aylık bitkisel üretim dergisi | mayıs 2025 yıl: 13 sayı:147 | 0216 - 415 06 25 www.harmantime.com.tr | fiyatı: 150 TL yıllık abonelik: 1500 TL | ISSN:2147-6004

harman TIME

48 Çilekte Kırmızı Örümcekler

64 Kanola Tarımında Başarılı Olmanın Yolları

74 Marul Yetiştiriciliği



Zirai Don 36 İlde Etkili Oldu

GEÇMİŞ OLSUN

Yabancı Ot Öldürücü İlaçlar

(Herbisitler): Genel Yapısı ve Sınıflandırılması



Prof. Dr. Işık TEPE
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Bitki Koruma
Bölümü
itepe@yyu.edu.tr

Herbisitlerin Genel Yapısı

Bitkileri öldürmek veya gelişmelerini durdurmak için kullanılan kimyasal maddelere herbisit denir. Bitki anlamına gelen herba (çoğul: herbes) ve öldürücü anlamına gelen –cida kelimelerinin bileşiminden oluşur.

Bir herbisit genel olarak etkili (aktif) madde, dolgu maddesi ve katkı maddeleri olmak üzere üç unsurun bileşiminden oluşur (Şekil 1): (1) Etkili madde veya aktif madde (e.m.) [Active ingredient (a.i.)] uygulandığında herbisitin bitki üzerinde etkili olan kısmıdır. (2) Dolgu maddesi (inert ingredient) herbisitin önemli bir kısmını oluşturur ve etkili madde için dolgu, çözücü ve/veya taşıyıcı madde olarak görev yapar ve nötr (etkisiz) karakterdedir. Örneğin sıvı herbisitler için deiyonize su, tiner veya solventler; katı herbisitler için kaolinit gibi bazı kil mineralleri veya talk minerali gibi maddeler dolgu maddesi olarak kullanılır. (3) Katkı maddeleri (other ingredients) farklı amaçlar için herbisite katılan maddelerdir. Örneğin: Çözücüler, yapıştırıcılar, yayıcılar, emülgatörler, dispersiyon maddeleri, koruyucular, uyarı maddeleri (renk ve koku), stabilizatörler, bitki koruyucuları (herbicide safener) vb. Aktif madde ve dolgu maddeleri her herbisitte bulunmasına rağmen katkı maddelerinin her herbisitin bileşiminde bulunması gerekmez, ayrıca bir herbisitte birden çok katkı maddesi de bulunabilir.

Herbisitler içinde bulundurdukları etkili madde ve dolgu maddesinin özelliklerine göre farklı şekillerde formüle edilirler. Buna göre herbisitler katı, sıvı veya gaz formunda olabilirler. Bu durum etkili maddenin özelliğinden ziyade katkı maddesinin özelliğine bağlı olarak değişir. Tüm dünyada herbisitler için kullanılan farklı formülasyon tipleri Çizelge 1'de verilmiştir.



Herbisitlerin Sınıflandırılması

Herbisitler uygulandıkları yabancı otlara, kültür bitkisine, uygulandıkları yere, uygulama zamanlarına, bitkideki taşınma durumlarına ve etki mekanizmalarına göre farklı guruplara ayrılabilirler. Bu özelliklerine göre yapılan sınıflandırmalar hakkında aşağıda ayrıntılı bilgi verilmiştir:

Herbisitler uygulandıkları yabancı otlara göre sınıflandırılırsa; buğdaygil yabancı otlar veya tek çenekli bitkiler olarak da adlandırılan dar yapraklı yabancı otlara (grass weeds) ve geniş yapraklı yabancı otlara (broadleaved weeds) uygulanan herbisitler şeklinde iki gurup altında değerlendirilirler (Şekil 2).

