



Kendi Kendini Üretebilen Xenobot'lar

Yıllardır bilim kurgu senaryolarına konu olan robotlar zaman zaman yapay zekâ ile Android olarak, zaman zaman da sürü hâlinde hareket eden mini robotlar şeklinde hayal edilmişti. *Terminatör* veya *Matrix* gibi filmlerde ise, otonom fabrikalarda kendi kendine çoğalan ve dünyayı ele geçirmeyi planlayan kötü karakterleri canlandıran robotlar aslında insanların hayatında büyük kolaylıklar sağlayabiliyor.

Gelişen teknolojiler sayesinde robotik bilimi kısa sürede çok ilerledi. Artık evlerde otonom temizlik yapan modellerden, fabrikalarda üretim hatlarında insansız olarak yüksek güvenlikle çalışan modellere kadar çok çeşitli robotlar insanların hayatında yer alıyor. Robotik teknolojisinde son zamanlarda öne çıkan bir diğer yenilik ise kendi kendini üreterek veya tamir ederek kesintisiz olarak çalışabilen robotlar... Bu robotlar sayesinde gelecekte insanlar için tehlikeli olabilecek birçok yerde benzersiz olasılıkların ortaya çıkması bekleniyor.

Bu yeni teknolojinin sentetik biyoloji ile birleşimi ise yepyeni bir robot türünün ortaya çıkmasını sağlıyor. "Xenobot" adı verilen yeni nesil robotlar insanlığın geleceğini kökten değiştirmeye hazırlanıyor.

Xenobot Nedir?

Xenobot kelimesi seçilirken aslen *Xenopus Laevis* adı ile anılan Afrika Pençeli Kurbağası'ndan esinlenilmiştir. Xenobot'lar sentetik olarak farklı biyolojik dokuların bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur.

Xenobot'ların robot mu canlı mı olduğuna ilişkin bilim insanlarının farklı görüşleri tartışmalara neden oluyor. İlk Xenobot'un bir yapay zekâ programı ile Douglas Blackiston adlı bir araştırmacı tarafından yapıldığı biliniyor. Bu ilk Xenobot erken evre kurbağa embriyolarından elde edilen 1 milimetreden küçük boyutta doku hücreleri ile kalp kası hücrelerinden oluşuyor. Adını da bu kurbağa familyasından aldığı biliniyor¹.

2020 yılında Harvard Üniversitesi, Wyss Enstitüsü, Tufts Üniversitesi ve Allen Keşif Merkezinin ortaklığıyla oluşturulan bir araştırma grubunun keşfi olan Xenobot'lar yeni nesil bir kendini çoğaltma mekanizmasının yolunu açıyor. Bu araştırmanın en önemli yanı, hücreleri şekillendirmeye ve doğru yere yerleştirmeye yardımcı olmak için bazı gelişimsel biyoloji hilelerinin bir kombinasyonunun kullanılması. Bu noktada, hücreler ve dokular kendi kendine bağlanma, inşa etme ve davranma görevlerini üstlendiği için kendi kendini üretme yöntemi devreye giriyor.

¹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Xenobot>

Aslında kendi kendini üretebilen makinelerin fikri 1940'lı yıllara dayanıyor. Güneş sistemini ve ötesini incelemek için kurgulanan bu robotların metal, seramik, plastik ve devrelerden oluşabileceği düşünülmüş. Başka araştırmalarda da kendi kendini kopyalayabilen elektromekanik parçalı robotlar bulunuyor, ancak Xenobot'lar biyolojik bileşenlerden oluşan ilk kendi kendine kopyalanabilir robotik cihazlar olarak öne çıkıyor².

Matematikçi John Von Neumann kendi kendini üretebilen robotik teknolojilerinin temelini oluşturan kişi olarak biliniyor. 1950'de John Von Neumann'ın konseptiyle ortaya çıkan ilk yapay zekâ destekli kendi kendini üretebilen sistemle tasarlanan robotik teknolojisi, yapay yaşam, hücrel otomasyon, son durum makinesi, modüler robotlar ve kendi kendini üretebilme araştırmalarında önemli bir role sahiptir².

