

# BESİNLERDEKİ BİYOLOJİK AKTİF BİLEŞENLER

Araş. Gör. Banugül BARUT UYAR\*,  
Prof. Dr. Metin Saip SÜRÜCÜOĞLU\*\*

## ÖZET

Günümüzde kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi bazı kronik hastalıkların görülme sıklığının artması beslenmenin sağlık üzerindeki önemini ortaya çıkarmıştır. Beslenme alışkanlıkları ile hastalık riskleri arasındaki ilişkinin belirlenmesine yönelik epidemiyolojik çalışmalarda besinlerin sağlık üzerine direkt etki yaptığını kanıtlanmıştır. Beslenme davranışlarının modifikasyonu, meyve, sebze ve tam tahıllı yiyeceklerin tüketiminin artırılması ile yaşam tarzı değişiklikleri kronik hastalık risklerinin azaltılmasında etkili stratejilerdendir. Meyve, sebze, kırmızı şarap, fındık, tam tahıllar, kuru baklagiller ve baharat gibi besinlerin, özellikle yaşlanmaya bağlı olarak ortaya çıkan hastalıklar üzerine bazı yararlı etkileri olduğu bilinmektedir. Yiyeceklerin bu olası yararlı etkilerinin temel olarak içlerinde bulunan biyoaktif bileşenlerden ileri geldiği düşünülmektedir. Bu yazıda biyoaktif bileşenleri içeren fonksiyonel besinlerin, sağlık üzerine gösterdikleri potansiyel yararları çeşitli yayınlardan araştırılarak derlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyoaktif bileşenler, fonksiyonel besinler

## ABSTRACT

### *Biologically Active Components in Foods*

*The prevalence of some chronic diseases such as cancer and cardiovascular diseases increased the*

*importance of nutrition. Epidemiological studies on the relationship between dietary habits and disease risks have proven that foods have direct impact on health. The modification of nutritional behaviors, increase in consumption of fruit, vegetable and whole-grain foods, lifestyle changes are common strategies that may be effective on reducing the risk of chronic disease. It is known that wine, fruits, nuts, vegetables, grains, legumes, spices, etc. have some beneficial effects particularly on age-related diseases. These possible beneficial effects of foods are due to bioactive components that they contain. In this paper, the beneficial effects of functional foods containing bioactive compounds on health were discussed through various publications.*

**Key Words:** Bioactive compounds, functional foods

## GİRİŞ

Bitkisel kaynaklarda bulunan biyoaktif bileşenler, bitkinin büyümesi ve gelişmesinde çeşitli fonksiyonlara sahip olan sekonder metabolitlerdir (1, 2). Bitkiye özgü renk, tat ve koku özelliklerini kazandırmanın yanı sıra bakteri, virüs, mantar ve haşerelere karşı da koruyucu özellik gösterirler (2). Bitkilerde genellikle esterleşmiş olarak veya glikozidlere bağlı olarak bulunan biyoaktif bileşenlerin; yapılarında bir aromatik halka ile en az bir hidroksil (-OH) grubu bulunur (3). Aromatik halkalarının yapısal farklılıklarına, -OH gruplarının sayısına, çeşitli karbonhidrat ve organik asitlerle yapmış oldukları bağlarla birlikte 30 000'den fazla biyoaktif bileşen olduğu ve bunların yaklaşık 5 000-10 000 kadarının günlük diyetimizde yer aldığı tahmin edilmektedir (4, 5).

\* Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara

\*\* Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara

**Tablo 1:** Biyoaktif bileşenlerin kimyasal yapılarına göre sınıflaması (1, 12).

Biyoaktif Bileşen	Örnekleri	Kaynakları	Biyolojik Etkileri
Karotenoidler	Likopen, Lutein, $\alpha$ -karoten, $\beta$ -karoten, $\beta$ -kriptoksantin, Zeaksantin	Sarı, kırmızı, yeşil ve turuncu meyve ve sebzeler	Antioksidan aktivite, DNA hasarını önleme,
Flavonoidler	Flavon, Flavonon, İsoflavon, Flavanon, Kateşin (Flavanol), Antosiyanidin	Meyve ve sebzeler, soya ve baklagiller, çay, kakao	Antioksidan aktivite, platelet agregasyonunu önleme
Fenolik asitler	Kafeik asit, Klorojenik asit, Kumarik asit, Ferrulik asit	Tahıllar, kahve, meyve ve sebzeler, zeytinyağı	Düşük dansiteli lipoprotein (LDL) oksidasyonunu ↓
Stilbenler	Resveratrol	Üzüm, kırmızı şarap, yer fıstığı	LDL oksidasyonu ↓, platelet agregasyonu
Glukosinolatlar	Sülforafan, Benzil (BITC), Fenetil (PEITC)	Brokoli, brüksel lahanası, su teresi gibi çiçekleri dört yapraklı bitkiler	Tümör oluşumu ve gelişiminin baskılanması, antikarsinojen aktivite
Lignanlar	Enterolakton, Enterodiol, Kumestrol	Keten tohumu, keten tohumu yağı, çavdar	LDL-kolesterol ↓, östrojenik aktivite, prooksidan aktivite
Organosülfür bileşikleri	Allisin, Diailil sülfid (DAD), Diailil disülfid (DADS), Diailil trisülfid (DATS), Diailil tetrasülfid (DATT)	Sarmısak, soğan, pırasa	Antibakteriyel
Bitki steroller	Kampesterol, sitosterol, stigmasterol	Pirinç yağı, soya yağı, tall yağı	Total kolesterol ↓, LDL oksidasyonunu ↓, kolesterol emilimini azaltır

