



The CLEAN PAPER

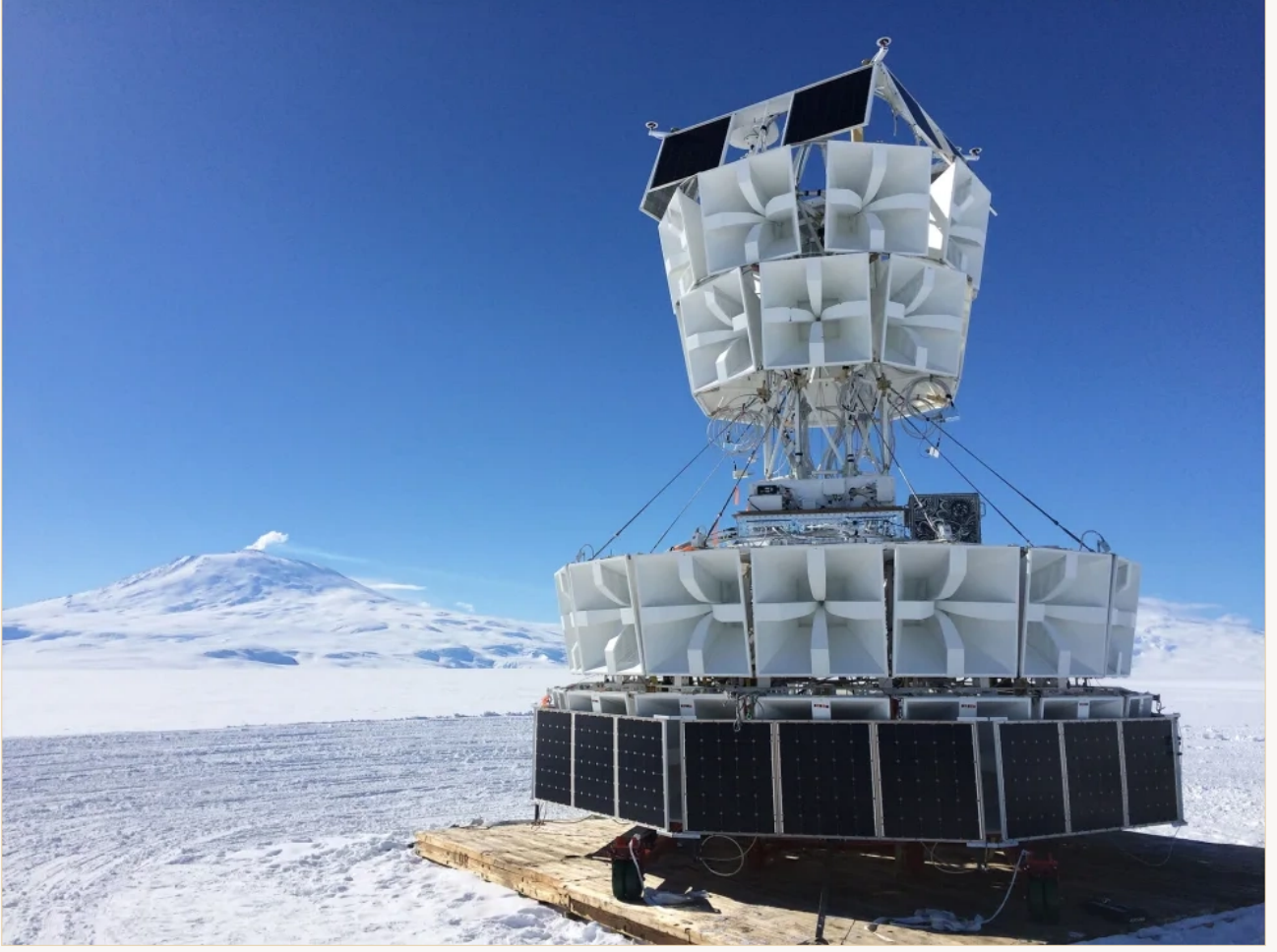
WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Antarktika üzerinde kaydedilen iki anormal radyo darbesi hâlâ açıklanamıyor — “yeni parçacık” açıklaması ise desteğini kaybediyor

Yıllar önce Antarktika üzerinde bir balon deneyi tarafından kaydedilen iki alışılmadık radyo darbesinin hâlâ üzerinde uzlaşmış bir açıklaması yok; Pierre Auger ile yapılan özel bir arama, bu yorumun gerektireceği saġanaklardan iz bulamadı ve egzotik “yeni parçacık” açıklamasını çok daha az olası hâlâ getirirken anomaliyi çözmeden bıraktı.

