Koruma ve Milli Parklarda çıkmıştır. 2008 yılında yanan alanların %89'unu ve 2021 yılında yanan alanların %97 sini çıkan büyük yangınlar oluşturmaktadır. 2008 yılında; 100-500 hektar arası 12 yangın, 500-1000 hektar arası 3 yangın, 1000-10.000 hektar arası 3 yangın ve 10.000 hektar ve üzeri 1 yangın olmak üzere toplam 19 adet büyük yangın rapor edilmiştir. 2021 yılında; 100-500 hektar arası 23 yangın, 500-1000 hektar arası 7 yangın, 1000-10.000 hektar arası 18 yangın ve 10.000 hektar ve üzeri 3 yangın olmak üzere toplam 51 adet büyük yangın rapor edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1: 2005-2022 Dönemi Çıkan Büyük Yangınların Yıllık ve Orman Bölge Müdürlük Dağılımları

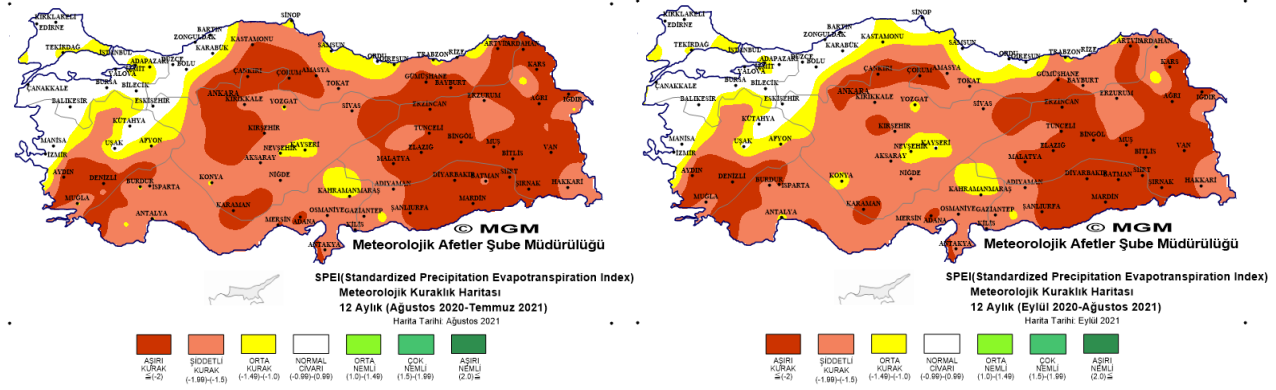
Yangın Sayısı	Yanan Alan (Ha)	Büyük yangın Sayısı	Büyük Yangın Alanı (Ha)	Büyük Yangın Alanı %	Yangın sayısı				Bölge	Büyük Yangın		Büyük yangın Yanan Alan	
					100-500 Ha	500-1000 Ha	1000-10.000 Ha	10.000 Ha ve üzeri		Sayısı	%	Alan	%
2005	1530	2821	5	1418	50%	5			Muğla	41	17%	55283	24%
2006	2227	7762	10	5093	66%	9	1		Balıkesir	8	3%	3094	1%
2007	2829	11664	26	6587	56%	24	2		İzmir	29	12%	16823	7%
2008	2135	29749	19	26344	89%	12	3	3	Antalya	38	16%	85473	36%
2009	1793	4679	5	2036	44%	4		1	Ankara	3		1145	
2010	1861	3317	3	997	30%	3			Adana	18	7%	12622	5%
2011	1954	3612	4	763	21%	4			Bolu	3		576	
2012	2450	10454	20	6250	60%	17	3		Kütahya	9	4%	2524	
2013	3755	11456	18	6334	55%	16		2	Bursa	10	4%	1674	
2014	2149	3117	3	801	26%	2	1		Adapazarı	2		335	
2015	2150	3219	3	583	18%	3			K.Maraş	23	9%	11356	5%
2016	3188	9156	10	3970	43%	8	2		Denizli	8	3%	2151	1%
2017	2411	11993	18	7912	66%	14	3	1	Mersin	14	6%	19265	8%
2018	2167	5644	6	1593	28%	5	1		Amasya	4	2%	785	
2019	2688	11332	9	5890	52%	8	1		İstanbul	2		254	
2020	3399	20971	21	14672	70%	12	5	4	Trabzon	3		378	
2021	2793	139503	51	134685	97%	23	7	18	Çanakkale	9	4%	4195	2%
2022	2160	12799	14	9607	75%	10	2	2	Eskişehir	1		171	
									DKMPGM	5	2%	9814	4%
									Elazığ	3		2201	
									Erzurum	2		358	
									Isparta	3		1937	
									Kastamonu	4	2%	2036	
									Şanlıurfa	2		252	
									Zonguldak	1		835	
<b>Toplam</b>	<b>43639</b>	<b>303248</b>	<b>245</b>	<b>235535</b>	<b>1%</b>	<b>78%</b>							

(Not: 2013-2022 döneminde Orman Bölge Müdürlüğü işletme ve şeflik sayılarında artışlar ve değişiklikler meydana gelmiştir.)

