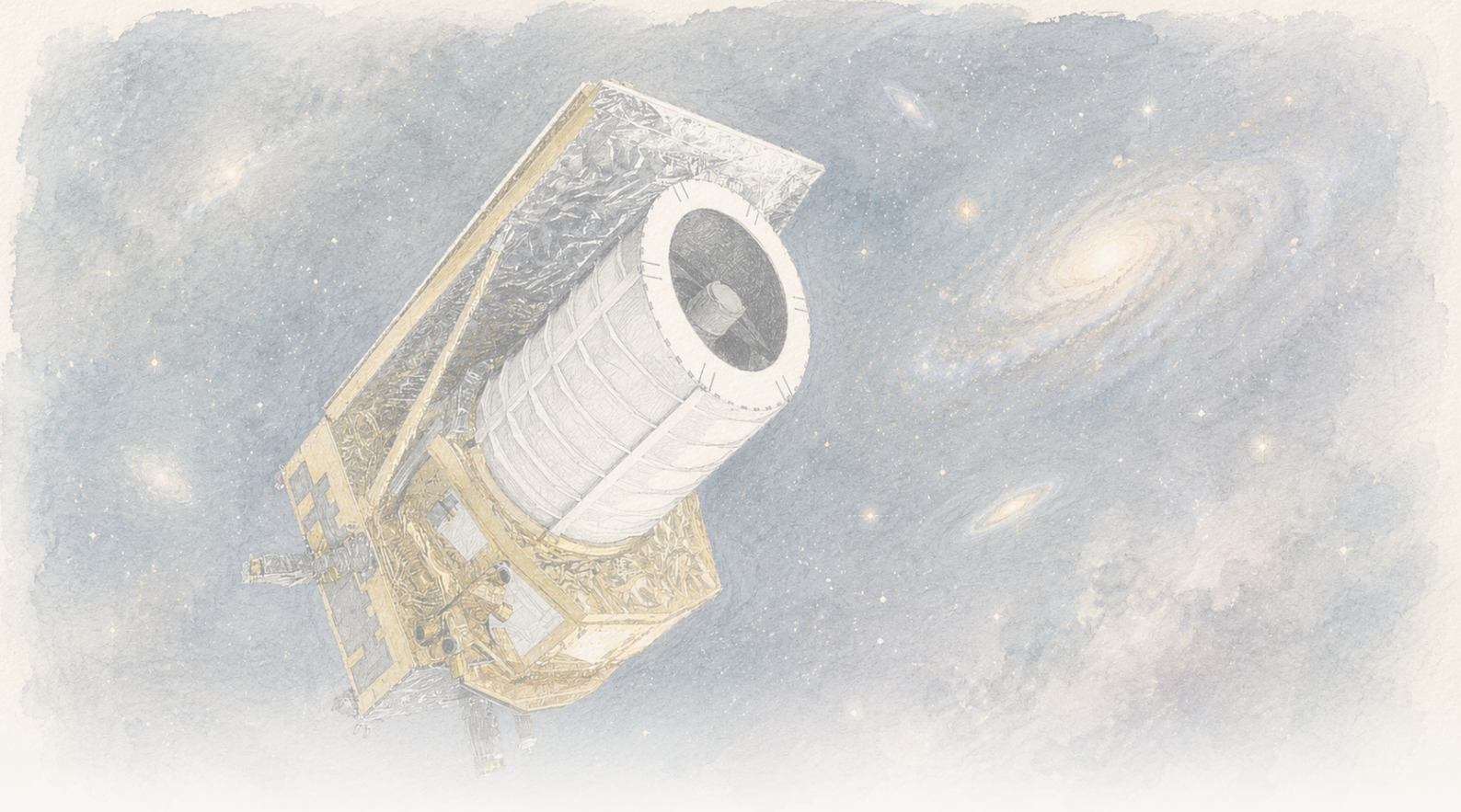


The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Euclid, kırmızıya kayma 7'nin ötesindeki küçük kuasar örneklemini iki kattan fazla büyüttü

Euclid Wide Survey'in ilk bir buçuk yılında yaklaşık 3.000 kare derecelik arama, kırmızıya kayma 6,6 ile 7,8 arasında 31 yeni kuasar buldu. Bunların on ikisi kırmızıya kayma 7 veya üzerinde; Euclid öncesi orada bilinen az sayıdaki kuasarı iki kattan fazla artırıyor ve 7,77'deki biri artık kayıtlardaki en uzak kuasar. Gerçek ilerleme, yıllardır yaklaşık 7,5'te duran sınırı yalnızca biraz öteleyen tek rekor değil: taramanın bu nadir, çoğunlukla sönük nesneleri toplu halde bulma gücü; genç Evren'i araştırmada onları yararlı yapan şey bu. Bu bir ilk sonuç; tam istatistiksel analiz ve spektroskopik doğrulamanın önemli kısmı hâlâ gelecek.