John Von Neumann'ın çalışmalarıyla birlikte bilgisayar simülasyonları, robotik teknolojisi ve sentetik biyoloji yardımıyla kendi kendini üretebilme ve kopyalayabilme imkânı yaratan yapay yaşam çalışmaları önemli gelişme sağlamıştır. Hücrelerin önceden belirlenmiş bir dizilimi otomatik olarak gerçekleştirmesine imkân veren hücrel otomasyon ile kendi kendini kopyalama teknolojisinin gelişmesi de Xenobot araştırmalarına ilham olmuştur³.

Xenobot'lar Nasıl Üretilir?

Xenobot araştırmacıları, kurbağa embriyolarından alınan canlı hücreleri yeniden tasarlayarak onları tamamen yeni yaşam formları hâlinde bir araya getirdiler. Latince adı Xenopus Laevis olarak bilinen Afrika Pençeli Kurbağası'ndan gelen kök hücreler ile bir robotik yaşam formu ortaya çıkarıldı. Ancak bu yaşayan robotların hiçbir canlıya benzemediği görüldü. Kök hücreler toplandıktan sonra tekli hücrelere ayrıldı ve inkübasyon haznelinde geliştirildi. Bu hücreler daha sonra kesilerek mikroskop altında birleştirildi. Ortaya çıkan yeni robotik canlılara da Xenobot adı verildi.

Xenobot'lar yalnızca 1 milimetre genişliğinde bulunuyor. Bağımsız ve toplu olarak hareket edebilme özelliğine sahipler ve haftalarca hayatta kalabiliyorlar. Xenobot'ların hücre oluşumu bir süper bilgisayar aracılığıyla tasarlandı. Bir yapay zekâ yardımıyla oluşturulan binlerce olasılıktan ortaya çıkan Xenobot yapısı öncelikle hareket temelli olarak kurgulandı. Yapay zekâ uyguladığı simülasyonda binlerce kalp kası ve doku hücrelerini bir araya getirerek farklı canlı yapılarını test etti. 100 adet bağımsız simülasyon sonrasında tespit edilen en başarılı form, araştırmacıların çalışmaları ile laboratuvar ortamında bir petri kabında canlandırıldı⁴.

Xenobot'lar Nerelerde Kullanılabilir?

Xenobot'lar tıbbi araştırmalarda, ilaç araştırmalarında ilaç dozlarının belirlenmesinde, biyoteknoloji ve çevre araştırmalarında büyük önem kazandı. Xenobot'lar, hasarlı hücreleri onarma ve ilaçları hedeflenen dokulara iletme özelliği ile medikal alanda önce çıkıyor. Bu küçük robotlar kendi kendini onarma özellikleri nedeniyle Alzheimer, Parkinson hastalığı gibi nörodejeneratif bozuklukları ve kanserle ilgili sorunları tedavi etmek için de kullanılabilir. Gelecekte, kronik hastalıklar ve bunların komplikasyonlarının tedavisinde Xenobot'lar yardımıyla yeni yaklaşımlar ortaya çıkabilir⁵.

Xenobot'lar, nesnelere hareket ettirme, nakletme, hassas bir şekilde çevrelerindeki kalıntıları tanıma ve toplama özellikleri sergiliyor. Xenobot'ların gelecekte daha da geliştirilmeleriyle okyanuslardan mikroplastikleri toplama veya radyoaktif atıkları temizleme gibi görevlerde kullanılması olası görülüyor⁶.