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

Paper: *Search for the Anomalous Events Detected by ANITA Using the Pierre Auger Observatory*, Pierre Auger Collaboration, Physical Review Letters 134, 121003 (2025) · DOI: 10.1103/PhysRevLett.134.121003



ANITA'nın 48 anteni, yaklaşık 7,6 metre yüksekliğindeki bir gondoldan Antarktika buzuna doğru bakar.

Christian Miki / University of Hawai'i at Mānoa fair-use assertion

Balon, buz ve aşağıdan gelen iki darbe

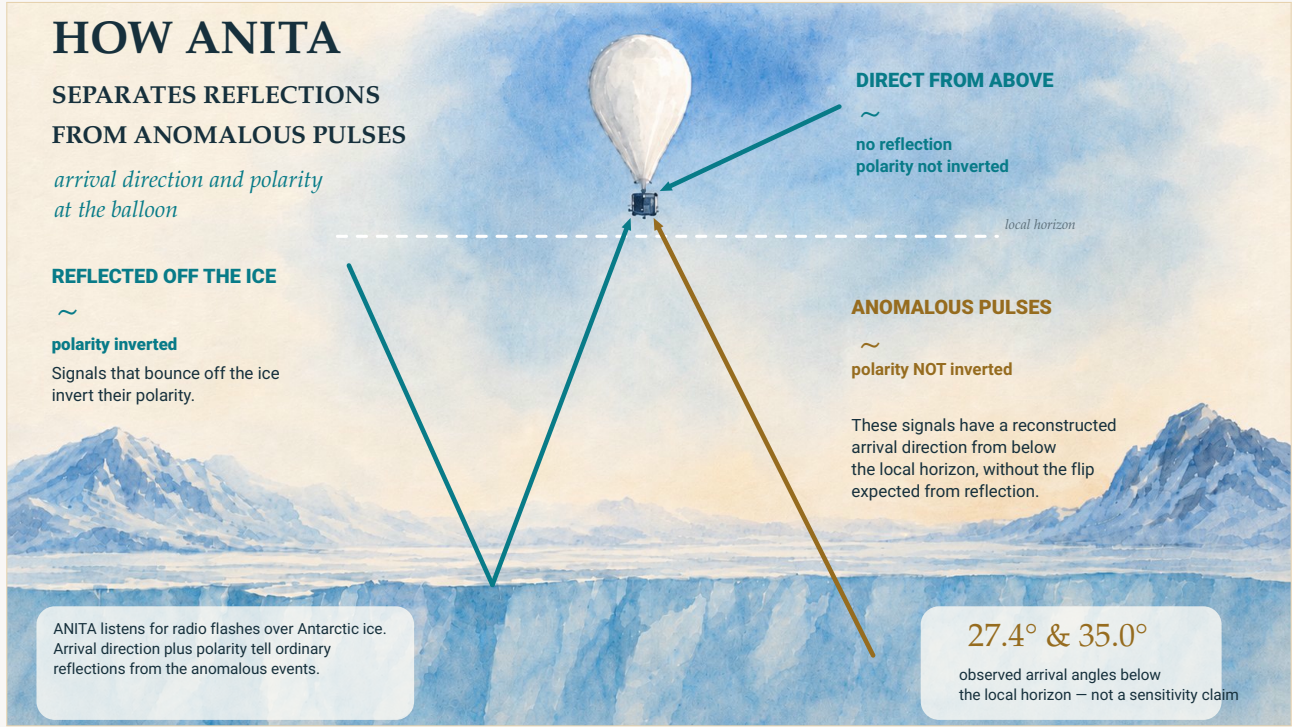
Çalışma ömrünün büyük bölümünde Antarctic Impulsive Transient Antenna — ANITA — bir NASA balonunun altında, yaklaşık otuz kilometre yüksekte asılı durur ve Dünya'nın en ıssız bölgesi üzerinde haftalarca sürüklenerek dinleme yapar.

Dinlediği şey uzaydan gelen radyo sinyalleridir. Çok yüksek enerjili bir parçacık — bir kozmik ışın ya da bir nötrino — havaya veya buza çarptığında, daha küçük parçacıklardan oluşan bir sağanağa dönüşür ve bu sağanak kısa bir radyo parlaması üretir. Antarktika bunları yakalamak için neredeyse idealdir: radyo dalgalarının adeta camdan geçer gibi ilerlediği kilometrelerce temiz ve soğuk buz ve yüzlerce kilometre boyunca sinyali kirliletecek neredeyse hiçbir şey yoktur. ANITA'nın görevi bu parlamaları yakalamak ve şekilleri ile zamanlamalarından onları neyin oluşturduğunu çıkarmaktır.

