



**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**  
**ZİRAAT FAKÜLTESİ**  
**BİTKİ KORUMA BÖLÜMÜ**



# **FİTOPATOLOJİ DERSİ**

# 4. PATOLOJİ

## 4.1 Patojenlerin Penetrasyon ve Enfeksiyon Fizyolojisi

Yüksek bitkiler birçok canlı hücrenin oluşturduğu kale gibidir. Bu kalenin duvar taşlarının her biri canlı hücrelerden oluşmaktadır.

Çevre ile doğrudan temas halinde bulunan bu hücreler selüloz oranı yüksek hücre duvarları ile kaplıdır.

Dış epidermis hücreleri kütikula ve mum tabakaları ile kaplanarak dış etkilerden en iyi şekilde korunmaktadır.

Patojenler gelişmeleri süresince konukçusundan sağladıkları gıda maddeleri kullanarak hayatlarını sürdürürler.

Bu bakımdan patojenler öncelikle konukçu bitkilerin kütikula ve hücre duvarını delerek, bitki dokularına ulaşarak yaşamalarını sağlayacak gıda maddeleri sağlayacakları hücre duvarlarına ulaşmaları gerekmektedir.

Bitki hücre içeriği her zaman patojenlerin kullanabileceği formda olmayabilir. Bu bakımdan patojenler hücre içeriğini kullanabileceği uygun formlara dönüştürmeleri gerekmektedir.

Buna karşın konukçu bitki de patojene karşı kimyasal ve yapısal özellikleri ile karşı koymaktadır.

Patojenin bitkiyi enfekte edebilmesi için koruyucu **mekaniksel** ve **biyokimyasal** mekanizmaları aşarak yayılması ve gıda maddesi sağlaması gerekmektedir. Patojenler bu faaliyetlerin çoğunu **kimyasal maddeler salgılayarak** gerçekleştirmektedir.

## 4.1 Patojenlerin Penetrasyon ve Enfeksiyon Fizyolojisi

Patojenlerin konukçu dokuya giriş ve yayılması bazı durumlarda tamamen konukçu hücre dokularına mekanik güç uygulaması sonucunda gerçekleşmektedir.

Bu yolla girişi zararlı etmenler içerisinde funguslar ve parazit bitkiler kullanmaktadır. Bu yolla girişte mekaniksel güce ek olarak bitki yüzeyini yumuşatacak enzimlerde rol oynamaktadır.

Fungusların mekanik **penetrasyon** yapabilmeleri için ilk olarak bitki dokusuna yapışmaları gerekir.

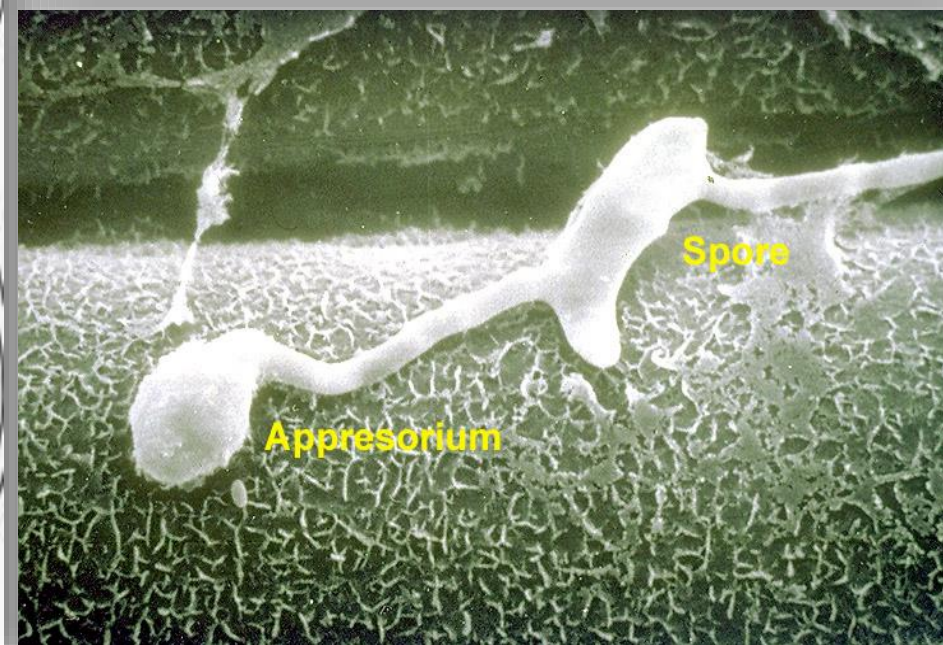
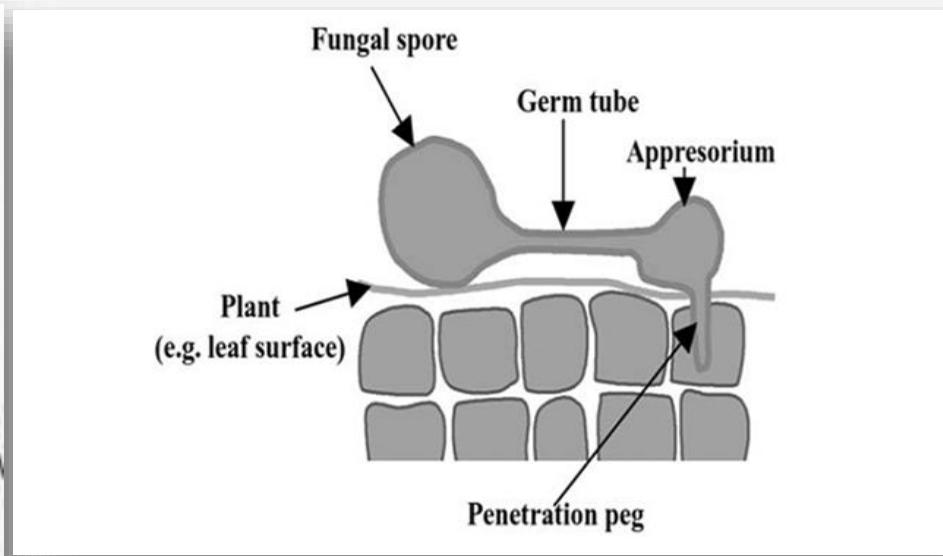
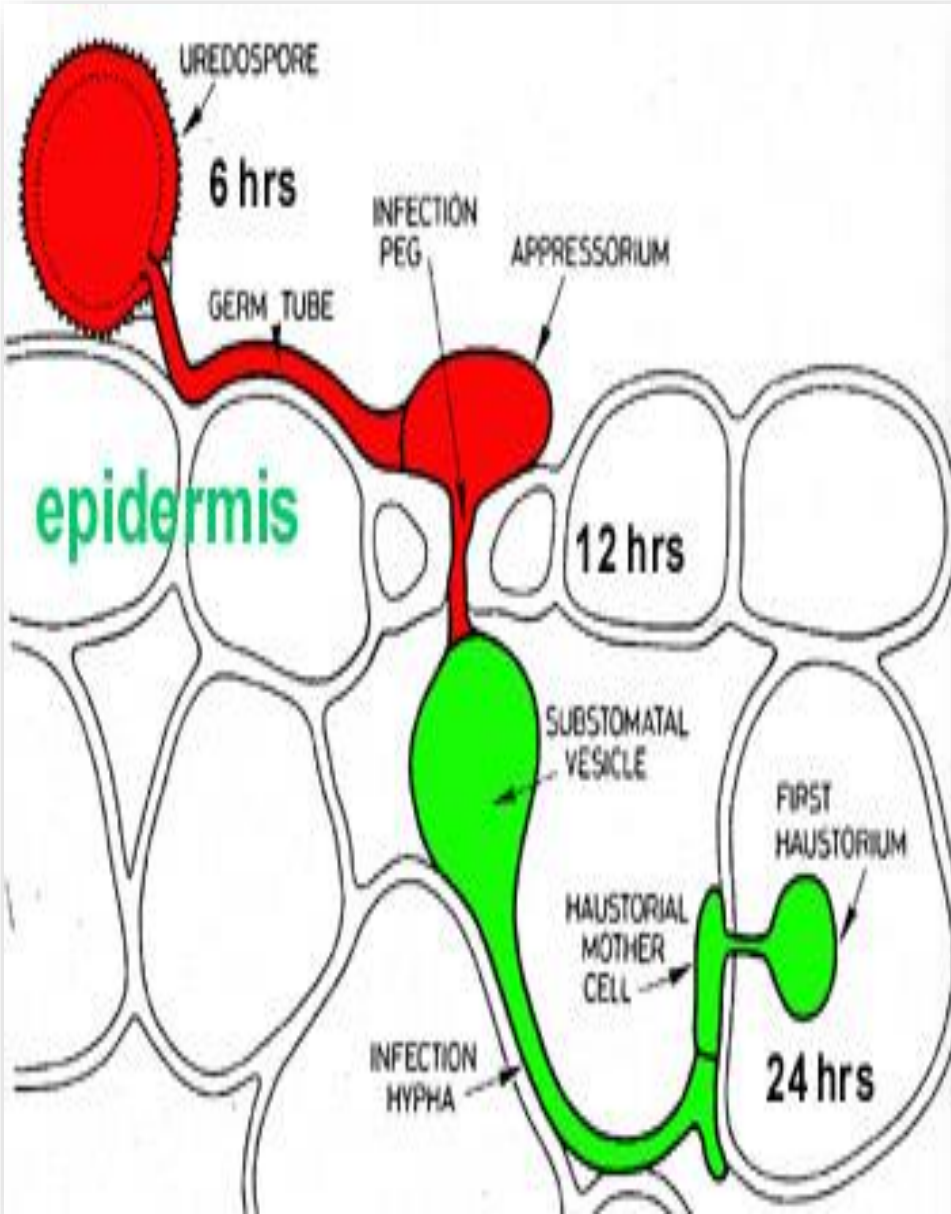
Funguslarda bu görevi yassı ve şişkin bir yapıda bulunan **apresorium** gerçekleştirir.

Apresorium altında oluşan ve **enfeksiyon ayağı** adı verilen çok ince hücre duvarı ve hücre duvarını deler.

Funguslar apresorium oluşturmadan da direk hücre duvarı sayesinde de mekanik enfeksiyon gerçekleştirirler.

Bu iki yol dışında funguslar enfeksiyon yastığı oluşturarak da penetrasyon yaparlar. Bu durumda, enfeksiyon yastığı altında bir veya daha fazla enfeksiyon ayağı penetrasyonu gerçekleştirir.

# 4.1 Patojenlerin Penetrasyon ve Enfeksiyon Fizyolojisi



# 4.1 Patojenlerin Penetrasyon ve Enfeksiyon Fizyolojisi

Patojenler tarafından bitkilerde salgılanan ana maddeler;

- **Enzimler**
- **Toksinler**
- **Büyüme düzenleyiciler**
- **Polisakkaritlerdir.**

Bunlar bitkilerde doğrudan ve dolaylı olarak hastalıklara neden olmaktadır.

Patojenler içerisinde **virüs ve viroidler hariç** yukarıda belirtilen maddeleri salgılamaktadırlar.

Virüs ve viroidlerin herhangi bir madde oluşturdukları bilinmemekle beraber konukçu hücrede bazı maddelerin aşırı derecede oluşmasını veya yeni bir madde sentezlenmesini teşvik ederler.

Bu maddelerden **enzimler**, hücre yapısını parçalar ve hücre protoplasmasının fonksiyonlarına engel olurlar.

**Toksinler**, doğrudan protoplasmaya etki ederler ve hücre zarı geçirgenliğinin fonksiyonunu bozarlar.

**Büyüme düzenleyiciler**, hücrede hormon etkisi yaparak hücre bölünmesini ve büyümesini artırır veya azaltır. Polisakkaritler ise özellikle vasküler hastalıklarda translokasyona etki ederler.

# 4.1 Patojenlerin Penetrasyon ve Enfeksiyon Fizyolojisi

## ➤ Enzimler

Büyük protein molekülleri olup özellikle biyokimyasal reaksiyonlarda katalizör görevi yaparlar.

Patojenlerin salgıladığı en önemli enzimler hücre duvarını parçalayanlardır. Hücre duvarı; kütikulada kütin olmak üzere protein, lignin, selüloz, hemiselüloz ve orta lamelde ise pektin'i içerir.

Hücre duvarı tek tek bu maddelerin parçalanması ile zarar görür. Bu durumda patojenin birden fazla enzimi ard arda salgılaması gerekir.

Kütikulada en çok kütin bulunur bazı funguslar kütinase enzimi ile karboksi kütin esteras veya karboksi kütin peroksidaz enzimlerini salgırlar. Bu enzimler kütini yumuşatarak parçalarlar.

