

Özlem Kılıç Ekici

Dr., Bilimsel Programlar Başuzmanı,
TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Bitkiler de Hastalanır, Strese Girer ama Direnir

**Bitki Patolojisi
ve Bağışıklık Sistemi**

Hayatın devamlılığı yeşil bitkilere ve onlardan elde edilen ürünlere bağlıdır. Bitkisel üretimde meydana gelebilecek ciddi kesintiler yaşamın kendisini tehdit eder. Tıpkı insanlar gibi bitkiler de birtakım etmenler nedeniyle hastalanır ve strese girer. Bu etmenler yabancı otlar, parazit bitkiler, fungus, bakteri, virüs, viroid, fitoplazma, protozoa, nematod gibi canlı organizmalar yani bitki patojenleri olabildiği gibi su, sıcaklık, ışık, besin yetersizliği, kuraklık, topraktaki aşırı tuzluluk gibi birtakım çevresel faktörler de olabilir. Bitkilerin yetiştirildiği ortamda yani toprakta her daim saldırıya hazır bekleyen patojenlerin yanı sıra hava, su ve taşıyıcı böcekler yoluyla bitkiden bitkiye bulaşabilen mikroorganizmalar da bitkilerin hastalanmasına neden olur. Bazı bitkiler patojenlere karşı koyamadıkları için hastalanır, büyümeleri yavaşlar, çoğu zaman durur ve verim azalır. Bazen de bitkiler patojen saldırılarından ve çevresel stres faktörlerinden kendilerini koruyabilmek için etkili savunma mekanizmaları geliştirerek hastalığın ilerlemesini durdurup yaşamaya devam eder.



birtakım belirtiler gösteririz. Başımız ve vücudumuz ağrır, kendimizi yorgun hissederiz, hapşırma veya öksürmeye başlarız, burnumuz akar, ateşimiz çıkar. Hastalıktan kurtulmak için de doktora gideriz, ilaç alırız, dinleniriz ve bolca sıvı gıda alırız. Bir daha hastalanmamak için de elimizden geldiğince koruyucu tedbirler alırız, ellerimizi sık sık yıkarız, beslenmemize dikkat ederiz yani bağışıklık sistemimizi güçlendirmeye gayret ederiz. Hastalanmanın yanı sıra zaman zaman stresle de baş etmek durumunda kalabiliriz. Böyle zamanlarda da spor yaparız ya da birileriyle konuşur, rahatlarız. Peki ya bitkiler nasıl hastalanır? Hastalanınca ne tür belirtiler gösterirler? Strese maruz kaldıklarında bu durumu nasıl atlatırlar? Onların da gidebilecekleri bitki doktorları var mıdır? Alabilecekleri ilaçlar, tedaviler ya da koruyucu tedbirler? Bitkilerin hastalıklarla ve stresle savaşacak bir bağışıklık sistemi bulunur mu? Evet, tıpkı insanlar gibi bitkiler de gözle görülmeyen birtakım mikroorganizmaların meydana getirdiği enfeksiyonlar neticesinde ya da çevresel faktörler nedeniyle hastalanır ve strese girer. Bitkiler de hastalanınca birtakım belirtiler gösterir. Bazı bitkiler enfeksiyonlara ve strese karşı direnç ve dayanıklılık gösterir ve yaşamaya devam eder. Bazıları ise hassastır, gelişmeleri yavaşlar, verim kaybı olur ya da ölürlür.

Bitki hastalıklarında tedavi çoğu zaman mümkündür ve koruyucu tedbirler alınabilir. Elbette bitkilerin de doktorları vardır. Ziraat fakültelerinde fitopatoloji

yani bitki patolojisi alanında uzmanlaşmış bilim insanları yani bitki doktorları bitki hastalıklarına neden olan patojenleri, konukçu bitkileri, hastalığın gelişimine yardımcı olan çevresel faktörleri ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerini bir bütün olarak ele alıp bitki hastalıklarının tanısı ve tedavisi alanlarında çalışmalar yürütür.

