

Türkiye Uydu Kaynaklı Bulut Atlası Projesi

Ahmet Öztopal

Meteorolojide Uzaktan Algılama – METEO UZAL Takımı
İTÜ, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği, 34469 Sarıyer İstanbul
oztopal@itu.edu.tr

Hakan Koçak, Erdem Erdi

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Uzaktan Algılama Şube Müdürlüğü, Keçiören Ankara
hkocak@mgm.gov.tr, eerdi@mgm.gov.tr

Murat Arslan

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İç Denetim Birimi, Keçiören Ankara
muarslan@mgm.gov.tr

Melek Akın

Meteorolojide Uzaktan Algılama – METEO UZAL Takımı
İTÜ, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği, 34469 Sarıyer İstanbul
akinm@itu.edu.tr

ÖZET

Avrupa Meteorolojik Uyduları İşletme Teşkilatı – EUMETSAT, 8 adet Uydu Verisi Uygulama Merkezine (Satellite Application Facility - SAF) sahiptir ve bunlardan biri de kısa vadeli hava tahminine yönelik olarak çalışmalar yapan NWC SAF'tır. Bu merkezin geliştirmiş olduğu NWC/GEO yazılımı sayesinde, METEOSAT 2. Nesil (MSG) Uydusu'ndan elde edilen ham veriler ile veri asimilasyonu için ihtiyaç duyulan ECMWF NWP sayısal analiz verileri kullanılarak; bulut maskesi, bulut tipi, bulut tepe sıcaklığı ve yüksekliği, yağış bulutları, konvektif yağış oranı, hızlı gelişen fırtınalar, nem ve kararsızlık ürünleri, yüksek çözünürlüklü rüzgâr, uydu görüntüsü interpolasyonu ve hava kütlesi analizi sınıflarında atmosferik ürünler üretilebilmektedir. Bu projenin amacı, ülkemizi kapsayan bir alanda, 2004-2019 yıllarını kapsayan dönem için bu tür ürünlere ait bir veri tabanının ve bir bulut atlasının elde edilmesi ve ihtiyaç duyan sektörlerin (enerji, turizm, savunma, vb.) hizmetine sunulması, sonrasında da bu sistemin web üzerinden hizmet verir bir hale getirilmesidir. Bugün itibariyle, İTÜ Meteoroloji Mühendisliği Bölümü'nde kurulan bir sistem üzerine, NWC/GEO yazılımının kurulumu tamamlanarak 2004-2015 dönemi ECMWF NWP sayısal analiz ve MSG ham verileri yüklenmiş durumdadır. Ayrıca 2004, 2011, 2012 ve 2013 yıllarına ait atmosferik ürünlerin üretimi de tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler — bulut atlası, MSG, NWC SAF.

1. GİRİŞ

Yer gözlem sistemlerinin hem yeterli sayıda olmaması hem de düzensiz dağılım sorunu nedeniyle noktasal ölçümlerden alansal bilgi üretilmesi hatalar içerebilmektedir. Bu yüzden son zamanlarda uzaktan algılama sistemlerine ilgi her geçen gün daha da artmaktadır. Her ne kadar bazı kısıtları olsa da, uzaktan algılama sistemlerinin düzenli bir piksel yapısında hem yüksek uzaysal hem de yüksek zamansal çözünürlükte bilgi sağlayabiliyor olmaları onları öne çıkarmaktadır. Uzaktan algılama yoluyla elde edilen verilerin doğrudan ölçüm olmadığı da hatırlanacak olursa, doğrulama anlamında yersel verilerin de gerekliliği unutulmamalıdır.

Meteorolojik uydu ve radar sistemleri yardımıyla yüksek uzaysal ve zamansal çözünürlükte atmosferin takibi daha da kolaylaşmaktadır ve ani gelişen hava olaylarının tespitinde bu sistemlerin katkıları yadsınamaz derecede önemlidir.

