

# Türkiyede Büyük Teleskoplar için GIS kullanılarak Yer Seçimi Çalışması

Nazım Aksaker<sup>1,14</sup>★, Sinan Kaan Yerli<sup>2</sup>, Mehmet Akif Erdoğan<sup>1</sup>, Erdem Erdi<sup>3</sup>, Kazım Kaba<sup>4</sup>, Tansel Ak<sup>5</sup>, Zeki Aslan<sup>6</sup>, Volkan Bakış<sup>7</sup>, Osman Demircan<sup>8</sup>, Zeki Eker<sup>7</sup>, Serdar Evren<sup>9</sup>, Varol Keskin<sup>9</sup>, İbrahim Küçük<sup>10</sup>, Tuncay Özdemir<sup>11</sup>, Tuncay Özışık<sup>12</sup>, Selim Osman Selam<sup>13</sup>

<sup>1</sup> Vocational School of Technical Sciences, Çukurova University, Adana, Turkey

<sup>2</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara, Turkey

<sup>3</sup> Remote Sensing Division, Turkish State Meteorological Service, Ankara, Turkey

<sup>4</sup> Department of Physics, Çukurova University, Adana, Turkey

<sup>5</sup> Science Faculty, Department of Astronomy and Space Sciences, İstanbul University, İstanbul, Turkey

<sup>6</sup> 1427. Cd., No:4/24, Balgat, Ankara, Turkey

<sup>7</sup> Science Faculty, Space Sciences and Technologies Department, Akdeniz University, Antalya, Turkey

<sup>8</sup> Science and Letter Faculty, Space Sciences and Technologies Department, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

<sup>9</sup> Science Faculty, Astronomy and Space Sciences Department, Ege University, İzmir, Turkey

<sup>10</sup> Science Faculty, Department of Astronomy and Space Sciences, Erciyes University, Kayseri, Turkey

<sup>11</sup> Science and Letter Faculty, Physics Department, İnönü University, Malatya, Turkey

<sup>12</sup> TÜBİTAK National Observatory, Antalya, Turkey

<sup>13</sup> Science Faculty, Department of Astronomy and Space Sciences, Ankara University, Ankara, Turkey

<sup>14</sup> Research and Application of Space Sciences and Solar Energy Center (UZAYMER), University of Çukurova, Adana, Turkey

## Özet

Bu çalışmada Türkiye’de potansiyel gözlemlevleri için yer seçimi çalışmaları Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) içerisinde uydur görüntüleri kullanılarak yapılmıştır.

Bulutluluk, Sayısal Yükseklik Modeli, Yapay Işıklık, Yoğuşabilir Su Buharı miktarı, Aerosol Optik kalınlığı ve rüzgar hızı katmanları CBS içerisinde çalışıldı. ÇKKA’nın sonucu olarak Türkiye’deki en uygun yerlerin güney batıdan kuzey doğuya çizilen bir doğrunun doğu kısmında olduğu belirlendi. Bu bölgeler ileride yapılacak ayrıntılı çalışmalarda birincil adaylardır. Buna ek olarak büyük gözlemlevlerimizde çalışılmıştır. Potansiyel gözlemlevi adaylarındaki test çalışmalarında kullanılacak bir prototip üretilmek üzere bir TUBİTAK projesi devam etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** site testing, Gözlemlevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