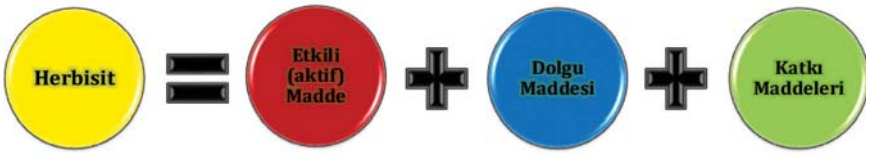
Kültür bitkilerine olan etkileri açısından bir sınıflandırma yapılacak olursa seçici olmayan (non-selective) ve seçici (selective) herbisitler olarak iki gurup altında incelenebilirler. Seçici olmayan herbisitler hemen hemen tüm bitkiler üzerinde öldürücü etki gösterir. Buna en iyi örnek olarak paraquat, glufosinate ve glyphosate içerikli herbisitler verilebilir. Seçici herbisitler ise belli bir bitkiye veya bir gruba etki ederken hedef olmayan diğer bitkilere etki göstermeyen herbisitler olarak tanımlanır. Bu herbisitler kullanıldıkları kültür bitkisine etki etmezken içindeki yabancı otları öldürür. Örnek olarak, ACCase veya ALS enzimi engelleyicileri veya T1R1 oksin reseptörü (synthetic auxins) gruplarında yer alan birçok herbisit verilebilir.

Herbisitler uygulandıkları yere göre değerlendirildiğinde ise genel bir kavram olarak toprağa ve yaprağa (yeşil aksama) uygulananlar olarak iki grup altında adlandırılırlar (Şekil 3). Eğer herbisit ekim veya dikim öncesinde toprağa uygulanıyorsa uygulamadan hemen sonra diskaro, tırmık vb. gibi bir aletle toprağa karıştırılmalıdır. Bunun yapılmasının iki önemli sebebi vardır: Birincisi, herbisitin toprak içindeki yabancı ot tohumlarıyla daha iyi teması sağlanır; ikincisi, herbisitin buharlaşma yoluyla veya güneş ışığının parçalaması (photodecomposition) suretiyle kaybolması önlenir. Herbisit toprağa karıştırıldığında toprakta yeterli miktarda nem de bulunmalıdır.

Herbisitler uygulanma zamanlarına göre; ekim öncesi veya dikim öncesi (pre-sowing/pre-plant) uygulananlar, çıkış öncesi (pre-emergent) uygulananlar ve çıkış sonrası (post-emergent/post-plant) uygulananlar olmak üzere üç ayrı gurup altında sınıflandırılabilir (Şekil 4). Burada ekim öncesi dönem, kültür bitkisi tohumlarının tarlaya henüz ekilmeden önce veya kültür bitkisi fidelerinin tarlaya şaşırtılmadan önceki dönemlerini ifade eder. Bu dönemde herbisitler toprağa uygulanır ve uygulamadan hemen sonra diskaro, tırmık vb. gibi bir aletle toprağa karıştırılır. Çıkış öncesi uygulamalar kültür bitkisi tohumu ekildikten hemen sonra yapılır, burada kültür bitkisinin çimlenmemiş ve çıkış yapmamış olması önemlidir. Çıkış sonrası uygulamalar ise kültür bitkisinin çıkış yapmasından sonraki dönemlerde yapılan uygulamalardır. Bu amaçla kullanılan herbisitler genellikle yabancı otun yaprağına (yeşil aksama) temas eder ve yabancı otların hangi dönemlerinde olduğu herbisitin başarısı için büyük önem arz eder. Örneğin; yabani yulaf (*Avena* spp.), kuş yemi (*Phalaris*

Çizelge 1. Herbisitlerde kullanılan formülasyon tipleri ve kodları (Albeyoğlu, 2021; BKÜ, 2025)

Kod	İngilizce ismi	Türkçe ismi
CR	Crytals	Kristal
CS	Capsule suspension	Kapsül süspansiyon
DF	Dry flowable	Suda dağılabilen kuru akışkan
EC	Emulsifiable concentrate	Suda homojen dağılabilen sıvı
EW	Emulsion, oil in water	Emülsiyon, suda yağ
GR	Granule	Granül
HN	Hot fogging concentrate	Sıcak sisleme
LS	Solution for seed treatment	Tohuma uygulanan solüsyon
ME	Micro-emulsion	Mikro-emülsiyon
OD	Oils dispersible powder	Yağda dağılabilen toz
OF	Oil-miscible flowable concentrate	Yağla karışabilen yoğunlaştırılmış akıcı, yağ bazlı konsantre
SC	Suspension concentrate	Akıcı yoğun süspansiyon
SE	Suspo-emulsion	Suspo-emülsiyon
SG	Water soluble granules	Suda çözünebilen granül
SL	Soluble concentrate	Suda çözünebilen sıvı
WG	Water dispersible granules	Suda dağılabilen granül
WP	Wettable powder	Islanabilir toz



Şekil 1. Bir herbisitin genel yapısı.