Kara leke hastalığında (*Venturia inaequalis*), elma yapraklarındaki kütin miktarı sağlam olanlara göre daha azdır. Nedeni, kütinin enzimler tarafından parçalanmasıdır.

Hücre duvarı proteinini parçalayacak belli bir enzim yoktur. Ancak stoplazmik proteinleri parçalayan proteinase enzim proteinleri hidrolize ederken peptidaz enzimi polipeptit bağlarını parçalayarak proteini peptit ve aminoasitlere dönüştürür.

Patojenler tarafından salgılanan enzimlerin diğer bir rolü ise, hücre içeriğinin enzimatik olarak parçalanmasıdır.

# 4.1 Patojenlerin Penetrasyon ve Enfeksiyon Fizyolojisi

## ➤ Toksinler

Patojenler tarafından sentezlenen toksinlerin bir kısmı kendi konukçusu dışında diğer bitkilerde de simpton oluşturabilmektedir.

Tütün vahşi ateş hastalığı etmeni olan *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*'nin sentezlediği ve vahşi ateş toksini (toptoksin) adı verilen toksin, tütün yapraklarında lekeler etrafında hale şeklinde klorotik sarı bir belirti gösterir.

Çeltiklerde yanıklık hastalığı etmeni *Prycularia oryzae*'de prycularin adı bir toksin salgılamaktadır. Bu toksin, çeltiklerde büyüme ve solunuma etki etmektedir.

Patojenler tarafından oluşturulan bir kısım toksinler konukçuya özgü olup bunlar sadece patojenin kendi konukçusuna etki edebilmektedir.

# 4.1 Patojenlerin Penetrasyon ve Enfeksiyon Fizyolojisi

## Büyüme Düzenleyiciler

Normal bir büyüme bitki çok az sayıda doğal olarak bulunan kimyasal maddelerle olmaktadır. Bunlara büyüme düzenleyicileri adı verilmektedir.

Birçok patojende büyüme düzenleyicileri veya benzer biyokimyasal bileşikler sentezler. Bu maddelerden oksinler, giberallinler, sitokininler büyümeyi teşvik edici olarak rol oynarken, etilen büyümeyi durdurucu olarak görev yapar.

**Oksinler;** Bitkide **indol-3 asetik asit (IAA)** şeklinde bulunurlar. IAA, oksidaz enzimi tarafından parçalanır ve bitki dokularında anormal derece oksin birikmesi görülmez.

IAA bitkide hücre büyümesi ve farklılaşmasına, hücre geçirgenliğine, solunum artışına ve taşıyıcı RNA üzerine etki etmektedir. Patojenlerin etkisi sonucu bitkide anormal bir IAA artışı görülmektedir.

**Giberallinler;** Bitki hücre içeriğini oluşturan biyokimyasal maddelerden olup birçok mikroorganizma tarafından da sentezlenebilmektedir.

Bitkideki fonksiyonları, tohumlardaki rezerv nişastanın parçalanması, proteinaz enzimini teşvik ederek endospermdeki proteinlerin parçalanması, hücre duvarını parçalayıcı enzimleri teşvik ederek endosperm hücrelerini sindirilmesini sağlayarak tohumun çimlenmesi, bitki büyümesini teşvik etmesi gibi çeşitli fonksiyonların gerçekleşmesinde görev alırlar.

En çok bilinen **giberallin giberallik asit** olup **GA-3** olarak ifade edilmektedir.



# 4.1 Patojenlerin Penetrasyon ve Enfeksiyon Fizyolojisi

**Sitokininler;** Hücre büyümesi ve farklılaşması için gerekli olup, bitkide protein ve nükleik asitlerin parçalanmasını önlerler.

Sitokinin olarak ilk tanımlanan bileşik kinetindir, ancak bitkilerde doğal olarak bulunmamıştır. Zeatin ve IPA (isopentenyl adenosin) bitkilerden izole edilmiştir.

**Etilen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>);** Bu madde doğal olarak bitkiler tarafından sentezlenir. Bitkide yaprak dökümü, meyve olgunlaşması gibi olayları kontrol eder. Zamansız yaprak ve meyve dökümü gibi simptonlar buna atfedilir.

## Polisakkaritler

Moleküler ağırlıkları birkaç yüz dalton ile birkaç bin dalton arasında değişen şeker molekülleridir.

Polisakkaritler içinde furuktoz, galaktoz, mannoz, xyloz, rannoz gibi basit şekerler bulunur. Bitki hastalıklarında polisakkaritlerin rolü solgunluk hastalıklarında görülür.

Fasulye solgunluk hastalığı (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) ve *Fusarium oxysporum* etmeni olduğu bir çok solgunluklarda bu durum görülür.

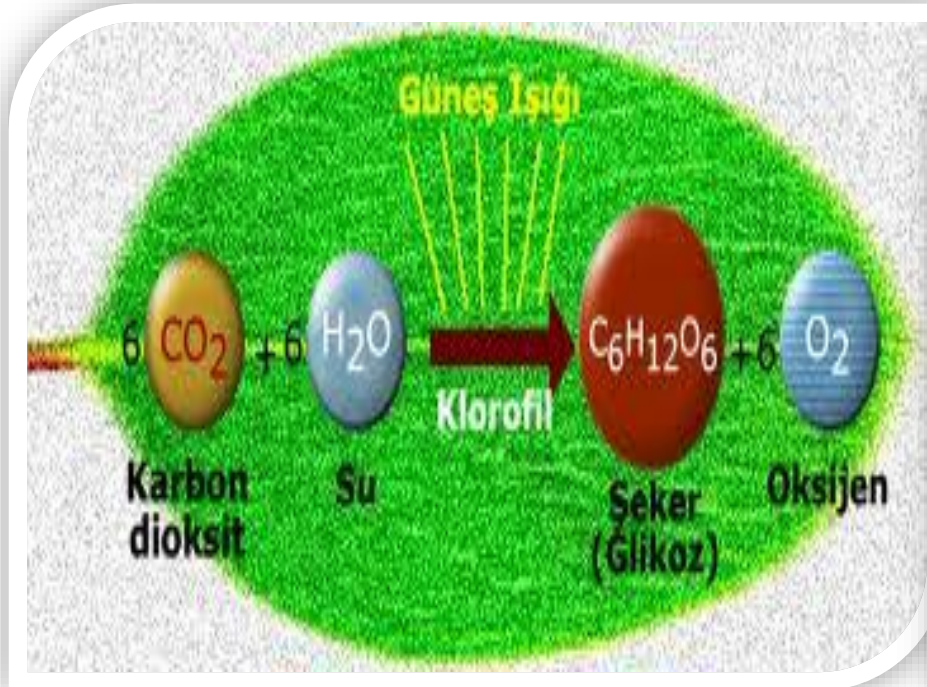
# 4.2 Patojenlerin Bitki Fizyolojik Fonksiyonlarına Etkileri

## 4.2.1 Fotosentez Üzerine Etkileri

Fotosentez basit anlamda ışık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesidir. Fotosentez olayında havadan karbondioksit, topraktan su alınarak yeşil bitkilerin kloroplastlarında ışığın olması durumunda glikoz oluşur ve oksijen açığa çıkar.

Patojenlerin bitki fotosentez olayına etkisi sonucu bitkilerde çeşitli zararlanmalar ortaya çıkar. Bu durumda bitkilerde **kloroz** oluşarak yeşil renk açılır.

Yaprak lekeleri, mildiyöler ve diğer bazı hastalıklar sonucu yaprak dokusu tahrip olarak fotosentetik alan azalır. Ve buna bağlı olarak fotosentez düşer.



# 4.2 Patojenlerin Bitki Fizyolojik Fonksiyonlarına Etkileri

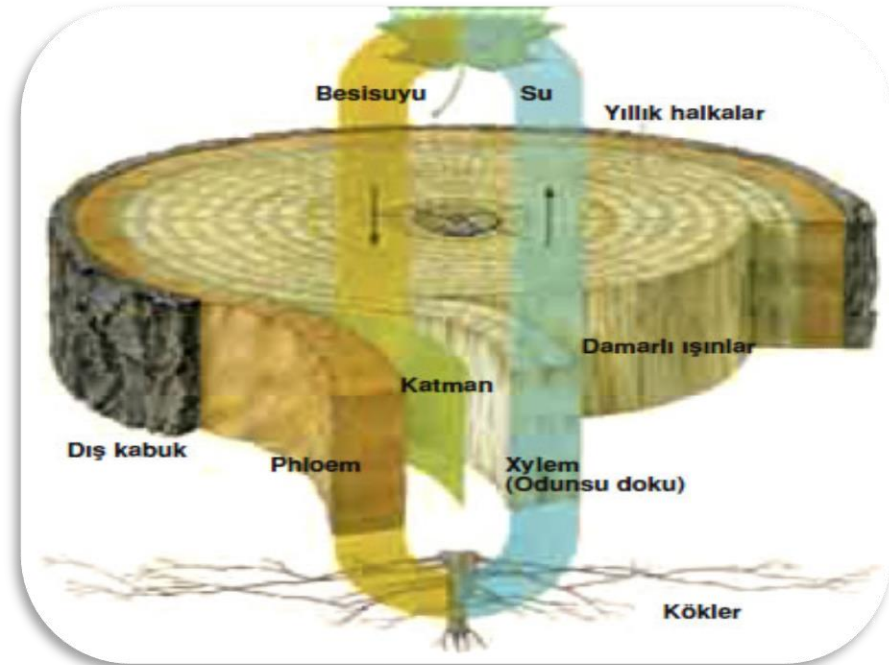
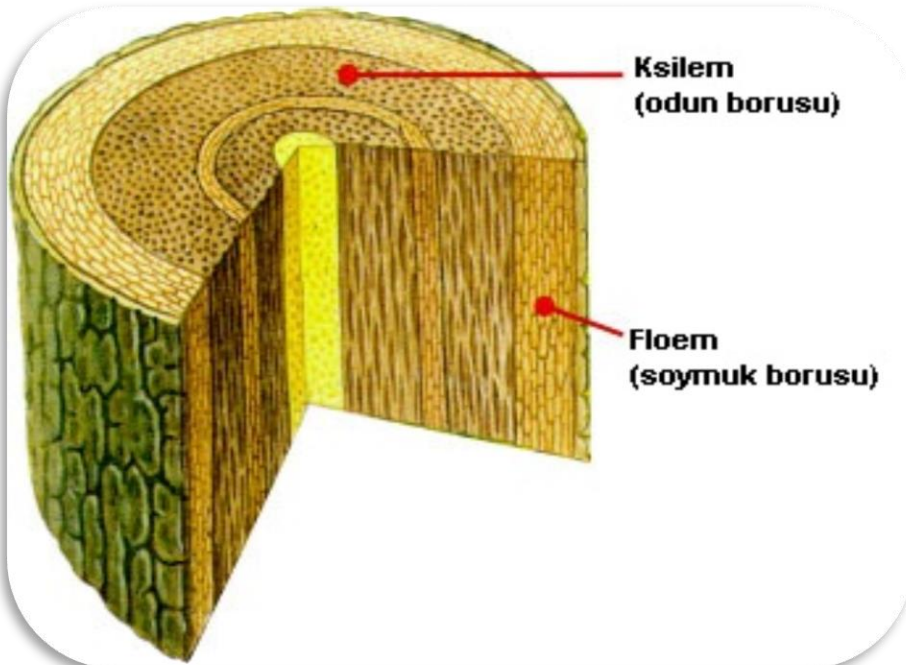
## 4.2.2 Su ve Gıda Maddeleri Alımı ile Taşınmasına Etkileri

Bütün bitki hücreleri normal fizyolojik fonksiyonlarını yürütebilmeleri için bol miktarda su, yeterli miktarda organik ve inorganik maddelerine gerek duyarlar.

Bitkiler su ve inorganik maddeleri kök sistemleri ile ksilem yoluyla topraktan absorbe ederler.

Diğer taraftan bitkinin hemen hemen tüm organik maddeleri yaprak hücrelerinde oluşur ve fotosentezi takiben floem dokuları ile aşağıya doğru taşınır.

Ksilem ve floem yoluyla yapılan taşınmaların patojenler tarafından engellenmesi sonucu bitkide hastalık ortaya çıkar ve bu durum bitkinin tamamında görülür.



## 4.2 Patojenlerin Bitki Fizyolojik Fonksiyonlarına Etkileri

### 4.2.3 Transprasyona Etkileri

Yaprak enfeksiyonunun görüldüğü bitkilerde transpirasyon genellikle yükselir.

Bu durum en azından koruyucu tabaka olan kütikulanın parçalanması sonucu, yaprak hücrelerinin geçirgenliğinin artması ve stoma fonksiyonlarının bozulması sonucu ortaya çıkar.