Birçok epidemiyolojik çalışma, taze sebze ve meyve tüketiminin; bazı kanser türleri ve kardiyovasküler hastalıklar ile katarakt, beyin ve immün disfonksiyonu gibi yaşa bağlı dejeneratif hastalıkların oluşum riskini azalttığı ve bu etkilerin genel olarak bitkilerin yapılarında bulunan biyoaktif bileşenlerden kaynaklandığı bildirilmektedir (6, 7). Taze sebze ve meyvelerde bulunan biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine olası biyolojik yararları ile ilgili çelişkiler olmasına rağmen, kronik hastalıkların etiolojisinde rol alan serbest radikallerin yol açtığı oksidatif strese karşı koruyucu özellik gösterdikleri belirtilmektedir (8). Biyoaktif bileşenlerin in vitro ve in vivo koşullarda geniş aralıkta antioksidan aktivite gösterdikleri belirtilmektedir. Reaktif oksijen (ROS) ve reaktif nitrojen türlerinin (RNS) (nitrit ve peroksinitrit) olumsuz etkisinin azaltılması, sentetik serbest radikallerin ve 1,1-difenil-2-pikrilhidrazilin (DPPH) tutulması, in vivo ortamda ve besinlerdeki lipid peroksidasyonu sonucunda oluşan RO<sub>2</sub> gibi lipid radikallerinin uzaklaştırılması, metallerle (Fe<sup>+3</sup>, Cu<sup>+2</sup>) şelat oluşturulması, endojen antioksidan enzimlerin devreye girmesi, nitrit ve peroksinitritlerin neden

olduğu deoksiribonükleik asit (DNA) hasarına karşı koruyucu rol üstlenilmesi gibi birden fazla antioksidan aktivite mekanizması bulunmaktadır. Biyoaktif bileşenler, serbest radikaller ile doğrudan reaksiyona girerek onların diğer hücre bileşenleri ile reaksiyona girmesini engellemektedirler (6, 9-11). Bu bileşenlerin ayrıca enzim inhibitörü ve indükleyicisi, reseptör aktivitesini inhibe edici ve indükleyici, gen ekspresyonunu inhibe edici olarak görev yaptıkları da belirtilmektedir (12).

## BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN SINIFLAMASI VE FİZYOLOJİK ETKİLERİ

Biyoaktif maddeler, geniş kimyasal fonksiyon ve yapıya sahip bileşiklerdir. Yapılarına göre karotenoidler, fenolik bileşikler, glikosinolatlar, lignanlar, organosülfür bileşikleri ve bitki steroller gibi bazı alt gruplara ayrılmaktadır (1, 12).

### KAROTENOİDLER

Yaklaşık elli tanesi günlük beslenmede yer alan ve on iki tanesi insan kan ve dokularında ölçülebilir miktarlarda bulunan karotenoidler; bazı sebze ve

**Tablo 2:** Karotenoidlerin alt grupları ve ana kaynakları (19).

Karotenoidler	Kaynakları (0.1 - 2 mg/100 g)
Likopen	Domates ve domates ürünleri, kayısı, kırmızı havuç, greylift, papaya, guava, kavun, Trabzon hurması
$\alpha$ -karoten	Havuç, mango, kırmızıbiber, ıspanak, brokoli
$\beta$ -karoten	Kayısı, brüksel lahanası, brokoli, karalâhana, havuç, yeşil yapraklı sebzeler, guava, yenidoğya, mango, şeftali, hurma yağı, tatlı patates, mısır
Lutein	Yumurta sarısı, ıspanak, brokoli, brüksel lahanası, bal kabağı, biber
Zeaksantin	Trabzon hurması, biber, balkabağı, tatlı mısır
$\beta$ -kriptoksantin	Papaya, Trabzon hurması, mandalina, balkabağı, avokado, portakal

meyvelere sarı-kırmızı rengi veren ve 600'den fazla farklı çeşidi olan bileşiklerdir. En yaygın olarak bilinenleri; lutein, likopen,  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten,  $\beta$ -kriptoksantin ve zeaksantindir.  $\beta$ -kriptoksantin,  $\alpha$ -karoten ve  $\beta$ -karoten provitamin A aktivitesi gösteren maddelerdir (13). Karotenoidlerden zengin kaynaklar Tablo 2'de verilmiştir. Karotenoidlerin biyolojik etkileri arasında en çok üzerinde durulan konu antioksidan mekanizmadır. Bu bileşiklerin, LDL oksidasyonunu önlediği ve yüksek konsantrasyonlarda prooksidan özellik gösterdiği, tümör gelişimini baskılayıcı, DNA'yı peroksidasyondan koruyucu, immünomodulator ve antikarsinojen etkileri bulunduğu belirtilmektedir (13-15). Epidemiyolojik çalışmalar karotenoid içeren yiyeceklerin kanser, kalp hastalığı gibi kronik hastalıkların gelişim riski ile yaşa bağlı dejenerasyonu ve katarakt gelişimini azalttığını göstermektedir (16, 17). Genel olarak karotenoidlerden zengin diyetler ve karotenoid kombinasyonları tek bir karotenoidde oranla DNA hasarına karşı daha koruyucu etki göstermektedir. Karotenoidlerin sağlığı geliştirici etkileri yiyeceklerle fizyolojik miktarlarda alındığında ortaya çıkmaktadır. A vitamini için günlük alınması gereken miktar erkek bireyler için 900  $\mu$ g retinol eşdeğeri, kadın bireyler için 700  $\mu$ g retinol eşdeğeri, 1  $\mu$ g retinol eşdeğeri 12  $\mu$ g  $\beta$ -karoten ve 24  $\mu$ g  $\alpha$ -karoten ve  $\beta$ -kriptoksantine eşittir (18).

