

YENİ NESİL UYDULAR İLE ORMAN YANGINLARININ GÖZLEMLENMESİ - 2021 MUĞLA, TÜRKİYE YANGINLARI

Sema ÇİL^{1,2}

¹Müh., Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Tahminler Dairesi Başkanlığı, Uzaktan Algılama Şube Müdürlüğü, 06120, Ankara, semacil@mgm.gov.tr

²Doktora Öğr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Atmosfer Bilimleri Bölümü, 34496, İstanbul, sema.cil@itu.edu.tr

ÖZET

Orman yangınlarının hakim olduğu Akdeniz havzasında, özellikle yaz, kurak ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde yangın sayısında son yıllarda artış gözlemlenmektedir. Araştırmalar, Akdeniz ikliminin görüldüğü Akdeniz havzasında Haziran-Eylül arasındaki dönemin yangın mevsimi olduğunu göstermektedir. Son dönemde yapılan çalışmalarda ise iklim değişikliği ile artan atmosferik istikrarsızlık, artan sıcaklık, artan kuraklık ve sürekli ısı dalgaları gibi meteorolojik ve iklimsel koşulların yangın sayılarında ciddi artışlara neden olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada, orman yangınlarının yeni nesil uydularla nasıl gözlemlenebileceğini anlamak için 2021 yılı yaz mevsiminde Muğla ilinde meydana gelen orman yangınları; iklim değişikliğinin de etkileri kapsamında incelenmiştir. 2022 yılı sonunda yörüngeye yerleştirilip, 2023 yılında operasyonel hale gelmesi hedeflenen Meteosat Üçüncü Nesil (MTG) ve Metop-SG uyduları örnek verileri ile aktif yangınların izlenmesine yönelik yeni yetenekler analiz edilmiştir

Anahtar sözcükler: orman yangını, uzaktan algılama, meteosat, eumetsat, mtg, metop-sg

ABSTRACT

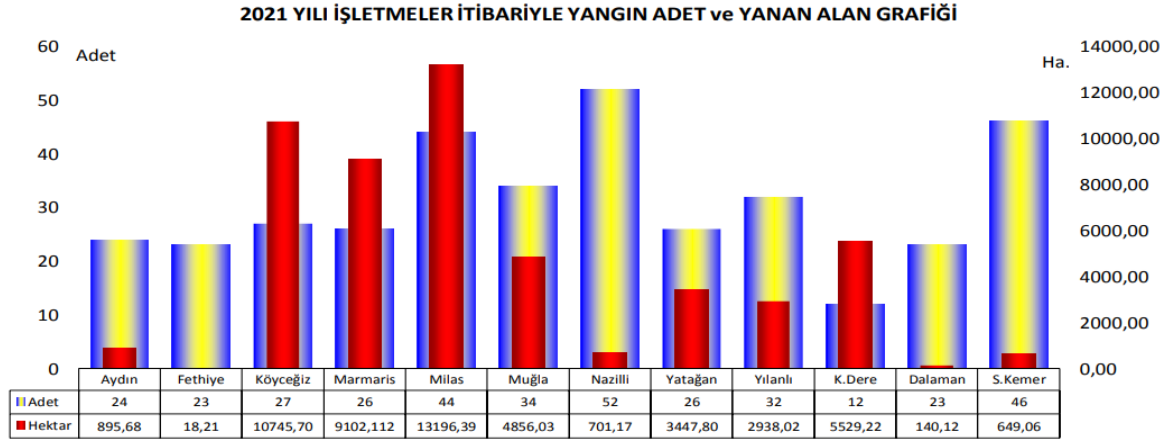
OBSERVATION OF FOREST FIRES WITH NEW GENERATION SATELLITES - 2021 MUĞLA, TURKEY FIRES

In the Mediterranean basin, where forest fires are dominant, the number of fires increased primarily in summer, dry spring and autumn. Regarding the latest researches, the period between June and September is the fire season in the Mediterranean basin, where the Mediterranean climate is mainly observed. According to mentioned studies, increased atmospheric instability caused by the effect of climate change, increased temperature within heat waves, and increased drought elevated the number of wildfires in the world. In this study, the forest fires that took place in the Summer of 2021, in Muğla, Turkey will be analyzed under the scope of the capabilities of new-generation meteorological satellites to understand the effects of wildfires. With the sample data of Meteosat Third Generation (MTG) and Metop-SG satellites, which are planned to be placed in orbit at the end of 2022 and become operational in 2023, new capabilities for monitoring active fires were analyzed.