2 <https://www.embs.org/pulse/articles/ai-designed-living-robots-can-self-replicate/>

3 https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-0-387-30440-3_476

4 <https://expressedtounfold.wordpress.com/2020/06/19/xenobot/>

5 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35507802/>

6 <https://thecollider.tech/opportunities-risks-and-ethics-of-xenobots/>

Xenobot'ların ulaşılması zor olan uzay gibi alanlarda da önem kazanması bekleniyor. Uzayda bulunan bir uydunun bir sisteminin arızalanması ve bu uyduya yardım gidene kadar atmosfere girerek yok olması veya uzayda kaybolması olasıdır. Bu durumda devreye giren Xenobot'ların uzayda gezinen kalıntıları toplayarak uyduya geçici veya kalıcı şekilde parçalar üretmesi ve arızayı tamir etmesi teori aşamasındaki senaryolar arasında bulunuyor.

Kendi kendine çoğalabilen robotlar kaynakları bulabilme ve bunları taşıyarak yeni parçalar üretmek için tasarlanabildiğinde, uzay araçları ve uyduların güneş sistemini ve hatta ötesini keşfetmesi için çok büyük bir imkân ortaya çıkabilir⁷.

Xenobot'ların Avantajları, Dezavantajları ve Riskleri

Xenobot'lar her ne kadar sonsuz olasılıklarla hayatı değiştirmeyi vadetse de kaçınılmaz olarak robotların bir gün çok daha bağımsız hâle gelmesi ve insan varlığına yönelik bir tehdit oluşturması gibi endişeler de bulunuyor. Ayrıca araştırmacıların bu güçlü teknolojinin insanlara karşı kullanılabileceği fikri de tartışmalara yol açıyor.

Ancak mevcut Xenobot araştırmaları ile ilgili olarak araştırmacı Sam Kriegman, kullandıkları hücrelerin asla kontrolleri dışına çıkamayacağını bildiriyor. Araştırma ortamında sudaki sodyum seviyelerinde oluşacak herhangi bir artış veya bakır seviyesi artışı kök hücreleri hızla öldürebiliyor.

Bir diğer açıdan da Xenobot'lar tıbbi tedavilerde vücudun belirli bölgelerine ilaç taşımak için kullanılabilirler gibi belirli yaşam fonksiyonları için tehlike yaratmak ve insan sağlığını tehlikeye atmak için manipüle edilebilir. Bu düşünceyle araştırmacılar ve girişimciler, Xenobot'larla yapılan çalışmalarda dikkatli olmak zorunda⁶.

Xenobot'ları yaratan araştırmacılar, bu organizmaların asıl değerlerinin biyoloji, yapay zekâ ve robotik teknolojisindeki ilerlemeleri destekleme noktasında ortaya çıkacağını düşünüyor.

Gelecekte organik malzemelerden yapılacak robotların daha çevre dostu olması mümkün. Bu robotlar kalıcı olarak çevreye zarar vermek yerine parçalanarak doğaya karışacak şekilde tasarlanabilir. İnsanların ve hayvanların sağlık sorunlarına ve çevre sorunlarıyla mücadeleye yardımcı olabilir. Xenobot'lar rejeneratif tıp veya kanser tedavisine daha fazla katkıda bulunabilirler.

Xenobot'lar ayrıca sanata ve hayata yeni bakış açılarına da ilham olabilir. Xenobotlar üretildikleri canlıların temel hücreleriyle üretilmiş olsa da aslında doğrudan bu canlılar aracılığı ile yapılmamıştır. Bu nedenle biyolojik anlamda bir üreme durumu söz konusu değildir. Xenobotlar, kendi kendilerini çoğaltırken etrafındaki nesnelere faydalanarak genetik geçiş veya kalıtsal konuları ortadan kaldırıp yeni bir yaşam gelişimi yaklaşımını ortaya çıkarabilir. Bu nedenle bilinen yöntemlerden farklı olarak kendi kendine oluşan şekiller, yani bir sanat alanının ortaya çıkmasını sağlayabilir⁸.

Xenobot Araştırmalarını Hangi Ülkeler Destekliyor?

ABD ve İngiltere olası riskleri de dikkate alıp insan geni üzerinde yapılacak deneylere özel şartlar getirerek izin veriyor. Ancak yeni organizmaların oluşturulması ve kendi kendini üretmesi fikri belirlenen kriterlerin çok ötesine geçiyor⁸.

