

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARADUT PÜRESİ İLAVELİ SÜTTEN YOĞURT ELDESİNDE FERMENTASYONUN
FENOLİK MADDE MİKTARI, İN-VİTRO BİYOERİŞEBİLİRLİK VE FİZİKSEL
ÖZELLİKLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nihal DURMUŞ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN

EYLÜL 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARADUT PÜRESİ İLAVELİ SÜTTEN YOĞURT ELDESİNDE FERMENTASYONUN
FENOLİK MADDE MİKTARI, İN-VİTRO BİYOERİŞEBİLİRLİK VE FİZİKSEL
ÖZELLİKLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Nihal DURMUŞ
(506121520)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN

EYLÜL 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 506121520 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Nihal DURMUŞ** belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“KARADUT PÜRESİ İLAVELİ SÜTTEN YOĞURT ELDESİNDE FERMANTASYONUN FENOLİK MADDE MİKTARI, İN-VİTRO BİYOERİŞEBİLİRLİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Meral KILIÇ AKYILMAZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Derya KAHVECİ
Yeditepe Üniversitesi

Teslim Tarihi : **4 Eylül 2015**
Savunma Tarihi : **7 Ekim 2015**

Canim aileme,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitim süresince, danışmanlığımı üstlenerek, değerli fikirleri ile beni yönlendiren, ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, değerli hocam ve danışmanım Doç. Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Değerli fikirleri ve tecrübesi ile beni yönlendiren, her zaman yanımda olduğunu hissettiren, çok değerli hocam Prof. Dr. Meral KILIÇ AKYILMAZ'a saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Duygu TURHAN ve Utku Anıl BAŞTAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. İstanbul Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Deneysel çalışmalarım sırasında yardımını esirgemeyen Araş. Gör. Zehra GÜLSÜNOĞLU ve Burcu GÜLDİKEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Destekleri ve sevgileri ile her zaman yanımda olan, varlıkları ile bana güven veren, bugünlere gelmemde büyük emek sahibi olan canım aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eylül 2015

Nihal DURMUŞ
(Gıda Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.	xvii
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
2.LİTERATÜR.....	5
2.1 Karadut.....	5
2.2 Karadutun Kimyasal Kompozisyonu	6
2.3 Karadut Meyvesi İçerisindeki Antioksidan Özelliğe Sahip Bileşikler	8
2.4 Meyveli Yoğurt.....	11
2.5 Meyveli Yoğurtların Antioksidan Özellikleri	12
2.6 Yoğurt Yapımında GDL ve Starter Kültür Kullanımının Antioksidan Kapasite Üzerindeki Etkisi.....	15
2.7 Fermentasyonun Antioksidan Kapasite Üzerindeki Etkisi.....	17
2.8 Depolamanın Antioksidan Kapasite Üzerindeki Etkisi.....	19
2.9 Biyoerişebilirlik	21
2.10 Meyve İlavesi ve Depolamanın Yoğurdun Fiziksel ve Reolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisi.....	21
3. MATERYAL VE METOD.....	25
3.1 Materyal	25
3.1.1 Malzemeler	25
3.1.2 Kimyasallar	25
3.1.3 Ekipmanlar	26
3.2 Metot.....	26
3.2.1 Yoğurt üretimi	26
3.2.2 Meyveli süt üretimi	27
3.2.3 Ekstrakt hazırlama	28
3.2.4 Toplam fenolik madde analizi.....	28
3.2.5 Toplam flavonoid madde analizi.....	28
3.2.6 Toplam antioksidan kapasitenin tayini.....	29
3.2.6.1 CUPRAC metodu (Bakır İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi).....	29
3.2.6.2 DPPH (1,1-difenil-2 pikrilhidrazil) radikal yakalama metodu.....	29
3.2.6.3 ABTS radikal yakalama metodu.....	29
3.2.7 HPLC ile antosiyanin profilinin belirlenmesi.....	29
3.2.8 <i>In-vitro</i> gastrointestinal sindirim sistemi metodu ile karadutun biyoaktif bileşiklerinin biyoerişebilirliğinin tespiti.....	30
3.2.9 pH tayini.....	31
3.2.10 Renk tayini.....	31

3.2.11 Serum ayrılması.....	31
3.2.12 Reolojik özellikler.....	31
3.2.13 İstatistiksel analiz.....	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	33
4.1 Toplam Fenolik ve Flavonoid Madde	33
4.1.1 Depolama öncesi başlangıç örnekler.....	33
4.1.2 21 Gün depolanan örnekler.....	38
4.2 Toplam Antioksidan Kapasiteleri (ABTS, CUP RAC, DPPH).....	43
4.2.1 Depolama öncesi başlangıç örnekler	43
4.2.2 21 Gün depolanan örnekler.....	49
4.3 Biyoerişebilirlik.....	52
4.3.1 Toplam fenolik ve flavonoid madde.....	52
4.3.2 Toplam antioksidan aktivitesi (ABTS, CUPRAC, DPPH).....	59
4.4 Antosiyanin Profili.....	66
4.5 pH Tayini.....	69
4.6 Renk Tayini.....	72
4.7 Serum Ayrılması.....	74
4.8 Reolojik Özellikler.....	77
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	83
KAYNAKLAR.....	87
EKLER.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	107

