bitki sağlığını ve gelişimini düzenli ve doğru bir şekilde izlemekle mümkün oluyor. Ancak bu amaçla geleneksel yöntemler kullanılarak bitkilerden tek tek veri toplamak hem zahmetli hem de bu durum bitkilere zarar verebiliyor. Geliştirilen yeni cihaz, zarar vermeden hassas şekilde bitkinin yapraklarını kavrayıp enjeksiyon yapabilen esnek bir tasarıma sahip. Cihaz sayesinde her bitkiye özel veri toplamak ve verilecek gübre miktarı ya da bitkinin ne kadar suya ihtiyaç duyduğu gibi bitki sağlığını etkileyen değişkenleri takip etmek mümkün.

Cihazın geliştirilme aşamasında önemli katkıları bulunan Manisa Celal Bayar Üniversitesinden Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Mert İlman'ın yer aldığı ve TÜBİTAK tarafından desteklenen çalışmanın sonuçları, *Science Robotics* dergisinde yayımlandı. Araştırma ekibi, geliştirdikleri cihazla bitki yapraklarına iki tür materyal enjekte etti. İlki olan AquaDust, küçük jel parçacıklar içeriyor ve bitkideki su miktarına bağlı olarak ışık yayıyor. Böylece bitkinin sahip olduğu su miktarı takip edilerek suya ihtiyaç duyup duymadığı tespit edilebiliyor. Yaprağa ikinci olarak ise RUBY adlı genetik materyal enjekte edildi. Bu gen sistemi bitki hücresinin normalde üretmediği kırmızı renkli bir pigmentin üretilmesini sağlıyor. Bu sayede genetik değişimin hangi hücrede gerçekleştiğini ve genetik materyalin ne kadar etkili olduğunu takip etmek mümkün oluyor. Araştırmacılar cihazı yaprak dokusu kalın, sert ve sıkı yapılı yani hücreler arası boşlukların az olduğu ayçiçeği ve pamuk bitkisinde test etti. Enjeksiyon denemelerinde cihazın genetik materyali ve jel parçacıklarını %91'in üzerinde başarı ile yaprak dokusuna aktarabildiği ve bitki dokularında geleneksel yöntemlere göre daha az hasara yol açtığı belirlendi. Ayrıca enjekte edilen materyalin 12 kat daha geniş bir alana yayıldığı anlaşıldı. Böylece daha az sayıda işlemle daha çok yaprak dokusuna ulaşılabiliyor.

İlk aşamada cihazın sera ortamında otonom tarım sistemlerinde kullanılabilecek robot kollara takılması hedefleniyor. İlerleyen süreçte ise bitki hastalıklarını ve bitkilerdeki anlık metabolik değişiklikleri tespit etmekte kullanılabilir. Elde edilen bilgiler, yenilikçi biyomühendislik uygulamaları sayesinde bitkilerden daha fazla ürün elde edilmesini ve akıllı tarımda çığır açabilecek gelişmeleri beraberinde getirebilir. ■

https://phys.org/news/2025-06-gentle-robot-gripper-shot-sensors.html

Dünyadaki Yeraltı Mantar Çeşitliliği Büyük Ölçüde Korumasız Hâlde

İlay Çelik Sezer

Sonuçları *Nature* dergisinde yayımlanan bir araştırmada, toprak altında yaşayan mikorizal mantar türlerinin %90'dan fazlasının korunan alanlar dışında bulunduğu ortaya kondu. Mikorizal mantarlar bitki kökleri ve bakterilerle kurdukları faydalı ilişkiler yoluyla ekosistem sağlığına ve karbon depolamaya katkı sağlıyor.

Araştırmayı yürüten Michael Van Nuland ve ekibi, 130 ülkeden alınan toprak örneklerinden 2,8 milyardan fazla mantar kaynaklı DNA dizisi elde etti. Makine öğrenmesi modelleriyle bu veriler iklim, toprak ve arazi kullanımıyla ilişkilendirilerek mikorizal mantar

luza studios / iStock

topluluklarının küresel ölçekteki tür çeşitliliği ve dağılımı tahmin edildi. Veri analizinde her örnekteki tür sayısı ile türlerin yaygınlık ve nadirlik düzeyleri hesaplanarak bu bilgiler harita modellerine aktarıldı.

Harita, Batı Afrika Gine ormanları, Tazmanya'nın orta kuşak yağmur ormanları ve Brezilya Cerrado'su gibi bölgelerin en özgün mantar topluluklarının bir kısmını barındırdığını gösteriyor. Ancak bu biyolojik zenginliğin yalnızca yaklaşık %9,5'i Dünya Korunan Alanlar Veri Tabanı'nda yer alan bölgeler içinde kalıyor, geri kalan kısım büyük oranda korumasız hâlde. Her ne kadar %9,5'lik kısım doğrudan toprak altı mantarları hedeflenerek koruma altına alınmasa da araştırmacılar bu alanlarda ekosistemlerin bütünlüğünün korunmasının mantarları da dolaylı olarak koruyacağını belirtiyor.

Araştırma ayrıca toprak altındaki mantar çeşitliliğinin her zaman yüzeydeki çeşitlilikle paralel olmadığını örneğin yüzeydeki mantar türlerinin çeşitliliği bakımından nispeten fakir görünen kimi alanların toprak altında zengin bir mantar biyoçeşitliliğine sahip olabildiğini ortaya koydu.

Van Nuland ve ekibi araştırmadaki bulgularla oluşturdukları "Underground Atlas" adlı etkileşimli haritayı kamu erişimine açtı. Bu sayede bilim insanlarına, politika belirleyicilere ve doğa korumacılara mikorizal mantar çeşitliliği hakkında bilgi sahibi olma ve koruma planlarını bu bilgilere göre oluşturma imkânı sunmayı hedefliyorlar. Araştırmanın sonuçları, toprak sağlığı ve doğa koruma politikalarında mikorizal mantarların daha fazla dikkate alınması gerektiğini gösteriyor. ■

https://www.science.org/content/article/most-earth-s-critical-underground-fungus-unprotected

Karbondioksitten Kireç Taşı Üreten İncir Ağaçları

İlay Çelik Sezer

Zürih Üniversitesinden araştırmacılar, bazı incir ağacı türlerinin havadaki karbondioksidi kireç taşı olarak da bilinen kalsiyum karbonat adlı minerale dönüştürebildiğini keşfetti. Mineral hâlindeki karbon, ağaçların yapısındaki organik formdaki karbona göre toprakta çok daha uzun süre kalabiliyor. Bu da karbonun toprakta daha uzun süre tutulması yani eş değer miktarda karbondioksidin atmosferden daha uzun süre uzak tutulması anlamına geliyor.

Tüm ağaçlar havadan aldıkları karbondioksiti fotosentez süreci ile besin maddelerine dönüştürür. Havadan uzaklaştırdıkları karbonun çoğunu selüloz gibi yapı maddeleri hâlinde bünyelerinde depolar. Ancak bazı ağaçlar karbondioksidi kalsiyum oksalat adlı bileşiğe çeviriyor, ağaçtaki ve topraktaki bazı bakteriler de bunu kalsiyum karbonata dönüştürüyor. Karbonu bu şekilde depolayabilen

Madelein_Wolf / iStock

Afrika'daki yabani bir incir ağacı