## 1 Giriş

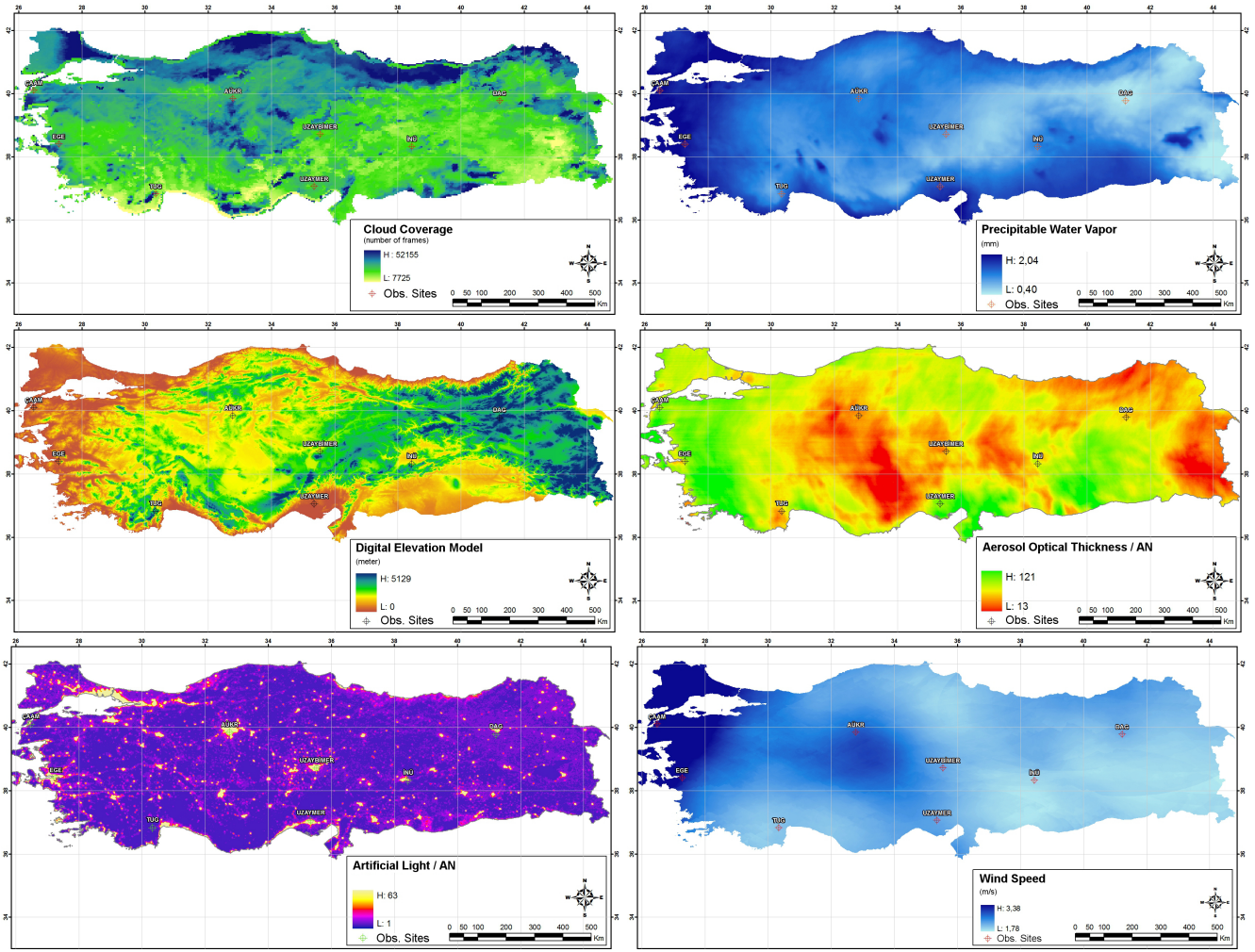
Astronomik gözlemevi yer seçimi, tasarlanan deneylerin ve projelerin uygulanması ile fikirleri ve rüyaları gerçekleştirmesi nedeniyle astronominin önemli bir bölümüdür. Bu nedenle içerisinde büyük bir iş içermektedir. Mühendislik ve malzeme bilimindeki gelişmelerin sonucu olarak gözlemlevlerinin ve teleskopların maliyetleri düşmüştür. Bununla birlikte maliyetlerin düşmesine rağmen yıllık gözlem oranının maximum ile kullanılmasını değiştirmemiştir.

