



AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ
BİTKİ KORUMA BÖLÜMÜ

BİTKİ KORUMA
(Fitopatoloji Kısmı)
DERS NOTLARI

2021

İÇİNDEKİLER

1 Giriş	1
1.1 Bitki Hastalıklarının Tarihteki Etkileri	2
1.1.1 Ergotizm (<i>İnsan Sağlığı ve Sosyal Hayat Üzerine</i>)	2
1.1.2 Büyük İrlanda Kıtlığı (1845–1860) (<i>Kıtlık ve Açlık</i>)	2
1.1.3 Kahve Pası (<i>Ekonomik Etki</i>)	3
1.1.4 Kestane Kanseri (<i>Epidemik Hastalıklar ve Karantina Kısıtlamaları</i>)	3
1.2 Bitki Hastalıklarının Bitkisel Üretimdeki Önemi	3
1.3 Bitkilerde Hastalığın Oluşumu ve Tanımı	6
1.3.1 Hastalığı Oluşturan Koşullar	6
1.4 Bitki Hastalıklarının Sınıflandırılması – Etiyoloji	9
1.4.1 Abiyotik Hastalıklar (<i>Paraziter, Enfeksiyonel Olmayan Hastalıklar</i>)	10
1.4.2 Biyotik Hastalıklar (<i>Paraziter, Enfeksiyonel Hastalıklar</i>)	15
1.5 Patojen–Bitki İnteraksiyonu	16
1.5.1 Beslenme Şekilleri	16
1.5.2 Patojenlerin Kullandıkları Silahlar	17
2 Hastalıkların Gelişim Evreleri	20
2.1 İnokulasyon	21
2.2 Penetrasyon	22
2.3 Enfeksiyon	25
2.4 Patojenlerin Gelişmesi ve Çoğalması (Kolonizasyon)	27
2.5 Patojenlerin Yayılması	27
2.6 Patojenlerin Olumsuz Koşulları Geçirmesi (Kışlaması/Yazlama)	29
2.7 Hasta Bitkide Görülen Belirtiler	30
2.7.1 Hücre Doku Patolojisi Açısından Belirtiler	30
2.7.2 Patojen Yapılarının Oluşturduğu Belirtiler	35
3 Fungal Hastalıklar	38
3.1 Fungusların Somatik Yapısı	39
3.2 Funguslarda Üreme	40
3.2.1 Eşeysiz Üreme (<i>Aseksüel üreme</i>)	40
3.2.2 Eşeyli üreme (<i>Seksüel Üreme</i>)	42
3.3 Fungusların Bitkiye Giriş Yolları (Bkz. Penetrasyon, Sayfa 22)	44
3.4 Fungusların Oluşturduğu Belirtiler (Bkz. Hasta Bitkide Görülen Belirtiler, Sayfa 30)	44
3.5 Fungusların Yayılması (Bkz. Patojenlerin Yayılması, Sayfa 27)	44
3.6 Fungusların Sınıflandırılması	44
3.7 Bitkilerde Görülen Önemli Fungal Hastalık Grupları	48
3.7.1 Mildiyö Hastalıkları	48
3.7.2 Külleme Hastalıkları	51
3.7.3 Pas Hastalıkları	53
3.7.4 Rastık ve Sürme Hastalıkları	56
3.7.5 Kök ve Kök–Boğazı Çürüklükleri	59
3.7.6 Solgunluk Hastalıkları	61
3.7.7 Meyve Çürüklüğü Hastalıkları	63
3.7.8 Yaprak Lekesi Hastalıkları	65
3.7.9 Kanseri Hastalıkları	67
4 Bakteriyel Hastalıklar	70
4.1 Yaprak Sürgün ve Meyvelerde Leke ve Nekroz Hastalıkları	78
4.2 Bakteriyel Kanseri ve Geriye Doğru Ölüm	79
4.3 İletim Demetleri Solgunlukları	80
4.4 Yumuşak Çürüklükler	81
4.5 Tümör Oluşumu	81
4.6 Spiroplasma, Phytoplasma ve İletim Demetlerinde Yaşayan Bakteriyel Patojenler	82
4.7 Belirti Gruplarına Göre Bitkilerde Görülen Önemli Bakteriyel Hastalıklar	82

4.7.1 Yaprak, sürgün ve meyvelerde leke ve nekroz hastalıkları	82
4.7.2 Bakteriye kanser ve geriye doğru ölüm	82
4.7.3 İletim demetleri solgunlukları (Vasküler solgunluk)	83
4.7.4 Yumuşak çürüklikler	83
4.7.5 Hiperplastik belirtiler (tümör, ur oluşumu)	83
4.7.6 Spiroplasma, Phytoplasma ve iletim demetlerinde yaşayan bakteriyel patojenler	83
4.8 Bitki Bakteri Hastalıkları ile Mücadele	83
5 Virüs Hastalıkları	86
5.1 Bitki Virüslerinin İsimlendirilmeleri ve Sınıflandırılmaları	91
5.2 Virüslerin Morfolojik Yapıları	93
5.3 Kimyasal Yapı	98
5.4 Virüslerin Çoğalmaları ve Yayılmaları	99
5.5 Virüslerin Konukçudan Konukçuya Taşınmaları	101
5.5.1 Bitki Özsuğu ile Mekaniksel Taşınma	101
5.5.2 Vejetatif Üretim Materyali Taşınma	101
5.5.3 Küsküt ile Taşınma	102
5.5.4 Tohumla Taşınma	102
5.5.5 Çiçek Tozu ile Taşınma	102
5.5.6 Vektörlerle Taşınma	102
5.6 Virüs Hastalıklarının Kontrolü	106
5.7 Türkiye’de Bitkilerde Görülen Önemli Virüs Hastalıkları	107
5.7.1 İncir Mozaik Hastalığı (Fig Mosaic Disease)	107
5.7.2 Arpa Sarı Cücelik Virüsü (Barley Yellow Dwarf Luteovirus-BYDV)	108
5.7.3 Tütün Mozaik Virüs Hastalığı (Tobacco Mosaic Tobamovirus ToMV)	110
5.8 Viroidler	111
6 Yabancı Otlar	113
6.1 Yabancı Otların Zararları	113
6.2 Yabancı Otların Kültür Bitkilerine Olan Üstünlüklerinin Nedenleri	118
6.3 Yabancı Otların Sınıflandırılması	120
6.4 Yabancı Otlarda Yayılma ve Bulaşma	124
7 Tarımsal Mücadele	130
7.1 Yasal Yöntemler	131
7.2 Kültürel Önlemler	132
7.3 Fiziksel Yöntemler	140
7.3.1 Mekanik Yöntemler:	140
7.3.2 Termik Yöntemler:	141
7.4 Biyolojik Mücadele	143
7.5 Kimyasal Mücadele	146
7.5.1 Pestisitlerin Sınıflandırılması	146
7.5.2 Kimyasal Mücadele Yöntemleri	148
7.5.3 Toprak Kaynaklı Hastalıklarla Kimyasal Mücadele	149
7.5.4 İlaçlama Hataları	152
7.5.5 İnsan ve Çevre Sağlığı Yönünden Alınması Gereken Önlemler:	153
7.6 Entegre Mücadele	154



1 Giriş

Gerek yabani gerekse kültüre alınmış bitkiler yetiştikleri çevre tarafından ihtiyaçları karşılandığı sürece normal gelişmelerini devam ettirirler. Normal bir gelişme seyrinde bitki tohumları çimlenir, kök, gövde, yaprakları oluşur, gelişir, çiçek açar ve meyve oluşturur. Uygun toprak koşulları, sıcaklık, nem, ışık gibi faktörler bitki gelişimini en çok etkileyen çevresel faktörlerdir. Ayrıca her canlı gibi bitkiler bulundukları bu çevre içerisinde yalnız değildirler. Aynı ortamı birçok canlı ile paylaşmak durumundadırlar. Bu paylaşım zaman zaman bir savaşa dönüşebilir ve birinin diğerine zarar verdiği durumlarla karşılaşılabilir.

Bitkiler güneş enerjisini besin maddesine çevirme özelliğine sahip ender canlı gruplarından. Bünyeleri besin maddesi, protein, yağlar ve vitaminler yönünden oldukça zengindir. Bu nedenle bu besinleri kendisi oluşturamayan canlı grupları tarafından sık sık saldırıya uğrarlar. Bitkilerin kök, gövde, yaprak ve meyve gibi organları çok sayıda böcek ve hayvan türü ve hatta insanlar için besin kaynağını oluşturur.

Bunun yanında bitkiler gözle görülmeyecek kadar ufak virüs, bakteri ve fungus gibi mikroorganizmaların saldırısına da uğrayabilirler. Bu saldırılar sonucunda yavaş yavaş bitki dokuları tahrip edilir ve bitkilerde hastalık adını verdiğimiz durum ortaya çıkar. Hastalanan bir bitki fizyolojik fonksiyonlarını yerine getiremez hale gelir, büyümesi durabilir, dokuları zarar görebilir ve çürüyebilir. Kısmi organ ölümlerinin yanında bitki tamamen ölebilir. Ayrıca, bitkiler aynı ortamı paylaştıkları yabancı otlarla besin, su ve yer rekabetine girerler ve yenik düştüklerinde de yaşamları olumsuz etkilenir.

Fitopatoloji; bitki hastalıklarını inceleyen bilim dalıdır. Fitopatoloji terimi Fito (bitki), pato (hastalık), loji (bilim) kelimelerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Fitopatoloji bilim dalı içerisinde; bitki hastalıklarının oluşum nedenleri, bitki hastalıklarının oluşumuna etki eden faktörler, bitkilerde hastalık oluşum mekanizmaları, bitki hastalıklarının kontrolü gibi konularda çalışmalar yürütülür. En nihayetinde elde edinilen bilgiler ile bitki hastalıklarının ürünlerde neden olduğu verim ve kalite kayıplarının azaltılması, bitki patojenlerinin insanlara, diğer canlılara ve ekolojik sisteme verdikleri zararın önlenmesi hedeflenir. Bunun dışında hastalıklara karşı önerilen mücadele yöntemlerinin insan ve çevre sağlığı üzerine olumsuz etkileri de üzerinde durulan konulardır. Son yıllarda özellikle çevre



dostu hastalık kontrol yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar ağırlıklı olarak bu bilim dalının çalışma konuları arasında yer almıştır.

1.1 Bitki Hastalıklarının Tarihteki Etkileri

Eski çağlardan günümüze kadar bitki hastalıkları neden olduğu açlık, kıtlıklarla ve zehirlenmelerle milyonlarca insanın ölümüne neden olmuş ve hayatını etkilemiştir. Ülkelerin ekonomilerini etkileyerek birtakım sosyal problemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Şüphesiz insanların tarım yapmaya başladığı yıllarda da günümüzde olduğu gibi bitkilerin üzerinde yaşayan birtakım mikroorganizmalar bulunmakta idi ve bunlar bitkilere zarar vererek ürün kayıplarına ve insanlarda açlıklara sebep olmaktaydı. M.Ö. 750 yılında yazıldığı öne sürülen Tevrat'ta bitki hastalıklarının da insan hastalıkları ve savaş kadar tehlikeli bir durum olduğundan bahsedilmektedir. Eski çağlarda insanlar bitki hastalıklarının Tanrının insana verdiği bir ceza türü olduğunu düşünerek, bu nedenle çok sayıda dini törenler yapmış ve kurban vermişlerdir. Örneğin Eski Romalılar buğdayda pas hastalığını kontrol eden “Robigo” isimli bir Tanrının varlığına inanmışlardır. Pas hastalığının ortaya çıktığı günlerde “Robigalia” adında dini tatilleri olurdu ve bu günlerde tanrıların memnun etmek için köpek ve koyun kurban ederlerdi. Bitki hastalıkları konusunda bu türden inançlar günümüzde de bazı topluluklar içerisinde varlığını devam ettirmektedir.

1.1.1 Ergotizm (İnsan Sağlığı ve Sosyal Hayat Üzerine)

M.S. 900–1400 lerde *Claviceps purpurea* isimli bir fungusun neden olduğu Çavdar Mahmuzu isimli hastalık epidemilere yol açarak insanlarda bir dizi sağlık problemlerine neden olmuştur. Tahıllarda çavdar ve buğday meyveleri üzerinde sklerotlar halinde oluşan bu hastalık gıda olarak tüketilen unların içine karışarak insanlarda zehirlenmelere neden olmuştur. Sklerotlar alkaloidli bileşikler içermektedir. Bu alkaloidli bileşikler insanlarda halüsinasyonlara, şiddetli ateşe, hamile kadınlarda düşüklere, ayrıca kol ve parmaklarda kangrene neden olmakta idi. 1690'lı yıllarda Amerika da bu hastalıklı tahılları tüketen insanlar gördükleri halüsinasyonlar sonucu o dönemde yasak olan cadılık faaliyetlerine karıştıkları düşünülerek suçsuz yere asılmışlardır.

1.1.2 Büyük İrlanda Kıtlığı (1845–1860) (Kıtlık ve Açlık)

Patates, 1800'lü yılların ortalarında İrlanda halkının en önemli besin kaynağı olup, birçok kişinin günlük gıda kaynağını oluşturmakta idi. 1845 yılında Patates Mildiyösü (*Phytophthora infestans*)



isimli bir fungusun neden olduğu hastalık Amerika kıtasından Avrupa kıtasına bulaşmış ve İrlanda’da patates tarlalarının çoğunu tahrip etmiştir. Hastalık diğer Avrupa ülkelerinde de çok önemli zararlara neden olmuştur. Bu salgın 5 yıl devam etmiş, bu yıllar içerisinde ortaya çıkan açlık ve kıtlıklar sonucu 1 milyondan fazla insan ölmüş, 2 milyona yakın insan da başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere diğer ülkelere göç etmek zorunda kalmıştır. Fitopatoloji Bilim Dalı’nın başlangıcı da o yıllarda Antony De Bary isimli bilim adamının Patates Mildiyözü üzerine yaptığı deneyler ile olmuştur.

1.1.3 Kahve Pası (Ekonomik Etki)

Kahve, geçmişten günümüze popüler bir içecek olup ticareti sebebiyle ekonomik açıdan son derece önemli bir üründür. 1800’lü yılların sonuna doğru kahvelerde yeni bir hastalık olan kahve pası Seylan’da tüm kahve bahçelerini tahrip ederek, büyük ekonomik krize yol açmıştır. Seylan’ın 45 milyon kilogram olan yıllık kahve üretimi 1889 da 2.3 milyon kilograma düşmüştür. Bunun bir sonucu olarak birçok üretici firma, banka ve ticaret şirketi batmıştır. Kahve bahçelerinin yerinde çay bitkisi yetiştirilmeye başlanmıştır. Böylece Avrupa ülkeleri özellikle İngiltere çay ile tanışmış ve çay bu kıtada da en önemli içeceklerden biri haline gelmiştir.

1.1.4 Kestane Kanseri (Epidemik Hastalıklar ve Karantina Kısıtlamaları)

Kestane Kanseri; ilk olarak 1904 yılında ABD’de görülmesinin ardından geçen 50 yıl içerisinde 3–4 milyar kestane ağacının ölümüne neden olmuştur. Bazı hastalıklar yeni bir coğrafik bölgeye girdiklerinde geldikleri bölgelere göre çok daha tahripkâr olabilmektedirler. Uzak Doğudan ABD’ye girdiği daha sonra anlaşılan Kestane Kanseri Çin ve Japon kestanelerine önemli bir zarar vermezken Amerikan Kestanesini kısa sürede öldürebilmektedir. ABD’ye giriş yapmasını takiben hastalık neredeyse ülkenin tüm kestaneliklerine yayılmış ve geçtiğimiz yüzyılda kestane ormanlarının neredeyse tamamını yok etmiştir. Halen Türkiye dahil olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde hastalık kestane ağaçlarını kurutmaya devam etmektedir. Bu türden durumların yaşanmaması adına ülkeler kendi aralarında hastalıklı bitkisel materyalin giriş ve çıkışını düzenleyen Bitki Karantinası yasalarını oluşturmuştur.

1.2 Bitki Hastalıklarının Bitkisel Üretimdeki Önemi

Bitki Hastalıkları insan hayatını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebilmektedir. Ticari boyutta bir tarımsal üretim ciddi anlamda bir insan gücü ile hammadde kullanımı (tohum, soğan, fide, gübre, pestisit vb.) gerektirmektedir. Kazançlı bir üretim için üründe verim ve kalite son derece önemlidir.



Bitkisel üretimde verim ve kalite azalmasına sebep olan faktörlerin başında bitki hastalıkları gelmektedir. Hastalık sebebiyle bitki zayıflar, gelişmesi geriler, dokuları çürüyebilir veya tamamen ölebilir. Bitkilerin hasat edilen kısım veya organları zarar gördüğü durumlarda direk ürün kaybından söz edilebilir. Örneğin, elma, armut, şeftali, çilek gibi meyvesi hasat edilen bitkilerde meyve çürüklüğü hastalıkları sebebiyle meyveler hasat edilemez hale gelebilir. Marul, ıspanak, maydanoz, tütün gibi yaprağı hasat edilen bitkilerde yaprak hastalıkları sebebiyle yapraklar tamamen veya kısmen tahrip olabilmektedir. Aynı benzer durumlarla mısır, buğday, arpa gibi tohumu hasat edilen bitkilerde tohum çürümeleri, patates ve şeker pancarı gibi yumrusu hasat edilen bitkilerde yumru çürüklükleri ile de karşılaşılabilir.

Hastalıklar bitkide ciddi anlamda gelişme geriliğine sebep olabilmektedirler. Gelişme geriliği gösteren bitkiler beklenildiği düzeyde ürün vermeyebilirler. Örneğin yaprak hastalıkları sebebiyle yaprakları zarar görmüş bitkilerin fotosentez yapma kapasiteleri düşer, bu durumda bitkinin boyu kısa, tohumları veya meyveleri küçük kalır. Dalları zayıf gelişen bitkiler daha az sayıda meyve verirler. Ürünün boyutları küçülür ve ağırlığı azalır. Bütün bunlar birim alandan elde edilen ürün miktarının azalması anlamına gelir.

Hastalık sebebiyle ürünün istenilen görüntüde ve besin içeriğinde olmaması kalitesinin azaldığı anlamına gelir. Bitkinin dokularının tahrip olması sonucu oluşan hastalık belirtileri sebebiyle bitkide anormal görünümeler oluşabilir. Meyve grubu bitkilerin pazar değeri, ürünün tezgahdaki görünümü ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin normal şartlarda kabuğu kırmızı ve pürüzsüz olması gereken bir elma meyvesi Elma Karalekesi hastalığı sebebiyle rengi matlaşabilir, üzerindeki siyah lekeler sebebiyle yüzeyi pürüzlü veya çatlak bir hal alabilir ve şekli bozulabilir. Meyvedeki bu istenmeyen görüntü ürünün pazar değerini önemli oranda azaltır. Kalite kaybından en fazla etkilenen bir diğer bitki grubu süs bitkileridir. Bu bitkilerin görünümleri, kalite için en önemli kriterdir. Yaprığında ya da çiçeğinde oluşacak en küçük bir leke ürünün satılamaz hale gelmesine neden olabilir. Birçok hastalıkta bitki fizyolojisinin olumsuz etkilenmesi sonucu bitki metabolizması bozulur ve bunun sonucu madde birikiminde dengesizlikler de meydana gelir. Bu durum ürünün besin içeriği açısından kalitesini olumsuz etkiler. Örneğin Şeker Pancarı Yaprak Lekesi Hastalığı sebebiyle yaprakları tahrip olan bitkiler yeteri kadar fotosentez yapamadıkları için yumrulara yeteri kadar şeker depolayamazlar. Böyle yumrulardan istenilen düzeyde şeker elde edilemez.

Bazı hastalık patojenleri bitkisel ürünler üzerinde başta insanlar olmak üzere diğer canlılar için toksik olacak maddeler salgılayabilirler. Böyle gıdaların insanlar tarafından tüketilmesi zehirlenmelere,



organların zarar görmesine, sindirim ve sinir sistemi bozukluklarına ve kanser hastalıklarına sebep olabilir. Önceki konularda anlatılan Çavdar Mahmuzu Hastalığı bu durum için verilebilecek en iyi örneklerden biridir. Bu patojenin mikotoksinlerinin karıştığı un ile yapılan ekmek ve unlu mamulleri tüketen insanlarda ergotizm denilen bir dizi hastalığın olduğundan bahsedilmişti. Bitki hastalığı kaynaklı bir diğer çok bilinen mikotoksin insanlarda kansere neden olan *Aspergillus flavus* adlı fungusun neden olduğu aflatoksindir. Aflatoksin incir, fındık, fıstık, mısır gibi kurutulmuş ve depolanmış birçok tarım ürününde bulunabilmekte ve varlığı insan gözüyle anlaşılmadığından aflatoksinli gıdalar farkında olmadan insanlar tarafından tüketilebilmektedir. Bu nedenle bu tür aflatoksin açısından riskli olan gıdalarda aflatoksin analizleri yapılmakta ve toksin değerleri belli bir seviyenin üstünde olan gıdaların satışına izin verilmemektedir.

Tarımsal üretimde hastalıklar sebebiyle ortaya çıkan verim ve kalite kayıplarını ortadan kaldırmak veya azaltmak için bir dizi bitki koruma faaliyetleri yürütülmesi zorunludur. Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde işgücüne, alet ve ekipmanlara, özel malzemelere ve tarım ilaçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bütün bu ihtiyaçların giderilmesi tarımsal girdinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bundan dolayı bitki hastalıklarının bir diğer önemi tarımsal girdilerin artmasına neden olmasıdır.

Doğada bütün canlılar bir ekosistem içerisinde beraberce bir denge içerisinde yaşama gayreti içerisindeyler. Ancak bazı durumlarda canlılardan birinin popülasyonunun artarak diğerlerine göre baskın hale gelmesi bu dengenin bozulmasına sebep olabilir. Örneğin son derece tahripkâr bir hastalık olan Kestane Kanseri etmeni olan *Cryphonectria parasitica* isimli bir fungus geçtiğimiz yüzyıl içerisinde dünya genelinde hızla yayılarak milyarlarca kestane ağacının ölmesine yol açmıştır. Meyve veren özellikte bir orman ağacı olan kestane bitkisi habitatı içerisinde birçok canlı için besin kaynağı ve barınağı konumundadır. Yıllar geçtikçe kestanenin ölümü ile boşalan alanların başka ağaç türleri ile dolmuş olması kestane meyvesi ile beslenen çok sayıda canlı için olumsuz bir durumdur.

Bitki hastalıklarının dolaylı etkilerinden biri de tarımsal savaşmada kullanılan ilaçların, insan sağlığına, çevreye olan olumsuz etkileridir. Özellikle doğal olmayan sentetik pestisitlerin açık alanlarda yoğun olarak kullanılması hedef dışındaki birçok canlıyı da olumsuz etkilemektedir. Canlılar doğada olmayan tanımadıkları bu bileşiklere maruz kaldıklarında savunma sistemleri ne yapacaklarını bilememektedir. Bu bileşikler serbestçe sistemlerine girebilmekte sonrasında organlarına ve metabolizmalarına zarar vermektedir. Bazı durumlarda da doğal savunma sistemleri



gereği mutasyonlar oluşmakta ve bu mutasyonların bazıları kanser gibi ölümcül hastalıklara sebep olabilmektedir.

1.3 Bitkilerde Hastalığın Oluşumu ve Tanımı

Bitkilerde çimlenme, gelişme ve farklılaşma, topraktan mineral madde ve bunların üst organlara taşınması, transpirasyon, fotosentez, solunum, madde birikimi, üreme gibi fizyolojik olaylar vardır. Bu yaşamsal olaylar bitki sağlıklı olduğu sürece normal sınırlar içerisinde sürer gider. Ama herhangi bir nedenle bu olaylar normal sınırlar dışına çıkarsa “Bitki Hastalanır”. O halde hastalanmanın başlangıç dönemi, fizyolojik olaylardaki bozulmadır. Yaşam fonksiyonlarının bazıları bozulur ya da durursa, ondan sonra gelen ve ona bağlı olan diğer fonksiyonlarda da bozulma kaçınılmazdır.

Hastalanmada süre çok önemlidir. Fizyolojik fonksiyonlarda ortaya çıkan bozukluk bazı durumlarda kısa sürer; hastalık nedeni ortadan kalkmıştır, ya da konukçu bitki-patojen çatışması bitki lehine sonuçlanmıştır. Geçici (reversible) hastalanmaya en güzel örnek yazın sıcak günlerde geniş yapraklı sebzelerde (kabak, hıyar) gündüz saatlerinde görülen solgunluktur. Akşam güneş battıktan sonra ve transpirasyon hızı normale döndükten sonra, bitki tekrar normal durumuna gelmektedir. Burada söz konusu olan çok yüksek sıcaklıklarda bitkide su dengesinin bozulmasıdır. Bu koşullarda bitkide o kadar hızlı transpirasyonla su kaybı olur ki, kökler bu su kaybını bir türlü dengeleyemezler. Su dengesinin bozulması sonunda ortaya çıkan belirti solgunluktur. Ancak bu solgunluk, koşullar normale döndüğünde kaybolduğu için geçici bir hastalanmayı ifade eder.

Hastalanmanın ikinci şekli ve bitki için tehlikeli olan sürekli (irreversible) olanıdır. Örneğin; solgunluk etmeni patojenler, çıkardıkları ölümcül toksinlerle ya da oluşturdukları bazı karmaşık ve büyük moleküllü kimyasal yapılarla iletim sistemini felce uğratırlar. İşte bu solgunluk sürekli. Bitki tekrar eski sağlıklı durumuna dönemez ve ölüme gider. Bütün bu açıklamalardan sonra hastalığı “normal sınırlar içerisinde seyreden yaşam fonksiyonlarının ya da fizyolojik aktivitelerin bitkiye zarar verecek düzeyde ve sürede bozulması” şeklinde tanımlayabiliriz. Bu tanım içerisinde iki önemli koşul vardır; birincisi, yaşam fonksiyonlarındaki bozulmanın bitkiye zarar verecek düzeyde olması, diğeri de süresidir. Morfolojik ve fizyolojik anormallik oluşturmayacak ve bitki için zararlı olmayacak düzeydeki enfeksiyonlar hastalık kapsamı dışındadır.

1.3.1 Hastalığı Oluşturan Koşullar

Hastalık üçgeni kavramı: Fitopatologlar bitki hastalığının oluşumunu sembolize etmek için hastalık üçgeni kavramını ortaya atmışlardır. Bu kavrama göre hastalığı bir üçgene benzetmişler ve üçgenin



alanını hastalık miktarı olarak ele almışlardır. Bir üçgen ve alanından bahsedeceksek öncelikli olarak bu üçgenin üç kenarının olması gerekmektedir. Bir bitki hastalığının olabilmesi için üç koşulun aynı zamanda aynı yerde bir arada bulunması gerekmektedir. Bu koşullar; konukçu, patojen ve çevresel faktörlerdir (Şekil 1). Hastalık üçgeninin her bir kenarı bu üç koşuldan birini temsil eder.



Şekil 1. Hastalık üçgeni ve bileşenleri

Patojen: Bitkide hastalığa neden olan biyotik etmene patojen denmektedir. Hastalık oluşumunun baş rol oyuncularından biridir. Patojenin olmadığı bir ortamda hastalıktan söz edemeyiz. Patojenlerin çoğu; bakteri, virüs, fungus gibi çeşitli yapı ve özelliklere sahip mikroorganizma grupları içerisinde yer alırlar. Patojenin türü, popülasyon yoğunluğu ve genetik çeşitliliği hastalık oluşumunu en fazla etkileyen faktörlerden bazıları olup bunlar fitopatolojide en çok çalışılan araştırma konuları arasında yer almaktadırlar.

Konukçu: Patojenin üzerinde beslenerek hastalık oluşturduğu bitkiye konukçu denir. Hastalık oluşumunda oyunun oynandığı sahnedir. Konukçu bitkinin hastalık oluşumundaki özelliği iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Birincisi, “Dayanıklılık” (rezistans), ikincisi de “Dispozisyon” dur. Dayanıklılık; bir bitkinin bir hastalık etmenine karşı direnç göstermesidir. Bu durum, bitkide bulunan dayanıklılık genleri ile idare edilir. Belli başlı hastalıkların mücadelesinde dayanıklı çeşit kullanmak ön plandadır. Dispozisyon ise, konukçu bitkinin hastalanmaya yatkın ya da eğilimli olmasıdır. Bazıları bir hastalığın saldırısından büyük oranda etkilenirler, yani “aşırı duyarlıdırlar”. Bazıları ise daha az etkilenirler yani “tolerans” özelliği gösterirler. Konukçu dispozisyonu; aynı dayanıklılıkta olduğu gibi büyük oranda kalıtsaldır. Ancak hem dayanıklılığın hem de dispozisyonun bazı çevresel faktörler



ve tarımsal uygulamalar tarafından etkilenebileceğini unutmamak gerekir. Ayrıca konukçunun farklı dönemlerinde hastalığa karşı duyarlılığı ya da dayanıklılığı değişebilmektedir.

Çevresel faktörler: Doğada tüm canlılar çevre faktörlerinden etkilenirler. Çevresel faktörler yalnız bitkiyi etkilemekle kalmaz, patojen ve mikroorganizmayı da etkiler. Toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı, toprak patojenleri ve konukçu bitki açısından kök ve kök boğazı hastalıkları için daha ağırlıklı öneme sahiptir. Atmosfer nemi, yağışlar ve atmosfer sıcaklığı ise daha çok toprak üstü organları etkileyen patojenlerin çoğalması, yayılması ve enfeksiyon şansları açısından önemlidir.

Hastalıkların çoğu nemli, ılık ve yağışlı koşulları sever. Kurak iklime sahip bölgelerde daha çok külleme hastalıkları ve böceklerle taşınan virüs hastalıkları yaygın olarak ortaya çıkmaktadır.

Patojenler belirli sıcaklık aralığında aktiftirler. Örneğin inokulum oluşumu, penetrasyon ve enfeksiyon belirli bir sıcaklık aralığında meydana gelir. Bu nedenle hastalıklar yılın belirli dönemlerinde ortaya çıkarlar. Bazı hastalıklar serin havalarda ilkbahar ve sonbahar aylarında ortaya çıkarken bazı hastalıklar yaz aylarında meydana gelir. Bu durum hastalıkların dünya üzerinde belirli coğrafyalarda ortaya çıkmasına neden olur. Örneğin Afrika ülkelerinde sıcaklık bilindiği gibi yüksektir ve virüs hastalıkları bu ülkelerde daha çok yaygındır. Bunun nedeninin sıcak havanın virüslerin yayılmasında rol alan bazı vektörlerin (çoğu böcek olan) faaliyetini arttırması olarak bilinmektedir. Mildiyö hastalıkları ise yağışlı ve serin iklim koşullarına sahip kuzey yarımkürede yoğun olarak görülür. Tarihe damgasını vurmuş olan patates mildiyösü hastalığı bilindiği gibi İrlanda ve Kuzey Avrupa ülkelerinde daha etkili olmuştur.

Nem birçok patojende özellikle funguslarda oldukça önemlidir. Birçok önemli fungal hastalık nemli ve yağışlı havalarda oluşur. Örneğin nem funguslarda üremenin sonucu olan spor oluşumu, sporların canlılığını sürdürmesi, sporların çimlenmesi açısından önemlidir. Hatta bazı hastalıklar yaprak yüzeyinde serbest su tabakasının olması durumunda ortaya çıkmaktadır. Bu tabaka sporların çimlenmesinde ve hareket etmesinde önemlidir. Kök hastalıklarına neden olan toprak patojenleri için toprak nemi ve ıslaklığı da oldukça önemlidir. Örneğin, Oomycota şubesine ait patojenlerin sporları kamçılı olduğu için toprakta su olduğu durumlarda yüzerek konukçusunun köklerine ulaşırlar. Bu nedenle su tutan ağır topraklarda bu tür hastalıklar daha yoğun olarak görülür. Bakteriler nemli yüzeylerde daha hızlı yayılırlar ve enfeksiyon kapasiteleri artar.

Rüzgâr, patojenlerin yayılmasında önemli faktörlerden birisidir. Bazı patojen sporları rüzgâr yoluyla kilometrelerce mesafelere taşınabilmektedir. Örneğin, pas hastalıkları kıtalar arası taşınabilmektedir. Rüzgâr, bazen hastalığı taşıyan vektörleri de taşıyabilmektedir. Rüzgârlı havalarda bitki kısımlarının



birbirine sürtünmesi sonucu bitki üzerinde yaralar oluşmakta ve bu yaralar patojenlerin girişi için önemli rol oynamaktadır.

Işık şiddeti ve ışık periyodu hastalık oluşumunda önemlidir. Işık aynı zamanda konukçunun duyarlılığını arttırabilir ya da azaltabilir. Patojenin gelişimini ve sporulasyonunu etkileyebilir. Bazı funguslar ışıklı ortamda spor oluştururlar. Işık şiddetinin yüksek olması bazı virüs hastalıklarında belirtilerin maskelenmesine neden olabilir.

Hastalık üçgeni kavramında, üçgen kenarlarından birinin olmaması hastalığın olmayacağı anlamına gelmektedir. Ters bir bakışla ise üçgenin kenarları ne kadar idealse o denli büyük bir üçgen (hastalık) karşımıza çıkabilmektedir. O halde bitki koruma faaliyetlerinin amaçlarından biri bu kenarlardan en az birini ortadan kaldırarak üçgenin oluşmamasını sağlamaktır. Bu bazı durumlarda başarılabilir ancak çoğu hastalık için yerine getirilemeyecek bir hedeftir. Örneğin meyve çürüklüğünü engellemek için meyvelerin soğuk hava depolarında saklanması ile üçgenin kenarlarından çevresel faktörlere müdahale edilerek patojen için uygun olmayan sıcaklık koşullarının yaratılması yoluna gidilmektedir. Düşük sıcaklıklar patojenin gelişimini durdurmaktadır. Bunun dışında üçgenin kenarı ortadan kaldırılamıyorsa hiç değilse kenarların kısılmasını sağlayarak üçgen alanının yani hastalık miktarının azaltılmasını yoluna gidilebilir. Şüphesiz üçgenin kenarları (Konukçu, patojen, çevresel faktörler) ne kadar kısalsa üçgenin alanı da (Hastalık) o denli azalacaktır. Bu amaçla çeşitli mücadele yöntemleri ile üçgenin bir ya da birden fazla kenarını hedef alan bitki koruma faaliyetleri uygulanır. Örneğin; dayanıklı bitki çeşitleri yetiştirmek yoluyla üçgenin konukçu kenarına müdahale edilirken, hastalıklı bitkileri imha ederek patojenin inokulum oluşturmasının önüne geçilerek patojen kenarına müdahale etmiş oluruz.

1.4 Bitki Hastalıklarının Sınıflandırılması – Etioloji

Dünya üzerinde çeşitli iklim koşullarında yetişen gerek kültür bitkileri gerekse diğer yabani bitkilerde binlerle ifade edilecek sayıda hastalık bulunmaktadır. Ortalama bir değer olarak bir bitki çeşidi en az yüz hastalıktan etkilenmektedir. Bazı hastalıklar birden fazla bitki çeşidinde görülürken bazı hastalıklar veya etmenleri sadece tek bir bitkiye özelleşmiş olabilir. Bazı bitki hastalıkları birkaç etmen tarafından da oluşturulabilir ki bunlar kompleks hastalıklar olarak bilinirler.

Hastalığa neden olan faktörler dikkate alındığında, hastalıklar önce primer nedenlere bağlı olarak abiyotik ve biyotik hastalıklar olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır.



1.4.1 Abiyotik Hastalıklar (Paraziter, Enfeksiyonel Olmayan Hastalıklar)

Kuraklık stresi, güneş yanıklığı, don zararı, rüzgâr zararı, pestisit zararı, besin elementi eksikliği ve uygun olmayan kültürel uygulamalar gibi cansız faktörlerin neden olduğu hastalıklardır. Bitki gelişimi için olumsuz her cansız faktör bitkide hastalığa neden olabilir ve bunlar çok çeşitli şekillerde ve şiddette oluşabilirler. Hatta bazı cansız hastalık faktörlerinin oluşturduğu belirtiler biyotik dediğimiz enfeksiyonel hastalıkların belirtileri ile benzerlik gösterebilir. Dikkatli olunmadığında biyotik ve abiyotik hastalıklar birbirine karıştırılabilirler. En çok karşılaşılan abiyotik hastalıklar aşağıda verilmiştir.

- Olumsuz toprak koşullarının neden olduğu hastalıklar
 - Yetersiz veya aşırı su: Topraktaki oksijen varlığı bitki köklerinden su alınımı için gereklidir. Su taşkınları ve aşırı sulama durumlarında toprak boşlukları içinde bulunan oksijen su ile yer değiştirmektedir. Oksijen yetersizliğinde bitkinin köklerinde dokular zayıflamakta hatta çürümeler meydana gelebilmektedir. Bunun dışında gelişme geriliği ve besin elementi noksanlıkları da su alınımının engellenmesiyle oluşabilir. Benzer belirtiler kuraklık gibi su noksanlığının ortaya çıktığı zamanda görülebilir.
 - Uygun olmayan fiziksel yapı. Örneğin sıkışık toprak yapısı, bitki köklerinin gelişmesi uygun olmayabilir. Bu tür topraklarda daha az hava boşlukları vardır ve su ile oksijen tutma kapasiteleri düşüktür.
 - Oksijen noksanlığı: Yukarıda açıklandığı gibidir.
 - Yüksek ve düşük sıcaklıklar: Yüksek sıcaklıklarda dehidrasyon sebebiyle bitki strese girebilir. Artan sıcaklık ile nemin azalması bitkiyi olumsuz etkiler. Köklerin zarar görmesi ile gelişme geriliği ortaya çıkar. Yeni yaprak oluşmaz. Yaprak kenarlarında itibaren yanıklıklar oluşabilir, bitkinin rengine açılma meydana gelir, erken yaprak dökümü ortaya çıkar ve bitki ölebilir. Düşük sıcaklıklarda ise bitkinin kökleri donarak dokuları zarar görür. Üst aksam dondan daha fazla etkilenir. Özellikle yeni gelişen genç dokular dondan daha çok zarar görürler.
 - Besin maddeleri noksanlığı: Besin elementi noksanlıkları birçok toprak koşulundan kaynaklandığı gibi bitkinin kendisinden de kaynaklanabilir. Toprakta yeteri kadar besin maddesi olmamasının yanı sıra, bazı durumlarda besin elementleri çözünemeyerek bitki tarafından alınacak forma dönüşmezler. Bitki besin elementinin



taşınım özelliği de bitki besin elementi belirtilerinin oluşmasında önemli rol oynar. Örneğin molekül olarak büyük olup taşınımı yavaş olan besin elementlerinin (Kalsiyum, bor, kükürt, bakır, manganez, demir, çinko vb) noksanlık belirtileri bitkinin genç olan uç kısımlarında görülür. Tam tersi durumda yani besin elementinin (azot, potasyum, fosfor ve magnezyum) kolay taşındığı durumda noksanlık belirtileri alt yapraklarda görülür. Besin elementi noksanlıkları bitki virüslerinin oluşturduğu belirtiler ile benzerlik gösterebilirler. Bitki besin elementi noksanlıklarının kesin teşhisi bitki dokularının analizi ile gerçekleşir. **Azot** klorofillerin yapımında kullanılan bir element olması sebebiyle noksanlığında bitkide sararma yaygın olarak görülür. Sararma alt yapraklardan başlar ve yukarı doğru ilerler. **Fosfor** bitki hücrelerinde birçok fizyolojik olayda görev alır. Fotosentez, enerji metabolizması ve üreme sistemi için gerekli olup DNA'nın yapı taşlarından biridir. Bu nedenle noksanlığında bitkide önemli oranda gelişme geriliği ortaya çıkar. Yapraklarda morluklar meydana gelir. **Potasyum** hücre içi metabolizmanın yönetimi, fotosentez ve meyve oluşumu için önemlidir. Noksanlığında yapraklarda kenarlardan başlayan yanıklık ve kıvrılmalar, damar arası sararmalar gibi belirtiler ortaya çıkar. **Kalsium** hücre içi metabolizmada ve hücre duvarının sağlamlığında görev alır. Ağır bir molekül olması sebebiyle taşınımı sınırlıdır. Toprakta alınabilir kalsiyum azlığı ya da kuraklık koşullarında su taşınımının etkin olmadığı durumlarda bitkilerin üst uç kısımlarında yanıklık ve nekroz şeklinde belirtiler ile yaprak uçlarında sarılık ortaya çıkar. Meyvelerde çiçek ucu kısımlarında belirgin nekrozlar çok dikkat çekicidir.

- Mineral madde toksisiteleri: Aşırı ya da gereksiz gübreleme sonrasında gübre içerisinde bulunan makro element ve iz element durumuna göre anormal belirtiler ortaya çıkabilir Aşırı azotlu gübre kullanımında bitkiler kırılğan ve aşırı yeşil bir görünüme sahip olurlar. Gövdede kanser belirtilerine benzer yaralar oluşabilir. Mikroelement toksisitesi de yoğun olarak görülen hastalıklardandır. Yapraklarda sararmalar, uçlardan kıvrılma ve yanıklıklar, ile çeşitli şekillerde lekeler oluşabilir.
- Uygun olmayan toprak reaksiyonu (pH): Yüksek H^+ iyon aktivitesi olan topraklar asidik, yüksek OH^+ aktivitesi olan topraklar ise alkalidir. Bazı bitkiler asidik bazı bitkilerde alkali koşulları tercih ederler. Bitki besin elementlerinin toprakta çözünürlüğü için pH son derece önemlidir. Uygun olmayan pH koşullarında besin elementi noksanlıkları ortaya çıkabilir. Örneğin; toprak pH'nın 5.5 altında olması



durumunda kullanılabilir kalsiyum, magnezyum ve fosfor azalırken alüminyum, demir ve bor çözünürlüğü artar. Fazla demir, alüminyum ve borun bitkilere toksik etkisi vardır.

- Olumsuz meteorolojik koşulların neden olduğu hastalıklar
 - Işık noksanlığı veya fazlalığı: Işık, bitki için gerekli en hayati koşullardan birisidir. Yeteri kadar ışık yoğunluğunun olmadığı ortamlarda bitkiler gerektiği kadar fotosentez yapamaz ve hayati olayları için gerekli besin maddelerini özümleyemezler. Işık noksanlığında bitki cılız ve rengi soluk olur. Bir an önce kendisine yetecek ışığa ulaşmak için anormal boylanmaya gider. Yaprakların dış yüzeyini koruyacak kutikula tabakası da zayıftır ve güneşe maruz kalırsa güneş yanıklığı meydana gelir. Bazı bitkiler ise ışık yoğunluğunun az olduğu gölge ortamları daha çok severler. Bu türden bitkiler direk güneş alan alanlara dikildiklerinde normal gelişemezler. Renkleri açılır ve boyları kısalarak bodur bir hal alırlar.
 - Uygun olmayan atmosferik sıcaklıklar, (Yukarıda açıklandığı gibidir.) Bunun dışında sıcak hava polenlere zarar verdiği için polinasyon olumsuz etkilenir ve bitkiler tohum bağlamada başarısız olurlar.
 - Düşük orantılı nem: Bu durumlarda bitkide su kaybı fazla olacaktır. Bunun sonucu olarak solgunluk ve gelişme geriliği ortaya çıkabilir.
 - Yağış noksanlığı: Az yağışların olduğu koşullarda toprak tavanı kaybeder, tohum çimlenmesi ve bitki gelişimi olumsuz etkilenebilir.
 - Şiddetli rüzgâr veya fırtına: Şiddetli rüzgâr ve fırtına bitkilerin dallarının kırılmasına, yaprakların yırtılmasına ve dökülmesine, meyvelerin dökülmesine, bitkilerin yatmasına neden olur.
 - Dolu: Dolu; bitkilerin dal ve yapraklarının kırılmasına, yaprakların yırtılmasına, meyvelerin yaralanmasına neden olur.
 - Kar: Kar dalların kırılmasına ve bitkilerin donmasına neden olur.
 - Yıldırım: Dalların kırılmasına ve yangınlara neden olabilir.
- Endüstriyel ve diğer kimyasal atıklar
 - Sulara, toprağa ve havaya karışan toksik maddeler



- Hava kirliliği
 - Bacalardan ve taşıtların egzozlarından çıkan zehirli gazlar ve küçük partiküller ile kükürtdioksit, etilen gazı ve ozon gazı bunlara örnek olarak gösterilebilir. Egzozlardan ve bacalardan çıkan hidrokarbonlu bileşikler ile azotdioksit, oksijen ve güneş ışığı ile reaksiyona girerek yeryüzünde ozon gazı birikimine neden olurlar. Ozon gazı bitkilerde akar zararına benzer sarı, bronz-kahverengi arası küçük lekelerle neden olur. İğne yapraklı ağaçların yaprak uçlarında yanıklıklar meydana gelir. Bu belirtiler biyotik hastalıkların belirtileri ile sıklıkla karıştırılır. Havadaki ozon seviyesi değerleri takip edilerek tanı konması mümkündür. Etilen gazı sera bölgelerinde petrol bazlı ısıtma sistemlerinde petrolün tam yanmaması sonucu açığa çıkan toksik bir gazdır. Kokusu ve rengi yoktur bu nedenle anlaşılması zordur. Aslında etilen, bir bitki hormonu olup meyvelerin olgunlaşmasında görev alır. Aşırı dozda etilene maruz kalan bitkilerde özellikle sera bitkilerinden domates ve biberde şekil bozuklukları ortaya çıkar. Boyda bodurlaşma, yapraklarda kıvrılma, yaprak ayasının incilmesi, çiçek ve yaprak dökümü ve gövdede burulmalar görülebilir. Genelde virüs hastalıkları ve herbisit zararı ile karıştırılabilirler.
- Pestisit toksisitesi: Tarımda kullanılan herbisit, fungusit ve insektisit gibi zirai mücadele ürünleri bitkilerde fitotoksisiteye neden olabilmektedirler.
 - Herbisitler; yabancı otlara karşı mücadele etmek amacıyla kullanılan kimyasallardır. Bunların seçici özellikte olanları bazı bitkilere zarar vermezken seçici özelliği olmayanları bitki ayırmaksızın zararlıdır. Hatalı herbisit uygulamaları herbisitlerin etki mekanizmasına bağlı olarak kültür bitkilerinde de istenmeyen etkilerin ortaya çıkmasına neden olur. Herbisitlerin en önemli zararı bitkinin gelişmesi üzerinedir. Bitkide kök oluşumu veya sürgün oluşumunun durması en yaygın belirtilerden biridir. Bazı herbisitler dokularda yanıklıklara neden olarak nekrozlar oluştururlar. Bu nekrozlar leke gibi lokal olabildiği gibi bitkinin tamamına yayılabilir ve bitkiyi öldürebilir. Bazı herbisitler doku farklılaşması ve damarlar boyunca açılan renk açılmaları ile virüs hastalıkları belirtileri veya besin elementi eksiklikleri ile karıştırılabilir.
 - Fungisit ve insektisitler; her ne kadar doğrudan bitkiye zarar veren kimyasallar olmamalarına rağmen yanlış ilaç karışımlarında, yüksek dozda, uygun olmayan



formülasyonlarda, yanlış uygulama zamanlarında ya da uygun olmayan çevre koşullarında bazı fungusit ve insektisitlerin bitkide zararlara neden olduğu bilinmektedir. Örneğin; bakırlı ilaçlar uygun dozda ve dönemde atılmadığı zaman bitkilerde bronzlaşma ve yanıklık yapabilir. Kükürtlü bileşiklerin yağlar ile karıştırılarak bitkilere uygulanması toksik etkiler yaratabilir. Toz kükürtün sıcak havalarda kullanılması bitkide yanıklıklara neden olabilir.

- Hatalı tarımsal uygulamalar
 - Hatalı pestisit uygulamaları: Yukarıda anlatıldığı gibi
 - Bitki gelişim düzenleyicilerin yanlış kullanılması: Bitki gelişim düzenleyicileri, hormonlar, bitkinin kök, sürgün, çiçek gelişimini arttırmak ve meyve kalitesini iyileştirmek amacıyla kullanılmaktadırlar. Bunların yanlış kullanımı bitkilerde anormal doku farklılaşmalarına ve renk değişimlerine neden olabilmektedir.
 - Hatalı gübre kullanımı: Yukarıda anlatıldığı gibidir.
 - Mekanik zararlanmalar: Toprak işleme sırasında köklerin veya gövdenin zarar görmesi, hasat sırasında dokularda açılan yaralar, yanlış budama işlemleri,
 - Hatalı dikim ve ekim faaliyetleri: Hatalı ekim derinliği veya ekim sıklığı vb.

Abiyotik Hastalıklar ile Biyotik Hastalıkların Ayırımında Bazı İpuçları:

- Tanı sırasında abiyotik ve biyotik hastalık belirtilerinin karışması muhtemel olan durumlarda sistematik yaklaşım içerisinde bulunulmalıdır. Bu yaklaşımda hastalığın görüldüğü alanda geçmiş ve o anki tüm koşullar dikkatle incelenmeli ve öncelikli olarak bitkinin sağlıklı gelişimi için gerekli koşulların var olup olmadığına bakılmalıdır. Muhtemel olabilecek abiyotik faktörler hakkında sorgulama yapılmalıdır. Üreticinin gerçekleştirdiği uygulamalar araştırılmalıdır.
- Bazı abiyotik hastalıklar aynı ortamda bulunan çok sayıda bitki türünü eş zamanlı etkilemektedir. Oysa biyotik hastalıkların çoğu birkaç bitki türünü hastalandırmaktadır. Örneğin kuraklık problemi görülen bir karpuz tarlasında solgunluk belirtileri tarlada tüm bitki türlerinde görünürken, biyotik faktör olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*'un solgunluk belirtileri sadece karpuz bitkilerinde ve onların da bir kısmında görülecektir.



- Alandaki hastalık deseni incelenmelidir. Abiyotik faktörün özelliğine göre hastalıklı bitkilerin dağılımı bir desen oluşturur. Örneğin don zararına maruz kalan bitkiler tarlada homojen bir dağılım gösterirler. Tüm bitkiler sürgün uçlarından haşlanmış gibi görünürler. Doğada hiçbir biyotik faktör bir gecede tüm bitkileri homojen bir şekilde hastalandırmaz.
- Abiyotik hastalıklarda bitki kanopisi belirli bir yönden etkilenebilmektedir. Örneğin güneş yanıklığına maruz kalmış meyveler güneş ışınlarının vurduğu yönden etkilenirken güneş görmeyen gölge kısımlarda herhangi bir sorun görülmez.
- Abiyotik hastalıklar zaman içerisinde bir bitkiden diğerine bulaşmazlar. Biyotik hastalık süreçleri dinamik bir olaydır ve yayılma özellikleri sebebiyle zaman içerisinde bitkideki hastalık şiddeti ile alandaki hastalıklı bitki sayısında artış görülür.
- Biyotik hastalıklarda belirtilerin görüldüğü kısımlarda patojenlere ait yapılar görülür. Bunlara örnek olarak fungus misellerini, bakteriyel akıntı, fungal sporları, fungal özel üreme yapılarını ve sklerot gibi daha birçok yapıyı verebiliriz.
- Biyotik hastalıklarda nekrotik dokular patojenin toksin ve enzim faaliyetleri sonucunda farklı renklerin oluşturduğu konsantrik alanlar şeklinde oluşur. Genel olarak, nekrotik alanın merkezinde rengi açılmış tamamen ölü alan, bunu çevreleyen kırmızı ya da kahverengi leke kenarı ve en dışta sarı bir hale vardır. Abiyotik hastalıklarda nekrotik lekenin oluşumu tek seferde olduğu için bu türden zonlar oluşmaz ve leke genelde tek bir renk olarak karşımıza çıkar.

1.4.2 Biyotik Hastalıklar (Paraziter, Enfeksiyonel Hastalıklar)

- Fungusların oluşturduğu hastalıklar
- Bakterilerin oluşturduğu hastalıklar
- Virüs ve Viroidlerin oluşturduğu hastalıklar
- Parazitik yüksek bitkilerin oluşturduğu hastalıklar

Virüsler

En basit canlılardır. Yapıları bir nükleik asit (DNA ya da RNA) ve bunu saran bir protein kılıftan ibarettir. Virüslerin bitkinin dış yüzeyini tahrip edecek enzimleri yoktur. Bu nedenle virüsler bitkilere direkt olarak giremezler. Sadece bitkiye mekanik yolla açılmış yaralardan girerler ya da böcek ve nematod gibi canlıları aracı olarak kullanırlar. Virüslerin bulaşması tohumla, enfekteli üretim materyali ile (çelik, soğan, yumru, aşı kalemi), vektörlerle (nematod, böcekler, fungus, bakteriler vb.)



ve mekanik yolla olmaktadır. Bitki hücresi içerisinde beslenmezler sadece çoğalırlar ve canlılıklarını devam ettirirler. Üremesi için gerekli proteinleri ve nükleik asit materyalini bitkinin sentezleme mekanizmasını kullanarak elde ederler. Bitkinin dışında aktif değildirler.

Bakteriler

Bakteriler tek hücreli prokaryotik canlılardır. Çekirdekleri membran ile sarılı değildir. Mitokondri ve endoplasmik redikulum gibi organelleri bulunmamaktadır. Canlının genetik materyali daire şeklinde tek bir kromozom içerisinde bulunmaktadır. İkiye bölünerek çoğalırlar. Değişik morfolojik yapıya sahip bakteriler bulunmaktadır. Bir besi ortamı üzerinde koloniler halinde geliştiklerinde bu koloniler çıplak gözle görülebilir. Bazı formları toprakta ölü dokular üzerinde bulunabilirler. Bakteriler bitkiye yaralardan, doğal açıklıklardan girerler. Kamçılı oldukları için sulu ortamlarda yüzerek hareket edebilir yaralara ve doğal açıklıklara ulaşarak bitkiye giriş yapabilirler.

Funguslar

Çok hücreli mikroorganizmalar olup, eukaryotik canlılardır. Gerçek çekirdeğe sahiptirler yani nükleusun etrafı bir hücre zarı ile çevrilidir. Heterotrof canlılardır kendi besinlerini kendileri yapamaz. Klorofilleri yoktur. Fungusun genel olarak yapısı hif adı verilen ipliksi yapılardan meydana gelmiştir. Hiflerin bir arada gelerek oluşturdukları kolonilere miselyum adı verilir. Funguslar bitki dokusu içerisinde ilerlerken çoğunlukla bitki dokusunu parçalayan enzimler salgırlar. Ayrıca bitki metabolizmasını değiştiren hormonlar ve bitki hücrelerini öldüren toksinler salgılayabilirler.

1.5 Patojen–Bitki İnteraksiyonu

1.5.1 Beslenme Şekilleri

Heterotrof canlılar konukçuları ile besin ilişkisine girerken farklı beslenme tarzlarına yönelmişlerdir.

Saprofitik Beslenme: Sadece ölü ve çürümüş dokular üzerinde beslenmeye denir. Bu beslenme şeklinde organizmalar canlı dokulardan beslenmezler, bu nedenle patojenik özellikten yoksundurlar.

Simbiyotik Beslenme (Simbiyozis): Farklı organizmaların birlikte yaşaması durumudur. Üç tipi vardır. Mutualizm, kommensalizm ve parazitizm.

a- Mutualizm: İki organizmanın birlikte yaşaması ve her ikisinin de bundan fayda sağlamasıdır. Örnek: Likenler (fungus + su yosunları), baklagiller + azot sentezleyen bakteriler.

b- Kommensalizm: İki organizmanın birlikte yaşaması ve birisinin fayda görürken diğerinin ne fayda ne zarar görmesidir.



c- Parazitizm: Bir organizmanın besinlerini başka bir organizmadan elde etmesi ve o organizmaya zarar vermesidir. Üç parazitizm tipi vardır. Fakültatif saprofit, fakültatif parazit, obligat parazit. **Fakültatif saprofitler (nekrotrof):** Yaşamlarının belli bir döneminde canlı dokular üzerinde parazitik olarak yaşarlar, fakat canlı doku tükendiğinde ölü dokular üzerinde de yaşamlarını sürdürebilirler. Konukçusunu öldürmekten çekinmezler. Funguslarda intrasellüler gelişme (hücreler içi gelişme) şekli gösterirler. Bu grup içerisinde de çok sayıda bitki patojeni bulunmaktadır. **Fakültatif parazitler:** Çoğunlukla ölü dokularda saprofitik olarak yaşarlar, fakat bazı durumlarda özellikle konukçunun hassas olduğu dönemlerde canlı dokulara da saldırarak hastalıklara neden olabilirler. **Obligat parazitler (biotrof):** Tamamıyla canlı dokularda beslenebilirler. Bu nedenle konukçusunu kolay kolay öldürmezler. Bu tipte parazit olan funguslar intersellüler gelişme (hücreler arası gelişme) gösterirler. Hücre çeperine yapışarak besin maddesini emen haustorium (emeç) adında özel yapıları bulunmaktadır. Bu grup içerisinde çok sayıda bitki patojeni bulunmaktadır. Örneğin; Funguslardan Külleme hastalıkları etmenleri, Pas hastalıkları etmenleri, Rastık hastalık etmenleri, Mildiyö hastalıkları etmenleri, Virüslerin tümü ve bakterilerden phytoplazmalar obligat parazittir.

