

Özlem Kılıç Ekici

Dr. Bilimsel Programlar Başuzmanı,  
TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

# Bitkiler de Hisseder



**B**itkiler de diğer canlılar gibi çevreyi algılayarak morfolojilerinde, fizyolojilerinde ve fenotiplerinde (kalıtımla oluşan dış görünüş) gerçekleştirdikleri birtakım değişikliklerle bulunduğu ortamın koşullarına ayak uydurur. Yiyecek aramak için göç edemezler, çekirge sürülerinin saldırılarından, fırtınalardan kaçamazlar. Her koşulda kök saldıkları yerde kalırlar. Önceden tahmin edilemeyen koşullarda gelişmek, yaşamlarını ve soylarını devam ettirebilmek için çevrelerini algılayabilmek onlar için gerçekten çok önemli. Doğru zamanda ve uygun ortamda filizlenmeleri, gelişip büyümeleri, tomurcuk vermeleri, çiçek açmaları ve meyvelerinin olgunlaşması bitkilerin çevresel faktörlere karşı ne kadar duyarlı olduğunun en önemli işareti. Doğanın ritmine uygun davranmalarını, temasa, kimyasallara, yerçekimine, ışık ve sıcaklık değişimlerine karşı duyarlı olmalarını genlerinde kodlanmış kalıtsal mekanizmalar ve bünyelerinde oluşturdukları büyüme düzenleyici kimyasallar sağlıyor. Sürgünler ışığın geliş yönüne doğru eğilerek ışığa yönelir, böylece yapraklar maksimum düzeyde fotosentez gerçekleştirebilir. Kökler yerçekiminin de etkisiyle toprağın derinliklerine doğru hareket eder. Oluşan yaralar, zedelenmeler ve hastalıklar birtakım savunma mekanizmalarını tetikler, hatta tehlike anında komşu bitkiler bile uyarılır. Bitkiler vücutlarını kaplayan bir derileri olmadığı halde sı-

cağı ve soğuğu da hisseder ve ortamın sıcaklığına göre büyüme hızlarını değiştirerek, kullandıkları su miktarını ayarlayarak hava koşullarına uyum sağlarlar. Bitkilerin hafızasının olduğundan bile bahsediliyor. Bitkinin kendi durumu ve bulunduğu ortamın koşulları hakkındaki bilgiler, bir hücreden diğer hücreye, hatta bir bitkiden başka bir bitkiye sinyaller aracılığı ile aktarılır. Dilleri olmasa da, bazı organlarının hareketleri, büyüme hızları ve yönleri, ayrıca metabolizmalarındaki değişiklikler hislerine ve algılarına tercüman olur.

## Dokunmak ve Hissetmek

Bitkilerin dışardan aldıkları sinyalleri değerlendirecek ve ifade edebilecek bir beyinleri olmasa da dokunmaya karşı hassasiyetleri, değişen çevre koşullarına çok iyi uyum sağlamalarına ve hayatta kalmalarına yardımcı olur.

Bitkiler dışardan gelen uyarılara karşı açık, dokunmaya müsait bir ortamda yetişir. Dallar, yapraklar ve diğer organlar rüzgârda sürekli sallanır, böcekler yaprakların üzerinde gezinir, sarmaşıklar sarılmak ve tutunmak için hep bir dayanak arar. Yapılan araştırmalar on yedi ayrı bitki familyası içinde, 1000'den fazla çeşidin dokunmaya özellikle çok duyarlı olduğunu gösteriyor. Aslında bütün bitkiler tüm mekanik zorlamaları ve temasları hisseder, ama özellikle etçil olanlar bu durumu çok iyi kullanır.

Bitkiler çevrelerinde olup bitenin ne kadarının farkında?

Kendinizi ağaçların, çalılıkların arasında ya da çiçeklerle dolu bir çayırdaki yürürken hayal edin.

Acaba çalılar birisinin kendilerine sürünüp geçtiğini biliyor mu?

Peki ya çim bitkisi birisinin ayaklarının altında ezildiğinin farkında mı?

Ağaçlar koku alıyor mu?

Çiçekler bizi görüyor ya da duyuyor mu?