2008 ve 2021 yılları Türkiye’de çok sayıda büyük orman yangınının olduğu kurak koşullara sahip ve orman yangınlarıyla mücadelenin zor gerçekleştirildiği yıllar olarak karşımıza çıkmaktadır. SPEI-12 aylık kuraklık indisi zamana bağlı değişim incelendiğinde ülkede; 2007-2008, 2013-2014; 2016-2018 ve 2020-2021 yıllarının kurak geçtiği, Temmuz ve Ağustos 2021 SPEI-12 aylık kuraklık haritasında ülkemizin Doğu ve Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu, Orta Karadeniz, Akdeniz ve Ege Bölgesinin iç kesimlerinin şiddetli ve aşırı kurak geçtiği görülmektedir (şekil 3-4).



Şekil 3: Türkiye genelinde SPEI-12 aylık kuraklık indisi zamana bağlı değişimi.



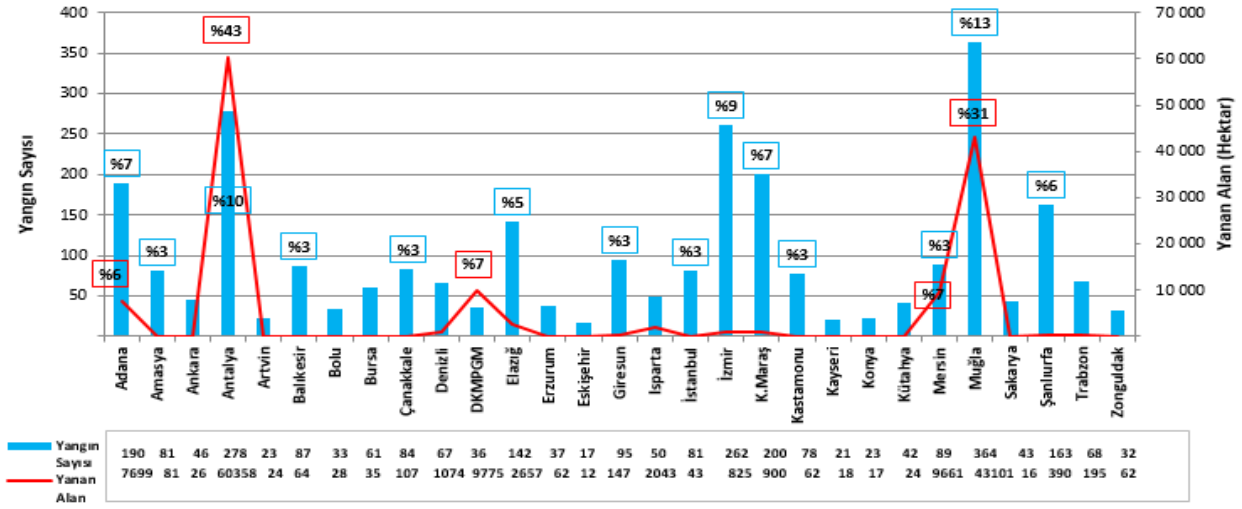
Şekil 4: Temmuz ve Ağustos 2021 SPEI-12 aylık kuraklık haritası.

### 3.3. 2021 Yılı Antalya ve Muğla Bölgesinde Çıkan Yangınlar ve Büyük Yangınların Analizi

2021 yılı, ülkede çıkan büyük orman yangınlarıyla mücadelenin zor gerçekleştiği bir yıl olmuştur. Yanan alanın %98'i Temmuz ve Ağustos aylarında çıkan yangınlarda zarar görmüştür. 2021 yılı yanan alanın toplam %74'ü Antalya ve Muğla Orman Bölge Müdürlüğü, toplam %20'si Mersin, Adana ve Doğa Koruma ve Milli Parklar bünyesindeki ormanlık alanlarda çıkan yangınlarda zarar görmüştür. Antalya (%43) ve Muğla (%31) Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki ormanlık alanlarda çıkan yangınlarda yanan alan miktarı en yüksek seviyededir. 2021 yılında Antalya



Orman Bölge Müdürlüğünde 278 yangında 60358 hektarlık, Muğla Orman Bölge Müdürlüğünde 364 yangında 43101 hektarlık bir ormanlık alan ve Doğa Koruma Milli Parklar Müdürlüğüne bağlı ormanlık alanlarda çıkan 36 yangında 9775 hektarlık alan zarar görmüştür (şekil 5).



Şekil 5: 2021 Yılı orman yangınları orman bölge müdürlükleri dağılımı.

Doğa Koruma Milli Parklar Genel Müdürlüğüne bağlı ormanlık alanlarda çıkan yangınlarda yanan alanın %93'ünü (9076 hektarlık kısmı) Muğla ili Marmaris İlçesine bağlı Muğla Milli Parklar İşletme Müdürlüğünde çıkan yangınlar oluşturmaktadır.