Duyduklarının çoğu beklenen biçimdedir. Bazı parlamalar doğrudan yukarıdan gelir. Çok daha fazlası buza çarpıp antene doğru geri yansır — ve bunların kolayca fark edilen bir imzası vardır: yansıma dalgayı ters çevirir (sinyalin *polaritesini* değiştirir). Fizikçiler bu işareti bir bakışta okuyabilir.

Yansıyan sinyali doğrudan gelenden ayırmanın yolu budur.

İki kez ise örüntüyü bozan bir şey geldi.



Balondaki antene doğrudan yukarıdan gelen bir darbe ters çevrilmeden ulaşırken, buzdan yansıyan bir darbenin polaritesi ters döner — bu, buzdan yansımanın olağan işaretidir. Buna karşılık iki anormal darbe, yerel ufkun oldukça altındaki *yeniden yapılandırılmış* bir yönden geliyor gibi görünür; fakat yansımada beklenen polarite terslenmesi yoktur. “Aşağıdan” ifadesi bu geliş yönünü anlatır — Dünya’nın içinden yukarı tırmanan bir parçacığı değil.

Original hybrid diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

ANITA, 2006’daki bir uçuşta ve 2014’teki başka bir uçuşta, ufkun oldukça *altından* — sırasıyla 27,4° ve 35,0° aşağıdan — geliyormuş gibi görünen ve *terslenmemiş* iki darbe yakaladı. Öyleyse bunlar sıradan bir yansıma değildi. Sinyal, gerçekten de buzdan yukarı doğru ilerleyip balona ulaşmış gibi görünüyordu.

Bunun neden neredeyse skandal sayılacak kadar tuhaf olduğunu şöyle açıklayabiliriz. Antene bu kadar dik bir yukarı yönlü açıyla ulaşabilmesi için darbeyi oluşturan şeyin gezegenin gövdesinden — altı ya da yedi bin kilometrelik katı kayadan — geçerek çıkması gerekirdi. Bunu neredeyse hiçbir şey yapamaz. Sıradan maddeden sanki yokmuş gibi geçebildiğini bildiğimiz parçacık nötrinodur; tüm Dünya’nın içinden neredeyse etkilenmeden geçebilir. Bu yüzden doğal açıklama, bir nötrinonun kayaların içinden yukarı doğru ilerleyip buzun hemen altında bir atoma çarpması, yukarı yönlü bir parçacık sağanağı oluşturmaları ve ANITA’nın bu sağanağın radyo parlamasını yakalamasıydı. Fakat burada bir sorun var: *bu* sinyali oluşturacak kadar enerjik bir nötrino, aslında durdurulması çok daha kolay bir nötrinodur. Bu kadar çok kayadan geçerken defalarca soğurulması gerekirdi. Üstelik iki tanesinin yine de geçmesini sağlayacak kadar güçlü bir nötrino akısı varsa, tam da bu parçacıkları yakalamak için yapılmış dev detektörlerde görülmesi beklenirdi. Düzenli görünen açıklamaların hiçbiri bütünüyle kapanmıyordu.

Böylece iki darbe, açıklamaya direnen iki veri noktası olarak kaldı. Bir keşif değildi — iki olay asla tek başına keşif sayılmaz — ama hiçlik de değildi. Gerçek bir anomaliydi: ilginç olmasının nedeni, bunun Standart Model fiziğinde bir çatlak mı yoksa yalnızca buzun, antenin ya da hesaplamanın bir tuhaflığı mı olduğunu henüz kimsenin söyleyememesiydi.

Tam bu noktada bazı haberler *gizemli* sözcüğüne sarılır, ışıkları kısar ve Antarktika'nın altında neyin yaşadığını sormaya başlar. Buna direnmek gerekir. Gerçek soru hiçbir zaman *buzun içinde hangi canavar var?* değildi. Bilimi gerçekten ilerleten, sabırlı ve gösterişsiz soru şuydu: **bunu nasıl sınarsınız?**

Yazarlar ne yaptı?

Heyecan verici açıklamaları test etmenin temiz bir yolu vardır. Eğer ANITA darbeleri gerçekten tekrar eden bir yukarı yönlü parçacık sağanağı akısından kaynaklanıyorsa — ister sıradan tau nötrinolarından, ister önerilen yeni bir parçacıktan — tam da bu tür olayları arayan yeterince büyük bir detektör bunlardan bir bölümünü görmelidir.

