

# TOPRAK PATOJENLERİ

Doç. Dr. Sabri SÜMER<sup>1</sup>

## K İ S A Ö Z E T

Toprakta yaşayıp bitkilere zarar veren mikroorganizmalar, mantarlar ve bakterilerdir. Konukçular da, patojenlerin hastalandırmasına karşı çeşitli şekillerde direnç mekanizmalarına sahiptirler. İnfeksiyon gerçekleşse bile hastalık meydana gelmesi üzerine çevre şartlarının da etkisi vardır. Toprak altında hastalıkların yayılması, parazitlerin yayılma organları olan spor ve misel formlarıyla olabildiği gibi, konukçunun toprakaltı canlı ve ölü organlarından gerçekleşmektedir.

Toprak patojenleri, spesiyalize olmamış parazitler olarak fidecik ve yaşlı bitki hastalıklarına; spesiyalize olmuş parazitler olarak da solgunluk ve ektotrof kök hastalıklarına sebep olmaktadır.

Toprak mikroflorası elemanları fazla rutubetli yerlerde ve toprak altında bulunan odun materyalinde yumuşak çürüklüğe sebep olurlar.

## GİRİŞ

Toprak patojeni denildiğinde akla ilk gelenlerin, toprak ve ağaç köklerinde gelişen organizmalar olması lâzım gelmektedir. Çiçekli bitkilerin kökleri iki farklı çevrede gelişmektedir, bunlar sırayla toprak ve toprağın hemen üstündeki atmosferdir. Her iki çevre bitkinin sağlık ve kuvvetini etkilediğinden başka, patojen mantarların da faaliyetlerini, yaşamalarını ve yayılmalarını etkilemektedir. Toprak içerisinde sıcaklık ve nem muhtevası gelişme için uygun olduğu zaman, toprak mantarları ve bakteriler organik maddelerin ayrıştırılması yönünde faaliyete girerler. Böylece bu canlıların kendi protoplazmalarının sentezi için gerekli olan enerji ve aslı maddeler ortaya çıkar. Köklere arız olan patojenler başlıca iki bölümde toplanır: Mantarlar ve bakteriler. Bunlardan başka bazı bitki virüsleri de vardır, bunlar kök sistemi içindeki bir başlangıç yerinden bitkiden bitkiye çeşitli patojen mantarlarca taşınmaktadır. Kök patojeni mikroorganizmalar arasında, kökleri etkileyen mantarlar, gerek sayı gerekse ekonomik önemleri bakımından dikkate değer bir yer tutmaktadırlar. Bu mantarlar da, atmosferdeki sporların köklere bulaşmasıyla yayılanlar ve sadece toprak içinde faaliyet gösterenler olmak üzere iki gruptur. İkinci grup toprak patojeni mantarlarda, diğer saprofit toprak mikroorganizmaları ile rekabet, toprağın fiziksel şartları dolayısıyla meydana gelen kısıtlamadan çok daha kuvvetli

<sup>1</sup> İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Botaniği Birimi Öğretim Üyesi.

bir etkiye bulunmaktadır. Bu rekabet zaman zaman toprak patojenlerinin gelişmesini sınırlayıcı bir etken olarak bile belirlemektedir. Çoğu hâllerde, işlenen topraklarda, patojenlerin kökleri etkilemesinin de dahil olduğu birçok mikrobik faaliyet için uygun olan rutubet ve sıcaklık mevcuttur ve faaliyetin işleyişi bu etkenlerce tayin edilmektedir. Bunun aksine, birinci gruptaki atmosferde yayılarak kök sistemlerine bulaşan kök mantarları toprağın üst kısmındaki fiziksel atmosfer şartlarına bağlı olarak faaliyet göstermektedirler. Bu şartlar sıcaklık, rüzgâr, rutubet ve yağış gibi hava değişiklikleridir. Kök sistemlerine patojenlerin bulaşması sıcaklığın uygun olmasıyla başlar, gelişmesi ise ince bir su tabakası veya yüksek bir bağıl hava neminin var olmasına ihtiyaç gösterir. Bilindiği üzere sıcaklık ve rutubet, bulaşmayı mümkün kılan sporların çimlenmesinde asli olan etkenlerdir.

### HASTALIĞA KARŞI DİRENÇ

Hastalığa karşı bir bitkinin mukavemeti üç grupta incelenebilir :

