



**T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BEBEK EK GIDALARININ ANTIOKSİDAN KAPASİTELERİNİN VE
BİYOALINABİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN

HAZIRLAYAN

**Merve KONAK
501508010**

BURSA-2018



**BEBEK EK GIDALARININ ANTIOKSİDAN
KAPASİTESİNİN VE BİYOALINABİLİRLİĞİNİN
BELİRLENMESİ**

Merve KONAK



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BEBEK EK GIDALARININ ANTIOKSİDAN KAPASİTELERİNİN VE
BİYOALINABİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Merve KONAK

Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2018

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

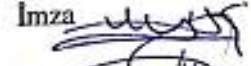
Merve KONAK tarafından hazırlanan "Bebek Ek Gıdalarının Antioksidan Kapasitelerinin ve Biyoalınabilirliklerinin Belirlenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN

Başkan : Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
U.Ü. Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza 

Üye : Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
U.Ü. Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza 

Üye : Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN
U.Ü. Ziraat Fakültesi,

İmza 

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Dilek DÜLGER ALTINER
Kocaeli Üni., Turizm İşlt. ve Otelcilik YO.
Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı

İmza 

Yukarıdaki sonucu onaylarım



Prof. Dr. Ali BAYRAM

Enstitü Müdürü

04/04/2018

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

04/04/2018

Merve Konak

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BEBEK EK GIDALARININ ANTIÖKSİDAN KAPASİTELERİNİN VE BİYOALINABİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Merve KONAK

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN

Bebeklik ve çocukluk dönemi boyunca sağlıklı büyüme ve gelişme için yeterli beslenmenin sağlanması gerekmektedir. Çocukluk dönemindeki yetersiz beslenme, yetişkinlik döneminde sağlık problemleri ile karşılaşma riskini artırmaktadır. Optimum büyüme ve gelişmeyi sağlamak için bebeklerin ilk altı aylık süre boyunca, anne sütü ile beslenmeleri gerekirken, daha sonra ise beslenme gereksinimi için yeterli tamamlayıcı gıdalar almaları gerekmektedir. Bu bağlamda, ilk tamamlayıcı katı gıdalar olarak meyve esaslı ürünler, bebekler için yaygın olarak kullanıldığı için önemlidir. Bununla birlikte, tamamlayıcı gıdalar daha iyi kontrol edilmeli ve gıdaların içerikleri özenle takip edilmelidir. Bu çalışmada, farklı içeriklere sahip bebek ek gıdalarının (tamamlayıcı gıdalar) antioksidan kapasiteleri, toplam fenol içerikleri ve bunların biyoalınabilirliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, ana içeriği meyve olan 24 çeşit farklı formülasyona sahip kavanoz ambalajlı bebek ek gıdaları kullanılmıştır. Antioksidan kapasite ve toplam fenol içeriğinin tayini için iki farklı ekstraksiyon (ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir) metodu kullanılmıştır. Ayrıca, biyoalınabilirliğin belirlenmesi için, mide-bağırsak sistemi koşullarını taklit eden invitro enzimatik ekstraksiyonu metodu uygulanmıştır. Toplam fenol içeriği Folin-Ciocalteau, antioksidan kapasite ise CUPRAC ve ABTS metodları kullanılarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, antioksidan kapasite ile toplam fenolik içerik arasında, güçlü pozitif bir korelasyon olduğu bulunmuştur. Ayrıca, örneklerin, antioksidan özellikleri ve bunların biyoalınabilirlikleri, örneğin içeriğine ve kimyasal bileşime göre değişmiştir. Ticari bebek mamalarında meyve ya da meyve suyunun artan miktarda kullanımının, toplam fenolik miktarında artışa ve antioksidan kapasitesinin ve biyoalınabilirliğinde geliştirilmeye neden olduğu ve böylece bebek ek gıdalarının, sağlık üzerine olumlu etkileri ve nutrasötik özellikleri artırdığı gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: bebek ek gıdası, biyoalınabilirlik, toplam fenolik içerik, CUPRAC, ABTS

2018, viii + 57 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF ANTIOXIDANT CAPACITY AND BIOAVAILABILITY OF BABY FOOD Merve KONAK

Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Yasemin ŞAHAN

Adequate nutrition for healthy growth and development during infancy and childhood needs to be provided. Because childhood malnutrition increases the risk of health problems during adulthood. While feeding with breastfed is sufficient for the first six months, supplementary food intake is obligatory. While, infants should be breastfed for the first six months of life to achieve optimum growth and development, thereafter infants should receive adequate complementary foods for supply nutritional requirements. Fruit-based products are important in this context as they are the first complementary solid foods and widely used for infants. However, complementary food should be better controlled and the contents of foods should be carefully monitored. The aim of the study were investigate the antioxidant capacities, total phenolic content and their bioaccessibility of baby foods (complementary foods) with different contents. In the study, fruit based baby foods that have 24 different formulations were used. The assays of antioxidant capacity and total phenols contents are used two different extraction (extractable and hydrolysable) methods. In addition, for the determination of bioaccessibility, samples were processed by an in vitro digestive enzymatic extraction that mimics the conditions in the gastrointestinal tract. Total polyphenol content was analyzed using Folin–Ciocalteu assay and antioxidant capacities were assessed by CUPRAC and ABTS methods. As a result, strong positive correlations were found between antioxidant capacities and total phenolic contents. In addition, the antioxidant properties and their bioaccessibilities of the samples were changed according to the sample content and chemical composition. The use of fruit or fruit juice in the preparation of commercial baby food has increased amounts of total phenolic contents and improved antioxidant capacity and bioaccessibility, thus increasing the beneficial health effect and nutraceutical properties of the baby meal.

Key Words: Baby food, bioaccessibility, total phenolic content, CUPRAC, ABTS

2018, viii + 57 pages.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm sevgili danışman hocam Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bazı analizlerin yapımında desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Asuman CANSEV'e,

Bölümümde görev yapan ve desteklerini gördüğüm bölüm öğretim üyelerine ve yardımcılara, tüm arkadaşlarıma, laboratuvar çalışmalarım ve analizler sırasında yardımlarını esirgemeyen Merve ATEŞ' e ve Sinem YILMAZ' a,

Tez yazımı konusunda yardım aldığım Dr. Öğr. Üyesi Dilek DÜLGER ALTINER' e,

İstatistik konusunda desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Harun URAN'a,

Beni her zaman destekleyen, yanımda olan babam Mustafa KONAK, annem Zehra KONAK' a ve varlıkları büyük bir armağan olan kardeşlerim Rabia KONAK, Murteza KONAK ve Betül KONAK' a sonsuz teşekkürler...

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen “Bebek Ek Gıdalarındaki Lüzumlu veya Toksik Element Biyoerişilebilirliklerinin In-vitro Yöntemler İle Belirlenmesi” isimli 115Z128 no'lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Merve KONAK

04/04/2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
Sayfa.....	vii
1.GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Beslenme	4
2.2. Bebek Beslenmesi	5
2.3. Bebek Mamasının Tanımı ve Genel Özellikleri.....	7
2. 4. Serbest Radikaller	9
2.5. Antioksidan Bileşikler.....	11
2.6. Fenolik Maddeler	13
2.7. Biyoalınabilirlik	14
2.8. Toplam fenol miktarı	16
2.9. Antioksidan kapasite yöntemleri.....	16
2.9.1. ABTS yöntemi	20
2.9.2. CUPRAC yöntemi.....	23
3.MATERYAL VE YÖNTEM	24
3. 1. Materyal	24
3. 2. Yöntem.....	26
3.2.1. Kuru madde tayini.....	26
3.2.3. pH analizi	26
3.2.4. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu	26
3.2.5. Biyoalınabilirlik	27
3.2.6. Toplam fenol miktarının belirlenmesi.....	27
3.2.7. Antioksidan kapasite tayini	28
3.2.7.1. ABTS yöntemi	28
3.2.7.2. CUPRAC yöntemi.....	29
3.2.8. İstatistiksel Analiz.....	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. Fizikokimyasal Analizler	30
4.2. Toplam Fenol Miktarı	34
4.3. Antioksidan Kapasite Sonuçları.....	37
4.3.1. ABTS Değerleri	37
4.3.2. CUPRAC yöntemi.....	41
4.4. Biyoalınabilirlik	47
5.SONUÇ	51
KAYNAKLAR	52
ÖZGEÇMİŞ	57

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Açıklama

%	Yüzde Değer
°C	Santigrat Derece
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
µmol	Mikromol
G	Gram
Mg	Miligram
mL	Mililitre

Kısaltmalar

Açıklama

ABTS	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite
DPPH	% Serbest radikal yakalama aktivitesi
TEAC	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite
CUPRAC	Bakır (II) indirgeyici antioksidan kapasite
Dk	Dakika
Max	Maksimum
Min	Minimum
Ort.	Ortalama
SD	Standart sapma

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2. 1. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdası üretimi	8
Şekil 2. 2. İçsel antioksidan türleri	12
Şekil 2. 3. Dışsal antioksidan türleri	12
Şekil 2. 4. Besinlerin sindirim aşamaları	16
Şekil 2. 5. ABTS molekülünün kimyasal yapısı	21
Şekil 2. 6. ABTS radikal katyon oluşumunun reaksiyon denklemi	22
Şekil 2. 7. Troloks molekülünün kimyasal yapısı	23
Şekil 2. 8. Bakır(II) – neokuprain [Cu(II)-Nc] reaktifinin antioksidanla reaksiyonu	23
Şekil 4. 1. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının pH ve toplam asitlik değerleri	34
Şekil 4. 2. Ekstrakte edilebilir bileşenler için standart gallik asit kalibrasyon grafiği	35
Şekil 4. 3. Hidrolize edilebilir bileşenler için standart gallik asit kalibrasyon grafiği	35
Şekil 4. 4. Konvensiyonel ve organik olarak üretilen kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının toplam fenol içerikleri	36
Şekil 4. 5. Ekstrakte edilebilir bileşenler için ABTS yöntemi ile yapılan antioksidan kapasite tayininde kullanılan troloks kalibrasyon grafiği	37
Şekil 4. 6. Hidrolize edilebilir bileşenler için ABTS yöntemi ile yapılan antioksidan kapasite tayininde kullanılan troloks kalibrasyon grafiği	40
Şekil 4. 7. Ekstrakte edilebilir bileşenler için ABTS yöntemiyle elde edilen antioksidan kapasite değerleri	40
Şekil 4. 8. Ekstrakte edilebilir bileşenler için CUPRAC yöntemi ile yapılan antioksidan kapasite tayininde kullanılan troloks kalibrasyon grafiği	41
Şekil 4. 9. Hidrolize edilebilir bileşenler için CUPRAC yöntemi ile yapılan antioksidan kapasite tayininde kullanılan troloks kalibrasyon grafiği	42
Şekil 4. 10. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının CUPRAC yöntemiyle elde edilen antioksidan kapasite değerleri	44
Şekil 4. 11. Örneklerin ekstrakte edilebilir içeriklerinin farklı antioksidan kapasite yöntemlerine göre değişimleri	45
Şekil 4. 12. Örneklerin hidrolize edilebilir içeriklerinin farklı antioksidan kapasite yöntemlerine göre değişimler	46
Şekil 4. 13. Toplam fenol içeriğinin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği	47
Şekil 4. 14. ABTS yönteminin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği	48
Şekil 4. 15. CUPRAC yönteminin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği	48
Şekil 4. 16. Toplam fenol içeriği ve farklı antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoalınabilirlik düzeyleri	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2. 2. Reaktif oksijen türleri(ROS).....	9
Çizelge 2. 3. Reaktif nitrojen türleri (RNS)	10
Çizelge 2. 4. Antioksidan kapasite metotlarının sınıflandırılması	18
Çizelge 2. 4. 'ün devamı.....	19
Çizelge 3. 1. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının içerikleri ve özellikleri	24
Çizelge 4.1. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdaların pH, toplam asitlik ve kuru madde içerikleri	32
Çizelge 4. 2. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının toplam fenol içerikleri	37
Çizelge 4. 3. Ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir bileşenlerin ABTS yöntemiyle elde edilen antioksidan kapasite değerleri.....	39
Çizelge 4. 4. Ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir bileşenler için CUPRAC yöntemiyle elde edilen antioksidan kapasite değerleri.....	43
Çizelge 4. 5. Ekstrakte edilebilir bileşenler için toplam fenol ve antioksidan kapasite değerlerinin karşılaştırılması	45
Çizelge 4. 6. Biyoalınabilirlik değerleri	50

1.GİRİŞ

Beslenme, canlıların gelişme ve yaşam faaliyetlerini sürdürebilmeleri için gerekli gıdaları çevrelerinden almasıdır. Diğer bir tanımlama ile gerekli besin maddelerinin organizmaya alınması ve organizmanın bunları enerji ve yapı maddesi olarak kullanmasıdır (Zimmerman ve Snow 2012).

Özellikle bebeklik ve çocukluk çağında beslenmenin amacı, yaş, cinsiyet, fiziksel aktivite gibi dış faktörlere göre yeterli enerji ve besin sağlamaktır (WHO 2011).

Bebekler, optimal büyüme, gelişme ve sağlıklı yaşam için ilk altı ay boyunca sadece anne sütü ile beslenmelidir. Daha sonra, gelişen ve değişen beslenme gereksinimlerini karşılamak için bebekler, yeterli ve güvenli tamamlayıcı gıdalar almalıdır. Bebek beslenmesinde kullanılan gıdaların kısa ve uzun vadede, sağlıklı büyüme ve gelişme üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Bebeklik ve çocukluk dönemi boyunca sağlıklı büyüme ve gelişme için yeterli beslenmenin sağlanması gerekmektedir. Çünkü çocukluk dönemindeki yetersiz beslenme, yetişkinlik döneminde hastalıklara yakalanma riskini artırmaktadır (Mir-Marqués ve ark. 2014, Grammatikaki ve Huybrechts 2016).

Kardiyovasküler problemler, yüksek tansiyon, nörolojik bozukluklar, diyabet ve obezite gibi bazı hastalıkların, bebeklik ve çocukluk döneminde dengeli ve yeterli beslenme ile önlenilebileceği bildirilmiştir (WHO 2011).

Bebeklerde altıncı ayın sonundan itibaren, tamamlayıcı beslenme şekline geçilmesi gerekmektedir. Böylece emzirmeyi sürdürürken, giderek artan çeşitlilikteki doku, lezzet, aroma ve görünüşle gıdaları tanıtan bir süreç olmalıdır (WHO 2011).

Tamamlayıcı beslenme döneminde, kavanoz ambalajlı bebek ek gıdaları bebeklerin günlük diyetlerine eklenebilmektedir. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdaları farklı içerik ve kompozisyonlarda bulunmaktadır (meyveli, sebze, tahıllı, sütlü veya karışım gibi). İçeriğinde, biyolojik değeri yüksek süt proteinleri, bitkisel proteinler, bitkisel yağlar, karbonhidratlar, diyet lifler, mineraller ve vitaminler bulunabilmektedir. Bazı ürünler

vitamin ve mineraller ile de zenginleştirilebilmektedir. Bebek ek gıdaları, yapay renklendirici, aroma ve katkı maddeleri içermemektedir. Bebeklerde kullanılacak tamamlayıcı besinlerin taze olarak hazırlanması önerilmekle birlikte, özellikle çalışan annelerin besin hazırlamada yaşadıkları zorluklar nedeniyle, seyahatler sırasında ve ürün çeşitliliğini sağlayabilmek için tamamlayıcı besinler olarak kavanoz ambalajlı bebek ek gıdaları önerilebilmektedir (Köksal ve Özel 2008).

Kullanılan tamamlayıcı ek gıdaların güvenli ve besinsel ihtiyaçları karşılayacak düzeyde olması gerekmektedir. Çocuklara yönelik olarak üretilen gıdalar, hem içerik hem de üretim yöntemi açısından daha iyi kontrol edilmeli ve majör ve minör bileşenler yönünden içerikleri özenle takip edilmelidir (Do Nascimento Da Silva ve ark. 2013).

Tamamlayıcı ek gıdalar, minör bileşenler açısından ele alındığında, özellikle antioksidatif özellikler ön plana çıkmaktadır. Antioksidanlar, “düşük konsantrasyonlarda, organik bileşiklerin serbest radikal mekanizmalı oksidasyonunu engelleyen veya önleyen bileşiklerdir” şeklinde tanımlanabilmektedir. Antioksidatif özellikleri oluşturan başlıca bileşenlerden biri, fenolik bileşiklerdir. Fenolik bileşikler, antioksidan özellikleri nedeniyle dejeneratif hastalıklara karşı koruyucu özelliklere sahiptirler. Ayrıca araştırmalar fenolik bileşenlerin, kardiyovasküler hastalık, iskemik inme, tip II diyabet, metabolik sindirim ve gastrointestinal kanser oluşum riskini azaltmaya yardımcı olduğunu göstermiştir (Dykes ve Rooney 2007).

Bununla birlikte gıda içeriğindeki antioksidan bileşiklerin miktarından çok, bu bileşenlerin vücuda alınma ve kullanılma oranı önemlidir. Diğer bir deyişle biyoyararlılığı önem taşımaktadır. Biyoyararlılık terimi bir gıdadaki; organizmada depolanmak veya fizyolojik fonksiyonlarda kullanılmak için var olan biyoaktif besin maddesini ifade etmektedir. Bir diğer deyişle, gıdada var olan besin maddesinin, gastrointestinal şartlarda, çözünebilen forma dönüşen yani bağırsakta emilen miktarıdır (Rebelleto ve ark. 2015).

Biyoyararlık, mikronutrient eksikliklerinde, kilit noktadır. Çünkü gıdadan alınan toplam bileşenlerden çok azı emilmekte, depolama ve metabolik fonksiyonlar için

kullanılmaktadır. Biyoyararlılık çalışmaları oldukça zahmetli çalışmalar olup in-vivo koşullarda yürütülmektedir. Bu nedenle biyoyararlılık çalışmalarına yol gösterici olması nedeniyle, biyoalınabilirlik çalışmaları yapılmaktadır. Biyoalınabilirlik, sindirim sisteminde gıda yapısından ayrılan ve bağırsaklarda emilim için hazır hale gelen bileşenlerin miktarı olarak tanımlanmaktadır. Biyoalınabilirlik; gıdanın, vücut tarafından özümsenebilen şekle dönüştürülene kadar olan sindirim olaylarının tümünü ve bağırsak epitel hücreleri tarafından emilimini kapsamaktadır. Biyoalınabilirlik analizleri besinsel içerikle ilgili iddiaların tümüne adapte olabilen genel deneysel teknikler (bütün gıda tipleri için ortak teknikler) kullanılarak yapılmaktadır (Fernández-García ve ark. 2009).

Bu çalışmada, ana bileşenini meyve-sebzenin oluşturduğu farklı içeriklere sahip kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının toplam fenol içerikleri ve antioksidan kapasitelerinin ve bunların biyoalınabilirliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Beslenme

Organizmaların besinleri elde etme ve onları metabolize etme süreçleriyle, besinlerin yaşamsal faaliyetlerde kullanılma süreçlerinin bütünü beslenme olarak tanımlanabilir. Besinler vücudun temel işlevlerini yerine getirmesi için gerekli maddelerdir. İnsan vücudu besinleri sentezleyemediği için diyetle almak zorundadır. Besinler büyüme, gelişme ve fizyolojik işlevlerin sürdürülmesi için kullanılmaktadır. Yüksek miktarda ihtiyaç duyulan besin öğeleri makro, daha düşük miktarlarda ihtiyaç duyulanlar mikro besin öğeleri olarak adlandırılmaktadır. Makro besin öğeleri; karbonhidratlar, lipidler, proteinler ve sudur (Zimmerman ve Snow 2012).

Karbonhidratlar; C, H ve O'dan oluşan moleküllerdir. Karbonhidratların başlıca kaynakları; tahıllar, meyveler ve patates gibi nişastalı sebzelerdir. Vücutta başlıca enerji ve lif kaynağı olan besin öğeleridir (Zimmerman ve Snow 2012).

Lipidler; C, H ve O'den oluşan moleküllerle benzer olsalar da karbonhidratlar gibi suda çözünmezler. Lipidler hücre zarının yapısına katılma, organları çevreleme ve koruma, sıcaklığı düzenleme gibi görevlerde bulunurlar (Zimmerman ve Snow 2012).

Proteinler; aminoasit zincirlerinden oluşan makromoleküllerdir. Aminoasitler C, H, O ve N'dan oluşmakla birlikte farklı elementleri ve bileşikleri de içerebilmektedirler. Protein içeriği yüksek gıdalar olarak, etler, süt ürünleri, yumurta, deniz ürünleri ve baklagiller sayılabilir. Proteinler vücudumuzdaki birçok yapının oluşumunda rol almakta ayrıca vücutta gerçekleşen birçok kimyasal olayda proteinler aracılığı ile gerçekleşmektedir (Zimmerman ve Snow 2012).

İnsan vücudunun %60'ından fazlasını su oluşturmaktadır. Su olmadan vücutta hiçbirşey taşınmaz ve kimyasal reaksiyonlar gerçekleşemez. Su aynı zamanda vücut sıcaklığının stabilitesini de sağlamaktadır (Zimmerman ve Snow 2012).

Mikro besin öğeleri; vücutta çok daha az miktarlarda ihtiyaç duyulan ama vücut fonksiyonlarının sürdürülmesi için gerekli olan besin öğeleridir. Karbonhidrat, lipid ve proteinlerin aksine mikronutrientler direkt olarak enerji sağlamazlar (Zimmerman ve Snow 2012).

