






Astronomi için Antarktika'da Yer Seçimi

Zühal Kurt¹  , Nazım Aksaker² , Sinan Kaan Yerli^{2,3} ,
M. Akif Erdoğan³ 

¹ Çukurova Üniversitesi, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, 01330 Adana, Türkiye.

² Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (UZAYMER), 01330 Adana, Türkiye

³ Çukurova Üniversitesi Adana Organize Sanayi Bölgesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 01330 Adana, Türkiye

⁴ Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fizik Bölümü, 06800 Ankara, Türkiye

⁵ Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı, 31060 Hatay, Türkiye.

Accepted: December 11, 2022. Revised: December 6, 2022. Received: November 7, 2022.

Özet

Antartika, sıradışı şartlara (düşük sıcaklık, düşük nem vb.) sahip uzun süren karanlık geceler ve kutup soğukunda dedektörlerin düşük kara akımlarda kalmasına bağlı sürekli ve duyarlı gözlem imkanı nedeniyle astronomi açısından değerli bir konumdur. Astronomların ve gözlemevi kurmak isteyen ülkelerin ve karar vericilerin en cazip tercihlerinden biridir. Bu durum da astronomi için coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama kullanarak yer seçimi yapmanın gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bulutluluk, yoğuşabilir su buharı, yükseklik ve rüzgar hızı gibi uzaktan algılama ve model verileri kullanılarak bu çalışmada Antarktika'da gözlemevi için uydu verileri kullanılarak yer seçimi yapılmıştır. Kullanılan veriler **astroGIS** veri tabanından edinilmiş olup en az 20 yıllık zamansal, 1km² uzamsal çözünürlüğe sahip şimdiye kadar en güncel verilerdir.

Abstract

Antarctica is a valuable site in terms of astronomy due to the long dark nights with unusual conditions (low temperature, low humidity, etc.) and the possibility of continuous and sensitive observation due to the low dark current of the detectors in the arctic cold. It is one of the most attractive choices of astronomers and countries and decision makers who want to establish observatories. This situation has revealed the necessity of choosing a place for astronomy using geographic information systems and remote sensing. In this study, site selection was made for astronomical observatories in Antarctica using satellite data, remote sensing and model data such as cloud cover, precipitable water vapor, altitude and wind speed. The data was used from the **astroGIS** database and it is the most up-to-date data with a temporal resolution of at least 20 years and a spatial resolution of 1km².

Anahtar Kelimeler: methods: data analysis – planets and satellites: atmospheres – telescopes