Bugün için yersel veriler için bile olsa ülkemize ait bir bulut atlası ya da başka bir deyişle bir bulut klimatolojisi ortaya konulmuş değildir. İşte buradan hareketle bu çalışmada, ülkemizin içinde olduğu bir alanda, 2004-2019 yıllarını kapsayan dönem için uydu verileri üzerinden mevsimlik ve yıllık bulut atlasları ortaya konacaktır.

Avrupa Meteorolojik Uyduları İşletme Teşkilatı – EUMETSAT, uydudan elde edilen verilerin kullanımı ve kalitesini artırmak ve ihtiyaç duyulan alanlarda uydu ürünleri geliştirmek gayesiyle 1990'lı yıllardan itibaren uydu uygulama merkezleri (Satellite Application Facility - SAF) kurmuştur ve şu an bunların sayısı 8 adettir. Bunlardan biri de kısa vadeli hava tahminine yönelik çalışmalar yapan NWC SAF'tır. Bu merkezin geliştirdiği NWC/GEO yazılımı sayesinde 10 ürün paketi altında 33 adet atmosferik ürün üretebilmek mümkündür. Dolayısıyla bu projedeki bulut atlası oluşturulmasının temelinde bu yazılım kullanılmaktadır.

2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİLER

Şekil 1’den görüleceği üzere, çalışma alanı 20,00°D - 46,50°D boylamları ile 33,50°K - 44,20°K enlemleri arasında kalan bölgeyi içermektedir.



Şekil 1: Çalışma alanı

Çalışma için kullanılan ilk veri türü, veri asimilasyonu için gerekli olan ECMWF NWP sayısal analiz verileridir. İkinci veri türü ise, EUMETSAT tarafından işletilen MSG uydusunun 7. segmentine ait ve 15 dakikalık zaman çözünürlüğündeki ham verileridir. Her 2 veri türü için de 2004-2015 dönemine ait veriler, İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü’nde kurulan 32 TB’lık QNAP veri depolama ünitesine kopyalanarak, 8 çekirdekli bir iş istasyonu üzerinde işlenmektedir. Çalışma kapsamında kullanılacak yersel veriler ise, 3’er saatlik bulut kapalılığı ve görüş uzaklığıdır.

3. ÜRETİLEN ÜRÜNLER

Tablo 1’den görüleceği üzere, proje kapsamında bulut maskesi, bulut tipi, bulut tepe sıcaklığı ve yüksekliği, yağış bulutları, konvektif yağış oranı, hızlı gelişen fırtınalar, nem ve kararsızlık ürünleri, yüksek çözünürlüklü rüzgâr, uydu görüntüsü interpolasyonu ve hava kütlesi paketlerine ait atmosferik ürünler 2004, 2011, 2012 ve 2013 yılları için üretilmiş olup, diğer yıllar için ürün üretimi devam etmektedir.

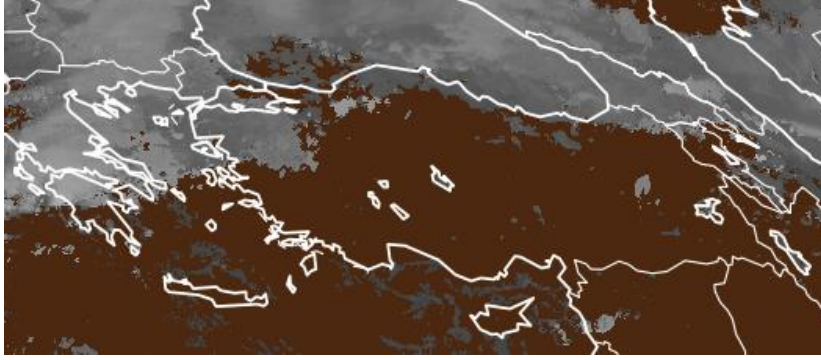
Tablo 1: Çalışma kapsamında üretilen ürün paketleri ve açıklamaları [1].