1.5.2 Patojenlerin Kullandıkları Silahlar

Patojenler bitkilere besin ve su ihtiyaçlarını gidermek için saldırırlar. İhtiyaçları olan hem besin hem de su bitki dokuları içerisinde bolca bulunmaktadır. Ancak patojenlerin besin ve suya ulaşabilmeleri için patojenin bitki dokularının içerisinde girmesi gerekmektedir.

Bitkinin toprak üstü kısımlarında çevreyle temas eden yüzeyinde en üstte bir mumsu tabaka bulunmaktadır. Bu mumsu tabaka bitkiyi dış etkilere karşı korumada önemli rol oynar. Mumsu tabakanın altında, içerisinde kütin maddesi bulunan kütikula tabakası bulunurken, bu tabakanın hemen altında ise epidermis hücrelerinin hücre duvarı bulunmaktadır. Patojenlerin bitki yüzeyine girebilmesi için bu yapıları geçmesi gerekmektedir. Bazı patojenlerin bu yüzeyi delemek kapasiteleri bulunmamaktadır. Bu nedenle bu patojenler ancak dokularda açılmış yaralardan ya da doğal açıklıklardan giriş yaparlar. Örneğin kütikula tabakasını delemek kapasiteye sahip çok az sayıda bakteri vardır. Bu nedenle bakteriler daha çok yaralardan ve doğal açıklıklardan bitkiye girerler. Funguslar ise bitki yüzeyine aktif olarak basınç uygulayarak, kimyasal maddeler oluşturarak deler ve giriş yaparlar.

Patojenler bitki içerisine girmek, dokularda ilerlemek ve doku içerisinde kalabilmek için birtakım silahlar kullanırlar. Bunlar; enzimler, toksinler ve hormonlardır.



a) Enzimler

Virüs ve viroidler hariç tüm bitki patojenleri bitki dokularını parçalamak amacıyla enzimler salgırlar. Patojenin bitki içerisine girebilmesi için öncelikle bitkinin yüzeyinde bulunan kütikula tabakasını ve hücrelerin etrafını çevreleyen hücre duvarını ve hücre zarını geçmesi gerekmektedir.

Mum tabakası: Bazı bitki patojenleri mum maddesini parçalayan enzimler salgılamak suretiyle bu dokuyu geçmektedirler. Fakat fungusların çoğu bu dokuyu mekanik yolla delerek geçmektedirler.

Kütikula tabakası-kütin: Kütikula tabakası üstte mum tabakası ve altta da epidermis hücreleri ile temas halindedir. Birçok fungus ve birkaç bakteri kütin maddesini parçalayan kütinaz enzimi salgırlar. Kütinaz enzimi patojenin mum tabakası içerisinde karışmış halde bulunan kütin maddeleri ile teması sonucunda uyarılmak suretiyle salgılanmaya başlar ve bu madde ile teması sürdüğü sürece salgılama işlemi devam eder. Yaralardan giriş yapan fungusların kütinaz enzimi salgılama özelliği yoktur ya da azdır.

Orta lamella-hücre duvarı-pektin: Orta lamella komşu iki hücre arasında bulunur ve hücrelerin birbiri ile bağlanarak bütünlük oluşturmalarını sağlar. Pektin bir polisakkarittir ve orta lamellada en çok bulunan bileşiktir. Patojenlerin pektin maddesini parçalamak için salgıladıkları enzimlere pektinaz enzimler ya da pektolitik enzimler adı verilir. Pektin enzimlerini yoğun olarak salgılayan patojenler genelde yumuşak çürüklük tipinde hastalıklara neden olurlar. Hücreler arasındaki pektin maddesinin parçalanmasıyla hücreler arasındaki bağlar bozulur doku bütünlüğü zarar görür ve dokular yumuşak bir hal alır. Hücre duvarı zayıflar ve hücre içeriği dışarıya sızar.

Hücre duvarı-selüloz: Selüloz bir polisakkarit olup hücre duvarının en önemli yapı taşıdır. Glikoz moleküllerinin bir araya gelmesi ile oluşmuştur. Hücre duvarına destek sağlayan bir yapı maddesidir. Patojenlerin selülozu parçalamak için salgıladıkları enzimlere selülaz enzimleri denir. Birçok mikroorganizma tarafından salgılanmaktadır. Hücre duvarının parçalanması sonucu dokuların bütünlüğü bozulur ve yumuşama meydana gelir. Ayrıca selülozun parçalanması sonucu ortaya çıkan glikoz patojen için bir besin maddesidir.

Hücre duvarı-hemiselüloz: Polisakkarid bir grup olan hemiselüloz, hücre duvarının yapısında ve orta lamella da bulunur. Hemiselülozu parçalayan enzimlere hemiselülaz denir.



Lignin: Odunsu bitkilerde ksilem borularının hücre duvarında ve orta lamella da bulunur. Enzim parçalanmasına karşı oldukça dayanıklıdır. Lignini parçalayabilen funguslar genelde Basidiomycetes sınıfı içerisinde bulunur. Lignini parçalayan enzimlere ligninaz enzimleri denir.

Proteinler: Gerek hücre duvarında gerekse hücrenin diğer kısımlarında proteinler vardır. Patojenler proteinleri parçalayan enzimler salgırlar bunlara proteinaz ya da peptidaz enzimleri denir.

Nişasta: Nişasta glikoz moleküllerinin birleşiminden oluşan bir polisakkarittir. Bitki bünyesinde bolca bulunur. Depo ürünüdür. Patojenler nişastayı parçalamak için amilaz enzimleri salgırlar.

Lipitler (Yağlar): Çok sayıda yağ tipi bitki organlarında bulunmaktadır. Tohumlar yağ içeriği açısından oldukça zengindir. Bitki gelişimi için enerji ihtiyacını karşırlar. Ayrıca hücre zarının yapı moleküllerindendir. Yağları parçalayan enzimlere lipolitik enzimler ya da lipaz enzimleri denir.

b) Toksinler

Toksinler direkt olarak hücre protoplazmasına etki eder ve hücreye zarar vererek onu öldürür. Bazı bakteri ve fungus türleri toksin salgılayarak hastalık oluşturlar. Toksinler çok küçük konsantrasyonlarda dahi son derece etkilidirler. Toksinler hücre zarının geçirgenliğini bozrlar ve bazı enzimleri bağlayarak onları işlevlerini yapamaz hale getirirler ve hücre ölür. Konukçuya özel seçici toksinler olduğu gibi konukçuya özel olmayan tüm canlılara zararlı olan toksinler de mevcuttur.

c) Hormonlar

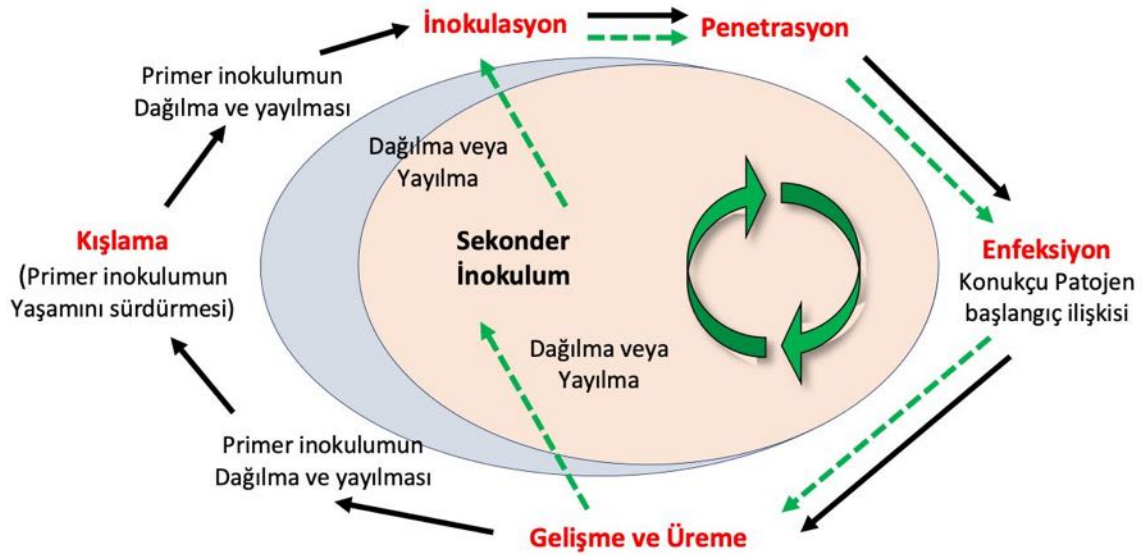
Bitkilerin yaşamları gereği üç ana hormon grubuna ihtiyaçları bulunmaktadır. Bunlar auxin, gibberellin ve cytokinin. Bu hormonların miktarı ve aralarındaki oran bitkilerin normal gelişimleri için son derece önemlidir. Patojenler bitkisel hormonlar salgıladığı gibi bunların bitki tarafından sentezlenmesini de teşvik edebilir. Bazı hallerde bu hormonların sentezlenmesi patojen tarafından engellenebilir. Bitkinin hormon dengesinin bozulması sonucu bitki gelişmesinde birtakım anormalliklerin ortaya çıkması söz konusu olabilir. Aşırı doku büyümeleri ve ur oluşumu patojenlerin bitkide hormon dengesini bozması sonucu ortaya çıkan hastalıklardır.



2 Hastalıkların Gelişim Evreleri

Patojenlerin neden olduğu enfeksiyonel hastalıkların oluşumu ve devamı birbirini takip eden belirli evrelerde gerçekleşir. Bir zincir şeklinde bu evreleri içeren döngüye hastalık çemberi adı verilmektedir (Şekil 2). Patojenlerden bazıları bir yılda sadece tek döngü bir hastalık çemberi (monocyclic) oluştururken, bazı hastalıklarda bir hastalık çemberi içinde birden fazla enfeksiyon çemberi çok döngü (polycyclic) oluşabilir. Bu evreler sırasıyla;

- Inokulasyon,
- Penetrasyon,
- Enfeksiyon,
- Patojenin gelişmesi ve çoğalması,
- Patojenin yayılması,
- Kışlama olmak üzere altı dönemde tamamlanmaktadır.



Şekil 2. Tek döngülü hastalık çemberi.

Şekil 2. Tek döngülü (Monocyclic) hastalıklarda, patojen yaşam çemberini tamamlamak için siyah okları takip eder. Çok döngülü (Polycyclic) hastalıklarda neden olan patojenler yılın büyük bölümünde yeşil noktalı okları, sezon sonunda siyah okları takip ederler (<https://cropwatch.unl.edu/soybean-management/plant-disease>).



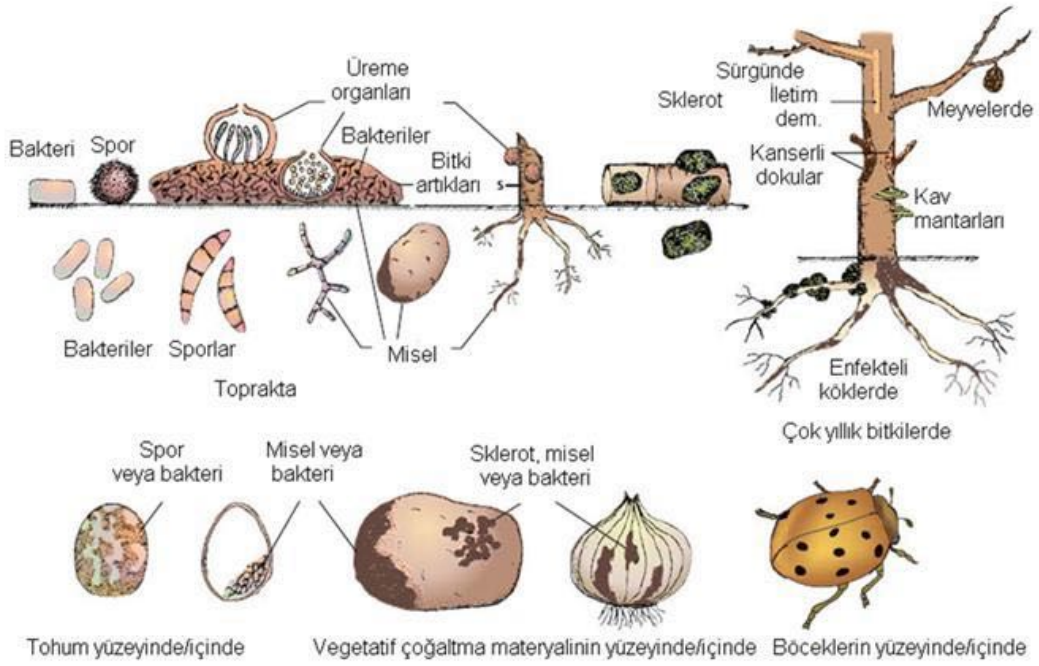
2.1 İnokulasyon

İnokulasyon patojen ile bitkinin karşı karşıya gelmesidir. Bitki ile karşı karşıya gelen patojen ya da patojenler “inokulum” olarak isimlendirilir. İnokulum, patojenin hastalandırma yeteneğinde olan herhangi bir parçasıdır. Funguslarda sporlar, misel parçası, sklerot (misellerin bir araya gelerek oluşturdukları dayanıklı yapı) gibi yapılar inokulumu oluşturur. Bakterilerde hücreler, virüslerde partiküller, parazitik yüksek bitkilerde ise tohum veya bitkinin bir parçası inokulum olarak görev yapabilir.

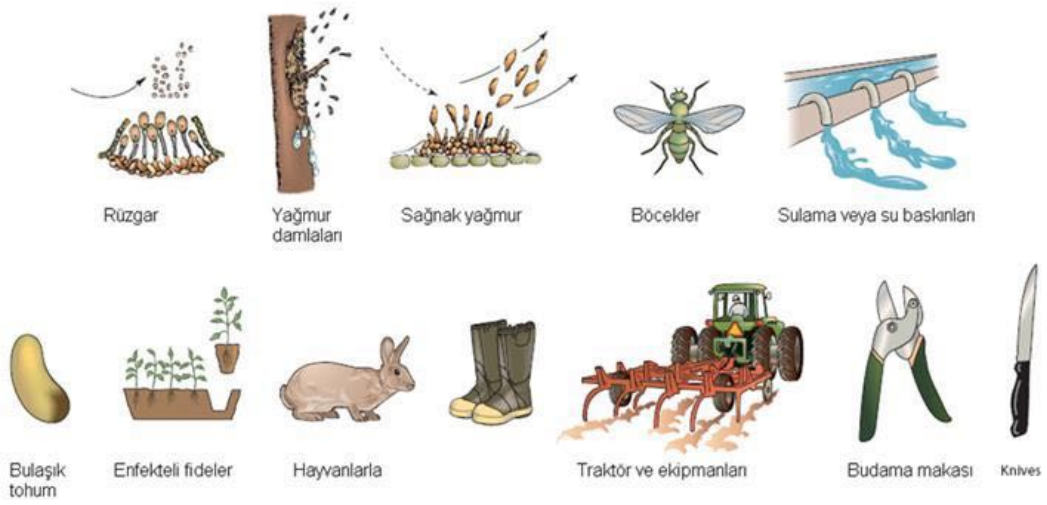
Bitki patojenleri, olumsuz koşullarda (iklim koşulları, yetersiz besin vb.) uzun süre hayatta kalabilmek için evrimleşmiştir. Patojenler bu koşullar için bazı dayanıklı yapılar (chlamydospor, sklerot, endospor) oluştururlar. Genel olarak olumsuz koşullarda yaşamını belirli şekilde sürdüren patojenler ilk inokulum kaynağını (primer inokulum) oluştururlar. Bazı durumlarda da konukçu bitkinin bazı dokularında (kanser yaralarında, tomurcuk pullarında, tohumda vb) herhangi bir yapıya dönüşmeksizin yaşamlarını sürdürürler. İşte hastalığı ilk başlatan inokulumu primer inokulum adı verilmektedir. Primer inokulumların oluşturduğu enfeksiyonlar da primer enfeksiyon olarak adlandırılır. Bu enfeksiyonlar sonrası patojenin inkubasyon devresi sonunda oluşan inokulum, sekonder inokulumdur. Bu inokulumda hastalık çevriminde “sekonder enfeksiyonları” oluşturur.

İnokulum Kaynakları

Başlıca primer inokulum kaynakları, patojenin biyolojik özelliğine bağlı olarak toprakta, topraktaki bitki artıklarında, yabancı otlar gibi ikincil konukçularda, tohum ve diğer üretim materyalinde, çok yıllık bitkilerde yaşayan ama hastalıklı olan bitkiler üzerinde (hasta tomurcuk, sürgün, dal, meyve vb.) bulunur (Şekil 3). Bazı inokulum kaynakları bitkinin yetiştiği alanlarda veya çok yakınlarında olabildiği gibi çok uzaklarda da olabilir. Bunlar sağlıklı bitkilere genellikle su, hava akımları gibi çevresel faktörler tarafından veya böcek, kuş, insan gibi canlılarca taşınabilir (Şekil 4). Bu taşıma işlemini gerçekleştiren canlılara vektör denilmektedir.



Şekil 3. Bitki patojeni inokulum kaynaklarından bazıları ve yaşamlarını sürdürdüğü yapılar (Agrios, 2005).



Şekil 4. Bitki patojenlerinin taşınma yolları (Agrios, 2005).

2.2 Penetrasyon

Penetrasyon, bitkiye ulaşan inokulumun dokuya girmesidir. Patojen bitkiye girmeden önce, bitki üstünde bazı olaylar oluşur. Bunlar etmenin konukçu dokuyu tanınması, dokuya tutunması, fungal sporların ve parazit bitki tohumlarının çimlenerek parazitik beslenme ilişkisinin kurulmasıdır. Patojenlerin bitki dokularını penetrasyonu üç şekilde olmaktadır:



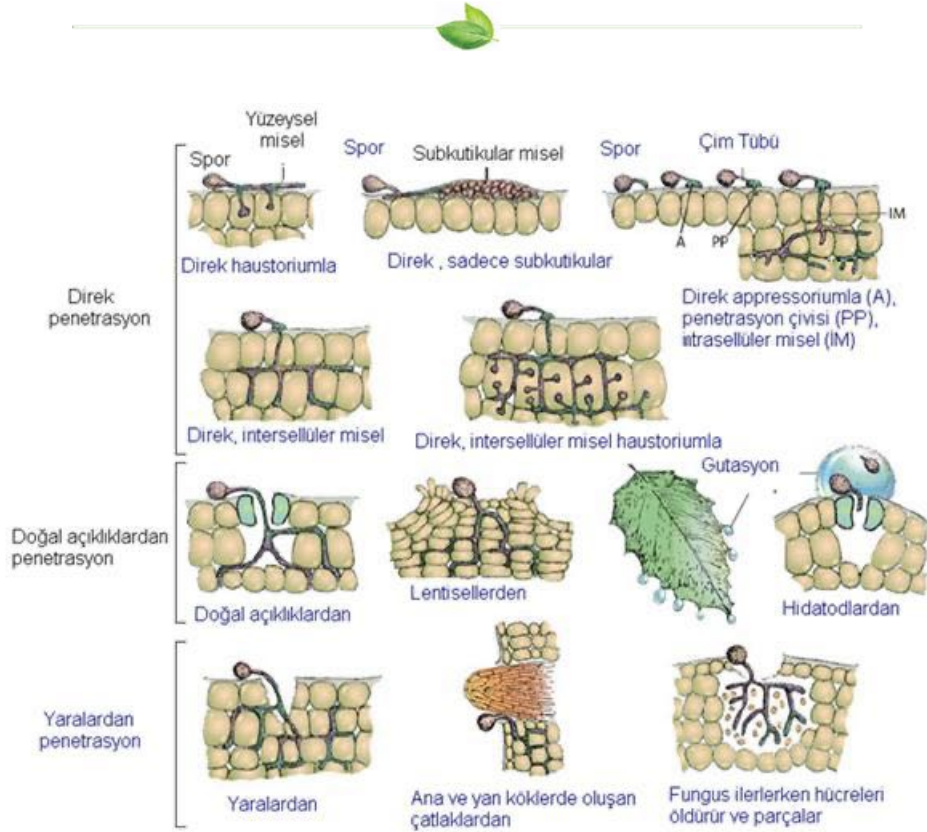
- Doğrudan hücre duvarlarını delerek,
- Doğal açıklıklardan (stoma, hidatod, lentisel, nektar boşlukları) girerek,
- Yaralardan girerek gerçekleşmektedir.

Doğrudan bitki dokularına giriş, fungusların en genel giriş yollarındandır (Şekil 5). Bu girişi, misel veya sporun çimlenmesinden oluşan çim tüpünden gelişen ince hif gerçekleştirir. Obligat parazitlerde bu girişi appressorium'dan oluşan enfeksiyon çivisi adı verilen ince hif yapar. Appressorium genelde çim tüpü ucunda oluşur. Appressorium, silindirik veya küremsi bir yapıda olup, bitki yüzüne temas eden yüzeyi düzdür ve tutunmayı sağlar. İnce hif veya enfeksiyon çivisi çim tüpü veya miselin bitki yüzeyine temas ettiği noktada oluşur, kutikula ve hücre duvarlarını mekaniksel kuvvet ve ek olarak enzimatik faaliyetle delerek geçer. Hücre içine girdikten sonra normal hif çapına ulaşırlar. Funguslara benzer bir şekilde doğrudan giriş yapan parazitik bitkilerde de appressorium ve enfeksiyon çivisi oluşmaktadır.

Bazen penetrasyonda vektörlerin de rolü bulunmaktadır. Bazı funguslar, dokulara girişte bu üç yolun hepsini kullanırken, diğerleri bir veya iki yolla giriş yaparlar. Virüsler ve bakteriler konukçu dokularına doğrudan giriş yapamazlar. Bu patojenler genellikle yaralardan, doğal açıklıklardan giriş yaparlar (Şekil 5) veya vektör böcekler ve benzeri zararlıların yardımıyla giriş yaparlar. Genellikle virüsler ve bir grup bakteriler (fitoplazmalar) böcek vektörler içerisinde çoğalıp bu vektörlerin beslenmesi sırasında bitki dokularına giriş yapmaktadır.

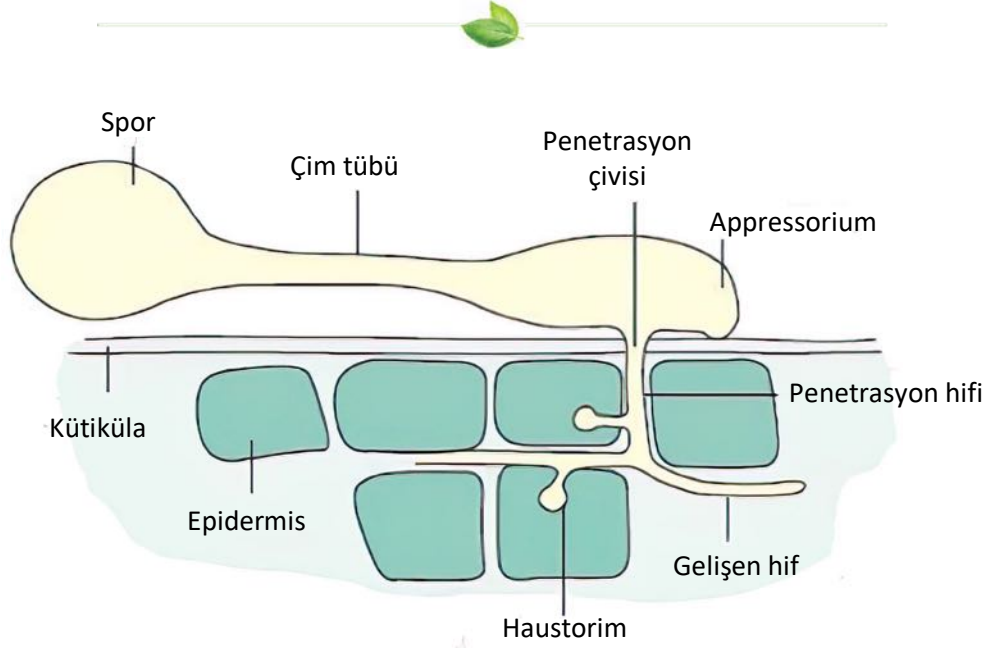
Parazit bitkilerin penetrasyonu doğrudan olmaktadır. Penetrasyon her zaman enfeksiyonla sonuçlanmaz. Birçok organizma hassas olmayan bitki hücrelerine girebilir ancak olay penetrasyondan ileriye gidemez ve etmen hastalık oluşturmada ölür.

Bitkinin büyüme sırasında kılcak köklerinde meydana gelen yaralar da birçok toprak kökenli fungus için giriş yeridir.



Şekil 5. Bitki patojeni fungusların bitkiye giriş yolları (Agrios, 2005).

Penetrasyonda ilk aşama, bitki yüzeyine gelen sporun bulunduğu yere tutunmasıdır. Burada en önemli noktalardan biri de çevre faktörleridir. Fungus sporu bitki yüzeyinde bulunan su ve nemi içerisine alarak şişer ve bunun sonucu olarak spor içerisinde belli oranda basınç oluşur. Kısa süre sonra spor çimlenir, sporun çimlenmesi ile oluşan organa çim borusu adı verilir. Bu çim borusunun uçunda appressorium adı verilen yastık şeklinde bir yapı ve bunun ucunda da sivri uçlu penetrasyon çivisi adı verilen organ oluşur (Şekil 6). Funguslar özellikle appressorium oluşumundan sonra bulundukları yüzeye bir araba lastiğinin basıncından yaklaşık 40 kat fazla olan basınç uygulayabilirler. Ayrıca appressorium oluşumu süresince salgıladıkları kitin deacetylase, ekstrasellular proteases enzimleri gibi bazı enzimler ile zayıflamış halde bulunan hücre duvarını bu organın uyguladığı basınç ile birlikte delerek giriş yaptıktan sonra doku içerisinde pektin methylesterases ve polygalacturonate lyase gibi enzimlerin yardımıyla yayılır bitki dokusu içerisinde gelişimini sürdürürler (Şekil 6).



Şekil 6. Bitki patojeni fungusların bitkiye girişi (Meng vd., 2009).

2.3 Enfeksiyon

Enfeksiyon patojenin konukçu bitkinin duyarlı hücreleri veya dokularla temasının gerçekleşmesi ve konukçudan beslenmeye başlamasıdır. Enfeksiyon boyunca patojenler konukçu bitki dokuları içinde gelişir ve/veya çoğalır. Başarılı bir enfeksiyon sonucunda konukçu bitkide renk değişikliği, nekrotik alanlar gibi belirtiler ortaya çıkar. Bazen enfeksiyon sonucu belirtiler görülmeyebilir fakat daha sonra çevre koşulları ve bitki durumu uygun olduğunda görülür. Enfekteli bitkilerde ortaya çıkan hastalık belirtileri, bitkinin yaşamsal fonksiyonlarındaki gözle görülebilir veya görülemeyen (solunum hızında ortaya çıkan değişiklik gibi) değişiklikleri kapsar.

Bitkide inokulasyon ile ilk hastalık belirtilerinin ortaya çıktığı ana kadar geçen bu süreye inkubasyon periyodu (kuluçka) denir. İnkubasyon periyodu, enfekteli bitkide görülen değişik hastalıklara, konukçu-patojen ilişkilerine, konukçunun gelişme devresine, sıcaklık ve çevre koşullarına göre değişir.

Enfeksiyon sırasında, bazı patojenler hücreleri öldürmeden veya en azından uzunca bir süre canlı hücrelerden beslenirler. Ancak bazıları hücreleri öldürür ve içeriklerini istila ederek saldırırlar. Ancak bazı durumlarda konukçuya penetrasyon gerçekleşmesine rağmen, konukçunun gelişme dönemi veya diğer koşullar, patojenin doku içerisinde beslenmesi için uygun olmayabilir. Bu durumda patojen inaktif halde dokuların kendisi için uygun hale gelmesini bekler. Dokular uygun hale geldiğinde ise patojen harekete geçer ve gelişmeye başlar, bu tür enfeksiyonlara latent enfeksiyon denir. Örneğin



Zeytin Halkalı Leke Hastalığı etmeni *Spilocaea oleagina*, iklim koşulları uygun olmadığında zeytin yapraklarında latent olarak yaşamını sürdürmektedir.

Patojenlerin bitki bünyesinde yayılma yolları ve penetrasyon noktasından itibaren yayılabilecekleri uzaklıklar patojenlere göre değişiklik göstermektedir. Bazı fungal etmenler örneğin Elma Kara Leke Hastalığı etmeni (*Venturia inaequalis*) sadece kutikulayı geçip kutikula ile epidermis arasına yerleşirken, bazı külleme etmeni funguslar, sadece emeçleri ile epidermis hücrelerinden beslenirler.

Ancak fungusların çoğu bitkinin tüm organlarındaki dokularda;

1. İntersellüler (hücreler arası),

2. İntrasellüler (hücreler içi) olarak yayılırlar.

İntersellüler gelişme: Bu tipte gelişme gösteren funguslar hücreler arasında ilerleyerek dokuları sarar, fakat hücre zarını delerek hücre içerisine girmezler. Daha çok obligat parazit (Biotrof) funguslar bu tür gelişme gösterirler. Bu tipteki funguslar sadece canlı dokularda yaşadıkları için yaşadıkları konukçunun dokularını öldürmemek için özen gösterirler. Bu nedenle hücre içerisine girmeden hücreler arasında gelişerek beslenmelerini gerçekleştirirler. Bunu haustorium (emeç) adını verdiğimiz bir organ vasıtasıyla hücre zarına yapışarak hücre içindeki besinleri emmek suretiyle yaparlar (Şekil 6).

İntrasellüler gelişme: Bu tipte gelişme gösteren funguslar, bitki dokusu içerisinde ilerlerken hücre içerisine girerler. Bu funguslar hücre duvarı ve zarını parçalar ve bunun sonucunda hücre içeriği ve besin maddeleri hücre dışına yayılır. Patojen bu besin maddelerinden faydalanır. Hücreler ölür ve bunun sonucunda ölen hücrelerin olduğu dokular kahverengi bir hal alır. Fakültatif saprofit ve fakültatif parazitler bu tipte gelişme gösterirler (*Rhizopus* spp.).

Bakteriler genellikle intersellüler olarak bulunurlar. Diğer hastalık etmenleri olan virüs, viroid ve bir grup bakteriler (fitoplazma ve spiroplazma vb.) hücre içinde bulunurlar.

Fungus, bakteri, virüs ve paraziter bitkilerin oluşturduğu enfeksiyonların çoğu bir, birkaç hücreyi veya ufak bir alanı kapsayan lokal enfeksiyonlardır. Bu enfeksiyonlar tüm vejetasyon dönemi içinde lokal kalabilir veya genişleyebilir. Bazı durumlarda ise patojenler iletim demetleri içinde yaşamını sürdürür ve etmen bu yolla tüm bitkiye yayılabilir. Bu tür enfeksiyonlara “sistemik enfeksiyonlar” denir.



2.4 Patojenlerin Gelişmesi ve Çoğalması (Kolonizasyon)

Konukçu dokuların patojen tarafından işgal edilmesi ile birlikte patojen çoğalmaya da başlar. Çoğalma olayında oluşan yapılar patojenin çevredeki diğer sağlıklı bitkilere yayılmasını sağlayacak özelliktedir.

Funguslar ve parazitik yüksek bitkiler büyüyerek ve dallanarak gelişirler ve bu gelişmeleri genelde bitkinin yaşamı boyunca sürer. İletim demeti solgunluklarına neden olan funguslar, iletim demetlerinde oluşan sporlarının bitki özsuyla akıntısıyla taşınması ile tüm iletim dokularını istila edebilirler. Ancak diğer hastalık etmenlerinde zaman içinde etmenin büyüklüğünde bir artış ve şeklinde bir değişiklik olmaz. Bitki içinde yeni dokuları istila etmeleri çok süratli çoğalmaları ile gerçekleşir. Çoğalma sonucu oluşan yeni bireyler bitki bünyesinde plasmodesmata, floem ve ksilemde pasif olarak taşınırlar.

Etmenlerin bitkide çoğalmaları patojenlere göre değişir. Funguslar eşeyli ve eşeysiz sporları ile çoğalırlar. Bakteriler bölünerek çoğalırlar. Virüs ve viroid ise sadece canlı konukçu hücrelerinde yaşayabilir ve hücre içinde genetik materyallerden yararlanarak çoğalırlar. Parazitik bitkiler de tohumları ile çoğalırlar.

2.5 Patojenlerin Yayılması

Patojenlerin çoğu enfekteli bitkide çoğaldıktan sonra sekonder enfeksiyonları oluşturmak üzere sağlıklı bitkilere yayılmaktadır. Fungusların zoosporları (örneğin, Oomycetes zoosporları) ile serbest suda, miselyum ve rizomorfları aracılığı ile uygun topraklarda yayılması sınırlı mesafelerde gelişebilir. Bakteriler de çok kısa mesafelerde kendi başlarına hareket ederek bitkiden bitkiye ulaşırlar. Bu yolla yayılma önemsizdir. Bunun dışında patojenlerin kendi başlarına yayılma yetenekleri yoktur. Bu nedenle patojenler çevreye yayılabilmek ve epidemiler oluşturabilmek için çoğunlukla bazı taşıyıcılara gerek duyarlar. Bu taşıyıcılar hava akımları, su, böcekler, diğer hayvanlar ve insanlardır.

Atmosfer yolu ile yayılma: Atmosfer hareketleri inokulumun yayılmasında ve taşınmasında en önde gelen faktörlerdir. Rüzgâr, sporları, tohumları, küçük böcek ve toprak parçacıklarını uzak mesafelere taşıyabilir. Özellikle fungus sporları inokulum kaynağından dağılarak rüzgârla sürüklenir. Örn; Tütün Mildiyösü etmeni *Peronospora tabacina*'nın, İngiltere'de 1959 yılında bir araştırma enstitüsü



serasından dikkatsizlik sonucu çıkan sporları 1960 yılında tüm Avrupa'ya 1961 yılında da ülkemize Trakya Bölgesi'ne gelmiştir.

Fungusların çoğunun sporları çok hassas olup hava ile uzun mesafelere yayılamazlar. Ancak bazıları birkaç bin metrede canlı olarak yayılabilirler. Örneğin, *Puccinia* spp. (Hububat pasları) sporları oldukça dayanıklı olup, yeryüzünden binlerce metre yukarılara ve yüzlerce kilometre uzaklıklara hava akımlarıyla canlı olarak taşınarak ulaştıkları alanlarda salgınlara neden olabilirler. Toprakta bulunan fungus sporları ve bakteriler toprak parçacıklarının hava akımlarıyla uçuşması ile de taşınır. Hava akımları fungus sporları ve bakterileri içeren yağmur damlalarını da taşıyarak bu etmenlerin yayılmalarını sağlar.

Toprak yolu ile yayılma: İnokulasyonu gerçekleştiren vejetatif ve generatif birçok organ toprakta, bitkilerin toprak altı organlarında ya da topraktaki bitki kalıntılarındadır. Bazı toprak kökenli patojenler vejetatif organlarını toprakta geliştirip yayarak hasta bitkiden sağlıklı bitkiye bulaşır (solgunluk *Fusarium oxysporum*, kök çürüklüğü *Rhizoctonia solani* vb.).

Toprak çok karmaşık bir ortam olup, canlı mikroorganizmalar arasında hassas bir denge bulunmaktadır. İyi bir tarımsal uygulama ile bu denge bozulmadan sürer. Ancak hatalı tarımsal uygulamalar ile bu denge patojenin lehine bozabilir. Topraktan geçen hastalıkların yayılma hızı diğerlerine göre daha yavaştır ve tarlada heterojen bir dağılıma gösterir.

Toprak patojenleri, insan (kendisi ya da kullandığı tarım aletleri), hayvanlar ve böcekler aracılığı ile sık sık da sulama ya da sel ve taşkın suları ile taşınabilir.

Su yoluyla yayılma: Fungus sporlarının ve bakterilerin bulunduğu ortama düşen su damlaları, fungus sporlarının ve bakterilerin serbest kalmasında ve bunların su damlacıkları içinde etrafa saçılarak veya hava akımlarıyla taşınarak dağılmalarında çok etkili olmaktadır. Akan su tek başına doğrudan aquatik (sucul) ve toprak kökenli fungusları taşıdığı gibi, bakteri ve fungusları bulunduğu enfekteli bitki parçalarıyla da taşıyarak bunların yayılmasında rol oynar.

Yağmur ve yağmurlama sulamada düşen damlalar, havadaki fungus sporları ve bakterileri toprak ve bitki üzerine taşırlar.

Tohum, yumru, soğan vb. üretim materyali ve polen ile yayılma: Birçok patojen üretim materyali olarak kullanılan tohum, yumru, soğan vb. bitki organlarının üzerinde ya da içinde bulunur. Önemli bitki hastalıklarının birçoğunun tohumla taşındığı bulunmuştur. Yaklaşık 500 fungus türü, 30 bakteri ve 80 virus hastalığı tohumla taşınabilmektedir. Bunlardan bazıları için tohumla taşınma, tek yol da



değildir. Ayçiçeği Mildiyösü (*Plasmopora halstedii*) ve Buğday Rastığı etmenleri hem tohumla hem de atmosfer yolu ile taşınır. Patates Mildiyösü (*Phytophthora infestans*), Soğan Mildiyösü (*Perenospora destructor*) etmenleri de hem tohumluk, yumru-soğan, hem de atmosfer yoluyla taşınan patojenlerdir. Nitekim ülkemizde solgunluk etmeni fungusların (*Fusarium* ve *Verticillium* türleri) sebze fideleriyle bölgeden bölgeye yayıldığı da bir gerçektir.

Bazı virüsler enfekte ettikleri bitkilerin polenleri ile taşınmaktadır.

Vektörle yayılma: Patojen mikroorganizma canlı bir aracı ile de bitkiden bitkiye taşınabilir. Bu canlı araçlara “vektör” denir. Böcekler, nematodlar, patojen funguslar, yüksek parazit bitkiler (*Cuscuta* sp.), daha az oranda kemirgenler, çiftlik hayvanları, kuşlar hatta insanlar taşımada rol oynar. Örneğin Karaağaç ölümü diye adlandırılan hastalığın etmeni olan *Ophiostoma ulmi* hastalıklı ve zayıf ağaçların kabuklarında beslenen yazıcı böcekler (*Scolytus* spp.) tarafından ağaçtan ağaca yayılmaktadır. İncir iç çürüklüğüne neden olan *Fusarium* spp., dişi incir meyvesinin döllemesini sağlayan ileklerden (erkek incir meyvesi) çıkan ve erkek çiçek tozlarını taşıyan *Blastohaga psenes* (ilek arısı) aracılığıyla dişi meyvelere taşınmaktadır. Virüs, viroid ve bazı bakteriler (fitoplazma ve spiroplazma) vektör böcekler yardımıyla yayılmaktadır.

2.6 Patojenlerin Olumsuz Koşulları Geçirmesi (Kışlaması/Yazlama)

Bitki hastalık etmenlerinin bir vejetasyon döneminden diğerine nasıl geçtiklerinin bilinmesi, özellikle savaş yöntemlerinin belirlenmesi açısından önem taşır. Çok yıllık bitkileri enfekte eden patojenler, olumsuz koşulları konukçu bitkide geçirirler. Ancak tek yıllık bitkiler vejetasyon periyodu sonunda ölürler. Bu durumda patojenler bir sonraki vejetasyon dönemine canlı konukçusunda olmaksızın ulaşırlar.

Patojenler çok yıllık bitkilerin doğrudan enfekteli canlı dokuları içinde veya üstünde, tomurcuklarında özellikle olumsuz çevre koşullarından daha az etkileneceği kısımlarında bu dönemi geçirirler. Patojenler çok yıllık bitkilerin dökülen yaprak, meyve gibi organlarında, tohumlarında da bir sonraki vejetasyon dönemine ulaşabilirler. Tek yıllık bitkilerde ise kışlamaları genellikle bitki artıklarında, toprakta, bitkinin tohum, yumru gibi çoğalma organlarında gerçekleşir. Ayrıca yıl boyu birbiri ardına tarımı yapılan tek yıllık bitkilerde patojen birinden diğerine geçerek sürekli olarak canlı konukçu bitki üzerinde yaşamını sürdürür. Bunun yanında alternatif çok yıllık konukçuyu da enfekte ederek kış dönemini bu bitkide geçirebilir.



Funguslar, miselyum, dayanıklı spor veya eşeyli üreme sonucunda oluşan yapılar ile olumsuz koşulları geçirirken, gram negatif bakteriler polisakkarit yapısında sümüksü bir madde ile kendilerini sararak, ya da gram pozitif bazı bakteriler dayanıklı spor (endospor) oluşturarak olumsuz çevre koşullarında yaşamlarını sürdürebilirler. Virus ve viroidler ise, sadece canlı dokularda olmak üzere bitkinin çeşitli vejetatif ve generatif organlarında kışı geçirirler. Çok az sayıda virus böceklerde ve bazı virus ve viroidler enfekteli bitki artıklarında veya tarım aletlerine bulaşarak kışlarlar. Parazitik bitkiler, kış dönemini tohum olarak genellikle toprakta veya vejetatif yapı halinde konukçusunda geçirmektedir.

2.7 Hasta Bitkide Görülen Belirtiler

Biyotik ya da abiyotik nedenlerle hastalanmanın bir sonucu olarak önce hücre ve doku düzeyinde, daha sonra da organ düzeyinde hastalık belirtileri (simptom) ortaya çıkar. Bu belirtiler başlangıçta hücre düzeyinde iken mikroskopik olup çıplak gözle fark edilmezler. İleriki dönemlerde doku ve organ düzeyindeki değişimler ise çıplak gözle kolayca görülebilir. Bu belirtiler bitkinin tamamında görülebildiği gibi belirli bir organda, doku veya hücrede olabilir. Belirtiler genellikle bitkinin metabolizmasının bir şekilde bozulması (işlevsel bozukluk) ya da bitki organları ve dokularında gözle görülür morfolojik bir değişiklik (yapısal bozukluk) şeklinde ortaya çıkar. Belirtiler iki farklı biçimde oluşur. Birincisi bitki dokusunun hastalık nedeniyle farklılaşarak anormal bir görünüm alması ile olur. İkincisi ise hastalıklı dokular üzerinde oluşan patojene özgü yapılardır.

2.7.1 Hücre Doku Patolojisi Açısından Belirtiler

Bu grupta belirtiler üç grup altında incelenmektedir. Bunlar; nekrotik, hipoplastik (atrofik, hiperplastik (hipertrofik) belirtiler olarak adlandırılır.

2.7.1.1 Nekrotik Belirtiler

Hücre ve dokuların ölümü sonucu ortaya çıkan belirtilerdir. Ancak ölümler gerçekleşmeden nekrozların oluşma başlangıcında sulanma (hidrosis), solgunluk, sararma gibi belirtiler şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu belirtiler de bu grup içinde değerlendirilmektedir. Ancak ölümün gerçekleşmesi sonrası yanıklık, kanser, leke, çürüklük şeklinde görünümlere dönüşürler. Nekrotik belirtiler şunlardır:

Solgunluk: Bitkilerin transpirasyonla kaybettikleri suyu karşılayamamaları sonucu hücrelerinde turgor basıncının düşmesidir. Bitkinin yeteri kadar su alamamasının nedeni patojenin bitkinin iletim



demetlerine zarar vermesi sonucu bu organların topraktan su alamaması ve üst kısımlara taşıyamamasıdır (örn; *Verticillium dahliae*'nin neden olduğu Verticillium Solgunluğu, birçok kültür bitkisinde *Ralstonia solanacearum*'un neden olduğu Bakteriyel Solgunluk). Buna aynı zamanda topraktan mineral madde alınımının engellenmesi de eşlik eder ve bitki solmadan önceki dönemlerinde gelişme geriliği de gösterebilir. Bu bitkilerde yapraklar önce sararır, sonra pörsür ve kurur. Pörsümeyi sararma takip eder. Solgunluğun birçok nedeni bulunmaktadır. Bunlar;

- Toprakta yeterli suyun bulunmaması sonucu oluşan kuraklık,
- Yüksek hava sıcaklığı ve sıcak kuru rüzgârlar sonucu aşırı transpirasyon nedeniyle bitkinin aldığı sudan fazlasını vermesi,
- Toprak sıcaklığının düşüklüğü ve don nedeniyle bitki kök aktivitesinin yavaşlaması veya durması,
- Toprakta tuz konsantrasyonunun yüksekliği nedeniyle bitkinin topraktaki suyu alamaması,
- Bitkilerin iletim sistemini tahrip eden funguslar ve bakteriler gibi hastalık etmenleridir (Şekil 7).

Genelde kuraklığın ve iklimsel koşulların getirdiği solgunluklar başlangıçta geçici olabilir, ancak bitkilerde iletim demetlerini tahrip eden paraziter etmenlerin oluşturduğu solgunluklar geçici değildir.

Kloroz: Kloroz bitki hücrelerine yeşil rengini veren klorofil pigmentini içeren kloroplastların tahrip olması ile yeşil renkte olan dokularda rengin sararmasıdır. Rengi açılmış bir bitkide kloroplastlar daha az ve küçüktür. Yapraklarda bu şekilde rengin açılıp sararmasına “kloroz” adı verilir. Kloroza fungus, bakteri, virus [örn; Tütün Mozayik Virusu (TMV), Hıyar Mozayik Virusu (CMV)] gibi etmenler neden olduğu gibi kök ve kök boğazı hastalıkları, böcekler, don, yüksek dozda SO₂, flor gibi gazlar veya bazı mineral madde noksanlıklarında da bu simptom oluşabilir.

Lekeler: Bitki dokuları üzerinde sınırları belirgin küçük alanlar şeklinde oluşur. Lekeler klorotik ve nekrotik olabilir. Klorotik lekeler sarı iken nekrotik lekeler kahverengi veya siyah renkli olurlar. En yaygın olarak görülen nekrotik lekelerdir. Bitkilerin başta yaprakları olmak üzere çeşitli organlarında görülen ve dokunun kendi renginden farklı açık veya koyu belirgin nekrotik alanlardır. Lekeler paraziter etmenler, olumsuz çevre faktörleri, mekaniksel etkiler ve zararlılar nedeniyle olabilir. Bu belirtiler boyut, renk, şekil ve sınırları yönünden farklılıklar gösterirler. Bazen küçük lekeler birbirleriyle birleşerek daha büyük lekeler oluşturabilirler. Sap ve meyvelerde genelde çökük yapıdadır (örn; *Venturia inaequalis*'in neden olduğu Elma Karalekesi). Bazıları dairesel veya düzenli olmayan sınırları olan konsantrik lekeler şeklindedir. Lekeler bazı hastalıklarda bitki damarları ile sınırlandırılmıştır (örn; *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* 'ın neden olduğu Kabakgillerde Köşeli Yaprak Lekesi Hastalığı) (Şekil 7). Lekeler bazen klorotik bir hale ile çevrilidir (örn; Domates ve patateslerde *Alternaria solani* 'nin neden olduğu Erken Yanıklık Hastalığı, *Pseudomonas syringae* pv.



tomato’nun neden olduğu Domates Bakteriyel Benek Hastalığı). Hastalık ilerledikçe enfekteli dokular tamamen kurur ve bazen kuruyan doku parçalanıp dökülerek yapraklarda saçma deliği şeklinde delikler oluşur (örn; *Wilsonomyces carpophilus*’un neden olduğu Yaprak Delen Hastalığı). Bazı durumlarda çizgi ve şerit şeklinde lekeler oluşabilir. Yapraklarda genel olarak görülen leke tipleri, yaprak yanıklığı, yaprakta deformasyon, damarlarda deformasyon, damarlarda renk açılması, mozayik halkalı lekelenme, antraknoz, mildiyö, külleme, yapraklarda kabarcık (siğil) oluşumu, yara kabuğu (scab) şeklinde adlandırılır. Örn; Hıyar Mozayik Virus (CMV), kabakgil meyvelerinde siğil oluşumuna neden olur.

Yanıklık ve haşlanma: Dokuların çok hızlı ve yoğun olarak su kaybetmesi sonucu ortaya çıkan nekrotik bir belirtidir (Şekil 7). Dokunun tamamen kurumasına neden olan bu belirti, bitkinin toprak üstü organlarında ve daha çok genç sürgünlerde yaprak, çiçek ve sulu meyvelerde görülmektedir (örn; Sert çekirdeklielerde *Monilinia laxa*’nın neden olduğu Çiçek ve Sürgün Monilyası). Yüksek sıcaklıklar, sıcak ve kuru rüzgârlar, pestisitlerin yüksek dozda kullanılması, diğer kimyasal maddeler ve bazı patojenler “yanıklık” şeklinde belirtilere neden olurlar. Patojenlere göre de bakteriyel yanıklık (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*’nin neden olduğu sert çekirdekli meyve ağaçları ve turuncgillerde yaygın olarak görülen Bakteriyel Sürgün ve Dal Yanıklığı) veya fungal yanıklık hastalıkları olarak adlandırılırlar.

Geriye doğru ölüm: Bitkilerin sürgün ucundan geriye doğru kurumalarıdır. Bitkilerde paraziter bir etmen nedeniyle veya susuz kaldıklarında da uçtan itibaren geriye doğru ölüm olayı izlenebilir. Bu semptomlara genelde fungal (örn; meyve ve orman ağaçlarında Botryosphaeriaceae familyasının neden olduğu geriye doğru ölüm hastalıkları) ve bakteriyel etmenler (örn; Yumuşak çekirdeklielerde *Erwinia amylovora*’nın neden olduğu Ateş Yanıklığı) neden olmaktadır.

Kanser ve yaralar: Genelde ağacın dal ve gövdesinde kabuk ve kortikal dokularda oluşan nekrotik belirtilerdir. Kanseler çoğunlukla çok yıllık bitkilerde görülür ve paraziter hastalık etmenlerinin faaliyeti sonucu ortaya çıkar (örn; *Nectria* spp.’nin neden olduğu Nectria Dal Kanseri, *Cryphonectria parasitica*’nın neden olduğu Kestane Kanseri, *Pseudomonas syringae*’nin neden olduğu Bakteriyel Dal Kanseri). Bu nekrotik yara dokusunda mantarimsı kallus dokusu oluşur. Bitkinin kallus dokusu ile yarayı kapatmaya çalışması ile patojenin karşılıklı faaliyetleri sonucu iç içe şişkinlikler şeklinde, derin ve açık kanser yaraları oluşur. Şiddetli enfeksiyonlarda kanser yarası gövde veya dalı çevre sararak ölümüne neden olur.



Çürüklük: Nekrotik dokunun parçalanması sonucu oluşan bir belirtidir. Bitkinin tüm organlarında görülür. *Botrytis cinerea*'nın neden olduğu Kurşuni Küf Hastalığı çilek meyvelerinde çürüklük oluştururken, *Phytophthora capsici*, Biberde Kökboğazı Çürüklüğü'ne neden olmaktadır. Yapısına, rengine göre yumuşak, sert, kuru, ıslak, pembe, beyaz, siyah çürüklükler şeklinde sınıflandırılır. Bazı meyvelerde çürümenin ileri dönemlerinde meyve tamamen suyunu kaybedip büzüşüp, kuruyarak mumyalaşır. Bu tip belirtilere “mumyalaşma” adı verilir. Çürüklükler genelde yaş ve kuru çürüklük olmak üzere iki tipte ortaya çıkar. Bakteriyel patojenler genellikle yaş (ıslak) çürüklük oluştururken (örn; *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*'nın birçok kültür bitkisinde neden olduğu yumuşak çürüklük hastalıkları) funguslar genellikle kuru çürüklüklere neden olurlar.

Akıntılar: Enfeksiyona karşıt bir reaksiyon olarak bitki tarafından veya doğrudan patojenin çoğalması ve ürettiği maddelerle oluşabilir. *Cytospora* spp.'nin özellikle sert çekirdekli meyve ağaçlarında oluşturduğu zamklanma, bitki tarafından oluşturulan akıntılara örnek verilebilir. Patojen tarafından oluşturulan akıntılara Ateş Yanıklığı'na neden olan *Erwinia amylovora*'nın ve Bakteriyel Solgunluğa neden olan *Ralstonia solanacearum*'un oluşturduğu polisakkarit yapısındaki “ooze” adı verilen akıntılar örnek gösterilebilir.

Çökerten: Bitkinin ölümüne neden olan semptomdur. Fidelik ve fidanlıklarda genç bitkilerin toprak yüzeyine yakın kök ve kök boğazı dokularında toprak kökenli patojenlerin oluşturduğu ani ve şiddetli nekrozlar sonucu bitkilerin kısa sürede solarak kök boğazlarından kıvrılarak toprak üstüne devrilerek ölmesidir. Örn; *Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp.'nin bazı fideliklerde, pamukta neden olduğu çökerten.

Antraknoz: Bazı fungusların bitkilerin çeşitli organlarında (sap, yaprak, kapsül, meyve) neden oldukları çöküntü şeklindeki nekrozlardır. Örn; Nohut Antraknozu Hastalığı (*Ascochyta rabiei*)

Ayrıca yukarıda verilen belirtilere ek olarak bazı fungusların neden olduğu belirtiler aşağıda verilmiştir.

Mildiyö: Konukçu bitkinin yaprakları, sapsı, çiçek ve meyvelerinde fungusun beyazımsı misel ve üreme yapıları ile kaplanması şeklinde oluşan belirtilere neden olur (Örn; *Plasmopara viticola*'nın neden olduğu Bağ Mildiyö, *Pseudoperonospora cubensis*'in neden olduğu Kabakgil Mildiyö).

Külleme: Konukçu bitkinin üst aksamında un veya kül serpilmiş gibi görünen beyaz veya gri renkli misel ve sporların oluşumuna neden olur (Örn; *Erysiphe necator*: Bağ Küllemesi, *Blumeria graminis*: Hububat Küllemesi)

Paslar: Konukçu bitkinin yaprak ve sapsı üzerinde pas görünümüne birçok küçük lezyon oluşmasına neden olur (Örn; *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*'nin neden olduğu Buğday Pası).



Rastık: Tohum (örn; *Ustilago nuda tritici*: Buğday Açık Rastığı) veya gallerin (örn; *Ustilago maydis*: Mısır Rastığı) içi misel veya siyah sporlar ile dolmaktadır.

2.7.1.2 Hipoplastik (Atrofik) Belirtiler

Boyutsal olarak bitki veya organlarının yeterince gelişmemesi şeklinde görülen belirtilerdir. Genelde yavaş hücre çoğalması ve hücrelerin normal boyutlarına ulaşamaması sonucu oluşur. Bu grupta yer alan belirtiler:

Renksizleşme: Bu semptom genel olarak bitkinin yaprak, meyve ve çiçeklerinde kendine özgü rengi veren pigmentlerin yeterince veya hiç oluşmaması sonucu normal rengin kaybolmasıdır. Bitkide albinizm adı verilen beyaz renk hâkim olur. Renksizleşme bitkinin tamamında, bir veya birkaç organında görülebilir. Hastalığın şiddetine göre renklerin tonu daha açık ve koyu olabilir. Bu belirtiler bitkinin sürgün ve tomurcuk gibi taze dokularında yaşlı kısımlara göre daha belirgindir.

Gelişme durgunluk ve cüceleşme: Bitkilerin normal gelişme gösterememe halidir. Bu belirtiler bitkinin çiçek veya meyvelerinin gelişmemesi şeklinde belirli bazı organlarda oluşabildiği gibi bitkinin tümünde de görülebilir. Bu belirtilere beslenme yetersizliği, olumsuz iklimsel faktörler ve paraziter hastalıklar neden olmaktadır. Bu şekilde belirtiler gösteren bitkiler diğerlerine göre daha zayıf, boyları kısa ve cüce bir görünüm alır. Bazı bitkilerde görülen Phytoplazma, virüs ve viroidlerin neden olduğu hastalıklar bu tip belirtilere neden olmaktadır.

Rozetleşme: Bitkilerde uzunlamasına olan büyümenin yavaşlaması sonucu sürgün, dal ve gövdelerde boğum aralarının kısalması ile ortaya çıkan durumdur. Çinko noksanlıklarının neden olduğu belirtiler, Turunçgillerde *Spiroplasma citri* 'nin neden olduğu Palamutlaşma Hastalığı (Stubborn) buna örnek verilebilir.

2.7.1.3 Hiperplastik (Hipertrofik) Semptomlar

Bitkilerin bazı organlarında veya tamamında boy ve renk bakımından normalin üzerinde bir gelişme veya bitki organlarında şekil değişikliği olması, ayrıca bazı organların zamanından önce gelişmesi hiperplastik semptomları oluşturmaktadır. Bitkilerde görülen gal, tümör, biçimsiz oluşumlar hiperplastik semptomlardır.