Yapraklarda aşırı transpirasyon sonucu emme kuvveti anormal olarak artar, bu da damarlarda tyloses ve zambak oluşumuna neden olarak fonksiyonlarını bozar.

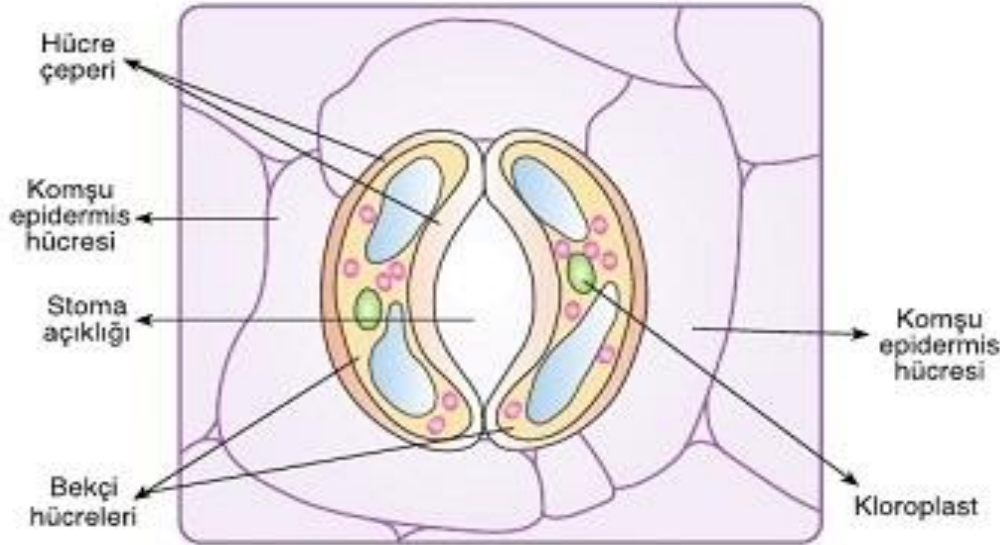
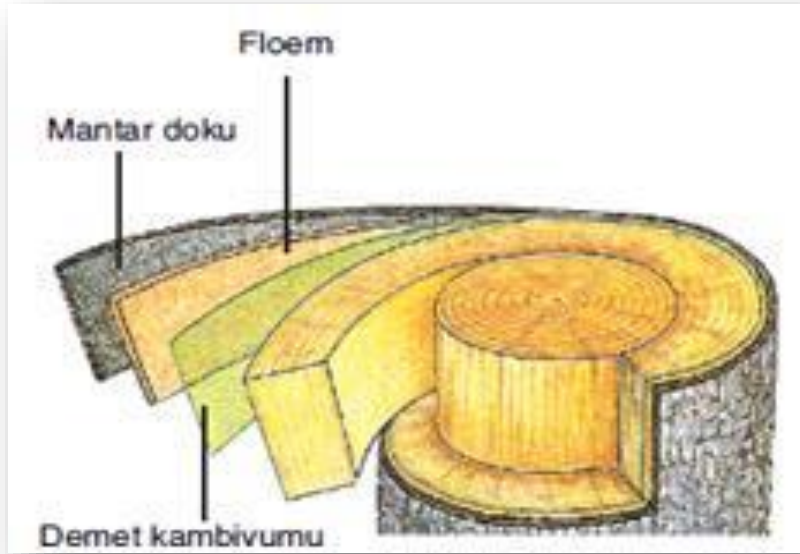
### 4.2.4 Organik Maddelerin Floem ile Taşınmasına Etkileri

Yaprak hücrelerinde fotosentez olayı ile oluşan organik maddeler floem dokusuna hücrelerin plasmodesmata kanallarından geçerek ulaşır.

Buradan floem demetleri ile aşağıya ve tekrar plasmodesmata yolu ile fotosentetik olmayan hücrelere veya depo organlarına geçer.

Patojenler bu taşınma yolunu herhangi bir noktada engelleyebilir. Pas ve mildiyö gibi obligat fungal patojenler, inorganik maddelerin ve fotosentetik ürünlerin patojen tarafından işgal edilen alanlarda birikime neden olur.

## 4.2 Patojenlerin Bitki Fizyolojik Fonksiyonlarına Etkileri



**stomanın yapısı**



**stomaların görüntüsü**

# 4.2 Patojenlerin Bitki Fizyolojik Fonksiyonlarına Etkileri

## 4.2.5 Solunuma Etkileri

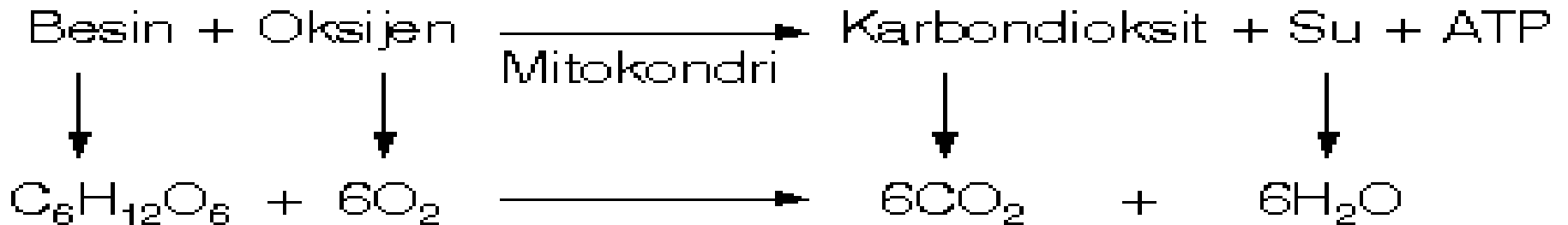
Solunum, hücrelerde enerjice zengin karbonhidratların, yağ asitlerinin enzimatik kontrol altında oksidasyonudur. Burada açığa çıkan enerji çeşitli hücresel faaliyetlerde kullanılır.

solunumla oluşan enerji bitkide çok çeşitli faaliyetlerde kullanılır. Örneğin çeşitli bileşiklerin birikimi taşınması, protein sentezi, enzimlerin aktive edilmesi, hücre büyüme ve bölünmesi, koruma mekanizması ve diğer bazı metabolik olaylar. Bu bakımdan bitkide enfeksiyon sonucu ilk olarak solunum etkilenmektedir.

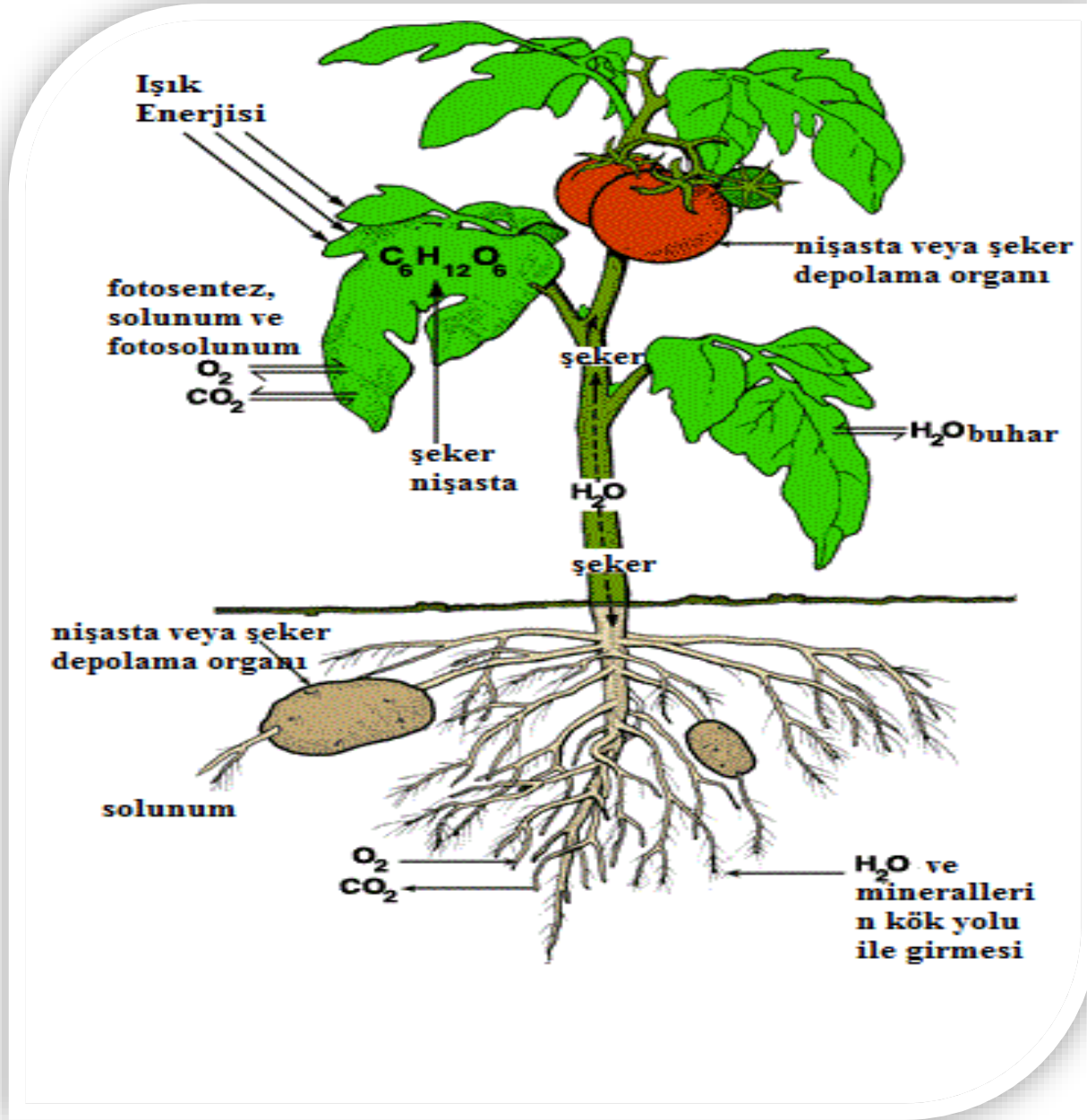
Bitkiler enfekte olduklarında genel olarak solunum hızlanır. Bu durum inokulasyondan kısa bir süre sonra ortaya çıkar ve semptomların oluşması, patojenlerin çoğalması süresince devam eder.

Bundan sonra solunum normal düzeyine ve hatta sağlıklı bitkilerin solunum düzeyinin altına düşer. Solunum, dayanıklı çeşitlerde çok daha süratli olarak yükselir, ancak maksimuma ulaştıktan sonra çabuk düşer.

Hassas çeşitlerde inokulasyondan sonra yavaş yükselir ve uzun süre yüksek düzeyde kalır.



## 4.2 Patojenlerin Bitki Fizyolojik Fonksiyonlarına Etkileri



## 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

Bitkilerde iki tip dayanıklılık bulunmaktadır. Bunlar;

**Horizontal (Yatay) Dayanıklılık;** Bir patojenin bütün ırklarına karşı eşit derecede, kısmi dayanıklılıktır.

Yatay dayanıklılık Çok sayıda gen tarafından kontrol edilir, bu nedenle poligenik veya multigenik dayanıklılık adını alır.

Genel olarak yatay dayanıklılık bitkiyi enfeksiyondan korumaz, fakat bitki üzerindeki bireysel enfeksiyonun gelişmesini yavaşlatır. Ve bu şekilde hastalığın yayılma ve tarladaki epideminin gelişme hızı azalır.

**Vertikal (Dikey) Dayanıklılık;** Bir patojenin bazı ırklarına tam dayanıklılık, fakat diğerlerine değil. Dikey dayanıklılık daima bir veya birkaç gen (monogenik veya oligogenik dayanıklılık olarak isimlendirilen) tarafından kontrol edilir.

Dikey dayanıklılık bulunduğu konukçu ve patojen uyumsuzluğu ortaya çıkar.



# 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

## 4.3.1 Yapısal Dayanıklılık

Bunlardan bazıları doğal olarak bitkide bulunmasına karşın diğerleri patojen enfeksiyonuna bir reaksiyon olarak oluşur.

### 4.3.1.1 Bitkilerde Enfeksiyon Öncesi Bulunan Yapısal Dayanıklılık

Bitkiler hastalıklara karşı organ ve dokularının özel yapılarıyla dayanıklılık gösterebilmektedir. Bu tip dayanıklılık her şeyden önce hastalığın bitkiye girişinde süresince önem taşımaktadır.

Hastalık etmeni konukçuya epidermisin dış kısmındaki kütikulayı delerek stomalardan, lentisellerden ve yaralardan girmektedir. Bu bakımdan giriş kısmındaki bazı özellikler dayanıklılığa etki etmemektedir.