Ürün No	Ürün Paket İsmi	Paket ürünleri	Ürün açıklaması
Bulut Ürünleri			
1	Bulut maskesi	- Bulut Maskesi - Toz Maskesi - Volkanik Kül Maskesi	Bulutlu alanların tespit edilmesi için kullanılır. Her bir piksel <i>bulutlu</i> , <i>parçalı bulutlu</i> , <i>açık</i> ve <i>kar/buz</i> sınıflarından biri ile tanımlanmaktadır. Ayrıca atmosferde bulunan toz ve volkanik kül tespitini yapar.
2	Bulut tipi	- Bulut Tipi - Bulut Su/Buz Fazı	Kümüluform/stratiform ile çok alçak, alçak, orta, yüksek ve çok yüksek temel sınıflandırmaları kullanılarak bulut tipleri 20 farklı sınıfa ayrılır.
3	Bulut tepe sıcaklığı ve yüksekliği	- Bulut Tepe Basıncı - Bulut Tepe Yüksekliği - Bulut Tepe Sıcaklığı - Efektif Bulutluluk	Tespit edilen buluta ait tepe basıncı, yükseklik, sıcaklık gibi bilgiler verilir.
Yağış ve Konveksiyon Ürünleri			
4	Yağış bulutları	- Yağış İhtimal Yüzdesi	0-100 arasında değişen yağış olasılık yüzdesini verir.
5	Konvektif yağış oranı	- Konvektif Yağış Oranı - Konvektif Yağış Saatlik Toplamı - Veri Kullanım Bayrakları	Konvektif yağış durumunda, yağış şiddetini 11 farklı sınıf ile ifade eder.
6	Hızlı gelişen fırtınalar	- Hızlı Gelişen Fırtına Tespiti ve Bilgileri - Fırtına Coğrafi Sınırları - Fırtına Hareket Yönü ve Hızı - Fırtına Şiddeti - Fırtına Safhası	Yoğun konvektif sistem bulutlarının belirlenmesi ve takip edilmesi ile hızlı gelişen konvektif hücrelerin tespitini hedefler.
Açık Hava Ürünleri (Fiziksel Çıkarım)			
7	Uydu nem ve kararsızlık ürünleri	- Toplam Yağışa Geçebilir Su Miktarı - Sınır Seviyesi Yağışa Geçebilir Su Miktarı - Orta Seviye Yağışa Geçebilir Su Miktarı - Yüksek Seviye Yağışa Geçebilir Su Miktarı - Lifted İndeksi - Showalter İndeksi - K-İndeksi - Parametre - SHTM Farkları	Atmosferik kararlılığı farklı indeks parametreleri yardımıyla tanımlar ve atmosferin farklı seviyelerine ait yağışa geçebilecek su miktarını verir.
Kavramsal Model ve Rüzgâr Ürünleri			
8	Yüksek çözünürlüklü rüzgâr	- Rüzgâr Vektörü (Yön ve Hız) - Rüzgâr Vektörü Enlem ve Boylamı - Rüzgâr Vektörü Basıncı Seviyesi ve Sıcaklığı - Rüzgâr Vektörü Güvenirliği	Atmosferin farklı seviyelerindeki rüzgâr vektörlerini tespit eder ve bunlara ait bilgileri verir.
9	Uydu görüntüsü interpolasyonu	- Otomatik Uydu Görüntüsü Yorumlama (Kavramsal Model Çıktısı)	Cephesel hatların uydu verileri ile tespit edilmesini hedefler.
10	Hava kütleleri analizi	- Hava Kütleleri Analizi Sınıflandırması - Sirt Hattı	Hava kütlelerinin arktik, kutupsal, tropikal, ekvatorial ile kıtasal/denizsel ve kararlı/kararsız temel sınıflandırmaları kullanılarak 25 farklı sınıfa ayırır.

