

## FUNGİSİTLERE KARŞI DAYANIKLILIĞIN GELİŞİMİ VE YÖNETİMİ

Erkol DEMİRCİ<sup>(1)</sup>

**ÖZET:** Ekonomik öneme sahip bitki hastalıklarının kontrolünde fungusit kullanımı zorunludur. Ancak, özellikle son 25 yıl içerisinde yoğun olarak kullanılan tek yer engelleyici fungusitlere karşı dayanıklılığın ortaya çıkması, kimyasal mücadelenin başarıya ulaşmasındaki en önemli sorunu oluşturmaktadır. Ülkemizde dayanıklılık problemi üzerinde yapılan çalışmalarda, tek yer engelleyici fungusitlerden başta benzimidazole grubu olmak üzere phenylamide, EBI ve dicarboximide, ayrıca çok yer engelleyici dithiocarbamate bileşiklerine karşı çeşitli patojenlerde duyarlılık azalışları saptanmıştır.

Fungisitlerin aktif yaşam sürelerini uzatmak için dayanıklılık yönetim stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması gerekir. Bu amaçla, öncelikle entegre hastalık yönetimine yer verilmesi, buna bağlı olarak ilaç uygulama sayısının azaltılması, aralarında pozitif ilişkili çapraz dayanıklılık bulunmayan ilaç karışımlarının veya kombinasyonlarının kullanılması, şayet mevcutsa aralarında negatif ilişkili çapraz dayanıklılık bulunan fungusit karışımlarının kullanılması gerekir. Bu hususların gerçekleşebilmesi ise ilaç üreticisi firmaların, araştırma kurumlarının ve çiftçilerin yakın işbirliğine ve sorumluluklarını yerine getirmelerine bağlıdır.

### GİRİŞ

Kültür bitkilerinde önemli derecede kayıplara sebep olan bitki hastalıklarının kontrolü için biyolojik, kültürel veya kimyasal metotların kullanılması zorunlu olmaktadır. Genellikle mevcut biyolojik ve kültürel metotların birçok durumda yetersiz kalması sonucu ekonomik öneme sahip bitki hastalıklarının fungusit kullanılarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, kullanılacak ilaçların çevreye ve insanlara olan olumsuz etkileri yanında patojenlerde bunlara karşı dayanıklılık riski bu yöntemin uygulanmasında ortaya çıkan bir diğer olumsuz faktördür.

Patojenik fungusların çeşitli hayati fonksiyonlarını engelleyen kontak etkili fungusitler uzun yıllar boyunca kullanılmış ve bu tip fungusitler çok yer engelleyici olarak isimlendirilmişlerdir. Bu fungusitler, patojenin birden fazla hayati fonksiyonuna engel olarak onu etkisiz hale getirmektedir. Çok yer engelleyici etkiye sahip bu fungusitlerin geniş alanlarda

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü , 25240 ERZURUM

enfeksiyondan önce koruma amacı ile nispeten yüksek dozda ve sıklıkla kullanıldıkları uzun yıllar boyunca birkaç dayanıklılık problemi ile karşılaşmışlardır (Delp, 1990).

Son 25 yıl içerisinde birçok önemli bitki hastalığının kontrolü için çok sayıda yüksek etkili fungusit geliştirilmiş ve halen kullanılmaktadır. Bu fungusitlerin önemli özelliği **tek yer engelleyici** olmaları, yani fungusun spesifik hayat olaylarını engelleme yolu ile etki göstermeleridir. Bu tip fungusitlerin yaygın olarak kullanılmaya başlanması ile fungal patojenlerde dayanıklılık problemlerinin ortaya çıkması uygulama açısından sorunları da beraberinde getirmiştir.

### **Dayanıklılık Riskine Sahip Fungisit Grupları**

**a) Benzimidazole:** Bu gruptan olan benomyl önemli bitki hastalıklarının büyük kısmını kontrol etmek amacı ile kullanılmaktadır. Benzimidazole grubu fungusitler iğ iplikçiklerinin yapısını oluşturan tubulin'in biyosentezini engelleyerek etki yaparlar. Bunun sonucunda metafaz döneminde kromozomların ayrılması durdurularak hücre bölünmesine ve buna bağlı olarak da hif ucu gelişmesine engel olurlar (Delp, 1990).

**b) Phenylamide:** Bu gruptaki fungusitler RNA sentezine engel olurlar. Kültür bitkilerinde yüksek derecede hastalık oluşturan Oomycetes sınıfının önemli patojenlerine etkili bir fungusit grubudur (Staub ve Sozzi, 1984).

**c) Ergosterol Biyosentezi Engelleyiciler (EBI):** Yirmibeş yıldan daha uzun süre önce kullanılmaya başlanmış ve halen kullanılmaktadırlar. Değişik kimyasalları içeren bu geniş grup, hassas funguslarda ergosterol biyosentezini engellemek sureti ile etki gösterir. Bu grup pyridin, pyrimidin, imidazole, triazole ve morpholine türevlerini içerir (Delp, 1990).

**d) Dicarboximide:** Fungal hücrelerde nükleer fonksiyonları, hücre duvarı sentezini ve çeşitli biyosentez olaylarını etkilemektedir (Beever ve Byrde, 1982).