Keywords: wildfire, forest fire, remote sensing, meteosat, eumetsat, mtg, metop-sg

1. GİRİŞ

Akdeniz bölgesinde, 2021 yazında özellikle Temmuz ayında havanın sıcak ve kuru olduğu uzun bir dönemin orman yangınlarını tetiklediği gözlemlenmiştir. Akdeniz bölgesi genel iklim koşulları yağışlı ve ılıman kışlar ile sıcak ve kurak yazlar şeklinde özetlenebilir. Bu koşullar, bitki örtüsünde su stresine ve yaz aylarında yangınlar için büyük miktarda yakıt olarak adlandırılan orman tabanında bulunan otsu veya ince yanıcı materyallerin artmasına neden olmuştur. Türkiye'de 2021 yılında orman yangınları sebebiyle toplam 139503 hektar alan yanmıştır. En büyük orman yangınları Muğla ilinde yaşanırken; bu ilde Seydikemer bölgesi 46 yangınla en fazla orman yangınına sahip bölge olmuştur. (Şekil-2) Bununla birlikte, Orman Genel Müdürlüğü 2021 yılı faaliyet raporlarına göre Milas bölgesi 13196,39 hektar ile orman yangınlarından en fazla zarar gören bölgedir (Şekil 1) (Web-2).



Şekil 1. Muğla ili bölgelerinde gerçekleşen yangın sayısı ve yanan alan miktarı (©OGM)

Türkiye'de Akdeniz bölgesinde 28 Temmuz 2021'de başlayan orman yangınları, 12 Ağustos 2021'de kontrol altına alınabilmektedir. Yangınların turizm bölgesinde ve turizm sezonunda meydana gelmesinden dolayı, can ve mal güvenliği gözetilerek bölgede turizm faaliyetlerine ara verilmiştir. Ayrıca yangınların tarım ve hayvancılığın yoğun olduğu yerleşim ve köylere sıçraması da tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin aksamasına neden olmuştur.

Çok yakın bir gelecekte, Meteosat Üçüncü Nesil (MTG) ve Metop - İkinci Nesil (Metop-SG) gibi gelişmiş yeteneklere ve sensörlere sahip yepyeni uydular, orman yangınlarını ve bunların kentsel alanlar üzerindeki etkilerini izlemek için yüksek çözünürlük ve önemli veriler sağlayacaktır. Bu vaka analizinde, MTG ve Metop-SG'den gelecek veri ürünleri 2021 Ağustos ayı başlarında Akdeniz'de meydana gelen ve ağırlıklı olarak Muğla, Türkiye'ye odaklanan yaz orman yangınlarının analiz edilmesi bağlamında tanıtılacaktır. Aktif orman yangınlarının uydu veri ürünleri ile izlenmesi amacıyla kullanılabilecek uydu ürünlerinin tanıtımı proxy verileri (Web-1) yardımıyla analiz edilecektir.

