

Sekonder Metabolitlerin Bitkiler Açısından Önemi

¹Fatma ALACA

¹Neşet ARSLAN

¹Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla bitkileri Bölümü,
Dışkapı-Ankara

1.Sekonder Metabolitler

Sekonder metabolitler; bitki tarafından üretilen büyüme, fotosentez, ürün dönüşümü veya diğer primer fonksiyonlarındaki rolleri henüz keşfedilmemiş kimyasallardır (Anonim 1). Sekonder metabolitlerin 100.000'den fazla varyetesinin olduğu tanımlanmıştır. Bu varyetelerdeki organik bileşiklerin başlıca sınıflarını aliphatic, aromatik, hidroaromatik ve heterosiklik gibi benzersiz karbon iskeletleri, fonksiyonel grupların çeşitliliği meydana getirir. Yapılan çalışmalarda kompleks bileşiklerin organdan organa, bazen de bitki ve türleri arasında farklılık gösterdiği ve bunların bazen bitki sınıflandırmasında taksonomik karakter olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (Wink 2009).

Birçok bitki sekonder ürünü primer metabolik materyale tekrar katabolize edilebilir. Önceleri tüm sekonder ürünlerin bitki yaşamı boyunca değişmeden biriken inaktif atık ve depo ürünleri olduğuna inanılmaktaydı. Ancak sonradan tanenler, ligninler, kauçuk gibi polimerlerin dışında tüm sekonder ürünlerin dönüştürebildiği anlaşıldı. Son dönem araştırmalarına göre farklı sekonder ürünler oluşumlarından bir süre sonra primer metabolik ürünlere indirgenebilir ve böylece C ve N enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Sekonder ürünlerin katabolize olduğunun kanıtı 2 tip araştırmaya konu olmuştur. Birincisi bir çok bitki sekonder ürün miktarı mevsimsel hatta günlükdür. İkincisi sekonder

ürünler radyoaktif olarak etiketlendiğinde radyoaktivite birkaç saat veya birkaç gün sonra kaybolur. Bu nedenle birçok primer metabolik gibi bir çok sekonder ürün bitkide primer metabolik gibi rol oynar (Ünay 2004).

Sekonder metabolitler, bitkinin büyüme, fotosentez, ürün dönüşümü gibi gelişim faaliyetleri ile doğrudan ilişkili değildir. Bu bileşikler bitkide doku, organ ve gelişme kısımlarında spesifik biyosentetik enzimler tarafından spesifik yollarla sentezlenir. Bitki organlarında yüksek konsantrasyonlarda depolanırlar (kuru ağırlıkta % 1-3 oranındadır) Sekonder metabolitler suda veya yağda çözünebilirler. Buna göre; Tablo 2’de belirtildiği gibi genellikle hidrofilik bileşikler vakuolde depolanmasına karşın lipofilik bileşikler ise reçine kanallarında, latisifers (süt kanalları), tüyler (trichome), yağ hücreleri veya kutikulada depolanırlar. Bu maddelerin sentezlendikleri yerde depolanması zorunlu değildir. Bazı çalışmalarda ksilem, floem ve apoplast yolu ile uzak mesafeye taşındığı keşfedildi (Wink 2009).

Tablo 2. Suda ve yağda çözünen sekonder metabolitler ve bitkilerde depolandıkları yerler (Wink 2009’dan değiştirilerek alınmıştır).

<u>Suda Çözünenler</u>		<u>Yağda Çözünenler</u>	
Vakuol	Çoğu alkaloidler, NPAA, saponinler, glikozitler, flavonoidler, antosiyaninler, tanninler, siyonogenler, glikozinolatlar ,aminler	Kutikula	Mumlar, lipofilik flavonoidler, terpenoidler
		Tüyler	Monoterpenler, sesquiterpenler, quinone
Latisifer	Bazı alkaloidler (lobelia, papaver, chelidonium) siyonogenler, NPAA, kardiyak glikozitler (nerum)	Reçine kanalları	Terpenoidler, lipofilik flavonoidler
		Latisifer	Politerpenler, diterpenler, lipofilik flavonoidler, quinone
Hücre duvarı	Tanninler	Yağ hücreleri	Antraquinone, hiperisin, terpenoid
		Plastid membran	Ubiquinone, tetraterpenler