KISALTMALAR

ABTS	: 2,2- azinobis 3-etilbenzothiazolin-6-sulfonik asit diammonium salt
ANOVA	: Varyans Analizi
A	: Taze Karadut
B	: Pastörize Karadut
C	: Pastörize Süt
CUPRAC	: Bakır (II) İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi
C3G	: Siyanidin-3-glukozit
C3R	: Siyanidin-3-rutinozit
D	: Isıl İşlem Uygulanmış Süt
DPPH	: 1,1-difenil-2- pikrilhidrazil
E	: Keçi Boynuzu İlaveli Isıl İşlem Uygulanmış Süt
F	: Sade Starter Kültürlü Yoğurt
FRAP	: Demir (III) indirgeyici antioksidan kapasitesi
G	: Sade Glukano-Delta-Lakton'lu Süt
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
GDL	: Glukano-delta-lakton
H	: Fermentasyondan Önce %6 Meyve İlaveli Glukano-Delta-Lakton'lu Yoğurt
HPLC	: Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi
I	: Fermentasyondan Sonra %6 Meyve İlaveli Glukano-Delta-Lakton'lu Yoğurt
J	: Fermentasyondan Önce %6 Meyve İlaveli Starter Kültürlü Yoğurt
K	: Fermentasyondan Sonra %6 Meyve İlaveli Starter Kültürlü Yoğurt
L	: Fermentasyondan Önce %12 Meyve İlaveli Starter Kültürlü Yoğurt
M	: Fermentasyondan Sonra %12 Meyve İlaveli Starter Kültürlü Yoğurt
N	: %6 Meyveli Süt
O	: %12 Meyveli Süt
PDA	: Fotodiyot dizisi dedektörü
SPSS	: Sosyal Bilimler için İstatistik Programı
TE	: Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi
UV-VIS	: Mor Ötesi-Görünür Bölge

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Örnekler.....	27
Çizelge 4.1 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin toplam fenolik ve flavonoid madde içeriği.....	33
Çizelge 4.2 : Karaduttan türetilen ürünlerin 21 günlük depolama sonrasında toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı	39
Çizelge 4.3 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin toplam antioksidan kapasiteleri.....	44
Çizelge 4.4 : Karaduttan türetilen ürünlerin 21 günlük depolama sonrasında toplam antioksidan kapasitesi.....	49
Çizelge 4.5 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin <i>in vitro</i> sindiriminden sonraki toplam fenolik ve flavonoid madde geri kazanım oranları.....	53
Çizelge 4.6 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin <i>in vitro</i> sindiriminden sonraki toplam antioksidan kapasite geri kazanım oranları	60
Çizelge 4.7 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin antosiyanin içerikleri.....	67
Çizelge 4.8 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin pH değerleri	70
Çizelge 4.9 : Karaduttan türetilen ürünlerin renk değerleri.....	73
Çizelge 4.10: Karaduttan türetilen ürünlerin serum ayrılması değerleri	75
Çizelge 4.11: Karaduttan türetilen ürünlerin başlangıç ve 21 günlük depolama sonrasında reolojik özellikleri	78

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin toplam fenolik ve flavonoid içeriği...	34
Şekil 4.2 : 21 gün depolama sonrasında ürünlerin toplam fenolik ve flavonoid madde miktarının başlangıca göre yüzde değişimi.....	39
Şekil 4.3 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin toplam antioksidan kapasitesi yüzde değişimi.	44
Şekil 4.4 : Karaduttan türetilen ürünlerin başlangıç ve 21 günlük depolama sonrasında antioksidan kapasitesi	49
Şekil 4.5 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin <i>in-vitro</i> sindiriminden sonraki toplam fenolik madde miktarı	54
Şekil 4.6 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin <i>in-vitro</i> sindiriminden sonraki toplam flavonoid madde miktarı	54
Şekil 4.7 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin <i>in-vitro</i> sindiriminden sonraki toplam antioksidan kapasitesi.	61
Şekil 4.8 : Fermentasyondan önce %6 meyve ilave edilen glukano-delta-laktonlu yoğurdun kayma geriliminin kayma hızı ile değişimi.....	80
Şekil 4.9 : Fermentasyondan sonra %6 meyve ilave edilen glukano-delta-laktonlu yoğurdun kayma geriliminin kayma hızı ile değişimi.....	81

KARADUT PÜRESİ İLAVELİ SÜTTEN YOĞURT ELDESİNDE FERMENTASYONUN FENOLİK MADDE MİKTARI, İN-VİTRO BİYOYARARLILIK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Karadut hem taze hem de işlenmiş gıdalarda bileşen olarak yaygın bir biçimde kullanılan, vitaminler, karotenler, flavonoller, antosiyaninler, fenol asitler ve fenolik maddeleri içeren biyoaktif bileşenler yönünden oldukça zengin bir kaynaktır. Bunun yanı sıra süt ve fermente süt ürünleri de proteinler, kalsiyum, fosfor, B₂ vitamini ve B₁₂ vitamini olmak üzere birçok besin ögesinin önemli bir kaynağıdır. Yoğurt ve sütün beslenme ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koyan çalışmalar insanların günlük diyetinde severek tüketebilecekleri, toplumun her kesimine hitap edebilecek şekilde sade süt ve yoğurdun yanı sıra meyveli, meyve aromalı ürünler üzerindeki çalışmalara hız kazandırmaktadır.