2. METODOLOJİ

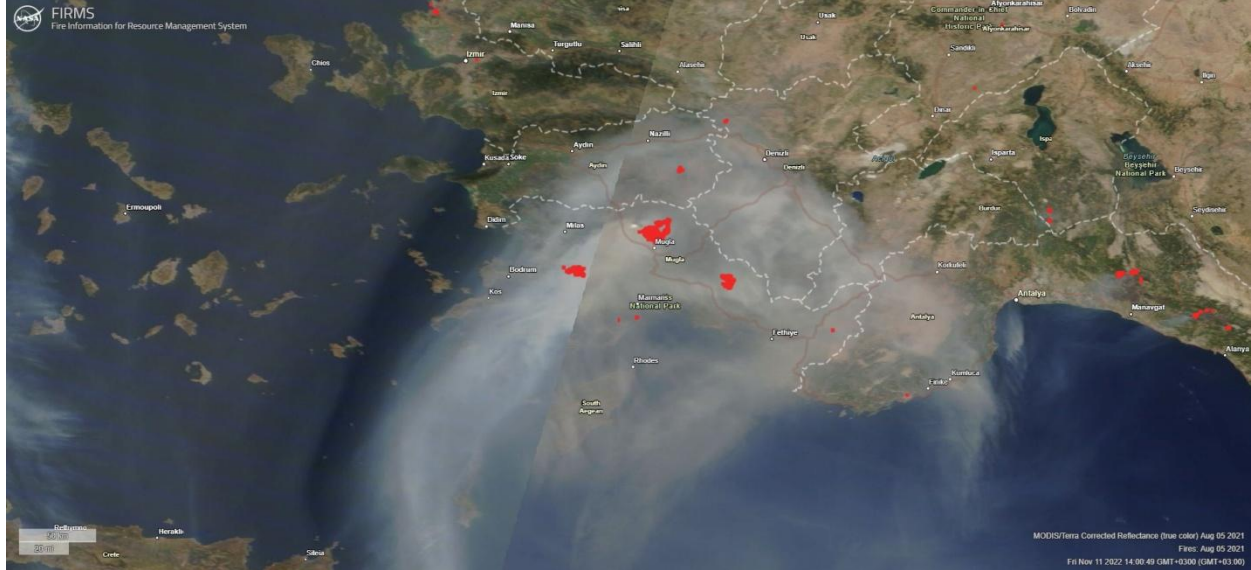
Bu bölümde iki farklı yeni nesil meteorolojik uydu ve çeşitli enstrümanları incelenecektir. EUMETSAT'ın yer sabit uydusu için MTG (Meteosat Üçüncü Nesil), geleceğin operasyonel meteorolojik uydusu olurken, Metop-SG, hem dünya hem de atmosferik gözlem için farklı araştırma alanları için birkaç enstrümana sahip kutupsal yörüngeli bir uydu olacaktır.

Meteosat Üçüncü Nesil uyduları projesi çerçevesinde, 2022'nin sonunda altı yeni yerdurağan uyduyu fırlatılacaktır. Uydu serisi 3 eksenli platformlara dayalı olacaktır ve dört görüntüleme uydusu (MTG-I) ve iki sondaj uydusu (MTG-S) oluşacaktır. Operasyonel olarak, biri Avrupa ve Afrika'yı her 10 dakikada bir tarayan, diğeri yalnızca Avrupa'yı 2,5 dakikada bir tarayan (Hızlı Tarama Hizmeti) ve bir sondaj, MTG-S olmak üzere iki MTG-I uydusundan oluşacaktır. Misyonun amacı, sürekliliği sağlamak ve gelecekteki tahmin veya şimdiki tahmin sistemleri gereksinimleri karşılığında kullanılan meteorolojik uyduların yeteneklerini artırmaktır. Görüntüleme sensörlerinin uzamsal çözünürlüğü HRV kanalı için 1 km'den 500 m'ye, diğerleri için 3 km'den 1 km'ye, radyometrik ve spektral çözünürlük 12 kanaldan 16 kanala çıkarılacaktır (Web-1).

Metop-İkinci Nesil (Metop-SG), EUMETSAT'ın 2023-2043 zaman çizelgesinde kutupsal yörüngeden meteorolojik gözlemlerin sürekliliğini sağlayacak yeni nesil kutupsal yörüngeli uydulardır. Bu program, mevcut Metop uydularıyla aynı sabah yörüngesinde bulunan Metop-SG-A ve B adlı iki dizi uzay aracını içermektedir. EPS-SG, ESA, DLR ve CNES işbirliğiyle yürütülen ve buz bulutları, aerosoller ve yağış (Web-1) için gözlemler sağlayacak daha yüksek çözünürlüklü üç enstrümana sahip bir ortaklık programıdır.

