

Türkiye’den Gerçekleştirilen Şartlı Asteroit Keşiflerine Dair Bilgiler

Ulaş Duman Gerçek¹  , H. Aziz Kayihan^{2,3} , Gökem K. Öz⁴ , Yücel Kılıç⁵ 
Orhan Erece^{6,7}  Mert Koçer⁸ 

¹ Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri, 35000, Türkiye

² Popular Science Türkiye

³ Akdeniz Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, 07000, Türkiye

⁴ Kayseri Bilim Merkezi, 38000, Türkiye

⁵ Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC), İspanya

⁶ TÜBİTAK, Türkiye

⁷ Türkiye Ulusal Gözlemeleri, Türkiye

⁸ Kuşadası Atatürk Ortaokulu, 09400, Türkiye

Accepted: April 14, 2025. Revised: April 14, 2025. Received: December 9, 2024.

Özet

Bu çalışmada “Asteroit Kâşifi” projesi aracılığıyla gerçekleştirilen asteroit şartlı keşifleri, bu cisimlerin parametreleri ve projedeki gelişmeler hakkında ayrıntılı bilgiler sunulmaktadır. Çalışmamızda Türkiye’deki astronomların uzun yıllardır yürütülen bu çalışma sonucunda elde edilen asteroit keşifleri ve bu cisimlere ait ayrıntılı parametreler, proje sürecinde yapılan çalışmalar ve bir asteroidin keşif süreçleri hakkında bilgilendirilmesi amaçlanmıştır.

Abstract

This study presents detailed information about the provisional asteroid discoveries achieved through the Asteroit Kâşifi project along with the parameters of these celestial objects, and the project’s developments. This study aims to provide the Turkish astronomical community with insights into asteroid discoveries, detailed parameters of these objects, the work conducted within the project, and the processes involved in asteroid discovery.

Anahtar Kelimeler: astrometry — minor planets — discovery notice — asteroids: general

1 Giriş

1801 yılında Ceres’in keşfiyle başlayan ve başta sadece döneminin büyük çaplı teleskoplarına sahip gözlemcilerinin dahil olabildiği asteroit keşif macerası geçtiğimiz 200 yılda tüm dünyaya yayıldı. Günümüzde Güneş Sistemi’nde büyük çoğunluğu Mars ve Jüpiter arasında yer alan ana asteroit kuşağında olmak üzere 1.4 milyonun üzerinde (740000 adet numaralandırılmış, 700000’e yakın şartlı-keşif statüsünde) asteroit ve ayrıca 4000’e yakın (585 adet numaralandırılmış, 3.400’e yakın şartlı-keşif statüsünde) kuyruklu yıldız tespit edilmiştir. Bu tespitlerin azımsanamayacak bir bölümü ise amatör astronomların katkılarıyla gerçekleşmiştir.

Amatör astronomların bir bölümü kendi imkânları ve basit gözlem ekipmanlarıyla keşifler gerçekleştirse de bu sistemlerle küçük çaplı ve sönük Güneş Sistemi cisimlerinin görüntülenmesi mümkün değildir. Aynı zamanda günümüzde oldukça büyük çaplara sahip Yer bazlı teleskopların ve uzay teleskoplarının sayısının artmasıyla astronomik veri miktarı da bilim insanlarını yetersiz bırakacak boyutlara ulaşmaktadır. Bu noktada halk tabanlı bilim çalışmaları gerçekten büyük etki yaratabilmektedir. 1970’li yıllarda başlatılan halk tabanlı bilim projelerine her geçen gün yenileri eklenmekte ve kapsamı genişletilmektedir. Bu çalışmalar hem bilim insanlarını görece

basit ama fazlasıyla vakit alan işlerden uzaklaştırırken hem de büyük veri sorunun çözümlerinden biri olabilmektedir. Aynı zamanda halk tabanlı bilim çalışmaları çeşitli seviyelerden öğrencileri astronomi çalışmalarına dahil ederek, öğrencilerin gerçek bir bilimsel çalışmada yer almasını sağlar. Dolayısıyla bu çalışmalar öğrencilerin eğitimine büyük katkı sunmakta; ayrıca bilimsel çalışmalar ve verilerle tanışmalarını sağlamaktadır.