Arjantin'deki Pierre Auger Gözlemevi — şimdiye kadar yapılmış en büyük kozmik ışın detektörü — bunun için çok uygundur. İşbirliği ekibi, Floresans Detektörü'nü kullanarak 2004–2018 verilerinde yukarı yönlü hava sağanaklarını (aşağıdan gelen, zenit açıları 110° 'nin üzerinde ve enerjileri $0,1 \text{ EeV}$ 'nin üzerinde olan olayları) aradı. Kritik nokta şu: tam veri seti incelenmeden *önce* tüm seçim ölçütleri sabitlendi. Yani analiz “kör” yapıldı; sonuç, arzu edilen bir cevaba doğru ayarlanamazdı.

Ne buldular?

Körlük kaldırıldıktan sonra **bir** aday olay kaldı. Bu, sıradan kozmik ışınların nadiren yukarı yönlüymüş gibi yanlış yeniden yapılandırılmasından beklenen 0.27 ± 0.12 olayla tamamen uyumluydu. Başka bir deyişle, gerçek bir yukarı yönlü sinyal yoktu; yalnızca beklenen arka plan sızıntısı vardı.

Sonucun gücü karşılaştırmada yatıyor. ANITA darbeleri sabit bir yukarı yönlü sağanak akısından kaynaklanıyorsa Auger'in **çok sayıda** olay kaydetmesi gerekirdi — makul bir enerji tayfı için yaklaşık 34–69 olay, bilinçli olarak ihtiyatlı varsayımlar altında bile en az yaklaşık 8 olay. Bir tane gördü ve o da arka planla uyumluydu. Yazarlar bunu yukarı yönlü sağanak yorumuyla “güçlü bir uyumsuzluk” olarak tanımlıyor.

Bu büyük olasılıkla ne anlama geliyor?

Bu ölçekte bir görülmeme sonucu bilgi taşır. Eğer ANITA olayları gerçekten bu yönlerden gelen bir parçacık popülasyonuna — sıradan tau nötrinolarına ya da bunları açıklamak için önerilen varsayımsal yeni parçacıklara — ait olsaydı, Auger'in uzun gözlem süresi önemli sayıda olay yakalamalıydı.

Yakalamadı. Bu, özel ve zorlama koşullar varsayılmadıkça, Standart Model ötesi fikirlerin çoğunun girdiği “yukarı yönlü sağanakların yaygın akısı” açıklamasını fiilen dışlıyor.

Geriye kalan açıklamalar, sağanak oluşturan parçacıkların bir akısı *olmayan* açıklamalar: en çok tartışılanlar buz ve ufka yakın geometriden kaynaklanan bir yansıma ya da yayılım etkisi veya cihaz/analiz kaynaklı bir artefakt. Bunların hiçbirisi doğrulanmış değil. Dolayısıyla dürüst özet şu: en heyecan verici yorum ciddi bir darbe aldı, ancak gerçek neden hâlâ bilinmiyor.

Bu neyi *kanıtlamıyor*?

- İki darbenin ne olduğunu **belirlemiyor**. “Yeni fiziği güçlü biçimde zayıflatıyor” demek “mesele çözüldü” demek değildir.
- Sıradan bir nedeni **doğrulamıyor**. Önde gelen adaylardan biri — Antarktika yüzeyinin altındaki katmanlardan yansımalar — hâlâ yalnızca bir hipotezdir.
- Kelimenin gerçek anlamıyla “buzun altından” bir şey saptamıyor. ANITA’nın antenleri Antarktika’nın *üzerindeki* bir balondan sarkar; “aşağıdan” ifadesi radyo darbesinin yeniden yapılandırılmış geliş yönünü anlatır — buzun içinden gelen bir ses, bir konuşma ya da başka bir şey değildir.
- Doğrulanmış yeni bir parçacık iddiasını **desteklemiyor**. Bu hikâyenin internette en çok paylaşılan versiyonu, kanıtın işaret ettiği yönün tersine gidiyor.

Kanıt ne kadar güçlü?

Orta düzeyde; makale de bunu böyle sunuyor.

- Standart Model ötesi ilgi, esasen iki ANITA uçuşundan gelen **iki** olaya dayanıyor.
- Bu makale bir **null result**, yani sıfır/olumsuz sonuç: bazı olasılıkları dışlamak açısından güçlüdür ama olayların *ne olduğunu* söyleyemez.
- Dışlama nicel olarak güçlüdür (onlarca olay beklenirken arka plan benzeri yalnızca bir olay görülmesi) — fakat her olası nedeni değil, özellikle “yukarı yönlü sağanak akısı” yorumunu hedefler.
- Önde gelen sıradan açıklamalardan biri (yüzeye yakın yansıma) makuldür ama kanıtlanmamıştır; bazı başka seçenekler (belirli geçiş-radyasyonu modelleri) başka çalışmalarla zayıflatılmıştır.
- Hiçbir deney ilk anomalinin bağımsız bir tekrarını üretmiş değildir.