Bu çalışmada fenolikçe zengin bir meyve olan karadutun, proteince zengin bir gıda olan süte ilavesi ile elde edilecek meyveli süt ve meyveli yoğurt yapımı esnasında fermentasyonun ürünlerin antioksidan kapasite, toplam fenolik/flavonoid içeriği, *in-vitro* biyoerişilebilirliği ve reolojik özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Yoğurt yapımı sürecinde meyveler süte farklı oranlarda, fermentasyon öncesi ve sonrasında ilave edilerek fermentasyonun etkileri, starter kültür kullanımına alternatif olarak glukano-delta-lakton kullanılarak ise starter kültürün etkileri ve aynı zamanda depolama sürecinin de etkileri incelenmiştir. Analizler süte, karaduta, meyveli süt ve meyveli yoğurtlara uygulanmıştır. Bu çalışma ile literatüre fenolik bileşenler ve proteinler arasındaki interaksiyonlar ve bu interaksiyonlara fermentasyon, starter kültür ve depolamanın etkileri açısından katkı sağlanarak yeni çalışmalara ve projelere kaynak oluşturması amaçlanmıştır.

Çalışmada süt, karadut, meyveli süt ve meyveli yoğurtlarda toplam fenolik madde, toplam flavonoid, toplam antioksidan aktivitesi analizleri spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Antioksidan aktivitesinin belirlenmesi için DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil), ABTS (2,2'-azino-bis(3-etilbenzthiazolin-6-sülfonik asit)) ve CUPRAC (Bakır İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi) yöntemleri kullanılmıştır. Ürünlerde antosiyanin profili HPLC metodu ile incelenmiş olup biyoerişilebilirliğin belirlenmesi için *in-vitro* sindirim metodu uygulanmıştır. Aynı zamanda interaksiyonların, fermentasyonun ve depolamanın yoğurdun reolojik özellikleri üzerine etkisini gözlemleyebilmek için serum ayrılması, renk tayini, pH değişimi ve reoloji analizleri yapılmıştır.

Fermentasyonun toplam fenolik madde miktarına etkisinin incelenmesi amacıyla meyve ilavesinin fermentasyondan önce ve sonra yapıldığı ürünlerde toplam fenolik madde miktarı 62,8±9,7 ile 89,5±5,5 mg GAE /100 g yaş madde aralığında değişmiştir. Hem starter kültürle hem de glukano-delta lakton ile üretilen yoğurtlarda fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan yoğurtların toplam fenolik madde

miktarları fermentasyondan sonra meyve ilave edilen yoğurtlara göre daha yüksek çıkmıştır. Fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli GDL'lu yoğurdun(H) toplam fenolik madde miktarı $75,9 \pm 9,1$ mg GAE /100 g yaş madde ile fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli GDL'lu yoğurttan(I) ($62,8 \pm 9,7$ mg GAE /100 g yaş madde) %21, benzer şekilde fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurdun(J) toplam fenolik madde miktarı $83,7 \pm 2,9$ mg GAE /100 g yaş madde ile fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli yoğurttan(K) ($63,8 \pm 10,1$ mg GAE /100 g yaş madde) % 31 daha fazla bulunmuştur ($p > 0,05$).

Fermentasyonun antioksidan kapasiteye etkisini incelemek için üretilen ürünlerde CUPRAC ve DPPH metodlarında fermentasyondan sonra meyve ilave edilen ürünlerin antioksidan kapasitesinin fermentasyondan önce meyve ilave edilen ürünlere göre daha yüksek olduğu, ancak ABTS metodunda bunun tam tersi bir durum olduğu tespit edilmiştir. GDL kullanılarak üretilen H örneğinin CUPRAC, DPPH ve ABTS ile belirlenen antioksidan kapasitesi sırasıyla $172,1 \pm 54,1$, $73,3 \pm 7,7$ ve $119,3 \pm 13,4$ mg TE/100g yaş madde ile I örneğinden %14 ve %26 daha düşük, ABTS metodunda ise %36 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

21 günlük depolamanın ardından toplam fenolik madde miktarındaki azalış starter kültürlü sade yoğurtta(F) %60, GDL'lu sade yoğurtta(G) %153, fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli GDL'lu yoğurtta(H) %34, fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli GDL'lu yoğurtta(I) %53, fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurtta(J) %33, fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurtta(K) %54, fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurtta(L) %6, fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurtta(M) %1, %6 meyve ilaveli sütte(N) %1 ve %12 meyve ilaveli sütte(O) ise %6 olarak tespit edilmiştir. Toplam flavonoid madde miktarındaki azalış ise F örneğinde %31, G örneğinde %34, H örneğinde %47, I örneğinde %45, J örneğinde %22, K örneğinde %36, L örneğinde %34, M örneğinde %27, N örneğinde %83 ve O örneğinde ise %24 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin 21 gün depolama sonrasında toplam antioksidan kapasitesi değerlerine bakıldığında CUPRAC metodunda J ve K; DPPH metodunda F, G ve H; ABTS metodunda ise F, G, H ve I dışındaki örnekler arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde fark tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

In-vitro mide-bağırsak sistemi simülasyonunun ardından, her bir örnek için toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve 3 farklı toplam antioksidan kapasitesi değerlendirilmiştir. J örneğinin toplam antioksidan kapasitesi geri kazanım oranı (%) CUPRAC metodunda %25,4 , DPPH metodunda %3,3, ABTS metodunda %11,0, K örneğinin toplam antioksidan kapasitesi geri kazanım oranı CUPRAC metodunda %14,2, DPPH metodunda %3,7, ABTS metodunda %18,8 tespit edilmiştir.

