

## BİTKİ VİRUSLARININ YAYILIŞLARI VE TAŞINMASI

M.Timur MOMOL\*

Semih ERKAN\*\*

### ÖZET

Bitkilerde hastalık oluşturan viruslar, kendilerine özgü olan yayılma ve taşınma yollarına sahiptirler. Patojen ile konukçusunun bir araya gelebilmesi için, her ikisinden birisinin hareket edebilme özelliğinin olması zorunludur. Bitki viruslarından çok azı konukçularından ayrı olarak canlılıklarını devam ettirebilmektedir. Bu nedenle, bazı yayılma ve taşınma yollarının yardımı olmaksızın, virusların bitki topluluklarına ulaşmaları ve yerleşebilmeleri için sınırlı imkanlar mevcuttur. Bu makalede, bitki viruslarının yayılma ve taşınma yönünden yaygın olarak kullandıkları yollar, örnekler verilerek incelenmiştir.

### GİRİŞ

Bitkilerde hastalık oluşturan viral etmenlerin hemen hepsi zorunlu parazitler olup, yalnızca çok az sayıda virus canlı dokular dışında belirli bir süre yaşamını devam ettirebilmektedir. Bu nedenle, bitki viruslarının kendilerine özgü yayılma ve taşınma yolları bulunmaktadır. Genel olarak bitkileri etkileyen virusların konukçularına ulaşması ve yara almamış dokulardan bitkilere girmeleri güçtür. Bu durum nedeni ile, fitopatojen virusların yayılışlarında ve taşınmasında, özellikle vektörler önemli role sahiptirler. Ayrıca, bazı virusların vektörleri içinde çoğalabilme ve enfeksiyöz olma yeteneklerini de korumaları, epidemiyolojik açıdan önem taşımaktadır. Hastalıkların bir üretim sezonundan diğerine iletilmesinde, hedef olan konukçuların bulunmasında ve belirli mesafeleri geçmelerinde vektörler virusların en büyük yardımcı olan elemanlardır (Thresh, 1978 ve 1985).

Bitkilerde virus hastalıklarını kontrol edebilmek için kesin sonuç veren önlemler sınırlı sayıdadır. Ekonomik öneme sahip olan bitkilerde, virus hastalıklarını kontrol altına alabilmek için, onların yayılma ve taşınma yollarını incelemek ve detayları ile ortaya çıkarmak, kuşkusuz büyük yararlar sağlayabilecektir.

---

\* Doç.Dr., Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi,  
Bitki Koruma Bölümü.

\*\* Doç.Dr., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü.

Bu derlemede, özellikle bitkilerde virusların yayılma ve taşınma yolları konusunda, örnekler de verilerek, özet bilgiler takdim edilmektedir.

## BİTKİ VİRUS HASTALIKLARININ YAYILMA VE TAŞINMA YOLLARI

Virus hastalıklarının yayılma ve taşınmaları, konukçu bitkilerin miktarları ve dağılımlarının yanı sıra, bu bitkilerin duyarlılık düzeyleri, büyüklükleri, yaşam süreçleri ve inokulum kaynağı olarak etkililiklerine büyük ölçüde bağlıdır.