Tıpkı insanlarda olduğu gibi, hastalıkla ve strese baş edebilme becerileri ve mekanizmaları bitkilerin de hayatta kalabilme ve nesillerini devam ettirebilme başarısını belirler.



Bahçe işleriyle ve bitkilerle uğraşan herkes yetiştirdiği bitkilerin çiçek veya meyve vermesini arzu eder. Bazılarımız bitkilerine ve çiçeklerine çok düşkündür, onlarla sohbet eder, hergün gelişimini gözler, çiçek açması veya meyve vermesi için gözünün içine bakar. Zaman zaman o çok sevdiğimiz bitkiler ister saksıda olsun, isterse tarlada, bağda ya da bahçede, boyunlarını büküp solmaya başlar ve daha biz ne olduğunu anlayamadan da ölürlür. Hasta olduğunuz zamanları bir hatırlayın. Bizler de kendimizi iyi hissetmediğimizde



Bitki Hastalıkları Bir Tehdit Unsuru mudur?

Bugün itibarıyla 6,9 milyara ulaşan dünya nüfusunun sağlıklı bir şekilde yaşamlarına devam edebilmesi için beslenmesi gerekiyor. Beslenmeyi sağlamak için de gıdanın üretilmesi şart. Tarım, gıda zincirinin birincil üretim olarak tanımladığımız başlangıç noktası yani bitkisel üretim hayatımızın vazgeçilmezidir. Tarımın başladığı ilk günden bu zamana bitki hastalıkları, zararlı böcekler, parazit bitkiler, yabancı otlar ve olumsuz çevre koşulları üretim yapan çiftçiler için hep sorun olmuştur. Sürekli bu etmenlerle mücadele etme yöntemleri geliştirilmesi gerekmiş, da-

yanıklı bitki ıslahları yapılmış. Dünya genelinde, bitki hastalıkları nedeniyle oluşan ekonomik kaybın yıllık olarak yaklaşık 220 milyar dolar olduğu belirtiliyor. Bu gerçekten çok büyük bir meblağ. Tarihte birçok kere bitki hastalıkları ve zararlıları yüzünden kıtlık yaşanmış, insanlar göç etmek zorunda kalmış. Bunun en önemli örneği 19. yüzyılın ortalarında Avrupada özellikle İrlanda'da yaşanan patates kıtlığı. İrlanda'da 1845 yılında başlayıp 1849 yılında son bulan, yaklaşık bir milyon kişinin ölümü ve hastalanmasıyla, bir milyondan fazla kişinin de göç etmesiyle sonuçlanan bu kıtlık felaketine o yıl patateslere bulaşan bir mantar (fungus) hastalığı sebep olmuş. *Phytophthora infestans* ola-

rak bilinen hastalık etmeninin neden olduğu "patates geç yanıklık (mildiyö) hastalığı" salgını neticesinde İrlanda, nüfusunun yaklaşık üçte birini kaybetmiş. Yaşanan bu trajik olay, insanların bitki hastalıklarının önemini kavramasına ve fitopatoloji biliminin gelişmesine önayak olmuş. Gene geçmiş zamanlarda buğdayda ve mısırdaki görülen pas hastalığı, bağlarda görülen külleme ve mildiyö hastalıkları, dayanıklı bitki çeşitlerinin ıslah edilmesine ve etkili ilaçların bulunmasına kadar geçen sürede çok fazla zarara neden olmuş. Söz konusu bu hastalıklar geçmişte çok fazla ekonomik kayba ve toplumlar üzerinde önemli etkilere neden oldukları için öne çıkan örneklerden birkaçı. Bazı bitki patojenleri ise dayanıklı yeni ırklar geliştirilerek var olan bitki çeşitlerinin direncini kırıyor ve böylece sorun oluşturuyor. Yapılan tüm bilimsel çalışmalara rağmen günümüzde üretilen gıdanın neredeyse üçte biri hâlâ yetiştirme, taşıma ve depolama sırasında hastalık yapan etmenler nedeniyle zarar görüyor.