Bu gruplardan benzimidazole, phenylamide ve EBI'ler tek yer engelleyici sistemik fungusitlerdir. Dicarboximide grubu fungusitler de tek yer engelleyici olmalarına karşın kontak etkilidirler (procymidone hafif sistemik). Ayrıca, sistemik olmayan ve koruma amacı ile kullanılan çok yer engelleyici dithiocarbamate grubu fungusitlere karşı da dayanıklılık probleminin ortaya çıktığı bildirilmektedir (Gangawane, 1990).

### **Dayanıklılığın Tanıtımı (Delp ve Dekker, 1985)**

**Fungisite dayanıklılık:** Fungisite karşı bir fungusun stabil ve kahtsal adaptasyonu olup fungusite hassasiyetin azalması sonucu yeni ırkların ortaya çıkmasıdır.

**Tarla dayanıklılığı:** Doğal fungus popülasyonu bir fungusite karşı hassasiyeti farklı olan ırklar içerebilir. İrkların nispi uygunluğuna, hastalığın tipine ve fungusit kullanımındaki

etkiye bağlı olarak populasyon içerisinde dayanıklı ırkların oranının artması sonucu ortaya çıkan dayanıklılıktır.

**Çapraz dayanıklılık (Cross-resistance):** Bir fungusite dayanıklı populasyonun bir veya daha fazla sayıda diğer fungusitlere de dayanıklılık göstermesi **pozitif ilişkili çapraz dayanıklılık** olarak isimlendirilmektedir. Şayet bir fungusite dayanıklı populasyon diğer bir fungusite hassas, ancak hassas populasyon ikinci fungusite dayanıklılık gösteriyorsa bu durumda ortaya çıkan dayanıklılık **negatif ilişkili çapraz dayanıklılık**'tır.

### Fungusitlere Dayanıklılığın Mekanizması

Dünyanın hemen her yerinde fungusitlere dayanıklılık çok önemli bir problemdir. Bir fungusite karşı dayanıklılığın görülme olasılığı fungusitin etki yeri sayısı ile ters orantılıdır (Nemli, 1977). Çünkü, çok yer engelleyici fungusitlere karşı dayanıklılık oluşabilmesi için birden fazla etki yerinin aynı anda mutasyona uğraması gerektiğinden dayanıklılığın ortaya çıkma olasılığı düşük olmaktadır. Özellikle, yüksek etkili ve tek yer engelleyici fungusitlerin kullanılmasıyla dayanıklılığın ortaya çıkması pratikte önem arz etmeye başlamıştır. Bu tip fungusitlerden bazıları hassas fungus populasyonunun azalmasına neden olmaktadır. Fungus populasyonunda hassasiyetin azalışı ise yeni ırkların oluşumu ile sonuçlanmaktadır. Bunun sonucunda populasyon içerisinde dayanıklı ırklar dominant duruma geçmekte ve kullanılan fungusitin hastalığı kontroldeki başarısı düşmektedir. Dayanıklılığın ortaya çıkmasına neden olan faktörleri anlamak, dayanıklılık problemlerine engel olmak veya bu problemde sakınmak açısından önemlidir.

Funguslarda fungusitlere karşı ortaya çıkan dayanıklılıkta en az üç mekanizmanın bulunduğu bildirilmektedir (Dekker, 1986). Bunlar;

- a) Fungusitin etki yerinin modifikasyonu (gen mutasyonu),
- b) Toksik bileşiğin yok edilmesi,
- c) Toksik bileşiğin detoksifikasyonu.

Funguslarda dayanıklılık genellikle genlerdeki mutasyonlar sonucu oluşur. Bir fungusite karşı dayanıklılığın kodlandığı mutant gen, fungusitin organizmada hedeflediği hücre bileşiklerinde değişikliklere neden olarak dayanıklılığa sebep olabilir. Dayanıklılık, aynı zamanda fungusitin etki yolu ile ilişkili olmayan mekanizmalar sonucu da oluşabilir. Örneğin, organizmadaki bir genin giriş yoluna etki etmesi ve fungusitin etki yerine ulaşmasının engellenmesi ile de dayanıklılık ortaya çıkabilir. Dayanıklılığın yönetimi için funguslardaki bu dayanıklılık mekanizmalarının bilinmesi önemlidir.

### Ülkemizde Fungisitlere Dayanıklılık Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Ülkemizde bu konuda yapılan çalışmaları incelediğimizde, Nemli (1977) tarafından sistemik fungusitlerin oluşturduğu problemler ve bunlara karşı dayanıklılık mekanizmaları konusunda bir makalenin yayınlandığı görülmektedir. Dayanıklılık konusunda yapılan ilk araştırmada ise, bazı Botrytis cinerea Pers. izolatlarının benomyl (benzimidazole)'e karşı dayanıklı olduğu, ayrıca ilaca dayanıklılık gösteren izolatların fungusit uygulanmış bitkilerde de semptom oluşturduğu saptanmıştır (Nemli, 1978).

Delen (1980), kestane kanseri etmeni Endothia parasitica (Murr.) A. and A.'nın benomyl, carbendazim ve thiophanate-methyl (benzimidazole)'e dayanıklılık gösterdiğini, kazanılan dayanıklılığın kalıcı olduğunu ve çapraz dayanıklılığın bulunduğunu bildirmiştir. Bir başka çalışmada, yukarıda belirtilen üç benzimidazole bileşiğinin Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum Owen'a etkileri saksı denemeleri ile saptanmış, ayrıca laboratuvar şartlarında etmenin dayanıklılık kazanma olasılığı çalışılmıştır (Delen ve Yıldız, 1980a). Delen ve Yıldız (1980b), yaptıkları çalışmada benomyl ve thiophanate-methyl'e karşı Rhizoctonia solani Kühn izolatlarının dayanıklılık kazanma olasılığını araştırmışlardır.

