

# SEKONDER METABOLİTLER VE BİTKİSEL SAVUNMA

*Doğal yaşam ortamlarında bitkiler pek çok düşmanla karşı karşıya kalmaktadırlar.*

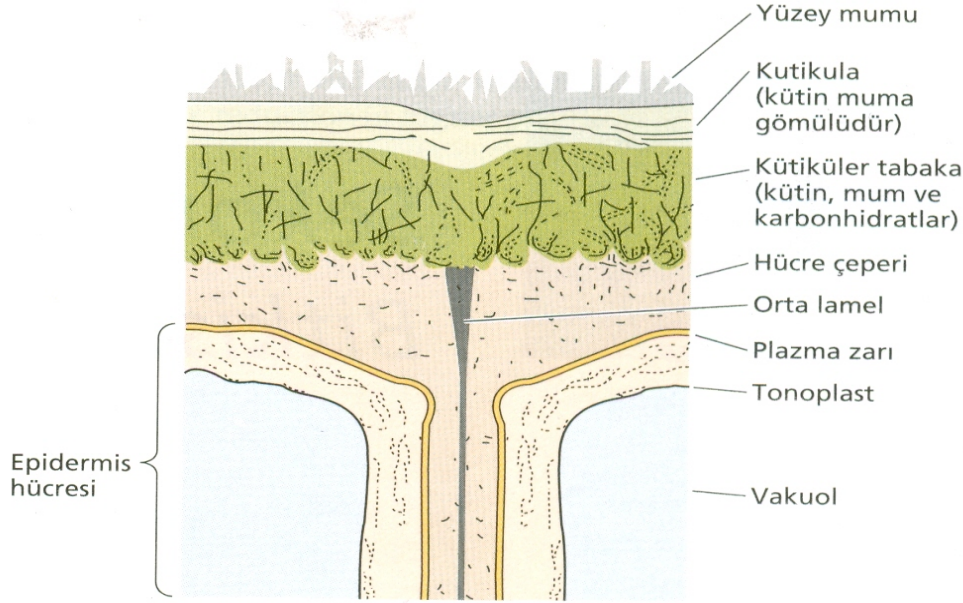
Bakteriler, virüsler, funguslar, nematodlar, akarlar, memeliler ve diğer hayvanlar bütün ekosistemlerde bulunurlar ve doğası gereği bitkiler bu düşmanlarından kaçamayacakları için başka yollarla kendilerini korumaları gerekir..

**Kutikula (mumsu dış tabaka) ve periderm (İkincil koruyucu doku):** Su kaybını azaltmanın yanında, bakteri ve fungus girişlerine engel olur. Ayrıca bazı sekonder metabolitler (*terpenler, fenolikler ve bazı azotlu bileşikler*) de bitkileri korur.

Bitkilerin atmosfer ile temas halindeki yüzeyleri su kaybını azaltan, patojen bakteri ve fungusların girişini engelleyen lipid tabakaları ile kaplıdır. Bu tabakaların ana maddesi **kütin, mumlar ve suberin**lerdir.

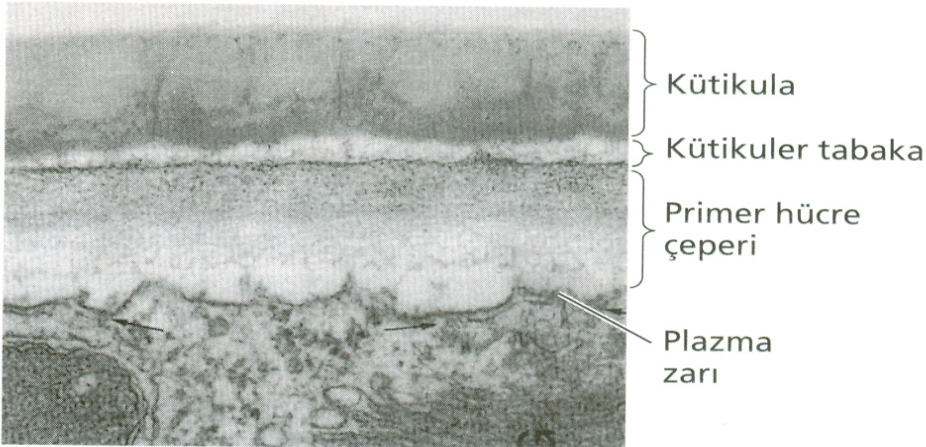
Kütin daha çok toprak üstü aksamda, süberin ise toprak altı kısımlarda, odunsu gövdeler ve iyileşmiş yaralarda görülür. Mumlar ise her ikisi ile işbirliği halindedir.

