

**GIDA MADDELERİNDE BULUNAN LİGNİN VE  
PROANTOSİYANİDİNLERİN SAFRA ASİTLERİ  
BAĞLAMA KAPASİTELERİNİN *IN VITRO*  
OLARAK BELİRLENMESİ**

**ÖZGE DURKAN**

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ  
ANA BİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Danışman  
Doç. Dr. Sedat SAYAR**

**MERSİN  
TEMMUZ – 2015**

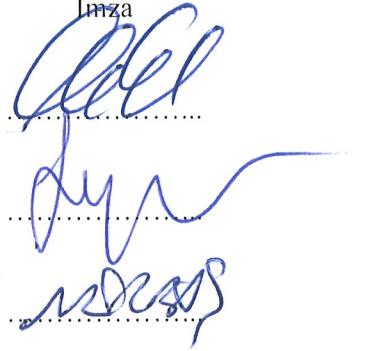
Özge DURKAN tarafından Doç. Dr. Sedat SAYAR danışmanlığında hazırlanan “Gıda Maddelerinde Bulunan Lignin ve Proantosiyaniidinlerin Safra Asitleri Bağlama Kapasitelerinin *In Vitro* Olarak Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. H. İbrahim EKİZ

Doç. Dr. Sedat SAYAR

Doç. Dr. Mustafa ERBAŞ

İmza



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 31/07/2015 tarih ve 2015.20/797 sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Ayla ÇELİK  
Enstitü Müdürü

*Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.*

## **GIDA MADDELERİNDE BULUNAN LİGNİN VE PROANTOSİYANİDİNLERİN SAFRA ASİTLERİ BAĞLAMA KAPASİTELERİNİN *IN VITRO* OLARAK BELİRLENMESİ**

**ÖZGE DURKAN**

### **ÖZ**

Bu çalışmanın temel amacı çeşitli gıda örneklerinde (bakla, kırmızı fasulye, beyaz fasulye, yeşil mercimeğin kabuk kısımları ile üzüm çekirdeği ve keçi boynuzu meyvesi lifi) ligninle kompleks halde bulunan proantosiyanidinlerin safra asitleri bağlama kapasitesi (SABK) üzerindeki etkilerini belirlemektir. Seçilen yöntemlerle gıda örneklerindeki oligomerik (OPA) ve polimerik proantosiyanidinlerin (PPA) SABK üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında örneklerin diyet lifi, lignin ve fenolik madde içerikleri, antioksidan kapasiteleri ve SABK değerleri belirlenmiştir. İkinci aşamasında örneklerden öncelikle OPA ekstraksiyonu yapılmış ve kalıntıların SABK değerleri belirlenmiştir. Daha sonra OPA ekstraksiyonu sonucu kalan kalıntılardan PPA ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde PPA ekstraksiyonu sonucu kalan kalıntıların da SABK değerleri analiz edilmiştir. Böylelikle hem OPA hem de PPA'ların SABK üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre seçilen gıda örneklerinin toplam diyet lif ve lignin içeriklerinin kuru madde bazında sırasıyla %74,9-87,6 ve %2,3-52,9 arasında olduğu belirlenmiştir. Toplam proantosiyanidin içerikleri keçi boynuzu meyvesi lifi, üzüm çekirdeği, bakla kabuğu, beyaz fasulye kabuğu, kırmızı fasulye kabuğu ve yeşil mercimek kabuğu için sırasıyla; 7,9; 32,6; 58,9; 4,7; 46,2; 67,2 mg CE/g kuru örnek olarak tespit edilmiştir. SABK değerleri ise sırasıyla 9,8; 9,4; 15,7; 2,8; 13,7 ve 17,1 mmol/100g kuru örnek olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak proantosiyanidin içeriklerinin örneklerin SABK değerleri üzerinde diyet lifi ve lignin içeriklerinden daha etkili olduğu bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Safra Asitleri Bağlama Kapasitesi, Lignin, Proantosiyanidin, Diyet Lifi

**Danışman:** Doç. Dr. Sedat SAYAR, Mersin Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.

## **DETERMINATION OF BILE ACID BINDING CAPACITIES OF LIGNIN AND PROANTHOCYANIDINS OF FOOD ON THE *IN VITRO***

**ÖZGE DURKAN**

### **ABSTRACT**

The main purpose of this study was to determine effects of proanthocyanidins on bile acid binding capacities of some food samples (shell of broad bean, red bean, white bean and green lentil, grape seed flour and carob pod fiber). The effects of oligomeric and polymeric proanthocyanidins on bile acid binding capacities of these samples were determined by the methods chosen.

At the first stage of this study, dietary fiber, lignin and fenolic contents, antioxidant capacity and bile acid binding capacity values of the samples were analyzed. At the second stage, the oligomeric proanthocyanidin was extracted firstly and the bile acid binding capacity values of the residues was analyzed. After that, the polymeric proanthocyanidin was extracted from the residues remaining from oligomeric proanthocyanidin extraction. Similarly, the bile acid binding capacity values of residues remaining from polymeric proanthocyanidin extraction were determined. Therefore, the impact of both oligomeric and polymeric proanthocyanidins content on bile acid binding were determined.

According to the results of the study, total dietary fiber and lignin contents of the samples were found to be in the range of 74,9-87,6% ve 2,3-52,9%, respectively. Total proanthocyanidins contents of carob pod fiber, grape seed, and the seed coats of broad bean, white bean, red bean and green lentil were determined as 7,9; 32,6; 58,9; 4,7; 46,2; 67,2 mg CE/g dry samples, respectively. Bile acid binding capacity values of samples were determined as 9,8; 9,4; 15,7; 2,8; 13,7; 17,1 mmol/100g dry samples, respectively. As a result, proanthocyanidin contents of samples were found to be more effective than dietary fibre and lignin contents on the bile acid binding capacities of samples.

**Key Words:** Bile Acid Binding Capacity, Lignin, Proanthocyanidin, Dietary Fiber

**Advisor:** Assoc. Prof. Sedat SAYAR, Mersin University, Department of Food Engineering.

## **TEŞEKKÜR**

Tez çalışmam boyunca çalışmalarımın her aşamasında bilgileriyle beni yönlendiren ve bana her konuda yardımcı olan değerli tez hocam Doç. Dr. Sedat SAYAR'a en içten saygılarımı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmalarında sundukları imkanlardan ve yardımlardan dolayı Mersin Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne ve Bölüm Başkanı Prof. Dr. H. İbrahim EKİZ'e en içten saygılarımı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Yüksek lisans eğitimim boyunca her zaman yanımda olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Arş. Gör. Seher SERİN'e,

Yardım ve desteklerini esirgemeyen Dr. Sezin TUTA, Arş. Gör. Günseli BOBUŞ ALKAYA 'ya, Arş. Gör. Esmâ ESER'e, Arş. Gör. Betül BAY'a, Arş. Gör. Gülden GÖKŞEN'e ve Arş. Gör. Habip TOKBAŞ'a,

Yardımlarından dolayı sevgili arkadaşlarım Betül YAPICI, Sultan Damla BİLGİLİ ve Metin GÜNEŞ'e,

Çalışmam boyunca bana sağladıkları motivasyon ve destekleri nedeniyle tüm öğretim elemanı hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmamda kullandığım cihazlar, cam malzeme ve kimyasalların temininde katkılarından dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Varlıklarıyla, sevgileriyle her daim bana güç veren anneme ve babama sonsuz sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunuyorum.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZ</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>EKLER DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI</b> .....	<b>3</b>
2.1. DİYET LİFİ .....	3
2.2. LİGNİN .....	8
2.3. PROANTOSİYANİDİN .....	10
2.4. SAFRA ASİTLERİ BAĞLAMA MEKANİZMASI .....	14
2.5. DİYET LİFİNCE ZENGİN BAZI GIDA ÖRNEKLERİ.....	17
2.5.1. Baklagiller .....	17
2.5.2. Keçiboynuzu .....	19
2.5.3. Üzüm Çekirdeği .....	22
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	<b>24</b>
3.1.MATERYAL .....	24
3.2.YÖNTEM .....	26
3.2.1. Nem Tayini.....	26
3.2.2. Çözünür ve Çözünmez Difet Lifi Analizleri .....	27
3.2.3. Toplam Lignin Analizi .....	27
3.2.4. Toplam Polifenol ve Antioksidan Analizleri .....	30

3.2.5. Oligomerik (OPA) ve Polimerik (PPA) Proantosiyanidin Miktar Analizi .	30
3.2.6. Safra Asitleri Bağlama Kapasitesi Testleri .....	32
3.2.7. İstatiksel Değerlendirme.....	33
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....</b>	<b>34</b>
4.1. ÖRNEKLERİN ÇÖZÜNÜR VE ÇÖZÜNMEZ DİYET LİFİ İÇERİKLERİ.....	34
4.2. ÖRNEKLERİN TOPLAM LİGNİN MİKTARLARI .....	36
4.3. ÖRNEKLERİN TOPLAM POLİFENOL VE ANTİOKSİDAN İÇERİKLERİ.....	39
4.4. ÖRNEKLERİN OLİGOMERİK VE POLİMERİK PROANTOSİYANİDİN MİKTARLARI.....	41
4.5. ÖRNEKLERİN SAFRA ASİTLERİ BAĞLAMA KAPASİTELERİ.....	43
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>50</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>52</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>63</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ .....</b>	<b>66</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 2.1. Diyet lifi çeşitleri, özellikleri ve kaynakları.....	6
Çizelge 2.2. Bazı gıdaların proantosiyanidin içerikleri .....	13
Çizelge 2.3. Keçiboynuzu meyvesinin bileşimi .....	21
Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan örneklerin diyet lifi içerikleri.....	34
Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan örneklerin klason metodu ile elde edilen lignin içerikleri.....	36
Çizelge 4.3. Çalışmada kullanılan lignin analiz yöntemlerinin karşılaştırılması ve örneklerin toplam proantosiyanidin içerikleri.....	38
Çizelge 4.4. Morrison vd. (1995) tarafından börülce kabuğunda elde edilen lignin ve tanen analizleri sonuçları .....	39
Çizelge 4.5. Çalışmada kullanılan örneklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri .....	41
Çizelge 4.6. Çalışmada kullanılan örneklerin OPA ve PPA içerikleri .....	42
Çizelge 4.7. Çalışmada kullanılan örneklerin SABK değerleri.....	44
Çizelge 4.8. Çalışmada kullanılan keçiboynuzu meyvesi lifinin üç ayrı kısmına ait SABK değerlerinin kolestramin ile ilişkisi.....	46
Çizelge 4.9. Çalışmada kullanılan bakla kabuklarının üç ayrı kısmına ait SABK değerlerinin kolestramin ile ilişkisi.....	46
Çizelge 4.10. Çalışmada kullanılan beyaz fasulye kabuklarının üç ayrı kısmına ait SABK değerlerinin kolestramin ile ilişkisi.....	46
Çizelge 4.11. Çalışmada kullanılan kırmızı fasulye kabuklarının üç ayrı kısmına ait SABK değerlerinin kolestramin ile ilişkisi.....	47
Çizelge 4.12. Çalışmada kullanılan üzüm çekirdeklerinin üç ayrı kısmına ait SABK değerlerinin kolestramin ile ilişkisi.....	47
Çizelge 4.13. Çalışmada kullanılan yeşil mercimek kabuklarının üç ayrı kısmına ait SABK değerlerinin kolestramin ile ilişkisi.....	47



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 2.1. Ligninin kimyasal yapısı.....	9
Şekil 2.2. Ligninin öncül molekülleri .....	9
Şekil 2.3. Proantosiyanidinlerin kimyasal yapısı .....	11
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan tane yeşil mercimekler ve kabukları .....	25
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan tane bakla ve kabukları .....	26
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan tane beyaz fasulye ve kabukları .....	26
Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan tane kırmızı fasulye ve kabukları .....	26
Şekil 3.5. Keçiboynuzu meyvesi lifi ve keçiboynuzu meyvesi lifi unu .....	27
Şekil 3.6. Üzüm çekirdekleri ve üzüm çekirdeği unu .....	27
Şekil 3.7. Klason metodu ile gravimetrik lignin analizi akım şeması.....	28
Şekil 3.8. Proantosiyanidin ekstraksiyonu yapılmış örneklerde lignin analizi akım şeması .....	29
Şekil 3.9. Oligomerik (OPA) ve polimerik (PPA) proantosiyanidin ekstraksiyonu akım şeması .....	31
Şekil 3.10. Safra asitleri bağlama kapasitesi analizi akım şeması .....	33

## **EKLER DİZİNİ**

### **Sayfa**

Ek-1. DPPH yöntemi ile antioksidan kapasitesi analizinde standart olarak kullanılan TROLOX'un (TE) kalibrasyon grafiği.....	63
Ek-2. FRAP yöntemi ile antioksidan kapasitesi analizinde standart olarak kullanılan TROLOX'un (TE) kalibrasyon grafiği.....	63
Ek-3. Folin Ciocalteu yöntemi ile toplam fenolik madde miktarı analizinde standart olarak kullanılan Gallik Asidin (GAE) kalibrasyon grafiği.....	64
Ek-4. OPA ve PPA içeriklerinin hesaplanmasında standart olarak kullanılan (±)Kateşin'nin kalibrasyon grafiği.....	64
Ek-5. Safra asitleri bağlama kapasitesi analizlerinde standart olarak kullanılan stok çözeltinin kalibrasyon grafiği.....	65



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

CE	: Kateşin Eşdeğeri
Da	: Dalton
EDN	: Enzime Dirençli Nişasta
ha	: Hektar alan
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
OPA	: Oligomerik Proantosiyandin
PPA	: Polimerik Proantosiyandin
SABK	: Safra Asitleri Bağlama Kapasitesi
TE	: Trolox Eşdeğeri

## 1. GİRİŞ

Günümüz hızlı yaşam ve çalışma koşulları, beslenme alışkanlıklarının değişmesine sebep olmuştur. Geleneksel beslenme tarzı terk edilmekte, hızlı beslenme tarzı yaygınlaşmaktadır. İnsanlar artık kolay tüketebilecekleri, besin değeri yüksek olan ve farklı özelliklerde ürünlere yönelmişlerdir. Yanlış beslenme alışkanlıkları ve fizikler aktivitelerin azalması sonucu kalp damar hastalıkları, sindirim rahatsızlıkları ve diyabet gibi, günümüzde medeniyet hastalıkları olarak adlandırılan bazı sağlık problemleri artış göstermiştir. Yaşam standartlarının yükselmesiyle birlikte tüketicilerin sağlık konusundaki bilinci artmış, tükettikleri gıdaların nitelikleri ve sağlık üzerindeki etkileri konusunda daha hassas davranmaya başlamışlardır. Tüm bunların sonucunda beslenme bilimciler dengeli ve optimum beslenme kavramı üzerinde yoğunlaşmaya başlamıştır.

Son yıllarda sağlıklı yaşam ve beslenme konusundaki bilinç arttıkça gıda maddelerinin yapısında yer alan bazı fonksiyonel gıda bileşenlerinin hiperkolesterol, kanser ve obezite üzerindeki olumlu etkileri ile ilgili araştırmalarda da artış gözlenmiştir. *In vivo* ve *in vitro* olarak yapılan bu çalışmalar, özellikle diyet lifi ve antioksidan yapısındaki maddelerin kolesterolü düşürücü ve bazı diyabet hastalıklarının, kanserlerin oluşumunu engelleyici özelliklerinin bulunduğunu göstermektedir. *In vitro* olarak yapılan birçok çalışmada özellikle diyet lifinin safra asitlerini bağlayarak kolesterolün düşürülmesi üzerinde etkili olduğu vurgulanmıştır. Yapılan çalışmalarda bu mekanizma tam olarak aydınlatılamamıştır. Son yıllarda yapılan birçok çalışmada da gıda maddelerinin lignin içeriği ile safra asitleri bağlama kapasitesi (SABK) arasında yüksek düzeyde korelasyonlar bulunmuştur. Ancak yapılan bazı çalışmalarda benzer oranlarda lignin içeriğine sahip gıdaların SABK değerlerinin farklı olduğu görülmüştür. Literatürdeki başka bir çalışmada da ligninin tek başına etkili olmadığı saptanmıştır. Dolayısıyla bu durum gıdanın yapısında ligninle birlikte bulunan veya lignine bağlı bir bileşiğin de bu mekanizmada etkili olduğu ihtimalini güçlendirmiş ve proantosiyanidinlerin SABK üzerindeki etkilerinin incelenmesi gerektiğini düşündürmüştür. Literatürde bulunan bir çalışmada ise proantosiyanidinlerin SABK üzerinde etkili bir faktör olabileceği belirtilmiş ancak bu iddia kanıtlanmamıştır.

Bu çalışmanın temel amacı diyet lifçe zengin gıda örneklerinde bulunan ligninin ve çoğunlukla buna bağlı halde bulunan proantosiyanidinlerin *in vitro* koşullarda SABK üzerindeki etkilerinin belirlenmesidir. Bu amaçla çalışmanın birinci aşamasında, seçilen örneklerin diyet lif, fenolik madde ve lignin içerikleri belirlenmiştir. İkinci aşamada ise öncelikle kullanılan örneklerin SABK değerleri belirlenmiştir. Daha sonra örneklerden ilk olarak oligomerik yapıdaki proantosiyanidinlerin (OPA) ekstraksiyonu yapılmış ve ekstraktın SABK değeri belirlenmiştir. Son olarak da OPA ekstraksiyonundan kalan kalıntıdan polimerik proantosiyanidinlerin (PPA) ekstraksiyonu gerçekleştirilmiş ve buradan elde edilen ekstraktın da SABK değeri belirlenmiştir. Böylelikle hem OPA hem de PPA'ların SABK üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

Literatürde yer alan bilimsel çalışmalarda beslenme-sağlık ilişkisini açık bir şekilde doğrulayan sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum beslenme ve gıda bilimcilerini, metabolizma ve sağlığı düzenleyen mekanizmalarda önemli fonksiyonları olan bileşenleri içeren gıdaların tüketilmesini önermeye yönlendirmiştir [El ve Şimşek, 2012]. Fonksiyonel besinler olarak adlandırılan bu besin öğeleri, iyi hal ve sağlığı geliştirici, hastalık riskini azaltıcı potansiyel etkileri ile vücuttaki bir veya daha fazla hedef fonksiyonda yararlı etkiler oluşturduğu bilimsel olarak kanıtlanan gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır [Yücecan, 2001]. Araştırma verileri, fonksiyonel gıdaların diyetle yeterince yer alması sonucu bazı kronik hastalık risklerinin azaltılabileceğini, dolayısı ile maliyeti her geçen gün artan sağlık harcamalarının azalabileceğini göstermektedir [Mälkki ve Virtanen, 2001]. Fonksiyonel besin öğeleri arasında özellikle diyet lifi ve antioksidan yapısındaki maddelerin kolesterolü düşürücü, bazı diyabet hastalıklarını ve kanser oluşumunu engelleyici özelliklerinin bulunduğu belirtilmektedir. *In vitro* olarak yapılan birçok çalışmada özellikle diyet lifinin safra asitlerini bağlayarak kolesterolün düşürülmesi üzerinde etkili olduğu vurgulanmıştır [Sayar vd., 2006].

### 2.1. DİYET LİFİ

Diyet lifi konusuna duyulan ilgi çok eski dönemlere kadar uzanmaktadır. Son yıllarda ise bu ilgi oldukça artmıştır. Çünkü gelişmiş ülkelerde çokça rastlanan hastalıklarla düşük miktarda diyet lifi tüketiminin ilişkili olduğu düşünülmektedir. Afrika'da bazı hastalıklar batı ülkelerine göre daha az görülmektedir. Yapılan çalışmalarda bu durumun Afrika'da diyet lifi tüketiminin batı ülkelerine oranla yüksek olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir [Saldamlı, 1997].

Bitki hücre duvarını oluşturan, sindirilemeyen gıda bileşenleri 1953 yılında ilk olarak Hispley tarafından "diyet lifi" olarak tanımlanmıştır [Devries vd., 1999]. Uluslararası alanda diyet lifi için kullanılan terimler oldukça karmaşıktır. Bu nedenle besleyici değeri olmayan lif, bitkisel hücre duvarı kalıntısı, sindirilemeyen

karbonhidratlar gibi terimlerin kullanılması tavsiye edilmiştir. İngilizcede yaygın kullanımı "diatery fiber" dır. Türkçede ise "diyet lif" ya da "diyet lifi" olarak kullanılmaktadır [Köksel ve Özboy, 1993].

Diyet lifi ince bağırsakta sindirime uğramayan, sindirim enzimlerine dirençli; kalın bağırsakta tam veya kısmi fermantasyona uğrayan, yenilebilen gıda bileşenleridir [Harris ve Ferguson, 1999]. Başlıca tahıl, meyve ve sebzelerde bulunmaktadır. Bitki hücre duvarında bulunan lignin ve lignin türevleri; selüloz, hemiselüloz, pektin gibi yapı polisakkaritleri, inülin ve oligofruktoz gibi oligosakkaritler diyet lifi olarak tanımlanmaktadır [Thebaudin vd., 1997]. Diyet lifi, nişasta olmayan polisakkaritler olarak da ifade edilmektedir [Harris ve Ferguson, 1999]. Çünkü nişasta kaynaklı ürünler ince bağırsakta sindirilebilirken, diğer polisakkaritler sindirilemez. Ancak sindirime dirençli nişasta ince bağırsakta kısmen hidrolize olduğundan bu tanımın dışında kalmaktadır [Bemiller ve Whistler, 1996].

Diyet lifi, Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından sudaki çözünürlüklerine göre çözünür ve çözünmez diyet lifi olmak üzere iki ana başlıkta incelenmektedir [Ramulu ve Rao, 2003]. Çözünür diyet lifi suyu bağlayarak jel oluşturur. Çözünmez diyet lifi ise ağırlığının 20 katı kadar suyu absorblayabilir fakat viskoz bir yapı oluşturamaz [Thebaudin vd., 1997].