Metaxyl (phenylamide)'e duyarlı bir Phytophthora capsici Leon. izolatının laboratuvar çalışmaları sonucu dayanıklılık kazanabildiği, fungusite duyarlı ve dayanıklı izolatların virulanslıkları arasında fark olmadığı saptanmıştır (Delen ve Yıldız, 1982a). Seralardan izole edilen çeşitli fungal patojenlerin fungusitlere dayanıklılığının araştırıldığı bir başka çalışmada (Delen ve Yıldız, 1982b), B. cinerea, R. solani ve Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary izolatlarından bazılarının carbendazim içeren ortamlarda gelişebildiği belirlenmiştir. Aynı çalışmada, bazı B. cinerea ve Cladosporium spp. izolatlarının mancozeb ve thiram (dithiocarbamate)'a, S. sclerotiorum izolatlarının da thiram'a duyarlılıklarının azaldığı ortaya konmuştur.

Delen ve ark. (1984), çeşitli seralardan izole ettikleri B. cinerea izolatlarının büyük çoğunluğunun benzimidazole ve dithiocarbamate bileşiklerine karşı duyarlılıklarının azaldığını saptamışlardır. Yine, seralardan izole edilen B. cinerea izolatlarının ED50 (miselyum gelişimini % 50 engelleyen doz) değerinin mancozeb için <1-300 µg/ml, captan (phthalimide) için <1-100 µg/ml ve dichlofluanid için ise <1-3 µg/ml arasında olduğu, izolatların toplandığı seralarda dichlofluanid'e oranla diğer iki fungusitin yüksek oranda kullanıldığı bildirilmiştir (Delen ve ark., 1988).

Ege Bölgesinde bağ alanlarından izole edilen Uncinula necator (Schwein) Burr. izolatlarının triadimefon (triazole), fenarimol, bupirimate (pyrimidin), benomyl ve carbendazim'e duyarlılıklarının araştırıldığı çalışmada, bu izolatların duyarlılık düzeyleri MIC (miselyum gelişimini engelleyen en düşük doz) değerlerine göre triadimefon, fenarimol ve benomyl'de 1-50 µg/ml, bupirimate'de 1-210 µg/ml, carbendazim'de ise 1-450 µg/ml arasında

bulunmuştur (Arı ve Delen, 1988). Aynı çalışmada benzimidazole grubu fungusitlere karşı çapraz dayanıklılık görüldüğü ve bu izolatların doğaya uyum yetenekleri ile duyarlılık azalışı arasında pozitif bir ilişkinin bulunduğu saptanmıştır.

Ayçiçeği mildiyösü etmeni *Plasmopara helianthi* Novot'nin kontrolü için yapılan tohum ilaçlama denemelerinde metalaxyl'in düşük dozlarına karşı etmenin duyarlılığının azaldığı, 200 g/100 kg tohum dozunun üzerinde ise etmenin duyarlılığında bir değişiklik olmadığı, ancak 12 kez ard arda uygulamadan sonra 200 g'lık dozda hastalığın görülmeye başladığı bildirilmiştir (Onan ve Karcıoğlu, 1989).

İzmir ve çevresinde tolchlofos-methyl uygulanan karanfil seralarındaki hasta bitkilerden izole edilen *R. solani* izolatlarından bir tanesinde ED50 değerinin yüksek olduğu, ED50 değeri düşük olmasına karşın MIC'u yüksek izolatların da bulunduğu saptanmıştır (Delen ve ark., 1991a). Aynı çalışmada, tolchlofos-methyl'e duyarlılığı azalmış olan izolatu fungusit içermeyen ortamda duyarlı izolatlarla oranla daha yavaş geliştiği ve duyarlı izolatlar kadar virulent olduğu bildirilmektedir.

Domates seralarından izole edilen *Alternaria solani* Sorauer izolatlarının tarla izolatlarına göre iprodione (dicarboximide)'a karşı duyarlılıklarının azaldığı, yapılan testlerde duyarlılık azalışının patojenin virulanslığını etkilemediği ve bu fungusitin duyarlılığı azalmış izolatlarda hastalığı kontroldeki başarısının düştüğü saptanmıştır (Delen ve ark., 1991b). Ayrıca, bu etmenin flusilazole (triazole) de duyarlılığının azaldığı saptanmıştır (Delen ve ark., 1994).

Ege Bölgesinde meyve bahçelerinden elde edilen *Sclerotinia (Monilinia)* spp. izolatlarının benomyl (benzimidazole), vinclozolin (dicarboximide), captan (phthalimide), thiram (dithiocarbamate), hexacanozole (triazole) ve dodine duyarlılıklarının incelendiği çalışmada, hexacanozole hariç diğer fungusitlere karşı önemli düzeyde duyarlılık azalışı görüldüğü, duyarlılık azalışının kalıcı olduğu ve doğaya uyum açısından duyarlılığı azalmış ve duyarlı izolatlar arasında farklılığın olmadığı belirtilmiştir (Demir ve Delen, 1991).

Eğirdir Yöresinde elma ağaçlarından izole edilen *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. izolatlarının % 90'ının benomyl'e, % 65'inin dodine dayanıklılık kazandığı saptanmış (Benlioğlu ve Kılıç, 1994), ancak aynı çalışmada yakın zamana kadar bu ilaçların yörede kullanılmadığının belirtilmesi dayanıklılığın ortaya çıkması açısından dikkat çekicidir. Aynı etmenin hexacanozole ve flusilazole (triazole) karşı da duyarlılığının azaldığı saptanmıştır (Benlioğlu ve Kılıç, 1995).