## FENOLİK BİLEŞİKLER

Polifenolik bileşiklerin bitkiye renk, koku ve tat gibi özellikleri kazandırmak, patojenlere karşı direnç kazandırmak ve hastalıklardan korumak gibi bitki fizyolojisinde önemli rolleri vardır (7). Bütün bitkilerde özellikle tahıllar, baklagiller, fındık, zeytinyağı, sebze-meyve, çay ve kırmızı şarapta

daha çok bulunurlar. Bazı çalışmalarda, fenolik bileşiklerin kardiyovasküler hastalıklara (KVH) ve kansere karşı koruyucu etkisi olduğu gösterilmiştir (20, 21).

Polifenollerin; flavonoidler, fenolik asitler ve stilbenler gibi önemli alt grupları vardır.

## FLAVONOİDLER

On iki alt sınıftan oluşan 5 000'den fazla flavonoid çeşidi vardır (22). Flavonoidlerin temel yapısı iki aromatik halka (A ve B), onbeş karbon atomu ve üç bağdan oluşmaktadır (C6-C3-C6) (5, 7). Flavonoidlerin; flavonlar, flavononlar, flavanonlar, kateşinler (flavanoller), izoflavonlar ve antosiyanidinler gibi altı ana alt grubu vardır. Diğer flavonoid sınıfları biflavonlar, kalkonlar ve kumarinlerdir (3, 7).

Günlük diyetle alınan flavonoid miktarının çay, kırmızı şarap, meyve ve sebze tüketimine bağlı olarak günde 50-800 mg arasında değiştiği belirtilmektedir (7). Besinlerde en sık bulunanlar, flavonollerden kuarsetin, kampferol, mirisetin; flavonlardan apigenin ve luteolindir. Kırmızı şarap ve çay 45 mg/L flavonol içerir. Flavonların en önemli kaynakları maydanoz, kereviz ve soğandır (1.2 g/kg yaş ağırlık). Ayrıca kıvrıcık lahana, pırasa, brokoli ve yabanmersini de zengin kaynaklar arasındadır. Turunçgillerin dış yüzeylerinde flavonlardan tangeritin, nobiletin ve sinensetin bulunmaktadır (3, 23). En çok soya fasulyesi, börülce, taze fasulye ve nohut gibi baklagillerde bulunan izoflavonlar; genistein, daidzein ve glisitein gibi üç ana molekül içerirler. Ayrıca yonca, yonca filizi ve ayçekirdeği de izoflavon kaynağıdır (7). Soya

fasulyesi 580-3 800 mg/kg arasında, soya sütü de 30-175 mg/L arasında izoflavon içerir (24). Flavanonlar, nane gibi bazı aromatik bitkilerde ve domateste, en yüksek oranda da turuncgillerde bulunurlar. Greyfurtta naringenin, portakal da hesperidin ve limonda eriodiktiol en fazladır. Bir bardak portakal suyu 40-140 mg arasında flavanon içermektedir. Portakalın posa kısmı flavanondan zengin olup, bir bardak portakal suyuna göre beş kat flavanon içermektedir (5, 25). Flavanoller birçok meyvede monomer (kateşin) veya polimer formda (proantosiyanidin) bulunurlar. Zengin kaynaklarından kayısıda 250 mg/kg (yaş ağırlık) ve kırmızı şarapta 300 mg/L kadardır. Yeşil çay ve çikolata ise daha fazla flavanol içerir (26). Meyvelerde bulunan ana flavanoller kateşin ve epikateşindir. Gallokateşin, epigallokateşin ve epigallokateşin gallat bazı baklagillerin tohumlarında, üzümde ve daha önemli miktarlarda çayda bulunmaktadır (27). Proantosiyanidinler tanin olarak da bilinirler. Elma, armut, greyfurt, çilek, trabzon hurması, şeftali gibi meyvelere ağız burkan tadı, çikolataya da acılığı verirler. Bu tat meyvenin olgunlaşmasıyla değişir ve meyve en olgun haline geldiğinde genellikle kaybolur (28). Antosiyanidinler, çiçek ve meyvelerin epidermal dokularında çözünerek onlara pembe, kırmızı, mavi veya mor rengi kazandırır. Kırmızı şarap, bazı tahıllar, bazı yapraklı ve köklü (fasulye, soğan, patlıcan, lahana, turp) bitkilerde, en çok da meyvelerde bulunurlar. Siyanidin besinlerde bulunan en genel antosiyanidindir. Kırmızı şarapta yaklaşık 200 mg/L antosiyanidin vardır ve bu antosiyanidinler şarap yıllandıkça çeşitli kompleks yapılara dönüşürler (29).