Bunlar (1) Hastalıktan önceki mukavemet, (2) Hastalıkla tahrik edilmiş olan mukavemet, (3) Hastalığa yakalanmama'dır. Hastalıktan önceki mukavemet, toprak üstünde kütükula, kabuk, kalınlaşmış ve odunlaşmış hücre çeperleri vasıtasıyla olabileceği gibi, stomaların açılma - kapanma özellikleri sebebiyle de olabilmektedir. Ayrıca hücre muhtevalarında mevcut olan fenol, glikozit ve alkaloidler bir ön mukavemet etkenleri olabilmektedirler. Hastalığın gelmesiyle ortaya çıkan dayanıklılık ise phytoaleksin, reçine ve sakız gibi, mantarların gelişmesini durduran maddelerin salgılanmasıyla belirlemektedir. Bundan başka, münferit olarak hücrelerin uyarılması da sonradan kazanılmış bir dayanıklılık olarak görülmektedir, bunlar arasında hücre çeperlerinin kalınlaşması, mantar hüflerinin çevresinde lignin yumruları teşekkülü ve paransim hücrelerine komşu olan odun iletim borularında tül oluşumu sayılabilir. Ayrıca bitkiler hastalığa karşı, yara meristemi ile meydana gelen kabuk engeller de geliştirebilmektedir. Herhangi bir hastalığın zuhur etmemesi, ya patojen mevcut olduğu halde çevre şartlarının hastalığın gelişmesini engellemesi ya da patojenin mevcut bulunmaması sonucudur.

### HASTALIĞIN BULAŞMASI

Hiç şüphe yoktur ki herhangi bir konukçu - parazit kombinasyonunda infeksiyonun gerçekleşmesinin durduğu bir nokta vardır. Büyüme enerjisinin bu sınırlanan noktası, bazı patojen türlerinde tek bir hüf tarafından gelişmek üzere üstlenilir. Yani diğerleri yok olsa ve bir hüf kalsa bile, patojenin hayatının idamesini ve bulaşmasını bu hüf sağlayabilir. Ağaçlarda, kök sisteminin yaşlı kısımlarını etkileyen mantarlar münferit bir hüf vasıtasıyla değil de, ancak misel tabakaları ve rhizomorflar gibi hüf yığınları ile bulaşır. Burada, münferit hüfler arasındaki synerjizm'in patojen yönünden başarılı bir infeksiyon için esas olduğu kat'iyetle ileri sürülebilir. Ancak rüzgâr, yağmur damlasının sıçraması veya hareket eden su ile serbestçe yayılan mantar sporları için böyle bir varsayıma varılamaz. Çünkü bu tip sporların yayılmasındaki mekanizma başka bir şekilde gelişir, yani birçok spor aynı infeksiyon yerine aynı zamanda yerleşmektedir, bundan dolayı sporların bulaşma gücü ve sayı fazlalığı bakımından, bulaşma ihtimalinin artmış bulunması konukçunun bulaştırılması için uygun olacaktır. Araştırmalara göre herhangi bir ko-

konukçunun % 50'lik kısmını etkileyen 50 dozluk spor kitlesi (yani test yapılan konukçunun veya bunun herhangi bir organının % 50'lik kısmında infeksiyon doğuran) umulandan çok yüksek bir infeksiyon doğurmaktadır. Heald (1921), infeksiyonun neticeye ulaşabilmesi için, aynı infeksiyon yerinde bir arada bulunan sporların çimlenme borucukları arasında bir synergizm'in var olmasına ihtiyaç bulunduğunu ileri sürmektedir. Bir parazit mantarın büyüme enerjisi hiç şüphesiz ki konukçunun üzerindeki birim alana temas eden mantar kısımlarının fazlalığıyla doğrudan doğruya orantılı olacaktır. Bu bakımdan konukçuların üzerinde bulunan kesif bir spor kitlesi seyrek olandan daha fazla bir büyüme enerjisi ve şansına sahiptir. Buna benzer şekilde, rhizomorf denilen ve tek bir organ gibi gözükken binlerce hüfün bir araya toplanmasıyla meydana gelen hüf yığınları, ayrı ayrı bulunan ve organize olmamış hüflerinkinden çok daha büyük büyüme enerjisine sahiptirler. Bununla beraber, konukçunun üzerindeki birim alanda bulunan mantar hüflerinin yoğunluğu, ister çimlenen sporların çimlenme borucukları, ister organize olmamış münferit hüfler ve ister rhizomorflarda bir araya gelmiş hüfler olsun, mantarın gelişme enerjisi için tek tayin edici faktör değildir. Buna eşit önemlilikteki diğer faktör, konukçuyu istilaya başlayan mantar hüfünün kuvvetidir. Mantar hüfünün kuvveti ise bunun uç kısmındaki protoplazmanın besin durumu ile tayin edilmektedir. Garrett'in bulgularına göre besin kaynağı ile rhizomorfun ucu arasında mesafenin arttığı oranda, bu rhizomorfun büyüyen ucuna gönderilen besinler azalmaktadır. Çevre şartları da, optimalden tamamen durdurulmuşa kadar büyüme enerjisine etki yapmaktadır. Mantarın bulaşma bölgesindeki iç besin kaynakları, çevreden alınan dış besinler ve konukçunun kendisinden salgılanan besinlerce de desteklenebilir. Bu meyanda kök salgıları, kökleri etkileyen toprak patojenlerinin bulaşmasında özel bir önem arz etmektedir.