*B. cinerea* izolatlarının bazı dithiocarbamate'lara duyarlılığının incelendiği bir çalışmada, izolatlarda özellikle mancozeb'e duyarlılığın önemli ölçüde azaldığı, ayrıca thiram ile mancozeb, thiram ile metiram, mancozeb ile maneb arasında çapraz dayanıklılık olduğu, duyarlılığı azalan izolatlara thiram ve mancozeb'in saksı koşullarında etkisinde de azalmalar saptanmıştır (Delen ve Tosun, 1995).

### Fungisitlere Dayanıklılık Yönetiminin İçeriği

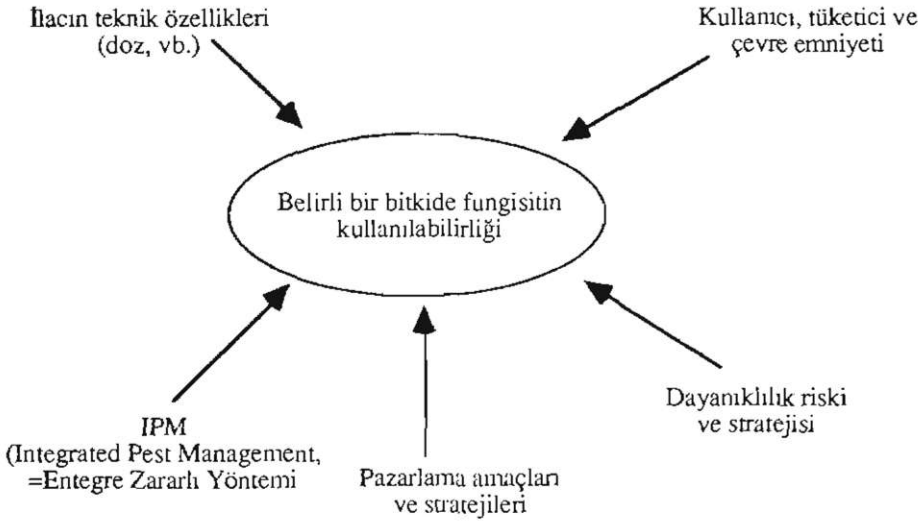
Son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de çeşitli fungusitlerin yoğun kullanımı ile birlikte patojenlerde bu fungusitlere karşı duyarlılık azalışı veya dayanıklılık kazanımında bir artış ortaya çıkmıştır. Patojen kontrolünde büyük başarı sağlayan, üretimi oldukça uzun zaman ve masraf gerektiren bir bileşiğe karşı dayanıklılığın ortaya çıkması ilaç firmaları ve çiftçiler açısından büyük bir kayıptır. Aynı zamanda, böyle bir fungusitin çiftçiler tarafından kullanımı verim ve kalitede iyileşme sağlamayacağı gibi, zaman ve masraf kaybına neden olacaktır. Bu nedenle, bir fungusitin üretim aşamasından itibaren dayanıklılık riskinin araştırılması, kullanım stratejilerinin geliştirilmesi ve bunların çiftçilere duyurulması gerekmektedir. Fungisitlere dayanıklılığın yönetiminde izlenecek yol Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Fungisitlere dayanıklılık yönetiminin içeriği (Urech, 1990).

- 
- 1) Amacın belirlenmesi
  - 2) Yöntem ve yaklaşımların belirlenmesi
    - Dayanıklılık riskinin tahmini
    - Dayanıklılık stratejilerinin amacı ve testi
    - Dayanıklılığı izleme metotlarının belirlenmesi
  - 3) Çapraz dayanıklılık konusunda üretici firmalar arasında işbirliği
  - 4) Kullanılan stratejilerin ve dayanıklılığı izleme metotlarının pratikte uygulanması
  - 5) İlacın piyasada kaldığı süre boyunca tarla şartlarında dayanıklılığın izlenmesi
- 

Fungisitlere dayanıklılık yönetiminin amacı, fungusitlerin teknik ve ticari yönden uygunluğu yanında kullanılabilirlik sürelerinin mümkün olduğunca uzatılmasıdır. İkinci aşama, bilimsel yönden dayanıklılığın incelenmesini içermektedir. Yeni bir fungusit piyasaya sürüldüğünde dayanıklılığın ortaya çıkmaması için gerekli stratejilerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu aşamada, dayanıklılık riski yanında bir fungusitin emniyetle kullanılabilmesini etkileyen çeşitli faktörlerin (Şekil 1) de göz önüne alınması gerekmektedir. Ancak, Tablo 1’de 2, 4 ve 5. maddelerde belirtilen aşamaların birbiri ile olan etkileşimlerinden dolayı yeni bir fungusite karşı hazırlanan dayanıklılık stratejisi, ilacın kullanıldığı süre boyunca nadiren değişmeden kalır. Bu nedenle, dayanıklılığın yönetimi, ilacın piyasada kaldığı süre boyunca sürekli gözden geçirilmesi gereken bir husustur. Ayrıca, çapraz dayanıklılık

konusunda üretici firmaların işbirliği içinde olması ve dayanıklılık stratejileri üzerinde uyum sağlamaları gerekmektedir.