Mikro besin öğelerinden olan mineral maddeler; toplam vücut ağırlığımızın yaklaşık olarak % 5-6 sını oluşturan vücut tarafından üretilemediği için gıdalarla alınması zorunlu olan temel besin maddeleridir. Vücutta düzenleyici ve yapısal olarak birçok önemli görevleri bulunmaktadır (Özpinar 2011).

Bir diğer mikro besin grubunu oluşturan vitaminler; gıdalarda doğal olarak bulunan, büyüme ve gelişme gibi fizyolojik fonksiyonlar için gerekli olan organik moleküllerdir. Vitaminler vücut tarafından normal fizyolojik ihtiyaçları karşılayacak kadar yeterli miktarda üretilemezler ve yokluklarında veya yetersizliklerinde spesifik hastalıklara neden olurlar (Combs 2008)

Mikro besin öğelerine ek olarak, vücutta daha az ihtiyaç duyulan ama sağlık açısından çok önemli faydaları olan minör besin öğeleri bulunmaktadır. Bunlardan meyve ve sebzelerde çok miktarda bulunan fenolik bileşenler, sağlık üzerine yararlı etkilerinden dolayı dikkat çekmektedir. Fenolik bileşikler, bir ya da daha fazla aromatik halkaya sahip olan bileşiklerdir. Genel olarak bir ya da daha çok hidroksil grubuna bağlı olarak fenolik asitler, flavonoidler, kumarinler ve tanenler olarak sınıflandırılırlar. Fenolik bileşikler, bitkilerdeki ikincil metabolizma ürünleri olup, bitkilerde üreme ve büyüme gibi temel fonksiyonların sağlanmasına, patojen ve parazitlere karşı savunma mekanizmalarının geliştirilmesine, ayrıca bitkilerde renk oluşumuna katkıda bulunmaktadırlar (Nizamlıoğlu ve Nas 2010).

2.2. Bebek Beslenmesi

Yaşamın ilk aylarında, anne sütü tek başına bebeğin enerji ve besin ihtiyacını karşılayabilmektedir. Anne sütünün içeriği, bebeğin fonksiyonel olarak tam gelişmemiş sindirim, hepatik, nöral, renal, vasküler ve bağışık sistemlerinin gelişimini hızlandıran

eşsiz bir içeriğe sahiptir. Anne sütündeki besinlerin çoğu, absorbe edilmeye ve biyoyararlılığa hazır bir formda bulunmaktadır (NHMRC 2012).

6. aydan sonra bebek diğer gıdalar için gelişimsel olarak hazır olmakta ve sindirim sistemi, süt dışındaki nişasta, protein ve yağı sindirilebilecek olgunluğa ulaşmaktadır. Gelişimin 6. ayından itibaren, bebeğin enerji ve besin gereksinimi artmakta ve tek başına anne sütü bu ihtiyacı karşılamaya yetmemektedir. Bu yüzden enerji ve besin açığını kapatmak için tamamlayıcı besinlere geçiş zorunlu hale gelmektedir (WHO 2011).

Tamamlayıcı beslenme, bebeklerin enerji ve besin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla anne sütüne ek olarak verilen gıda gruplarını kapsamaktadır. Tamamlayıcı gıdalara zamanında başlanmadığında, bebeklerde, besinsel eksiklikler ortaya çıkmakta ve fiziksel, fizyolojik ve mental gelişim periyodunda gecikmeler görülebilmektedir. Pediyatrik beslenme uzmanları, bebeklerin gelişimsel olarak hazır olduğu 4-6 ay arasındaki periyotta, tamamlayıcı gıdalara başlamanın uygun olduğunu bildirmektedir (USDA 2009).

Tamamlayıcı gıdalara başlanırken;

- Bebeğin gelişme basamağı ve besinsel durumu
- Sağlık durumu
- Sosyal faktörler
- Ailenin kültürel, etnik ve dini gıda tercihleri
- Ekonomik şartlar

gibi faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir (USDA 2009). Bebeklerin nörolojik gelişimlerine bağlı olarak tüketebileceği gıda tipleri Çizelge 2.1’de görülmektedir.

Tamamlayıcı gıdalar 2 şekilde sınıflandırılabilir:

- 1. Geçiş gıdaları:** Bebeklerin özel besinsel ve fizyolojik ihtiyaçlarını karşılamak için özel olarak üretilmiş tamamlayıcı gıdalardır.
- 2. Aile yiyecekleri:** Aile tarafından tüketilen gıdaların aynısından çocuklara verilen tamamlayıcı gıdalardır (USDA 2009).

Çizelge 2. 1. Bebeklerin gelişimlerine bağlı olarak tüketebileceği gıda tipleri (USDA 2009).

Yaş(Ay)	Refleks/Beceri durumu	Tüketebileceği gıda tipi	Gıda örnekleri
0-6	Emme ve yutma	Sıvılar	Anne sütü
4-7	Emme gücünde artış Zayıf çiğneme	Püre halinde gıdalar	Meyve ve sebze püreleri
7-12	Isırma ve çiğneme	Ezilmiş ve doğranmış gıdalar	İyi pişirilmiş kıyma Pişirilmiş meyve sebze ezmesi Doğranmış çiğ meyve ve sebze Tahıllar ve ekmek
12-24	Gelişmiş çiğneme hareketleri	Aile yemekleri	

2.3. Bebek Mamasının Tanımı ve Genel Özellikleri

Bebeklerin tüketimine yönelik ticari olarak hazırlanan ve ilk 12 aylık dönemde önerilen bebek mamaları, 4 gruba ayrılmaktadır (Gökçay ve ark. 2012).

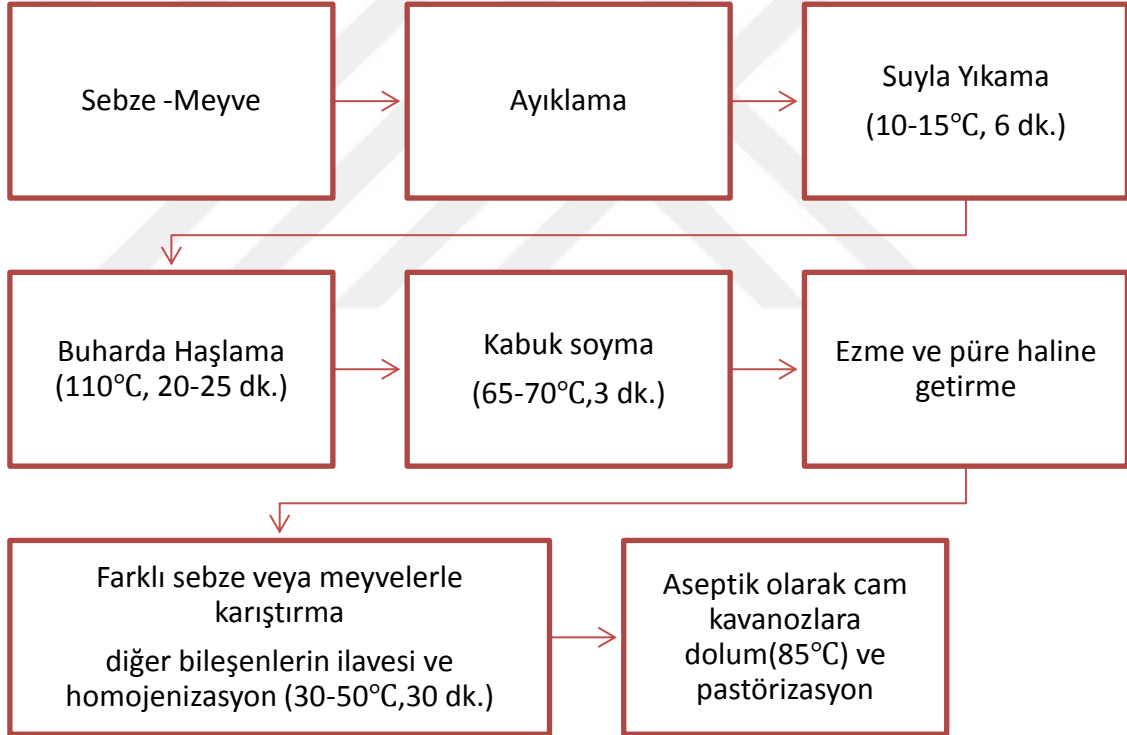
İlk grupta 0-6 ay arası kullanılan bir numaralı mamalar bulunmaktadır. Yaşamın ilk altı ayında kullanılmak için üretilen bir numaralı mamalar bebek sütü, bebek maması, bebek formülü, biberon maması ya da formül süt gibi adlar altında pazarlanmaktadır (Gökçay ve ark. 2012).

İkinci grupta 6. aydan sonrası için üretilen 2 ve 3 numaralı devam sütü, devam formülü ve devam mamaları (follow-on formula) yer almaktadır (Gökçay ve ark. 2012).

Bir diğer grup kaşık mamalarıdır (Gökçay ve ark. 2012).

Dördüncü grupta ise kavanoz ambalajlı bebek ek gıdaları bulunmaktadır. Bu kadar çeşit olmasının en önemli nedeni, bebeğin büyümesine bağlı olarak değişen ve artan ihtiyaçları ve tüketicinin çeşitlilik istemesidir (Gökçay ve ark. 2012).

Dördüncü grupta yer alan kavanoz ambalajlı bebek ek gıdaları çok farklı formülasyonlarda hazırlanabilmektedir (meyveli, sebze, tahıllı, etli, sütü gibi). Bunlardan meyve ve sebze olanlar, en çok tercih edilenlerdir. Meyve ve sebzeler vitamin, mineral, nişasta ve lifleri ve antioksidanlar ve fitosteroller gibi besin olmayan maddeleri içermektedirler. Meyve ve sebzeler, mikronutrient eksikliğinin önlenmesine katkı sağlayarak sağlığı koruyucu bir rol oynamaktadırlar. Meyve ve sebzeler, farklı vitaminleri, mineralleri, antioksidanları ve diyet liflerini yüksek oranlarda içerdikleri için bebeklere tamamlayıcı gıda maddesi olarak verilmeleri tavsiye edilmektedir (WHO 2003). Bu nedenle meyve ve sebze bazlı bebek ek gıdaları, çalışmamızın temel matrisini oluşturmaktadır.



Şekil 2. 1. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdası üretimi (Stepan ve ark. 2005).

Çalışmamızda meyve ve sebze içerikli kavanoz ambalajlı bebek ek gıdaları kullanılmıştır. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdası üretiminde öncelikle, sebze-meyveler uygun olgunluk döneminde toplanırlar. İşletmeye getirildikten sonra suyla yıkanarak toprak, toz gibi kirlerinden arındırılır. Daha sonra ayıklama işlemlerinden geçirilerek

ham, çürük, hastalıklı olanlar ayrılır, sapları çıkartılır. Sebze ve meyveler 110°C sıcaklıkta buharda haşlanır ve kabukları soyulur. Diğer sebze- meyvelerle ve şeker, askorbik asit gibi diğer ingrediyanlarla karıştırılarak, püre haline getirilirler. Püre haline gelen mamalar, aseptik olarak cam kavanozlara doldurulurlar (Stepan ve ark. 2005). Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdası üretimine ait akış şeması Şekil 2.1' de görülmektedir.

2. 4. Serbest Radikaller

Serbest radikaller, atomik yörüngesinde tamamlanmamış elektron içeren, bağımsız hareket edebilme yeteneğine sahip, moleküller olarak tanımlanmaktadır. Tamamlanmamış elektron varlığının bir sonucu olarak, çoğu radikal stabil değildir ve yüksek reaktiviteye sahiptir. Oksidant veya redüktant olarak hareket ederek, diğer moleküllerden elektron alabilirler veya elektron verebilirler. Serbest radikaller homeostatik yıkım ve hücre hasarına yol açarak, önemli makromoleküllere zarar vermektedirler. Serbest radikaller, vücutta bulunan bütün hücelere zarar verebilirler ama başlıca hedefleri; lipidler, nükleik asitler ve proteinlerdir (Mohammed ve ark. 2015).

Serbest radikaller oksijen ve nitrojen kaynaklı olabilirler. Oksijen kaynaklı olanlar reaktif oksijen türleri (ROS) ve nitrojen kaynaklı olanlar reaktif nitrojen türleri (RNS) olarak isimlendirilmektedir (Karabulut ve Gülay 2016). Reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif nitrojen türleri (RNS) sırasıyla Çizelge 2.2 ve Çizelge 2.3'te görülmektedir.

Çizelge 2. 1. Reaktif oksijen türleri(ROS) (Mohammed ve ark. 2015)

Radikaller		Nonradikaller	
Süperoksit	$O_2^{\cdot -}$	Hidrojen peroksit	H_2O_2
Hidroksil	OH^{\cdot}	Hipokloröz asit	$HOCl$
Peroksil	ROO^{\cdot}	Hipobromöz asit	$HOBr$
Alkoksil	RO^{\cdot}	Singlet oksijen	1O_2
Hidroperoksil	HO_2^{\cdot}	Ozon	O_3
Lipid peroksil	LOO^{\cdot}		

Bütün aerobik organizmalar fizyolojik olarak ROS üretmektedirler. Otoksidasyon reaksiyonları sırasında ksantin oksidaz (XO) ile nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADPH) oksidaz gibi enzimlerle endoplazmik retikulumda sitokrom p450 sisteminde meydana gelen elektron kaçaklarından oluşabilmektedirler. Zihinsel stres veya vücut yorgunluğundan kaynaklanan stres, toksik yan ürün olarak serbest radikal üretebilmektedir. Ayrıca kortizol ve kateşolamin gibi hormonlar, vücutta stres reaksiyonlarına yol açarlar. Aynı zamanda bu hormonların kendileri de, serbest radikallere dönüşebilirler. İmmun sistem hücreleri patojenlere yanıt olarak, ROS ve oksi- radikaller üretebilir (Karabulut ve Gülay 2016).

Çizelge 2. 2. Reaktif nitrojen türleri (RNS) (Mohammed ve ark. 2015)

Radikaller		Nonradikaller	
Nitrik oksit	NO^\cdot	Nitrik asit	HNO_2
Nitrojen dioksit	NO_2^\cdot	Nitrosil katyonu	NO^+
		Nitroksil anyonu	NO^-
		Dinitrojen tetroksid	N_2O_4
		Dinitrojen trioksit	N_2O_3
		Peroksinitrit	ONOO^-
		Peroksinitrik asit	ONOOH
		Nitronyum katyonu	NO_2^+
		Nitril klorid	NO_2Cl
		Alkil peroksinitrit	ROONO

Serbest radikaller, biyolojik sistemlerde, ksenobiyotikler ve bazı hastalık süreçleri tarafından tetiklenen anormal reaksiyonların yanısıra, normal hücre sel solunum metabolizmasının bir sonucu olarak da üretilmektedirler (Kehrer 2015).

Yukarıda belirtilen endojen kaynaklara ek olarak; UV ışınlar, X-ray ve gamma ışınları, mikrodalga ışınları, pişirme sırasında organik maddelerin yakılması, orman yangınları, volkanik faaliyetler, asbest, benzen, karbonmonoksit, formaldehit, ozon ve toluen gibi hava kirleticiler, temizlik ürünleri, tutkal, boya, tiner, parfümler ve böcek ilaçları gibi

kimyasallar, kloroform ve diğerk trihalometanlar gibi su kirletici maddeler, alkol ve sigara kullanımı, sigara dumanı, egzoz dumanı gibi eksojen kaynaklar da, serbest radikal oluşuna neden olmaktadır (Karabulut ve Gülay 2016).

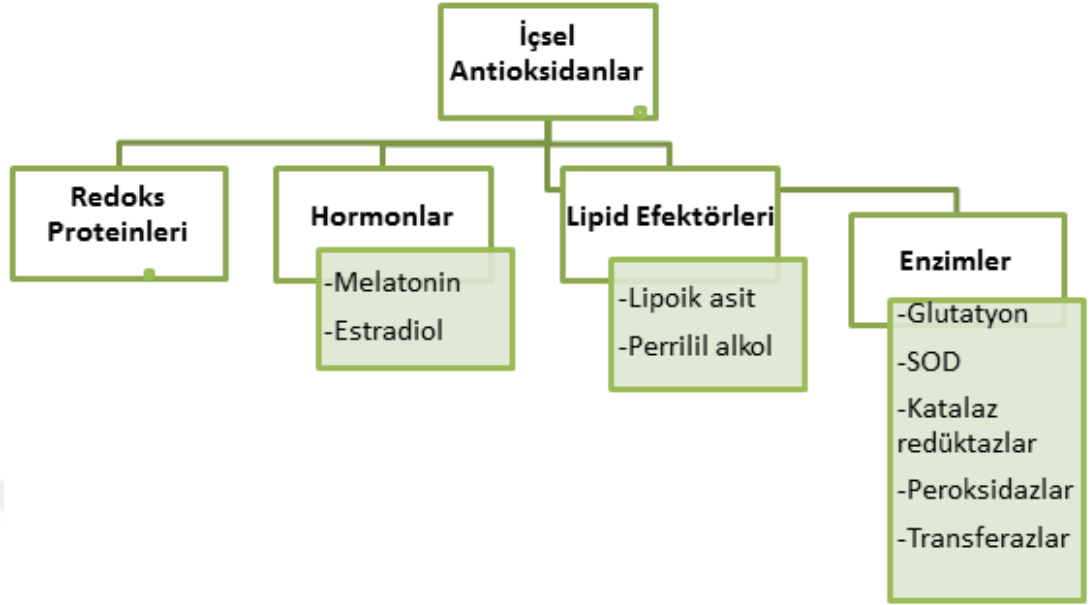
2.5. Antioksidan Bileşikler

Antioksidanlar, oksitlenebilir bir substrata kıyasla, düşük konsantrasyonlarda bile, bu substratın oksidasyonunu önemli ölçüde geciktiren veya inhibe eden madde olarak tanımlanabilmektedir (Young ve Woodside 2000).

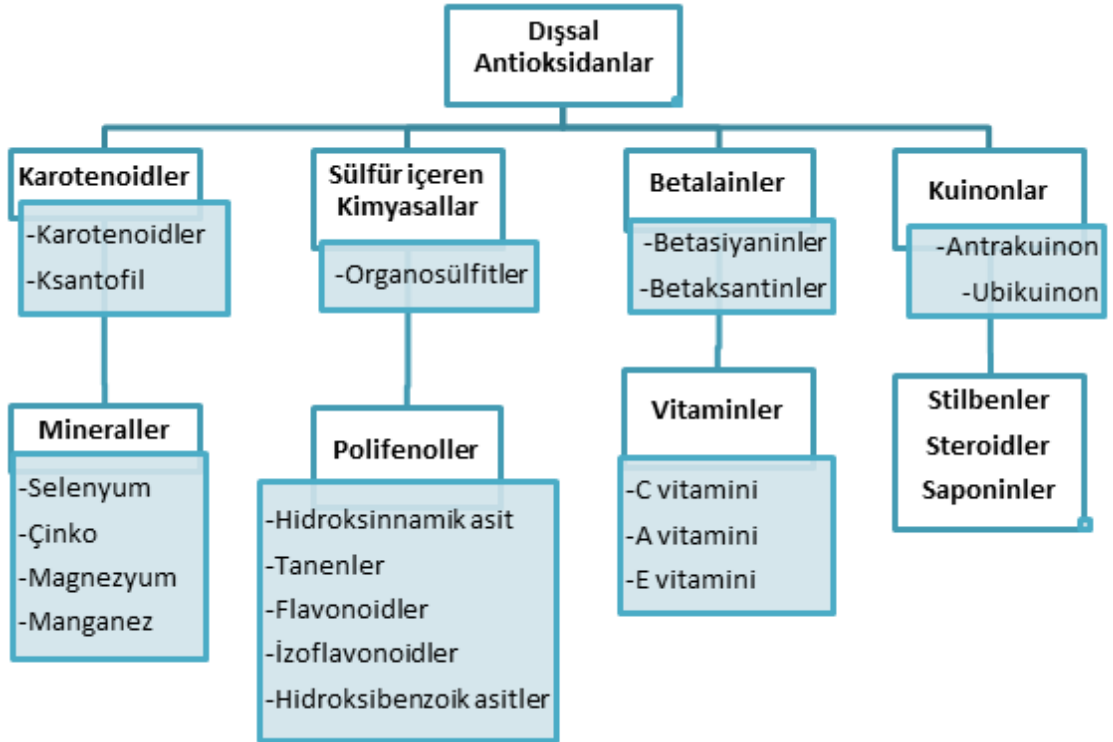
Antioksidanlar, serbest radikallere karşı koruma sağlayan, sağlığın devamı için kritik bileşenlerdir. Serbest radikaller, vücuttaki sağlıklı hücrelere zarar vererek onların yapılarını ve fonksiyonlarını kaybetmesine neden olmaktadır. Antioksidanlar ise hücrelere zarar vermeden, serbest radikalleri etkisiz hale getirme ya da stabilize etme özelliğine sahiptirler (Yadav ve ark. 2016).

Antioksidanlar doğal - yapay olarak ve içsel - dışsal olarak sınıflandırılmaktadır. Doğal antioksidanlar; lipid radikalleri, ROS ve RNS ile reaksiyona giren ve onları daha stabil ürünlere dönüştüren, zincir kırıcı özellikteki antioksidanlardır. Bu grup antioksidanlar, çoğunlukla fenolik yapıdadır. Bununla birlikte antioksidan özellik gösteren mineraller (selenyum), vitaminler (C vitamini, E vitamini), fitokimyasallar (vitamin ya da mineral yapısında olmayan bileşenler) ise doğal antioksidanlar grubuna girmektedir.