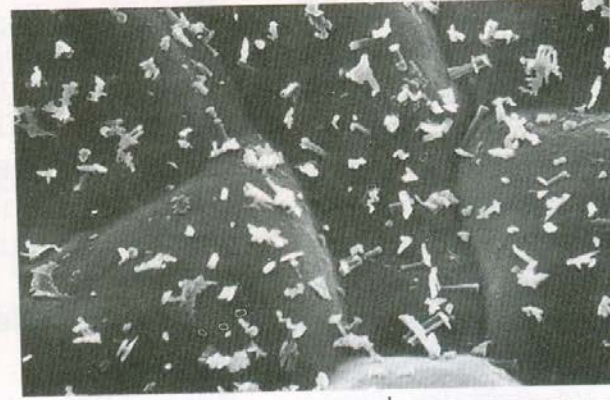
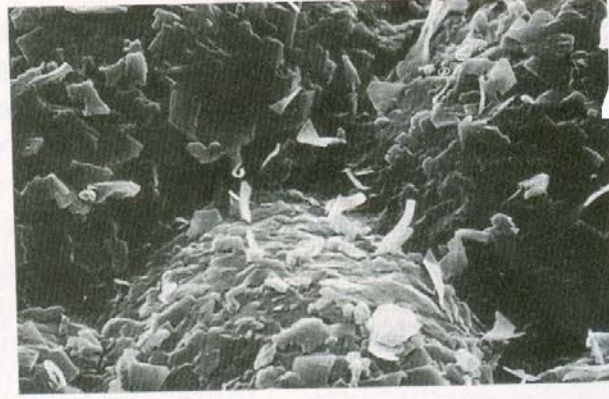
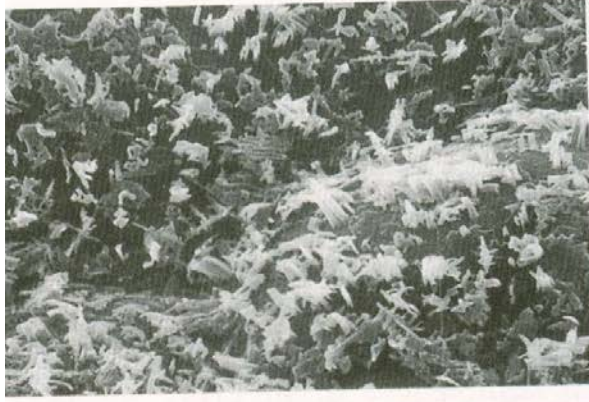
# Kütin mumlar ve süberin hidrofobik bileşiklerden oluşurlar.



Kutikulanın  
Yapısının şematik  
ve  
Elektronmikroskop  
görünümü

(B)





10  $\mu$ m

- Kutikulanın üst tabakasını oluşturan yüzey mumu birikintileri



Kütin, mumlar ve suberin terlemenin ve patojen saldırısının azaltılmasına katkıda bulunurlar.

- Bunlar bitki ve çevresi arasında bir engel oluşturarak suyu içeride patojenleri dışarıda tutarlar.



# Sekonder metabolitler

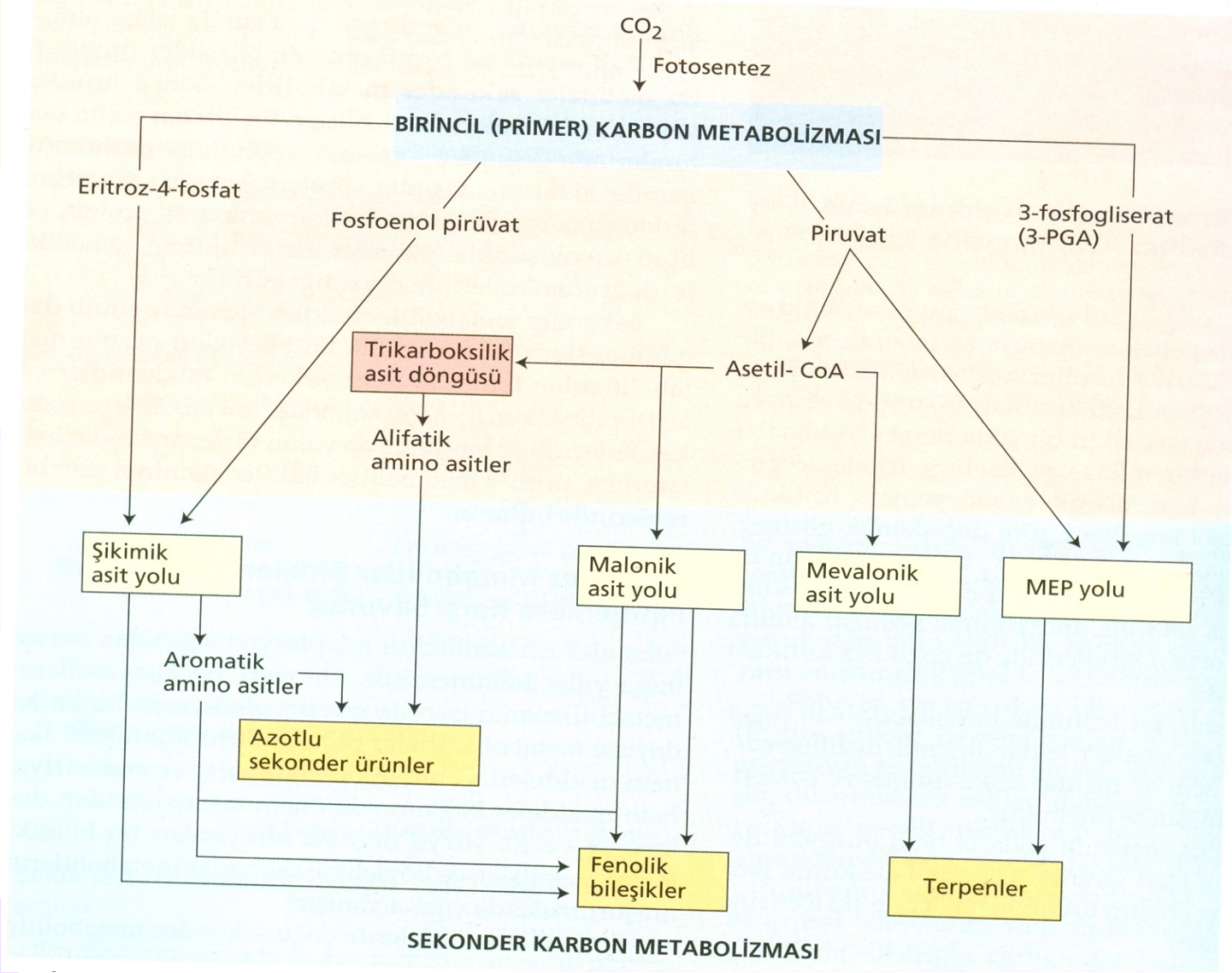
- Bitkiler büyüme ve gelişmeleri sırasında işlevi olmayan çok sayıda ve çeşitli organik (aminoasit, şeker ve nükleotidler dışında) bileşikler oluştururlar. Sekonder metabolit olarak adlandırılan bu bileşikler bitkileri herbivor ve patojenlere karşı savunur.