Diyet lifi, fekal hacmi artırarak bağırsak geçiş süresini kısaltmakta ve kabızlığı önlemektedir [Bemiller ve Whistler, 1996]. Bu etkiyi daha çok çözünmez diyet lifinin sağladığı düşünülmektedir. Çünkü, çözünmez diyet lifi, doğrudan posa olarak dışkıda artışa neden olmaktadır. Çözünür diyet lifi ise kalın bağırsakta fermantasyona uğrayarak kısa zincirli yağ asitleri ve gaz oluşturmaktadır. Bu bileşikler bağırsak içeriğinin pH'sını değiştirerek bağırsakta bulunan bakteri kütlelerinde artışa neden olmaktadır. Dolayısıyla çözünür diyet lifinin, su tutma kapasitesi ve gaz oluşturması düşünüldüğünde dışkı hacminde artışa neden olabileceği belirtilmiştir [Roberfroid, 1993]. Ayrıca çözünür diyet lifinin kandaki kolesterolün düşürülmesinde ve glikozun bağırsaktaki emiliminin azaltılmasında etkili olduğu da bilinmektedir [Schneeman, 1987].

Genellikle diyet lifi bakımından zengin olan gıdalar her iki lif bileşenini de değişik oranlarda içermektedir. Meyve, sebze, sert kabuklu yemişlerde [Thebaudin vd., 1997] ve yulaf kepeğinde [Schneeman, 1987] çözünür lif miktarının; buğday kepeğinde ise çözünmez lif miktarının daha fazla olduğu belirtilmiştir [Schneeman, 1987]. Jel benzeri polisakkaritler (aljinat, pektin vb.) [Jiménez-Escrig ve Sánchez-Muniz, 2000],  $\beta$ -glukan [Bemiller and Whistler, 1996] ve inülin [Causey vd., 2000] çözünür diyet lifine; selüloz, hemiselüloz ve lignin ise çözünmez diyet lifine örnek olarak gösterilmektedirler [Burdurlu ve Karadeniz, 2003].

Diyet lifini glikoz ünitelerine parçalayan sindirim enzimleri insanlarda bulunmamaktadır. Bundan dolayı insan metabolizmasında bu bileşenler sindirilememektedirler. İnce bağırsakta sindirime uğramadıkları için besin değerleri yoktur fakat kalın bağırsakta fermente olduktan sonra az miktarda enerji verirler. Fermantasyon oranı bitki kaynağına, olgunluk derecesine, günlük tüketim miktarı ve bileşimine bağlı olarak değişmektedir. Diyet lifinin sindirime dereceleri ise; lifin kaynağına, lignifikasyon derecesine, partikül büyüklüğüne ve fizyolojik durumuna bağlıdır [Ekici ve Ercoşkun, 2007]. Diyet lifinin fermantasyonu sonucunda kalın bağırsak florasında 500'den fazla bakteri çeşidinin gelişebildiği belirtilmektedir [Dror, 2003].

Diyet lifi ile ilişkili olduğu düşünülen hastalıklardan biri diyabettir. Diyet lifi tüketiminin serum glikoz düzeyini ve insülin gereksinimini düşürerek diyabetli bireylerde fayda sağladığı bilinmektedir [Saldamlı, 2007]. Kompleks karbonhidratlarla birlikte bulunan çözünür lifler, glikozun çok yavaş bir şekilde kan dolaşımına verilmesini sağlayarak kan şekerinin vücuttaki emilimini düzenlemektedirler. Böylece kandaki şeker düzeyini ayarlamaktadırlar [Villanueva-Suarez vd., 2003; Gül, 2007].



Çizelge 2.1. Diyet lifi çeşitleri, özellikleri ve kaynakları [Dönmez vd., 2010]

<b>Diyet Lifi</b>	<b>Özellikleri</b>	<b>Kaynak</b>
<b>Çözünür Lifler</b>		
Pektin	Galakturonik asit, ramnoz, arabinoz, galaktoz içeriği yüksektir. Orta laminede ve birincil duvarda bulunur.	Tam tahıllar, elma, baklagiller, lahana, kök sebzeler
Gum	Genelde heksoz ve pentoz monomerlerinden oluşur.	Yulaf ezmesi, kuru fasulye, baklagiller
Musilajlar	Bitkilerde sentezlenen glikoprotein içerebilen bileşenlerdir.	Gıda katkıları
<b>Çözünmez Lifler</b>		
Selüloz	Hücre duvarlarının glikoz monomerlerinden oluşan ana bileşenidir.	Tam tahıllar, kepek, bezelye, kök sebzeler, turpgiller, fasulye, elma
Hemiselüloz	Birincil ve ikincil hücre duvarlarında bulunur.	Kepek, tam tahıllar
Lignin	Aromatik alkoller ve diğer hücre duvarı bileşenlerinden oluşur.	Sebzeler, un

Stevens vd. (2002); yaptıkları çalışmalarda yüksek miktarda diyet lifi içeren diyetlerin diyabet üzerine etkisini araştırmışlardır. Özellikle çözünür liflerin yemek sonrası glikozu ve insülin konsantrasyonunu diyabeti olan bireylerin yanı sıra

olmayanlarda da düşürdüğü görülmüştür. Diyabetliler için günde 25-50 g diyet lifi sağlayan gıdaların tüketilmesi tavsiye edilmiştir [Anderson ve Bridges, 1988].

Fonksiyonel besin öğeleri arasında diyet lifinin sağlık açısından önemi yapılan birçok çalışmada kanıtlanmıştır. Diyet lifinin kolesterol miktarını azaltıcı etkisinin yağ ve kolesterol emilimini sağlayan misellerin oluşumu için gerekli safra tuzlarının diyet lifiyle bağlanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir [Thebaudin vd., 1997]. Kolesterol, çeşitli gıdalarla vücuda alınabildiği gibi vücutta karaciğer tarafından da sentezlenmektedir. Karaciğer, diyetle alınan kolesterol miktarına göre; sentezi azaltarak ya da mevcut kolesterolü safra asidine çevirerek, kolesterol miktarını azaltmaktadır. Diyetle alınan kolesterol ve vücutta üretilen kolesterol ile safra olarak bağırsaklara salgılanan kolesterol arasında denge bulunmaktadır [Baysal, 1997; Burdurlu ve Karadeniz, 2003]. Bağırsakta bulunan safra asidinin bir kısmı atılmakta, bir kısmı da tekrar karaciğere taşınmaktadır. Diyet lifinin safra asitleriyle bağlanması vücuttaki dengeyi bozmakta ve karaciğerden yeniden safra asidinin salgılanmasına neden olmaktadır. Böylece vücuttaki kolesterol miktarının azalmasını sağlamaktadır [Schneeman, 1998; Guillon ve Champ, 2000]. Ancak, diyet lifinin bu etkisinin daha çok karaciğerde sentezlenen kolesterol üzerine olduğu ileri sürülmektedir [Roberfroid, 1993; Burdurlu ve Karadeniz, 2003].

Huang ve Dural (1995); tahıl tipi gıdalardaki bazı çözünür ve çözünmez diyet lifinin, ince bağırsaktan sindirilemeden geçerken belli oranda safra asidini bağladığını ve atımını arttırdığını tespit etmişlerdir. Bilindiği gibi pankreas tarafından ince bağırsağa salgılanan safra asitleri karaciğerde kolesterolün yıkımından sentezlenmektedir. İnsan vücudunun ürettiği kolesterolün yaklaşık yarısının safra asitleri üretiminde kullanıldığı belirtilmektedir. Normal koşullarda ince bağırsağa salgılanan safra asitlerinin yaklaşık %90'nı geri emilmekte ve tekrar kullanılmaktadır [Larusso, 1983]. Ancak bazı gıda bileşenlerinin ince bağırsakta safra asitlerini bağlayarak geri emilimlerini engellediği ve dolayısıyla karaciğerden daha fazla kolesterol yıkımına neden olduğu anlaşılmıştır [Hofmann, 1994].

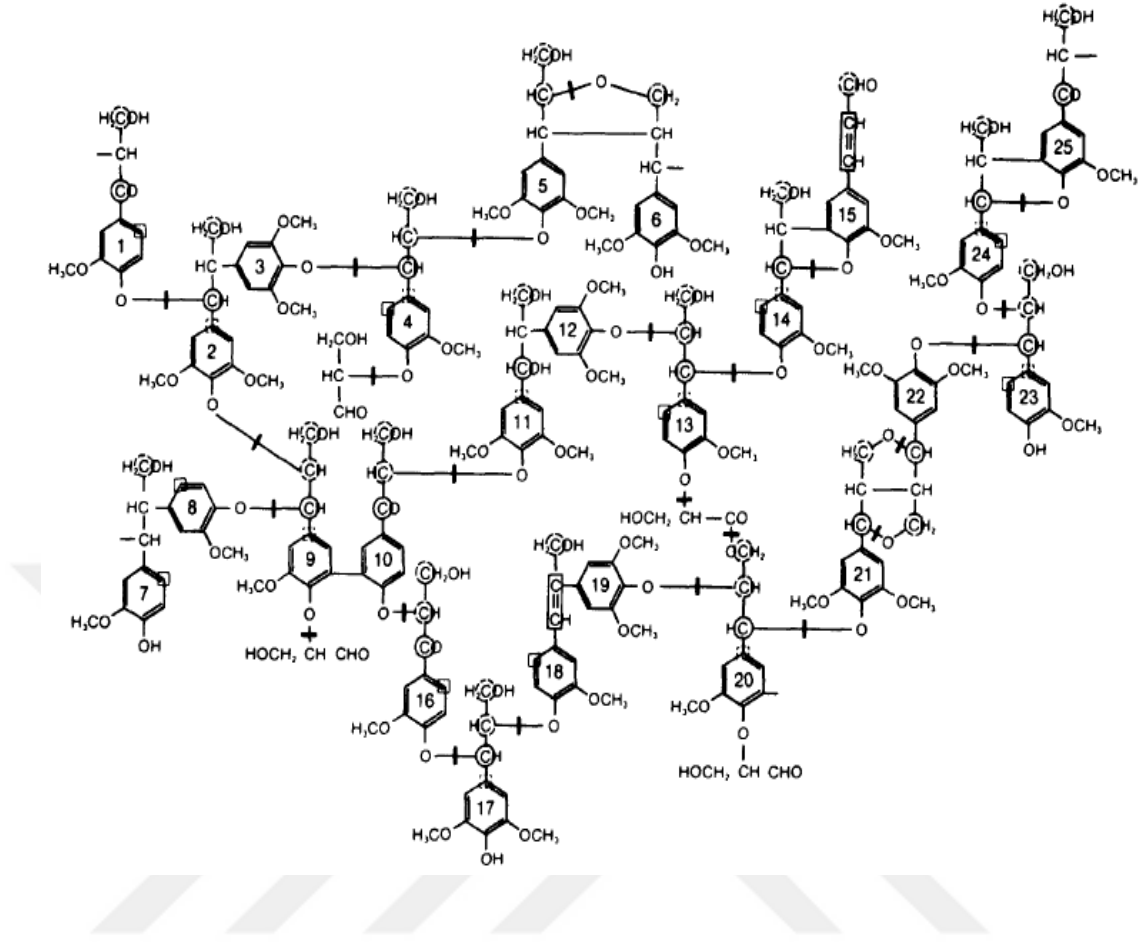
Dünyadaki çoğu sağlık kuruluşu diyet lifi tüketiminin artırılmasını önermektedir. Günde 25-30 g arasında lif tüketimi olması tavsiye edilmektedir. Özellikle alınması gereken 25-30 g diyet lifinin 5-7 g çözünür diyet lifi içermesi gerektiği ifade edilmektedir. Bu miktarın sindirime yardımcı olarak kolon pH'sını düşürdüğü belirtilmektedir [Burdurlu ve Karadeniz, 2003].

## 2.2. LİGNİN

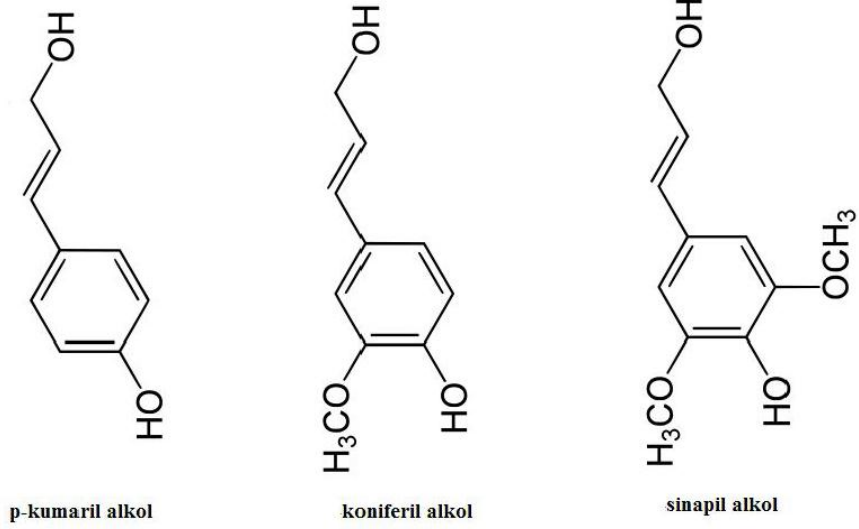
Yenilenebilen bir kaynak olarak selülozdan sonra doğada en çok bulunan madde olan lignin, bitkilerde fiberleri, damarları ve hücreleri birbirine bağlayan organik bir bileşiktir [Çalgeriş, 2010]. Kendisi bir karbonhidrat olmamasına karşın, fiziksel ve kovalent bağlardan kaynaklı olarak doğada daha çok selüloz ve hemiselülozlar ile bir arada bulunur. Bu nedenle karbonhidratlar içinde incelenir. Genellikle esterleşmiş durumda aromatik karboksilli asitler içerdiğinden ligninlerin kimyasal bileşimi değişim göstermektedir. Bu nedenle kimyasal bir molekül olarak ligninin esas yapısını tanımlamak oldukça zordur. Temel yapı taşı fenil propen bileşiği olan sinapil ve koniferil alkollerdir [Tejado vd., 2007]. Dolayısıyla genel olarak, fenil propen temel birimlerinin dallanmış polimerleri olarak tanımlanabilirler. Genç bitkide selüloz fazladır ama bitki yaşlandıkça lignin miktarı artar. Lignin içeriğindeki hidrofilik ve hidrofobik gruplardan dolayı gıda ve kozmetik sektöründe jelleşmede, emülsiyonların ve dağıtıcıların özelliklerinin iyileştirilmesinde kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra ligninin antioksidan, antibakteriyel ve antiviral özelliklere de sahip olduğu bilinmektedir [Çalgeriş, 2010].

Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi lignin yapısal olarak birçok fonksiyonel grubun farklı şekillerde bağlanmasıyla oluşan kompleks bir makro moleküldür. Bitkisel dokularda genellikle proantosiyanidinlerle (kondense tanenler) birlikte bulunan fenolik bir polimerdir [Stafford, 1988]. Stafford (1988), lignin ve proantosiyanidinlerin bitkisel dokularda birlikte sentezlendiğini ifade etmektedir.

Lignin Şekil 2.2.' de gösterilen koniferil, sinapil ve *p*-kumaril alkollerin polimerizasyonu sonucu oluşmaktadır [Tejado vd., 2007].



Şekil 2.1. Ligninin kimyasal yapısı [Kay vd., 1979]



Şekil 2.2. Ligninin öncül molekülleri [Çalgeriş, 2010]

Literatürde çeşitli baklagiller [Hu ve Yu, 2013], buğday ve yulaf kepeği [Kim ve White, 2012] ve saflaştırılmış çeşitli diyet lifi preparatları [Story ve Kritchevsky, 1976] ile yapılan birçok çalışmada SABK üzerinde etkili olan diyet lifi bileşenlerinin lignin ve  $\beta$ -glukan olduğu belirtilmiştir. Ancak Sayar vd. (2006) tarafından yapılan çalışmalarda yulaf unundan  $\beta$ -glukanların ekstrakte edilmesi sonucunda geriye kalan kalıntıda SABK'nin önemli oranda azalmadığı gözlenmiş, dolayısıyla  $\beta$ -glukanların tek başlarına böyle bir işlevlerinin olmadığını belirtmişlerdir.

Funk vd. (2008); mısır tanesinde yapılan lignifikasyon işlemi sonucunda elde edilen farklı lignin içerikli örneklerde lignin ile SABK arasında herhangi bir ilişki gözlememişlerdir. Hu ve Yu (2013); pirinç kepeğinin SABK ile hemiselüloz miktarı arasında pozitif bir ilişki tespit etmiş, lignin içeriğinin SABK açısından herhangi bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir.

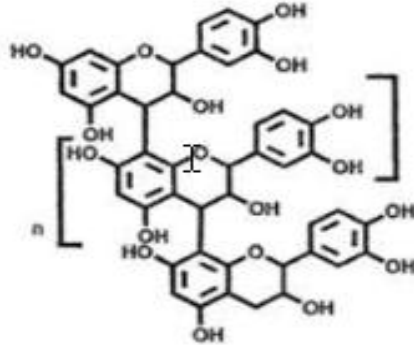
### 2.3. PROANTOSİYANİDİNLER

Sebzelerdeki tanenlerin tanımlanması 1900'lü yılların başlarında Emil Fischer tarafından yapılmıştır. Sonrasında tanenler hidroliz edilebilir ve hidroliz edilemez (kondanse taninler) olarak iki gruba ayrılmıştır. Lökoantosiyanidler ise 1930'lü yıllarda dile getirilmiş olmasına rağmen kondanse tanenlerle aynı kimyasal yapıda olduğu Bate-Smith tarafından belirtilmiştir. Bu tarihten itibaren lökoantosiyanidinler ve proantosiyanidinler aynı anlamda kullanılmaktadır [Boateng vd., 2008].

Proantosiyanidinler bitkiler aleminde çok yaygın bir yere sahip olan fitokimyasallardan flavanoidlerin bir alt sınıfıdır. Protein ve polisakkarit gibi diğer bitkisel polimerlerle bileşik oluşturabilen, monomer yapılı flavan-3-ol bileşiklerinin C4-C8 veya C4-C6 interflavan bağı ile bağlanmasıyla oluşan polimer yapılı bileşiklerdir. Bu bileşikler flavan-3-ol monomer ünitelerinin oligomerleri ve polimerleridir [Dueñas vd., 2003]. Molekül ağırlıkları 3000-30000 Da aralığındadır [Serrano vd., 2009]. Polimerizasyon dereceleri 2 ile 48 birim aralığında olabilir [Deveoğlu, 2011]. Asitlendirilmiş organik bir çözücü içerisinde ısıtıldıklarında kırmızı renkli siyanidinlere dönüşmektedir. Proantosiyanidinler kısa zincirli ise

renksizdirler, zincir uzunluğu arttıkça sarıdan kahverengiye doğru değişen renk kazanırlar [Nizamlıoğlu ve Nas, 2010].

Bitkisel gıdalarda oldukça yaygın bulunan proantosiyanidinlerin temel yapısını (+)-kateşin ve (-)-epikateşin oluşturmaktadır [Nizamlıoğlu, 2010]. Proantosiyanidinler sadece epikateşin/kateşin kondensasyonu ile oluşuyorsa prosiyanidin, kateşin/gallokateşin kondensasyonu ile oluşuyorsa prodelfinidin olarak adlandırılırlar. Dimer yapıları prosiyanidinler A tipi ve B tipi dimerler olmak üzere 2 grup altında toplanmaktadır. A tipi dimerler ( $C_{30}H_{24}O_{12}$ ); flavan-3-ollerin  $C_4-C_8$  veya  $C_4-C_6$  interflavan bağlarıyla bağlanması sonucu oluşmaktadır. B tipi dimerler ( $C_{30}H_{26}O_{12}$ ) ise flavan-3-ollerin  $C_4-C_8$  (prosiyanidin B1-B4) veya  $C_4-C_6$  (prosiyanidin B5-B8) şeklinde interflavan bağlarıyla bağlanması sonucu oluşmaktadır [Serrano vd., 2009].



Şekil 2.3. Proantosiyanidinlerin kimyasal yapısı [Nizamlıoğlu ve Nas, 2010]

Proantosiyanidinler sağlık üzerine olumlu etkileri bilimsel araştırmalarla kanıtlanmış biyoaktif bileşiklerdir. Proantosiyanidinlerin potansiyel serbest radikal giderici [Schmid vd., 2006], antimikrobiyal [Shan vd., 2007], enzim inhibitörü [Stevens vd., 2002], vasodilatör (damar genişletici), enflamatuar (iltihaplanmayı önleyici) [Torras vd., 2005], kalp-damar hastalıklarını önleyici [Kohama vd., 2004], bağışıklık sistemini düzenleyici, anti-viral [Su vd., 2010] ve östrojenik etkileri [Bagchi vd., 2000] yapılan bilimsel çalışmalarla ortaya koyulmuştur.

Proantosiyanidinlerin sağlık üzerine etkilerinin saptanması için yapılan çalışmalar proantosiyanidinlerin antioksidan etkisi üzerine yoğunlaşmıştır [Schmid vd., 2006]. Antioksidanlar lipid peroksidasyonu, proteinlerin çapraz bağlanması ve DNA mutasyonu ile etkileşip, doku hasarı etkilerini önlerler. Serbest radikaller, kansere de neden olduklarından, çoğu antioksidan özellik gösteren bileşenler kanseri başlangıçta durdurur ve tümör gelişimini engeller [Nandakumar vd., 2008]. Fenolik antioksidanlar (proantosiyanidinler, antosiyaninler vb.)  $Ca^{+2}$  homeostaz'ı üzerindeki etkileriyle, koroner kalp yetmezliğinde de önleyici role sahiptirler. Bitki fenoliklerinin (fenolik asitler, fenil propanoitler, monoterpenik fenoller, flavonoidler, taninler, vb.) antioksidan etkileri öncelikle redoks özelliklerinden kaynaklanmaktadır ve bu yüzden indirgeyici ajanlar, hidrojen vericiler, tekli oksijen önleyiciler olarak etki ederler [Shahidi vd., 2006].