Meyveli süt, meyveli yoğurt ve sade yoğurt örneklerinin pH değerleri ölçüldüğünde ilk gün 4,2 ile 5,9 aralığında değişirken 21 günlük depolamanın ardından 4,0 ile 6,1 aralığında değişim göstermiştir.

Renk tayini metoduna göre fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan yapılan tüm yoğurtlarda fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünlere göre daha yüksek L değerleri elde edilirken daha düşük a değerleri ve b değerleri tespit edilmiştir. 21 gün depolamanın ardından yoğurda meyve ilavesinin hem fermentasyondan önce hem de fermentasyondan sonra yapıldığı ürünlerde a ve b değerlerinin artış gösterdiği, L değerinin ise azalma gösterdiği tespit edilmiştir.

Fermentasyondan önce meyve ilavesinin yapıldığı yoğurtlarda serum ayrılması değerlerinin fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünlere göre daha fazla, viskozite değerlerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. 21 gün depolama sürecinde tüm yoğurtların serum ayrılması değerlerinde artış viskozite değerlerinde de azalış gözlenmiştir.

THE EFFECTS OF FERMENTATION ON PHENOLIC CONTENT, *IN-VITRO* BIOAVAILABILITY AND PHYSICAL PROPERTIES OF BLACK MULBERRY YOGHURT

SUMMARY

Mulberry (*Morus atropurpurea* Roxb.) is widely consumed both as fresh fruit and as an ingredient in food processed products, which is a rich source of bioactive compounds including vitamins, carotenes, flavonols, anthocyanins, phenolic and other phenolic compounds. Also milk and fermented dairy products are rich source of many nutrients like proteins, calcium, phosphorus, vitamin B₂ and B₁₂. Studies which shows health-promoting properties of yoghurt and milk has also increased the number of studies on fruit and fruit flavoured products that people consume on their diets.

The objective of our study is to investigate the effects of fermentation on antioxidant capacity, total phenolics/flavonoids, *in-vitro* bioaccessibility and rheology of yoghurts which is prepared by the addition of black mulberry to milk. During production of yoghurt, fruits was added to milk in different proportions before and after fermentation, glukano-delta-lactone was used as an alternative to starter culture and also storage effects was investigated. Analysis were applied to milk, black mulberry, fruit milk and fruit yoghurt. It was aimed to contribute literature on protein-phenolic interactions, effects of fermentation, starter culture and storage for new resources and projects.

Total phenolic compound, flavonoid and total antioxidant activity of milk, black mulberry, fruit milk and fruit yoghurt were analyzed spectrophotometrically. For determining antioxidant capacity DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl), ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)), FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) and CUPRAC (Cupric Reducing Antioxidant Capacity) methods were applied. Anthocyanin profile was investigated with HPLC method and for determining bioavailability *in-vitro* digestion method was applied. In this method gastrointestinal system was simulated in a test tube in the laboratory environment by using stomach enzymes and bile salts and changes in the bioavailability of anthocyanins was observed. Also for determining the effects of interactions on rheological properties of yoghurts, water holding capacity of gel, gel hardness and gel strength analysis were applied.

Samples which were produced to investigate the effect of fermentation on the total phenolic content ranged from 62,8±9,7 to 89,5±5,5 mg GAE /100 g fresh weight. Both yoghurts with starter cultures and glukano-delta-lacton which were produced with adding mulberries before fermentation has higher total phenolic contents than samples which were produced with adding mulberry after fermentation. Total phenolic content of yoghurt with GDL(glucano-delta-lacton) added 6% fruit before fermentation(H) was found to be 75,9±9,1 mg GAE /100 g fresh weight which was

found to be 21% higher than yoghurt with GDL(glucano-delta-lacton) added 6% fruit after fermentation(I) ($62,8 \pm 9,7$ mg GAE /100 g fresh wieght) and similarly total phenolic content of yoghurt with starter culture added 6% fruit before fermentation(J) was found to be $83,7 \pm 2,9$ mg GAE /100 g fresh wieght which was 31% higher than yoghurt with starter culture added 6% fruit after fermentation(K) ($63,8 \pm 10,1$ mg GAE /100 g fresh wieght) ($p > 0,05$).

Samples which were produced to investigate the effect of fermentation on the antioxidant capacity showed that samples which were produced by adding mulberry after fermentation had higher antioxidant capacity than before fermentation in CUPRAC and DPPH methods but had lower antioxidant capacity in ABTS method. The mean values of total antioxidant capacity of H analyzed with CUPRAC, DPPH and ABTS methods were $172,1 \pm 54,1$, $73,3 \pm 7,7$ ve $119,3 \pm 13,4$ mg TE/100g fresh weight, respectively which were 14% and 26% lower according to the CUPRAC and DPPH methods and 36% higher than I according to the ABTS method ($p > 0,05$).