Bu yıl bu iki bölge Müdürlüğünde ve Marmaris Milli Parklar işletme şefliğinde çıkan yangınların %99'u büyük orman yangınları olarak kayıtlara geçmiştir. 2021 yılında Antalya Orman Bölge Müdürlüğü bünyesine bağlı işletme müdürlüklerinde çıkan yangınların yanan alanın %52'si Manavgat, %15'i Taşagül, %14'ü Gündoğmuş, %9'u Alanya ve Akseki işletme müdürlüklerine ait ormanlarda gerçekleşmiştir. Aynı şekilde Muğla Orman Bölge Müdürlüğü bünyesine bağlı işletme müdürlüklerinde yanan alanın %31'i Milas, %25'i Köyceğiz, %13'ü Kavaklıdere, %11'i Muğla, %8'i Yatağan, %7'si Yılanlı işletme müdürlüklerine ait ormanlarda gerçekleşmiştir. Diğer işletme müdürlükleri %2 ve altında kalmıştır. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'nde 28 Temmuz / 3 Ağustos 2021 tarihleri arası 10 büyük orman yangını çıkmış ve toplam 59964 hektarlık bir ormanlık alan zarar görmüştür. 28 Temmuz -2 Ağustos 2021 tarihleri arası Antalya Manavgat ilçesinin farklı noktalarında başlayan ve Manavgat büyük yangını olarak nitelendirilen yangınlarda toplam 40.000 hektarlık bir ormanlık alan yanmıştır (Tablo 2). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nde 29 Temmuz / 7 Ağustos 2021 tarihleri arasında çıkan 17 büyük yangında toplam 42509 hektarlık ve 29 Temmuz 2021 tarihinde Marmaris İçmelerde başlayan Doğa Koruma ve

Milli Parklar Müdürlüğüne bağlı Marmaris Milli Parklar işletme şefliğinde çıkan 1 büyük yangında 9052 hektarlık bir ormanlık alan zarar görmüştür (Tablo 3).

Tablo 2: Antalya Orman Bölge Müdürlüğü İşletme ve Şefliklerinde 2021 yılı çıkan yangınların ve büyük yangınların dağılımları

2021 Yılı Yangınlar				Büyük Yangınlar					
İşletme Müdürlüğü	Yangın Sayısı	Yanan Alan (Ha)	Yanan Alan %	İşletme Müdürlüğü	İşletme Şefliği	İlçe	tarih	Yanan Alan (Ha)	Yanan Alan %
Antalya	21	14		Akseki	Beloluk	Akseki	28.07.2021	4447	7%
Manavgat	35	31116	52%	Manavgat	Şelale	Manavgat	28.07.2021	4181	7%
Serik	35	18		Taşağül	Çardak	Manavgat	28.07.2021	2387	4%
Taşağül	21	8990	15%	Gündoğmuş	Eskibağ	Gündoğmuş	29.07.2021	8667	14%
Gündoğmuş	7	8667	14%	Manavgat	Manavgat	Manavgat	29.07.2021	26903	45%
Alanya	36	5701	9%	Alanya	Bayır	Alanya	30.07.2021	5637	9%
Kumluca	16	3		Gazipaşa	Gazipaşa	Gazipaşa	30.07.2021	246	0%
Finike	10	4		Akseki	Gökçebel	Akseki	31.07.2021	515	1%
Gazipaşa	17	258		Taşağül	Kargihan	Manavgat	02.08.2021	6571	11%
Konyaaltı	26	54		Akseki	Eynif	İbradı	03.08.2021	410	1%
Kaş	26	117							
Korkuteli	5	5							
Elmalı	2	0							
Akseki	21	5409	9%						
<b>Toplam</b>	<b>278</b>	<b>60358</b>		<b>Toplam</b>			<b>10</b>	<b>59964</b>	<b>99%</b>

Tablo 3: Muğla Orman Bölge Müdürlüğü İşletme ve Şefliklerinde 2021 yılı çıkan yangınların ve büyük yangınların dağılımı