Bitkiler Nasıl Hastalanır?

Tüm bitkiler yaşamlarının herhangi bir evresinde hastalanabilir. Bitkileri hasta eden mikroorganizmalar (patojenler) insanlarda ve hayvanlarda hastalık yapan organizmalara çok benzer. Bitkilerde hastalığın oluşmasını ve seyrini üç önemli faktör etkiliyor. Duyarlı yani hassas bir konukçu bitki, enfeksiyon yeteneği yüksek olan bir patojen ve patojen gelişmesi için elverişli olan bir ortam bitkilerde oluşan hastalığın derecesini ve şiddetini belirleyen faktörler. Fitopatolojide buna hastalık üçgeni deniyor. Bitki patojenleri bitkinin hemen hemen her organında yani toprak altında köklerde, toprak üstünde gövdede, dallarda, yapraklarda, çiçeklerde, tohumlarda ve meyvelerde hastalık oluşturabilir. Enfeksiyonu takiben solgunluk, çökerten (fidelerin ölmesi), sararma, yanıklık, çürüme, yaralar, akıntılar, tümörler, lekeler, doku ölümleri, renk değişiklikleri, yaprak ve meyve dökümü, bazı organlarda aşırı küçülme, küçüleşme, rozetleşme (boğum aralarının kısalması)





ya da aşırı büyüme, organların yapısının bozulması gibi bazı belirtiler oluşur. Bazı hastalıklarda, örneğin sürme ve ergot (çavdarmahmuzu) hastalıklarında, bitkinin organlarının yani meyvelerinin ya da çiçeklerinin patojen organizmanın oluşturduğu dokular tarafından istila edildiğini de görebiliriz.

Bitki patojenleri çok çeşitli yaşam stratejileri geliştirmiş. Bazıları çok sayıda bitki türüne zarar verebilir, bazılarının ise tek bir konukçu bitkisi vardır. Gene bazıları sadece canlı organizma üzerinde çoğalıp yaşayabilir, bazıları ölü organik madde ile beslenerek de yaşamlarını sürdürebilir. Çoğu patojen, bitkilerin yetiştiril-

diği ortamda yani toprakta her daim saldırıya hazır bekler, bazıları ise hava, su ve taşıyıcı böcekler yoluyla bitkiden bitkiye bulaşır. Tüm patojenik mikroorganizmalar, enfeksiyon yapabilme yeteneklerini ve enfeksiyonun derecesini belirleyen etken maddelerini (yani efektörlerini) bitki hücresine salarak enfeksiyon oluşturmaya başlar. Bu etken maddeler hücre duvarını parçalayan enzimler, zehirli toksin maddeler ya da bitkinin savunmasını baskılayan efektör proteinler olabilir. Bitkilerde hastalığa neden olan organizmalar arasında bakteriler, fitoplazmalar, virüsler, nematodlar, funguslar, yabancı otlar ve parazit bitkiler yer alıyor.

Bakteriler eşeysiz çoğalan, tek hücreli ve prokaryotik yani hücre çekirdeği zarla çevrili olmayan organizmalardır. Bitkilerde oluşan yaralardan ya da gaz ve su gözeneklerinden (stoma ve hidatot) bitkiye girdikten sonra hücrelerin arasındaki boşluklarda çoğalmaya başlarlar. Çeşitli enzimler salgılayarak bitki hücresi duvarını parçalar, besin maddelerinin ve suyun taşındığı gıda iletim dokusunu tıkayarak bitki dokularının ölmesine neden olurlar. Bazıları ise bitki büyüme hormonlarının seviyelerini olumsuz yönde değiştirerek bitkilerde tümörlere ve yaralara neden olur.