Flavonoidler fotosentetik elektron transport sistemleri sayesinde ROS oluşmasını önlerler (7). Flavonoidlerin antioksidan özellikleri sayesinde LDL-kolesterolün oksidasyonunu inhibe ettiği, platelet agregasyonunu ve iskemik hasarı azalttığı düşünülmektedir (1). Koga ve Meydani (30) kateşinin, plazma metabolitlerinin aortik endotel hücreleri monosit adhezyonuna karşı koruduğunu belirtmişlerdir. İzoflavonlar yapısal olarak östrojen reseptörlerine bağlanabildikleri için östrojenik özellik gösterebilirler (31). Soyalı yiyecekleri tüketmenin bazı kanser türlerini, kalp hastalıklarını, osteoporozu ve menopozal komplikasyonları önlemede önemli olduğu belirtilmektedir (32). Kao

ve arkadaşları (33) vücut ağırlığının kg'ı başına bir mg genistein alımının inflamasyonu azaltıcı etki gösterdiğini saptamışlardır.

## FENOLİK ASİTLER

Fenolik asitler, benzoik asit türevleri ve sinnamik asit türevleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar (34). Hidroksibenzoik asitler (mangoda gallo-tannin ve kırmızı meyvelerde ellagitannin), serbest veya esterleşmiş halde yenilebilir bitkilerin çok azında bulunurlar (29). Klorojenik asit ve hidroksisinnamik asit meyvelerin çoğunda, yüksek miktarlarda da kahvede bulunan bileşiklerdir. Bir fincan kahve 70-350 mg klorojenik asit içermektedir (35). Günde birkaç fincan kahve tüketen bireyler 500-800 mg kadar hidroksisinnamik asit tüketirler. Kahve içmeyen ve az miktarda sebze-meyve tüketen bireyler yaklaşık 25 mg hidroksisinnamik asit tüketmektedirler (29). Kivi, böğürtlen, kiraz, erik ve elmanın yaş ağırlığında kg başına 0.5-2 g hidroksisinnamik asit bulunmaktadır (23). Kafeik asit en yaygın fenolik asittir. Hidroksisinnamik asit, meyvelerin bütün kısımlarında en yüksek oranda da olgun meyvenin dış kısmında bulunur. Konsantrasyonu genellikle olgunlaşmayla azalırken, toplam kalitesi meyvenin büyüklüğüyle doğru orantılı olarak artar (5). Ferulik asit, tahıllarda en çok bulunan fenolik asittir (36). Unun işlenmesine bağlı olarak fenolik asit içeriği de değişir, kepek fenolik asitlerin ana kaynağıdır. Pirinç ve yulaf unu ile buğday ununun fenolik asit kalitesi aynı iken mısır ununun içeriği üç kat daha fazladır (27). Hidroksisinnamik asitler (kumarik, kafeik, ferulik ve sinapik asit), hidroksibenzoik asitten daha yaygındırlar. İşlenmiş gıdalar hariç nadiren serbest formda bulunur ve kompleks formları shikimik asit, quinik asit ve tartarik asittir. Kafeik ve quinik asit birleşerek klorojenik asidi oluştururlar (35).

Benzoik asit türevlerinden gallik asidin antioksidan kapasitesi diğer fenolik asitlerden daha yüksektir. Fenolik asitlerin hidrojen peroksitleri kovucu etki göstererek lipid peroksidasyonunu önlediği belirtilmektedir (37). Kafeik asitin, astım ve alerji gibi bağışıklık sistemi ile ilişkili hastalıkların gelişiminde rol alan lökotrienlerin sentezini seçici olarak inhibe edici özellik gösterdiği; ayrıca kolon

kanserine karşı antitümoral aktivite gösterdiği belirtilmektedir (38, 39).

## STİLBENLER (RESVERATROL)

Stilbenler, bitki dünyasında oldukça yaygın olan bir polifenol grubudur. En yaygın bileşiği olan resveratrol (3,5,4'-trihidroksistilben)'dür (40). Resveratrol, kırmızı şarapta, ayrıca üzümün dış kabuğunda yüksek oranda bulunur. Kırmızı şaraptaki resveratrol miktarı, saptanamayan çok düşük miktarlardan 14 mg/L'ye kadar değişen aralıkta bulunmaktadır (41). Üzümdeki resveratrol miktarını, coğrafik koşullar ile kırmızı şarabın üretim yılı gibi birçok önemli faktör etkilemektedir. Daha az önemli kaynağı fıstık olup, 0.02-1.8 mg/g kadar resveratrol bulunmaktadır (42).

Resveratrol; kanser, kalp hastalıkları, iskemik hasarlar gibi kronik hastalıkların azaltılmasını ve önlenmesini sağlayan bir bileşik olarak tanımlanmaktadır. Strese karşı vücudun direncini arttırdığı ve birçok organizmanın yaşam süresini uzattığı da ileri sürülmektedir (43). Frankel ve arkadaşları (44), resveratrolün başlıca kaynağı olan kırmızı şarabın orta düzeyde tüketiminin kardiyovasküler sağlığı koruyucu etki gösterdiğini ve LDL-oksidasyonunu ve platelet agregasyonunu engellediğini belirtmişlerdir. Resveratrol aynı zamanda doku faktör gen ekspresyonunu da inhibe etmektedir. Bunun gibi birçok mekanizma yardımıyla resveratrolün KVH riskini azalttığı düşünülmektedir (45). Jang ve arkadaşlarının (46) yaptığı bir çalışmaya göre günde 25 mol resveratrol alımı farelerde deri tümörlerini %88-98 oranında düşürmektedir.