Bitkilerin bizimkilere benzeyen duyu organları, dokuları ya da sinir sistemleri olmayabilir, ama buna rağmen onlar gene de hisseder ve çevrelerinde olup bitenleri algılar. Tıpkı bizler gibi onlar da görür ve koklar. Hatta duyar, tat alır, teması hisseder, iletişim kurar, mutlu olur ve dans ederler.





Science PR / Oxford Scientific / Getty Images / Türkiye

Böcek kapan Venüs (*Dionaea muscipula*) bitkisi, üzerine konan böceğin varlığını hissettiği anda kendini kapatır ve böceği içeride hapseder. Bataklık bölgelerde yaşayan bu bitki, fakir toprakta beslenecek bir şey bulamadığı için besinini yukarılarda arar. Yaprakların özellikle iç kısımlarındaki kıllara bir böcek temas ettiği anda oluşan elektriksel uyarı, etçil bitkinin kalın yapraklarına doğru hızla yayılır. Bu da kapan şeklindeki yaprakların aniden (saniyenin onda biri gibi kısacık bir sürede) kapanmasına neden olur. Yap-

rakların kapanmasını sağlayan elektriksel uyarının oluşması için bir böceğin bitkide 20 saniye içinde en az iki kila temas etmesi gerekiyor, yani bir böcek sadece bir kila değerse yapraklar kapanmıyor. Yemini içeride hapseden bitki, birtakım sıvılar salgılayarak böceklerin yumuşak kısımlarını sindirmeye başlıyor. Bu işlem 5-12 gün sürebiliyor. Sindirme işlemi tamamlandığında yapraklar açılıyor ve böceğin sindirilmemiş, işe yaramayan kısımları dışarı atılıyor. (<http://www.youtube.com/watch?v=ujpgMDOZlnA&feature=related>)

Her bitki temasa böcek kapan Venüs bitkisi kadar hızlı cevap vermese de dışarıdan gelen tüm uyarıcıları hissedebilir. Böcek yiyen Güneşgülü (*Drosera* sp.) bitkisi de böcekleri yakalamak için uzun ve yapışkan tüylerini kullanır. Bir böceğin temasını hisseden bitki, yapraklarını uçlarından başlayıp içe doğru kıvrılarak böceği hapseder ve sindirim için gerekli sıvıları salgılayarak yemini afiyetle yer. (<http://www.youtube.com/watch?v=cZ7Fws1HaL0>)

Böcek kapan Venüs bitkisinin üzerine konan böceği hissetmesi tıpkı bizim kolumuza konan bir sineğin derimizin üzerinde yürüdüğünü hissetmemize benziyor. Derimizdeki dokunma almaçları sineği hissettiği anda bir elektrik akımı etkinleşir. Bu akım sinir hücreleri aracılığı ile beyne ulaşır. Böylece gelen sinyale belli bir tepki ile karşılık veririz. İlginç bir şekilde bitkiler ve hayvanlar, tek bir hücre seviyesinde bile, kendilerine dokunan şeyi algılamak ve hissetmek için benzer proteinler kullanıyor. Almaç proteinler hücre zarında bulunuyor. Herhangi bir baskı ya da bozukluk sonucunda bu almaçlar uyarılıyor ve yüklenmiş iyonların zardan geçmesine izin veriyor. Bu da hücrenin içindeki ve dışındaki elektrik yükünün farklı olmasına ve bir akımın oluşmasına neden oluyor.

Bazı bitkilerin yaprakları geceleri kapanıp sabahları yeniden açılır. Ama küstümotu (*Mimosa pudica*) bitkisinin yaprakları, hangi saatte olursa olsun, en ufak bir temasta bile anında kapanır. Yapraklara doğru üflediğinizde de aynı tepkiyi gösterir. Dalın ucundaki yapraklara dokunulduğunda, dizili domino taşlarının





devrilmesi gibi, dıştan içe doğru tüm yaprakların bir uyum içinde kapandığı görülür. Yapraklardaki bu hareketlilik hücreler turgor basıncını yani hücre içindeki suyun hücre zarına yaptığı basıncı kaybettiğinde oluşur. Bitkilerin yaprakları turgor basıncı sayesinde dik durur. Bitki rahatsız edildiğinde hücrelerindeki suyu dışarıya çıkarmaya zorlayan kimyasallar salgılar. Böylece hücre duvarı çöker ve yapraklar kapanır. (<http://www.youtube.com/watch?v=Zq3UuHPLQU&feature=fvwrel>)

*Sparrmannia africana* bitkisinin çiçeklerine hafifçe dokunduğunuzda taç yapraklar geriye doğru kıvrılarak tamamen açılır ve erkek organlar açıkta kalır. Bu da bu bitkinin kolayca çapraz tozlaşmasını ve neslinin devamını sağlar.