Fitoplazmalar ise bakteri benzeri canlılardır, ama daha küçüktürler ve hücre duvarları yoktur. Fitoplazmalar bitkinin gıda

iletim dokusu (floem) içinde yaşar ve çoğalır. Bakteriler gibi hücre bölünmesi ile çoğalırlar. Fitoplazmalar taşıyıcı böceklerle, özellikle floemden beslenen ve yaprak emen böceklerle taşınır.

Virüsler dışta bir protein kılıf ve içeride nükleik asitten (DNA ya da RNA) oluşan bir yapıya sahiptir. Herhangi bir organelleri ve enzimleri olmadığı için normal bir hücre gibi yaşamlarını sürdürmeleri olanaksızdır. Yaşamsal bir faaliyet gösterebilmek için (üreme gibi) mutlaka canlı bir hücreye girmeleri gerekir. Hücre dışında kristal halde bulunurlar. Virüs hücreye tutunduğunda ilk önce hücrenin zarını eritir. Daha sonra bu delikten içeriye kendi nükleik asidini akıtır. Bitki hücresinin içine girdikleri zaman da bitki hücresinin protein sentezi ve enerji üretimi mekanizmasını kendileri için kullanarak gerekli proteinleri ve nükleik asitleri üretirler. Daha sonra bunlar birleşerek yeni yeni virüs parçacıkları oluşturur. Hücre içindeki virüsler hücreyi patlatarak dışarı çıkar ve yeni hücrelere saldırır. Bitki virüsleri taşıyıcı böceklerle, yaprakların ve köklerin birbirlerine dokunmasıyla, tohumla, çiçekle ve aşıyla bir bitkiden başka bir bitkiye taşınabilir.

Nematodlar çok hücreli, mikroskopik, solucan benzeri hayvanlardır. İnce uzun, stilet adı verilen ağız iğnelerini doğrudan bitki hücresine sokarak beslenirler ve çok ciddi hastalıklara neden olurlar.





Funguslar ökaryotik (hücre çekirdekleri zarla çevrili) ve heterotrof (kendi besinini yapamayan, dıştan beslenen) organizmalardır, bitkilerin epidermal yani üst dokuda bulunan hücrelerine doğrudan girerler. Vejetatif büyümelerini sağlayan ve hif adı verilen ipliksi uzantıları sayesinde bitki hücrelerinin üzerinde, arasında ya da içinde yayılma imkânı bulurlar. Hiflerde oluşan ve fungusların beslenmesini sağlayan *haustorium* adı verilen yapılarını konukçu bitki hücrelerinin canlı işlevsel kısmı olan plazma zarlarının içine yerleştirerek enfeksiyon için hazırlık yaparlar. Funguslar hem eşeyli hem de eşeysiz çoğalabilir. Bazıları spor üretir, bazıları üretmez. Sporlar hava ve suyla çok uzak mesafelere taşınır. Bazı funguslar ise toprakta bulunur. Biyotrofik olan funguslar canlı bitki dokusuna yerleşir ve bitki dokusunu öldürmeden besinlerini sağlarlar. Nekrotrofik olan funguslar ise bitki dokusunu enfekte ederek öldürür ve ölü dokuları parçalayarak besin elde eder. Ayrıca aflatoksin ve ergot gibi bazı funguslar tarafından gıdalar üzerinde üretilen ve mikotoksin denilen zararlı maddeler insan ve hayvan sağlığını da tehlikeye sokar.

Yabancı otlar ve parazit bitkiler de kültür bitkilerinin gelişmesini olumsuz yönde etkileyebilir. Yabancı otlar bitkilerin besinlerine ve yaşam alanlarına ortak olur. Bazıları hastalık etmeni mikroorganizmalara konukçuluk eder. Ökseotu, canavarotu, küsküt gibi bazı parazit bitkiler ise kendi besinlerini yapamaz ve kültür bitkilerinden besin maddesi ve su elde eder.