#### HASTALIĞIN GELİŞMESİ

Hastalıkların gelişmesini kontrol eden faktörler mantarın bulaşma gücünden başka, konukçunun hassasiyet ve dayanıklılığı, ve çevre şartlarıdır. Bulaşma gücü, özelliklerin ve bir infeksiyonun etkili ya da etkisiz olacağına hükmeden durumların toplamıdır. Etkili bir bulaşma ilerleyecek bir gelişme temin etmektedir. Şüphesiz bir infeksiyonun, iyi başlangıçtan sonra ilerlemesi kesilebilir, çünkü tedrici olarak artan konukçu mukavemeti veya bulaşmanın başlangıç yerine belli bir mesafede mevcut olan uygunsuz toprak şartları ortaya çıkabilir. Bununla beraber eğer orijinal bulaşma sonunda, hastalanmış konukçu bitkide belli bir büyüklükte hastalıklı doku teşekkülü meydana gelirse, infeksiyonun ilerlemesinin durması başka sebeplere de atfedilmelidir.

Hassas türlerin ekim ve dikimi ile hastalık tehlikesi artırılmakta ve büyük kırımrlara sebep olunmaktadır. Şiddetli kırımrların sebepleri arasında yanlış toprak tiplerinde kültür yapılması da vardır. Bazı kök hastalıkları, mantar için elverişli toprak rutubeti muhtevası ve havalanması yanında az asit (yaklaşık pH 6) topraklarca da teşvik edilmektedir. Bazı karakterdeki (yaklaşık 8) topraklarda hastalığın zuhuru çoğunlukla kısıtlanmaktadır. Bu karakterdeki topraklarda mantarların daimi sporlarının çok az bir kısmı çimlenerek kök tüylerini istila edebilmektedir. Daimi spor popülasyonunun % 90'ı pH 6 daki topraklarda çimlenir ve kök tüylerini etkiler. pH 8 de ise bunların % 0.009'u aktif hale geçebilmektedir. Hastalanmış bitki

artıkları toprakta bir infeksiyon odağı olarak işlemektedir. Patojenlerin yayılması konusunda yüksek seviyedeki populasyonlar toprağın kısıtlayıcı etkisini bile yok edebilmektedir.

### HASTALIĞIN BİR FERTTEN DİĞERİNE GEÇİCİ

Kök hastalığı doğuran mantarların bir konukçudan diğerine nasıl geçtiğinin ve hayatlarını idame ettirdiğinin bilinmesi, hastalık kontrolü için büyük bir pratik önemi haizdir. Bu konuda düşünülen 5 muhtemel şekil bulunmaktadır: (1) Ölü organik maddeler üzerinde birbirleriyle rekabet eden saprofitler, (2) Parazit safha sırasında hastalanmış bulunan bir konukçunun ölü dokularında saprofitlerin yaşaması, (3) eşeyli olarak hasıl edilen oospor ve diğer sporlar, eşeysiz chlamyosporlar gibi daimi sporlar ve sklerotiumlar gibi misel formlarıyla hayatın idamesi, (4) Canlı kökler ve rizom, soğan, yumru gibi toprakaltı kısımlarında parazit olarak yaşama, (5) Toprak üstünde hiç bir hastalık simptomu göstermeksizin bitkilerin canlı kök sistemlerinde parazit olarak yaşama.

Şimdi bunları ayrı ayrı inceleyelim :

**Ölü organik maddeler üzerinde saprofit mantarların gelişmesi iki safhada olmaktadır.** Birinci safhada ölü bitki dokusu üzerinde rekabet eden saprofitlerin kolonizasyonu gerçekleşmekte, ikincide bunlar yaşayışlarını sürdürmektedirler. Kök sisteminin sadece saprofitik kolonizasyonu, muhtemelen parazit safha sırasında etkilenmiş olan kök dokuları tarafından kısıtlanır. Canlı kök dokuları parazit mantarlara hitap eder. Buna karşılık ölü dokular bütün toprak mantarlarının istilasına açıktır. Hem zaman ve hem zemin bakımından, kökleri etkileyen mantarların konukçuları bir parazit olarak istila etme fırsatları, saprofitlerin kolonizasyon fırsatlarından büyük ölçüde ilerdedir ve bu farklılık çoğu speşyalize olmuş (özelleşmiş) parazitler için ön plandadır, çünkü bunlar parazit safhalarında konukçuların mukavemetine en az maruz kalan mantarlardır. Kökleri etkileyen mantarların saprofit olarak toprak içindeki kolonizasyonları, canlı dokuların hastalandırılmasına kıyasla daha az önemdedir. Fakat bitkinin kök sistemi eninde sonunda toprağa bağlı kalmaktadır ve böylece kökler daha dikili halde iken mantar kolonizasyonuna uğramaktadırlar. Dokular gençlikte parazitlerce istila edilmekte, bunu yaşlılıkta zayıf parazitler takibetmektedir. Hatta, daha kök sistemi toprağa ulaşmadan evvel saprofitler girebilir ve kolonize olabilirler. Atmosferde bulunan mantar sporlarıncı yaratılan bu kolonizasyon nemli iklimlerde kuru iklimlere göre daha hızlı olarak yayılmaktadır. Kolonizasyon içindeki herhangi bir saprofit mantarın gelişmesinde (1) esas olarak kendisinin rekabet kabiliyeti, (2) üzerinde bulunulan ortamda doğrudan doğruya bulaşma gücü, (3) rakiplerinin bulaşma gücü rol oynamaktadır. Saprofitin rekabet kabiliyetine büyük ölçüde üzerinde yaşanan ortam etki yapmaktadır. Ortam denilince geniş manada üzerinde bir mantarın kolonize olmuş olduğu bir bitki dokusu veya dar manada belli bir mantar tarafından ayrıştırılmakta olan bir bitki dokusunun özel bir bileşiği düşünölmelidir. Bu özel maddeler arasında şekerler, pektin, hemisellöloz, sellöloz ve lignin bulunmaktadır. Saprofit şeker mantarları yalnız şekerleri ve karbon bileşiklerini kullanma kabiliyetindedirler, sellöloz ve lignini kullanamazlar. Böyle bir mantar karbon bileşiklerini kullanmada ve kolonizasyonda yüksek derecede rekabet kabiliyeti olan bir saprofitir. Buna karşılık aynı besin ortamı için yüksek derecede rekabet kabiliyetine sahip olan bir sellöloz tahripçisi