Gal ve tümör: Bitkilerde oluşan bütün şişkinliklere ur adı verilmektedir. Uurlar gösterdikleri karakteristik özelliklere göre gal veya tümör olarak ikiye ayrılır. Gal ve tümör bitkilerin herhangi bir organında bulunan hücrelerin anormal derecede bölünüp çoğalmaları sonucunda oluşan



şişkinliklerdir. Meyve ağaçlarında *Agrobacterium tumefaciens*'in neden olduğu Kök Uru Hastalığı, *Plasmodiophora brassicae*'nin neden olduğu Lahana Kökuru Hastalığı urlara verilebilecek örneklerdendir. Gallerde büyüme sınırlı (genellikle böcekler tarafından oluşturulur), tümörlerde sınırsızdır (Şekil 6) ve etmen uzaklaştırıldığında galde büyüme durmasına karşın tümörde durmaz.

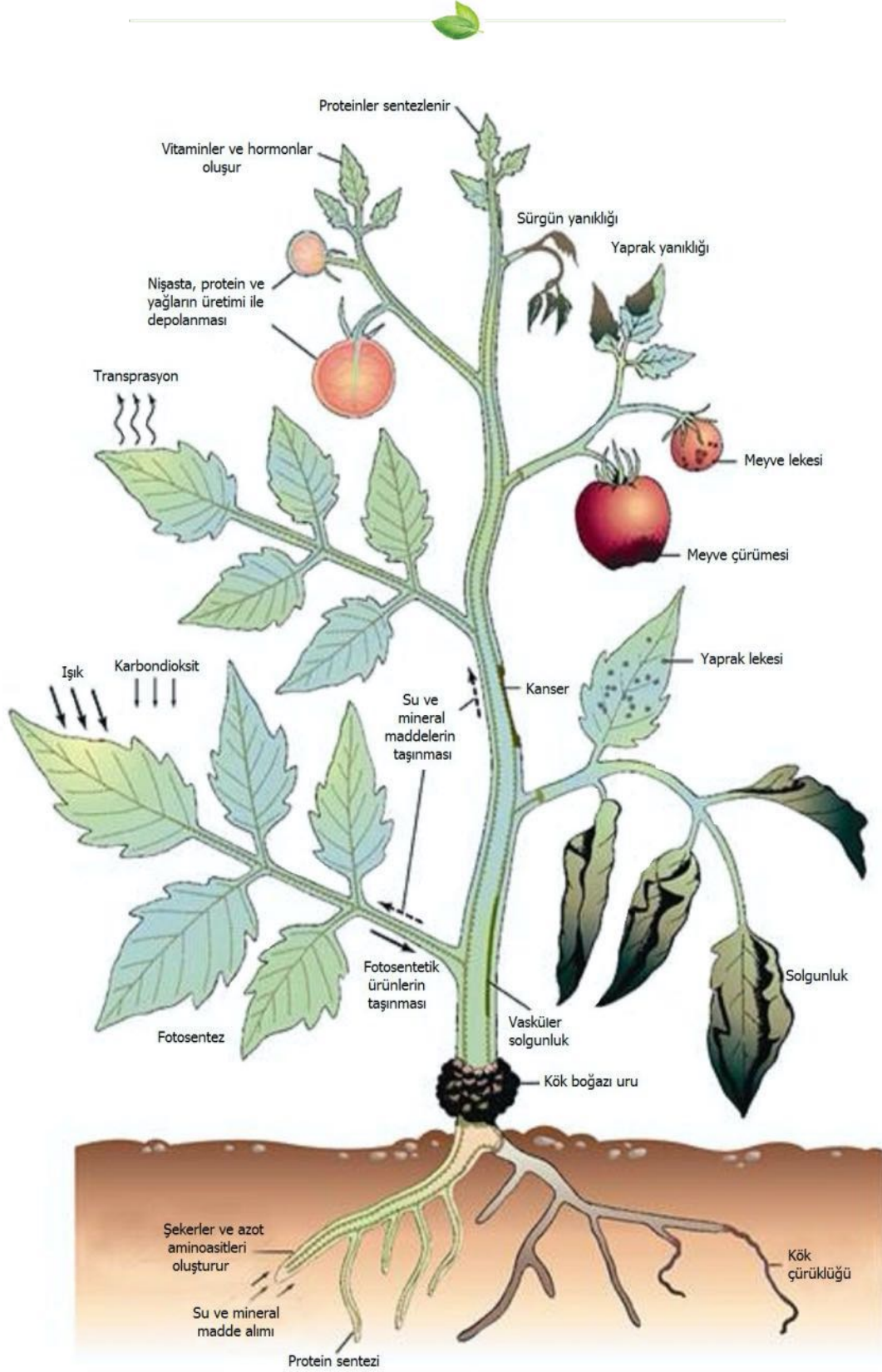
Erken süberin oluşumu: Bitkilerde yaprak, çiçek ve meyve saplarının gövdeye birleştiği yerde bir oyum tabakası oluşmaktadır. Bu durum zamansız ve herhangi bir dış etki sonucu oluyorsa zamansız yaprak, çiçek, meyve dökümüne neden olur.

Biçimsiz oluşumlar: Bitkinin bir bölümü normal gelişme gösterirken, bitkinin diğer bir kısmında dal veya sürgünün yuvarlaklığını kaybederek yassılaşıp kalınlaşarak anormal görünüm alması (yassılaşma–Fassiation), dal veya sürgünün kendi etrafında kalınlaşarak bükülmesi (tortion), ağaçlarda belli dallar üzerinde sürgünlerin sık ve kısa oluşması (çalılaşma) (örn; bazı bitkilerde Phytoplasma'ların neden olduğu Cadı Süpürgesi) şeklindeki belirtilerdir.

2.7.2 Patojen Yapılarının Oluşturduğu Belirtiler

Küflenme: Hastalıklı dokuların dış yüzeyinin fungal patojenlerin misel ve mikroskopik sporları ile kaplanmasıdır. Genellikle hastalığın ilerleyen dönemlerinde ortaya çıkan belirtilerdir. Depolanmış taze ve kurutulmuş ürünlerde küflenme, külleme ve mildiyö hastalıklarında bu türden belirtiler görülmektedir.

Üreme yapıları: Patojenlerin hastalıklı dokular üzerinde üreme sırasında oluşturduğu özel yapılardır. Bunlardan bazıları makroskopik tek partikül şeklindedir. Funguslarda karşımıza çıkan sklerot adını verdiğimiz dayanıklı kışlama yapıları bunlara örnek olarak gösterilebilir. Bunun dışında sporların bir arada kitle halinde oluşması sonucu da gözle görülebilir oluşumlar meydana gelebilir. Pas ve rastık hastalıklarını bu duruma örnek olarak gösterebiliriz.



Şekil 7. Bitkide gerçekleşen temel fonksiyonlar(sol), bu fonksiyonların bitki hastalıkları tarafından bozulması (sağ) (Agrios, 2005).



Kaynakça

Agrios, G. N., 2005. Plant Pathology, Fifth Edition. Elsevier Academic Press, XX+922pp.

Meng, S., Torto-Alalibo, T., Chibucos, M. C., Tyler, B. M., Dean, R. A., 2009. Common processes in pathogenesis by fungal and oomycete plant pathogens, described with Gene Ontology terms. BMC Microbiology, 2009, **9** (Suppl 1):S7 doi:10.1186/1471-2180-9-S1-S7.



3 Fungal Hastalıklar

Funguslar, yüksek yapılı organizmalar (insanlar, hayvanlar ve bitkiler) üzerinde parazit olarak yaşamlarını sürdürebilen ve onların hastalanmasına hatta ölümüne yol açabilen mikroorganizmalardır. Dünyada tanımlanmış 100,000'e yakın fungus türü bilinmektedir. Buna ilave olarak yaklaşık 200–300 fungus türü omurgalılarda hastalığa neden olurken, 10,000'e yakın tür de bitkilerde hastalığa neden olabilmektedir. Funguslar, bitkilerin tüm yaşam evrelerinde (tohumdan ürüne) hastalığa neden oldukları gibi hasat edilen bitkisel ürünlerde de taşınma sırasında ve depoda zararlı olabilmektedirler. Bu kayıplar bitkilerde doğrudan beslenme sonucu oluşan yapısal ve işlevsel bozulmalar şeklinde ortaya çıkan zararlar olduğu gibi, bazı fungusların (*Penicillium* spp. *Aspergillus* spp. *Fusarium* spp. gibi) oluşturdukları mikotoksin adı verilen sekonder metabolitler indirekt zararlara da yol açabilmektedir. Bununla ilgili bilgiler daha önce anlatılmıştır.

Fungusların zararları yanında birçok faydası da bulunmaktadır. Doğada organik maddeler üzerinde yaşayarak onları parçalayıp organik artıkların birikimini önlerler. Bu şekilde dünyamızı organik bir çöplük olmaktan kurtarır ve bunları bitkilerin yararlanabileceği formlara dönüştürerek önemli biyolojik çevrimlerde görev alırlar. Toprakta bulunan ve mikoriza adı verilen bazı funguslar çeşitli yüksek bitkilerin köklerinde simbiyotik faaliyet göstererek, başta fosfor olmak üzere birçok besin elementinin bitkiler tarafından topraktan alınmasına yardımcı olurlar. Bazı zehirsiz şapkalı mantarlar (*Agaricus bisporus*) insanlar tarafından besin maddesi olarak tüketilmektedir. Ekmek yapımında kullanılan mayalar (*Saccharomyces cerevisiae*) ve peynir yapımında aroma oluşturmak amacıyla bazı funguslar kullanılmaktadır. Fermentasyon sonucunda alkol üretiminde, antibiyotik adını verdiğimiz ilaçların yapımında funguslardan yararlanılmaktadır. Örneğin penisilin isimli ilk olarak bulunan antibiyotik *Penicillium chrysogenum* isimli fungus tarafından üretilmektedir.

Bazı fungus türleri ise bitki hastalık ve zararlıları ile mücadelede biyolojik savaş ajanı olarak kullanılmaktadır. Bunların içerisinde en önemli fungal ajanlardan biri de ticari preparatları da olan *Trichoderma* spp.'dir.

Fungusların kısaca genel özellikleri ve beslenme şekilleri daha önce anlatılmıştır.



3.1 Fungusların Somatik Yapısı

Funguslar yaprak, kök, gövde gibi farklılaşmış organlara sahip değildirler. Ayrı bir iletim sistemleri yoktur. Genellikle iplik şeklindeki vücutları apikal olarak, yani uçtan uzunluğuna ve dallanarak büyür. Herhangi bir parçası büyüme potansiyeline sahiptir.

Fungusların vücudunu oluşturan diğer bütün organların da kaynağı olan temel yapıya “Tallus” (thallus) denir. Tallus, genellikle hif (hypha) adını verdiğimiz dallanmış ipliksi yapıdan oluşmuştur. Ancak maya fungusları gibi tek hücreli olan türler de bulunmaktadır. Bir kısım funguslarda ise tallus bir plasmodiumdur. Plasmodium, gerçek hücre duvarı bulunmayan ve belli bir şekli olmayan tek veya çok çekirdek taşıyan (*Plasmodiophora brassicae*) bir protoplazma kitlesidir.

Funguslarda büyüme en uçtan başlar (apikal) ancak tallusun diğer kısımları da gelişme potansiyeline sahiptir. Toplu halde bir arada bulunan hif kitlesine misel (mycelium) adı verilir. Hif hücreleri bazen birbirlerinden bir bölme (septum) ile ayrılırlar (Ascomycota ve Basidiomycota) ve her bir hücrede bir, iki veya çok sayıda çekirdek bulunabilir. Ancak her bölmede protoplazma akışını sağlayan küçük geçitler (por) yer alır. Bazen hiflerde bölme bulunmaz (Oomycota ve Zygomycota) çekirdekler sitoplazma içinde dağınık olarak bulunur ve bölmesiz hif (coenocytic hif) olarak tanımlanır.

Fungus hücresi; hücre duvarı, plazmalemma, mitokondri, endoplazmik retikulum, ribozom ve vakuol (koful) organellerinden oluşmuştur (Şekil 8).

Hücre duvarı: Hücreye şekil veren hücre duvarı glukan, kitin ve glikoproteinler olmak üzere üç tabakadan oluşmuştur.

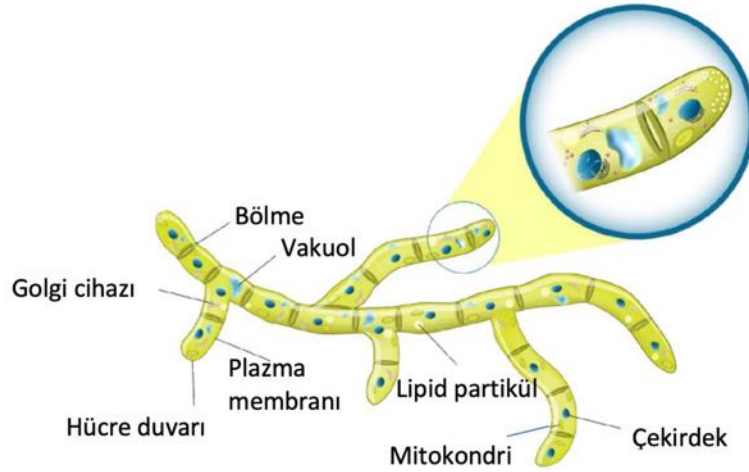
Sitoplazmik zar (Plazmalemma): Sitoplazmayı çevreleyen hücre zarının çift katmanlı geçirgen bir yapısı vardır. Besin maddelerinin hücre içerisine alınması veya dışına atılmasında önemli rol oynar.

Mitokondri: Kendine has DNA içerir. Bu organelde hücre solunumu gerçekleşmektedir. Karbondhidratlar yakılarak hücre için gerekli olan enerji burada açığa çıkar.

Endoplazmik retikulum: Tüm sitoplazma içerisinde kanallar oluşturacak şekilde bulunur hücre zarından farklılaşmış iki zardan meydana gelen dar torba biçiminde yapılar olup üzerinde çok sayıda ribozom adını verdiğimiz protein sentezinde rol alan organeller vardır.

Ribozom: Protein sentezinde görev alırlar.

Vakuol: Hücre içerisindeki kese şeklindeki boşluklar. Farklı görevleri vardır. Bazı kimyasalların sentezlenmesinde, depolanmasında görev alır.



Şekil 8. Bölmeli fungus hifinin görünümü ve başlıca kısımları
(https://www.123rf.com/photo_36477181_stock-vector-typical-fungi-cell-fungal-hyphae-structure-fungi-diagram-illustrating-the-ultrastructure-of-a-septat.html).

Parazitik funguslarda hifler, konukçu dokuları üzerinde veya genellikle doku içinde hücreler arası (intersellüler) veya hücreler içi (intraseellüler) olarak gelişirler. İntersellüler hifler, genellikle “haustorium” adı verilen emeçleri ile ihtiyaçları olan besinlerini alırlar (Bkz. Enfeksiyon, Sayfa 25).

3.2 Funguslarda Üreme

Funguslarda taksonomik gruplara bağlı olarak eşeyli (seksüel), eşeysiz (aseksüel) üreme ya da her ikisi birden görülebilmektedir. Üreme eşeyli veya eşeysiz olsun genellikle spor oluşumu ile son bulur. Ancak spor oluşturmada da funguslar üreyebilirler. Örneğin hiften kopan bir parça kendisi için besin maddesi içeren ortama ulaştığında yeni bir birey olarak gelişmeye devam edebilir.

3.2.1 Eşeysiz Üreme (Aseksüel üreme)

Bu tip üremede eşey hücreleri (gametler) oluşmaz. Eşeysiz üremede farklı karakterdeki çekirdeklerin birleşmesi söz konusu değildir. Genellikle eşeysiz üreme sonucu oluşan yeni bireyler genetik olarak ebeveyn fungusun aynısıdır. Somatik hücre, mitoz bölünme geçirerek ikiye bölünür. Çekirdek (nukleus) bölündükten sonra, sitoplazmada oluşan hücre zarı ile yavru hücre anne hücreden ayrılır. Eşeysiz üreme yollarından bir tanesi tek hücreli bir tallusun tomurcuklanarak yeni bir birey oluşturmaktır. Bu genellikle mayalarda görülür. Aseksüel üreme hiflerin parçalanması sonucu da oluşabilir. Ana vücuttan kopan bir hif tekrar gelişme ve büyüme yeteneğine sahiptir.



Eşeysiz üreme sonucunda çok sayıda yeni fert oluşur ve genellikle mevsim içinde birçok defa tekrar eder ve yeni enfeksiyonlar ya da salgınlar yapmasını sağlar. Türe ve çevre koşullarına bağlı olarak birçok kez tekrarlanan bu enfeksiyonlara “sekonder enfeksiyon” denir.

Funguslarda görülen eşeysiz çoğalma 4 yolla gerçekleşir.

Somatik yapının parçalanması: Bazı funguslarda, hiflerdeki hücrelerin bölünüp farklılaşarak spor halini alması sonucu thallospor denen sporlar oluşur. Birçok fungus yaşamının belirli bir döneminde hif hücrelerinden bazıları veya tümü şişkinleşir, büyür çeperi kalınlaşır. Hiflerin arasında veya ucunda oluşan böyle eşeysiz sporlara klamidospore (chlamydospore) denir. Bazı durumlarda ise hifler farklılaşmadan birbirinden tesbih taneleri gibi ayrılır. Böyle sporlara ise arthrospor denir.

Somatik hücrenin bölünmesi: Eşeysiz üremede görülen yollardan bir tanesi de somatik iki yavru hücreye bölünmesi şeklindedir. Ayrılan bu hücrelerden her biri bir spor olarak çimlenip yeni bir somatik yapıyı oluşturur.

Tomurcuklanma: Mayalarda sıklıkla rastladığımız bu çoğalmada vejetatif hücre bir noktada tomurcuk oluşturur. Hücre çekirdeği de tomurcuğa doğru uzamaya başlar, sonra çekirdek ikiye bölünür. Bir parçası yeni hücreye geçer, diğeri ana hücrede kalır. İki hücre arasında bir bölme vardır. Yeni maya hücresi çoğunlukla ana hücreden ayrılmaz, hücre zincirlerini meydana getirir. Tomurcuklanma genel olarak mayalara özgü bir üreme şekli olmasına rağmen bazı fungusların yaşam çemberlerinin belirli bir yerinde veya bazı koşullarda da meydana gelebilir. Bu şekilde oluşan sporlara da blastospor denir.

Spor vererek çoğalma: Gerçek fungusların büyük bir çoğunluğunda fungusun taksonomik grubuna bağlı olarak, türe özgü morfolojiye sahip aseksüel sporlar (conidium), hif üzerinde ya da hiflerden farklılaşan özel taşıyıcı hif uzantıları (conidiophore) üzerinde (Şekil 9) ya da özel yapılar (pycnidium, acervulus) içerisinde tek tek, zincir şeklinde veya küme şeklinde oluşmaktadır (Ascomycota, Basidiomycota).

Sporlar bazen de bağımsız bir hifin ucunda oluşmak yerine bir kese içinde oluşur (Zygomycota). Bu spor keselerine “sporangium” kese içerisinde oluşan hareketsiz sporlara “sporangiospor” üzerinde oluştukları hif uzantısına da “sporangiohore” denir (Şekil 10). Ancak fungus benzeri türlerin bulunduğu Oomycota, Myxomycota ve Chytridiomycota şubelerinde sporangium içerisinde oluşan sporlar hareketlidir ve bu sporlara zoospore denir (Şekil 10).



Şekil 9. *Alternaria alternata*'nın conidium zinciri ve conidiophore (<https://alchetron.com/Alternaria-alternata>).



Şekil 10. Sporangium'lar (A) ve zoosporlar (B) (<https://alchetron.com/Phytophthora-capsici>), Sporangium ve sporangiospore (C) (<https://alchetron.com/Mucor#mucor-e0b8f453-e1bb-4c48-8ded-bd4ec6379fe-resize-750.jpg>).

Basidiomycotina şubesinde, uzun devirli paslarda 5 farklı üretken devre ve bu devrelerde oluşan sporlar vardır. Bu sporlardan pycniospore, aeciospore, uredospore ve teliospore eşeysiz sporlardır. Bunlardan uredospore'lar hastalığın yayılmasından sorumludur. Teliospore'lar ise kışlık pas sporlarıdır ve bunlar koyu kahverengi ve kalın çeperlidir.

3.2.2 Eşeyli üreme (Seksüel Üreme)

Eşeyli üreme eşeyli devresi bilinmeyen funguslar haricindeki bütün funguslarda görülür. Eşeyli üreme sonucu gamet hücrelerinin çekirdeklerinin birleşmesi sonucu kromozomlar karışarak genetik rekombinasyon oluşur ve meydana gelen bireyler ebeveynleri ile farklı genetik yapıya sahiptir.

Eşeyli üreme üç safhada oluşur.



1. Plazmogami: İki hücre arasındaki plazma zarının erimesi, iki hücrenin bir hücre olarak birleşmesidir ($n + n$, dikaryotik).
2. Karyogami: Çekirdeklerin birleşmesi gerçekleşir ve diploid ($2n$) çekirdek oluşur.
3. Mayoz bölünme: Diploid ($2n$) karakterde olan bu çekirdekte kromozom sayısı yeniden redüksiyonla yarıya iner. Böylece haploid (n) çekirdek oluşur ve haploid karakterli sporlar oluşur.

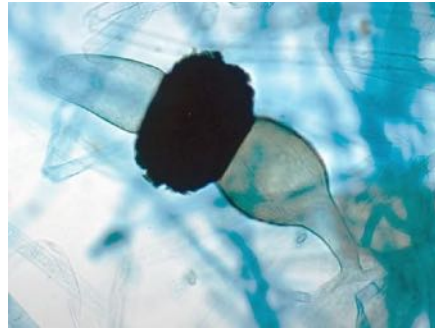
Funguslarda 5 tip eşeyli üreme vardır. Bunlar;

1. Planogametik birleşme,
2. Gametangial birleşme,
3. Gametangial temas
4. Spermatizasyon,
5. Somatogami'dir.

Fungus benzeri organizmalar olan Oomycota şubesi üyelerinde ise gametlerin birleşmesi sonucu oluşan eşeyli spor, oospor olarak isimlendirilir (Şekil 11).



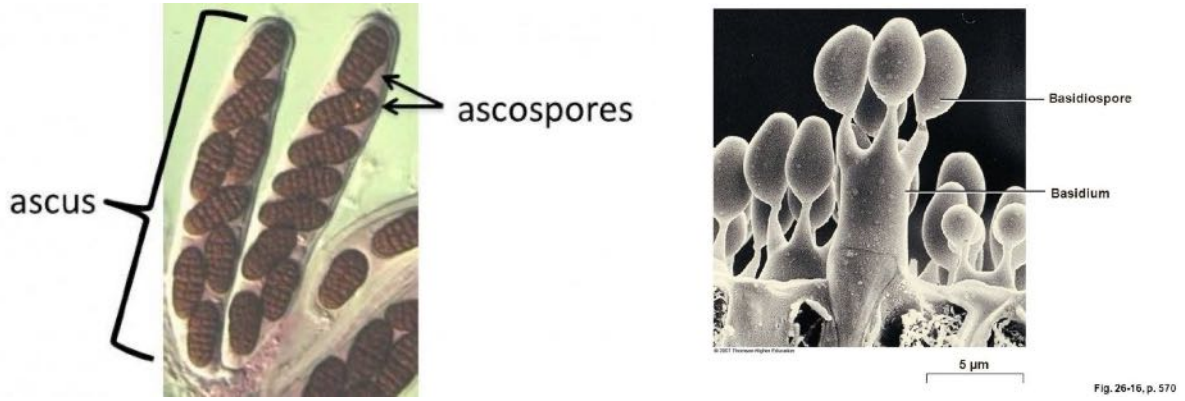
Şekil 11. Oospore (Oomycota)
(<https://gr.pinterest.com/pin/774759942115732614/>).



Şekil 12. Zygospore (Zygomycota)
(<https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/handle/10214/5516?show=full>).



Gerçek funguslar içerisinde yer alan Zygomycota şubesinde eşeyli üreme sonucu oluşan spora zygospor denir (Şekil 12). Ascomycota şubesinde ise eşeyli üreme sonucu genellikle askus denilen kese biçiminde bir yapı içerisinde oluşan sporlara askospor denir (Şekil 13, solda). Ascuslar, özel eşeyli üreme organları olan ascocarp'lar içerisinde (chasmothecium, perithecium vs.) veya üzerindedir (apothecium). Basidiomycota şubesinde, kışık pas sporları olan teliopore'da karyogami meydana gelir. Karyogamiden sonra mayoz ve mitoz bölünme sonunda eşeyli basidiospor'lar oluşur. Basidiospor, basidium adı verilen topuz şeklindeki yapılar üzerinde oluşur (Şekil 13, sağda).



Şekil 13. Ascus ve ascospore (Ascomycota, solda), basidium ve basidiospore (Basidiomycot, sağda) (<https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/handle/10214/5516?show=full>), (<https://slideplayer.com/slide/4014544/>).

3.3 Fungusların Bitkiye Giriş Yolları (Bkz. Penetrasyon, Sayfa 22)

3.4 Fungusların Oluşturduğu Belirtiler (Bkz. Hasta Bitkide Görülen Belirtiler, Sayfa 30)

3.5 Fungusların Yayılması (Bkz. Patojenlerin Yayılması, Sayfa 27)

3.6 Fungusların Sınıflandırılması

1. KINGDOM (Alem): PROTOZOA

Protozoa'ların çoğu tek hücreli ve plasmodial yapıya sahiptir.

1. Phylum (Şube): Myxomycota
2. Phylum: Plasmodiophoramycota

Bu şubede yer alan endoparazit akışkan funguslar yer almaktadır. Bitki içinde yaşadıkları için aynı zamanda obligat parazittirler. Örn; *Plasmodiophora brassicae* (Lahanagillerde Kök Uru Hastalığı)

3. Phylum: Acrasiomycota



2. KINGDOM: STRAMENOPILA (CHROMISTA)

Bu alemde yer alan fungusların hifleri bölmesizdir. Hareketli hücreleri genellikle iki kamçılıdır ve bu hücreler sporangium adı verilen bir kese içerisinde yer alır.

1. Phylum: Hyphochytridiomycota
2. Phylum: Labyrinthulomycota
3. Phylum: **Oomycota**

Bu şube içerisinde bitkilerde çökerten, kök çürüklükleri ile yeşil aksam yanıklıkları ve mildiyölere neden olan funguslar yer almaktadır. Bu şubede, çift kamçılı ve su içerisinde yüzen sporlar vardır. Bu eşeysiz sporlara zoospor adı verilir. Bu zoosporlar, sporangium içerisinde bulunmaktadır. Eşeyli üreme, oogonium (dişi eşey organı) ve antheridium (erkek eşey organı) adı verilen eşey organları ile gerçekleşir ve oospor adı verilen kalın çeperli, kötü koşullara dayanıklı eşeyli sporlar oluşur (Fry ve Grünwald, 2010).

- a. Order: *Pythiales*

***Pythium* spp., *Phytophthora* spp. (Çökerten)**

- b. Order: Peronosporales

***Peronospora brassicae* (Lahana Mildiyüsü)**

***Bremia lactucae* (Marul Mildiyüsü)**

***Plasmopara viticola* (Bağ Mildiyüsü)**

3. KINGDOM: FUNGI (GERÇEK FUNGUSLAR)

1. Phylum: Chytridiomycota

Bu şubedeki funguslarda eşeysiz üreme yapısı zoosporangium'dur ve içinde tek kamçılı zoosporlar bulunmaktadır. Eşeyli üreme sonunda ise, gametangium kalın çeperli dinlenme sporuna dönüşmektedir.

- a. Order (Takım): Chytridiales

***Synchytrium endobioticum* (Patates Siğil Hastalığı)**

- b. Order: Spizellomycetales

2. Phylum: Zygomycota

Bu şubede, eşeysiz sporlar (sporangiospore), sporangium içinde yer almaktadır. Eşeyli üreme sonunda zygospor (Şekil 12) adı verilen dinlenme sporu oluşur.

***Rhizopus stolonifer* (Meyvelerde yumuşak çürüklük ve Ekmek Küfü)**

3. Phylum: Glomeromycota

Arbüsküler Mikorhiza (AM), günümüzde Glomeromycota şubesi içerisinde tanımlanmaktadır. AM fungusların bazı bitkilerin kökü etrafındaki miselleriyle bünyesine aldığı azot, fosfor ve diğer mineraller, bitkilere transfer edilmekte ve bitkiler tarafından oluşturulan karbonhidratlar, fungus tarafından kazanılmaktadır.

4. Phylum: Ascomycota

İçinde çok sayıda fungusun yer aldığı en geniş şubedir. Bu şubede bulunan birçok tür, "conidium" adı verilen eşeysiz sporlar oluşturmaktadır. Bazı türlerde eşeysiz sporlar, küre veya şişe şeklindeki eşeysiz organların (piknidyum) içinde oluşur. Bu eşeysiz sporlara da piknidiospore denir. Eşeyli üreme, ascogonium (dişi eşey organı) ve antheridium (erkek eşey organı) adı verilen eşey organları ile gerçekleşir ve ascocarp adı verilen özel eşeyli yapılar oluşur. Ascocarp tipleri, cleistothecium, chasmothecium, apothecium, perithecium ve pseudothecium'dur. Külleme hastalıklarında ascocarp tipi chasmothecium'dur. Chasmothecium, kapalı bir ascocarp'dır (Şekil 14). Küllemelere ait chasmothecium'da dış kısmında tutunucular vardır ve bunlar tanılamada rol oynar. Eşeyli üreme sonunda ascus adı verilen keselerin içerisinde ascospore (eşeyli spor)'lar (Şekil 13) oluşur (Carris ve ark., 2012).

1. Subpylum (Alt Şube): Saccharomycotina



1. Classis (Sınıf): Saccharomycetes
2. Subpylum : Taphrinomycotina
 1. Classis: Taphrinomycetes
***Taphrina deformans*; Şeftali ve Bademde Yaprak Kıvrıcıklığı Hastalığı**
3. Subpylum : Pezizomycotina
 1. Classis: Eurotiomycetes
***Penicillium italicum*: Turunçgillerde mavi çürüklük**
***Penicillium digitatum*: Turunçgillerde yeşil çürüklük**
***Aspergillus niger*: (Adi siyah küf)**
 2. Classis: Leotiomycetes
 1. Order (Takım): Erysiphales
***Blumeria graminis*: Hububat ve Çimlerde Külleme**
***Erysiphe necator*: Bağ Küllemesi**
***Podosphaera leucotricha*: Elma Küllemesi**
***Erysiphe cichoracearum*: Kabakgillerde Külleme**
***Leveillula taurica*: Domates, biber ve patlıcanda külleme**
 2. Ordo : Helotiales
 1. Familia (Familya): Sclerotiniaceae
***Botrytis cinerea* : Kurşuni Küf hastalığı**
***Monilinia laxa*: Sert ve yumuşak çekirdeklielerde Monilya hastalığı**
***Sclerotinia sclerotiorum*: Beyaz Çürüklük**
 2. Familia: Dermateaceae
 3. Order: Rhytismatales
 3. Classis: Sordariomycetes
 1. Subclassis (Alt sınıf): Hypocreomycetidae
 1. Order: Hypocreales
***Claviceps purpurea* (Clavicipitaceae Fam.): Çavdar Mahmuzu Hastalığı (Ergot Hastalığı)**
***Nectria spp* (Nectriaceae Fam.): Nectria kanserleri**
***Fusarium oxysporum* (Nectriaceae Fam.): Fusarium Solgunluğu**
***Fusarium graminearum*: Fusarium Başak Yanıklığı**
 2. Order: Melanosporales
 3. Order: Microascales
 4. Order: Incertae sedis (takım statüsü henüz belli değil)
 2. Subclassis : Sordariomycetidae
 1. Order: Diaporthales
***Cryphonectria parasitica* (Cryphonectriaceae Fam.): Kestane kanseri**
***Phomopsis viticola* (Diaporthaceae Fam.): Bağda Ölü Kol**
***Cytospora spp.*: Cytospora Kanserleri**
 2. Order: Magnoporthales
***Pyricularia oryzae*: Çeltik Yanıklığı**
 3. Order: Ophiostomatales
***Ophiostoma ulmi*, *Ophiostoma nova-ulmi*: Karaağaç ölümü**
 4. Phyllachorales
***Colletotrichum lindemuthianum* (Glomerellaceae Fam.): Fasülye Antraknozu**



***Colletotrichum gloeosporioides*: Meyvelerde Antraknoz**

***Verticillium dahliae* (Plectosphaerellaceae Fam.): Vertisilyum Solgunluğu**

3. Subclassis : Xylariomycetidae
***Rosellinia necatrix*: Rosellinia çürüklüğü**
4. Subclassis : Incertae sedis
4. Classis: Dothideomycetes
 1. Subclassis: Dothideomycetidae
 - 1.Order: Capnodiales
Septoria tritici: Septorya Yaprak Lekesi
 2. Order: Dothideales
 3. Order: Myriangiales
 2. Subclassis: Pleosporomycetidae
 1. Order: Pleosporales
***Ascochyta rabiei* (Didymellaceae Fam.): Nohut Antraknozu**
***Ascochyta fabae*: Bakla Antraknozu**
***Alternaria solani* (Pleosporaceae Fam.): Domates ve patatestede Erken Yanıklık Hastalığı**
***Alternaria alternata*: Birçok konukçuda Altermnaria Hastalığı**
 2. Order: Venturiales
***Venturia inaequalis* (Venturiaceae Fam.): Elmada Kara Leke Hastalığı**
***Spilocaea oleagina* (Venturiaceae Fam.): Zeytin Halkalı Leke Hastalığı**
 3. Subclassis: Incertae sedis
 1. Order: Botryosphaeriales
***Botryosphaeria dothidea*: Bağda ve bazı konukçularda Botryosphaeria Geriye Doğru Ölüm Hastalığı, Zeytinde Meyve Çürüklüğü**
***Macrophomina phaseolina*: Kömür Çürüklüğü Hastalığı**
 2. Order: Incertae sedis

5. Phylum: Basidiomycota

Basidiomycota şubesinde, Gerçek funguslar içerisinde Ascomycota'dan sonra ikinci büyük şubedir. Basidiocarp, bu şubede eşeyli üreme yapısıdır. Basidium adı verilen topuz şeklindeki eşeyli üreme yapılarının üzerinde "basidiospore" adı verilen eşeyli sporlar bulunur. Pas fungusları, yaşam çemberinde bulundukları konukçu sayısına göre sınıflandırılırlar. Yaşamlarını birbirinden farklı konukçularda geçiriren paslara "heteroik paslar" denir. Örn; *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* yaşamını buğday ve *Berberis* spp. bitkisinde farklı devrelerde geçirir. Bu devreler; spermagonia (pycnia), aecia, uredia, telia ve promycelia devreleridir. Bu devrelerden spermagonia ve aecia,devreleri *Berberis* spp. bitkisinde uredia ve telia devreleri buğday bitkisinde gerçekleşir ve aynı adı taşıyan üreme organları oluşur. Spermagonia devresinde pycniospore (spermatia), aecia devresinde aeciospore, uredia devresinde uredospore, telia devresinde ise teliospore oluşur. Daha sonra, kışlayan teliospore uygun koşullarda çimlenir ve 4 adet basidiospore taşıyan bir basidium oluşturur (Carris ve ark., 2012; Szabo ve ark., 2014).



1. Subpylum: Agaricomycotina (Şapkalı mantarlar da yer almaktadır)
***Rhizoctonia solani*: Fide Kök Çürüklüğü**
2. Subpylum: Ustilaginomycotina
 1. Classis: Exobisidiomycetes (7 Takım yer alıyor. Bitki hastalıkları açısından en önemli olanı **Tilletiales**)
***Tilletia caries*: Buğday adi sürmesi**
***Tilletia contraversa*: Cüce sürme**
 2. Classis: Ustilaginomycete (En önemli takım **Ustilaginales**)
***Ustilago maydis*: Mısır راستığı**
***Ustilago nuda* f. sp. *hordei*: Arpa Açık راستığı**
3. Subpylum: Pucciniomycotina
***Puccinia graminis* f. sp. *tritici*: Buğday Kara Pası**
***Puccinia graminis* f. sp. *hordei*: Arpa Kara Pası**
***Uromyces appendiculatus*: Fasülye Pası**
***Phragmidium mucronatum*: Gül Pası**
***Tranzschelia discolor*: Sert çekirdeklilerde pas**



Şekil 14. Chasmothecium (Carris ve ark., 2012).

3.7 Bitkilerde Görülen Önemli Fungal Hastalık Grupları

3.7.1 Mildiyö Hastalıkları

Oomycota şubesinde yer alan bazı mikroorganizmaların (fungus benzeri) meydana getirdiği son derece tahripkâr bir hastalık grubudur. Mildiyö hastalıkları daha çok yağışlı ve nemli havalarda sorun olurlar, kurak ve sıcak havalarda ise nadiren görülür ya da hiç görülmezler. Hastalık ilk olarak yapraklarda dikkat çekse de tüm yeşil aksamı hastalandırabilir. Bazen hastalık belli bir dokuda ya da organda lokal kalırken bazı durumlarda sistemik enfeksiyon şeklinde bitkinin tamamına yayılabilir.

Hastalığın yapraktaki belirtileri başlangıçta yaprağın üst kısmında küçük bir klorotik leke şeklindedir (Şekil 15A). Yağışlı havalar devam ettiği sürece bu leke zamanla büyüyerek genişler ve daha belirgin



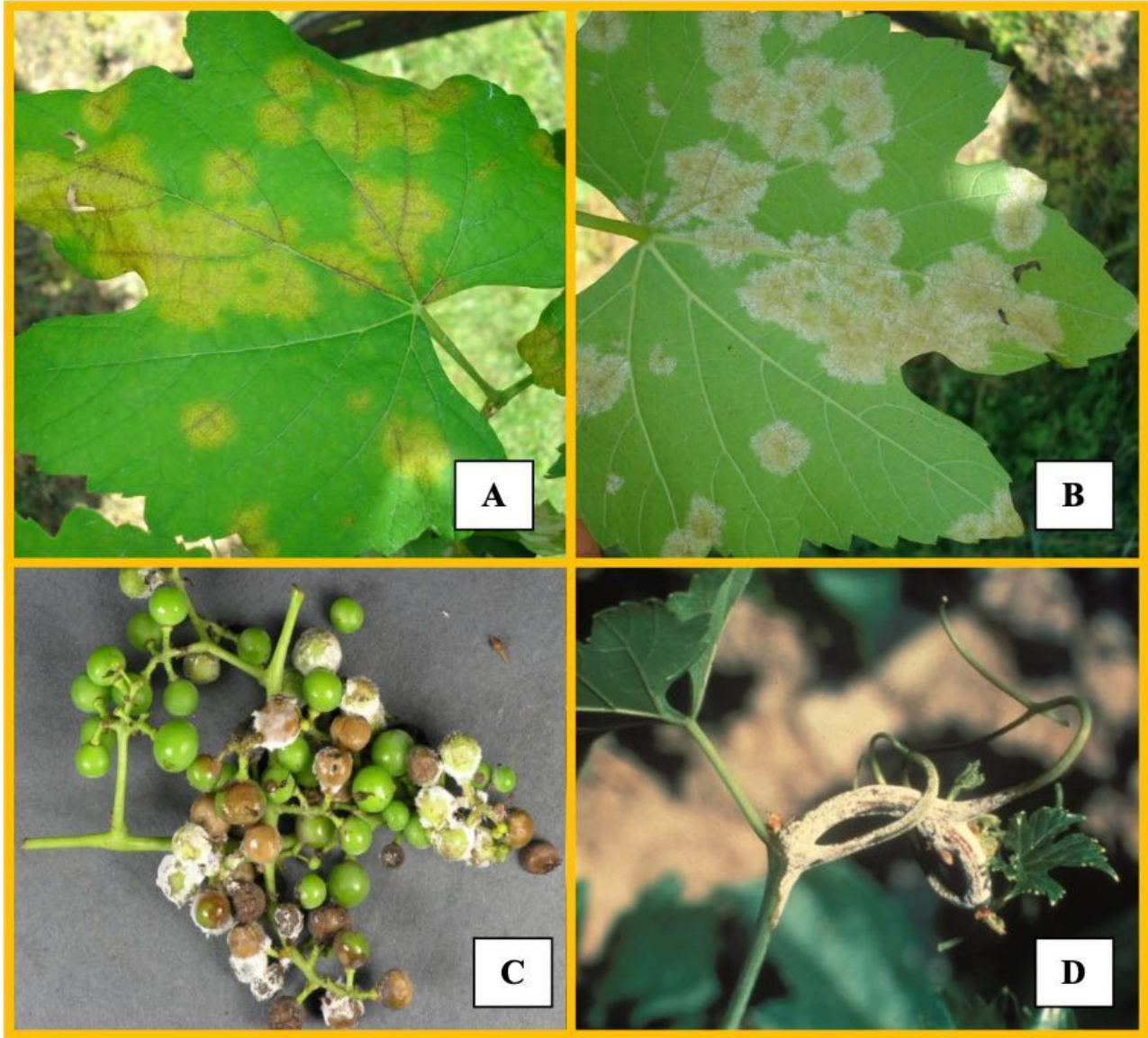
hale gelir. Yaprığın altında ise bu lekelerin tam altına denk gelen bölgede beyaz, gri, morumsu veya mavimsi bir küf tabakası oluşur (Şekil 15B). Bu yaprak altında oluşan küf tabakası mildiyö hastalığının en tipik belirtilerinden biridir. Bu grupta yer alan hastalık etmenleri obligat parazit olup beslenmeleri için canlı hücreye ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle sporulasyonda üst dokuyu parçalayarak bitki yüzüne çıkmak yerine konukçunun doğal açıklıkları olan stomaları kullanırlar. Böylece konukçunun hücre duvarları ve epidermis tabakası parçalanmamış olur. Ancak hastalığın ilerleyen dönemlerinde patojenin faaliyetlerindeki yoğunluk çok yüksek seviyelere çıktığında hastalıklı kısımlarda ikincil sebeplerden dolayı ölümler meydana gelir. Özellikle hastalık sebebiyle kütikula tabakası incelmış dokularda özellikle güneş ışınlarına hassasiyet artar ve buralarda yanıklıklar meydana gelir. Mildiyö belirtileri yaprakların haricinde meyvelerde (Şekil 15C) genç sürgünlerde (Şekil 15D), çiçeklerde ve meyvelerde de şiddetli olarak ortaya çıkabilir. Bu organlarda küflenme ve ardından yanıklık benzeri belirtiler meydana gelir.

Mildiyö hastalıklarına sebep olan etmenler Oomycota şubesinde yer alırlar. Bu şubedeki mikroorganizmaların bir özelliği fungus olmamalarına rağmen funguslar gibi hif ve miselyum oluşturmalarıdır. Hifleri bölmesizdir. Üremeleri hem eşeyli hem de eşeysizdir. Eşeysiz olarak zoosporangium içerisinde hareketli iki kamçılı zoospor oluştururlar ve bunlar suda yüzerek bitkide enfeksiyon yerine ulaşabilirler. Bu nedenle yağışlı havaları seven patojenlerdir. Eşeyli üremeleri sırasında oospor isimli kalın çeperli spor oluştururlar ve bu spor kışlama sporu olarak görev görür. Hem zoosporlar hem de oosporlar hastalığın oluşumunda önemli inokulum kaynaklarıdır. Yağışlı havaların haricinde, rüzgâr hastalığın çevredeki diğer bitkilere ve üretim alanlarına yayılmasında önemli rol oynar.

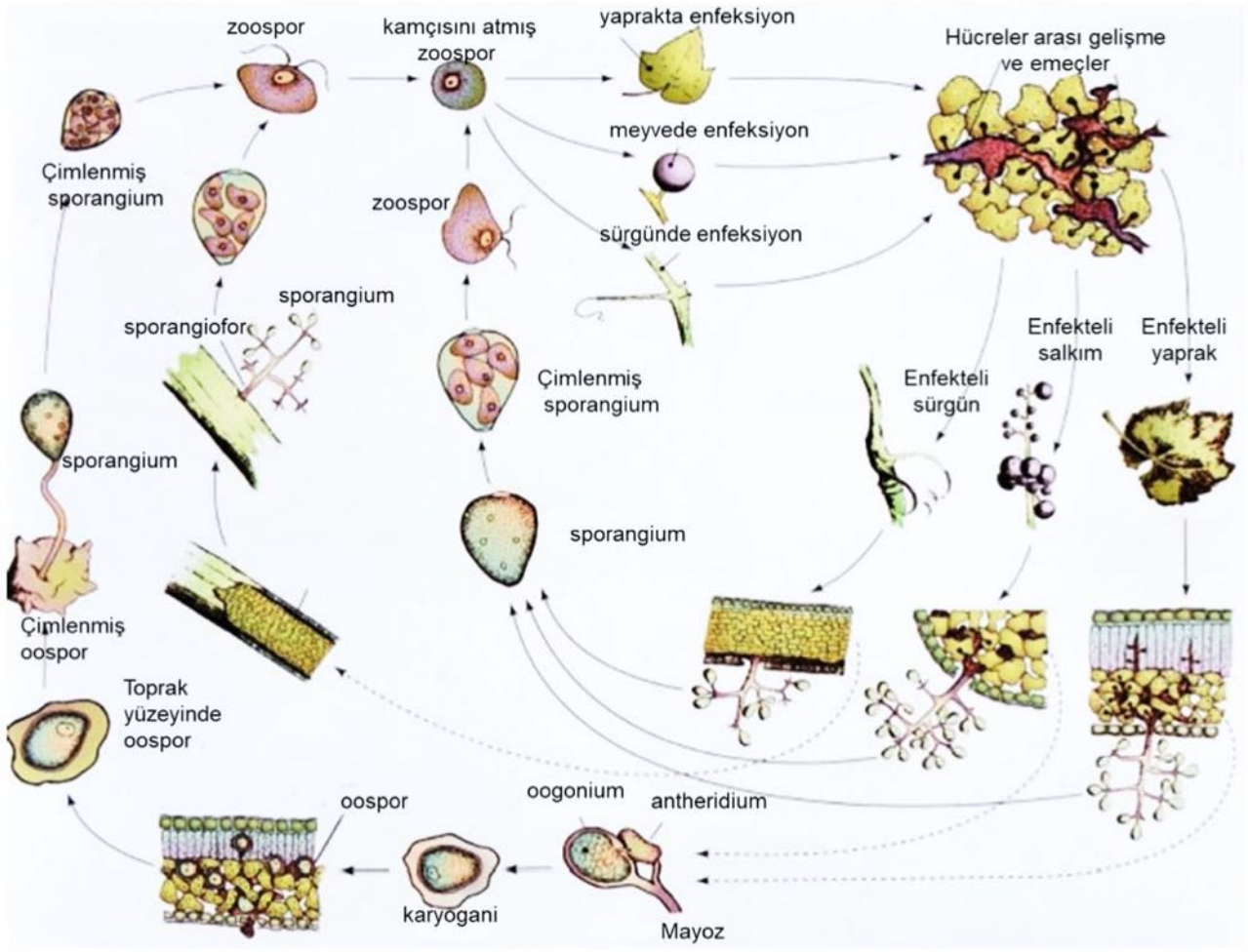
Mildiyö hastalıkları birçok bitkide karşımıza çıkabilir. Bunların bazıları şunlardır:

Bağ Mildiyösü (*Plasmopara viticola*) (Şekil 15), Tütün Mildiyösü (*Peronospora tabacina*), Kabakgil Mildiyösü (*Peronospora cubensis*), Marul Mildiyösü (*Bremia lactucea*), Ayçiçeği Mildiyösü (*Plasmopara halstedii*), Soğan Mildiyösü (*Peronospora destructor*), Lahanagillerde Mildiyö (*Peronospora parasitica*), Haşhaş Mildiyösü (*Peronospora arborescens*).

Mildiyö hastalıklarının genel olarak hastalık seyrinin anlaşılması için Bağ Mildiyösü hastalığının (*Plasmopara viticola*) belirtileri (Şekil 15) ve hastalık çemberi (Şekil 16) şematik olarak aşağıda verilmiştir.



Şekil 15. Bağ Mildiyösü Hastalığının yaprak üstü (A), yaprak altı (B), meyvede (C), ve sürgünde (D) oluşturduğu belirtiler (Bruce Watt Bugwood.org).



Şekil 16. Bağ Mildiyösü Hastalığının (*Plasmopara viticola*) hastalık çemberi (Agrios, 2005).

3.7.2 Külleme Hastalıkları

Küllemeler, Ascomycota şubesinden fungusların neden olduğu ve birçok bitkide karşımıza çıkan yeşil aksam hastalıklarından biridir. Mildiyö hastalıklarının tersine; konukçusu yazlık bir bitki olması durumunda yaz aylarının kurak havalarında yaygın olarak görülebilirler. Hastalığın Külleme olarak ismi; bitkinin yeşil aksam kısımları üzerinde pudra, un veya kül serpilmiş gibi beyaz veya gri renkli bir örtü oluşturması sebebiyledir (Şekil 17). Bu hastalığa sebep olan etmenler, bitki dokularından sadece epidermis hücrelerine gönderdikleri emeçleri ile beslenirler ve hiflerin neredeyse tamamını bitkinin dış yüzeyinde bırakırlar. Zamanla yüzeyde bulunan bu hiflerin üzerinde konidioforlar ve bunların üzerinde de zincir şeklinde konidiler meydana gelir. Hifler, konidioforlar ve konidiler hepsi birlikte bitkinin yüzeyinde beyaz veya kül renginde pudramsı görüntüler oluştururlar. Başlangıçta bu pudramsı leke bir toplu iğne başı büyüklüğündedir. Ancak pudramsı görüntü zamanla lekelerin



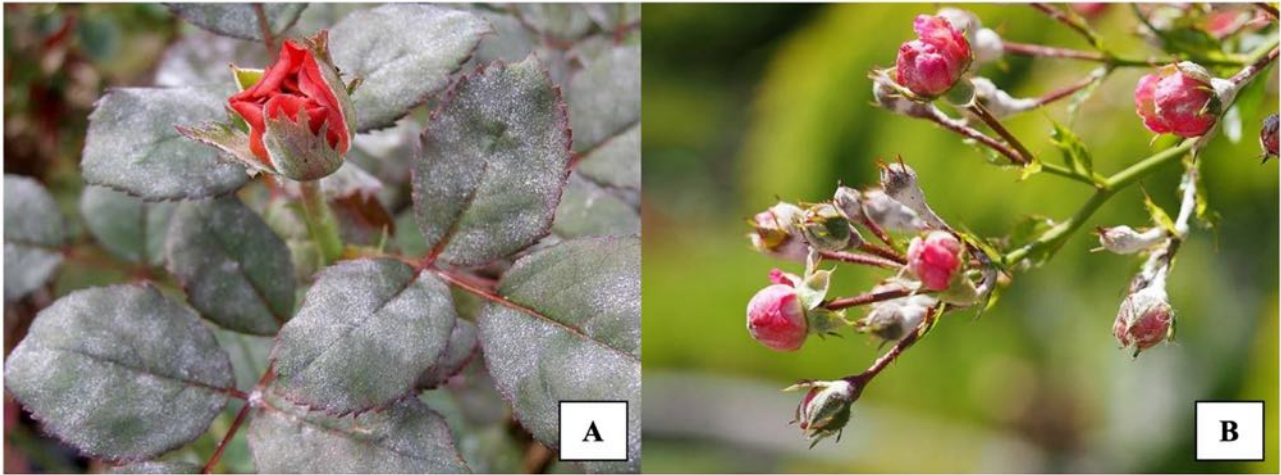
büyümesi ve sayılarının artması ile oldukça belirgin bir hale gelir. Yaprığın tamamı beyaz pudramsı fungal örtü ile kaplanabilir (Şekil 17A). Yaprığın her iki yüzeyinde külleme belirtileri oluşabilir. Yaprığın haricinde sürgünlerde, çiçekte (Şekil 17B) ve meyvede hastalık belirtileri benzer bir durumda seyreder.

Ascomycota şubesinde yer alan külleme etmenleri obligat parazit funguslardır. Vücutları hiflerden oluşur. Hem eşeyli hem de eşeysiz üreyebilirler. Eşeyli üreme sonucu oluşan konidiler rüzgârla yayılma özelliğine sahiptir. Eşeyli üreme ile chasmothecium adı verilen organ içerisinde askospor adı verilen rüzgârla yayılan sporları meydana getirirler. Hem konidiler hem de askosporlar hastalık oluşumunda inokulum kaynağı görevi görürler. Külleme hastalıkları da mildiyöler gibi rüzgârla yayılırlar.

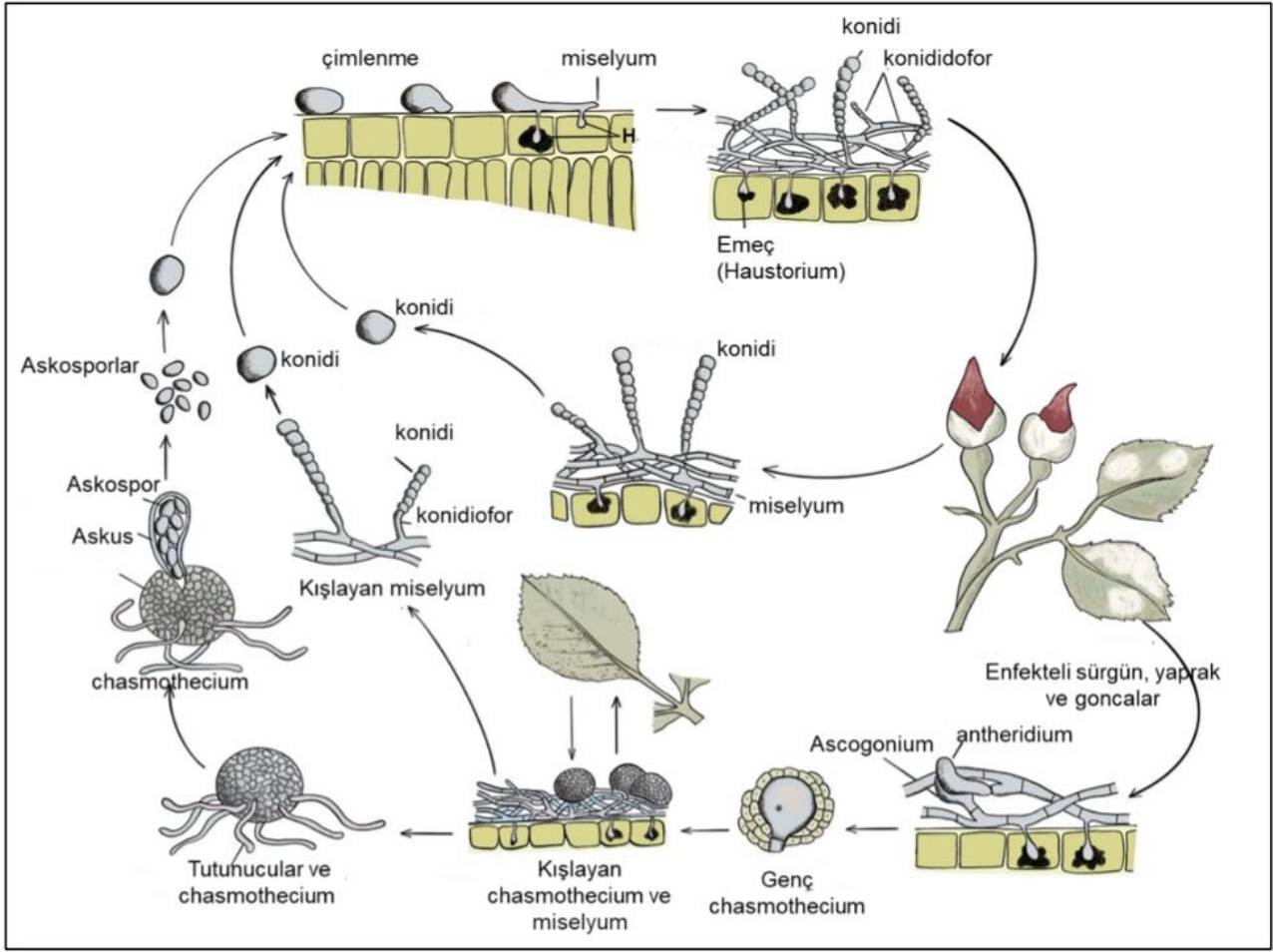
Önemli külleme hastalıkları:

Bağ Küllemesi (*Erysiphe necator*), Tütün Küllemesi (*Golovinomyces cichoracearum* var. *cichoracearum*), Kabakgil Küllemesi (*Podosphaera xanthii* ve *Erysiphe cichoracearum*), Hububat Küllemesi (*Blumeria graminis*), Elma Küllemesi (*Podosphaera leucotricha*), Şeftali Küllemesi (*Sphaerotheca pannosa* ve *Podosphaera leucotricha*), Domates Küllemesi (*Oidium neolycopersici* ve *Leveillula taurica*), Gül Küllemesi (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) (Şekil 17).

