

DAG Odak Düzlemi Aygıtları: Birinci Nesil Öngörülleri

Tenay Saguner Rambaldi^{1*}, Mehtap Özbey Arabacı², Sinan Aliş³, Sinan Kaan Yerli⁴, Cahit Yeşilyaprak^{1,2}

¹Atatürk Üniversitesi Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi, Erzurum

²Atatürk Üniversitesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, Erzurum

³İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

⁴Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Ankara

Özet

Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Teleskobu'nun hem Dünya'da bulunan diğer teleskoplar ile rekabet edebilecek, hem de Türk astronomi camiasının isteklerine cevap verebilecek özelliklere sahip Odak Düzlemi Aygıtlarının (ODA) belirlenmesine yönelik olarak yapılan bu çalışmada, Dünya'daki diğer teleskoplarda kullanılan ODA'ların teknik özellikleri, bilimsel getirileri, bu ODA'lara ait gözlemsel veriler kullanılarak yayınlanan makale sayıları ve bu makalelerin konuları incelenmiş, Türkiye'de bilimsel çalışma yapılan konular, yayınlanan makaleler ve bu çalışmaların DAG ile yapılabilmesine ve geliştirilebilmesine olanak sağlayacak ODA'ların sahip olması gereken özellikleri tartışılmıştır. Gelişen teknoloji ve güncel bilimsel konular göz önünde bulundurularak geliştirilmekte olan yeni ODA'lar da dikkate alınarak, DAG için öngörülen bilimsel, teknik ve gözlemsel kriterlere uygun olabilecek potansiyel ODA'lar belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: instrumentation: focal plane, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

1 DAG Teleskobu Ve ODA'ların Seçim Kriterleri

DAG projesi, hem görsel, hem de Türkiye'de bir ilk olarak yakın kırmızı öte bölgede gözlem yapabilecek, 4 metre çaplı bir teleskobu barındıracak uluslararası bir gözlemevi kurma projesidir. 3170 metre yükseklikteki Erzurum-Karakaya Tepeleri'ne kurulmakta olan bu gözlemevinde bulunacak DAG Teleskobu, 4 metre çaplı, Ritchey-Chretien, alt-azimut kurguya sahip, ileri teknoloji adaptif optik (AO) ve aktif optik sistemlerinin kullanılacağı, iki adet nasmyth odak platformunda, birden fazla ODA barındırabilecek bir teleskop olacaktır (Yeşilyaprak ve Keskin (2018), Jolissaint ve ark. (2018), Jolissaint ve ark. (2016)).

Bilindiği gibi ODA'lar, belirli bir amaca uygun, kendine özgü optik, mekanik, elektronik özelliklere ve kontrol sistemlerine sahip olarak üretilen, teleskop ile uyum içinde çalışan, ışığın taşıdığı bilgileri farklı formatlara göre ayrıştıran, toplayan ve kaydeden ekipmanlardır. Teknolojinin gelişmesi ile eş zamanlı olarak yenilenmekte veya değişen bilimsel ihtiyaçlara uygun şekilde geliştirilmekte olan ODA'lar sayesinde teleskopların daha yüksek performansla çalıştığı, son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar ve keşifler ile kanıtlanmıştır.

İlk ışığı alacağı 2020 yılında DAG'ın misyonuna uygun şekilde; uluslararası alanda rekabetçi, tercih edilen, uzay bilimlerine yön veren ve öncü bir gözlemevi olabilmesini sağlayabilecek potansiyel ODA adaylarının belirlenebilmesine yönelik yapılmış olan bu çalışmada öncelikle diğer büyük teleskoplarda (6-10 metre ve 4 metre sınıfı) kullanılmakta olan, yakın gelecekte ilk ışığını alması planlanan ve yakın zamanda kullanımdan kaldırılmış olan ODA'ların teknik özellikleri ve bilimsel getirileri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Son yıllarda Türkiye'de ve Dünya'da astronomi ve astrofizik alanlarında ağırlıklı olarak çalışılmakta olan konular belirlenmiş ve bu konularda yapılacak gözlemsel çalışmalar için ODA'ların sahip olması gereken kritik

özellikler de değerlendirilerek DAG Teleskobu için potansiyel ODA adaylarının sahip olması gereken özellikler son bölümde özetlenmiştir.