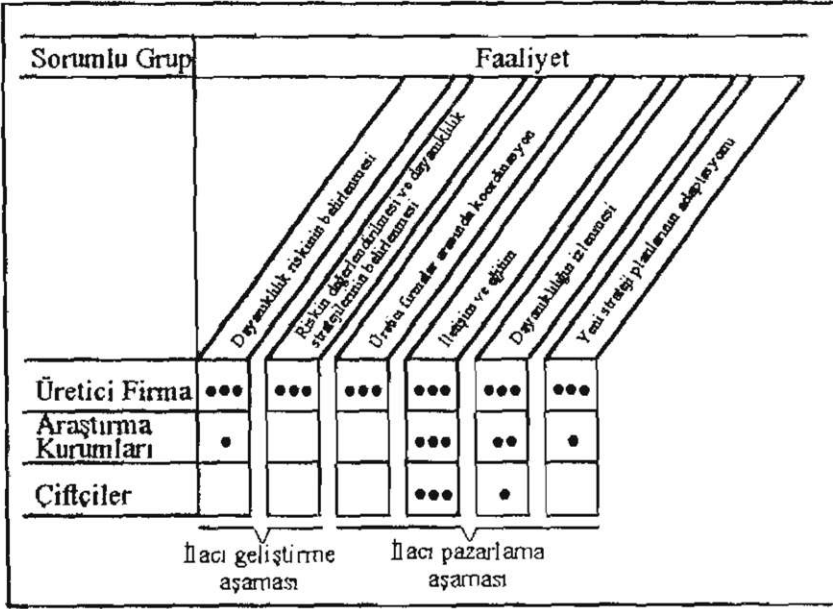
Şekil 1. Belirli bir bitkide bir fungusitin kullanılabilirliğini etkileyen faktörler (Urech, 1990).

Patojen funguslara karşı yürütülen kimyasal mücadelede çok önemli bir konu olan fungusitlere dayanıklılığın yönetiminde üretici firmaların, araştırma kurumlarının ve çiftçilerin bazı sorumlulukları yerine getirmeleri gerekmektedir. Bu konudaki iş bölümü Şekil 2’de özetlenmiştir. Yeni bir fungusitin geliştirilmesi aşamasındaki çalışmaların büyük kısmını üretici firma yapmasına karşın, bu ilacın satış aşamasında çeşitli araştırma kurumları ve çiftçilere de görevler düşmektedir.

Bu amaçla kurulan FRAC (Fungicide Resistance Action Committee, = Fungusitlere Dayanıklılık Komitesi), dayanıklılık problemi ile karşılaşılması olası fungusitlerin etkinliğini uzatmayı ve dayanıklılık probleminden dolayı ürünün zarar görmesini engellemeyi amaçlamaktadır. Bu komite, ülkemizde TİSİT (Tarım İlaçları Sanayici, İthalatçı ve Temsilcileri Derneği)’in de üye olduğu ve pestisitlerin aktif yaşam süreçlerini uzatmayı, dayanıklılık oluşumunu engellemeyi ya da enazından gecikmesini sağlamayı amaçlayan GIFAP (International Group of National Associations of Agrochemical Manufacturers, = Ulusal Tarım İlacı Üreticilerinin Uluslararası Birliği)’a bağlıdır. FRAC, dayanıklılık problemlerinin saptanmasını, dayanıklılık yönetim stratejilerinin geliştirilmesini, ayrıca fungusit araştırmacıları, dağıtıcıları ve kullanıcıları arasındaki iletişimi sağlamaktadır. Komite bünyesinde dayanıklılık riski yüksek 4 ana grup fungusite (benzimidazole, phenylamide, EBI ve dicarboximide) ait

çalışma grupları oluşturulmuştur. Bu komitenin ana amaçları şu şekilde özetlenmiştir (Delp, 1988);

- Gerekli eğitimi sağlamak,
- Dayanıklılık stratejilerinde iletişimi sağlamak,
- Fungisitlere dayanıklılık konusunda temel araştırmaları desteklemek,
- Yeni alanlarda dayanıklı ırkların ortaya çıkmasına engel olmak,
- Yeni bir fungusite karşı dayanıklılık problemini önceden tahmin etmek,
- Sektör, hükümet ve araştırma kurumlarının faaliyetlerini koordine etmek,
- Dayanıklılık yönetim stratejilerinde ulusal firmalarla işbirliği yapmak,
- Yeni etki yerli fungusitler geliştirmek.



Şekil 2. Fungisitlere dayanıklılığın yönetiminde iş bölümü (Urech, 1984).

Ülkemizde yapılan çeşitli çalışmalarda duyarlılık azalışı saptanan fungusitler ve duyarlılık azalışının görüldüğü patojenler Tablo 2'de özetlenmiştir. Bu sonuçlar, tek yer engelleyici fungusitler yanında, çok yer engelleyici dithiocarbamate grubu fungusitlere karşı da bazı patojenlerde duyarlılığın azaldığını veya dayanıklı popülasyonların oluştuğunu göstermektedir.



Tablo 2. Ülkemizde duyarlılık azalışı saptanan fungusitler ve duyarlılık azalışının belirlendiği funguslar.