2. Sekonder Metabolitlerin Sınıflandırması

Sekonder Metabolitlerin; kimyasal yapıları (halka yapısı, şeker içeriği), bileşimi (nitrojen içerip içermeye-

diği), değişik çözücülerdeki çözünebilirliği veya sentez şekli (örn. taneleri oluşturan fenilpropanoidler) temel sınıflandırmasıdır. Basit sınıflandırma ise başlıca 3 grup içermektedir: Terpenler (mevalonik asitten üretilir, karbon ve hidrojenin bileşimiyle oluşur), fenolikler (basit şekerlerden oluşur, benzen halkaları, hidrojen ve oksijen içerir.) ve nitrojen içerikli bileşikler (oldukça çeşitlidir, sülfür içerebilirler) (Anonim 2)

Tablo 1. Bitkilerde bulunan önemli Sekonder Metabolitlerin sınıflandırması (Wink 2009’dan değiştirilerek alınmıştır)

Azot içerenler	Azot içermeyenler
Alkaloidler	Terpenler, steroidler, saponinler
Non-Protein Amino asitler	Flavonoidler, tanninler
Aminler	Fenilpropanoidler, lignin, kumarinler, lignanlar
Siyonogenik Glikozitler	Poliasetlenler, yağ asitleri, mumlar
Glucosinolate	Poliketidler
Alkamidler	Karbonhidratlar, organik asitler
Lektinler, Peptidler, Polipeptidler	

Tablo 1’de Azot içeren ve içermeyen bileşikler gruplandırılmıştır. Buna göre, bitki sekonder ürünlerinin çok büyük bir kısmı yapılarında azot bulundurmaktadırlar. Alkaloidler, siyonogenik glikozitler gibi iyi bilinen savunma kategorileri bu sınıftadır ve bunlar insanlara karşı toksik olması ve tıbbi özellikleri yönüyle ilgi çekmektedir. Bunlar bilinen aminoasitlerden biyosentez edilmektedir. Ayrıca, alkaloidler damarlı bitkilerde %20-30 oranında organik azot içeren bileşiklerdir (Ünay 2004). Tablo 1’de bulunan grupları inceleyecek olursak;

2.1 Alkaloidler






Bitkilerden elde edilen, genellikle kuvvetli fizyolojik ve farmakodinamik aktivite gösteren, halka içinde bir veya birden fazla azot taşıyan, bazik karakterli maddelerdir. Diğer sekonder metabolitler gibi alkaloidler de bitkilerde herbivorlar ve patojenlere karşı savunmada görev alan bileşiklerdir. Potansiyel biyolojik aktivitelerine bağlı olarak bilinen yaklaşık 12.000 alkaloid, farmasötik, uyarıcı, narkotik ve zehir olarak kullanılmaktadır (Zulak ve ark 2006). Bitkilerin genel-

likle belli bir organında (kök, kabuk, yaprak, meyve, tohum gibi) bulunur. Alkaloit taşıyan bir bitkinin her organında alkaloit bulunmayabilir.

Bitkilerde nadiren bir tek alkaloit bulunur. Genellikle çok küçük farklılıklarla aynı yapıya sahip bir grup alkaloit birlikte bulunmaktadır. Bunlardan biri diğer-

lenmektedir. Alkaloidler sadece savunma metabolitleri değildir. Betalain gibi kırmızı ve sarı renkli alkaloidler çiçek ve meyve pigmentlerinde bulunurlar (Ünay 2004).

Tablo 2. Bazı önemli alkaloidler.

				
Atropin Hyseyamine Scopolamine	Colchicin Colchicosid	Morfin Kodein Noskabin Papaverin	Coniine N-methylconiine γ -coniceine Pseudoconhydri ne	Nikotin Nomikotin Anabasin Nicotyrim

lerinden daha fazladır veya daha aktiftir. Alkaloitlerin çoğu, bir türe veya yakın türlere özeldir, bir kısmı ise bir familyaya özgüdür. Genel olarak, alkaloitler suda az, organik çözücülerde daha fazla çözünürler (Crozier 2006).