İyi bir gözlemevi genellikle deniz seviyesinden yüksek, insan faaliyetlerinden kaynaklanan ışıklıktan uzak ve bulutsuz bir ortamda bulunur. Örneğin 2000 m’den yüksek coğrafi konumların yüzey alanı Dünya’nın karasal yüzeyinin sadece % 32’dir. Aynı alan Türkiye için % 12 dir. Ayrıca, jeolojik yapıların dağılımı Türkiye’nin güney, güney-doğu, doğu kısmında için

arama sınırlanmaktadır. Ancak, en büyük teleskoplarla listesi dikkate alındığında dünyada teleskop kapsamında iki bariz boşluklar vardır: (1) yaklaşık 30-45 derece Doğu boylamında olan gözlemevi boşluğu (Büyük teleskoplar ile aynı anda her iki yarımkürede kapsayan boşluk örneğin "2020’lerde ESO" atölye içinde hemisfer arasında işbirliği vizyonu bakınız) (2) enlemsel olarak. Bu nedenlerle Türkiye’de büyük teleskoplar için yer seçimi çalışmalarına başlamıştır.

Yukarıdaki nedenler çerçevesinde ve ilk olarak 29-31 Mart 2013 tarihinde Antalya’da TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)’un düzenlediği Kurullararası Ortak Çalıştayında Türkiye’de büyük gözlemevi için yer seçimi tartışıldı. Aynı toplantıda istanbulda 11 Mayıs 2013 tarihinde "Türkiye’de Büyük Teleskoplar İçin Yer Belirleme Çalışmaları Çalıştay - I" Türk Astronomi Derneği (TAD) ve Bilim Akademisi Derneği ev sahipliğinde düzenlenmesine karar verildi. Çalıştay sonucunda bir sonuç raporu oluşturuldu. Bu rapora göre CBS katmanlarının oluşturulması ve Aday adayı belirleme çalışması olmak üzere

★ naksaker@cu.edu.tr



Şekil 1. ÇKKA içerisinde kullanılan katmanlar. katmanların birimleri sırasıyla CC: bulutlu görüntülerin sayıları; DEM: meters; PWV: mm; WS: m/s; Geri kalanı: rastgele sayılar

Çizelge 1. ÇKKA içinde kullanılan katmanlar için farklı senaryolar

Senaryolar	CC	DEM	AL	PWV	AOT	WS
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	1.0	1.0	1.0	-	1.0	1.0
3	1.0	1.0	1.0	-	-	-

2 ekip oluşturuldu. CBS katman çalışması 2 Temmuz 2013 tarihinde tamamlandı. 2-3 Ağustos 2013 tarihleri arasında TUG da düzenlenen Aday adayı belirleme çalışması sonucunda farklı senaryolar kullanılarak 17 bölge belirlendi.

## 2 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Tüm uzaysal veya coğrafi verilerin saklandığı, dönüştürüldüğü, yönetildiği, analiz edildiği ve sunulduğu bir bilgisayar sistemidir. İnsan, metod, veri, yazılım ve donanım olmak üzere 5 ana bölümden oluşur. Nokta, çizgi ve alan geometrik şekilleri kullanarak tüm coğrafi nesnelere bilgisayar ortamında analiz edilebilir hale getirebilmektedir. CBS yönetim, sorgulama, analiz ve görselleştirme görevleri bulunmaktadır. Çoğunlukla vektör olmak üzere raster ve bunlar ile ilişkili diğer verileri kullanır. Sonuç olarak CBS karar vericilere akıllı haritalar üzerinde analizler yaparak

kararlarında yardımcı olmaktadır. Benzer yer seçim çalışmaları incelendiğinde Bulutluluk, Sayısal Yükseklik Modeli, Gece Işıklılığı, Atmosferik su buharı miktarı, Aerosol içeriği, Rüzgar Hızı, Jeolojik yapı, sismik aktivite, maden aktivitesi, ticari havayolu güzergahları gibi bir çok katmanın kullanıldığı görülmektedir. Bu katmanlar kurulacak gözlemevine veya yapılacak bilime göre değişkenlik gösterebilmektedir. Bu çalışmada ilk 6 katman ile ilgilendi. Bu katmanların seçiminde hem bilimsel amaç hemde hızlıca ulaşılabilir veya üretilebilir olmasına dikkat ettik.