ABD'li araştırmacıların ortaya çıkardığı Xenobot'larla ilgili araştırmalar kısmi olarak ABD Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı (Defense Advanced Research Projects Agency -DARPA) tarafından da destekleniyor.

⁷ <https://www.defenseone.com/sponsors/2022/09/why-self-propagating-robots-are-future-space/374786/>

⁸ <https://theconversation.com/will-self-replicating-xenobots-cure-diseases-yeild-new-bioweapons-or-simply-turn-the-whole-world-into-grey-goo-173244>

DARPA bu teknolojinin gelecekte askeri kullanımı üzerinde odaklanıyor. Ancak DARPA'nın araştırmalarını gizlilikle yürütmesi gelecekteki Xenobot'ların askeri kullanımı için ne gibi planlar yapıldığına dair fikir yürütmeyi zorlařtırıyor⁹.


Xenobot'ların Geleceği

Robot kelimesinin yaklaşık 100 yıl önce bir Çek oyunu sayesinde insan hayatına girmesinin ardından sentetik canlıların gerçekten hayatımıza girmesine çok az vakit kalmış olabilir. Araştırmacılar Douglas Blackiston ve Sam Kreigman'a göre Xenobot'lar insan hayatına etkileri açısından limitsiz olasılıklara sahip. Ancak bu olasılıkların olumlu veya olumsuz sonuçlanması insanların yapacağı çalışmalarla ve niyetlerine bađlı¹⁰.

Xenobot'ları keşfeden araştırmacılar bu yeni organizmaları çevrelerini tanıyabilecek ve duruma göre uyum sağlayabilecek hâle getirmeye çalışıyor. Ayrıca araştırmanın temelini oluşturan kurbağa kök hücreleri dışında başka canlı hücrelerinden de Xenobot üretilebilmesinin yolları araştırılıyor. Bu sayede çeşitlilik sağlanarak farklı alanlarda çeşitli amaçlarla kullanımın önünün açılması planlanıyor. Ancak bu yeni organizmaların bir geçmişi olmadığı için gelecekte nasıl davranacakları henüz belirsizliğini koruyor. Bu sebeple araştırmaların titizlikle ve çok kontrollü olarak ilerlemesi önem kazanıyor².

Yakın gelecekte üreme, insanları iyileştirme ve yaraları onarma, hastalıkları önleme, ihtiyaç duyulan gıdayı yetiştirme, enerji kaynaklarını yönetme, iklim değişikliğiyle başa çıkma ve hatta fiziksel güzelliği tanımlama ve değiştirme gibi konuların daha bilinçli seçimlerle şekillenmesi mümkün. Ancak hücreleri yeniden kodlama ve yeni yaşam formları oluşturma kabiliyetinin araştırılması etik, felsefi ve politik zorlukları da beraberinde getiriyor.

Bu araştırmaların etik yanlarının doğru bir şekilde incelenmesi, kanunlarla desteklenmesi ve kamunun bilinçlendirilmesiyle sonsuz potansiyeli olan Xenobot'lar insanlığın geleceğini tahminlerin ötesinde değiştirebilir. Yeter ki bu teknoloji kötü amaçlarla veya kontrolsüz bir şekilde kullanılmasın. Aksi durumda çağımızın en önemli keşiflerinden biri olan Xenobot'lar çok büyük bir felakete de yol açabilir.

Xenobot'ların geleceğinin nasıl olacağı, onları araştıran ve üretenlerin niyetleriyle paralel olarak gelişecek ve şekillenecek. Bu araştırmaların çokuluslu hâle gelmesi, şeffaf yürütülmesi ve kötücül yaklaşımlara karşı regülasyonlarla desteklenmesi gelecek endişelerini büyük ölçüde ortadan kaldırarak daha parlak bir gelecek hayalini destekleyebilir. 

⁹ <https://edition.cnn.com/2021/11/29/americas/xenobots-self-replicating-robots-scn/index.html>

¹⁰ <https://mashable.com/video/xenobots-organic-robots-self-replicate>