Alkaloidler önceleri N'lu atıklar (üre), N depo bileşikleri veya büyüme regülatörleri olarak düşünülmekteydi. Birçok alkaloid, birçok canlıya oldukça toksiktir. Örneğin; sitrisinin, atropin ve konin oldukça zehirli alkaloidlerdir. Buna karşın düşük dozları ise farmakolojik olarak kullanılmaktadır. Kodein, morfin, atropin ve efetrin tıpta kullanılan bitki alkaloidleridir. Diğer alkaloidler kokain, nikotin ve kafein yatıştırıcı (sedatif) ve teşvik edici olarak tıbbi olmayan rol oynarlar. Hücresel düzeyde alkaloidlerin rolü oldukça değişkendir. Sinir reseptörlerini çevreler. Sinir iletkenliğini oluştururlar. Öte yandan membran iletimini protein sentezini ve misel enzim aktivasyonunu etkiler. Alkaloid bitkilerin yenmesi büyükbaş hayvan ölümüne neden olur. ABD'de lüpenler, hezaren çiçeği, kanarya otu gibi alkaloid içeren bitkilerle beslenmede bunların oranı her yıl belir-

2.2 Glikozitler

Hidroliz (enzimatik ya da asit ortamda) sonucu bir ya da birkaç molekül şeker (glikoz) ile karbonhidrat olmayan ve aglikoz (genin) olarak adlandırılan ve toksik etkiden sorumlu olan bir madde veren özdeklerdir (Anonim 3).

Alkaloidler dışında diğer savunma bileşikleri siyonogenik glikozitler ve glikozinatlardır. Bunlar kendileri toksik değildir ancak bitkiler ezildiğinde zehirleri parçalanır. En iyi bilinenleri hidrojen siyanit (HCN). Bozulmamış bitkilerde siyonogenik glikozitler normalde parçalanmazlar çünkü glikozitler ve ayrıştırıcı enzimler birbirinden ayrıdır. Sorgumda siyonogenik glikozit epidermal hücrelerin vakuollerinde mevcuttur. Halbuki hidrolitik ve litik enzimler mezofilde bulunmaktadır. Yaprak zarar gördüğünde, herbivor tarafından yendiğinde veya farklı doku karışımlarında HCN oluşmaktadır. Bu maddeler baklagillerde, çimlerde ve gülgillerde bulunmaktadır. HCN oldukça hızlı bir toksindir. Hücresel solunumu engeller. Bunların varlığında böcekler ve diğer herbivorlar etkilenirler (Ünay 2004) .

Tablo 3. Bazı kardiyak glikozitler.

Kardiyak Glikozitler (Cardionelide-Bufadionelide)



Digitalis purpurea



Table 46: Some Cardiac Glycosides and Their Cardenolide Aglycones

glycoside	aglycone	systematic name of aglycone
Digitoxin	digitoxigenin	3 β ,14 β -dihydroxy-5 β -card-20(22)-enolide
Gitoxin	gitoxigenin	3 β ,14 β ,16 β -trihydroxy-5 β -card-20(22)-enolide
Digoxin	digoxigenin	3 β ,12 β ,14 β -trihydroxy-5 β -card-20(22)-enolide
Penplocin	periplogenin	3 β ,5 β ,14 β -trihydroxy-5 β -card-20(22)-enolide
Sarmentocymarin	sarmentogenin	3 β ,11 α ,14 β -trihydroxy-5 β -card-20(22)-enolide
k-Strophanthin	strophanthidin	3 β ,5 β ,14 β -trihydroxy-19-oxo-5 β -card-20(22)-enolide
Ouabain	ouabagenin	1 β ,3 β ,5 β ,11 α ,14 β ,19-hexahydroxycard-20(22)-enolide

Glikozitlerin 2. grubu glikozinolatlardır. *Crucifera* familyasında bulunurlar. Brokoli gibi bitkilerde tat ve kokudan sorumludurlar. Glikozinoleitlerden gelen hardal kokusu hidrofilik enzimler tarafından katalize edilmektedirler. Bu da sülfür atomu ile çevrili glikozdan açığa çıkar (Ünay 2004).