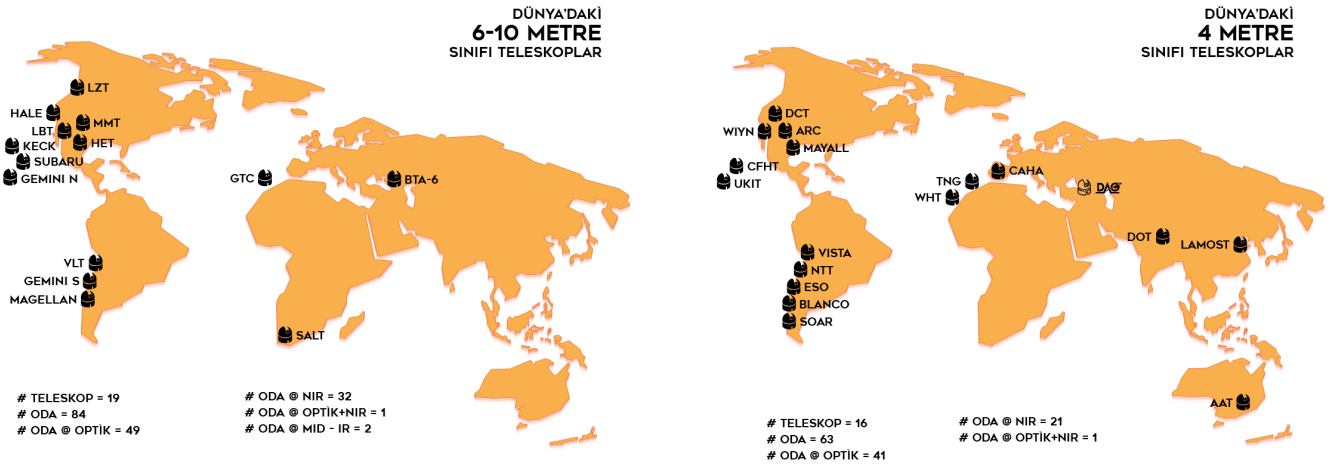
2 Dünya'daki Diğer Büyük Teleskoplarda Bulunan ODA'lar

Dünya'da aktif olarak kullanılan, 6-10 metre sınıfı teleskoba sahip 14, 4 metre sınıfı teleskoba sahip ise 13 adet gözlemevi bulunmaktadır. Bu gözlemevlerinde herbir teleskobun teknik özelliklerine ve bilimsel hedeflerine bağlı olarak birçok farklı ODA bulunmaktadır. Şekil 1'de bu teleskopların konumları ve aktif olarak kullanılan ODA'ların gözlemsel özelliklerinin dalgaboylarına göre dağılımları görülmektedir. AG'in bulunduğu konum nedeniyle, özellikle doğu - batı boylamlarında doldurabileceği gözlemsel boşluk, gözlemevi için büyük bir avantajdır. Bu avantajı, seçilecek stratejik ODA'lar ile en iyi şekilde değerlendirebilmesi, hedeflerini yerine getirebilmesi açısından oldukça önem taşımaktadır.

4 metre sınıfı teleskoplarda bulunan ODA'lar incelendiğinde ilk göze çarpan, yakın kırmızı öte bölgede gözlem yapabilen yüksek çözünürlüklü (echelle) tayf ölçümü ve çoklu cisim (MOS) tayf ölçümü yapılan ODA'ların optik bölgede kullanılmakta olanlara oranla oldukça az sayıda olduğudur. Bunun yanı sıra 6-10 metre sınıfı teleskoplarda yakın kırmızı öte bölgede AO teknolojisi yaygın olarak kullanılırken, 4 metre sınıfı teleskoplarda aktif olarak AO sistemi ile birlikte kullanılmakta olan tek ODA, TNG Teleskobu'nda bulunan NICS'dir. NICS, yakın kırmızı öte bölgede (0.9 - 2.5 μm) çok amaçlı gözlem yapabilen (fotometri, tek-yarık düşük ($R = 50-500$) ve orta ($R = 2500$) çözünürlüklü tayf ölçümü, görüntüleme - tayfsal polarimetri ve AO sistemi ile birlikte kullanılarak görüntüleme) bir ODA'dır.

DAG Teleskobu'nun teknik özellikleri de göz önünde bulundurulduğunda, yakın kırmızı öte bölgede yüksek çözünürlüklü, echelle tayf ölçümü yapabilecek bir ODA, yine yakın kırmızı

* tenaysaguner@gmail.com



Şekil 1. Dünya'da aktif olarak kullanılan 6-10 metre ve 4 metre sınıfı teleskoplar ve bu teleskoplarda bulunan ODA'ların özellikleri.

öte bölgeye çok amaçlı gözlem yapabilecek, daha yüksek çözünürlüklü ($R > 2500$), MOS özelliği de taşıyan ve AO ile birlikte kullanılacak bir ODA, DAG Teleskobu'nun diğer 4 metre sınıfı teleskoplar arasında öne çıkabilmesini sağlayacaktır.