Külleme hastalıklarının genel olarak hastalık seyrinin anlaşılması için Gül Küllemesi Hastalığının (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) belirtileri (Şekil 17) ve hastalık çemberi (Şekil 18) şematik olarak aşağıda verilmiştir.



Şekil 17. Gül Küllemesi Hastalığının (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) yaprak (A) ve çiçekte (B) belirtileri https://agrecol.pl/dra_problemy/macznia-prawdzy-rozy/



Şekil 18. Gül Küllemesi Hastalığının (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) yaşam çemberi (Agrios, 2005).

3.7.3 Pas Hastalıkları

Pas hastalıkları; Basidiomycota şubesinde yer alan bazı fungusların neden olduğu bir yeşil aksam hastalık grubudur. Başta yapraklarda olmak üzere, meyvede, sürgünlerde ve otsu bitkilerde gövdede de meydana gelmektedir. Hastalık, yaprağın üst kısmında görülen sarı bir leke olarak başlar. Lekeler zamanla büyüye de boyutları sınırlı kalır. Hastalığın asıl tahripkâr olan kısmı hastalığın belirli bir evresinden sonra sarı lekelerin üzerindeki kutikula tabakasının çatlaması ile buralarda püstül adı verilen çatlak şeklinde açıklıkların oluşmasıdır. Bu çatlaklar bitkinin fazlaca su kaybetmesine ve metabolizmasının bozulmasına neden olur. Hastalığın zararında belirleyici olan bitkinin fenolojik dönemi ve pas püstüllerinin sayısıdır. Hastalık adını; püstül oluşumu sırasında fungal yataklarda toplu halde oluşan sporların oluşturduğu pasa benzer görüntüden almaktadır (Şekil 19A). Bu sporlar

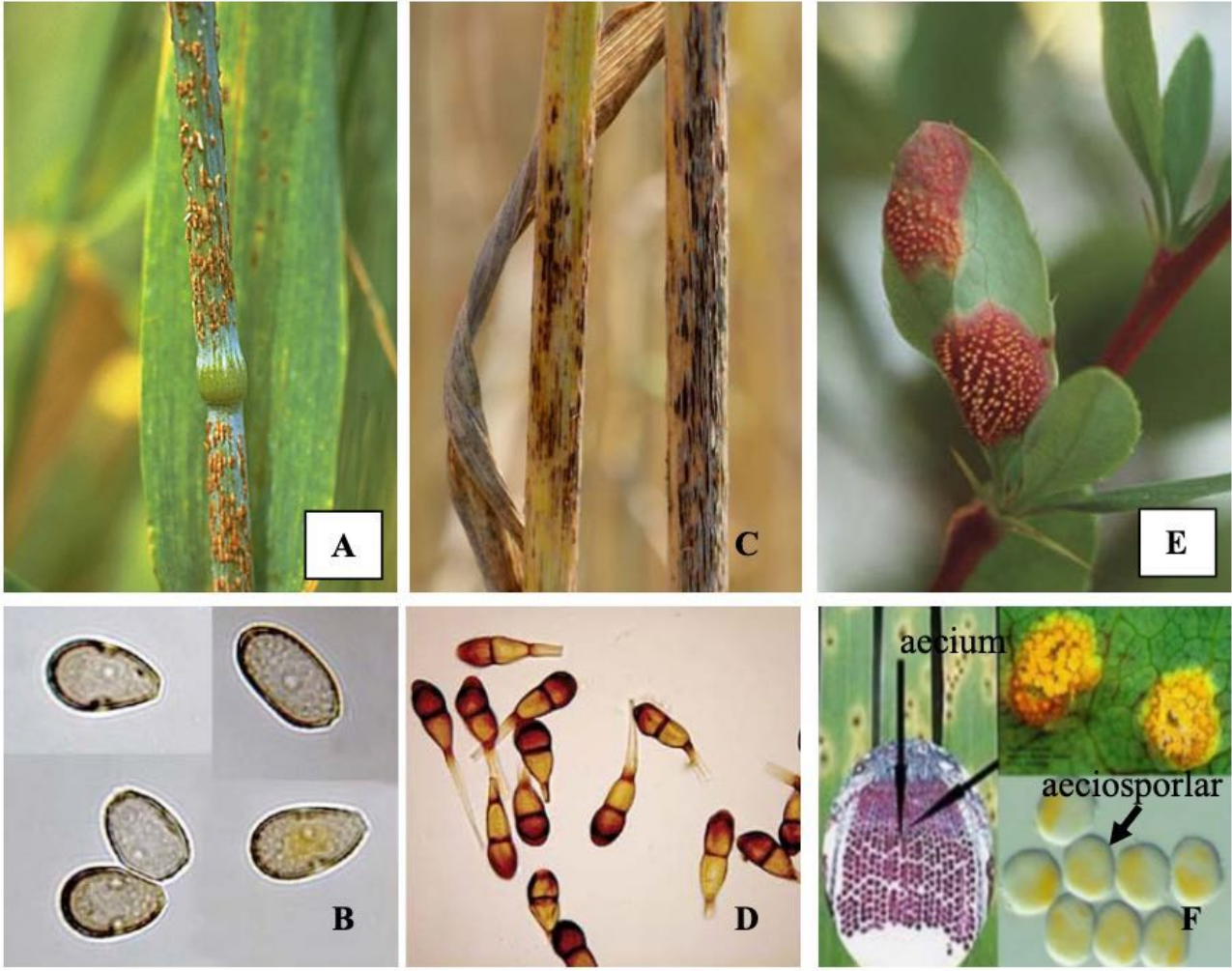


patojen türüne bağlı olarak sarıdan kahverengiye hatta siyaha (Şekil 19C) varan renktedirler ve el ile temas edildiğinde bir pas gibi eli boyayabilirler.

Pas etmenleri, bitki hastalıklarına neden olan patojenler içerisinde en karışık yaşam döngüsüne sahip olanlardır. Büyük bir kısmı yaşam döngülerini beş farklı spor dönemi ile iki farklı konukçuda geçirerek tamamlarlar. Bu sporlar, basidiospor, spermati, aeciospor (Şekil 19F), urediospor (Şekil 19B) ve teliospor (Şekil 19D)'dur. Teliospor evresinin olduğu konukçu ana konukçu, aeciospor evresinin olduğu konukçu ise ara konukçudur. Örneğin Buğday Kara Pası hastalığında teliosporlar buğday bitkisi üzerinde olduğu için ana konukçu buğdaydır. Bu hastalığın ara konukçusu üzerinde aeciosporların olduğu *Berberis vulgaris* (Hanım Tuzluğu) bitkisidir (Şekil 19E). Pas hastalıkları rüzgârla taşınan hastalıklar olup kıtalar arasında yayılım gösterebilirler.

Önemli pas hastalıkları arasında Hububatta Kara Pas (*Puccinia graminis*) (Şekil 19), Sarı pas (*Puccinia striiformis*), Kahverengi Pas (*Puccinia recondita*), Yulaf Taçlı Pası (*Puccinia coronata*), Elma ve Armutta Memeli Pas (*Gymnosporangium* spp.), Taş Çekirdekli Meyvelerde Pas (*Tranzschelia discolor*), Gül Pası (*Phragmidium mugronatum*), Karanfil Pası (*Uromyces dianthi*) yer almaktadır.

Pas hastalıklarının genel olarak hastalık seyrinin anlaşılması için Hububatta Kara Pas hastalığının (*Puccinia graminis*) belirtileri (Şekil 19) ve hastalık çemberi (Şekil 20) şematik olarak aşağıda verilmiştir.



Şekil 19. Buğdayda Kara Pas hastalığı etmeni *Puccinia graminis*'in belirtileri ve sporları. Buğdayda uredia evresi (A) ve ürediosporlar (B); Buğdayda telia evresi (C) ve teliosporlar (D); *Berberis* spp.'de aecia evresi (E), aecium ve aeciosporlar (F) www.pflanzenkrankheiten.ch/



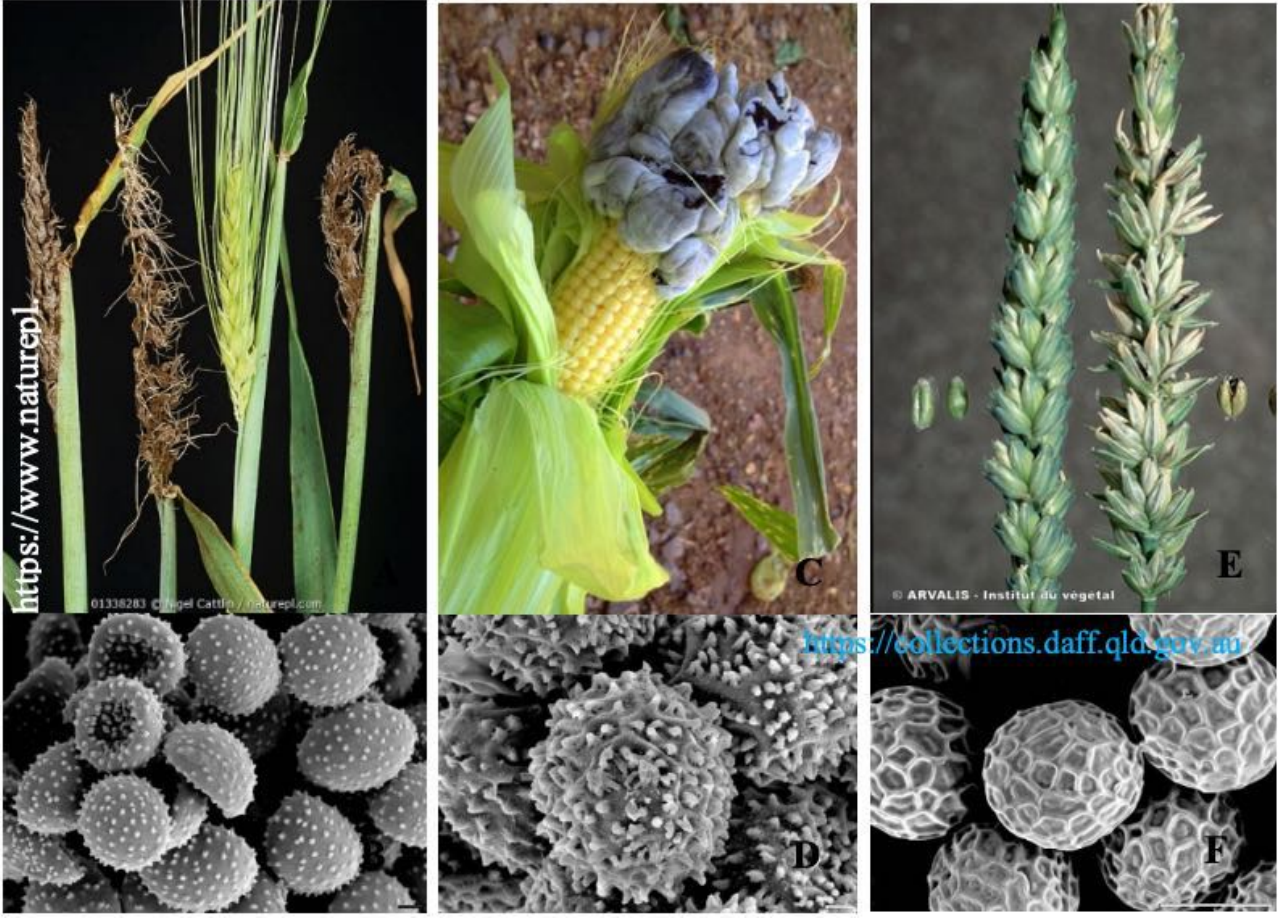
yakalanmış bitkiler, danelerinin hafif olması sebebiyle diğer dolu başakların tersine boyun kısmından eğilmezler. Dik duran bu tip başaklar uzaktan dahi fark edilebilir.

Rastık ve sürme hastalıkları Basidiomycota şubesinde yer alan bir grup fungus tarafından oluşturulurlar. Bunlar obligat parazit patojenlerdir ve ancak canlı dokudan beslenebilirler. Birçok rastık ve sürme hastalığında belirtiler her ne kadar başaklanma döneminde ortaya çıksa da bitkinin enfeksiyonu bulaşık tohum ile gerçekleşir. Bulaşık tohumdan gelişen hastalıklı bitkiler yaşamları boyu patojeni beslerler. Patojenin hifleri hiç belirti vermeksizin bitkiyle beraber büyüyerek başağa kadar çıkar. Başak oluşumu sırasında danelerin içi patojenin hifleri ile dolar. Dane olgunlaşması sırasında ise hifin her bir hücresi siyah renkli spora (teliospor) dönüşür. Böylece; başaklanma sırasında ancak farkına vardığımız rastık ve sürme belirtileri oluşmuş olur. Bunlardan farklı olarak Mısır Rastığı Hastalığı sistemik değil lokal enfeksiyon yapar. Belirtiler yeşil aksamın herhangi bir yerinde enfeksiyon yerinin olduğu dokularda meydana gelir (Şekil 21C).

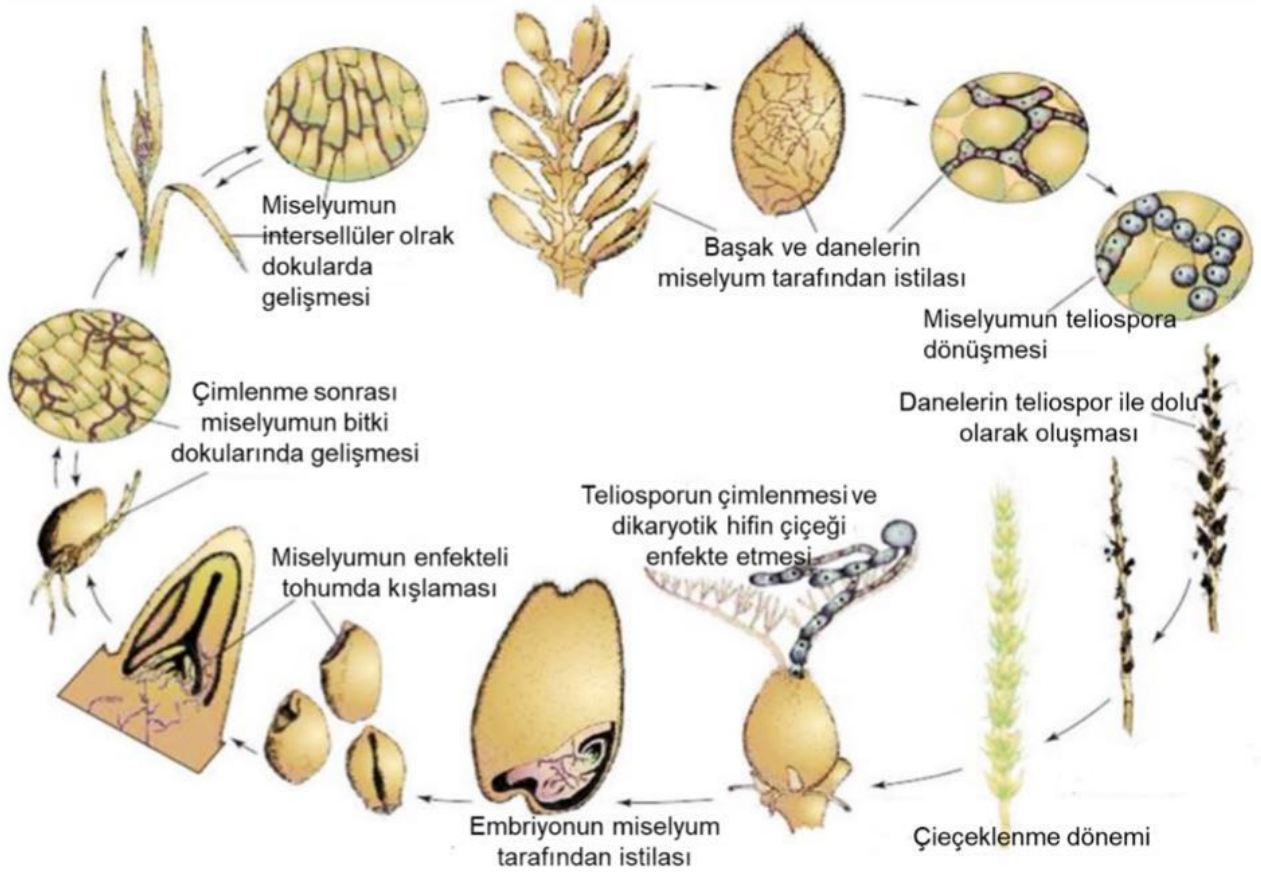
Önemli rastık ve sürme hastalıkları:

Buğday Açık Rastığı (*Ustilago nuda tritici*), Arpa Açık Rastığı (*Ustilago nuda hordei*), Arpa Yarı Açık Rastığı (*Ustilago nigra*) Arpa Kapalı Rastığı (*Ustilago hordei*), Mısır Rastığı (*Ustilago maydis*), Buğday Adi Sürme (*Tilletia foetida*, *Tilletia caries*), Cüce Sürme (*Tilletia controversa*).

Rastık (Buğday Açık Rastığı ve Mısır Rastığı) ve Sürme (Buğday Adi Sürme Hastalığı) hastalıklarının belirtilerinin (Şekil 21) ve rastık hastalıklarının genel olarak seyrinin anlaşılması için Buğdayda Açık Rastık Hastalığının (*Ustilago nuda tritici*) hastalık çemberi (Şekil 22) şematik olarak aşağıda verilmiştir.



Şekil 21. Arpa Açık Rastık Hastalığının belirtileri (A) ve teliosporları (B); Mısır Rastığı Hastalığının belirtileri (C) ve teliosporları (D); Buğdayda Adi Sürme Hastalığının belirtileri (E) ve teliosporları (F).



Şekil 22. Buğday Açık Rastık Hastalığının (*Ustilago nuda tritici*) hastalık çemberi (Agrios, 2005).

3.7.5 Kök ve Kök–Boğazı Çürüklükleri

Çoğunluğu toprak kökenli fungus ve fungus benzeri mikroorganizmaların neden olduğu hastalıklardır. Patojenin yaşam alanı topraktır ve bu nedenle bitkiye toprak altı organlarından ya da kök–boğazı gibi toprağa yakın olan kısımlarından giriş yaparlar. Bitkinin saçak kökleri, ana kökleri, yumru ve soğan gibi toprak altında bulunan tüm kısımları hastalıktan etkilenebilir. Hasta bitkilerde genelde önce bir gelişme geriliği fark edilir ve ardından yeşil aksamda sararma ve renkte matlaşma baskın hale gelir (Şekil 23). Bu belirtilerin sebebi hastalık sebebiyle bitkinin kök ya da kök–boğazı bölgesindeki dokuların tahrip olması sonucu topraktan yeteri kadar su ve besin maddesi alamamasıdır. Bitkide ciddi bir besin elementi noksanlığı belirtileri görünür hale gelebilir. Hasta bitkilerin kök ve kök–boğazı kahverengi koyu renktedir (Şekil 23B, E, F) ve iki parmak arasında sıkıştırıldığında kolayca ezilir. Kök ve kök–boğazı çürüklükleri patojen ve bitkinin hassas dönemine bağlı olarak bitkinin herhangi bir döneminde ortaya çıkabilir. Fide döneminde ortaya çıkan kök ve

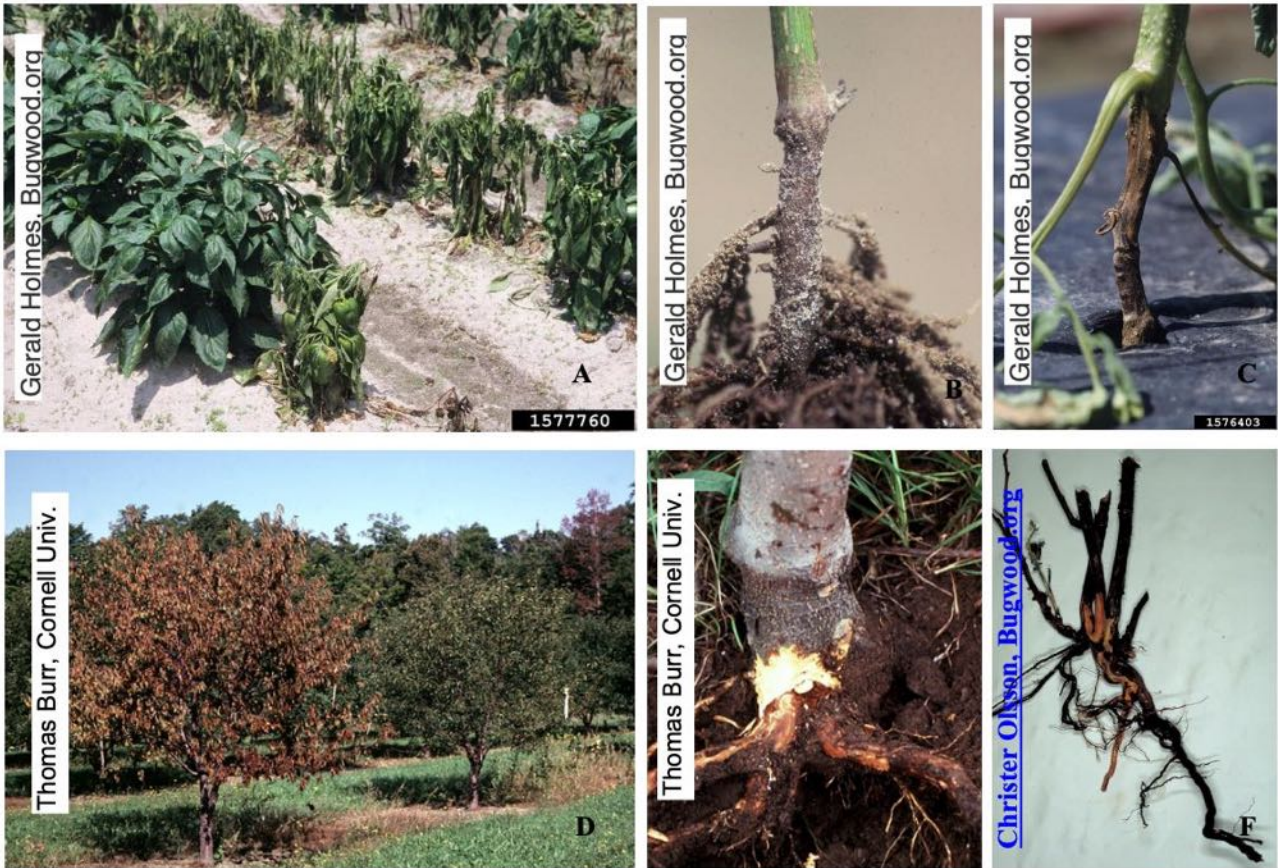


kök-boğazı çürüklükleri çökerten olarak adlandırılır ve hastalığın çok hızlı ilerleyen bir formudur. Bitkinin yetişkin olduğu dönemde ise tek tük bitki ölümleri olabileceği gibi birbirine yakın çok sayıda bitkinin öbek oluşturacak şekilde öldüğü görülür. Bu durum tarla toprağının patojen ile ne kadar bulaşık olduğu ile ilgilidir.

Çeşitli fungus ve fungus benzeri mikroorganizmaların şubelerinden türler kök ve kök-boğazı çürüklüğüne neden olurlar. Bunların çevre koşulları ve konukçu istekleri türe bağlı olarak değişir. Genel olarak çoğu çok geniş konukçu dizisine sahip olup çok sayıda bitki türüne saldırabilirler. Toprakta uzun süre canlı kalan sklerot, klamidospor vb. dayanıklı yapılar oluştururlar.

Önemli toprak kökenli etmenler şunlardır.

Pythium spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* spp. vb.



Şekil 23. Kök ve kökboğazı çürüklükleri, Biberde Kök ve Kökboğazı Yanıklığı (*Phytophthora capsici*) (A, B); Domateste Kökboğazı Çürüklüğü (*Phytophthora* spp.) (C); kök çürüklüğü sebebiyle ölmüş bir ağaç (D), Meyve Ağaçlarında Kök ve Kökboğazı Çürüklüğü (*Phytophthora* spp.) (E); Bögürtlerde Kök Çürüklüğü (*Phytophthora* spp.) (F).



3.7.6 Solgunluk Hastalıkları

Bitkiler solgunluk hastalığına herhangi bir dönemde yakalanabilirler. Fide döneminde yakalanan bitkiler hızla solarak ölürlere ve çökerten hastalığı ile karıştırılabilirler. Yetişkin bitkilerde ise solgunluk, bitki susuz kalmış gibi pörsüme şeklinde ortaya çıkar (Şekil 24A). Bitkinin tamamı bir kerede solacağı gibi bazen bitkinin belli bir dalında ya da sürgününde kısmi olarak da ortaya çıkabilir. Susuzluk sebebiyle ortaya çıkan solgunlukta bitkiye su verildiğinde bitki tekrar normale döner. Patojenlerin sebep olduğu solgunluğun sebebi ise köklerde, kök-boğazında ya da gövdedeki iletim demetlerinin tıkanması veya tahrip olması sonucu bitkinin üst kısımlara su iletilmemesidir. Böyle bitkilerin kesiti alınıp iletim demetleri incelendiğinde, bu dokuların kararmış olduğu görülür (Şekil 24B). Bu görüntü solgunluğun tanısı için en önemli belirtidir. Bunun dışında solgunluk kök ve kök-boğazı çürüklükleri ile karıştırılabilir. Dışardan bakıldığında, solgunluk belirtisi gösteren bitkilerin kökleri ve gövdesi sağlam gibi görünür. Kök ve kök-boğazı çürüklüğünde ise çürüyen bitki kısımları kararmış bir şekilde dışarıdan kolayca fark edilebilir. Solgunluk belirtisi gösteren bitkiyi asılarak topraktan çıkarmak oldukça zordur. Kök ve kök-boğazı çürüklüğünde ise bitki çekildiğinde çürüklüğün olduğu kısımlarından kolayca koparak üst kısmı elimizde kalabilir.

Solgunluk patojenlerinin sayısı kök ve kök-boğazı çürüklüğü patojenleri kadar çok değildir. Yaygın olarak Ascomycota şubesinden sadece iki fungus, *Fusarium oxysporum* ve *Verticillium dahliae* (Şekil 24C, D) solgunluk patojenidir. Bunlardan ilkinin birçok bitkide özelleşmiş formu vardır. İkincisi ise konukçu dizisi çok geniş bir patojendir. Bu nedenle her iki patojen birçok tarım alanında karşımıza çıkarlar. Her ikisi de toprak kökenlidir ve toprakta uzun süre canlı kalan kışlama partikülleri oluştururlar. Her ikisi de tohumla taşınsa da asıl inokulum kaynağı hastalıkla bulaşık topraklardır.

Önemli solgunluk hastalıkları:

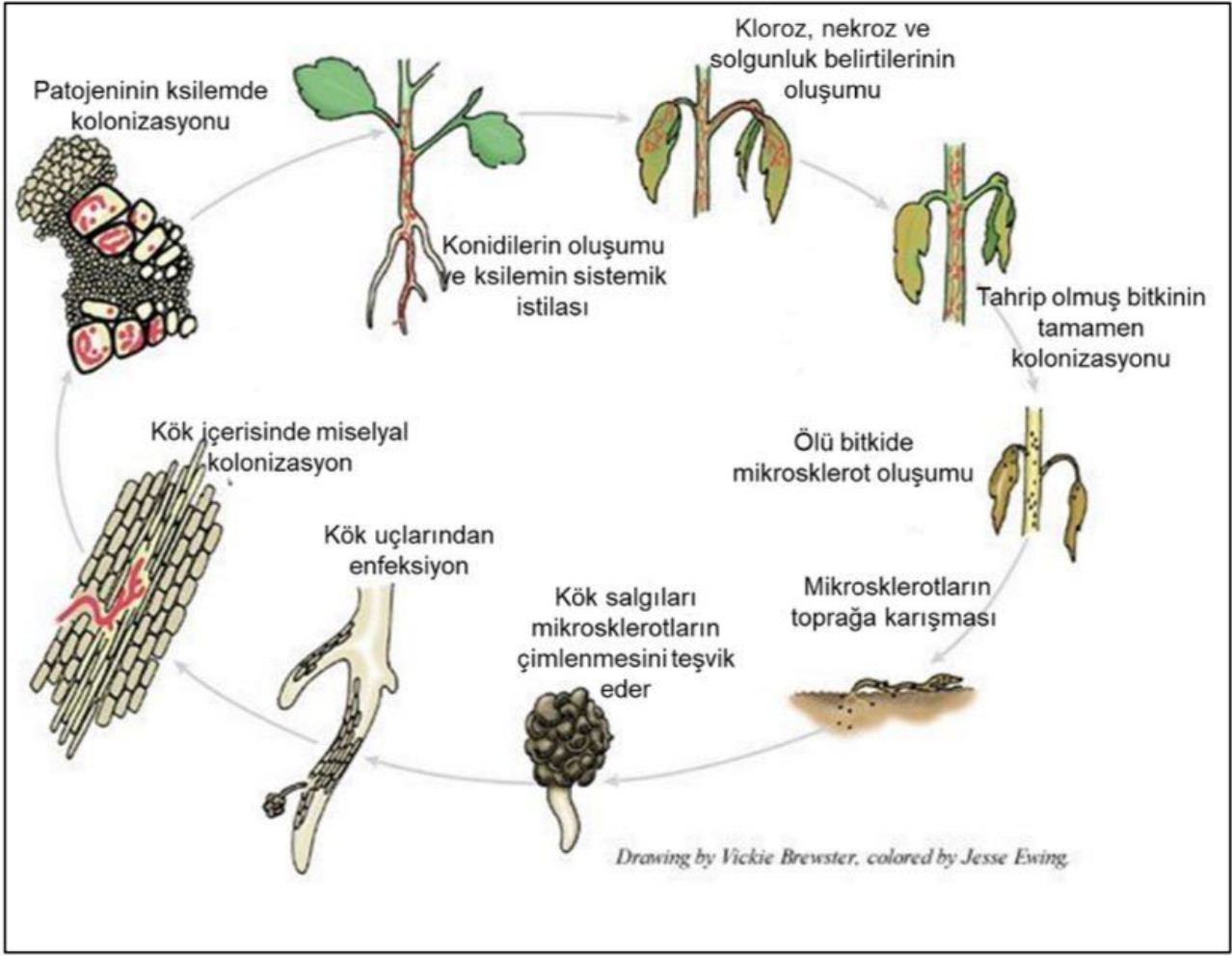
Pamukta *Verticillium* Solgunluğu (*Verticillium dahliae*), Zeytinde *Verticillium* Solgunluğu (*Verticillium dahliae*), Kavun *Fusarium* Solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*), Karpuz *Fusarium* Solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*), Hıyar *Fusarium* Solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cumumerinum*), Pamuk *Fusarium* Solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*).



Solgunluk hastalıklarının genel olarak hastalık seyrinin anlaşılması için *Verticillium* Solgunluk Hastalığının (*Verticillium dahliae*) belirtileri (Şekil 24) ve hastalık çemberi (Şekil 25) şematik olarak aşağıda verilmiştir.



Şekil 24. *Verticillium dahliae*'nin neden olduğu *Verticillium* solgunluğu (A). İletim demetlerinde kararma (B). Verticillate dallanma şeklinde sporulasyon (C). Mikrosklaerotların ölü dokular üzerinde görünümü (D).



Şekil 25. Verticillium Solgunluk Hastalığının (*Verticillium dahliae*) hastalık çemberi.

3.7.7 Meyve Çürüklüğü Hastalıkları

Meyve besin maddesi yönünden oldukça zengindir ve bu yüzden birçok canlının saldırısına uğrar. Meyveler özellikle hasada yakın dönemde olgunlaşmaya başladığında hücreler arası entegrasyonun çözülmesiyle yumuşamaya başlar. Bu durum birçok fungus ve fungus benzeri mikroorganizma için meyveye saldırma zamanıdır. Hasat sırasında meyve kabuğunda açılan yaralar birçok patojen için giriş kapısı olur. Bahçe koşullarında bulaşan meyveler nakliye ve depolama sırasında bozulabilir. Hasta meyveler patojenin girdiği yerin çevresinden itibaren yumuşamaya ve renk değiştirmeye başlar, bazı durumlarda çöküntü de görülebilir. Çürüyen kısımlara parmak ile bastırıldığında parmak meyvenin içine girebilir. Meyve çürüklüğü çok hızlı ilerleyen bir hastalıktır. Kısa süre içerisinde çürüyen meyvenin üzeri fungusun miselleri ve sporları ile kaplanabilir (Şekil 26). Bu küf görüntüsü ile fungal çürüklük bakterilerin neden olduğu çürüklük hastalıklarından ayrılır. Kısa sürede çürüklük



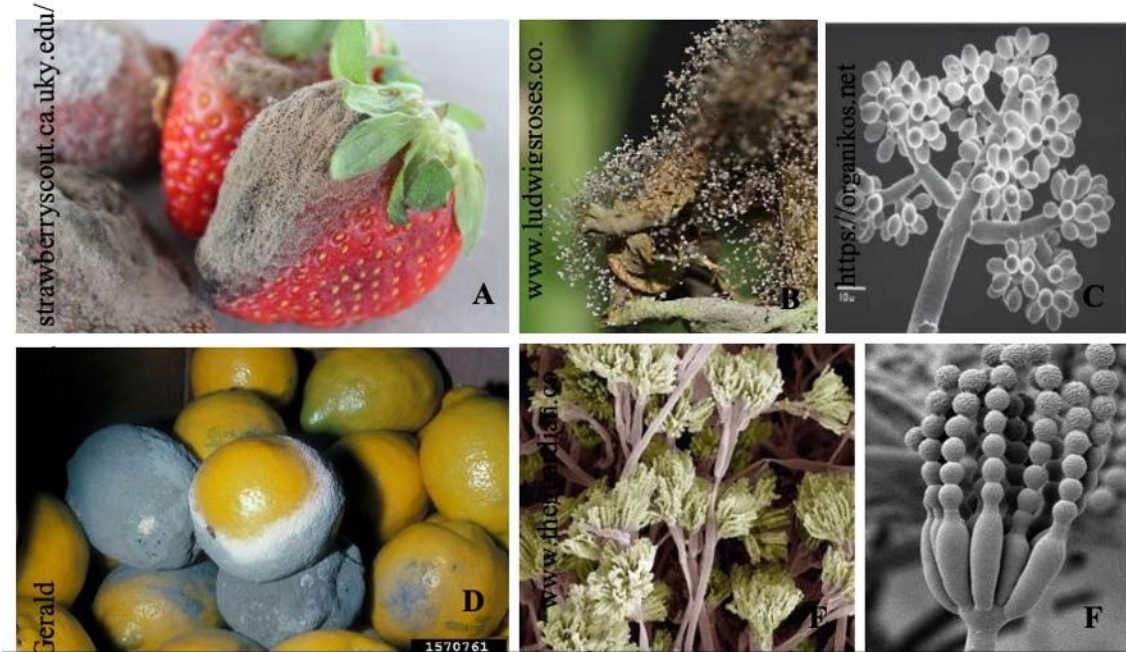
meyvenin tamamını sarabildiği gibi hasta meyveye temas eden sağlıklı meyvelere de geçerek yayılma gösterebilir.

Bazı meyve çürüklük hastalıklarında patojenin bitkiye girişi çiçekten olur. Hastalıklı çiçeklerde oluşan meyvelerin erken dönemdeki dokuları patojenin gelişmesi için uygun değildir. Bu nedenle patojen bu dönemi genç meyve dokularında uyku halinde geçirir, bu enfeksiyon tipine latent enfeksiyon denir. Latent enfeksiyon; meyvenin olgunlaşması sırasında dokuların patojenin beslenmesi için daha uygun hale gelmesiyle son bulur. Bu nedenle, bu tür meyve çürüklüklerinde hastalıkla mücadele önlemlerinin çiçeklenme döneminde alınması son derece önemlidir.

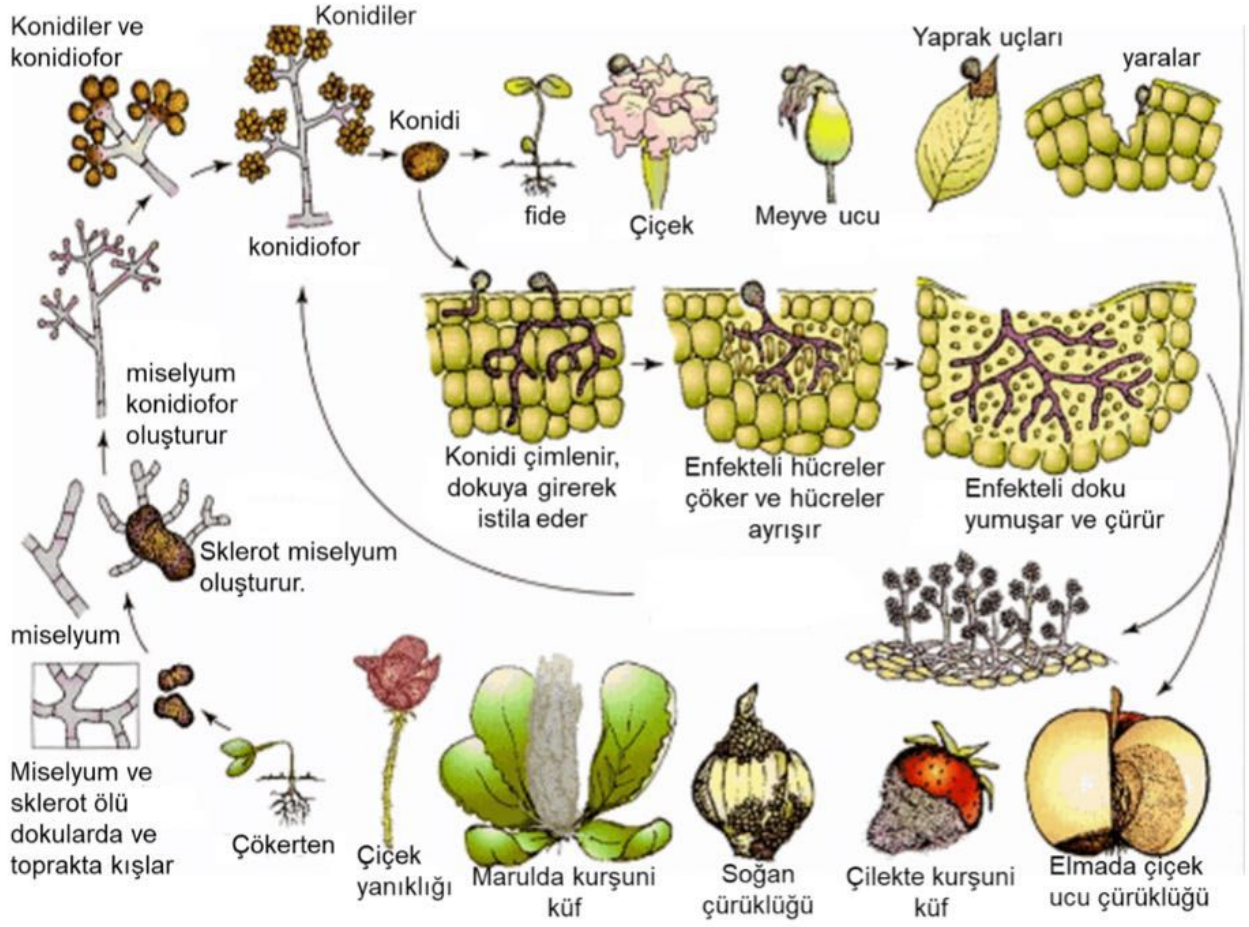
Önemli meyve çürüklük hastalıkları

Kurşuni Küf (çilek, üzüm, domates vb; *Botrytis cinerea*), Turunçgil Yeşil Çürüklük (*Penicillium digitatum*), Turunçgil Mavi Çürüklük (*Penicillium italicum*), Monilya Hastalığı (kiraz, şeftali, erik vb.).

Meyve Çürüklük Hastalıklarından Kurşuni Küf Hastalığının (*Botrytis cinerea*) ve Yeşil Küf Hastalığının (*Penicillium digitatum*) belirtileri (Şekil 26A, D) ve hastalık seyrinin anlaşılması için Kurşuni Küf Hastalığının (*Botrytis cinerea*) hastalık çemberi (Şekil 27) şematik olarak aşağıda verilmiştir.



Şekil 26. Çilekte Kurşuni Küf Hastalığının belirtileri (A); sporulasyonu (C); konidiofor ve konidileri (C); Turunçgillerde Yeşil Küf Hastalığının belirtileri (D); sporulasyonu (E); konidiofor ve konidileri.



Şekil 27. Kurşuni Küf Hastalığının (*Botrytis cinera*) hastalık çemberi.

3.7.8 Yaprak Lekesi Hastalıkları

En yaygın olarak görülen fungal hastalık grubudur. Başlangıçta toplu iğne başı büyüklüğünde sarı veya koyu renkli bir noktacık şeklinde başlar ve gün geçtikçe büyüyerek daha belirgin hale gelir. Büyüklükleri patojen türüne ve konukçu hassasiyetine göre değişse de gelişmesi sınırlıdır. Bu nedenle sınırlarının kalemle çizilmiş gibi belirgin olması yaprak lekelerinin en önemli özelliklerindendir (Şekil 28A, C, E). Bazı durumlarda birbirine yakın lekeler birleşerek sınırları belli olmayan bir yanıklık belirtisi oluşturabilirler. Yaprak lekelerinin oluşturduğu desen, kenar oluşumları, büyüklükleri ve patojenin leke üzerinde oluşturduğu yapılar, çok sayıda leke hastalığı arasında hangisi olduğunu anlamamıza yardımcı olur (Şekil 28B, D, F). Leke şekli itibariyle köşeli (yaprak damarları ile sınırlı), yuvarlak veya düzensiz olabilir. Leke deseni patojenin dokuda gelişme



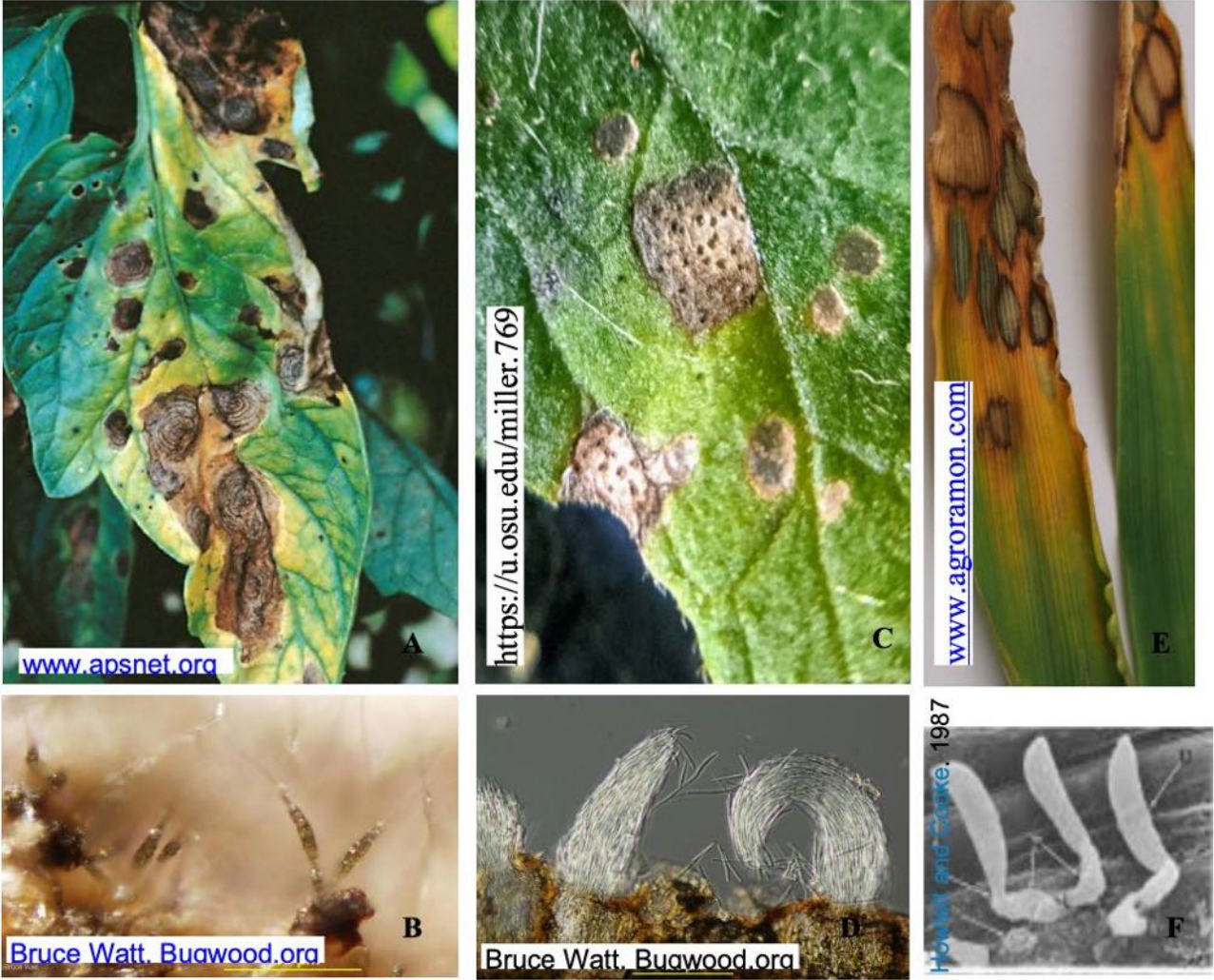
durumuna göre şekillenebilir. Çoğu zaman lekenin sınırları koyu renkli (kızıl, bordo, kahverengi ve siyah) bir çizgi oluşturur. Bu çizginin dış kısmında sarı bir halenin oluşturduğu alan birçok yaprak lekesinde görülebilir. Lekenin iç kısmı merkeze doğru daha açık renklidir. Böyle olması bu alanın tamamıyla ölmüş olmasından kaynaklanır. Hatta yaprak büyümeye devam ederken bu alanlar yırtılarak leke delikli bir hal alabilir. Ayrıca bu ölü kısımlarda patojen tekrar üremeye başlar ve oluşturduğu bazı üreme yapıları çıplak gözle ya da binoküler altında gözlemlenebilir.

Yapraklar bitkinin en önemli fizyolojik olaylarından fotosentezin gerçekleştiği organdır ve yaprak lekeleri bitkinin fotosentez yapma kapasitesini önemli oranda düşürebilirler. Şiddetli yaprak lekesi oluşumları yaprakların tamamının ölmesine ve erken yaprak dökülmesine sebep olur. Özellikle gelişme dönemlerinde ortaya çıkan yaprak lekeleri ciddi ürün kayıplarına yol açabilir.

Ascomycota şubesinde yer alan birçok fungus yaprak lekesine neden olabilmektedir. Bu patojenlerde, bir yıl önce hastalanarak toprak yüzeyine dökülmüş hastalıklı yaprak artıkları genelde bir sonraki yılın inokulum kaynağıdır. Bunun dışında sezon içerisinde hastalıklı yapraklar diğer sağlıklı yaprakların da bulaşmasına neden olurlar. İnokulum rüzgârla yayıldığında alandaki çok sayıda bitki kısa sürede hastalanabilir. Yağmur damlası ile sıçrayarak yayılan inokulumda ise hastalık kısa mesafeler içerisinde yayılır ve bu durumda hastalıklı bitkiler tarlada öbekler halinde bulunurlar.

Önemli yaprak leke hastalıkları.

Septoria Yaprak Lekeleri (*Septoria* spp.), Alternaria Yaprak Lekeleri (*Alternaria* spp), Cercospora Yaprak Lekeleri (*Cercospora* spp.), Arpa Yaprak Lekesi (*Rhynchosporium secalis*), Yerfıstığı Yaprak Lekesi (*Mycosphaerella arachidis* ve *Mycosphaerella berkeleyi*), Bağlarda Phomopsis Yaprak ve Sürgün Lekesi (*Phomopsis viticola*), vb.



Şekil 28. Domateste Erken Yaprak yanıklığı (*Alternaria solani*) yaprak lekeleri (A) ve konidileri (B); Domateste Septorya Yaprak Lekesi (*Septoria lycopersici*) (C) ve piknidyumdan konidi (D) çıkışı; Arpa Yaprak Lekesi (*Rhynchosporium secalis*) (E) ve konidileri (F).

3.7.9 Kanser Hastalıkları

Çok yıllık ağaç ve çalı formundaki bitkilerin gövde, dal ve sürgünlerinin odun dokusunda ve otsu bitkilerin gövde ve dallarında meydana gelen yara şeklinde ortaya çıkan hastalıklardır. Çok yıllık bitkilerin kanser hastalığı da çok yıllıktır. Ağacın odunsu kısımlarında kabuk dokusunda öncelikle bir çöküntü veya çatlak olarak başlar (Şekil 29). Bu bölge, gün geçtikçe büyüyen kanser adını verdiğimiz bir yaraya dönüşür. Özellikle bahar aylarında kanserli bölgede sporulasyon, akıntı ve zamklanma görülebilir (Şekil 29C). Yara yeri bir kesici alet ile kazındığında kabuk altının kahverengileştiği görülür (Şekil 29D). Bu kahverengi bölgeler patojenin öldürdüğü dokulardır ve



burada bulunan iletim demetleri de doku ile birlikte ölmüştür. Eğer kanser bir bilezik gibi dalı (gövde ve sürgün de olabilir) çepeçevre sarmış ise, üst kısımlara su ve besin maddesi taşıyan tüm iletim demetleri tahrip olmuş demektir. Bu durumda su ve besin maddesi almayan kanser üstü kısımlar olarak ölürler. Gövde kanseri en tahripkâr olanıdır ve ağacın tamamını öldürebilir.

Kanser hastalıklarına, çeşitli fungus şubelerinden türler neden olabilmektedir. Genelde bitkilere kültürel önlemler sırasında açılan yaralardan giriş yaparlar. Kanser aynı ağaç üzerinde başka dal ve sürgünlere ve komşu ağaçlara sıçrayabilir.

Önemli Kanser Hastalıkları

Kestane Kanseri (*Cryphonectria parasitica*), Taş Çekirdeklielerde Sitospora Kanseri (*Leucostoma cincta*, *Leucostoma persoonii*), Nectria Kanserleri (*Nectria* (*Neonectria*) *galligena*), Kavak Dal Kanseri (*Sitospora chrysosperma*) vb.



Şekil 29. Kestane Kanseri (*Cryphonectria parasitica*) (A); Elma Nectria Kanseri (*Nectria galligena*) (B), Kanserli dokular üzerinde sporulasyon sonucu oluşmuş yapılar (C); Kanserli dokularda kabuk altı kararmalar (D).

Kaynakça

Carris, L. M., Little, C. R., Stiles, C. M. 2012. Introduction to Fungi. The Plant Health Instructor.

DOI:10. 1094/PHI-I-2012-0426-01

Fry, W.E., Grünwald, N. J. 2010. Introduction to Oomycetes

(<https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/oomycete/introduction/Pages/IntroOomycetes.aspx>)



Szabo, L. J., Cuomo, C. A., Park, R. F., 2014. *Puccinia graminis* (in: Ed: Dean, R. A., Park, A. L., Kole, C. Genomics of Plant-Associated Fungi: Monocot Pathogens, pp 177-196)



4 Bakteriyel Hastalıklar

Bakteriler doğadaki biyolojik olayların baş sorumlularından olup, bazı biyolojik olayların hazırlayıcısı, bazılarının durdurucusu olan; yararlı ve zararlı işlevleri ile insan yaşamını yakından ilgilendiren tek hücreli prokaryotik mikroorganizmalardır. Bakteriler bitki hastalıklarının oldukça küçük bir kısmına neden olsa da bu etmen grubunun önemsiz olduğu anlamına gelmemektedir. Örneğin, ABD, Kuzey Carolina’da, Tütünde Bakteriyel Solgunluk hastalığı 1880’de ortaya çıktıktan sonra 30 yıl boyunca o kadar çok hasara neden olmuştur ki, üreticilerin arazilerini terk etmesine ve satmasına neden olmuştur. Yine buna benzer olarak 1994 yılında ABD’de Bakteriyel Karpuz Meyve Lekesi hastalığı nedeniyle ortaya çıkan olumsuz durum nedeniyle karpuz üretimi ve tohum ticareti sektöre uğramıştır (Goszczyńska ve ark., 2000).

Bakteriler milyonlarca yıl öncesinden beri var olmalarına karşın, bilimsel olarak kanıtlanmaları çok yenidir (mikroskobun bulunduğu yaklaşık 300 yıldan beri). Robert Koch’un 1800’lü yılların sonunda bakterilerin hayvanlarda hastalık yaptığını ortaya koymasına paralel olarak yaklaşık aynı yıllarda Sergei Winogradsk doğadaki azot döngüsü gibi önemli olaylarda bakterilerin rol oynadıklarını bulmuştur. 1900’lü yılların ilk çeyreğinde zararlı olan bakterilerin antibiyotikler ile öldürülebilecekleri ortaya çıkmış ve antibiyotikler üzerine çalışmalar başlamıştır (Janse, 2005). Thomas Jonathan Burrill (1839–1916) *Erwinia amylovora* bakterisinin bitkilerde ilk kez hastalık yaptığını bularak fitobakteriyoloji bilim dalının temelini atmıştır. Bu etmen günümüzde de yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında büyük problemlere neden olan Ateş Yanıklığı Hastalığının etmenidir (Anonim, 1916).

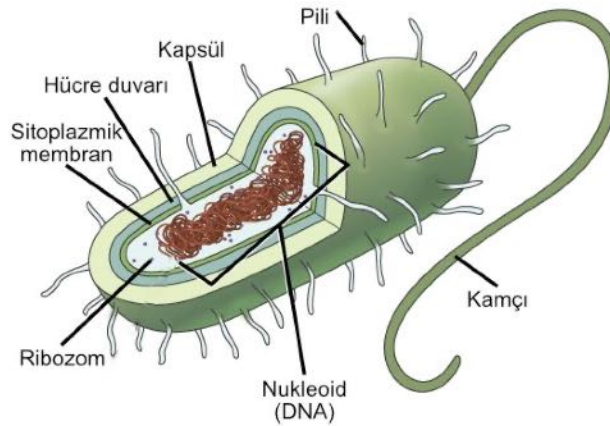
Yaklaşık 1,600 bakteri türü bilinmektedir. Çoğu mecburi saprofitiktir. İnsanlar, hayvanlar ve fabrikalar tarafından her yıl atık ürün olarak veya bitki ve hayvanların ölümüyle oluşan muazzam miktardaki organik maddenin parçalanmasına/ayrıştırılmasına yardımcı oldukları için insan ve doğa için faydalıdır. Tüberküloz, zatürre, tifo ve şarbon gibi birçok tür insanlarda ve hayvanlarda hastalığa neden olmaktadır. Bitkilerde ise yaklaşık 100 bakteri türü hastalık yapmaktadır. Bitki patojeni bakterilerin çoğu fakültatif saprofitler ve yapay besi yerlerinde büyütülebilirler. Buna karşın, bazı bakteri türlerinin yapay besi yerlerinde büyümesi çok zordur ve bazıları kültürde henüz çoğaltılamamıştır (Agrios, 2005).



Dünyadaki tüm bakteriler basit tek hücreli mikroorganizmalardır. Bunların büyük çoğunluğu çubuk (basil) veya küresel (kokus) hücre şekline sahiptirler. Ancak spiral veya filamentli (iplik benzeri), ya da hücre duvarları olmayan şekilsiz formları da vardır. Bitki patojeni bakterilerin büyük çoğunluğu çubuk şekillidir. Bazı bakteriler kamçıları (flagella) sayesinde sıvı ortamda hareket edebilirken, bazılarında bu kamçı olmadığı için kendilerini hareket ettiremezler. Bakteriler şaşırtıcı bir hızla basit ikiye bölünme şeklinde çoğalır ve sayılarını çok hızlı bir şekilde katlarlar, bu onları önemli patojenler arasına sokan unsurlardan bir tanesidir. Bakteriyel hastalıklar özellikle nemli tropik bölgelerde yaygın ve şiddetlidir, ancak uygun çevresel koşullar altında her yerde son derece yıkıcı olabilirler (Agrios, 2005; Vidaver ve Lambrecht, 2004).

Bitkilerde bakteriyel hastalıkların kontrolü genellikle çok zordur. Sıklıkla, belirli bir bakteriyel hastalıkla mücadele için kontrol önlemleri kombinasyonu gerekir. Çoğu bakteriyel hastalık için ruhsatlı kimyasal mücadele ilacı bulunmamaktadır. Kontrolündeki bu gibi zorluklar da bakteri hastalıklarının önemini vurgulayan başka bir unsurdur.