1.1 Yeni Nesil Uydular ile Aktif Yangınların İncelenmesi

Bu bölümde ele alınan aktif yangınları izlemeye yönelik araçlar, MTG'nin Esnek Kombine Görüntüleyicisi (Flexible Combined Imager-FCI) ve Metop-SG'nin Sentinel-5 Ultraviyole-Görünür Yakın Kızılötesi Kısa Dalga (UVNS) spektrometresidir. MTG ve Metop-SG'den herhangi bir veri bulunmamakla birlikte, kullanılan mevcut uydulardan elde edilen ve MTG ile Metop-SG'ye benzer çözünürlükte olan mevcut veri ürünleri proxy verisi olarak kullanılacaktır. Buradaki amaç, Türkiye'nin Muğla bölgesinde gerçekleşen yangınları, 5 Ağustos 2021 tarihi için bu veriler ile inceleyerek, gelecek olan bu uydulardan nasıl faydalanılabileceğini açıklamaktır.

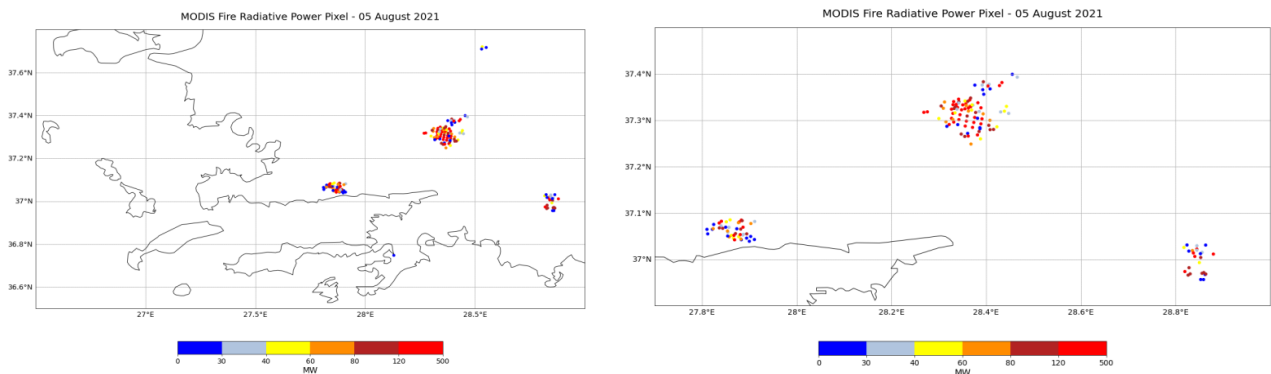


Şekil 2. Terra Uydusu MODIS sensörü ile Muğla bölgesinde gözlemlenen yangınlar – 05.08.2021

Şekil 2’de, kutupsal yörüngeli bir uydu olan Terra uydusu verileriyle Gerçek Renk görüntüsü görülmektedir. Bu görüntüden de 5 Ağustos tarihindeki yangınların büyüklüğü ve atmosferdeki izleri gözlemlenebilmektedir.

1.1.1 LSA-SAF Yangın Işıma Gücü Piksel (FRP PİKSEL)

Bu bölümde, Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi (MODIS) Yangın Radyatif Gücünden (FRP) gelen veriler, Meteosat Üçüncü Nesil Esnek Kombine Görüntüleyicisinden (FCI) gelen verilere entegre edilerek, LSA SAF'ın (Kara Yüzeyi Analizinde Uydu Uygulama Projesi) yeni nesil Yangın Radyasyonlu Güç Piksel (FRPPIXEL) ürünü için proxy verisi olarak kullanılmıştır. Mevcut LSA-SAF FRP PIXEL ürünü, Meteosat İkinci Nesil (MSG) SEVIRI sensörünün tam disk alanında, 15 dakikalık uzamsal çözünürlüğe sahip orman yangınlarının yeri, zamanı ve yangın radyasyon gücü (MW) hakkında bilgiler içerir (Web-3) . Bu, acil müdahale ekiplerinin aktif orman yangınlarının nerede olduğunu tespit etmesi ve bu yangınların yoğunluğu hakkında bilgi sahibi olması için yararlı bir araçtır (Web-1).



