

## 4. Biyolojik Mücadele

Biyolojik mücadeleden, yabancı otlara karşı doğal düşmanlar kullanılarak yapılan mücadele anlaşılmaktadır. Doğal düşmanlar parazit bitkiler, bakteriler, virüsler, funguslar, böcekler, kuşlar, balıklar gibi aktif ajanlar olabilmektedir. Yabancı otlarla biyolojik mücadelede böcekler başarıyla kullanılmakta, bakteri ve funguslar ancak sekonder parazit olarak etkili olmaktadır.

Yabancı otlarla biyolojik mücadelede en klasik örneği Avustralya'da bir kaktüs cinsinin (*Opuntia* spp.) mücadelesi oluşturmaktadır.

Amerika'da it bitkisi olarak yetiştirilen bu cins kaktüsler aynı amaçla Avustralya'ya götürölmüştür. Yeni yetişme bölgelerinde çok fazla çoğalan bu kaktüs türü 1870 yılında Avustralya'nın hemen her tarafına yayılmıştır. 1925 yılında 240 milyon dekarlık alanı kaplamış olan bu kaktüs cinsine karşı uygulanan mekanik ve kimyasal mücadele yöntemleri bütün çabalara rağmen başarılı olamamıştır.

Nihayet entomologların önerisi üzerine, Amerika'da söz konusu kaktüs türleri üzerinde zararlı olan *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera) Avustralya'ya getirtilerek çoğaltılmış ve doğaya salınmıştır. Doğada çok kısa zamanda çoğalma olanağı bulan doğal düşmanlar kaktüsleri zayıflatmış ve üzerine sekonder parazit olan bazı bakteriler arız olarak söz konusu bitkilerin ölümünü kolaylaştırmıştır.

ABD'nin batısında sorun oluşturan ve zehirli oluşu nedeniyle hayvanların ölümüne neden olan kantaron otu (*Hypericum perforatum*) mücadelesinde *Chrysolina* spp. (Coleoptera) başarılı olarak kullanılmış ve bu ot sorun olmaktan çıkmıştır. Bu yabancı ot türü ile aynı yolla Avustralya ve Yeni Zelanda'da da başarılı bir şekilde mücadele yapılabilmifitir.

Kara bitkilerinde olduğu gibi su içi yabancı otlarına karşı da biyolojik mücadele başarıyla uygulanmaktadır. Bu amaçla bazı balıklar yetiştirilerek, su bitkileriyle mücadelede etkili bir Şekilde kullanılmaktadır. Örneğin sazan balığı (*Cyprinus carpio*) Sicilya'da göllerdeki yabancı otlara karşı başarıyla kullanılmıştır.

Ayrıca ot sazani  
(*Ctenopharyngodon idella*) özellikle  
yüzen yabancı otların  
mücadelesinde kullanılmaktadır. Bu  
balık türünün sindirim sisteminin  
kısa olması nedeniyle yenen bitki  
tamamen sindirilmeden dışarı  
atılmakta ve balık çok çabuk  
acıkmaktadır.

Bunun sonucu olarak da söz konusu balık fazla miktarda bitki tüketmektedir. Ancak, bu tür balıklar sindirilmemiş bitki artıklarını fazla miktarda dışarıya attıkları için suyu çabucak kirletmektedir.

Yabancı otların biyolojik mücadelesinde kullanılan daha birçok zararlı ve patojen mikroorganizmalar vardır.



Soya ve eltik tarlalarında sorun olan *Aeschynomene virginica* adlı yabancı otun mücadelesinde *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *aeschymonene* mikroherbisiti (COLLEGO) başarılı olmuştur. Florida'da turunçgil bahçelerinde problem olan *Morrenia odorata* adlı yabancı otun mücadelesinde *Phytophthora palmivora* mikroherbisiti (Devine) kullanılmıştır.

*Abutilon theophrasti* mücadelesinde  
*Colletotrichum coccoides*  
mikoherbisiti (VELGO)  
bulunmaktadır. *Malva pusilla*'ya  
karşı *Colletotrichum gloeosporioides*  
f. sp. *malvae* sporlarından ibaret  
bir mikoherbisit de mevcuttur  
(BioMal).