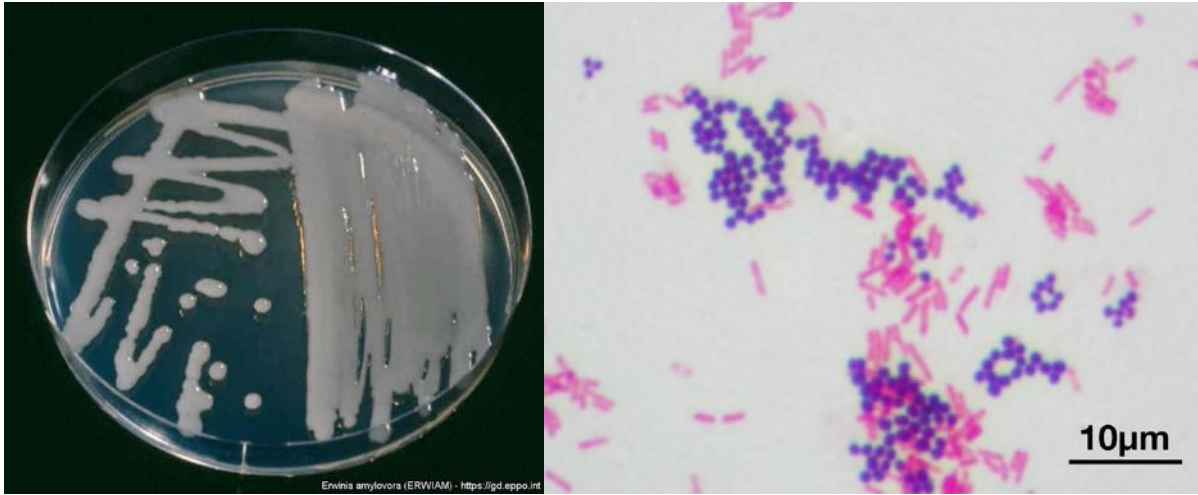
Bakteriler tek hücreli prokaryotik mikroorganizmalardır. Diğer eukaryotik hücrelerde olduğu gibi membranlı organelleri ve çekirdekleri yoktur. Genetik materyali haploiddir (tek kopya) ve DNA bir histon proteinine sarılı olmaksızın sitoplazmaya dağılmış vaziyette bulunur. Dairesel olan DNA'sına nükleoid adı verilir. Bazı bakterilerin içinde nükleoidin dışında, bazen bir ya da daha fazla, çok kısa, dairesele başka bir genetik materyal daha bulunabilir, buna plasmid adı verilmektedir. Sitoplazmada 70s büyüklüğündeki ribozomlar dağılmış halde bulunur. Bazılarında hücre duvarının dışında kapsül adı verilen sümüksü bir yapı bulunur ki bu konukçusuna tutunmasına yardımcı olur. Bazılarında da flagella adı verilen ve hareket etmesine yarayan bir veya birkaç kamçı bulunmaktadır (kamçısı olmayan türler de vardır) (Şekil 30).



Şekil 30 Çubuk şekilli bir bakteri (Caldwell ve ark., 2017).



Bir bakteri hücresinin büyüklüğü yaklaşık olarak 0.6–3.5 μm arasında değişmektedir. Bu da onları gözle görülemez hatta normal ışık mikroskobu ile zor görülebilir/detayları incelenemez yapmaktadır. Katı besi yerinde ikiye bölünerek çoğalan bir bakteri zaman içinde (1–2 gün) o kadar çok çoğalır ki artık gözle görülebilir yığınlar haline gelir. Aynı türün oluşturduğu bu yığınlara koloni adı verilmektedir. Bu kolonilerin rengi ve şekilsel yapısı etmeden etmene farklılık gösterebilir, ancak çoğunlukla düzgün yuvarlak şekildedir (Şekil 31) (Agrios, 2005; Vidaver ve Lambrecht, 2004). Anlaşılabileceği üzere basit ikiye bölünmede eşey yoktur, bir hücre ortadan ikiye bölünür ve genetik materyal replike olarak iki hücreye gider. Bu oluşan iki hücrenin genetik özellikleri birbirinin aynıdır. Ancak bazı durumlarda (transformasyon, konjugasyon ve transdüksiyon) bakteriler dışarıdan başka bir bakterinin genetik materyalini alarak genetik çeşitlilik ortaya çıkabilir. Bakterilerdeki büyüme hayvan, bitki ve insanda olduğu gibi algılanmamalıdır. Bakterilerde büyüme; çoğalma ve sayının artması ile aynı anlama gelmektedir.



Şekil 31 King B besi yerinde *Erwinia amylovora* kolonileri (sol) (EPPO, 2021) ve Gram boyama sonunda karışık bir kültürün görünümü [Normal ışık mikroskobunda, Gram + kokus ve Gram – basil hücreler] (sağ) (Anonim, 2021c).

Bitki bakteri hastalıkları etmenlerinin mikroskopta bile zor görülebildiğinden ve detaylarının seçilemediğinden bahsedilmişti. Bu nedenle funguslar gibi mikroskop altında değişik yapılarına bakılarak basit anlamda bile teşhis edilemezler. Mikroskop altında net olarak görülmüş olsalardı bile özelleşmiş yapıları olmadığı için çoğunlukla birbirlerine benzeyeceklerdi. Gram boyama adı verilen ve bakterileri iki ana gruba ayıran bir test bulunmaktadır. Bu test prosedürüne uyularak yapılan



boyama işlemi sonunda mikroskop altında bakteri hücrelerine bakıldığında bir grubun mavi/mor bir grubun ise pembe/kırmızı olarak renk değiştirdiği görülür. İşte bu boyama işleminin sonunda mavi/mor olanlara Gram +, pembe/kırmızılara ise Gram – denilmektedir. Bu mikroskop incelemesi sırasında çok detay görülmemekle birlikte hücrenin çubuk mu küresel mi olduğu da belli olmaktadır. Gram boyama testi ve hücre şeklinin belirlenmesinin yanında özel birtakım farklı testlerle; kapsülünün olup olmadığı, kamçısının olup olmadığı, hangi şekerleri ya da karbon kaynaklarını tükettiği, bazı kimyasal maddeleri parçalayıp parçalayamadığı gibi onlarca boyama ve kimyasal testler yapılarak test edilen bakterinin hangi türe ait olduğu belirlenmeye çalışılır. Bu nedenle bakteriler mikroskopta görsel olarak değil genelde bu onlarca teste vermiş oldukları cevaplar dikkate alınarak tanılanırlar. Bu testlere biyokimyasal testler ve bu tanılamaya da klasik tanılama denilmektedir. Bakterilerin bu testlere vermiş oldukları cevaplar bazılarında benzerlik gösterirken bazısında farklılık oluşur. Aynı türe ait bireyler büyük çoğunlukla tüm testlere aynı cevabı verirler ve tür düzeyinde böylece tanılanabilirler. Biyokimyasal testlere ek olarak moleküler test adı verilen yöntemler ile de tanılama yapılabilmektedir. Moleküler tanılama bakteri DNA'larının baz dizilerindeki benzerlik ve farklılıklar incelenerek gerçekleştirilir. Tanılama çalışmalarında bu moleküler yöntemler daha hızlı ve ucuz olduğu için günümüzde tercih edilmektedir ancak biyokimyasal testler ile her zaman desteklenmeleri gerekmektedir. Doğru bir tanılama için hangi testlerin yapılması gerektiği ve bu testlerin hangi tür için hangi sonuçları vereceğinin (Schaad, 2001) bilinmesi gerekmektedir. Tüm bu test verileri değerlendirildiğinde bakteriler kendi aralarında sınıflandırılarak tanımlanabilir. Çizelge 1’de bitkilerde hastalık yapan bakteri türlerinin taksonomik sınıflandırması verilmiştir.

Çizelge 1. Bitki patojeni bakterilerin taksonomik sınıflandırması

Alem	Şube	Sınıf	Takım	Aile	Cins	Tür
Bacteria	Actinobacteria	Actinobacteria	Actinomycetales	Microbacteriaceae	Clavibacter	Clavibacter spp.
				Streptomycetaceae	Streptomyces	Streptomyces spp.
	Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Rhizobiales	Rhizobiaceae	Agrobacterium	Agrobacterium spp.
					Rhizobium	Rhizobium spp.
		Betaproteobacteria	Burkholderiales	Burkholderiaceae	Ralstonia	Ralstonia spp.
			Burkholderiales	Comamonadaceae	Acidovorax	Acidovorax spp.
		Gammaproteobacteria	Enterobacterales	Erwiniaceae	Erwinia	Erwinia spp.
				Pectobacteriaceae	Pectobacterium	Pectobacterium spp.
			Lysobacterales	Lysobacteraceae	Xanthomonas	Xanthomonas spp.
			Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas	Pseudomonas spp.
	Tenericutes	Mollicutes	Acholeplasmatales	Acholeplasmataceae	Phytoplasma	Candidatus Phytoplasma spp.
			Entomoplasmatales	Spiroplasmataceae	Spiroplasma	Spiroplasma spp.

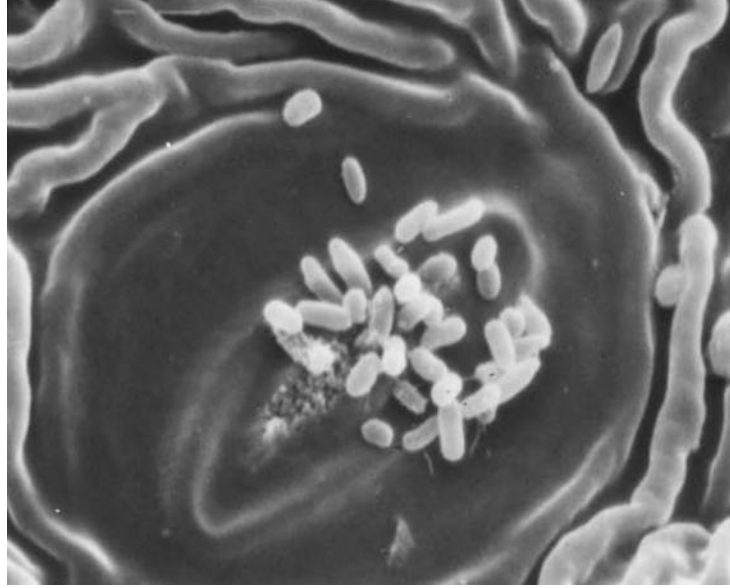
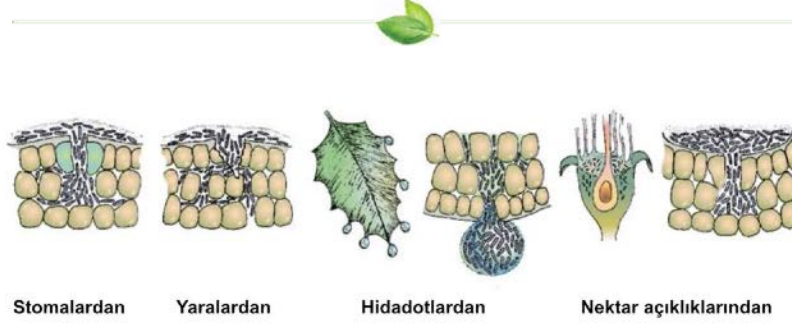
(EPPO, 2021; Anonim 2021a; Anonim 2021b)



Hemen hemen tüm bitki patojeni bakteriler, çoğunlukla konukçu bitkide parazit olarak, bitki yüzeyinde özellikle tomurcuklarda epifit olarak veya kısmen bitki artıklarında/toprakta saprofit olarak yaşarlar. Türler arasında farklı çevrelerde gelişme dereceleri açısından büyük farklılıklar vardır. Örneğin Yumuşak Çekirdeklielerde Ateş Yanıklığı hastalığı etmeni *Erwinia amylovora* gibi bazı bakteriyel patojenler popülasyonlarını sadece bitki üzerinde arttırırken, toprakta sayıları hızla azalmakta ve genellikle hastalığın mevsimden mevsime yayılmasına katkıda bulunmamaktadır. Kök Urunu neden olan *Agrobacterium tumefaciens*, Solanacea üyesi bitkilerde bakteriyel solgunluğa neden olan *Ralstonia solanacearum* ve Patates Uyuzu etmeni *Streptomyces scabies* gibi diğer bazı bakteriyel patojenler tipik toprak sakinleridir. Bunlar gelişimlerini bitkiler içinde sürdürürler, ancak toprağa geçtiklerinde diğerlerine nazaran daha dayanıklıdır ve toprakta ölmeden hayatta kalma şansları daha yüksektir. Takip eden yıllarda, duyarlı konukçu bitkiler bu bakteriler ile bulaşmış topraklarda yetiştirilirse, bu etmenler mevsimden mevsime geçerek tekrar konukçularını hastalandırırlar. Bakteriler topraktayken çoğunlukla bitki materyali üzerinde yaşarlar. Serbest veya saprofitik halde yaşamaları çok daha nadirdir. Bakteriler ayrıca toprakta bulunan tohumlar, diğer bitki parçaları veya böcekler içinde veya üzerinde yaşayabilir. Bitkilerde bakteriler sıklıkla tomurcuklarda, yaralarda, bakteriyel akıntılarda veya enfekte ettikleri çeşitli doku veya organların içinde/yüzeyinde epifitik olarak hayatta kalabilirler (Agrios, 2005).

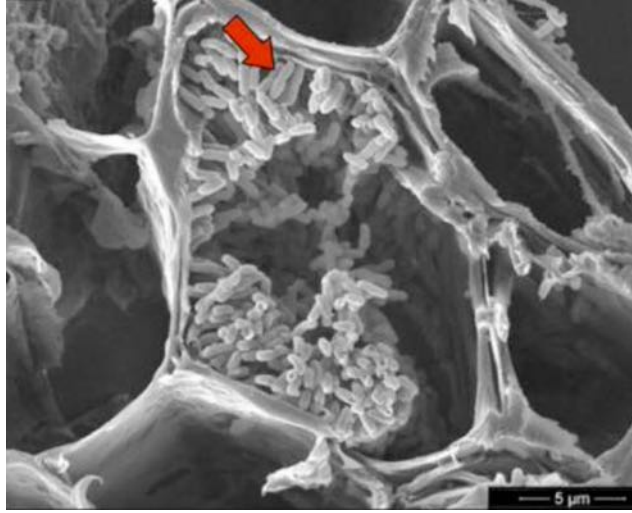
Bitkiden bitkiye ve etmeden etmene değişmekle birlikte bir bakteri üretim alanına primer (birincil) inokulum kaynağı olarak; üretim materyali (tohum, fide, fidan, yumru), toprak, daha önceki kanser yara veya yüzeyde bulunan epifitik popülasyondan (çok yıllık bitkilerde), sulama suları, yabancı otların rizosferinde veya filosferden gelmektedir. Yetiştirme sezonu içinde ise bir bitkiden diğerine veya aynı bitkinin diğer kısımlarına yayılması esas olarak su, böcekler, diğer hayvanlar ve insanlar tarafından gerçekleşmektedir. Bakterilerde funguslardaki gibi spor yapıları olmadığı için uzak mesafelere uçuşarak taşınmaları söz konusu değildir. Yağmur ve yağmurlama sulama; sıçratma ve yıkama etkisiyle bakterileri bir bitkiden diğerine, bir bitki kısmından diğerine veya topraktan bitkinin alt kısımlarına taşır ve dağıtır. Böcekler bakterileri bitkilere taşımakla kalmaz, aynı zamanda beslenmeleri sırasında açtıkları yaralar yardımıyla onları bitkilerin içine sokarlar. Bitkiler arasında hareket eden hayvanlar (kuşlar vb.) vücutlarında bakteri taşıyabilir. İnsanlar gerek bitkisel materyalleri taşıyarak gerekse ziraat sırasında kullandıkları alet ve makineler ile kısa ve uzun mesafelere bakterileri ulaştırabilirler veya bulaştırabilirler.

Bitki patojeni bakteriler bitkiye yaralar ve doğal açıklıklardan (stoma, hidatod, lentisel), çiçek organlarından ve henüz kitinleşmemiş kılcal kök uçlarından girebilmektedirler (Şekil 32).



Şekil 32. Bakterinin bitkiye giriş yolları (üstte), yaprakta bulunan stomalar üzerindeki bakteri hücreleri (elektron mikroskobu görüntüsü) (altta) (Agrios, 2005 [Fotoğraf: L. Mansvelt, I.M.M. Roos, ve M.J. Hattingh]).

Kendi başlarına penetre olma yetenekleri yoktur. Yaralar, zirai alet ekipmanla açılan mekanik yaralar olacağı gibi; böcekler, nematodlar ve hayvanların beslenmesi sonucu da açılabilir. Don, dolu gibi meteorolojik olaylar da bitkilerde yara açmaktadır. Ayrıca bir yaprak tüyünün kırılmasının bile bakterinin girişi için yara özelliğinde olacağı gözden çıkarılmamalıdır. Bakteriler bitki hücresinin içine girmezler, bitki hücrelerinin arasında (intersellüler) çoğalırlar, bitki içinde yayılmak için bitkinin iletim demetlerini kullanabilirler. Bitkide hastalık oluşum mekanizması bitkiden bitkiye ve bakteriyel etmenden etmene değişiklik göstermektedir. Etmenden etmene değişmekle birlikte; bitki hücrelerinin birbirini tutmasına yarayan yapılarını ürettikleri enzimler ile parçalayarak çürümelere, iletim demetlerini tıkayarak solgunluklara (Şekil 33), kendisinin ya da bitkiye ürettirdikleri bazı biyokimyasallar ile bitki hücrelerinin aşırı bölünmesine neden olarak urlara, ürettikleri biyokimyasal ve toksik maddelerle hücre ölümlerini tetikleyerek nekrozlara neden olabilirler.



Şekil 33. Domates bitkisinde iletim demetlerini tıkayan *Ralstonia solanacearum* bakteri kolonisi (Caldwell ve ark., 2017).

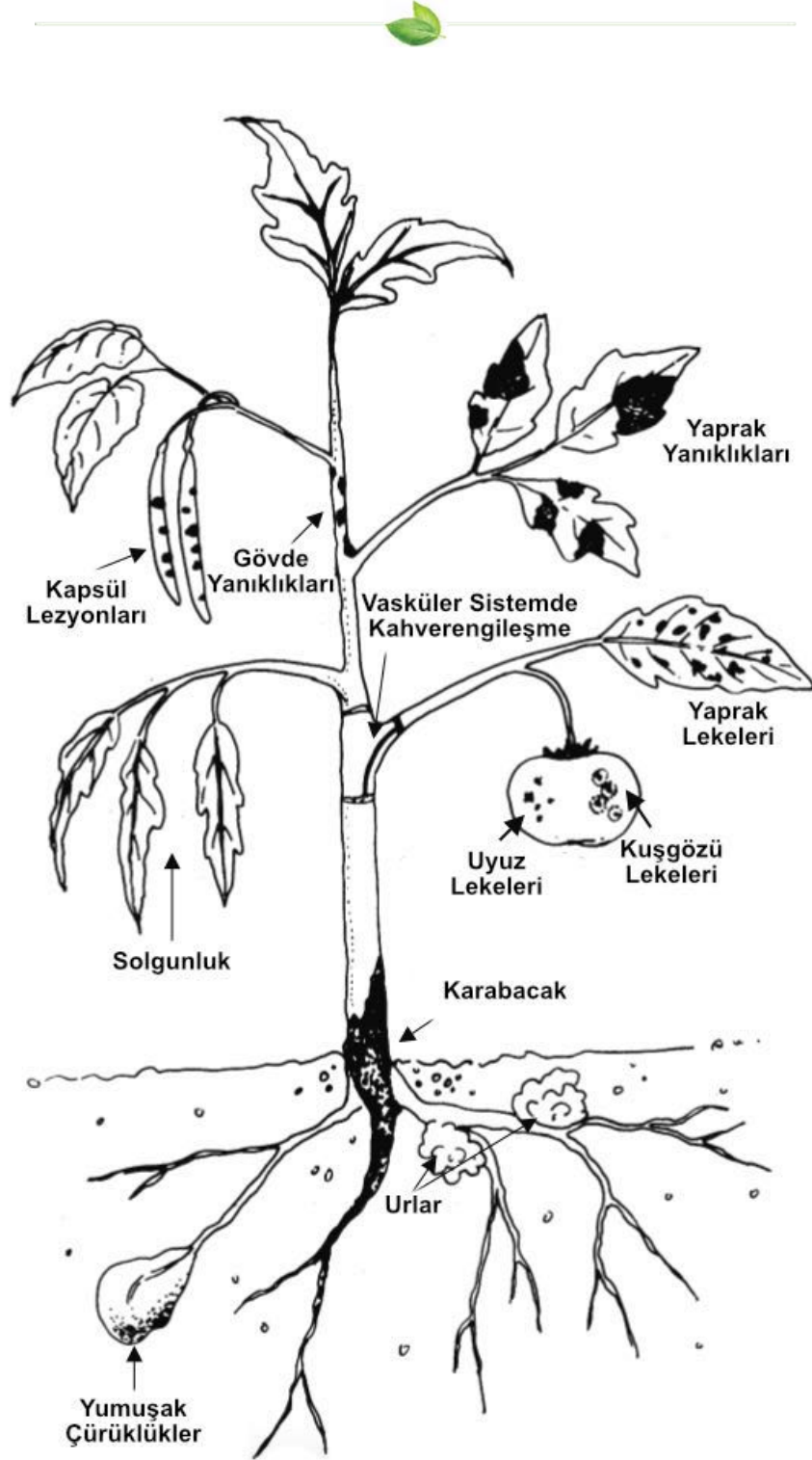
Genelde hastalık oluşum mekanizması belirtiyi, belirti de hastalığın ismini tarif eder (Örn; Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığı). Ancak tüm hastalık belirtileri içinden 3 temel belirti fitopatojen bakterileri -istisnaları olmakla birlikte- ayırır. Bunlardan biri pek çok durumda fitopatojen bakteriler tarafından saldırıya uğrayan dokunun enfeksiyon başlangıcında suda haşlanmış gibi sulu bir görünüm almasıdır. Bitki bakteriyel hastalıklarında tipik belirti şekillerinden bir diğeri bakteriyel polisakkaritler nedeniyle belirti yerinde akıntı oluşumudur ki bu akıntıya “ooze” adı verilir. Genellikle ilk oluştuğunda süt renginde ve yapışkandır. Zamanla kurur ve renk sarımsı kahverengine döner. Bir diğer belirti tipi de genellikle yapraklarda ortaya çıkan köşeli lekelerin olmasıdır. Pek çok yaprak leke hastalığında köşeli lekeler tipiktir (Şekil 34).



Şekil 34. Suda haşlanmış gibi görünen belirti (sol), bakteriyel akıntı (ooze) (orta), köşeli yaprak lekeleri (sağ) (Agrios, 2005; Ertan, 2012).



Bitki hastalıklarında belirtilerin bilinmesi -yani Simptomatoloji (belirti bilimi)- hastalığa neden olan etmenin tanınması, izolasyonu ve teşhisinde yerine getirilmesi gereken bir ön şarttır. Bu bizim hastalığa duyarlı ve dayanıklı bitkileri ayırt etmemizde önemli bir ölçüttür. Bu nedenle belirli bir bakteriyel bitki hastalığında o patojeni karakterize eden belirti tiplerinin ortaya konması gerekmektedir. Fitopatojen bakterilerin tanılanması ve bakteriyel hastalığın teşhisi öncelikle hastalık belirtilerinin bilinmesi ile mümkün olmaktadır. Hastalığın ilerleyen devrelerinde ise artık belirtiler fungal bazen de viral enfeksiyonların oluşturduğu belirtilere de benzeyebilmektedir. Kesin tanı ancak laboratuvarında yapılan izolasyon çalışmaları ile konulmaktadır. Bitki patojeni bakteriler bitkilerin üzerinde çok çeşitli belirtiler oluşturabilirler (Şekil 35). Bazen bu belirtiler birkaç tipte ortaya çıkar ki bir hastalık sendromunu tarif eder. Genel olarak bitki patojeni bakteriyel hastalıkların oluşturduğu belirtiler 6 ana grupta toplanabilir. Aşağıda önemli bitki patojeni bakterilerin bilimsel isimleri ve oluşturduğu hastalık isimleri ve belirti şekillerine göre gruplandırılarak verilmiştir.



Şekil 35. Bitki bakteri hastalıkları belirtileri (Goszczyńska ve ark., 2000).

4.1 Yaprak Sürgün ve Meyvelerde Leke ve Nekroz Hastalıkları

Fitopatojen bakterilerden *Pseudomonas* ve *Xanthomonas* cinsine bağlı bakterilerin çoğu yaprak, sürgün, meyve ve yaprak sapında yani bitkinin yeşil aksamında hastalık oluşturmaktadır. Bu



bakteriler çoğunlukla hücreler arası alanda (interselluler) yayılıp parankimatik dokuların nekrozuna neden olmaktadır. Bakteri enfeksiyonunun erken devresinde suda haşlanmış gibi bir belirti ortaya çıkar. Bunun nedeni de hücreler arası boşlukların su ile dolmasıdır. Bu suda haşlanmış gibi görünüm yaprak ışığa tutulduğunda yarı saydam ya da yağlımsı bir görünümündedir. Çift çenekli bitkilerde (dikotiledon) suda haşlanmış gibi görünen bu alanlar ekseriyetle damarlarla sınırlıdır ve köşeli gibi görünür. Örneğin Hıyar Köşeli Yaprak Lekesi hastalığında olduğu gibi. Bununla birlikte monokotiledonlarda yaprak ve sap üzerindeki belirtiler çizgi ya da şerit şeklindedir. Meyvelerde ise iletim demetlerinden oluşan bir ağ olmadığı için yuvarlak ya da gelişigüzel olabilir. Nemli havalarda ise bakteriyel akıntılar tipiktir.

Hastalık gelişmesinin ikinci evresinde bakteri hücre sayısı belirli kritik bir düzeye ulaştığında suda haşlanmış gibi görünen alanda lokal doku nekrozları ortaya çıkar. Bu kahverengi lekeler ya da nekrotik alanlar bazı durumlarda sarımtırak (klorotik) bir hale ile çevrilebilirler. Şiddetli enfeksiyonlarda lekeler çok fazla sayıda olabilir, birleşerek bitki yüzeyini (sürgünü ya da yaprağı) tamamen kaplayabilir. Bu kısımlar siyahlaşmış, yanmış gibi bir görünüm alır ki yaprak ya da sürgün yanıklığı adını verdiğimiz hastalık belirtileri oluşur. Bazı durumlarda örneğin sert çekirdekli meyve ağaçlarında *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* bakterisinin neden olduğu yaprak lekelerinde başlangıçta çok küçük suda haşlanmış gibi görünen leke oluşur ancak lekenin çevresindeki hücreler süratle ölürler ve nekroze olan doku delinerek delik lekeler oluşur. Bu belirti şekli sert çekirdekli meyve ağaçlarında bazı fungal patojenlerin yol açtığı (Yaprak Delen–*Coryneum beijerinckii*) hastalığının belirtilerine benzer.

4.2 Bakteriyel Kanser ve Geriye Doğru Ölüm

Meyve ağaçlarında başlıca iki grup kanser ve geriye doğru ölüm hastalığı vardır. Bir tanesi Sert Çekirdekli ve Turunçgillerde Bakteriyel Kanser ve Geriye Doğru Ölüm hastalığı (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*), diğeri *Rosaceae* familyasına ait bitkilerde (yumuşak çekirdekli meyve ağaçları) görünen Ateş Yanıklığı (*Erwinia amylovora*) hastalıklarıdır. Her iki hastalığın belirtilerinde hastalık sonrası bitkide ortaya çıkan belirtiler aynıdır. Ancak enfeksiyon şekli ve hastalığın gelişme seyri farklıdır.

Pseudomonas syringae pv. *syringae*'nin en karakteristik belirtisi kanser oluşumu ile birlikte zamlı akıntısıdır. Kanseler çoğunlukla dalların budanmış kısımlarında, gövdede makinalar ve kemirgenler gibi nedenlerle oluşan yaralar üzerinde gelişir. Enfekteli kabuk yumuşak, ilerleyen devrede hafifçe çökük bir şekilde kalır. Bu enfekteli doku parlak turuncu renkten kırmızımsı kahverengine kadar



değişir. Kanser üzerinde tipik zamk akıntısı görülür. Kabuk altında odun dokusu (ksilem) kahverengileşmiştir ve kahverengi çizgiler sağlıklı ksilem dokusu içine uzanır. Şayet dal ve gövde de kabuk çepeçevre enfekte olmazsa sadece kanserler oluşur. Eğer kanserler dal ya da gövdeyi çepeçevre sararsa bu dal üzerindeki yapraklar solar, dal kurur ve geriye doğru ölüm görülür. Bu tipik bir geriye doğru ölüm belirtisidir. Sert çekirdekli meyve ağaçlarında “Apopleksi” olarak da adlandırılır. Hastalık belirtileri baharda veya yazın ortaya çıkmakla birlikte etmenin yayılışı ve enfeksiyonlar kışın olur.

İkinci kanser veya geriye doğru ölüm hastalığı yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarının en tahripkâr hastalığı Ateş Yanıklığı’dır. Bu hastalıkta dal veya gövde üzerinde oluşan kanserler ağacın ölümüne neden olabilir. Hastalığın yayılışı ve enfeksiyon başlangıcı baharda ve yazın olur. Bu durum yukarıda bahsedilen *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*’nin neden olduğu hastalıktan farklıdır. İlk belirtiler çiçekler üzerinde ve uç sürgünlerdedir. Suca zengin yeni sürgünler kahverengi ve simsiyah bir hal alır. Adeta ateşten yanmış gibi bir görünüm oluşur. Yine bakteri dal ve gövdede kabuk dokusunu çepeçevre sararsa üst kısımdaki yapraklar kararır dal tamamen kurur ve geriye doğru ölüm belirtileri ortaya çıkar. Daha önce anlatılan hastalıktan en önemli farkı süt gibi ooze adı verilen bakteriyel akıntıların ortaya çıkmasıdır. Zamk akıntısı görülmez.

4.3 İletim Demetleri Solgunlukları

Bitki patojenleri bitkilerin iletim demetleri sistemine saldırdıklarında solgunluk ve cüceleşme belirtileri ortaya çıkar. İletim demetleri enfekte olduğunda ksilemde su ve mineral maddelerin iletimi durduğundan hastalıklı bitki solmakta ve cüce kalmaktadır. Nemli havalarda hastalığı fark etmek oldukça zordur. Ancak hava koşulları kuru ve sıcak olduğunda enfekteli bitkiler aniden solarlar. Şayet hastalıklı bitkinin iletim demetlerinin sadece birkaçı patojen tarafından saldırıya uğramışsa bitkinin sadece bir tarafı solgunluk gösterir, diğer taraf gelişmeye devam eder. Vasküler solgunluk belirtileri geriye doğru ölüme nazaran daha yavaş seyretmektedir.

Vasküler solgunluklarda en karakteristik belirtiler açık kahverengi renk oluşumudur. *Clavibacter*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas* cinsine bağlı pek çok bakteri bitkilerin iletim demetlerini kuşatarak solgunluk hastalıklarına neden olurlar. Çoğunlukla fitopatogen bakterilerin meydana getirdiği vasküler solgunluklar fungusların neden olduğu (*Fusarium* spp., *Verticillium* spp.) solgunluklara benzer. Bununla birlikte fungal kaynaklı solgunluk hastalıklarında fungus iletim demetleri dokusunda bulunmasına karşın, bakteriyel solgunluklarda bakteriler iletim demetlerini çevreleyen parankimatik dokuların arasına penetre olmakta ve orada küçük kanserler veya boşluklar meydana getirmektedirler.



4.4 Yumuşak Çürüklükler

Fitopatojen bakteriler içinde yumuşak çürüklüğe neden olan etmenler *Pectobacterium* türleri ve bir grup *Pseudomonas*'dır. Bunlar kültür bitkileri ve ürünlerinde, tarla ve depoda canlı bitki dokularına ve parankimatik depo organlarına saldırırlar. Özellikle dokularda hücreler arası boşluklarda çoğalarak bol miktarda pektolitik enzim salgırlar. Bilindiği üzere pektin bitki hücrelerinin birbirine bağlanmasını sağlayan orta lamelin içinde yer alan bir maddedir. Bakterilerin enzim üretimi sonrası buradaki pektin parçalanır ve hücreler birbirinden ayrılır, etimsi dokular yumuşayarak cıvık bir hal alır. Bu belirti bütün konukçularda tipiktir (örneğin patates, soğan, havuç, hıyar, lahana, marul, ıspanak, domates gibi). Yumuşak çürüklük belirtileri özellikle nemli koşullarda ortaya çıkar. Şayet koşullar daha sonra kuruya dönerse enfekteli dokular suyunu kaybeder, kurur ve renk siyahımsı kahverengi olur. Şayet bu şekilde enfekteli yaprak, meyve ve sürgünler plastik torba içinde taşınır veya saklanırsa yumuşama süratle ilerler ve birkaç gün içinde hepsi cıvık yumuşak bir hal alır. *Brassicaceae* ve soğanlar küürtsü bir koku yayarlar. Diğer meyve ve depo organlarında yumuşak çürüklük yapan bakteriler koku oluşturmaz. Bu tür meyve ve yumrulara görülen koku saprofitlerin saldırısından kaynaklanır.

4.5 Tümör Oluşumu

Bazı bakteriyel patojenler veya onların oluşturdıkları ürünler bitkilerde meristematik dokuların çoğalmasını teşvik ederek anormal oluşumlara (ur, gal veya tümör gibi) neden olmaktadır. Bunlardan *Agrobacterium tumefaciens* bakterisi 600'e yakın bitki familyasına ait bitkide ur oluşumuna neden olan çok önemli bir bitki patojenidir. *Rhizobium rhizogenes* otsu süs bitkilerinin köklerinde saçak kök oluşumuna neden olmaktadır. Bu bakterinin oluşturduğu urlar başlangıçta grimsi beyaz renkte karnabahara benzeyen şekilde ve yumuşaktır. Taze urlar yumuşaktır ve epidermis hücreleri ile korunmamıştır. Bu nedenle kolaylıkla yaralanabilir ve diğer mikroorganizma ve böceklerin saldırısına uğrayabilir. İlerleyen devrelerde bu tümörler sertleşir, renkleri kahverengileşir. Benzer urları zeytin ve zakkum bitkilerin dallarında görmek mümkündür. Ancak bu bitkilerde ur oluşturan etmen *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* adı verilen bakteridir.



4.6 Spiroplasma, Phytoplasma ve İletim Demetlerinde Yaşayan Bakteriyel Patojenler

Bu bakteriyel patojenler (Spiroplasma, Phytoplasma) hücre duvarı olmayan bakterilerdir. Genellikle bitkilerin iletim demetleri içinde (floem veya ksilem) bulunarak hastalık oluşturlar. Bitkilere taşınmaları vektör böcekler veya parazit yabancı otlar yardımıyla olur. Bitkilerde oluşturdıkları tipik belirtiler; cücelik, cadı süpürgesi görünümü, boğum aralarında kısılma, kırmızımsı renklenme, sararma, yapraklarda ve meyvelerde küçülme, meyvelerde simetri kaybolması, yediverenleşme, çiçekler ve meyvelerde anormal oluşum, dölllenme yeteneğinin kaybı, tohumun oluşmaması olarak sıralanabilir. Turuncgillerde Palamutlaşma (Stubborn) (*Spiroplasma citri*), Domateslerde İri tomurcuk hastalığı ülkemizde görülen en önemli hastalıklardandır.

4.7 Belirti Gruplarına Göre Bitkilerde Görülen Önemli Bakteriyel Hastalıklar

4.7.1 Yaprak, sürgün ve meyvelerde leke ve nekroz hastalıkları

<i>Acidovorax citrulli</i>	Karpuz Yaprak Lekesi
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i>	Meyve Ağaçlarında Çiçek ve Sürgün Yanıklığı
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>	Fasulye Hale Lekesi
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	Domates Bakteriyel Benek Hastalığı
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tabaci</i>	Tütünde Vahşi Ateş
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lachrymans</i>	Hıyar Köşeli Yaprak Lekesi
<i>Pseudomonas tolaasii</i>	Mantar Kahverengi Leke Hastalığı
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>malvacearum</i>	Pamuk Köşeli Yaprak Lekesi
<i>Xanthomonas phaseoli</i> pv. <i>phaseoli</i>	Fasulye Yaprak Yanıklığı
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	Siyah Damar Çürüklüğü (Crucifereae)
<i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>translucens</i>	Bakteriyel Çizgi Hastalığı (Gramineae)
<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>vesicatoria</i>	Domates Bakteriyel Leke Hastalığı
<i>Streptomyces scabiei</i>	Patates Adi Uyuzu

4.7.2 Bakteriyel kanser ve geriye doğru ölüm

<i>Erwinia amylovora</i>	Ateş Yanıklığı
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i>	Turuncgiller ve Sert Çekirdek. Bakt. Kanser
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>morsprunorum</i>	Kiraz Dal Kanseri
<i>Pseudomonas amygdali</i>	Badem Dal Kanseri



4.7.3 İletim demetleri solgunlukları (Vasküler solgunluk)

<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	Domates Bakteriyel Kanseri
<i>Clavibacter sepeidonicus</i>	Patates Halka Çürüklüğü
<i>Ralstonia solanacearum</i>	Bakteriyel Solgunluk
<i>Pseudomonas corrugata</i>	Gövde Öz Nekrozu

4.7.4 Yumuşak çürüklükler

<i>Pectobacterium atrosepticum</i>	Patateslerde Karabacak ve Yumuşak Çürüklük
<i>Pectobacterium carotovorum</i>	Patateslerde Karabacak ve Yumuşak Çürüklük
<i>Pseudomonas marginalis</i> pv. <i>marginalis</i>	Marul Yumuşak Çürüklük Hastalığı

4.7.5 Hiperplastik belirtiler (tümör, ur oluşumu)

<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Kök Uru
<i>Rhizobium vitis</i>	Bağ Kanseri
<i>Rhizobium rhizogenes</i>	Saçak Köklülük
<i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i>	Zeytin Ağacı Uru

4.7.6 Spiroplasma, Phytoplasma ve iletim demetlerinde yaşayan bakteriyel patojenler

<i>Spiroplasma citri</i>	Palamutlaşma (Turunçgillerde)
Candidatus Phytoplasma solani	Stolbur İri Tomurcuk Hast. (Domates ve Patates)

4.8 Bitki Bakteri Hastalıkları ile Mücadele

Bitki bakteri hastalıklarının kontrolü genellikle çok zordur. Sıklıkla, belirli bir bakteriyel hastalıkla mücadele etmek için bir kontrol önlemleri kombinasyonu gerekir. Hastalıktan kaçınmak için en önemli adım sağlıklı üretim materyallerinin (tohum, fide, yumru) kullanılmasıdır. Hastalanmış bitki ya da bitki kısımlarının (dal vs.) üretim alanından uzaklaştırılması ve yakılarak/gömülerek yok edilmesi inokulum miktarını ciddi anlamda düşürmektedir. Ayrıca bakteri hastalıklarının bitkiden bitkiye yayılmasına ve ayrıca bitkiye giriş yapmasına neden olan alet ekipmanların sıklıkla dezenfekte edilmesi de alınması gereken önlemler arasındadır. Münavebe sınırlı bir konukçu dizisine sahip bakteriyel etmenlerde çok etkili olabilir, ancak konukçu dizisi geniş olanlar için etkisizdir. Bakteriyel hastalıkların kontrolünde kimyasalların kullanımı genellikle fungal hastalıkların kontrolünden çok daha az başarılı olmaktadır. Yeşil aksam ilaçlamalarında bakırlı bileşikler en iyi



sonucu vermektedir. Ancak çevresel koşullar patojenin gelişmesine ve yayılmasına yardımcı olduğundan tatmin edici sonuçlar bazı durumlarda mümkün değildir. Bordo bulamacı, bakır ve bakır hidroksit çoğunlukla bakteriyel yaprak lekeleri ve yanıkların kontrolü için kullanılır. Ancak bakterilerde hızlı şekilde bakıra karşı dayanıklılık gelişebilmektedir. Bakır fitotoksik bir bileşiktir bu nedenle zamanında, dikkatli ve dozunda kullanılması gerekmektedir. Özellikle genç bitkilerde maneb ve mancozebli bakırlı preparatlar da aynı amaçla kullanılmaktadır (Agrios, 2005).

Kaynakça

- Agrios G.N., 2005. Plant Pathology. Amsterdam Boston: Elsevier Academic Press,
- Anonim, 1916. Thomas Jonathan Burrill. Transactions of the American Microscopical Society, Vol. 35, No. 4 (Oct., 1916), pp. 269-270.
- Anonim, 2021a. Kindom (biology). [https://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom_\(biology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Kingdom_(biology))
- Anonim, 2021b. The Bacterial Diversity Metadatabase. <https://bacdive.dsmz.de>
- Anonim, 2021c. Gram stain. https://en.wikipedia.org/wiki/Gram_stain
- Caldwell D., Kim B.S. ve Iyer-Pascuzzi A.S., 2017. *Ralstonia solanacearum* Differentially Colonizes Roots of Resistant and Susceptible Tomato Plants. *Phytopathology*, 107(5), 528–536.
- EPPO, 2021. European and Mediterranean Plant Protection Organization, Global Database. <http://gd.eppo.int>.
- Ertan, D., 2012. Aydın ve İzmir illeri bezelye üretim alanlarında görülen bakteriyel hastalıkların saptanması. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi.
- Goszczynska T., Serfontein J.J. ve Serfontein S., 2000. Introduction to Practical Phytobacteriology. SAFRINET, the Southern African (SADC) Loop of BioNET-International, Plant Protection Research Institute.
- Janse J.D., 2005. Phytobacteriology principles and practice. Wallingford, UK Cambridge, MA: CABI Pub.
- Rye C, Wise R., Jurukovski V., DeSaix J., Choi J. ve Avissar Y., 2016. Biology. OpenStax, Oct 21, 2016, Houston, Texas. <https://openstax.org/books/biology/pages/1-introduction>



- Schaad N.W., Jones J.B. ve Wesley C, 2001. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. St. Paul, Minn: American Phytopathological Society.
- Vidaver A.K.ve Lambrecht P.A., 2004. Bacteria as Plant Pathogens. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2004-0809-01.



5 Virüs Hastalıkları

Virüsler sadece canlı hücreler içerisinde çoğalabilen ve ancak elektron mikroskopla görülebilen varlıklardır. Özel metabolizmaları yoktur ve nükleoprotein molekülünden oluşmuşlardır. Enfeksiyon yapma yeteneğinde olan virüs partikülü tek bir nükleik asit içerir ve bu ya DNA ya da RNA dır. RNA veya DNA tek veya çift iplikli olabilir. Halbuki diğer canlılar her iki nükleik asidi birlikte içerirler. Bitkilerde hastalık oluşturan virüslerin çoğu RNA içermesine karşılık insan ve hayvanlarda hastalık oluşturanlar daha çok DNA içermektedirler. Virüsler nükleik asitleri sayesinde çoğalırlar. Virüslerin çoğalması, virüsü oluşturan nükleik asidin replikasyonu ve protein kapsülün sentezlenerek birleşmesi sonucu olur. Diğer canlılar ise hücre içeriklerinin büyüme ve bölünmeleri ile çoğalırlar. Virüsler canlı hücreler için gerekli olan enerjiyi üretecek genetik bilgiden yoksundurlar. Virüslerde protein sentezleme sistemi yoktur. Amino asit, t-RNA ve ribozom için konukçuya tam olarak bağımlıdır. Virüse ait nükleik asit protein sentezinde m-RNA olarak kullanılır. Genetik materyal birden fazla nükleik asit molekülünden oluşabilir ve bu moleküller tek bir partikül içerisinde olabildiği gibi her biri ayrı ayrı partiküller içerisinde de olabilir. Virüslerin genetik değişikliğe uğramaları sonucu yeni ırklar oluşabilir. Konukçu hücrenin nükleik asit molekülleri ile entegrasyona girebilen virüsler olabildiği gibi konukçularında çoğalması için diğer bir virüsün varlığına ihtiyaç duyabilen virüsler de bulunmaktadır.

Virüs hastalıkları kültür bitkilerini etkileyerek değişen oranlarda kalite ve verimlerinin azalmasına neden olurlar. Buna bağlı olarak da ekonomik kayıplara yol açabilirler.

Virüslerin Kökeni

Virüsler evrim ağacının neresindedir ve nasıl var olmuşlardır sorularına cevap bulmak için bazı farklı görüşleri incelemek gerekmektedir. Bu konuda öne çıkan üç farklı görüş bulunmaktadır ve bunlar aşağıda verilmiştir.

Virüs partikülleri çok hücreli organizmaların parazitik olması sonucu tüm organellerini kaybetmesiyle oluşmuş olabilirler. Serbest halde zaten var olan DNA, RNA gibi yapılar hücreli organizmaların var olması ile onların içerisinde yaşamaya başlamış olabilir. Diğer organizmaların kalıtsal materyallerinden kopan parçalar viral partikülleri oluşturmuş olabilir.

Virüsler protein kılıfları olmaksızın enfeksiyon yapabildikleri için protein kapsüllerinin daha sonra oluştuğu düşünülmektedir.



Tarihçe;

Bilimsel anlamda virüs hastalıkları ile ilgili araştırmalar 19. Yüzyılda başlamıştır. Ancak viroloji tarihinde, sekizinci yüzyılda (MS 752) İmparatoriçe KoKen'nin *Eupatorium chinensis* bitkisinin güzel sarı yaprakları için yazdığı Japonca şiir ve 17. Yüzyılda Hollandalı botanikçi Carolus Clusius'un kitabında çiçek güzelliğini artırıcı bir faktör olarak renk kırılması–alacalı renkli lale resimleri yazılı olmayan ilk kayıtlardır.

On dokuzuncu yüzyıl başlarında bitki hastalıklarının nedenleri üzerinde durulmuyordu ve kendiliğinden olma fikri benimseniyordu. Hastalıkların bir başka canlı etmen funguslar veya bakteriler tarafından oluşturulabileceği ispat edildikten sonra bazı hastalıkların her iki etmen tarafından da oluşturulmadığı belirlenmiştir. Şeftali sarılık hastalığı bunlardan ilkidir. Bugün aşı kalemi ile taşındığını bildiğimiz bu hastalık etmeni ile çalışmalar, geçmişte nasıl taşındığı bilinmediği için sürdürülememiştir.

1886 yılında Adolph Eduard Mayer tütünde bir etmenin bakteri ve fungus içermeksizin mozayik meydana getirdiğini bildirmiş ve Tütün Mozayik hastalığı üzerindeki çalışmasını sürdürmüştür. Bu hastalık etmeninin iki katlı filtre kağıdından geçtiğini ve cam boru veya iğne ile bitki özsuyla aracılığıyla sağlıklı bitkilere taşındığını göstermiştir. Ancak Mayer her şeye rağmen hastalık etmeninin iki katlı filtreden geçebilen değişik bir bakteri olduğunu söylemiştir.

Dimitrii Ivanowski 1892'de Tütün Mozayik hastalığı etmeninin bakteri geçirmeyen porselen cam filtreden geçtiğini saptamıştır. 1896'da Martinus W. Beijerinck Tütün Mozayik etmeninin bitki hücresinde çoğaldığını ve kuru yaprakta uzun zaman muhafaza edilebilir olduğunu bulmuştur. Agar ortamında etmenin difüzyon yaptığını saptamış ve bu yüzden etmenin akıcı–bulaşıcı olduğunu ifade etmiştir. İlk defa virüs terimini kullanmıştır.

İlk olarak, virüs vektör ilişkilerinin virüs yayılmasında önemli olduğu Hashimoto (1895)'nin Pirinç Bodurlaşma Virüsünün (RDV) Cüce Ağustos Böceği ile taşındığını bulması ile ortaya konulmuştur. Bunu virüs hastalıklarında taşınma yöntemlerinin araştırıldığı diğer çalışmalar takip etmiştir. Daha sonra taşınma yöntemine göre virüsler sınıflandırılmış ve daha ziyade makroskobik belirtiler, konukçu çevresi ve ışık mikroskobu ile görülebilen hücresel değişimler üzerinde çalışmalar sürdürülmüştür.

Uzun yıllar virüs benzeri olarak ifade edilen ancak virüs oldukları ispatlanmamış olan pek çok hastalık etmeninin viroid (Diener,1971), mycoplasma benzeri organizma (Doi ve ark., 1967) (daha sonra fitoplazma olarak adlandırılan) ve rickettsia (1979) olduğu ortaya çıkarılmıştır.



Virüsler ile ilgili birçok özelliğin belirlenebilmesi ancak fiziksel ve kimyasal tekniklerin gelişmesi ve elektron mikroskop tekniğinin bulunması ile mümkün olabilmektedir. Teknolojik gelişmeler virüs hastalıklarının tanılanmalarında kullanılan yöntemlerin gelişmesini sağlamıştır. Nükleoprotein genetik bilgi taşıyıcısı olduğunun bulunması (Watson ve Crick 1952) ve virüse ait nükleik asidin enfeksiyon yaptığının belirlenmesini virüsün antijenik özelliğinin ortaya çıkarılması takip etmiştir. Clark ve Adams (1977) tarafından geliştirilen ELISA (Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay) tekniği çok uzun yıllar virüs tanısında en hassas ve pratik yöntem olarak kullanım alanı bulmuştur. Daha sonra moleküler yöntemler tanıda hız ve hassasiyetin artmasını sağlayarak bazı virüs hastalıklarının kontrolünde kullanılmaya başlanmıştır. 2006 yılında DNA mikroarray yöntemi ilk olarak Hadidi tarafından bitki virüslerinin tanısında kullanılmıştır. Nükleotid dizini bilgilerinin virüsler için elde edilmesi virüslerin evrimsel ilişkilerine göre sınıflandırılmasını da sağlamıştır.

Virüslerin Hastalık Oluşturmaları

Virüsler öncelikle enfekte ettikleri konukçu bitkinin hücre kontrolünü ele geçirirler. Bunu takiben hücrenin üreme mekanizmasını kendisinin üremesini sağlayacak şekilde değişime uğratırlar. Virüsler obligat parazit oldukları için sadece canlı konukçu hücrelerinde çoğalabilirler ve bulundukları canlı hücreye sadece yeni virüs partikülleri oluşturmak için etki edebilirler. Bunun sonucu da bulundukları organizmalarda fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere yol açarak onların nükleik asit, protein metabolizması, solunum, fotosentez gibi yaşam fonksiyonlarına zarar vermeleri ile hastalanmalarına neden olurlar. Virüs enfeksiyonu sonucu konukçuda ortaya çıkan anormal fizyolojik ve morfolojik değişikliklerin dışı vurulmasına da semptom adı verilir.

Bitki virüs hastalıklarının mozayik, beneklenme, halkalı leke, gelişme geriliği, yaprak kıvrıcıklığı, şişkinlikler ve şekil bozuklukları gibi kendine özgü tipik semptomları olmasına rağmen mineral madde noksanlıkları, böcek salgıları, herbisit zararları, ağır minerallerin neden olduğu toksik zehirlenmelerinden kaynaklanan belirtiler ile semptomatolojik olarak benzerlik gösterirler.

Hastalık gelişmesi virüsün ve konukçunun karşılıklı etkileşmesine bağlıdır ve aşağıdaki faktörler semptomların ortaya çıkışlarını etkiler.

- Virüs tip ve ırkı,
- Konukçu bitkinin tip ve varyetesi,
- Konukçunun yaşı ve gelişme dönemi,
- Konukçu fizyolojisi,
- Enfeksiyon safhası,
- Diğer patojen veya virüslerin varlığı,
- Çevre ve klimatolojik şartlar



Virüsler bitkileri lokal veya sistemik olarak enfekte ederler. Bazı virüsler normal şartlarda konukçularında simptom oluşturmaları halde belirli koşullarda geçici olarak herhangi bir hastalık belirtisi oluşturmada konukçuyu enfekte edebilirler. Buna maskelenme adı verilir. Enfeksiyon olduğu halde belirti görülüyorsa virüs çoğalmıyor ve bitki içerisinde yayılmıyorsa bu virüse latent virus, konukçusuna da simptomsuz taşıyıcı denir. Bu gibi bitkiler bağışık veya tolerant olarak adlandırılır. Bazı bitkiler virüs enfeksiyonlarına aşırı duyarlı olabilir. Aslında aşırı duyarlılık (hypersensitive) virüsün yayılmasına karşı bitkinin savunma mekanizmalarından birisidir. Virüs tarafından enfekte edilen hücreler hızla öler ve virüsün daha fazla yayılmasını önlerler.

Virüs hastalık simptomları gruplandırılacak olursa;

External simptomlar;

Makroskobik simptomlar

Internal simptomlar;

Anatomik ve histolojik değişimler
Sitolojik ve ultrastruktural değişimler
Sitoplazmada agregatlaşma

External simptomlar

Makroskobik simptomlar: Virüsler konukçu hücrelerini etkileyerek bitkilerde doğrudan görülebilen değişikliklere neden olurlar.

Makroskobik simptomlar, cücelik, mozayik, kloroz, nekroz, damar bantlaşması, damar açılması, yaprakların kıvrıncıklaşması, çizgi, renk kırılması, sarılık, halkalı leke, büyüme ve gelişmede anormallikler, meyvelerde taşlaşma, rozetleşme vb., belirtileri sergilerler.

Lokal simptomlar: Virüsün konukçusuna giriş yaptığı yer ve bunun çevresindeki hücrelerde gelişir. Enfekteli hücrelerin ölmesi ile nekrotik lekeler meydana gelir. Enfekteli hücrelerin klorofil ve diğer pigmentlerini kaybetmesi sonucu ise lokal lekeler oluşur ve buna klorotik lokal leke denir.

Sistemik simptomlar: Virüs enfeksiyon noktasından yavaş yavaş çevredeki hücrelere hareket eder ve iletim demetlerine ulaşarak bitkinin büyüme noktalarına ulaşır ve sistemik simptomlara neden



olur. Sistemik yayılma sırasında hücrelerin klorofilini kaybetmesi sonucu sistemik klorotik simptomlar oluşur.

Internal Simptomlar

Anatomik ve Histolojik değişimler: Makroskobik simptom olarak karşımıza çıkan belirtilerin nedeni konukçuda meydana gelen anatomik ve histolojik, sitolojik ve ultrastruktural değişimlerdir. Bu değişimler sonucu yapraklarda nişasta ve zatk birikimleri oluşabilir.

Hücre ve doku ölümleri (nekrotik ölüm); floem nekrozu

Hücrelerin aşırı büyümesi (hiperplastik simptomlar); tümör, gal ve şişkinlikler, tilloz

Hücre ve dokularda büyümenin sınırlandırılması; renk pigmentlerinin azalması (hipoplastik simptomlar) şeklinde karşımıza çıkarlar.

Sitolojik ve ultrastruktural değişimler: Sitolojik ve ultrastruktural değişimler anatomik ve histolojik değişimlere neden olurlar ve dolaylı olarak da makroskobik değişimlerin nedenleridir.

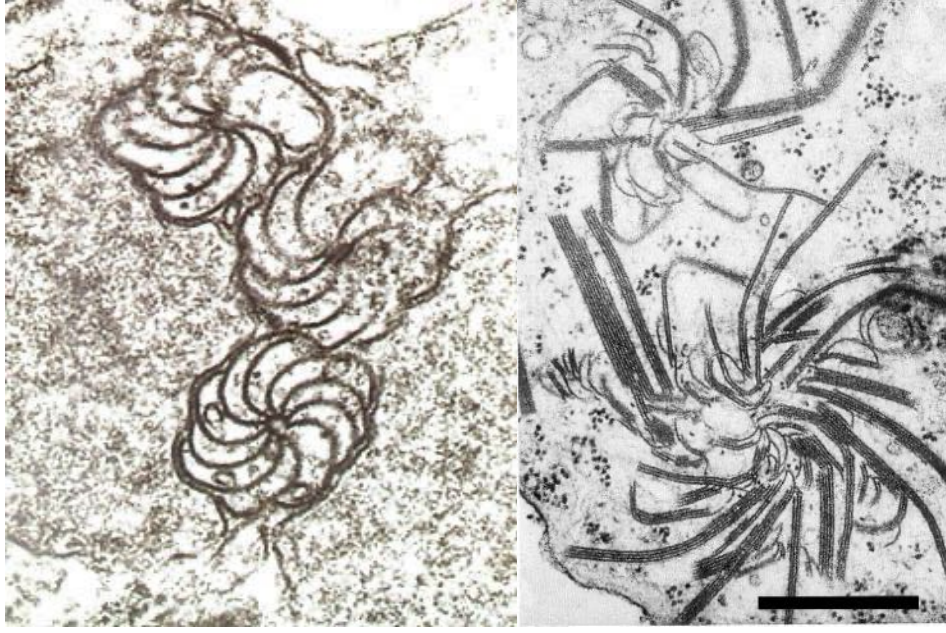
Kloroplast dejenerasyonu,
Klorofil değişimleri,
Nucleus değişimleri,
Mitokondria agregatlaşması,
DNA, RNA, mRNA, rRNA, kromatin değişimleri

Sitoplazmada Agregatlaşma

İlgi cisimcikleri

Virüs partiküllerinin birbirlerine yapışması, virüs partikülleri ile konukçu bitki hücre materyalleri, virüs partikülleri ile hücre içi proteinlerin ve hücreye ait yapılar ile deforme organellerin bir araya gelerek amorf, iplikli, kristal, rüzgâr gülü (Şekil 36) ve yaprak, viroplazma ve kompleks yapılar oluşturması ile meydana gelirler.