Yapay antioksidanlar grubunda ise bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA), bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT), gallatlar, metal şelat ajanı (EDTA), tersiyer bütihidroksikinon (TBHQ), eritorbik asit ve sodyum eritorbat yer almaktadır (Hamid ve ark. 2010). İçsel ve dışsal antioksidan türleri, sırasıyla Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'te görülmektedir. Meyve ve sebzelerde bulunan antioksidanlar, kardiyovasküler hastalıklar, çeşitli kanserler ve nörolojik hastalıklar gibi dejeneratif hastalık riskini azaltmada, önemli bir rol oynamaktadırlar. Dünyada tespit edilen yaklaşık 5000 bitki fenoliği bulunduğu bilinmekte ve model çalışmalar, bu bileşiklerden çoğunun antioksidan kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir (Karadeniz ve ark. 2005).



Şekil 2. 2. İçsel antioksidan türleri (Wootton-Beard ve Ryan 2011).



Şekil 2. 3. Dışsal antioksidan türleri (Wootton-Beard ve Ryan 2011).

2.6. Fenolik Maddeler

Fenolik bileşikler; genel olarak bir veya daha fazla hidroksil grubuyla birlikte benzen halkası içeren bileşenler olarak tanımlanmaktadır. Fenolik bileşikler; fenolik asitler, tanenler, flavanoidler, stilbenler olarak gruplandırılabilirler. Bütün bitkisel kaynaklı gıdalar; görünüş, tat, koku ve oksidatif stabilitelerini etkileyen, fenolik bileşikleri içermektedir (Dykes ve Rooney 2007).

Fenolik bileşiklerin sağlık üzerine etkilerinin incelendiği *in vitro* çalışmalar, serbest radikal süpürücü, enzimatik aktiviteyi düzenleyici, hücre proliferasyonunu inhibe edici, antibiyotik, antialerjik, antidiyareik, antiülseratif ve antiinflamatuvar etki gösterdiklerini belirtmektedir (Uyar ve ark. 2013) Fenolik bileşenlerin, kandaki glikoz ve yağ oranını azalttığı, karbonhidrat, protein, yağ ve DNA gibi makromoleküller üzerine zararlı etkileri olan oksidatif süreçlere karşı koruduğu, kalp hastalıkları ve diyabeti önlemede etkili olduğu, birçok çalışmada belirtilmektedir (Crozier ve ark. 2009, Thilakarathna ve ark 2013, Pereira ve ark. 2004, Mozaffarian ve ark. 2003, Liu ve ark. 2002, Kris-Etherton ve ark. 2002, Hu 2003, Atoui ve ark. 2005, Ghasemzadeh ve Ghasemzadeh 2011).

Fenolik asitler, hidroksibenzoik asitler ve hidroksisinnamik asitler olarak iki sınıfa ayrılmaktadırlar. Hidroksibenzoik asitler; gallik asit, p-hidroksibenzoik asit, vanilik asit, siriñjin asit ve protokateşik asitlerdir. Hidroksisinnamik asitler C6-C3 yapısına sahip olup; kumarik, kafeik, ferulik ve sinapik asitleri içerirler. Fenolik asitlerin, tahıllarda, hem serbest hem de bağlı formlarda buldukları belirtilmektedir (Dykes ve Rooney 2007).

Flavanoidler; üçlü karbon bağıyla bağlanan iki aromatik halkayı içeren C6-C3-C6 yapılı bileşiklerdir. Flavonoidler, antosiyaninler, flavanoller, flavonlar, flavanonlar ve flavonoller olarak gruplandırılmaktadır. Doğada 5.000'den fazla flavonoid bulunduğu bilinmektedir. Antosiyaninler bitkilerde kırmızı, mor, mavi renk oluşturan suda çözünebilen pigmentlerdir. Flavonoidlerin antioksidan, antikanser, antialerjik,

antiinflamatuvar, antikarsinojenik ve mide koruyucu özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Dykes ve Rooney 2007).

Proantosiyandinler veya prosiyadinler olarak da adlandırılan tanenler, polimerize flavanol birimlerinden oluşurlar. Buldukları gıdalara buruk bir tat katmaktadırlar. Tanenler, protein, karbonhidrat ve minerallere bağlanarak, bunların sindirilebilirliğini azaltmaktadırlar. Monomerik fenolik bileşenlerle kıyaslandığında, in vitro şartlarda yüksek antioksidan kapasiteye sahiptirler. Buna ek olarak bu bileşenlerin, antikarsinojenik, kardiyovasküler ve kolesterol düşürücü özelliklere de sahip olduğu rapor edilmiştir (Dykes ve Rooney 2007).

Stilbenler, yapılarında aromatik halka yerine, hidroksil grup ile birlikte 1,2-difeniletilen içermektedirler. Monomer veya oligomer formunda bulunabilen stilbenlerden en iyi bilinenleri, trans-resveratrol olup trihidroksistilben iskelet yapısına sahiptir. Üzüm, şarap, soya, fıstık ve fıstık ürünleri, başlıca stilben kaynaklarıdır (Ozcan ve ark. 2014).

2.7. Biyoalnabilirlik

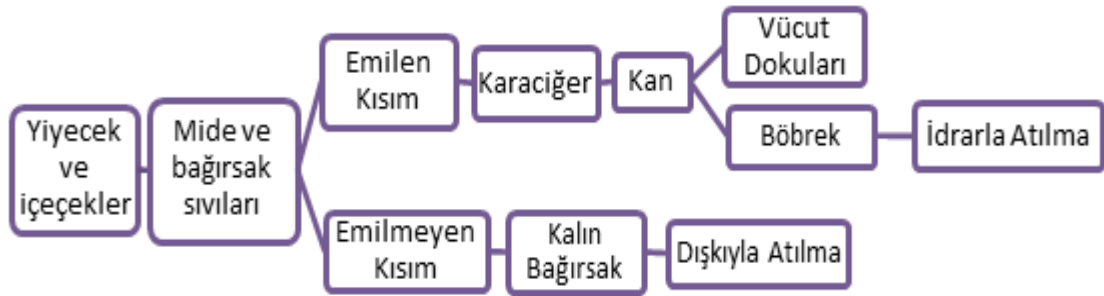
Bir gıdanın sağlık üzerindeki etkileri ve hastalık riskini azaltmada ne kadar etkili olduğu biyoaktivite çalışmalarına göre belirlenebilmektedir. Her bir sağlık yararı için özel yaklaşımlar içeren biyoaktivite çalışmaları için kullanılan in vivo, ex vivo ve in vitro deneysel modeller bulunmaktadır. Biyoaktiviteyi ölçmek için kullanılan deneysel prosedürler, belirlenecek özelliğe yönelik olup, oldukça spesifiktir. Bu nedenle herbir özelliği tespit eden ortak bir sistem bulunmamaktadır. Biyoaktiviteyi tanımlamak için geliştirilen in vitro metotlar, antioksidan, antiinflamatuvar, antitümör gibi farklı aktivite belirlenmesini içermektedir. Bu metotlar, biyoaktivite ölçümlerinin pratik ve ekonomik potansiyeline büyük bir destek sağlamaktadır (Fernandez-Garcia ve ark. 2009).

Biyoyararlılık terimi bir gıdadaki; organizmada depolanmak ya da fizyolojik fonksiyonlarda kullanılmak için var olan biyoaktif besin ögesini ifade etmektedir. Bir diğer deyişle, gıdada var olan besin ögelerinin gastrointestinal şartlarda çözünebilen forma dönüşen miktarı yani bağırsakta emilen ve vücut fonksiyonları için kullanılan miktardır (Rebelleto ve ark. 2015). Biyoyararlılık, mikronutrient eksikliklerinde kilit

noktadır. Çünkü gıdadan alınan toplam bileşenlerden çok azı emilmekte ve depolamada ve metabolik fonksiyonlar için kullanılmaktadır (Fernandez-Garcia ve ark. 2009).

Biyoyararlılık; sindirim, gıda yapısından ayrılabilme, bağırsak hücreleri tarafından alınma ve vücut hücrelerine taşınma süreçleriyle alakalıdır. Ancak biyoyararlılığın in vitro (yapay koşullarda) metotlarla tam olarak ölçülmesi olanaksızdır. Ayrıca besin durumu, yaş, genotip, fizyolojik durum (hamilelik, laktasyon, obezite gibi), kronik ve akut enfeksiyon hastalık durumları, hidroklorik ve gastrik asit salgıları ya da yapısal faktörler gibi besin emilimini etkileyen faktörlerin, in vitro olarak değerlendirilebilmesi mümkün değildir. Fakat in vitro biyoyararlılık/biyoalınabilirlik metotları, besin maddeleri ve gıda bileşenleri arasında olabilecek etkileşimler, luminal faktörlerin (pH ve enzimler) etkisi, gıda matriksinin kendine özgü yapısı hakkında bilgi sağlamak için yararlıdır. Aynı zamanda in vitro metotlar, hayvanlar ve insanlar üzerinde yapılan çalışmalara nazaran daha ucuz, hızlı ve deneysel farklılıkların daha iyi kontrol edilebilmesine olanak sağlamaktadır (Etcheverry ve ark. 2012).

Bu nedenlerden dolayı, biyoyararlılık çalışmalarına yol gösterici olması nedeniyle, biyoalınabilirlik çalışmaları yapılmaktadır. Biyoalınabilirlik, sindirim sisteminde gıda yapısından ortaya çıkan ve intestinal emilim için hazır hale gelen bir bileşenin miktarı, olarak tanımlanmaktadır. Biyoalınabilirlik; gıdanın vücut tarafından özümsenebilen şekle dönüşene kadar olan sindirim olaylarının tümünü ve bağırsak epitel hücreleri tarafından emilimini kapsamaktadır. Biyoalınabilirlik analizleri, besinsel içerikle ilgili iddiaların tümüne adapte olabilen genel deneysel teknikler (bütün gıda tipleri için ortak teknikler) kullanılarak yapılmaktadır (Fernández-García ve ark. 2009).



Şekil 2. 4. Besinlerin sindirim aşamaları (Holst ve Williamsan 2008).

2.8. Toplam fenol miktarı

Meyve ve sebzelerdeki toplam fenol içeriğini belirlemek için oluşturulan orjinal Folin-Ciocalteu(FC) spektrofotometrik metodu, 1927’de Folin ve Ciocalteu tarafından bulunmuştur. Daha sonra Singleton ve Rossi tarafından modifiye edilmiştir (Lester ve ark. 2012). FC metodu özel bir cihaza ihtiyaç duyulmayan, kullanışlı ve kolay bir metottur (Chen ve ark. 2015).

Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak, fenolik bileşenlerin miktarının belirlenmesi, yaygın bir metottur. Bu metot sarı molibdotungstofosforik heteropolyaniyon reaktifi tarafından alkali fenol çözeltisinde oksidasyon gerçekleşmesi ve oksidasyon sonucu oluşan mavi molibdotungstofosfatın, kolorimetrik ölçümüne dayanmaktadır. Bu mavi pigmentler, çözeltinin pH’ının (genellikle sodyum karbonat eklenerek oluşturulan) yanısıra fenolik karışımın miktarına ve niteliğine bağlı olarak maksimum emilime sahiptirler. Çoğunlukla Singleton ve Rossi tarafından daha sonra diğer araştırmacılar tarafından üstünde çalışılan metodun varyasyonları, sodyum karbonatın başlangıç ve final konsantrasyonları, reaktiflerin eklenme süreleri ve zamanları, reaksiyonun inkübasyon sıcaklığıyla alakalıdır. Metotta kullanılabilen dalga boyları 700-760 nm aralığında; hacim ise 2-100 ml aralığında değişebilmektedir (Cicco ve ark. 2008).

FC metodunun dezavantajı, fenolik olmayan indirgeyici moleküller tarafından da etkilenebilir olmasıdır. Bu metot toplam fenol içeriğini belirlemeye katkı sağlayan kolay okside olabilen maddelerin seçimli oksidasyonuna bağlı olduğu için fenollerin yanısıra, aromatik aminler, sülfür dioksit, askorbik asit ve endioller gibi diğer kolay okside olabilen maddeler de, FC reaktifiyle etkileşime girebilmektedir. Bu nedenden dolayı, bulunan parametreler, FC indirgeme kapasitesi olarak belirtilmektedir ve sonuçlar diğer sık kullanılan antioksidan metotları tarafından belirlenen antioksidan aktivite değerleriyle, ilişkilendirilmektedir (Rover ve ark. 2013).

2.9. Antioksidan kapasite yöntemleri

Potansiyel besinsel ve iyileştirici etkilerinden dolayı, doğal antioksidanlara olan ilgi, son yıllarda artmaktadır. Epidemiyolojik çalışmalar günlük olarak insan beslenmesinde daha yüksek oranda doğal antioksidan (vitaminler, karotenoidler, fenolikler) alımının, kardiyovasküler hastalıklara, katarakt, kanser ve yaşlanmayla ilgili hastalıklara karşı, koruma sağlayabildiğini göstermektedir (Büyüktüncel ve ark. 2014).

Antioksidan aktivite, genellikle reaktif türlerin etkisiz hale getirilmesi için antioksidan etki kinetiği ile ilgili birim zaman başına reaksiyon oranları veya süpürücü yüzdeler olarak ifade edilmektedir. Antioksidan kapasite ise reaktif türlerin antioksidanlar tarafından termodinamik dönüşüm etkinliğini (örneğin sabit bir süre boyunca 1 mol antioksidan tarafından atılan reaktif türlerin mol sayısı gibi) ifade etmektedir. Antioksidan araştırmalarda her ikisi de önemlidir ve bu iki terim arasında ayırım yapmak için özen gösterilmelidir; bunlar sıklıkla birbirinin yerine kullanılmakta ve bu nedenle karıştırılmaktadır. Çünkü “toplam antioksidan kapasite” (TAC) terimi, karmaşık bir örnekte bulunan tüm antioksidanların işbirlikçi (katkı ve muhtemelen sinerjistik / antagonistik) etkisinin göstergesi olduğundan, birçok araştırmacı tarafından, gıda veya plazmadaki antioksidatif savunmaları değerlendirmek, bireysel antioksidan bileşenlerin konsantrasyonlarını ayrı ayrı belirlemekten, daha kullanışlı bir parametre olarak düşünülmektedir (Apak ve ark. 2016).

Son yıllarda antioksidanlar üzerine yapılan çalışmalar, ciddi derecede artmıştır. Gıda, botanik, nutrasötikler ve diğer diyet takviyelerinde antioksidan kapasiteyi rutin olarak değerlendirmek için standardize edilebilen, birçok analitik metot bulunmaktadır (Moharram ve Youssef 2014). Bu metotlar spektrometrik, elektrokimyasal ve kromatografik metotlar olarak üç ana başlıkta toplanmaktadır. Bu metotlar Çizelge 2. 4.'de görülmektedir.

Antioksidan kapasite belirleme yöntemleri, kimyasal reaksiyon açısından değerlendirildiğinde ise tek elektron transferi reaksiyonuna (ET) ve hidrojen atom transferi yöntemine (HAT) dayanan metotlar olarak sınıflandırılabilir. HAT bazlı metotların çoğunluğu, azo bileşiklerin dekompozisyonuyla, termal olarak üretilen

peroksil radikalleri için antioksidan ve substrat rekabeti içeren, bir reaksiyon düzeni ihtiva etmektedir (Apak ve ark. 2007).

Bu metotlardan bazıları;

- İndüklenmiş düşük yoğunluklu lipoprotein otooksidasyonunun inhibisyonu
- Oksijen radikal absorban kapasitesi(ORAC)
- Toplam radikal yakalama antioksidan katsayısı(TRAP)
- ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sülfonik asit)) radikal yakalayıcı
- Krosin ağartma metotlarıdır (Apak ve ark. 2007).

Bu metotların çoğu kinetik bazlıdır, yani antioksidan ile radikal reaksiyonun termodinamik dönüşüm yeteneğinden ziyade, daha fazla oranıyla ilgilidir (Apak ve ark. 2007).

Çizelge 2. 3. Antioksidan kapasite metotlarının sınıflandırılması (Pisoschi ve Negulescu 2011; Moharram ve Youssef 2014)

Antioksidan Kapasite Metodu	Metodun Prensipli	Son ürün tanımlanması
Spektrometrik Metotlar		
DPPH	Organik bir radikalle antioksidan reaksiyonu	Kolorimetre
ABTS	Organik bir radikalle antioksidan reaksiyonu	Kolorimetre
CUPRAC	Antioksidanlar tarafından Bakır(II)'nin Bakır(I)'e indirgenmesi	Kolorimetre
FRAP	Demir(III) ile antioksidan kompleksi	Kolorimetre
ORAC	Peroksil radikal ile antioksidan reaksiyonu	Floresinin floresans kaybı
TRAP	Luminol türevli radikalleri süpüren antioksidan kapasite	Kemilüminesans söndürme
Elektrokimyasal Teknikler		
Dönüşümlü voltametri	Çalışma elektrodunun	Katodik/Anodik piklerin

Çizelge 2.4' ün devamı

	potansiyeli başlangıç değerinden son değere kadar doğrusal olarak değişir ve ilgili akım yoğunluğu kaydedilir.	yoğunluğunun ölçülmesi
Amperometri	Çalışma elektrodunun potansiyeli referans elektroduna göre sabit bir değere ayarlanır.	Bir elektroaktif analitin indirgenmesi ve yükseltgenmesi ile üretilen akım yoğunluğunun ölçülmesi
Biamperometri	Analitin(antioksidan) geri dönüşlü bir redoks çiftinin oksitlenmiş formu ile reaksiyonu	İki özdeş çalışma elektrodu arasında akan akımın ölçülmesi
Kromatografik Metotlar		
Gaz Kromatografisi(GC)	Karışımındaki bileşenlerin ayrılması hareketli bir gaz fazı ve sabit bir sıvı faz arasındaki yeniden ayrılmaya dayanmaktadır.	Alev iyonizasyonu veya termal iletkenlik bulma
Yüksek performanslı sıvı kromatografisi(HPLC)	Karışımındaki bileşenlerin ayrılması farklı polaritedeki hareketli bir sıvı faz ile sabit bir katı faz arasındaki hareketli fazın yüksek akışı ve basıncıyla yeniden ayrılmasına dayanmaktadır.	UV-VIS tanımlama, floresans, kütle spektrometresi veya elektrokimyasal tanımlama

Reaksiyonun hem kinetik hem de termodinamik yönüyle ilgili olan ORAC, istisna bir metottur. Diğer yandan ET bazlı metotlar, indirgenince rengi değişen bir oksidanın indirgenmesini sağlayan antioksidanın, kapasitesini ölçmektedir. Renk değişim derecesi, örnekte bulunan antioksidanların konsantrasyonuyla ilişkilidir. Bu metotlar

genel olarak ilgili redoks reaksiyonu için belirli bir zaman belirlemede ve termodinamik dönüşüm sürecini ölçmektedirler (Apak ve ark. 2007).

ET bazlı metotlar:

- Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC)
- 2,2-difenil 1-1-pikril hidrazil (DPPH) serbest radikal yakalayıcı
- Folin-Ciocalteu reaktifi metodu (FCR)
- Ferrik indirgeyici antioksidan güç (FRAP)
- Bakır(II) indirgeyici antioksidan kapasite (CUPRAC)

Bir örneğin indirgeme kapasitesi onun radikal süpürme yeteneğiyle doğrudan ilgili olmasa da antioksidanlar için çok önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir (Apak ve ark. 2007).

Antioksidan kapasitenin doğru ve niceliksel olarak ölçülebilmesi için basit bir evrensel yöntem bulunmamaktadır. Metotlar, prensipleri ve reaksiyon koşulları bakımından, birbirinden farklılık göstermektedir. Kullanılacak metot seçilirken, duyarlı, seçici, sağlam ve tekrarlanabilir olmalı, geleneksel olarak mevcut reaktifler ve cihazlarla uygulanabilen ve hem lipofilik hem de hidrofilik antioksidanlar dahil olmak üzere, çok çeşitli antioksidan tiplerini ölçebilen bir metot olmasına dikkat edilmelidir. Fakat bu kriterlerin hepsini karşılayacak tek bir spesifik analiz bulunmamaktadır (Apak ve ark. 2016). Tek bir metodun kullanımı bütün antioksidanları doğru bir şekilde belirlemek için yeterli olmadığından en az iki metodun uygulanması, gıda maddesinin toplam antioksidan kapasitesini belirlemek için tavsiye edilmektedir (Büyüktuncel et al. 2014).

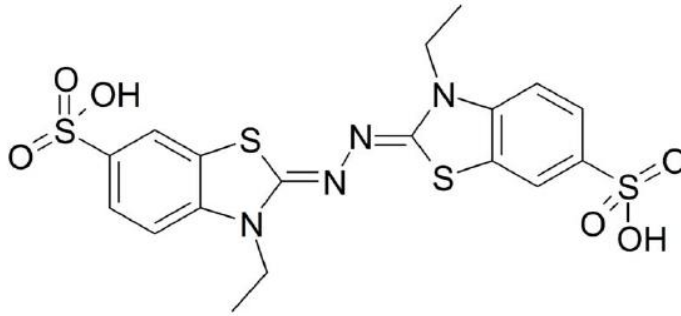
Bu çalışmada kullanılan antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin prensipleri aşağıda açıklanmıştır.