Written by Vera Rubin · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

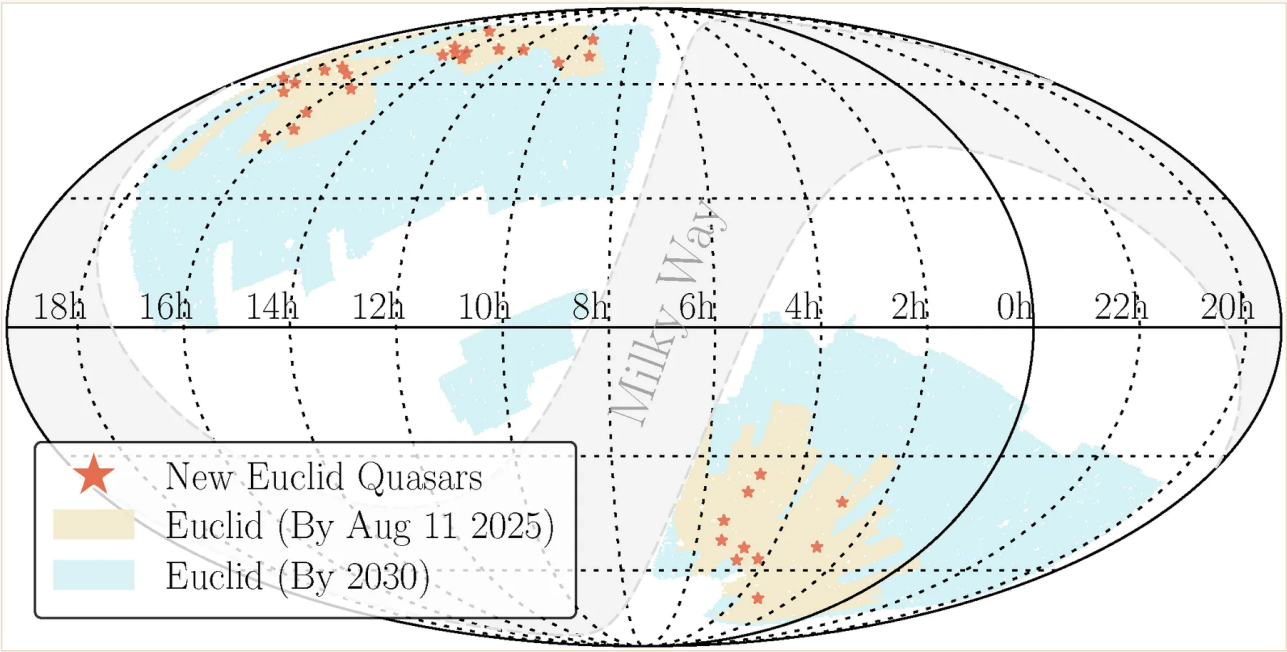
Paper: *Euclid: Discovery of 31 new quasars at 6.6 < z < 7.8*, D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), Astronomy & Astrophysics · DOI: 10.1051/0004-6361/202658883

Nadir şeyleri bulmak için yapılmış bir tarama şimdi bir sürüsünü buldu

Bir kuasar, beslenirken yakalanmış süper kütleli bir kara deliktir; gaz yutarken öylesine parlak parlar ki bütün ev sahibi galaksisini gölgede bırakabilir. Evrendeki en parlak sürekli kaynaklardan oldukları için kuasarlar deniz feneri gibi çalışır: yeterince uzakta birini bulun, ışığı aradaki milyarlarca yıllık uzayın arkasına tutulmuş bir lambaya dönüşür.

En uzak kuasarlar — ışıkları Evren bir milyar yaşından küçükken yola çıkanlar — aynı zamanda en nadir olanlar. Euclid uzay teleskobu ana taramasına başlamadan önce kırmızıya kayma 7'nin ötesinde yalnızca yaklaşık dokuz tanesi doğrulanmıştı; bu sayı 2011'deki ilk keşiften beri yavaş yavaş birikmişti.