1.1 IASC

Uluslararası Astronomi Arama İşbirliği (International Astronomical Search Collaboration - IASC), 2006 yılında Hardin-Simmons Üniversitesinden Patrick Miller ve lisansüstü öğrencisi Jeff Davis tarafından öğrencilere Blanco teleskobunun görüntülerini sağlayıp asteroitleri tespit etmek amacıyla taramaları için kuruldu. (Miller ve diğ. 2024) 2007 yılında ARI’nın (Astronomical Research Institute) 60 ve 80 cm çaplı teleskopları kullanıldı. Bu teleskoplar artık yeni sönük cisimleri tespit etmekte yetersiz kaldığında, yeni bir işbirliği ile Pan-STARRS teleskobunun görüntüleri kullanıldı. IASC, 15 dakikalık aralıklar alınmış 4 görüntüden oluşan setleri, son dördün evresinden, diğer son dördün evresine kadar devam eden kampanya tarihleri süresince kendi sistemleri üzerinden öğrencilere sağladı. IASC bugün, NASA’nın da aralarında olduğu 20’den fazla uluslararası kuruluş ve enstitü tarafından desteklenmektedir.

* bilgi@asteroitkasifi.com

1.2 Asteroit Kâşifi Projesi

Asteroit Kâşifi projesi (kısaca AK), 2017 yılında, Türkiye'deki farklı seviyelerden öğrencilerin asteroit keşif süreçlerine dahil olabilmesi amacıyla kurulmuştur. AK, IASC'in Türkiye kampanyalarını düzenlemekte ve yürütmektedir. Proje, 2017 yılında farklı yaş gruplarından öğrencilerin asteroit keşif süreçlerine dahil olarak astronomiyi bir bilim olarak daha yakından tanımaları ve Türkiye'nin ilk asteroit keşfinin gerçekleşmesi amacıyla başlatılmıştır. AK'nin bugüne dek düzenlemiş olduğu 27 ulusal kampanyaya 2800'ün üzerinde öğrenci dahil olmuştur. 361 farklı okula veya kuruma ait bu öğrenciler, önkeşif (preliminary) statüsünde 728, şartlı-keşif (provisional) statüsünde 48 asteroit tespit etmiştir. 1 asteroit ise numaralandırılmış ve isimlendirme başvurusu yapılmıştır.

2 Keşif Süreci

AK, öğrenciler veya amatörlerden oluşan takımlara görüntüler sağlamaktadır. Pan-STARRS teleskobundan alınan ve ön indirilmesi yapılmış görüntüler takımlarca Astrometrica programı aracılığıyla incelenir. Elde edilen sonuç raporları Küçük Gezegen Merkezine (MPC) iletilir. Raporlarda daha önce keşfedilmemiş bir asteroit olduğu tespit edildiğinde bu yeni cisim önkeşif statüsü kazanır. İlk defa gözlenmiş olan önkeşif statüsündeki bir asteroidin keşfinin doğrulanması için, aynı karşı konum döneminde, ikinci bir gecede tekrar gözlenmesi gerekmektedir. Eğer aynı karşı konum döneminde söz konusu asteroit tekrar gözlenemezse kaybedilmiş ilan edilir. Eğer asteroit ikinci bir gecede yeniden gözlenirse şartlı-keşif statüsü kazanır.