Biyolojik mücadelede temel prensipleri şöyle sıralayabiliriz;

- **Biyolojik mücadele yabancı otun ana vatanında uygulanamaz**

Genel olarak yabancı otları ana vatanlarında biyolojik mücadele yoluyla ortadan kaldırmak mümkün olamamaktadır. Zira, bu otların o bölgede yoğunluğunu dengede tutan doğal düşmanları vardır. Bu doğal düşmanlar ve yabancı otlar daima bir arada denge halindedir, herhangi birini diğerinin aleyhine çevirebilme olanağı azdır.

Buna karşın herhangi bir b6lgeye sonradan bulaşmış olan yabancı otlara karşı uygulanan biyolojik m¼cadelenin başarı şansı çok daha y¼ksek olmaktadır. Zira, bu yabancı otların sonradan bulaştığı b6lgede doğal d¼řmanları çoğunlukla bulunmamaktadır. Bu nedenle s6z konusu otların çoğalma ve yayılmaları hızlı olmaktadır. Sonradan bulaşan yabancı otların m¼cadelesinde ana vatanından getirilen doğal d¼řmanlar etkili bir şekilde kullanılabilmektedir.

- **Mücadelesi yapılacak yabancı otun tek tür olması gerekir.**

Yabancı otların gerek karada ve gerekse suda tek tür olması biyolojik mücadelesini kolaylaştırmaktadır. Biyolojik mücadele bütün yabancı ot türlerine birden uygulanamaz. Zira her yabancı otun doğal düşmanı yoktur veya aynı değildir.

- **Başlatılan biyolojik mücadele durdurulamaz.**

Fiziksel ve kimyasal yabancı ot mücadele yöntemleri lokal olarak uygulanabilmekte ve istenildiği zaman durdurulabilmektedir; oysa biyolojik mücadele uygulanmaya başlayınca durdurmak imkansızdır. Ancak doğal düşmanların beslendiği bitkilerin ortadan kalkmasıyla biyolojik mücadele kendiliğinden ortadan kalkmaktadır.

**-Yabancı otun tamamının ortadan kalkması dikkate alınmalıdır.**

Bazı yabancı otların tamamen ortadan kalkması bazı olumsuzlukları beraberinde getirmektedir. Örneğin ABD'de güneş çiçeği (*Centaurea solstitialis*) arıların beslendiği ve ziyaret ettiği önemli bir bitki olduğundan biyolojik mücadelesinden vazgeçilmiştir. Bu nedenle biyolojik mücadelede yabancı otun tamamen ortadan kalkacağı göz önüne alınmalıdır.

**- Biyolojik mücadelede kullanılan doğal düşmanlar monofag olmalıdır.**

Kullanılan doğal düşmanlar sadece mücadelesi yapılan bitki üzerinde zararlı olmalıdır. Özellikle bunların kültür bitkileri üzerinde zararlı olup olmadıkları özenle araştırılmalıdır.



## 5. Kimyasal Mücadele

Yabancı otlarla mücadelede kültürel önlemlerin arzu edilen sonucu vermemesi halinde ilaçlı mücadele yapma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu gün dünyada üretilen bitki koruma ilaçlarında aktif madde bazında %47'lik bir payla ilk sırayı herbisitler almaktadır. Ülkemizde en fazla herbisit kullanımı tahıl alanlarında olup bunu ayçiçeği ve sebzeler izlemektedir.

Ülkemizde herbisitlerin %97'si geniş yapraklı, geri kalan %3'ü ise dar yapraklı yabancı otlara karşı kullanılmaktadır.

# HERBİSİTLER

Herbisitleri "bitkileri öldüren veya gelişmelerini engelleyen kimyasal maddelerdir" diye tanımlıyoruz. Bu etkililiği gösteren kimyasal maddeye "**aktif madde**", aktif maddenin kullanımını kolaylaştırmak ve etkinliğini artırmak için eklenen maddelere de "**dolgu maddesi**" denir. Preparatlar daima dolgu maddesi ile karışık halde imal edilir ve satılır.