## GLUKOSİNOLATLAR

Sülfür içeren bitkilerde doğal olarak bulunan bileşiklerden olup, 120 çeşit farklı zincir uzunluğunda glukosinolat tanımlanmasına rağmen, zincir uzunluklarına göre alifatik, aromatik ve indol olmak üzere üç ana gruba ayrılırlar (47). Enzimatik hidrolizleri sonucu izotiyosiyanatlar, indoller ve tiyosiyanatlar oluşur (48). Bu maddeler, turp ve hardal bitkisi gibi bitkilere karakteristik tatlarını verirler. Bu hidroliz ürünlerinin yüksek miktarlarda alınması bitkiye istenmeyen acı tat kazandırmaktadır. Besinlerin tohumlarında, köklerinde, gövde ve

yapraklarında bulunurlar. Brassica familyasındaki bitkilerde (kolza tohumu, turp, brokoli, lahan) yüksek oranda (kuru ağırlığında 20 µmol/g) bulunurlar (49, 50). Glukosinolatların karsinojen maddeleri inhibe edici özelliklerinin; enzimatik hidroliz ürünlerinin potansiyel yararlı etkilerinden ileri geldiği düşünülmektedir (51). Antifungal, antibakteriyel, biyoherbisidal, biyopestisidal, antioksidan, antimutajenik ve antikarsinojenik özellik gösterdikleri de bildirilmektedir (48). Enzimatik hidroliz ürünler, meyveleri raf ömürleri boyunca patojenik mantarlara karşı korur. Hidroliz ürünlerinin bakteri popülasyonuna karşı verdiği yanıtlarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bakterilere karşı en iyi yanıtı veren glukosinolat türü izotiyosiyanatlardır (52, 53). Glukosinolatların hidroliz ürünleri insanlarda ve memeli hayvanlarda guatrojenik etki gösterebilir. Bu ürünleri içeren sebzelerin aşırı tüketimi guatr gelişimine aynı zamanda lezzet kaybına sebep olabilir ve toksik etki gösterir (49).

## LİGNANLAR

Sindirilemeyen karbonhidratların heteropolimerleri olarak bilinen lignanlar bitkilerin köklerinde ve tohumlarında bulunan bir fenilpropil alkoldür. Bitkisel lignanlar intestinal bakteriler tarafından enterolignanlara dönüştürülerek antioksidan ve östrojenik aktivite gösterirler (54). Lignanlar iki adet fenilpropan yapısından oluşur ve fenil grupları lignine antioksidan madde özelliği kazandırır (5). Bilinen dört farklı enterolignan bulunmaktadır. Bunlar; secoisolariciresinol (SECO), matairesinol (MAT), lariciresinol (LARI) ve pinoseresinol (PINO) (54). En zengin kaynağı keten tohumu olup, kilogram başına 3.7 g SECO içerdiği belirtilmiştir. Tam tahıllar, meyveler, bazı sebzeler, çay, kahve, çilekçiller ve fındıkta da bulunmakla birlikte keten tohumundaki lignan miktarı diğerlerinden yaklaşık 75-800 kat daha fazladır (5).

Bitkisel kaynaklı lignanlarla ilgili yapılan hayvansal deneyler ve laboratuvar çalışmaları lignanların antioksidan özelliğe sahip olduğunu ve tümör gelişimini azalttığını göstermektedir (55). Pan ve arkadaşlarının (56) yaptıkları bir çalışmanın sonuçlarına göre diyetle keten tohumu eklendiğinde içeriğindeki lignan, α-linolenik asit (ALA) ve posaya bağlı olarak serum LDL kolesterol ve total

kolesterol seviyelerini düşürdüğü belirlenmiştir. Keinan ve arkadaşlarının (57) yaşları 49-70 arasında olan 15 000 kadın üzerinde meme kanseri ile lignan ve izoflavon alımı arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla (4-8 yıl süreyle) yaptıkları bir çalışmada; izoflavon alımı ile meme kanseri riski arasında herhangi bir ilişki bulunamamışlar. Ancak en yüksek miktarda lignan tüketen (0.8 mg/dL) grupta meme kanseri riskinin %30 azaldığını saptamışlardır ( $p>0.06$ ). Milder ve arkadaşları (54) bitkisel lignan tüketiminin koroner kalp hastalığı, kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi hastalıklara etkisini 64-74 yaş arasındaki 570 erkek birey üzerinde 15 yıl incelemişler, matairesinolon bütün hastalıklara bağlı ölümler, kardiyovasküler hastalıklar ( $p\leq 0.05$ ) ve kanser ( $p=0.06$ ) ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır.

### ORGANOSÜLFÜR BİLEŞİKLERİ

Organosülfür bileşikleri soğan, soğancık, pırasa, sarımsak gibi yiyeceklerde bulunmaktadır. Diallyl sülfid (DAS), diallil disülfid (DADS), allisin, diallil trisülfid (DATS) ve diallil tetrasülfid (DATTT) gibi organosülfür bileşikleri sarımsak ve soğana biyolojik özellikleri yanında, kendine özgü tat ve koku vermektedir (58). Sarımsak, soğan, soğancık ve pırasa en zengin kaynakları olup (59), soğanda en yüksek miktarda bulunan organosülfür bileşiği allisindir (S-allilsistein sülfoksit). Soğanın kuru ağırlığında 30 mg/g allisin bulunmakta ve besin hazırlama-pişirme sırasında biyoaktif bileşenler bu işlemlerden etkilenmektedir. Isıya maruz kalma ve mikrodalgada işlemleri allinaz aktivitesini engellemekte; soğan kesildiğinde, kırıldığında ve doğrandığında içeriğindeki sistein sülfoksitleri hızlıca tiosülfatlara dönüşmektedir (60).