Şartlı keşiflerin numaralandırılarak keşif atfının yapılabilmesi için yörünge çözümlerinin hassas bir şekilde hesaplanmış olması gerekir; bu süreç genel olarak 3 ila 10 yıl kadar sürmektedir. Yörünge çözümlerindeki hassasiyet MPC tarafından tanımlanan belirsizlik (U) parametresi ile verilir. U parametresi 0 ile 9 arasında değişkenlik gösterir. Daha düşük bir U değeri yörünge çözümlerinin hassas bir şekilde yapıldığı anlamına gelir. Belirsizlik değeri 0 olan bir asteroidin yörüngesindeki 10 yıllık sapma 1 açısanıyesinden daha küçükken, 9 olan bir asteroidin yörüngesindeki 10 yıllık sapma 41 dereceden daha büyüktür. (MPC, 2011) MPC'ye rapor edilen tüm gözlemler bir algoritma kapsamında hesaplanarak yörünge parametreleri ve bunun sonucu olarak U parametresi güncellenmektedir. MPC, mevcut ilk rapor tarihinden sonra daha önce raporlanmış ancak doğruluğu tespit edilememiş gözlemleri de yörünge hesapları iyileştikçe asteroidin hesaplarına dahil eder. Bu bağlamda U parametresi 2 veya daha küçük olan asteroitler, ilk rapor tarihinden sonra en az 2 karşı konumda daha gözlenmişse (geçmişte kaç adet karşı konum gözleminin hesaplamaya katıldığına bakılmaksızın) numaralandırılır ve keşfin kim tarafından yapıldığı bu esnada belirlenir. Keşif, ilk rapor tarihi veya öncesinde en yakın ikinci gece gözlemi ile takip edilmiş olan gözlemesine/gözlemcilerine atfedilir. (Spahr T. B., 2010) Numaralandırma ve keşif atfının yapılması insan müdahalesi olmadan algoritma tarafından otomatik olarak gerçekleştirilir.

3 Kampanya verileri

2017'den bu yana 27 farklı asteroit keşif kampanyası düzenlemiştir. Bu süreçte toplamda 361 okul veya takım ve 2.800'den fazla katılımcı projede yer almıştır. Tüm bu kampanyalar sonucunda toplamda 728 önkeşif

gerçekleştirilmiştir. Bu önkeşiflerden 48 tanesi ikincil bir gözlemin ardından şartlı-keşif statüsüne kavuşmuştur. Bu süreçte 7 şartlı keşfin geçmişe yönelik gözlemleri incelendiğinde ilk rapor tarihini takip eden doğrulama gözleminde daha yakın iki gece gözlemleri tespit edildiği için, numaralandırılma esnasında keşfin ilk raporu yapanlardan farklı kişilere atfedileceği belirlenmiştir. Bunun haricindeki 41 şartlı-keşfin ise 20 tanesi 2 ve daha düşük yörünge belirsizliğine sahip olup keşif aşamasına oldukça yaklaşmıştır. Yörünge belirsizliği 2'nin üzerinde olan 21 asteroit için ise daha fazla gözlem verisi gerekmektedir. Tüm bu cisimlerin ayrıntılı listesi Çizelge 1'de sunulmuştur.

4 Sonuç

2017 ve 2024 yılları arasında yapılan toplamda 27 kampanyanın neticesinde elde edilen şartlı keşiflerin listesi Çizelge 1'de görülmektedir. Listede keşif süreci devam edenler, keşif statüsü alanlar ve daha önce keşfedilmiş cisimlerle ilişkilendirilenler de belirtilmiştir. 7 yıllık çalışma ve 25 kampanyanın sonunda 2024 yılında AK projesi kuruluş amacına ulaşmış ve Türkiye'nin ilk asteroit keşfi gerçekleştirilmiştir. Düzce Bilim ve Sanat Merkezi tarafından 2021 yılında raporlanan 719840 (2021 EW19) numaralı ana kuşak asteroidi yörünge parametrelerinin hesaplanma sürecinin tamamlanmasıyla MPC tarafından numaralandırılmış ve keşif atfı yapılmıştır. Bu, Türkiye'den gerçekleştirilen ilk Güneş Sistemi cismi keşfidir ve isim verme hakkı, ölçümü yaparak raporu hazırlayan öğrencilere aittir. Bu cismin adı belirlenmiş, isim başvurusu yapılmıştır.

Kalan 41 şartlı keşfin sürekli olarak takibi yapılmakta ve numaralandırılması beklenmektedir. AK projesi kapsamında önümüzdeki 7 yıl içerisinde Türkiye'den asteroit keşfetmiş kişi sayısının 50'yi geçeceği öngörülmektedir.