2.9.1. ABTS yöntemi

ABTS, tipik bir peroksidatif reaksiyonda, hidrojen peroksit varlığında, oksitlendiğinde karakteristik absorpsiyon spektrumuna sahip ürün üreten, bir peroksidaz substratıdır.

ABTS yüksek kimyasal stabilitesi, yüksek suda çözünürlüğü ve UV-VIS absorpsiyon spektrumu nedeniyle kullanılmaktadır (Cano ve ark. 1998).

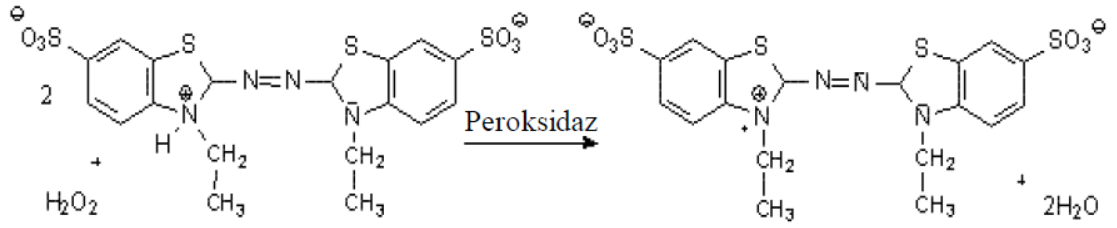
Spektrofotometrik metotlardan birinin temelini oluşturan ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sülfonik asit)] radikal katyonu; içecekler, sulu karışımlar ve saf maddelerin çözeltilerinin toplam antioksidan kapasitesinin ölçümü için sıklıkla uygulanmaktadır. ABTS molekülünün kimyasal yapısı Şekil 2.5.'te görülmektedir.



Şekil 2. 5. ABTS molekülünün kimyasal yapısı

Orjinal ABTS metodu; antioksidanların varlığında veya yokluğunda, radikal katyon üretmek için ABTS eşliğinde, hidrojen peroksit ile metmyoglobinin aktivasyonuna dayalı bir metottur. Bu yöntemin uygulanması sırasında, hızlı tepki veren bazı antioksidanların, aynı zamanda ferril myoglobin radikalini indirgeyebileceği öne sürülerek, olumsuz bir özellik olarak değerlendirilmiştir (Ree ve ark. 1999).

Metot için daha uygun bir format, radikalın, varolduğu düşünülen antioksidanlarla reaksiyonu için sabit öncelikli bir formda, doğrudan üretildiği soldurma (dekolorizasyon) tekniğidir. ABTS'nin üretimi için geliştirilen teknik, ABTS ve potasyum persülfat arasındaki reaksiyon sonucu doğrudan üretilen mavi yeşil ABTS kromoforunun oluşumunu içermektedir. Bu metotta 645 nm, 734 nm ve 815 nm'lerde maksimum absorplama gerçekleşmektedir. ABTS radikal katyon oluşumunun reaksiyon denklemi Şekil 2.6'da verilmiştir (Ree ve ark. 1999).

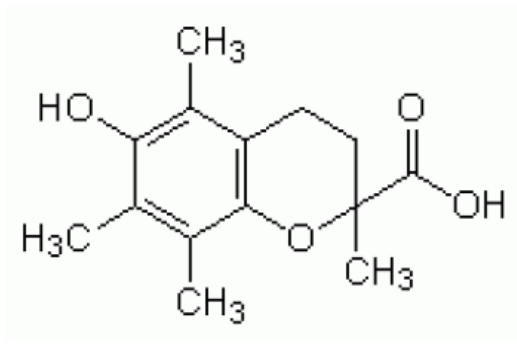


Şekil 2. 6. ABTS radikal katyon oluşumunun reaksiyon denklemi

Önceden oluşturulmuş radikal katyona antioksidan ilavesi, antioksidanın aktivitesine, konsantrasyonuna ve reaksiyon süresine bağlı olarak ABTS'yi bir dereceye kadar ve zaman ölçeğinde azaltır. Böylece ABTS radikal katyonunun yüzde inhibisyonu olarak renk giderme derecesi, konsantrasyonun ve zamanın bir fonksiyonu olarak belirlenir ve aynı koşullar altında bir standart olarak troloksun reaktivitesine göre hesaplanır (Ree ve ark.1999).

ABTS metodunun bir diğer adı da, troloks eşdeğeri antioksidan kapasite yöntemi (TEAC) dir. ABTS metodunda 415 ve 645 nm gibi dalga boyları da kullanılmasına rağmen, bitki pigmentlerinde daha az girişimin olduğu 734 nm dalga boyu sıklıkla kullanılmaktadır (Apak ve ark. 2007).

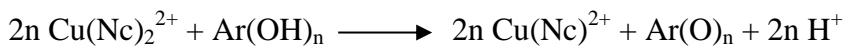
Troloks [(±)-6-hidroksi-2, 5, 7, 8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit], kroman yapısı α-tokoferole benzeyen E vitamininin hidrofilik analogudur (Fagundes ve ark. 2013). Troloks, sıvı çözeltilerde oksidatif reaksiyonlara karşı koruma sağlamaktadır. İnsan lenfoblast WTK-1 hücrelerinde, singlet oksijenin neden olduğu DNA hasarını önlediği yapılan çalışmalarda kanıtlanmıştır (Diaz ve ark. 2018). Troloks molekülünün yapısı Şekil 2.7.'de görülmektedir.



Şekil 2. 7. Troloks molekülünün kimyasal yapısı

2.9.2. CUPRAC yöntemi

Bakır(II) – neokuprain [Cu(II)-Nc] reaktifi kullanılarak polifenollerin, vitamin C ve E'nin antioksidan kapasitesini belirlemek için Apak ve ark. (2004)'ları tarafından oluşturulmuştur. Bakır(II) iyonları polifenolleri indirgeyebildiği için bu metoda “Bakır(II) İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi (CUPRAC)” adı verilmiştir. Bu metot antioksidan çözeltisinin üzerine (direkt olarak ya da asitle hidrolizinden sonra) Bakır(II) klorid çözeltisi, neokuproin alkolik çözeltisi ve pH 7 de amonyum asetat sulu tamponu eklenmesi ve 30 dk sonra 450 nm dalga boyunda ölçülmesini içermektedir. Geliştirilmiş CUPRAC metodunun kromojenik okside olabilen reaktifi bis(neokuprain) bakır(II) klorid [Cu(II)-Nc], serbest protonların oldukça konsantre amonyum asetat tampon çözeltisiyle tamponlanabildiği durumlarda polifenollerle [Ar(OH)_n] tepkime verirler. Bakır(II) – neokuprain [Cu(II)-Nc] reaktifinin antioksidanla reaksiyonu Şekil 2.8.'de görülmektedir (Apak ve ark. 2004).



Şekil 2. 8. Bakır(II) – neokuprain [Cu(II)-Nc] reaktifinin antioksidanla reaksiyonu

Bu reaksiyonda polifenolik antioksidan(AOX) reaktif Ar-OH grupları, genelde onlara denk kinonlara (Ar=O) okside edilirler ve Cu(II)-Nc 450 nm'de maksimum ışık absorpsiyonu gösteren oldukça renkli Cu(Nc)₂²⁺ şelatına indirgenirler. Bu reaksiyonda, n fenolik –OH gruplarına sahip her flavanoid (aglikon formda), teorik olarak 2n-e donörü olarak davranmaktadır (Apak ve ark. 2004).

CUPRAC metodu, gelişmiş aletlere gerek olmadan, standart kolorimetreler (renk ölçerler) kullanılarak, sıradan laboratuvarlarda çeşitli şekillerde ve kolayca uygulanabilmektedir. CUPRAC reaktifi, kromojenik radikal reaktiflerinden (ABTS ve DPPH) çok daha stabil ve daha kolay ulaşılabilir. Renkli Cu(I)-Nc kelatı oluşturan redoks reaksiyonu, belirli ölçüde, pH, nem, gün ışığı, hava gibi birçok parametreye oldukça dayanıklıdır. Diğer metotların zayıf polinomial eğrilerine benzemeyerek, CUPRAC metodunda, konsantrasyon eğrilerine karşılık gelen analitik cevaplar, mükemmel doğrusallıkta olmaktadır (Apak ve ark. 2004).

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3. 1. Materyal

Çalışmada, Bursa ilinde bulunan marketlerden satın alınan, 4 çeşit farklı markanın, 24 çeşit farklı formulasyona sahip kavanoz ambalajlı bebek ek gıdaları kullanılmıştır. Alınan örneklerin 9 tanesi organik ve 7 adedi glutensizdir. Her bir örnekten 3'er adet satın alınmış ve paçal yapılarak kullanılmıştır. Tüm örnekler kullanılacağı zamana kadar derin dondurucuda -18 °C' de saklanmıştır. Kullanılan örneklerin içerikleri ve özellikleri Çizelge 3.1.'de görülmektedir.

Çizelge 3. 1. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının içerikleri ve özellikleri

Örnek	Temel Bileşen	Meyve-sebze içeriği toplamı (%)	Diğer ingredientler
1 ^a	Elma, şeftali, havuç	80	Pirinç unu, su
2 ^b	Elma, şeftali, havuç, elma suyu	95	Pirinç unu

3 ^b	Elma püresi, şeftali püresi, elma suyu	78	Pirinç unu ve pirinç nişastası, su
4 ^b	Elma, elma suyu, muz	55	Buğday ve yulaf parçaları, su
5 ^a	Elma, kayısı, havuç, beyaz üzüm suyu	98	Buğday ve mısır nişastası
6 ^{ab}	Muz püresi, şeftali püresi, havuç, elma püresi, portakal suyu	74	Pirinç unu, pirinç nişastası, su
7 ^a	Çilek, elma püresi, kara havuç suyu	-	Pirinç ve mısır nişastası, su, yoğurt, şeker
8	Muz, portakal suyu, limon suyu	20	Modifiye edilmiş mısır nişastası, pirinç unu, su, yoğurt, şeker
9 ^b	Elma, Elma suyu, muz, elma parçaları, şeftali, havuç, limon suyu	85	Pirinç unu, su
10 ^b	Elma, elma suyu, havuç	97	Mısır nişastası, su
11 ^a	Elma püresi, muz püresi, elma suyu	70	Pirinç unu, su
12	Ananas suyu, kayısı, muz, limon suyu	13	Pirinç unu, mısır nişastası, su, yoğurt, şeker
13 ^a	Elma, havuç, elma suyu	100	-
14 ^b	Havuç, elma	100	-

Çizelge 3.1'in devamı

15	Elma, armut, elma suyu	100	-
16	Elma, elma suyu, armut, havuç	96	-
17 ^a	Muz püresi	20	Pirinç ve mısır nişastası, su, yoğurt, şeker
18 ^b	Elma suyu, muz, kayısı, havuç, limon suyu	95	Pirinç unu
19	Elma, muz, elma suyu	100	-
20	Havuç, beyaz üzüm suyu, patates	72	-
21 ^b	Havuç, patates, şeftali, karnabahar	74	-
22	Havuç, patates, kabak, kereviz, domates suyu	58	-
23	Şeftali, elma, muz, kayısı, elma suyu, portakal suyu	100	-
24	Beyaz üzüm suyu, muz, şeftali, havuç, limon suyu	90	Mısır nişastası

3. 2. Yöntem

3.2.1. Kuru madde tayini

Örneklerin kuru madde analizleri Cemeroğlu (2013) kuru madde tayini metoduna göre yapılmıştır.

3.2.2. Titre edilebilir asitlik

1 g örnek, saf suyla sulandırılarak 100 mL'lik ölçü balonuna aktarılmıştır. Ölçü balonu çalkalanarak içerisindeki örneğin iyice homojen olması sağlandıktan sonra, çizgisine kadar damıtık su ile tamamlanmıştır. Daha sonra filtre edilip, filtrattan 20 ml bir erlenmayer içerisine alınmıştır. Üzerine %1'lik fenolftalein indikatöründen 2–3 damla damlatılıp 0,1 N NaOH ile değişmez açık pembe renk alıncaya dek titre edilmiş ve asitlik (%) miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2013).

$$\% \text{ Titrasyon Asitliği (\%TA)} = \frac{a \times N \times \text{meq} \times F}{\text{Ö}} \times 100$$

a = Titrasyonda kullanılan 0,1 N NaOH çözeltisi (mL)

Ö = Örnek miktarı

N= Titrasyonda kullanılan NAOH normalitesi

F= Titrasyonda kullanılan NAOH faktörü

meq= Organik asidin meq ağırlığı (sitrik asit cinsinden: 0,064 meq)

3.2.3. pH analizi

Püre halinde olan kavanoz ambalajlı bebek ek gıdaları karıştırılarak homojenize edilmiş ve Hanna marka pH metre ile ölçüm yapılmıştır (Cemeroğlu 2013).

3.2.4. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu

Fenolik bileşiklerin örneklerden ekstraksiyonu Vitali ve ark. (2009) ve Beta ve ark. (2005) metodları modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. 2 g örnek üzerine 20 mL ekstraksiyon çözeltisi (HCL_{kons}/metanol/su 1:80:10) eklenmiş ve 20 °C'de 2 saat çalkalanmıştır. Süre sonunda 3500 rpm de 10 dk santrifüjlenmiştir (Sigma 3K30). Santrifüj sonrasında ayrılan üstteki faz, ekstrakte edilebilen fenolik bileşiklerdir. Kalan rezidünün üzerine 20 mL ekstraksiyon çözeltisi (metanol/H₂SO_{4kons} 10:1) eklenerek, 85 °C'de 20 saat bekletilmiştir. Süre sonunda 3500 rpm de 10 dakika santrifüj edilmiş ve üstteki berrak kısım hidrolize edilebilen fenolik bileşikler olarak ayrılmıştır. Her iki ekstrakt da analiz için kullanılabilecek kadar -18°C de saklanmıştır.

3.2.5. Biyoalınabilirlik

Örneklerinin biyoalınabilirliği Naczki ve Shahidi (2004) ve Vitali ve ark. (2009) göre yapılmıştır. 2 g örnek alınmış ve laboratuvar koşullarında mide ve bağırsak ortamlarının simüle edilmesi ile hazırlanmış sistemde ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstraktlara toplam fenol ve antioksidan kapasite yöntemleri uygulanarak biyoalınabilirlikleri belirlenmiştir. Ekstraksiyon işlemi aşağıda belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir:

İki gram örnek öncelikle mide simülasyonu olarak, 10 ml saf su ve 0,5 ml pepsin (20 g/L, 0,1 mol/l HCL) ile karıştırılmıştır ve 37 °C' de 1 saat çalkalamalı su banyosunda tutulmuştur. 1 saatin sonunda su banyosundan alınan örneklerin üzerlerine, sindirimin ikinci basamağı olarak, bağırsak ortamı simülasyonu amacıyla, 1 M NaHCO₃ eklenerek pH'ları 7,2' ye ayarlanmıştır. Daha sonra 2,5 mL safra tuzu/pankreatin solüsyonu (0,5 g pankreatin ve 3 g safra tuzu tartılarak 250 mL ölçü balonuna alınmış ve çizgisine 0,1 M NaHCO₃ çözeltisiyle tamamlanmıştır) ve 2,5 mL NaCl/KCl eklenmiştir (100 mL için 0,7 g NaCl ve 100 mL için 0,04 g KCl tartılır ve ayrı ayrı çizgilerine saf su ile tamamlanmıştır). Çözeltileri eklenen örnekler, 37 °C'de 2,5 saat tutulmuştur. Süre sonunda örnekler, 3500 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiştir (Sigma 3K30). Santrifüj sonrasında üstteki berrak kısım alınarak, 1:3 oranında trikloroasetik asit (% 20 w/w) ile muamele edilmiştir. Üstteki berrak kısım ayrılmış ve ekstraktlar toplam fenol miktarı, ABTS ve CUPRAC yöntemleri ile analiz edilmiştir.

3.2.6. Toplam fenol miktarının belirlenmesi

Örneklerinin içerdiği ekstrakte edilebilen, hidrolize edilebilen ve biyolojik olarak kullanılabilen fenolik bileşikler, Naczki ve Shahidi (2004), Vitali ve ark. (2009)'nın belirttiği yöntemlere göre tespit edilmiştir. Toplam fenol miktarının belirlenmesi için bölüm 3.2.4 ve 3.2.5'de verilen yönteme göre hazırlanan ekstraktlara, aşağıda belirtilen analiz yöntemi uygulanmıştır:

0,1 mol/L NaOH içinde %2'lik Na_2CO_3 olacak şekilde Lowry A çözeltisi hazırlanmıştır. %1'lik $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ içinde %0,5 CuSO_4 olacak şekilde Lowry B çözeltisi hazırlanmıştır. Lowry A ve Lowry B 50:1 (v/v) oranında karıştırılarak Lowry C çözeltisi hazırlanmıştır. Deney tüplerine x mL örnek/standart konmuştur. Üzerine (2-x) mL saf su ve 2,5 mL Lowry C ilave edilerek, karıştırılıp, 10 dk bekletilmiştir. Süre sonunda 1:3 oranında su ile seyreltilmiş Folin reaktifinden 0,25 mL ilave edilerek karıştırılmış ve karanlıkta, oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiştir. 30 dk sonunda 750 nm dalga boyunda örneklerin ve standartların absorbans değerleri Optizen 3220 UV-Mecasys marka spektrofotometrede okunmuştur. Toplam fenol tayini için standart madde olarak gallik asit kullanılmıştır. Kalibrasyon grafiği farklı konsantrasyonlardaki gallik asit çözeltilerinin absorbans değerleri ile çizilmiştir. Ekstraktlar için toplam fenol miktarları hesaplanırken, kalibrasyon denklemi kullanılarak, sonuçlar mg gallik asit/100 g örnek olarak ifade edilmiştir.

3.2.7. Antioksidan kapasite tayini

Antioksidan kapasitenin belirlenmesinde ABTS ve CUPRAC yöntemleri kullanılmış ve spektrofotometrik olarak analiz edilmiştir (Apak ve ark. 2004, Vitali ve ark. 2009). Antioksidan kapasite tayin metotları çalışılan sistemdeki substrat, reaksiyon koşulları, konsantrasyonlar ve analiz edilecek bileşiğin yapısı gibi çeşitli parametrelere bağlı olduğundan, bir bileşiğin antioksidan kapasitesini tayin etmek için standart bir metot bulunmamaktadır (Büyüktüncel et al. 2014). Bu yüzden antioksidan kapasitenin doğru olarak değerlendirilebilmesi amacıyla, farklı metotlar kullanılarak çalışma yapılmıştır.

3.2.7.1. ABTS yöntemi

Antioksidan kapasite miktarının belirlenmesi için uygulanan ABTS yönteminde örneklerden elde edilen ekstraktlara aşağıda belirtilen analiz yöntemi uygulanmıştır:

7mM ABTS sulu çözeltisi 2,45 mM K₂S₂O₈ sulu çözeltisiyle karıştırılarak karanlıkta 12-16 saat bekletilmiştir. Elde edilen ABTS çözeltisi % 96'lık etanolle 1:10 oranında seyreltilmiştir. 4 mL etanol ve 1 mL ABTS karıştırılarak, 6. dk sonunda, 734 nm dalga boyunda şahit örnek için absorbans değeri okunmuştur (A_{şahit}). Her bir ekstrakt ya da standarttan x mL alınıp üzerine (4-x) mL etanol ve 1 mL ABTS çözeltisi ilave edilerek karıştırılmış ve 6.dk sonunda, 734 nm' de absorbans değeri (Optizen 3220 UV-Mecasys marka spektrofotometre) okunmuştur (A_{örnek}). Ölçümler sonucunda hem ekstraktlar hem de standartlar için % inhibisyon değerleri aşağıdaki ölçümle hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A_{kör} - A_{örnek}}{A_{kör}} \times 100$$

Kalibrasyon grafiği, 0,00252-0,0252 mg aralığında troloks çözeltileri ile çizilmiş ve bu grafikten yararlanılarak, ekstraktların antioksidan kapasite içerikleri, µmol troloks/100g örnek olarak hesaplanmıştır.

3.2.7.2. CUPRAC yöntemi

CUPRAC metodu için örneklerden elde edilen ekstraktlarda aşağıda belirtilen analiz yöntemi uygulanmıştır (Apak ve ark. 2004). Analiz tüplerine öncelikle, 1 mL Cu(II) klorür çözeltisi (1.0×10⁻² M) koyulmuştur. Üzerine 1 mL neokuproinin alkoldeki çözeltisi (7.5×10⁻³ M) eklenmiştir. Daha sonra da 1 mL 1M amonyum asetat tampon çözeltisi ilave edilmiştir. Son olarak da x mL ekstrakt ve 1-x mL saf su eklenmiştir. 30 dakika bekletilerek, süre sonunda içerisinde antioksidan bulunmayan örneğe karşı, 450 nm'de, absorbans değerleri (Optizen 3220 UV-Mecasys marka spektrofotometre) okunmuştur. Kalibrasyon grafiği için 0,0063-0,063 mg aralığında troloks çözeltileri hazırlanmıştır. Ekstraktlar için antioksidan kapasite değeri, kalibrasyon denklemi kullanılarak, µmol troloks/100g örnek olarak hesaplanmıştır.