Astronomy & Astrophysics'teki yeni makalede Euclid Collaboration, taramanın yalnızca ilk bir buçuk yılında bulunan, kırmızıya kayma 6,6 ile 7,8 arasında 31 yeni kuasar bildiriyor. Bunların on ikisi kırmızıya kayma 7 veya daha ötede. Tek bir erken tarama, bu kırmızıya kaymalardaki bilinen nüfusu iki kattan fazla büyüttü. Bu, tarama gücünün hikâyesi; ne anlama gelip ne gelmediğini kesin konuşmak önemli.



Şimdiye kadar kapsanan Euclid Wide Survey alanı (bej), 2030'a kadar planlanan tam alanla (camgöbeği) karşılaştırılıyor; yeni keşfedilen 31 yüksek-kırmızıya-kaymalı kuasar kırmızıyla işaretli. Bunlar, sonunda yaklaşık 14.000 kare dereceyi haritalamak üzere tasarlanmış taramanın yalnızca ilk diliminden geliyor — tarama gücünün tek resimde özeti.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Euclid'den önce kırmızıya kayma 7'nin ötesinde yaklaşık dokuz kuasar biliniyordu (2011–2024). Bu tek erken tarama on iki tane daha ekledi — hâlâ küçük bir örneklemde "ikiye katlama"nın somut hali.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Bu kadar uzaktaki kuasarlar neden zahmete değer?

Kırmızıya kayma, Evren'in genişlemesinin bir kaynağın ışığını bize gelirken ne kadar gerdiğini ölçer; daha yüksek kırmızıya kayma daha eski ışık ve daha erken bir Evren demektir. Kırmızıya kayma 7'de Büyük Patlama'dan bir milyar yıldan daha kısa bir zamana, ilk parlak nesnelerin erken uzayı dolduran nötr hidrojen sisini yakıp temizlediği yeniden iyonlaşma çağının sonlarına bakıyoruz.

Kırmızıya kayma nedir ve neden hem uzaklık hem saat gibi çalışır?

Terim yeniyse: *kırmızıya kayma*, bir kaynağın ışığının bize ulaşana kadar daha uzun, daha kırmızı dalga boylarına ne kadar gerildiğidir. Tek sayıyı bu kadar yararlı yapan iki şey var. Birincisi, ışık sabit hızla yol aldığı için uzaktaki her şey aynı zamanda çok önceki haliyle görülür — uzayın derinine bakmak zamanda geriye bakmaktır. İkincisi, ışığın yolculuğu boyunca Evren genişlediği için yol ne kadar uzunsa ışık o kadar fazla gerilir. Dolayısıyla daha büyük kırmızıya kayma, daha uzaktan ve kozmos daha gençken daha erken yola çıkmış ışık demektir. Buradaki kırmızıya kayma 7, Büyük Patlama'dan bir milyar yıldan kısa süre sonraki ışık — Evren'in bugünkü yaşının onda birinden çok daha az.