# Sekonder metabolitlerin iki temel işlevi vardır.

- Bitkileri herbivorlara ve hastalık oluşturan mikrobiyal patojenlere karşı korumak
- Bitkiler arasında rekabet araçları olarak (**allelopati**) ve tozlaşma ya da tohum dağılımına katkıda bulunan hayvanları çekici işlev görürler.



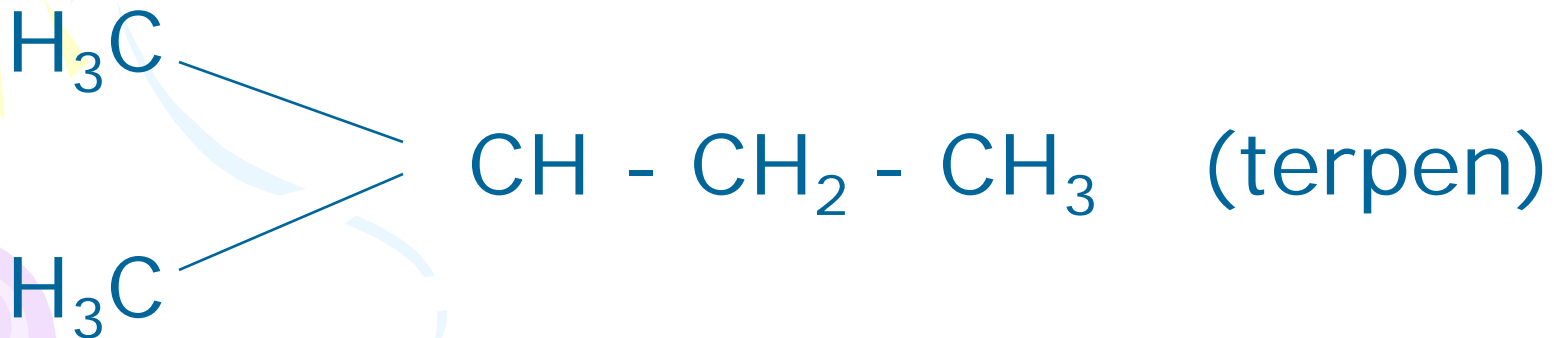


- Sekonder matabolitlerin biyosentezinde ana yollar ve primer metabolizmaya olan basitleştirilmiş görünümü (MEP metileritrozfosfat)



# Sekonder metabolitler 3 gruba ayrılır

1. TERPENLER
2. FENOLİK BİLEŞİKLER
3. AZOTLU BİLEŞİKLER



# Bazı terpenler büyüme ve gelişmede rol oynarlar:

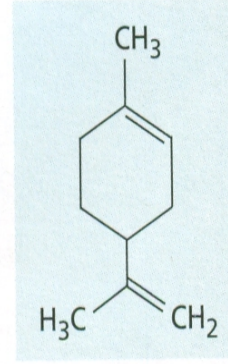
1. Bitkisel hormonların önemli bir grubu giberellinler **diterpen**dir.
2. Hücre zarının temel bileşeni olan steroller **triterpen** türevleridir ve fosfolipidlerle etkileşime girerek zar bütünlüğünü sağlarlar.
3. Fotosentetik dokuları fotooksidasyondan koruyan karotenoidler **tetraterpen**dir.
4. ABA bir karotenid öncülünün parçalanması sonucu oluşan **seskiterpen**dir.

## Terpenler birçok bitkide herbivorlara karşı savunma görevi yaparlar:

- Terpenler toksik oldukları için bitkiyle beslenen bir çok memeli ve böcekler üzerinde caydırıcıdırlar.
- Krizantem türlerinin yaprak ve çiçeklerinde oluşan **piretroit**' ler olarak bilinen monoterpen esterler çok çarpıcı böcek öldürücü aktivite gösterirler.
- Monoterpenler, çam ve köknar gibi konifer (kozalaklı) bitkilerin iğne yaprak, dal ve gövdelerinde bulunan reçine kanallarında birikirler. Bu bileşik koniferlere zarar veren kabuk böcekleri (koşniller) ve diğer pek çok böceğe toksik etki yaratır.

- Bazı bitkilerde kendine özgü koku veren uçucu yada eterik yağlar olarak bilinen mono ve seskiterpenler karışımı içerirler. (Nane, limon, reyhan, adaçayı, bunlara örnektir.)