Organosülfür bileşiklerini içeren sarımsağın immunoregulator, biyokimyasal ve farmakolojik özellikleri yanında; antitrombotik, antiaterosklerotik, antibakteriyal, antiinflamatuvar, antioksidan ve antikarsinogenik etkileri olduğu belirtilmektedir (61, 62). Bu bileşiklerin granülositleri aktive ederek serbest radikalleri etkisiz hale getirdiği ve makrofajları aktive ederek nitrik oksit sentezini engellediği ortaya çıkarılmıştır (63). Pongsak ve Parichat (59), Frenk soğanı ile soğanın yiyecek kaynaklı gram pozitif ve gram negatif patojenik

bakterileri inhibe edici özelliğe sahip olduğunu belirlemişlerdir. Organosülfür bileşiklerine en duyarlı patojen bakterinin L-monocytogenes, en az duyarlı olanın ise E.Coli olduğu ifade edilmektedir.

### BİTKİSEL STEROLLER

İkiyüzelliden fazla çeşidi olan bitkisel sterollerin (fitosterol) kolesterolden farklı olarak yapılarında ekstra bir metil veya etil grubu ile bir çift bağ bulundurulur. En yaygınları fenolik asitler, kampesterol, stigmasterol ve sitosterol (64) olan bitkisel steroller; doğada mısır ve buğday gibi besinlerde eser miktarlarda bulunurlar. Amerikan Kalp Birliği (AHA) ve Uluslararası Aterosklerozis Topluluğu bitkisel sterol ve stanollerin diyetle günde 2-3 g kadar alınmasını önermekte ve serum kolesterol seviyesi üzerine olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir. Kolesterole yapısal olarak benzerliği nedeniyle barsak lümeninde kolesterolle yarışa girer böylece diyetle alınan ve endojen olarak sentezlenen kolesterolün barsaklardan emilimini azaltır ve fekal yolla atımını artırır. Diyetle günlük 300 mg sterol alınması kolesterol emilimini % 28 oranında azalttığı belirlenmiştir (65). Hyun ve arkadaşları (66) orta derecede ve hafif hiperkolestrolemisi olan Koreli genç yetişkin bireylerin diyetlerine yağ ve kolesterol alımını sınırlamadan bitkisel sterol içeren düşük yağlı yoğurt verdiklerinde serum total kolesterol, LDL kolesterol ile LDL oksidasyon seviyelerini düşürdüğünü saptamışlardır.

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Besinlerdeki biyoaktif bileşenlerin çeşidi ve miktarı; bitkinin olgunluğuna, çevresel faktörlere, besinin işlenmesi ve saklanması gibi yöntemlere bağlı olarak değişiklik gösterdiğinden, bu bileşenlerle ilgili net bir alım düzeyi belirlenememiştir. Biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine olumlu etkileri de alım düzeylerine ve biyoyararlılıklarına bağlı olup, fazla tüketimlerinin sağlığı olumsuz etkileyebileceği de dikkate alınmalıdır. Özellikle kronik hastalıkların önlenmesinde ve geciktirilmesinde biyoaktif bileşenlerin yararlı etkileri olduğu ifade edilmektedir. Ancak bu etkilerini ortaya çıkaracak kompleks, kontrollü ve uzun süreli

çalışmalara gereksinim vardır. Tek bir biyoaktif bileşenin sağlığa olumlu etkisinden çok günlük diyetin içerdiği toplam biyoaktif bileşenlerin yararlı etkilerinin daha yüksek olacağı unutulmamalıdır. Bu nedenle diyetle besin çeşitliliğine yer verilmesi, ana öğünlerde her besin grubundan yiyecek tüketilmesine özen gösterilmelidir.