### 2.1 Bulutluluk

Elimizde hem MODIS uydusundan üretilmiş bulutluluk verileri hemde METEOSAT'dan üretilmiş bulutluluk verileri bulunmasına karşı veri alma sıklığı nedeniyle METEOSAT verileri tercih edilmiştir. 2008-2012 yılları arasında toplam 52155 bulutluluk verisi analiz edilmiş ve sonucunda tüm Türkiye için ortalama bulutluluk haritası üretilmiştir. Bu katmanın yersel çözünürlüğü 5kmx5km zamansal çözünürlüğü ise 15 dakikadır. Katmanlar içerisinde en önemli katman bulutluluk katmanıdır.

## 2.2 Sayısal Yükseklik Modeli

İkinci en önemli katman ise yükseklik katmanıdır. Yükseklik katmanı Sayısal yükseklik modeli katmanı olarak Uzaktan algılama (Radar) tekniği ile oluşturulmuştur. ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) uydusunun GDEM (Global DEM) verilerinden oluşturulan sayısal yükseklik modeli 30m çözünürlüğe sahiptir. ASTER GDEM verileri 2012 yılında ilgili web sitesinden indirilmiştir.

## 2.3 Gece Işıklılığı

Gece ışıklılığı uydular tarafından kolaylıkla belirlenebilmektedir ve gözlemleri negetif olarak etkilemektedir. DMSP/OLS (Defense Meteorological Satellite Program's Operational Linescan System) sistemi ile 2012 yılında üretilen gece ışıklılığı haritası kullanılmıştır.

## 2.4 Atmosferik Su Buharı

Atmosferik su buharı miktarı zenit doğrultusundaki su buharı miktarının bir ölçüsüdür ve atmosferin kızılöte bölgedeki geçirgenliğini etkiler. Eğer kızılöte bölgede çalışmalar yapılacak ise yüksek, durağan ve kuru bölgeler tercih edilmelidir. Bu çalışmada MODIS AQUA uydusunun verilerinden üretilmiş MYD05 PWV katmanı kullanılmıştır.

## 2.5 Aerosol Optik Kalınlığı

Aerosol atmosferin günışında geçirgenliğini göstermektedir. Bu nedenle atmosferik sönmleme ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. Burada yine MODIS uydusunun MYD04 verileri kullanılmıştır.

## 2.6 Rüzgar Hızı

Atmosferik görüş seçilecek yer üzerindeki rüzgar hızı ile ilişkilidir. Rüzgar hızı katmanı için Devlet Meteoroloji Müdürlüğünden Türkiye üzerine yayılmış 362 istasyonun 40 yıllık verileri alınarak CBS ortamında ortalama rüzgar hızı değerleri modellendi.

Yukarıda belirtilen katmanlar sırası ile şekil 1. de verilmiştir.

## 3 Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA)

Çok kriterli karar analizi belirlenen kriterler çerçevesinde kolay karar vermeyi sağlayan bir tekniktir. CBS veri setleri ile çok kriterli karar analizi, örneğin bir yer seçim çalışmasında, kolaylıkla kullanılabilir. Bu yeni analiz türü 3 ana bölümden oluşmaktadır. 1. Her bir katmanın ağırlıklandırılması 2. Her katmanın standartlaştırılması 3. Ağırlıklı ortalaması alınarak sonuç haritasının üretilmesi

Yer seçim çalışmasında yukarıda bahsedilen katmanların ağırlıkların Çizelge ??'da verilmiştir.