After 21 days of storage, decrease in total phenolic content were found to be 60% for yoghurt with starter culture (in the absence of added mulberry)(F), 153% for yoghurt with GDL (in the absence of added mulberry)(G), 34% for yoghurt with GDL(glucano-delta-lacton) added 6% fruit before fermentation(H), 53% for yoghurt with GDL(glucano-delta-lacton) added 6% fruit after fermentation(I), 33% for yoghurt with starter culture added 6% fruit before fermentation(J), 54% for yoghurt with starter culture added 6% fruit after fermentation(K), 6% for yoghurt with starter culture added 12% fruit before fermentation(L), 1% for yoghurt with starter culture added 12% fruit after fermentation(M), 1% for milk added 6% fruit(N) and 6% for milk added 12% fruit(O). On the other hand decrease in total flavonoid content were found as 31% for F, 34% for G, 47% for H, 45% for I, 22% for J, 36% for K, 34% for L, 27% for M, 83% for N and 24% for O. The mean values of total antioxidant capacity of samples analyzed after 21 days of storage showed significant difference ($p < 0.05$) with CUPRAC method (except for J and K samples); with DPPH method (except for F, G and H samples); and with ABTS method (except for F, G, H and I samples).

After the simulation of *in vitro* gastrointestinal digestion system, total phenolic content, total flavonoid content and total anthocyanin content as well as the total antioxidant capacity for each samples were evaluated. Total antioxidant capacity retrieval proportion (%) of J was found as 25% with CUPRAC method, 3,3% with DPPH method, 11% with ABTS method, total antioxidant capacity retrieval proportion (%) of K was found as 14,2% with CUPRAC method, 3,7% with DPPH and 18,8% with ABTS method.

pH values of fruit milks, fruit added yoghurts and plain yoghurts ranged between 4,2 and 5,9 in the first day; 4,0 and 6,1 after 21 days of storage. For samples all the samples-except N, pH values showed a decrease during storage.

Samples which were produced by adding mulberry before fermentation showed higher L values and lower a and b values than the data obtained after fermentation. After 21 days of storage for all the samples a and b values increased and L values decreased.

Sample which was produced by using starter culters had higher syneresis and viscosity values than the sample produced by using GDL and during storage increased more. Samples that were produced by adding mulberry before fermentation

had higher syneresis values and lower viscosity than the samples after fermentation. For all the samples syneresis increased, and the viscosity decreased during storage.

1. GİRİŞ

Polifenollerin önerilen günlük alım miktarı (RDA) yaklaşık olarak 1 gramdır (Georgé ve diğ., 2005). Karadut hem taze hem de işlenmiş gıdalarda bileşen olarak yaygın bir biçimde kullanılan, vitaminler, karotenler, flavonoller, antosiyaninler, fenolik asitler ve diğer fenolik maddeleri içeren biyoaktif bileşenler yönünden oldukça zengin bir kaynaktır. Özellikle antosiyanince zengindir, ve potansiyel bir doğal gıda boyası kaynağı olarak da düşünülebilir. Meyve özünde belirlenen başlıca antosiyaninler siyanidin-3-glukozit ve siyanidin-3- rutinozittir (Liu ve diğ., 2004). Bu meyvenin biyolojik ve farmakolojik etkileri hala tam olarak tanımlanmamakla beraber, son yıllarda yapılan çalışmalarda, karadut meyvesi özünün biyolojik zarlarda ve biyomoleküllerde oluşabilecek peroksidatif hasara karşı koruma sağladığı kanıtlanmıştır (Naderi ve diğ., 2004; Özgen ve diğ., 2009).

Polifenoller popüler gıdalarda kullanarak günlük alımını artırmak günümüzde en geçerli ve uygun yöntemlerden biridir. Fermente gıdalar yenilebilir canlı mikroorganizmalar (probiyotikler) içermesi ve pozitif sağlık yararları dolayısıyla yüksek tüketici tercihiyle sahiptir. Yoğurt çok popüler ve en iyi bilinen kültür katılmış süt ürünüdür. Dünya üzerinde, değişik kıvam, tat ve aromaya sahip değişik süt ve katkılarla hazırlanan yoğurtlar üretilmektedir. Yoğurt ilk kez Orta Asya'da ve Balkanlar'da üretilmiş olmasına rağmen, günümüzde Avrupa ve Amerika'da da oldukça popüler bir süt ürünüdür (Tamime ve Robinson, 1985). Yoğurt ve benzeri ürünlerin tüketimi dünyada birçok ülkede artmaya devam etmektedir. Tüketiciler, özellikle çocuklar, yeni yoğurt formülasyonlarını sade yoğurt gibi geleneksel ürünlere oranla daha fazla talep etmektedirler. Yağsız yoğurt, çırpılmış yoğurt ve benzeri ürünler dünya çapında birçok ülkede popülaritesini artırmaya devam etmektedir (Penney ve diğ., 2004). Çeşitli meyve aromalı yoğurtların üretimi ile yoğurdun tüm yaş gruplarında tüketimine önemli katkıda bulunulmuştur. Meyveler yoğurt formülasyonlarına donuk, konserve, meyve suyu veya şurup formunda tek veya karışım halinde ilave edilebilmektedir. En çok kullanılan meyveler şeftali, vişne, portakal, limon, mor erik, elma, kayısı, ananas, çilek, ahududu ve yaban

mersinidir (Chandan ve diğ., 1993). Meyve ve meyve aromalarının, yoğurdun duyuusal yönden daha cazip hale gelmesini sağladığı ve sade yoğurdun karakteristik aromasını oluşturan, aşırı asetaldehit tadını maskelemek amacıyla kullanıldığı belirtilmektedir (Ayar ve diğ., 2005).