Şekil 3. MODIS FRP Piksel Ürünü – 05.08.2021 – Muğla, Türkiye

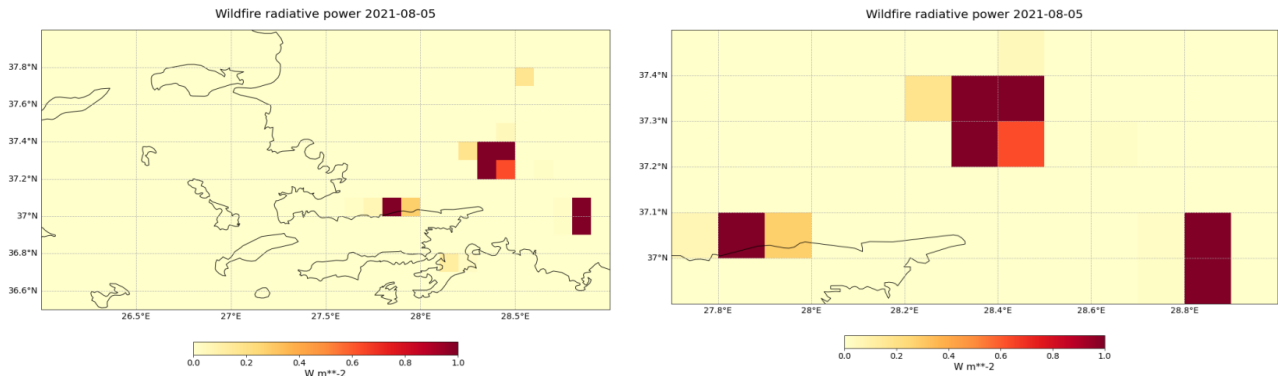
Şekil 3'te, soldaki görsel Türkiye'nin Ege Kıyıları üzerinde 5 Ağustos 2021 için megawatt (MW) cinsinden yangın radyasyon gücünü göstermektedir. Sağdaki görsel Muğla, Türkiye bölgesi için aynı görüntünün yakınlaştırılmış halini göstermektedir. Gerçek zamanlıya yakın MODIS Termal Anomaliler/Yangın konumları 1km FIRMS V0061 (MCD14DL) veri seti bu görüntülerin proxy veri kaynağıdır.

FRP Pixel ürününde, yangın radyasyon gücünün belirtilmesi, yoğunluklarına göre kategorilere ayrılmaktadır. 120 ila 500 MW'lık yangın ışıma gücü, karşılık gelen yüksek yoğunluklu yangınlarla birlikte parlak kırmızı olarak gösterilirken, mavi, 30 MW'a kadar olan düşük yoğunluklu yangınları gösterir. Yılanlı ve Kavaklıdere bölgesindeki yangınlar parlak kırmızı renkte ve yaygın olarak görülürken, Ören, Çökertme bölgesinde çıkan yangınların çoğu daha az şiddette olduğu için mavi renktedir.

Halihazırda, SEVIRI sensörüne sahip MSG uydularından elde edilen çeşitli kanal verileri LSA SAF tarafından FRP PIXEL ürünleri için kullanılmaktadır. LSA SAF, EUMETSAT'ın çeşitli alanlarda projeler üretilen (hidroloji, hava tahmin modelleri, atmosferik kompozisyon vb.) uygulama zemin segmentlerinden biridir. LSA SAF'ın ana çalışma alanı, agrometeoroloji, iklim çalışmaları, ormancılık ve orman yangınları, doğal tehlikeler ve operasyonel meteoroloji (Web-3) uygulamalarını desteklemek için uydu ürünlerinin geliştirilmesi ve işlenmesidir. Yakın gelecekte, FRPPIXEL ürününü üretmek için MSG'nin SEVIRI sensöründen gelen veriler yerine MTG'nin Esnek Kombine Görüntüleyici (FCI) cihazından gelen veriler kullanılacaktır. FCI, bilimsel ve operasyonel uygulamalar için daha küçük yangınların tespiti için faydalı olabilecek MSG SEVIRI'den daha iyi uzaysal, zamansal ve radyometrik çözünürlüğe sahiptir (Web-1).