mantar, toprak içinde gömülü bitki dokularında mevcut bulunan şekerlerin yalnız az bir kısmını ve daha basit karbon bileşiklerini hayatını sürdürmek için kullanır, çünkü bunun büyüme oranı saprofit şeker mantarlarından daha azdır. Kolonizasyonlarda şeker mantarları çoğunlukla öncü organizmalardır. İlk önce yerleşirler ve daha yavaş gelişen sellüloz tahrirçileri ortama gelene kadar karbon bileşiklerinin çoğunu harcarlar. Saprofitlerin rekabet kabiliyetine etki yapan fizyolojik ve biyokimyasal etkenler arasında şunları sayabiliriz: (1) Mantar sporlarının çabuk çimlenebilmesi ve üzerinde bulunulan ortamdan yayılan eriyebilir besinlerle teşvik edildiğinde genç hüflerin hızla gelişebilmesi, (2) Sellüloz ve lignin gibi bitki dokularında bulunan daha dayanıklı karbon bileşiklerinin ayrıştırılması için enzimlerin teşekkülü, (3) Antibiyotikler, fungistatik ve bakteriyostatik maddeler salgılanması, (4) Diğer toprak mikroorganizmalarınca hasıl edilen fungistatik maddelerin gelişmeye müsaade etmesi.

Taze bitki dokularındaki kolonizasyonda, öncü olan ilk saprofitler arasındaki şekerli maddeleri kullanan mantar türleri için, hızlı spor çimlenmesi ve hüfler gelişmesi müsbet yönde etki yapmaktadır. Sellüloz ve lignin tahrirçileriyle bir arada bulunabilen, şekerli madde kullanan saprofitlere antibiyotiklerin olumlu ve olumsuz etkileri vardır. Köklerin yüzeyinden etki yapan mantarlar için yine antibiyotikler müsbet ve menfi rol oynamaktadırlar. Sellüloz ve lignin tahrirçilerinin gelişmesinde enzim ve antibiyotikler etkili olmaktadır. Primer saprofit şeker mantarları öncü koloni kuranlar olduklarından, rakiplerinden daha önce yaşama ortamlarına yerleşirler ve böylece antibiyotiklerin engelleyici etkisiyle karşılaşmazlar. Bu da kendilerine bir rekabet avantajı sağlar. Sellüloz ve lignin tahrirçileriyle beraber bulunan sekonder saprofit şeker mantarları, köklerin yüzeylerinde yaşayanlar, sellüloz ve lignin tahrirçileri tam bir rekabet şartları içinde yaşarlar. Dolayısıyla antibiyotik maddelerle de mücadele etmek durumundadırlar. Sekonder saprofit şeker mantarları daha önce söylendiği gibi sellüloz ve lignin tahrirçileriyle bir arada bulunurlar, sellülozun hidrolize edilmesiyle ortaya çıkan cellobiose ve glükozun, ligninin parçalanmasıyla oluşan eriyebilir maddelerin besin olarak kullanılmasına iştirak ederler.

Saprofit mantarlarda bir mantar türünün popülasyonu, diğer organizmalarla rekabette en önemli etkidir. Fakat rekabette üstün çıkma için başka etkenler de vardır. Bunlar iç ve dış faktörlerdir. İç faktörler olarak yayılmaya hizmet eden mantar kısımlarının yaşı ve besin durumu, dış etkenler olarak ortamdan çıkan besinler ve çevre şartları söylenebilir. İşte bu etkenlerin bir araya gelmesiyle beliren bulaşma gücü, saprofitlerin rekabetinde önemli rol oynamaktadır. Rekabette, herhangi bir mantar türünün elde etmiş bulunduğu yaşama ortamının paylaşılması, kısmen rekabet kabiliyeti ve kısmen de gerek bu mantarın gerek rakiplerinin bulaşma gücünün dengelenmesiyle tayin edilmektedir.