Bir bitkiyi sallamak ya da bazen sadece dokunmak bile gelişmesini azaltabilir. Nitekim çok rüzgâr alan bölgelerde yetişen bitkilerin genelde gövdeleri kalın ve boyları bodur olur. Yapılan başka bir araştırmada ise bitkinin gövdesine ya da sapına her gün birkaç saniye dokunup hafifçe vurduğunda gövdenin kalınlaştığı görüldü. Çünkü bitki kuvvetli rüzgârlara maruz kaldığını zannederek gerekli savunma mekanizmalarını devreye sokuyor. Özellikle Japonya'daki şeker kamışı üreticileri bu tekniği kullanarak daha kalın gövdeli kamışların oluşmasını sağlıyorlar.

## Işığın Görmek

Bitkiler her zaman ışığa doğru yönelir. Işığın sadece fotosentez için değil, büyüme hızını değiştiren bir sinyal olarak da kullanılırlar. Bizim gözlerimizde bulunan ve ışığı alan fotoreseptörler gibi bitkilerin de yapraklarında ve gövdelerinde ışığa hassas alıcılar (fototropinler, kriptokromlar, fitokromlar) var. Bitkilerin fotoreseptörleri ışığın hem miktarına hem de dalga boyuna hayli duyarlı. Bitkiler bu alıcılar sayesinde kırmızıyı ve maviyi ayırt edebilir, hatta bizim göremediğimiz kızılötesi ve morötesi dalga boylarındaki ışığı bile algılayabilirler. Ayrıca ışığın nereden geldiğini, kuvvetli mi, parlak mı olduğunu, ne kadar zaman önce söndüğünü de bilirler. Işığın yönünü ve yoğunluğunu da algılayan bitkiler, Güneş gökyüzünde parlarken renksiz pigment maddeleri (kuersetin ve kaempferol) üretir. Bu pigmentler bitkileri Güneş'in zararlı ışınlarına karşı korur. Fotosentezin gerçekleşmesini sağlayan alıcılar, yani fototropinler mavi ışığa hassastır. Mavi ışığı hissettikleri anda art arda birtakım sinyallerin oluşmasını sağlayan süreci başlatırlar. Bu sinyaller büyüme hormonu oksini etkinleştirir. Oksin hormonu sayesinde gölgede kalan gövdenin ucundaki hücreler bölünerek uzar ve bitkinin ışığa doğru yönelmesini sağlar. Bitkiler yaprak-

larındaki pigment maddeleri fitokromlar sayesinde kırmızı ışığı görür. Fitokromlar, ışığın etkinleştirdiği birer kontrol düğmesi gibi davranır. Kırmızı ışığa maruz kaldıkları zaman kızılötesi ışığı algılayacak şekilde uyarlanırlar, kızılötesi ışıkla ısındıkları zaman ise kırmızı ışığı algılayarak. Bu mekanizma sayesinde bitkiler günün hangi saatinde olduklarını, gölgede mi aydınlıkta mı olduklarını, gündüzü, geceyi, mevsimleri ayırt eder, sistemlerini buna göre ayarlar.

Bitkiler ışığa karşı öyle hassastır ki renklerin farklı tonlarına da tepki gösterirler. Açık ve koyu kırmızıyı birbirinden rahatlıkla ayırt edebilirler. Her iki ışık da güneş ışığında var, ancak açık kırmızı, tohumların çimlenmesini ve klorofil sentezini uyarırken gövdenin boyunun uzamasını engeller. Bitkilerin birbirine çok yakın dikildiği, yoğun bitki örtüsü koşullarında ise koyu kırmızı ışık hâkimdir. Böyle gölgelik bir ortamda fitokromlar başka türlü çalışır. Öncelikli hedef gövdenin uzaması ve bitkinin ışığa kavuşmasıdır.