Şekil 2. Dar (Buğdaygil) ve geniş yapraklı yabancı otlar.

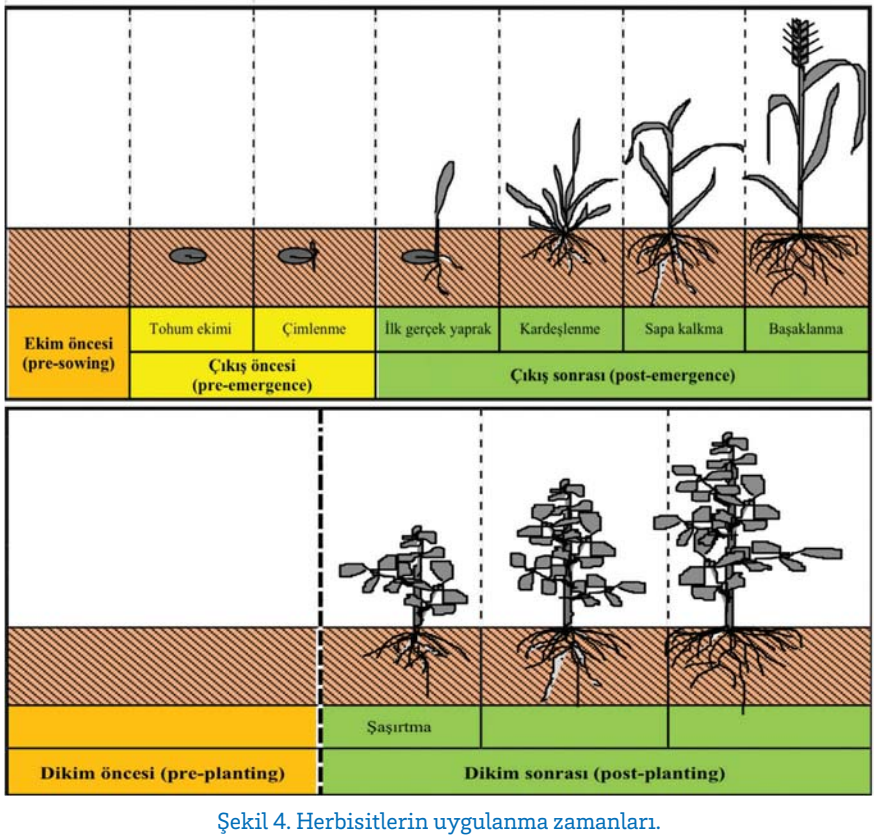
spp.), tilkikuyruğu (*Alopecurus* spp.) ve darıcan (*Echinocloa* spp.) gibi tek yıllık buğdaygil (dar yapraklı) yabancı otlarla mücadelede söz konusu bitkilerin 2-4 yapraklı dönemde olmaları gerekir.

Herbisitler bitki içinde taşınma durumuna göre; taşınamayan veya diğer ismiyle temas etkili (contact) ve taşınabilen (systemic) herbisitler olarak adlandırılırlar. Taşınabilen herbisitler canlı dokularda taşınan (symplastic), cansız dokularda taşınan (apoplastic) ve hem canlı hem de cansız dokularda taşınan herbisitler olarak üç gruba ayrılır. Temas etkili herbisitler sadece temas ettikleri bitki yüzeyinden alınır ve o bölgedeki dokular üzerinde etkili olurlar, bitkinin başka organlarına taşınmazlar (Örneğin: paraquat ve 2,4-D). Canlı dokularda taşınan herbisitler bitkinin yapraklarından (yeşil aksamından) alınır ve diğer dokulara soymuk boruları (phloem) vasıtasıyla taşınır (Örnek: ACCase Enzimi Engelleyicileri gurubu herbisitler). Cansız dokularda taşınan herbisitler ise bitkilerin köklerinden alınır ve üst organlara odun boruları (xylem) vasıtasıyla taşınır. Buna en iyi örnek olarak "Urea" veya "Uracil" grubunda yer alan herbisitler verilebilir.