**Canlı halde iken parazit mantarların saldırısına uğramış olan konukçu bitki dokularında,** bunların miselleri daha sonra saprofit olarak yaşamaya devam etmektedirler. Toprak içerisinde kalan ölü dokulardaki patojenin miseli, dokuları besin ortamı olarak kullanır ve yavaş fakat sürekli bir ayrıştırma yapar. Şekerler ve daha kolay özümmlenebilen bileşikler çabucak tüketilir. Hemisellüloz, sellüloz ve lignin dekompozisyonuna karşı daha dayanıklı olduklarından, patojene bir yıllık bitkilerde birkaç yıl, odunsu bitkilerde ise uzun yıllar süren ömür sağlamaktadır. Çeşitli ağaç

türlerinde odunun C/N oranı oldukça yüksektir, bu sebepten odunda yaşayan mantarlar bu kadar az miktardaki azotun kullanılması ve muhafazasında oldukça şayanı dikkat bir ekonomiye sahiptirler. Bu mantarlar azotu, yağı ve parçalanmış misel kısımlarından, daha genç ve aktif olarak metabolizma yapan hüflerine sevketmektedirler. Hücre çeperinin azotu, sitoplazmanın azotundan daha geç kullanılmaktadır. Denemelere göre proteinler, peptidler ve amino asitler; hücre çeperinin fraksiyonları, nukleik asitler ve nukleotid daha çabuk kullanılmaktadır. Ağaç köklerinin henüz sağlam olduğu erken çürüme devrelerinde azot topraktan uzak iç odun dokularındadır, yaraların da bulunmadığı hallerde kabuk mantar saldırısına karşı bir engel teşkil etmektedir. Kabuk engeli aşılsa bile başlangıçta çürüme sadece selüloz tahrirçilerinin faaliyetiyle kalmaktadır. Bununla beraber yaralanan odun kısımlarında açığa çıkan trahe lümenlerine *Ceratocystis* türleri gibi selüloz tahrirçisi olmayan mantarlar da gelebilmektedir. Canlı hücreleri daha önce öldürülmüş, yani ölü odunda mantar faaliyeti yumuşak dokulardakinden daha yavaş olmaktadır. Bunun sebepleri arasında mekanik ve kimyasal yapı (yani azot kıtlığı), bazan öz odununda fungistatik maddelerin varlığı bulunmaktadır. Bunların ortaklaşa etkileri mantar tasallutunu engellemekte ve kolonize olan mantarlar üzerinde seçici bir rol oynamaktadır. Bazan odun tek bir mantar tarafından kolonize edilmektedir. Bu durum dengi bozulan ve ölü ağaç köklerinde sık sık zuhur etmektedir. Buralarda karşı karşıya gelen iki mantar kolonisi kök boyunca ters yönlerde ilerlemektedir. Odun tahrirçisi mantar kolonileri odun dokusu içinde koyu renkli sınır çizgileriyle çevrilmektedir. Sınır çizgileri sklerotium'lara benzeyen mantar hüflerinden ibarettir. Bu oluşumlar odun dokuları içerisindeki aktif mantarın metabolizma ürünleriyle doludur ve aktif misel kolonisinin saprofit olarak hayatının sürdürülmesinde önemleri olduğu ifade edilmektedir. Sınır çizgilerinin hava - su dengelemesi de yaptığı ileri sürülmektedir. Mesela sınır çizgileriyle korunan *Fomes annosus* kolonisine bu çizgiler ortadan kalkmadıkça antagonist olan *Trichoderma viride*'nin gelemediği bulunmuştur. Daha önce *Armillaria mellea* saldırısına uğramış olan köklerin bulunduğu topraklarda carbon disulphide zehirlemesi yapıldığı takdirde *Trichoderma viride*'nin salgıladığı antibiyotiklerle *Armillaria mellea*'nın öldürüldüğü görülmüştür. Aynı şekilde allyl alcohol, chloropicrin, methyl bromid, sorbic acid ve acetylenedicarboxylic acid ile fümigasyon yapılan topraklarda fideliklerde mevcut bulunan *Rhiztonia solani*'ye karşı *Trichoderma viride*'nin üstünlük kazandığı bilinmektedir. Bu bilgilerin, toprağın dezenfeksiyondan sonra toprak patojenlerine karşı biyolojik kontrolunda önemleri açıktır.