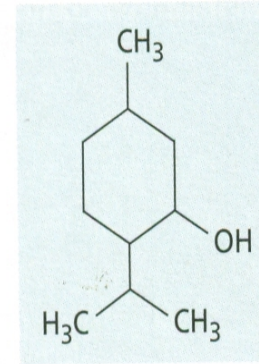
(A)



Limonen



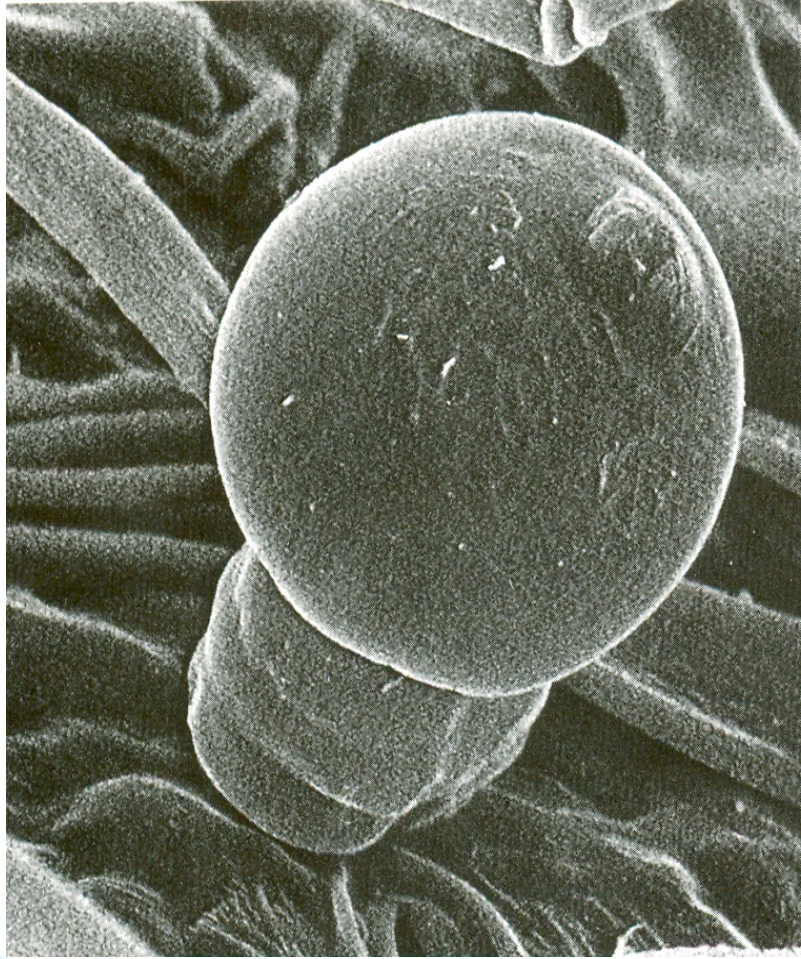
(B)



Mentol



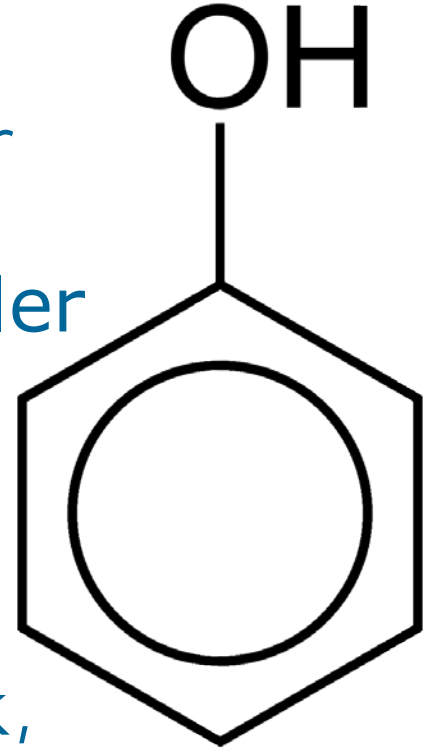




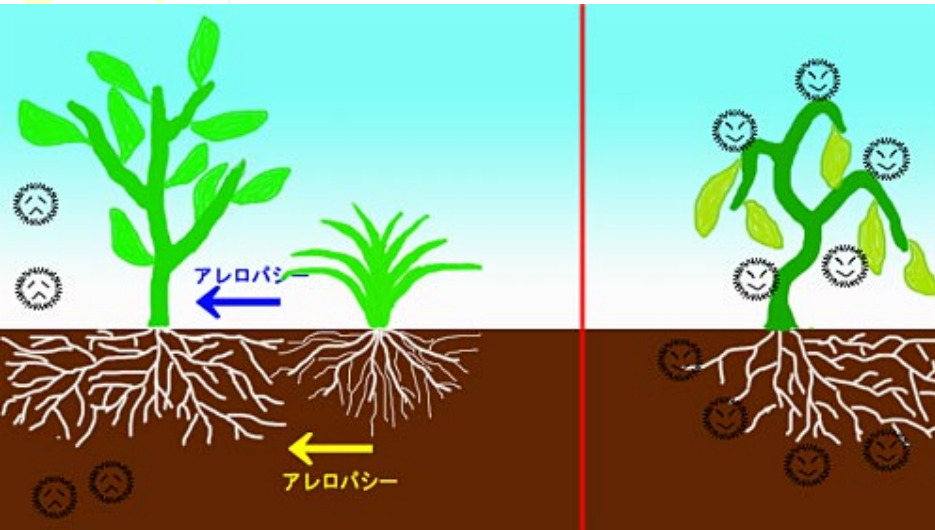
- Mono ve seskiterpenler bitkilerin yüzeyindeki salgı tüylerinde bulunur.

# FENOLİK BİLEŞİKLER

- Bitkiler yapısında fenol grubu taşıyan çok çeşitli sekonder ürünler üretirler. Bu kimyasallar fenolik bileşik olarak sınıflandırılırlar. Bitkisel fenolikler yaklaşık 10000 den fazladır. Bunların bazıları organik çözücülerde çözünür, diğerleri karkoksilik asit çözücülerde çözünürken, son grup ise büyük, çözünmez polimerlerdir.