## Herbisit - Bitki İlişkileri

Toprağa veya yaprağa uygulanan herbisitlerin çok az bir kısmı bitkiler tarafından alınabilmektedir. Diğerleri çeşitli yollarla topraktan veya yapraktan uzaklaşmakta herbisit etkinliğini gösterememektedir. Nitekim yapılan bir çalışmada dekara 200 g herbisit uygulanmış ve bunun sadece 5-50 g' ının bitkiler tarafından alındığı tespit edilmiştir.

## a. Herbisitlerin Bitkiler Tarafından Absorbsiyonu

Herbisitler bitkilerin topraküstü organlarına veya toprağa uygulanırlar.

Yaprağa uygulanan herbisitlerin yaklaşık %75'i toprağa düşer, geri kalan kısmı yaprakta tutunur. Herbisitler genellikle bitkilere emülsiyon (bir sıvının diğer sıvı içerisinde karışımı) şeklinde püskürtülür. Uygulanan herbisitler bitkilere kontakt veya sistemik olarak etkiler.

Kontakt herbisitler yaprakların her tarafına tutunduğu ölçüde etkili olurlar. Sistemik herbisitlerin ise giriş yaptığı organlara uygulanması yeterlidir. Her iki grup herbisitlerin etkili olabilmesi için bitki yüzeyine iyice yayılması ve tutunması gerekir. Herbisitlerin bitki yüzeyine tutunmasına "**Retensiyon**" denir.

Retensiyon üzerine herbisitlerin ve bitkilerin birçok özelliklerinin etkisi vardır. Herbisitlerin bitki bünyesine girmesi ve absorbe edilebilmeleri için her şeyden önce bitki yüzeyine absorbe edilebilir formda tutunmak zorunluluğu vardır. Bunun yanında herbisit dozu, bitki yüzeyine yayılışı, formülasyonu, damla büyüklüğü, damlaların yayılma hızı retensiyonda önemli etkenlerdir.

Herbisitlerin tutunmasına ve absorpsiyon hızına bitkilerin morfolojik ve anatomik yapısı, epidermis yüzeyinin histolojik (dokusal) özellikleri etkili olmaktadır. Epidermis üzerindeki kütikula tabakasının şekli, kalınlığı ve yoğunluğu, stomaların yeri ve sayısı, epidermis üzerinde absorpsiyon yüzeyini artırması bakımından tüylülüğü gibi birçok özellikler etkilemektedir.

Söz konusu özellikler bakımından bitkiler arasındaki farklılıklar, herbisitlerin de absorpsiyonunu farklı kılar. Bu farklılık da herbisitlerin bitkilere etkinliği yönünden seçicilik özelliğini doğurur.



Herbisitlerin bitkiler tarafından alınması denilince, **penetrasyon** ve **absorbsiyon** anlaşılmaktadır.

Herbisitlerin bitkinin ölü olan hücre duvarından stoplasmik zara kadar girişine **“penetrasyon”** denir.

Sitoplasmik zara (hücre zarı, plazma zarı, plasmalemma, ektoplasma) ulaşan herbisitlerin diffüzyonla veya aktif olarak hücre içerisine alınışına ve parankima hücrelerinde taşınarak dokulara ulaşmasına **“absorbsiyon”** denir.

Hormon yapısındaki herbisitler daha çok bitkilerin yaprak ve köklerinden, bir miktar da gövdeden absorbe edilmektedir. Bunları sırasıyla görelim;

## b. Herbisitlerin Bitki Bünyesine Kütiküladan Giriş

Epidermisin üzeri farklı tabakalardan meydana gelmiştir. En dışta kütiküla tabakası bulunur. Kütiküla da içte kitin, dışta mum olmak üzere iki tabakadan oluşmaktadır. Kütiküla tabakası yaprağın üzerinde olabildiği gibi hücreler arasında da bulunabilmektedir.