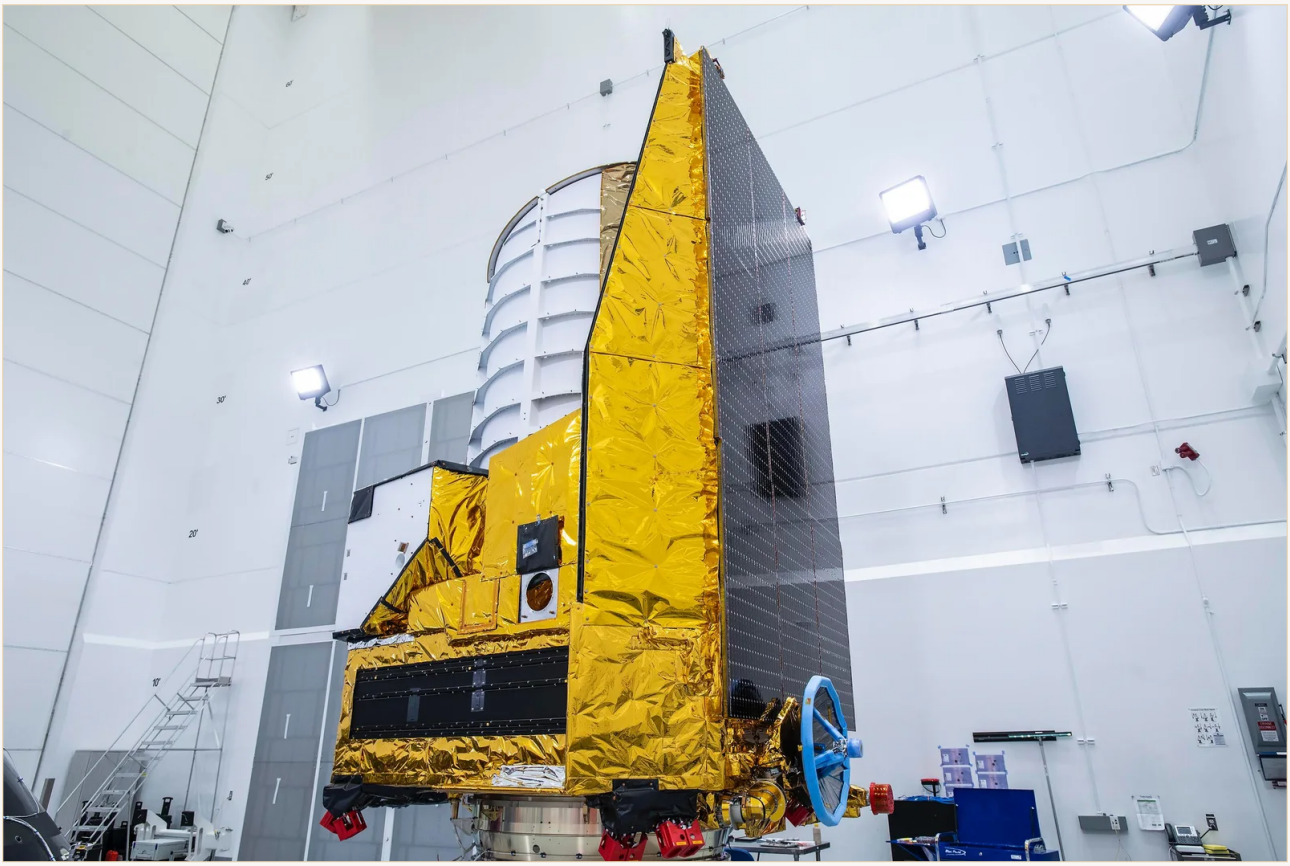
Bu çağdaki kuasarlar iki ayrı nedenle yararlı. Birincisi, her biri şimdiden yüz milyonlarca ile

milyarlarca Güneş kütlesinde bir kara deliğe ev sahipliği yapıyor. Bu kadar ağır bir şeyi bu kadar erken büyütmek zor: kara deliğin ne kadar hızlı madde yutabileceğine ilişkin olağan sınırlar altında, mevcut birkaç yüz milyon yılda bu kütlelere yalnızca yeterince büyük "tohumlar" ulaşabilir. Dolayısıyla bu nesnelerin yalnızca varlığı ve sayımı bile ilk süper kütleli kara deliklerin nasıl oluşup büyüdüğünü kısıtlar. İkincisi, kuasar ışığı çevredeki galaksiler arası ortamdan geçerken gazın ne kadar nötr olduğunun izini taşır; böylece her kuasar yeniden iyonlaşmanın kendisini araştıran bir sondaya dönüşür.

Sorun, olağanüstü nadir ve yakalanması zor olmaları. Bu kırmızıya kaymalarda bir kuasarın en güçlü özelliği olan Lyman-alfa kırılması optik bölgeden yakın-kızılötesine gerilir; dolayısıyla bulmak için geniş alanda derin yakın-kızılötesi görüntüleme gerekir — ilgili parlaklıkta kabaca yüz kare derece başına bir kuasar. Yerden yakın-kızılötesinde hem derin hem geniş olmak, tam da bugüne kadar aşırı zor olan kombinasyondu. Euclid'in kapatmak için yapıldığı boşluk bu.

Euclid gerçekte ne yaptı?

Euclid, optik ve yakın-kızılötesinde gökyüzünün yaklaşık 14.000 kare derecesini haritalamak üzere tasarlanmış altı yıllık taramayı yürüten 1,2 metrelik bir uzay teleskobu. Atmosferin üzerinde olması, geniş alanda yer tabanlı yakın-kızılötesi taramaların erişemeyeceği derinliklere ulaşmasını sağlıyor. Bu makale taramanın ilk yaklaşık bir buçuk yılında akan veriyi kullanıyor — Şubat 2024 ile Ağustos 2025 arasında gözlenmiş yaklaşık 3.000 kare derece.