Elektron mikroskop ve normal mikroskopta görmek mümkündür. Bir virüs değişik konukçularda farklı ilgi cisimcikleri oluşturabilir. İlgi cisimciklerinin enfeksiyon yapma yetenekleri kaybolur. Serbest kalınca enfeksiyon yeteneği tekrar kazanılır. İlgi cisimcikleri yayılmaz oldukları hücrede kalırlar.



Potato Virüs Y

Tobacco Etch virüs

Şekil 36. Rüzgâr gülü yapısındaki ilgi cisimcikleri (Bos, 1978).

5.1 Bitki Virüslerinin İsimlendirilmeleri ve Sınıflandırılmaları

İsimlendirilmeleri

Bitki virolojisinde isimler genellikle virüslerin ilk bulunduğu bitkilerdeki en tipik belirtilere göre ikili ve İngilizce olarak verilmiştir. Daha sonra aynı virüsün başka bitkilerde çok farklı belirtiler oluşturduğu belirlense bile ilk verilen isim değiştirilmemiştir. Örneğin Tobacco Mosaic Virüs. Virüsleri birinci isimleri büyük harfle başlar ve italik olarak yazılmalıdır. Kabul edilen ikili isimlendirme sisteminde virüsün adının sonunda yer alan ‘virüs’ kelimesinin yerini –*virus* son eki ile biten genus ismi almaktadır. Örneğin;

Tobacco mosaic virüs: Tobacco Mosaic Tobamovirus

Potato virüs X: Potato X Potexvirus

Plum-pox virüs: Plum-pox Potyvirus



Sınıflandırılmaları

Virüslerin sınıflandırılmasında göz önüne alınan özellikler aşağıda verilmiştir;

- Virüs nükleik asidinin özellikleri (tip, büyüklüğü ve sayısı vb.)
- Virüs partikülünün fiziksel ve fiziko kimyasal özellikleri
- Serolojik ilişkiler
- Virüs partikülünün diğer özellikleri (simetrisi, şekli, büyüklük, zarflı olup olmaması ve sayısı)
- Taşınma yöntemleri
- Genom organizasyonu ve replikasyon stratejisi
- Biyolojik özellikleri
- Viral proteinler

Virüsler de diğer canlılar gibi benzer özelliklerine göre gruplara ayrılarak incelenebilirler. 1950’li yıllardan sonra bitki virüsleri yukarıda verilen özelliklerine göre sınıflandırılmışlardır. Virüslerin sınıflandırılmasında bugünkü evrensel aşamaya virüslerin moleküler özelliklerinin bulunmasından sonra gelinebilmiştir. “Virüslerin Sınıflandırılmasında ICTV (International Committee for Taxonomy of Viruses)” nin amacı tüm virüslerin isimlendirilerek uygun sınıflarına atanmalarıdır. Bitkileri enfekte eden virüslerin sınıflandırılmasında takım, familya, genus ve tür kavramları kullanılmaktadır.

Virüs türleri terimi virüsleri tanımlamada kullanılır. Virüslerin tür düzeyinde sınıflandırılması ICTV tarafından 1991 yılında kabul edilmiştir. Önerilen ikili isimlendirmede virüsün adının sonunda yer alan virüs kelimesinin yerini –*virus* soneki ile biten genus ismi almaktadır.

ICTV tarafından benimsenen isimlendirme biçimine göre takım isimleri –*virales*, familya isimleri –*viridae*, alt familyalar –*virinae* ve genus isimleri –*virüs* ile bitmelidir.

Nükleik asit tipine göre düzenlenmiş evrensel bitki virüsleri (Mayo ve Brunt, 2006) aşağıdaki gibidir.

- ss DNA viruses
- Reverse transcribing viruses (dsDNA)
- (–) negatif duyarlı ss RNA viruses
- (+) pozitif duyarlı ssRNA viruses
- dsRNA viruses



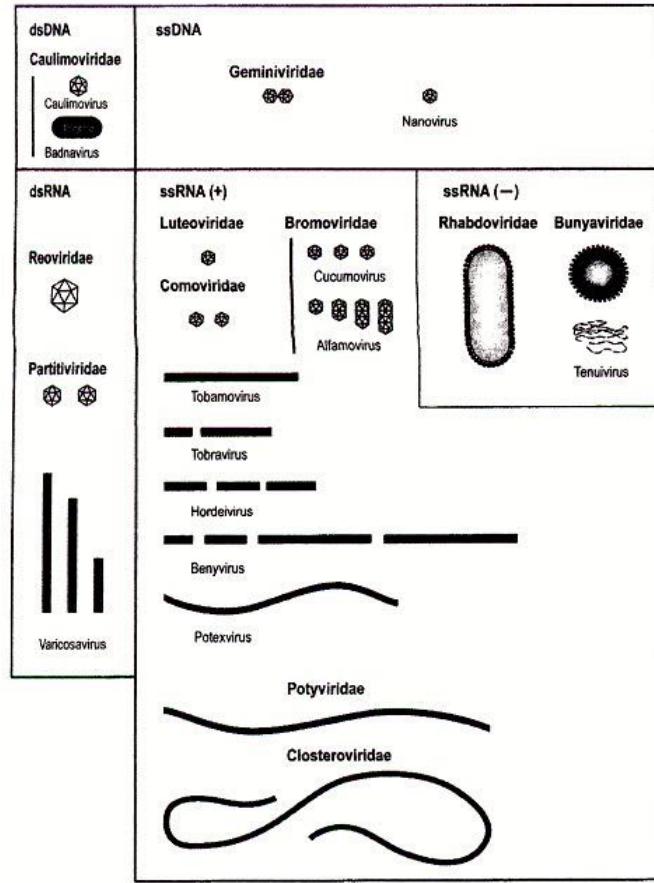
5.2 Virüslerin Morfolojik Yapıları

Bitki virüs partikülü dış kısmında protein üniteleri, iç kısmında tek veya çift iplikli RNA veya DNA bulunmaktadır. Proteinlerin görevi virüs partikülünü koruma iken nükleik asidin görevi konukçularını enfekte etmektir. Virüs proteini moleküler ağırlığı 17,000–60,000 dalton arasında değişen alt ünitelerden oluşmaktadır. Her virüs için alt üniteler farklı amino asit sırasında ve moleküler ağırlığındadır. Fakat bir virüsün kapsülünü oluşturan alt üniteler birbirinin aynısıdır. Bitki virüslerinin çoğu RNA içerirken bazıları da DNA içerir. Birçok virüs tek bir genoma sahipken bazıları bölünmüş genoma sahiptirler. Tek bir genom ve bölünmüş genom partikülleri farklı boyutlarda olsalar da etrafları aynı yapıda protein alt birimleri ile çevrelenmiştir. Tek bir genom tek bir virüs partikülü içerisinde ise monopertite, bir virüs partikülü içerisinde iki parçalı genoma sahip olanlara bipartite, bir virüs partikülü içerisinde ikiden fazla parçalı genoma sahip olanlara multipartite (Tomato Spotted Wild Virüs bir viral partikül içerisinde 3 RNA içerir), farklı genomlar farklı partiküller içerisinde yer alıyorsa (CMV 3 farklı RNA farklı partiküller oluşturur) multiparticulate olarak isimlendirilir.

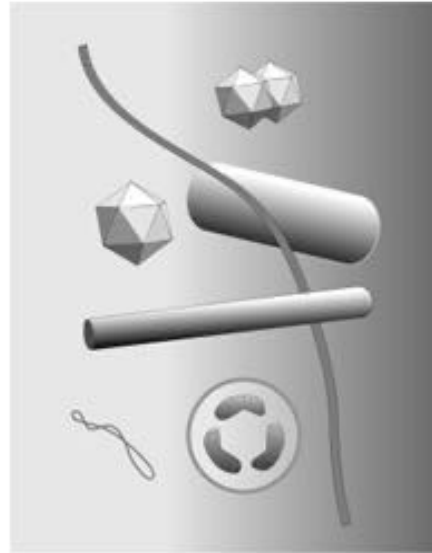
Virüsler morfolojik bakımdan;

- Çubuk şeklinde partiküller
- Yuvarlak veya küresel partiküller
- Membranlı partiküller
- Kompleks partiküller olmak üzere (Şekil 37, Şekil 38)

dört grupta toplanır.



Şekil 37. Bitki virüs familya ve cinslerine göre partikül şekilleri (pipnemweb.ucdavis.edu)

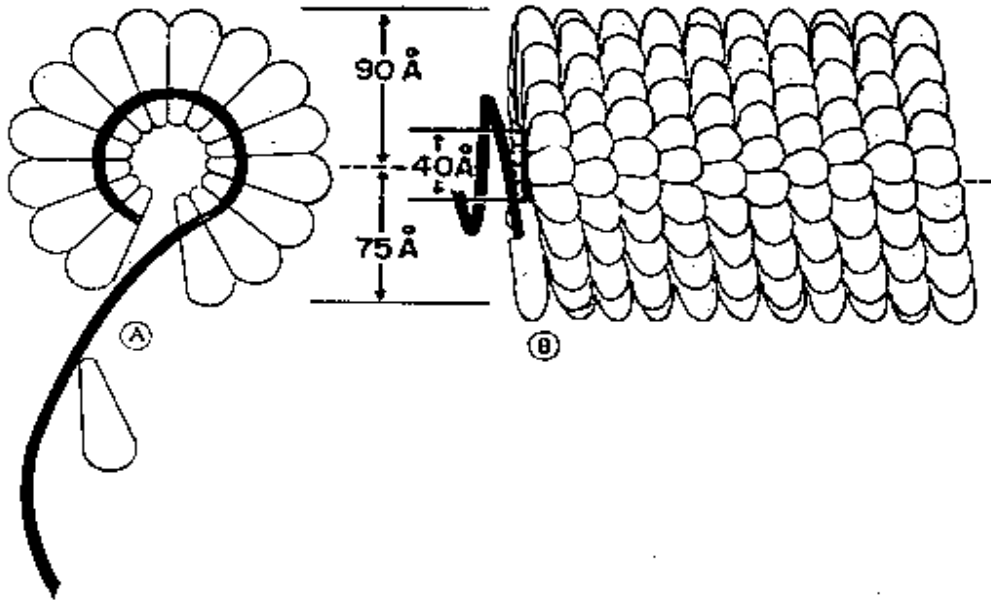


Şekil 38. Bitki virüs partikül yapıları.



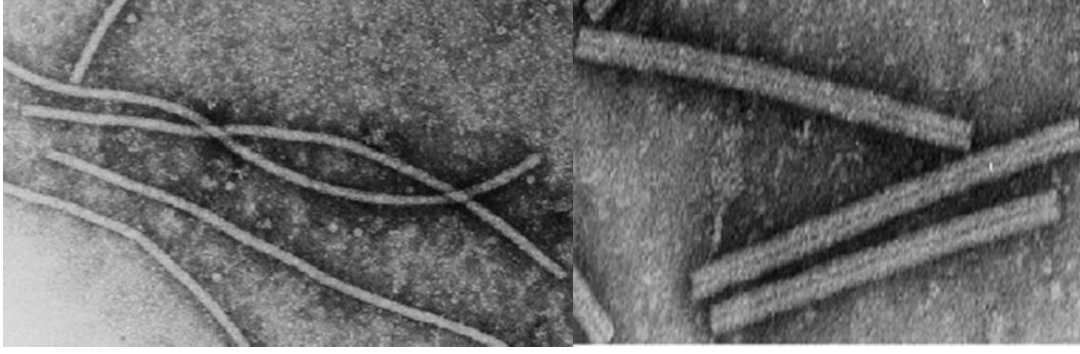
Çubuk şeklinde partiküller;

Çubuk şeklinde partiküller (eğilip bükülmeyen, rijit); Bu grupta Tobamovirus ve Tobravirus'ler yer almaktadır. Tobamovirus lerden TMV enfeksiyon yeteneği yüksek ve stabil olması nedeniyle üzerinde en çok araştırma yapılan virüs olarak bilinmektedir. Tütün mozayik virüs partikülleri 300×18 nm boyutlarındadır. TMV genomu pozitif duyarlı tek iplikçikli RNA içerir. TMV partikülünün protein kapsülü 2130 alt ünitelerden oluşmuştur. Virüs partikülünde merkezden protein alt ünitesinin dışına kadar olan yarıçap uzunluğu $75 \text{ }^{\circ}\text{A}$, maksimum uzaklık ise $90 \text{ }^{\circ}\text{A}$ dur. TMV de 6400 nükleotid olup, protein kapsülünde 158 amino asit bulunmaktadır (Şekil 39).



Şekil 39. Tütün mozayik virüs partikül yapısı; A) nükleik asit B) protein alt üniteleri.

Çubuk şeklinde partiküller (eğilip bükülebilen, ipliksi); Potexvirus, Carlavirus, Polyvirus ve Clostrovirus bu grupta yer almıştır ve Clostroviruslar en uzun ipliksi virüs partiküllerini içermektedirler (Şekil 40).



Şekil 40. Çubuk şeklinde partiküller (Agrios, 2005).

Eğilip bükülebilen–flexible
(*Potato Virus Y*)

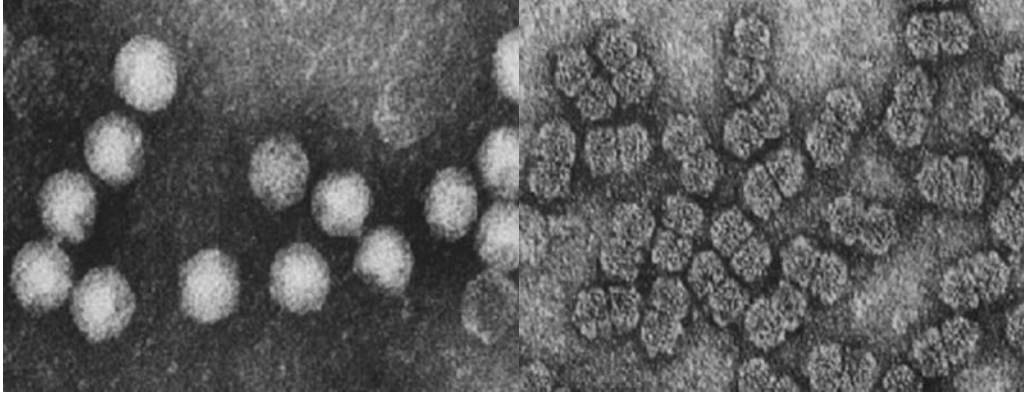
Eğilip bükülemeyen–rijit
(*Tobacco Mosaic Virüs*)

Yuvarlak veya küresel partiküller

Küresel yapılı virüslerin kapsül proteinleri sadece tek proteinin çok sayıda kopyalanması ile oluşur.

Yuvarlak küresel yapılı virüs proteinleri birbirlerinden farklı yedi çeşit yapıya sahiptirler (Şekil 41).

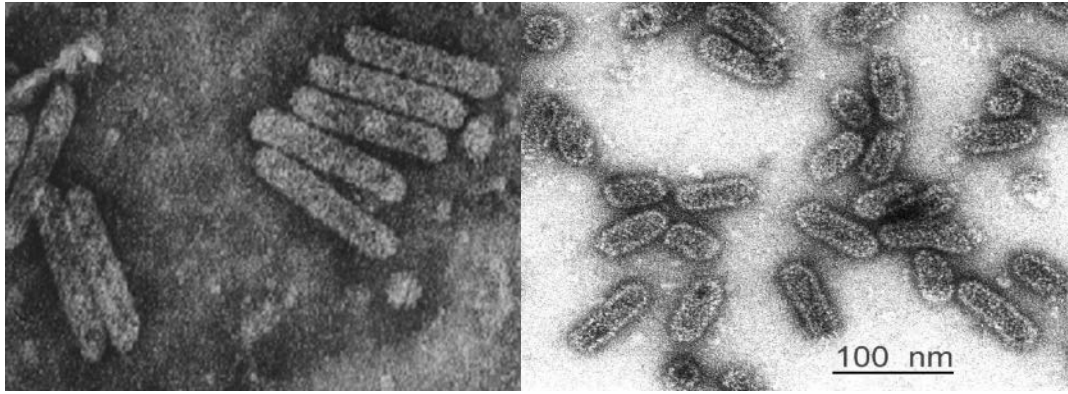
- Satelit virüsler
- Basilliform virüsler (çok parçalı) Alfamovirus, Ilarvirus
- Simetrili virüsler Geminivirusler
- Simetrili küresel virüsler Bromovirus, Cucumovirus
- Basilliform virüs Ricetungro virus
- Pseudo (simetrili) virüsler Comovirus, Nepovirus
- Simetrili virüsler Caulimovirus



Yuvarlak veya küresel partiküller
(*Tobacco Necrosis Virüs*)

Simetrili virüsler
(*Maize Streak Virüs*)

Şekil 41. Küresel ve simetrili partiküller (Agrios 2005).



Basilliform virüs
(*Cocoa Swollen Shoot Virüs*)

(*Alfaalfa Mozaik Virüs*)

Şekil 42. Membranlı virüs partikülleri (Agrios 2005).

Virüs protein kapsülünden başka ekstra bir membran, viral genom ile konukçu genomu tarafından kodlanarak oluşturulur (Şekil 42). Bunlar protein şişkinlikleri, lipidler, karbonhidratlardır ve virüs partikülünün konukçu hücreye girişine yardımcı olurlar. Ayrıca virüs partikülünü koruma görevini de yaparlar. Membranlı virüsler içerisinde Rhabdovirus ve Tospovirusler bulunmaktadır.

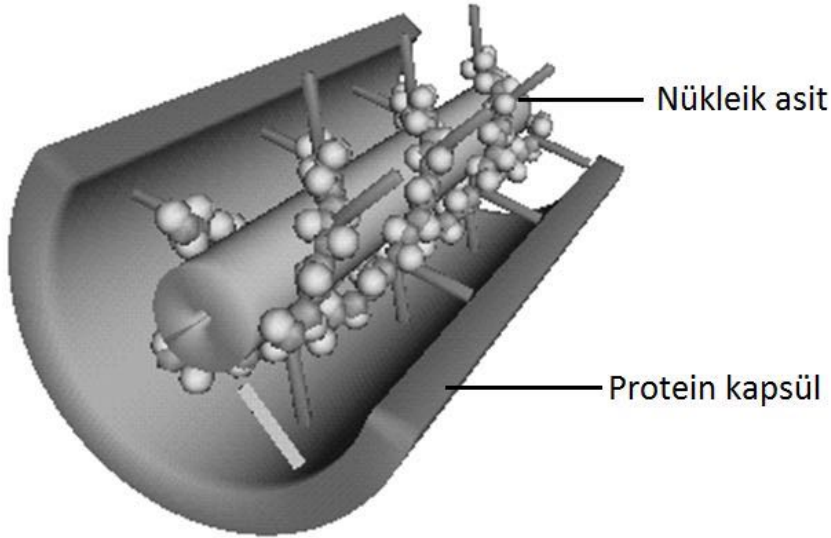
Kompleks virüs partikülleri

Bu gruptaki virüslerin kapsül proteinleri diğerlerinden farklı olup oval yapıdadır ve birbirinden farklı alt birimlere sahiptir. Phytorevirus ve Fijiviruslar bu grupta yer alırlar.



5.3 Kimyasal Yapı

Virüs partikülü protein alt ünitesi ve nükleik asit zincirinden oluşmuştur (Şekil 43). Partikülün nükleik asidi nükleotidlerin fosforik asit ile bağlanmasından oluşmuştur. Bitkilerdeki virüs nükleik asidi genellikle RNA'dır ve RNA'nın yapısı nükleotidlerden oluşmuştur, beş karbonlu riboz şeker ve buna bağlı bazların bir araya geldiği yapıya nükleosid, beş karbonlu riboz şekeri, buna bağlı bir baz ve bir de fosfat bağına nükleotid adı verilir. 2–20 nükleotidin bir araya gelmesine oligonükleotide daha çok nükleotidin bir araya gelmesine ise polynükleotid denir. Fosfat bağı, beş karbonlu şekerin 3' ve 5' numaralı C atomlarının fosfadiester bağları ile bağlanması ile oluşur. İki numaralı karbon atomuna pürin ve pürimidin bazları bağlanır. Zincirdeki riboz şekerleri ve fosfat bağları değişmez, aynıdır. Nükleotid çeşidini tayin eden bazların çeşidi ve sırasıdır. Adenin ve guanin pürin, sitosin ve urasil ise pirimidin bazlarıdır. Zincir DNA ise urasilin yerini timin almaktadır. Nükleik asit, virüs partikülünün yeniden sentezi ve çoğalması, protein kapsülün oluşması, taşınma ve enfeksiyon için gerekli olan genetik bilgiyi taşımaktadır.



Şekil 43. Nükleik asit ve protein kapsül.

Tütün Mozayik Virüsü (TMV) nükleik asidinde 6500 nükleotid ve bunun içinde de 1900 adet adenin 1680 adet guanin, 1180 adet sitosin ve 1740 adet urasil bulunduğu belirlenmiştir.

Nükleik asiti dış etkenlerden korumakla görevli olan protein kapsül virüsten virüse değişen 20 farklı amino asitten oluşmuştur. Bu yirmi amino asit farklı virüs proteinlerini oluşturmak üzere çeşitli



kombinasyonlar halinde sıralanmış ve peptid bağları ile bağlanmışlar ve polypeptid zincirini oluşturmuşlardır. Virüs proteini tek bir peptid olmayıp, moleküler ağırlığı 17,000–16,000 dalton arasında değişen alt üniteler halinde bulunmaktadır. Alt üniteler yan yana gelip peptid bağı ile bağlanması primer yapıyı, primer yapının nükleik asit zinciri etrafında dönmesi sekonder yapıyı ve sekonder yapının sülfidril ve hidrojen bağları ile bağlanarak üst üste dizilmesi tersiyer yapıyı oluşturmaktadır. Virüsün bu özel yapısının oluşması virüs mimarisi (architecture) olarak isimlendirilmiştir.

5.4 Virüslerin Çoğalmaları ve Yayılmaları

Virüslerin gen dizilimleri ile ilgili bilgilerimizin artması sonucu bitki virüslerine ait genom organizasyonu ortaya çıkarılmış ve bunu takiben virüslerin çoğalması ve taşınması için gerekli bilgilerin viral genomda yer aldığı belirlenmiştir. Bu bilgiler, protein kapsül, replikasyon enzimleri, nükleik asit replikasyon proteini, hareket proteini sentezi ve taşınma gibi olayların organizasyonunu kapsar. Viral genom çoğalma ile ilişkili olduğu kısımlarındaki kodlama sonucu aşağıdaki sistemleri harekete geçirir.

- Virüsün çoğalması
- Virüs partikülünün oluşumu
- Virüs partikülünün taşınması
- Protein ve enzimlerin oluşturulması
- Virüs–konukçu, virüs–vektör ilişkilerinin düzenlenmesi.

Virüslerin çoğalmaları (Şekil 44)

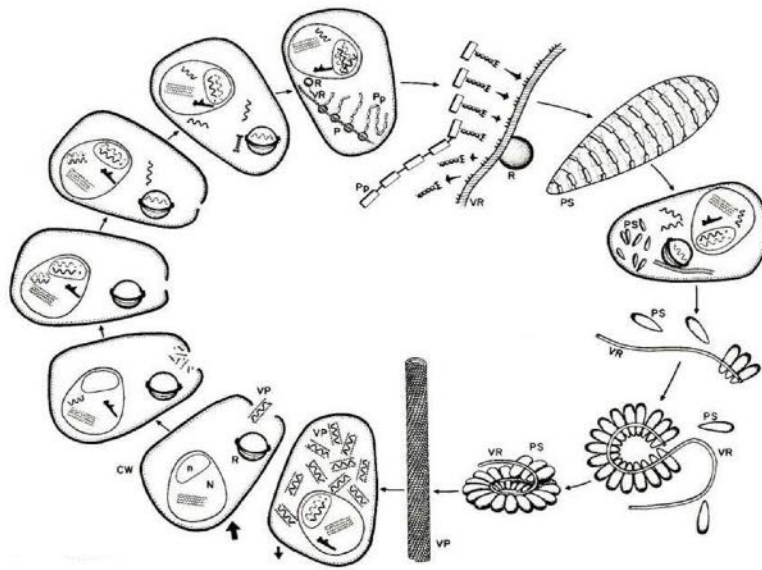
2. Virüs partiküllerinin bitki ile teması sırasında vektör aracılığı ile veya herhangi bir yarıdan hücreye giriş yapması,
3. Hücreye giriş yapan viral genom protein kapsülünden ayrılarak serbest kalması,
4. Viral genler translasyonu (DNA daki genetik bilginin RNA ya çevrimi); (virüsün nükleik asit yapısına göre değişir)

Eğer enfeksiyon yapan virüs, RNA içeriyorsa, bu RNA mRNA olarak görev yapar, DNA içeriyorsa DNA'dan RNA oluşturulur. Viral RNA pozitif (+) veya negatif (–) duyarlı oluşuna göre ikiye ayrılır.



4. Viral RNA çoğalması; Genomun kopyalanması, viral genomla özel etkileşimde bulunan RdRp (RNA dependant RNA polymerase) enzimi aracılığı ile gerçekleşir. Viral nükleik asit kendisini model olarak kullanarak önce (-) sonra bundan da (+) ipliği oluşturur.

- (+) RNA virüsleri; (-) sarmal için model oluşturur
- (-) RNA virüsleri; önce transkriptaz-polimeraz enzimi sayesinde (+) sarmalı oluşturur sonra (+) RNA (-) sarmal için model oluşturur
- dsRNA virüslerinde; transkriptaz enzimi ile sarmalın biri görev alır
- dsDNA virüslerinde; DNA'nın bir sarmalı RNA'yı sentezler
- ssDNA virüslerinde; linear DNA transkription ile RNA'yı sentezler



VP: viral protein, R: ribozom, PS: protein alt ünitesi, VR: Virüs nükleik asiti, Pp: polipeptid zinciri, P: protein

Şekil 44. Virüs replikasyonu (Agrios, 2005).

5. Viral RNA'nın konukçu hücrenin ribozomunda viral m-RNA'nın kodladığı amino asitleri sentezlemesi; bu safhada virüs konukçusunun ribozomunu, t-RNA'sını ve amino asitlerini protein alt ünitelerini sentezlemek için kullanır.
6. Sentezlenen amino asitlerin protein kapsülü oluşturması; özel virüs mimarisine uygun olarak gerçekleşir.
7. Protein kapsül ve yeni viral RNA'ların birleşerek yeni nesil viral partikülü oluşturmaları



Oluşan partiküller plasmodesmata yolu ile hücreden hücreye hareket eder. Taşınmanın gerçekleşebilmesi için virüs bir veya daha çok taşıyıcı protein kodlaması gerekir. Hücreden hücreye hareket yavaştır örneğin yaprak parankima hücrelerinde bu hız günde 1 mm civarındadır. Hücreden hücreye yavaş ilerleyen viral partiküller floeme veya ksileme ulaştıktan sonra daha hızlı hareket edebilir ve önce kök bölgesine oradan da uç meristeme yayılırlar. Bitkinin hücre çoğalma hızı virüsün yayılma hızından fazladır. Meristem uç kültürünün virüsten temiz olması da bu nedenledir. Virüs partikülleri iletim demetleri ile yumru, rizom gibi kısımlara ve tohumu kadar da ulaşabilirler.

5.5 Virüslerin Konukçudan Konukçuya Taşınmaları

Virüs konukçu hücre içerisinde çoğaldıktan sonra önce hücreden hücreye ve sonra da iletim demetleri ile konukçusunun doku ve organlarına taşınır ve tüm bitkiyi enfekte eder. Bu aşamadan sonra virüs yeni konukçusuna taşınacaktır. Virüslerin hücre duvarını geçerek yeni bitkiye giriş yapmaları imkansızdır. Bu nedenle farklı taşınma yollarını kullanarak yeni konukçularına giriş yaparlar.

Virüslere karşı alınacak önlemlerin belirlenebilmesi için öncelikle virüslerin konukçudan konukçuya nasıl taşındığının bilinmesi gerekmektedir. Virüs hastalık etmeninin taşınma yolunu bilmekle kontrol yöntemini de belirlemiş oluruz.

5.5.1 Bitki Özsuğu ile Mekaniksel Taşınma

Bitki virolojisinde en yaygın laboratuvar yöntemi olarak kullanılmaktadır. Yöntem, viral hastalık etmeni ile enfekteli bitki dokularından ezilerek elde edilen özsuğun, yaprak yüzeyine aşındırıcı (600 meshlik alüminyum oksit veya karborandum) serpiştirilmiş sağlıklı konukçuya sürülmesi ile yapılır. Özsuğuna, bitki hücresi dışında virüsün inaktifleşmesine mâni olmak için fosfat tampon çözeltisi ilave edilmelidir. Virüsler mekaniksel inokülasyonla genellikle epidermal hücrelerin yaralanmasıyla epidermisi aşarak bitki hücresine giriş yaparlar.

Bazı virüslerin kırılan epidermal tüylerden protoplazmik giriş yapmaları da mümkündür. Bu da değme dokunma dediğimiz davranış biçimi ile taşınmadır. Hasta bitki ile sağlam bitkinin direkt teması ile örneğin rüzgâr ile dalların çarpması, kültürel işlemler sırasındaki her türlü temas ve köklerin birbirine teması gibi yollarla gerçekleşir. Yani bir nevi bitki özsuğu taşınmasıdır.

5.5.2 Vejetatif Üretim Materyali Taşınma

Vejetatif üretim, özellikle meyvecilik, süs bitkileri ve yumrulu bitkilerin üretiminde generatif yolla üretilmeyen çeşitlerin çoğaltılmasında kullanılan bir yöntemdir. Aynı zamanda virüslerin deneysel



olarak taşınmasında da kullanılmaktadır. Sistemik olarak virüsle enfekteli bitkilerin çelik, aş, rizom, yumru ve soğan gibi vejetatif organları kullanıldığında üretilen bitkiler de virüsle enfekte olmaktadır. Vejetatif yolla üretimde aş önemli bir araçtır. Diğer taşınma yöntemlerinin başarısız olduğu durumlarda virüslerin taşınma çalışmalarında aş en uygun yöntemdir.

5.5.3 Küsküt ile Taşınma

Küsküt türleri birbirleriyle akraba olmadıkları için aşıl原因amayan farklı bitki türlerini enfekte ederek virüs taşınmasında deneysel çalışmalar için kullanılabilirler. Küsküt bazı virüslerin bir konukçudan diğerine taşınmasında sadece pasif bir kanal görevi görmektedir. Fakat küsküt bazı virüslerin konukçusudur ve bunlar da konukçuluk ettiği virüsleri etkili olarak taşıyabilirler. Bütün virüsler küsküt ile taşınmadığı gibi bütün küsküt türleri de virüs taşıyamazlar.

5.5.4 Tohumla Taşınma

Tohumla taşınan 100'den fazla virüs bulunduğu bildirilmiştir. Virüslerin tohumla taşınmaları konukçu-virüs etkileşimi, virüs enfeksiyon dönemi (çiçek dönemi öncesi ve sonrası) ve çevre koşullarına bağlıdır. Virüslerin tohumla geçiş oranı virüs ve konukçu etkileşimine göre değişim gösterir. Bu oran %1'den %100'e kadar değişebilir. Virüsün tohumla taşınmasında embriyonun enfekte edilmesi önkoşul olabilecek kadar önemli bir aşamadır. Ancak bazı virüsler embriyoyu enfekte etmeden de tohum kabuğunda taşınabilirler. Buna en iyi örnek TMV'dir. Ayrıca bazı virüsler tohum taslağında (ovule) ve çiçek tozunda da taşınabilir.

5.5.5 Çiçek Tozu ile Taşınma

Tohumla taşınan virüslerin bir kısmı aynı zamanda çiçek tozu (polen, erkek gamet) ile de taşınır. Embriyo enfeksiyonu sonucu virüs polenle taşınır. Bunun yanı sıra sağlıklı bitkilerin dış organları enfekteli çiçek tozu ile döllenmesinde sadece tohumlar enfekte olabildiği gibi bazı virüslerde döllenmiş çiçekten bitkiye geçerek bitkiyi de enfekte edebilirler (Örn.; Prunus Necrotic Ringspot Virus).

5.5.6 Vektörlerle Taşınma

Virüslere hareket olanağını vektörleri sağlamış olur. Kısa mesafeli toprak yolu ile taşınmaları nematodlar ve funguslar aracılığı ile gerçekleşir. Uzun mesafeli taşınmalarda uçucu böcekler ve akarlar rol oynar. Böcekler daha çok bitkilerin yapraklarında beslenmeleri sırasında virüsü enfekteli bitkiden alıp sağlıklı bitkilere taşıyabilirler. Hiçbir böcek-vektör ilişkisi şansa bağlı değildir. Virüs



ile vektör arasında farklı ve karmaşık ilişkiler söz konusudur. Virüslerin genomlarında taşınmadan sorumlu kısımlar taşınma proteinlerini kodlamakla sorumludurlar. Vektörlerde de taşınmakla sorumlu virüse ait bazı proteinler saptanmıştır.

Böcek Vektörlerle Taşınma

Homoptera takımı en önemli bitki virüs vektörü böceklerdir. Bu takıma bağlı afit ve yaprak pireleri en önemli virüs vektörleridir. Beyaz sinekler, unlu bitler, kabuklu bitler, ağaç pireleri, tripsler, kın kanatlı coleopter böcekler ve çekirgeler de virüs vektörü böceklerdendir.

Virüslerin böcekler tarafından taşınmasında dört aşama vardır; bunlar virüsün alınması, latent periyot, vektörün virüsü alıkoyma süresi ve inokülasyondur. Virüsün alınması enfekteli bitkiden virüs alınabilmesi için gerek duyulan beslenme süresidir. Vektör tarafından virüs alındıktan sonra inokülasyona hazır hale gelene kadar geçen süre latent periyottur. Alıkoyma, virüsün enfeksiyon yeteneğini kaybetmeden vektör bünyesinde kalış süresi olup inokülasyon ise sağlıklı bitkide beslenmeye başlama aşamasıdır ve bunu enfeksiyon aşaması takip eder. Virüslerin taşınma davranışları bu üç periyotta geçen sürelerle göre nonpersistent, semipersistent ve persistent olarak isimlendirilir.

Böceklerin genel beslenme davranışları da virüslerin bitkilere taşınmasında etkin rol oynar. Bunun yanı sıra virüsün böceğin bünyesinde alıkonulduğu yer ve dolaştığı organlar, böcek bünyesinde çoğalıp çoğalmaması ve yeni nesillere yumurta ile taşınıp taşınmaması da taşınma davranışlarında önemli etkenler arasındadır.

Taşınma, virüsün vektörün bünyesinde tutunduğu yer ve vektör bünyesinde dolaşımına göre, dolaşımsız (noncirculative) ve dolaşımli (circulative) virüsler olmak üzere gruplandırılabilir.

Ekonomik öneme sahip bitki virüslerinin çoğu vektörler tarafından nonpersistent ve semipersistent olarak taşınır. Bir afit örneği ile non persistent davranış biçimini açıklayacak olursak; beslenmek üzere stilet ile bitkinin yaprağını delen afitin 30–40 saniye arasında değişen bir inceleme süresi virüsü kazanması için yeterlidir. Nonpersistent virüsün bu şekilde kazanılmasından sonra birkaç saniye gibi kısa bir sürede sağlıklı bitkiye taşınması gerekir. Çünkü en fazla birkaç saat sonra hem virüs inaktifleşecek ve hem de vektörün taşıma yeteneği azalacaktır. Bu tip taşınmada afitlerin bünyesinde dolaşım ve virüslerin çoğalmaları söz konusu değildir. Virüs sadece afitin stiletine tutunmuş olarak bulunabilir. Homopterlerden sadece afitler nonpersistent olarak virüs taşırlar diğer homopterler ise taşıyamamaktadır.



Nonpersistent ve semipersistent taşınmada virüsler birkaç saniye ile birkaç dakika arasında alınır ve bitkiye inoküle edilebilirler her iki davranışta da latent periyoda gerek yoktur. Nonpersistent taşınma yönteminde virüs vektör bünyesinde birkaç saatten fazla alıkonulamadığı halde semi persistentlerde alıkonulma süresi birkaç günle bir hafta arasında değişir. Her iki taşınmada da virüs vektör bünyesinde çoğalmaz, hücre zarını geçerek beden boşluğuna ve vektörün kan sıvısına ulaşamazlar. Nonpersistent taşınmada virüs stilette tutunduğu halde semi persistentte virüs sindirim sisteminin ön kısmında kutikula üzerinde tutunur.

Persistent–sirkülatif davranışta ise virüsün vektörün membranından geçmesi ve inokülasyona kadar vektör bünyesinde kalması gerekir. Virüs ön mide ve mideden vücut sıvısı (hemolymph–kan benzeri sıvı)’na geçer vücut sıvısına geçen virüs tükürük bezlerine ulaşır ve tükürük salgısına bulaşır, bu dönem latent periyottur. Daha sonra da tükürük kanalından dışarıya atılır. Gömlek değiştirme ile vektör olma özelliği kaybolmaz ve vektörün virüsü taşıması aylar sürebilir. Virüs konukçusunda çoğalabildiği halde vektöründe çoğalamaz.

Bazı virüsler persistent sirkülatif olup aynı zamanda da vektör bünyesinde çoğalabilirler bunlara sirkülatif propagatif denir. Bazı propagatif virüsler yeni nesillere de taşınabilirler. Vektör bünyesinde çoğalan virüsler genellikle vektörde hastalık oluşturmazlar. Ancak propagatif virüsler böceklerin yaşam sürelerinin kısalmasına ve dölleme aktivitelerinin azalmasına neden olurlar.

Afitler non persistent, semipersistent ve persistent–sirkülatif olarak virüsleri taşıyabilirken yaprak pireleri persistent–propagatif olarak virüsleri taşırlar ve yeni nesillere yumurta ile taşınma da söz konusudur.

Akarlarla Taşınma

Virüsler *Eriyophidae*, *Tetranychidae* familyaları tarafından taşınmaktadırlar. Vektör akarlar ile konukçu arasında bir özelleşme söz konusudur. Vektör akarlar konukçu hücrenin bileşimini emerek beslenirler. Virüsler sağlıklı bitkiye akarın beslenme sürecinde taşınmaktadırlar. Virüsler akarın bünyesinde çoğalmazlar ve yeni nesillere geçmezler.

Nematodlarla Taşınma

1958 yılında asma kısa boğum hastalığının *Xiphinema index* ile taşındığı ilk kez saptandıktan sonra bugüne kadar geçen sürede birçok nematodun virüs vektörü olduğu bulunmuştur. Çok sayıdaki nematod türlerinden sadece *Xiphinema*, *Longidorus*, *Paralangidorus*, *Trichodoridae*, *Trichodorus* ve *Paratrachoides* türleriyle virüsler taşınmaktadır. Nematodlarla taşınma şekillerine göre virüsler



NEPO (Nematod Borne Polihedral Viruses) ve NETU (Nematod Borne Tubular Viruses) olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Nepo virüsler polihedral yapıda olup *Xiphinema*, *Longidorus* ve *Paralangidorus* türleri ile taşınırlar. NETU silindirik çubuk formu virüslerdir ve *Trichodorus* ve *Paratrachoides* türleriyle taşınan virüslerdir.

Nematodların infekteli bitki ile beslenme süreleri ve beslenmeyi bitirip ne kadar sürede virüsü taşıdığı gibi konular kesin olarak ölçülememiştir. Ancak hasta bitki köklerinde beslenerek virüsü bünyelerine aldıkları ve toprak içerisinde hareket ederek sağlıklı bitki kökünde stiletleri ile beslenirken virüsü inoküle ettikleri bilinmektedir. Virüsün nematod bünyesinde yemek borusu (osephagus) cidarında kutikular tabakada elektriksel yük ile tutunduğu ve beslenme sırasında salıverildiği bilinmektedir. Nematodun bünyesinde virüs partikülleri çoğalmadan taşınmaktadır ve gömlek değiştirmeden sonra virüsün inaktifleştiği saptanmıştır. Nematodlar virüsleri bütün gelişme evrelerinde taşıyabilmektedirler.

Funguslarla Taşınma

Toprak kaynaklı bir fungus olan *Olpidium brassicae* nin marul iri damar virüs hastalığını taşıdığı 1958 yılında saptandıktan sonra 30 civarında toprak kaynaklı virüsün fungal vektörlerce taşındığı ortaya konulmuştur. Bitki virüslerini taşıyan fungal vektörler *Chytridiales* (*Olpidium brassicae* ve *O. radiale*) ve *Plasmodiophorales* (*Polymyxa batatae*, *P. graminis*, *Spongospora subterranea*) takımlarındandır. Bu fungusların ortak özellikleri obligat parazit olmalarıdır, miselleri yoktur ve eşeysiz üremeleri zoospor oluşturarak gerçekleşirken eşeyli üremeleri hareketli gametlerin birleşmesi ile gerçekleşir. Zigotlar toprakta uzun süre yaşar. Virüs taşınması fungusun zoospor ve zigotlarının konukçu hücrelerine girişi ile oluşur. Virüs fungal vektörü içerisinde çoğalmamaktadır. Fungal vektörün virüsü aldığı dönem ve ortama göre iki farklı davranış biçimi ile virüsü taşıdığı bilinmektedir. Bunlar iç kökenli ve dış kökenli virüsler olarak isimlendirilmiştir. Fungusun serbest haldeki zoosporları virüsü bünyelerine alırlarsa buna dış kökenli virüs adı verilir. Virüsün alınması konukçu dışında gerçekleşmektedir. Dayanıklı sporlar virüsü alamazlar. Dış kökenli virüslere örnek, Cucumber Necrosis Virus (CNV) ve Tobacco Necrosis Virüs (TNV) verilebilir. Soil-Borne Wheat Mosaic Virus (SBWMV), Potato Mop-Top Virus (PMTV), Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYVV) ve Bean Mild Mosaic Virus (BMMV) gibi virüsler iç kökenli virüsler olup bunlar, fungal vektörlerin zoosporları ve dayanıklı sporları tarafından konukçu hücrelerinden alınabilirler.



5.6 Virüs Hastalıklarının Kontrolü

Günümüze kadar virüs hastalıkları ile kimyasal yolla etkin bir mücadele yöntemi geliştirilememiştir. Bunun yerine virüs hastalıklarından korunma yöntemleri ön plana alınmıştır. Virüs hastalıklarından korunmada hastalık etmeninin tanınması ve ardından bu etmenin taşınma yolunun bilinmesi çok önemlidir.

Virüs Hastalıklarından Korunma Yöntemleri

1. Virüs hastalık kaynaklarını yok etmek; virüs hastalık kaynağı olabilecek tüm canlı bitkiler örneğin üretimini yaptığımız kültür bitkisi, konukçu diğer kültür bitkileri ve alternatif diğer konukçu bitkiler seçilerek sökülür ve ortamdan uzaklaştırılabilir. Bu işlem, üretimi yapılan kültür bitkileri içerisinde ise roguing, diğer kültür bitkileri ve alternatif konukçu bitkileri içerisinde ise eradikasyon adı verilir. Cansız bitki artıklarının yok edilmesi veya uzaklaştırılması TMV ve PVX gibi cansız bitki artıklarında enfeksiyon yeteneğini sürdürebilen virüs hastalıkları için uygulanmalıdır.
2. Virüssüz üretim materyali üretimi; doğal olarak virüssüz olduğu, virüs tanılama yöntemleri ile belirlenen fertlerin seçilmesi (Tohum, vejetatif üretim materyali).
3. Üretim materyalinin virüslerden fiziksel ve kimyasal yöntemlerle temizlenmesi, temiz materyalin üretilmesi ve korunması.
4. Dikim ve hasat zamanının ayarlanması ile hastalık devrinin kırılması.
5. Bitki sıklığını ayarlamak,
6. Toprak üstü aksamı yok etmek
7. Vektörlerin kontrolü; insektisit, madeni yağlar kullanmak veya vektörle bitki arasına etkili bir engel koymak, havadaki böceklerle, topraktaki nematodlar ve funguslar ile mücadele etmek konularını kapsar. Virüs hastalıkları ile mücadelede kimyasal yöntem sadece vektörlerden korunmada kullanılmaktadır.
8. Dayanıklı bitki yetiştirilmesi; Dayanıklı bitki ıslah etmek ve kullanmaktır.
9. Çapraz korunma; Virüse ait zayıf ırkların kullanılması ile şiddetli ırkların kültür bitkisine önemli ölçüde zarar vermesine engel olmaktır.
10. Antiviral ajanların kullanılması; bu ajanlar kullanılarak virüslerin çoğalmalarına mâni olunabilir. Kullanılan antiviral ajanların bazıları 8-azoguanin, 2-thiouracil, ribavirin 5-dihydro-azauracil'dir.



11. Karantina tedbirleri; Virüs hastalıklarını bulaşık olmadığı alanlara sokmamayı sağlayacak her türlü önlemi kapsamaktadır. İç ve dış karantina olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

12. Virüslerden korunmada biyoteknolojik yöntemler

Üretim materyalinin virüslerden temizlenmesi ve korunması

Biyoteknolojik yöntemlerle dayanıklı bitki elde edilmesi

5.7 Türkiye’de Bitkilerde Görülen Önemli Virüs Hastalıkları

TMV	: (<i>Tobacco Mosaic Tobamovirus</i>) Tütün Mozayik Virüs Hastalığı
CMV	: (<i>Cucumber Mosaic Cucumovirus</i>) Hıyar Mozaik Virüs Hastalığı
ToMV	: (<i>Tomato Mosaic Tobamovirus</i>) Domates Mozaik Virüs Hastalığı
ToBRFV	: (<i>Tomato Brown Rugose Fruit Tobamovirus</i>) Domates Kahverengi Buruşuk Meyve Virüs Hastalığı
RYLCV	: (<i>Tomato Yellow Leaf Curl Begamovirus</i>) Domates Sarı Yaprak Kıvrıcıklık Virüs Hastalığı
BLCV	: (<i>Bean Common Mosaic Potyvirus</i>) Fasulye Adi Damar Virüs Hastalığı
BYMV	: (<i>Bean Yellow Mosaic Potyvirus</i>) Fasulye Sarı Mozaik Virüs Hastalığı
PLCV	: (<i>Patato Leaf Curl Bergomovirus</i>) Patates Yaprak Kıvrıcık Virüs Hastalığı
PLVX	: (<i>Patato X Potexvirus</i>) Patates X Virüs Hastalığı
PLVY	: (<i>Patato Y Potyvirus</i>) Patates Y Virüs Hastalığı
BCTV	: (<i>Beet Curly-Top Curtovirus</i>) Şeker Pancarı Tepe Kıvrıcık Virüs Hastalığı
SBYV	: (<i>Sugar Beet Yellow Closterovirus</i>) Şeker Pancarı Sarılık Virüs Hastalığı
PPV	: (<i>Plum Pox Potyvirus</i>) Erik Sharka Virüs Hastalığı
GFV	: (<i>Grapevine Leaf-Roll Closterovirus</i>) Asmada Kısa Boğum Virüs Hastalığı
CTV	: (<i>Citrus Tristeza Closterovirus</i>) Turunçgil Trisreza Virüs Hastalığı
SDV	: (<i>Satsuma Dwarf Nepovirus</i>) Satsuma Cücelik Virüs Hastalığı
BYDV	: (<i>Barley Yellow Dwarf Luteovirüs</i>) Arpa Sarı Cücelik Virüs Hastalığı

5.7.1 İncir Mozaik Hastalığı (Fig Mosaic Disease)

Dünyada İncir Mozaik Hastalığı (İMH), subtropik ve ılıman iklim kuşağına sahip özellikle Akdeniz ülkelerinde incir yetiştiriciliği ve üretimi yapılan alanlarda görülmektedir. Şimdiye kadar İncir mozaik hastalığına neden olan 11 virüs ve 3 viroid etmeni belirlenmiştir. Hastalığa neden olan etmenlerin tanısı moleküler analiz yöntemlerinden biri olan *Reverse transcription polymerase chain reaction* (RT-PCR) ile etmenlere özgü spesifik primerler kullanılarak yapılmaktadır. İncir ağaçlarında zayıflık, verim ve kalite düşüklüğüne neden olan bu hastalık, incir yapraklarında ve olgunlaşmamış meyvelerde belirti göstermektedir. İncir mozaik hastalığının, stres koşulları ve yüksek



sıcaklıklar oluştuğunda fidanlarda şiddetini artırdığı ve kurumalarla birlikte ekonomik verim kayıplarına yol açtığı bilinmektedir.

İncir mozaik hastalığı, aşı, çelik ve Eriophyidae (Acarina) familyası akarlarından *Aceria ficus* Cotte. ile taşınmakta ayrıca hastalık etmeninin mekanik olarak da taşınabildiği belirtilmektedir. Ancak İMH etmeni tohumla taşınmamaktadır. İMH, incir yetiştirilen tüm bölgelerde görülen, ağaçlarda zayıflık, verim ve kalite düşüklüğüne neden olan bir hastalıktır.

İMH'nin karakteristik belirtisi; yapraklarda, sarı yeşilden, açık sarıya kadar değişen çeşitli büyüklükteki mozaik lekeleridir. Bu lekelerin kenarları, pas renginde veya kırmızı-kahverengi bazende nekrozlar şeklinde olabilmektedir. Bununla beraber yaprakların normalden daha küçük ve asimetric olduğu olgunlaşmamış meyve üzerinde sarı ve renksiz lekelerin görüldüğü ancak; bu lekelerin meyve olgunlaşmasıyla kaybolduğu belirtilmektedir. Bu belirtilerin şiddetli olması durumunda ise meyvenin derece ve kalitesinin düşebileceği hatta hastalığın zamansız meyve ve yaprak dökümüne neden olabileceği de ifade edilmektedir. Ayrıca, incir sürgünlerinin eğilip bükülmesi, budanması ve ardından sıcak hava ile ağır strese girmesi sonucu, etmenin latent durumdan çıkıp, hızlı bir şekilde çoğaldığı bildirilmektedir.

Mücadelesi: Genel olarak virüs hastalıklarının mücadelesinde sağlıklı üretim materyali kullanımı, kültürel önlemler ve vektör mücadelesi yöntemleri uygulanmaktadır. Yapılması gereken özellikle yeni tesis edilecek bahçelerde virüsten arı iyi nitelikli incir fidanlarının kullanılmasıdır.

5.7.2 Arpa Sarı Cücelik Virüsü (Barley Yellow Dwarf Luteovirus-BYDV)

Arpa Sarı Cücelik Virüs (BYDV) Poaceae familyası üyelerinde başta buğday olmak üzere arpa, yulaf, çavdar, darı, tritikale, mısır, çeltik, sorgum, çayır mera, çim bitkileri ve bazı yabancı otlarda hastalığa neden olduğu belirtilmiştir. Gramineae familyası doğal konukçuları arasında yer alır. Gramineae'lerden, bilinen yaklaşık 100 kadar bitki, bu virüsün oluşturduğu hastalığa karşı hassastır. *Barley Yellow Dwarf Virüs* (BYDV)'un Luteoviridae familyasının Luteovirüs cinsi içerisinde yer aldığı Uluslararası Virüs Taksonomisi Komitesi (ICTV-2016) tarafından bildirilmiştir.

Tahıl virüsleri içerisinde buğdayın en önemli virüsü olan BYDV virüsleri tek sarmal RNA yapısına sahip olup, 25-28 nm çapında izometrik partiküllere sahiptir. İzometrik virüs partikülleri, konukçu bitkinin floem hücrelerinde lokalize olmaktadır. Bu virüsler elektron mikroskobu ile parankima hücrelerinde, enfekteli kalbur hücrelerinde, çekirdek ve stoplazmada görülebilmektedir. Bu virüsler tek iplikli ribonükleik asit (ss RNA) genomunu kapsayan iki proteinden (büyük kılıf protein ve küçük



readthrough protein) oluşmuştur. Virüslerdeki RNA genomu, mRNA olarak görev yapar ve 5-6 gen ya da open reading frame (ORF) bölgesine sahiptir. Bazı proteinler, genomik RNA'nın ORF bölgelerinden doğrudan üretilirken, diğer proteinler ise subgenomik RNA (sgRNA)'lar olarak isimlendirilen daha kısa RNA'lardan ekprese olmaktadır.

Vektöre özelleşme ve serolojik farklılıklarına göre BYDV'nün PAV, MAV, PAS, SGV ve GPV beş irkının olduğu bilinmektedir. BYDV'nün sıklıkla görülen PAV ve MAV irklarının karışım enfeksiyon gösterdikleri bildirilmiştir. *Barley Yellow Dwarf Luteovirus* (BYDV)'ün beş irkından dördü ülkemizin farklı bölgelerinde belirlenmiş ve bunlardan PAV ve MAV irklarının daha yaygın olduğu bildirilmiştir. Farklı yaprak biti türleri ile taşınabilen hastalık etmeni yaprak biti popülasyonunun yüksek olduğu dönemlerde daha çok epidemiyeye yol açmıştır. BYDV hastalığının buğday alanlarında %33-89 oranlarında verim kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir.

Buğdaydaki en çarpıcı simptomlar yapraklarda sararma, bitkide cüceleşme ve bazen yaprakların kızarması şeklindedir. Bu belirtiler sonucunda ekili alanlarda bodur bitkilerin sarıdan kırmızıya dönen renkleri yamalar şeklinde görülmektedir. Belirtiler konukçu bitkinin genotipi, yaşı ve fenolojik durumu kadar, virüsün irkı ve çevresel koşullara göre de değişebilir.

Tarladaki belirtileri kolaylıkla besin veya su noksanlığı ile karıştırılabilir. Mevsime göre belirtiler değişir veya enfeksiyondan hemen sonra kaybolabilir. Fakat pek çok konukçudaki en yaygın belirtisi, boğum aralarının kısılmasına bağlı olan cüceleşmedir. Cüceleşme, baş oluşturmamaya kadar şiddetli olabilir veya bulaşık olmayan bitkilerden çok dikkatli bakılmadıkça ayrılamayacak kadar hafif olabilir. Bulaşık bitkilerdeki en dikkat çekici belirti, daha çok yaşlı yapraklarda görülen yeşil rengin kaybolmasıdır. Renksizleşme, enfeksiyondan 1-3 hafta sonra başlar. Diğer belirtiler arasında yaprakların sertleşmesi, yukarı doğru kıvrılması, testere dişli yapraklar, başaklanma ve çiçeklenmede azalma, kısırlık, danelerin dolmaması, az ve küçük dane oluşumu ve dolayısıyla ürün kayıpları yer almaktadır.

Sarı cücelik virüs hastalığı etmeninin tohumla ve mekanik olarak taşınmadığı ancak nimf dönemindeki vektör yaprak biti türleri tarafından taşındığı bilinmektedir. BYDV-PAV'ın taşınmasında *Rhopalosiphum padi* ve *Sitobion avenae* kullanılabilirken BYDV-MAV'ın ise *S. avenae* ile etkin bir şekilde taşındığı saptanmıştır. BYDV-PAV irkını bulaştırmada *R. padi* nin *S. avenae* dan daha etkin bir vektör olduğu ve %90 dan büyük oranlarda PAV irkını taşıdığı belirlenmiştir. Bir yıl içerisinde çok döl veren *S. avenae* ve *R. padi* persistent, sirkulatif ve non-propagative olarak ömür boyu BYDV nü taşıdığı ancak yavru döllere aktarılmadığı bilinmektedir. Virüsün taşınmasında



sıcaklık, inokulum miktarı ve vektörün dönemi kritik özellikler arasında yer almaktadır. Erken enfeksiyonda verim kayıpları büyük ölçüde olmaktadır.

Mücadelesi: Tolerant veya dayanıklı çeşit kullanılmalıdır. Geç ekim yapılmalıdır. Sık ekimden ve aşırı gübrelemeden kaçınılmalıdır. Vektörlere karşı mücadele yapılmalıdır.

5.7.3 Tütün Mozaik Virüs Hastalığı (Tobacco Mosaic Tobamovirüs ToMV)

Tütün Mozaik Virüsü (Tobacco Mosaic Virus, TMV) Tobamovirus genusu içerisinde yer alan, tek sarmal RNA genomu içeren ve 300×18 nm boyutlarında çubuk şeklinde partiküllere sahip bir hastalık etmenidir. Dünya genelinde yaygın olan bu virüs 30 familyaya ait 199 farklı bitki türünü enfekte edebilmektedir. Ancak, virüsün neden olduğu hastalık sonucu oluşan kayıplar en fazla Solanaceae familyasına ait türlerde görülmektedir. Virüs hastalıklı bitki artıkları, yabancı otlar, sigara ve tütün kırıntılarında uzun yıllar canlı kalabilmektedir. Bilinen enfeksiyon yeteneği en yüksek olan ve stabil olan etmendir. Bu nedenle bulaşması ve yayılması hızlı ve kolay olmakta iken mücadelesi zor olmaktadır.