- **Epidermal Dokunun Etkisi;** Bitkiyi dıştan saran epidermis dokusunun yüzeysel bazı özellikleri hastalık etmeninin girişine engel olucu etkide bulunarak dayanıklılığı sağlayabilir. Örneğin bazı tahıl ve meyvelerin yüzeylerinin mumlu veya tüğlerle kaplı oluşuna bağlı olarak, bu gibi yüzeylerde inokulum tutunamayıp kayıp gitmesi sonucu enfeksiyon oluşmaz. Ayrıca epidermis hücre duvarları ve kütikula kalınlığının fazla oluşu da penetrasyonu engellemede etkilidir.
- **Stoma ve Lentisel Yapısının Etkisi;** Stoma ağzının geniş ve dar oluşu hastalık etmeninin girişine etki ettiği için dayanıklılıkta önem taşır. Örneğin Szunkin mandalin çeşitlerinde stoma ağzının dar veya geniş olmasına bağlı olarak *Pseudomonas citri*'ye karşı dayanıklı veya duyarlıdır.

## 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

### 4.3.1.2 Bitkilerde Enfeksiyona Karşı Reaksiyon Olarak Oluşan Yapısal Dayanıklılık

Bazı patojenler konukça dokulara girdikten ve çeşitli derece de enfeksiyon oluşturduktan sonra bitkilerde buna karşın bir veya daha fazla yapılar oluşturarak patojenin daha ileriye gidişini engellemektedir.

Bunlardan bazıları patojenin hemen önündeki dokularda oluşan histolojik yapılardır.

Diğerleri hücre duvarlarını ilgilendiren veya hücre sitoplazması ile ilgili reaksiyonlardan ayrıca enfekte olan hücrenin hemen ölümü sonucu patojen daha ilerleyemez ki bu durum nekrotik veya hipersensitif (aşırı duyarlılık) reaksiyon olarak nitelendirilir.

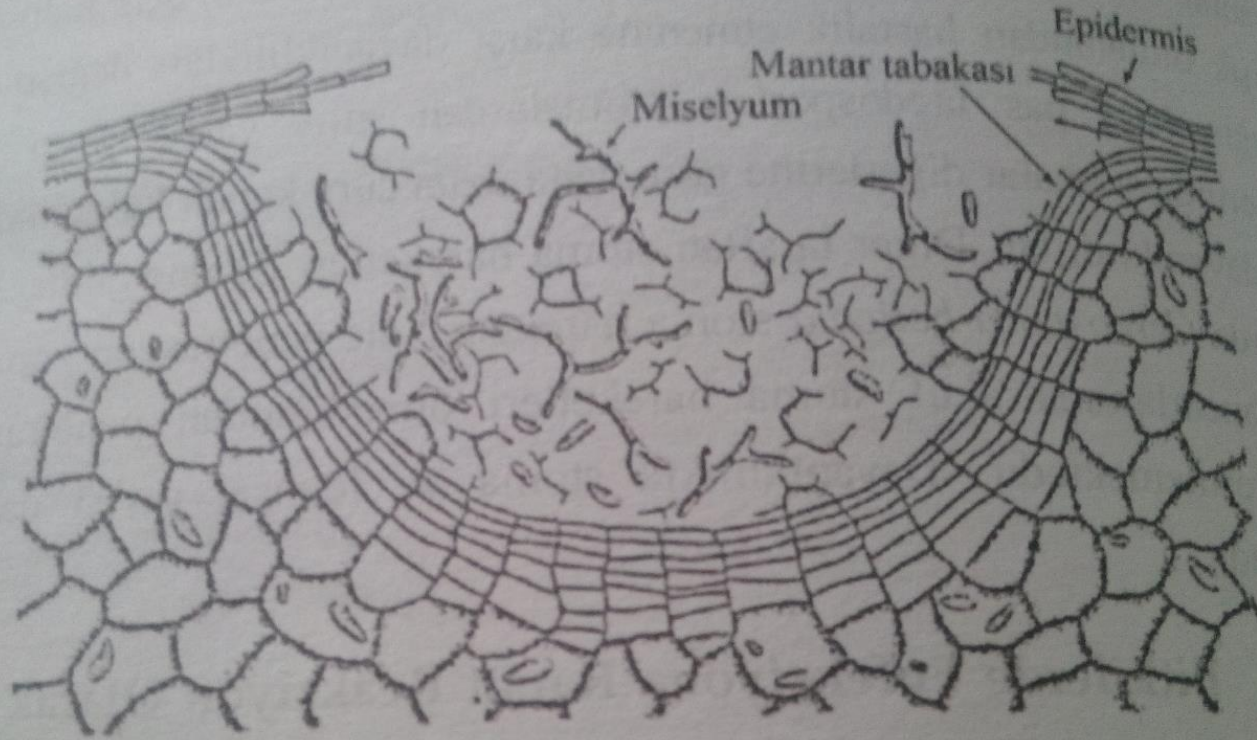
#### 4.3.1.2.1 Histolojik Korunma Yapıları

➤ **Mantar Tabakası Oluşumu;** Bazı fungus, bakteri ve hatta bazı virüs enfeksiyonları sonucu enfeksiyon noktasının hemen önünde birkaç kat mantar tabakası oluşmaktadır.

Bu tabaka patojenin salgıladığı bazı maddelerin hücreleri uyarması ile olur. Bu tabaka sadece patojenin ilerleyişini değil aynı zamanda salgıladığı toksik maddelerin sağlıklı dokulara geçişini de önlemektedir.

Aynı zamanda bu tabaka patojenin beslenmesini engelleyerek gelişmesini önler. Buna örnek olarak *Rhizoctonia solani* verilebilir.

## 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

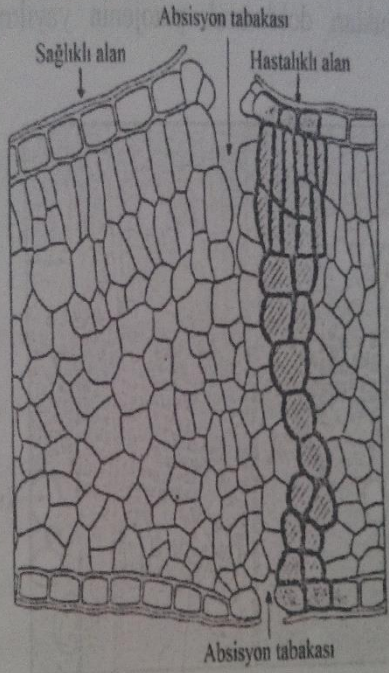


Şekil 34. *Rhizoctonia solani* ile enfekteli patates yumrusunda mantar tabakası oluşumu (Agrios, 1997).

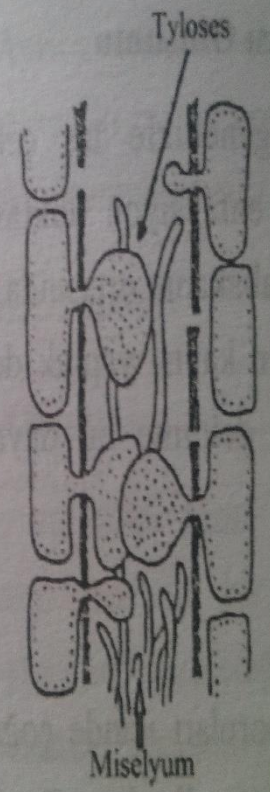
## 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

- **Absisyon Tabakası Oluşumu;** Absisyon tabakası genellikle taş çekirdekli meyve ağaçlarında görülmektedir. Bu tabaka enfeksiyon noktasını saran iki sıra hücreden oluşmuştur. Bu tabakanın ortasında kalan kısım kurur ve patojen ile birlikte dökülür. Örneğin kayısı yaprak delen hastalığında (*Coryneum beijerinckii*) yapraklardaki delinme bu dayanıklılık reaksiyonu sonucu ortaya çıkmaktadır.
- **Tyloses Oluşumu;** Bu olay odun boruları içinde çoğunlukla vasküler patojenlerin etkisi sonucunda oluşan engellerdir. Bunlar parankima hücrelerinin protoplazmalarının bir şişkinlik şeklinde uzaması ile iletim demetleri tıkayarak patojenin ilerlemesini engellemektedir. Bu durum dayanıklı bitki çeşitlerinde patojenin enfeksiyon noktasının hemen önünde oluşur. Ancak aşırı tyloses oluşumu bu kez vasküler akımı engelleyerek bitkinin solmasına da neden olabilir. Özellikle *Fusarium* solgunluk hastalıklarına dayanıklı bitki çeşitlerinde bu olay izlenebilir.

# 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI



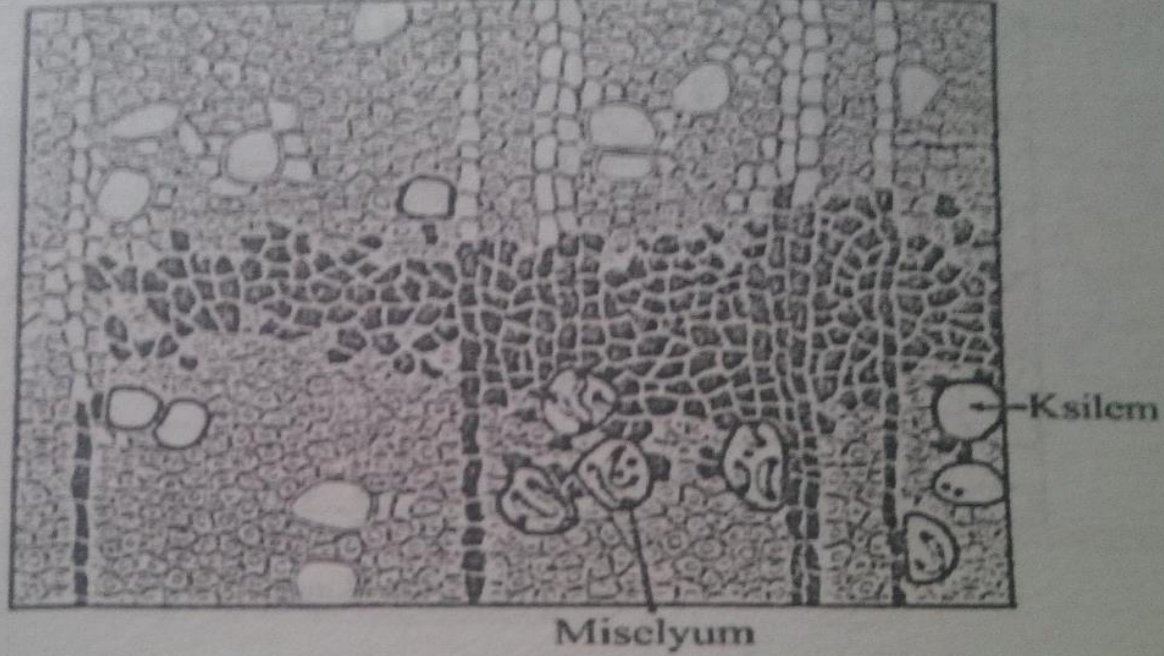
Şekil 35. Kayısı yaprağında leke etrafında absisyon tabakası oluşumu (Agrios, 1997).



Şekil 36. Ksilem içerisinde tyloses oluşumu.

## 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

- **Zamk Birikimi;** Patojen enfeksiyonunu veya yaralanmayı takiben birçok bitkilerde zamk birikimi görülmektedir. Bu durum daha çok taş çekirdekli meyve ağaçlarında oluşmaktadır. Zamksı maddeler enfeksiyon noktası çevresindeki hücreler arası boşlukları doldurarak patojenin yayılmasını önlemektedir.