3.2.8. İstatistiksel Analiz

Analizler sonucu elde edilen veriler, istatistiksel olarak SPSS 13.0 programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen ortalama değerler arasındaki istatistiksel farklı grupların belirlenmesinde, $p < 0.01$ olasılık düzeyinde, Duncan testi kullanılmıştır. Analizler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fizikokimyasal Analizler

Bebek ek gıda örneklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Örneklerin ortalama kuru madde oranları $82,247 \pm 2,621$ (%81,417-93,107), titre edilebilir asitlik oranları $0,360 \pm 0,110$ (%0,158-0,549), pH değerleri $3,97 \pm 0,47$ (3,55-5,24), bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Örneklerin kuru maddeleri incelendiğinde en yüksek değer 14^b (%93,107) örneğinde, en düşük değer ise 11^a (81,417) örneğinde tespit edilmiştir. En yüksek değer elde edildiği

14^b örneğinin içeriğinin tamamını elma ve havuç oluşturmaktadır. En düşük değerinde elde edildiği 11^a örneğinin içeriğinin % 70'ini elma püresi, muz püresi ve elma suyu oluştururken diğer ingredient olarak su katıldığı görülmektedir (Çizelge 4.1). Literatürde kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının kuru maddelerinin araştırıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak Kiracı ve ark. (2014) havucun toplam kuru madde miktarını % 10,37 bulmuşlardır. Schmidt ve ark. (2005), havucun toplam kuru madde miktarını % 11,8, elmanınkini % 14,4, muzunkini % 25,5 bulmuşlardır. Yapılan çalışmalarda bulunan değerler incelendiğinde muzun kuru madde miktarının elma ve havuçla kıyaslandığında daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak muz içeren 11^a örneğinin en düşük kuru madde miktarına sahip olması bileşimindeki muz miktarının az olmasından ve diğer ingredient olarak su katılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Su katılan örneklerin (1^a,3^b,6^{ab},7^a,8,9^b,10^b,11^a,12,17^a) toplam kuru madde miktarlarının ortalaması (%84,582) ile bütün örneklerin toplam kuru maddelerinin ortalamaları (%85.674) kıyaslandığında bileşimine su katılan örneklerin kuru madde miktarlarının su katılmayanlara göre daha düşük olduğu görülmektedir.

Örneklerin pH'ları incelendiğinde en yüksek değer 21^b (5,24) en düşük değer 16 (3,55) numaralı örnekte tespit edilmiştir. Çizelge 4.1'de en yüksek değerinde elde edildiği 21^b örneğinin içeriğinin büyük çoğunluğunu sebzelerin oluşturduğu, en düşük değerinde elde edildiği 16 numaralı örneğin ise içeriğinin büyük çoğunluğunu meyvelerin oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca yaptığımız çalışmada formülasyonunun büyük kısmını sebzelerin oluşturduğu örneklerin (20, 21, 22) pH'ları daha yüksek bulunmuştur. Zulueta ve ark. (2007), meyve suyu ve süt içerikli içeceklerde pH değerini 2,96-4,10 aralığında belirlemişlerdir. Limonun pH değerini negatif yönde, portakalın pH ile pozitif ilişkide olduğunu tespit etmişlerdir. Limonun pH değerini önemli bir şekilde azalttığını gözlemlemişlerdir. Jie ve ark. (2012) meyve sularının pH değerini 2,23-4,22 aralığında bulmuşlardır. Carbonell-Capella ve ark. (2013) meyve içerikli ticari kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının pH değerini 3,54-4,12 aralığında belirlemişlerdir. Sadece elma içeren örneğin en düşük pH değerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda meyve bazlı ürünlerin asidik özellik gösterdikleri gözlenmiştir. Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar, araştırmamızda elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Örnekler, toplam asitlik bakımından incelendiğinde, en düşük değerlerin 21^b (0,158 g sitrik asit/100g) en yüksek değerlerin ise 16 (0,549 g sitrik asit/100g) numaralı örneğe ait olduğu görülmektedir. Bolin ve Salunkhe (1971) toplam asitliği malik asit cinsinden; elma suyunda 0,67, şeftali suyunda ise 0,49 g/100g olarak tespit etmişlerdir. Tiwari ve ark. (2008) işlem görmüş ve görmemiş çilek pürelерinde askorbik asit miktarını 496-633,1 mg/100g aralığında bulmuşlardır. Isıl işlem görmüş pürenin askorbik asit içeriğini 496,1 mg/100g olarak bulularak ısıl işlemin asit miktarını %22,6 oranında azalttığı sonucuna varmışlardır. Tüfekçi ve Fenercioğlu (2010) elma suyu örneklerinde titrasyon asitliğini sitrik asit cinsinden 3,1-5,4 g/L arasında bulmuşlardır. Cizkova ve ark. (2009) meyve içerikli kavanoz ambalajlı bebek gıdalarında askorbik asit miktarını 186- 555 mg/kg düzeylerinde tespit etmişlerdir. Carbonell-Capella ve ark. (2013) meyve içerikli kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarında toplam asitliği sitrik asit cinsinden 0,308-0,533 g sitrik asit/100 g aralığında tespit etmişlerdir. Feltran ve ark. (2004) patatesin toplam asitliğini, 0,156 g/100 g, Uher ve ark. (2017), karnabaharın askorbik asit içeriğini, 0,047 g/ 100 g, Rizzo ve ark. (2009), kereviz suyunun toplam asitliğini, 0,067 g sitrik asit/ 100 g bulmuşlardır.

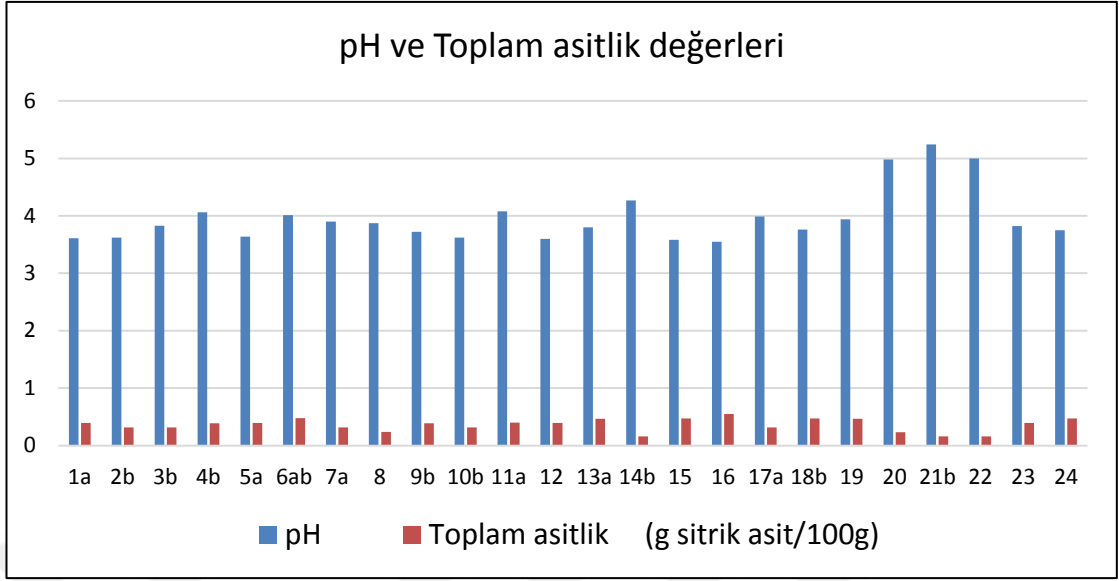
Yapılan çalışmalar incelendiğinde sebzelerin toplam asitlik değerlerinin meyvelerinkine oranla daha düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuç da çalışmamızda sebze içerikli örneğin (21^b), toplam asitlik değerinin en düşük, meyve içerikli örneğin (16) toplam asitlik değerinin, en yüksek çıkmasını desteklemektedir. Ayrıca yaptığımız çalışmada formülasyonunun büyük kısmını sebzelerin oluşturduğu örneklerin (20, 21, 22) pH'larının daha yüksek ve toplam asitlik değerlerinin ise diğer örneklere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

Çizelge 4.1. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdaların pH, toplam asitlik ve kuru madde içerikleri

Örnekler	pH	Toplam asitlik (g sitrik asit/100g)	Kuru madde (%)
1 ^a	3,61	0,397± 0,112	86,813± 0,099
2 ^b	3,62	0,314± 0,001	86,400± 1,051
3 ^b	3,83	0,315± 0,001	85,187± 0,415

4 ^b	4,06	0,389± 0,109	85,394± 0,018
5 ^a	3,64	0,396± 0,112	84,806± 0,913
6 ^{ab}	4,01	0,476± 0,001	83,753± 0,701
7 ^a	3,90	0,319± 0,001	82,116± 1,458
8	3,87	0,237± 0,112	84,939± 0,484
9 ^b	3,72	0,389± 0,110	87,224± 0,510
10 ^b	3,62	0,319± 0,001	86,909± 0,569
11 ^a	4,08	0,398± 0,112	81,417± 0,153
12	3,60	0,392± 0,111	85,220± 0,225
13 ^a	3,80	0,467± 0,001	87,696± 0,160
14 ^b	4,27	0,158± 0,001	93,107± 0,153
15	3,58	0,473± 0,001	85,598± 0,161
16	3,55	0,549± 0,111	86,725± 0,662
17 ^a	3,99	0,315± 0,001	82,242± 0,084
18 ^b	3,76	0,472± 0,001	82,642± 0,498
19	3,94	0,466± 0,219	83,796± 0,032
20	4,98	0,233± 0,110	88,481± 0,906
21 ^b	5,24	0,158± 0,001	89,627± 0,786
22	5,00	0,159± 0,001	87,206± 0,873
23	3,82	0,393± 0,111	83,029± 0,057
24	3,75	0,472± 0,001	85,849± 0,767
ORTALAMA	3,97± 0,47	0,360±0,110	85,674±2,621

^aGlutensiz ^bOrganik



Şekil 4. 1. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının pH ve toplam asitlik değerleri

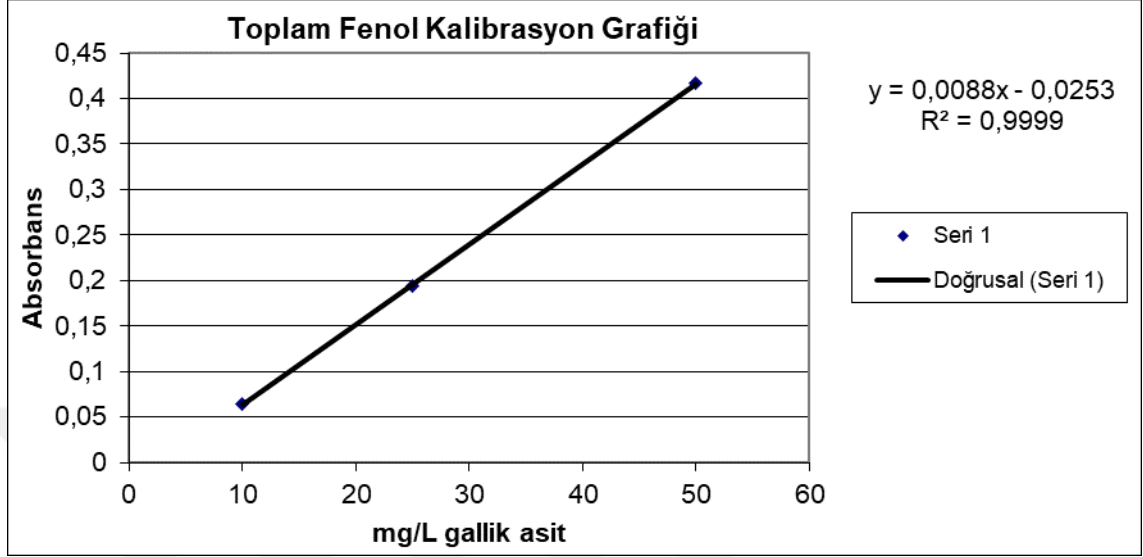
Fizikokimyasal analizler açısından değerlendirildiğinde Carbonell-Capella ve ark. (2013) sonuçları, çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edildiği gözlenmesine rağmen, çalışmada kullanılan örneklerimizin pH değerlerinin biraz daha yüksek, toplam asitlik miktarının da biraz daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu farklılığın, incelenen mamaların çok çeşitli formülasyonlara sahip olmasından, ileri geldiği düşünülmektedir.

4.2. Toplam Fenol Miktarı

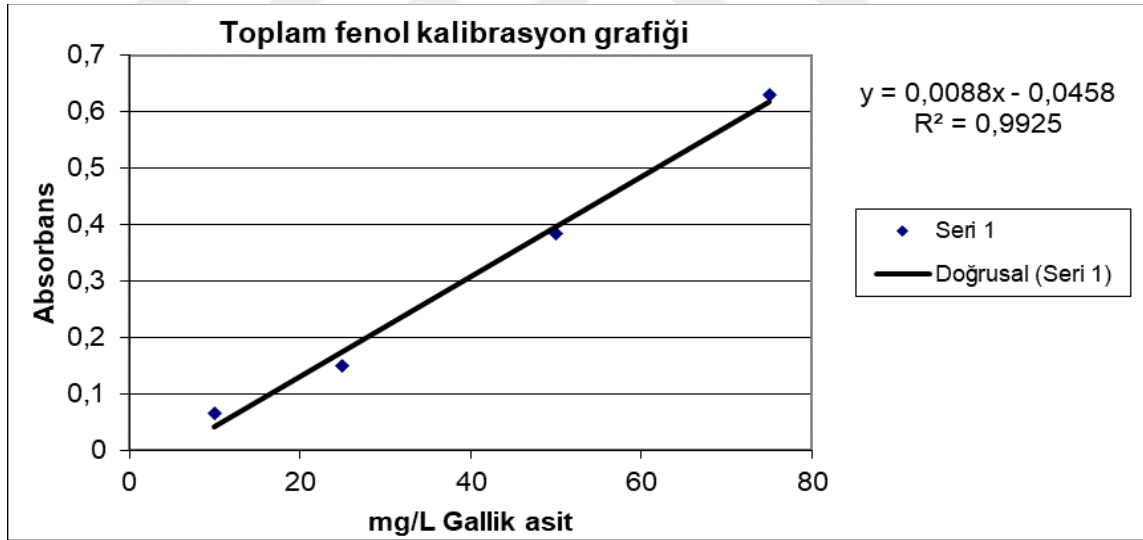
Elde edilen ekstrakte ve hidrolize edilebilen ekstraktların toplam fenol tayinleri, madde 3.2.4’de belirtildiği şekilde yapılmıştır. Kalibrasyon grafikleri, Şekil 4.1, Şekil 4.2’de de gösterildiği gibi standart madde olarak gallik asit kullanılmak (mg/L) suretiyle çizilmiştir. Örneklerde elde edilen ekstrakte ve hidrolize edilebilir ekstraktların toplam fenol miktarları, Çizelge 4.10 verilmiştir.

Toplam fenol içerikleri, hidrolize edilebilen bileşiklerde, ekstrakte edilebilenlere göre, daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2). Örneklere ait ekstrakte edilebilir bileşiklerin toplam fenol içeriği, 150,079-599,98 mg GAE /100g arasında, hidrolize edilebilir

bileşiklerin toplam fenol içeriği ise 742,14-1129,15 mg GAE /100g arasında değişmektedir.



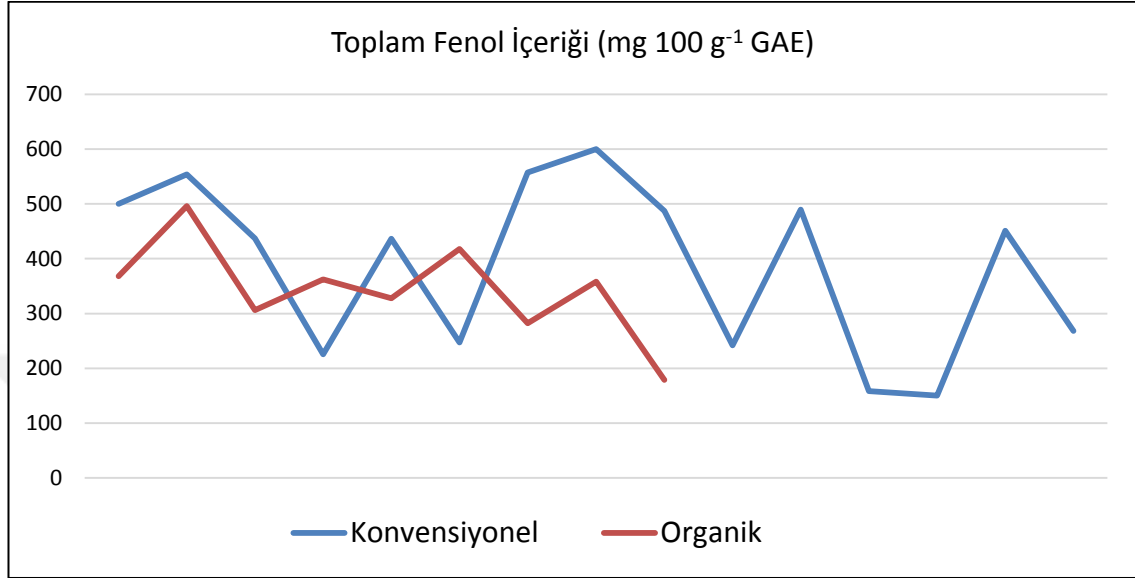
Şekil 4. 2. Ekstrakte edilebilir bileşenler için standart gallik asit kalibrasyon grafiği



Şekil 4. 3. Hidrolize edilebilir bileşenler için standart gallik asit kalibrasyon grafiği

Cizkova ve ark. (2009) meyve içerikli ticari bebek mamalarıyla yaptıkları çalışmada toplam fenol içeriği 41,4-145,2 mg GAE /100g aralığında bulunmuştur. Carbonell-Capella ve ark. (2013) meyve içerikli ticari bebek mamalarında suyla hazırladıkları ekstraktlarda, toplam polifenol içeriği, 71,9-234,2 mg GAE /100g aralığında tespit etmişlerdir. Ayrıca organik tarımdan gelen hammaddelerle hazırlanan yaban mersinli

bebek mamalarının toplam fenolik içeriğinde önemli bir artış gözlenmiştir. Çalışmamızda ise organik etiketli ürünlerin toplam fenol içeriklerinde, diğer örneklere kıyasla önemli bir değişiklik gözlenmemiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4. 4. Konvensiyonel ve organik olarak üretilen kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının toplam fenol içerikleri

Zulueta ve ark. (2007), meyve ve süt içerikli içeceklerde yaptıkları çalışmada, toplam fenol içeriğini 26,5-99,8 mg GAE /100g olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca, elma veya mango içeren içecekler daha düşük toplam fenolik içeriğine sahipken, sadece elma suyu içeren örneğin toplam fenol içeriği iyi seviyede bulunmuştur. Çalışmamızda da tamamı meyveden oluşan çoğunluğunu elma ve elma suyu oluşturan 15 numaralı örneğin, en yüksek toplam fenol içeriğine, sahip olduğu tespit edilmiştir. Bileşiminin tamamı sebzededen oluşan (havuç, patates, kabak, kereviz, domates suyu) 22 numaralı örneğin ise en düşük toplam fenol içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Marinova ve ark. (2005), meyvelerin toplam fenolik içeriğini belirlemişler ve armutda 124,7 mg GAE/ 100g, elmada 125,4 mg GAE/ 100g, havuçta 96 mg GAE/ 100g, kerevizde 113 mg GAE/ 100g ve domatesten ise 76,9 mg GAE/ 100g bulmuşlardır. Marinova ve ark. (2005)'in araştırmasında, elma ve armutun toplam fenol içeriğinin havuç, kereviz ve domatese kıyasla daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Bu da 22 numaralı örneğin toplam fenol içeriğinin düşük olmasını desteklemektedir. İncelenen benzer çalışmalarda elde edilen

değerler, çalışmamızdaki değerlerle karşılaştırıldığında, çalışmamızda kullanılan ek gıdaların ekstrakte edilebilir fenol içeriği, daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4. 2. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının toplam fenol içerikleri

Toplam Fenol İçeriği (mg 100g⁻¹ GAE)		
Örnekler	Ekstrakte edilebilen bileşikler	Hidrolize edilebilen bileşikler
1 ^a	500,33±5,13c	947,74±34,22def
2 ^b	368,06±7,28f	1052,92±0,88abcd
3 ^b	496,09±3,78c	834,49±36,66fg
4 ^b	306,17±8,46h	1007,64±68,01abcd
5 ^a	553,61±12,88b	978,94±30,75bcde
6 ^{ab}	362,38±9,88f	982,94±57,73bcde
7 ^a	436,87±12,29d	1129,15±48,82a
8	225,57±6,77l	918,11±26,42def
9 ^b	328,15±5,55g	956,66±53,06def
10 ^b	417,59±17,01e	801,69±26,59fg
11 ^a	436,57±11,06de	1020,01±67,84abcd
12	247,39±3,77jk	916,83±30,92def
13 ^a	557,48±13,82b	779,96±66,72fg
14 ^b	282,21±6,09hi	742,14±42,97g
15	599,98±4,33a	857,22±4,33efg
16	487,32±3,43c	854,78±3,43efg
17 ^a	242,21±17,18kl	1100,91±188,60ab
18 ^b	358,31±6,64f	994,31±87,52cdef
19	489,42±2,43c	1084,05±2,43abcd
20	158,79±1,75mn	845,13±1,75efg
21 ^b	178,74±2,51m	882,97±1,79efg
22	150,079±0,29n	887,05±0,29efg
23	450,88±3,59d	1081,52±3,59abc
24	268,35±2,30ij	890,74±2,3efg
Min-Max	150,079-599,98	742,14-1129,15
Ort±SD	371,64±130,14	926,24±123,47

aGlutensiz, b Organik

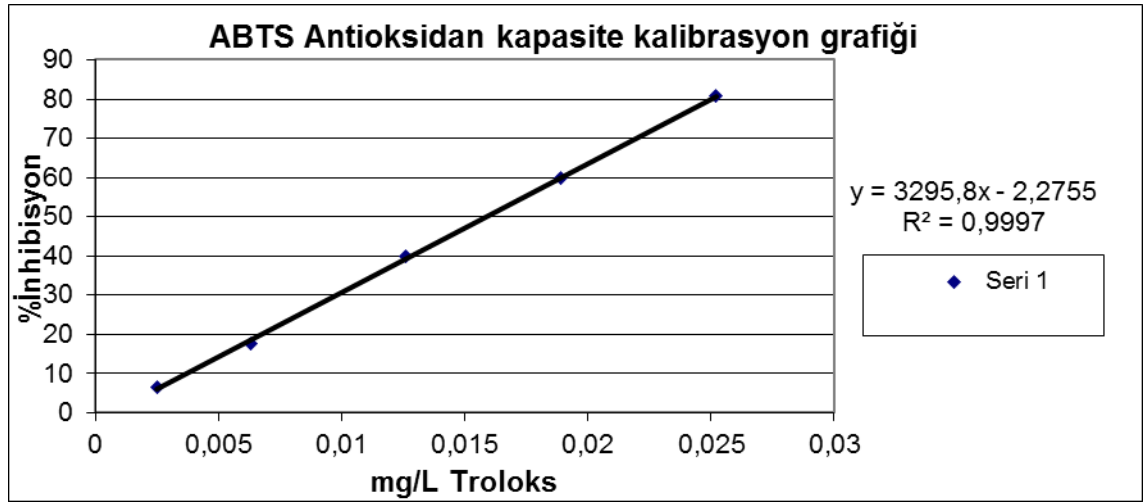
Farklı harflendirmeler(a-n) örnekler arasında önemli bir farklılık olduğunu göstermektedir.