Kalp yetmezliğinin etkin ilaçları olan ve çok küçük dozlarda kardiyotonik olarak kullanılan kalp glikozitlerini (dijitalikler) kapsayan bir grup ise kardiyak glikozitlerdir. Majör glikozit kaynağı olan bitkilerden yüksük otu türleri (*Digitalis cariensis*, *D. davisiana*, *D. ferruginea*, *D. grandiflora*, *D. lanata*, *D. trojana*, *D. viridiflora*) ile ada soğanı (*Urginea maritima*) yanında, glikozit kaynağı olarak kullanılmayan, ancak toksik unsur olarak kardiyotonik etkili glikozit içeren inci çiçeği (*Convallaria majalis*), adonis türleri (*A. aestivalis*-keklikgözü, *A. flammea* - kandamlası), zakkum (*Nerium oleander*) ve kimi *Helleborus* türleri (*Bohça otu*, *H. orientalis*, *H. vesicarius*) de bu grubun temsilcileridir. Bununla birlikte, anılan bu bitkilerle evcil hayvanlarda zehirlenme insidensi azdır. Kimi kaynaklarda, saponinler (saponositler) de bu grupta gösterilmektedir. Saponinlerin aglikozu (sapogenin) steroidik ya da

triterpenik (oleanan çekirdekli) yapıdadır (Anonim 4).

2.3 Fenilpropanoidler

Bitki hücre ve dokularında bulunan basit fenolik bileşiklerin önemli bir kısmı, fenolik asitler ve fenolpropanoidlerin sentez yollarının ara ve son ürünleridir. Fenoller, oksijenli aromatik bileşiklerden olup bir veya daha fazla hidroksil (OH) grubu taşıyan en az bir aromatik halkaya sahip organik ve kristal yapıdaki maddelerdir. Seyreltik çözeltileri dezenfektan olarak kullanılır. Bir çok polimerin (polifenoller, flavonoidler) çıkış maddesidir. Fenoliklerdeki yapı güneşten gelen UV radyasyonunu emerek bitkilerin genetik yapısını korur. Bazı fenolikler acı tat vererek herbivorları uzaklaştırır, bazıları ise antimikrobiyal özellikleri dolayısıyla enfeksiyonları önlerler. Fenolikler (tanenler gibi) meyvelerde olgunlaşma öncesinde sentezlenerek tohum taşınmasının zamanında yapılmasını sağlarlar.

Fenollerin herbivor ve patojenlere etkisine yönelik örnek olarak Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen *Rhododendran panticum*, *R. luteum* orman gülü türlerinin taşıdığı andromedotaksin verilebilir. Bu bitkiden andromedotaksin maddesi balözü toplayan arılar vasıtasıyla bala geçmektedir. Deli bal, zehirli bal olarak da

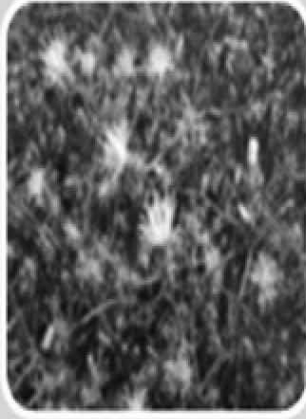
bildiğimiz ve bu balı tüketenlerde tansiyon düşmesi, başdönmesi ve halsizlik meydana getirir (Anonim 5).

Flavonoidler; kırmızı, mavi ve pembe bitki pigmentleri, antosiyaninler, sarı antonsaktinler ve renksiz kateşinlerin genel ismidir. Bitkilerin sekonder metabolizma ürünü olan flavonoidlerden antosiyaninlerin çiçek ve meyve pigmenti olduğu polimer fenoller olan ligninlerin de hücre duvarında yapı materyali olarak görev yaptığı bilinmektedir. Antosiyaninler ve kondanse tanenleri içerisine alan flavonoidler, fenilpropanoid sentezi sırasında oluşan p-coumaric asitten meydana gelir. Bitkiler 8,000 farklı fenolik bileşik üretirler ve bunların 4500 adedi flavonoidlerdir. (Anonim 6)

Tablo 4. Bazı önemli fenilpropanoidler

büyük sınıfıdır. Birbirinden çeşit ve karmaşıklık olarak farklı 25,000 çeşidi bulunur. Ortak özellikleri ise aynı temel yapı bloklarından oluşmalarıdır (izopren gazı benzeri yapı). Terpenlerin çoğu bitki büyüme ve gelişmesi için önemlidir. Kırmızı, turuncu, sarı karotenoidler fotosentezde ve fotooksidasyondan fotosentez dokularını koruyan tetraterpenlerdir. Terpenler herbivorlar ve memeliler için oldukça toksiktir. Örneğin; krizantem çiçek ve yapraklarında yer alan pretroids adlı monoterpen böcek aktivitesini engeller. Hem doğal hem sentetik pretroidler ticari insektisitlerdir. Aynı zamanda memelilere karşı toksiktirler, çam gibi ağaçlarda bulunan monoterpenler bunların ana gövdesindeki sürgünlerinde birikir. Bu maddeler; α -pinalin, β -pineanin, limonin ve merindir ve böceklere karşı dayanıklılık sağlarlar. Bazı bitkiler ise esansiyel yağlar olarak adlandırılan