2021 Yılı Yangınlar				Büyük Yangınlar									
Bölge	İşletme Müdürlüğü	Yangın Sayısı	Yanan Alan (Ha)	Yanan Alan %	Bölge	İşletme Müdürlüğü	İşletme Şefliği	İlçe	Tarih	Yanan Alan (Ha)	Yanan Alan %		
DKMPGM	Muğla	9	9076	93%	DKMPGM	Muğla MP	Marmaris MP	Marmaris	29.07.2021	9052	99%		
	Muğla	Aydın	23	894	2%		Muğla	Köyceğiz	Köyceğiz	29.07.2021	10737	25%	
	Muğla	Dalaman	23	135			Muğla	Milas	Karacahisar	Milas	31.07.2021	12764	30%
	Muğla	Fethiye	23	18			Muğla	Seydikemer	Eşan	Seydikemer	01.08.2021	294	1%
	Muğla	Kavaklıdere	12	5529	13%		Muğla	Kavaklıdere	Menteşeçayı	Kavaklıdere	02.08.2021	5512	13%
	Muğla	Köyceğiz	31	10746	25%		Muğla	Seydikemer	Kemer	Seydikemer	02.08.2021	298	1%
	Muğla	Marmaris	18	5			Muğla	Milas	Gürçamlar	Milas	03.08.2021	155	
	Muğla	Milas	45	13197	31%		Muğla	Nazilli	Bozbey	Bozdoğan	03.08.2021	244	1%
	Muğla	Muğla	34	4856	11%		Muğla	Nazilli	Karacasu	Karacasu	03.08.2021	324	1%
	Muğla	Nazilli	52	701	2%		Muğla	Yılanlı	Kızılkaya	Menteşe	03.08.2021	122	
	Muğla	Seydikemer	45	634	1%		Muğla	Yılanlı	Muratlar	Menteşe	03.08.2021	147	
	Muğla	Yatağan	26	3448	8%		Muğla	Muğla	Muğla	Menteşe	04.08.2021	4852	11%
	Muğla	Yılanlı	32	2938	7%		Muğla	Yılanlı	Şenyayla	Menteşe	04.08.2021	2523	6%
							Muğla	Yatağan	Menteşeçayı	Yatağan	04.08.2021	2087	5%
							Muğla	Aydın	Akçaova	Çine	06.08.2021	864	2%
							Muğla	Dalaman	Dalaman	Dalaman	06.10.2021	128	
							Muğla	Yatağan	Turgut	Yatağan	06.08.2021	1358	3%
							Muğla	Yılanlı	Boyalı	Menteşe	07.08.2021	100	
<b>Muğla</b>	<b>Toplam</b>		<b>364</b>	<b>43101</b>		<b>Toplam</b>			<b>17</b>	<b>42509</b>	<b>99%</b>		
<b>DKMPGM</b>	<b>Toplam</b>		<b>9</b>	<b>9076</b>		<b>Toplam</b>			<b>1</b>	<b>9052</b>			
	<b>Genel Toplam</b>		<b>373</b>	<b>52177</b>		<b>Genel Toplam</b>			<b>18</b>	<b>51561</b>			

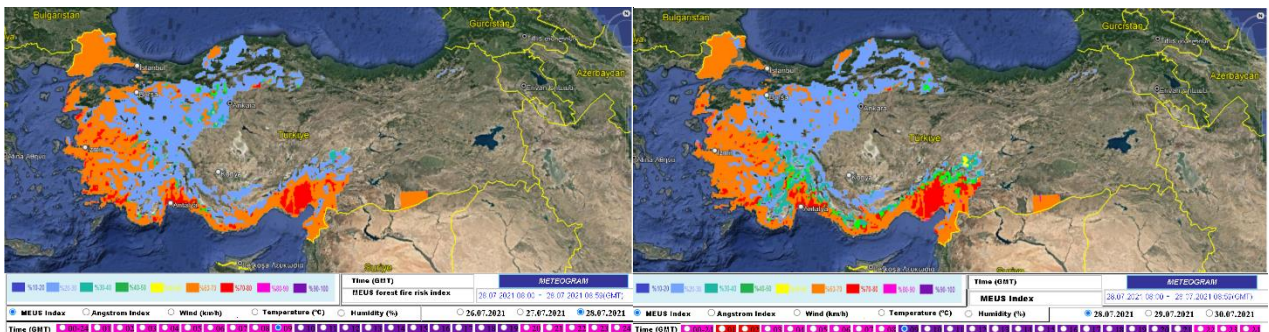
Muğla Orman Bölge Müdürlüğü sınırları dahilindeki ormanlık alanlarda çıkan yangınlar özellikle otellere, yerleşim yerlerine ve termik santrallerine yakın olması sebebiyle yangınların öncelikle

buralara sıçramaması ve emniyetinin sağlanmasına verilmiş olup akabinde orman yangınlarını söndürmeye yönelik mücadeleye devam edilmiştir. Antalya Bölgesi çıkan yangınlarda Manavgat ve Gündoğmuş ilçe merkezlerini tehdit edecek boyutta bir yangın afeti yaşanmıştır. 43 mahalle tamamen, 16 mahalle kısmen yanmış, maalesef sekiz şehit ve onlarca yaralı olmuştur. Telef olan küçükbaş ve büyükbaş hayvan sayısı tespit edilememiştir [18].

2021 yılı yangın sezonunda en yüksek hava sıcaklık rekorları Mayıs ayında gerçekleşmiştir. Haziran ve Temmuz aylarında da çeşitli merkezlerde rekorlar kırılırken büyük yangınların devam ettiği 1-6 Ağustos tarihleri arasında özellikle Ege ve Akdeniz bölgelerinde başta Köyceğiz (46.1°C) olmak üzere Dalaman (45.5°C) ve Marmaris (45.5°C) istasyonlarında yüksek sıcaklık rekorları kırılmıştır (Nazilli 45.3°C, Aydın 45.1 °C, Antalya 44.8°C, Milas 44.5°C, Manisa 44.5°C, Ödemiş 44.3°C, Fethiye 44.0°C, Manavgat 43.9°C, Finike 43.3 Fethiye 44.0°C, Kale-Demre 43.4°C, Gazipaşa 40.2°C). Özellikle bu bölgelerde 2021 yılı Ağustos ayında en yüksek maksimum sıcaklık pozitif anomali rekoru ilk sırada 2.5°C ile Marmaris ikinci sırada 1.8°C ile Köyceğiz ve Bergama istasyonunda gerçekleşmiştir. 2021 yılı yangın sezonunda yaşanan ekstrem sıcaklıklar, yağış azlığı-yaşanan kuraklıklar, ülkeyi etkileyen Basra alçak basınç sistemi nedeniyle Türkiye'nin iç kesimlerinde hakim olan Kuzey ve Kuzeydoğulu (karasal) esen rüzgarların Akdeniz bölgesi üzerinde yarattığı fön etkisi havadaki nispi nemi ve yanıcı maddelerin (gerek diri örtü ve gerekse ölü örtünün) nem miktarını azaltarak yangın tehlikesini son derece arttırmış ve yangın oluşmasında etkili olmuştur [8].