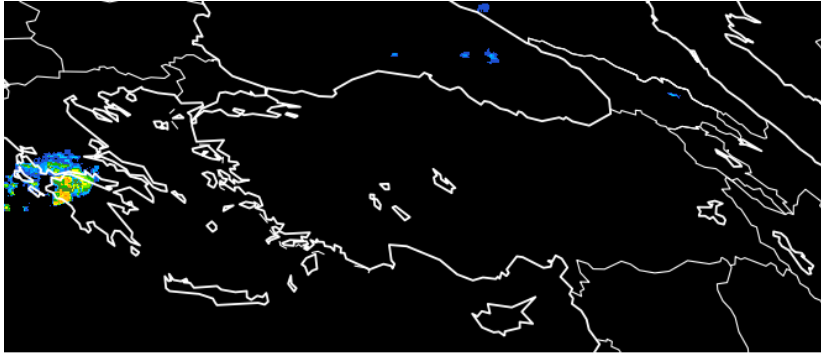
Üretilen ürünlere örnek olması açısından Şekil 2'den % olarak tropopoz katmanları oluşum ihtimali ürünü, Şekil 3'ten K biriminde bulut tepe sıcaklığı ürünü, Şekil 4'ten mm/saat olarak konvektif yağış yoğunluğu ürünü ve Şekil 5'ten ise mm biriminde toplam yağışa geçebilir su miktarı ürünü görülebilir.



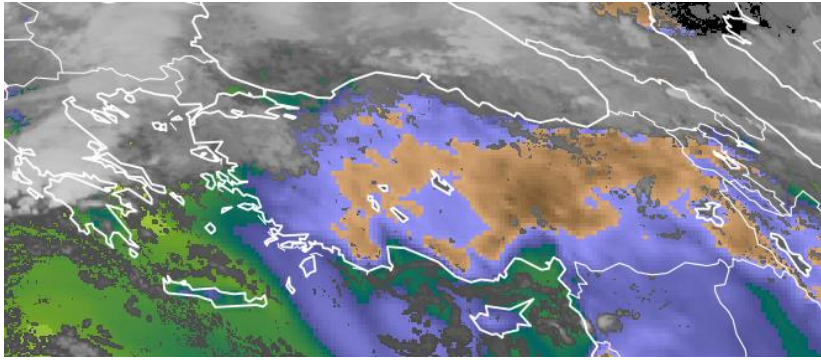
Şekil 2: Tropopoz katmanları oluşum ihtimali ürünü (%)



Şekil 3: Bulut tepe sıcaklığı ürünü (K)



Şekil 4: Konvektif yağış yoğunluğu ürünü (mm/saat)



Şekil 5: Toplam yağışa geçebilir su miktarı ürünü (mm)

4. SONUÇLAR VE YAPILACAKLAR

Proje sonunda, seçilen çalışma alanında ve 15 dakikalık zaman aralıklarına sahip 10 ürün kategorisinde, toplam 33 atmosferik parametrenin 2004-2019 yıllarını kapsayacak şekilde üretimi sağlanmış olacaktır. Buradan elde edilecek veri tabanı ile de ülkemizdeki tüm araştırmacılar önemli bir veri kaynağına kavuşacaklardır. Bu veri kaynağı enerji, turizm, savunma, vd. sektörlerle ücretsiz olarak sunulacaktır. Ayrıca ülkemiz için 16 yıllık bulutluluk atlası çıkarılarak, güneş enerjisi, aydınlanma ve astronomi alanlarında önemli katkılar sağlanacaktır.

Bugün itibariyle, 2016-2019 dönemi MSG verilerinin EUMETSAT'tan gönderilmesi beklenmektedir, veri gelir gelmez sisteme depolanacak ve işlenecektir. Bununla birlikte, projenin sunumu ve üretilen ürünlerin paylaşılabilmesi amacıyla bir web sayfası tasarlanacak olup, operasyonel ürün üretimi için gerekli altyapı oluşturulacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Sönmez İ., Erdi E., Demir F., Arslan M., Koçak H., Öztopal A., *Türkiye için uydu kaynaklı atmosfer ürünleri veri tabanının tanıtılması*, II. Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu, (13-20), Antalya, 2015.