

# Uzayda Hayatta Kalan Yosun Sporları

Dr. Özlem Ak [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

**K**ara yosunu sporları, Uluslararası Uzay İstasyonu'nun (ISS) dışında, uzay koşullarına dokuz ay boyunca maruz kalmasına rağmen hayatta kalmayı başararak dikkat çekici bir biyolojik dayanıklılık örneği sergiledi. Dünya'ya geri getirilen yosun örneklerindeki sporların yaklaşık %89'u yeniden çimlenerek büyümeye başladı. Çalışmanın sonuçları 20 Kasım 2025'te *iScience* dergisinde yayımlandı. Hokkaido Üniversitesinden araştırma ekibinde yer alan Tomomichi Fujita'ya göre bu sonuçlar, Dünya'daki yaşamın hücresel düzeyde uzayın son derece zorlayıcı koşullarına bile direnç gösterebilen mekanizmalara sahip olduğuna dair güçlü bir kanıt niteliği taşıyor.

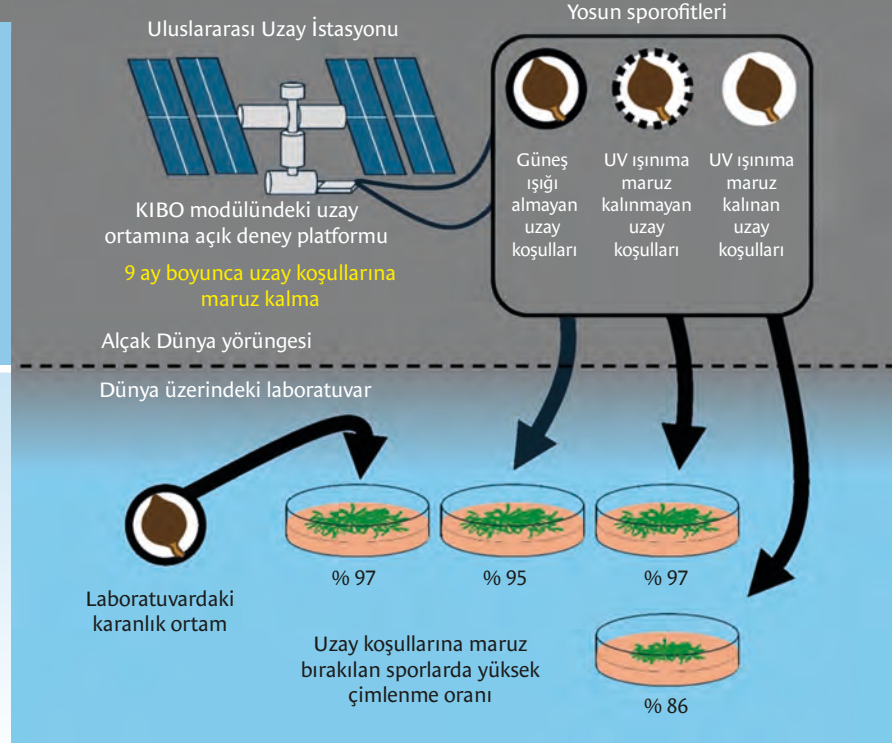
Fujita'nın "uzay yosunu" fikri, yosunların yeryüzündeki en zorlu çevre koşullarında bile yaşayabildiğini fark etmesiyle ortaya çıkmış. Yosunların bu dayanıklılığı uzayda da gösterip göstermeyeceğini merak eden ekip, *Physcomitrium patens* adlı yaygın bir kara yosunu türünü morötesi (UV) ışınımına, aşırı

sıcaklık değişimlerine ve uzay ortamını taklit eden koşullara maruz bıraktı. Araştırmacılar, kara yosunlarının gelişimlerinin farklı evlerini temsil eden üç farklı yapıyı (sporun çimlenmesinden sonraki ilk gelişim evresindeki genç dokular, stres altında oluşan vejetatif üreme hücreleri ve spor kapsülleri) test ederek hangisinin uzayda hayatta kalmaya en yakın olduğunu anlamaya çalıştı. Fujita, kozmik radyasyon, aşırı sıcaklık değişimleri ve ağırlıksız ortam gibi uzaydaki zorlayıcı koşullarının, kara yosunları için tek bir stres unsurundan çok daha ağır bir biyolojik yük olacağını düşündüklerini belirtiyor.