Örnekler hidrolize edilebilir fenol içerikleri açısından incelendiğinde, en yüksek değere 7 numaralı örneğin, en düşük değere ise 14 numaralı örneğin sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Örneklerin hidrolize edilebilir fenol içeriği, ekstrakte edilebilir fenol içeriğine kıyasla, daha yüksek bulunmuştur. Literatürde, kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının, hidrolize edilebilir fenol içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak Vitali ve ark. (2009) da yaptıkları çalışmada bisküvinin hidrolize edilebilir fenol içeriğinin ekstrakte edilebilir fenol içeriğine kıyasla daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

4.3. Antioksidan Kapasite Sonuçları

4.3.1. ABTS Değerleri

Örneklerin antioksidan kapasiteleri, ABTS yöntemi kullanılarak madde 3.2.7.1.'de belirtildiği şekilde belirlenmiştir. Kalibrasyon grafiği 0,00252-0,0252 mg aralığında troloks çözeltileri ile Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da gösterildiği gibi çizilmiş ve bu grafiklerden yararlanılarak ekstraktların antioksidan kapasite sonuçları μmol troloks/100 g örnek olarak hesaplanmıştır. Ekstrakte ve hidrolize edilebilen bileşenlerin ABTS yöntemi ile tayin edilen antioksidan kapasite değerleri, Çizelge 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4. 5. Ekstrakte edilebilir bileşenler için ABTS yöntemi ile yapılan antioksidan kapasite tayininde kullanılan troloks kalibrasyon grafiği

ABTS yöntemine göre ekstrakte edilebilir bileşenlerin antioksidan kapasiteleri ortalama $125,42 \pm 54,51$, hidrolize edilebilir bileşenlerin ise ortalama $131,84 \pm 75,01$ mikromol troloks/100g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Örneklerin, ABTS yöntemine göre ekstrakte edilebilir antioksidan kapasiteleri incelendiğinde en yüksek değer 11^a , en düşük değer ise 22 numaralı örnekte belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Cizkova ve ark. (2009), meyve içerikli mamalarda toplam antioksidan kapasiteyi DPPH metoduyla $16,3-47,5$ mg gallik asit/100 g olarak tespit etmişlerdir. Zulueta ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada, yağsız sütlü meyve suyu karışımlarında ekstrakte edilebilir antioksidan kapasite, ABTS yöntemiyle $61-360$ μ mol troloks/100L aralığında bulunmuştur.

Carbonell-Capella ve ark. (2013), meyve içerikli bebek mamalarında ekstrakte edilebilir antioksidan kapasiteyi ABTS metoduyla $190,8-1415,2$ μ mol troloks/100g olarak bulmuşlardır. En düşük antioksidan miktarı içeren örneklerin aynı zamanda en düşük askorbik asit ve toplam fenolik içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca tahıl içermeyen mamaların antioksidan kapasite düzeylerinin tahıl içerenlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

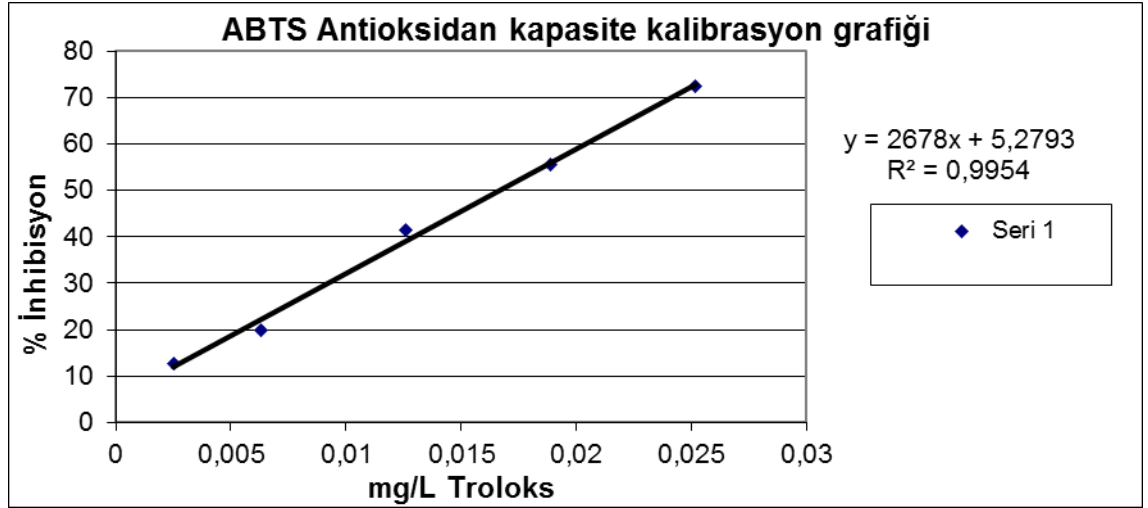
Bizim çalışmamızda da Carbonell-Capella ve ark. (2013)'ün çalışmasında elde ettiği sonuca benzer olarak, en düşük fenolik içeriğe sahip 22 numaralı örneğin, aynı zamanda en düşük ABTS metoduyla elde edilen antioksidan kapasite içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak çalışmamızda, tahıl içermeyen mamalar ile tahıl içerenler arasında ABTS metoduyla elde edilen antioksidan kapasite düzeyleri açısından belirgin bir fark bulunmamıştır.

Organik, konvensiyonel ve glutensiz örneklerin, ekstrakte edilebilir bileşenlerinin, ABTS metoduyla elde edilen antioksidan kapasite değerleri, ayrı ayrı değerlendirildiğinde aralarında bir korelasyon bulunmamıştır (Şekil 4.7).

Çizelge 4. 3. Ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir bileşenlerin ABTS yöntemiyle elde edilen antioksidan kapasite değerleri

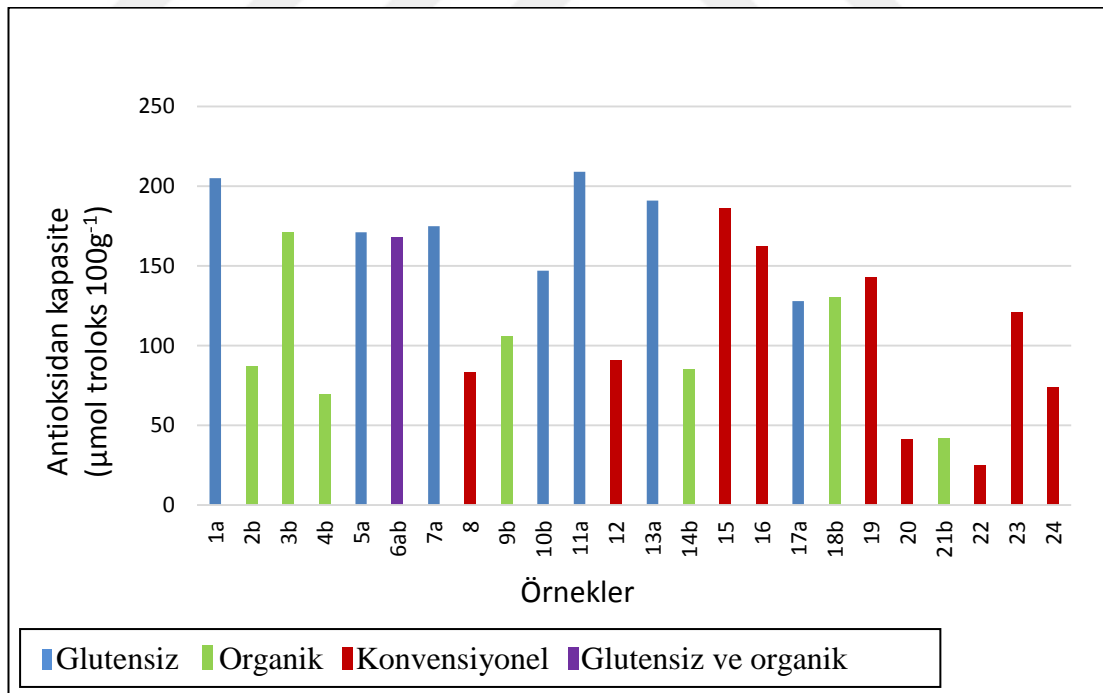
Antioksidan Kapasite ($\mu\text{mol troloks } 100\text{g}^{-1}$)		
Örnekler	Ekstrakte edilebilir	Hidrolize edilebilir
1 ^a	205±5,13ab	195±4,95bcd
2 ^b	87±1,17i	175±11,06de
3 ^b	171±4,50de	180±2,70cde
4 ^b	69±2,13i	216±19,42ab
5 ^a	171±21,38de	221±14,31a
6 ^{ab}	168±9,52de	191±15,71bcd
7 ^a	175±2,78cde	210±9,95abc
8	83±3,24i	185±3,85cd
9 ^b	106±3,75hi	226±11,72a
10 ^b	147±12,44ef	132±8,09g
11 ^a	209±4,58a	212±8,63ab
12	91±9,39i	147±3,59fg
13 ^a	191±10,02abc	145±0,001fg
14 ^b	85±6,52i	89±6,77h
15	186±2,31bcd	29±0,53kl
16	162±7,08ef	41±0,64jk
17 ^a	128±16,22g	170±14,69def
18 ^b	130±4,73g	165±16,89efg
19	143±4,66fg	73±6,13hi
20	41±9,97k	16±1,69kl
21 ^b	42±4,98k	14±2,52l
22	25±3,95k	17±0,48kl
23	121±11,25gh	55±5,16ij
24	74±6,47i	60±7,88ij
Min-Max	25±3,95-209±4,58	14±2,52-226±11,72
Ort±SD	125,42±54,51	131,84±75,01

^aGlutensiz ^bOrganik. Farklı harflendirmeler(a-l) örnekler arasında önemli bir farklılık olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. 6. Hidrolize edilebilir bileşenler için ABTS yöntemi ile yapılan antioksidan kapasite tayininde kullanılan troloks kalibrasyon grafiği

Örnekler hidrolize edilebilir antioksidan kapasite açısından incelendiğinde, en yüksek değere 9^b numaralı örneğin, en düşük değere ise 21^b numaralı örneğin sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3).



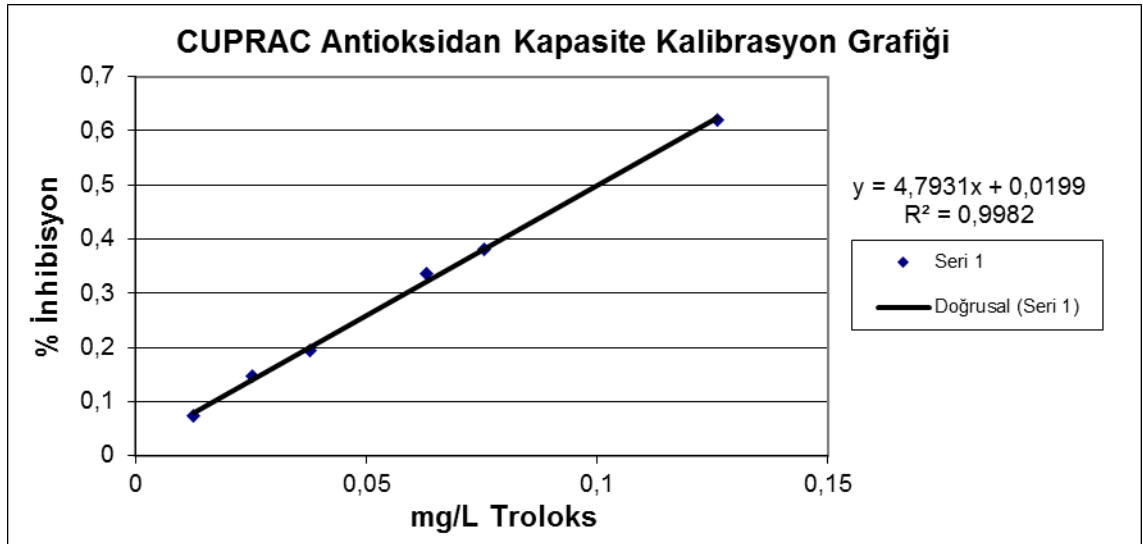
Şekil 4. 7. Ekstrakte edilebilir bileşenler için ABTS yöntemiyle elde edilen antioksidan kapasite değerleri

Örneklerin hidrolize edilebilir bileşenlerinin antioksidan kapasiteleri, ekstrakte edilebilir bileşenlerinin antioksidan kapasitelerine kıyasla, daha yüksek bulunmuştur. Literatürde, kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının, hidrolize edilebilir bileşenlerinin antioksidan kapasitelerinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak Vitali ve ark. (2009) da yaptıkları çalışmada bisküvinin hidrolize edilebilir bileşenlerinin, ABTS metoduyla elde ettikleri antioksidan kapasitesi değerlerini, ekstrakte edilebilir bileşenlerin antioksidan kapasitesi değerlerine kıyasla daha yüksek bulmuşlardır.

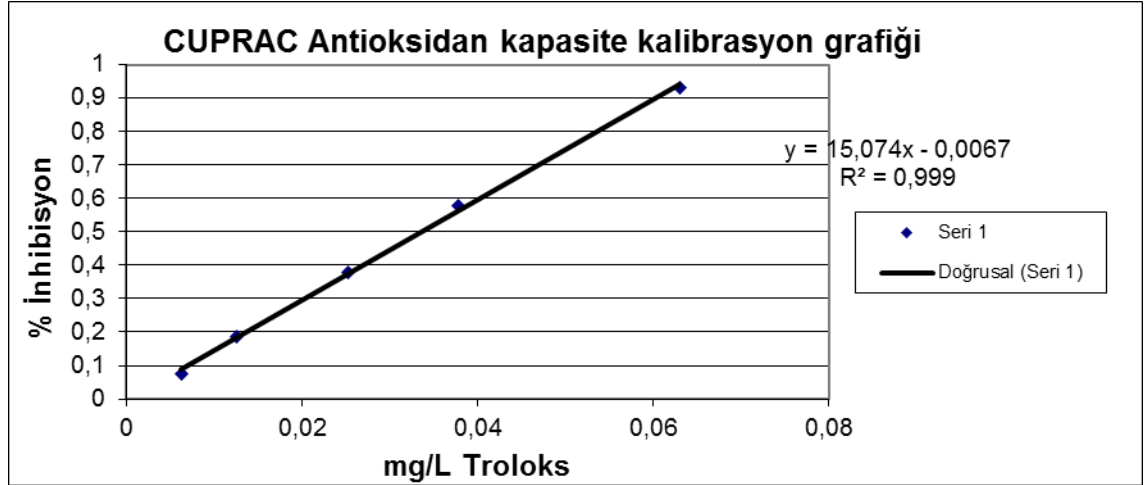
4.3.2. CUPRAC yöntemi

Örneklerin antioksidan kapasiteleri, CUPRAC yöntemi kullanılarak madde 3.2.7.2.'de belirtildiği şekilde belirlenmiştir. Ayrıca 0,0063-0,063 mg aralığında troloks çözeltileri kullanılarak kalibrasyon grafikleri Şekil 4.8 ve 4.9' da gösterildiği gibi hazırlanmış ve sonuçlar bu grafikten yararlanılarak µmol troloks/100 g örnek olarak hesaplanmıştır.

CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite, ekstrakte edilebilir örneklerde ortalama $1078,96 \pm 1216,43$, hidrolize edilebilir örneklerde ortalama $1338,83 \pm 500,23$, mikromol troloks/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4)



Şekil 4. 8. Ekstrakte edilebilir bileşenler için CUPRAC yöntemi ile yapılan antioksidan kapasite tayininde kullanılan troloks kalibrasyon grafiği



Şekil 4. 9. Hidrolize edilebilir bileşenler için CUPRAC yöntemi ile yapılan antioksidan kapasite tayininde kullanılan troloks kalibrasyon grafiği

Örneklerin, CUPRAC yöntemine göre ekstrakte edilebilir antioksidan kapasiteleri incelendiğinde en yüksek değer 16, en düşük değer ise 12 numaralı örnekte belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Literatürde, kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının CUPRAC yöntemiyle antioksidan kapasitelerinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu yüzden, çalışmada kullanılan örneklerin, formülasyonunda bulunan hammaddelerle ilgili yapılan çalışmalar, referans olarak kullanılmıştır.

Bean ve ark. (2010), seçili meyve ve sebzelerde CUPRAC yöntemiyle yaptıkları antioksidan kapasite analizlerinde örneklerin antioksidan kapasitelerini, büyükten küçüğe doğru, kıvılcık> vişne> yaban mersini> üzüm> domates şeklinde belirlemişlerdir. Güçlü ve ark. (2006), 5 farklı kayısı çeşidinde CUPRAC yöntemiyle yaptıkları antioksidan kapasite analizlerinde kayısıların ortalama antioksidan kapasite değerini 3,62 μmol troloks/g bulmuşlardır. Karaman ve ark.(2010), 7 farklı elma suyunda CUPRAC yöntemiyle yaptıkları antioksidan kapasite analizlerinde elmaların ortalama antioksidan kapasite değerlerinin 5,96 mmol troloks/L olduğunu rapor etmişlerdir. Antioksidan kapasitenin belirlenmesi, meyvenin kalitesinin biyolojik olarak ve beslenme açısından nasıl değerlendirileceğini belirleme yollarından biridir. Meyvelerin antioksidan kapasitesi, meyvelerde bulunan fenolik bileşiklerin türüne bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca, bazı fenolik bileşiklerin diğerlerine göre daha yüksek antioksidan kapasite içeriğine sahip olduğu bilinmektedir (Sochor ve ark. 2010).

Çizelge 4. 4. Ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir bileşenler için CUPRAC yöntemiyle elde edilen antioksidan kapasite değerleri

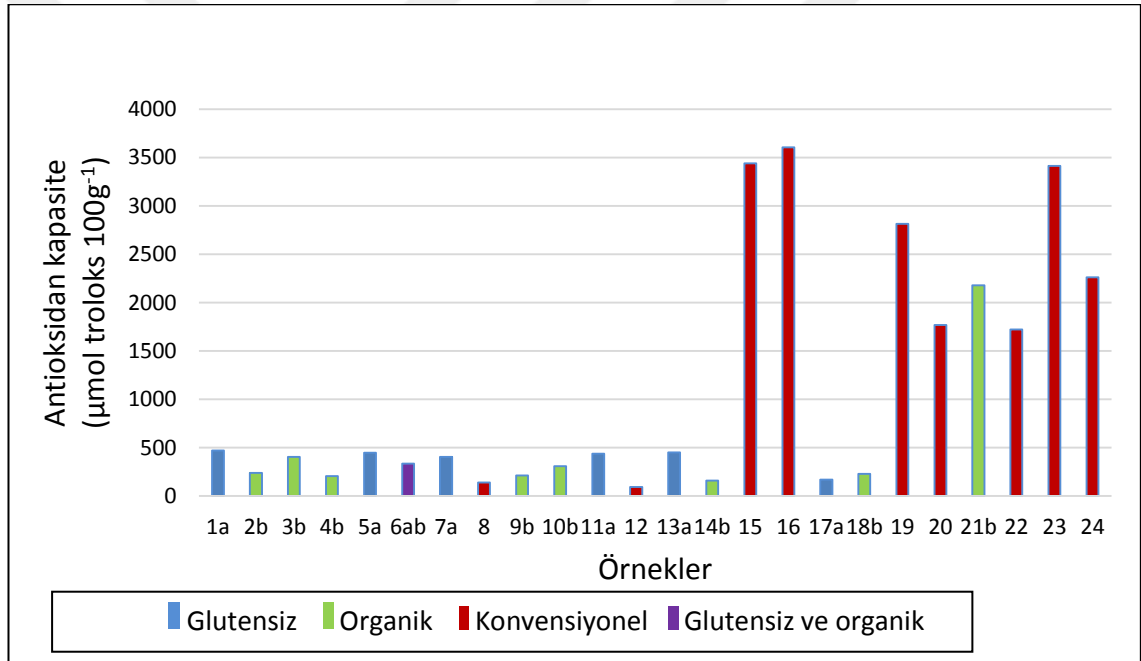
Antioksidan Kapasite ($\mu\text{mol troloks } 100\text{g}^{-1}$)		
Örnekler	Ekstrakte edilebilir	Hidrolize edilebilir
1 ^a	471±14,48a	1112±4,85efg
2 ^b	239±5,89g	1177±74,78e
3 ^b	402±53,59d	986±17,78fghijk
4 ^b	204±11,60gh	1005±87,81fghij
5 ^a	447±27,65b	1148±2,45ef
6 ^{ab}	334±26,47e	1052±50,74efghi
7 ^a	405±9,13c	1199±22,73e
8	138±16,00i	819±10,00k
9 ^b	211±15,77h	1146±42,16ef
10 ^b	308±17,72f	919±34,98hijk
11 ^a	438±12,89bc	1105±14,19efgh
12	92±10,71j	837±74,09jk
13 ^a	450±20,89b	919±52,93ghijk
14 ^b	158±12,81i	883±93,52ijk
15	3439±98,39k	2002±67,10b
16	3605±188,41k	1922±122,94b
17 ^a	169±9,74i	893±82,59ijk
18 ^b	227±2,92gh	935±80,96fghijk
19	2814±170,03k	2235±14,53a
20	1767±58,22k	1780±108,44c
21 ^b	2179±69,24k	1648±63,06d
22	1722±2,88k	2167±0,13a
23	3414±59,72k	2114±103,33a
24	2262±21,94k	2116±191,88a
Min-Max	92±10,7-3605±188,41	819±10,00- 2235±14,53

^aGlutensiz ^bOrganik.