Fungisit	Fungus	Kaynak
<b>Benzimidazole</b>		
1. Benomyl	<u>Botrytis cinerea</u> <u>Endothia parasitica</u> <u>Uncinula necator</u> <u>Sclerotinia (Monilinia) spp.</u> <u>Venturia inaequalis</u>	Nemli (1978) Delen (1980) Arı ve Delen (1988) Demir ve Delen (1991) Benlioğlu ve Kılıç (1994)
2. Carbendazim	<u>Endothia parasitica</u> <u>Botrytis cinerea</u> <u>Rhizoctonia solani</u> <u>Sclerotinia sclerotiorum</u> <u>Uncinula necator</u> <u>Endothia parasitica</u>	Delen (1980) Delen ve Yıldız (1982b) Delen ve Yıldız (1982b) Delen ve Yıldız (1982b) Arı ve Delen (1988) Delen (1980)
3. Thiophanate-methyl	<u>Endothia parasitica</u>	Delen (1980)
<b>EBI</b>		
1. Bupirimate (Pyrimidin)	<u>Uncinula necator</u>	Arı ve Delen (1988)
2. Fenarimol (Pyrimidin)	<u>Uncinula necator</u>	Arı ve Delen (1988)
3. Flusilazole (Triazole)	<u>Alternaria solani</u> <u>Venturia inaequalis</u>	Delen ve ark. (1994) Benlioğlu ve Kılıç (1995)
4. Hexaconazole (Triazole)	<u>Venturia inaequalis</u>	Benlioğlu ve Kılıç (1995)
5. Triadimefon (Triazole)	<u>Uncinula necator</u>	Arı ve Delen (1988)
<b>Phenylamide</b>		
1. Metalaxyl	<u>Phytophthora capsici</u> <u>Plasmopara helianthi</u>	Delen ve Yıldız (1982a) Onan ve Karcıoğlu (1989)
<b>Dicarboximide</b>		
1. Iprodione	<u>Alternaria solani</u>	Delen ve ark. (1991b)
2. Vinclozolin	<u>Sclerotinia (Monilinia) spp.</u>	Demir ve Delen (1991)
<b>Dithiocarbamate</b>		
1. Mancozeb	<u>Botrytis cinerea</u> <u>Cladosporium spp.</u>	Delen ve Yıldız (1982b) Delen ve Tosun (1995) Delen ve Yıldız (1982b)
2. Maneb	<u>Botrytis cinerea</u>	Delen ve Tosun (1995)
3. Metiram	<u>Botrytis cinerea</u>	Delen ve Tosun (1995)
4. Thiram	<u>Botrytis cinerea</u> <u>Cladosporium spp.</u> <u>Sclerotinia sclerotiorum</u> <u>Sclerotinia (Monilinia) spp.</u>	Delen ve Yıldız (1982b) Delen ve Tosun (1995) Delen ve Yıldız (1982b) Demir ve Delen (1991)
<b>Phthalimide</b>		
1. Captan	<u>Botrytis cinerea</u> <u>Sclerotinia (Monilinia) spp.</u>	Delen ve ark. (1988) Demir ve Delen (1991)
<b>Diğerleri</b>		
1. Tolchlofos-methyl	<u>Rhizoctonia solani</u>	Delen ve ark. (1991a)
2. Dodine	<u>Sclerotinia (Monilinia) spp.</u> <u>Venturia inaequalis</u>	Demir ve Delen (1991) Benlioğlu ve Kılıç (1994)

### Fungisitlere Dayanıklılık Yönetim Stratejileri (Wade, 1988)

Bitkilerin sağlıklı yetiştirilmesini sağlamak ve patojen yoğunluğunu düşürerek ilaç uygulama sayısını azaltmak için gerekli kültürel önlemlerin alınması büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, dayanıklı çeşitlerin kullanılması, enfekteli bitki artıklarının imha edilerek inokulum miktarının azaltılması ve diğer kontrol metotlarının uygulanması ile yüksek seleksiyon basıncının oluşumuna engel olunarak yoğun fungusit kullanımının önüne geçilmesi gerekir. Böylece bir vejetasyon periyodu içerisinde ilaç uygulama sayısı azaltılabilir.

Dayanıklılığı önleme açısından farklı etki yerine sahip fungusit karışımlarının kullanılması etkili bir yöntemdir. Böylece dayanıklı ırkların oluşumu önlenebilir veya belli bir seviyede tutulabilir. Bu amaçla, tek ve çok yer engelleyici fungusit karışımlarının kullanılması çok uygundur. Bu karışımlar populasyon içerisinde dayanıklı ırklar dominant duruma geçmeden önce kullanıldıklarında etkili olabileceklerinden dayanıklılık problemi oluşmadan önce kullanılmalıdırlar. Karışımda iki tek yer engelleyicinin kullanılması durumunda aralarında pozitif ilişkili çapraz dayanıklılığın bulunmaması gerekir.

Aralarında pozitif ilişkili çapraz dayanıklılık bulunmayan fungusitlerin dönüşümlü olarak kullanılması da patojenin sürekli bir fungusite maruz kalmasını azaltacağından iyi bir yöntemdir. Dayanıklılığın oluşumunu önlemek için tek yer engelleyici bir fungusit tek başına sürekli kullanılmamalı, diğer tek yer engelleyici fungusitlerle dönüşümlü olarak kullanılmalıdır. Bu amaçla bir patojen için aralarında pozitif ilişkili çapraz dayanıklılık bulunmayan fungusitlerin belirlenmesi gerekir. Hastalık yoğunluğu ve dayanıklılık riski yüksek olduğu durumlarda fungusitlerin karışım halinde veya dönüşümlü olarak kullanılması en iyi yoldur.