Fotoreseptörlerin çalışma mekanizmasında ışığı alan pigment maddelerine bağlı proteinler rol alıyor. Ancak hayvanların gözlerinde bulunan ve ışığı algılayan fotoreseptörler, bitkilerdeki fototropinlerden ve fitokromlardan tamamen farklı. Ama hayvanların ve bitkilerin paylaştığı tek bir

fotoreseptör tipi var: Kriptokromlar. Gündüz saatlerinde hücrelerdeki kriptokromlar mavi ve ultraviyole dalga boyundaki ışıkları algılayarak organizmanın sirkadiyen ritmini, yani hayvanlarda ve bitkilerde 24 saat boyunca gerçekleşen biyolojik süreci kontrol eden biyolojik saati düzenler. Bitkilerdeki biyolojik saat, yaprakların hareketinden fotosenteze kadar birçok süreçten sorumlu. Yapılan son çalışmalarda bitkilerdeki, aydınlık ve karanlığı ayırt eden mekanizmadan sorumlu genlerin insanlarda da bulunduğu belirlenmiş. İnsanlardaki bu genler hücre bölünmesinin zamanlanmasında, sinir hücrelerinin büyümesinde ve bağışıklık sisteminin düzenli çalışmasında rol alıyor. Anlayacağınız, bitkilerin aldıkları ışık sinyallerini resme çevirebilecek gözleri ve sinir sistemleri olmasa da gelişebilmek ve yaşayabilmek için sürekli değişen görsel çevreyi, ışığın geliş yönünü, miktarını, süresini ve rengini (dalga boyunu) algılama ve ışığın durumuna göre kendilerini ayarlama yetenekleri var.

## Koku, Tat ve Kimyasal Algılama

Bitkilerin çevrelerini koklamaları onlar için hayati önem taşır. Bunun en güzel örneğini orman yangınlarından sonra yeniden yeşeren ağaçlık alanlarda görüyoruz.



Jonathan Buckley / GAP Photos / Getty Images Türkiye



Roy Mehta / The Image Bank / Getty Images Türkiye

Tohumlar dumanın kimyasal içeriğinin kokusunu alır ve bu da tohumun çimlenmesini hızlandırır. Kaybolan florayı yeniden canlandırmanın doğal yolu tamamen bitkilerin koku almasına bağlı. Bir şeyin kokusunu aldığımızda aslında o şeyin havaya yayılan uçucu kimyasal maddesinin kokusunu alıyoruz ve buna göre tepki veriyoruz. Bitkiler de kokulara karşı tepki gösterir. Örneğin meyvelerin olgunlaşmasında bitkilerin koku alma yeteneğinin önemli etkisi var. Olgunlaşmış ve olgunlaşmamış iki meyve yan yana bir torbaya koyulduğunda olgunlaşmamış meyvenin hızla olgunlaştığı görülür. Olgun meyvenin havaya salgıladığı kimyasal madde bu işi gerçekleştirir. Doğada da bir meyve olgunlaşmaya başladığında etilen hormonu salgılar. Bu kokuyu alan aynı ağaçtaki diğer meyveler, komşu ağaçtakiler, bahçedeki diğer ağaçlardaki meyveler aşağı yukarı aynı zamanda olgunlaşır.

Parazit bir bitki türü olan küsküt de çok iyi koku alan bitkilerden. Küskütün yaprakları yok, fotosentez yapamaz. Bu nedenle yaşamını sürdürebilmek için başka bitkilere ihtiyaç duyar. Parazit olarak yerleşeceği konukçu bitkisini ise koklayarak seçer. Domates ve buğday yan yana koyulduğunda domatesin kokusunu tercih eden küsküt kendisini domatesin gövdesine bağlar ve besinini emmeye başlar.