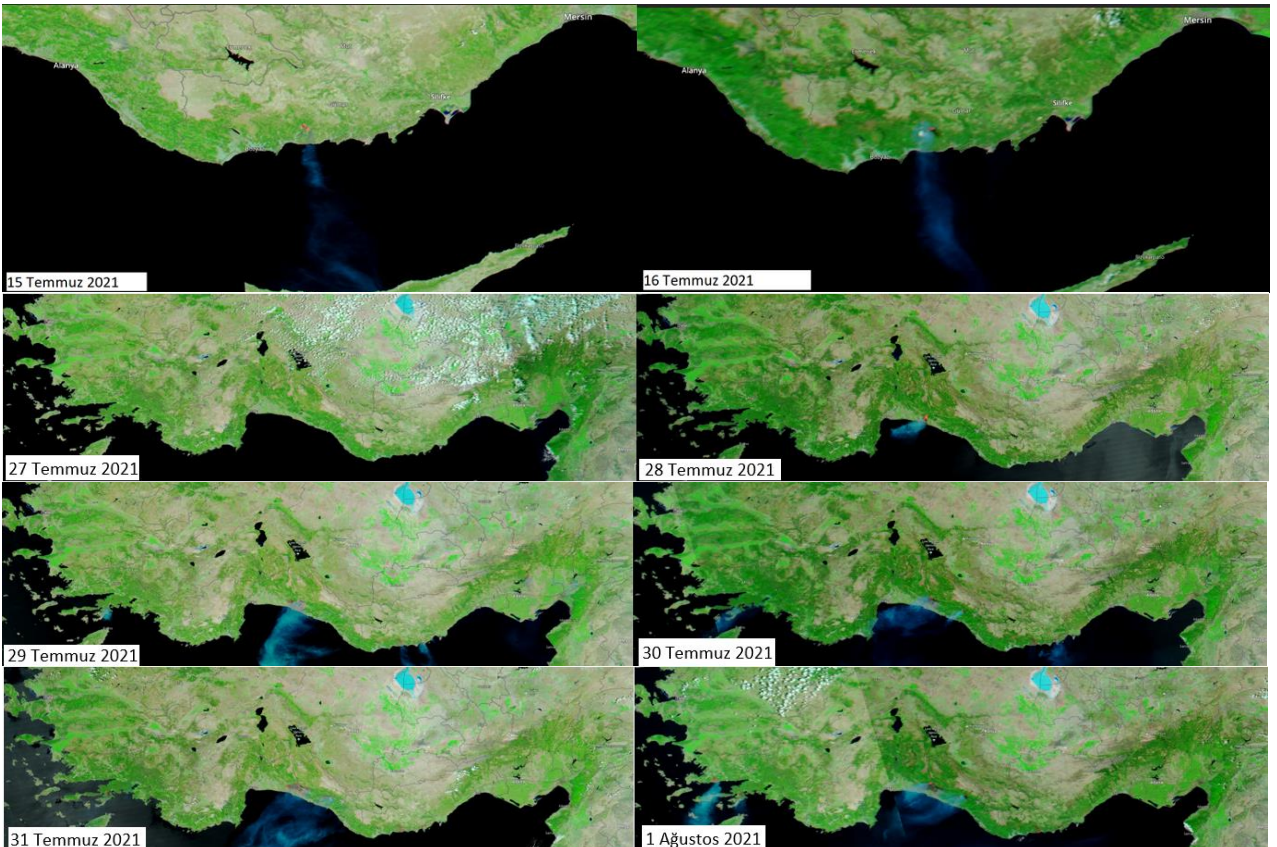
### 3.2. Model ve Uydu Görüntüleri ile Yangınların Tespiti ve İzlenmesi

Sayısal hava tahmin model verileri ile çalışan MEUS modeli Türkiye için orman yangınının oluşabileceği riskli bölgeleri tahmin etmektedir. OGM yangın birimi yetkilileri MEUS yangın tehlike haritalarını takip ederek yangın öncesi tedbirleri ve hazırlıkları almaktadır. 28 Temmuz 2021 tarihinde öncelikle Manavgat ta başlayan orman yangını bölgede yaşanan yüksek sıcaklık, düşük nem ve kuvvetli kuzeyli rüzgarlar nedeniyle orman yangın oluşum ve kontrol altına alma riskinin yüksek olduğunu 26 Temmuz 2021 tarihinde üretilen D+3 ve 28 Temmuz 2021 D+1 MEUS model çıktılarında yüksek riskli olarak öngörmüştür (şekil 6).