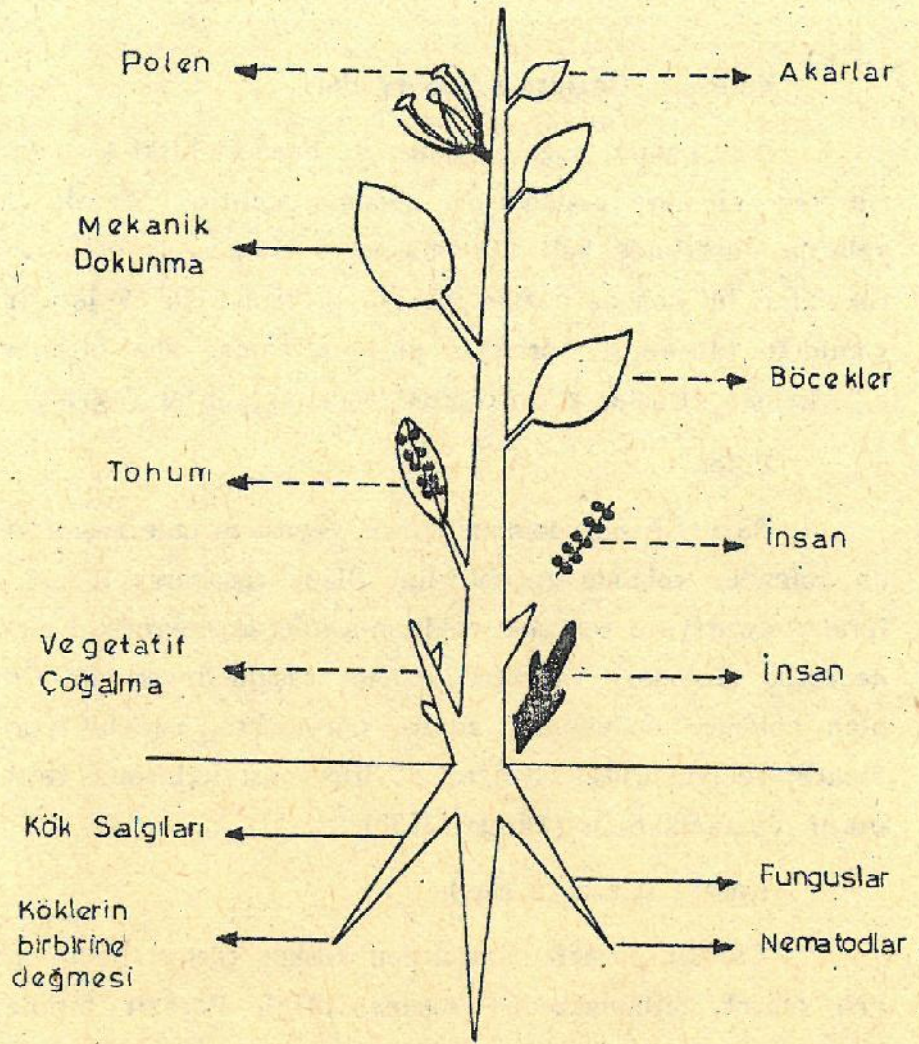
Yapılan araştırmalar, bitkilerde hastalık oluşturan virusların Şekil 1'de gösterilen taşınma ve yayılma yollarına sahip olduklarını ortaya koymuştur.

Aşağıda Şekil 1'de görülen taşınma ve yayılma yolları hakkında özet olan bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

### Mekanik Temas (=Dokunma)

Bazı önemli virus ve viroidler mekanik temas yolu ile hastalıklı bitkilerden sağlıklı bitlere bulaşmaktadır. Dokunma, sürtme, kök salgıları, köklerin birbirine değmesi ve kültürel önlemler mekanik taşınma için birer araç sayılabilirler. Bu yolla taşınan viruslar stabildir ve bitkileri enfekte edebilme yetenekleri oldukça yüksektir.

Patates x virusu (PVX) ve turuncgillerdeki exocortis viroidi, dokunma, kuru dal alma ve bazı kültürel işlemler yoluyla kolaylıkla yayılmaya neden olmaktadır. Seralarda kültürel önlemlerin ve yakın dikimin yapıldığı domates, biber, hıyar ve karanfil gibi bitkilerde, mekanik yolla taşınan viruslar sorun yaratmaktadırlar. Tütün mozayik virus (TMV) domateste koltuk alma işlemiyle hızlı bir yayılma gösterebilmektedir. Mekanik yolla taşınma genelde virusların kısa mesafelerde taşınmasında etkili olurlar (Şekil 1). Arpa çizgili mozayik virusu (BSMV) (Barley Stripe Mosaic Virus) sonbahar ekimlerinde, ilkbahar ekimine kıyasla daha az yayılma göstermiştir. Buna neden olarak, sıcaklığın yüksek olması ve ilkbahardaki bitkilerdeki hızlı büyümenin neden olabileceği gösterilmektedir (Slack et al., 1975). Mekanik yolla taşınan viruslarda, örneğin BSMV ve domates mozayik virusunda,



Şekil 1. Bitki viruslarının önemli taşınma ve yayılma yolları (Thresh, 1985).