Hasta Bitkilerin de Ateşi Çıkar

Yapılan bir çalışmada, Tütün Mozaik Virüsü (TMV) ile enfekte edilmiş tütün bitkilerinde kızılötesi fotoğraf tekniği kullanılarak yapraklar arasındaki sıcaklık farkları belirlenmiştir. TMV ile enfekte edilmiş yaprakların her 30 dakikada bir fotoğrafı çekilerek, virüs ile bulaşık yaprak bölgelerinin aynı yaprağın virüs ile enfekte olmamış bölgelerine oranla 0,3-0,4 °C daha sıcak olduğu gözlenmiştir. Yaprakların daha sıcak bölgeleri sarı, daha serin bölgeleri ise kırmızı renkte görüntülenmiştir. Sıcaklık farklarının belirlendiği yaprak bölgelerinde, sıcaklık artışını takip eden ilk 8 saat içinde nekrotik halkaları çeviren haleler şeklinde viral hastalık belirtileri görülmüştür. Uzmanlar bu durumu şu şekilde açıklıyor: Yaprakların üzerinde bulunan ve bitkinin hava ve nem akışını sağlayan gözenekler, virüs ile enfekte olmuş kısımlarda viral enfeksiyona tepki olarak bitki tarafından kapatılıyor. Normalde bu gözeneklerden fazla nem dışarıya atılır ve yaprağın sıcaklığı makul seviyede tutulur.



Ancak virüs ile enfekte edilmiş yapraklarda kapanan gözeneklerden nem açığa çıkmadığı için o kısımlardaki sıcaklık da yükseliyor. Böylece hasta olan bitkinin bir nevi ateşi çıkmış oluyor.

Bitki Hastalıklarıyla Mücadele

Hastalık etmenlerine karşı yapılan mücadelede hijyen, koruma ve terapi uygulamaları esas alınır. Karantina tedbirlerinin yanı sıra kültürel (bitki yetiştiriciliği ile ilgili tüm işlemlerin hastalık oluşumunu azaltıcı ya da ortadan kaldırıcı tarzda yapılması), fiziksel (düşük veya yüksek sıcaklık, kuru hava, radyasyon uygulamaları), mekanik (hastalıkla bulaşık bitki kısımlarının ve yabancı otların yok edilmesi), biyolojik (patojenlere karşı faydalı mikroorganizmaların kullanılması) ve kimyasal mücadele yöntemleri de kullanılır. Bitki hastalıklarına karşı etkin bir mücadele yapabilmek için öncelikle hastalık etmeninin doğru olarak teşhis edilmesi gerekir. Etmen tanıdıktan sonra özellikleri ve hastalık oluşturma mekanizması dikkate alınarak nasıl bir mücadele programı uygulanacağına karar verilir. Uygulanacak olan yöntem ekonomik olmalı ve kolay uygulanabilmelidir. En iyi mücadele, çevreye zarar vermeyecek mücadeledir. Günümüzde sürdürülebilir tarım politikası çerçevesinde, çevre dostu entegre mücadele yöntemlerinin uygulanmasına dikkat ediliyor.

Bitkiler Nasıl Strese Girer?

Her bitki türünün kendi genetik yapısından kaynaklanan birtakım ekolojik istekleri vardır. Uygun olmayan hava ve toprak sıcaklıkları, nispi nem ve yağışlar, zararlı atmosfer olayları, ışık azlığı veya fazlalığı, asitli ve alkali toprak tepkimeleleri, topraktaki aşırı tuzluluk, toprak neminin azlığı yani kuraklık veya nemin fazlalığı, besin maddesi eksikliği veya fazlalığı, zararlı endüstriyel atıklar ve hatalı tarımsal uygulamalar gibi olumsuz çevre ve yetiştirme koşulları bitki fizyolojisinde istenmeyen değişiklikler meydana getirerek bitkiyi strese sokar, hasta eder ve verim kaybına neden olur.