Negatif ilişkili çapraz dayanıklılığın bulunduğu patojen populasyonlarında fungusit kullanımı yeni bir dayanıklılık yönetim şeklidir. Aralarında negatif ilişkili çapraz dayanıklılık bulunan fungusitlerin karışım halinde kullanılması durumunda hassas ve dayanıklı ırkların kontrolü mümkün olabilmektedir. Örneğin, methyl N- (3,4- dichlorophenyl) carbamate (MDPC)'nin bazı benzimidazole bileşiklerine dayanıklı *B. cinerea* populasyonlarını etkili bir şekilde kontrol ettiği bilinmektedir. MDPC ve benzimidazole bileşikleri karışım halinde kullanıldığında populasyondaki hassas ve dayanıklı ırklar kontrol altına alınabilmektedir. Yine, vinclozolin'e dayanıklı ve duyarlı *B. cinerea* populasyonunda, vinclozolin ve chlorothalonil (aromatik hydrocarbon) arasında negatif ilişkili çapraz dayanıklılık bulunduğu, bu iki fungusitin karışım halinde kullanılması durumunda etkili bir kontrol sağlayabileceği bildirilmektedir (Chuang ve Pwu, 1990).

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Başka bir alternatifin olmadığı durumda önemli bitki hastalıklarının kontrolünde fungusit kullanımı zorunlu olmaktadır. Fungisitlere karşı dayanıklılığın ortaya çıkması tüm dünyada

olduğu gibi ülkemizde de önemli bir problemidir. Nitekim, ülkemizde yapılan çeşitli çalışmaların sonuçlarına göre (Tablo 2), başta benzimidazole grubu fungusitler olmak üzere phenylamide, EBI, dicarboximide ve dithiocarbamate bileşiklerine karşı çeşitli patojenlerde duyarlılık azalışı saptanmıştır. Ayrıca, bazı patojenlerde çeşitli fungusitlere karşı çapraz dayanıklılığın görülebildiği, doğaya uyum ve virulanslık açısından dayanıklı ve duyarlı izolatlar arasında fark olmadığı da bildirilmiştir. Özellikle fungusitlerin yoğun olarak kullanıldığı seralarda duyarlılık azalışının daha ciddi boyutlara ulaştığı dikkati çekmektedir.

Ülkemizde fungusitlere karşı dayanıklılığın ortaya çıkmaması veya enazından geciktirilebilmesi için dikkat edilmesi gereken hususlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Patojen yoğunluğunu düşürerek bir vejetasyon periyodu içerisinde ilaç uygulama sayısını azaltmak için kültürel önlemlere ( dayanıklı çeşit ve sertifikalı tohumluk kullanımı, bitki artıklarının imhası, vb.) gereken önemin verilmesi.

2. Fungisitlerin mutlak suretle tavsiye edildikleri dozlarda kullanılması.

3. Dayanıklılık riski yüksek olan fungusitlerin zorunlu olmadıkça kullanılmaması.

4. Tek yer engelleyici fungusitlerin çok yer engelleyici fungusitlerle karışım halinde kullanılması.

5. Aralarında pozitif ilişkili çapraz dayanıklılık bulunmayan tek yer engelleyici fungusitlerin dönüşümlü olarak kullanılması.

6. Şayet aralarında negatif ilişkili çapraz dayanıklılık bulunan fungusitler varsa bunların karışım halinde kullanılarak, hassas ve dayanıklı populasyonun kontrol edilmesi.

7. Yoğun fungusit kullanımının söz konusu olduğu patojenlerde kullanılan fungusitlere karşı duyarlılık düzeyinin sürekli olarak izlenmesi ve buna göre ilaçlı mücadeleye yön verilmesi.

8. Ruhsatlandırma aşamasında yeni bir fungusitin dayanıklılık riskinin belirlenmesi ve buna göre ilaçlama programlarının oluşturulması.

Fungisitlere dayanıklılık yönetimini oluşturan bu hususları gerçekleştirebilmek için ilaç üreticisi firmaların, araştırma kurumlarının ve çiftçilerin yakın işbirliği içerisinde olmaları ve sorumluluklarını yerine getirmeleri gerekir.

## KAYNAKLAR

- Arı, M., N. Delen, 1988. Studies on the fungicide sensitivity of vine mildew (*Uncinula necator* (Schwein) Burr.) in Aegean Region of Turkey. J. Turk Phytopath., 17: 19-30.
- Beever, R. E., R. J. W. Byrde, 1982. Resistance to the dicarboximide fungicides. Fungicide Resistance in Crop Protection (Ed: J. Dekker and S. G. Georgopoulos), pp. 101-117., Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, Netherlands.