Kaynaklar

MPC. 2011, Uncertainty Parameter U and Orbit Quality Codes, <http://www.minorplanetcenter.org/iau/info/UValue.html>
Miller P., ve diğ., 2024, *PASP*, 136, 024502
Spahr T. B., 2010, *Minor Planet Electronic Circulars*, 2010-U20

Access:

M25-0362: *Turkish J.A&A* — Vol.6, Issue 3.

Çizelge 1. Bugüne kadar Türkiye'den gerçekleştirilmiş tüm şartlı keşiflerin bir listesi. (**Durum: X**): Yörünge hassasiyeti arttıkça geçmiş şartlı keşiflerle ilişkilendirilen veya ilk rapor tarihinden daha eski bir en yakın 2 gece gözlemi (E.Y. 2G) bulunan cisimleri belirtir; bu cisimler numara alındığında keşif atfı Türkiye'den raporlanan gözlemcilere verilmeyecektir. (**Durum: U**): *U* parametresi 2 veya daha küçük olan cisimler. (**Durum: T**): Türkiye'den bir gözlemcinin raporladığı, numara ve keşif atfı alması tek cisim. (**a**): Minor Planet Center tarafından asteroidlere verilen numara. N/A olarak belirtilen asteroidler henüz numara alma kriterlerini karşılamamış demektir. (**b**): Minor Planet Center tarafından iki gece gözlemi gerçekleştirilmiş cisimlere verilen şarlı keşif kodu. (**c**): Asteroidin Güneş Sistemi'ndeki yörüngesine bağlı türü. (**d**): Mutlak parlaklık. (**e**): Yıl cinsinden yörünge periyodu. (**f**): Yörünge tutulum düzlemi ile arasındaki açı (derece olarak). (**g**): Yörünge dışmerkezliği. (**h**): Cismin günlük ortalama hareketi (derece/gün cinsinden). (**i**): Astronomi birimi cinsinden yörünge yarı büyük eksen uzunluğu. (**j**): *Gözlem*: Cismin bugüne kadar yapılmış gözlem sayısı (01.09.2024 itibarıyla). (**k**): *Karşı konum*: Cismin bugüne kadar gözlemlendiği farklı karşı konum sayısı. (**l**): *İlk rapor tarihi*: Cismin MPC tarafından şartlı-keşif olarak belirlenmesini sağlayan iki gözlemden ilkinin tarihi (**m**): Cisimlerin numara verilmesini takiben belirlenen keşif tarihi. (**n**): *İlk gözlem tarihi*: MPC veri tabanında yer alan cisme dair taranmış en eski gözlem tarihinin yılı. (**o**): *En yakın iki gece gözlemi*: Cisimlerin keşif atıflarının verilmesini belirleyen, ilk rapor tarihi veya öncesindeki en yakın iki gece gözlemlerinin yılı. (**p**): Cisimlerin yörünge hesaplamalarının hassasiyetini veren belirsizlik değeri. (**r**): Bu sütunda AK projesi kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda şartlı keşif statüsüne ulaşmış ancak yörünge belirsizliği azaldıkça geçmişte bağımsız olduğu düşünülen şartlı keşiflerle eşleştirilmiş cisimlerin eski kodları yer almaktadır. MPC eski usulün aksine, artık en son atanan şartlı keşif kodunu kullanmaktadır.