Yücel vd. (2010); antioksidan özelliğe sahip bir bileşen olan proantosiyanidinlerin allograft renal oksidatif stresi önlemede yararlı olabileceğini öngörmüşlerdir. Yaptıkları bir çalışmada antioksidan sistemin iskemiye bağlı hasardan ilk etkilenen sistemler arasında olduğunu ve bu tablonun düzeltilmesinde proantosiyanidinlerin faydalı olabileceğini göstermişleridir.

Proantosiyanidinlerin sağlık üzerine bir diğer olumlu etkisi de antimikrobiyal özellik göstermesidir. Proantosiyanidinlerin antimikrobiyal etki şekli; enzim veya substratlarla kompleks oluşturması sonucu birçok mikrobiyal enzimi inhibe etmesine, mikroorganizmaların membranları üzerinde toksik etki oluşturmaya ve bunların metal iyonlarıyla oluşturduğu kompleksin mevcut toksik etkiyi artırmasına bağlanmıştır [Shan vd., 2007]. Yapılan araştırmalar proantosiyanidinlerin bağışıklık sistemini düzenleyici etkisi olduğunu da ortaya koymuştur [Liu vd., 2010]. Söz konusu etki proantosiyanidinlerin yapısındaki -OH gruplarından kaynaklanmaktadır. -OH grubu enzim ve elektron transfer sistemini etkileyerek verilen spesifik yanıtların (özellikle fagositozun) düzenlenmesini etkilemektedir [Labadie vd., 1993].

Xu vd. (2010); üzümde ekstrete ettikleri düşük molekül ağırlıklı proantosiyanidinlerin ağız yoluyla 7 gün süresince 25 ve 50 mg/kg dozlarda alındığında nörotransmitter sistemde antidepresan etki gösterdiğini saptamışlardır.

Çizelge 2.2. Bazı gıdaların proantosiyanidin içerikleri [USDA, 2004]

Gıda	Toplam proantosiyanidin içeriği (mg / 100g)
Elma (golden cinsi, kabuklu, çiğ)	83,0
Elma suyu (ambalajlı, tatlandırıcı ve askorbik asit eklenmemiş)	12,2
Bebek maması (muz+kayısı+üzüm)	25,1
Çikolata (tatlandırıcı içermeyen)	1674,6
Kırmızı fasülye (çiğ)	510,3
Beyaz fasülye (çiğ)	0,1
Kahve (öğütülmüş)	3,7
Üzüm suyu (tatlandırıcı ve askorbik asit eklenmemiş)	48,9
Üzüm çekirdeği	373,4
Üzüm kabuğu	129,5
Badem	184,0
Çilek (çiğ)	141,7
Çay (demlenmiş)	13,0
Mercimek (çiğ)	1,9



Kimura vd. (2011); yaptıkları *in vivo* çalışmalarda tohum kabuklarında yüksek oranda bulunan polimerik proantosiyanidinlerin karbonhidrat ve yağ sindiriminde görevli enzimleri inhibe edici özellik gösterdiğini saptayarak obeziteye karşı gıda takviyesi olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Proantosiyanidinlerin gıdanın yapısında bulunan karbonhidrat ve proteinlerle oluşturduğu komplekslerin birçok işlevsel özellik taşıdığı da vurgulanmaktadır [Jarkko vd., 2009]. Literatür verileri değerlendirildiğinde ligninin de SABK üzerindeki etkisinin, onunla birlikte veya ona bağlı halde bulunan başka bir gıda bileşeniyle ilgili olabileceği öngörülmektedir. Dolayısıyla proantosiyanidinlerin ligninle birlikte veya lignine bağlı halde bu mekanizmada etkili olabileceği düşünülmüştür.

Hamazu ve Mizuno (2011); proantosiyanidinlerin SABK üzerinde etkili olabileceğini belirtmiştir. Ayva, alıç, elma, armut ve yaban mersini meyvesinden elde edilen alkolde çözünmeyen katı kısımlarından özellikle lignin ve prosiyanidin içeriği yüksek olan ayva kalıntısının en yüksek radikal giderici etkisi ve SABK'ne sahip olduğunu belirtilmişlerdir. Çalışmada kullanılan örneklerin lignin ve prosiyanidin içerikleri ile SABK değerleri arasında anlamlı korelasyonlar tespit edilmiştir. Ancak bunun doğrulanması deneysel olarak yapılmamıştır.

#### 2.4. SAFRA ASİTLERİ BAĞLAMA MEKANİZMASI

Safra organik ve inorganik bileşiklerin karışımından oluşan bir salgıdır. Safra tuzları ve fosfolipidler (lesitin) safranın en önemli bileşikleridir. Safra asitleri safranın yaklaşık %60'ını, fosfolipidler ise yaklaşık %30'unu oluşturmaktadır. Fosfolipidler misel oluşumunda ve kolesterol çözünürlüğünde safra asitlerinin etkisini arttırıcı rol oynamaktadır. Safranın yaklaşık %4'ünü ise kolesterol, %2'sini safra pigmentleri (bilirubin) oluşturmaktadır. Geri kalanını da lipovitaminler, suda çözünen vitaminler, östrojen steroidleri, immünglobulinler gibi çeşitli makromoleküller, su ve elektrolitler oluşturur [Champe ve Harvey, 1994; Önür ve Beyler, 2001].

Safra asitleri, karaciğerde kolesterolden sentezlenmektedir. Safra asitleri, safranın ana bileşikleridir. Safra içerisindeki safra asitlerinin oranı sırasıyla kolik asit:kenodeoksikolik asit:deoksikolik asit:litokolik asit olmak üzere 4:2:1:eser miktar'dır [Önür ve Beyler, 2001]. Safra asitleri 2 ya da 3 hidroksil grup ve 17. karbondaki karboksil grupla biten bir yan zincirden oluşan, genellikle 24 karbonlu steroid yapılarıdır [Champe ve Harvey, 1994]. Safra asitlerinin %90'ı 24 karbonlu safra asidi ve türevleri olmasına rağmen 20-23 karbonlu safra asitleri de tanımlanmıştır [Haubrich vd., 1985]. Karboksil grubunun pH'sının 6 civarında olması nedeniyle fizyolojik pH'ta tamamen iyonize olamazlar. Tüm hidroksil grupları **a**, metil grupları **b** oryantasyonunda olması nedeniyle amfipatik yapıdadırlar. Dolayısıyla moleküllerin hem polar, hem de nonpolar yüzeyleri vardır. Böylece barsakta diyetdeki yağları emülsifiye edici özellik gösterirler. Diğer bir deyişle, hidrofobik yağ moleküllerinin miseller oluşturmasını sağlarlar. Bu şekilde pankreatik sindirim enzimlerinin triasilgliserol ve diğer kompleks lipidlere etkisini arttırmaları [Önür ve Beyler, 2001]. Yine emülsifiye edici etkileri nedeniyle diyetdeki yağların emilimini de kolaylaştırırlar [Haubrich vd., 1985]. Yağların emilimini düzenleyerek aynı zamanda yağda çözünen vitaminler gibi, diyetdeki diğer birçok besinin de emilimini sağlarlar. Bazı lipazlar için kofaktör görevi yaparak ve bazılarını da proteolitik etkilerden koruyarak sindirim enzimlerinin optimal düzeylerde çalışmalarını sağlarlar [Haubrich vd., 1985; Önür ve Beyler, 2001].

Safra asitleri kolesterol atılımı için önemli olan tek mekanizmayı sağlarlar. Sindirim sistemindeki görevini tamamladıktan sonra portal kan dolaşım sistemi ile yeniden karaciğere dönmektedirler. Kolesterolün metabolik bir ürünü olmalarının yanı sıra, kolesterolün atılımı için safra içerisindeki çözünürlüğünü sağlarlar [Champe ve Harvey, 1994]. Deterjan etkileri ile misel oluşumunu sağlayarak kolesterolün karaciğerden atılımını kolaylaştırırlar. Kolesterolün tekrar sentezini de regüle ederler.

Yüksek diyet lifi içeren diyetlerde, safra asitleri lifler tarafından absorbe edilmekte ve geriye dönmeyip dışkı ile atılmaktadır. Bu kayıp kandaki kolesterolün karaciğerde safra asitlerine dönüştürülmesi ile karşılanmakta, böylece serum

kolesterol seviyesinde düşme görülmektedir. Diyet lifi tüketiminin kandaki kolesterol seviyesini %20'den fazla düşürdüğü belirtilmiştir [Waldron vd., 2003]. Bu nedenle diyet lifçe zengin gıdaların tüketimi özellikle kalp-damar hastalıkları riskinin azaltılması açısından oldukça önemlidir [Saldamlı, 2007].

Sayar vd. (2005); yüksek  $\beta$ -glukan içeriğine sahip yulaf unu örneklerinde yaptıkları çalışmada  $\beta$ -glukan miktarı ve molekül ağırlığının SABK üzerine etkilerini incelemiştir. Örneklerin çözünmez diyet lifi içeriği ve SABK arasında ciddi korelasyonlar saptamışlardır.

Drzikova vd. (2005); diyet lifi içeriğince farklı olan yulaf unu, yulaf kepeği ve Novelose 330 (ticari bir dirençli nişasta örneği) örneklerinde yaptıkları çalışmada sindirilmiş ekstrüdatlar ve SABK arasında oldukça güçlü bir etkileşim gözlemişlerdir. Örneklerdeki artan yulaf kepeği oranı, toplam diyet lifi içeriği, çözünmez diyet lifi ve  $\beta$ -glukan içeriği ile birlikte SABK üzerinde artışlar olduğunu belirtmişlerdir.

Camire ve Dougherty (2003); üç farklı şekilde kurutulmuş (güneşte, kurutucuda ve kükürt dioksit ilaveli) kuru üzüm örneklerinin diyet lifi içerikleri ve SABK'ni incelemiştir. Örneklerin farklı boyutlarında yaptıkları çalışmalar sonucunda iri olarak kıyılmış örneklerin ince kıyılmış ve bütün haldeki kuru üzüm örneklerine oranla daha fazla safra asidi bağladığını gözlemlemiştir. Bütün haldeki kuru üzüm örneğinin dış çeperinin SABK'ni kısıtlıyor olabileceğini öngörmüşlerdir.

Diyet lifinin SABK ile ilgili birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen bu mekanizmadaki işlevleri tam olarak aydınlatılamamıştır.

## 2.5. DİYET LİFİNCE ZENGİN BAZI GIDA ÖRNEKLERİ

Gıda maddelerinin bileşiminde bulunan diyet lifinin tüm taneye oranla genellikle kabuk ve çekirdek kısımlarında bulunduğu bilinmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmada çeşitli baklagillerin kabuk kısımları ile keçiboynuzu meyvesi lifi ve üzüm çekirdeği kullanılmıştır.

### 2.5.1. Baklagiller

Baklagiller (*Fabaceae*), Fabales takımından çoğunu otsu bitkilerin oluşturduğu çalı ve ağaç türlerini de içeren büyük bir familyadır. Dünyada 600 genel, 13.000 kadar özel çeşidi bulunmaktadır [Çiftçi, 2004]. Baklagiller bitkisel üretimde ve beslenmede tahıllardan sonra gelen en önemli gıda ürünleridirler. Kuru baklagil taneleri bileşiminde yaklaşık %18-36 oranında protein içermelerinin yanı sıra proteinlerinin hazmolabilirlik dereceleri de (yaklaşık %78) oldukça yüksektir. Yapılarında bulunan proteinler, elzem aminoasitler yönünden hayvansal proteinlere yakın değerlere sahiptirler. Bu özelliklerinden dolayı gelişmekte olan ülkelerde düşük proteinli ve yüksek enerjili gıdaların eksikliklerini giderici olarak fazlaca tüketilmektedirler [Çiftçi, 2004]. Ayrıca kuru baklagil taneleri, vitamin (A, B, C, ve D) ve mineral maddelerce de zengindirler [Çiftçi, 2004]. Dünyada insan beslenmesinde, bitkisel proteinlerin %22'si, karbonhidratların %7'si; hayvan beslenmesindeki proteinlerin %38'i, karbonhidratların %5'inin yemeklik baklagillerden sağlandığı belirtilmiştir [Wery ve Gricnac, 1983].

Bitkisel üretimde önemli bir yeri olan baklagiller, ekonomik açıdan da oldukça önemlidirler. 2003 yılı verilerine göre yemeklik baklagillerin dünyada 60,2 milyon ha ekim alanı ve 47,3 milyon ton üretimi bulunmaktadır. Ülkemizde ise 1,3 milyon ha ekim alanı, 1,2 milyon ton üretimi bulunmaktadır. Ayrıca baklagiller, iç tüketimde olduğu kadar ülkemiz dış ticaretinde de önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye'de baklagiller, önemlerinin oldukça fazla olmasına karşın, ekiliş ve üretimde istenilen düzeylere ulaşamamıştır. Nohut, mercimek, fasulye en fazla ekim alanına ve

üretimine sahip iken, diğer yemeklik baklagil cinslerinin üretimi oldukça azdır [Özdem, 2012].

Baklagiller, enzime dirençli nişastanın başlıca kaynaklarıdır. Amiloz ve amilopektinden oluşan nişastayla aynı yapıda olan ancak vücutta sindirilemeyen enzime dirençli nişasta çözünmez diyet lifi kapsamında yer almaktadır [Burdurlu ve Karadeniz, 2003]. Sadece bifidobakterler tarafından kalınbağırsakta fermente edilmektedirler.

İncebağırsakta sindirilemeyen nişasta fraksiyonları kalınbağırsaktaki mikroorganizmalar için substrat görevi görmekte ve bifidobakterlerin gelişmesini teşvik etmektedirler. İnce bağırsaktan sindirilmeden geçen enzime dirençli nişastanın kalın bağırsakta fermente edilmesiyle birlikte karbondioksit, metan, hidrojen, organik asitler ve bütirat, asetat ve propiyonat gibi kısa zincirli yağ asitleri gibi bazı fermantasyon ürünleri meydana gelmektedir. Enzime dirençli nişastanın olumlu fizyolojik etkisinin özellikle bu kısa zincirli yağ asitlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir [Boyacıoğlu ve Nilüfer, 2003; Rahman vd., 2007]. Enzime dirençli nişasta (EDN) kavramının ortaya çıkmasıyla birlikte nişastanın biyoyararlılığı ve diyet lifi kaynağı olarak kullanımını konusunda yeni bir araştırma alanı doğmuştur.

Fuentes-Zaragoza vd. (2010); enzime dirençli nişastayı diyet lifi kaynağı ve bileşeni olarak tanımlayarak, kalın bağırsaktaki kısmi ve tam fermantasyonu sonucu oluşturdukları ürünlerle insan sağlığına faydalı olduklarını vurgulamışlardır. Yaşam standartlarının ve beslenme alışkanlıklarının değişmesiyle birlikte insanların meyve, sebze ve özellikle baklagil tüketiminde azalma olduğunu belirtmişler ve dolayısıyla diyet lifi tüketiminin tavsiye edilen miktarın altına düştüğüne dikkat çekmişlerdir. Tüm bunları göz önünde bulundurarak enzime dirençli nişastanın diyet lifi kaynağı olarak potansiyel bir gıda katkı maddesi olduğunu belirtmişlerdir. Baklagillerin de önemli bir çözünür ve çözünmez diyet lifi (özellikle enzime dirençli nişasta) kaynağı olduğunu ve pişirme sonrasında bile fonksiyonelliklerini koruduklarını belirtmişlerdir.

## 2.5.2. Keçiboynuzu

Keçiboynuzu (*Cerotonia siliqua*) veya harnup, dünyanın en eski bitkilerinden biridir. Baklagiller familyasına ait, her dem yeşil, düşük sıcaklıklara oldukça duyarlı bir meyve ağacıdır. Türkiye’de Harnup, Harup ve Boynuz olarak adlandırılan değerli bir türdür. Keçiboynuzu bitkisi MÖ 4000-5000 yıllarından bu yana insanlar tarafından bilinmekte olup, bitki ile ilgili ilk verilere MÖ 4000’li yıllarda Mısır kaynaklarında rastlanmaktadır. Dünyada; Kıbrıs, Yunanistan, İtalya, Libya, Cezayir, Suriye gibi Akdeniz’i kuşatan ülkelerin yanı sıra Güneybatı Amerika, Avustralya, Güney Afrika, Amerika Birleşik Devletlerinde yetişmektedir. Türkiye’deki yayılışı, İzmir-Urla-Karaburun Yarım Adası’ndan başlayıp; Ege ve Akdeniz kıyı bandını izleyerek Hatay’da Suriye hududuna kadar uzanmaktadır. Keçiboynuzu, deniz seviyesinden başlayarak, Antalya Beşkonak ve Düzlerözü bölgelerinde 900 m, Anamur’da 500 m, Mersin’de (Tömük bölgesi) 550 m yüksekliğe kadar çıkmaktadır [Taşlıgil, 2011].

Keçiboynuzu meyvesi tüketim olgunluğuna eriştiğinde %91-92 toplam kuru madde ve %62-67 toplam çözünür kuru madde içermektedir. Çözünür kuru maddenin önemli bir kısmını ise sakkaroz (%34-42), fruktoz (%10-12) ve glikoz (%7-10) oluşturmaktadır. Ham selüloz ve toplam mineral madde miktarı sırasıyla yaklaşık olarak %4,6-6,2 ve %2,2-2,4’tür ve mineral maddeler içinde en yüksek oranda potasyum bulunmaktadır [Karkacier ve Artık, 1995].

Keçiboynuzu Türkiye ve Dünya’da ticari değeri henüz önem kazanmamış ve üretim kapasitesi düşük bir bitki olmasına rağmen oldukça geniş alanlarda kullanılabilir bir üründür [Erol, 2010]. Türkiye’de tüketim miktarı oldukça sınırlı olan ve endüstriyel olarak değerlendirilemeyen meyvenin bir kısmı ihraç edilmektedir [Şenay, 2009]. 1990’lı yıllardan bu yana Türkiye’nin keçiboynuzu ihracatı artmıştır. Keçiboynuzu tohumlarının (kabukları soyulmamış ve ezilmemiş), sadece çekirdeği alınmış halinin, çekirdeği alınmış toz halinin ve tüm tane halinin İtalya, İspanya, Almanya, İngiltere, Yunanistan gibi Avrupa ülkelerine, Suudi

Arabistan, Fas ve Lübnan gibi Orta Doğu ve Afrika ülkelerine ihracatı yapılmaktadır [Yılmaz, 2009].

Keçiboynuzu gıda endüstrisinde doğrudan veya katkı maddesi olarak kullanılmasının yanı sıra diğer endüstri kollarında da değerlendirilmektedir. Uygun bir teknolojiyle işlenip çeşitli gıdalara katılabilir. Fiyatının yüksek olmaması ve yüksek miktarda şeker içermesi nedeniyle Akdeniz ülkelerinde pekmez ve alkollü içki üretiminde kullanılmaktadır [Merwin, 1981]. Yüksek oranda çözünür kuru madde içerdiği için içecek endüstrisi için uygun bir hammadde olarak görülmektedir [Şenay, 2009]. Türkiye’de ise keçiboynuzu genellikle çerez, un, pekmez ve hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Son yirmi yıla kadar genelde üretildiği bölgelerde tüketilen keçiboynuzu özellikle pekmez ve un olarak işlenmeye başladıktan sonra tüm ülkede tüketilir olmuştur [Ünal, 1991]. Çikolataya benzer görünüşü ve kendine özgü tadıyla doğal bir tatlandırıcıdır. Çikolata ve kakaoda bulunan yüksek miktarlardaki kafein ve theobromini içermemesinden dolayı keçiboynuzu, gıda ürünlerinde daha çok çikolata ve kakaonun yerine kullanılmaktadır [Yousif ve Alghzawi, 2000]. Keçiboynuzu unu kakaoya benzer görünümü ve aroması nedeniyle unlu mamüllerde, bazı içeceklerde ve dondurma üretiminde alternatif bir aroma verici ve tatlandırıcı olarak değerlendirilmektedir. Kakaoya göre daha tatlı olan keçiboynuzunun yağ oranı ise kakaodan daha düşüktür [Yılmaz, 2009].

Keçiboynuzu meyvesi, antioksidan özellik gösteren polifenoller bakımından zengin yapısı, yüksek mineral ve diyet lifi içeriyle insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri bulunan bir gıdadır. Zengin fenolik madde içeriği ile insan vücudunda serbest radikal oluşumunu engellemektedir. İçeriğinde 24 adet fenolik bileşen bulunmaktadır ve bu bileşenler içinde en yüksek miktarda bulunan gallik asittir [Owen vd., 2003]. Ayrıca keçiboynuzu meyvesinin bileşiminde gallik asitin özelliklerini artıran ve takviye eden promotor maddeler bulunmaktadır. Yüksek lif içeriğinden dolayı, kan yağlarının dengelenmesine yardımcı olduğu bilinmektedir [Şenay, 2009].

Çizelge 2.3. Keçiboynuzu meyvesinin bileşimi [Turhan vd., 2007]

Bileşim Ögesi	%
Toplam kuru madde	91-92
Toplam şeker	62-67
İndirgen şeker	13-18
Sakaroz	34-42
Fruktoz	10-12
Glikoz	7-10
Protein	4-6
Ham selüloz	4,60-6,20
Ham yağ	0,20-0,40
Pektik madde	0,03-0,05
Toplam kül	2-3
Toplam asit (%SSA)	0,50-0,65

Keçiboynuzu meyvesi içerdiği yüksek oranda mineraller (potasyum, kalsiyum, fosfor, magnezyum, demir, çinko vd.) ve vitaminler sayesinde karaciğer ve akciğer rahatsızlıkları, tansiyon ve daha birçok konuda yararlı etki göstermektedir. Keçiboynuzunda bulunan bakırın biyoyararlılığı düşük, çinkonunki ise yüksek olarak belirlenmiştir [Kıroğlu, 2001].