- Benlioğlu, S., B. Kılıç, 1994. Sensitivity of Venturia inaequalis to benomyl and dodine. 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union (September 18-24, 1994, Kuşadası-Aydın), Turkish Phytopathological Society Publications, No 7: 401-403.
- Benlioğlu, S., B. Kılıç, 1995. Venturia inaequalis (Cke.) Wint. izolatlarının flusilazole ve hexaconazole'ye duyarlılıkları üzerinde çalışmalar. VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi (26-29 Eylül 1995, Adana), Bildiriler, 207-210.
- Chuang, T., A. Pwu, 1990. Vinclozolin resistance of Botrytis cinerea isolates from strawberry in Taiwan. In Proceeding of the 3rd International Conference on Plant Protection in the Tropics, Malaysia, Volume III, 122-128.
- Dekker, J., 1986. Preventing and Managing Fungicide Resistance. National Academy Press, Washington, D.C., 471 pp.
- Delen, N., 1980. Studies on the control possibilities of chestnut blight (Endoibhia parasitica (Murr.) A. and A.) in Turkey. II. Appearance possibility of resistance after continuous applications of effective systemic fungicides against the pathogen in vitro. J. Turk Phytopath., 9: 27-47.
- Delen, N., M. Yıldız, 1980a. Bazı fungusidlerin hıyar solgunluk etmenine (Fusarium oxysporum f.sp. caucumerinum Owen) etkileri ve yan etkileri üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK-TOAG VII. Bilim Kongresi, Bildiriler, 197-213.
- Delen, N., M. Yıldız, 1980b. Benzimidazole grubu iki sistemik fungusidin kimi Rhizoctonia solani Kühn izolatlarını engelleyici etkileri üzerinde çalışmalar. E. Ü. Z. F. Derg., 17: 21-36.
- Delen, N., M. Yıldız, 1982a. Phytophthora spp. izolatlarının metalaxyl'e duyarlılıkları üzerinde çalışmalar. III. Türkiye Fitopatoloji Kongresi (12-15 Ekim 1982, Adana), 99-111.
- Delen, N., M. Yıldız, 1982b. Fungicide resistance of some fungal pathogens isolated from greenhouses in Turkey. J. Turk Phytopath., 11: 33-40.
- Delen, N., N. Tosun, 1995. Botrytis cinerea izolatlarının bazı dithiocarbamate'lara duyarlılığı üzerinde çalışmalar. VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi (26-29 Eylül 1995, Adana), Bildiriler, 141-144.
- Delen, N., M. Yıldız, H. Maraite, 1984. Benzimidazole and dithiocarbamate resistance of Botrytis cinerea on greenhouse crops in Turkey. Med. Fac. Landbauw, Rijksuniv. Gent., 49: 153-161.
- Delen, N., M. Yıldız, S. Benlioğlu, 1988. Botrytis cinerea izolatlarının captan ve dichlofluanid'e duyarlılıkları üzerinde çalışmalar. DOĞA Tu Tar. ve Or. D., 12: 348-357.
- Delen, N., T. Özbek, Y. Yıldırım, 1991a. Rhizoctonia solani izolatlarına tolehofofos-methyl'in etkinliği üzerinde çalışmalar. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi (7-11 Ekim 1991, İzmir), Fitopatoloji Derneği Yayınları, No 6: 265-268.
- Delen, N., T. Özbek, M. Yıldız, 1991b. Iprodione'a duyarlılığı azalmış Alternaria solani izolatları üzerinde araştırmalar. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi (7-11 Ekim 1991, İzmir), Fitopatoloji Derneği Yayınları, No 6: 269-274.

- Delen, N., T. Özbek, N. Tosun, 1994. Sensitivity in Alternaria solani isolates to EBI's. 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union (September 18-24, 1994, Kuşadası-Aydın), Turkish Phytopathological Society Publications, No 7: 361-363.
- Delp, C. J., 1988. (Ed) Fungicide Resistance in Nort America. APS Press., St. Paul, MN, 133 pp.
- Delp, C. J., 1990. Fungicidal control of plant disease: modes of action and fungal resistance. In Proceeding of the 3 rd International Conference on Plant Protection in the Tropics, Malaysia, Volume III, 99-104.
- Delp, C. J., J. Dekker, 1985. Fungicide resistance definitions and use of terms. EPPO Bulletin, 15: 333-335.
- Demir, S. T., N. Delen, 1991. Sclerotinia (Monilinia) spp. izolatlarının bazı fungusidlere karşı duyarlılıkları üzerinde araşurmlar. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi (7-11 Ekim 1991, İzmir), Fitopatoloji Derneği Yayınları, No 6: 275-279.
- Gangawane, L. V., 1990. Fungicide resistance in plant pathogens in India. In Proceeding of the 3 rd International Conference on Plant Protection in the Tropics, Malaysia, Volume III, 117-121.
- Nemli, T., 1977. Sistemik fungusidlere rezistans mekanizması. I. Türkiye Fitopatoloji Kongresi (20-24 Ekim 1975, İzmir), Fitopatoloji Derneği Yayınları, No 2: 85-94.
- Nemli, T., 1978. Benomyl'in bazı Botrytis cinerea Pers. izolatlarına in vitro ve in vivo etkisi üzerinde araşurmlar. II. Türkiye Fitopatoloji Kongresi (9-13 Ekim 1978, Ankara), Tebliđ Özetleri, 9-10.
- Onan, E. A. Karcıluđlu, 1989. Studies on chemical control of sunflower downy mildew (Plasmopara helianthi Novot) and on resistance of the pathogen to metalaxyl. J. Turk Phytopath., 18: 107-114.
- Staub, T., D. Sozzi, 1984. Fungicide resistance. Plant Disease, 68: 1026-1031.
- Urech, P.A., 1984. Management of fungicide resistance in practice. EPPO Bulletin, 14: 571-575.
- Urech, P.A., 1990. Management of fungicide resistance - a shared responsibility. In Proceeding of the 3 rd International Conference on Plant Protection in the Tropics, Malaysia, Volume III, 105-109.
- Wade, M., 1988. Strategies for preventing or delaying the onset of resistance to fungicides and for managing resistance occurrences. Fungicide Resistance in Nort America (Ed: C. J. Delp) pp. 14-15., APS Press., St. Paul, MN.