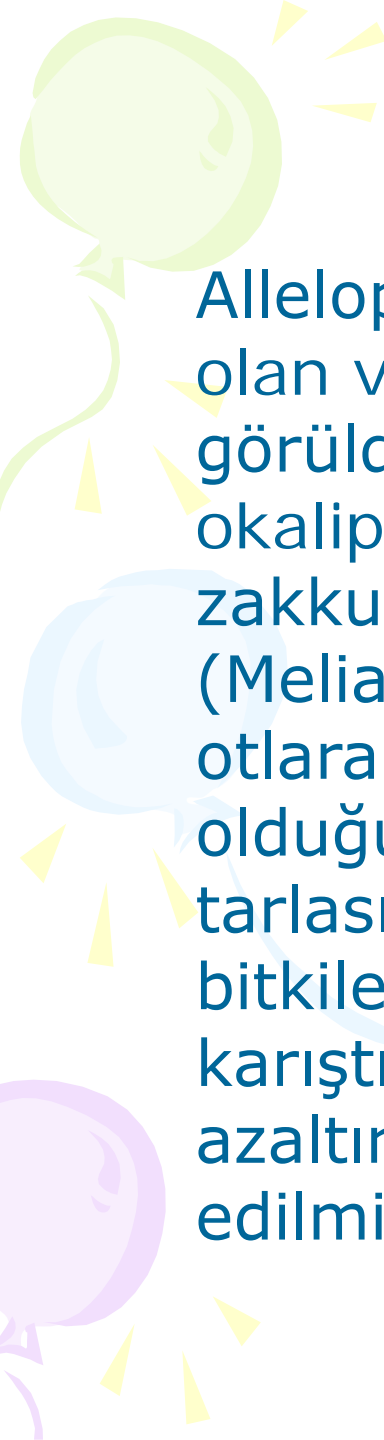
- Fenolik bileşikler herbivor böceklere ve funguslara karşı savunma yaparlar.
- Işıkla aktive olan yapısında bir furan halka bulunan furanokumarinler kereviz, havuç ve maydonozda bol bulunur.
- Toprağa salınan fenolik bileşikler diğer bitkilerin büyümesini kısıtlayabilir (allelopati). Bitkiler yaprakları, kökleri ve çürümüş kısımlarından çevreye çeşitli primer ve sekonder metabolitler salabilirler. Basit fenilpropanoitler ve benzoik asit allelopatik etkiye sahiptir.
- (Yabancı otlar ve bir önceki yılda hasat edilen bitkilerin kalıntılarının yol açtığı ürün kaybı allelopatinin bir sonucu olabilir).
- Yabancı otlara allelopatik özellik gösteren bitkilerin geliştirilmesi gelecek için ümit veriyor ?





Ülkemizde en çok bilinen ve pratikte de kullanılan allelopatik bitki antep turpudur (*Raphanus sativus* L.). Yapılan çalışmalarda antep turpu parçalanarak toprağa karıştırıldığında, yazlık kültür bitkilerinin ve meyve bahçelerinin birçoğunda sorun olan geliç ya da kanyaş (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) adı verilen yabancı ota ait rizomların sürmesini büyük oranda engellediği bulunmuştur. Bugün Çukurova bölgesinde pamuk yetiştiren üreticiler arasında bu yöntem uygulanmakta, ön bitki olarak antep turpu ekilmekte, yarısı hasat edilip, diğer yarısı toprağa karıştırılmaktadır. Bu sayede pamuk tarlalarının en önemli yabancı otlarından olan kanyaş, ilaç kullanmadan kontrol edilebilmektedir. Yapılan benzer bir çalışmada yeşil gübre olarak ekilip toprağa karıştırılan antep turpunun, arkasından ekilen pamuk bitkisi içerisindeki kanyaş çıkışı, turp ekilmeyen parsellere göre nerdeyse tamamen (%99.7) durdurduğu saptanmıştır. Benzer bir çalışma mısır bitkisi için yapılmış ve antep turpunun toprağa karıştırılmasından sonra ekilen mısır bitkisi içerisindeki yabancı otların sayısı ve kapladığı alanın azaldığı, buna karşılık mısır veriminin arttığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar antep turpu üzerinde yoğunlaşmakla beraber, aynı familyadan (*Brassicaceae*) olan beyaz turp, siyah turp, fındık turpu ve şalgamın da kanyaşın kontrolünde antep turpu kadar etkili olduğu bildirilmektedir (Kitiş ve Uygur 2015).





Allelopatik potansiyeli pek çok çalışmaya konu olan ve ülkemizde subtropikal iklimin görüldüğü yerlerde sıkça karşılaştığımız okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.), zakkum (*Nerium oleander* L.) ve tespih ağacı (*Melia azedarach* L.) türlerinin de yabancı otlara karşı potansiyel biyoherbisit etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Ülkemizde mısır tarlasında yapılan bir çalışmada, söz konusu bitkilere ait yaprak ve genç sürgünler toprağa karıştırılmış ve bu uygulamanın yabancı otları azaltırken, mısırın verimini artırdığı tespit edilmiştir [Kitiş ve Uygur 2011].







# Lignin oldukça kompleks fenolik bir makromoleküldür.

- Lignin bitkilerde selulozdan sonra en bol bulunan organik maddedir.
- Lignin ksilem gibi çeşitli iletim ve destek doku hücrelerinin çeperlerinde bulunur. Ligninin mekanik sertliği iletim dokusu ve gövdenin güçlenmesini (odunsu) sağlar.
- Ligninin fiziksel katılığı hayvanların beslenmesinde caydırıcıdır, ayrıca sindirimi zordur, bu da herbivorları engeller.