Bu, küçük ama inatçı bir bilmecenin üzerine konmuş keskin bir kısıttır — keşif değildir.

Neden önemli?

Önerilen açıklamalar egzotik yeni parçacıklara kadar uzanıyordu. Alan, en heyecan verici seçeneğin peşinden gitmek yerine gösterişsiz olanı yaptı: fikri bağımsız ve çok daha büyük bir detektörle sınıdı — ve veri “hayır” dedi. Daha büyük ve daha hassas bir ardıl araç olan PUEO yeniden bakmak üzere geliştiriliyor.

Anomali sonunda sıradan bir nedene bağlanabilir. Bu, onu başarısızlık yapmaz. Açıklanamayan bir ölçümü, ya ortadan kaybolana ya da gerçek bir keşfi zorlayana kadar daraltmak *bilimsel çalışmanın kendisidir* — ve tam da bugün hâlâ dürüst cevap “bilmiyoruz” olduğu için izlemeye değerdir.

Kısa özet

ANITA’nın 2006 ve 2014 Antarktika balon uçuşlarında kaydettiği iki radyo darbesi, Standart Model’in açıklamakta zorlandığı, ufkun oldukça altındaki açılardan geliyormuş gibi görünüyor. Pierre Auger Gözlemevi ile 2025’te yapılan özel bir aramada, darbeler gerçekten yukarı yönlü sağanak akısından kaynaklanıyorsa onlarca olay beklenmesine karşın, yalnızca arka planla uyumlu tek bir aday bulundu. Bu sonuç, egzotik “yeni parçacık” yorumunu güçlü biçimde zayıflatıyor ve ANITA’ya özgü bir yansıma, yayılım ya da cihaz etkisine işaret ediyor — ancak gerçek neden hâlâ bilinmiyor. Doğrulanmış yeni bir parçacık değil; buzun içinden gelen gizemli bir sinyal de değil.

Abartısız değerlendirme

Makalenin gösterdiği: 2004–2018 verilerinde yukarı yönlü hava sağanaklarını arayan kör bir Pierre Auger analizi, beklenen 0,27 olaylık kozmik ışın arka planıyla uyumlu tek bir aday buldu. ANITA anomalileri bu tür sağanaklardan oluşan bir akıdan kaynaklansaydı Auger’in yaklaşık 34–69 olay (ihtiyatlı varsayımlarda en az ~8) görmesi gerekirdi. Bu, Standart Model ötesi “yeni parçacık” senaryoları dâhil yukarı yönlü sağanak yorumunu güçlü biçimde zayıflatıyor.

Makul ama kanıtlanmamış olan: Buz ve ufuk yakınındaki bir yansıma ya da radyo-yayılım etkisi veya ANITA’ya özgü bir cihaz/analiz artefaktı.

Göstermediği: Olayların yeni bir parçacıktan kaynaklandığını; buzun altından gelen sinyaller olduğunu; paranormal, yapay veya işitilebilir herhangi bir şey söz konusu olduğunu; nedenin artık bilindiğini.

Başlıca sınırlamalar: Standart Model ötesi ilgi ~iki olaya dayanıyor; bu bir null result ve kısıt koyuyor ama nedeni tanımlayamıyor; dışlama özellikle “sağanak akısı” yorumunu hedefliyor; ilk anomalinin bağımsız tekrarı yok.

Genel bir okur ne kadar güven duymalı? Bunun *doğrulanmış bir yeni parçacık olmadığına* ve *buzun içinden gelen bir sinyal olmadığına*, ayrıca egzotik akı yorumunun artık ciddi biçimde zayıfladığına

yüksek güven. Gerçek neden konusunda düşük güven; soru hâlâ açık. Uygun tutum: büyük olasılıkla sıradan bir nedeni olan, henüz çözülmemiş bir anomaliye merakla yaklaşmak.

Kaynaklar

Phys. Rev. Lett. 134, 121003 (2025)

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.121003>

Original ANITA-I event (Gorham et al. 2016)

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.117.071101>

Original ANITA-III event (Gorham et al. 2018)

<https://arxiv.org/abs/1803.05088>

Subsurface-reflection explanation (Shoemaker et al. 2020)

<https://arxiv.org/abs/1905.02846>

PUEO successor instrument — white paper (2021)

<https://arxiv.org/abs/2010.02892>