1. Senaryoda tüm katmanların ağırlıkları eşit olarak alındı. Bu bir tür test senaryosu olarak düşünüldü. Ancak bu senaryo incelendiğinde en uygun/uygun olmayan yerler kendilerini belli etmektedir. Üstelik diğer senaryolarında içerimesi açısından önemlidir.

2. Senaryoda Su buharı katmanı yükseklik ile doğru orantılı olduğundan su buharı miktarı haritasının ağırlığı 0 olarak alındı ve diğerlerinin ağırlıkları aynı olarak alındı.

3. Senaryoda ise 2. senaryoya ek olarak Aerosol optik kalınlık verisinin gün ışında alınması ve rüzgar hızınının çözünürlük sorunu nedeniyle ağırlıkları 0 olarak alındı.

Bu senaryoların sonuçlarında elde edilen haritalar şekil 2. de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Var olan gözlemlerinin ve yeni belirlenen 17 noktanın farklı senaryolarda aldığı değerler.

Name (Region)	Longitude (° East)	Latitude (° North)	Elevation (m)	Case1	Case2	Case3
ÇAAM	26.48	40.10	373	0.40	0.42	0.53
EGE	27.27	38.40	622	0.44	0.46	0.43
TUG	30.34	36.82	2436	0.69	0.69	0.62
AÜKR	32.78	39.84	1254	0.47	0.44	0.31
TURAG	33.09	37.14	1062	0.70	0.70	0.68
UZAYMER	35.35	37.06	112	0.48	0.48	0.51
UZAYBİMER	35.55	38.71	1094	0.54	0.51	0.35
İNÜ	38.44	38.32	1021	0.59	0.57	0.42
DAG	41.23	39.78	3102	0.78	0.74	0.76
YA-01	42.95	38.06	3493	0.84	0.84	0.80
YA-02	43.11	38.24	3515	0.82	0.85	0.81
YA-03	43.14	37.97	3301	0.84	0.83	0.79
YA-04	43.31	38.14	2847	0.85	0.86	0.81
YA-05	43.65	38.23	3380	0.86	0.85	0.80
YA-06	43.85	38.03	3576	0.85	0.82	0.74
YA-07	44.32	37.75	3531	0.86	0.83	0.78
YB-01	29.57	36.54	2939	0.67	0.69	0.68
YB-02	30.08	36.59	2230	0.63	0.62	0.50
YB-03	31.30	37.66	2866	0.73	0.74	0.74
YB-04	32.03	36.94	2471	0.72	0.72	0.68
YB-05	34.18	37.19	2754	0.80	0.80	0.79
YB-06	34.63	37.39	3499	0.65	0.64	0.57
YB-07	35.17	37.83	3504	0.67	0.64	0.57
YB-08	35.45	38.53	3835	0.72	0.72	0.72
YB-09	39.16	39.50	3316	0.78	0.78	0.77
YB-10	39.77	39.79	3426	0.77	0.76	0.75

## 4 Sonuçlar

Sonuç olarak ÇKKA-CBS kullanılarak Türkiyede büyük teleskopla için yer belirleme çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada 3 farklı senaryo test edilmiş ve senaryolar değişse bile uygun yerlerin çok fazla değişmediği görülmüştür. Bu senaryolara göre 2-3 Ağustos 2013 tarihlerinde TUG da yapılan toplantı ile yer belirleme ekibi tarafından 17 nokta belirlenmiştir. Bu noktalar ve varolan gözlemleri şekil 3. de ve senaryolardaki değerler çizelge 2. verilmiştir.