# Flavonoitler: bitkisel fenoliklerin en büyük sınıflarından biridir.

- Flavonoitler pigment oluşumu ve savunma dahil bitkilerde çok farklı işlevleri yerine getirirler.
- Antosiyaninler hayvanları cezbeden renkli flavonoitlerdir.
- Avcı-av ilişkisinin yanısıra, bitkiler ve hayvanlar arasında karşılıklı bağımlılığa dayalı (mutualistik) birliktelikler vardır.
- ARI-ÇİÇEK=Nektar-Polen

# Bitkilerde renkli pigmentler iki ana grupta toplanır: Karotenoidler-Flavonoitler

- Karotenoidler-sarı, turuncu ve kırmızı rengi verir.
- Flavonoitler ise çok çeşitli renkleri verici kimyasalları içerir.
- Antosiyaninler: kırmızı, pembe ve mor renk oluşumundan sorumludur.

(A)



(B)



Siyah halkalı susan A insanlar, B olasılıkla arılar tarafından algılanması

# Karoten zengini gıdalar



Apricots



Cantaloupe



Mango



Nectarines



Oranges



Papaya



Peaches



Persimmons



Tangerines



Butternut Squash



Carrots



Pumpkin



Sweet Potatoes



**Blackberries**



**Blueberries**



**Black Currants**



**Elderberries**



**Figs**



**Purple Grapes**



**Plums**



**Prunes**



**Raisins**



**Purple Asparagus**



**Purple Cabbage**



**Eggplant**



**Purple Carrots**



**Purple Pepper**



**Purple Potatoes**



**Purple Kohlrabi**

Antosiyanin zengini gıdalar



Flavon ve flavonoller ışığı daha kısa dalga boylu spektrumda soğurarak UV ışınlarının zararlarını azaltan flavonoidlerdir.

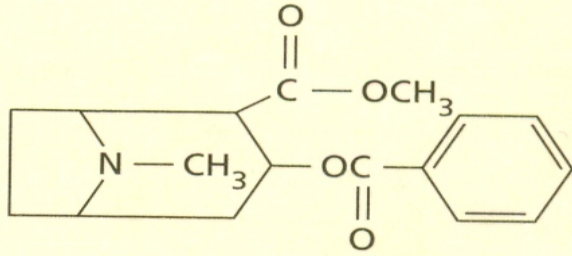
- İzoflavonoidler baklagillerde bol bulunur böcek öldürücü veya anti-östrojenik etkiye sahiptir. İzoflavonoidlerle zengin yonca yiyen koyunlarda kısırlık görülmesi yaygın rastlanılan bir olgudur.
- Tanenler bitkileri herbivorlardan korur.
- Ham meyvede tanen yüksektir.



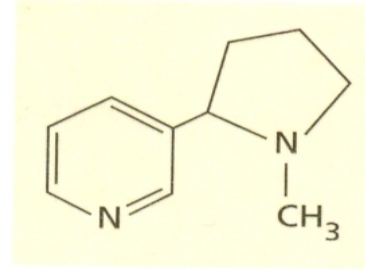
# Azotlu Bileşikler Alkoloitler-Siyanojenik Glikozitler

- Alkoloitler caydırıcı toksisiteleri nedeniyle memelikler başta olmak üzere avcılara caydırıcı olarak iş görmektedir.

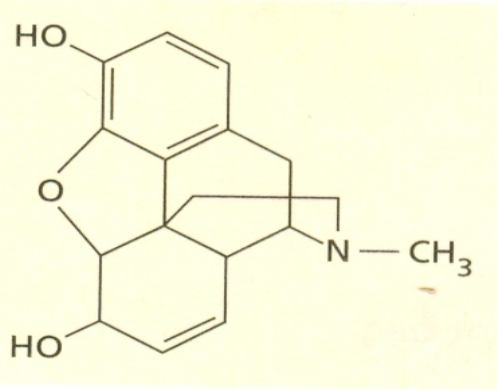




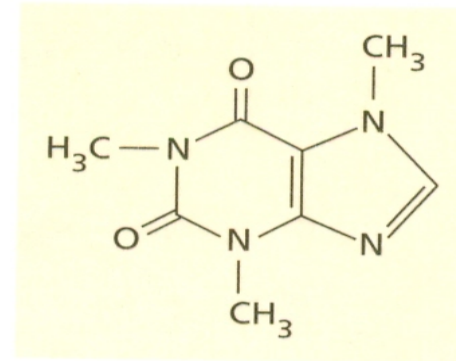
Kokain



Nikotin



Morfin


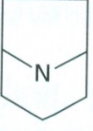
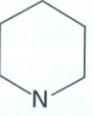
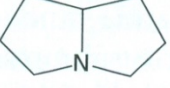
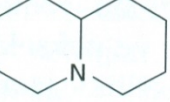
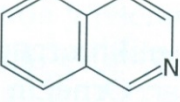
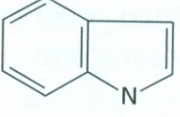


Kafein

**Alkaloid örnekleri**



**TABLO 13.2****Başlıca alkaloid tipleri, amio asit öncülleri ve her bir tipi iyi bilinen örnekleri**

Alkaloid sınıfı	Yapısı	Biyosentetik öncül	Örnekler	Yararlanma şekilleri
Pirolidin		Ornitin (aspartat)	Nikotin	Uyarıcı, sakinleştirici, yatıştırıcı
Tropan		Ornitin	Atropin Kokain	Bağırsak spazmlarını önleyici, panzehir, muayenede gözbebeğini büyütme Merkezi sinir sistemini uyarıcı, lokal anestetik
Piperidin		Lizin (ya da asetat)	Koniin	Zehir (motor nöronları felç etme)
Pirolizidin		Ornitin	Retrorsin	İnsanlara yönelik yararlanma şekli bulunmamaktadır
Kinolizidin		Lizin	Lupinin	Kalp atışının düzenlenmesi
İzokinolin		Tirozin	Kodein Morfin	Analjezik (ağrı kesici), öksürük tedavisi Analjezik
İndol		Triptofan	Psilosibin Rezerpin Striknin	Halüsinasyon yapıcı Yüksek tansiyon tedavisi, psikoz tedavisi Uyarıcı, sakinleştirici, yatıştırıcı