Hücrelerarası boşlukların yüzeyi yaprak yüzeyinden 30 kez daha fazladır. Bu nedenle herbisitlerin absorpsiyonu yaprak yüzeyinden çok iç kütikula yoluyla olmaktadır. Diğer taraftan hücrelerarası boşlukta kütikula kalınlığı yaprak yüzeyine nazaran daha incedir ve herbisitlerin bu yüzeyden girişi çok daha kolay olmaktadır.

Kütikülanın kalınlığı ve üniform oluşu bitkinin türüne, gelişme devresine ve ekolojik koşullara bağlı olarak değişir. Gölge yerlerde yetişen bitkilerde kütiküla ince, bol güneşli yerlerde yetişenlerde kalın olur.

Kütikülanın kalınlığı herbisitlerin girişinde engel oluşturmaktadır, Herbisitler ince kütikülaya sahip yabancı otlarda, kalın kütikülaya sahip olanlara göre daha fazla giriş yaparlar. Bu farklılık da herbisitlerin seçiciliğini doğurur.

**Kütiküla tabakası apolar yapıya sahiptir.** Apolar kimyasal maddeler elektrik akımında iyonize olmayan bileşiklerdir. Polar yapıya sahip olanlar ise anyon ve katyon olarak ayrılır ve iyonize olurlar. Örneğin yağlar elektrik akımında iyonize olmadığı için apolar, su ise hidrojen ve oksijene ayrıldığı için polardır.

Kimyada önemli bir kural vardır. Apolar bileşikler apolar eritkenlerde, polar bileşikler ise polar eritkenlerde erir. Apolar bileşikler polar eritkenlerde erimez.



Örneğin, ester, asit ve fenol yapısındaki herbisitler apolardır ve su içerisinde erimez. Bunlar apolar yapıda olan kütikula ve mum içerisinde kolaylıkla eriyerek hızlı giriş yaparlar. Bu nedenle apolar herbisitler yapraklara uygulandığında çabucak etkilerini gösterirler.

Amin tuzu yapısındaki herbisitler ise polar yapıdadır ve suda erirler. Bunlar apolar yapıdaki kütiküladan çok az giriş yaparlar ve etkilerini çok yavaş gösterirler. **Bitkilerin toprakaltı organları ise polar yapıdadır ve polar yapıdaki herbisitler bu yolla kolayca bitki dokusu içerisine girerler.**

Apolar yapıdaki herbisitlerin bitkinin toprakaltı organlarına uygulanması halinde, önce polar yapıya dönüşür ve ancak bu yolla bitki doku içerisine giriş yaparlar.

Apolar yapıdaki herbisitler yaprak yüzeyindeki kütikula ve mum tabakasından eriyerek direkt giriş yapabildikleri gibi lipofil kanallardan da giriş yaparlar. Lipofil kanallar daima açıktır ve yağla doludur. Bu kanallar apolar herbisitlerin girişi için elverişlidir.

Polar yapısındaki herbisitlerin ise söz konusu yüzeylerden girişı sadece hidrofıl kanallar yoluyla olmaktadır. Bu kanallar su ile doludur ve polar yapıdaki herbisitlerin girişı için elverişlidir. Hidrofıl kanallar yüksek nemde su ile dolu olduğu için polar herbisitlerin nemli havalarda uygulanması önerilmektedir.

Herbisitlerin kütiküladan girişi esas itibariyle diffüzyona dayanır. Girişin sürati giren çözeltinin çeşidine, absorbe edilmiş kuvvetine, iyonların büyüklüğüne, absorbe edilen maddenin konsantrasyonuna, erime derecesine vb. bağlıdır.

Kütiküla kalınlığı herbisitlerin girişini etkilemektedir. Bu kalınlık bitkinin türüne, yetiştiği çevre faktörlerine, gelişme devrelerine bağlı olarak değişir. Bitkilerde kütiküla kalınlığındaki farklılık herbisitlere karşı seçiciliği doğurmaktadır.