Önemli fenilpropanoidler



Catechin
8-hydroxiquinoline



Capsaicin
Antosiyanlar



Antosiyanlar (siyanidler,
mor ve
kırmızı; delfinidinler
pembe ve mavi)
Flavonoidler




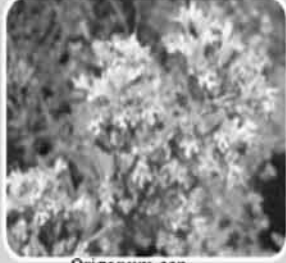
2.4 Terpenler & Terpenoidler

Terpenler veya terpenoidler sekonder ürünlerin en

monoterpenleri ve seskui terpenleri içerirler. Nane, limon, fesleğen, adaçayı gibi bitkilerin içerdiği yağlar en güzel örneklerdir (Ünay 2004).

Tablo 5. Bazı önemli terpenler.

Önemli Terpenler

			
Pinus ssp.	Lavandula angustifolium	Achillea millefolium	Origanum ssp.
α-pinalin β-pineanin, Limonin, Merin	Linaly acetat Borneol Kafur Cineol Linalol	Pinen Borneol cineol	Timol Karvakrol Linalol

3. Sekonder Metabolitlerin Bitkiler Açısından Önemi

Sekonder metabolitler, bitkilerin değişen çevre koşullarına uyumunda önemli rol oynar ve oluşan stres etkilerinin üstesinden gelirler. (Edreva ve ark., 2008)

Tüm sekonder metabolitler kaynak (besin-ışık-su) kısıtlılığına eşit derecede tepki göstermezler (Reichardt ve ark., 1991). Örneğin; metabolik bileşiklerden olan fenolik glikosidler, monoterenler ve diterpenler gibi dinamik sekonder metabolitlerin konsantrasyonları, bitkinin yüzeyinde depolanan lignin, kondense tannin polimerleri veya triterpenler gibi statik sekonder metabolitlerin konsantrasyonlarına oranla besin veya ışık kısıtlılığından daha az etkilenmektedir.

Stres faktörlerinden besin eksikliğinde; CHAPIN 1980 'in bildirdiğine göre, besin elementleri toprakta daha az miktarda bulunduğu, bitkiler topraktan daha az miktarda besin elementi absorbe ederler. Bununla beraber, besin stresi altında bitkinin büyümesi, genellikle fotosentezden daha çok mineral besinler tarafından sınırlandırılır. Bu yüzden besin stresi altındaki bitkiler, karbonhidratları bitkinin büyüme ihtiyacından daha fazla depolarlar. Bu fazla karbonhidrat, azot içermeyen örneğin, karbolik asitler ve terpenler gibi karbon temelli sekonder metabolitlerin artan üretimi için kullanılır (Bryant ve ark., 1983; Bryant ve ark. 1992). Sonuç olarak, odunsu bitkilerin büyümesi besinlerle

sınırlı olduğunda, karbon temelli sekonder metabolitlerin konsantrasyonları genellikle artmaktadır. Ayrıca, bitkiler azot stresi altında olduklarında, alkaloidler gibi azot içeren sekonder metabolitlerin üretimi genellikle azalmaktadır (Bryant ve ark. 1992).

Yine Chapin, 1980'e göre ışık eksikliğinde ise fotosentez azalmakta ve sonuç olarak da karbonhidrat konsantrasyonu azalmakta ve böylelikle büyüme karbon tarafından sınırlandırılmaktadır. Genellikle büyüme oranındaki azalma, besin elementlerinin alımındaki azalmadan daha büyük oranda olmaktadır. Bu yüzden, yapraklardaki ve sürgünlerdeki azot konsantrasyonu, büyümeyi sağlayacak gerekli oranın üzerinde depolanır. Bu koşullar altında, çoğu defa karbon temelli sekonder metabolit konsantrasyonunda bir azalma ve azot içeren sekonder metabolitlerin konsantrasyonunda ise bir yükselme olmaktadır, çünkü böyle koşullar altında azot karbona oranla oldukça "ucuza mal olmaktadır" (Bryant ve ark., 1983, Bryant ve ark. 1992).