Dünya'daki Teleskoplar kullanılarak son beş yıl içerisinde yayınlanmış bilimsel makaleler ve bu makalelerde verisi en çok kullanılan ODA'lar incelendiğinde; 6-10 metre sınıfı teleskoplar arasında, VLT UT2 Teleskobu, 4 metre sınıfı teleskoplar arasında ise AAT Teleskobunun bulunduğu görülmektedir. Bu sayılara ODA'lar bazında bakıldığında, VLT UT2 teleskobunda bulunan UVES ve 3.6 metre ESO teleskobunda bulunan HARPS'in bulunduğu görülmektedir. Bu yayınlar incelendiğinde, optik bölgede, yüksek çözünürlüklü (UVES - $R = 47000$, HARPS - $R = 115000$) echelle tayf ölçümü yapan bu iki ODA'nın da öncelikli olarak ötegezegen çalışmaları için kullanıldıkları görülmüştür. UVES ayrıca, galaksi-ötesi, yıldız atmosferleri ve özellikle metalce fakir yıldızlar ile ilgili çalışmalarda da kullanılmaktadır. Dolayısı ile son beş yıl içerisinde en çok bilimsel yayının yüksek çözünürlüklü echelle tayf ölçen ODA'lar kullanılarak yapıldığı sonucu aşikardır.

3 DAG Teleskobu'nun Bilimsel Alanlarının Belirlenmesi

ODA'ların seçilebilmesi için gerekli ilk unsur, uygulama alanlarının belirlenmesi, dolayısı ile bilimsel hedeflerin öngörülebilmesidir. Öncelikli hedefleri arasında, Astronomi ve Astrofizik alanlarındaki en güncel konularda bilimsel çalışmaların yürütülebilmesi olan DAG Teleskobu, günümüzde diğer teleskoplar kullanılarak yapılan bilimsel çalışmaları yakından takip etmekte ve yakın gelecekte hangi güncel ve yeni bilimsel konularda çalışmalar yapılabileceğini öngörmeye çalışmaktadır. Buna bağlı olarak, görüş alanı (FOV), dalgaboyu aralığı, çözünürlük vb. gibi ODA'lar için kritik önem taşıyan parametrelerin günümüz teknolojisine uygun olarak nasıl geliştirilebileceğini de belirlemeye çalışmaktadır.

Dünya'da ve Türkiye'de son beş yıl içerisinde, astronomi ve astrofizik alanlarında yapılan çalışmalar incelendiğinde (Şekil 2), özellikle Dünya'da, en çok bilimsel yayına dönüşmüş çalışma alanının ötegezegenler olduğu görülmektedir. Bu alanda yapılan çalışmaların çok büyük bir kısmı, yüksek çözünürlüklü tayfsal verilere dayalı hassas dikine - hız ölçümleri kullanılarak yapılan

çalışmalardır. Dünya'da son yılların en popüler alanlardan bir tanesi olan ötegezegen çalışmaları, son iki yılda Türkiye'de de ivme kazanmış alanlardan bir tanesi olup, en çok bilimsel yayın yapılan konular arasında üçüncü sırada gelmektedir.

Dünya'daki diğer teleskopların gelecek nesil ODA'lar için yapmakta oldukları yatırımlardan (3.6 metre CFHT - SpiRou, 3.58 metre TNG - GIARPS, 6.5 metre MAGELLAN - PFS, 8.2 metre VLT - ESPRESSO v.b.) ve çok daha büyük bütçeli uzay teleskop projelerinden (ESA - CHEOPS ve PLATO, NASA - TESS ve WFIRST v.b.) anlaşıldığı üzere, ötegezegenler önümüzdeki yıllarda da popülerliğini koruyacak ve yeni keşiflere imza atacak bir çalışma alanı olmaya devam edecektir.

4 DAG Teleskobu Potansiyel ODA Adayları

DAG Teleskobu'nun sadece ulusal düzeyde değil, uluslararası platformlarda da rekabetçi ve tercih edilen bir teleskop olabilmesi için, bu çalışmada planlanan zamandaki teknolojik ve bilimsel gelişmeler öngörülme çalışılmış, var olan 6-10 metre ve 4 metre sınıfı büyük teleskoplarda bulunan ODA'ların teknik özellikleri ve bilimsel getirileri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Dünya'da ve Türkiye'de astronomi ve astrofizik alanlarında son yıllarda yapılan bilimsel çalışmaların alanları ve diğer teleskopların geleceğe yönelik ODA yatırımları, uydu teleskop projeleri de incelenerek, DAG'da yapılması planlanan bilimsel çalışmalar ve bu çalışmalar için gerekli gözlemsel kriterler de göz önünde bulundurularak, DAG Teleskobu'nun birinci nesil ODA adayları arasından öne çıkanlar:

- Yakın kırmızı öte bölgede (9000 - 30000 Angstrom); görüntüleme, $R > 5000$ çözünürlüklü tayf ölçümü, $N > 100$ cisim için MOS tayf ölçümü yapabilen, bu özellikler dışında polarimetre ve koronografi gibi ek özellikleride barındırabilecek, AO sistemi ve AO olmadan çalışabilecek, çok amaçlı bir ODA.