Zunft vd. (2003); yaptıkları bir çalışmada keçiboynuzu meyvesinin kolesterol seviyesi üzerindeki etkinliğini incelemişlerdir. Günde 15 g keçiboynuzu tüketiminin kolesterolü %10,5 ve kandaki trigliserid miktarını %11,3 oranında düşürdüğünü gözlemlemişlerdir.

Özcan vd. (2007); yaptıkları bir çalışmada kalsiyum (4,3 g/kg), potasyum (24,7 g/kg), magnezyum (1,4 g/kg), sodyum (1,3 g/kg) ve fosforun (5,4 g/kg) keçiboynuzunda en yoğun bulunan mineraller olduklarını belirtmişlerdir.

Zengin içeriği ile keçiboynuzu meyvesinin sağlıklı ve dengeli beslenmedeki önemi yapılan birçok çalışmayla ortaya konmuştur.

### 2.5.3. Üzüm Çekirdeği

Üzüm (*Vitis vinifera*), asmagiller familyasına ait, yeryüzünde kültürü yapılan en eski meyve türlerinden biridir. Mitolojide tanrıların gıdası diye anılmaktadır. Mısırlılar ve Fenikeliler aracılığıyla MÖ 4000'li yıllarda deniz yoluyla tüm dünyaya dağılmıştır. Eski Mısır mezarlarında ve yazıtlarında sıkça yer almaktadır [Artık, 2013]. Üzüm dünyanın en çok üretilen meyvelerinden biridir. Türkiye üzümde 250 bin ton yıllık üretimi ile dünyada oldukça büyük bir paya sahiptir [2013 Yılı Çekirdeksiz Kuru Üzüm Raporu]. Ege Bölgesi ticari anlamda üzüm yetiştiriciliği ile ön plana çıkmış olsa da ülkemizin hemen hemen her yerinde üzüm üretimi gerçekleştirilebilmektedir.

Üzüm çekirdeği meyve suyu ve şarap üretiminde bir atık maddedir. Fenolik bileşik ve antioksidan içeriğinin yüksek olması nedeni ile son yıllarda üzerinde fazlaca araştırma yapılan bir yan üründür. Doğal olarak flavonoidler açısından zengin bir kaynaktır. Bileşiminde bulunan en önemli fenolik asit gallik asittir. Ayrıca üzüm çekirdeği bilinen en güçlü antioksidan olan proantosiyanidinleri de yüksek oranda içermektedir. Üzüm çekirdeğinin antioksidan özelliği, bilinen antioksidan vitaminler olan C vitamininden neredeyse 20 kat, E vitamininden ise 50 kat daha fazladır [Artık, 2013].

Son yıllarda özellikle sağlıklı beslenme açısından meyvelerin öneminin artmasıyla birlikte gıda takviyesi olarak üzüm çekirdeği üzerinde fazlaca araştırma yapılmaya başlanmıştır. Serbest radikalleri elimine etme özelliğinin yanı sıra üzüm çekirdeğinin kalp hastalıkları riskini azalttığı belirtilmiştir [Artık, 2013]. Ayrıca içerisindeki fenolik bileşiklerin *in vitro* düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) oksidasyonunu engellediği de belirtilmiştir. İnsan sağlığı açısından önemli faydaları bulunan üzüm çekirdeğinden insan sağlığı için oldukça faydalı takviyeleri üretilmeye başlanmıştır [Artık, 2013].

Bagchi vd. (2000); üzüm çekirdeği proantosiyantin ekstresi üzerinde yaptıkları bir çalışmada E vitamini, C vitamini ve üzüm çekirdeği proantosiyantin ekstrelerinin serbest radikal giderici özelliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda üzüm çekirdeği proantosiyantin ekstrelerinin E ve C vitaminine göre çok daha güçlü bir radikal giderici olduğunu gözlemlemişlerdir.

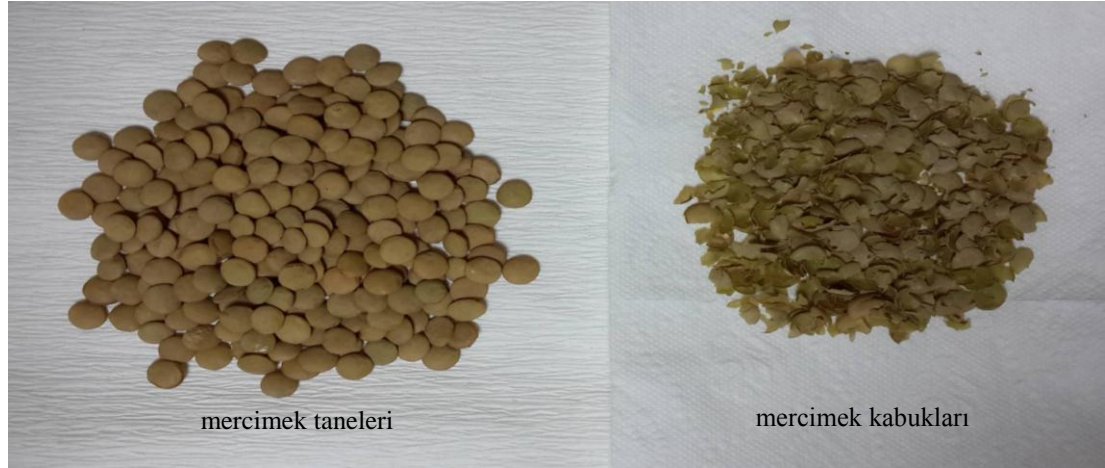
Baklabaşı vd. (2005); Türkiye'de yetişen 12 farklı üzüm çekirdeğinin gallik asit, epikateşin, kateşin, flavon 3-ol miktarlarını ve antioksidan özelliklerini belirlemişlerdir. HPLC ve spektrofotometrik olarak gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda örneklerin çoğunda epikateşin miktarının kateşin miktarından fazla olduğunu gözlemişlerdir. Yüksek flavon 3-ol içerikli üzüm çekirdeklerinin serbest radikal süpürme özelliklerinin de fazla olduğunu belirtmişler ve flavon 3-ol içeriği ile örneklerin antiradikal verimliliği arasında önemli korelasyonlar gözlemlemişlerdir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. MATERYAL

Bu çalışmada kuru baklagillerden bakla, kırmızı fasulye, beyaz fasulye ve yeşil mercimeğin kabuk kısımları, üzüm çekirdeği ve keçiboynuzu meyvesi lifi (şeker ekstraksiyonu sonucu kalan posa) kullanılmıştır. Örneklerin tamamı Mersin'de faaliyet gösteren çeşitli yerel firmalardan temin edilmiştir. Baklagil kabukları manuel olarak taneden ayrılmış ve 500 mikronluk elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Hazır olarak alınan üzüm çekirdeği ve keçiboynuzu meyvesi lifi de 500 mikronluk elekten geçecek şekilde öğütülmüştür (Ika Werke M20, Germany). Öğütme işlemi sonrası elde edilen örnekler analizlerde kullanılmak üzere soğuk hava deposunda (-20) saklanmıştır.

Çalışmada kullanılan tüm sarf malzemeler Sigma Aldrich'den temin edilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan tane yeşil mercimekler ve kabukları



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan tane bakla ve kabukları



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan tane beyaz fasulye ve kabukları



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan tane kırmızı fasulye ve kabukları



Şekil 3.5. Keçiboynuzu meyvesi lifi ve keçiboynuzu meyvesi lifi unu



Şekil 3.6. Üzüm çekirdekleri ve üzüm çekirdeği unu

## 3.2. YÖNTEM

### 3.2.1. Nem Tayini

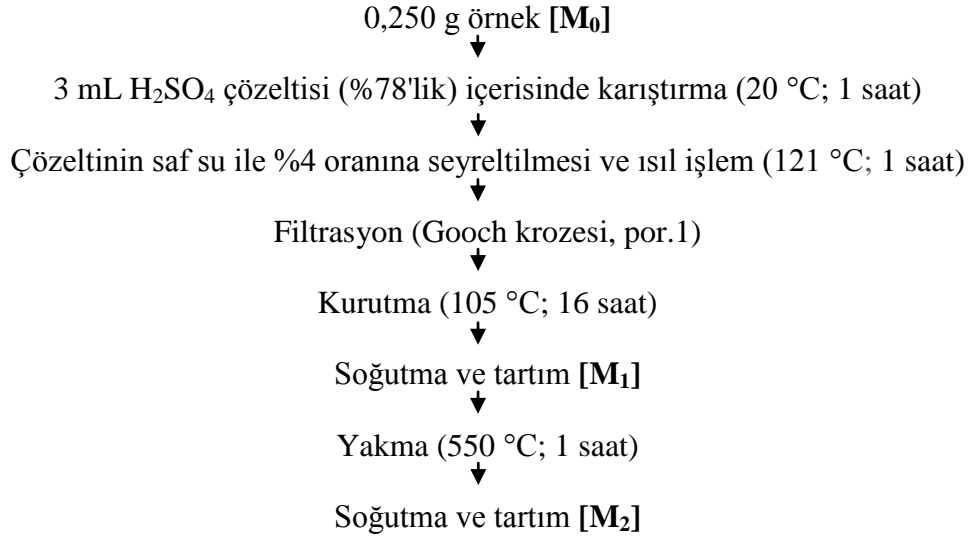
Çalışmada kapsamında uygulanan her analiz öncesinde örneklerin nem içerikleri nem tayin cihazı (Mettler Toledo Moisture Analyzer, HX204, Switzerland) ile belirlenmiştir ve analizlerin sonuçları kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

### 3.2.2. Çözünür ve Çözünmez Diyet Lifi Analizleri

Toplam, çözünür ve çözünmez diyet lifi analizleri Megazyme Hazır Kitleri (Megazyme K-TDFR 01/05, Ireland) kullanılarak yapılmıştır. Yönteme göre örnekler öncelikle 100 °C 'de ısıya dayanıklı  $\alpha$ -amilaz ile muamele edilerek örneklerin yapısındaki nişastanın hidrolizi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra 60 °C 'de proteaz enzimi ile depolimerize edilerek proteinlerin çözdürülmesi sağlanmıştır. Proteinleri çözdürülen örnekler 60 °C 'de amiloglukosidaz enzimi ile muamele edilip, nişasta fragmentlerinin glikoza hidrolizi sağlanmıştır. Elde edilen karışımdaki hidroliz edilememiş kısımların Gooch krozesinden (Sinter cam filtrelili - 2D - Por.1) süzülüp ayrılmasıyla örneklerdeki çözünmez diyet lifi miktarları belirlenmiştir. Gooch krozesinden geçen süzüntüdeki polimerlerin etanol ile çöktürülüp tekrar süzülmesiyle ise örneklerdeki çözünür diyet lifi miktarları belirlenmiştir (Total Dietary Fiber Assay Procedure, K-TDFR 01/05).

### 3.2.3. Toplam Lignin Analizi

Lignin miktarının belirlenmesinde öncelikle gravimetrik bir yöntem olan Klason yöntemi kullanılmıştır [Theander ve Westerlund, 1986]. Yönteme göre 0,250 g örnek tartılarak 3 mL %78'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi içerisinde, 20 °C 'de 1 saat karıştırılmıştır. Daha sonra karışım saf su ile %4 oranında seyreltilerek 121 °C 'de 1 saat ısı işlem uygulanmıştır. Örnekler ağırlıkları önceden belirlenen Gooch krozeleri ile süzülerek 105 °C 'de 16 saat etüvde kurutulmuştur. İlk tartım alındıktan sonra örnekler 550 °C 'de 1 saat yakma işlemi uygulanarak asit çözeltisinde çözünmeyen bileşiklerin uzaklaşması sağlanmıştır. Yakma sonunda elde edilen kül miktarı ilk tartımdan çıkarılarak örneklerin lignin miktarları gravimetrik olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.7. Klason metodu ile gravimetrik lignin analizi akım şeması

$$\text{Lignin, \%} = \frac{M_1 - M_2}{M_0} \times 100$$

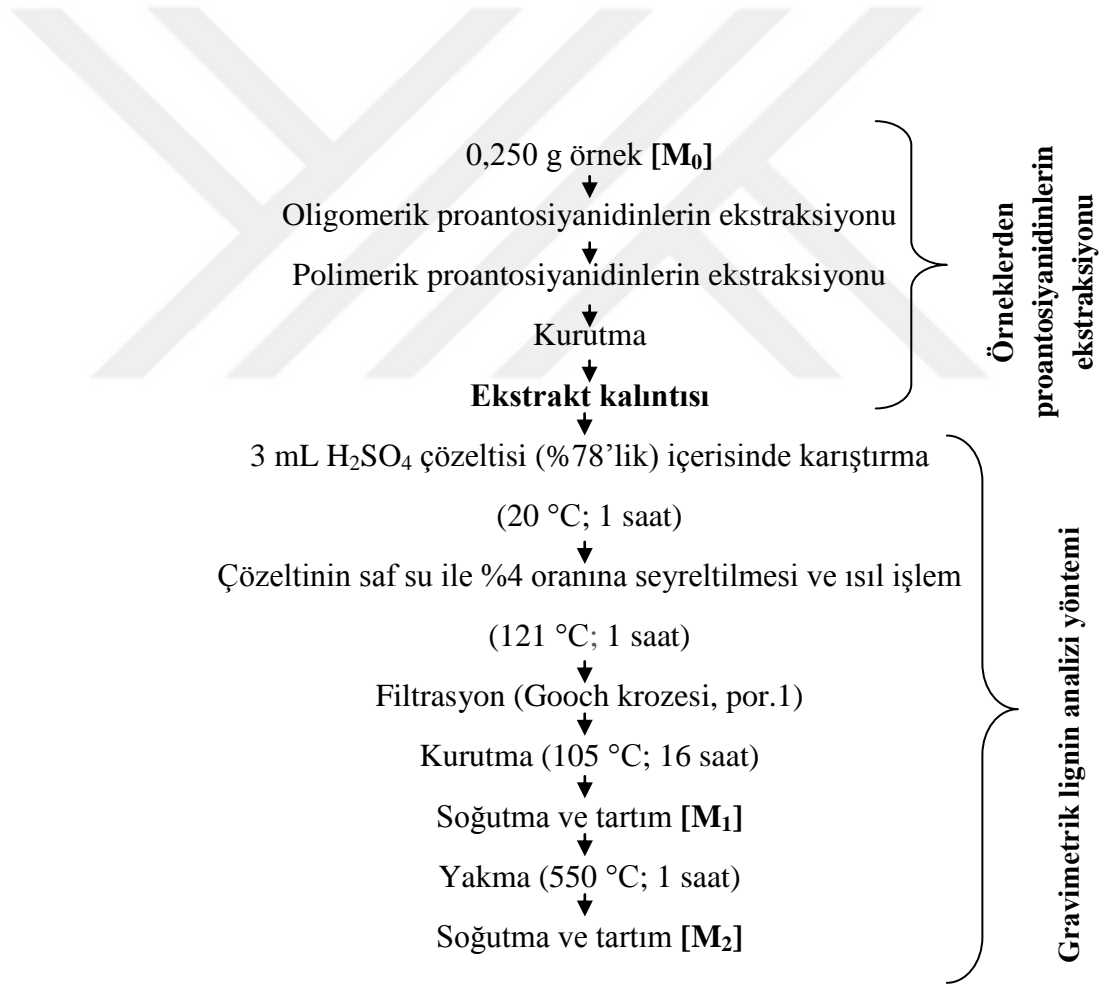
$M_0$  : Örneğin başlangıçtaki ağırlığı (g)

$M_1$  : Örneğin 105 ° C 'de 16 saat kurutulduktan sonraki ağırlığı (g)

$M_2$  : Örneğin 550 ° C 'de 1 saat kurutulduktan sonraki ağırlığı (g)

Literatürdeki bazı kaynaklarda bu yöntemle gravimetrik olarak lignin miktarının belirlenmesinde proantosiyanidinlerin interferans yapması nedeniyle lignin miktarları olduğundan fazla bulunabileceği belirtilmiştir [Marles vd., 2008a]. Bu nedenle interferans yaptığı düşünülen oligomerik ve polimerik bileşenlerin örneklerden ekstrakte edilmesiyle gravimetrik yöntem modifiye edilerek örneklere tekrar uygulanmıştır. Pérez-Jiménez vd. (2009)'de verilen yöntemlere göre lignin analizi öncesinde örneklere oligomerik proantosiyanidin (OPA) ve polimerik proantosiyanidin (PPA) ekstraksiyonları uygulanmıştır. OPA ekstraksiyonu için 0,5 g öğütülmüş kuru örnek üzerine 20 mL asidik metanol:su (50:50 v/v, pH=2) eklenmiş ve oda sıcaklığında 1 saat karıştırılmıştır. Karışım daha sonra santrifüjlenerek (Medifriger BL-S, Selecta, Spain) (5000 rpm ; 10 dk) üst faz atılmış

ve kalıntı ayrılmıştır. Kalıntı üzerine 20 mL aseton:su (70:30 v/v) eklenmiş ve oda sıcaklığında 1 saat daha karıştırılmıştır. Karışım tekrar santrifüjlenerek (5000 rpm ; 10 dk) üst faz atılıp kalıntı ayrılmıştır. Böylece ekstrakte edilebilen OPA'ların örneklerden ayrıldığı düşünülmektedir. PPA ekstraksiyonu için ise OPA ekstraksiyonu sonucu elde edilen kalıntı üzerine 10 mL butanol/HCl (97,5:2,5 v/v) ve 0,7 g FeCl<sub>3</sub> (Sigma Aldrich, 236489 ) eklenmiş, kaynar su banyosunda (Memmert WNB 22, Germany) 1 saat bekletilmiştir. Santrifüjleme (5000 rpm ; 10 dk) işleminden sonra üst faz atılmış ve kalıntı iki defa 5 mL bütanol ile yıkayıp santrifüjlenerek (5000 rpm ; 10 dk) üst fazlar uzaklaştırılmıştır. Elde edilen kalıntıya Klason lignin metodu uygulanarak lignin analizi tekrarlanmıştır.



Şekil 3.8. Proantosiyanidin ekstraksiyonu yapılmış örneklerde lignin analizi akım şeması



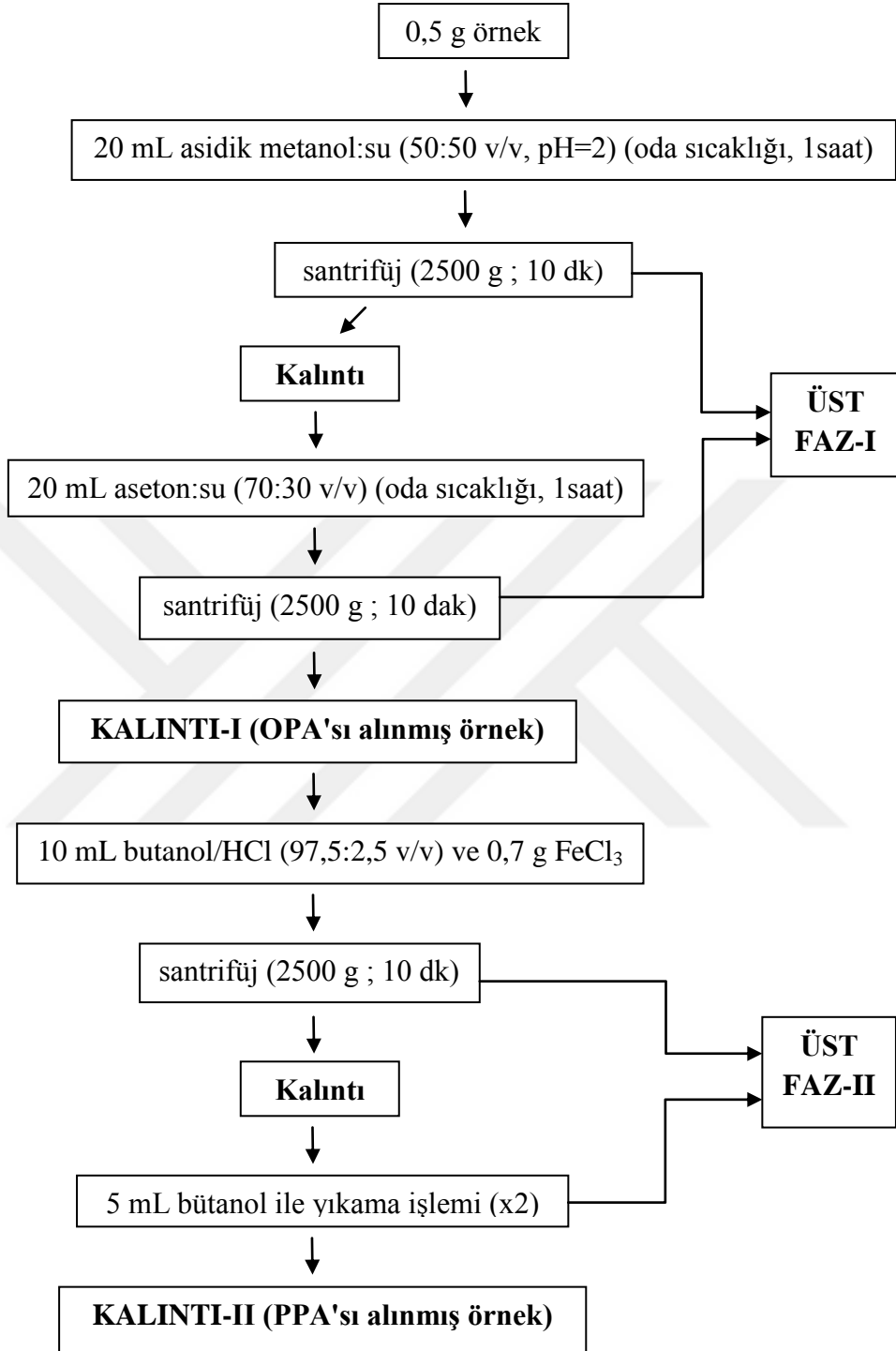
#### 3.2.4. Toplam Polifenol ve Antioksidan Analizleri

Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi analizleri için Peterson vd. tarafından önerilen yöntemler kullanılmıştır. Toplam fenolik madde analizi örnekten %80'lik metanol ile ekstrakte edilen polifenollerin Folin Ciocalteau Bileşiği ile verdikleri tepkimeye dayanmaktadır. Analiz sonuçları gallik asit eşdeğeri cinsinden belirlenmiştir. Toplam antioksidan içerikleri ise FRAP ve DPPH yöntemleriyle analiz edilmiştir. FRAP yöntemi; örneklerden %80'lik metanol ile ekstrakte edilmiş antioksidanların eklenmesi sonucu, oksidan olarak kullanılan ferrik-tripiridiltriiazin kompleksinin, renkli formdaki ferro ( $Fe^{2+}$ ) formuna indirgenmesine dayanmaktadır. Sonuçlar TROLOX (Sigma Aldrich, 238813) eşdeğeri cinsinden belirlenmiştir. DPPH yöntemi ise; örneklerden %80'lik metanol ile ekstrakte edilmiş antioksidanların 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) (Sigma Aldrich, D9132) serbest radikalini indirgemeleri prensibine dayanmaktadır. Sonuçlar TROLOX eşdeğeri cinsinden belirlenmiştir.