Polifenoller yoğurda fermentasyondan önce (yoğurt bileşimindeki maddelerin bir parçası olarak) veya sonra (olağan uygulamanın bir parçası olarak lezzet ve renk kazandırmada) ilave edilebilmektedir (Sun-Waterhouse ve diğ., 2011). Sun-Waterhouse ve diğ. (2011), polifenollerin yoğurda ilavesinde bu iki yaklaşımı araştırmışlar ve fermentasyondan önce ilavenin starter kültürlerin gelişimini destekleyen bazı olumlu değişikliklere neden olduğunu tespit etmişlerdir. Sun-Waterhouse ve diğ. (2013), frenk üzümü polifenollerini yoğurda fermentasyon öncesi ve sonrasında ilave ederek fermentasyonun polifenoller üzerine etkisini inceledikleri bir çalışmada, polifenollerin yoğurda fermentasyondan önce eklenmesinin küçük fenolik moleküllerin yani fenolik asitlerin oluşumuna yol açarak toplam ekstrakte edilebilir fenolik madde miktarının (TPEC) polifenollerin fermentasyondan sonra ilave edildiği yoğurda göre yaklaşık 4 kat fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Diğer taraftan, fenolik bileşiklerin biyoerişebilirliğine olan ilgi de giderek artmaktadır. Günlük yediklerimizle önemli miktarda antosiyanin bileşikleri almamıza rağmen, bu bileşiklerin ne kadarının vücudumuz tarafından absorbe edildiğine dair sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Ayrıca, insanlarda antioksidanların potansiyel biyoerişebilirliğini etkileyen birden çok etken bulunmaktadır. Bazı meyve ve sebzelerin biyoerişebilirliğinin belirlenmesinde *in-vitro* sindirim metodunun kullanılmasıyla birçok örneğin karşılaştırılmasına ve gıda matrisindeki bileşenlerin geri kazanımına etkisi hakkında da bilgi edinilmesine yardımcı olmaktadır (Liang ve diğ., 2012; Erdil, 2013).

Bu çalışmada fenolikçe zengin bir meyve olan karadutun, proteince zengin bir gıda olan süte ilavesi ile elde edilecek meyveli süt ve meyveli yoğurt yapımı esnasında fermentasyonun ürünlerin antioksidan kapasite, toplam fenolik/flavonoid içeriği, *in-vitro* absorpsiyonu ve erişilebilirliği ve reolojik özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma ile literatüre fenolik bileşenler ve proteinler arasındaki interaksiyonlar ve bu interaksiyonlara fermentasyon, starter kültür ve

depolamanın etkileri açısından katkı sağlanarak yeni çalışmalara ve projelere kaynak oluşturması amaçlanmaktadır.

2. LİTERATÜR

2.1 Karadut

Dut bitkisi, *Urticales* takımının *Moraceae* ailesinin *Morus* cinsine dahildir. Dünyanın ılıman iklim bölgelerinde *Morus* cinsinin 100 kadar türü tanımlanmıştır. Meyvesinden faydalanılan ve yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan dut türleri: *Morus alba* (beyaz ve mor dut), *M. nigra* (karadut), *M. rubra* (kırmızı dut), *M. australis*, *M. latifolia*, *M. multicaulis*, *M. ihou*, *M. Kagayamae*, *M. bombycis*'tir (Elmacı ve Altuğ, 2002). Bunlar içerisinde en önemli antosiyanin zengini dut türleri *Morus alba* (beyaz dut), *Morus rubra* (kırmızı dut) ve *Morus nigra* (karadut)'dır (Özgen ve diğ., 2009).

Karadut dünyada geniş bir yayılım göstermiştir. Başta Anadolu olmak üzere Kuzey İran, Azarbeycan, Suriye, Çin ve Ermenistan bölgeleri karadutun yetiştirildiği bölgelerdir. Yaygın olmamakla birlikte Avrupa, Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya ve Hindistan'da da karadut yetiştirilmektedir. Kuzey Amerika kırmızı dutun anavatanı olarak kabul edilir. Beyaz dutun anavatanı Çin olarak bilinmekle birlikte 16. yüzyılda Avrupa'ya doğru yayılım göstermiştir. İpek böcekçiliğinin gelişimi ile bu tür Amerika kıtasına kadar taşınmıştır (Özgen, 2009).

Çok geniş alanlara yayılmış olmasına rağmen meyvesinden ziyade ipek böcekçiliği yetiştiriciliği amacıyla kullanımı nedeniyle dünya dut meyve üretim miktarına ait kayıtlara rastlanmamaktadır. Ülkemizde, 2.210.000 adet meyve veren yaşıta dut ağacından 55.000 ton ürün elde edilmektedir. Ortadoğu (10.263 ton), Kuzeydoğu (10.134 ton), Orta kuzey (10.043 ton) ve Karadeniz (9.196 ton) dut üretiminin en fazla olduğu tarım bölgelerimizdir.