1.1.2 Yangın ışıma Gücü (CAMS GFAS)

CAMS (Copernicus Programı Atmosfer Gözlem Sistemi) Küresel Yangın Asimilasyon Sistemi (GFAS), başka bir yangın radyasyon gücü verisi kaynağı olarak belirtilebilir. GFAS, orman yangını ve biyokütle yakma emisyonlarının günlük tahminlerini üretmek için Terra ve Aqua uydularının MODIS enstrümanından alınan yangın radyasyon gücü gözlemlerini kullanmaktadır. GFAS çıktı verileri, 2003'ten günümüze kadar 0,1 derecelik yatay çözünürlüğe sahip düzenli bir enlem-boylam ızgarasında küresel olarak mevcuttur.



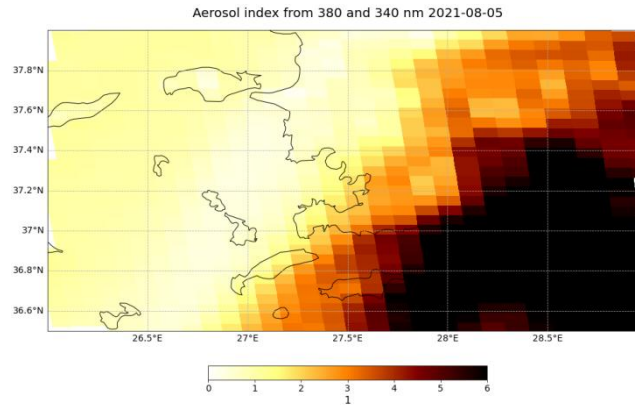
Şekil 4. GFAS Yangın Işıma Gücü (FRP) Ürünü – 05.08.2021 – Muğla, Türkiye

Şekil 4'te Yılanlı ve Kavaklıdere bölgesindeki yangınlar koyu kırmızı renkte görülmekle birlikte bir önceki bölümde belirtilen MODIS FRP PİKSEL ürününe göre daha düşük çözünürlüktedir. Buna karşılık Ören, Çökertme bölgesindeki yangınlar daha düşük şiddette oldukları için sarımsı renklidir. Bu veri ürününde Muğla, Türkiye'deki yangınlar da görünürken, GFAS'ta kullanılan uydu cihazının FRP PIXEL ürününe kıyasla daha yüksek uzamsal çözünürlüğe ve daha düşük zamansal çözünürlüğe sahip olması dolayısıyla, Şekil 3'e kıyasla daha az düşük yoğunluklu yangın kaydedildiği de gözlemlenmektedir.

1.1.3 Ultraviyole Aerosol İndeksi (UVAI)

İz gazların, aerosollerin ve hava kirliliğinin izlenmesi; sayısal hava tahmini modeli çıktısının kalitesinin değerlendirilmesi, orman yangınları sırasında ve sonrasında duman taşınmasının anlaşılması ve hava kirliliği seviyelerinin doğrudan izlenmesi için önemlidir. Yeni nesil kutupsal uydulardan biri olan Metop SG-A, iz gazlarını ölçmek için yerleşik Copernicus Sentinel-5 UVNS (Ultra-violet, Visible ve Near-infrared Sounder) spektrometresini taşıyacaktır. Bu ölçümler dahilinde, CAMS (Web-4) tarafından üretilen iyileştirilmiş hava kalitesi tahminlerinin de

alınması beklenmektedir. Ultraviyole aerosol absorpsiyon indeksi bilgisi, UNVS spektrometresi tarafından Seviye-2 ürünü (Web-1) olarak sağlanacaktır.