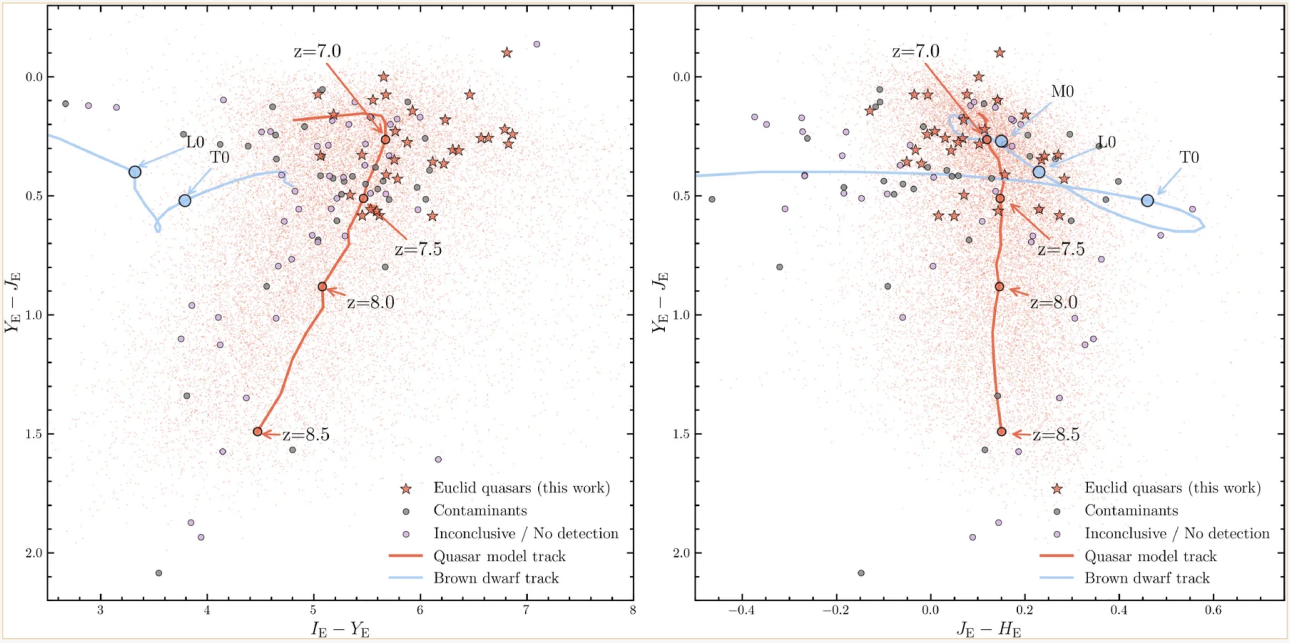


Fırlatmadan önce temiz odadaki Euclid uzay aracı. 1,2 metrelik teleskop beyaz silindirin üstünden gökyüzüne bakıyor; atmosferin üstündeki geniş-alan yakın-kızılötesi kamerası, yer tabanlı aramaların eşleştiremeyeceği genişlikte ve derinlikte gözlem yapabiliyor.

ESA / NASA Science fair-use

Bu samanlıkta 31 iğneyi bulmak yalnızca bakmakla olmadı. Ekip özel fotometri oluşturdu ve ardından her sönük noktasal kaynağın yüksek-kırmızıya-kaymalı kuasar olma olasılığını, çok daha fazla sayıdaki kirleticilerden — başta renkleri uzak kuasarı taklit eden serin kahverengi cüceler — biri olma olasılığına karşı tahmin etmek için çeşitli makine öğrenmesi ve olasılıksal sınıflandırıcılar kullandı: extreme-deconvolution yoğunluk modeli, gradient-boosted sınıflandırıcı ve şablon tabanlı uyumlar. Adaylar yöntemler arasında çapraz kontrol edildi, gözle incelendi ve takip için önceliklendirildi. Adayları Euclid'in kendi görüntüleri seçiyor; doğrulama ise Magellan ve Large Binocular Telescope dahil büyük yer teleskoplarından alınan, karakteristik kırılmayı ve emisyon çizgilerini görecek kadar ışığı ayrıntılı bölen tayflardan geliyor.

Bu doğrulama adımı dürüstçe devam eden bir çalışma. Spektroskopik takip sürüyor ve makalenin kendi ifadesiyle özellikle güney göğünde henüz tam kapsama ulaşmış değil. Takip edilen fakat 31 doğrulanmış kuasardan biri olmayan adayları makale açıkça muhasebeleştiriyor: çoğu kirletici (büyük bölümü muhtemelen kahverengi cüce), bazıları sonuçsuz ve bazılarında tespit edilebilir sinyal yok. Doğrulanmış kuasar partisi başlık; seçimin neyi yakalayıp neyi kaçırdığının tam hesabı sonraki makalelere bırakılıyor.