Durum	No.	Şartlı Keşif	Tür	<i>H</i>	<i>P</i>	<i>i</i>	<i>e</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	G.	KK.	İR	Keşif	İ.Göz.	EY.2G	<i>U</i>	Not
X U T	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(r)
U	N/A	2020 RO68	Main Belt	18.66	4.31	3.29695	0.217647	0.228804	2.647444	43	4	12.09.2020	N/A	2007	2020	0	N/A
U	N/A	2020 SN34	Main Belt	17.38	5.70	11.72463	0.152097	0.172826	3.191997	41	5	16.09.2020	N/A	2003	2020	0	N/A
	N/A	2020 TE36	Main Belt	19.20	3.63	1.88623	0.217124	0.271491	2.362105	26	1	15.10.2020	N/A	2020	2020	3	N/A
	N/A	2020 TD62	Main Belt	20.07	3.56	1.23763	0.204116	0.276699	2.332369	23	3	15.10.2020	N/A	1995	2020	3	N/A
U	N/A	2020 TE62	Main Belt	17.98	4.47	3.73871	0.083440	0.220385	2.714448	49	5	15.10.2020	N/A	2011	2020	1	N/A
X U	N/A	2020 UJ11	Main Belt	18.00	5.33	2.11750	0.201414	0.184791	3.052687	32	4	20.10.2020	N/A	2009	2009	0	N/A
	N/A	2020 UA29	Main Belt	18.40	5.66	21.05282	0.242621	0.174176	3.175485	16	1	20.10.2020	N/A	2020	2020	4	N/A
U	N/A	2020 VA21	Main Belt	19.30	4.93	16.85831	0.367033	0.199846	2.897383	18	2	13.11.2020	N/A	2015	2020	2	N/A
	N/A	2020 VK19	Main Belt	18.10	4.11	8.25968	0.162131	0.239665	2.566846	24	1	13.11.2020	N/A	2020	2020	4	N/A
	N/A	2020 WK12	Main Belt	18.50	4.11	16.18940	0.111407	0.239866	2.565409	16	1	19.11.2020	N/A	2020	2020	5	N/A
X	N/A	2020 WJ12	Main Belt	19.53	3.41	3.66639	0.168249	0.289255	2.264377	52	5	19.11.2020	N/A	2011	2015	0	N/A
U	N/A	2020 WM6	Main Belt	18.40	4.35	6.53203	0.176149	0.226421	2.665990	30	5	19.11.2020	N/A	2011	2020	0	N/A
U	N/A	2021 DZ5	Main Belt	18.92	3.44	5.77947	0.111748	0.286376	2.279530	38	4	16.02.2021	N/A	2014	2020	1	N/A
T	719840	2021 EW19	Main Belt	17.69	4.44	4.95532	0.095762	0.222172	2.699871	72	10	15.03.2021	15.03.2021	2010	2021	0	N/A
	N/A	2021 JR31	Main Belt	17.40	5.76	26.23367	0.103258	0.171108	3.213334	18	1	03.05.2021	N/A	2021	2021	3	N/A
	N/A	2021 JC36	Jupiter Trojan	15.31	11.61	7.66035	0.100142	0.084901	5.126956	15	1	13.05.2021	N/A	2021	2021	4	N/A
	N/A	2021 JO35	Main Belt	19.10	3.50	1.43138	0.178734	0.281303	2.306853	12	1	15.05.2021	N/A	2021	2021	6	N/A
X	585763	2019 CR10	Main Belt	16.50	5.79	2.23992	0.126231	0.170144	3.225457	182	14	15.09.2004	15.09.2004	2004	2004	0	2004 RG285
U	N/A	2019 JC60	Main Belt	18.93	4.23	13.96576	0.227157	0.232930	2.616089	25	3	01.05.2019	N/A	2015	2019	2	N/A
X	N/A	2020 OR43	Main Belt	18.35	4.33	1.96012	0.066596	0.227619	2.656629	40	5	18.07.2020	N/A	2015	2015	0	N/A
	N/A	2020 RV71	Main Belt	18.10	4.48	1.78871	0.100875	0.219924	2.718242	18	1	13.09.2020	N/A	2020	2020	5	N/A
	N/A	2021 DF16	Main Belt	17.10	6.90	26.81368	0.219813	0.142856	3.624127	18	1	22.02.2021	N/A	2021	2021	3	N/A
	N/A	2021 WV1	Apollo	28.51	1.08	1.78938	0.106347	0.912777	1.052509	43	1	27.11.2021	N/A	2021	2021	5	N/A