Herbisitlerin etki mekanizmalarına göre sınıflandırılmasında ise HRAC (Herbicide Resistance Action Committee) ve WSSA (Weed Science Society of America)'nın öngördüğü guruplar kullanılmaktadır (HRAC, 2025). Buna göre herbisitler dört ana guruba (Site of Action) ayrılır: (A) Hücre metabolizması (Cellular metabolism) üzerinde etkili olanlar, (B) Fotosentez (Light activation of reactive oxygen species) üzerinde etkili olanlar, (C) Hücre bölünmesi ve büyümesi (Cell division and growth) üzerinde etkili olanlar ve (D) Diğerleri. Her bir ana grup kendi içinde etki mekanizması (Mode of Action) gruplarına, her bir etki mekanizması grubu da kimyasal gruplara (Chemical Family) ayrılır. HRAC ve WSSA tarafından benimsenen sınıflandırmaya göre herbisitlerde 33'e kadar grup numarası yer almaktadır ancak mevcut durumda yaklaşık olarak 25 etki mekanizması grubu bulunmakta ve her bir grup bir rakamla ifade edilmektedir (Şekil 5).



Şekil 3. Toprağa ve yaprağa (yeşil aksama) herbisit uygulamaları.



Şekil 4. Herbisitlerin uygulanma zamanları.

HRAC	Legacy HRAC	Mode of Action
1	A	Inhibition of Acetyl CoA Carboxylase (ACCase)
2	B	Inhibition of Acetolactate Synthase (ALS)
3	K1	Inhibition of microtubule assembly
4	O	Auxin mimics
5	C1,2	Inhibition of Photosynthesis at PS II - D1 Serine 264 binders (and other non-histidine 215 binders)
6	C3	Inhibition of Photosynthesis at PS II – D1 Histidine 215 binders
9	G	Inhibition of Enolpyruvyl Shikimate Phosphate Synthase (EPSPS)
10	H	Inhibition of Glutamine Synthetase (GS)
12	F1	Inhibition of Phytoene Desaturase (PDS)
13	F4	Inhibition of Deoxy-D-Xylulose Phosphate Synthase (DXPS)
14	E	Inhibition of Protoporphyrinogen Oxidase (PPO)
15	K3	Inhibition of Very Long-Chain Fatty Acid Synthesis (VLCFA)
18	I	Inhibition of Dihydropteroate Synthase (DHPS)
19	P	Auxin transport inhibitors
22	D	PS I Electron Diversion
23	K2	Inhibition of microtubule organization
24	M	Uncouplers
27	F2	Inhibition of Hydroxyphenyl Pyruvate Dioxygenase (HPPD)
28	none	Inhibition of Dihydroorotate Dehydrogenase (DHODH)
29	L	Inhibition of cellulose synthesis
30	Q	Inhibition of Fatty Acid Thioesterase (FAT)
31	R	Inhibition of Serine Threonine Protein Phosphatase (STPP)
32	S	Inhibition of Solanesyl Diphosphate Synthase (SDPS)
33	T	Inhibition of Homogentisate Solanesyltransferase (HST)
Ø	Z	Unknown mode of action

Şekil 5. Etki mekanizmalarına göre herbisit grupları (HRAC, 2025).

Kaynaklar

BKÜ, 2025. Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara. https://bku.tarimorman.gov.tr/ (Erişim: 18 Nisan 2025).

Albeyoğlu N A, 2021. FRAC-IRAC-HRAC Etki Şekillerine Göre Modern Bitki Koruma Ürünleri Rehberi. Harman Yayıncılık. İstanbul.

HRAC, 2025. 2024 HRAC Global Herbicide MOA Classification. Herbicide Resistance Action Committee https://hracglobal.com/ (Erişim: 18 Nisan 2025).