( ————— kısa ————— uzak ve kısa mesafeler )

tohumla taşınma da olmaktadır. Bu mekanizma belkide, mekanik taşınmanın neden olduğu dezavantajı ortadan kaldırmakta, bu virusların uzak mesafelere taşınabilmesine olanak sağlamaktadır (Thresh, 1985).

### Tohum

Viruslar, tohum yoluyla, doğal olan yollardan katedemeyecekleri kadar uzak mesafelere, yeni bölgelere taşınma olanağını, insanların yardımıyla bulmaktadırlar. Böylelikle yeni inokulum kaynakları oluşmakta, izolasyonun, ekim rotasyonun diğer sanitasyon tedbirlerinin etkililikleri azalmaktadır (Thresh, 1983). Kabak mozayik virusu, tütün halka leke virusu ve BSMV tohum yoluyla etkili olan viruslar olarak bilinirler.

## Vejetatif ođaltma Materyalleri

Aşı, kalem, soğan, yumru ve benzeri bitki kısımlarıyla, virusların yeni alanlara taşınmasına neden olabilirler. Virusla bulaşık materyallerin, üretimde kullanılmamasına özen gösterilmelidir. Doku kültürü teknikleri bu konuda çözüm olarak görülmektedir. Vejetatif çoğaltmanın yapıldığı bitkilerde, örneğin patates, muz, süs bitkileri ve meyve ağaçlarında viruslar etkin olarak taşınmaktadırlar (Agrios, 1978).

### Polen

Bazı viruslar polenin içinde veya üzerinde taşınırlar ve bazıları da polenden tohuma geçebilirler. Black raspberry latent, erik cüceliği (prune dwarf) ve taş çekirdekli meyvelerde nekrotik halka leke (prunus necrotic ringspot) virusları polenle taşınabilmektedir. Virusla bulaşık olan polenler çoğunlukla zarara uğramakta, işlevini yerine getirememekte ve yukarıda saydığımız virus hastalıklarının taşınmasında tam etkili olamamaktadır (Thresh, 1985).

### Küsküt (*Cuscuta* spp.)

Çiçekli parazit bitkilerden küsküt türleri bazı virusların taşıyıcısı olarak bilinmektedir (Agrios, 1978). Parazit bitkilerle mücadele bu tür taşınmanın önüne geçebilmektedir.

### Funguslar

Virusların funguslarla taşınmasında iki ayrı yöntem bilinmektedir. Necroviruslar grubu tütün nekroz virusu (Tobacco necrosis virus) hareketli zoospor üzerinde, funguslarla taşınan diğer viruslar, dinlenme sporlarının içinde taşınırlar (Harrison, 1977). Tütün nekroz virusu (TNV) *Olpidium* spp. (*Chytridiales*)'nin hareketli zoosporları üzerinde taşınırlar. Fungusla bulaşık bitki parçacıkları, toprak, sulama suyu ve sıvı gübreler, taşımada yardımcı faktörlerdir. Buğday toprak kökenli mozaik virusu (Wheat soil-borne mosaic), patates mop-top (potato mop-top) ve şekerpancarı nekrotik sarı damar (beet necrotic yellow vein) virusları, *Plasmodiophorales* grubuna bağlı funguslarla taşınırlar. Buğday mozaik virusu *Polymyxa graminis*'le taşınmaktadır ve lokal yayılmalara neden olduğu saptanmıştır (Thresh, 1985).