Deneyler, UV ışınlarının yosunlar için en yıkıcı etken olduğunu ancak spor kapsüllerinin içindeki sporların bu koşullara karşı olağanüstü derecede dayanıklı olduğunu gösterdi. Genç yosun dokuları UV ışığına ve sıcaklık değişimlerine dayanıklılık gösteremezken, stres altında ortaya çıkan vejetatif üreme hücreleri olan brood hücreleri bir miktar direnç gösterdi. En dayanıklı yapı ise sporfitler oldu.

Sporfitler, yosunların üreme döneminde oluşan ve yosun sporlarını koruyucu bir kapsül içinde taşıyan yapılardır. Bu kapsülün içindeki sporlar UV ışınımına karşı diğer dokulara kıyasla yaklaşık bin kat daha fazla tolerans sergiledi. Ayrıca -196°C'de bir haftadan uzun süre ve 55°C'de bir ay boyunca hayatta kalmayı başardılar ve sonrasında çimlenebildiler. Araştırmacılar, sporları çevreleyen bu kapsülün UV ışınlarını soğurarak içindeki sporları fiziksel ve kimyasal olarak koruyan doğal bir kalkan görevi gördüğünü düşünüyor. Bu dayanıklılığın gerçek uzay ortamında da sürüp sürmeyeceğini görmek için ekip, sporfitleri uzayda test etmeye karar verdi.

Mart 2022'de araştırmacılar yüzlerce sporofiti, Cygnus NG-17 uzay aracıyla ISS'ye gönderdi. Astronotlar bu örnekleri istasyonun dış yüzeyine yerleştirdi ve sporlar tam 283 gün boyunca doğrudan uzayın zorlayıcı koşullarına maruz kaldı.



ars.els-cdn.com



doi.org

Yosunlarda üreme hücrelerini üreten yapraklı gametoforun üst kısmının ortasında kıvılcık kahverengi bir sporofit görülüyor. Bu kapsülün içinde çok sayıda spor bulunuyor. Bu şekilde olgunlaşmış sporofitler tek tek toplanarak, ISS'nin dış yüzeyindeki deney düzenine gerçekleştirilen deneyde örnek olarak kullanıldı.

Ocak 2023'te SpaceX'in Dragon uzay aracıyla Dünya'ya geri dönen örnekler laboratuvarda incelendi.

Fujita, deneyden önce sporların neredeyse hiçbirinin hayatta kalmasını beklemediklerini, ancak Dünya'ya dönen örneklerin büyük

kısımının canlı olduğunu görünce şaşkına döndüklerini belirtiyor. Uzay koşullarında geçirilen 9 ayın ardından sporların %80'inden fazlası

#### Kaynaklar

<https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.113827>

<https://www.scientificamerican.com/article/these-are-the-weird-life-forms-that-can-survive-in-space/>

hayatta kaldı ve bu canlı sporların yaklaşık %89'u Dünya üzerindeki laboratuvarda yeniden çimlenebildi.

Araştırmacılar sporların klorofil düzeylerini de ölçtü. Klorofil pigmentlerinin çoğu normal seviyelerde kalırken, fotosentezde temel rol oynayan klorofil a'nın düzeyinde yaklaşık %20'lik bir azalma görüldü. Bu pigment mavi ve kırmızı dalga boylarındaki ışığı soğurduğu için ışık koşullarındaki değişimlere daha duyarlıdır. Ancak bu düşüş sporların genel sağlığını olumsuz etkilemedi.

Sporların uzayda daha ne kadar yaşayabileceğini merak eden ekip, deney öncesindeki ve sonrasındaki verileri kullanarak matematiksel bir model geliştirdi. Model, sporların uzay koşullarında yaklaşık 5.600 gün, yani yaklaşık 15 yıl hayatta kalabileceğini öngörüyor. Ancak araştırmacılar bunun kaba bir tahmin olduğunu, daha kesin sonuçlar için daha fazla veriye ihtiyaç duyulduğunu vurguluyor.

Ekip, bu bulguların gelecekte başka gezegenlerde bitki yetiştirme çalışmalarına ve uzayda tarımsal üretim sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabileceğini düşünüyor. Fujita, bu araştırmanın Ay veya Mars gibi gök cisimlerinde küçük ekosistemlerin kurulmasına yönelik çalışmalar için önemli bir başlangıç olabileceğini söylüyor. ■