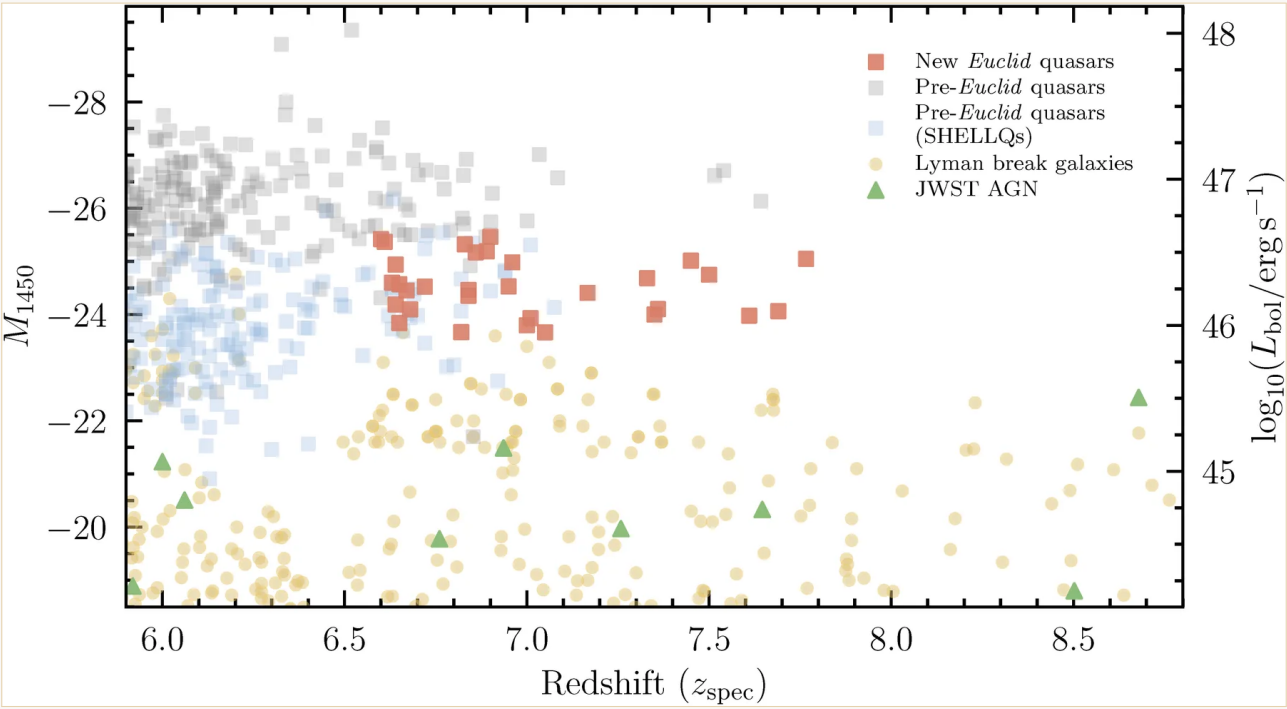
Renk-renk diyagramı: Euclid uzak bir kuasarı yakındaki kahverengi cüceden nasıl ayırıyor? Her eksen bir nesnenin iki Euclid filtresindeki parlaklık farkını gösterir; böylece ne kadar parlak olduğundan çok ışığının rengini yakalar. Kırmızı eğri yüksek-kırmızıya-kaymalı kuasarların beklenen yolunu izler (etiketler 7,0–8,5 kırmızıya kaymayı gösterir); açık mavi eğri ise başlıca taklitçiler olan serin kahverengi cüceleri M0'dan T0'a tür etiketiyle izler. 31 yeni kuasar (kırmızı yıldızlar) kuasar yoluna dizilir; doğrulanmış kirleticiler (gri) ve sonuçsuz veya tespit edilmeyen adaylar (mor) ondan uzaklaşır. İki yolun yakın geçtiği yerde renk tek başına karar veremez — bu yüzden her kuasarın hâlâ spektroskopik doğrulamaya ihtiyacı var.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Rekoru ölçüsünde tutmak

31 kuasardan biri, EUCL J1729+6410, yaklaşık 7,77 kırmızıya kaymada ve artık bilinen en uzak kuasar. Gerçek bir rekor ve adımın büyüklüğünü açıkça söylemekte fayda var. Yirmi yıllık özel aramalar sınırı yaklaşık 7,5 kırmızıya kaymaya itmişti; hemen önceki rekor sahibi yaklaşık 7,64'tü. 7,77'ye taşımak gerçek bir ilerleme ama artımlı — makale farkı kırmızıya kaymada yaklaşık 0,13, kozmik zamanda yaklaşık on beş milyon yıl olarak veriyor. Sıçrama değil, küçük bir itme.