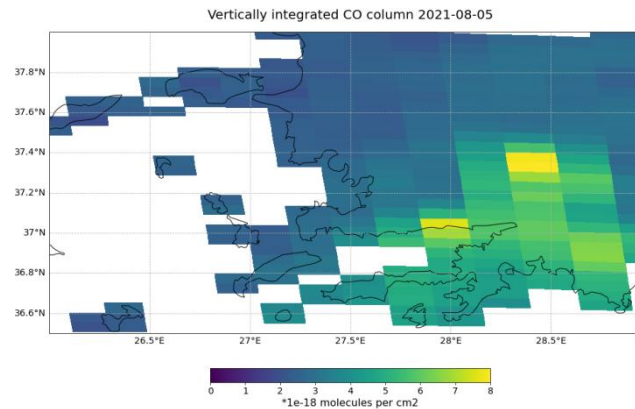
Şekil 5. UV Aerosol İndeks Ürünü (380nm'den 340nm'ye) – 05.08.2021 – Muğla, Türkiye

Şekil 5'teki ölçekte, pozitif UVAİ değerleri emici aerosolü gösterirken, negatif değerler emici olmayan aerosolü gösterir (Hammer ve ark., 2016). Pozitif değerler, toz ve duman gibi UV emici aerosollerin varlığını gösterir.

Copernicus Programı uydularından Sentinel-5'in habercisi olan Sentinel-5P'den alınan proxy verileriyle üretilen Şekil 4'teki Ultraviyole Aerosol İndeksi ürününden de anlaşılacağı üzere Muğla ve Antalya başta olmak üzere Akdeniz'deki orman yangınlarında atmosferdeki aerosol yoğunluğunun arttığı görülmektedir(Web-5). Sentinel-5 UVNS'nin öncülü olarak adlandırılabilen GOME-2, Sentinel-5 UVNS'den daha düşük uzamsal çözünürlüğe sahiptir. Bu enstrüman ile 7 km mesafeden bir mekansal örnekleme yayınlanması beklenmektedir. Ayrıca ölçümler, yakın ve kısa dalga kızılötesine kadar genişletilerek atmosferdeki metan ve karbon monoksit gibi gazlar hakkında bilgi sağlayacaktır(Web-1).

1.1.4 Karbon Monoksit Toplam Sütunu (CO)

Önceki bölümde belirtildiği gibi, büyük orman yangınları sırasında, Sentinel-5 UVNS cihazı, atmosferdeki yüksek karbon monoksit (CO) içeriğinin atmosferin daha yüksek seviyelerinde izlenmesini kullanmak için de faydalı olacaktır (Web-1).



Şekil 6. Dikey olarak integre edilmiş CO ürünü– 05.08.2021 – Muğla, Türkiye

Bu veriler, Sentinel-5 UVNS tarafından Seviye 2 ürünü olarak sağlanacaktır. Şekil 5'te, koyu mavi alanlar, arka plan değerinin $2 \cdot 10^{18}$ molec./cm² civarında olduğunu gösteren toplam kolon karbon monoksit grafiğinin göstergeleridir. Ek olarak, görüntünün sarımsı ve yeşilimsi alanları, atmosferde arka plan değerinden 3 ila 4 kat daha fazla CO bulunduğunu gösterir. Şekil 5'te yoğun sarı kısım, Muğla'nın Kavaklıdere ve Yılanlı bölgelerinde çıkan orman yangınlarından çıkan duman bulutlarına karşılık gelmektedir. Çökertme ve Ören bölgeleri de $8 \cdot 10^{18}$ molec./cm² değerlerine kadar sarı renge sahiptir.

3. SONUÇ

İklim koşullarındaki değişiklikler ve insan müdahalelerinin artması nedeniyle orman yangınlarının sıklığı ve şiddeti küresel ve bölgesel ölçekte artmıştır. Bu durum insanlar ve çevre için yaşam tehditlerinin artmasına neden olmaktadır. Özellikle Akdeniz bölgesinde, kuraklık ve peş peşe gelen yüksek sıcaklık dönem sayısındaki sürekli artış; yangın riskini ve hatta özellikle insan kayıplarına sebep olan ve orman ekosistemlerine zarar veren büyük ölçekli orman yangınlarını artırmaktadır. Bu nedenle orman yangını takibi, yangından korunma, yangın büyüklüğünü algılama, kriz yönetimi ve erken acil müdahale için önemlidir. Bu bağlamda, hava tahmincileri ve ilgili kuruluşlar için yangının uydular ile takip edilebilmesi kritik öneme sahiptir.