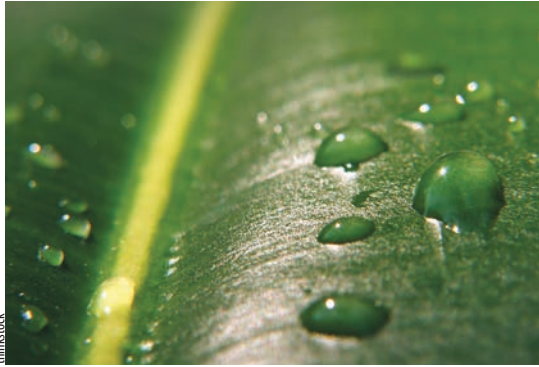
Bitkiler koku alma becerileri sayesinde birbirleriyle iletişim de kurar. Bazı bitkiler (örneğin akçaağaç, lima fasülyesi, lahana) bitki zararlısı böcekler tarafından istila edildiklerinde birtakım kimyasallar salgılayarak komşu bitkileri uyarır ve onların savunma mekanizmalarını harekete geçirmesini sağlar.

Bitkilerin dünyasında aile içi iletişim de ön planda. Kardeşler birbirlerini tanıyor, koruyor ve kolluyor. Su, besin ve güneş ışığını birbirleriyle paylaşıyorlar. Yapılan bir çalışmada sahil kenarlarında yetişen otsu Deniz teresi (Cakile sp.) bitkisinin ebeveyn bitkinin tohumlarından yetişen kardeşlerini tanıdığı anlaşılmış. Besinlerin kardeşler arasında paylaşıldığı ortak yaşam alanlarında, kardeş bitkiler birbirlerine yardımcı olmak amacıyla duruma göre ya kök gelişimlerini yavaşlatıyor ya da daha az yaprak oluşturarak birbirlerine gölge yapmıyorlar. Deniz teresi yabancı bitkilerin yanına dikildiğinde ise kendi gelişimini kısıtlamadan, yabancı bitkilerle ortak yaşam alanında rekabet edebilmek için, mümkün olduğunca fazla kök ve yaprak geliştirmiş. Bitkilerin kardeşlerini tanımasının altında yatan mekanizmanın köklerden salgılanan kimyasal sinyaller olduğu belirtiliyor.

Bitkiler ağızlarının tadını iyi bilir. Yapılan bir çalışmada bitkinin köklerinin etra-

findaki toprağın tadını alarak zengin besin kaynaklarına ve özellikle azotu bağlamaları için gerekli olan amonyağın bulunduğu bölgeye doğru yöneldiği bulunmuş. Tat alma becerisi bitkinin savunma mekanizmasını harekete geçirmesini de sağlıyor. Bitkiler özellikle bitki patojeni bakterilerin ve fungusların salgıladığı kimyasal sinyallerin tadını aldıkları anda oluşturdukları bir takım kimyasallar, bariyerler, hücre duvarının kalınlaşması ve stomaların kapanması gibi tepkiler ile patojenlerin ilerlemesini ve hastalık oluşmasını engelliyor.

Colorado Eyalet Üniversitesi'ndeki bir grup araştırmacı tehlikeyi hissettiğinde renk değiştiren bitkiler geliştirmiş. Bitkilerde bulunan yapay algılayıcılar zehirli gazlardan patlayıcı maddelere kadar birçok çevre kirleticiye karşı tepki gösterebiliyor. Havadaki zararlı maddeleri algılayan bitkilerin yeşil yaprakları anında renk değiştirerek beyaz oluyor. Bu zararlı madde ortamdan uzaklaştırılınca yaprakların rengi tekrar yeşile dönüyor. Şimdilerde bu çalışmayı laboratuvarın dışına da taşıyan ekip, bu yöntemin çok yakın gelecekte birçok pratik uygulama alanının olacağını belirtiyor. Evimizdeki gaz sızıntısını hisseden, havaalanlarında patlayıcı veya uyuşturucu maddelerin varlığını tespit eden bitkilerin olduğunu düşünün bir kere. Göze hitap eden, dekoratif bir bitki ama aynı zamanda da etkili bir kimyasal algılayıcı cihaz.