## Nematodlar

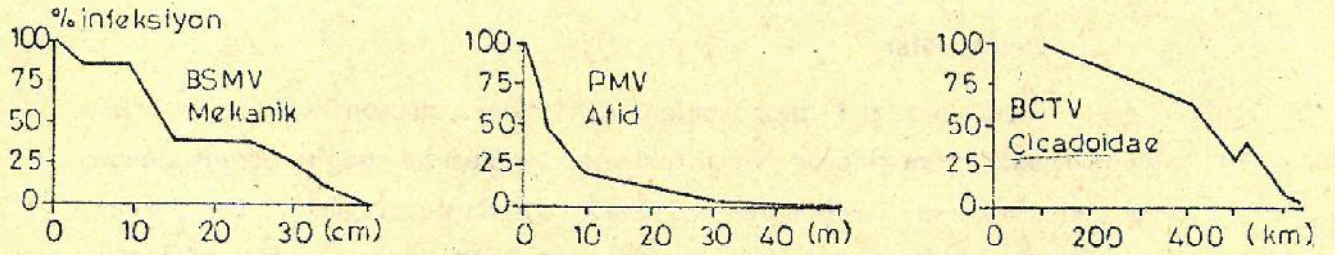
Bitki paraziti nematodlar, iki grup virusun vektörleridirler. Nepoviruslar, *Longidorus* ve *Xiphinema* genusuna bağlı nematodlarla, tobnaviruslar ise *Trichodorus* ve *Paratrichodorus*'un türleri ile taşınırlar. Bugün bilinen bütün nematod vektörler ektoparasitik türlerdir. Ergin ve larvalar çoğunlukla virus vektörü olarak aynı etkinliktedir. Nematod vektörler nemli topraklarda konukçu bitki olmadan da uzun süre canlılıklarını korurlar. Nematod kullanımı, ağır topraklarda ve derine inen kök sistemi olan bitkilerde tam başarıya ulaşamaz. Asma yelpaze yapraklılık (Grapevine fan leaf) virusunun taşıyıcısı *Xiphinema index* üzerindeki çalışmalar, nematod vektörler hakkındaki ilk bilgileri sağlamıştır (Thresh, 1985).

## Afidler

En çok virus hastalığının vektörü bu gruptadır ve vektör tür sayısı da oldukça fazladır. Afidlerin virus vektörü olarak etkililiklerinin en önemli nedenleri, emici ağız parçalarına sahip olmaları, beslenme ve çoğalmaları özellikle canlı bitki üzerinde olması ve kısa sürelerde geniş popülasyonlara ulaşmaları olarak gösterilmektedir. Bazı türler kış ve yazı aynı konukçu üzerinde geçirirlerken bir kısmı ise kışı ağaç ve ağaççıklarda, yazı ise otsu bitkilerde geçirirler. *Myzus persicae* ve birçok önemli afid vektörler polifaglardır (polyphagus) ve birçok konukçu türünü infekte ederler, bunun yanısıra bazı vektörler konukçularına özelleştirmişlerdir. Afidler aşırı soğukların olmadığı yörelerde yılboyunca çoğalabilmektedirler (Thresh, 1985).

Afidler polimorfizm gösterirler, birçok türün erginleri kanatlı (alate) veya kanatsız (apterous) diye iki şekilde bulunabilirler. Kanatlı dönemlerinde olanlar rüzgarında yardımıyla virusların uzak mesafelere taşınmasında rol oynarlar (Şekil 2) (Thresh, 1985). Afidler ile taşınmalarına göre viruslar üç grup altında toplanmaktadır. Bu değişik yolların bilinmesi vektörlerle mücadelede etkin bir şekilde kullanılmalıdır.

a) Persistent Olmayan (non-persistent) Viruslar: Afidin içinde sadece 1-2 saat enfeksiyon yeteneğini kaybetmeyen viruslardır. Çok bilinen hıyar mozayik ve yonca mozayik virusları bu tip viruslara örnek verilebilir. Potyvirus ve Carlavirus grubuna bağlı birçok viruslar