**Köklere zarar veren mantarların hayatlarını sürdürmelerinde etkili olan diğer bir etmen de sükûnet halinde bulunan, yayılmaya hizmet eden oluşumlardır.** Bunlar arasında (1) mantarların büyük bir çoğunluğunda eşeyli veya eşeysiz olarak meydana getirilen atmosferde yayılan sporlar, (2) bazı *Ascomycetes* mensuplarının askosporları ve *Oomycetes*'e mensup oosporlar gibi eşeyli üreme sonucu hasil edilen sporlar, (3) bilhassa *Fusarium* cinsi mensuplarınca hüfler içerisinde teşekkül eden kalın çeperli chlamydosporlar ve (4) *Phycomycetes* sınıfı mensuplarının dışında bütün mantar türlerince hasil edilen, daimi misel oluşumları yani sklerotium'lar bulunmaktadır. Sporların çimlenmesinde «bünye engeli» ve «dış engel» olmak üzere iki çeşit duraklama vardır. Dış engel spor çimlenmesini durduran çevre şartlarıdır. Mesela, *Ascomycetes* ve *Fungi Imperfecti* mensuplarının eşeysiz sporlarının karbon ve azot besin kaynakları olmadan çimlenemedikleri ifade edilmektedir. Spor çim-

lenmesinde etkili olan diğ er bir faktör de toprak içindeki fungistatik etkiler olabilmektedir, toprak asitliğinin yükselmesiyle fungistatik etkinin azaldığı ileri sürülmüştür. Karbon dioksit'in çimlenmeyi büyük ölçüde azalttığı ifade edilmektedir. Kalın çeperli sporların çimlenmesi daha karışıktır, çimlenmenin başlaması bir sıcaklık şoku veya düşük sıcaklığa maruz olma ile olabileceği gibi, çimlenmeyi teşvik eden bir maddenin çeperden içeri girmesiyle de olabilmektedir.

### TOPRAK PATOJENLERİ

Şimdide toprak patojenlerini genel olarak ikiye ayırarak inceleyelim: (1) Herhangi bir bitkiye spesiyalize olmamış (özelleşmemiş) parazitler ve (2) Spesiyalize olmuş (özelleşmiş) parazitler.

**Spesiyalize olmamış parazitler :** Bunlar fidecik hastalıkları ve yaşlı bitkilerin hastalıkları olmak üzere incelenmektedir. **Fidecik hastalıkları :** Fideciklerin dokuları belli bir yaşa kadar olgunlaşmamış haldedir ve olgun bitkinin mukavemetine sahip değildir. Toprak içinde fidecikler, bulaşmanın gücüne göre topraktan çıktıktan sonra veya önce öldürülürler. Atmosferin nemi fazla olduğu zaman, fazla sulama ve sık ekim sebepleriyle damping-off (çöktüren) mantarları hypokotil içerisinde yukarı doğru yayılır. En yaygın olan çöktüren hastalığı etmenleri *Phytophthora cactorum*, *Pythium debaryanum* ve *Rhizoctonia solani*'dir. Fideciklerin dokuları, zamanla hastalıklara karşı dayanıklı hale gelmektedirler, bu mukavemet bitki türüne ve çevre şartlarına bağlıdır. Hypokotiller yaş ilerlemesiyle daha dayanıklı olmaktadır, bunun sebebi primer hücre çeperlerindeki pektinin kalsiyum pektata dönüşmesidir. Çeşitli bitkiler üzerinde yapılan araştırmalara göre, bulaşma ve hastalığın yayılmasında, sıcaklığın etkisi, kök sisteminin gelişmesi için optimum şartlarda en azdır. Fidecikleri tahrip eden kök patojenleri için, genç kök uçlarından çıkan salgılar başlıca uygun şartları hazırlamaktadır. Bu salgılar çeşitli organik materyalin yanı sıra şeker, amino asitler ve vitaminleri de kapsamaktadır. Bu organik besinlerin patojenlerde, spor çimlenmesini, hüflerin köklere doğru büyümesini (kemotropizm) ve zoosporların yüzme hareketlerini teşvik etme; çevrede besin maddesi olarak bulunarak bulaşma gücünü artırma gibi etkileri vardır. Fideciklerde damping-off etmenleri arasında *Phytophthora türleri*, *Pythium türleri*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium türleri*, *Rhizoctonia solani* sayılabilir. Bu mantarlar fidanlıklarda birkaç sene kök çürüklüklerine sebep olabilirler. Diğer kök çürüklüğü yapanlar arasında *Diplodia pinea*, *Rhizina inflata*, *Armillaria mellea* ve *Polyporus schweinitzii* de bulunmaktadır. **Yaşlı bitkilerin hastalıkları :** Yaşlı bitkilerin patojenleri kökçükleri daha yeni teşekkül ederken öldürürler. Burada lokal bir patojen popülasyonunun varlığı söz konusu olmaktadır. Toprak şartları da kökçüklerin gelişmesine uygun olmazsa hastalığın ilerlemesi için şartlar elverişli hâle gelir. Toprakta taze bitki materyali bulunması da infeksiyonu teşvik etmektedir. Yaşlı bitkilerin kök boynu ve kök hastalıkları ölü bitki materyalinde kolonize olmuş patojenlerin, bunlarla temastaki köklerden geçmesi ile olmaktadır. Buna misâl olarak verilebilen *Rosellinia quercina*'da, rizoctonilerden gönderilen münferit hüfler, lenticel'ler, yaralar ve peridermin henüz teşekkül etmemiş bulunduğu genç kök uçlarından girmektedir.