Daha sonuç doğurucu sayı diğeri: tek bir erken taramada kırmızıya kayma 7 üzerindeki örneklemi ikiye katlamak. Rekor sahibi tek nesnedir; tek nesne tek veri noktasıdır. İkiye katlanan ve büyüyen nüfus istatistik yapmanızı sağlar — bu kara deliklerin ne kadar yaygın, ne kadar parlak, ne kadar kümelenmiş olduğunu ölçmek — ve erken Evren bilimi asıl istatistikte yaşar. Yeni kuasarların çoğu ayrıca görece sönük; Euclid öncesi bulunan parlak kuasarlardan bir ila iki kadir daha sönük. Bu sönük uca ulaşmak daha zor ve yeniden iyonlaşma çalışmaları için daha değerlidir: daha sönük kuasarlar çevrelerinde daha küçük iyonlaşmış baloncuklar açar, dolayısıyla ışıkları hâlâ nötr gazın daha fazlasını örnekler.



Yeni kuasarların konumu: kozmik uzaklığa karşı parlaklık. Yatay eksen kırmızıya kaymadır — sağa gittikçe kozmik tarihte daha erkene gidilir. Dikey eksen her kuasarın içsel morötesi parlaklığıdır ve grafikte M1450 ile etiketlidir; astronomik kadirlerin eski geleneği nedeniyle ters çalışır, dolayısıyla yukarı daha parlak demektir (sağ ölçek aynı şeyi toplam, yani *bolometrik*, ışınım gücü olarak tekrar ifade eder). Böyle okununca grafik bir nüfus sayımıdır. Önceden bilinen parlak kuasarlar (gri) daha düşük kırmızıya kaymalarda yığılır; daha derin SHELLQs taraması (açık mavi) daha sönük nesnelere ulaşmış ama zamanda çok daha geriye gidememişti. 31 yeni Euclid kuasarı (kırmızı), bu parlak nüfusu en yüksek kırmızıya kaymalara kadar uzatırken — en sağdaki 7,77 ile rekor

sahibi — klasik parlak kuasarlardan yaklaşık bir ila iki kadir daha sönük bulunuyor. Altlarında yalnızca derin, dar taramaların eriştiği bölge var: Lyman-break galaksileri denizi (sarı) ve JWST'nin bulduğu çok sönük, madde yutan birkaç kara delik (yeşil üçgenler). Euclid'in katkısı ayrı bir grup olarak görünür — görece parlak kuasarlar, çok erken zamanda ve geniş bir alanda — eski parlak örneklemi, şimdilik yalnızca hedefli aygıtların erişebildiği sönük nüfusa doğru köprüler.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Hâlâ belirsiz olanlar

Bu sonuçla birlikte üç uyarı geliyor ve makale üçünü de kendisi söylüyor.

Birincisi, bu bir ilk sonuç; nihai ölçüm değil. Yazarlar seçim fonksiyonu ve kuasar nüfusunun kapsamlı istatistiksel analizini açıkça sonraki yayınlara bırakıyor. Buradaki ışınım gücü fonksiyonu kısıtları ilk bakış, son söz değil.

İkincisi, her sönük "kuasar"ın gerçekten kuasar olduğu garanti değil. Sönük uçta kuasar olarak tanımlanan bazı nesneler, özellikle güçlü biçimde genişlemiş Lyman-alfa çizgisi yoksa, bunun yerine kompakt erken galaksiler olabilir. Ekip nesnelerin uzamış galaksilerden çok noktasal kaynaklarla uyumlu olduğuna dair ön kontrol sunuyor ama buna ön çalışma diyor: en sönük nesnelerin gerçek doğasını JWST ve benzeri tesislerden derin yakın-kızılötesi spektroskopi belirleyecek.

Üçüncüsü, nesnelerin kendileri sönük ve yer tabanlı spektroskopinin ayrıntılı karakterize edebileceği sınırda. Kara delik kütlelerini, çevrelerini ve yeniden iyonlaşma hikâyesindeki yerlerini belirlemek JWST, ALMA ve NOEMA gerektirecek. Euclid bu şeyleri bulmakta çok iyi; incelemeyi büyük ölçüde diğer aygıtlara devrediyor.