Şekil 2. Mekanik, afid ve Cicadoidae ile taşınan virus hastalıklarına ait hastalık gradient eğrileri. Arpa çizgili mozayik virusu (Barley stripe mosaic (BSMV)), yer fıstığı benek virusu (peanut mottle (PMV)), şekerpancarı teppe kıvrıcıklığı, virusu (beet curly top (BCTV)). Mesafelerin birimlerine (cm, m, km) dikkat çekilmek istenmiştir (Thresh, 1985).

persistent olmayan viruslardır. Bu viruslar, kısa süre virus ile bulaşık bitkide beslendikten sonra, sağlıklı bitkileri hemen inokule edebilirler (Watson and Plumb, 1972). Kanatlı afid formlarının persistent olmayan virusların taşınmasında ve yayılmasında kanatsız formlara oranla daha etkin olduğu anlaşılmıştır. Larva ve ergin kanatsızlar aynı bitki üzerinde uzun süre beslenmekte ve persistent olmayan virusların taşınmasında etkin olmadıkları sanılmaktadır. Kanatlı afid formlarının aktif rol oynadığı durumlarda insektisidler etkili olamamaktadır. Vektör kısa süre içinde sağlıklı bitkide beslenip, virusun yayılmasını sağlayabilmektedir (Thresh, 1985).

b) Yarı Persistent (semi-persistent) Viruslar: Afidlerde birkaç gün süreyle enfekte edebilme yeteneğini koruyan viruslardır. Vektörün çok kısa beslenme süresi, virusu almasına yeterli değildir. Fakat beslenmeden hemen sonra sağlıklı bitkiye virus bulaşabilmektedir. Bu grubun vektörleri ile insektisidlerle yoğun mücadele yapılmasına karşın, hastalığın yayılmasının önüne geçmek kolay olmamaktadır (Thresh, 1985). Şekerpancarı sarılık virusu (Sugar beet yellows) ve turunçgil göçüren (citrus tristeza) virusları bu gruba örnek verilebilirler.

c) Persistent Viruslar: Afid vektörlerinde çok uzun süreler enfekte edebilme yeteneğini koruyan viruslardır. Örneğin patates yaprak kıvrıcıklığı (potato leaf roll), Arpa sarı cücelik (barley yellow dwarf) ve marul nekrotik sarılık (lettuce necrotic yellows) virusları. Persistent virusların afid tarafından alınma etkililiği, beslenme süresi uzadıkça artmaktadır. Virusun alınması ile bitkileri enfekte edebilmekte arasında bir gecikme süresi (latent period) olmaktadır. Bu virusları taşıyan

afidler bazen yaşamları süresince enfekte edebilme yeteneğini korurlar. Bazı persistent viruslar aphid haemolymph'inde bulunmuştur ve vektörün içinde çoğalabilmektedirler (Watson and Plumb, 1972). Persistent virusların vektörleriyle insektisidle mücadele etkili olabilmektedir (Thresh, 1976).

### **Akarlar**

**Eriophyidae** familyasına bağlı akarların bazı virusları taşıdıkları bilinmektedir. Örneğin buğday çizgi mozayik (wheat streak mosaic), şeftali mozayik (peach mosaic virus) ve incir mozayik (fig mosaic) virusları gibi. Ayrıca, **Tetranychidae** familyasına ait akarlarda patates Y virusunun vektörüdürler (Agrios, 1978).

Bu konuda en içerikli çalışma buğday çizgi mozayik virusu (wheat streak mosaic) ile vektörü **Eriophyes tulipae** üzerine yapılmıştır. Nimf ve erginler infeksiyonda etkin olmaktadır. Akarlarla taşınma genelde yakın mesafelerde olmakla birlikte, rüzgarların yardımıyla uzak mesafelerde taşındıkları bilinmektedir (Thresh, 1985).