Yapraklarda uzama, dişlilik artması gibi şekil bozuklukları görülür. Buruşukluk, dönüklük ve iplik yapraklılık gibi yaprak ayası daralması ortaya çıkar. Yaprak damarları, yaprak sapı ve bitki gövdesinde kahverengi-siyah çizgi veya bant şeklinde ölü alanlara yol açar. Meyvelerde renk değişiklikleri, şekil bozuklukları ve lekeler oluşur. Ürün verim ve kalitesi azalır. Çiçeklenme öncesi bulaşmalar daha fazla ürün kaybına neden olurlar En önemlisi ise şaşırtma sırasındaki bulaşmalardır. Domateslerde ToMV %30-50 arasında ürün kaybına neden olmaktadır. Domates mozaik virüsüne yakalanan meyvelerin tohumlarının da yarısı virüs ile bulaşmaktadır. Çiçeklenme sonrası bulaşmalarda, gece sıcaklığının aniden 18°C 'nin altına düştüğü ve nemin %80'den fazla olduğu zamanlarda meyve içi kahverengileşir. Virüs belirtileri domates çeşidine, virüs ırkına ve çevre koşullarına göre farklı olmaktadır. Virüslerin yetiştirilen bitkilerde ve yabancı bitkilerde konukçuları olmaktadır. Virüsler, temasla, tohumla ve böceklerle taşınmaktadırlar.

Mücadelesi: Fidelikte ve tarlada şüpheli görülen bitkiler imha edilmelidir. Bakım işlemlerinden önce eller bol sabun ve su ile yıkanmalıdır. Fidelikte ve tarlada sigara ve tütün içilmemelidir. Tütün artıkları herhangi bir amaçla kullanılmamalıdır. Bakım işlerinde kullanılan aletler %5 lik sodyum hipokloritli su ile dezenfekte edilmelidir. Hasattan sonra bitki artıkları imha edilmeli ve ekim nöbeti uygulanmalıdır.



5.8 Viroidler

Viroidler yuvarlak, kapalı, 246–399 baz arasında değişen tek iplikli RNA’lardan meydana gelmiştir. Virüslere benzerler, ancak tek iplikli RNA’larının etrafında koruyucu protein kapsülleri yoktur. Virüsler gibi konukçularının hücre makromoleküllerini kendi biyolojik aktiviteleri için kullanırlar. Viroidler Avsunviroideae ve Pospiviroideae olmak üzere iki familya altında sınıflandırılmışlardır. Bu iki familya içerisinde 30’dan fazla bitki patojeni viroid bulunmaktadır.

Viroidlerin oluşturduğu belirtiler genellikle virüs hastalıkları belirtilerine benzer: Bu yüzden uzun süre virüs hastalıkları olarak kabul edilmişlerdir. Viroidlerin kendilerine özgü belirtileri arasında boğum aralarında kısalma, yapraklarda küçülme, epinasti, yumrulara iç şekli alma ve uzama, petiolde nekroz ve bodurlaşmayı sayabiliriz.

Viroidler mekaniksel yolla yani temas ve bitki özsuyla ile taşındıkları için birçok alet (budama makası gibi), ekipman taşıyıcı araçlardır. Ayrıca tohum, polen, böcek ağız parçalarıyla ve yaprak bitleri ile taşınmaktadır. Vejetatif üretim materyali ile taşındıkları için bulaşık yumru ve rizom gibi organlar başlıca enfeksiyon kaynaklarıdır.

Viroidler canlı konukçularının hücrelerinde genellikle de nükleus içerisinde replike olabilirler. Konukçularında hücreden hücreye hareket eder ve iletim demetlerine ulaşarak bitkinin diğer organlarına sistemik olarak taşıyırlar.

Türkiye’de Bitkilerde Görülen Önemli Viroid Hastalıkları

CPV	: (<i>Citrus Psorosis Virüs</i>) Kavlam-Psorosis Hastalığı
CIV	: (<i>Citrus Impetratura Virus</i>) Taşlaşma- Impetratura Hastalığı
CEVd	: (<i>Citrus Exocortis Viroid</i>) Turunçgil Cüceleşme Viroid Hastalığı
PSTVd	: (<i>Potato Spindle Tuber Pospiviroid</i>) Patates İç yumru Viroidi Hastalığı
GYSVd-1 ve 2	: (<i>Grapevine Yellow Speckle Viroid-1 ve 2</i>) Bağ Sarı Benek Hastalığı

Kaynakça

Agrios, G. N., 2005. Plant Pathology, Fifth Edition. Elsevier Academic Press, XX+922pp

Bos, L., 1978. Symptoms of Virus Diseases in Plants. Centre for Agricultural Publishing and Documentation Wageningen (Third edition), ISBN 90-220-0658-1, 225s.



- Döken, M. T., Demirci, E., Zengin, H., 2000. Fitopatoloji. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum-2000, Yayın No:729 Yayın No: 314, Ders kitapları serisi No:66, 4.Basım, 256s.
- Erkan, S., Sipahioğlu, M., Gümüş, M., 2017. Bitki Viroid Hastalıkları. Ege Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü. (Birinci Basım) Mesa Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, ISBN 978-605-82585-0-1, 399s.
- Mayo and Brunt 2006. Plant virus taxonomy (Khan J.A and Dijkstra J.) Handbook of Plant Virology. Food Products Pres. New York, Oxford: 11-22.
- Yardımcı, N., 2013. Bitki Virolojisi. Ege Reklam ve Basın Sanatları, İstanbul,120s.
- Yılmaz, M.A., Baloğlu, S., 1992.Bitki Virüs Hastalıkları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi Adana, Yayın No:128,200s
- Yılmaz, M.A., Çağlar, İ. Viroloji. Çukurova Üniversitesi Basımevi-Adana. 281s



6 Yabancı Otlar

İstenmediği yerde yetişen ve yararından çok zararı olan bitkilere yabancı ot denir. Kültür bitkisi olarak yetiştirilen bir bitki de eğer istenilmeyen bir dönemde bir alanda görülüyor ise yabancı ot olarak değerlendirilebilir. Örneğin; bir önceki yıl buğday ekili olan bir alanda hasat sırasında alana düşen buğday taneleri, bir sonraki yıl çimlenerek, ekilen mercimeğin gelişimini engelleyebilmekte böylelikle yabancı ot konumuna geçebilmekte ve mücadele edilmesi gerekebilmektedir.

Yabancı otların; biyolojilerini, ekolojilerini, sistematüğını ve kontrol yöntemlerini vs. konu alan ve bu konuların açığa kavuşturulmasını, geliştirilmesini amaçlayan bilime herboloji denir.

6.1 Yabancı Otların Zararları

Yabancı otların zararları doğrudan ve dolaylı zararlar olarak 2'ye ayrılır.

Doğrudan zararlar: Yabancı otların doğrudan zararları rekabet, allelopati ve parazitik etki şeklinde sıralanmaktadır.

1) Rekabet: Bitkiler için gerekli olan su, besin maddesi, ışık ve yaşam yerleri gibi faktörler için bitkiler arasındaki karşılıklı etkileşime rekabet denir. Rekabet tür içi (intraspesifik) ve türler arası (interspesifik) olarak gerçekleşebilmektedir. Tür içi rekabet aynı 2 bitki türü arasındaki, türler arası rekabet farklı bitki türleri arasındaki rekabeti tanımlar.

Bitkiler arası rekabet su, besin maddesi ve yerin yeterli olmadığı durumlarda daha fazla kendini gösterir.

Yabancı otlar genellikle kültür bitkilerine göre daha fazla su sarf etmektedirler. Örneğin; yabancı hardal (*Sinapis arvensis*) arpaya göre 2.6, yulafa göre 1.8 kat daha fazla su sarf etmektedir. Ortamda bulunan suyun yabancı otlar tarafından hızlı ve daha çok alınması kültür bitkilerinin gelişimini ve verimini olumsuz etkileyebilmektedir.

Bazı yabancı otlar kültür bitkilerinden daha fazla ve daha hızlı şekilde besin maddelerini topraktan alabilirler. Örneğin; yabancı turp (*Raphanus raphanistrum*) tohum olgunlaşmasına kadar yulaf bitkisine göre 4 kat daha fazla potasyumu ve 2 kat daha fazla azot ve fosforu topraktan almaktadır. Yavşan otu (*Veronica hederifolia*) kışlık tahıllardan çok daha önce azot ihtiyacını karşılamakta ve azot açığı bulunan topraklarda bitkilerin gelişimini olumsuz etkilemektedir.



Bitkilerde yer açısından rekabet özellikle sıkışık bitki popülasyonlarının olduğu alanlarda ortaya çıkmaktadır. Fiziki olarak yeterince yer bulamayan bitkiler, özellikle kökleri iyi gelişmediği için bir süre sonra rekabeti kaybederek yaşamlarını yitirirler.

Işık açısından rekabet özellikle yavaş çimlenen ve gelişen kültür bitkileri açısından önemlidir. Kanopisi fazla olan bitkiler ışık rekabetinde avantajlı konuma geçerler. Işık rekabeti sonucu bazı bitkiler yeterince fotosentez yapamadıkları için yeterli gelişim gösteremezler. Örneğin, tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) yüksek boy meydana getiren kültür bitkileri ya da yabancı otlar arasında yeterli gelişim gösteremezken, diğer yabancı otlar ortadan kaldırıldığında ya da hububat, mısır gibi kültür bitkilerinin hasadından sonra hızla gelişebilmektedir.

Bu rekabet faktörlerinin dışında CO₂ oranındaki farklılıklar da farklı fotosentez mekanizmalarına sahip bitkiler arasındaki rekabeti etkilemektedir. Artan CO₂ koşullarında C4 bitkileri daha iyi büyüme ve fotosentez etkinliğine sahiptir ve su ile azotu daha etkin şekilde kullanmaktadır. Bu nedenle önümüzdeki süreçte CO₂'ten daha etkili şekilde yararlandıkları için C3 bitkilerine göre daha avantajlı duruma geçebilirler. C4 bitkilerine örnek olarak şeker kamışı, sorgum ve mısır verilebilir. Buğday, çavdar, yulaf, çeltik, pamuk ve ayçiçeği gibi dünya üzerinde bulunan birçok bitki ise C3 bitkisidir.

Bitkilerin Rekabet Gücünü Etkileyen Faktörler:

- Popülasyon yoğunluğu: Bir bitkinin popülasyonu ne kadar fazla olursa diğer türlerle rekabet gücü de o derece artar.
- Tohumların çimlenme, toprak altı organlarının sürerek yeni bitki oluşturma hızı: Tohumları diğer bitkilere göre daha hızlı çimlenen veya toprak altı vejetatif organları hızlı gelişim gösteren bitkiler topraktaki besin maddeleri ve sudan daha önce yararlanmaya başlayarak rekabette daha avantajlı duruma geçerler.
- Gelişmenin ilk dönemlerindeki hız: Gelişmenin ilk dönemlerinde hızlı olan bitkiler diğer bitkileri gölgeleyerek ışık rekabeti açısından avantajlı duruma geçtikleri gibi, besin maddeleri, su ve yer rekabeti bakımından da diğer bitkilere üstünlük sağlarlar.
- Morfolojik özellikler: Bitkilerin otsu ya da odunsu, tek yıllık ya da çok yıllık olması, gövdelerinin sarılcı, sürünücü veya tırmanıcı özellikte olması rekabet gücünü etkileyen faktörlerdendir.
- Kök ve diğer toprak altı organlarının gelişme şekli: Yabancı otların veya rekabet ettikleri kültür bitkilerinin saçak ve kazık köke sahip olması, köklerin toprak altında bulunduğu



derinlik ve rizom, stolon, soğan vb. toprak altı gövdelerinin bulunup bulunmaması rekabet gücünü etkilemektedir.

- Diğer fizyolojik özellikler (Allelopati): Allelopatik özelliğe sahip olan yabancı otlar diğer bitkilerin gelişimi, hayatta kalması, büyümesi ve üremesini olumsuz yönde etkileyerek rekabette avantajlı konuma geçebilirler.
- Çevresel faktörler: Bitkilerin bulunduğu ortamın özellikleri rekabet gücünü etkilemektedir. Bazı yabancı otlar için belirli iklim faktörleri (sıcaklık, yağış, rüzgâr vb.), toprak özellikleri (fiziksel ve kimyasal yapısı, toprak suyu, pH'ı vb.) ve topografik yapı (arazinin yönü, eğimi vb.) avantaj sağlamaktadır.

2) Allelopati: Allelopati, bir organizmanın ürettiği biyokimyasalların diğer organizmaların büyümesi, hayatta kalması, gelişimi ve üremesini etkilemesi anlamına gelen biyolojik bir olaydır. Yabancı otlar açısından, canlı ya da ölü bitki artıklarının salgıladıkları kimyasal maddelerle diğer bitkilerin çimlenme ya da gelişmelerinin olumsuz etkilenmesine allelopatik etki denir. Bitkilerde allelopati mekanizması allelopatik maddelerin bitki organlarından (yaprak, gövde, kök, rizom, çiçek, meyve ve tohum) doğrudan salınarak, ya da mikroorganizmalarca ayrıştırılarak ortama salınması şeklinde olmaktadır.

Allelopatik Kimyasalların Kaynakları

- **Buharlaştırma:** Bitkilerden buharlaşan allelokimyasalların diğer bitkileri etkilemesi. Örn: *Artemisia* spp. (Pelin türleri)
- **Kök Salgıları:** Bitki köklerinden salgılanan allelokimyasalların toprak canlıları ile etkileşime girerek ya da direkt olarak diğer bitkileri etkilemesi. Örn; *Chenopodium album* (Sirken)
- **Yıkanma:** Yağmur, çığ, sis vb. damlacıklara bitkinin toprak üstü organlarından geçen allelokimyasalların toprağa ulaşması ve toprak canlıları ile etkileşime girerek ya da direkt olarak diğer bitkileri etkilemesi. Örn; *Chrysanthemum* spp. (Krizantem türleri)
- **Bitki Artıklarının Ayrışması:** Bitkilerin ölümünden sonra parçalanan organlarından salgılanan allelokimyasalların toprak canlıları ile etkileşime girerek ya da direkt olarak diğer bitkileri etkilemesi. Örn: *Sorghum halepense* (Kanyaş)

Allelokimyasallar: Allelokimyasallar farklı kategorilerde sınıflandırılan kimyasal maddelerdir. Bu kimyasallar bitkinin farklı organlarında olabileceği gibi aynı bitkinin farklı çeşitleri, gelişme dönemleri, fizyolojisi, toprak ve çevre koşulları ile hastalık ve zararlılara maruz kalması allelokimyasalların oluşması ve miktarını etkilemektedir.



Allelopatinin Tarımda Kullanımı:

- Yabancı ot mücadelesi için allelopatik potansiyele sahip kültür bitkileri yetiştirilebilir. Örn; Arpa, çavdar gibi bitkiler allelopatik etkileri ile hem kendi yetiştirildikleri dönemde hem de sonrasında yetiştirilen ürünlerde yabancı otları baskılayabilmektedir. Karışık ekim yapılarak da allelopatik etkiye sahip bitkiler kullanılabilir. Örn; Mısır–börülce karışık ekimi gibi
- Toprağın boş olduğu dönemlerde allelopatik potansiyele sahip bitkiler yetiştirilebilir. Örn; Pamuk ve mısır alanlarında *Sorghum halepense* (Kanyaş) mücadelesi için öncesinde turp yetiştirilip toprağa karıştırılması veya örtücü bitkilerin (çavdar, yonca vb.) allelopatik etkilerinden yararlanılarak bir süre sonra toprağa karıştırılması.
- Bitkisel ekstraktlar kullanılarak yabancı otlarla mücadele edilebilir. Örn; Sorgum ve ayçiçeği su ekstraktlarının buğdayda yabancı ot mücadelesinde herbisitlerle kombine edilerek kullanılması.

3) Parazitik etki: Hayatlarının bir bölümünde ya da tamamında bir konukçuya ihtiyaç duyan yabancı otlara parazit yabancı otlar denir. Üzerinde bulundukları bitkiden sadece inorganik maddeleri alarak ihtiyaç duydukları karbonhidratları kendileri özümleyenlere yarı parazit, direk özümlemiş maddeleri alanlara ise tam parazit yabancı otlar denir. Örneğin küsküt ve canavar otu türleri tam parazit, ökse otu ise yarı parazit yabancı ottur.

Ülkemizde birçok kültür bitkisinde zararlı olan canavar otu tam parazit olup bitkilerin köklerini parazitlemektedir. Çimlenmesi için konukçu bitkiden salgılanan stimulantlara ihtiyaç duyan bu parazit bitkinin optimum çimlenme sıcaklığı 17–25 °C’dir. Çimlendikten sonra konukçuya doğru uzanarak emeç oluşturup tutunur ve parazitlemeye başlar. Ülkemizde görülen canavar otu türleri ve konukçusu olduğu kültür bitkileri aşağıda verilmiştir.



Şekil 45. Mavi çiçekli canavar otu.



Canavar Otu Türleri	Konukçuları
<i>Orobanche ramosa</i> (Mavi Çiçekli Canavar Otu) Şekil 45	Tütün, Domates, Patlıcan, Patates, Mercimek
<i>Orobanche aegyptiaca</i> (Mısırlı Canavar Otu)	Tütün, Domates, Patlıcan, Patates, Mercimek
<i>Orobanche crenata</i> (Beyaz Çiçekli Canavar Otu)	Bakla
<i>Orobanche cernua</i> / <i>O. cumana</i> (Boğumlu Canavar Otu)	Ayçiçeği

Küsküt ise birçok kültür bitkisini parazitleyen ancak canavar otu gibi bir stimulantaya ihtiyaç duymayan toprakta çimlendikten sonra yakınında bulunan kültür bitkisine sarılarak gelişen tam parazit bir gövde parazitidir (Şekil 46).



Şekil 46. Küsküt.



Şekil 47. Ökse otu.

Ökse otu ise birçok odunsu bitkiyi parazitleyen, çok yıllık, klorofil içeren yeşil yapraklara sahip ve dolayısıyla fotosentez yapabilen, her dem yeşil, yarı parazit bir gövde parazitidir. Tohumları, yapışkan meyvesiyle beslenen kuşların dışkıları ile yakın mesafelere, gaga ve tüylerine yapışarak da uzak mesafelere taşınır (Şekil 47).

Dolaylı Zararlar

- 1) Toprak sıcaklığına olumsuz etkide bulunurlar: Yabancı otla kaplı alanlarda toprak sıcaklığı yaklaşık 3 °C düşer. Bu da kültür bitkisinin daha yavaş ve heterojen gelişmesine neden olmaktadır.



- 2) Tarım alet ve makinelerine zarar verebilirler: *Convolvulus arvensis* (Tarla sarmaşığı) gibi yabancı otlar hasat sırasında biçerdövere dolanarak zarar verir. *Tribulus terrestris* (Demir diken) meyveleri traktör lastiklerini patlatabilmektedir.
- 3) Üründe kalite bozukluklarına sebep olurlar: Pamuk hasadı sırasında life yapışan *Setaria* spp. (Kirpi darı türleri) ve *Xanthium strumarium* (Domuz pıtrağı) gibi yabancı otlar ürün kalitesini düşürürler. *Allium vineale* (Yabani soğan) ve *Thlaspi arvense* (Tarla akça çiçeğı) ile beslenen sığır ve koyunların sütlerinde kötü kokular oluşmaktadır.
- 4) Bazı hastalık ve zararlı etmenlerine yataklık yaparlar: Berberis çalısının *Puccinia graminis*'e ara konukçuluk yapması, birçok yaprak bitinin yabancı otlar üzerinde yaşaması gibi.
- 5) İnsan ve hayvanlara zehir etkisinde bulunabilirler: Ispanak içinde *Datura stramonium* (Şeytan elması)'un tüketilmesi ile insanlarda zehirlenmeler meydana gelmesi. Zehirli yabancı otlarla beslenen hayvanlarda görülen merkezi sinir sistemi, kalp–dolaşım sistemi, mide–bağırsak ve diğer organlarda yaşanan zehirlenmeler.
- 6) Toprak işlemeyi artırır: Yapılan toprak işleme faaliyetlerinin çoğunluğu yabancı ot mücadelesi içindir.
- 7) Üretim masraflarını artırır: *Avena sterilis* (Kısır yabani yulaf) bulunan buğday tarlalarında biçerdöver maliyeti artmaktadır. Yabancı otlarla mücadele için uygulanan mücadele yöntemleri üretim masraflarını arttırmaktadır.
- 8) Bina ve tesislere olumsuz etkide bulunurlar: Havaalanı pistleri, karayollarında çatlaklardan giriş yaparak yerleşen yabancı otlar ve yine tarihi eserlerin bulunduğu alanlardaki yabancı otlar yapılara zarar vermektedir.
- 9) Yangın tehlikesini artırabilirler: Özellikle yaz aylarında kurumuş olan yabancı otlar demiryolları kenarları, orman kenarları gibi alanlarda yangın tehlikesini arttırabilirler.

6.2 Yabancı Otların Kültür Bitkilerine Olan Üstünlüklerinin Nedenleri

- 1) Kültür bitkilerinden daha çabuk gelişirler ve rekabette üstünlük sağlayan bitkilerdir: Toprakta tohumları hâlihazırda var olduğu için ekilen kültür bitkisi tohumlarından daha çabuk çimlenerek gelişmeye başlarlar. Rekabet kısmında da belirtildiği gibi su, besin maddeleri, ışık ve yer rekabeti açısından çoğu kültür bitkisinden daha rekabetçidirler.



- 2) Sık ve yaygın büyüyen ve sayıca zengin geniş popülasyon oluşturan bitkilerdir: Kültür bitkilerine nazaran daha fazla tohum verirler. Bazıları toprak altı organları ile de gelişimlerini devam ettirebilirler.
- 3) İnsanoğlunun bilinçli veya bilinçsiz olarak büyük ölçüde değişikliğe neden olduğu alanlarda gelişirler: Bilinçli olarak süs bitkisi vb. amaçlarla yabancı bir floradan taşınan bir bitki istenilmediği alanlarda yayılım göstererek bir süre sonra yabancı ot konumuna geçebilir. Erozyon, yangın, yol ve orman açılmaları gibi değişikliğe uğrayan alanlardaki doğal floranın yerine öncelikle yabancı otlar yerleşir.
- 4) Hastalık ve zararlılara daha dayanıklıdır: Kültür bitkilerinde epidemi oluşturan hastalık ve zararlılar genellikle yabancı otlarda epidemi oluşturacak düzeyde gelişmez.
- 5) Kültür bitkilerine zararlı bitkilerdir: Özellikle allelopatik etkisi yüksek olan yabancı otlar kendileriyle beraber yetişen veya sonrasında yetiştirilen kültür bitkilerinin gelişimine zarar verebilmektedir.
- 6) Herbisitlere zamanla dayanıklılık kazanmaya yatkın bitkilerdir: Aynı etki mekanizmasına sahip herbisitlerin kullanılması sonucu zaman içerisinde herbisitlere dayanıklı popülasyonlar geliştirebilirler.
- 7) Atmosfer şartlarının değişimine (ısı, nem, kuraklık, dolu) daha az hassastırlar: İklim koşullarındaki değişikliklere daha kolay adapte olur ve daha az etkilenirler.
- 8) Bazı yabancı otların tohumları olgunlaşmadan toprağa düşseler dahi çimlenme gücüne sahiptirler: Yabancı ot tohumları belirli bir olgunlaşma seviyesini tamamladıktan sonra tam olgunlaşma rengine ulaşmadan da çimlenme kabiliyetine sahiptirler.
- 9) Toprakta uzun süre çimlenme kabiliyetlerini muhafaza ederler: Dormansi sayesinde çok uzun yıllar toprakta çimlenmeden canlılıklarını muhafaza edebilirler.

Yabancı otlarda dormansi: Yaşama kabiliyetine sahip olan tohumların bazı iç ve dış faktörler nedeniyle çimlenememesine dormansi denir.

Yabancı ot tohumlarının, çimlenme gerçekleşmeden toprakta uzun yıllar canlı kalması, toprağın uzun süreler yabancı otlarla bulaşık kalmasına neden olmaktadır. Ayrıca dormansi tohumların donma,



kuraklık ya da aşırı nem gibi olumsuz ortam koşullarından zarar görmeden canlılığını sürdürmesini sağlaması yönüyle önem taşımaktadır.

Dormansi primer (iç) ve sekonder (dış) dormansi olarak 2'ye ayrılmaktadır. Primer dormansi, ana bitki üzerinde olgunlaşıp toprağa dökülen veya hasat edilen tohumların koşullar uygun olduğu halde çimlenmemesine denir. Primer dormansi ilk dormansi olup çeşitli etkenlerle ortadan kalkmasından sonra tohum çimlenir. Sekonder dormansi primer dormansinin ortadan kalkmasına rağmen tohumların uygun olmayan çevre koşullarında yeniden dormansiye girmesine denir. Tohumda dormansiye etkileyen iç ve dış faktörler bulunmaktadır.

İç Faktörler: Tohum kabuğu sertliği, embriyonun gelişmesi, tohum olgunluğu ve çimlenme engelleyici kimyasallar (inhibitörler)

Dış faktörler: O₂/CO₂, su, sıcaklık, ışık

6.3 Yabancı Otların Sınıflandırılması

Çoğalma Şekillerine Göre:

- Tohumlarıyla çoğalan yabancı otlar (Eşeyli): Genellikle tek yıllık ve iki yıllık yabancı otlardır.
- Rizom, stolon, tüber, soğan vb. vejetatif üreme organlarıyla çoğalan yabancı otlar (Vejetatif): Çok yıllık yabancı otlardır.

Bazı çok yıllık yabancı otlar her 2 çoğalma yolu ile çoğalabilirken, bazıları sadece vejetatif çoğalmayı, bazıları ise generatif çoğalmayı tercih etmektedir.

Runner, stolon, rizom, tüber ve soğan; gövde metamorfozları sonucu oluşan bazı vejetatif çoğalma organlarıdır.

Runner, uzun internodları olan, ince, güçsüz gövde. Havai kök ve sürgünleri oluşturmak için nodlardan yan tomurcuklar yükselir (Şekil 48).

Stolon, başlangıçta sıradan dallanma gösterirken, daha sonra aşağıya doğru yay yaparak toprakla buluştuğu yerde yeni bitki oluşturan gövdedir (Şekil 49).



Şekil 48. Runner
(*Cynodon dactylon* Köpekdişi ayrığı)

Şekil 49. Stolon (Çilek)

Rizom, yere yatık olarak toprak altında gelişen, dallanan, belirgin nod ve internodlara sahip, nodlarında küçük pulsu yapraklar taşıyan, pulsu yaprakların koltuklarında yan tomurcukların olduğu, nodların altında küçük zayıf ek kökler veren gövdedir (Şekil 50, Şekil 51).



Şekil 50. Rizom
(*Phragmites australis*–Kamış)

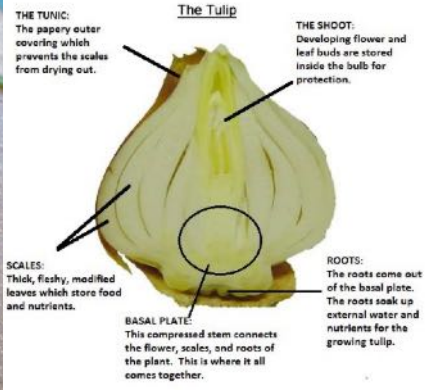
Şekil 51. Rizom
(*Sorghum halepense*–Kanyaş)

Tüber, nod ve internodlarında pulsu yapraklarla birlikte koltuk tomurcukları (göz) olan, besin maddeleri birikimi sonucu şişen, gövdeden oluşan toprak altı organıdır (Şekil 52).

Bulb (soğan), etli pulsu yapraklar veya yaprak tabanıyla çevrilmiş kısa bir gövdeye sahip toprak altı depolama organıdır (Şekil 53).



Şekil 52. Tüber
(*Cyperus rotundus*–Topalak)



Şekil 53. Soğan (Lale)

Yabancı otların çoğalma şeklinin bilinmesi mücadelesi açısından önemlidir. Vejetatif organlarıyla çoğalan yabancı otların kimyasal mücadelesinde sistemik herbisitler kullanılması gerekir. Kontakt herbisitler toprak altı organlarına ulaşamayacağı için etkili olmaz. Ayrıca mekanik mücadele vejetatif organların daha çok parçalanarak çoğalmasını teşvik edeceği için vejetatif organları ile çoğalan yabancı otlar için tercih edilen bir yöntem değildir.

Yaşam Sürelerine Göre:

Tek yıllık yabancı otlar (Annual): Tüm yaşamını bir yıl içerisinde tamamlayan yabancı otlardır. Örn; *Amaranthus retroflexus* (Kırmızı köklü tilki kuyruğu)

İki yıllık yabancı otlar (Biannual): Bu yabancı otlar yaşamını iki yılda tamamlarlar. İlk yıl genellikle rozet yapraklar oluşur. İkinci yıl generatif organlarını oluştururlar. Örn; *Plantago* spp. (Sinir otu)

Çok yıllık yabancı otlar (Perennial): Tohumlarının yanında genellikle rizom, stolon, yumru ve soğan gibi vejetatif çoğalma organları ile çoğalan yabancı otlardır. Örn; *Sorghum halepense* (Kanyaş), *Phragmites australis* (Kamış)

Yaşam Dönemlerine Göre:

Yazlık yabancı otlar: İlkbaharda çimlenerek çoğunlukla yaz ve sonbaharda olgunlaşıp ölen yabancı otlardır. Geniş ya da dar yapraklı olabilirler. Örn; geniş yapraklı *Chenopodium album* (Sirken), dar yapraklı *Echinochloa crus-galli* (Darıcan)

Kışlık yabancı otlar: Tohumlarının çimlenmesi sonbaharda veya kışın olan ilkbahar veya yaz başlangıcında tohum bağlayarak yaşamını tamamlayan yabancı otlardır. Geniş ya da dar yapraklı



olabilirler. Örn; geniş yapraklı *Sinapis arvensis* (Yabani hardal), dar yapraklı *Avena fatua* (Yabani yulaf)

Morfolojisine Göre:

Bitkilerin dar ya da geniş yapraklı olduğunun bilinmesi özellikle kimyasal mücadeleye karar verirken herbisit seçiminde ve herbisit uygularken büyüme noktalarına herbisitlerin ulaşmasının sağlanmasında önem kazanmaktadır.

Monokotiledon (Dar yapraklılar): Tohumlarında bir kotiledon (embriyonik yaprak-çenek) taşıyanlar

Dikotiledon (Geniş yapraklılar): Tohumlarında iki kotiledon (çenek-embriyonik yaprak) taşıyanlar

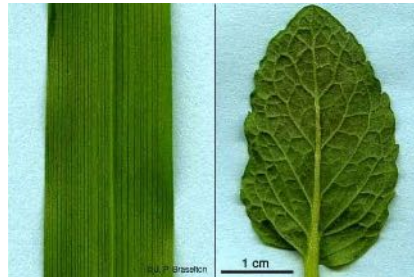
Monokotiledon ve Dikotiledon Yabancı Otlar Arasındaki Başlıca Farklar

- Çift çenekli bitkilerde 2 kotiledon (çenek yaprağı) bulunduğu halde, tek çenekli bitkilerde bir çenek yaprağı vardır (Şekil 54)



Şekil 54. Monokotiledon–dikotiledon.

- Çift çenekli bitkilerde yapraktaki damarlanma genellikle ağsı olduğu halde, tek çeneklilerde orta damara paraleldir (Şekil 55).



Şekil 55. Yapraklardaki damarlanma.



- Çift çenekli bitkilerde gövdede dallanma çok çeşitli tiplerde olduğu halde, tek çenekli bitkilerde gövdede dallanma genel olarak yoktur.
- Çift çeneklilerde büyüme noktası yaprak koltuklarında ve açıkta olduğu halde, tek çeneklilerde toprağa yakın kısımda yaprak kını tarafından kuşatılmıştır.

6.4 Yabancı Otlarda Yayılma ve Bulaşma

- Üretim materyali ile taşınma: Yabancı ot tohumları ve vejetatif organları kültür bitkisi tohumları, yemlik tohumlar, kuru ot ve samanla diğer alanlara taşınabilirler. Örn; buğday ürünü içerisinde en fazla *Avena* spp. (Yabani yulaf türleri) gibi Poaceae familyası yabancı otlarının tohumları karışmaktadır.
- Rüzgâr ile taşınma: Özellikle hafif olan ve pappus ve kanat gibi yapıları olan yabancı otların tohumları rüzgârla diğer alanlara yayılırlar. Örn; *Taraxacum officinale* (Karahindiba)'nin pappuslarıyla yayılması (Şekil 56).



Şekil 56. Karahindiba pappusu.



- Su ile taşınma: Tohumları yassılaştırmış yapıya sahip veya tohumu çevreleyen mantarimsı yapıları bulunan yabancı otlar su ile kısa ve uzun mesafeler kolaylıkla taşınabilirler. Örn; *Rumex crispus* (Kıvrıkcık labada) (Şekil 57).



Şekil 57. Kıvrıkcık labada tohumları.

- İnsan ve hayvanlar ile taşınma: Yapışkan ya da tutunucu yapılara sahip yabancı ot tohumları insan ve hayvanların üzerine bulaşarak, çamurlu alanlarda ise ayaklarına bulaşan toprak aracılığıyla, hayvanların beslenmeleri sırasında üzerlerine yapışarak veya dışkıları ile diğer alanlara taşınabilirler. Örn; *Xanthium strumarium* (Domuz pıtrağı) ve *Setaria verticillata* (Dikenli kirpi darı)'nın insan ve hayvanların üzerine yapışması, *Viscum album* (Ökse otu) tohumlarının kuşların gagaları, tüyleri ve dışkılarıyla yayılması.
- Tarım alet ve makinaları ile taşınma: Çiftlik ekipmanlarının bir alandan diğer alana geçişi sırasında bulaşan toprak ve bitki artıkları ile yabancı ot tohumları ve vejetatif organları yayılabilmektedir.

İstilacı bitkiler: Farklı coğrafik bölgelerden taşınan ve doğal yayılım alanları dışında sorun oluşturan bitkilerdir. Bunlar yeni yaşam alanında çevresel, ekonomik ve sağlık vb konularda tehdit oluşturma potansiyeline sahip olan türlerdir. Örn; *Amaranthus palmeri* (Dev horoz ibiği)

İstilacı Bitkilerin Karakteristik Özellikleri

- Yeni taşındıkları alanda parazitoit, predatör veya herbivor baskısı altında bulunmazlar.
- Yüksek büyüme hızına sahiptirler.
- Üreme kapasiteleri oldukça yüksektir.
- Çok iyi bir dağılma/yayılma stratejisine sahiptirler.



- Tolerans sınırları oldukça geniş olup sahip oldukları genetik çeşitlilik nedeniyle de adaptasyon yetenekleri oldukça yüksektir.
- Taşındıkları alanda kaynakları son derece etkin bir şekilde kullanabilme kabiliyetindedirler.
- Yerel/lokal türlerle etkili bir şekilde rekabet edebilme yeteneğine sahiptirler. Çoğu allelopatik potansiyelleri nedeniyle de rekabette üstünlük kazanırlar.

Yabancı otlarla mücadeleye ve mücadele zamanına karar verirken; ekonomik zarar eşiği (EZE) ve kritik periyot kavramları dikkate alınmalıdır.

Ekonomik Zarar Eşiği: Yabancı otun zararını minimuma indirmek amacıyla yapılan masrafların, bu uygulama sonucunda elde edilen gelire eşit olduğu noktadır. Yabancı otun ve kültür bitkisinin türü, mücadele yöntemi, ürün ve mücadele yönteminin fiyatına göre değişkenlik gösterir (Şekil 58).

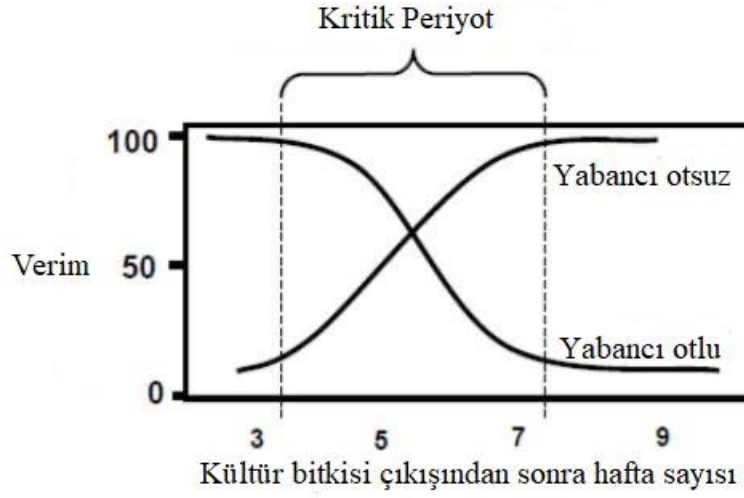
En basit formülü ile **EZE=Gider/Gelir**



Şekil 58. Ekonomik zarar eşiği.

Kritik periyot: Rekabette verim kaybına sebep olan sürecin başlangıcı ile bitişi arasındaki dönem adlandırılır (Şekil 59). Aşağıdaki faktörlere göre değişkenlik gösterebilir.

- Kültür bitkisinin ve yabancı otların rekabet gücüne
- Yabancı otların popülasyon yoğunluklarına
- İklim, toprak vb. koşullara
- Kabul edilebilir verim kaybı seviyesine göre farklılık gösterebilir.



Şekil 59. Kritik periyot (Hasanuzzaman, 2015).

Yazlık ve kışlık kültür bitkilerinde sorun olan bazı önemli yabancı otlar aşağıda verilmiştir.

Kışlık Kültür Bitkilerinde Görülen Tek Yıllık–Geniş Yapraklı Yabancı Otlar

<i>Capsella bursa–pastoris</i>	Çoban çantası
<i>Fumaria officinalis</i>	Şahtere
<i>Galium aparine</i>	Dilkanatan
<i>Matricaria chamomilla</i>	Hakiki papatya
<i>Papaver rhoeas</i>	Gelincik
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Yabani turp
<i>Silybum marianum</i>	Kangal
<i>Sinapis arvensis</i>	Yabani hardal
<i>Vicia sativa</i>	Yabani fiğ

Kışlık Kültür Bitkilerinde Görülen Tek Yıllık–Dar Yapraklı Yabancı Otlar

<i>Alopecurus myosuroides</i>	Tilki kuyruğu
<i>Avena fatua</i>	Yabani yulaf
<i>Bromus tectorum</i>	Brom
<i>Lolium rigidum</i>	İnce Delice
<i>Phalaris paradoxa</i>	Yumuşak başaklı kuşyemi
<i>Poa annua</i>	Salkım otu



Yazlık Kültür Bitkilerinde Görülen Tek Yıllık–Geniş Yapraklı Yabancı Otlar

<i>Abutilon theophrasti</i>	İmam pamuğu
<i>Amaranthus spp.</i>	Horoz ibiği türleri
<i>Chenopodium album</i>	Sirken
<i>Chrozophora tinctoria</i>	Bambul otu
<i>Conyza canadensis</i>	Şifa otu
<i>Datura stramonium</i>	Şeytan elması
<i>Heliotropium europaeum</i>	Bozot
<i>Hibiscus trionum</i>	Yabani bamya
<i>Physalis angulata</i>	Çukurova fener otu
<i>Portulaca oleracea</i>	Semiz otu
<i>Solanum nigrum</i>	Köpek üzümü
<i>Tribulus terrestris</i>	Demir diken
<i>Xanthium strumarium</i>	Domuz pıtrağı

Yazlık Kültür Bitkilerinde Görülen Tek Yıllık–Dar Yapraklı Yabancı Otlar

<i>Digitaria sanguinalis</i>	Çatal otu
<i>Echinochloa spp.</i>	Darıcan türleri
<i>Setaria spp.</i>	Kirpi darı türleri

Çok Yıllık Geniş Yapraklı Yabancı Otlar

<i>Alhagi pseudalhagi</i>	Deve diken
<i>Cirsium arvense</i>	Köygöçüren
<i>Convolvulus arvensis</i>	Tarla sarmaşığı

Çok Yıllık Dar Yapraklı Yabancı Otlar

<i>Cynodon dactylon</i>	Köpek dişi ayrığı
<i>Cyperus rotundus</i>	Topalak
<i>Lolium perenne</i>	İngiliz çimi
<i>Paspalum paspaloides</i>	Su ayrığı
<i>Phragmites australis</i>	Kamış
<i>Sorghum halepense</i>	Kanyaş



Kaynakça

Hasanuzzaman, M., 2015. Crop-weed competition. [https://hasanuzzaman.weebly.com/uploads/9/3/4/0/934025/crop-weed_competetion.pdf] Erişim Tarihi: 06.03.2021



7 Tarımsal Mücadele

Bitkisel üretim sürecinde sorun olan hastalık, zararlı ve yabancı otların zararından bitkileri korumak, verimi ve kaliteyi artırmak amacıyla yapılan tüm işlemlere bitki koruma ya da tarımsal mücadele denir. Yeterli, sağlıklı ve sürdürülebilir tarım için hastalık, zararlı ve yabancı otlardan kaynaklanan kayıpların güvenilir uygulamalar ile kontrol altına alınması gerekir. Günümüzde insan sağlığı, çevre ve biyolojik çeşitliliğin korunması ön plana çıkmıştır. Tarımsal mücadelede, agro-ekosistem ve sürdürülebilir tarımsal sistemlere uyulması zorunluluk haline gelmiştir. Bu nedenle öncelikli olarak kültürel önlemler ve kimyasal mücadeleye alternatif yöntemler uygulanarak, gerekli durumlarda kimyasal mücadele ve entegre mücadele uygulamaları sağlıklı ve güvenli üretim için önemlidir. Bu bakımdan Bitki Korumanın görevi hastalanmayı oluşturan en önemli öğelerden biri olan patojen mikroorganizmaların saldırısından korumak ve onları hastalık etmenleri için uygun olmayan koşullarda yetiştirmek, hastalık, zararlı ve yabancı otları tamamen yok etmek değil, kontrol altında bulundurmaktır.

Bitkileri hastalanmalarından önce korumak, hastalandıktan sonra onları tedavi etmekten hem kolay hem de ucuzdur. Üstelik bitkiler çoğu kere hastalandıktan sonra tedavi edilemeyebilirler. Bitkilerde insan ve hayvanlardaki gibi kapalı bir kan dolaşım sisteminin olmayışı, onların aşı ve serumla tedavisini olanaksız kılmaktadır. Ancak son yıllarda bitkileri hastalandıktan sonra tedavi edebilen sistemik etkili ilaçlar konusunda önemli gelişmeler olmaktadır.

Bitki koruma faaliyetleri içerisinde doğal olarak ilaçlı mücadelenin özel bir yeri vardır. Ancak bitki koruma faaliyetleri demek, yalnızca ilaçlı mücadele demek değildir. Doğada her şey bir denge içinde yürür bu denge aslında varlıkların karşılıklı etkileşimleri sonucu kurulan bir dengedir. İlaçlı mücadelenin doğal dengeyi bozduğunu, çoğu ilaçların insan sağlığını olumsuz yönde etkilediğini, çevre kirliliğine yol açtığını unutmamak gerekir.

Bitki koruma faaliyetleri içerisinde başlıca şu önlemler vardır:

1. Yasal önlemler
2. Kültürel önlemler
3. Fiziksel önlemler
4. Biyolojik Mücadele
5. Kimyasal Mücadele
6. Entegre Mücadele



7.1 Yasal Yöntemler

Yurt içinde bulunmayan herhangi bir zararlı, hastalık etmeni veya yabancı otun ülkeye girişini veya bunlardan yurt içinde bulunanların bir bölgeden diğerine taşınmasını yasal düzenlemelerle engelleme işlemidir. Buna genellikle karantina önlemi denir. Eğer bunların yurt dışından içeri girmesini engellemek amacıyla bu işlemler uygulanıyorsa bu dış karantina, hastalık ve zararlıların yurt içinde bir bölgeden diğerine taşınması engelleniyorsa buna da iç karantina denmektedir. Bu yasa ve yönetmelikleri uygulamaktan Tarım ve Orman Bakanlığı sorumludur.

Ülkemizde Zirai Karantina hizmet ve esasları 15.05.1957 tarihli ve 6968 sayılı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Kanunu ve buna bağlı yönetmeliklerde getirilmişti. 11.06.2010 tarihinde kabul edilen 5996 sayılı “Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu” ve bu kanuna bağlı yönetmelikler ile tekrar düzenlenmiştir. Bu yasaya göre ülkemizde karantinaya tabi olan bitki, bitkisel ürünler, hastalık etmenleri ve zararlılar listesi ilgili kurumlar tarafından yayınlanmakta, kontroller ve önlemler bu listeler esas alınarak yürütülmektedir. Birçok hastalık, zararlı ve yabancı ot için ülkemizde ithale mâni teşkil eden organizmalar Zirai Karantina Yönetmeliği kapsamında belirlenmiştir (<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090210-11.htm>).

Bitkisel üretim esnasında bitki sağlığı sorunlarını azaltmak ve bitkisel ürün ihracatında karantina sorunu yaşamamak için öncelikle sağlıklı üretim materyalinin kullanımı gerekmektedir. Bunun için üretim yerinden başlayıp üretimin her aşamasında yapılan karantina kontrolleri son derece önemlidir. Bu amaçla Tarım Bakanlığı “Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü” tarafından il ve ilçe teşkilatında çalışan teknik personelimizin kullanımına yönelik olarak “Bitki Pasaportu İçin Bitki Sağlığı Rehberi” hazırlanmıştır. Bitki Pasaportu Sistemi (BPS) ile zararlı organizma taşıyıcısı olabilecek bitki, bitkisel ürün ve diğer maddeler ile bunları üreten, ithalatını ve ticaretini yapan ve depolayanları kayıt altına almak, bu materyallerin hareketlerini izlemek, herhangi bir zararlı organizmaya rastlanması durumunda kaynağı bulunarak gerekli tedbirleri zamanında almak amaçlanmaktadır.

Yönetmelikte listelenmiş olan bitki, bitkisel ürün üreticileri ve bunların ticareti ile uğraşanlar ile depo sahiplerinin İl veya İlçe Müdürlüklerince kayıt altına alınmaları zorunludur. Elma, ayva, armut, ladin, çam, çınar, fındık, palmye, zeytin, taş çekirdekli gibi fidanlar, pancar, çilek, ıspanak gibi fideler, yonca, ayçiçeği, domates, fasulye gibi bitki tohumları ve tohumluk patates bitki pasaportu taşıması zorunlu olan bitkilerden birkaçıdır.



Büyümekte olan ürünlerin bulunduğu alana girmeden önce bitki sağlığı kontrolörü satışa hazırlanmış olan bitkilerin, bitki sağlığı statüsüne ve yakın çevredeki bitki sağlığı durumuna dikkat etmelidir.

7.2 Kültürel Önlemler

Kültürel önlemler, bitkileri hastalık etmenleri için uygun olmayan şartlarda sağlıklı yetiştirmek demektir. Kültür bitkisinin sağlıklı yetiştirilebilmesi için önce bitki çevre ilişkisini çok iyi saptamak gerekir. Bilindiği gibi kültür bitkileri o kadar çeşitlenmiş bölgelere adaptasyonları konusunda o kadar zorlanmışlardır ki, bugün bitki korumacıların bazı önemli problemleri bu zorlamalardan kaynaklanmaktadır. Bir bölgede tarıma karar verildiği zaman önce bitki-iklim-toprak ilişkisini çok iyi değerlendirmek gerekir. O bölgeye çok iyi uyan bitki tür ve çeşidini seçmek, bol ve kaliteli ürün almanın baş şartıdır. Zayıf gelişen bitkiler, çeşitli hastalıklara ve kötü çevre koşullarına duyarlı olurlar. Böyle bitkiler hastalık ve zararlılardan daha kolay etkilenirler. Bitkiyi sağlıklı yetiştirmek için öncelikle en uygun çeşidin seçimi, toprak hazırlığı sulama ve gübreleme gibi bakım işlemlerinin yerine getirilmesi gerekir. Bunun için uyulması gereken bazı konular ve alınması gereken bazı önlemler vardır. Bunlar bitkilerin sağlıklı yetiştirilmesi için dikkat edilmesi gereken konulardır.

Yer Seçimi: Özellikle yeni kurulacak meyve-bağ alanları ve tohumluk, fide-fidan üretim alanları açısından önemlidir. Bazı durumlarda, bir ürünün farklı alanlara veya bölgelere veya normalde yetiştirildiklerinden farklı rakımlarda üretilmesiyle hastalıktan tamamen kaçınılabılır. Örneğin, daha düşük rakımlarda yetiştirilen patates, yer elması, şeker kamışı ve tatlı patates gibi vejetatif olarak çoğaltılan ürünler, genellikle patojenlerle, özellikle virüslerle ağır bir şekilde enfekte olur. Bunun için tohumluk, virüsleri taşıyan daha az böceğin olduğu ve koşulların hastalık gelişimini desteklemediği yüksek rakımlarda yetiştirilebilir.

Toprak işleme: Toprak işleme; ürünler arası (ekim ve dikim için toprağın hazırlanması, toprağa organik madde uygulanması), ürün sırasında (toprağın kaymak tabakasının kırılması, yabancı ot mücadelesi, ürünleri doldurmak) yapılmaktadır. Toprakta su ve besin maddesi birikmesine yardımcı olur. Ayrıca bu yolla inokulum ya toprağa gömülür ya da toprak yüzeyine getirilerek güneş ışığına, ısıya ve kurağa maruz bırakılır. Kök çürüklükleri daha az görülür. Ayrıca toprağın fiziksel yapısını düzeltmek, iyi bir tohum yatağı hazırlamak ve yabancı otları yok etmek için toprak işlenir. Toprak işleme kök sistemlerini bozar ve tohumları çimlenemeyecek kadar derine gömer. İyi işlenmeyen ve havalanmayan topraklarda toprak patojenlerinin neden olduğu kök ve kökboğazı çürüklükleri sık görülen olaylardır. Böyle topraklara ekilen tohumlar ya tamamen çürür ya da sağlıklı ve cılız bitkiler oluşturur.



Ancak toprak işleme uygulamalarının toprak mikroflorası üzerindeki etkisi genellikle göz ardı edilmektedir. Bu organizmaların çoğu, toprak kaynaklı patojenlerin rakipleri veya antagonistleridir. Minimum toprak işleme uygulamalarının tahıl köklerinin çevresinde normal yetiştirme uygulamalarına göre daha fazla antagonistik aktiviteyi teşvik ettiği düşünülmektedir. Bununla birlikte, organik madde (örneğin yeşil gübre bitkileri) kullanımının bazı hastalıkların görülme sıklığını azalttığı bilinmesine rağmen, yetiştiriciliğin bu faaliyetler üzerindeki etkisi hakkında çok az şey bilinmektedir. Bitki artıkları, toprağın mikrobiyal aktivitesini artırır ve bu da fungitoksik ve hatta fitotoksik bileşiklerin oluşumuna neden olabilir.

Kültivatör, diskaro, freze vs. gibi aletlerle yapılan toprak işleme uygulamaları genellikle tek yıllık yabancı otlarla mücadelede pratik ve ekonomik bir mücadele yöntemidir. Ancak kanyaş, tarla sarmaşığı gibi çok yıllık yabancı otlardavejetatif organları parçalayarak çimlenmeleri teşvik edeceği için, ters etki yapabilir.

Sulama: Sulamanın, bazı patojenlerin ve yabancı otların yayılması ve hastalık gelişimi üzerinde büyük etkisi olabilir. Bu durumun ciddiyeti, sulama nedeniyle bir yılda aynı tarlada birden fazla ürün yetiştirmenin mümkün olduğu alanlarda artmaktadır. Ayrıca, sulama suyu, kullanmadan önce dikkat edilmez ise bir yerden diğerine hastalık etmenlerini ve yabancı ot tohumlarını taşıyabilir. Hatalı sulama yaprak yüzeylerinde serbest nem tabakasının kaldığı süreyi (yaprak ıslaklık süresi) artırarak fungus sporlarının çimlenmesi, enfeksiyon yapıları oluşturmaya dolayısıyla hastalığı artırabilir.

Sulama kanalları ve yol kenarlarındaki yabancı otların tohumları suyla taşınan yabancı otlar açısından bulaşma kaynaklarını oluştururlar. Birçok yabancı ot tohumu suda yüzmelerini sağlayacak yapılara sahiptirler (Örn; *Rumex* spp., *Labada* türleri). Bunların sulama suyu ile başka alanlara taşınmasının engellenmesi için sulama suyunun tarlaya girişinde filtrelenebilir tavsiye edilmektedir. Canavar otu (*Orobancha* spp.) ile bulaşık alandan geçen su ile diğer domates alanlarının sulanması nedeniyle domates alanlarının büyük çoğunluğunun canavar otu tohumlarıyla bulaşık olduğu bildirilmektedir.

Bahçe kurulurken toprak drenajı çok önemlidir. Toprağın iyi havalanması için mutlaka, iyi bir şekilde, su drenajını sağlanmalıdır. Düşük, zayıf drenaja sahip nemli alanlardan uzak durulmalıdır. Sulu tarım yapılan alanlarda, toprağın ve bitkinin özelliğine göre sulama yapmak gerekir. Sulamanın iyi bir şekilde yapılması bitki koruma yönünden büyük önem taşır. Ağır topraklarda toprak işlemesi ve fazla suyun drenaj kanallarıyla akıtılması büyük önem taşır. Kumlu az su tutan, fazla hava kapasitesine sahip toprakları ise sık sık sulamak gerekir.



Öte yandan sulama, inokulum düzeyini düşürmek ve hastalık gelişimini geciktirmek için bir araç olarak kullanılabilir. Toprağı su altında bırakmak bazı hastalıkları (*Sclerotinia* spp.) önemli ölçüde azaltır. Çeltik tarlalarında bu işlemin uygulanmasıyla birçok yabancı ot türü de sorun olmaktan çıkmıştır. Bu yöntem deve dikenini (*Alhagi camelorum*) ve yabani tere (*Cardaria draba*) mücadelesinde başarıyla kullanılmıştır. Ancak bu yöntem kullanılırken suda gelişebilen yabancı otların ön plana çıkma ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır.

Sulama metotlarından damla sulamanın tercih edilmesi de yabancı otların suya erişimini kısıtlamakta, böylelikle çimlenme ve gelişimlerini engellemektedir. Özellikle meyve bahçelerinde ağaç taç izdüşümleri dışındaki alanlara damla sulama borularının çekilmemesi yabancı otların bu alanlarda gelişip çoğalmasını baskılamaktadır.

Gübreleme: Bitki sağlığı, onun topraktan yeterince ve dengeli bir biçimde besin maddesi almasına bağlıdır. Toprağın besin maddesi varlığı, bitkilerin devamlı tüketimi, yağmur ve sel sularının yıkamasıyla fakirleşir. Gübreleme yaprak ve toprak analizine göre yapılmalıdır. Ekim-dikimden önce toprak analiz edilmeli ve gübreleme seviyesi ayarlanmalıdır. Topraktaki besin eksiklikleri, birçok kültür bitkisinin patojenlere duyarlılığını artırır. Bu bağlamda, gübre uygulamaları bazen bir kontrol stratejisi olarak önerilmektedir. Başlıca besinler olan nitrojen, fosfor ve potasyumun yanı sıra kalsiyumun bazı mikroelementlerin hastalık gelişimi üzerine doğrudan etkileri vardır. Gübrelemenin bitkilerin hastalıklara karşı dayanıklılık kazanmalarında etkili olduğu bir gerçektir. Tek taraflı olarak azotlu gübrelerle beslenen bitkilerin, hastalıklara (Uç Kurutan ve Ateş Yanıklığı gibi hastalıklar), ve kötü koşullara duyarlılıkları artarken potasyumu yeterli oranda alan bitkilerin hastalık ve zararlılara bir ölçüde dayanıklılık kazandıkları saptanmıştır.

Toprağa verilen gübreden kültür bitkisi ile birlikte yabancı otlar da yararlanmaktadırlar. Bu nedenle sıraya ekilen kültür bitkilerinde gübrelerin şerit (bant) şeklinde bu bitkilerin daha fazla yararlanacağı şekilde verilmesiyle yabancı otların faydalanması azaltılabilmektedir. Gübreleme bandından 20 cm veya daha uzakta bulunan yabancı otlar genellikle bu gübreden faydalanamazlar.

Çiftlik gübreleri genellikle bitki ve toprak için çok faydalı olmasına karşın, yanlış kullanıldığında zarar verebilir. Çiftlik gübreleri iyi yanmış olmalı, içerisinde yabancı ot tohumları, hastalık ve zararlıların dinlenme yapıları bulunmamalıdır. Toprağa çiftlik gübresi veya yeşil gübre vererek yararlı mikrobiyal populasyon artırılacağı için Patates uyuzu ve *Rhizoctonia solani* gibi hastalıklar baskılanabilir. Ayrıca yeşil gübre toprağı azotça zenginleştireceği gibi bir taraftan da toprak pH'sını antagonistlerin lehine çevirir.