Ülkemizde dut meyvesinden yörelere bağlı olarak, taze ve kurutulmuş olarak yararlanıldığı gibi meyvesinden pekmez, reçel, marmelat, meyveli yoğurt, dut ezmesi, pestil, cevizli sucuk, köme, sirke, meyveli çay, meyve suyu konsantresi ve ispirto gibi ürünler de elde edilmektedir. Genel olarak dut ülkemizde %70 pekmez, %10 köme, %3 pestil üretiminde, %4 kuru dut ve %5 de sofralık olarak değerlendirilmektedir. Diğer ülkelerde ise dut meyveleri taze ve kurutulmuş olarak

tüketildiği gibi ekmek, çörek, pasta, puding, dut şarabı, likör ve dondurma yapımında değerlendirilmektedir. (Erdogan, 2003; Sengül ve diğ., 2005; Hepsag ve diğ., 2012).

Halk arasında karadutun kök kabuğu ateş düşürücü özelliğe sahip olduğundan çay olarak kullanılmaktadır. Yaprakları ve kökleri tenya düşürücü, idrar söktürücü ve kan şekeri düzenleyici olarak kullanılır. Meyve ve meyvelerden hazırlanan marmelat şurup ve pekmez özellikle bademcik iltihaplarının giderilmesinde, ağız ve diş yaralarının iyileştirilmesinde kullanılır. Özellikle de çocuklarda pamukçuk olarak bilinen ve *Candida* türü mikroorganizmaların sebep olduğu infeksiyonların iyileştirilmesinde kullanılır (Yiğit ve diğ., 2007).

Modern tıpta dutun tek kullanım alanı karaduttan elde edilen şuruptur. Karadut şurubu gargara olarak ağız ve boğaz hastalıklarına, özellikle de bebeklerde pamukçuklara karşı uygulanır (Erdoğan ve Pırlak, 2005). İngiltere'deki Montfort üniversitesinde yapılan çalışmaların sonucunda, dutta bulunan resveratrol adlı molekülün vücutta kanser hücrelerini hedef alarak onları tahrip eden, kanser karşıtı bir unsura dönüştürdüğü saptanmıştır (Anon., 2009). Bileşiminde bulunan papyriflavonol A, kuraridin, saphoraflavanone D ve saphoraiso flavanone A iyi bir antifungal ve güçlü antimikrobiyal aktivite göstermektedir. Özellikle *C. Albicans* üzerinde antifungal aktivite göstermektedir. Karadut meyvelerinden elde edilen morin flavonoid yapısında bir maddedir ve bu maddenin makrofajlar üzerinde antiinflamatuvar aktivitesi belirlenmiştir (Yigit ve diğ., 2007).

2.2 Karadutun Kimyasal Kompozisyonu

Bitkilerin yenilebilir kısımlarının kimyasal kompozisyonu ve beslenme durumu genotip, toprağın yapısı, iklim koşulları gibi genetik, fizyolojik ve çevresel faktörlerden etkilenebilmektedir (Sadıa ve diğ., 2014). Dahası bu moleküller çeşitli tarımsal koşullar(tarım teknikleri, hasatta olgunlaşma durumu) ve teknolojik faktörlerden(hasat yöntemi, hasat sonrası işlemler, depolama ve işleme koşulları) etkilenebilmektedir (Donno ve diğ., 2012; Donno ve diğ., 2013). Anadoluda geniş çapta yetiştirilen karadutun hasat dönemi Haziran Ağustos tarihleri arasındır (Elmacı ve Altuğ, 2002). Karadut meyveleri 2-3 cm (Elmacı ve Altuğ, 2002) uzunluğunda, sıra dışı rengi ve kendine has hafif ekşi lezzetiyle sulu özelliktedir (Özgen ve diğ., 2009). Meyve temel bileşenleri şeker (fruktoz %48, glikoz %52), sitrik asit (%92) ve malik asit (%8) gibi organik asitler, fenolik asitler ve antosiyaninlerdir.

Yapılan bir çalışmada karadut meyvesinin nem miktarı 82,4 g/100 g yaş madde, kül miktarı 0,5 g/100 g kuru madde, toplam karbonhidrat miktarı 13,83 g/100 g kuru madde, protein miktarı 0,96 g/100 g kuru madde, yağ miktarı 0,55 g/100 g kuru madde, lif miktarı 11,75 g/100 g kuru madde, enerji değeri 64,11 kcal/100 g, toplam şeker 6,64 g/100 g yaş madde, indirgen şeker 4,94 g/100 g yaş madde, indirgen olmayan şeker 1,7 g/100 g yaş madde, pektin 0,76 g/100 g yaş madde, pH 3,68, vitaminlerden niasin 1,60 mg/100 g yaş madde, riboflavin 0,04 mg/100 g yaş madde ve askorbik asit 15,37 mg/100 g yaş madde, minerallerden de potasyum 1270 mg/100 g, kalsiyum 470 mg/100 g, sodyum 272 mg/100 g, magnezyum 240 mg/100 g, demir 77,6 mg/100 g, çinko 59,2 ve nikel 1,6 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (İmran ve diğ., 2011).