Lorio, 1986' ya göre ise su stresi hafif olduğunda, karbon temelli ikincil metabolitlerin konsantrasyonları artabilmekte, fakat şiddetli kuraklık genellikle bir azalışa neden olmaktadır. Bu değişim şiddetli su kısıtlılığı büyümeden daha çok fotosentezin azalmasına neden olduğunu, hafif kuraklığın ise fotosentezden daha çok büyümeyi azalttığını göstermektedir. Culvenor, 1973 yapmış olduğu çalışmada su kısıtlılığının azot içeren

sekonder metabolitlerin üretimini de etkilediğini belirtmiştir, fakat değişimin yönü önceden tahmin edilememektedir (Bryant ve ark. 1992).

Nane yağının baş monoterpen içeriği mentol, limonun ise limoniendir. Bu maddeler böcek kaçırganıcı özellikleri ile bilinirler. Epidermisten gelişen tüylerin köklerindeki terpenler kutikula ve hücre duvarı arasındaki hücreler arası boşlukta depolanırlar. Ayçiçeği ve adaçayı gibi *compositeae* familyası bitkilerinin yaprakları üzerindeki tüylerde bulunan sesquiterpenler böcek ve hayvanlar tarafından bitki rahatsız edildiğinde serbest kalır. Bu da böcek ve memelileri kaçırganıcı etkiye sahiptir. Sesquiterpen orjinli diğer bir savunma bileşiği pamuktaki gossypiol subepidermal pigment glantlarında bulunur. Birçok pamuk çeşidinde böceklere karşı dayanıklılık sağladığı gibi fungal ve bakteriyel patojenlere etkilidir. Diterpenlerinde toksik olduğu belirlenmiş bunlar bir çok çam ve baklagil familyasında bulunmuş aynı zamanda da abiyetikasit gibi önemli türleri vardır. Gövdedeki çamsakızı kanalları ısırıldığında çamsakızı yemeyi engeller. Hava ile temas ettiğinde reçine sertleşir, sonra yaranın üzerini kapatır. Sütleşen familyasındaki bitkiler pobol diterpenini üretir ve bu maddeler memeliler için toksik olduğu kadar cilt hassasiyetini de beraberinde getirir (Ünay 2004).

Fenilpropen olan eugenol, fenilpropanoidlerin bir üyesidir. Likit sarı renkli yağ özellikle karanfil yağından, hindistancevizi, tarçın, reyhan ve defne yaprağından elde edilmektedir. Karanfilin aromasını veren eugenol % 72-90 oranıyla başlıca bileşiktir (Anonim 7). Eugenol ve methoxifenol türevleri böcek cezbedici ve UV ışınlarını emici, biyoside, ve antiseptik olarak kul-

Sekonder metabolitlerin tozlama ve tohum dağıtıcı böcekler için gerek renkleriyle gerekse kokularıyla cezbedici görevleri vardır.

Terpenlerin bazıları ise bitki savunmasında rol alır. *Citronella* (sinek kovucu) ve *Pyrethrum*'da olduğu gibi böcek kovucu veya insektisit olarak kullanılırlar (Ünay 2004).

1980 yılında yapılan bir çalışmada yaban tavşanının bitki kısımlarını yerken bitki türleri, bitkinin gelişim dönemleri, bitki kısımları konusunda seçici davranıldığı keşfedilmiş ve bu durumu sekonder metabolitlerle bağdaştırmışlardır. Monoterpenler, triterpenler ve fenoller tavşanın bitkiyi yemesini engellemektedir (Bryant ve ark. 1992).

Zehirli bitkilerde bulunan bu toksik maddeler insan ve hayvanlarda iç organlarda meydana getirdikleri lezyonlar sonucu metabolizmayı bozabildikleri gibi deri ve mukozalarda irritasyonlar yaparak hafif ya da ağır bazı zehirlenme belirtilerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ancak, farklı hayvan türlerinin ve insanın zehirli bitkilere verdikleri reaksiyon her zaman aynı şiddette ve özellikte olmayabilir. Örneğin, salyangozlar belladonla beslendikleri halde zehirlenmezler, halbuki bu gibi hayvanları yiyen insan ya da memeli hayvanlarda belladon zehirlenme belirtileri görülebilmektedir.