### **Tripsler (Thysanoptera)**

Bu gruptan bilinen virus vektörleri **Thrips tabaci** ve **Frankliniella**'nın üç türüdür. Bunlar domates lekeli solgunluk (tomato spotted wilt) virusunun taşıyıcısıdır ve bu virus çok geniş konukçu türlerini infekte edebilmektedir. Yalnızca larvalar bu virusu alabilmektedirler, fakat hareket kabiliyetleri az olduğundan ancak ergin olduktan sonra taşınmada ve yayılmada etkili olabilmektedirler. Rüzgar yardımıyla erginler uzak mesafelere taşınabilmektedirler (Thresh, 1985).

### **Cicadoidae ve Fulgoroidae'ler**

Bu gruptaki vektörler, virusların mikoplazma ve riketsia benzeri organizmaların, spiroplazmaların ve xylem'de özelleşmiş bakterilerin vektörleri olarak bilinmektedirler (Whimtcorn ve Black, 1982). Gemini-virus, phytoreovirus ve fijivirus gruplarındaki bazı virusların vektörleridirler. Çoğunlukla persistent karakterli viruslardır ve floemde belirli bir süre beslendikten sonra, bu tip vektörler enfekte edebilme yeteneklerini çok uzun süre korurlar (Thresh, 1985).

Şekerpancarı tepe kıvırcıklığı virusu (BCTV) *Cicadoidae*'ye bağlı *Circulifer tenellus* ile uzak mesafelere rüzgarın yardımıyla taşındığı bilinmektedir (Şekil 2). Bu tip vektör uçuşlarının yoğun olduğu dönemlerden, ekim zamanının değiştirilmesi yoluyla, bir önlem alınabilir. Bu vektörlerin kış dönemlerini geçirdikleri bölgelerde insektisid kullanımı da etkili olmaktadır (Thresh, 1985).

*Fulgoroidea* vektörlere örnek olarak *Perkinsiella saccharicida* verilebilir. Şeker kamışındaki fiji hastalığının epidemik hale geçmesi, bu vektör popülasyonunun çoğalmasıyla paralellik gösterdiği saptanmıştır (Thresh, 1985).

#### Unlu Bitler (*Coccidae*)

Unlu bitlerin ergin dişileri kanatsız, genelde hareketsizdir ve emici ağız parçalarına sahiptirler. Hareketsiz oluşları, virus vektörü olmalarında etkililiklerini azaltmaktadır.

Kakao sürgün şişliği (*Cocoa swollen shoot*) hastalığının bu grup vektörlerle taşındığı bilinmekte, bulaşık materyalin yok edilmesi ve izolasyonu bu hastalıkla mücadelede başarılı sonuçlar vermektedir (Thresh, 1985).

#### Beyaz Sinekler (*Aleyrodidae*)

Bu grubun en önemli vektörü *Bemisia tabaci*'dir. Pamuk yetiştirilen bölgelerde, yoğun insektisid kullanımı, beyaz sineklerin doğal düşmanlarını ortadan kaldırmış ve popülasyonlarının çoğalmasına neden olmuştur (Fry, 1982). Son zamanlarda *Cucurbitaceae*, *Leguminosae* ve *Solanaceae* familyalarına ait birçok önemli kültür bitkilerinde hastalıklar meydana getiren virusların vektörü olarak beyaz sinekler görülmektedir (Thresh, 1985).

Beyaz sinekler, styletleri yardımıyla floemde beslenirler. Böylece floemde bulunabilecek patojenlerin vektörü olabilirler. Beyaz sinek popülasyonları, uygun koşullarda hızlı çoğalmaktadırlar. Tropik ve subtropik bölgelerdeki çok sıcaklardan ve kısmi soğuklardan etkilenmezler. Erginleri kanatlıdır, uzak mesafelere rüzgar yardımıyla taşınabilirler. Beyaz sinekler, ergin olmayan erken dönemlerde, insektisid kullanımından daha fazla etkilenirler. Enfekte edebilme yeteneğini kazanmış



beyaz sinekler uzun süre bu özelliklerini kaybetmezler. Bu sayılan özelliklerinden dolayı beyaz sinekler çok iyi virus vektörüdürler(Thresh, 1985). Domates sarı yaprak kıvrıcılığı virusunun (tomato yellow leaf curl) uzak mesafelere beyaz sineklerle taşındığı bildirilmektedir (Thresh, 1985).