	N/A	2022 DZ22	Main Belt	18.57	4.19	11.06227	0.157730	0.235122	2.599805	11	1	27.02.2022	N/A	2022	2022	6	N/A
	N/A	2022 DS14	Main Belt	19.19	4.34	8.43441	0.268766	0.227066	2.660940	18	1	27.02.2022	N/A	2022	2022	5	N/A
	N/A	2022 GL19	Main Belt	18.09	4.32	14.24576	0.088322	0.227950	2.654053	9	1	07.04.2022	N/A	2022	2022	7	N/A
U	N/A	2022 GZ9	Main Belt	18.15	4.11	4.90848	0.142175	0.239784	2.565997	16	3	07.04.2022	N/A	2016	2022	2	N/A
X	N/A	2022 SR199	Main Belt	18.15	5.44	3.25444	0.221949	0.181012	3.095031	38	1	26.09.2011	N/A	2011	2011	3	2011 SG154
	N/A	2022 SO113	Apollo	23.57	1.31	2.49041	0.202430	0.754265	1.195235	102	1	23.09.2022	N/A	2022	2022	3	N/A
U	N/A	2022 SA154	Main Belt	17.99	4.48	4.37894	0.038239	0.219910	2.718351	45	7	26.09.2022	N/A	2006	2022	0	N/A
	N/A	2022 SZ124	Main Belt	17.80	5.58	9.44821	0.142352	0.176547	3.146986	30	2	26.09.2022	N/A	2016	2022	3	N/A
U	N/A	2022 UL28	Main Belt	18.28	4.10	3.55053	0.295390	0.240621	2.560039	53	3	19.10.2022	N/A	2014	2022	2	N/A
X	N/A	2022 UX34	Main Belt	17.44	4.35	13.02971	0.132394	0.226657	2.664134	94	6	24.11.2009	N/A	2009	2009	0	2009 WE191
U	N/A	2022 US41	Jupiter Trojan	15.16	11.95	6.52585	0.138315	0.082484	5.226661	47	6	21.10.2022	N/A	2010	2022	1	N/A
	N/A	2022 UP129	Main Belt	18.92	4.52	9.47185	0.227941	0.217899	2.735053	9	1	31.10.2022	N/A	2022	2022	5	N/A
U	N/A	2022 WL31	Main Belt	18.15	5.47	12.83787	0.124534	0.180202	3.104290	23	4	16.11.2022	N/A	2011	2022	0	N/A
U	N/A	2022 GN26	Main Belt	18.19	4.50	6.94759	0.170735	0.219256	2.723755	38	4	07.04.2022	N/A	2014	2022	1	N/A
U	N/A	2023 FH22	Main Belt	19.21	3.57	2.34082	0.129774	0.276125	2.335603	25	5	16.03.2023	N/A	2012	2023	0	N/A
U	N/A	2021 DZ17	Main Belt	18.31	3.86	3.82042	0.1602734	0.2550445	2.4625888	51	7	16.02.2021	N/A	2003	2021	0	N/A
U	N/A	2021 DO18	Hungaria	20.1	2.54	19.01741	0.082462	0.387516	1.8632714	33	3	16.02.2021	N/A	2017	2021	1	N/A
U	N/A	2021 EW55	Main Belt	18.08	4.24	22.28856	0.0264925	0.2322523	2.6211745	22	3	15.03.2021	N/A	2014	2021	2	N/A
	N/A	2022 SC311	Main Belt	17.24	6.34	11.5565	0.1261651	0.1553734	3.4267694	13	1	19.09.2022	N/A	2022	2022	4	N/A
	N/A	2022 UM160	Main Belt	19.83	3.57	3.27704	0.1671994	0.275863	2.3370801	13	1	23.10.2022	N/A	2022	2022	6	N/A
X	N/A	2021 CZ53	Main Belt	17.75	4.56	11.60077	0.0589876	0.2161486	2.7497992	41	6	08.02.2021	N/A	2000	2014	0	N/A
	N/A	2021 JM72	Main Belt	18.5	4.62	6.55868	0.1264014	0.2131585	2.7754545	11	1	05.05.2021	N/A	2021	2021	5	N/A
	N/A	2021 RJ242	Main Belt	18.18	5.07	1.72559	0.1633193	0.1944677	2.9505583	11	1	04.09.2021	N/A	2021	2021	9	N/A
U	N/A	2022 HT22	Main Belt	17.13	5.66	13.14447	0.2941247	0.1739858	3.1778015	49	5	26.04.2022	N/A	2012	2022	1	N/A
U	N/A	2023 QD45	Main Belt	17.79	5.51	11.89944	0.230764	0.1787985	3.1205173	33	3	18.08.2023	N/A	2012	2023	2	N/A