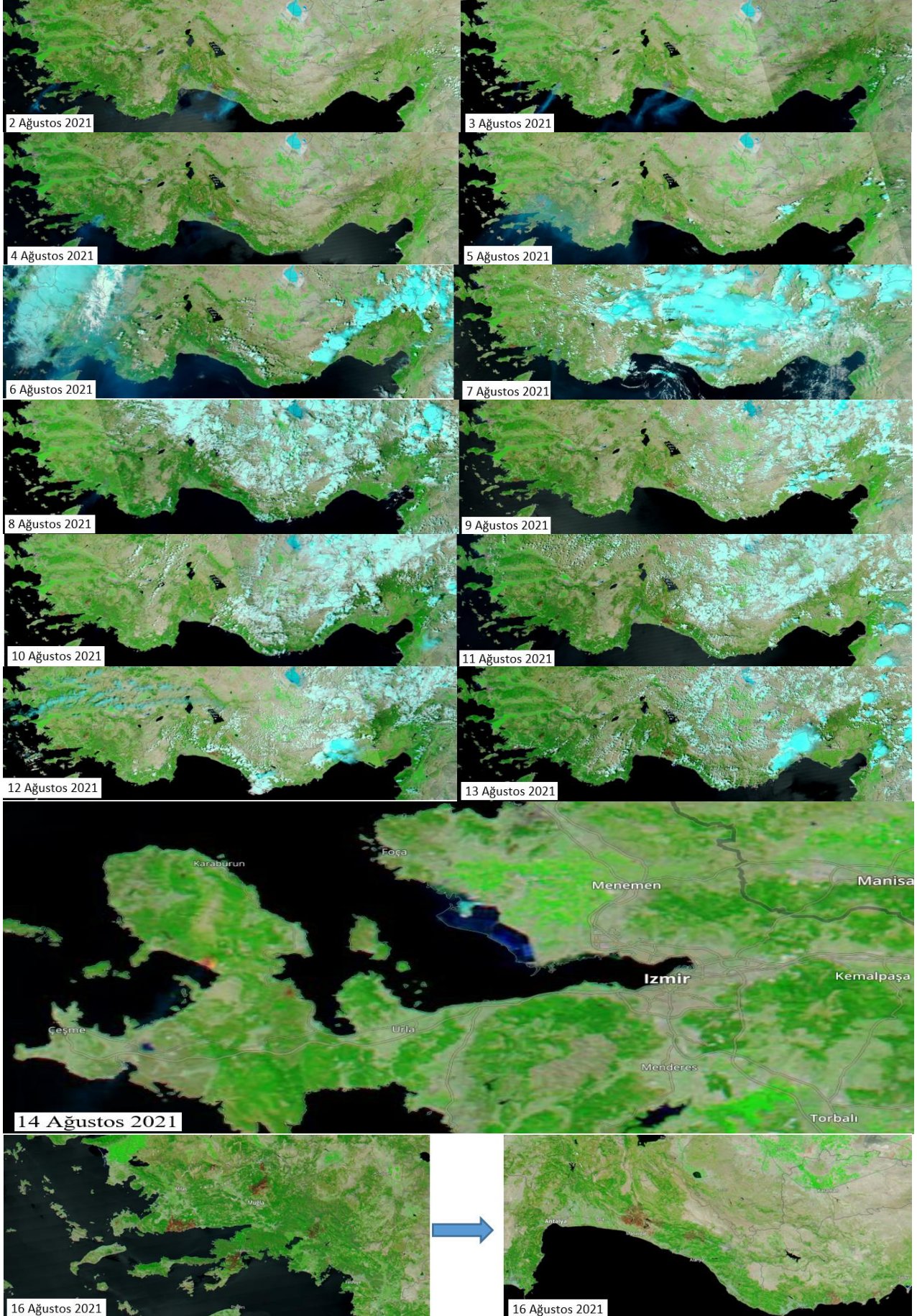


Şekil 6: 26 Temmuz 2021 D+3 ve 28 Temmuz 2021 D+1 MEUS Model Çıktıları

Türkiye’de 2021 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında çıkan orman yangınlarının alansal ve zamansal seyri NASA Aqua uydusu MODIS sensörü 7-2-1 bantları ile elde edilen düzeltilmiş yansıma verileri kullanılarak görüntülenmiştir [19]. 2021 yılı büyük yangınlardan ilki 15 Temmuz da Mersin Aydınçık’ta başlamış ve 17 Temmuzda kontrol altına alınmıştır. Bu yangında 6397 hektarlık bir alan zarar görmüştür. 28 Temmuz 2021 tarihinde Manavgat’ta, 29 Temmuz 2021 tarihinde Marmaris, Köyceğiz ve 31 Temmuz 2021 tarihinde Milas’ta başlayan yangınlar silsilesi büyük yangınlara dönüşmüştür. 29 Temmuz 2021 tarihli uydu görüntüsünden Manavgat yangınının büyüdüğü, Antalya Alanya-Gündoğmuş, Adana Kozan-Kadirli, farklı noktalardan Mersin Silifke ve Muğla Marmaris ve Köyceğiz yangınlarının başladığı izlenebilmektedir. Uydu görüntülerinden; 31 Temmuz 5 Ağustos tarihleri arası Bodrum, Milas, Kavaklıdere, Seydikemer, Yatağan ve Menteşe ilçelerinde çıkan yangınlar izlenebilmektedir. 6-13 Ağustos 2021 tarihleri arası bölgede bulutlanma söz konusudur. 14 Ağustos 2021 uydu görüntüsünden İzmir Karaburun da çıkan ve 347 hektarlık bir ormanlık alanın zarar gördüğü yangın izlenebilmektedir. Antalya ve yöresi yangınlar 7 Ağustos 2021 tarihinde kontrol altına alınırken Muğla ve yöresi yangınlar 14 Ağustos 2021 de kontrol altına alınmıştır. 16 Ağustos 2021 uydu görüntülerinden Akdeniz Bölgesinde çıkan yangınlarda yanan alanlar izlenebilmektedir. Uydu verilerinden elde edilen görüntülerde duman hareketleri ve yanan alanlar oldukça belirgin izlenebilmektedir (şekil 7).







Şekil 7: 15 Temmuz/ 16 Ağustos 2021 Aqua MODIS düzeltilmiş yansımaya veri görüntüleri.

2021 yılı EFFIS raporlarında; Türkiye’de 612 yangından kaynaklı toplam yanan alanın 206.013 hektar olduğu, bunun Avrupa, Orta Doğu ve Kuzey Afrika’da kaydedilen en yüksek miktar olduğu bildirilmektedir. Türkiye’de 500 hektar ve üzeri 17 yangın, 1 000 hektar üzeri 16 yangın ve 10 000 hektar üzeri 5 yangın rapor edildiği belirtilmektedir [4].