## KAYNAKLAR

- Kris-Etherton PM, Hecker KD, Bonanome A, Coval SM, Binkoski AM, Hilpert KF, Griel AM, Etherton TD. Bioactive compound in foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am J Med* 2002;113:71-88.
- Vermerris W, and Nicholson R. Phenolic Compounds Biochemistry. USA: Springer Science, Business Media B.V., 2008.
- Jullie AR, and Kasum CM. Dietary flavonoids: Bioavailability, metabolic effect and safety. *Annu Rev Nutr* 2002;22:19-34.
- Gibney M, Macdonald IA, and Roche HM. Nutrition and Metabolism. Australia: Blackwell Science 2003.
- Manach C, Scalbert A, Morand C, Remesy C, and Jimenez L. Polyphenols: Food Sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr* 2004;79:727-747.
- Morton LW, Caccetta RA, Puddey IB, and Croft K. Chemistry and biological effects of dietary phenolic compounds: Relevance to cardiovascular disease. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2000;27:152-159.
- Pietta PG. Flavonoids as antioxidant. *J Nad Prod* 2000;63:1035-1042.
- Ames BN, and Gold LS. Endogenous mutagens and the causes of aging and cancer. *Mutat. Res.* 1991;250:3-16.
- Halliwel B. Antioxidant activity and other biological effects of flavonoids. Wake up to flavonoids. Rice-Evans, ed. International Congress and Symposium Series 226, The Royal Society of Medicine Press Limited, 2000:13-23.
- Zhao K, Whiteman M, Spencer JPE, and Halliwel B. DNA damage by nitrite and peroxy-nitrite: protection by dietary phenols. *Methods in Enzymology* 2001;335:296-307.
- Nie G, Wei T, Shen S, and Zhao B. Polyphenol protection of DNA against damage. *Methods in Enzymology* 2001;335:232-244.
- Kris-Etherton PM, Lefevre M, Beecher GR, Gross MD, Keen CL, and Etherton TD. Bioactive compounds in nutrition and health-research methodologies for establishing biological function: The antioxidant and anti-inflammatory effects of flavonoids on atherosclerosis. *Annu Rev Nutr* 2004;24.
- Voutilinen S, Nurmi T, Mursu J, and Rissanen TH. Carotenoids and cardiovascular health. *Am J Clin Nutr* 2006;83:1265-1271.
- Yeum JK, Aldini G, Russell RM, and Krinsky R. Antioxidant/Pro-oxidant actions of carotenoids. *Nutrition and health* 2009:236-268.
- Tapiero H, Townsend DM and Tew KD. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Bio-med Pharmacother* 2004;58.
- Brown L, Rimm EB, Seddon JM, Giovannucci EL, Chasan-Taber L, Spiegelman D, Willet WC, and Hankinson SE. A prospective study of carotenoid intake and risk of cataract extraction in US men. *Am J Clin Nutr* 1999;70:517-524.
- Hyman L. The relationship of dietary carotenoid and vitamin A, E and C intake with age-related macular degeneration in a case-control study. *Arch Ophthalmol* 2007;125:1225-1232.
- IOM. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. 2001.
- Britten GK, F. Carotenoids in food. Carotenoids: Birkhauser Verlag Base, 2009.
- Vita JA. Polyphenols and cardiovascular disease: effects on endothelial and platelet function. *Am J Clin Nutr* 2005;81:292S-297S.
- Mink P, Scrafford CG, and Barraj LM. Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality: a prospective study in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 2007;85:895-909.
- Merken HM, and Beecheri GR. Measurement of food flavonoids by high performance liquid chromatography: A review. *J Agr Food Chem* 2000;48:577-599.
- Macheix JJ, Fleuriet A, and Billot J. Fruit phenolics. Boca Raton, FL. CRC Press. 1990.
- Cassidy A, Hansley B and Lamuela-Raventos RM. Isoflavones, lignans and stilbenes origins, metabolism and potential importance to human health. *J Sci Food Agric* 2000;80:1044-1062.
- Zhu QY, Zang AQ, Tsang D, Huang Y, and Chen ZY. Stability of green tea catechins. *J Agr Food Chem* 1997;45:4264-4268.
- Lakenbrink C, Lapczynski S, Maiwald B, and Engelhardt UH. Flavonoids and other polyphenols in consumer brews of tea and other caffeinated beverages. *J Agr Food Chem* 2000;48:2848-2852.
- Hatcher D, and Kruger JE. Simple phenolic acids in flours prepared from Canadian wheat: relationship to ash content, color, and polyphenol oxidase activity. *Cereal Chem* 1997;74:337-343.
- Santos-Buelga C, and Scalbert A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds: nature, occurrence, dietary intake and effect on nutrition and health. *J Sci Food Agric* 2000;80:1094-1117.
- Clifford MN. Anthocyanins-nature, occurrence and dietary burden. *Food Sci Agric* 2000;80:1063-1072.
- Koga T, and Meydani M. Effect of plasma metabolites of (+)-catechin and quercetin on monocyte adhesion to human aortic endothelial cells. *Am J Clin Nutr* 2001;73:941-948.
- Murkies AL, Wilcox G, Davis SR. Clinical review 92: phytoestrogens. *J Clin Endocrinol Metab* 1998;83:297-303.
- Park JS, Woo MS, Kim DH, Hyun JW, Kim WK, Lee JC, and Kim HS. Anti-inflammatory mechanism of isoflavone metabolites in lipopolysaccharide-stimulated microglial cells. *J Pharmacol Exp Ther* 2007;320:1237-1245.
- Kao TY, Wu WM, Hung CF, Wu WB, and Chen BH. Anti-inflammatory effects of isoflavone powder produced from soybean cake. *J Agr Food Chem* 2007;55:11068-11079.