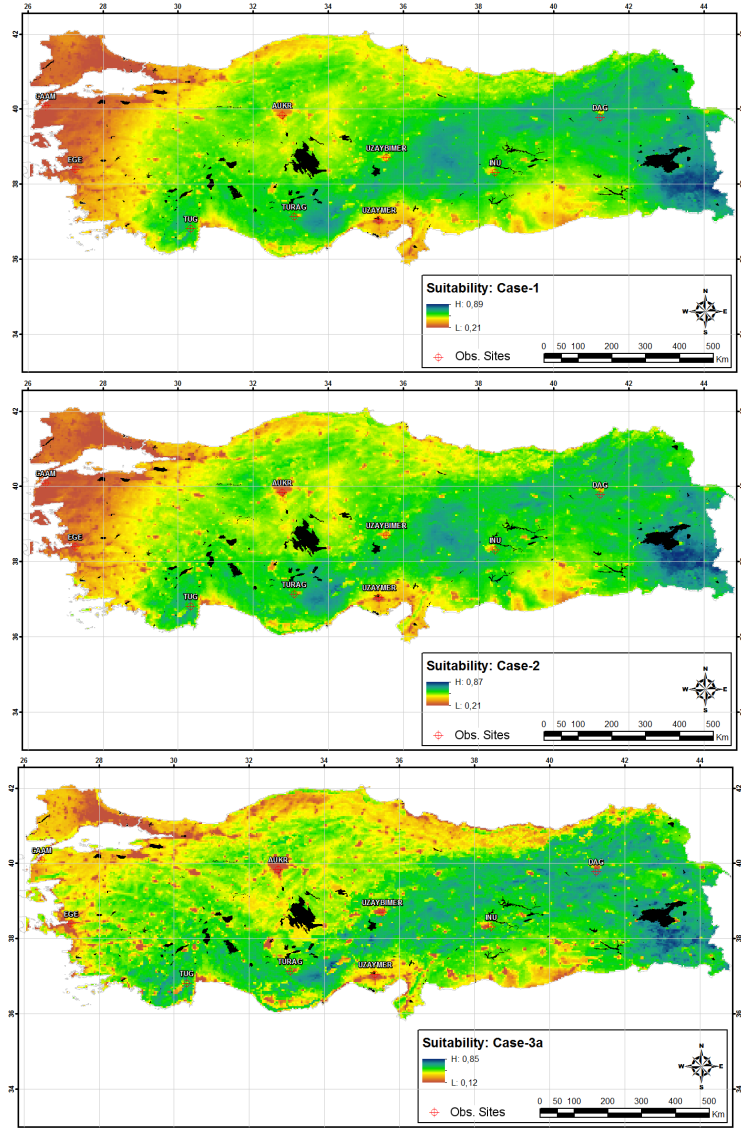
Senaryolarda 1' e çok yakın yerler bulunmamaktadır. En yüksek değer 0.85 dir. TUG ve DAG oldukça uygun yerlerdedir. Yeni yerleşmeler için uygun yerler bulunmamaktadır. YA ve YB (farklı kümelenem nedeniyle 2 bölüme ayrılmıştır.) bölgesinde toplam 17 nokta belirlenmiştir. Türkiyenin en iyi sitesi ancak yerinde yapılacak çalışmalar ile belirlenebilir. Bu amaçla geliştirilen bir protip yapımı TÜBİTAK projesi (113F266) olarak başlatılmıştır. Bu çalışmanın ayrıntıları <http://gis.dag-tr.org/> adresinden ve arXiv:1504.04549 çalışmasında bulunabilir.

## Teşekkür

Bu çalışma 113F266 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.

## Kaynaklar

Aksaker, N., Yerli, S. K., Erdoğan, M. A., Erdi, E., Kaba, K., Ak, T., Aslan, Z., Bakış, V., Demircan, O., Evren, S., Keskin, V., Küçük, İ., Özdemir, T., Özışık, T., Selam, S. O.: Astronomical site selection for Turkey using GIS techniques. Experimental Astronomy. (2015) arXiv:1504.04549



Şekil 2. 3 Farklı senaryo (sırasıyla) için elde edilen haritalar.



Şekil 3. Yer belirleme çalışmasında belirlenen 17 nokta ve var olan gözlemlerinin konumları.

Erişim:

O23-1500: UAK-2015 Program --- UAK Bildiri --- Turkish J.A&A.