#### **Piesmidler (Piesmidæ)**

Bitkilere salgıladıkları toksik saliva neticesinde önemli zararlar verirler, bu özellikleri iyi bir virus vektörü olmalarını engellediği sanılmaktadır. *Piesma quadratum* şeker pancarı yaprak kıvrıcılığı (best leaf curl) virusunun vektörüdür (Thresh, 1985).

#### **Coleopterler (Coleoptera)**

Coleopterler virus vektörü olarak önemli bir grubu teşkil etmezler. Çiğneyici ağız parçalarına sahiptirler. Fasulye mozayik ve patlıcan mozayik viruslarının vektörüdürler (Thresh, 1985).

Çizelge 1'de önemli bazı virus hastalıklarının taşınma ve yayılma yolları verilmektedir.

#### **SONUÇ**

Virus hastalıklarının yayılmasında vektörlerin etkilerini inceledikten sonra kısaca, konukçunun ve çevrenin etkileri incelenebilir. Hastalığa duyarlı, uzun gelişme dönemine sahip, sık dikim yapılmış bir konukçu habitatu, virusların yayılmasını kolaylaştıran faktörlerdendir. Kısa süren ılımlı kışlar ve kuraklığın uzun sürmediği iklimlerde virusların yayılmalarını arttırıcı etkenlerden sayılırlar (Thresh, 1985).

Bitki viruslarının çoğunlukla vektörlere bağımlılığı vardır. Konukçu, patojen, çevre ve vektörler hastalık tablosunun çıkışında birbirleriyle ilişkileri gözönüne alınarak düşünülmelidir. Vektörlerle taşınabilen bitki hastalıklarıyla mücadelede, vektörlerin biyolojisini bilmek ve epidemiyolojik yönden ne gibi ilişkilerin ortaya çıkabileceğini araştırmak, çözümü kolaylaştıracak yaklaşımlardır.

Çizelge 1. Bazı bitkilerde hastalık yapan viruslar ile viroidlerin yayılma ve taşınma yolları (Thresh, 1978).

**Temas**

Patates İğ Yumru Viroidi  
Hıyar Meyve Renksizleşmesi Viroidi  
Krizantem Cücelik Viroidi  
Tütün Mozayik Virusü  
Domates Mozayik Virusü  
Arpa Çizgi Mozayik Virusü  
Karanfil Benek Virusü  
Karanfil Halka Leke Virusü

**Polen**

Ahududu Latent Virusü  
Erik Cücelik Virusü  
Nekrotik Halka Leke Virusü  
(Taş Çekirdekli Meyvelerde)

**Tohum**

Kabak Mozayik Virusü  
Domates Mozayik Virusü  
Tütün Halka Leke Virusü  
Arpa Çizgili Mozayik Virusü

**Fungus**

Tütün Nekroz Virusü  
Hıyar Nekroz Virusü  
Patates Mop-Top Virusü  
Buğday Mozayik Virusü  
Şeker Pancarı Nekrotik Sarı Damar Virusü

**Nematod**

Arabis Mozayik Virusü  
Asma Yelpaze Yapraklılık Virusü  
Tütün Rattle Virusü  
Tütün Halka Leke Virusü  
Ahududu Halka Leke Virusü

**Kırmızı Örümcek**

Buğday Çizgi Mozayik Virusü  
Patates Y Virusü  
Şeftali Mozayik Virusü

**Eklemlen Bacaklılar**

a) Thrips:

Tütün Halka Leke Virusü  
Domates Lekeli Solgunluk Virusü

b) Coleoptera Takımı:

Bakla Benek Virusü  
Bakla Mozayik Virusü  
Çeltik Sarı Benek Virusü  
Şalgam Kıvrıcıklık Virusü  
Kabak Mozayik Virusü  
Fasulye Benek Virusü

c) Beyaz Sinek:

Pamuk Yaprak Kıvrılma Virusü  
Fasulye Altın Mozayik Virusü

d) Cicadoidea ve Fulgoroidea

Şekerpancarı, Tepe Kıvrıcıklığı Virusü  
Mısır Kaba Cücelik Virusü  
Mısır Çizgi Virusü  
Çeltik Cücelik Virusü  
Patates Sarı Cücelik Virusü

e) Afid

**Non-Persistent**

Yonca Mozayik Virusü  
Fasulye Sarı Mozayik Virusü  
Şekerpancarı Mozayik Virusü  
Hıyar Mozayik Virusü  
Marul Mozayik Virusü  
Yerfıstığı Benek Virusü

**Persistent veya semi-persistent**

Patates Y Virusü  
Patates Oküba Mozayik Virusü  
Sharka Virusü  
Kavun Mozayik Virusü  
Şeker Kamışı Mozayik Virusü  
Arpa Sarı Cücelik Virusü  
Şekerpancarı Sarılık Virusü  
Karnabahar Mozayik Virusü  
Turuncgil Göçüren Virusü  
Patates Yaprak Kıvrıcıklığı Virusü  
Marul Nekrotik Sarılık Virusü

## SUMMARY

### THE MOVEMENT AND DISPERSAL OF PLANT VIRUS

Plant viruses have their own way for movement and dispersal. The necessary encounters between pathogens and their hosts are due to movement of pathogen or host, or a combination of the two. Few plant viruses can survive for long away from their hosts. Therefore, limited opportunities exist for plant viruses to spread and become established within plant communities without the assistance of vectors. In this review, important means of dispersal of plant viruses have been examined with examples.

## LITERATURE

- Agrios, G.N., 1978. *Plant Pathology*. Academic Press, New York. 703 pp.
- Fry, W.E., 1982. *Principles of Plant Disease Management*. Academic Press, Orlando. 378 pp.
- Harrison, B.D., 1977. Ecology and control of viruses with soil-inhabiting vectors. *Annual Review of Phytopathology* 15, 331-360.
- Rabb, R.L., 1985. Conceptual bases to develop and use information on the movement and dispersal of biotic agents in agriculture. In: *The Movement and Dispersal of Agriculturally Important Biotic Agents*. D.R. MacKenzie et al. Eds. Claitor's Publishing Division, Baton Rouge. 611 pp.
- Slack, S.A., R.J. Shepherd, and D.H. Hall, 1975. Spread of seed-borne barley stripe mosaic virus and effects of the virus on barley in California. *Phytopathology* 65, 1218-1223.
- Thresh, J.M., 1976. Gradients of plant virus diseases. *Annals of Applied Biology* 82, 381-406.
- Thresh, J.M., 1978. The epidemiology of plant virus diseases. In: *Plant disease epidemiology*, ed. P.R. Scott and A. Bainbridge, 79-91. Oxford: Blackwell.
- Thresh, J.M., 1980. An ecological approach to the epidemiology of plant virus diseases. In: *Comparative Epidemiology*. J. Palti and J. Kränz, Eds. Pudoc, Wageningen. 122 pp.
- Thresh, J.M., 1983. Progress curves of plant virus disease. *Advances in Applied Biology* 8, 1-85.
- Thresh, J.M., 1985. Plant virus dispersal. In: *The Movement and Dispersal of Agriculturally Important Biotic Agents*. D.R. MacKenzie et al. Eds. Claitor's Publishing Division, Baton Rouge. 611 pp.
- Watson, M.A. and R.T. Plumb, 1972. Transmission of plant-pathogenic viruses by aphids. *Annual Review of Entomology* 17, 425-452.
- Whitcomb, R.F. and L.M. Black, 1982. Plant and arthropod mycoplasmas: A historical perspective. In: *Plant and insect mycoplasma techniques*, Eds. M.J. Daniels and P.G. Markham, 40-81. London: Croom Helm.