Bitkiler Çevresel Stres Faktörlerine Nasıl Uyum Sağlıyor?

Bitki hücreleri sağlıklı hayat fonksiyonlarını devam ettirebilmek için çeşitli proteinler sentezleyerek bunları farklı hücre kısımlarına endoplazmik retikulum aracılığı ile taşır. Normal koşullarda bu proteinler sentezlenirken üç boyutlu bir yapı oluşturacak şekilde katlanırlar. Bitki strese girince anormal ve çoğunlukla katlanmamış proteinler üretir. Bitki hücreleri bu durumu hemen fark ederek alarma geçer. Alarma karşılık olarak oluşan başka proteinler önemli bir RNA molekülünü keserek farklı dizilimler oluşmasına neden olur. Bunu takiben bitki bünyesinde stres karşılığı birtakım genler etkinleşir. Bu genlerin ürünü olan bazı enzimler ve biyokimyasal tepkimeler sonucu birbirini takip eden bir dizi savunma mekanizması oluşur. Oluşan ürünler ve savunmanın derecesi bitkinin hayatta kalma şansını belirler.

Doğal seçilime bağlı olarak, bitkiler zorlu çevresel koşullar altında yetişebilecek şekilde genetik olarak farklılaşabiliyor.

Bu durum, aynı bitki türünün bile kendi içerisinde farklı çeşitlerinin oluşmasına neden oluyor. Yapılan bir çalışmada, bitkilerin elverişsiz toprak ya da hava koşullarına genetik olarak uyum gösterebileceği bildiriliyor. Avrupa'nın çeşitli coğrafi bölgelerinden toplanan 300 kadar *Arabidopsis thaliana* tohumu tuz içermeyen toprakta yetiştirildikten sonra yapraklarındaki sodyum miktarlarına bakıldı. Özellikle sahil bölgelerinden ve topraktaki tuz oranının yüksek olduğu bölgelerden toplanan tohumlardan yetişen bitkilerin yapraklarındaki sodyum oranlarının, diğer bölgelerden toplanan bitkilerinkine oranla daha fazla olduğu belirlendi. Daha sonra yapılan genetik haritalama çalışmalarında bitkilerin genomları arasındaki farklılara bakıldı. Yapraklarındaki sodyum oranları yüksek olan yani tuzlu topraklarda ve sahil bölgelerinde yetişen *Arabidopsis* bitkilerinde HTK1 isimli genin çok düşük miktarda olduğu bulundu. Bu genin özellikle bitkilerde topraktan sodyum elementini alma ve yapraklara dağıtma işini düzenlediği bildiriliyor. HTK1 geninin bitkinin doğal olarak yetiştiği ortamın koşullarına bağlı olarak farklı seviyelerde ifade edildiği anlaşılıyor.





Bitkilerdeki Bağışıklık Sistemi

Bitkiler patojenlerin saldırısına karşı kendilerini savunur. Savunmada bitkinin yapısal özellikleri ve bünyesinde gerçekleşen biyokimyasal tepkimeler rol oynar. Savunma mekanizmalarının bir kısmı bitkide doğal olarak bulunur, bazıları ise patojenle temastan sonra oluşturulur. Epidermis üzerinde mum tabakasının veya tüylerin olması, kütikulanın kalın olması, stomaların açık kalma süresi, stoma sayısı ve yapısı, fenolik bileşiklerin ve taninlerin bulunması bitkilerdeki doğal savunma mekanizmasını belirler. Patojen temasından sonra bitki dokularında savunma yapıları

ve biyokimyasal bileşikler oluşabilir. Bitki enfekte olan hücrelerini ve dokularını kendisi öldürerek (aşırı duyarlılık tepkisi) ya da zamp kıvamında salgılar salgılayıp patojeni enfekte olmuş hücrelere hapsederek yayılmasını engelleyebilir. Bitki bünyesinde daha önce bulunmayan, enfeksiyondan sonra oluşan ve patojenlere toksik etki yapan fitoaleksinin denilen kimyasal bileşikler oluşur. Patojenlerin hücre duvarında bulunan glukoz, kitosan, glikoprotein ve polisakkaritler bitkilerde fitoaleksinin oluşumunu teşvik eder.