Aktif yangınların izlenmesindeki yeni gelişmeler, gelecekte bilim adamları ve hava tahmincileri için daha yararlı bir araç olarak belirtilebilir. Yeni enstrümanların ve sensörlerin daha yüksek uzamsal ve zamansal çözünürlüğe sahip gelişmiş yetenekleri, yangınları ve duman bulutlarının neden olduğu her piksel ve aerosol üzerindeki etkilerini izlemeyi kolaylaştırır. Meteosat Üçüncü Nesil (MTG) ve Metop-İkinci Nesil (Metop-SG) uyduları, yüksek mekansal ve zamansal çözünürlüklerle yakın gelecekte yangınların ve zararlı etkilerinin izlenmesi için değerli veriler sağlayacaktır.

Bu yazıda, aktif yangınların izlenmesi kapsamında Muğla, Türkiye bölgesi incelenmiştir. Aktif yangınların takibi ve etkilerinin incelenmesi için FRP Pixel, UVAİ ve Total CO Column ürünleri kullanılmıştır. Aktif yangın izlemeyi değerlendirmek için Muğla Bölgesinde yangınların yoğun olduğu tarihlerden biri olan 5 Ağustos 2021 seçilmiştir. Mevcut uydulardaki çeşitli sensörlerden alınan veriler, gelecekte kullanılması planlanan uydu ürünlerinin gelecekteki yararlarını araştırmak için vekil (proxy) veri olarak kullanıldı. Bu görüntülere göre Muğla'daki farklı orman yangını bölgeleri o tarihte yoğun yangın riski yüksek olarak değerlendirildi. Öte yandan bu görüntüler, uydu görüntülerinde geliştirilmiş uzamsal ve zamansal çözünürlüğün öneminin bir göstergesi olarak da belirtilmelidir. Bu makalenin temel amacı, ilgilenen bilim adamları için orman yangınlarının uzaktan algılanması için gelecekteki araştırma alanlarını vurgulamaktır.

TEŞEKKÜR

Bu bildirinin hazırlanmasında ana fikrin oluşturulmasını mümkün kılan EUMETSAT Eğitim Ekibine teşekkür ederiz. Yeni nesil uyduların tanıtımı için düzenledikleri "Yeni Nesil Uydularla Orman Yangını İzleme" eğitimi ve bu eğitimle paylaştıkları faydalı materyaller, gelecek araştırmalarında yeni nesil uyduları kullanmak isteyen genç bilim insanlarına rehberlik edeceğini düşünmekteyim.

Ayrıca, Meteoroloji Genel Müdürü Sayın Volkan Mutlu Coşkun'a MGM'deki bilimsel faaliyetleri sürekli desteklediği için teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Hammer, M. S., Martin, R. V., van Donkelaar, A., Buchard, V., Torres, O., Ridley, D. A., & Spurr, R. J. (2016). Interpreting the ultraviolet aerosol index observed with the OMI satellite instrument to understand absorption by organic aerosols: implications for atmospheric oxidation and direct radiative effects. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16(4), 2507-2523.

Web siteleri:

Web-1:

<https://training.eumetsat.int/course/view.php?id=461> , 1 Ekim 2022

Web-2:

<https://muglaobm.ogm.gov.tr/SiteAssets/Lists/Duyurular/AllItems/2021%20Y%C4%B1%C4%B1%20Orman%20Yang%C4%B1nlar%C4%B1%20De%C4%9Ferlendirme%20Raporu.pdf> , 12 Ekim 2022

Web-3:

<https://landsaf.ipma.pt/en/news/news/wildfires-swept-southern-europe-in-summer-2021/> , 8 Ekim 2022

Web-4:

<https://confluence.ecmwf.int/display/CKB/CAMS+global+biomass+burning+emissions+based+on+fire+radiative+power+%28GFAS%29%3A+data+documentation> , 10 Ekim 2022

Web-5:

<https://sentinel.esa.int/documents/247904/2474726/Sentinel-5P-Level-2-Product-User-Manual-Aerosol-Index-product> , 10 Ekim 2022