#### 3.2.5. Oligomerik (OPA) ve Polimerik (PPA) Proantosiyanidin Miktar Analizi

Çalışma kapsamında örneklere uygulanacak OPA ve PPA ekstraksiyonları Pérez-Jiménez vd. (2009)'de verilen yöntemlere göre yapılmıştır. Analizin akım şeması Şekil 3.3.'de verilmiştir.

OPA ve PPA ekstraksiyonları sonucu elde edilen üst fazlardan gerekli seyreltmeler yapıldıktan alınan 50  $\mu$ L örnek üzerine 3 mL %4'lük vanilin (Sigma Aldrich, V1104) çözeltisi ve 1,5 mL derişik HCl eklenmiştir. Karışım 15 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra 500 nm'deki absorbansı ölçülmüş (Analytik Jena AG, Specord 210 Plus, Germany) ve hazırlanan kalibrasyon grafikleri yardımıyla örnekteki toplam proantosiyanidin miktarı (+)-kateşin (Sigma Aldrich, 43412) eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.9. Oligomerik (OPA) ve polimerik (PPA) proantosiyanidin ekstraksiyonu akım şeması

### 3.2.6. Safra Asitleri Bağlama Kapasitesi Testleri

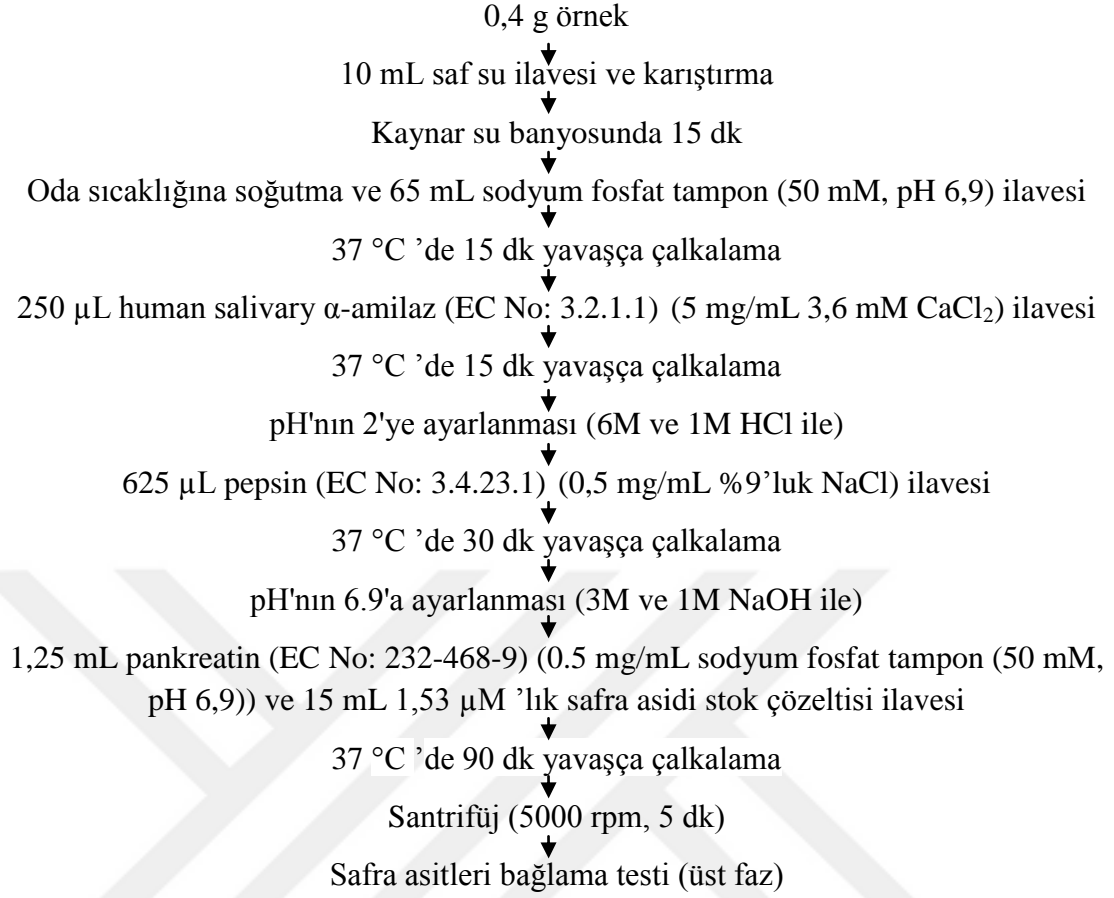
Çalışma kapsamında OPA ve PPA'ların SABK üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi için SABK testleri her bir örneğin üç farklı kısmında yapılmıştır. Bu kısımlar aşağıda açıklanmıştır.

- (1) Örneğin kendisi
- (2) OPA ekstraksiyonu sonucu kalan kalıntı (Kalıntı-I)
- (3) PPA ekstraksiyonu sonucu kalan kalıntı (Kalıntı-II)

Dolayısıyla, (1) nolu kısım ile (2) nolu kısmın SABK analiz sonuçları arasındaki fark OPA'ların etkisini, 2 nolu kısım ile 3 nolu kısmın SABK değerleri arasındaki fark ise PPA'ların etkisini ortaya koymuştur.

Örneklerin *in vitro* sindirimi ve safra asitlerini bağlama testleri Sayar vd. (2005) tarafından yulaf için geliştirilen yöntem temel alınarak yapılmıştır. Ancak bu çalışmada kullanılacak örneklerin pişme sürelerinin daha uzun olmasından dolayı uygulanan ısıl işlem modifiye edilmiştir. Sayar vd. (2005) tarafından yulaf unu için kaynar su banyosunda ( $\approx 100$  °C) uygulanan 4 dakikalık ısıl işlem yerine bu çalışmada kaynar su banyosunda ( $\approx 100$  °C) 15 dakika şeklinde uygulanmıştır. Analizin detayları Şekil 3.4.'te verilmiştir.

Üst fazda safra asitleri tayini hazır analiz kitleri (Bile Acid Kit: Product No: 450A, Trinity Biotec Plc, Wicklow, Ireland) kullanılarak yapılmıştır. Yöntemin prensibi öncelikle safra asitlerinin *3 $\alpha$ -hidroksisteroid dehidrogenaz* katalizörlüğünde *3-okso safra asitlerine* oksidasyonu şeklindedir. Bu oksidasyon tepkimesi sırasında eşit mol sayısında *nikotinamid adenin dinükleotid* (NAD), NADH formuna indirgenmektedir. Bunun devamında NADH, NAD'ye okside olurken ortama eklenen *nitro blue tetrazolyum* tuzu (NBT), *diaforaz* katalizörlüğünde *formazan* indirgenmektedir. *Formazan* 530 nm'de maksimum absorpsiyon vermekte ve renk yoğunluğu ortamdaki safra asitlerinin miktarı ile doğru orantılı olmaktadır. Örneklerin safra asitlerini bağlama kapasiteleri örneğe eklenen miktar ile hidrolizatta bulunan miktar arasındaki farktan hesaplanmıştır.



Şekil 3.10. Safra asitleri bağlama kapasitesi analizi akım şeması

### 3.2.7. İstatiksel Değerlendirme

Verilerin değerlendirilmesi amacıyla SPSS versiyon 16 (SPSS Inc., Chicago, IL) istatistik analiz paket programı kullanılmıştır. İncelenen bir değişken açısından ikiden fazla grubun birbirleriyle karşılaştırılmalarının gerektiği durumlarda ortalamalar arasında fark olup olmadığı One-Way ANOVA ile saptanmış ve farklılık %95 güven aralığında Duncan testi ile değerlendirilmiştir. Uygulanan işlemler ve analizlerin tamamı tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ancak paralel sayısı (en az iki olmak üzere) yapılan analizin hassasiyetine göre değişiklik göstermiştir. İstatistiksel analizler de yapılan tekrar ve paralel sayılarına göre değerlendirilmiştir. İncelenen bir değişken açısından iki grubun birbiriyle karşılaştırılmasının gerektiği durumlarda ise ortalamalar arasında fark olup olmadığı t testi ile saptanmış ve farklılık %95 güven aralığında değerlendirilmiştir.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

##### 4.1. ÖRNEKLERİN ÇÖZÜNÜR VE ÇÖZÜNMEZ DİYET LİFİ İÇERİKLERİ

Toplam diyet lifi analizleri sonucunda elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi örneklerdeki diyet lifi içerikleri beklendiği gibi yüksek çıkmıştır. Örneklerde özellikle çözünmez diyet lifi miktarlarının fazla olduğu, çözünür lif miktarlarının ise düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan örneklerin diyet lifi içerikleri

ÖRNEK	Diyet lifi Miktarı <sup>1</sup> , %		
	Çözünmez	Çözünür	Toplam <sup>2</sup>
Keçiboynuzu meyvesi lifi	83,31 ± 0,02 <sup>a</sup>	4,35 ± 0,64 <sup>a</sup>	87,66 ± 0,62
Üzüm çekirdeği	79,56 ± 0,35 <sup>d,c</sup>	1,27 ± 0,13 <sup>b</sup>	80,85 ± 0,23
Bakla kabuğu	81,97 ± 0,51 <sup>a,b</sup>	3,44 ± 0,18 <sup>a</sup>	85,41 ± 0,69
Beyaz fasulye kabuğu	81,11 ± 0,81 <sup>b,c</sup>	1,57 ± 0,07 <sup>b</sup>	82,68 ± 0,89
Kırmızı fasulye kabuğu	79,10 ± 1,24 <sup>d</sup>	1,64 ± 0,65 <sup>b</sup>	80,74 ± 0,59
Yeşil mercimek kabuğu	73,24 ± 0,64 <sup>e</sup>	1,62 ± 0,65 <sup>b</sup>	74,86 ± 0,01

Aynı sütündeki farklı harfler, aynı sütündeki değerler arasında  $p < 0,05$  düzeyinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu ifade etmektedir. Aynı harfi içeren puanlamalar istatistiksel olarak farklı değildir.

<sup>1</sup> Sonuçlar kuru madde üzerinden hesaplanmıştır. Verilen değerler üç tekrarın ortalaması ± standart sapma şeklindedir.

<sup>2</sup> Çözünmez ve çözünür diyet lifi miktarının toplamı

Llobera ve Canellas (2007); Manto Negro cinsi kırmızı üzümlerden kırmızı şarap üretimi prosesinde yan ürün olarak çıkan küspede (kabuk+çekirdek) yaptıkları analiz sonucunda toplam diyet lifi içeriğini kuru maddede %74,5 ± 2,43 olarak bulmuşlardır. Sanchez-Alonso vd. (2007); yaptıkları bir çalışmada üzümde bulunan antioksidan diyet liflerinin kıyılmış balıktaki yağ oksidasyonunu önlemesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada posadaki (kabuk+çekirdek) toplam diyet lifi içeriğini kuru maddede %73,99 olarak bulmuşlardır. Çizelge 4.1.'de görüldüğü üzere yapılan çalışma sonucunda üzüm çekirdeğinde literatürdeki çalışmalara yakın fakat biraz üzerinde bir değer bulunmuştur. Literatürdeki bu

çalışmalarda materyal olarak çekirdek+kabuk şeklindeki posa kullanılmıştır. Fakat yapılan bu çalışmada üzümün sadece çekirdek kısmı kullanılmıştır. Bu nedenle elde edilen sonuçların literatürdeki verilerden fazla bulunmasının olağan olduğu düşünülmektedir. Ayrıca çalışmalarda materyal olarak kullanılan üzüm çeşitlerinin ve yetiştirme koşullarının farklı olması, uygulanan analiz yöntemlerinin ve analiz koşullarının da farklı olması sonuçların farklı olmasına neden olabilir.

Dongowski (2007); zengin lif içeriğine sahip preparatlar arasındaki etkileşimleri ve *in vitro* olarak SABK'ni incelemiştir. Yaptığı çalışmada keçiyoynuzu lifinde toplam diyet lifi içeriğini %83,3 olarak belirlemiştir. Owen vd. (2003); keçiyoynuzu lifindeki temel polifenollerin ekstraksiyonu yaparak ve bunların yapılarının aydınlatılması konusunda çalışmışlardır. Çalışmada keçiyoynuzu lifindeki toplam diyet lifi içeriğini %74,6 olarak belirlemişlerdir. Literatürde yer alan keçiyoynuzu lifinde yapılan çalışmalarda toplam diyet lifi içerikleri genellikle yine %75-85 arasında bulunmuştur. Çizelge 4.1.'de görüldüğü üzere yapılan çalışma sonucunda keçiyoynuzu meyvesi lifinde diyet lifi içeriği kuru maddede toplam  $87,66 \pm 0,62$  olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların literatürdeki verilerden fazla bulunmasının çalışmalarda materyal olarak kullanılan keçiyoynuzu çeşitlerinin ve yetiştirme koşullarının farklı olmasından, uygulanan analiz yöntemlerinin ve analiz koşullarının da farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca literatürdeki bazı değerler yaş ağırlık bazında verilmiştir, bu değerler kuru madde bazında daha yüksek olacaktır. Dolayısıyla bu çalışmada materyal olarak kullanılan keçiyoynuzu meyvesi lifinde literatür verilerine uygun olarak toplam diyet lifi içeriği belirlenmiştir.

Literatürde genellikle kuru baklagillerin bütünüyle ilgili çalışmalar yapılmıştır. Kutos vd. (2003); kuru ve işlenmiş fasulyelerin diyet lifi içeriğini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda çeşitli fasulye cinslerinin toplam diyet lifi içeriklerini kuru maddede %19-22 arasında belirlemişlerdir. Anderson ve Bridges (1988) ise çeşitli sebze, meyve, tahıl ve baklagil örneklerinin toplam diyet lifi içeriklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yaklaşık 12 farklı fasulye çeşidinin toplam diyet lifi içeriklerini kuru maddede %10-33 aralığında belirlemişlerdir.

Mercimekte ise kuru maddede %12-15 aralığında belirlemiştir. Bu çalışmada materyal olarak ise baklagil örneklerinin kabuk kısımları kullanılmıştır. Gıdaların diyet lifi içeriklerinin genellikle kabuk ve çekirdek kısımlarında bulunduğu bilinmektedir. Dolayısıyla Çizelge 4.1. incelendiğinde elde edilen sonuçların literatürde yer alan bütün baklagil tanesinde belirlenen değerlerden yüksek bulunması olağandır. Yine çalışmalarda kullanılan örneklerin cinsleri, yetiştirme koşulları, analiz yöntemleri ve koşulları sonuçları etkileyebilecek diğer parametrelerdir.

#### 4.2. ÖRNEKLERİN TOPLAM LİGNİN MİKTARLARI

Klason metoduna göre yapılan lignin analizinin sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan örneklerin klason metodu ile elde edilen lignin içerikleri

ÖRNEK	Lignin Miktarı <sup>1</sup> , (%)
Keçiboynuzu meyvesi lifi	48,1 ± 2,3
Üzüm çekirdeği	51,2 ± 3,3
Bakla kabuğu	12,9 ± 2,1
Beyaz fasulye kabuğu	2,6 ± 1,0
Kırmızı fasulye kabuğu	14,8 ± 1,7
Yeşil mercimek kabuğu	29,9 ± 2,8

<sup>1</sup> Sonuçlar kuru madde üzerinden hesaplanmıştır. Verilen değerler 6 tekrarın ortalaması ± standart sapma şeklindedir.

Zunft (2001) tarafından yapılan çalışmada kullanılan, ve %80-90 aralığında diyet lifi içeriğine sahip, keçiboynuzu lifi örneklerinin lignin içeriği %50-65 aralığında olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada elde edilen değer de bu sonuçlara yakın gözükmektedir. Spanghero (2009); farklı üzüm çekirdeklerinin lignin içeriklerini %37,1-43,7 aralığında vermektedir. Bu çalışmada kullanılan üzüm çekirdeğinin lignin içeriği ise bu değerlerden biraz daha yüksek bulunmuştur. Bunun

nedeninin, bu çalışmada kullanılan üzüm çeşidinin ve üzümün yetiştiği toprak ve iklim koşullarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan diğer örneklerin lignin içeriği ile ilgili literatür bilgisine rastlanmamıştır. Tüm halde baklagil tanelerinde lignin analizi sonuçları literatürde yer almaktadır. Ancak tane kabuğunda yapılan lignin analizi çalışmalarına rastlanmamıştır.

Literatürde lignin analizinin farklı gıda örneklerine uygulanması ile ilgili birçok çalışma yer almaktadır. Bu çalışmalarda en dikkat çeken unsur aynı örnekler kullanıldığı halde, elde edilen lignin içeriği sonuçlarının kullanılan yöntemlere göre çok farklı çıkmasıdır. Marles vd. (2008a); 12 farklı barbunya fasulyesi hatlarından elde edilen tane kabuklarında gravimetrik Klason ve tiyoglikolik asit metodlarına göre lignin analizleri yapmışlardır. Çalışmada gravimetrik Klason metoduna göre ortalama lignin miktarı 140 mg/g aralığında iken bu sonuçlar tiyoglikolik asit metoduna göre ortalama 10 mg/g olarak bulunmuştur. Marles vd. (2008b); yüksek oranlarda kondense tanen içeren örneklerde Klason yöntemi ile yaptıkları lignin analiz sonuçlarının tiyoglikolik asit yöntemine göre yapılan sonuçlardan 3-4 kat daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Fukushima ve Hatfield (2004); 18 farklı örnekte 4 farklı lignin analiz metodu kullanılarak yaptıkları çalışmada yine metoda bağlı olarak farklı sonuçlar elde etmişlerdir. Benzer farklılıklar Moreira-Vilar vd. (2014) tarafından da belirtilmektedir. Bu çalışmalarda belirtilen husus gravimetrik olarak lignin miktarının belirlenmesinde proantosiyanidinlerin interferans yapması nedeniyle lignin miktarlarının olduğundan fazla belirlenmiş olma ihtimalidir. Hatfield ve Fukushima (2005); lignin analiz metodlarını değerlendirdikleri makalede, aynı örneklerde farklı yöntemler kullanılarak yapılan lignin analizlerinde farklı sonuçların elde edilebileceğini belirtmişlerdir. Dikkat edilmesi gereken en önemli hususun, bir araştırma sırasında tutarlı bir karşılaştırma yapmak için tüm örneklerle aynı analiz metodunun uygulanması gerektiğini önermişlerdir.

Çalışmada kullanılan örneklerin bazılarının önemli miktarlarda proantosiyanidin içerdikleri (Çizelge 4.6.) dikkate alındığında Çizelge 4.2.'de elde edilen lignin sonuçlarının olduğundan fazla olma ihtimali mevcuttur. Bu nedenle yukarıda tartışılan literatür bilgileri sonucunda gravimetrik lignin analizi öncesinde



örneklere proantosiyanidin ekstraksiyonu işlemlerinin uygulanmasının sonuçları nasıl etkileyeceği belirlenmek istenmiştir. Uygulanan bu yöntemin prensibi standart gravimetrik lignin analizi metodu prensibinin tamamen aynıdır. Aralarındaki tek fark analiz öncesinde örneklere oligomerik ve polimerik proantosiyanidin ekstraksiyon işlemlerinin uygulanmasıdır (Şekil 3.9.). Bu yöntemle göre örneklerde bulunan oligomerik ve polimerik proantosiyanidinler literatürde bulunan yöntemler kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Bu şekilde yapılan lignin analizi Yöntem-II olarak adlandırılmıştır.