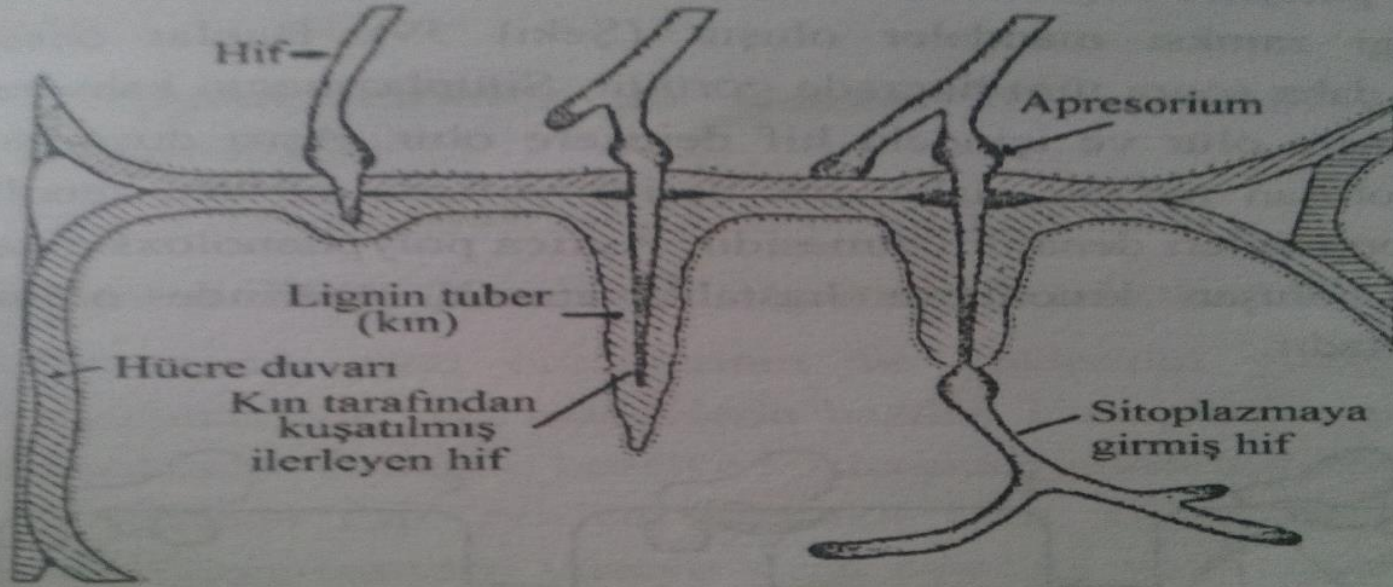


Şekil 37. *Physalospora cydoniae* ile enfekteli elma sürgününde zamk birikimi (Agrios, 1978).

# 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

## 4.3.1.2 Hüresel Korunma Yapıları

Bu durum hücre bazında oluşan bir korunma mekanizması olup, işgal edilen hücrelerin duvarlarında bazı morfolojik değişiklikler olmaktadır. Fungal hastalıklarda başlıca iki tip morfolojik değişiklik görülmektedir. Bunlar; Patojenin penetrasyonu esnasında epidermal veya epidermis altı hücrelerin duvarları şişmesiyle oluşan bu durum etmenin giriş ve enfeksiyonunu önler. Diğeri ise hücre duvarını geçmekte olan hifi hücre duvarının uzayarak sarması (lignin tuber) olayıdır.



Şekil 38. Hücre duvarının uzayarak hifi sarması (Lignin tuber oluşumu) (Agrios, 1997).

## 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

### 4.3.1.2.3 Stoplazmik Korunma Reaksiyonu

Bazı kronik hastalık oluşturan ve yavaş gelişen fungusların hifi bitki hücresinde stoplazma ile sarılır, çekirdek gerilerek ikiye bölünür. Bazı hücrelerde de protoplazma kaybolur ve fungal büyüme yavaşlar.

Fungusun yayılmasının bir reaksiyonu olarak hücre stoplazmasında ve çekirdeğinde genişleme görülür.

Stoplazma granül bir hal alır, koyulaşır ve içinde çeşitli patiküller ve yapılar bilirir. Sonuç olarak içinde bulunan hif parçalanır.

### 4.3.1.2.4 Nekrotik Korunma Reaksiyonu (Aşırı Duyarlılık)

Aşırı duyarlılık konukçu-patojen ilişkilerinin ilk anında konukçu hücrelerin patojenin girdiği noktadan itibaren hızla ölererek nekrotik bir durum almasıdır.

Konukçu hücrenin içindeki patojenin ilerlemeden ölmesi, Fungusun komşu hücrelere geçmesine fırsat vermeyerek onun burada imha olmasına neden olacaktır.

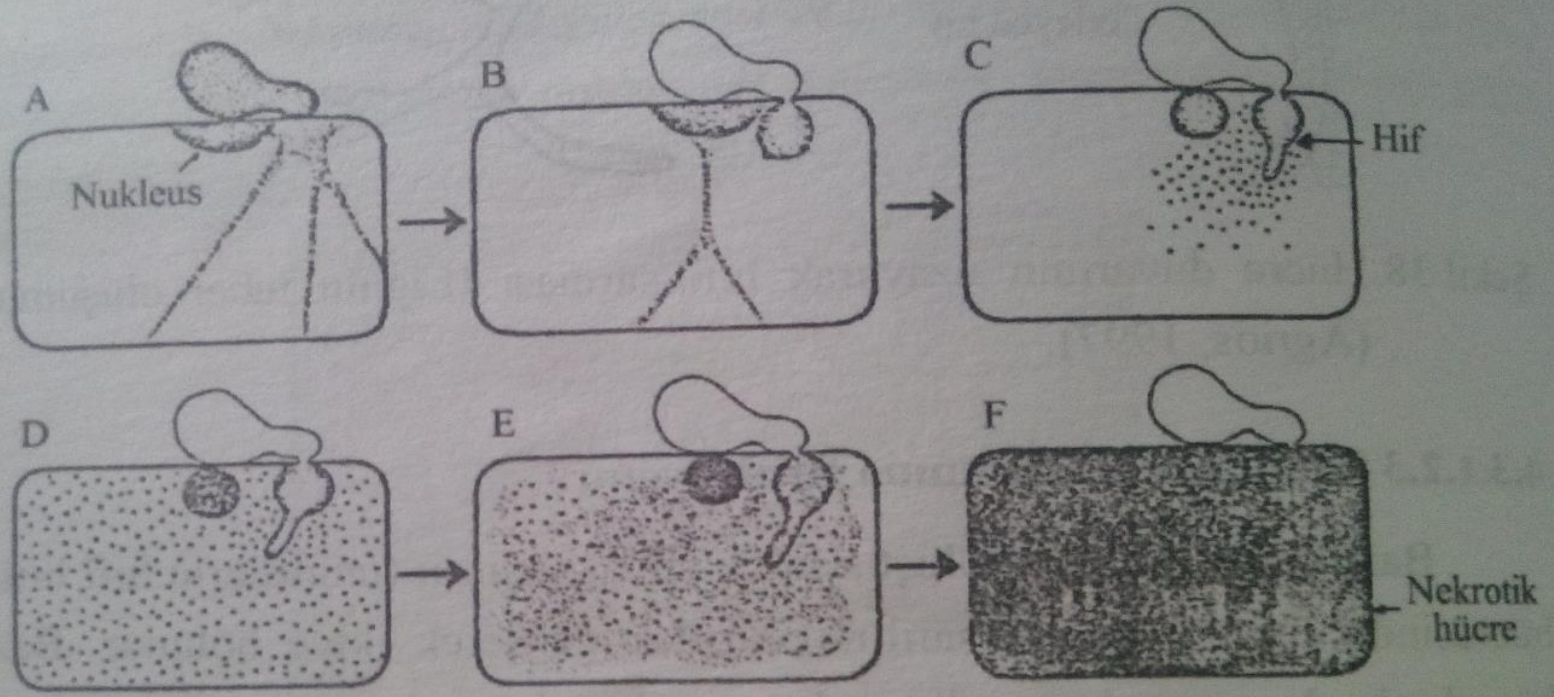
Aşırı Duyarlılık olayında patojen hücre protoplasmasına temas edince hücre çekirdeği patojene doğru hareket eder kısa sürede parçalanır ve hücre içinde kahverengi zamksı maddeler oluşur.

Bunlar önce patojenin etrafında daha sonra tüm hücrede görülür. Stoplazmanın kahverengileşmesi sonucu hücre ölür ve içindeki hif bozulur.

Aşırı duyarlılık olayında hücrede oluşan nekroz, daha çok çeşitli yollarla biriken fenollerin hücre içindeki proteinleri denature etmesidir. Ayrıca polyphenoloksidase enziminin etkisi ile oluşan kinonların hastalık etmeni üzlerinde öldürücü etkisi bulunmaktadır.



## 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI



Şekil 39. *Phytophthora infestans* ile enfekteli, dayanıklı bir patates varyetesi hücrelerinde nekrotik korunma reaksiyonunun gelişme dönemleri (Agrios, 1997).

## 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

### 4.3.2 Biyokimyasal Dayanıklılık

Bir çok konukçuda yapısal bir dayanıklılık olmasa bile patojenlere karşı farklı bir mekanizma dayanıklılığı sağlamaktadır.

Bu biyokimyasal yolla olmaktadır. Genellikle hızlı bir şekilde başlayan bir enfeksiyonun tüm koşulların uygun olmasına rağmen yavaşlaması ve hatta durması ona karşı biyokimyasal dayanıklılık olduğunu göstermektedir.

Bu dayanıklılık bitkide doğal olarak bulunan biyokimyasal dayanıklılık ve patojenin bitkiye bulaşması sonucu oluşan biyokimyasal dayanıklılık olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

## 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

**4.3.2.1 Bitkilerde Enfeksiyon Öncesi Bulunan Biyokimyasal Dayanıklılık;** Bu dayanıklılık üç farklı şekilde ortaya çıkmaktadır.

- **Konukçu Bitki Çevresinde Salgılanan İnhibitör Maddeler;** Bitkiler toprak üstü organlarının ve köklerinin yüzeyine çeşitli maddeler salgılamaktadır. Bu maddelerin bazıları kimi patojenlere inhibitöretkide bulunmaktadır. Örneğin, bezelye köklerinden çıkan bazı maddeler fusarium oxysporum f.sp. pisi'ye dayanıklı kılar. Diğer bir örnek kuru kırmızı soğan katmanlarından yüzeye sızan catechol protocatechuic asit(fenolik bileşikler) bu soğanlarda collectotrichum circinans sporlarının çimlenmesini önlemektedir. Bu maddeler beyaz soğanlarda olmayıp kırmızı soğanların katmanlarında oluşmaktadır.
- **Hücrelerde Bulunan İnhibitör Maddeler;** Herhangi bir bitkinin bir hastalığa karşı dayanıklılığını hücrede bulunan bir maddenin sağladığı konusunda bilgiler yetersiz olmakla birlikte hücrede bulunan chlorogenic asit bulunmaktadır. Bu maddeler genellikle patojenin girdiği lentisellerde ve patojenin geliştiği dış dokularda daha yüksektir yine lime (turunçgil) bitkisi yapraklarında bulunan furocoumarin ve isopinpinellin maddeleri onu gleosporium limeticola'ya karşı korumaktadır.
- **Patojenin Gelişmesi için Gerekli Maddelerin Konukçu Bitkide Bulunmaması ile Oluşan Dayanıklılık;** Bir obligat parazitin yaşamı veya enfeksiyon oluşturması için gerekli bir maddenin sentezlenmediği bitki çeşit ve türleri o patojene karşı dayanıklı bulunmaktadır. Örneğin choline ve riboflavin bakımından noksan olan bazı Venturia inaequalis mutantları bu maddeler bulunmadıkça karaleke hastalığını oluşturamamaktadır.

## 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

**4.3.2.2 Patojenlerin Etkisi Sonucu Oluşan Biyokimyasal Dayanıklılık;** Bitki hücre ve dokuları patojenlerin veya mekaniksel ve kimyasal etkilerin oluşturduğu yaraları iyileştirici veya o yarayı oluşturan etmeni etkisiz kılacak bazı biyokimyasal reaksiyonlarla karşılık verir.

Bu durum kallus, mantar tabakası gibi koruyucu bir doku oluşturarak veya zarar gören bölgede bazı toksik maddeler üretmekle gerçekleşir.

Bu maddelerin bazıları bir çok fungus ve bakterinin gelişmesini önleyerek yüksek konsantrasyonda üretilmektedir. Bu maddeler genellikle fenolik bileşiklerdir.

➤ **Fenolik Bileşiklerin Rolü;** Dayanıklılığı sağlayan bu maddelerin bazıları sağlıklı bitkilerde bulunmakla birlikte, ancak enfeksiyonu takiben sentezlenmesi veya birikimi hızlanmaktadır. Ancak bazı fenolik bileşikler sağlıklı bitkilerde bulunmayıp sadece mekaniksel, kimyasal veya patojenin oluşturduğu etki sonucu üretilir. Bunlara fitoaleksinin adı verilmektedir.

**1) Genel Fenolik Bileşikler;** Bu bileşikler patojenlere karşı toksik olup, dayanıklı çeşitlerde hassaslara göre enfeksiyondan sonra daha süratli oluşturulmakta ve birikmektedir. Bu tip fenolik bileşiklere clorogenik asit, caffeik asit ve scopoletin örnek olarak verilebilir. Fenolik bileşikler ayrı ayrı patojene karşı etkili olabildiği gibi, bazen müşterek etki sonucu dayanıklılık ortaya çıkmaktadır.