Neden önemli?

Bu çalışmanın değeri demografik. On yıl boyunca Evren'in ilk milyar yılı astronomlara çıkarım yapmak için yalnızca birkaç kuasar sunuyordu. Euclid taramasının tek bir erken diliminde listeyi örnekleme dönüştürecek kadar ekledi — ve fırlatma öncesi tahminlerle uyumlu biçimde devam etme yolunda.

Bu önemli, çünkü açık sorular nüfus soruları. Kara delikler nasıl bu kadar hızlı büyüdü? Galaksiler arası gaz farklı zamanlarda ne kadar yamalı ve ne kadar nötrdü? Bunlara tek bir gösterişli nesne cevap vermez; çok sayıda nesneyi saymak, karşılaştırmak ve haritalamak cevap verir. Euclid'in gösterdiği, bu nüfus sayımını oluşturma kapasitesi — sönük uç dahil; bu uç JWST'nin aynı çağda ortaya çıkardığı şaşırtıcı madde-yutan kara delik nüfusuna bağlanıyor. Bu makale ilk kara deliklerin nasıl oluştuğunu çözmüyor ve tek başına yeniden iyonlaşmayı ölçmüyor. Bu ölçümlerin ihtiyaç duyduğu ham malzemeyi toplu halde sağlıyor ve halihazırda süren takip kampanyaları için açık bir sınır çiziyor.

Kısa özet

Euclid Collaboration, Euclid Wide Survey'in ilk yaklaşık 3.000 kare derecesini kullanarak kırmızıya kayma 6,6 ile 7,8 arasında 31 yeni kuasar keşfetti; bunların on ikisi kırmızıya kayma 7 veya üzerindeydi — oradaki bilinen nüfusu iki kattan fazla artırdı — ve 7,77 kırmızıya kaymadaki biri artık kayıtlardaki en uzak kuasar. Önemli olan artımlı kırmızıya kayma rekoru değil, taramanın bu nadir ve çoğunlukla sönük nesneleri toplu halde bulma gücünü göstermesi. Sonuçlar ilk veri yayımıdır: tam istatistiksel analiz, spektroskopik doğrulamanın önemli kısmı ve tek tek nesnelerin ayrıntılı karakterizasyonu daha sonra gelecek.

Abartısız değerlendirme

Makale ne gösteriyor: Euclid Wide Survey'in ilk ~1,5 yılında ~3.000 kare derecede, önceki hiçbir taramanın bulamadığı sayıda yüksek-kırmızıya-kaymalı kuasar bulabildiğini — 6,6–7,8 arasında doğrulanmış 31 kuasar, 7 veya üzerinde on iki tane, oradaki bilinen sayıyı yaklaşık ikiye katlama ve en uzakta ~7,77.

Makul ama asıl mesele olmayan: Kırmızıya kayma rekorunun kendisi. Gerçek ama sınırı yalnızca yaklaşık 0,13 kırmızıya kayma ilerletiyor — önceki ~7,64 rekordan 7,77'ye, kozmik zamanda yaklaşık on beş milyon yıl. Zamanla daha iyi yaşlanacak başlık tek rekor sahibi değil, ikiye katlanan, büyüyen ve alışılmadık ölçüde sönük örneklem.

Göstermediği şey: İlk süper kütleli kara deliklerin nasıl oluştuğu veya yeniden iyonlaşmanın ölçümü. Bu kuasarlar bu soruların araçları; cevapları değil. Nihai nüfus sayımı da değil — tam istatistiksel analiz açıkça sonraki makalelere bırakılıyor.

Genel okuyucu için başlıca sınırlamalar: Spektroskopik takip özellikle güneyde eksik; ışınım gücü fonksiyonu sonuçları öncül; kuasar diye etiketlenen en sönük nesnelerin bazıları JWST sınıfı spektroskopi doğrulayana kadar erken galaksiler çıkabilir.

Genel okuyucu ne kadar güvenmeli? Euclid'in bu kırmızıya kaymalarda neyin bulunabilir olduğunu değiştirdiğine yüksek, daha parlak nesnelerin hakemli doğrulamalarına yüksek güven. Yazarların kendi çerçevesiyle, sönük-uç nüfusunun kesin sayıları ve en sönük adayların doğası için daha düşük güven — bunlar ilk sonuçlar, yerleşmiş olanlar değil.

Kaynaklar

D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), Astronomy & Astrophysics 711, A104 (2026), DOI 10.1051/0004-6361/202658883
https://doi.org/10.1051/0004-6361/202658883