# Siyanojen Glokozitler Hidrojen Siyanit Zehiri Yayar

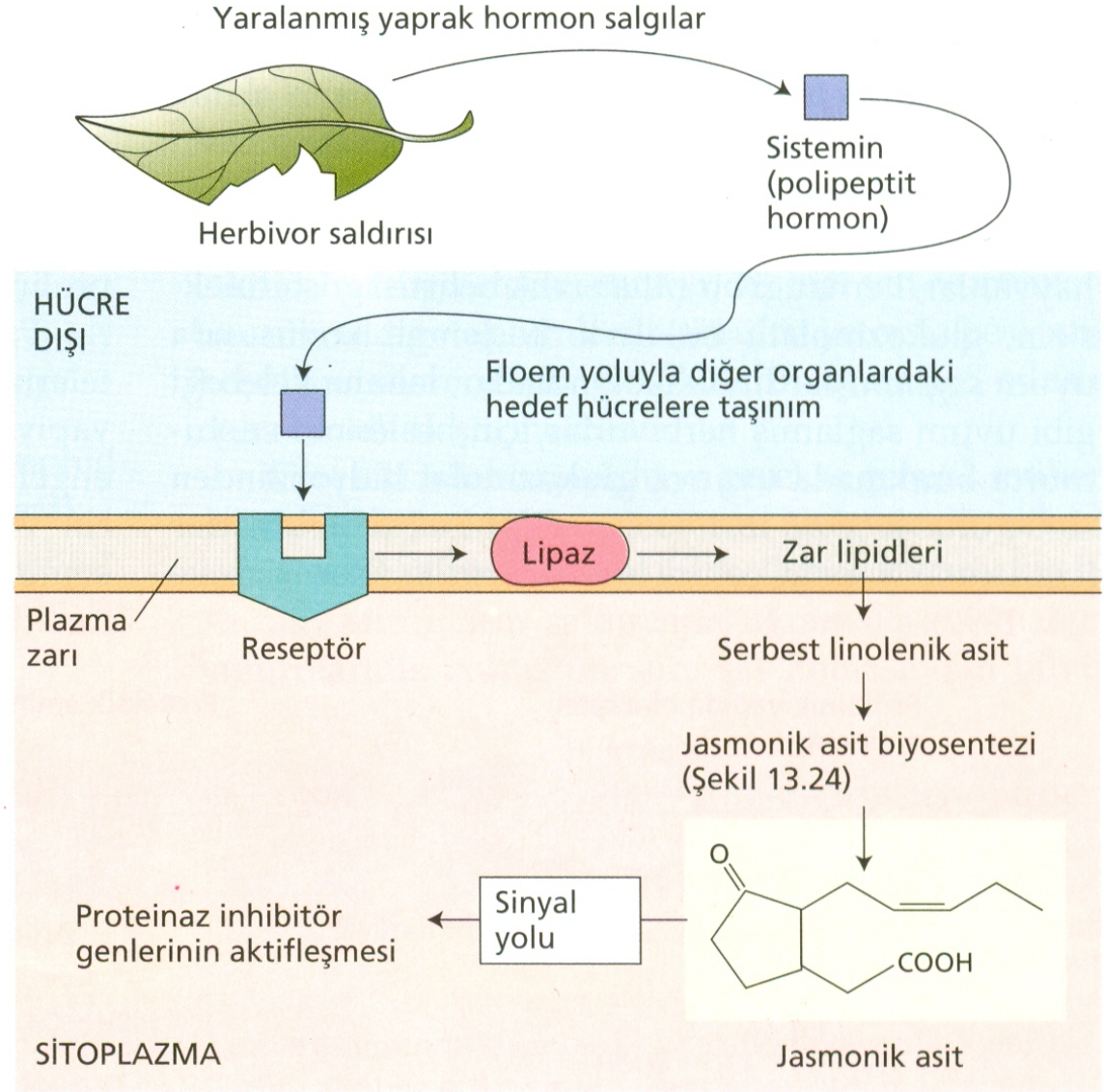
- Siyanojen glikozitler en çok baklagil ve glgillerde görülür.
- Yapılarında siyanhidrik asit bulunduran ve bunu asitik veya enzimatik hidrolizle salıveren, mürver meyvesi, acı badem, kanyaş türleri, burçak, fiğ, akyonca gibi bitki ve meyvelerin hayvanlar tarafından yenilmesi veya bu bitkilerin bazılarında hazırlanan preparatların kullanılması sonucu oluşan ve siyanür iyonun stokrom oksidazın ferri demirine bağlanmasıyla elektron taşınmasını ve oksijenin kullanılmasını önleyerek zehirlenmelere yol ağar.

# Glokozinatlar ucucu toksinler yayar

- Turpgiller (lahana, brokkoli, turp gibi) hardal yağı glikozitleri olarak bilinen kokuyu salgılayarak herbivorlara karşı bitkiyi korurlar.