Çizelge 4.3. Çalışmada kullanılan lignin analiz yöntemlerinin karşılaştırılması ve örneklerin toplam proantosiyanidin içerikleri

ÖRNEK	Klason Yöntemi (Yöntem-I)	Yöntem-II <sup>1</sup>	Yöntem-I ile Yöntem-II arasındaki fark,%	Toplam PA <sup>2</sup> (mg CE/g örnek)
Keçiboynuzu meyvesi lifi	48,1 ± 2,3	47,6 ± 3,1	1,0	7,9
Üzüm çekirdeği	51,2 ± 3,3	42,1 ± 2,3	17,8	32,6
Bakla kabuğu	12,9 ± 2,1	3,4 ± 1,8	73,6	58,9
Beyaz fasulye kabuğu	2,6 ± 1,0	1,8 ± 0,9	32,7	4,7
Kırmızı fasulye kabuğu	14,8 ± 1,7	4,6 ± 1,2	68,9	46,2
Yeşil mercimek kabuğu	29,9 ± 2,8	6,5 ± 2,1	78,3	67,2

<sup>1</sup> Ön-işlem olarak oligomerik ve polimerik proantosiyanidin ekstraksiyonu uygulanmış örneklerle yapılan standart gravimetrik Klason lignin analiz yöntemi

<sup>2</sup> Çizelge 4.6.'da yer alan değerlerden hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3.'teki sonuçlar incelendiğinde Yöntem-II 'ye göre yapılan analiz sonuçlarının daha düşük çıktığı gözlenmiştir. Yöntem-I ve Yöntem-II 'ye göre elde edilen sonuçlar arasındaki farklar ile aynı örneklerin toplam proantosiyanidin (OPA+PPA) içerikleri arasındaki korelasyon katsayısı 0,86 olarak hesaplanmıştır. Yani Yöntem-II 'ye göre elde edilen sonuçlardaki düşüş örneklerin proantosiyandın içeriği ile doğru orantılıdır. Bu durum beklendiği gibi proantosiyanidinlerin gravimetrik lignin analizi metodunda girişim etkisinin varlığını göstermektedir.

Benzer bir çalışma Morrison vd. (1995) tarafından da yapılmıştır. Bu çalışmada da aseton:su (70:30, v/v) ekstraksiyonu uygulanan bürülce kabuklarında elde edilen lignin analiz sonuçlarının önemli oranda düştüğünü belirtmişlerdir (Çizelge 4.5.). Çözgen ekstraksiyonu öncesi ve sonrasındaki örneklerin lignin analizleri sonuçları arasındaki farklar ile örneklerin tanen içerikleri arasında 0,96 gibi yüksek bir korelasyon katsayısı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4. Morrison vd. (1995) tarafından bürülce kabuğundan elde edilen lignin ve tanen analizleri sonuçları<sup>1</sup>

Bürülce örneği	Lignin içeriği, g/kg kabuk			Tanen içeriği, g CE <sup>5</sup> /kg kabuk
	Ekstraksiyon öncesi <sup>2</sup>	Ekstraksiyon sonrası <sup>3</sup>	Fark <sup>4</sup> , %	
1	79,5	48,3	39,2	0,56
2	75,3	49,9	33,7	1,69
3	79,3	49,2	38,0	2,24
4	189,8	84,6	55,4	51,84
5	236	74,7	68,3	144,9
6	229,2	68,5	70,1	155,3

<sup>1</sup> Bu çizelge Morrison vd. (1995)'de farklı bürülce çeşitleri için verilen sonuçlardan oluşmaktadır.

<sup>2</sup> Bürülce kabuğunun kendisi

<sup>3</sup> Aseton:su (70:30, v/v) ekstraksiyonu uygulanmış ekstrakt kalıntısı olan bürülce kabuğu

<sup>4</sup> Ekstraksiyon öncesi ve sonrası elde edilen lignin içerikleri arasındaki % fark

<sup>5</sup> Kateşin eşdeğeri

#### 4.3. ÖRNEKLERİN TOPLAM POLİFENOL VE ANTİOKSİDAN İÇERİKLERİ

Literatür verileri incelendiğinde çalışılan materyallere ilişkin bir çok farklı sonuca rastlanmaktadır. Fenolik ve antioksidan bileşiklerin tayininde ilk aşama ekstraksiyondur. Ekstraksiyon, bir maddenin sabit sıcaklık ve basınçta katı ve sıvı fazdaki denge derişimlerinin farklı olmasından faydalanılarak yapılan bir ayırma işlemidir [Uslu, 2005]. Katı-sıvı ekstraksiyonunun kullanıldığı bu çalışmada katı içerisindeki bileşenler uygun çözücüde çözülerek elde edilmiştir. Katı içerisindeki yayılım yavaştır ve dengeye gelmesi zaman alır. Dolayısıyla ekstraksiyonda

kullanılan çözücü, çözücünün derişimi ve ekstraksiyon süresi sonuçları etkileyen önemli parametrelerden biridir. Ekstraksiyon süresince enzim aktivitesi, oksijen ve ışık da ekstraksiyon verimini etkilemektedir [Tenderis, 2010].

Fenolik ve antioksidan maddelerin ekstraksiyonunda çözücü seçimi çok önemlidir. Literatüre göre gıda kaynaklı polifenol ekstraksiyonlarında genellikle etil asetat, metanol ve aseton gibi organik çözücüler daha sık kullanılmaktadır [Nacz ve Shahidi, 2006]. Uygun çözücü seçiminin yanı sıra ekstraksiyon sıcaklığı da ekstraksiyonu etkileyen önemli bir parametredir. Yüksek sıcaklık ekstraksiyon hızını artırır fakat bazı bileşiklerin yapılarında bozulmalara neden olur. Bu durum istenmeyen bileşiklerin de ekstrakta geçmesine neden olarak sonuçları önemli ölçüde etkileyebilir. Materyal ve çözücünün etkileşimde kaldığı süre de önemlidir. Sürenin az olması istenen bileşenlerin ayrımının tamamlanmamasına neden olabilir. Süre gereğinden uzun tutulursa da antioksidan aktivite olumsuz etkilenebilir. Bu nedenle ekstraksiyon süresi dikkat edilmesi gereken bir konudur ve sonuçları doğrudan etkileyebilir.

Çalışmalarda kullanılan materyallerin cinsi, yetiştirme koşulları, toprak ve iklim özellikleri, hazırlık aşamaları ile saklama koşulları, fenolik madde ve antioksidan kapasite analizlerinde sonucu etkileyen önemli özelliklerdir. Kırma, öğütme, tanecik boyutu, saklanma sıcaklığı gibi parametreler de analiz sonuçlarını etkilemektedir.

Fenolik bileşiklerin ve antioksidan özelliklerin belirlenmesinde en önemli şey ise kullanılan metoddur. Bu konuda sayısız çalışma olmasının yanı sıra kullanılan metodlar da oldukça çeşitlidir. Kullanılan materyale uygun metodun seçilmesi çok önemlidir. Seçilen metod kimyasal değişimleri minimum seviyede tutarken istenen bileşenlerin ekstraksiyonunu tamamen sağlamalıdır. Çalışmada fenolik madde analizinde Folin-Ciocalteu metodu kullanılmıştır. Bu klasik bir ölçümdür. Araç oldukça duyarlıdır ama spesifik değildir. Farklı fenoller açısından yüksek oranda eşdeğer sonuç vermesi metodun avantajıdır. Fakat şeker varlığından etkilenmektedir.

Tüm faktörler göz önünde bulundurulduğunda literatür verilerindeki farklılıklar olağan görülmektedir. Çalışma sonucunda kullanılan materyallerin belirlenen toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri ise Çizelge 4.5'te verilmiştir. Antioksidan kapasiteleri iki farklı yöntemle (DPPH ve FRAP yöntemleri) çalışılmıştır ve birbirine paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.5. Çalışmada kullanılan örneklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri<sup>1</sup>

ÖRNEK	Toplam Fenolik Madde (mg GAE <sup>2</sup> /g örnek)	Antioksidan aktivite, FRAP (µmol TE <sup>3</sup> /g örnek)	Antioksidan aktivite, DPPH (µmol TE <sup>3</sup> /g örnek)
Keçiboynuzu meyvesi lifi	8,8 ± 0,5 <sup>e</sup>	59,2 ± 1,4 <sup>c</sup>	393,0 ± 9,6 <sup>c</sup>
Üzüm çekirdeği	47,8 ± 1,4 <sup>a</sup>	243,7 ± 4,6 <sup>a</sup>	705,3 ± 17,9 <sup>a</sup>
Bakla kabuğu	29,8 ± 1,8 <sup>d</sup>	164,0 ± 2,0 <sup>b</sup>	575,1 ± 12,5 <sup>b</sup>
B. fasulye kabuğu	0,2 ± 0,1 <sup>f</sup>	0,7 ± 0,1 <sup>d</sup>	9,3 ± 0,2 <sup>d</sup>
K. fasulye kabuğu	36,1 ± 0,4 <sup>c</sup>	138,8 ± 1,4 <sup>b</sup>	563,9 ± 22,8 <sup>b</sup>
Y. mercimek kabuğu	44,3 ± 0,3 <sup>b</sup>	231,5 ± 1,6 <sup>a</sup>	691,9 ± 6,8 <sup>a</sup>

Aynı sütundaki farklı harfler, aynı sütundaki değerler arasında p < 0,05 düzeyinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu ifade etmektedir. Aynı harfi içeren puanlamalar istatistiksel olarak farklı değildir.

<sup>1</sup> Sonuçlar kuru madde üzerinden hesaplanmıştır. Verilen değerler üç tekrarın ortalaması ± standart sapma şeklindedir.

<sup>2</sup> Gallik asit eşdeğeri

<sup>3</sup> TROLOX eşdeğeri

#### 4.4. ÖRNEKLERİN OLİGOMERİK VE POLİMERİK PROANTOSİYANİDİN MİKTARLARI

Proantosiyanidinler bitkisel kaynaklı gıdalarda yüksek oranda bulunan hastalık önleyici etkileri bilimsel çalışmalarla kanıtlanmış biyoaktif bileşiklerdir. Ancak proantosiyanidinlerin sağlık üzerine olumlu etkilerini gösterebilmesi için diyet ile günlük alım miktarlarının ve biyoyararlılıklarının belirlenmesi büyük

önem taşımaktadır. Diyetle alınan proantosiyanidinlerin ise gıdalarda bulunma oranları ve kompozisyonları hakkındaki literatür bilgisi yetersizdir. Gıdaların proantosiyanidin içeriklerinin belirlenmesine ilişkin genel kabul görmüş standart yöntemlerin olmaması nedeniyle bu konudaki bilgiler sınırlıdır. Bu çalışmada örneklerin proantosiyanidin içeriklerinin belirlenmesi amacıyla kolorimetrik bir yöntem olan Vanilin yöntemi kullanılmıştır. Fakat Vanilin yönteminde gıda örneğinde bulunan diğer antosiyanidinler de sonucu etkileyebilmektedir. Bu durum beklenenden daha yüksek sonuçların elde edilmesine neden olabilmektedir. Çalışma sonucunda örneklerde belirlenen proantosiyanidin içerikleri Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Çalışmada kullanılan örneklerin OPA ve PPA içerikleri<sup>1</sup>

ÖRNEK	OPA <sup>2</sup> (mg CE <sup>4</sup> /g örnek)	PPA <sup>3</sup> (mg CE/g örnek)	TOPLAM PA <sup>5</sup> (mg CE/g örnek)
Keçiboynuzu meyvesi lifi	3,5 ± 0,5 <sup>c</sup>	4,4 ± 1,2 <sup>c</sup>	7,9
Üzüm çekirdeği	28,7 ± 1,0 <sup>b</sup>	3,9 ± 1,2 <sup>c</sup>	32,6
Bakla kabuğu	42,4 ± 2,7 <sup>a</sup>	16,5 ± 0,8 <sup>b</sup>	58,9
Beyaz fasulye kabuğu	3,5 ± 0,5 <sup>c</sup>	1,2 ± 0,6 <sup>d</sup>	4,7
Kırmızı fasulye kabuğu	42,4 ± 2,7 <sup>a</sup>	3,8 ± 0,3 <sup>c</sup>	46,2
Yeşil mercimek kabuğu	28,6 ± 1,0 <sup>b</sup>	38,6 ± 0,6 <sup>a</sup>	67,2

Aynı sütündeki farklı harfler, aynı sütündeki değerler arasında p < 0,05 düzeyinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu ifade etmektedir. Aynı harfi içeren puanlamalar istatistiksel olarak farklı değildir.

<sup>1</sup> Sonuçlar kuru madde üzerinden hesaplanmıştır. Verilen değerler altı tekrarın ortalaması ± standart sapma şeklindedir.

<sup>2</sup> Oligomerik proantosiyanidinler

<sup>3</sup> Polimerik proantosiyanidinler

<sup>4</sup> Kateşin eşdeğeri

<sup>5</sup> OPA ve PPA'ların toplanmasıyla elde edilen toplam proantosiyandinin miktarı.

Genel olarak proantosiyanidinlerin başta meyvelerde (özellikle üzüm meyveleri) olmak üzere kakao, şarap, bira, çay ve baklagillerde yüksek oranda

bulunduğu bilinmektedir [Aydın ve Üstün, 2007]. Çalışma sonucunda da üzüm çekirdeği ve baklagil kabuklarında yüksek oranda proantosiyanidin içeriğine rastlanmıştır.

Proantosiyanidinlerin miktarlarının belirlenmesinde fenolik bileşiklerin belirlenmesinde olduğu gibi uygulanan ekstraksiyon basamağının doğru yapılması büyük önem taşımaktadır. Çünkü kullanılan geleneksel ekstraksiyon yöntemleri toplam proantosiyanidin içeriğini değil yalnızca ekstrakte edilebilir proantosiyanidin içeriğini belirleyebilmektedir. Ekstrakte edilemeyen kısmın belirlenmesi gözden kaçabilmektedir.

#### 4.5. ÖRNEKLERİN SAFRA ASİTLERİ BAĞLAMA KAPASİTELERİ

Literatürde diyet lifinin SABK üzerindeki etkileri ile ilgili yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Diyet lifinin sağlık açısından pek çok olumlu etkisinin kanıtlanmış olmasına rağmen SABK mekanizmasındaki işlevleri tam olarak aydınlatılamamıştır. Özellikle de lignin ve  $\beta$ -glukanın bu mekanizmada etkili olduğunu belirtilmiş fakat kanıtlanamamıştır. Stafford (1988); lignin ve proantosiyanidinlerin bitkisel dokularda birlikte sentezlendiğini ifade etmektedir. Dolayısıyla, literatür verilerinin değerlendirilmesi sonucunda ligninin SABK üzerindeki etkisinin onunla birlikte bulunan (veya ona bağlı halde olan) başka bir gıda bileşeniyle yani proantosiyanidinlerle, bu mekanizmada etkili olabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle bu çalışmada, ligninle kompleks halde bulunan proantosiyanidinlerin SABK üzerine etkisinin olup olmadığının kanıtlanması hedeflenmiştir.

Hem lignin hem de proantosiyanidinlerin kimyasal yapısının oldukça karmaşık olduğu dolayısıyla fonksiyonel özelliklerini belirleyen parametrelerin anlaşılmasının çok zor olduğu bilinmektedir (Marles vd., 2008a). Bundan dolayı bu çalışmada safra asitleri ile lignin veya proantosiyanidinler arasında gerçekleşen bağlanma şeklinin belirlenmesi yoluna gidilmemiş sadece bileşenlerin etkilerinin kanıtlanması amaçlanmıştır. Tüm bunlar göz önünde bulundurularak yapılan bu çalışmada da OPA ve PPA'ların SABK üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla her

örneğin üç farklı kısmına SABK testleri uygulanmıştır. Bunlar; örneğin kendisi, OPA ekstraksiyonu yapılmış hali ve PPA ekstraksiyonu yapılmış halidir. Analizler sonucunda belirlenen örneklere ait SABK değerleri Çizelge 4.7’de verilmektedir.

Çizelge 4.7. Çalışmada kullanılan örneklerin SABK değerleri<sup>1</sup>

ÖRNEK	Safra Asidi Bağlama Kapasitesi <sup>1</sup> (mmol/100g örnek)			TOPLAM PA <sup>2</sup> (mg CE/g örnek)
	Doğal Haldeki Örnek	OPA Alınmış Örnek	PPA Alınmış Örnek	
Keçiboynuzu meyvesi lifi	9,8 ± 0,2 <sup>a</sup>	9,5 ± 0,3 <sup>a</sup>	7,1 ± 0,6 <sup>b</sup>	7,9
Üzüm çekirdeği	9,4 ± 0,8 <sup>a</sup>	3,8 ± 0,5 <sup>b</sup>	2,3 ± 0,4 <sup>c</sup>	32,6
Bakla kabuğu	15,7 ± 0,9 <sup>a</sup>	8,6 ± 0,9 <sup>b</sup>	1,4 ± 0,6 <sup>c</sup>	58,9
Beyaz fasulye kabuğu	2,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	2,9 ± 0,2 <sup>a</sup>	3,2 ± 0,5 <sup>a</sup>	4,7
Kırmızı fasulye kabuğu	13,7 ± 1,4 <sup>a</sup>	7,9 ± 1,6 <sup>b</sup>	1,4 ± 0,2 <sup>c</sup>	46,2
Yeşil mercimek kabuğu	17,1 ± 1,6 <sup>a</sup>	10,3 ± 0,6 <sup>b</sup>	2,4 ± 0,7 <sup>c</sup>	67,2
Kolestiramin	13.4 ± 0,9			
Selüloz	1,2 ± 0,1			

Aynı satırdaki farklı harfler, aynı satırdaki değerler arasında p < 0,05 düzeyinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu ifade etmektedir. Aynı harfi içeren puanlamalar istatistiksel olarak farklı değildir.

<sup>1</sup> Sonuçlar kuru madde üzerinden hesaplanmıştır. Verilen değerler altı tekrarın ortalaması ± standart sapma şeklindedir.

<sup>2</sup> OPA ve PPA'ların toplanmasıyla elde edilen toplam proantosiyandin miktarı.

Bu çalışmada kullanılan *in vitro* sindirim prosedürü insan sindirim sisteminin taklit edilmesiyle tasarlanmıştır. Literatürde yer alan diğer safra asidi çalışmalarında yer alan prosedürler, bu çalışmada kullanılan örneklere de uygun olacak şekilde modifiye edilerek uygulanmıştır [Sayar vd., 2005; Sayar vd., 2006; Drzikova vd., 2005; Kahlon ve Chow, 2000]. Kahlon ve Chow (2000) tarafından uygulanan

yöntem pankreatin sindirimini ardından pepsin enzimi eklenmeksizin sadece örneklerin pH 2'de asidik sindirimini içermektedir. Drzikova vd. (2005) ise örneklerin sindirimi için sadece pankreatin ve amiloglukosidaz enzimlerinden oluşan bir karışım kullanmışlardır. Çalışmada kullanılan mevcut sistemde ise, insan sindirim sistemine en yakın benzetimi uygulayabilmek için örnekler insan tükürüğü  $\alpha$ -amilazı, pepsin ve pankreatin enzimleri ile muamele edilmiştir. Her bir enzim uygulaması öncesinde karışımın pH'sı enzimin optimum pH değerine ayarlanmıştır. Enzimlerin uygulanma süresi insan sindirim sistemi benzetimini dikkate alınarak  $\alpha$ -amilaz, pepsin ve pancreatin için sırasıyla 15, 30 ve 90 dakika olarak belirlenmiştir. Belirli derişimdeki kolik, deoksikolik, taurokolik ve glikokolik asitlerinin tuzlarından oluşan safra karışımı ise pankreatin uygulaması işleminden önce eklenmiştir.

Çalışmada kolestramin pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Kolestraminin SABK değeri 13,4 mmol/100 g kolestramin olarak belirlenmiştir. Bu değer eklenecek stok çözeltideki toplam safra asidinin %80,9'una karşılık gelmektedir. Kolestraminin safra asitlerini %100 bağladığı kabul edilerek sonuçlar kolestramin ile ilişkili olarak değerlendirilmiştir. Böylece metodsall etkilerin elimine edilmesi ve sonuçların literatür verileriyle sağlıklı şekilde karşılaştırılması amaçlanmıştır. Selüloz ise negatif kontrol olarak kullanılmıştır. Kolestramine göre hesaplandığında kullanılan selülozun SABK değeri %9,0 (1,2 mmol/13,4 mmolx100) olarak belirlenmiştir. Pozitif ve negatif kontrol olan kolestramin ve selüloz için elde edilen sonuçların literatür verileriyle uyumlu olduğu görülmüştür [Kim ve White, 2012; Sayar vd., 2005; Story ve Kritchevsky, 1976].



Çizelge 4.8. Çalışmada kullanılan keçiyoynuzu meyvesi lifinin üç ayrı kısmına ait SABK değerlerinin kolestramin ile ilişkisi

ÖRNEK	Safra Asidi Bağlama Kapasitesi	
	mmol/100g kuru örnek	Kolestiramine göre <sup>(1)</sup> , %
Keçiyoynuzu meyvesi lifi	9,8 ± 0,2 <sup>a</sup>	73,1 ± 1,5
OPA alınmış k. m. lifi	9,5 ± 0,3 <sup>a</sup>	70,9 ± 2,3
PPA alınmış k. m. lifi	7,1 ± 0,6 <sup>b</sup>	53,0 ± 4,2

Aynı sütündeki farklı harfler, aynı sütündeki değerler arasında p < 0,05 düzeyinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu ifade etmektedir. Aynı harfi içeren puanlamalar istatistiksel olarak farklı değildir.

<sup>1</sup> Kolestiraminin bağladığı safra asitleri miktarı 100 olarak alınıp diğer örneklerin bağladığı miktarlar göreceli olarak buna göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9. Çalışmada kullanılan bakla kabuklarının üç ayrı kısmına ait SABK değerlerinin kolestramin ile ilişkisi

ÖRNEK	Safra Asidi Bağlama Kapasitesi	
	mmol/100g kuru örnek	Kolestiramine göre <sup>(1)</sup> , %
Bakla kabuğu	15,7 ± 0,9 <sup>a</sup>	117,2 ± 6,6
OPA alınmış bakla kabuğu	8,6 ± 1,0 <sup>b</sup>	64,2 ± 7,4
PPA alınmış Bakla Kabuğu	1,4 ± 0,2 <sup>c</sup>	10,4 ± 4,3

Aynı sütündeki farklı harfler, aynı sütündeki değerler arasında p < 0,05 düzeyinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu ifade etmektedir.