Farklı harflendirmeler(a-1) örnekler arasında önemli bir farklılık olduğunu göstermektedir.

En düşük antioksidan kapasite değerine sahip 12 numaralı örnek, aynı zamanda en düşük meyve içeriğine sahip örnektir (Çizelge 3.1). En yüksek antioksidan kapasite değerine sahip 16 numaralı örnek ise tamamına yakını meyveden oluşan ve yapısında elma ve elma suyu içeren örnektir (Çizelge 3.1).

Örneklerin hidrolize edilebilir bileşenlerinin antioksidan kapasiteleri, ekstrakte edilebilir bileşenlerinin antioksidan kapasitelerine kıyasla, daha yüksek bulunmuştur. Literatürde, kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının, hidrolize edilebilir bileşenlerinin antioksidan kapasitelerinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır ve bu yüzden karşılaştırma yapılamamıştır.

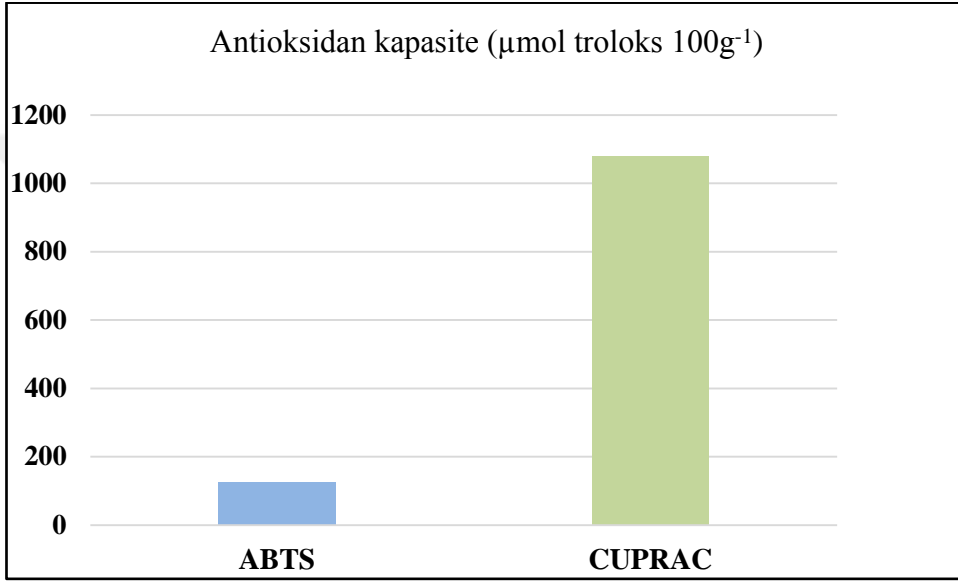


Şekil 4. 10. Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının CUPRAC yöntemiyle elde edilen antioksidan kapasite değerleri

Organik, konvansiyonel ve glutensiz örneklerin, ekstrakte edilebilir bileşenlerinin CUPRAC metoduyla elde edilen antioksidan kapasiteleri, ayrı ayrı değerlendirildiğinde aralarında bir korelasyon bulunmamıştır (Şekil 4.10).

Antioksidan kapasite belirleme yöntemleri açısından incelendiğinde, CUPRAC yöntemi ABTS yöntemine göre daha yüksek sonuçlar verdiği gözlenmiştir. (Şekil 4.11; Şekil

4.12). İki antioksidan kapasite belirleme yönteminde de, hidrolize edilebilen formların içerikleri, ekstrakte edilebilen formlardan daha yüksek değerler vermiştir. CUPRAC ve ABTS yöntemleri arasındaki farklar, yöntemler ile belirlenebilen bireysel antioksidan bileşiklerin arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır (Karaman ve ark. 2010). İki yöntemde elektron transferi esasına dayanarak antioksidan kapasite ölçümünde kullanıldığı göz önüne alındığında, CUPRAC yönteminin kavanoz bebek mamaları örnekleri için daha uygulanabilir olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.11 ve Şekil 4.12).



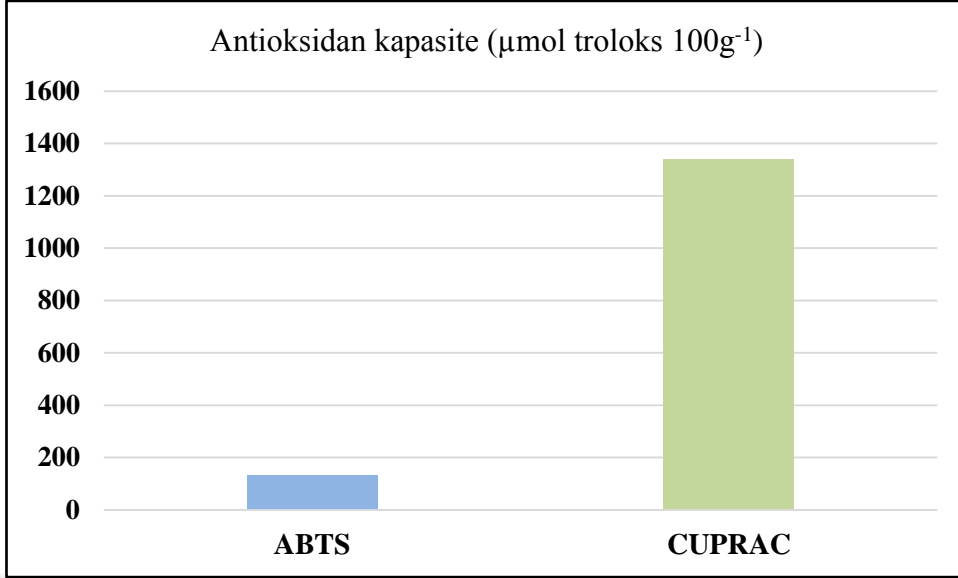
Şekil 4. 11. Örneklerin ekstrakte edilebilir içeriklerinin farklı antioksidan kapasite yöntemlerine göre değişimleri

Çizelge 4. 5. Ekstrakte edilebilir bileşenler için toplam fenol ve antioksidan kapasite değerlerinin karşılaştırılması

	ABTS	CUPRAC	TOPLAM FENOL
ABTS	1	,698 ^{**}	,875 ^{**}
CUPRAC	,698 ^{**}	1	,504 [*]
TOPLAM FENOL	,875 ^{**}	,504 [*]	1

**P<0.01 de anlamlı

*P<0.05 de anlamlı



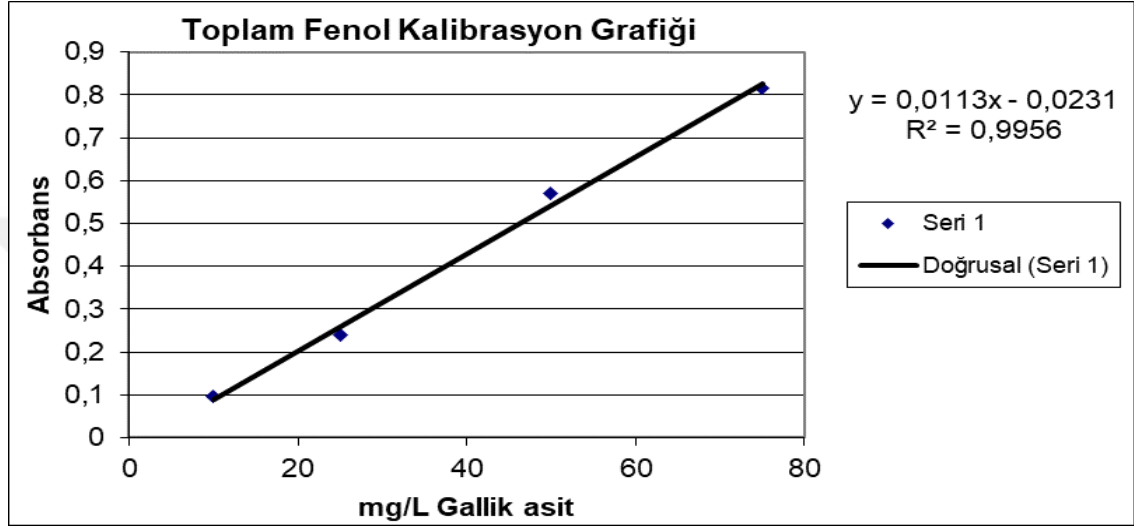
Şekil 4. 12. Örneklerin hidrolize edilebilir içeriklerinin farklı antioksidan kapasite yöntemlerine göre değişimler

Örneklerin ekstrakte edilebilir bileşenleri için antioksidan kapasite sonuçları ve toplam fenol sonuçları karşılaştırıldığında antioksidan kapasite yöntemleriyle elde edilen değerler ve toplam fenol değerleri arasında pozitif ve yüksek bir korelasyon olduğu gözlemlenmektedir (Çizelge 4.5). Aynı zamanda uygulanan antioksidan kapasite yöntemlerinin kendi aralarında da pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Karaman ve ark. (2010), çeşitli elma sularında yaptıkları antioksidan kapasite analizlerinde, ABTS ve CUPRAC yöntemleriyle elde edilen değerlerin, oldukça benzer olduğunu bulmuşlardır. Güçlü ve ark.(2006), kayısı çeşitlerinin antioksidan kapasitelerini ve toplam fenol içeriklerini araştırdıkları çalışmalarında, ABTS ve folin yöntemlerinin, CUPRAC yöntemiyle uyumlu olduğunu bulmuşlardır. Carbonell-Capella ve ark. (2013), meyve bazlı bebek ek gıdalarında yaptıkları analizlerde, düşük antioksidan kapasite değerine sahip örneklerin aynı zamanda düşük toplam fenol içeriğine sahip olduğunu, buna karşılık, yüksek antioksidan kapasite değerine sahip örneklerin, yüksek toplam fenol içeriğine sahip olduğunu belirlemiştir.

4.4. Biyoalnabilirlik

Örneklerin fenol içeriklerinin ve antioksidan kapasitelerinin, Folin-Ciocalteu(FC), ABTS ve CUPRAC yöntemleriyle elde edilen biyoalnabilirliklerine ait sonuçlar Çizelge 4.6'da, kalibrasyon grafikleri ise sırasıyla Şekil 4.13, 4.14 ve 4.15'de verilmektedir.

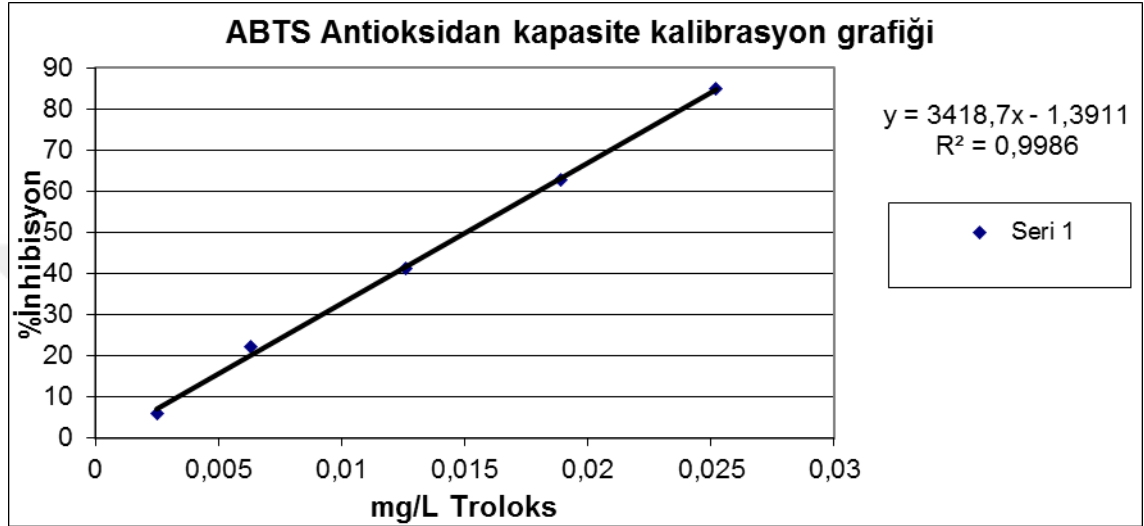


Şekil 4. 13. Toplam fenol içeriğinin biyoalnabilirliğine ait kalibrasyon grafiği

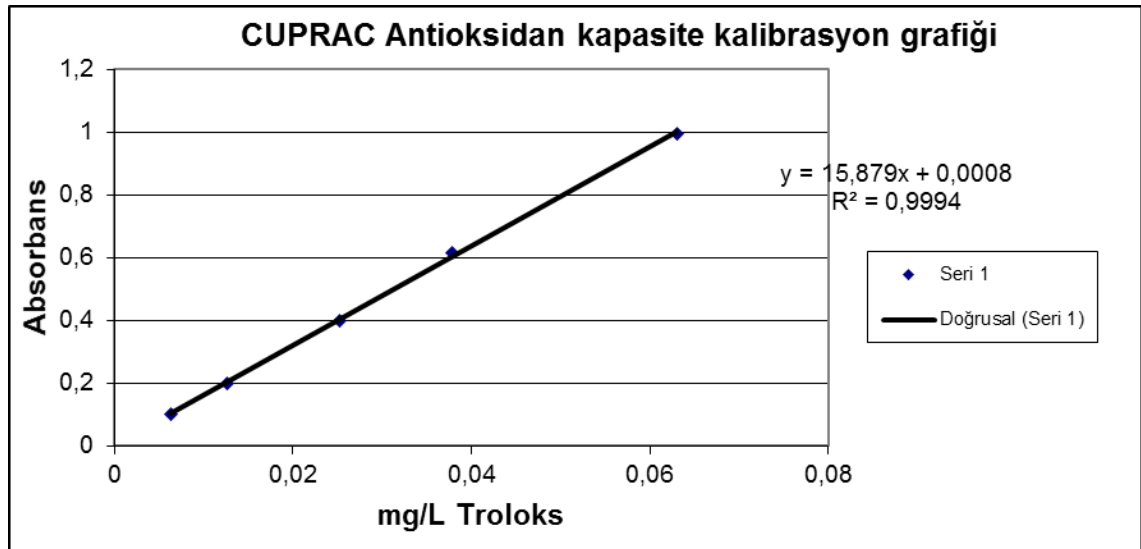
Biyoalnabilirlik, gıdaların besinsel verimliliği açısından önemli bir kavram olup, gıdalarda bulunan biyoaktif bileşenlerin sadece belli bir kısmı, organizma tarafından etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Fernandez-Garcia ve ark. 2009). Mikrozomal, hücrel ve hayvan modelli çalışmalar, stabilite, çözünürlük gibi faktörlerin de etkisi olmasına rağmen, hızlı konjugasyonun, özellikle de bağırsak ve karaciğerdeki glukoronidasyonun, fenoliklerin zayıf biyoalnabilirliğinin başlıca sorumlusu olduğunu göstermektedir (Wu ve ark. 2011).

İnce bağırsaklarda, fenolik bileşenlerin yaklaşık %5-10'unun, absorbe edildiği tahmin edilmektedir. Absorbe edilen ve karaciğerde metabolize olan fenolik bileşenlerin yanı sıra, ince bağırsakta absorbe edilmeyen fenolik bileşenler, kalın bağırsağa gitmektedir. Emilim boyunca, polifenoller, glukoronidasyon, metilasyon ve sülfasyon gibi başlıca konjugasyon reaksiyonlarının gerçekleştiği ince bağırsakta ve karaciğerde konjuge olurlar (Balasundram ve ark. 2005, Heleno ve ark. 2015). Bu, sadece herhangi

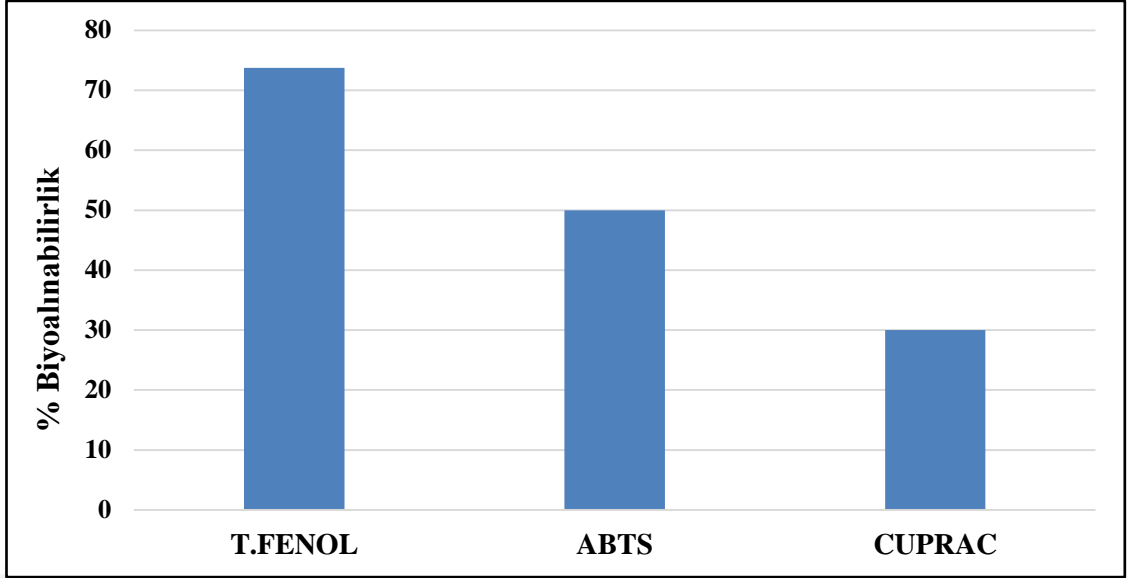
potansiyel toksik etkiden kaçınmak için değil, aynı zamanda, fenoliklerin hidrofilitelerini artırarak, onların kolayca safra ya da idrar yoluyla atılmasına neden olması açısından, önemli bir süreçtir. Bu konjugasyon mekanizmaları çok etkilidir ve aglikonlar polifenollerin tüketiminden sonra, kanda çok düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Balasundram ve ark. 2005, Heleno ve ark. 2015).



Şekil 4. 14. ABTS yönteminin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği



Şekil 4. 15. CUPRAC yönteminin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği



Şekil 4. 16. Toplam fenol içeriği ve farklı antioksidan kapasite yöntemlerinin biyoalınabilirlik düzeyleri

Antioksidan kapasiteyi oluşturan bileşiklerin biyoalınabilirlikleri incelendiğinde, örneklerde belirlenen toplam fenol içeriğin %70'inin, ABTS yöntemi ile elde edilen toplam antioksidan kapasitenin %50'sinin, CUPRAC yöntemi ile elde edilen toplam antioksidan kapasitenin ise %30'unun biyoalınabilir olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeninin, kullanılan tüm yöntemlerin farklı bileşiklere duyarlı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sadece meyve ve meyve suyu içeren 13, 14, 15 ve 16 numaralı bebek ek gıdalarının en yüksek biyoyararlılığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, organik olan ve olmayan bebek mamaların antioksidatif özelliklerinin biyoalınabilirlikleri açısından, belirgin bir farklılık gözlenmemiştir. Literatürde kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının biyoyararlılığına dair bir çalışmaya rastlanılmadığı için bununla ilgili bir karşılaştırma yapılamamıştır.

Yapılan analiz sonuçları incelendiğinde, ticari bebek mamalarının hazırlanmasında meyve ve meyve suyu kullanımının, toplam fenolik içeriğini artırdığı ve antioksidan kapasiteyi ve biyoalınabilirliği geliştirdiği düşünülmektedir.