4. Sekonder Metabolitlerin İnsanlar Açısından Önemi

Sekonder metabolitler, bitkilere besin olmanın yanında, uyarıcı içecek, baharat, lif, ilaç, şifalı bitki özü, zehir ve psikoaktif madde özelliği kazandırır.

Tablo 6 . Sekonder metabolitlerin kullanım alanları (Wink 2009)

<u>Kullanım Alanı</u>	<u>Sekonder Metabolit</u>
Boya	İndigo, shikonin
Baharat	Vanilin, capsaicin, hardal yağı
Koku	Gül, lavanta, diğer uçucu yağlar
Uyarıcı	Kafein, nikotin, efedrin
Halüsinojenler	Morfin, kokain, scopolamin, tetrahydrocannabinol
Insektisit	Nikotin, piperin, pyrethrin, rotenone
Hayvan ve insan zehiri	Coniine, strychnine, aconitine, colchicine, kardiyak glikozitler,
Tedavi edici	Atropin, quinine, cardenolide, codein

lanılır. Erkek orkide arıları ve *Cucurbitae* familyası böceklerinde de feromon olarak kullanılır (Schiestl 2003).

İnsanlar tarafından binlerce yıldır sekonder metabolitler bilinmesine ve boya (örn. indigo, shikonin), ba-

harat (vanilin, capsaicin, hardal yağı), koku (gül, lavanta ve diğer uçucu yağlar), uyarıcı (kafein, nikotin, efedrin), halüsinojenler (morfin, kokain, scopolamin, tetrahydrocannabinol), insektisit (nikotin, piperin, pyrethrin, rotenone), omurgalılar ve insan zehirleri (coniine, strchnine, acanitrine, colchicine, kardiyak glikozitler) ve tedavi edici (atropin, quinine, cardenolide, kodein) olarak kullanılmasına rağmen varsayılan biyolojik fonksiyonları tartışılmaktadır.

Genellikle tıpta kullanılan ilaç hammaddeleri ve gıdalarda kullanımları dolayısıyla gerekli olan sekonder metabolitler doku kültürü ile elde edilebilmektedir.

Atropa belladonna ve *Datura stramonium* gibi bitkilerde bulunan atropin alkaloidi özellikle tıpta göz beğini büyüterek göz hastalıklarının teşhisinde ve acil durumlarda kardiyovasküler hastalıklarda hayat kurtarıcı olarak kullanılmaktadır.

Kanser tedavisinde kullanılan taksol bir terpendir. Bu ilaç Pasifik porsuğu (*Taxus brevifolia*) bitkisinden üretilir. Özellikle ilerlemiş düzeydeki yumurtalık ve meme kanserlerinde çok etkilidir.

Yapılan çalışmada, *Satureja hortensis* ve *Origanum türlerinin* bitkisel yağlarında ana bileşen olan thymol ve carvacrol, hem gram negatif hem de gram pozitif bakterilere karşı 21,0-42,33 mm arasında değişen inhibisyon zonları ile güçlü bir antibakteriyel etki göstermiş ve MIC (Minimal İnhibisyon Konsantrasyonu) değerlerindeki değişimin 6,25 ila 600 µl/ml arasında olduğu saptanmıştır. Bu çalışma; özellikle thymol ve carvacrol, *Satureja hortensis* ve bazı *Thymus* ve *Origanum türlerinin* tıp ve gıda muhafazasında sahip oldukları kullanım potansiyelleri dolayısı ile insan sağlığı için faydalı olduklarını gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca, bitkisel yağların antibakteriyel aktiviteleri ile ana bileşenleri arasında güçlü bir ilişkinin olduğu da düşünülmüştür. (Dikbaş 2009).

Peganum harmala L. (Zygophyllaceae) tohumları halk arasında uzelik olarak bilinmektedir. Ülkemizde halk arasında meyvelerinden nazarlık, tohumlarından ise nazara karşı tütsü yapılmaktadır (Baytop 1999). Tohumlarının içeriğinde harmalin, harmin, harmalol, peganin adlı glikozitler ve kırmızı boya maddesi olduğu bildirilmiştir. (Anonim 8). Harman ve benzer alkaloidler; serotonin antagonisti, hallüsinojen, merkezi sinir sistemi stimulanı, ve kısa süreli MAO inhibitörü olduğu ve 25-50 mg gibi küçük dozlar orta derecede merkezi sinir sistemi stimülasyonu ve 1-2 saat boyunca uyku hali ve rüya görmeye neden olduğu belirtilmiştir. 750

mg'a kadar büyük dozlar hallüsinojenik etkiler oluşturduğu ve kişiye bağlı olarak şiddeti değiştiği düşünülmektedir. (Anonim 9).