**2) Fitoaleksinler;** Fitoaleksinler patojen veya başka bir etki sonucu bitkide oluşan ve patojenlere karşı toksik olan maddelerdir. Örneğin ipomeamarone, orchinol, pisatin, phaseolin ve rishitin. Bu maddeler sağlıklı bitkilerde oluşmazlar. Örneğin *Ascochyta pisi* ile inokule edilen bezelyelerde pisatin oluşmakta ve bu madde, patojenin gelişmesini önlemektedir.

## 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

**3) Toksik Olmayan Fenolik Komplekslerden Fungitoksik Fenoliklerin Oluşumu;** Çeşitli funguslar bitki dokularında bazı enzimlerin serbest bırakılmasına etki etmekte veya bizzat kendileri bazı enzimleri oluşturmaktadır.

Bu enzimler kompleks fenolik molekülleri hidrolize ederek farklı fenoliklerin serbest kalmasına neden olmaktadır. Bunlardan bazıları patojenlere toksik olup, bitkilerin korunmasında rol oynar.

**3) Fenol Okside Edici Enzimlerin Rolü;** Bir çok fenol okside edici enzimlerin aktivitesi, dayanıklı çeşitlerin enfekteli dokularında hassas olanlara ve sağlıklılara göre daha yüksek bulunmaktadır. Dayanıklı bitkilerde polyfenoloksidaze aktivitesinin önemi fenollerini daha toksik olan quinonelere okside etmesidir.

➤ **Protein ve Enzim Sentezlenmesinin Başlatılması İle Oluşan Dayanıklılık;** Bitkilerde arız olan patojen o bitkide protein sentezinde bir değişiklik başlatarak, lokal bir dayanıklılık veya enfeksiyon noktası etrafında immun bir hat oluşturur.

Bitkilerde dayanıklılık veya immunité patojen tarafından başlatılan protein sentezinin süratine ve miktarına bağılı olabilir.

Buradaki korunmanın fitoaleksinler tarafından oluşturulduğu görülmektedir. Ancak ek proteinler ve enzimler fitoaleksin sentezlenmesi için gereklidir. Ayrıca bu iki mekanizma ayrı ayrı fonksiyonda görebilir.

## 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

- **Patojen Enzimlerine Dayanıklı Maddeler Oluşturarak Korunma;** Bazı patojenlere karşı dayanıklılık, bitkide patojenin enzimleri ile kolaylıkla parçalanmayan maddelerin varlığına bağlıdır.

Bu bileşikler genellikle pektinler, proteinler ile kalsiyum veya magnezyum gibi polyvalent katyonlar arasında oluşan bileşiklerdir. Bunlardan herhangi bir katyonun enfeksiyon yakınında mevcut olması veya birikimi patojenin enzimlerine dayanıklı pektin tuzların ve diğer komplekslerin oluşumuna neden olacaktır.

- **Patojen Enzimlerinin İnaktifleştirilmesi ile Korunma;** Çeşitli fenolik bileşikler veya onların oksidasyonu sonucu oluşan maddeler patojenlere doğrudan olan etkilerinden daha çok, patojenlerin enzimlerini önleyerek dayanıklılık kazandırmaktadır.

Nitekim bazı hastalıklarda dayanıklılık arttıkça pektinolytic enzimlerin aktivitelerini önleyen polyfenollerin miktarı artmaktadır.

- **Patojenlerin Toksinlerini Nötralize Etmek Suretiyle Korunma;** Bazı hastalık etmenleri toksin oluşturmaktadır.

Bitkilerde bu hastalığa karşı dayanıklılık, bu toksine karşı olan dayanıklılık demektir.

Ancak toksine dayanıklılığın tatminkar bir açıklaması bulunmamaktadır. Fusaric asit, pyricularin gibi bazı toksinlerin detoksifikasyonunun bir çok bitkide olduğu bilinmektedir.

Dayanıklı çeşitlerde bu toksinler süratle metabolize olmakta veya diğer maddelerle birleşerek toksin olmayan bileşiklere dönüşmektedir.

## 4.3 BİTKİLERDE PATOJENLERE KARŞI KORUNMA MEKANİZMASI

➤ **Solunumun Değişimi İle Korunma;** Dayanıklı çeşitlerde enfeksiyonu takiben solunum hassas çeşitlere göre daha hızlı bir artış göstermektedir.

Ancak bu artış birkaç gün içinde düşmektedir. Hassas çeşitlerde ise düşme olmaz. Solunumdaki hızlı artış metabolizmanın hızlanmasına neden olmaktadır.

Bu durum konukçuda korunma mekanizmasının hızlanmasına neden olmaktadır.

Bu durum konukçuda korunma mekanizmasının gelişimi için gerekli olan ortamı sağlamaktadır.

➤ **Biyosentetik Yolların Değişimi İle Korunma;** Bitkilerin yaralanması veya enfeksiyonu bitkide fizyolojik bir gerilim oluşturur, burada genellikle solunum hızlanır ve çeşitli enzimler aktifleşir.

Bazı gerilim koşullarında yeni enzim proteinleri oluşur, bazı bileşikler süratle sentezlenir ve mikroorganizmalara toksik konsantrasyonlarda birikir.

Enfeksiyon ve yaralanmada glikotik yol pentoz yoluna kayar ve bu da patojenlere toksik olan fenol bileşiklerin üretimi için gerekli maddeleri sağlar.

# 5. EPİDEMİYOLOJİ

Genel olarak epidemi; herhangi bir hastalığın salgın hale geçmesidir. Bitki patolojisinde bir hastalığın bir kültür bitkisini kitle halinde ve yaygın olarak istila etmesine **epidemi** denilmektedir.

Salgın hastalıkların çıkışlarını, çıkış nedenlerini, yayılışlarını, yayılmalarına etki eden faktörleri ve son buluşlarını inceleyen bilim dalına **epidemioloji** adı verilmektedir.

Epidemilerin meydana gelebilmesi için patojen, konukçu ve çevre şartlarının tam bir uyum halinde olması gerekmektedir.

Epidemilerin hızını ve derecesini bu üç faktör tayin eder. Örneğin, patojen saldırgan ve konukçu hassas olmasına rağmen çevre şartları uygun değilse epidemi gelişmez.



## 5.1 Epidemilerin Meydana Gelmesini Sağlayan Őartlar

➤ Konukçu Bitkinin Çokluęu

➤ Konukçu Bitkinin Hassaslığı

➤ Uygun Ara Konukçusunun Varlığı

➤ Hastalık Etmeninin Mevcut Olması

➤ Hastalık Etmeninin Virulent Olması

➤ Hastalık Etmeninin Süratla Çoęalabilme Özelliğine Sahip Olması

➤ Hastalık Etmeninin Kolayca Yayılabilme Özelliğine Sahip Olması

➤ Etmenin Gelişmesi İçin Optimal Çevre Şartlarının Bulunması

## 5.2 Epideminin Merkezi

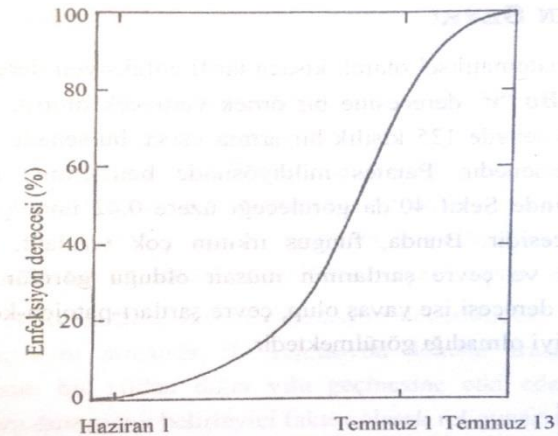
Epidemi, genellikle belli merkezlerden başlayıp bir yelpaze şeklinde yayılır. Bu merkezler, toprak altında veya toprak üstünde olabilir. Bunlar hastalık kaynağını oluşturur. Epideminin başladığı bu merkezlerin ortadan kaldırılması epideminin başlamasına engel olmak demektir.

Epideminin başladığı hastalık merkezleri enfekte olmuş bitki artıkları, hastalık etmeninin hayatının bir kısmını geçirdiği ara konukçular veya kültür bitkisinden başka, enfekte ettiği diğer bitkiler, çok yıllık bitkilerde hastalık etmeninin üzerinde devamlı bulunduğu konukçular, hastalık etmeni tarafından enfekte edilmiş veya bulaşık tohum, yumru, çubuk, bulaşık toprak vs. olabilir.

Bu yayılda hava akımları, rüzgar, su, böcekler, diğer hayvanlar ve insanlar rol oynar.

## 5.3 Epideminin Seyri

Epideminin matematiksel olarak kısaca tarifi enfeksiyon derecesinin ( $r$ ) incelenmesidir. Epideminin gelişmesi, grafik halinde çizilecek olursa bir "S" eğrisi ortaya çıkar. Eğriden de görüleceği gibi epidemi ilk önce yavaş, sonra hızlı ve daha sonradan tekrar yavaş seyreder.



Şekil 41. Normal değerler ile elde edilen enfeksiyon artış grafiği.

## 5.3 Epideminin Seyri

Genel olarak iki tip epidemi vardır. Bunlardan biri **basit**, diğeri ise **bileşik**dir. Epideminin tipi doğrudan doğruya patojenin özelliğine bağlı olarak, enfeksiyon süresi ve etmenin yayılması ile ilgilidir. Örneğin sürme hastalıklarında epidemi basittir.

Hastalık artışı aynı vejetasyon döneminde değil, yıllar arası gerçekleşir. Fakat pas hastalıklarında durum bileşiktir.

Zira hastalanan bitkiden dağılan üredosporlar daha başka bitkileri enfekte ederek vejetasyon dönemi içinde hastalık gittikçe yayılır.

Eğrinin incelenmesi ve değerlendirmesi güç olduğundan doğrultmak için;

Bileşik hastalık yayılışında,  $x = \log \frac{x}{1-x}$

Basit hastalık yayılışında ise,  $x = \log \frac{1}{1-x}$  değeri kullanılır.

### 5.3.1 Basit Artış

Örnek: Bir bahçede bulunan 100 hastalıklı ağaçtan yayılan hastalık etmeni, yılda 10 ağacı daha hastalandırıyor. Bu artış %10 demektir. Basit artışta ilk bulunan hastalıklı bitki sayısı sabit olarak kalır. Bu durum artış derecesi 1/10 ünite/yıldır. 1000 ağaç bulunan bir bahçede ise;

1 yıl sonraki artış  $1000x (1 + \frac{1}{10}) = 1100$ ,

2 yıl sonra ise  $1000x (1 + \frac{2}{10}) = 1200$  olacaktır.

## 5.3 Epideminin Seyri

### 5.3.2 Devamlı Olmayan Bileşik Artış

Bu artışta ise, yeni hastalanan bitki sayısı ilk hastalanan bitki sayısına ekleniyor. Bu durumda

1 yıl sonraki toplam hasta bitki sayısı,  $1000 (1 + 1/10)$  dur.

2. Yılda ki hasta bitki sayısı,  $1000 (1 + 1/10)^2$  dir.

10. Yılın sonunda ise,  $1000 (1 + 1/10)^{10}$  dur.

### 5.3.3 Devamlı Olan Bileşik Artış

Bu artışın hesaplanmasında, yeni hastalanan bitkilerin ilk hastalananlara eklenmesinde bir yıllık süre beklenmez.

Önceden hastalıklı olan bitki sayısı + Yeni hastalanan bitki sayısı = Toplam hastalıklı bitki sayısı

Devamlı olan bileşik artışta hesaplamalar aylık, günlük vs. üzerinden yapılır.

## 5.4 Bitki Hastalık Epidemilerinde Önceden Tahmin ve Erken Uyarı Sistemi

Epidemiler, bazı zamanlar bir ülkeyi ekonomik krize sokacak kadar önemli olabilmektedir. Bu nedenle epidemileri önceden tahmin etme ve çiftçileri uyarma konusunda tarımsal uyarma servisleri kurulmuştur.

Bu servis Türkiye’de 1978 yılında ön çalışmalar şeklinde başlatılmış ve bu gün elmalarda kara leke hastalığına karşı kullanılmaktadır.

Önceden tahmin ve erken uyarı yapabilmek için;

- Hastalık etmeninin biyolojisinin,
- Konukçusunun ekolojisinin,
- Çevre şartlarına bağlı meteorolojik verilerin tam olarak elde edilmesi gerekir. Sıcaklık ve nem birçok hastalıkların gelişme durumlarını belirlemede önemli faktörlerdir. Örneğin, patates mildiyösü ılık, serin ve yüksek neme ihtiyaç duyduğu halde, küllemeler fazla neme ihtiyaç duymazlar.

Erken uyarıda amaç, patojen bitkiye arız olmadan, çiftçiye gerekli önlemleri alabilecek zamanın bırakılmasıdır.