**Spesiyalize olmuş (özelleşmiş) parazitler :** Bunlar bitkilerde solmalara sebep olanlar ve ektotrof kök patojenleri olarak iki grupta mütalaa edilmektedir. **Solgunluk etmeni patojenler :** Bu gruptaki mantarlar ekonomik önemi yüksek toprak içerisinde yayılan patojenlerdir. Solgunluk hastalıkları *Fusarium*, *Verticillium* ve *Cephalosporium türleri* ile sebep olunur. Genç bir kök veya kökçüğe temas ile başlayan infeksiyon kök salgılarıyla teşvik edilir. Bu bulaşma bir *Fusarium*'un chlamy-

dosporu veya *Verticillium*'un sklerotium'u ile olabilir. Henüz primer yapıdaki genç kök uçlarının kabuğundan hastalık başlamaktadır. Kabuk paranzim hücreleri ve ksilem dokuları bulaşmaya mukavimdir. Kortekse nüfus eden patojen, endodermis'ten geçer ve protoksilem'e ulaşır. Endodermis'den geçerken kaspari şeridindeki iç kısmı kalınlaşmış olan hücreleri değil, xyleme karşı gelen kalınlaşmamış endodermis hücrelerini kullanır. Buradan daha yaşlı ksilem vasıtasıyla yukarılara yaprak sapı ve ana damarlar çıkar. Ksilem boruları çok sayıda mikrokondilerle doldurulur, bunlar çimlenme borucuklarıyla, geçitlerden faydalanarak diğer hücrelere geçerler. Makroskopik simptom olarak turgor kaybından dolayı solma meydana gelir. Solgunluğa uğrayan bitkilerde paranzim hücrelerini komşu trahejer içinde tül'ler oluştuğu ifade edilmektedir. *Ceratocystis fagacearum*'un meşede meydana getirdiği böyle bir hastalık vardır. Ortaya çıkan bu türlü tül oluşumu sonucu iletim kapasitesi azalmaktadır.

Ektotrof kök parazitleri. Ektotrof patojenlerde kök dokularının hastalanması, miselin kök yüzeylerinde uzaması ile yürütülür. Spesiyalize olmamış patojenlerde miselin kök yüzeylerinde ilerleyişi yaşlı dokulara gelinmesiyle kesilirken, ektotrof kök parazitlerinde kök sisteminin yaşlı kısımlarında da devam eder, hatta bu ilerleme kök boynu ve gövde dibine kadar olabilir. Miselin bu şekilde yüzeysel olarak ilerlemesi, ektotrof mycorrhiza mantarlarınıninkine benzemektedir. Ancak bu mikorrhiza mantar orman ağaçlarının köklerinde simbiyotik karaktere sahip olarak topraktan tuz alan emme organları durumundadırlar. Ayrıca bunların kök yüzeylerinde yaşayan saprofitlerden geliştikleri öne sürülmektedir. Kök parazitleri önceleri kök sistemi üzerinde epifit (parazit değil) olarak yaşar ve koyu renkli bir misel ağı oluştururlar, daha sonra bu miselin saydam hüfleri hızla korteksi deler ve kökün iletim demetine ulaşırlar. Bunlara karşı konukçunun mukavemeti söz konusu değildir. Ancak havasız toprak ve aşırı derecede asitlik gibi uygun olmayan şartlarda gelişmeleri durabilir. Buna örnek olarak çamlarda zarar yapan *Fomes annosus*'un alkali topraklarda çok iyi gelişmesini, asit topraklarda ise kabuk üzerinde miselin epifit hâle geçtiğini verebiliriz. Asit topraklarda *Fomes annosus*'un antagonisti *Trichoderma viride* çam kökü kabuklarında zuhur etmektedir.

Kök hastalığına sebep olan amillerden, mantar en önemlileridir. Bunlar arasında en yaygın olanı *Armillaria mellea* kök çürüklüğüdür. Olumsuz çevre şartları, özellikle fakir topraklar ve zararlı faktörlerin etkisiyle zayıf düşen konukçularda zuhur etmektedir. Tabii yayılışı dışında, bulunan konukçuların durumu ve kuraklık teşvik edicidir. Kök boynu ve köklerde odunla kabuk arasında beyaz yelpaze şekilli misel iplikleri veya siyah rhizomorfları bulunur. Rhizomorflar toprakta serbest olarak ve kök yüzeylerinde de görülmektedir. Diğer bir yaygın mantar *Fomes annosus*'dur. Mantar ağaçlandırma sahalarında kuvvetli topraklarda azotlu maddelerce teşvik edilerek 10 yaşına kadar olan ağaçları öldürür. Ağacın ölümü kök boynuna kadar olan köklerin öldürülmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Daha çok koniferlerde görülmektedir. *Polyporus dryadeus* tarafından köklerde beyaz çürüklüğe sebep olunmaktadır. Mantarın tasallutu ile kökleri öldürülür ve sonunda, ağaç tamamen ölür. Özellikle elma ağaçlarının daha az olarak da diğer yapraklı ağaçların köklerinde beyaz çürüklüğe sebep olan *Xylaria polymorpha* burada zikredilebilir. Çam gövdelerinin dip kısımlarında reçine akıntısına sebep olan *Polyporus schweinitzii* de kök çürüklüğü yapmaktadır. Hastalığa uğrayan ağaçlandırma sahalarındaki ağır, az drenajlı ve biraz alkali topraklarda gelişmektedir. Kestanelerde mürekkep hastalığına sebep olan *Phytophthora cambivora* bir kök çürüklüğünün etmenidir. Bu mantarın bulaşmış olduğu ağaçlar birkaç ay içinde ölebilir veya bir-