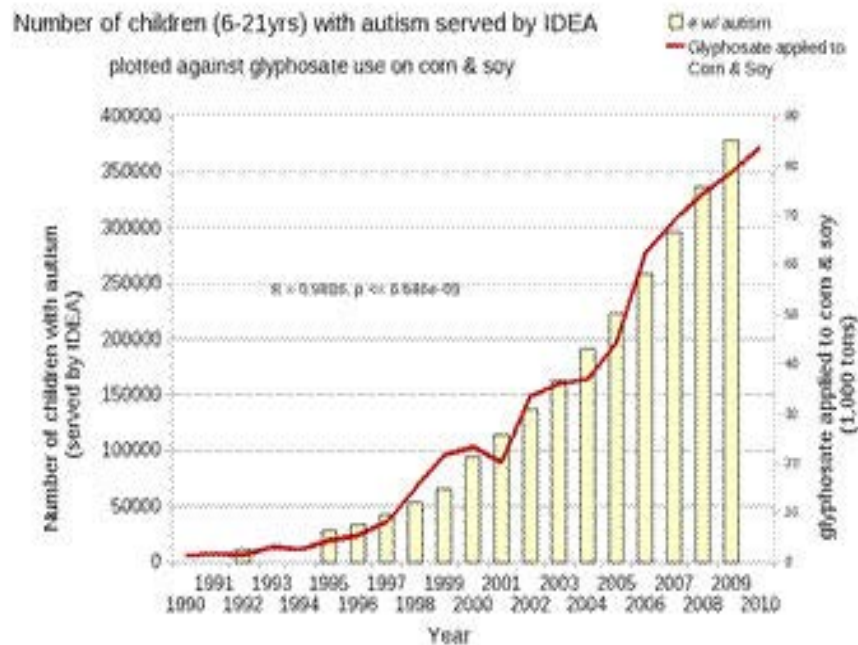
# Bazı bitkisel proteinler herbivorlarda sindirimi engeller

- Herbiyörün verdiği zarar karmaşık bir sinyal iletim yolunu harekete geçirir ve jasmonik asit oluşur.
- Yaralanmış domates bitkilerinde proteinaz inhibitör biyosentezini hızla uyarılması ile ilgili sinyal yolu





# Glyphosate and Autism\*

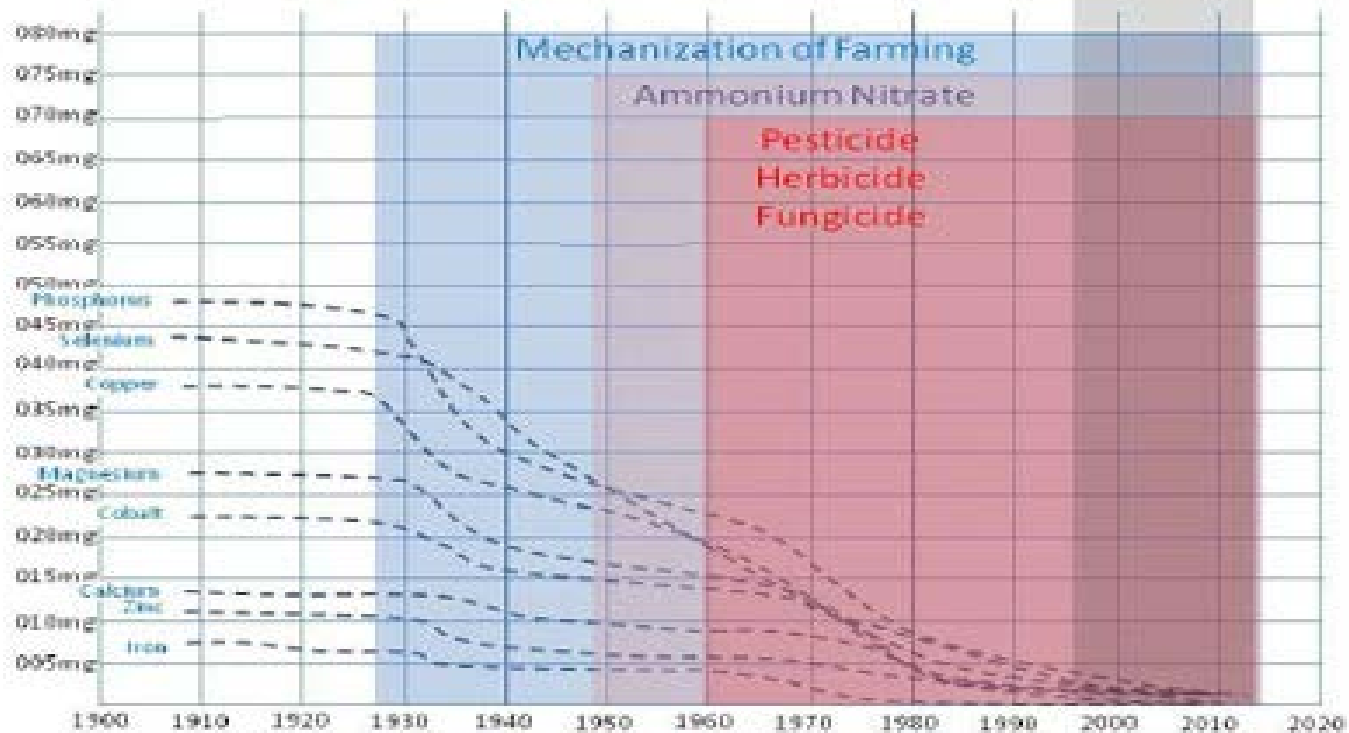


\* <http://www.examiner.com/article/data-show-correlations-between-increase-neurological-diseases-and-gmos>

Half of All Children Will Be Autistic by 2025, Warns Senior Research Scientist at MIT



Food Borne Minerals mg per 100g



1950  
4.3mg Iron



1998

.18 mg Iron