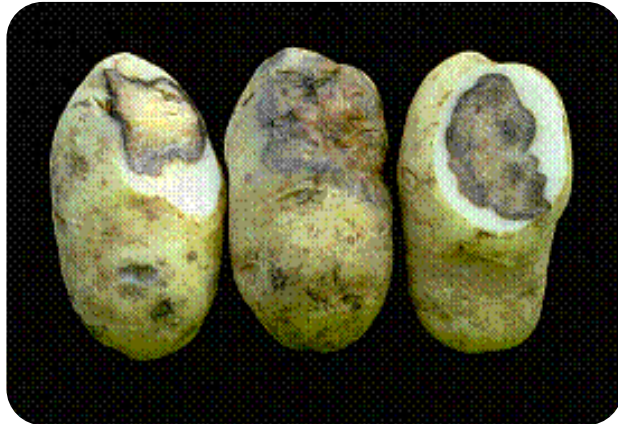
## 5.5 Epidemilerle Mücadele

Epidemiler sonucu, tarım ürünlerinde büyük kayıplar olduğundan, epidemileri önleyici tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Ancak epidemilerin gelişmesi için çok uygun olan dönemlerde ve çok kısa sürede süratla yayılma eğiliminde olan patojenlerde, bu tehlikeyi tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir.

Sadece epidemi geciktirilebilir veya hızı azaltılabilir.

Patates mildiyösü etmeninin %99'u ortadan kaldırılrsa bile, uygun şartlarda geri kalan %1'lik hastalık etmeni dahi, epideminin oluşması için yeterlidir.



# 5.5 Epidemilerle Mücadele

## 5.5.1 Kimyasal Mücadele

Bu tip mücadelede iki tip ilaçlama söz konusudur. Birincisi koruyucu olarak yapılan ilaçlama ve kullanılan ilaçlardır.

Bu tip mücadele, bitki gelişmeye başladıktan olgunlaşıncaya kadar devam ederek, gerek enfeksiyon öncesi ve gerekse enfeksiyon sonrası uygulanır.

Böylece, patojenin enfeksiyonu azaltılıp, epidemi geciktirilip, yavaşlatılır. Diğer kimyasal mücadele yöntemi ise, genellikle hastalık kaynağını baştan yok ederek, epidemiyi tamamen önlemek amacıyla uygulanır. Örneğin, tohum ilaçlaması ve toprak sterilizasyonu gibi.

**5.5.2 Dayanıklı Çeşitlerin Kullanılması ;** Çok dayanıklı veya bağışık çeşitler epideminin oluşmasına engel olur. Fakat, normal bir dayanıklılık sadece epideminin hızını azaltır, ve en zararlı dönemini geciktirmiş olur.

**5.5.3 Kültürel Yöntemler;** Uygulanan kültürel yöntemler epidemiyi yavaşlatır ve hatta çok etkili olanlar, bu tehlikeyi tamamen ortadan kaldırır. Ancak bu önlemlerin tüm çiftçiler tarafından uygulanması gerekmektedir.

# 6. HİJYEN VE TERAPİ

Bitki korumanın hedefi, bitkilerin hastalanmasını önlemek ve onları tedavi etmektir. İnsan ve hayvan hastalıklarının aksine bitki hastalıklarında her zaman tedavi mümkün olmamaktadır.

Tedavi bazı çevre şartlarının ve mineral madde noksanlıklarının oluşturduğu hastalıklarda yapılabilmektedir. Bu bakımdan önemli olan, bitkinin hastalanmasının önlenmesidir.

Bitkileri hastalıklardan korumaya yarayan tüm önlemlere **hijyen**, bitki hastalandıktan sonra tedavi amacıyla yapılan uygulamalara ise **terapi** adı verilmektedir.

Bitki hastalıkları ile savaş yöntemleri 5 ana grup altında incelenir. Bunlar;

1. Yasal Önlemler
2. Kültürel Önlemler
3. Biyolojik Yöntemler
4. Fiziksel Yöntemler
5. Kimyasal Yöntemler



# 6.1. YASAL YÖNTEMLER

fitopatolojik açıdan bazı hastalık etmenlerinin, parazit bitkilerin ve yabancı otların bulaşık olamayan yerlere girmesini önlemek amacıyla alınan tüm tedbirlere **karantina önlemleri** adı verilir.

Ülke içi ve ülkeler arası yapılan seyahatler ve taşımacılık beraberinde birçok hastalık ve zararlıların bulunmadığı yerler eğirmesine neden olmaktadır.

Türkiyede görülen birçok hastalık bu yolla gelmiş ve ekonomik düzeyde zarar oluşturmaktadır.

Türkiyede 15.5.1957 tarihli 6968 sayılı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina kanunu bazı maddeleri karantina ile ilgili yasal önlemleri içermektedir. Karantina **iç** ve **dış** olmak üzere ikiye ayrılır.

Dış karantina önlemleri, ülke dışından bitki veya çeşitli bitki aksamaları ile girebilecek hastalık etmenleri, yabancı otlar, parazit bitkiler ile zararlıların girmesini önlemeye yöneliktir.

Bu amaçla alınan yasal önlemler, **yasaklar** ve **şartlı ithal** müsaadesi olmak üzere 2 şekilde uygulanmaktadır.

## 6.1.1 Yasaklar

Ülke içinde bulunmayan hastalıkların ülkeye girmesini önlemek amacıyla yapılır.

# 6.1. YASAL YÖNTEMLER

## 6.1.2 Şartlı İthal Müsadesi (Şartlı Karantina Uygulamaları)

Bu uygulamada bitki veya ürünler ancak menşee ve sağlık kartları ile ithal edilebilirler. İthal etme belirli şartlara tabidir. Bu şartlardan en önemlileri şunlardır;

- Bitkinin veya ürünün önceden fumigasyona tabi tutulmuş olması,
- Bitkinin veya ürünün güvenilebilir bir sağlık sertifikasının olması,
- Giriş kapısında uzmanlar tarafından muayene edilmesi,
- Bitkilerin veya bitki parçalarının karantina istasyonlarında yetiştirilmesi, böylece hastalığın olup olmadığının belirlenmesi gerekir.

İç karantina zorlukları dış karantinadan çok daha fazla olup, Kontrolü çok güçtür. İç karantinanın asıl görevi, yurt içinde hastalıkla bulaşık sahaları temiz sahalardan tecrit etmektir.

## 6.2. KÜLTÜREL YÖNTEMLER

Kültürel önlemler, bitkilerin hastalık etmenleri için uygun olmayan, fakat bitkiler için en sağlıklı olan ortamlarda yetiştirilmesi amacıyla alınan önlemlerdir. Bu önlemler;

- Bitkilerin sağlıklı olarak yetiştirilmesi,
- Hastalık etmenleri için uygun olan koşulların ortadan kaldırılması,
- Hastalık etmenlerinin yayılmasını önlemektir.

### 6.2.1 Bitkilerin Sağlıklı Olarak Yetiştirilmesi

Uygun olmayan ekolojik koşullarda, sağlıklı olarak yetiştirilen bitkilerde hastalık oranı yüksek olmaktadır. Uygun ekolojik koşulların sağlanmasında iklim faktörlerinin büyük etkisi bulunmaktadır. Ayrıca toprak faktöründe hastalıkların ortaya çıkışında etkili olmaktadır.

- **İklim Yönünden Alınması Gereken Önlemler;** Bunlardan en önemlileri, bitkileri düşük sıcaklık ve don etkisinden korumak, havanın rutubetini sulama vs. ile değiştirmek, rüzgar kıranlar koymak suretiyle hava akımlarının önüne geçmek ve toprağın ısını ve rutubetini sulama yapmak suretiyle ayarlamaktır.
- **Toprak Yönünden alınması gereken Önlemler; Toprak işleme;** amaç bitkilerin optimum olarak yetişmeleri için toprak şartlarının düzeltilmesidir. İyi bir toprak işleme zamanında ve ekimden önce yapıldığında birçok yabancı otu imha eder, ve böylece yabancı otlar üzerinde barınan çok sayıda hastalık etmeni ve zararlıyı ortadan kaldırır. Ayrıca, ekimden sonra yapılacak toprak işleme kültür bitkilerinin kardeşlenmesini teşvik eder.

## 6.2. KÜLTÜREL YÖNTEMLER

**Gübreleme;** Bilinçli bir şekilde yapılan gübreleme, bitkilerin sağlam yapılı, verimli olmasına yardım eder.

Toprakta makro ve mikro besin elementlerin eksiliği sonucu bitkilerde bazı arazlar ortaya çıkar, bu durum gübreleme sayesinde önlenmiş olur. Ayrıca bazı gübreler toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzeltir.

Tek yönlü yapılan gübreleme sonucu bitkilerin hastalıklara olan hassasiyet artmaktadır. Örneğin, hububatlarda aşırı azotlu gübreleme sonucu pas ve külleme hastalıklarına karşı hassasiyet artmaktadır.

Fazla miktarda K bitkinin direncini artırırken, CA ise toprağın pH'sını ayarlar ve bundan doğacak hastalıkları önler.

**Sulama;** Uygun sulama, bitkinin sağlıklı olmasını ve hastalıklara karşı direncinin artmasını sağlar. Az veya aşırı sulama bitkiyi patojenlere karşı hassaslaştırır.

## 6.2. KÜLTÜREL YÖNTEMLER

### 6.2.2 Hastalık Etmenleri İçin Uygun Olan Koşulların Ortadan Kaldırılması

Alınabilecek önlemler şu şekilde sıralanabilir.

**Bitkilerin Vejetasyon Döneminin Ayarlanması;** Kültür bitkileri ile patojenlerin gelişimi paralel olarak devam eder. Bitkilerin ekimi geç veya erken yapmak suretiyle bu paralellik ortadan kaldırılır.

Örneğin orta Anadoluda kara pas enfeksiyonlarından korunmak için erken ekim önerilmektedir.

**Ekim Nöbeti (Rotasyon);** Aynı arazi parçasında sürekli olarak aynı cins ve tür bitkilerin ekimi o bitkilere ait hastalık etmenlerinin o arazi parçasında çoğalmasına ve buna paralel olarak da o bitkilerin gittikçe hastalıklardan daha fazla zarar görmesine neden olur.

Bitki rotasyonu özellikle topraktan kaynaklanan ve çok kısa sürede süratle yayılma eğilimi göstermeyen patojenlere karşı uygulanır. Rotasyonun süresi hastalık etmenin o arazide konukçusuz olarak hayatta kalma süresine bağlı olarak değişmektedir.

## 6.2. KÜLTÜREL YÖNTEMLER

### 6.2.3 Hastalık Etmenlerinin Yayılmasını Önlemek

Hastalığın yayılmasının önlenmesi için sanıtasyona ve eradikasyona başvurulmaktadır.

**Sanıtasyon;** Bir hastalığın başlama ve bulaşmasını önlemek amacıyla alınan tüm önlemlerdir.

Bu önlemler, hastalıklı yaprakların dal ve meyvelerinin toplanması ve imhası, tarla bitkilerinde bitki artıklarının toplanıp yakılması veya gömülmesi, budama aletlerinin ve bıçakların her kullanışta dezenfekte edilmesi, temiz ve hastaliksız ambalaj kaplarının kullanılması, bulaşık veya enfekteli olmayan tohum ve vejetatif çoğalma materyali kullanmaktır.

**Eradikasyon;** Hastalık etmenlerine çeşitli şekillerde yataklık yapan ara konukçuların veya aracı bitkilerin yok edilmesidir.

Örneğin, kara pas'ın ara konukçusu berberis'in eradikasyonu, bu eradikasyonla hastalığın bir sonraki yıla intikali ve berberis üzerinde yeni ırkların oluşumu önlenmiş olur. Bazı durumlar patojenle birlikte kültür bitkisinde yok edilir.

Bu işlem yurda yeni giren ve süratle yayılma eğilimi gösteren hastalıkların imhasında uygulanır. Örneğin 1961 yılında yurdumuza Avrupa'dan giren tütün mildiyösü için böyle bir eradikasyon uygulanmıştır.

## 6.3 BİYOLOJİK YÖNTEMLER

Biyolojik yolla hastalıkların kontrolü dayanıklı çeşitlerin kullanılması, patojene antagonist olan veya onu parazitleyen diğer mikroorganizmalar kullanılarak yapılmaktadır.

### 6.3.1 Dayanıklı Çeşitler Kullanmak

Bitki hastalıklarının kontrolünde, dayanıklı çeşitlerin kullanılması en ucuz, en kolay, en emin ve en etkili yoldur.

Dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi sadece hastalıkların oluşturduğu kayıpları azaltmak veya tamamen yok etmekle kalmaz, aynı zamanda ilaçlama veya diğer kontrol yöntemlerinde yapılan masrafları da en aza indirir. Vasküler patojenler, paslar, virüsler gibi diğer kontrol yöntemleri ile yeterli olarak veya hiç kontrol edilemeyen hastalıklarda da tek yol dayanıklı çeşitlerin kullanımınıdır.

Dayanıklı çeşit elde etmede dört ana yöntem kullanılmaktadır.

- **Seleksiyon**; bu tip çalışmalarda metod, hastalığın kesif olarak çıktığı yıllarda ve yerlerde hasta bitkilerin arasından sağlamlarının aranıp seçilmesidir. Seçilen bu bireylerin tesadüfen mi yoksa dayanıklı oldukları için mi sağlam kaldıklarını anlayabilmek için suni epidemiyotamlarında yetiştirilerek, hastalanma durumlarına bakılır. Bu ortamda dayanıklılık gösteren fertlerin agronomik karakterleri göz önüne alınarak üretimlerine geçilir.

## 6.3 BİYOLOJİK YÖNTEMLER

- **Mutasyon;** Bitkiler suni olarak mutasyona uğrattılır ve arazide mutasyon sonucu dayanıklı olarak belirlenen fertler suni epidemiy ortamlarında yetiştirilerek dayanıklılıklarını sürdürme özelliklerine bakılır. Dayanıklı olanların üretimine geçilir.
- **Melezleme;** Bu metotta, diğer agronomik özellikleri kötü de olsa hastalığa dayanıklı çeşitler alınır. Bunlar agronomik özellikleri iyi olan diğer bir çeşitle melezlenir. Bundan elde edilen F1 melezleri kendi aralarında çaprazlanarak F2'ler elde edilir. Daha sonra bunlar arasında seleksiyon yapılır. Kötüler alınır, amaca uygun olanlar geriye doğru melezlenerek homozigot hatlar elde edilir. Bu homozigot hatların daha sonra üretimine geçilir.
- **Genetik Mühendisliğinden yararlanılarak gen aktarımı;** Bu yöntemde, prokaryotik veya eukaryotik hücre genomunda dayanıklılığı sağlayan genin özel yöntemlerle kesilerek taşıyıcı (vektör) DNA'sı ile birleştirilmesi veya direkt olarak alıcı hücreye transferi yapılabilmekte ve takiben alıcı hücrede genin yerleşmesi sağlanmaktadır.

**Direkt ve indirekt gen aktarımı** olmak üzere iki ana yöntem kullanılmaktadır.

**Direkt gen aktarımında,** dayanıklılığı sağlayan genin belirlediği organizmanın genomu saf olarak elde edildikten sonra, yeri belirlenen gen alıcı hücrenin protoplastına çeşitli yöntemlerle (mikroenjeksiyon, ultra viole lazer mikroişınlanma, polietilen glikol ile kimyasal uygulama, partikül bombardımanı vs. ) direkt olarak verilmektedir.



## 6.3 BİYOLOJİK YÖNTEMLER

Bu metotta alıcı hücrelerin protoplast olması zorunluluğu olduğundan, alıcı hücrelerin duvarları çeşitli enzimlerle ortadan kaldırılmaktadır. Böylece ince bir hücre membranı kalmakta ve yabancı DNA'nın kolayca girişine imkan sağlanmaktadır.

**İndirekt gen aktarımında**, dayanıklılığı sağlayan genin bulunduğu organizmanın genomu saf olarak elde edildikten sonra, yeri belirlenen genin bir vektör aracılı ile alıcı hücreye transferi gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla *Agrobacterium tumefaciens* kullanılmaktadır.

### 6.3.2 Çapraz Korunma

Çapraz korunma, daha çok bir bitkinin bir patojenin az virulent bir ırkı ile inokule edilerek aynı patojenin virulent ırkına karşı bağışıklık kazandırılmasıdır. Bu durum genellikle virus ırkları arasında sağlanmaktadır.

Domateste TMW ve turunçgillerde göçüren (Tristeza) hastalığında bu yöntem uygulanmış ve iyi sonuç alınmıştır.

## 6.3 BİYOLOJİK YÖNTEMLER

### 6.3.3 Hiperparazitizm ve Antagonizm

Bazı bitki patojenlerini parazitleyip öldüren veya yapılarını bozan etmenlere **hiperparazit**, çıkardıkları salgılarla, diğer patojenlerin gelişmesini engelleyenlere ise **antagonistik organizma** denir.

Bir çok organizmanın bitki patojenlerinin gelişmelerini engelledikleri ve bunlardan dolayı oluşacak bitki hastalıklarını önledikleri laboratuvarı, sera ve tarla denemlerinde belirlenmiştir. Bugüne kadar sadece 6 mikroorganizma tescil edilmiş ve dünyanın değişik ülkelerinde ticari olarak satılmaktadır. Bu 6 mikroorganizmadan üçünü funguslar oluşturmaktadır. Bunlar; ***Gliocladium virens*** fide yastığındaki bitkilerin fide hastalıklarına neden olan ***Pythium*** ve ***Rhizoctonia***'ya karşı **GlioGard** adı ile, ***Trichoderma harzianum*** ***Botrytis cinerea*** ve toprak kökenli funguslardan ***Fusarium graminearum***, ***Guignardia bidwelli***, ***Pythium ultimum***, ***Rhizoctonia solani*** ve ***Sclerotinia homeocarpa***'a karşı **F- Stop** adı ile ve ***Trichoderma harzianum***/***Trichoderma polysporum*** ağaç göçüren hastalığının kontrolü için **BinabT** adları ile satılmaktadır.

## 6.3 BİYOLOJİK YÖNTEMLER

Diğer üç mikroorganizma ise bakterilerden ibaret olup, bunlar; **Agrobacterium radiobacter K-84** **Agrobacterium tumefaciens**'e karşı **Galex** Veya **Galltrol**, **Pseudomonas fluorescens** pamukta fide çökertene neden olan **Rhizoctonia** ve **Pythium**'a karşı **Dagger G** ve **Bacillus subtilis Kodiak** ticari adla satılmakta ve çeşitli bitki tohumlarına uygulanmaktadır.

Bazı fungal ve bakteriyel hastalıklar örneğin mısırlarda **Fusarium** kök çürüklüğü ve çeşitli bitkilerde kök kanseri hastalığı, bu bitkilerin tohumlarının, fide ve fidanlarının bu hastalık etmenlerine karşı antagonistik fungus ve bakteri içeren solüsyona daldırılması ile kontrol edilebilmektedir.

Diğer taraftan toprakta antogonistik mikroorganizmaları teşvik edecek bazı maddelerin toprağa verilmesi buradaki hiperparazitlerin de artmasını teşvik ederek topraktaki fitopatojenik fungusların ve buna paralel olarak oluşturdukları hastalıkların azalmasını sağlamaktadır. Ayrıca toprağın kısmi sterilizasyonu ve toprağa selektif fungusit uygulanması ile benzer sonuçlar alınabilmektedir.

Bu tip uygulamalar toprakta bitki patojenlerine antagonist olan veya toksik antibiyotikler oluşturan **Trichoderma** veya çeşitli **Actinomyces**'ler gibi mikroorganizmaların aktivitelerini ve çoğalmalarını teşvik etmektedir.

# BİYOLOJİK YÖTEMLER

Pas,mildiyo ve külleme etmenleri ile *Pythium*, *Helminthosporium* ve *Sclerotium*'a hiperparazit olan birçok fungus bilinmektedir. Bunlar;

Antagonist Fungus	Etkilediği Fungus
<i>Coniothyrium minitans</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Sclerotium cepivorum</i>
<i>Epicoccum purpurascens</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>
<i>Gliocladium virens</i>	<i>Pythium ultimum</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>
<i>Penicillium oxalicum</i>	<i>Pythium ultimum</i>
<i>Rhizoctonia spp.</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>
<i>Sporidesmium sclerotivorum</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
<i>Talaromyces flavus</i>	<i>Verticillium dahliae</i>
<i>Trichoderma lignorum</i>	<i>Colletotrichum spp.</i> , <i>Fusarium spp.</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>

## 6.4 FİZİKSEL YÖNTEMLER

Fiziksel yöntemler, başlıca mekanik ve termik yolları içermektedir.

### 6.4.1 Mekanik Yöntemler

Bunlar, hastalık etmeninin uzaklaştırılması amacıyla yapılan uygulamalardır. Nitekim, meyve bahçelerinde yere dökülen hastalıklı yaprak ve meyvelerin, ağaçta kalan meyvelerin ve kurumuş dalların toplanması bu amaçla yapılmaktadır. Tarlalarda, bitki artıklarının sürülerek toprak altına devrilmeside mekanik bir yöntemdir. Diğer taraftan ağaçlarda, hastalıklı dalların uzaklaştırılması için yapılan budama, yine ağaçlarda görülen tümörlerin kazınip temizlenmesi ve bir çok bitkide hasta kısımların buradaki patojenin spor verip yayılmaya başlamadan önce kesilip uzaklaştırılması, mücadelede etkili mekanik yollardır. Ancak, çoğu kez mekanik mücadele termik yolla tamamlanmaktadır. Toplanan hastalıklı bitki materyali imha edilmek üzere yakılmaktadır.

### 6.4.2 Termik Yöntemler

Termik yöntemler toprak sterilizasyonu, çoğalma organlarının dezenfeksiyonu, bitkileri virüsten arındırma ve depolama öncesi ürünlerin iyileştirilmesi amacıyla yapılmaktadır.

## 6.4 FİZİKSEL YÖNTEMLER

**Toprak Sterilizasyonu;** Seralarda ve tohum yastıklarında doğrudan sıcak su veya buharla yapılmaktadır. Bu sterilizasyon, toprağın en az 30 dakika, 82 °C'nin üzerindeki sıcaklıkta tutulması ile gerçekleşir. Toprak sterilizasyonu, bazen elektrik enerjisi ile sağlanan bir sıcaklık uygulaması ile yapılmaktadır.

**Bitki Üretim Organlarına Sıcak Su Uygulaması;** Sıcak su uygulaması, enfekteli veya bulaşık olan tohumlarda, yumrulara ve soğanlarda bulunan patojenlerin imhası için yapılmaktadır. Örneğin, hububatlarda açık rastıkta tohumun embriyosunda bulunan patojen bu yolla etkisiz hale getirilmektedir. Bu yöntemde dikkat edilecek nokta, sıcaklık ve sürenin çoğalma materyaline zararlı olmayacak şekilde belirlenmesi ve uygulanmasıdır.

**Sıcaklık Uygulaması İle Bitkilerden Patojenlerin Elemine Edilmesi;** Sıcaklık uygulaması, bir çok virüs, fitoplazma ve zorunlu vasküler bakterilerin neden olduğu hastalıklarda başarı ile uygulanmaktadır. Bu yöntemde dormant halde bulunan bitkilere veya yumrulara 35-54 °C sıcaklık dereceleri sınırları içinde birkaç dakika ile bir kaç saat süren sıcak su uygulaması yapılmaktadır. Aktif olarak gelişen bitkilere de benzer şekilde sıcak su uygulaması, fakat genellikle sıcak hava uygulaması yapılmaktadır. Sıcak hava için genellikle 35-40 °C optimum sıcaklık olarak belirlenmiştir.

## 6.4 FİZİKSEL YÖNTEMLER

**Depolanacak Bitki Materyaline Sıcak Hava Uygulaması;** Bitkilerin bazı depolanacak organları bir süre sıcak havada bırakıldığında, yüzeylerde toplanan aşırı nem kurumakta, bu durum bu organlar üzerindeki yaraların iyileşmesine yardımcı olacağı gibi, bazı patojenlerin enfeksiyonunu da önlemiş olacaktır. Örneğin, tütün yapraklarına sıcak hava uygulaması, yapraklardaki nemi uçurarak onları çeşitli saprofit fungal ve bakteriyel etmenlerden korur.

**Düşük Sıcaklık Uygulaması;** Düşük sıcaklık, hasat sonrası hastalıklardan korunmada genel olarak kullanılan bir yöntemdir. Genellikle sulu dokuları bulunan bitki aksamalarının depolanmasında kullanılmaktadır. Özellikle 0°C'nin hemen üzerindeki düşük sıcaklıklar bitki dokuları üzerinde veya içinde bulunan patojenleri öldürür veya en azından onların gelişmesini yavaşlatır. Bu yöntem, hem depolama hem de taşımada uygulanmaktadır.

### 6.4.3 Radyasyon Uygulaması

Ultraviyole ve X ışınları gibi elektromanyetik radyasyonları veya alfa, beta gibi partikül radyasyonları veya meyve ve sebzeler üzerinde bulunan patojenleri öldürmek suretiyle, hasat sonrası hastalıkları kontrol etmede kullanılmak için çalışmalar yapılmaktadır.