Bitkilerin hayatta kalabilmesi ve kendilerini hastalıklardan koruyabilmesi ancak sistematik olarak ve doğru zamanda çalış-

şan bir savunma mekanizması ile mümkündür. Bu konuyla ilgili çalışmalarda en çok ele alınan, hardalgiller ailesinden bir bitki türü olan *Arabidopsis*'in yüzeyindeki hücrelerde patojen istilasını algılayan ve bir nevi dedektör olan reseptörler yani almaçlar vardır. *Arabidopsis*'te bulunan FLS2 reseptörü, bakterilerin hareket etmesini ve beslenmesini sağlayan flagellum organelinin (bakteri hücrelerinin yüzeyinden çıkan ince, uzun ve iplik benzeri yapı) ana proteini olan flagellini algılayınca hızla birbirini takip eden birtakım savunma tepkileri oluşur ve bakteri istilası durdurulur. Savunma mekanizması çok



fazla enerji gerektirdiği için, sürekli aktif halde olmak bitkiye zarar verir, bitkinin büyümesi ve gelişmesi durur, verim düşer. Savunma sırasında bitki tarafından salgılanan birtakım kimyasal maddelerin ve enzimlerin fazlası bitkiyi zehirleyebilir. Bu nedenle, bitkilerdeki bağışıklık sistemi sadece ihtiyaç duyulduğunda aktif hale gelir. Birtakım sinyaller, uyarıcılar, reseptörler, enzimler, proteinler ve biyokimyasal tepkime zincirleri savunma mekanizmasının doğru zamanda tetiklenmesini ve sonlandırılmasını düzenler.

Sürekli devam eden bir evrimleşme süreci neticesinde, bitkiler kendilerini enfekte eden patojenleriyle mutlak bir etkileşim halindedir. Bitkilerin çeşitli uyarıcı moleküller sayesinde patojenlerini fark etmesini sağlayan ve savunma mekanizmalarını tetikleyen mükemmel taktikleri vardır. Bazı patojenler ise bit-

kilerin bağışıklık sistemine karşı koyabilmek için enfeksiyon yeteneklerini artırıcı bazı moleküller salgırlar. Bu etkileşimler sonucunda da birbirini takip eden birtakım biyokimyasal tepkimeler oluşur. Sonuçta ya bitki kazanır ya da patojen. Bilim insanları bu karşılıklı etkileşimden bitkilerin galip çıkması için biyoteknolojik yaklaşımları kullanarak her geçen gün yeni yeni bitki koruma yöntemleri ve ayrıca bitki ıslahı yardımı ile yeni ve dayanıklı bitki çeşitleri geliştirmeye devam ediyor.

Kaynaklar

Agrios, G. N., *Plant Pathology*, 5. Baskı, Academic Press, Inc., 2005.
Anonim, *Bitki Koruma El Kitabı*, T.C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Tarım İl Müdürlüğü Yayınları, No: 6, 1990.
Erdiller, G., *Fitopatoloji*, 2. Baskı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1178, Ders Kitabı: 335, 1990.

http://www.nature.com/nbt/journal/v17/n8/full/nbt0899_813.html
<http://www.ziraatciyiz.biz/bitki-hastaliklari-fitopatoloji-t2540.html?s=65d524c80d1012062d5481302bd600fd&camp>
<http://plantpath.osu.edu/extension/outreach/sick/>
http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/3000/pdf/PP401_01.pdf
<http://esciencenews.com/sources/physorg/2011/03/28/how.do.plants.fight.disease>