1 Giriş

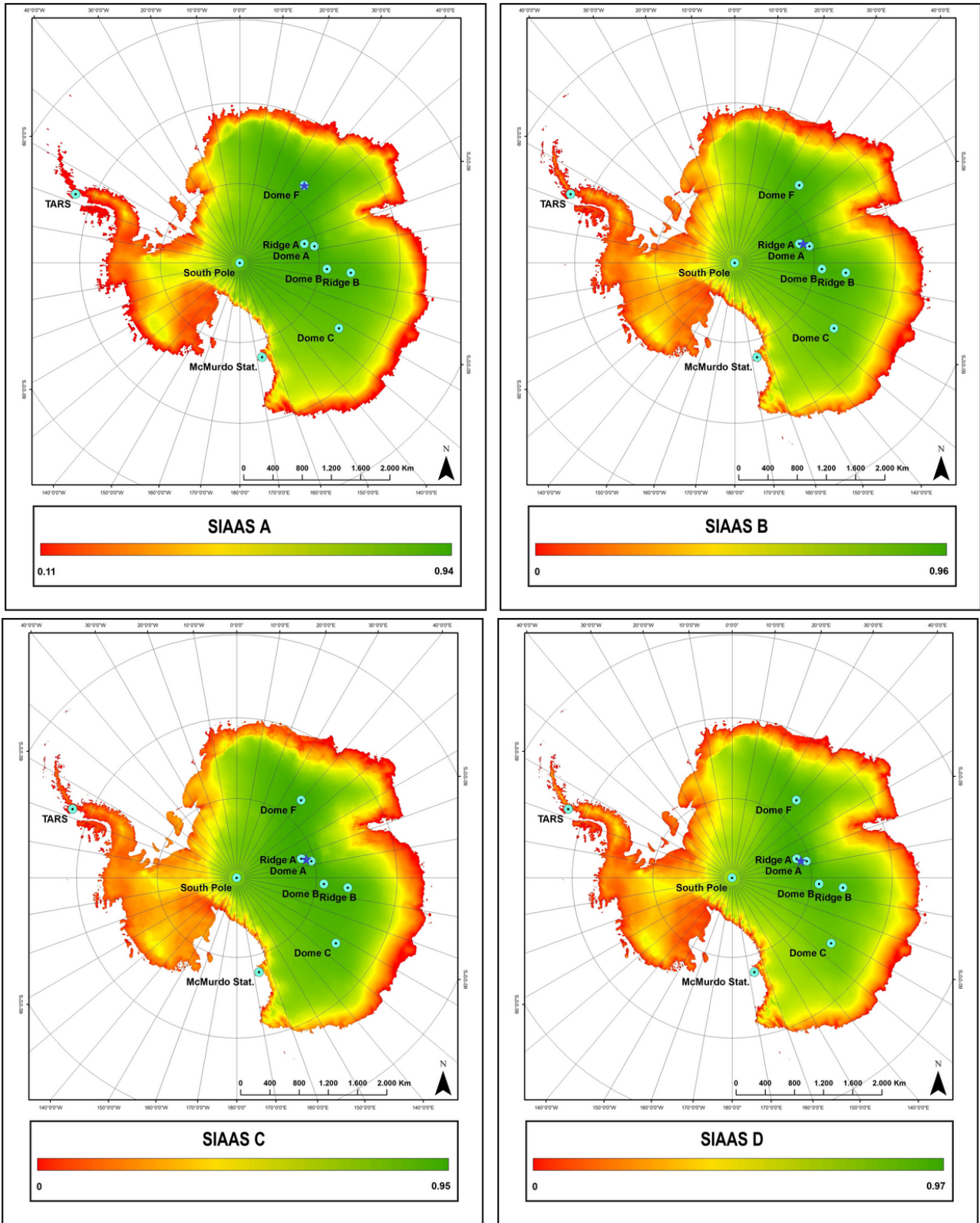
Astronomi alanında şimdiye kadar Antartika'da çok önemli araştırmalar yapılmıştır ve yapılmaya devam edilmektedir: IceCube (Aartsen ve diğ. 2013), BOOMERanG (Lange ve diğ. 2001), JACEE (Asakimori ve diğ. 1998), MITO (Ayuso ve diğ. 2021). Ülkeler kıta boyunca kendilerine uygun istasyon konumlarını seçerek buralara araştırma merkezleri kurmuşlardır. Şimdiye kadar 30 farklı ülkeden 128 istasyon kurulmuştur. Bunlardan astronomi çalışmalarının yapıldığı istasyonlar Dome A, B, C, F ve Ridge A, B'dir (bkz. Şekil 1). Bu merkezlerin site karakteristikleri astronomi açısından ayrıntılı olarak çıkarılmış ve gezegende en iyi yerler olarak bilinmektedirler. Saunders ve diğ. (2009) yaptıkları çalışmada Antartika'daki meteorolojik koşulları istasyonlar temelinde incelemişlerdir. Buna göre Dome A'nın genel olarak astronomi gözlemleri için diğerlerine göre en uygun yer olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak, farklı katmanlar için farklı konumlar işaret edilmektedir. Ayrıca çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) kullanılması nedeniyle sadece katmanların en iyi yerleri ve belirli konumların bu katmanlardaki durumlarının incelenmiş olması, çalışmanın tüm kıtayı kapsayan bir sonuca ulaşmasını engellemektedir.

* zkurt@student.cu.edu.tr

Bu çalışmada astrometeorolojik katmanlar kullanılarak üretilen **astroGIS** veritabanı ve yeni/güncel veriler eklenerek tüm antartika için astronomik açıdan gözlemevi kurulumu için uygun yerler yüksek çözünürlüklü ve güncel" olarak belirlenmiştir.

2 astroGIS Veri Tabanı

astroGIS veri tabanı, astronomik açıdan önemli meteorolojik ve coğrafi parametreler olan bulutluluk, yoğuşabilir su buharı, aerosol optik derinlik, rüzgar hızı ve yükseklik gibi katmanlar için güncel ve yüksek çözünürlüklü (1 km²) uydu verilerini içerir (Aksaker ve diğ. 2020). Bulutluluk, yoğuşabilir su buharı ve aerosol optik derinlik bilgisi içeren veri setleri, polar yörüngeli ikiz uydular Aqua ve Terra'da MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) cihazından elde edilmiştir. Rüzgar hızı verileri ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) ERA5 model verilerinden elde edilmiştir. **astroGIS** veritabanı ayrıca GTOPO30 (Global 30 Arc-Second Elevation)'dan elde edilen Sayısal Yükseklik Modeli (DEM)'i de içerir. Veritabanının küresel coğrafi kapsamı 75 Kuzey'den 65 Güney'e kadardır. Bu çalışmada kullanılan bütün veriler **astroGIS** veri tabanından elde edilmiştir.