Çizelge 4. 6. Biyoalınabilirlik değerleri

Örnekler	Toplam Fenol İçeriği (mg 100g ⁻¹ GAE)	Antioksidan Kapasite (µmol troluks 100g ⁻¹)	
		ABTS	CUPRAC
1 ^a	1191,74±33,91bcd	202±32,52a	611±121,26cdef
2 ^b	1130,39±60,06bcde	120±6,97de	363±73,55efg
3 ^b	1135,45±19,57bcdef	160±26,61bc	394±28,52defg
4 ^b	1064,74±53,78bcdef	115±3,69de	428±32,09defg
5 ^a	1235,65±104,2b	211±20,84a	689±122,77cd
6 ^{ab}	1001,45±2,96efg	95±6,19ef	232±6,60g
7 ^a	1408,14±71,57a	150±6,54cd	661±5,71cde
8	1105,24±21,47bcdef	38±4,62i	273±53,52fg
9 ^b	942,69±79,54gh	86±18,27fgh	314±2,24efg
10 ^b	968,67±22,62fg	119±21,85ef	381±18,81defg
11 ^a	1160,3±51,01bcde	151±13,78cd	692±15,05cd
12	1026,76±13,29defg	44±6,97hi	181±1,01g
13 ^a	1022,63±44,59efg	194±15,59a	537±5,61cdefg
14 ^b	707,6±149,83ij	94±13,36ef	242±4,58g
15	1097,8±33,53bcdef	183±4,16ab	2177±85,72a
16	535,26±55,96kl	178±18,84ab	2296±251,03a
17 ^a	1222,73±40,54bc	62±7,33ghi	262±15,34g
18 ^b	977,83±25,07fg	103±7,56ef	257±12,01g
19	1050,65±105,79cdefg	165±19,68abc	1381±100,94b
20	417,3±51,3ll	44±7,48hi	787±2,74c
21 ^b	591,18±51,34jk	39±2,32i	1347±441,01b
22	674,69±22,84ijk	32±6,23i	1137±26,09b
23	918,52±133,51efg	104±17,79ef	1258±103,33b
24	768,5±5,8lhi	83±1,18fg	722±191,88cd
Min-Max	417,3±51,31-1408,14±71,57	32±6,23-211±20,84	181±1,01-2296±251,03
Ort±SD	973,16± 243,15	115,5± 56,39	734,25±587,18

^aGlutensiz ^bOrganik

Farklı harflendirmeler(a-l) örnekler arasında önemli bir farklılık olduğunu göstermektedir.

5.SONUÇ

Bu çalışmada, farklı formülasyonlarda meyve ve sebze içeren kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının toplam fenolik içeriği, antioksidan kapasitesi ve bunların biyoalınabilirliği araştırılmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde,

- Kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının toplam fenolik içeriklerinin, antioksidan kapasitelerinin ve bunların biyoalınabilirliklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.
- Yapılan her iki antioksidan kapasite yönteminde de, meyve içeriği yüksek örneklerin antioksidan kapasite değerlerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur.
- Toplam fenol içeriği yüksek olan örneklerin aynı zamanda yüksek antioksidan kapasite değerine sahip olduğu belirlenmiştir.
- Organik olarak üretilmiş ürünler ile geleneksel (konvensiyonel) yöntemlerle üretilmiş ürünler arasında, belirgin bir farklılık bulunmamıştır.
- Glutensiz örnekler ile geleneksel (konvensiyonel) yöntemlerle üretilmiş ürünler arasında, belirgin bir farklılık saptanamamıştır.
- Aileler tarafından sıklıkla tercih edilen kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının antioksidatif özellikleri ve bebek sağlığına olan olumlu katkıları olduğu görülmektedir.
- Sonuç olarak, kadınların daha fazla iş hayatına atılmasıyla ve özellikle seyahat gibi gerekçelerle kullanımı gittikçe artan kavanoz ambalajlı bebek ek gıdalarının sağlığa birçok yönden yararlı olduğu düşünülen toplam fenolik içerik ve antioksidan maddelerce zengin olduğu ve alternatif bir tamamlayıcı gıda maddesi olarak kullanılabilmesi kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Apak, R., Özyürek, M., Güçlü, K., Çapanoğlu, E. 2016.** Antioxidant activity/capacity measurement. 1. Classification, physicochemical principles, mechanisms, and electron transfer (ET)-based assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64: 997–1027.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E. 2004.** A novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols, vitamin C and E using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 7970-7981.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S.E., Bektaşoğlu, B., berker, K.I., Özyurt, D. 2007.** Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12:1496–1547.
- Atoui, A. K., Mansouri, A., Boskou, G., Kefalas, P., 2005.** Tea and herbal infusions: Their antioksidant activity and phenolic profile, *Food Chemistry*, 89: 27-36.
- Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S. 2006.** Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99: 191–203.
- Bean, H., Schuler, C., Leggett, R. E., Levin, R. M. 2010.** Antioxidant levels of common fruits, vegetables, and juices versus protective activity against in vitro ischemia/ reperfusion. *Int Urol Nephrol*, 42: 409–415.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., Sapirstein, H. D. 2005.** Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry*, 82: 390–393.
- Büyüktuncel, E., Porgalı, E., Çolak, C. 2014.** Comparison of Total Phenolic Content and Total Antioxidant Activity in Local Red Wines Determined by Spectrophotometric Methods. *Food and Nutrition Sciences.*, 5: 1660-1667.
- Bolin H. R., Salunkhe, D. K. 1971.** Physicochemical And Volatile Flavor Changes Occurring In Fruit Juices During Concentration And Foam-Mat Drying. *Journal of Food Science*, 36: 665-668.
- Cano, A., Canovas, G., Acosta, M., Arnao, M. B. 1998.** An end-point method for estimation of the total antioxidant activity in plant material. *Phytochemical Analysis*, 9: 196–202.
- Carbonell-Capella, J. M., Barba, F. J., Esteve, M. J., Frígola, A. 2014.** Quality parameters, bioactive compounds and their correlation with antioxidant capacity of commercial fruit-based baby foods. *Food Science and Technology International*, 20: 479–487.
- Cemeroğlu, B. 2013.** Gıda Analizleri. Bizim Grup Basımevi. 3.baskı. s:1-40. ISBN: 978-605-63419-3-9.
- Chen, L. Y., Cheng, C. W., Liang, J. Y. 2015.** Effect of esterification condensation on the Folin-Ciocalteu method for the quantitative measurement of total phenols. *Food Chemistry*, 170: 10–15.
- Cicco, N., Lanorte, M. T., Paraggio, M., Viggiano, M., Lattanzio, V. 2009.** A reproducible, rapid and inexpensive Folin-Ciocalteu micro-method in determining phenolics of plant methanol extracts. *Microchemical Journal*, 91: 107–110.
- Čížková, H., Ševčík, R., Rajchl, A., Voldřich, M. 2009.** Nutritional quality of commercial fruit baby food. *Czech Journal of Food Sciences*, 27: 134-137.

- Combs G. F. 2008.** The Vitamins, Fundamental Aspect in Nutrition and Health, 3rd revised Edition p: 3-6
- Crozier, A., Jaganath, I. B., Clifford, M. N. 2009.** Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Product Reports*, 26: 1001-1043.
- Diaz, Z., Colombo, M., Mann, K. K., Su, H., Smith, K. N., Bohle, D. S., Schipper H.M., Miller Jr, W. H. 2018.** Trolox selectively enhances arsenic-mediated oxidative stress and apoptosis in APL and other malignant cell lines. *Blood*, 105: 1237–1246.
- Do Nascimento Da Silva, E., Leme, A. B. P., Cidade, M., Cadore, S. 2013.** Evaluation of the bioaccessible fractions of Fe, Zn, Cu and Mn in baby foods. *Talanta*, 117: 184–188.
- Dykes, L., Rooney, L. 2007.** Phenolic Compounds in Cereal Grains and Their Health Benefits. *Cereal Foods World*, 52: 105–111.
- Etcheverry, P., Grusak, M. A., Fleige, L. E. 2012.** Application of in vitro bioaccessibility and bioavailability methods for calcium, carotenoids, folate, iron, magnesium, polyphenols, zinc, and vitamins B 6, B 12, D, and E. *Frontiers in Physiology*, 3: 1–22.
- Fagundes, D. S., Grasa, L., Gonzalo, S., Martinez de Salinas, F., Arruebo, M. P., Plaza, M. A., Murillo, M. D. 2013.** Mechanism of action of Trolox on duodenal contractility. *Journal of Physiology and Pharmacology: An Official Journal of the Polish Physiological Society*, 64: 705–710.
- Feltran, J. C., Lemos, L. B., Vieites, R. L. 2004.** Technological quality and utilization of potato tubers. *Sci. Agric.*, 61: 598-603.
- Fernández-García, E., Carvajal-Lérída, I., Pérez-Gálvez, A. 2009.** In vitro bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. *Nutrition Research*, 29: 751–760.
- Gokcay, G., Eren, T., Devencioglu, E. 2013.** Additives in Infant Formula. *Tuberculin Skin Test in Children*, 12: 60–65.
- Grammatikaki, E., Huybrechts, I. 2016.** Infants: Nutritional Requirements. Encyclopedia of Food and Health (1st ed.). Elsevier Ltd.
- Güçlü, K., Altun, M., Özyürek, M., Karademir, S. E., Apak, R. 2006.** Antioxidant capacity of fresh, sun- and sulphited-dried Malatya apricot (*Prunus armeniaca*) assayed by CUPRAC, ABTS/TEAC and folin methods. *International Journal of Food Science and Technology*, 41: 76–85.
- Hamid, A. A., Aiyelaagbe, O. O., Usman, L. A., Ameen, O. M., Lawal, A. 2010.** Antioxidants: Its medicinal and pharmacological applications. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 4: 142-151.
- Heleno, S. A., Martins, A., Queiroz, M. J. R. P., Ferreira, I. C. F. R. 2015.** Bioactivity of phenolic acids: Metabolites versus parent compounds: A review. *Food Chemistry*, 173: 501–513.
- Holst, B., Williamson, G. 2008.** Nutrients and phytochemicals: from bioavailability to bioefficacy beyond antioxidants. *Current Opinion in Biotechnology*, 19: 73–82.
- Hu, F.B. 2003.** Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview. *Am. J. Clin. Nutr.*, 78: 544-551.
- Jie, L., Xiao-ding L., Yun, Z., Zheng-dong, Z., Zhi-ya, Q., Mong, L., Shao-hua, Z., Shuo, L., Meng, W., Lu, Q. 2013.** Identification and thermal stability of purple-fleshed sweet potato anthocyanins in aqueous solutions with various pH values and fruit juices. *Food Chemistry*, 136: 1429–1434.

- Karadeniz, F., Burdurlu, H.S., Koca, N., Soyer, Y. 2005.** Antioxidant Activity of Selected Fruits and Vegetables Grown in Turkey. *Turk J Agric For*, 29: 297–303.
- Karabulut, H., Gülay, M.Ş., 2016.** Serbest Radikaller. *MAKÜ Sag. Bil. Enst. Derg.*, 4:50-59.
- Karaman, Ş., Tütem, E., Başkan, K. S., Apak, R. 2010.** Comparison of total antioxidant capacity and phenolic composition of some apple juices with combined HPLC–CUPRAC assay. *Food Chemistry*, 120: 1201–1209.
- Kehrer, J. P., Klotz, L.O. 2015.** Free radicals and related reactive species as mediators of tissue injury and disease: implications for Health. *Critical Reviews in Toxicology*, 45: 765-798.
- Kiracı, S., Gönülal, E., Padem, H. 2014.** Farklı mikoriza türlerinin organik havuç yetiştiriciliğinde kalite özellikleri üzerine etkileri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 11: 106-113.
- Koca, N., Karadeniz, F. (1998).** Serbest Radikal Oluşum Mekanizmaları ve Vucuttaki Antioksidan Savunma Sistemleri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 32–37.
- Köksal, G., Özel, H. G. 2008.** Bebek beslenmesi. *Klasmat Matbaacılık*. 1. Baskı. s:10-22.
- Kris-Etherton, P.M., Hecker, K.D., Bonanome, A., Coval, S.M., Binkoski, A.E., Hilpert, K.F., Griel, A.E. and Ethertone, T.D. 2002.** Bioactive compounds in foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am. J. Med.*, 113: 71-88.
- Lester, G. E., Lewers, K. S., Medina, M. B., Saftner, R. A. 2012.** Comparative analysis of strawberry total phenolics via Fast Blue BB vs. Folin-Ciocalteu: Assay interference by ascorbic acid. *Journal of Food Composition and Analysis*, 27: 102–107.
- Liu, S., Buring, J.E., Sesso, H.D., Rimm, E.B., Willett, W.C. and Manson, J.E. 2002.** A prospective study of dietary fiber intake and risk of cardiovascular disease among women. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 39: 49.56.
- Marinova, D., Ribarova, F., Atanassova, M. 2005.** Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40: 255-260.
- Mir-Marqués, A., González-Masó, A., Cervera, M. L., De La Guardia, M. 2015.** Mineral profile of Spanish commercial baby food. *Food Chemistry*, 172: 238–244.
- Mohammed, M. T., Kadhim, S. M., Jassimand, A. M. N., Abbas, S. I. 2015.** Free radicals and human health. *International Journal of Innovation Sciences and Research*, 4: 218–223.
- Moharram, H. A., & Youssef, M. M. 2015.** Methods for Determining the Antioxidant Activity: A Review Methods for Determining the Antioxidant Activity: A Review. *Alex. J. Fd. Sci. & Technol.*, 11: 31-42.
- Mozaffarian, D., Kumanyika, S.K., Lemaitre, R.N., Olson, J.L., Burke, G.L. and Siscovick, D.S. 2003.** Cereal, fruit, and vegetable fiber intake and the risk of cardiovascular disease in elderly individuals. *J. Am. Med. Assoc.*, 289: 1659-1666.
- Nacz, M., Shahidi, F. 2004.** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054: 95–111.
- National Health and Medical Research Council. 2012.** Infant Feeding Guidelines. ISBN Online: 1864965665.
- Nizamlioğlu, N. M., Nas, S. 2010.** Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler ; Yapıları ve Önemleri The Phenolic Compounds in Vegetables and Fruit ; Structures and Their Importance. *Elektronik*, 1: 20–35.

- Ozcan, T., Akpınar-Bayazit, A., Yılmaz-Ersan, L., Delikanlı, B. 2014.** Phenolics in Human Health. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5: 393–396.
- Özpinar H., 2011.** Beslenme ve Diyet Temel İlkeleri. İstanbul Medikal Yayıncılık 2.baskı s:191-195.
- Pereira, M.A., O'Reilly, E., Augustsson, K., Fraser, G.E., Goldbourt, U., Heitman, B.L., Hallmans, G., Knekt, P., Liu, S., Pietinen, P., Spiegelman, D., Stevens, J., Virtamo, J., Willett, W.C. and Ascherio, A. 2004.** Dietary fiber and risk of coronary heart disease. *Arch. Int. Med.*, 164: 370-376.
- Pisoschi, A. M., Negulescu, G. P. 2012.** Methods for Total Antioxidant Activity Determination: A Review. *Biochemistry & Analytical Biochemistry*, 1: 1–10.
- Rizzo, V., Muratore, G. 2009.** Effects of packaging on shelf life of fresh celery. *Journal of Food Engineering*, 90: 124-128.
- Rover, M. R., Brown, R. C. 2013.** Quantification of total phenols in bio-oil using the Folin-Ciocalteu method. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 104: 366–371.
- Rebellato A. P. , Pacheco B. C., Prado J. P., Pallone J. A. L. 2015.** Iron in fortified biscuits: A simple method for its quantification, bioaccessibility study and physicochemical quality. *Food Research International*, 77: 385–391.
- Ree, R., Pellegrini, N., Protrggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999.** Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26: 1231-1237.
- Schmidt, D. A., Kerley, M. S., Porter, J. H., Dempsey, J. L. 2005.** Structural and nonstructural carbohydrate, fat, and protein composition of commercially available, whole produce. *Zoo Biology*, 24: 359–373.
- Sochor, J., Ryzolova, M., Krystofova, O., Salas, P., Hubalek, J., Adam, V., Trnkova, L., Havel, L., Beklova, M., Zehralek, J., Provoznik, I., Kizek, R. 2010.** Fully automated spectrometric protocols for determination of antioxidant activity: advantages and disadvantages. *Molecules*, 15: 8618-8640.
- Štěpán, R., Tichá, J., Hajšlová, J., Kovalczuk, T., Kocourek, V. 2005.** Baby food production chain: Pesticide residues in fresh apples and products. *Food Additives and Contaminants*, 22: 1231–1242.
- Thilakarathna, S. H., Vasantha Rupasinghe, H. P. 2013.** Flavonoid bioavailability and attempts for bioavailability enhancement. *Nutrients*, 5: 3367–3387.
- Tiwari, B. K., O'Donnell, C. P., Patras, A., Cullen, P. J. 2008.** Anthocyanin and ascorbic acid degradation in sonicated strawberry juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 10071–10077.
- Tüfekci, H. B., Fenercioğlu, H. 2010.** Türkiye 'de Üretilen Bazı Ticari Meyve Sularının Kimyasal Özellikler Açısından Gıda Mevzuatına Uygunluğu. *Akademik Gıda*, 8: 11–17.
- Uher, A., Mezeyova, I., Hegedüsova, A., Slosar, M. 2017.** Impact of nutrition on the quality and quantity of cauliflower florets. *Slovak Journal of Food Sciences*, 11: 113-119.
- Uyar, B. B., Gezmen-Karadağ, M., Şanlier, N., Günyel, S. 2013.** Determining the Amount of Total Phenolic Compounds of Some Vegetables Frequently. *Gıda*, 38: 23–29.
- U.S. Department of Agriculture. 2009.** Infant Nutrition and Feeding. FNS-288.

- Vitali, D., Vedrına Dragojević, I., Šebecić, B. 2009.** Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114: 1462–1469.
- World Health Organization. 2003.** Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *World Health Organization Technical Report Series*, 916: 1-149.
- World Health Organization. 2011.** Infant and young child feeding. *World Health*, 155: 1-3929.
- Wootton-Beard, P. C., Ryan, L. 2011.** Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. *Food Research International*, 44: 3135–3148.
- Wu, B., Kulkarni, K., Basu, S., Zhang, S., Hu, M. 2011.** First-pass metabolism via UDP-glucuronosyltransferase: A barrier to oral bioavailability of phenolics. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 100: 3655–3681.
- Young, I. S. and Woodside, J. V. 2001.** Antioxidants in health and disease. *Journal of Clinical Pathology*, 54: 176-186.
- Yadav, A., Council, S. S. U. P., View, L., View, S. D., Srivastava, S. 2016.** Antioxidants and its functions in human body - A Review. *Res. Environ. Life Sci.*, 9: 1328-1331.
- Zimmerman, M., Snow, B. 2012.** An Introduction to Nutrition. <https://2012books.lardbucket.org/pdfs/an-introduction-to-nutrition.pdf>-(Erişim tarihi: 29.12.2012).
- Zulueta, A., Esteve, M. J., Frasquet, I., Frígola, A. 2007.** Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. *Food Chemistry*, 103: 1365–1374.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Merve KONAK
Doğum Yeri ve Tarihi : Zonguldak, 13.09.1991
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Zonguldak Atatürk Anadolu Lisesi, 2005-2009
Lisans : Erciyes Üniversitesi, 2009–2014
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, 2015–2018

Çalıştığı Kurum : Kırklareli Üniversitesi
İletişim : mervekonak@klu.edu.tr
Yayımlar :

Ateş, M., Konak, M., Şahan, Y. 2016. Antioxidant Activities, Total Phenolic Contents and Their Bioaccessibilities of *Rumex acetosella* L. International Symposium On Biodiversity And Edible Wild Species,(Poster Presentation), 3-5 Nisan 2017, Antalya.

Konak M., Ateş, M., Şahan. 2017. Yenilebilir Yabani Bitki *Gundelia tournefortii*'nin Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 31: 101-108.

Konak, M., Şahan, Y. 2016. Bebek Ek Gıdalarının Minerallerle Zenginleştirilmesi. 12.Gıda Kongresi, (Poster Bildiri), 05-07 Ekim 2016 Edirne.

Konak M., Ateş, M., Şahan. 2016. Antioxidant Evaluations of *Gundelia tournefortii*: A Wild Edible Plant. International Symposium On Biodiversity And Edible Wild Species, (Poster Presentation), 3-5 Nisan 2017, Antalya.

Konak, M., Sahan, Y., Erdemir, U.S., Gücer, S. 2017. Antioxidant Properties of Baby Food Containing Fruit in Turkey. III. International Conference on Food Chemistry and Technology. 2-4 Kasım 2017,(Oral Presentation), Baltimore, USA.

Konak, M., Sahan, Y., Cetin, B. 2017. Bioaccessibility of Phenolic Compounds. 8th International Advanced Technologies Symposium, (Poster Presentation), 19-21 Ekim 2017, Elazığ.

Konak, M., Cetin, B. 2017. Decontamination Of Meatballs With Spices That Commonly Used. 8th International Advanced Technologies Symposium, (Poster Presentation), 19-21 Ekim 2017, Elazığ.

Projeler:

Bebek Ek Gıdalarındaki Lüzumlu veya Toksik Element Biyoerişilebilirliklerinin In-vitro Yöntemler İle Belirlenmesi **TUBİTAK** 115Z128, Erdemir Seven, U. (Yürütücü), Şahan, Y., Gücer, Ş. Konak, M.(Bursiyer). 2016-2018.