# -Herbisitlerin GiriŖi

# Stomalardan

Stomalar yaprak yüzeyinin giriŖ kapılarını oluŖtururlar. Stomaların sayısı ve yeri bitkinin türüne ve ekolojik koŖullara bağlı olarak deėiŖmektedir. Herbisitler stomalardan gaz veya çözelti halinde giriŖ yaparlar.



Sulu çözeltiler yaprak yüzeyinde yüksek gerilime sahip olmaları halinde stomalardan giriş yapamazlar. Ancak bu tip herbisitlere yüzey gerilimi azaltıcı belirli kimyasal maddelerin ilavesiyle stomalardan girişleri sağlanmış olmaktadır. Buna en güzel örneği dalapon oluşturmaktadır.

Stomalardan giren herbisit miktarı yapraktaki stoma sayısına ve stomaların bulunma yerlerine (yaprağın altında veya üstünde) bağlı olarak değişir. Herbisitlerin stomalardan giriş yapması halinde bitki tarafından absorpsiyonu çok çabuk olmaktadır.

Gaz halindeki herbisitler stomalar yoluyla kolayca giriş yaparlar demiştik. Hormon yapısındaki herbisitlerden ester bileşimli olanlar çok çabuk gaz haline geçtikleri için stoma yoluyla kolaylıkla bitki bünyesine girerler.

# Herbisitlerin Toprakaltı Organlarından Giriş ve Absorbsiyonu

Herbisitlerin toprakaltı organlarından alınması su ve mineral maddelerin alınmasında olduğu gibi daha çok emici tüyler yardımıyla olmaktadır. Herbisitlerin, toprakaltı organları tarafından kolayca alınabilmesi için toprakta serbest halde yani toprak partikülleri tarafından adsorbe edilmemiş olması gerekmektedir. Herbisitlerin bitki toprakaltı organları ile buluşması çeşitli yollarla olmaktadır. Bunlar:

-Gelişmekte olan toprak altı organları, kontakt olarak herbisit iyonlarını yakalar ve bu iyonlar bitki dokusu içerisine geçer.

-Herbisit iyonları pasif olarak su ile toprakaltı organları yüzeyine gelir ve kütle halinde bitki dokusu içerisine geçer.

-Gaz haline geçen herbisitler diffüzyonla toprakaltı organlarına ulaşır ve bitki dokusu içerisine geçer.

Bu yollarla bitkinin toprakaltı organlarına ulaşan herbisitler yapraktakine benzer şekilde direkt epidermise (gelişmesiyle yerini ekzodermise bırakır) ve oradan hücrelerarası boşluklardan bitki hücresi içerisine giriş yaparlar.

Burada görüldüğü gibi toprakaltı organlarına ulaşan herbisitlerin girişi aktif yolla olabildiği gibi diffüzyonla da olabilmektedir. Özellikle gaz haline geçen herbisitler diffüzyonla giriş yapmaktadır.

Yukarıda belirtildiği gibi çeşitli yollarla stoplasmik zara ulaşan herbisitler buradan aktif veya pasif yolla hücre içerisine alınırlar yani absorbe olurlar.

# Herbisitlerin Sürgünlerden Giriş ve Absorpsiyonu

Herbisitlerin gövde ve sürgünlerden girişi ve absorpsiyonu yapraktaki mekanizmaya benzemekte, ancak bu yolla giriş çok az olmaktadır. Herbisitlerin bu yolla girişi ve absorpsiyonu daha çok bitkinin toprakaltı sürgünleri ile olmaktadır. Belirli herbisitler bazı bitkilerde bu yolla giriş yapar ve absorbe olurlar.



Herbisitlerin bir kısmı  
çimlenmekte olan  
tohumun koleoptil ve  
toprak yüzeyine çıkmamış  
sürgünleri tarafından  
absorbe olmaktadır.

Odunsu bitkilerde kabuk, herbisitlerin girişi için engel dokuları oluşturmaktadır. Buradan herbisitlerin girişi lentisel, yara ve çatlaklardan olmaktadır. Bu nedenle ağaçlara karşı herbisit uygulaması, gövdede yapay yaralar açılarak veya enjeksiyonla yapılmaktadır.