Şekil 1. Antarktika'da Astronomik Bölge için Uygunluk İndisi – SIAAS için 4 farklı senaryo: A (üst sol), B (üst sağ), C (alt sol), D (alt sağ).

3 Katmanlar

Bulutluluk (CC): Astronomik yer seçiminde en önemli katman bulutluluktur (Ardeberg 1983). Bilindiği üzere kapalı bir gecede teleskopun çapı, yüksekliği veya diğer parametrelerin hiçbir öneminin olmadığı açıktır. Bulutluluğu belirlemenin en güvenilir yolu uzaktan algılanmış verilerin kullanılmasıdır.

Yükseklik (DEM): Yükseklik (Rakım) de astronomik yer seçimi için bir başka önemli kriterdir. Sahanın rakım yükseldikçe site bulutlar ve aerosoller gibi atmosferik olaylardan daha az etkilenir ve potansiyel olarak daha iyi görüş değerlerine sahip olur (Aksaker ve diğ. 2015).

Yoğuşabilir Su Buharı Miktarı (PWV): Yoğuşabilir su buharı miktarı başucu doğrultusunda bulunan belirli bir sütun yoğunluğunda bulunan su buharı miktarı olarak tanımlanmaktadır (Pérez-Jordán ve diğ. 2015). Atmosferik su buharı miktarı atmosferin kızılötesi ve Radyo bölgedeki geçirgenliği etkileyen en önemli faktördür. Kızılötesi/Radyo astronomisi çalışmak için bu etkinin mümkün olduğunca az olması gerekmektedir. Büyük optik teleskoplar artık kızılötesi bölgesinde çalışabilecek şekilde tasarlandıklarından yer seçimi çalışmasında bu katman daha önemli hale gelmektedir.

Rüzgar Hızı (WS): Yerleşkenin hemen üzerindeki astronomik görüş, rüzgar hızı ve atmosferdeki türbülans ile ilişkilidir (Tokovinin & Kornilov 2007). Rüzgar hızı davranışında enlem, boylam, yükseklik ve çevre çok etkilidir.

4 Veri Analizi

4.1 Veri Düzenleme

MODIS cihazı ile üretilen veriler Hierarchical Data Format (HDF) türünde tutulmaktadır. MODIS cihazının görüş açısı 55 derece olması nedeniyle bir ayrıtı 2330 km olan şerit şeklinde bir alanı görüntüleyebilmektedir. Antarktika için 110 dak/veri HDF verisi üretilmektedir. Dolayısıyla 2002-2022 yılları arasında yukarıda belirtilen katmanlar için toplam yaklaşık 100 TByte veri alınmıştır. Alınan tüm veriler CBS ortamında kullanılabilmesi için Geo-TIFF formatına dönüştürülmüştür. Bu işlem için python altında çalışan GDAL kütüphanesi kullanılmıştır. HDF formatındaki veriler 25 derecelik 105 adet Geo-TIFF'e dönüştürüldükten sonra IDL/Python içerisinde yazılan programlar ile ortalama bulutluluk, yoğuşabilir su buharı miktarı ve aerosol miktarı katmanları oluşturulmuştur.

4.2 Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA)

Antarktika'da Astronomik Bölge için Uygunluk İndisi (SIAAS(Suitability Index for Antarctica's Astronomical Sites)) oluşturulmuş ve farklı senaryolar için yer seçimi yapılmıştır. Bu çalışmada uygulanan ÇKKA üç ana aşamadan oluşmaktadır:

Mekansal düzenlemeler: Tüm kriter katmanları "en yakın komşu yeniden örnekleme yöntemi" kullanılarak 1 km'lik mekansal çözünürlüğe dönüştürülmüştür.