Yabancı ot tohumları çiftlik gübresi içerisine ya hayvanın sindirim sisteminden canlılığını yitirmeden geçmesiyle veya yem artıkları ve altlıklarla gübreye karışmaktadırlar. Çiftlik hayvanlarına yedirilen yemler çoğunlukla fazla miktarda yabancı ot tohumu içermektedir. Bu nedenle hayvanlara yedirilen yemler ya yabancı ot tohumlarından arı olmalı veya çeşitli işlemlerle bu tohumların canlılıkları ortadan kaldırılmalıdır. Bunun için dane olarak yedirilen yabancı ot tohumlarıyla bulaşık yemler en azından öğütüldükten sonra hayvanlara yedirilmelidirler. Ayrıca canlı tohumları içeren gübreler herhangi bir yerde depolanarak fermentasyona tabi tutulması durumunda tohumların büyük bir kısmı ölmektedir.

Ekim dikim hasat işlemleri: Ekim yöntemleri, ürünler arasında ve hatta farklı bölgelerde aynı ürünle önemli ölçüde farklılık gösterir. Bu nedenle ekim yöntemlerinin hastalıkların yayılmasına etkisini genellemek zordur. Bitki gelişimi ile patojenin yaşayışı aynı sürede ve paralel devam eder. Ekimi erken ya da geç yaparak bu paralellik bir dereceye kadar bozulabilir. Böylece bitkilerin enfeksiyona en fazla uğradıkları duyarlı dönem, patojen veya yabancı otların yaygın olarak bulunduğu dönemden uzaklaştırılmış olur. Buğday biraz erken ekilirse Orta Anadolu'da kara pas hastalığından kısmen korunmak mümkün olabilir. Kültür bitkisi ekimini yabancı otların çimlenme zamanı dikkate alınarak erkene veya sonraya almak suretiyle bazı yabancı otların zararından korunmak mümkün olabilmektedir. Mercimek ve bakla ekim alanlarında geç ekim yapmak canavar otu (*Orobanche* spp.) yoğunluğunu azaltan bir yöntemdir.

Bir diğer önemli konu da ekim dikim mesafesidir. Bitkiler arasında yeterli mesafe bırakılması havalanmayı sağlayarak hastalık ve zararlıların gelişimi için uygun olan koşulların oluşmasını engeller. Sık yetiştirilen bitkiler yeterli güneş alamadıkları, nemli bir ortam oluştuğu ve cılız geliştikleri için birçok hastalık (*Botrytis* spp., *Phytophthora* spp.) sorun olabilir. Ancak sık ekim yabancı ot gelişimini baskılamak amacıyla da kültür bitkilerinin birbirleriyle rekabetine yol açmayacak şekilde ise tavsiye edilen bir durumdur.

Sırtta dikim de özellikle ağır bünyeli ve taban suyu yüksek arazilerde bitki hastalıklarının gelişimi için uygun koşulları ortadan kaldırmaktadır. Suyun birikmesini önleyerek kök ve kök boğazı çevresindeki çürüklükleri azaltmak için sırtta ekim-dikim tavsiye edilmektedir.

Karışık ekim, sırtta ekim, şaşırtıcı tohum yatağı tekniği vb. ekim yöntemlerinden yabancı otların mücadelesinde faydalanılmaktadır. Karışık ekim (birlikte ekim) ile 2 ya da 3 kültür bitkisi aynı zamanda yetiştirilerek yabancı otlar baskılanabilmektedir. Örneğin; buğday-kanola birlikte ekimi, yabancı otları bu bitkilerin tek başına ekilmelerinden daha fazla baskılamaktadır. Sırtta ekim



yapıldığında sırta uygulanan gübre ve sulama faaliyetleri ile kültür bitkisinin daha iyi gelişimi sağlanmakta ayrıca sırta bulunan kültür bitkilerinin aralarda bulunan yabancı otların zararından etkilenmeleri azaltmaktadır.

Hasat zamanının ayarlanması da bazı hastalıkların önlenmesi açısından uygulanabilir. Hasadı geç bırakılan Elmalarda Acı Çürüklük (*Glomeralla cingulata*) belirtileri daha çok görülür. Yine üzüm hasadını geç bırakmak Kurşuni Küf (*Botrytis cinerea*) hastalığını arttırabilir.

Ekim nöbeti: Ürün rotasyonu, en eski ve en yaygın kültürel uygulamalardan biridir. Ayrıca, arazinin 'dinlendirildiği' bir nadas dönemini de içerebilir. Ürün rotasyonu, toprak verimliliğini, nemi ve dokusunu iyileştirir ve yabancı ot ve patojen kontrolüne yardımcı olur. Bazı rotasyonlar, patojen gelişimini engelleyen bir ürün içerebilir. Brassica türlerinin toprakta parçalanma ürünlerinin çoğu, toprak kaynaklı patojenlere karşı aktif olan izotiyosiyanatlardır. En başarılı rotasyonlar, duyarlı ürünler arasındaki, patojenlerin bilinen hayatta kalma süresinden daha uzun olan aralıkları kullanır. Aynı yerde üst üste yetiştirilen aynı cins ya da türden kültür bitkisinin kendisine öz birtakım hastalıkları gittikçe artar; Lahana Kök Uru dayanıklı sporları ile konukçusu olmayan toprakta 5–10 yıl canlı kalabilmektedir bu durumda ancak uzun süreli ekim nöbeti etkili olabilir. Ancak *Verticillium* spp. gibi 300 civarında konukçusu olan ve toprakta çok uzun yıllar kalabilen etmenler için ekim nöbetinden beklenen fayda sağlanamayabilir.

Üretim sürecinde, önceki üründe bulunabilecek patojenlerin yetiştirilecek kültür bitkisinde sorun olmaması için arazinin önceki ürün geçmişini kontrol etmek akıllıca olacaktır. Örneğin, *Phytophthora* kök çürüklüğü her iki kültür bitkisinde sorun olduğu için, daha önce yoncanın yetiştirildiği araziye nohut ekilmemelidir.

Yabancı otlar açısından değerlendirildiğinde farklı kültür bitkilerinden salgılanan allelopatik kimyasallar sayesinde bazı yabancı otların çimlenme ve gelişimi baskılanabilmektedir. Örneğin; çavdar yetiştirilen alanlarda sonrasında yetiştirilen ürünlerde çavdarın salgıladığı allelokimyasallardan dolayı yabancı otların çimlenme ve gelişiminin azalması örnek verilebilir.

Ayrıca canavar otu gibi parazit yabancı otların yoğun popülasyonlar oluşturarak büyük verim kayıplarına neden olduğu alanlarda konukçusu olduğu bitkilerin tarımından bir süreliğine vazgeçilebilir. Bu dönemde farklı mücadele yöntemleri entegre edilerek canavar otu yoğunluğu azaltılabilir.

Dayanıklı çeşit yetiştirilmesi: Bitkisel üretimde kritik bir karar, yetiştirilecek çeşitlerin seçimidir. Bitkileri sağlıklı yetiştirmenin ön şartı, kültürel tedbirleri gereğince uygulamak ise de bu her zaman



yeterli olmamaktadır. Pek çok durumlarda başka özel tedbirlere de ihtiyaç vardır. Bunlardan belki de en önemlisi, basit ve ucuza dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesidir. Dayanıklı çeşitler, özellikle başka yollarla kontrol edilemeyen birçok ürünün patojenlerinin kontrolüne yönelik en başarılı yaklaşımlardan birini sağlamıştır. Yörede daha önceden yapılmış çalışmalar dikkate alınarak en uygun çeşidin seçilmesi gereklidir. Özellikle yetiştiricilik yapılacak yerde daha önce ortaya çıkan hastalıklar dikkate alınarak çeşit belirlenmesinde fayda vardır. Bunun yanı sıra yöreye adapte olan çeşidin daha kuvvetli gelişmesi nedeniyle hastalık ve zararlılara karşı daha dayanıklı olacağı unutulmamalıdır.

Yabancı otları baskı altında tutabilmek için çeşit seçiminde hızlı çıkış yapan, hızlı büyüyen ve iyi gelişen, toprağı erken dönemde örten, yüksek kanopi oluşturan çeşitler tercih edilmelidir. Ayrıca herbisitlere dayanıklı kültür bitkileri yetiştiriciliğı ile ülkemizde bazı yabancı otların mücadelesi yapılmaktadır. Örneğin; ayçiçeğinde Imidazolinone grubu herbisitlere tolerant Clearfield Plus ayçiçeğı çeşitleri kullanılarak bazı tek yıllık dar ve geniş yapraklı yabancı otlar ile canavar otu kontrolü sağlanabilmektedir.

Malçlama: Kullanabileceğiniz en basit ve en faydalı uygulamalardan biridir. Malç, basitçe, toprağın üstüne yayılan koruyucu bir malzeme tabakasıdır. Malçlar ya organik (saman, ağaç kabuğu parçaları ve benzeri malzemeler) ya da inorganik (plastik vb.) olabilir. Hem organik hem de inorganik malçların sayısız faydası vardır:

- Toprağı erozyondan korur,
- Şiddetli yağmurların olumsuz etkilerini azaltır,
- Nemi muhafaza ederek sık sulama ihtiyacını azaltır,
- Daha eşit bir toprak sıcaklığı sağlar,
- Işığı önleyerek özellikle tek yıllık yabancı otların büyümesini engeller,
- Meyve ve sebzeleri temiz tutar,
- Ayakları temiz tutarak nemliyken bile bahçeye erişim sağlar,
- Su kaybını azaltır,
- Aynı zamanda peyzaj amaçlı kullanımlarında dekoratif bir görünüm verir

Organik malçlar ayrıca toprağın durumunu iyileştirir. Bu malçlar yavaş yavaş çürürken, toprağı gevşek tutmaya yardımcı olan organik madde sağlarlar. Bu, kök gelişimini iyileştirir, su infiltrasyonunu artırır ve ayrıca toprağın su tutma kapasitesini geliştirir. Organik madde bir bitki besin kaynağıdır ve solucanlar ve diğer yararlı toprak organizmaları için ideal bir ortam sağlar.

Tarımda plastik malç kullanımı son 10 yılda dünya genelinde önemli ölçüde artmıştır. Bu artış, toprak sıcaklığının artması, yabancı ot baskısının düşürülmesi, nemin korunması, daha yüksek ürün verimi



ve toprak besin maddelerinin daha verimli kullanılması gibi faydalar sağlamaktadır. Bununla birlikte, kirliliğe neden olan kullanılmış plastik filmlerin atılması, ışıkla parçalanabilen ve biyolojik olarak parçalanabilen malçların gelişmesine yol açmıştır.

Ancak ürün kalıntıları malç olarak kullanıldığında, birçok patojene bir besin kaynağı ve aynı zamanda içinde yaşayıp üreyebilecekleri bir ortam sağlarlar ve bu nedenle hastalık insidansını etkileyebilirler.

Örtücü bitkiler: Genel olarak, tüm yıl ya da belirli dönemlerde, ürün yetiştirilen alanlarda tek başına veya karışık olarak tek yıllık ya da çok yıllık otsu bitkilerle toprağın örtülmesi işlemidir. Yabancı ot mücadelesinde tavsiye edilirken, bitki hastalıklarının mücadelesinde etmenlere konukçuluk edebilmesi bakımından tavsiye edilmez. Örtücü bitkiler genellikle tohum vermeden önce toprağa karıştırılır. Baklagiller familyası üyesi örtücü bitkiler toprağa azot kazandırır. Özellikle çok yıllık kültür bitkilerinin (meyve bahçeleri vb.) yetiştirildiği alanlarda yabancı otları baskılamak için *Vicia villosa* Roth (Tüylü kuş fığı), *Trifolium incarnatum* L. (Kırmızı üçgül), *T. pratense* (Çayır tırfılı), *T. repens* (Ak üçgül), *Coronilla varia* L. (Renkli burçak) gibi baklagiller veya *Secale cereale* L. (Çavdar), *Lolium* spp. (Delice), *Festuca* spp. (Yumak otu), *Bromus inermis* Leysser (Kılçıksız brom), *Dactylis glomerata* L. (Domuz ayrığı) ve *Phleum pratense* (Çayır it kuyruğu) gibi baklagil olmayan bitkiler örtücü bitki olarak kullanılabilir.

Bitki artıklarının yok edilmesi: Bazı hastalıklarda kültür bitkisiyle birlikte tüm bitkilerin ortadan kaldırılmasına gerek duyulabilir. Bu işleme **eradikasyon** denir. Zaman zaman Ateş Yanıklığı Hastalığı ve Şarka Virüsü vb. için eradikasyon işlemleri yapılmaktadır. Ürün kalıntıları, birçok patojen için uygun ortamlar sağlar. Hasat sonrası ürün kalıntılarının gömülmesi, yakılması ve uzaklaştırılması, ürünler arası dönemlerde gerçekleştirilen önemli kültürel kontrol uygulamalarıdır. Sonbaharda dökülen hastalıklı yaprakların toplanması, kurumuş ve ağaçta kalmış sürgün, dal ve meyvelerin temizlenmesi gerekir. Hastalıklı bitki kısımları patojenin sporulasyonundan önce kesilmelidir. Ayrıca hastalık kaynağını tam olarak saf dışı bırakmak için hasta dal sağlam olan noktanın bir miktar altından (30–40 cm) kesilip yakılmalıdır (Ateş Yanıklığı: *Erwinia amylovora*). Bazı durumlarda iyileşemeyecek ve hastalık kaynağı olabilecek bitkilerin kökünden çıkarılıp yok edilmesi yapılması gereken işlemlerdir. Bir önceki sezondan kalan bitki artıkları ve yabancı otlar hastalık ve zararlıları barındırdıkları için yakılarak, topraktan uzaklaştırılarak yok edilmelidir. Elma Karaleke (*Venturia inaequalis*) ile mücadelede yere düşen yaprakların toplanıp imhası inokulumun önemli ölçüde azalmasını sağlar.



Bazı paslar, alternatif konukçuların yokluğunda yaşam döngülerini tamamlayamazlar. İki önemli makrosiklik tahıl pası, *Puccinia graminis* ve *P. coronata*, yaşam döngülerini tamamlamak için ara konukçulara (sırasıyla *Berberis* spp. ve *Rhamnus* spp.) ihtiyaç duyar.

Temiz üretim materyali kullanmak: Bazı hastalık ve zararlılar tohumla taşınabildikleri için (*Pseudomonas syringae* pv. *Lachrymans* (Hıyar Köşeli Yaprak Lekesi), *Ascochyta rabiei* (Nohut Antraknozu), TMV (Tütün Mozaik Virüsü) vs.) kullandığımız tohumluğun bunlarla bulaşık olmamasına dikkat etmek gerekir.

Yabancı otların üretim materyali olarak tohumla yayılması, tohumla çoğalan yabancı otların tohumlarının kültür bitkisinin tohumlarına karışması ile olmaktadır. Hububat tohumlarına genellikle yaşam devreleri hububatinkine paralel olan yabancı ot tohumları karışmaktadır. Bunlara örnek olarak yabancı yulaf türleri (*Avena* spp.), yabancı hardal (*Sinapis arvensis*), yabancı fiğ türleri (*Vicia* spp.) ve yapışkan ot (*Galium* spp.) verilebilir. Eğer bunun gibi yabancı ot tohumları selektör sayesinde hububat içerisinde alınmaz ise o tohumlar tohumlukla birlikte bir başka alana geçip orada problem olabilir. Bunun için de temiz tarla ya da bahçeden tohumluk alınmalıdır ya da sertifikalı tohumluk kullanılmalıdır. Ülkemizde tohumluk sertifikasyonunda tohumluk tarlasının kontrolünde hastalık, zararlı, yabancı otların bulunup bulunmadığı kontrol edilmekte ve uygun bulunan tohumlar için sertifikasyon işlemi gerçekleştirilmektedir.

Tuzak ve yakalayıcı bitkiler: Canavar otu gibi kök paraziti olan yabancı otların mücadelesinde canavar otunun çimlenmesi teşvik edip kendisine tutunmasını engelleyen tuzak bitkiler (keten gibi) veya kendisine tutunarak popülasyonunun azaltılmasını sağlayan yakalayıcı bitkiler (şalgam turpu, brokoli, kanola vb.) kullanılabilir.

Bitkinin tarımından vazgeçmek: Bazı durumlarda bitkideki hastalığın hiç bir ekonomik yolla mücadele olanağı kalmayabilir. Bu durumda belirli bir süre veya devamlı olarak o bitkinin tarımından vazgeçilir. Ülkemizde Patates Sığili Hastalığı, Patates ve Domateste Bakteriyel Solgunluk, Patates Kahverengi Çürüklüğü, Patates Halka Çürüklüğü ve Patates Kist Nematodları 25 ilimizde karantina tedbirleri kapsamında patates üretim yasağı uygulanmaktadır.

Alet-ekipman ve malzeme temizliğine dikkat edilmesi: Özellikle meyve ağaçlarında budama ve bakım işlemleri sırasında kullanılan aletlerin dezenfeksiyonu uygun şekilde yapılmadığında hastalık etmenleri bir ağaçtan diğer ağaca geçiş yapabilmektedir. Bu işlemler esnasında ağaçlar arasında geçiş yaparken kullanılan aletlerin dezenfeksiyon solüsyonuna batırılması gerekmektedir.



Ayrıca yabancı otların yayılmasında toprak işleme aletleri de etkili olabilmektedir. Bir tarladan diğer tarlaya geçiş sırasında da tarım alet makineleri ve hatta insanlar üzerinde bulunan toprakla bazı hastalık etmenleri ile yabancı ot tohumları yayılabilmektedir. Buralarda da temizliğe özen gösterilmesi hastalık ve yabancı otların yayılışını kısıtlamaktadır.

Biçer–döver artıklarında genellikle bol miktarda yabancı ot tohumu bulunmaktadır. Bu yolla yeniden tarlaya geçen yabancı ot tohumu miktarı, o tarladaki yabancı ot yoğunluğuna ve yabancı otların türüne bağlıdır. Bu nedenle biçerdöver artıklarının tarlada bırakılmaması önemlidir. Bu alet–makinenin bir alandan diğer alana geçişlerinde kesinlikle temizlenmeleri gerekmektedir.

7.3 Fiziksel Yöntemler

Tohum ve toprak kaynaklı patojenlerin, yabancı otların kontrolü ve hastalık yönetimi programları ile bütünleşme için kimyasal mücadeleye alternatif olarak fiziksel yöntemlerin kullanılmasına artan bir ilgi vardır. Genellikle kalıntı bırakmazlar veya çevreyi kirletmezler. Tohum uygulamasındaki bilimsel ilke, tohum materyalinde bulunan patojenin, dokular için öldürücü olmayan sıcaklıklarda seçici olarak etkisiz hale getirilmesi veya ortadan kaldırılmasıdır. Çok sayıda bitki patojeni yaşamını toprakta sürdürür, bu nedenle toprak birçok bitki patojeninin birincil inokulum kaynağıdır. Toprak uygulamaları, esas olarak topraktaki hastalık zararlı ve yabancı otları baskı altına almayı ve bitkinin büyümesi için toprağı 'güvenli' hale getirmeyi amaçlamaktadır.

Bu yöntemleri başlıca iki alt başlıkta toplayabiliriz:

- Mekanik Yöntemler
- Termik Yöntemler

7.3.1 Mekanik Yöntemler:

Yabancı otlar ile mücadelede elle yolma, çapalama, biçme, fırçalama gibi çok sık yapılan ve yapılması gereken bir işlemdir.

Bazı yabancı otlarla, içerisinde bulunduğu kültür bitkisinin değeri ve işgücü fiyatlarına bağlı olmak koşuluyla elle yolunarak mücadele edilmektedir. Genel olarak küçük tarım alanlarında bazı yabancı otlar elle yolunarak uzaklaştırılabilir. Bu işlem tarla sulandıktan 2–3 gün sonra rahat bir şekilde yapılabilir.

Elle yolma işlemi çoğunlukla toprak altı organlarının genellikle tekrar sürmesi söz konusu olmadığı için tek yıllık ve iki yıllık yabancı otların mücadelesinde etkili olmaktadır. Oysa çok yıllık yabancı



otları elle yolma ile sadece toprak üstü organları uzaklaştırılmakta, bitki uygun koşullarda toprak altı organlarından tekrar sürmektedir. Ancak bu işlemin sık sık tekrarlanmasıyla toprak altı organları zayıflatılarak öldürülebilmektedir.

Çapalama, bazı kültür bitkilerinin içindeki yabancı otların mücadelesinde uygulanan ekonomik ve etkili bir mücadele yöntemidir. Çapalama sadece yabancı ot mücadelesine yönelik yapılmamakta, aynı zamanda yağmurun toprakta tutulması, toprağın üst tabakalarının gevşetilmesi vs. amaçlarla yapılmaktadır. Çapalama genelde iki ve çok yıllık yabancı otların mücadelesinde uygulanmaktadır. Ancak yabancı otların toprak yüzeyine yakın olan kısmını kestiği için çok yıllık yabancı otların mücadelesinde fazla etkili olamamaktadır.

Biçme işlemi genellikle çok yıllık yabancı otların toprak altı organlarında birikmiş olan depo maddelerini boşaltmak, yabancı otların tohum vermelerini önlemek ve kültür bitkisi ile olan rekabetini azaltmak amacıyla yapılmaktadır. Yabancı otlar rekabetin başlamadığı dönemde ve tohum bağlamadan biçilmelidir. Biçme, yeniden büyümeyi beslemek için toprakaltı organlarından karbonhidrat göndermeye zorlandığında çok yıllık bitkilerin zayıflamasına neden olur.

Fırçalama, uygulamasında, traktörün hareketi ile dönen fırçalar değdiği yabancı otları toprak yüzeyinden keserek ölmesine veya toprak üstü aksamının aşınmasına neden olur. Bu mücadele yöntemi de tek ve iki yıllık yabancı otlara daha çok etkilidir.

7.3.2 Termik Yöntemler:

Zararlı ve hastalık etmeninin yok edilmesi ve veya uzaklaştırılması için başvuru olan ısıtma ile ilgili uygulamalardır.

Buharla toprak dezenfeksiyonu: Isıtılarak toprağın dezenfekte edilmesi ancak küçük alanlarda, örneğin seralarda ve fide yastıklarında uygulanmaktadır. Modern seralarda bu işlem daha çok sıcak buharla, bazılarında ise kuru sıcak hava ile gerçekleştirilmektedir. Toprağın sıcak buharla dezenfeksiyonu iki şekilde uygulanır. Birincisi buhar plastik örtü altından toprağa uygulanır ve buradan toprağa nüfuz ederse genellikle birkaç saat içinde 15–20 cm derinliğe kadar etkili sıcaklık (65–75 °C) düzeyine ulaşır. İkinci uygulama ise toprağa enjeksiyondur. Toprak altına yerleştirilen delikli borular ile uygulanır. Sıcak uygulaması hem zararlılar hem de hastalıklar için etkili ancak pahalı bir yöntemdir.

Tohumlarda termoterapi uygulaması: Bu yöntem sıcak su, kuru sıcak hava ve buhar–hava uygulamalarını içerir. Birçok bakteriyel, fungal ve hatta bazı viral etmenlerle bulaşık olan tohumlar,



sıcaklık uygulaması ile temizlenebilir. Sıcaklık uygulamasının esası, tohumların canlılığına zarar vermeden, içindeki veya üzerindeki patojenlerin sıcaklık uygulaması ile öldürülmesidir. Ancak dikkat, bilgi ve deneyim isteyen bir tekniktir. Burada bir taraftan patojeni öldüren sıcaklık derecesi, diğer taraftan da tohumun zarar görme derecesi dikkate alınır. Örneğin domates ve biberde TMV, tohumlar 78 °C (kuru sıcak hava) 2 gün bırakıldığında elimine edilmektedir. Kereviz Yanıklığı (*Septoria apiicola*) na karşıda 48–49 °C 30 dakika sıcak su uygulaması olumlu sonuç vermektedir. Tohum ve çoğaltım materyalini nematodlardan arındırmak için 45–47 °C sıcak suda 30–120 dakika tutulması iyi sonuç vermiştir. Ancak bu uygulamalar her tohum patojeni için etkili değildir (bezelye ve fasulye gibi büyük tohumların antraknoz gibi hastalıkları). Buhar–hava yöntemi ise pratikte sebzeler için pek uygun değildir ve ülkemiz için henüz uygulama alanı yoktur.

Yakma (Alevleme, anız yakma vb.): Yakma, özellikle yabancı otların 50–60 °C üzeri sıcaklıklara maruz bırakılması yoluyla (hücre proteinlerinin bozulması amacıyla) öldürülmesi için alev ve/veya kızılötesi ışınlar püskürten alet ve makinelerin kullanılması yoluyla yapılmaktadır. Bu yöntem daha çok demir ve karayollarının, sulama kanallarının kenarlarındaki ve sıraya ekilen kültür bitkilerindeki yabancı otlarla mücadelede uygulanmaktadır. Anız yakma ise topraktaki yararlı mikrobiyal faunayı da öldürdüğü için tavsiye edilmemektedir.

Güneş enerjisi ile toprağın ısıtılması (Solarizasyon): Yaz aylarında tavlı toprağın güneş ışınlarından yararlanılarak toprak yüzeyinin şeffaf plastik bir örtü ile kapatılarak ısıtılmasıdır. Toprak kaynaklı hastalık etmeni, nematod ve yabancı otları kontrol altına alabileceği gibi toprak verimliliğini de iyileştiren, hiçbir kalıntı riski taşımayan çevre dostu ve ekonomik bir toprak dezenfeksiyon yöntemidir. Solarizasyon sadece toprakta bulunan zararlı, hastalık etmenleri ve yabancı otları öldürmekle kalmaz, aynı zamanda bitki gelişmesine yardımcı olan ve onları hastalıklara karşı koruyan faydalı mikroorganizmaların toprakta çoğalmasını da katkı sağlar.

Uygulama Şekli

- a- Toprak 50–60 cm derinlikte tarla kapasitesinde olacak şekilde iyice sulanmalı.
- b- Tarla toprak işleme tavına geldiğinde pullukla en az 30–40 cm derinliğe kadar iyice işlenmeli. Toprak kesekleri kırıldıktan sonra toprak yüzeyi diskaro ve rotatiller yardımıyla iyice düzeltilir. Toprak tavını yetirdiği durumlarda su verebilmek için damla sulama boruları 30–40 cm arayla toprak yüzeyine yerleştirilir.
- c- Dikilecek ürüne göre toprak hazırlanmalı ve damlama boruları yerleştirilmeli ve toprak tavi kaçmadan hemen üzeri plastik örtü ile kapatılmalıdır.



d- Yüzey şeffaf plastik örtü ile kapatılırken plastik örtünün ek yerleri üst üste gelecek şekilde yerleştirilmeli ve açıkta toprak kalmamasına dikkat edilmelidir. Plastik örtü kenarları mutlaka toprakla kapatılarak havayla teması kesilmelidir.

e- Solarizasyon süresince toprak yüzeyi kurursa ve su verme ihtiyacı doğarsa sulama akşam çok geç veya sabah çok erken saatlerde damlama sulama çalıştırılmalıdır. Kesinlikle günün sıcak saatlerinde su verilmemelidir.

f- İyi bir solarizasyon için toprak en az 4–6 hafta süreyle kapatılmalıdır. Temmuz ve Ağustos'ta mümkün olduğu kadar uzun süre solarizasyon yapılmasıyla en iyi sonuç alınır.

g- Plastik örtü 0.1 mm kalınlıkta, güneş ışınlarına karşı dayanabilmesi için UV katkılı olmalıdır. Yırtık olmamak koşuluyla eski örtü naylon u da kullanılabilir.

Solarizasyon sonrası toprak işleme fazla derin yapıp ısıda etkilenmemiş dolayısıyla yeterince dezenfekte olmamış toprak yüzeye çıkarılmamalıdır. Bu uygulama *Macrophomina phaseolina* gibi bazı patojenler ve toprak (*Cyperus rotundus*) gibi çok yıllık yabancı otlara karşı arzu edilen sonuç alınamamaktadır.

7.4 Biyolojik Mücadele

Kimyasal mücadelenin çeşitli sakıncaları, bilim adamlarını bunun dışında önlemler almaya zorlamaktadır. Bu önlemlerin biri de Biyolojik Mücadeledir. Bitki hastalıklarının biyolojik kontrolü, bitki patojenlerinin popülasyonlarının canlı organizmalar tarafından bastırılmasıdır. Biyolojik mücadele aslında doğanın içinde mevcuttur. Bilindiği gibi ekosistemlerde tüm canlılar birbiri ile karşılıklı ilişki ve etkileşim içindedirler. Doğada mikroorganizmalar farklı mikro habitatlarda bulunabilirler, ya da aynı habitat içinde farklı alanları işgal edebilirler. Bitki hastalıkları ile biyolojik mücadele de genellikle bitkinin yakın çevresinde (rizosfer ve filosfer) bulunan ve hastalık etmenleri ile antagonistik ilişki içinde bulunan mikroorganizlardan yararlanılmaktadır. Bu amaçla genellikle bir fungus, bakteri veya virüs ya da bunların bir karışımının bitkiye veya toprağa uygulanmasıyla hastalığın bastırılmasıdır. Biyolojik kontrol ajanı (BKA), bitkinin patojen tarafından enfeksiyona uğramasını veya bitkide patojenin yerleşmesini engelleme görevi görür. BKA kullanmanın temel avantajı, bir patojen için oldukça spesifik olmaları ve dolayısıyla hedef olmayan türler için zararsız kabul edilmeleridir. Biyolojik kontrol aslında doğada patojen popülasyonların diğer organizmalar tarafından tamamen veya kısmen yok edilmesi rutin olarak gerçekleşir. Biyokontrol ajanı olarak kullanılan bu mikro organizmaların pek çok etki mekanizması vardır. Bunlar;



1- Direkt antagonistik ilişkiler

a) Hiperparazitizm

Bir organizmanın diğerin üzerinde yaşaması, yani parazit bir mikroorganizmayı parazitleyen bir başka mikroorganizmayı tanımlamak için kullanılır *Gliocladium spp.* $\times$ *Botrytis allii*, Hipovirulens; virulent bir patojen ve onunla akraba daha az virulent bireyler arasındaki ilişki sonucu virulensliğin düşürülmesi sonucudur. En önemli örneği ABD ve Avrupa'da kestane popülasyonlarına zarar veren Kestane Kanseri patojeni *Cryphonectria parasitica*'dır. Virüsle enfekte olmuş hipovirulent ırkların hastalandırma yeteneği düşüktür. Bu ırkların enfekte kestane ağaçlarındaki kanser dokularının kenarına uygulanması ile hifsel anastomozis yoluyla hipovirulent ırklardan virulent ırklara mikovirus transfer olur ve böylece hastalandırma yeteneği yüksek olan ırk hipovirulente dönüşür ve hastalandırma yeteneğinin zayıflaması sonucu hastalık düzeyi azalır ve iyileşme görülür.

2- Çoklu etkileşimler

a) Antibiyotik oluşumu

Bir organizmanın salgıladığı antibiyotiklerle diğerinin gelişmesinin engellenmesi (*Trichoderma spp.* $\times$ *Rhizoctonia solani*'ye karşı),

b) Litik enzim üretimi (selülaz, kitinaz, proteaz)

c) Zararlı atık madde üretimi (amonyak, hidrojen cyanide, karbon dioksit)

d) Fiziksel ve kimyasal etkileşim (karşılıklı haberleşmeyi engelleme)

3- İndirekt antagonistik ilişkiler

a) Rekabet (kompetisyon)

Besin maddeleri için (örneğin; demir için rekabet [siderofor], *Fusarium* türlerine Fluoresan Pseudomonasların kullanılması) ya da yer için (örneğin; yere dökülen elma yapraklarında *Venturia inaequali* inokulumunu azaltmak için *Alternaria* gibi saprofit fungusların kullanılması) rekabet örnekleri verilebilir.

b) Konukçu bitki dayanıklılığının teşvik edilmesi olarak özetlenebilir.

Uyarılmış dayanıklılık; Fluoresan Pseudomonas cinsi bakteriler bitki gelişimini de teşvik etme özelliğindedirler. Bu tür bakteriler bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR)



Çapraz Korunma; Bitkiye uygulanan antagonist organizma, konukçu dokusunda patojen organizmanın gelişimini antibiyozis, rekabet, parazitizm gibi mekanizmalardan birisi veya bunların kombinasyonu ile önlemesidir (Citrus tristeza virusunun virulent ırkını önlemek için CTV'nin ılımlı bir ırkı ile turunçgillerin inokulasyonu).

Bitki hastalıkları ile biyolojik mücadelede pratikte kullanılan pek çok biyokontrol ajanı yukarıda sözü edilen etki mekanizmalarından en az birini kullanarak patojeni etkisi altına almaktadır.

Yabancı otlarla biyolojik mücadelede böcekler, funguslar (klasik veya mikoherbisit şeklinde), bakteriler, balıklar, suda yaşayan memeliler ve omurgalı hayvanlar yabancı otların kendilerine ya da tohumlarına zarar vermek suretiyle kullanılabilir. *Phytomyza orobanchia*'nın larvaları canavarotunun tohum ve gövde dokuları içinde beslenerek zarar yapmaktadır. Bu sineğin *Orobanche crenata* Forsk.'nın tohum kapsüllerinde %94 oranında zarar yaptığı belirlenmiştir.

Avustralya'da buğday tarlalarında ciddi problem oluşturan *Chondrilla juncea* L.'nin kontrolünde, *Puccinia chondrillina*'nın kullanılmasıdır. Bakterilere örnek olarak farklı kaynaklardan elde edilen farklı *Pseudomonas fluorescens* ırklarının birçok dar ve geniş yapraklı yabancı otun çimlenmesini engellediği belirlenmiştir.

Biyolojik mücadelenin birçok avantajı vardır:

- a. Doğal dengenin korunmasına yardım eder.
- b. Çevre ve insan sağlığına olumsuz etkisi yoktur.
- c. İlaçlara karşı oluşan dayanıklılık sorunu söz konusu değildir.
- d. Daha kalıcı çözümler sağlar
- e. Organik tarımda kullanılabilir.
- f. Diğer savaş yöntemlerinden zaman zaman daha ekonomik olabilir.

Bitki hastalıkları ile biyolojik mücadelede pratikte kullanılan pek çok biyokontrol ajanı yukarıda sözü edilen etki mekanizmalarından en az birini kullanarak patojeni etkisi altına almaktadır. Örneğin kestane sorunu olan en önemli hastalıklardan biri olan Kestane Kanseri etmeni *Cryphonectria parasitica* bir hipovirus ile pek çok ülkede kestane kanserine karşı mücadele yapılabilmektedir. Yine ticari preparatı mevcut olan antagonistik fungus *Trichoderma* pek çok fungal bitki patojenine karşı kullanılmakta olup bu yararlı fungus etki mekanizması olarak parazitizm, antibiyotik oluşumu, litik enzim oluşumu, kolonizasyon üstünlüğü gibi pek çok etki mekanizmasına sahiptir. Diğer bir örnek de yine ticari preparatı bulunan *Bacillus subtilis* bakterisinin seçilmiş bir ırkının pek çok bakteriyel



ve fungal patojene karşı kullanılmasıdır. Bu bakteri antibiyotik oluşumu yanısıra, litik enzim oluşumu, alan rekabeti gibi pek çok etki mekanizmasına sahiptir.

Allelopati: Çoğu kaynakta biyolojik mücadele başlığı altında incelenmeyen allelopati, bir organizmanın ürettiği biyokimyasalların diğer organizmaların büyümesi, hayatta kalması, gelişimi ve üremesini etkilemesi anlamına gelen biyolojik bir olaydır. Yabancı otlar kısmında ayrıntılarına değinilen allelopatiden organik malç, örtücü bitki, ekim nöbeti, karışık ekim, yeşil gübre ve allelopatik bitkilerden çıkartılan bitkisel ekstraktların kullanımı şeklinde yararlanılabilmektedir.

7.5 Kimyasal Mücadele

Bitki hastalıklarına karşı mücadelede kimyasal maddelerin kullanımı yeni değildir. 17. yüzyılda buğday tohumlarını sürme hastalığından temizlemek için tuzlu suya bandırılması bilinmektedir. 1882 yılında Bordo bulamacı bulunduğundan sonra hastalık mücadelesinde yeni bir çığır açılmıştır. İkinci Dünya Savaşından sonra büyük firmalar yeni ilaçlar bulmak için geniş ölçüde çalışmalara girmişlerdir.

Kimyasal maddeler (tarımsal ilaçlar, bitki koruma ürünleri: <https://bku.tarimorman.gov.tr/Arama/Index?csrc=7293103663484193314>) kullanılarak zararlıların etkinliklerinin azalmasına veya yok edilmesine kimyasal mücadele denir. Zamanımızda en çok kullanılan ve belki yan etkileri göz önünde tutulmazsa başarıya en çok ulaşılan yöntemdir. Ancak kimyasal mücadelede kullanılan pestisitlerin insan sağlığı, çevre sağlığı ve doğal dengeye yan etkileri dikkate alındığında bunların denetim altında, uygun zamanda ve metoduna göre kullanılma zorunluluğu bulunmaktadır.

7.5.1 Pestisitlerin Sınıflandırılması

Pestisitler değişik özelliklerine göre sınıflandırılırlar. Bunlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Etkiledikleri Canlı Gruplarına Göre

- İnsektisit (Böcekleri öldüren)
- Akarisit (Akarları öldüren)
- Nematisit (Nematodları öldüren)
- Mollusisit (Yumuşakçaları öldüren)
- Rodentisit (Kemirgenleri öldüren)
- Avisit (Kuşları öldüren)
- Afisit (Yaprak bitlerini öldüren)
- Fungisit (Fungusları öldüren)



- Bakterisit (Bakterileri öldüren)
- Herbisit (Yabancı Otları öldüren)
- Algisit (Algleri öldüren)

Tarım ilaçları bu sınıflandırmaların dışında etkili madde grubuna göre de sınıflandırılmaktadır.

Formülasyonlarına Göre

- Toz İlaçlar (Dust)
- Islanabilir tozlar (W.P)
- Eriyebilir tozlar (S.P.)
- Emülsiyon konsantre (E.C)
- Likit (L)
- Likit konsantre (L.C)
- Akışkanlar (F)
- Akışkan konsantre (F.C)
- Ultra low volume (U.L.V)
- Gaz ilaçlar
- Aerosol şeklinde sınıflandırılır.

Bu temel formülasyonların dışında son yıllarda geliştirilen farklı formülasyonlar da bulunmaktadır.

Bir pesitisitin formülasyonunda etkili maddenin dışında onun etkililiğini arttıran, ikaz ve koruyucu gibi birtakım maddeler de vardır. Bunlar;

- Dolgu Maddesi
- Çözücüler
- Yapıştırıcılar
- Yayıcılar
- Emülgatörler
- Koruyucu kolloidler ve dispersiyon maddeler
- Stabilizatörler
- İkaz maddeleridir.

Genellikle bitkideki taşınma ve etki mekanizmasına göre fungusitler,

A) Konvensiyonel fungusitler

B) Sistemik fungusitler olarak iki ana kola ayrılırlar

1. Konvensiyonel Fungisitler/ Koruyucu fungusitler (Protektant):

Enfeksiyondan önce uygulanan ve yalnızca koruyucu etkili olup, yeni oluşacak enfeksiyonları önleyen ilaçlardır. Örneğin: Bakırlı fungusitler, kükürt, Ziram, Maneb vd. gibi



2. Sistemik Etkili Fungisitler:

Bitki tarafından alınan, taşınan ve taşındığı yerde fungistatik etki gösteren fungusitlere sistemik etkili fungusitler denir.

Sistemik fungusitlerin bitki içerisinde taşınması; translaminar, mesosistemik, aşağıdan yukarı, yukardan aşağı veya çift yönlü hem aşağıdan yukarı, hem yukarıdan aşağı gibi gruplandırılabilir. Taşınma özellikleri gösterirler. Bitkide aşağıdan yukarı taşıma ksilem ile yukarıdan aşağı taşıma ise floem ile gerçekleşir. Fakat floemde taşıma için metabolik enerji gerekmektedir. Bitki sadece kendi ürünlerine metabolik enerji verdiği için, yukardan aşağı taşıma oldukça güçtür. Örneğin; Thiabendazole, Tebuconazole vd.

7.5.2 Kimyasal Mücadele Yöntemleri

Yeşil aksam ilaçlaması: Yaprak hastalıklarına karşı yeşil aksam ilaçlama tekniği uygulanır. Yapraklar ve sapın bütün yüzeyi ilaçlı su ile ıslanacak şekilde kaplama ilaçlama yapılmalıdır. Gerekli miktar ilaç, yarısına kadar su doldurulmuş ilaçlama aleti deposuna konur. Gerekli miktar su karıştırılarak ilave edilir. Hazırlanan bu karışım havanın serin ve sakin olduğu zamanlarda bitkilerin her tarafını kaplayacak şekilde püskürtülür.

Tohum ilaçlaması: Tohumla taşınan hastalıklarla mücadelede en etkin yol tohumun ilaçlanmasıdır. Tohumlar ekim öncesi önerilen tohum ilaçlarından herhangi biri ile metoduna uygun olarak ilaçlanırlar.

Tohum ilaçlanmasında, tohumluğun önerilen dozda ilaçlanması ve her bir tohumluğun ilaçla tamamen kaplanması gerekir. Şayet doz önerilenin altında uygulanmışsa ilaçlamanın başarısı azalır, üzerindeyse tohumluğun çimlenme ve çıkma gücü zarar (fitotoksosite) görür. Ayrıca kullanılmakta olan ilaçlar, tohum üzerindeki spora temas yoluyla etki yaptıklarından her bir tohumun bütün yüzeyi ilaçla kaplanmamışsa ilaçlamaya rağmen hastalık çıkabilir. Bu amaca ulaşmak için tohumluk ya ilaçlama aygıtı bulunan selektörlerde ya da ilaçlama bidonlarında ilaçlanmalıdır.

Tohumluğun ilaçlandıktan sonra hemen ekilmeyip bekletilmesi, gerekirse kuru ve serin bir yerde saklanmasına dikkat edilmelidir. Tohumluğun çimlenme ve çıkma gücüne aynı zamanda hastalıktan koruyucu etkisine zararlı olmayan bekleme süreleri ilacın özelliğine, depolama koşullarına göre değişir. Tohumluğun nem oranı yükseldikçe fitotoksosite oranı da artmaktadır.



7.5.3 Toprak Kaynaklı Hastalıklarla Kimyasal Mücadele

Damla Sulama İlaçlaması: Önce bitkilerin kök bölgelerini ıslatacak şekilde yaklaşık 5–6 dakika damlama sulama sistemi çalıştırılır. Daha sonra gereken miktar ilaç (100 ml/da dozda) bir tank içinde karıştırılarak birkaç dakika içinde sisteme verilir. Damlama sistemi 5–6 dakika daha çalıştırılarak ilaçlı mahlulün bitkilerin kök derinliğine ulaşması sağlanır.

Fumigasyon: Topraktaki hastalık etmeni, zararlı ve yabancı otları öldürebilmek ya da toprağı dezenfekte etmek amacıyla toprağı kimyasal madde uygulamaya toprak fumigasyonu denir. Bu amaçla kullanılan kimyasal maddelere de fumigant adı verilir. Diğer bir ifadeyle granül veya sıvı halden gaz haline geçebilen ve toprak dezenfeksiyonu amacıyla kullanılan kimyasallara fumigant denir. Fumigantlar, düşük sıcaklıklarda (4.4 °C) gaz haline geçen düşük molekül ağırlıklı uçucu moleküllerdir. Fumigantlar; böcekler, nematodlar, bitki patojenleri ve yabancı otları kontrol etmek için sera ve tarlada yetiştirilen tarım ürünlerinde, depolanan gıda maddelerinde ve gıda maddesi işleyen fabrikalar ve depolarda kullanılmaktadır. Fumigantın etkili olabilmesi için toprak içinde iyi bir dağılım göstermesi, sıvı yapı buhar haline geçmeden gerekli bölgelere sızması gerekmektedir. Fumigantın toprak içindeki hareketi öncelikle diffüzyon yolu ile olur. Hava bulunan topraklarda diffüzyon çabuk, su ile kaplı olanlarda ise engellenir. Türkiye’de kullanılan bazı fumigantlar ve uygulanma şekli:

Metam sodium: Toprak kaynaklı hastalık etmeni, nematod ve yabancı otlara etkili olabilen geniş spektrumlu sıvı formülasyonda bir toprak fumigantıdır. Sulama sistemiyle kolaylıkla toprağı uygulanabilir. Çilek ekim alanlarında uygulanışı:

- Tarla ilaç uygulamasından en az 15 gün önce 30–40 cm derinlikte iyice işlenmeli ve tarla kapasitesinde olacak şekilde iyice sulanmalıdır. Toprak tava gelince masuralar oluşturulup damlama sulama boruları döşenir.
- Toprak yüzeyi 0.1 mm kalınlığında plastik örtü ile kaplanır ve örtü kenarları toprakla sıkıca kapatılır. Toprak suya doyuncaya kadar damlama sulama sistemi çalıştırılır.
- Toprak suya doyduktan sonra fumigant damlama sulama sistemiyle veya uygun bir ekipman ile önerilen dozda toprağı uygulanır. 10–14 gün sonra plastik örtü kaldırılır.
- Solarizasyon için yeterli zamanı olmayan üreticiler 15 günlük sırta solarizasyon ve yarı dozda metam sodium uygulayabilir.



Dazomet: Toprak kaynaklı hastalık etmeni, nematod ve yabancı otlara karşı kullanılan, nemli toprakta sıcaklıkla gaz haline geçerek etkili olan ülkemizde Basamid adıyla ruhsatlı granül formda bir toprak dezenfektanıdır.

- Tarla ilaç uygulamasından en az 15 gün önce 30–40 cm derinlikte iyice işlenir ve tarla kapasitesinde olacak şekilde sulanır.
- Toprak tava gelince ilaç önerilen dozda bir aletle toprağa uygulanır. İlaçlamadan hemen sonra toprak rotavatör ile 15 cm derinliğe kadar iyice karıştırılır.
- İlaç uygulamasından sonra toprak yüzeyi 0.1 mm kalınlıkta plastik örtü ile kaplanıp örtü kenarları toprakla sıkıca kapatılır.
- 10–14 gün sonra plastik örtü kaldırılır.

Methyl bromide: Toprak fumigasyonunda kullanımı yasaklandı.

Yabancı Otlarla Kimyasal Mücadele: Kimyasal mücadelede diğer fitopatojenlerden farklı olarak herbisit uygulamaları 3 farklı dönemde yapılır.

- Ekim–Dikim Öncesi: Kültür bitkisinin ekiminden/dikiminden önce toprağa yapılan uygulamadır.
- Çıkış Öncesi: Kültür bitkisi ekimi/dikiminden sonra, kültür bitkisi ve/veya yabancı otlar toprak yüzeyine çıkmadan önce toprağa yapılan uygulamadır.
- Çıkış Sonrası: Yabancı otlar çıkış yaptıktan sonra yapılan uygulamadır.

Herbisitler farklı şekillerde sınıflandırılabilirler.

Bitki İçerisinde Taşınma ve Hareketlerine Göre;

- Kontakt herbisitler (Örneğin; diquat dibromide): Bitkinin temas ettiği kısımlarını öldüren herbisitlerdir.
- Sistemik herbisitler (Örneğin; glyphosate): Bitkinin kökleri veya yaprakları tarafından absorbe edilerek diğer kısımlarına bitkinin vasküler sistemi tarafından taşınan herbisitlerdir.

Seçiciliklerine Göre;

- Selektif herbisitler (Örneğin; fluazifop–p–butyl): Bazı yabancı otları kontrol ederken kültür bitkilerine zarar vermeyen herbisitlerdir.



- Total herbisitler (Örneğin; glyphosate): Uygulandıkları tüm bitkileri öldürebilen herbisitlerdir.

Parazit Yabancı Otların Mücadelesi

Canavar Otu (*Orobancha* spp.) Mücadelesi

Yetiştirdiğimiz kültür bitkisi türüne göre canavar otunun türü de değişmektedir. Mücadelede:

- a- Temiz tohum ya da fide kullanılmalıdır.
- b- Çiçek oluşturmada elle toplanmalıdır.
- c- Mümkünse geç ekim yapılmalıdır. Geç ekimden dolayı ürün azalmasından sakınmak için erken olgunlaşan çeşitlerin kullanılması gereklidir.
- d- Tuzak ve yakalayıcı bitkiler ekilmelidir.
- e- Ekim Nöbeti: Canavar otu tohumlarının 10 yıldan fazla çimlenme yeteneklerini korumaları nedeniyle ürün rotasyonu çok az öneme sahiptir.
- f- Derin sürüm yapılmalıdır. Toprağın en alt katmanına (20–45 cm) derin sürüm yaparak canavar otu tohumlarını gömmek bu yabancı otun bulaşıklığını azaltır.
- g- Dayanıklı çeşitler ekilmelidir. Özellikle ayçiçeği tarımında uygulanabilen bir yöntemdir.
- h- Çimlenme stimulantları kullanılmalıdır. Herhangi bir bitki olmadan uygulanan çimlenme stimulantları sayesinde canavar otunun dormansisi kırılıp bu yabancı ot ile mücadele edilebilir.
- ı- Küçük alanlarda toprak fumigasyonu yapılabilir. Bu işlem bitkinin ekim ya da dikiminden belli bir süre önce yapılır. Çeşitli fumigantlar kullanılabilir.
- j- Küçük alanlarda solarizasyon yapılmalıdır.
- k- *Phytomyza orobanchia* adlı böcek ve *Fusarium* spp. adlı fungusla da biyolojik mücadelesinin yapıldığı belirtilmektedir. Ayrıca entegre kontrol sistemi çalışmaları da yürütülmektedir.

Küsküt (*Cuscuta* spp.) Mücadelesi

- a- İçerisinde küsküt tohumu bulunan herhangi bir bitkinin tohumluğu kesinlikle ekilmemeli ve kullanılan tohumluk mutlaka temiz olmalıdır



- b- Küskütle bulaşık bir tarladan herhangi bir tarım alet ve makinesi bulaşık olmayan yere götürüleceği zaman aletin herhangi bir kısmında küsküt tohumu ya da gövde parçasını taşımadığına emin olmak için iyice temizlendikten sonra kullanılmalıdır
- c- İçerisinde küsküt tohumu bulunduğu bilinen yonca samanı hayvanlara yedirilmeden imha edilmelidir
- d- Herhangi bir şekilde küsküt tohumu bulaşığı endişesi bulunan gübre temiz tarlalara verilmemelidir
- e- Sulama sularıya taşınacağı düşünülerek kanal etrafındaki küskütler tohum bağlamadan yok edilmelidir.
- f- Küskütle bulaşık olan tarlada konukçusu olmayan kültür bitkisi yetiştirilmelidir
- g- Kültür bitkisi ile birlikte küskütün biçilip yakılma işlemidir.
- h- Küçük alan ise toprak dezenfeksiyonu yapılmalıdır.

Dezenfeksiyon 2 şekilde yapılmaktadır.

- Fumigasyon (Genel mücadele yöntemlerinde belirtildiği gibi).
- Solarizasyon (Genel mücadele yöntemlerinde belirtildiği gibi).

ı- Kimyasal mücadele yapılabilir. <https://bku.tarimorman.gov.tr/> web adresinde farklı kültür bitkilerinde küsküt mücadelesi için kullanılabilecek herbisitler yer almaktadır.

Ökse Otu (*Viscum album*) Mücadelesi

Ağaçların dal ve gövdesindeki ökse otu meyvesi oluşmadan önce parazitlediği alanın 30 cm altından kesilmelidir. Pratikte kullanılabilir bir kimyasal mücadele yöntemi bulunmamaktadır.

7.5.4 İlaçlama Hataları

Pestisitlerin kullanılması sırasında birçok hata yapılır. Bunlar pestisitinin seçiminde olabileceği gibi, hazırlanması ve kullanılması sırasında da olabilir.

- Kullanılacağı üründe tavsiyesinin olup olmadığı göz ardı edilerek en etkili pestisitinin seçimi ve dolayısıyla sebze veya meyvede tavsiyesi olmayan pestisitlerin de kullanılması.
- Sadece hedef alınan organizma ya da zararlıya etkili selektif pestisitlerin seçilmemesi.



- Hasattan hemen önce ilaçlama yapılacaksa bekleme süresi göz önüne alınarak seçim yapılmaması.
- Akut ve kronik toksisite hakkında bayilerin ve üreticinin bilinçli olmaması.

7.5.5 İnsan ve Çevre Sağlığı Yönünden Alınması Gereken Önlemler:

1. İlaçlı tohumlar kesinlikle insan gıdası ve hayvan yemi olarak kullanılmamalı, böyle tohumları yıkamakla da ilacın tamamen temizlenemeyeceği unutulmamalı.
2. Tohum ilaçları ve ilaçlı buğdaylar insanların oturmadığı, kapalı yerlerde saklanmalı, evlere, ahırlara, insan ve hayvan yiyecek ve içeceklerinin bulunduğu yerlere konulmamalı, açık yerlere asla bırakılmamalı.
3. Tohum ilaçlamaları esnasında ilaç tozlarının yere dökülmemesine, etrafa dağılmamasına, çevrede ilaç artığının kalmamasına dikkat edilmeli.
4. İlaçlama işinde sağlıklı insanlar çalıştırılmalı, hastalıklı, ellerinde çatlak ve yara olanlar ilaçlama işine sokulmamalı.
5. İlaç zehirlenmelerine karşı, ilaçlama işinde çalışanlar ağız ve burunlarını iyice kapamalı, gözlerini korumalı, mümkünse maske lastik eldiven kullanılmalı
6. Gerek ilaçlama yapıldıktan sonra gerekse ilaçlı tohumların ekiminden sonra, yüz ve eller sabunlu su ile iyice yıkanmalı, iş elbiseleri değiştirilmeli ve bu elbiseler yıkanıp temizlenmelidir.
7. İlaçlama esnasında ve ilaçlı tohumların tarlaya atılması sırasında hiçbir şey yenilip içilmemeli, sigara kullanılmamalı, işler bittikten sonra eller yıkanıp temizlenmeden yiyeceklere el sürülmemeli.
8. İlaçlar kendi orijinal ambalajlarından başka kaplara konulmamalı, yine ilaç artıkları kendi kaplarından başka yere boşaltılmamalı.
9. Her türlü ilaç kapları, ilaç torba ve paketleri dikkatsizce çevreye atılmamalı, kesinlikle başka amaçlar için kullanılmamalı ve çocukların ellerine verilmemeli,
10. İlaçlama işlerinde kullanılan ölçü kapları, boş kutular, karıştırmada kullanılan sopa, fıçı, teneke vs. gibi kaplar ilaçlı tohumların konduğu çuval ve torbalar sıcak sodalı sabunlu su ile iyice yıkanmalı ve ev malzemesi olarak kesinlikle kullanılmamalı, çuvalara yemeklik tahıl ve diğer yiyecek maddeleri konulmamalıdır.



11. İlaçlı tohum artıkları yerlere, balıkların zehirlenebileceği göl ve derelere atılmamalı, hayvanlara yedirmemelidir.

12. İlaçlama sırasında veya ilaçlama işlerinden sonra herhangi bir rahatsızlık hissedilirse hemen bir doktora gidilmelidir.

7.6 Entegre Mücadele

Hastalık, zararlı ve yabancı otların çevre ile ilişkilerini dikkate alarak tüm mücadele metotlarının birbiriyle uyumlu bir şekilde kullanılan yönetim sistemidir.

Entegre Mücadelenin Prensipleri

Hastalık, zararlı ve yabancı ot gelişimi düzenli aralıklarla kontrol edilir. Hastalık, zararlı ve yabancı ot mücadeleleri ayrı ayrı değil, hepsi birlikte ve birbirini tamamlayacak şekilde planlanır. Hastalık, zararlı ve yabancı otların tamamen ortadan kaldırılması değil, Ekonomik Zarar Eşiğinin altında tutulması hedeflenir. Entegre mücadele programları en çok zarar yapan, hastalık, zararlı ve yabancı otun mücadelesi üzerine planlanır fakat diğer zararlılar da göz ardı edilmez. Doğal düşmanların korunması ve çoğalmalarını sağlayacak önlemler alınır. Zorunlu olmadıkça kimyasal mücadeleye başvurulmadan diğer yöntemlerle sorun çözülmeye çalışılır. Kimyasal mücadele zorunlu ise, çevre dostu ve seçici ilaçlar uygun alet ile, etkili en düşük dozda ve en uygun zamanda uygulanır.

Yararları

- Sürdürülebilir üretimi sağlar,
- Dış ticarete istikrarı sağlar ve üreticilerin olası gelir kaybını önler,
- Kaliteli ve ilaç kalıntı riski az olan ürün elde etmeyi sağlar,
- İnsan sağlığı ve çevrenin korunmasını sağlar,
- Mücadele maliyetlerini azaltır,
- Gereksiz ilaçlamaların önlenmesi nedeniyle, ilaçlama sayısı azalacağından, hem insan ve hayvanlarda oluşabilecek zehirlenme riski, hem de mücadele masrafları azalır.