thinkstock

## Ses ve İşitmek

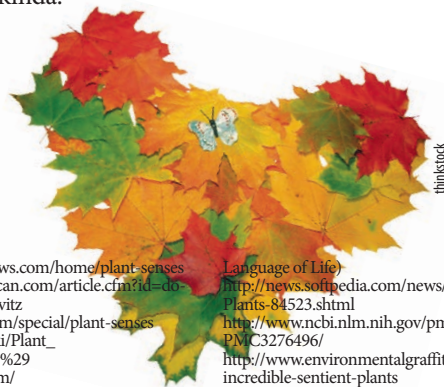
Bitkilerin gerçekten duyabildiğini ortaya koyan bilimsel çalışmalar henüz sonuçlanmamış. Ancak bitkilerin müzik tercihleri hakkında anlatılan birtakım hikâyeler var. Bazılarının klasik müzikten, bazılarının cazdan hoşlandığı ve bu müziklerin çalındığı ortamlarda daha iyi geliştiği söyleniyor. Hatta çoğu kişi bitkilerle sohbet etmenin bitkilere iyi geldiğine inanıyor. İlgi göstermek ve konuşmak bitkilere gerçekten iyi gelir mi gelmez mi bunu bilemeyiz, ama yeşillik ve doğayla ilgili her şeyin bizlere iyi geldiği kesin.

Bitkilerin duyma yetisi ile ilgili bilimsel çalışmalar henüz çok yeni. Yapılan çalışmalar bitkilerin birtakım titreşimlere (örneğin arı vızıldaması, böceklerin kanat titreşimleri) karşı hayli duyarlı olabileceğini gösteriyor. Mısır bitkisinin köklerinin bazı titreşim frekanslarının geldiği yöne doğru büyüdüğü görülmüş. Başka bir çalışmada ise çam ve meşe ağaçlarının kurak koşullarda, belki de diğer bitkileri uyararak amacıyla, birtakım ultrasonik titreşimler yaydığı tespit edilmiş. Ancak çalışmalar sonuçlandığında bitkilerin gerçekten duyup duyamadığını anlayabileceğiz.

## Dans Edenler

Dans eden bitki (*Desmodium gyrans*) ya da en yaygın adıyla Telgraf bitkisinin ana yapraklarının yanlarındaki küçük iki yaprak sesle hareket eder. Çimlenmeden hemen sonra verdiği ilk gerçek yaprakları ile başlayan hareket ve tepki verme, bitki geliştikçe daha da artar. Bitki sadece sese tepki vermez, sıcaklık değişimlerine, güneş ışığına ve dokunmaya karşı da hemen tepki verir. Özellikle gelişmiş ve saksısını doldurmuş bitkinin toplu halde tüm yapraklarını aynı anda hareket ettirmeye başlaması etkileyici bir manzardır. Bulunduğu ortamda müzik çalınmasına, el çırpılmasına ya da diğer ses değişimlerine anında tepki veren bitki, yapraklarını oynatarak bugüne kadar görmeye alışık olmadığımız bir görüntü sergiler. (<http://www.youtube.com/watch?v=EWDn1R-19GI>)

Tıpkı hayvanlar gibi bitkilerin de beş duyuya sahip, zengin, dinamik ve duyuşal yaşamları olan karmaşık organizmalar olduğu gerçeğiyle karşı karşıyayız. Köklerinin olması onlar için gerçekten de kısıtlayıcı bir evrimsel özellik. Ama bitkiler bu duruma yani bir yerde kök salmış olmaya uyum göstermelerini ve değişen çevre koşullarında yaşamlarını devam ettirmelerini sağlayabilecek algılayıcı mekanizmaları çok iyi geliştirmiş ve gerektiği zamanda da kullanabilmiş. Yani anlayacağınız, bitkiler çevrelerinde olup biten her şeyin farkında.



thinkstock

### Kaynaklar

<http://www.whataplantknows.com/home/plant-senses>  
<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=do-plants-think-daniel-chamovitz>  
<http://www.newscientist.com/special/plant-senses>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Plant\\_perception\\_%28physiology%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Plant_perception_%28physiology%29)  
<http://www.sciencedaily.com/releases/2011/10/111021125711.htm>  
<http://www.brianjford.com/soulsa.htm> (The Secret

Language of Life)  
<http://news.softpedia.com/news/The-Sense-of-the-Plants-84523.shtml>  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3276496/>  
<http://www.environmentalgraffiti.com/nature/news/incredible-sentient-plants>  
<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=what-a-plant-smells>