Standardizasyon: SIAAS girdi kriterlerine ait her katmanın standartlaştırılmış, ortak bir ölçüye dönüştürmeden sürece dahil edilmesi mantıksal anlamda hataya neden olacaktır. Bu nedenle tüm girdi katmanları, bulanık mantık yaklaşımı kapsamında sigmoidal fonksiyon kullanılarak 0'dan 1'e kadar bir asimptotik ölçek dahilinde bir üyelik derecesine atanarak standartlaştırılmıştır (Feizizadeh ve diğ. 2014a,b; Gorsevski & Jankowski 2010; Jiang & Wang 2000).

Birleştirme: Bir astronomik gözlemevi için uygun alanların

seçilmesi süreci farklı tipte veri kümelerinin farklı kriter türleri ile birleştirilmesiyle her konum için küresel SIAAS değerleri üretilmiştir. SIAAS-A: CC, DEM, WS, PWV katmanlarının herbiri birer puan, SIAAS-B: CC ve DEM katmanları birer puan, SIAAS-C: CC katmanı iki puan ve DEM katmanı bir puan, SIAAS-D: CC katmanı bir puan DEM katmanı iki puan olacak şekilde ağırlıklandırılmıştır.

5 Sonuç

Antarktika üzerinde gözlemevleri için uygun yerlerin haritası yaklaşık 1 km²'lik çözünürlük ile ilk kez haritalandırılmıştır. Şekil 1'de SIAAS A senaryosunda her bir kriter için birer puan alınmıştır. Mavi yıldızla gösterilen 1.336 km²'lik bu alan bu senaryoda astronomi için en uygun yeri belirtmektedir. SIAAS B senaryosunda bulutluluk ve yükseklik kriterleri için birer puan verilmiş diğer kriterler bu senaryoda kullanılmamıştır. Mavi yıldızla gösterilen 6.656 km²'lik bu alan bu senaryoda astronomi için en uygun yeri belirtmektedir. SIAAS C senaryosunda bulutluluk iki puan, yükseklik kriteri için ise bir puan verilmiştir. Mavi yıldızla gösterilen 33 km²'lik bu alan bu senaryoda astronomi için en uygun yeri belirtmektedir. SIAAS D senaryosunda bulutluluk bir puan yükseklik kriteri için ise iki puan verilmiştir. Mavi yıldızla gösterilen 66 km²'lik bu alan bu senaryoda astronomi için en uygun yeri belirtmektedir.

Bu çalışmanın en önemli sonucu, Antarktika kıtası için "Uygunluk İndeksi" veri tabanı oluşturulmasıdır. Antarktika'da astronomi çalışmaları yapan bir gözlemevi kurmayı amaçlayanlar, zaman ve bütçe harcamadan SIAAS değerlerini kullanarak potansiyel alanların kısa bir listesini oluşturabilirler.

6 Teşekkür

Bu çalışma 121F251 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmektedir.

Kaynaklar

- Aartsen M. G., ve diğ., 2013, *Phys. Rev. Lett.*, 111, 021103
 Aksaker N., ve diğ., 2015, *Experimental Astronomy*, 39, 547
 Aksaker N., Yerli S. K., Erdoğan M. A., Kurt Z., Kaba K., Bayazit M., Yesilyaprak C., 2020, *MNRAS*, 493, 1204
 Ardeberg A., 1983, in European southern observatory conference and workshop proceedings. pp 217–254
 Asakimori K., ve diğ., 1998, *ApJ*, 502, 278
 Ayuso S., Blanco J. J., García Tejedor J. I., Gómez Herrero R., Vrublevskyy I., García Población Ó., Medina J., 2021, *Journal of Space Weather and Space Climate*, 11, 13
 Feizizadeh B., Jankowski P., Blaschke T., 2014a, *Computers and Geosciences*, 64, 81
 Feizizadeh B., Shadman Roodposhti M., Jankowski P., Blaschke T., 2014b, *Computers and Geosciences*, 73, 208
 Gorsevski P. V., Jankowski P., 2010, *Computers and Geosciences*, 36, 1005
 Jiang Y., Wang J., 2000, *A&A*, 356, 1055, *ADS*
 Lange A. E., ve diğ., 2001, *Phys. Rev. D*, 63, 042001
 Pérez-Jordán G., Castro-Almazán J. A., Muñoz-Tuñón C., Codina B., Vernin J., 2015, *MNRAS*, 452, 1992
 Saunders W., ve diğ., 2009, *PASP*, 11, 976
 Tokovinin A., Kornilov V., 2007, *MNRAS*, 381, 1179

Access:

M23-0342: *Turkish J.A&A* — Vol.4, Issue 3.