<sup>1</sup> Kolestiraminin bağladığı safra asitleri miktarı 100 olarak alınıp diğer örneklerin bağladığı miktarlar göreceli olarak buna göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4.10. Çalışmada kullanılan beyaz fasulye kabuklarının üç ayrı kısmına ait SABK değerlerinin kolestramin ile ilişkisi

ÖRNEK	Safra Asidi Bağlama Kapasitesi	
	mmol/100g kuru örnek	Kolestiramine göre <sup>(1)</sup> , %
Beyaz fasulye kabuğu	2,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	20,9 ± 0,5
OPA alınmış b. fasulye kabuğu	2,9 ± 0,2 <sup>a</sup>	21,6 ± 1,2
PPA alınmış b. fasulye kabuğu	3,2 ± 0,5 <sup>a</sup>	23,9 ± 3,6

Aynı sütündeki farklı harfler, aynı sütündeki değerler arasında p < 0,05 düzeyinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu ifade etmektedir. Aynı harfi içeren puanlamalar istatistiksel olarak farklı değildir.

<sup>1</sup> Kolestiraminin bağladığı safra asitleri miktarı 100 olarak alınıp diğer örneklerin bağladığı miktarlar göreceli olarak buna göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4.11. Çalışmada kullanılan kırmızı fasulye kabuklarının üç ayrı kısmına ait SABK değerlerinin kolestramin ile ilişkisi

ÖRNEK	Safra Asidi Bağlama Kapasitesi	
	mmol/100g kuru örnek	Kolestiramine göre <sup>(1)</sup> , %
Kırmızı fasulye kabuğu	13,7 ± 1,4 <sup>a</sup>	102,2 ± 10,3
OPA alınmış k. fasulye kabuğu	7,9 ± 1,6 <sup>b</sup>	59,0 ± 11,7
PPA alınmış k. fasulye kabuğu	1,4 ± 0,2 <sup>c</sup>	10,4 ± 1,4

Aynı sütundaki farklı harfler, aynı sütundaki değerler arasında p < 0,05 düzeyinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu ifade etmektedir.

<sup>1</sup> Kolestiraminin bağladığı safra asitleri miktarı 100 olarak alınıp diğer örneklerin bağladığı miktarlar göreceli olarak buna göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4.12. Çalışmada kullanılan üzüm çekirdeklerinin üç ayrı kısmına ait SABK değerlerinin kolestramin ile ilişkisi

ÖRNEK	Safra Asidi Bağlama Kapasitesi	
	mmol/100g kuru örnek	Kolestiramine göre <sup>(1)</sup> , %
Üzüm çekirdeği	9,4 ± 0,8 <sup>a</sup>	70,2 ± 5,8
OPA alınmış üzüm çekirdeği	3,8 ± 0,5 <sup>b</sup>	28,4 ± 3,9
PPA alınmış üzüm çekirdeği	2,3 ± 0,4 <sup>c</sup>	17,2 ± 3,1

Aynı sütundaki farklı harfler, aynı sütundaki değerler arasında p < 0,05 düzeyinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu ifade etmektedir.

<sup>1</sup> Kolestiraminin bağladığı safra asitleri miktarı 100 olarak alınıp diğer örneklerin bağladığı miktarlar göreceli olarak buna göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4.13. Çalışmada kullanılan yeşil mercimek kabuklarının üç ayrı kısmına ait SABK değerlerinin kolestramin ile ilişkisi

ÖRNEK	Safra Asidi Bağlama Kapasitesi	
	mmol/100g kuru örnek	Kolestiramine göre <sup>(1)</sup> , %
Yeşil mercimek kabuğu	17,1 ± 1,6 <sup>a</sup>	127,6 ± 12,2
OPA alınmış y. mercimek kabuğu	10,3 ± 0,6 <sup>b</sup>	76,9 ± 4,8
PPA alınmış y. mercimek kabuğu	2,4 ± 0,7 <sup>c</sup>	17,9 ± 5,0

Aynı sütundaki farklı harfler, aynı sütundaki değerler arasında p < 0,05 düzeyinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu ifade etmektedir.

<sup>1</sup> Kolestiraminin bağladığı safra asitleri miktarı 100 olarak alınıp diğer örneklerin bağladığı miktarlar göreceli olarak buna göre hesaplanmıştır.

Gıdaların SABK değerleri ve diyet lifi içerikleri arasındaki etkileşim üzerine tartışmalar devam etmektedir. Daha önceki çalışmalara bakıldığında gıdaların çözünmez diyet lifi içerikleri ve SABK arasında önemli korelasyonlar belirlenmiştir [Sayar vd., 2005]. Fakat bu mekanizma tam olarak aydınlatılamamıştır. Yine Sayar vd. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada yulaf kepeğinin SABK'nin yulafın diğer kısımlarına oranla 1,5-2 kat daha fazla olduğu belirtilmiştir. Bunun nedeni olarak ise kepekte yüksek oranda çözünmez diyet lifinin, özellikle lignin, bulunması gösterilmiştir

Hamazu ve Mizuno (2011); ayva, alıç, elma, armut ve yaban mersini meyvesinden elde edilen alkolde çözünmeyen katı kısımlarından özellikle lignin ve prosiyanidin içeriği yüksek olan ayva kalıntısının en yüksek radikal giderici etkisi ve SABK'ne sahip olduğunu ve proantosiyanidinlerin SABK üzerinde etkili olabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmada kullanılan örneklerin lignin ve prosiyanidin içerikleri ile SABK değerleri arasında anlamlı korelasyonlar tespit etmişlerdir. Ancak bunun doğrulanması deneysel olarak yapılmamıştır.

Kahlon ve Chow (2000); pirinç, yulaf, buğday ve mısır kepeği örneklerinin SABK değerlerini toplam diyet lifi içeriği bazında ve kolestiramine göre göreceli olarak belirlemişlerdir. Buna göre pirinç, buğday, yulaf, ve mısır kepeği örneklerinin SABK değerlerini sırasıyla %51, %31, %26 ve %5 olarak belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre kepek örneklerinin safra asidi bağlama-kolesterolü düşürme-özelliklerinin çözünür diyet lifi miktarı ile ilişkili olmadığını belirtmişlerdir.

Sonuçlar incelendiğinde bakla, kırmızı fasulye kabuğu ve yeşil mercimek kabuklarının pozitif kontrol olan kolestiraminden çok daha fazla safra asidi bağladığı görülmüştür. Çizelge 4.6'ya bakıldığında örneklerin toplam proantosiyanidin içerikleri ve SABK değerleri arasında 0,91 değerinde bir korelasyon katsayısı belirlenmiştir. OPA ve PPA miktarlarına paralel olarak da örneklerin SABK değerlerinde orantılı şekilde azalmalar görülmektedir. Dolayısıyla beklendiği gibi örneklerin proantosiyanidin içerikleri ve SABK değerleri arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır.

SABK'nin bir çok bileşene bağlı bir proses olduğu belirtilmiştir [Sayar vd., 2005]. Fiziksel şartlar, ortam şartları (viskozite, pH, sıcaklık), gıdaların içeriğindeki diyet lifinin partikül büyüklükleri ve hücre yapıları gibi pek çok parametre *in vitro* sindirim proseslerini etkilemektedir. Bu nedenle *in vitro* sindirim çalışmaları üzerine fiziksel şartların etkisi araştırılmaya devam edilen bir konudur.



## **5. SONUÇ ve ÖNERİLER**

Diyet lifi sindirim sisteminde safra asitlerini bağlayarak kolesterolün kısmen uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Bu konuda yapılan birçok çalışma bulunmasına rağmen diyet lifinin veya bunlara bağlı gıda bileşenlerinin bu mekanizmadaki işlevleri aydınlatılamamıştır. Yapılan çalışma sonucunda ise örneklerin bileşiminde bulunan diyet lifi, lignin ve proantosiyanidinlerin bu mekanizmadaki rolleri incelenmiştir.

Literatürdeki pek çok çalışmada diyet lifinin SABK üzerinde etkili olduğu özellikle de lignin (Kay vd., 1979) ve  $\beta$ -glukanın (Sayar vd., 2006) böyle bir işlevi olduğu belirtilmiştir. Ancak Sayar tarafından yapılan ön çalışmalarda yulaf unundan  $\beta$ -glukanların ekstrakte edilmesi sonucunda geriye kalan kalıntıda SABK'nin önemli oranda azalmadığı gözlenmiş, dolayısıyla  $\beta$ -glukanların tek başlarına böyle bir işlevlerinin olmadığını belirtmişlerdir. Funk vd. (2008); mısır tanesinde yapılan lignifikasyon işlemi sonucunda elde ettikleri farklı lignin içerikli örneklerde de lignin ile SABK arasında herhangi bir ilişki gözlememişlerdir. Hu ve Yu (2013); pirinç kepeğinin SABK ile hemiselüloz miktarı arasında pozitif bir ilişki tespit etmiş fakat lignin içeriğinin SABK açısından herhangi bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir.

Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar incelendiğinde literatürdeki ilgili çalışmalara benzer olarak örneklerin diyet lifi, lignin içerikleri ve SABK değerleri arasında yüksek bir ilişki belirlenmiştir. Tekrarlı analizler sonucunda diyet lifi içeriği yüksek olan bir örneğin SABK'nin daha düşük olabildiği ya da lignin içeriği düşük olan bir örneğin SABK'nin daha yüksek olabildiği gözlenmiştir. Çalışmanın başında da belirtildiği gibi genellikle lignin ile birlikte bulunan proantosiyandinin bu mekanizmadaki etkisi incelenmiş ve oldukça yüksek bir korelasyon belirlenmiştir. Tahmin edildiği gibi proantosiyanidinlerin gıdaların SABK değerleri üzerindeki etkilerinin diyet lifi ve ligninin yarattığı etkiden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen bulgularla ülkemizde yüksek miktarlarda üretilen ve üretilme potansiyeli bulunan baklagillerin veya keçiboynuzu meyvesinin besinsel yararları

ortaya konmuştur. Çalışmada kullanılan örnekler diyet lifi içeriklerinin yanı sıra yüksek fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleriyle de dikkat çekmektedir. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar materyal olarak kullanılan önkelerin tüketiminin teşvik edilmesinde ve toplum bilinci sağlanmasında etkili olacaktır. Böylece hem ülkemizde hem de dünyada önemli bir sağlık sorunu olan hiperkolesterolemi sorununun doğal yollarla azaltılmasına faydalı olacaktır. Bu durum sağlık harcamalarının azaltılması açısından ekonomiye de dolaylı katkı sağlayacaktır.



## KAYNAKLAR

- Anderson, J.W., Bridges, S.R., “Dietary Fibre Content of Selected Foods”, *Am. J. Clin. Nutr.*, 47: 440-7, (1988).
- Anonim, “2013 Yılı Çekirdeksiz Kuru Üzüm Raporu”, T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, Şubat, (2014).
- Artık, N., “Sigara, Uyuşturucu ve Hastalık Risklerine Karşı Üzüm Çekirdeği”, Gıda Güvenliği Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi, Ankara, (2013).
- Aydın, S.A., Üstün, F., “Tanenler, Kimyasal Yapıları, Farmakolojik Etkileri, Analiz Yöntemleri”, *İstanbul Üniversitesi Vet. Fak. Dergisi*, 33(1): 21-31, (2007).
- Bagchi, D., Bagchi, M., Stohs, S.J., Das, D.K., Ray, S.D., Kuszynski, C.A., “Free radical and Grape Seed Proanthocyanidin Extract: Importance in Human Health and Disease Prevention”, *Toxicology*, 148: 187-197, (2000).
- Baklabaşı, E., Yemiş, O., Artık, N., “Major flavan-3-ol Composition and Antioxidant Activity of Seeds from Different Grape Cultivars Grown in Turkey”, *Eur. Food Res. Technol.*, 221: 792-797, (2005).
- Baysal, A., “Beslenme”, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 494 s., (1997).
- Bemiller, J.N. and Whistler, R.L., “Dietary Fiber and Carbonhydrate Digestibility”, *Food Chemistry*, Marcel Dekker, 157-224, New York, (1996).
- Bhagwat, S.A., Haytowitz, D.B., Prior, R.L., Gu, L., Hammerstone, J., Gebhardt, S.E., Kelm, M, Cunningham, D., Beecher, G.R., Holden, J.M., USDA database for proanthocyanidin content of selected foods, <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>, (2004).
- Boateng, J., Verghese, M., Walker, L.T., Ogutu, S., “Effect of Processing on Antioxidant Contents in Selected Dry Beans (*Phaseolus spp. L.*)”, *Food Sci. Tech.*, 41: 1541-1547, (2008).

- Boyacıoğlu, D., Nilüfer, D., “Süt Ürünlerinde Diyet Liflerin İngrediyen Olarak Kullanımı”, Süt Ürünlerinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, İzmir, (2003).
- Burdurlu, H.S., Karadeniz, F., “Gıdalarda diyet lifinin önemi ”, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 15: 18-25, (2003).
- Camire, M. E., Dougherty, M. P., “Raisin Dietary Fiber Composition and *in vitro* Bile Acid Binding”, *J. Agric. Food Chem.*, 51: 834-837, (2003).
- Causey, J.L., Feirtag, J.M., Gallaher, D.D., Tunland, B.C., Slavin, J.L., “Effects of Dietary Inulin on Serum Lipids, Blood Glucose and the Gastrointestinal Environment in Hypercholesterolemic Men”, *Nutr. Res.*, 20: 191-201, (2000).
- Champe, P.C., Harvey, R.A., “Metabolism in Starvation, Diabetes Mellitus, and Injury. In: Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry”, J.B.Lippincott Co., Philadelphia, 291-302, (1994).
- Çalgeriş, İ., “Fındık Kabuğundan Lignin İzolasyonu ve Lignin/Nişasta Biyoçözünür Polimerlerin Elde Edilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Kimya Anabilim Dalı, Marmara Üniversitesi, (2010).
- Çiftçi, C.Y., “Dünyada ve Türkiye'de Yemelik Tane Baklagiller Tarımı”, *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Yayınlar Dizisi*,5, Ankara, (2004).
- Deveoğlu, O., Karadağ, R., “Genel Bir Bakış: Doğal Boyarmaddeler”, *Fen Bilimleri Dergisi*, 23: 21-35, (2011).
- Devries, J.W., Prosky, L., Li, B., Cho, S., “A Historical Perspective of Defining Dietary Fiber”, *Cereal Foods World*, 44: 367-369, (1999).
- Dror, Y., “Dietary Fiber Intake for The Elderly”, *Nutrition*, 4: 388-389, (2003).
- Drzikova, B., Dongowski, G., Gebhardt, E., Habel, A., “The Composition of Dietary Fibre-Rich Extrudates from Oat Affects Bile Acid Binding and Fermentation *in vitro*”, *Food Chem.*, 90: 181-192, (2005).
- Dongowski, G., “Interactions Between Dietary Fibre-Rich Preparations and Glycoconjugated Bile Acids *In Vitro*”, *Food Chemistry*, 104: 390-397, (2007).



- Dönmez, M., Cankurtaran, M., İlseven, S., Sancak, N., İpekçioğlu, P., Turan, A.R., “Diyet Lifleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri”, Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu, Düzce, (2010).
- Dueñas, M., Sun, B., Hernandez, T., Estrella, I., Spranger, M.I., “Proanthocyanidin Composition in the Seed Coat of Lentils (*Lens culinaris* L.)”, *J. Agric. Food Chem.*, 51: 7999-8004, (2003).
- Dülger, D., Şahan, Y., “Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri”, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (2) 147-157, (2011).
- Ekici, L., Ercoşkun, H., “Et Ürünlerinde Diyet Lif Kullanımı”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1: 83-90, (2007).
- El, S. N., Şimşek, S., “Food Technological Applications for Optimal Nutrition: An Overview of Opportunities for the Food Industry”, *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, 11: 2-12, (2012).
- Erol, N.I., “Keçiboynuzlu Tarhana Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Haziran, (2010).
- Fuentes-Zaragoza, E., Riquelme-Navarrete, M.J., Sánchez-Zapata, E., Pérez-Álvarez, J.A., “Resistant Starch as Functional Ingredient: A review”, *Food Research International*, 43: 931-942, (2010).
- Fukushima, R.S., Hatfield, R.D. “Comparison of the Acetyl Bromide Spectrophotometric Method with Other Analytical Lignin Methods for Determining Lignin Concentration in Forage Samples”, *Journal of Agric. Food Chem.*, 52: 3713-3720, (2004).
- Funk, C. Grabber, J. H. Steinhart, H., Bunzel, M., “Artificial Lignification of Maize Cell Walls Does Not Affect *in vitro* Bile Acid Adsorption”, *Cereal Chem.*, 85 (1): 14-18, (2008).
- Guillon, F., Champ, M., “Structural and Physical Properties of Dietary Fibres, and Consequences of Processing on Human Physiology”, *Food Res. Int.*, 33: 233-245, (2000).

- Gül, H., “Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi”, Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi, (2007).
- Hamauzu, Y., Mizuno, Y., “Non-Extractable Procyanidins and Lignin are Important Factors in the Bile Acid Binding and Radical Scavenging Properties of Cell Wall Material in Some Fruits”, *Plant Foods Hum. Nutr.*, 66: 70-77, (2011).
- Harris, P.J. and Ferguson, L.R. “Dietary Fibres May Protect or Enhance Carcinogenesis”, *Nutrition Research*, 443: 95-110, (1999).
- Hatfield, R.D., Fukushima, R.S., “Can Lignin Be Accurately Measured”, *Crop Science*, 45: 832-839, (2005).
- Haubrich, Kalsner, Roth, Schaffner, “Bockus Gastroenterology”, *W.B. Saunders*, 5: 2666-2696, (1985).
- Hofmann, A., “Intestinal Absorption of Bile Acids And Biliary Constituents: the Intestinal Component of the Enterohepatic Circulation and the Integrated System”, *Physiology of the Gastrointestinal Tract*, 3<sup>rd</sup> edition., ed: Johnson, L.R., Raven Press, New York, 1845-1865, (1994).
- Hu, G., Yu, W., “Binding of Cholesterol and Bile Acid to Hemicelluloses from Rice Bran”, *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 64: 461-466, (2013).
- Huang, C. M., Dural, N. H., “Adsorption of Bile Acids on Cereal Type Food Fibers”, *J. Food Proc. Eng.*, 18: 243-266, (1995).
- Jarkko, K., Hellstrom, A., Torronen, A., Mattila, P. H., “Proanthocyanidins in Common Food Products of Plant Origin”, *J. Agric. Food Chem.*, 57: 7899-7906, (2009).
- Jiménez-Escrig, A. and Sánchez-Muniz, F.J., “Dietary Fibre From Edible Seaweeds: Chemical Structure, Physicochemical Properties and Effects on Cholesterol Metabolism”, *Nutr. Res.*, 20: 585-598, (2000).
- Kahlon, T.S., Chow, F.I., “*In Vitro* Binding of Bile Acids by Rice Bran, Oat Bran, Wheat Bran and Corn Bran”, *Cereal Chem.*, 77: 518-521, (2000).

- Karkacıer, M., Artık, N. “Keçiboynuzunun (*Ceratonia siliqua* L.) Fiziksel Özellikleri, Kimyasal Bileşimi ve Ekstraksiyon Koşulları”, *Gıda*, 20(3): 131-136, (1995).
- Kay, R.M., Strasberg, S.M., Petrunka, C.N., Wayman, M., “Differential Adsorption of Bile Acids by Lignins”, *Dietary Fibers: Chemistry and Nutrition*, 57-66, (1979).
- Kıroğlu, F., “Keçiboynuzu Meyvesinde Bakır ve Çinkonun Kimyasal Formlarının Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Mersin, (2001).
- Kim, H. J., White, P. J., “Interactional Effects of  $\beta$ -Glucan, Starch, and Protein in Heated Oat Slurries on Viscosity and *in vitro* Bile Acid Binding”, *J. Agric. Food Chem.*, 60: 6217-6222, (2012).
- Kimura, H., Ogawa, S, Sugiyama, A., Jisaka, M., Takeuchi, T., Yokota, K., “Anti-Obesity Effects of Highly Polymeric Proanthocyanidins from Seed Shells of Japanese Horse Chestnut (*Aesculus turbinata* Blume) ”, *Food Res. Int.*, 44: 121-126, (2011).
- Kohama, T., Suzuki, N., Ohno., S., Inoue, M., “Analgesic Efficacy of French Maritime Pine Bark Extract in Dysmenorrhea - an Open Clinical Trial”, *J. Reprod Med.*, 49: 828-832, (2004).
- Köksel, H., Özboy, O., “Besinsel Liflerin İnsan Sağlığındaki Rolü”, *Gıda*, 18 (5): 309-314, (1993).
- Kutos, T., Golob, T., Kac, M., Plestenjak, A., “Dietary Fibre Content of Dry and Processed Beans”, *Food Chem.*, 80: 231-235, (2003).
- Labadie, R.P., Steven, M., Russel, J.M., “Immunomodulatory Compounds. Bioactive Natural Products: Detection, Isolation, and Structure Determination”, London, CRC Press, 279-317, (1993).
- Larusso, N., “The Role of Bile Acids in Intestinal Absorption of Cholesterol”, *Bile Acids in Gastroenterology*, ed: Barbara, L., Dowling, R. H., Hofmann, A. F., Roda, E., MTP Press Ltd., Boston, 183-191, (1983).