34. Shahidi F, and Naczki M. Food phenolics, sources, chemistry, effects, applications: Lancaster, PA: Technomic Publishing Co Inc., 1995.
35. Clifford M. Chlorogenic acids and other cinnamates-nature, occurrence and dietary burden. *J Sci Food Agric* 1999;79:362-372.
36. Lempereur I, Rouau X and Abecassis J. Genetic and agronomic variation in arabinoxylan and ferulic acid contents of durum wheat (*Triticum Durum* L.) grain and its milling fractions. *J Cereal Sci* 1997;25:103-110.
37. Sroka Z, and Cisowski W. Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and anti-radical activity of some phenolic acids *Food and Chemical Toxicology* 2003;41:753-758.
38. Rao CV, Desai D, Simi B, Kulharni N, Amin S, Reddy BS. Inhibitory effect of caffeic acid esters on azoxymethane-induced biochemical changes and aberrant crypt foci, formation in rat colon. *Cancer Res* 1993;53:4182-4188.
39. Olthof MR, Hollman PCH, and Katan M. Chlorogenic acid and caffeic acid are absorbed in humans. *Hum. Nutr. Metabol* 2001;131:66-71.
40. Espin JC, Garcia-Conesa MT and Tomas-Barberan FA. Nutraceuticals: Facts and fiction. *Phytochemistry* 2007;68:2986-3008.
41. Stervbo U, Vang O, and Bonnensen C. A review of the content of the putative chemopreventive phytoalexin resveratrol in wine. *Food Chem* 2007;101:449-457.
42. Sanders TH, McMichael Jr. RW, and Hendrix KW. Occurrence of resveratrol in edible peanuts. *J Agric Food Chem* 2000;48:1243-1246.
43. Asensi M, Medina I, Ortega A, Carretero J, Bano MC, Obrador E and Estrela JM. Inhibition of cancer growth by resveratrol is related to its low bioavailability. *Free Radic Biol Med* 2002;33:387-398.
44. Frankel E, Kanner J, German JB, Parks E and Kinsella JE. Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *Lancet* 1993;341:454-457.
45. Pendurthi U, Williams JT. and Rao LV. Resveratrol, a polyphenolic compound found in wine, inhibits tissue factor expression in vascular cells: a possible mechanism for the cardiovascular benefits associated with moderate consumption of wine. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1999;19:419-426.
46. Jang M, Cai, L. and Udeani GO. Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes. *Science* 1997;275:218-220.
47. Tripathi MK, and Mishra AS. Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Animal feed science and technology* 2007;132:1-27.
48. Vig A, Rampal G, Tind TS and Arora S. Bio-protective effects of glucosinolates-A review. *LWT-Food science and technology* 2009;42:1561-1572.
49. Fahey JW, Zalzman AM, Talalay P. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry* 2001;56:5-51.
50. Kushad MM, Brown AF, Kurilich AC, Juvik JA, Klein BP, Wallig MA and Jeffery EH. Variation of glucosinolates in vegetable crops of Brassica oleracea. *J Agric Food Chem* 1999;47:1541-1548.
51. Bones A, Mar JT. The myrosinase-glucosinolate system, its organisation and biochemistry. *Phys Plant* 1996;97:194-208.
52. Mari M, Lori R, Leoni O ve Marchi A. Bioassays of glucosinolate-derived isothiocyanates against postharvest pear pathogens. *Plant Pathology* 1996;45:753-776.
53. Mayton HS, Oliver C, Vaughn SF and Loria R. Correlation of fungicidal activity of Brassica species with allyl isothiocyanate production in macerated leaf tissue. *Phytopathology*, 1996;86:267-271.
54. Milder IEJ, Feskens EJM, Mesquita HB, Hollman PCH and Kromhout D. Intakes of 4 dietary lignans and cause-specific and all-cause mortality in the Zutphen Elderly Study. *Am J Clin Nutr* 2006;84:400-405.
55. Kitts DD, Yuan YV, Wijewickreme AN and Thompson LU. Antioxidant activity of the flaxseed lignan secoisolariciresinol diglycoside and its mammalian lignan metabolites enterodiol and enterolactone. *Mol Cell Biochem* 1999;202:91-100.
56. Pan A, Yu D, Wahnefried WD, Franco OH, and Lin X. Meta-analysis of the effects of flaxseed interventions on blood lipids. *Am J Clin Nutr* 2009;90:288-297.
57. Keinan-Boker SY, Grobbee DE and Peeters PHM. Dietary phytoestrogen and breast cancer risk. *Am J Clin Nutr* 2004;79:282-288.
58. Sowbhagya HB, Purnima KT, Florence SP, Appu Rao AG and Srinivasi P. Evaluation of enzyme-assisted extraction on quality of garlic volatile oil. *Food Chemistry* 2009;113:1234-1238.
59. Pongsak RaP, P. Diallyl sulfide content and antimicrobial activity against food-borne pathogenic bacteria of chives (*Allium schoenoprasum*). *Biosci Biotech Biochem* 2009;72:2987-2991.
60. Lawson L. Garlic: A review of its medicinal effects and indicated active compounds. Bauer LSLR, ed. *Phyto-medicines of Europe: Chemistry and biological activity*, ACS symposium series. Washington: DC: American Chemical Society, 1998:176-209.
61. Sengupta A, Ghosh S, Das RK, Bhattacharjee S and Bhattacharya S. Chemopreventive potential of diallylsulfide, lycopene and theaflavin during chemically induced colon carcinogenesis in rat colon through modulation of cyclooxygenase-2 and inducible nitric oxide synthase pathways. *European Journal of Cancer Prevention* 2006;15:301-305.
62. Chu HL, Wang BS and Duh PD. Effects of selected organo-sulfur compounds on melanin formation. *J Agrid Food Chem* 2009;52:7072-7077.
63. Siegers CP, Robke A and Pentz R. Effects of garlic preparations on superoxide production by phorbol ester activated granulocytes. *Phytomedicine* 1999;6:13-16.
64. Normen L, Ellegard L, Brants H, Dutta P and Andersson H. A phytosterol database: Fatty foods consumed in Sweden and the Netherlands. *Journal of Food Composition And Analysis* 2007;20:193-201.
65. Weidner C, Krempf M, Bard J, Cazaubel M and Bell D. Cholesterol lowering effect of a soy drink enriched with plant sterols in a French population with moderate hypercholesterolemia. *BioMed Central* 2008;7:35.
66. Hyun Y, Kim O, Kang J, Lee J, Jang Y, Liponkoski L and Salo P. Plant stanol esters in low-fat yoghurt reduces total and low-density lipoprotein cholesterol and low-density lipoprotein oxidation in normocholesterolemic and mildly hypercholesterolemic subjects. *Nutrition Research* 2005;25:743-753.