kaç yıl dayanabilir. Hasta ağaçların yaprakları parlaklıklarını kaybeder, gelişmeleri durur ve sonbaharda dökülürler. Kökler yumuşak, süngersi hale gelir ve kolayca kırılabilir. Bazı kısımlarda koyu mor veya siyah bölgeler oluşur ve buralardan fermentasyona uğramış tanen maddeleri kokusu veren koyu bir sıvı akar. Bu akıntı toprağı mürekkep rengine boyar. Aslında kendi halinde, toprakta saprofit olarak yaşayan mantar önce toprak yüzeyine yakın kökleri hastalandırır, daha sonra kambiyumdan kök boynuna ve gövde alt kısımlarına ilerler. Kökleri etkileyen mantarlar arasında *mycorrhiza yapanlar* spezialize olmuş parazitlerden ibarettir. Bunlar ekolojik olarak obligat parazitlerdir ve toprakta saprofit olarak yaşayamazlar. Sadece köklerden şekerleri alırlar, lignin ve sellülozu tahrip edemezler. Taksonomik olarak bunlar Hymenomyces, ilksel Phycomycetes mensuplardır. Bitki kökleriyle mykorrhiza mantarları arasında ortak yaşama; mantarın bitkiden besin maddesi alması ve kılcal köklerin görevini üstlenerek bitkiye topraktan su ve suda erimiş mineral besin maddeleri temini şeklindedir. Mykorrhiza genel olarak iki gruptur. *Endotrof* mykorrhizada primer kök korteksinin hücreleri içinde mantar hüfleri gelişir, kökte bir hüf örtüsü yoktur, normal olarak kök tüyleri vardır. *Ektotrof* mykorrhizada ise hüfler sadece kökün primer korteksi içinde ve hücreler arasında bulunur. Kök tüyleri de yok olur ve görevlerini mantar hüfleri üstlenir. Ağaçlar zayıf düştüğünde bu mantarlar parazit hâle geçebilmektedirler.

Toprak patojenleri arasında *bakteriler* de bulunmaktadır. *Pseudomonas tumefaciens* adlı bakteri özellikle yapraklı ağaç köklerinde kansere sebep olmaktadır. *Rhizobium* türleri bakteriler Leguminosae familyası mensubu bitkilerin köklerinde yumrulara sebep olurlar. Yumru oluşturan bakteriler faydalı organizmalardır, çünkü havadaki azotu bitkinin kullanmasına uygun hale gelecek şekilde tesbit ederler.

**Yumuşak çürüklük** etmeni mantarlar toprak mikroflorasının elemanıdır. Gelişme optimumları yüksek rutubet olduğundan diğer odun tahripçilerinin faaliyetinin engellendiği fazla rutubetli odun kısımlarında gelişirler ve toprak altında bulunan odunlarda uzun zaman içinde önemli zararlara yol açarlar.

## SONUÇ

Toprak mikroorganizmaları, faaliyetleri ve hayatlarını sürdürmeleri konusunda birbirleriyle çatışmaktadırlar. **Biyolojik mücadelede** esas olan bu özellikler, (1) oksijen ve besinleri elde etmek için rekabet, (2) gelişmeyi durduran antibiyotikler salgılanması, (3) parazitlik, olmaktadır. Biyolojik kontrol metodları için iki yaklaşım bulunmuştur. Bunlar (1) Toprak veya bitki yüzeyinin rakip veya antagonist mikroorganizma ile aşılması, (2) Toprak şartlarını, uygun ekim dikim yaparak değiştirmektir. Toprak yüzeyinin antagonist veya rakip organizmalarla aşılması zamanla etkisiz hale gelmektedir. Konukçunun bu türlü mikroorganizmalarla örtülmesi *Fomes annosus*'a karşı İngiltere'de kullanılmaktadır. Toprağın kullanılması da bitki rotasyonuna gidilmesi ve bulaşmaya sebep olan sporların çeşitli yollardan yayılmasını önlemek üzere ürünlerin korunması önemli olmaktadır.

## KAYNAKLAR

- BOYCE, J.S., (1948). *Forest pathology*. McGraw Hill - Book Company, Inc. London,  
 GARRETT, S.D., (1963). *Soil fungi and soil fertility*. Pergamon Press, Oxford.  
 GARRETT, S.D., (1970). *Pathogenic root - infecting fungi*. Cambridge at the University Press.