Özellikle 2021 yılı orman yangınlarının büyümesinde ve kontrol altına alınmasındaki sorunların başında; iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden olan kuraklığın yanıcı madde yükünün nem içeriğini ciddi oranda azaltması, olağanüstü hava koşullarındaki artış, uygun yanıcı madde varlığının ve sürekliliğinin artması, orman içi ve bitişiğindeki nüfus hareketliliğinin ve turizm faaliyetlerinin fazlalığı, toplumun orman yangınlarına yönelik bilinç düzeyinin yeterli olmaması, ülkenin farklı yerlerinde aynı anda birden fazla çıkan yangınlara hava sistemlerinin ve yangın işçi sayısının yetersizliğinden kaynaklı erken müdahalenin zamanında yapılamaması nedeniyle kontrolden çıkıp büyüyen yangınlarda yangın araç ve işçilerin sevk ve idaresinde etkinlik sağlanamamıştır.

Yangın öncesi potansiyel yangın risk tahmininin yapılması, alınacak lojistik tedbirler ve yangınla mücadele etkinliği açısından oldukça önemlidir. Zira orman yangınlarında erken müdahale mücadelenin en önemli ayağını oluşturmaktadır. Bu konuda Türkiye MGM bünyesinde operasyonel olarak çalıştırılan ve paylaşılan MEUS yangın tehlike haritaları, anlık ve ilerleyen saatlerdeki meteorolojik tahmin ve uyarılar ile orman yangınlarıyla mücadelede OGM’ye büyük destek vermektedir [4,8]. Teknolojinin gelişmesiyle beraber son yıllarda orman yangınların izlenmesi ve yanan alanların tespitinde uydu ve insansız hava araçlarından (IHA) yararlanılmaktadır. Bununla beraber ülkemiz için içerisinde iklim ve bitki örtüsü, topoğrafik ve antropojenik koşulların yapılandırıldığı önleme ve risk azaltma stratejilerini de içeren erken uyarı sistemleri ve yangın davranış modellerine ihtiyaç duyulmaktadır.

#### **KAYNAKLAR**

- [1] **Ruffault J.,Curt T.,Moron V.,Trigo R.M.,Mouillot F.,Koutsias N.,Belhadj-Khedher C.,Increased likelihood of heat-induced large wildfires in the Mediterranean Basin.,Sci. Rep. 2020**
- [2] **Ganteaume A., Barbero R., Jappiot M., Maillé E., Understanding future changes to fires in southern Europe and their impacts on the wildland-urban interface, Journal of Safety Science and Resilience, Volume 2, Issue 1, March 2021, Pages 20-29**