- Llobera, A., Canellas, J., “Dietary Fibre Content and Antioxidant Activity of Manto Negro Red Grape (*Vitis vinifera*): Pomace and Stem”, *Food Chemistry*, 101: 659-666, (2007).
- Liu, Y.Z., Cao, Y.G., Ye, Q.J., Wang, W.G., Song, K.J., Wang, X.L., Wang, C.H., Li, R.T., Deng, X.M., “Immunomodulatory Effects of Proanthocyanidin A-1 Derived *in vitro* from *Rhododendron spiciferum*”, *Fitoterapia*, 81: 108-114, (2010).
- Lopez, H.W., Levrat-Verny, M.A., Coudray, C., Besson, C., Krespine, V., Messenger, A., Demigné, C., Rémésy, C., “Class 2 Resistant Starches Lower Plasma and Liver Lipids and Improve Mineral Retention in Rats”, *Journal of Nutrition*, 131: 1283-1289, (2001).
- Mälkki, Y., Virtanen, E., “Gastrointestinal Effects of Oat Bran and Oat Gum: A Review”, *LWT— Food Sci. Tech.*, 34: 337-347, (2001).
- Marles, S., Vandenberg, A., Bett, K.E., “Polyphenol Oxidase Activity and Differential Accumulation of Polyphenolics in Seed Coats of Pinto Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Characterize Postharvest Color Changes”, *Journal of Agric. Food Chem.*, 56: 7049-7056, (2008a).
- Marles, S., Bruce, E., Coulman, E., Bett, K. E., “Interference of Condensed Tannin in Lignin Analyses of Dry Bean and Forage Crops”, *J. Agric. Food Chem.*, 56: 9797–9802, (2008b).
- Merwin, M.L., “The Culture of Carob (*Ceratoni siliqua*) for Food, Fooder and Fuel in Semiarid Enviroments”, International Tree Crops Institute USA Inc., California, (1981).
- Moriera-Vilar, F.C., Siqueira-Soares, R.C., Finger-Teixeira, A., vd., “The Acetyl Bromide Method is Faster, Simpler and Presents Best Recovery of Lignin in Different Herbaceous Tissues than Klason and Thioglycolic Acid Methods”, Reigosa, M., ed. *PLoS ONE*, 9 (10): e110000, doi:10.1371/journal.pone.0110000, (2014).

- Morrison, I.M., Asiedu, E.A., Stuchbury, T., Powell, A.A., “Determination of Lignin and Tannin Contents of Cowpea Seed Coats”, *Annals of Botany*, 76(3): 287-290, (1995).
- Naczki, M., Shahidi, F., “Extraction and Analysis of Phenolics in Food”, *Journal of Chromatography*, 1054: 95-111, (2004).
- Nandakumar, V., Singh, T., Katiyar, S.K., “Multi-Targeted Prevention and Therapy of Cancer by Proanthocyanidins”, *Cancer Letters*, 269: 378-387, (2008).
- Nizamlioglu, N.M., Nas, S., “Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1): 20-35, (2010).
- Owen, R.W., Haubner, R., Hull, W.E., Erben, G., Spiegelhalder, B., Bartsch, H., Haber, B., “Isolation and Structure Elucidation of the Major Individual Polyphenols in Carob Fibre”, *Food and Chem. Toxicology*, 41: 1727-1738, (2003).
- Önür, N.D., Beyler, A.R., “Safra Asitleri Metabolizması”, *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 54(1): 65-76, (2001).
- Özcan, M. M., Arslan, D., Gökçalık, H., “Some Compositional Properties and Mineral Contents of Carob (*Ceratonia Siliqua*) Fruit, Flour and Syrup”, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58 (8): 652-658, (2007).
- Özdem, M.A., “Dünya ve Türkiye’de Kuru Baklagiller”, *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) Bakış*, 7, (2012).
- Pérez-Jiménez, A., Saura-Calixto, S., Jara, F., “Proanthocyanidin Content in Foods is Largely Underestimated in the Literature Data: An Approach to Quantification of the Missing Proanthocyanidins”, *Food Res. Int.*, 42: 1381-1388, (2009).
- Rahman, S., Bird, A., Regina, A., Li, Z., Ral, J.P., McMaugh, S., Topping, D., Morell, M., “Resistant Starch in Cereals: Exploiting Genetic Engineering and Genetic Variation”, *J. Cereal Sci.*, 46: 251-260, (2007).

- Ramulu, P., Rao, P.U., “Total Insoluble and Soluble Dietary Fiber Contents of Indian Fruits”, *Journal of Food Composition Analysis*, 16 (6): 677-688, (2003).
- Roberfoid, M., “Dietary Fiber, Inulin and Oligofructose: A Review Comparing Their Physiological Effects”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33: 103-148, (1993).
- Saldamlı, İ., “Gıda Kimyası”, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, (1997).
- Sa’nchez-Alonso, I., Jime’nez-Escrig, A., Saura-Calixto, F., Borderi’as, A.J., “Effect of Grape Antioxidant Dietary Fibre on the Prevention of Lipid Oxidation in Minced Fish: Evaluation by Different Methodologies”, *Food Chemistry*, 101: 372-378, (2007).
- Sayar, S., Jannink, J. L., White, P. J., “*In vitro* Bile Acid Binding of Flours from Oat Lines Varying in Percentage and Molecular Weight Distribution on  $\beta$ -glucan”, *J. Agric. Food Chem.*, 53: 8797-8803, (2005).
- Sayar, S., Jannink, J. L., White, P. J., “*In vitro* Bile Acid Binding Activity within Flour Fractions from Oat Lines with Typical and High  $\beta$ -glucan Amounts”, *J. Agric. Food Chem.*, 54: 5142-5148, (2006).
- Schmid, T.B.M., Erdman, J.W., Alilaa, M., “Differential Effects of Blueberry Proanthocyanidins on Androgen Sensitive and Insensitive Human Prostate Cancer Cell Lines”, *Cancer Lett*, 231: 240-246, (2006).
- Schneeman, B., “Soluble vs Insoluble Fiber-Different Physiological Responses”, *Food Technol.*, 41: 81- 82, (1987).
- Serrano, J., Puupponen-Pimi, R., Dauer, A., Aura, A.M., Saura-Calixto, F., “Tannins: Current Knowledge of Food Sources, Intake, Bioavailability and Biological Effects”, *Mol. Nutr. Food Res.*, 53: 310-329, (2009).
- Shahidi, F., Liyana-Pathirana, C.M., Wall, D.S., “Antioxidant Activity of White and Black Sesame Seeds and Their Hull Fractions”, *Food Chem.*, 99: 478-483, (2006).
- Shan, B., Cai, Y.Z., Brooks, J.D., Corke, H., “Antibacterial Properties and Major Bioactive Components of Cinnamon Stick (*Cinnamomum burmannii*):

- Activity Against Foodborne Pathogenic Bacteria”, *J. Agric. Food Chem.*, 55: 5484-90, (2007).
- Spanghero, M., Salem, A. Z. M., Robinson, P. H., Chemical composition, including secondary metabolites, and rumen fermentability of seeds and pulp of Californian (USA) and Italian grape pomaces. *Animal Feed Sci. Techn.*, 152, 243–255, (2009).
- Stafford, H. A., “Proanthocyanidins and the Lignin Connection”, *Phytochemistry*, 27: 1-6, (1988).
- Stevens, J.F., Miranda, C.L., Wolthers, K.R., Schimerlik, M., Deinzer, M.L., Buhler, D.R., “Identification and *in vitro* Biological Activities of Hop Proanthocyanidins Inhibition of NOS Activity and Scavenging of Reactive Nitrogen Species”, *J. Agric. Food Chem.*, 50: 3435-3443, (2002).
- Story, J. A., Kritchevsky, D., “Comparison of the Binding of Various Bile Acids and Bile Salts *in vitro* by Several Types of Fiber”, *J. Nutr.*, 106: 1292-1294, (1976).
- Su, X., Howell, A.B., D’Souza, D.H., “Antiviral Effects of Tannins: Current Knowledge of Food Sources, Intake, Bioavailability and Biological Effects”, *Mol. Nutr. Food Res.*, 53: 310 -329, (2010).
- Şenay, F., “Keçiboynuzu’ndan Sıvı Şeker Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2009).
- Taşlıgil, N., “Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.)’nun Coğrafi Yayılışı ve Ekonomik Özellikleri”, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ordu Üniversitesi, *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, Haziran, 2(3), (2011).
- Tenderis, B., “Üzüm Çekirdeğinden Fenolik Madde Ekstraksiyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gebze, (2010).
- Tejado, P., C. Labidi, J., Echeverria, J. M., Mondragon, I., “Physico-chemical Characterization of Lignins from Different Sources for Use in Phenol–formaldehyde Resin Synthesis”, *Bioresource Techn.*, 98: 1655-1663, (2007).

- Theander, O., Westerlund, E. A., “Studies on Dietary Fibre. 3. Improved Procedures for Analysis of Dietary Fibre”, *J. Agric. Food Chem.*, 34: 330-336, (1986).
- Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington, M., Bourgeois, C.M. “Dietary Fibres: Nutritional and Technological Interest”, *Trends Food Sci. Tech.*, 8: 41-48, (1997).
- Torras, M.A.C., Faura, C.A., Schonlau, F., Rohdewald, P., “Antimicrobial Activity of Pycnogenol”, *Phytother Res.*, 19: 647-658, (2005).
- Turhan, İ., Tetik, N., Karhan, M., “Keçiboynuzu Pekmezinin Bileşimi ve Üretim Aşamaları”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2: 39-44, (2007).
- Uslu, H., “Bazı Hidroksi Karboksilik Asitlerin Sulu Çözeltilerinden Ayrılmasının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2005).
- Ünal, S., “Hububat Teknolojisi”, *Ege Üni. Müh. Fak. Çoğaltma Yayını*, İzmir, 29: 216, (1991).
- Villanueva-Suarez, M.J., Redondo-Cuenca, A., Rodriguez-Sevilla, M.D., De Las Waldron, K.W., Parker, M.L., Smith, A.C., “Plant Cell Walls and Food Quality”, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(4): 128-146, (2003).
- Xu, Y., Li, S., Chen, R., Li, G., Barish, P.A., You, W., Chen, L., Lin, M., Ku, B., Pan, J., Ogle, W.O., “Antidepressant-Like Effect of Low Molecular Proanthocyanidin in Mice: Involvement of Monoaminergic System”, *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 94: 447-453, (2010).
- Yılmaz, M. Y., “Keçiboynuzu Suyu Üretim Teknolojilerinin Geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2009).
- Yousif, A.K., Alghzawi, H.M., “Processing and Characterization of Carob Powder”, *Food Chemistry*, 69: 283-287, (2000).
- Yücecan, S., “Sağlıklı Yaşam Sürecinde Fonksiyonel Besinlerin Yeri ve Önemi”, Dünya Sağlık Örgütü Türkiye İrtibat Ofisi, Ankara, 5. Bülten, (2001).



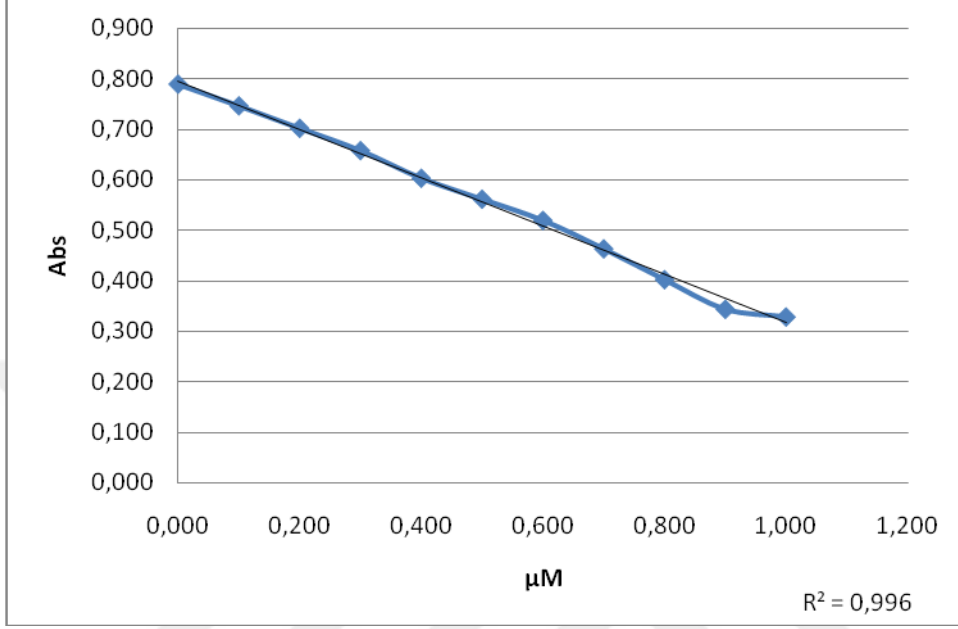
Yücel, O., Güler, A., Gamsızkan, M., Ersöz, N., Eken, A., Şirin, Y.S., Balkan, M., Genç, O., “Proantosiyanidin Allograft Renal Oksidatif Stresi Önleyici Etkisi: Deneysel Bir Çalışma”, *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 16 (1): 7-12, (2010).

Zunft, H.J.F., Lüder, W., Harde, A., Haber, B., Graubaum, H.J., Gruenwald, J., “Carob Pulp Preparation for Treatment of Typercholesterolemia”, *Advances in Therapy*, 18(5): 230-236, (2001).

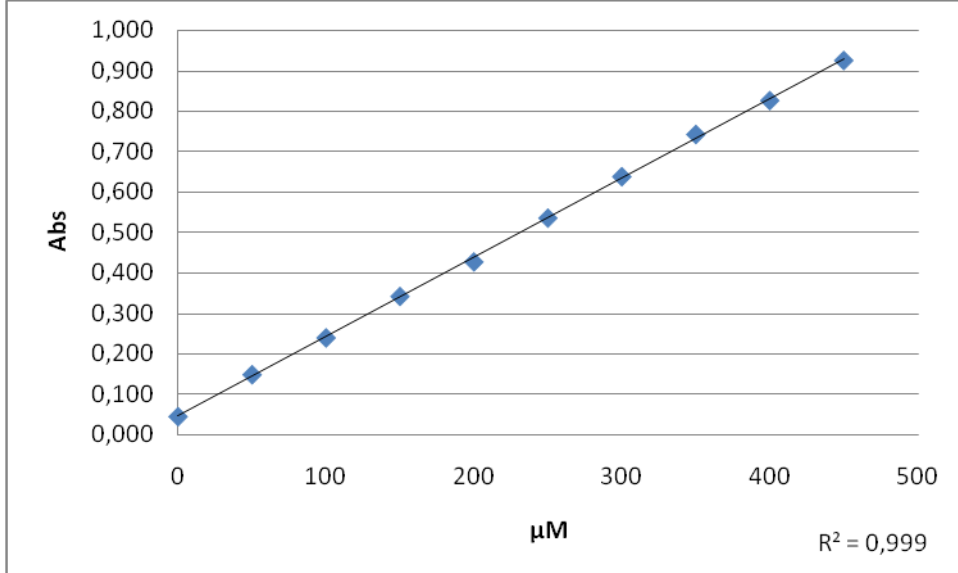
Zunft, H.J.F., Lüder, W., Harde, A., Haber, B., Graubaum, H.J., Koebnick, C., Grünwald, J., “Carob Pulp Preparation Rich in Soluble Fibre Lowers Total and LDL Cholesterol in Hypercholesterolemic Patients”, *European Journal of Nutrition*, 42: 235-242, (2003).

## EKLER

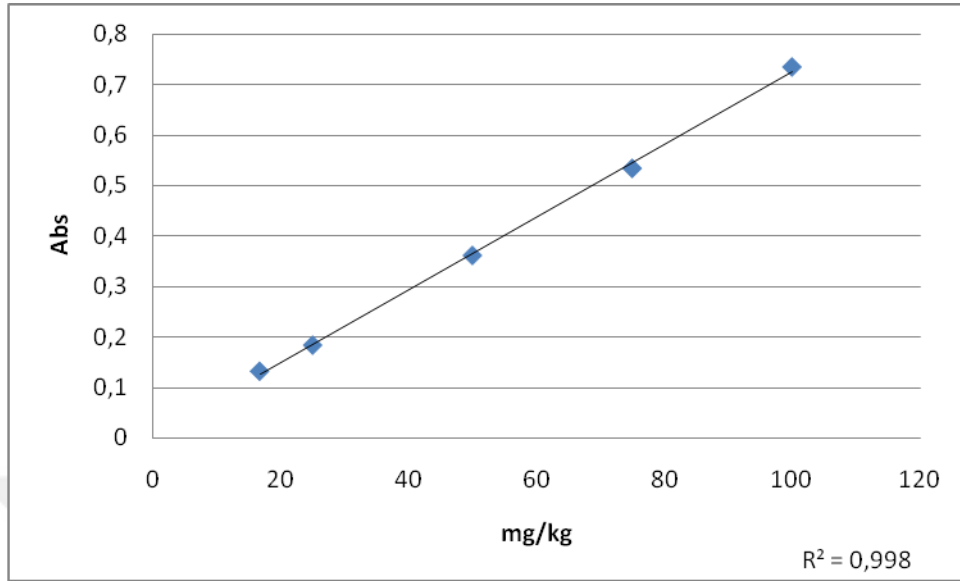
EK-1 DPPH yöntemi ile antioksidan kapasitesi analizinde standart olarak kullanılan TROLOX'un (TE) kalibrasyon grafiği



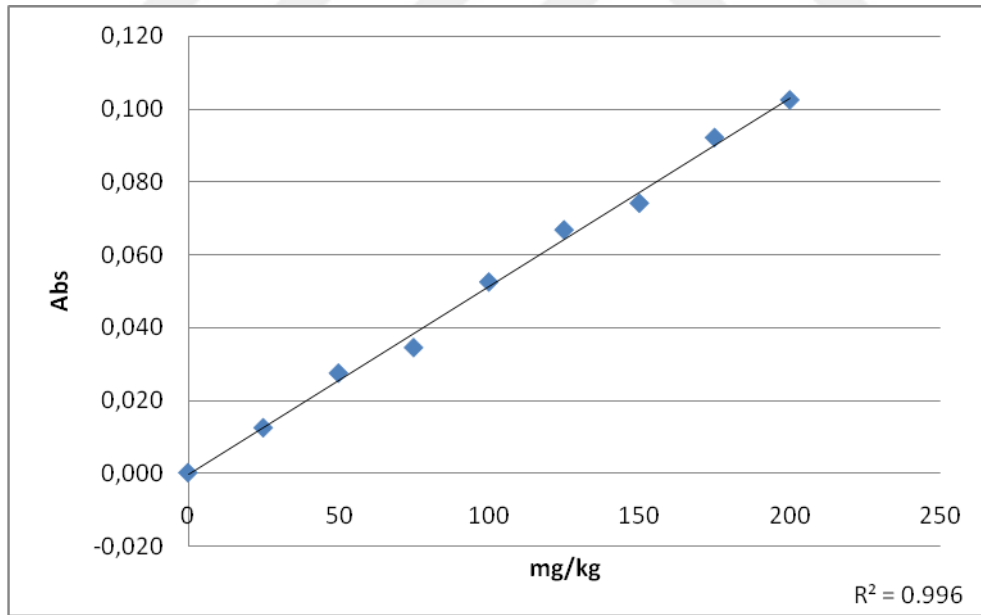
EK-2 FRAP yöntemi ile antioksidan kapasitesi analizinde standart olarak kullanılan TROLOX'un (TE) kalibrasyon grafiği



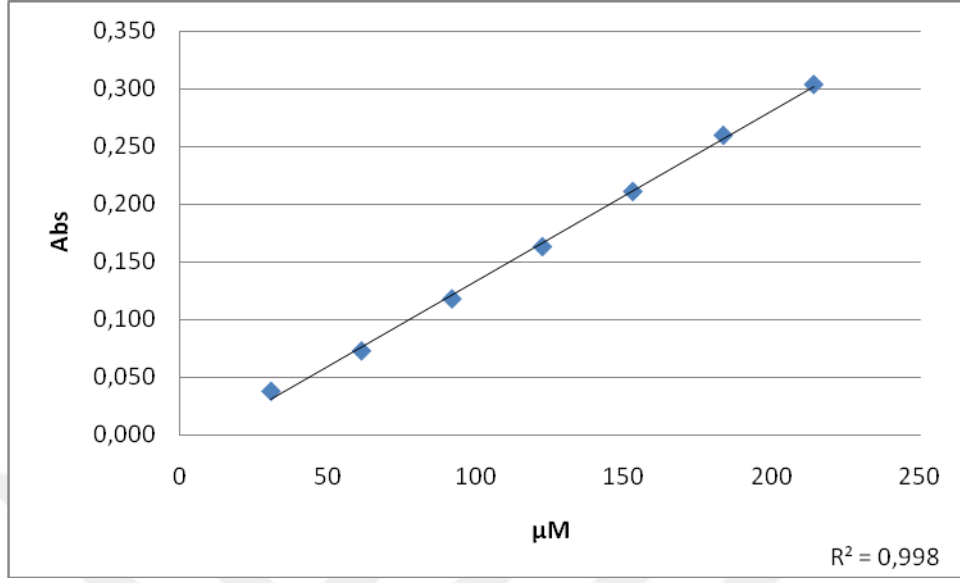
EK-3 Folin Ciocalteu yöntemi ile toplam fenolik madde miktarı analizinde standart olarak kullanılan Gallik Asidin (GAE) kalibrasyon grafiği



EK-4 OPA ve PPA içeriklerinin hesaplanmasında standart olarak kullanılan (±)Kateşin'nin kalibrasyon grafiği



EK-5 SABK analizlerinde standart olarak kullanılan stok çözeltinin kalibrasyon grafiği



## ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ

**Adı-Soyadı:** Özge DURKAN

**Doğum Tarihi:** 08.12.1988

**Eğitim Durumu:**

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Gıda Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2006-2011
Yüksek Lisans	Gıda Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2011-

### ESERLER (Bildiriler)

- Durkan, Ö.**, Sarkın, H., Karaduman, M., “Ar-pat Bar”, Türkiye 3. Ulusal Gıda Ürünleri Geliştirme Yarışması, Harran Üniversitesi, 21-22 Nisan, Şanlıurfa, 2011.
- Serin, S., **Durkan, Ö.**, Sayar, S., “Sensory and textural properties of pogaca made from frozen dough”, 14 th European Young Cereal Scientists and Technologists Workshop, 15-17 Nisan, Copenhagen, 2015.
- Durkan, Ö.**, Serin, S., Sayar, S., “Diyet lifçe Zengin Bazı Gıda Örneklerinin Toplam Fenolik Madde İçerikleri ve Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi”, İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, 28-30 Nisan, Nevşehir, 2015.