Sonuç olarak sekonder metabolitler bitkiler açısından savunma, cezbedici, caydırıcı ve tedavi edici özellikleri bakımından büyük öneme sahip olduğu kadar, insan sağlığı açısından da çoğu hastalığın tedavisi ve gıda olarak kullanımı bakımından önemlidir.

KAYNAKLAR

- Anonim 1. <http://www.biologyreference.com/Re-Se/Secondary-Metabolites-in-Plants.html>
- Anonim 2. <http://www.biologyreference.com/Re-Se/Secondary-Metabolites-in-Plants.html>
- Anonim 3. <http://www.bilgininadresi.net/Madde/48292/Glikozitler-%28Heterositler%29>
- Anonim 4. <http://www.ciceksehri.com/cicek/zehirli-cicekler/#ixzz1N5tf1bWN>
- Anonim 5. <http://www.biriz.biz/cay/articles/fenolikmadde.htm>
- Anonim 6. <http://www.biriz.biz/cay/articles/fenolikmadde.htm>
- Anonim 7. <http://en.wikipedia.org/wiki/Eugenol>
- Anonim 8. http://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%9Czerlik_%28bitki%29
- Anonim 9. <http://www.peyote.com/jonstef/maois.htm>
- Baytop, T. 1999. Türkiye'de Bitkilerle Tedavi (Geçmişte ve Bugün), 2. Baskı, s.: 357, Nobel Tıp Kitapevleri Ltd. Şti., İstanbul.
- Bryant, J.P., Chapin F.S., III, and Klein, D.R. 1983. Carbon / Nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. *Oikos* 40: 357-368.
- Bryant J. P., Reichardt P. B. ve Clausen T.P. 1992. (Çeviren: A. Haluk Türker). <http://www.doa.gov.tr/doadergisi/doa13/ODUNSU.pdf>
- Chapin, F.S., III, 1980. *The mineral nutrition of wild plants. Annu. Rev. Ecol. Syst.* 11:233-260.
- Crozier, A., Clifford, N., Ashihara, H. 2006. *Plant Secondary Metabolites In: Alkaloids*. Blackwell Publishing.
- Culvenor, C.C. 1973: *Alkaloids*. P. 375-379. In: G.W. Butler, and R.W. Bailey(eds.), *Chemistry and biochemistry of herbage*. Academic Press, N.Y.
- Dikbas N., Kotan R., Dadasoglu F., Karagöz K., Çakmakçı R., 2009. *Turkish Journal of Science & Technology Volume 4, No 1, 57-64,*
- Edreva, A., Velikova, V., Tsonev, T., Dagnon, S., Gürel, A., Aktaş, L., Gesheva, E., 2008. *Stress-Protective Role of Secondary Metabolites: Diversity of Functions and Mechanisms*. *Gen. Appl. Plant Physiology. Special Issue*, 34(1-2), 67-78.
- Lorio, P.L., J. R. 1986: *Growth-differentiation balance: A basis for understanding southern pine beetle-tree interactions*. *Forest Ecol. and Manage.* 14: 259-273.
- Reichardt, P.B., Chapin, F.S., Bryant, J.P., Mattes, B.R. ve Clausen, T.P. 1991: *Carbon / nutrient balance as a predictor of plant defense in Alaska balsam poplar: Potential importance of metabolite turnover*. *Oecologia (Berl.)*.
- Schiestl, FP. ve Roubik DW. 2003. *Odor Compound Detection in Male Euglossine Bees*. *Journal of Chemical Ecology*, 29 (1): 253-257
- Ünay, A. 2004. *Ürün Fizyolojisi Ders Notları*. Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Wink, M., 2009. *Chapter 1 Introduction*. *Annual Plant Reviews* 39,1-20
- Zulak, K.G., Liscombe, D.K., Ashihara, H. and Facchini, P.J. 2006. *Alkaloids (Crozier, A., Clifford, N., Ashihara, H.)*. *Plant Secondary Metabolites In: Alkaloids*. Blackwell Publishing.