- [3] **Moreno M., Bertolín C., Arlanzón D., Ortiz P., Ortiz R.,** *Climate change, large fires, and cultural landscapes in the mediterranean basin: An analysis in southern Spain*, Heliyon, 2023 el6941
- [4] **Ersoz H.M, Songür M., Yılmaz A.,** 2021. *Country report for The Turkey*, in San-Miguel - Ayanz et al. (Eds), *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2021*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, doi:10.2760/34094, JRC130846.
- [5] **Probert J.R., Parr C.L., Holdo R.M, Anderson T.M., Archibald S., Mustaphi C.J.C., Dobson A.P., Donaldson J.E., Hopcraft G.C., Hempson G.P., Morrison T.A., Beale C.M.,** *Anthropogenic modifications to fire regimes in the wider Serengeti-Mara ecosystem*, Global Change Biology. 2019; 25: 3406-3423.
- [6] **Ascoli D., Moris J., Marchetti M., Sallustio L.,** *Land use change towards forests and wooded land correlates with large and frequent wildfires in Italy*. Annals of Silvicultural Research ,2021,46(2), 177–188. doi:10.12899/asr-2264.
- [7] **Avcı M., Korkmaz M.,** *Türkiye’de orman yangını sorunu: Güncel bazı konular üzerine değerlendirmeler*, Türkiye Ormancılık Dergisi,2021, 22(3): 229-240.
- [8] **Çamalan, G., Akıl, S. & Pekin, M. A.** (2023). *Using Meteorological Early Warning System (MEUS) and Meteorological Indices for Assessment of Manavgat Forest Fires Occurred in Türkiye July-August 2021*. European Journal of Forest Engineering , 9 (1) , 10-25 . DOI: 10.33904/ejfe.128807.
- [9] **Eberle C., Roa O.H.,** *Mediterranean wildfires Technical Report,2021/2022*  
[https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/interconnectedrisks/reports/2022/Case-studies/TR\\_220808\\_MediterraneanWildfires.pdf](https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/interconnectedrisks/reports/2022/Case-studies/TR_220808_MediterraneanWildfires.pdf)
- [10] **Trucchia A., Meschi G., Fiorucci P., Provenzale A., Tonini M., Pernice U.,** *Wildfire hazard mapping in the eastern Mediterranean landscape*, International Journal of Wildland Fire, 2023,32(3), doi:10.1071/WF22138
- [11] **Lagouvardos K., Kotroni V.,Giannaros T.M., Dafis S.,** *Meteorological Conditions Conducive to the Rapid Spread of the Deadly Wildfire in Eastern Attica, Greece*, American Meteorological Society 2019;2137-2145
- [12] **Oğuz K., Oğuz E., Çamalan G.,** 2021, *İzmir-Tırazlı Orman Yangınının Uydu ve Model Verileri ile Analizi*, Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, Sayı 4(1): 1-12 (2021), Orcid: 0000-0001-5305-6145
- [13] **Tuygun G.T, İşsever G., Elbir T.,** 2023, *Türkiye’de 2021 Yılında Yaşanan Büyük Orman Yangınlarında Yanan Orman Alanlarının ve Yangın Kaynaklı Atmosferik Aerosollerin*

*Uydular ile İzlenmesi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 25(74), 351-369

- [14] **Polat N., Kaya Y.**, 2021 *Çok Bantlı Uydu Görüntüleriyle Orman Yangınlarında Hasar Tespiti*, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 23(1): 172-181, DOI: 10.24011/barofd.837507
- [15] **Yüksel K.**, 2022, *Yanan Orman Alanı Tespitinde Farklı Uzaktan Algılama İndislerinin Değerlendirilmesi: 2022 Yılı Mersin (Gülнар) Orman Yangını Örneği*, Journal of Architecture, Engineering & Fine Arts (ArtGRID), 4(2), 160-171, ORCID:0000-0001-9660-5028
- [16] **Yılmaz B., Demirel M., Balçık F.B.**, 2022, *Yanmış Alanların Sentinel-2 MSI ve Landsat-8 OLI ile Tespiti ve Analizi: Çanakkale/Gelibolu Orman Yangını*, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 2022; 8(1): 76-86, DOI: 10.21324/dacd.941456
- [17] <https://effis.jrc.ec.europa.eu/about-effis/technical-background/active-fire-detection> Son Kontrol: 30.10.2023
- [18] **Günşen, H.B, Özer, Ş., Çobanoğlu, A.**, 2023. *Orman yangınlarıyla mücadelede risk ve kriz yönetiminin önemi*. Şu eserde: Kavgacı, A., Başaran, M. (Editörler) Orman Yangınları. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, s. 158-171, Ankara.
- [19] [https://worldview.earthdata.nasa.gov/?v=29.669080420201592,36.0257715047693,32.75100399865271,37.44209667868986&l=Reference\\_Labels\\_15m,Reference\\_Features\\_15m\(opacity=0.42\),Coastlines\\_15m\(opacity=0.47\),MODIS\\_Aqua\\_CorrectedReflectance\\_Bands721,MODIS\\_Aqua\\_CorrectedReflectance\\_TrueColor&lg=true&t=2021-07-27-T00%3A00%3A00Z](https://worldview.earthdata.nasa.gov/?v=29.669080420201592,36.0257715047693,32.75100399865271,37.44209667868986&l=Reference_Labels_15m,Reference_Features_15m(opacity=0.42),Coastlines_15m(opacity=0.47),MODIS_Aqua_CorrectedReflectance_Bands721,MODIS_Aqua_CorrectedReflectance_TrueColor&lg=true&t=2021-07-27-T00%3A00%3A00Z) Son Kontrol:30.10.2023