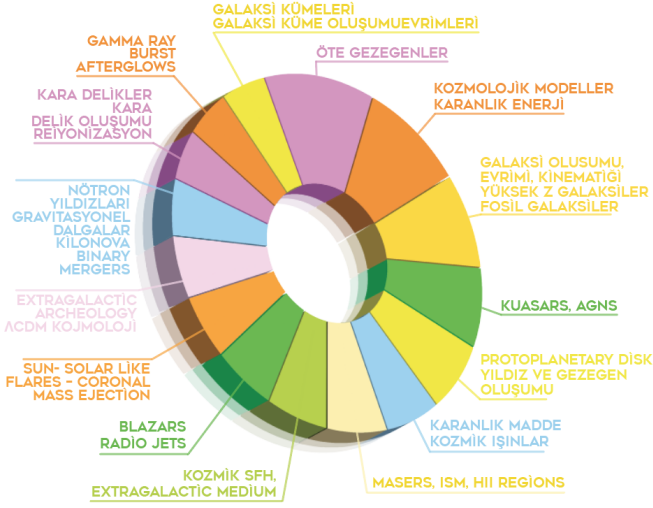
- Yakın kırmızı öte bölgede, 9000 - 30000 Angstrom dalgaboyu aralığının tümünü kapsayabilecek, yüksek çözünürlüklü ($R > 50000$) tayf ölçümü yapabilen bir ODA.

- Optik bölgede, 3500 - 9000 Angstrom dalgaboyu aralığında, yüksek zaman çözünürlüklü görünüm tülle yapabilen bir ODA.

olmak üzere sıralanabilir. Özellikle yukarıda temel özellikleri belirtilen birinci ve ikinci ODA, 4 metre sınıfı teleskoplarda

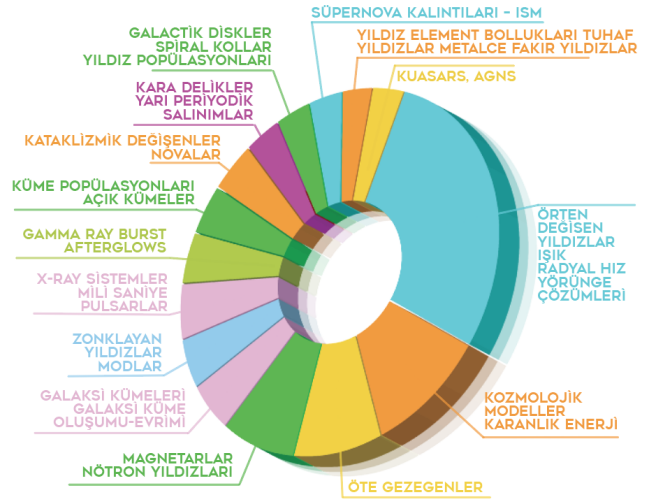
DÜNYA'DAKİ ÇALIŞMA ALANLARI

2013-2018

MAKALE 18138/92048
ELSEVIER-SCIVAL

TÜRKİYE'DEKİ ÇALIŞMA ALANLARI

2013-2018

MAKALE 419/833
ELSEVIER-SCIVAL

Şekil 2. Dünya'da ve Türkiye'de son beş yıl içerisinde astronomi ve astrofizik alanlarında en çok çalışma yapılan konular.

şu anda kullanılmakta olan ODA'lar arasında türünün tek örneği olacak ODA'lardır. Benzer ODA'ların DAG Teleskobu için üretilmesi halinde, DAG'ın hedeflerine uygun şekilde; uluslararası alanda rekabetçi, tercih edilen, uzay bilimlerine yön veren ve öncü bir gözlemevi olması sağlanabilecektir.

Kaynaklar

- Jolissaint, L., Keskin, O., Zago, L., Yerli, S.K., Yesilyaprak, C., Mudry, E. ve Lousberg, G.: The design of an adaptive optics telescope: the case of DAG. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series **9906** (2016) 99063J 13 pp
- Jolissaint, L., Bouxin, A., Gökay, U.S., Keskin, O., Rigaut, F. ve Yesilyaprak, C.: A flexible adaptive optics concept for general purpose high angular resolution science on the DAG 4m telescope. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series **10703** (2018) 1070366J 12 pp
- Yesilyaprak, C., Keskin, O.: Eastern Anatolia Observatory (DAG): recent developments 2017. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series **10700** (2018) 107002J 7 pp

Erişim:

051-0940: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.