Erdoğan ve Pırlak (2005) karadutun besin içeriğini inceledikleri bir çalışmada su oranını %87,5, protein miktarını 1,8-2,88 g/100 g yaş madde, yağ miktarını 0,49 g/100 g yaş madde, karbonhidrat miktarını 8,3 g/100 g yaş madde, Ca miktarını 80 mg/100 g yaş madde, P miktarını 40 mg/100 g yaş madde, Ma 0,7-11,3 mg/100 g yaş madde, Fe miktarını 1,9/100 g yaş madde, K miktarını 241/100 g yaş madde, vitamin A miktarını 174 IU/100 g yaş madde, thiamin miktarını 184 mg/100 g yaş madde, askorbik asit miktarını 13 mg/100 g yaş madde olarak tespit etmişlerdir.

Karadutun organik asitleri araştırıldığında ise en fazla bulunan organik asidin sitrik asit olduğu (1,45–2,03 g/100 mL), bunu malik asidin (0,11–0,23 g/100 mL) izlediği ve az miktarda da (0,003–0,010g/100 mL) askorbik asit bulunduğu bildirilmektedir (Özgen ve diğ., 2009).

Geçgel ve Velioğlu (2011), karadut meyvesinin çekirdeklerinin yağ asidi kompozisyonunu inceledikleri bir çalışmada karadut çekirdeklerinde 20 çeşit yağ asidi tespit etmişlerdir. Bu yağ asitlerinin de %78,7'sinin esansiyel yağ asidi olan linoleik asit (C18:2 ve %0,3 oranında linolenik asit (C18:3) içerdiğini bulmuşlardır. Linolenik asitin hidrokarbonlarında 3 tane çift bağ içermesinden dolayı, okside olmaya daha yatkın olduğunu bu nedenle de karadut çekirdeklerinin linolenik asiti çok az miktarda içermesinin stabilite, raf ömrü ve insan sağlığı açısından daha avantajlı olduğu rapor edilmiştir.

Ercişli ve Orhan (2007), Doğu Anadolu'da yetişen beyaz (*Morus alba L.*), kırmızı (*Morus rubra L.*) ve siyah karadutun(*Morus nigra L.*) kimyasal kompozisyonunu araştırmışlardır. En yüksek toplam fenolik ve flavonoid kompozisyonu siyah

karadutta (1422 mg gallik asit eş değeri/100 g taze meyve ve 276 mg quercetin equivalents/100 g taze meyve) tespit edilmiştir. *M. alba* en yüksek yağ kompozisyonuna sahip iken (%1,10), onu sırasıyla *M. nigra* (%0,95) ve *M. rubra* (%0,85) izlemiştir. Karadut meyvelerinde major yağ asitleri %54,2 linoleik asit, %19,8 palmitik asit ve %8,41 oleik asit tespit edilmiştir. Meyvede çözünebilir toplam kuru madde %15,9 (*M. rubra* L.) ile %20,4 (*M. alba* L.), asitlik %0,25 (*M. alba* L.) ile %1,40 (*M. nigra* L.) pH 3,52 (*M. nigra* L.) ile 5,60 (*M. alba* L.), askorbik asit 19,4 mg/100 g (*M. rubra* L.) ile 22,4 mg/100 g (*M. alba* L.) aralığında değişmiştir. Mineral madde kompozisyonu ise %0,83 N, 235 mg/100 g P, 1141 mg/100 g K, 139 mg/100 g Ca, 109 mg/100 g Mg, 60 mg/100 g Na, 4,3 mg/100 g Fe, 0,4 mg/100 g Cu, 4,0 mg/100 g Mn and 3,1 mg/100 g Zn şeklinde tespit edilmiştir. Karadutun şeker miktarları incelendiğinde ise karadutlarda en yüksek konsantrasyonda glukozun (5,50-7,12 g/100 mL) bulunduğu, bunu fruktozun (4,86-6,41 g/100 mL) izlediği ve en az miktarda da sakkarozun (0,01-0,07 g/100 mL) olduğu aktarılmaktadır (Özgen ve diğ., 2009).

Karadutun su ve metanol ekstralarının klinik *Candida* izolatlarının 9 farklı türüne (*Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida tropicalis*, *Candida pseudotropicalis*, *Candida parapsilosis*, *Candida krusei*, *Candida kefyr*, *Candida guilliermondii*, *Geotricum candidum*) disk difüzyon yöntemi ile değerlendirilmiş ve minimal inhibitör konsantrasyon (MİK) değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda klinik örneklerden izole edilen 11 *C.albicans* suşu üzerinde *Morus nigra* metanol ve su ekstralarının antikandidal aktivitesi belirlenmiştir. Su ekstresi için ortalama zon capı olarak 21 mm, metanol ekstresi için 25 mm, 3 *C.parapsilosis* suşu için ortalama zon capı olarak su ekstresinde 15 mm, metanol ekstresinde 20 mm, 5 *C.tropicalis* suşu için ortalama zon capı olarak su ekstresinde 17 mm, metanol ekstresinde 18 mm, 3 *Geotricum candidum* suşu için ortalama zon capı olarak su ekstresinde 9 mm, metanol ekstresinde 9 mm zon capı kaydedilmiştir. Kullanılan referans suşlardan *C.albicans* ATCC 90028 suşu üzerinde su ekstresi 20 mm, metanol ekstresi ise 23 mm zon capı oluşturmuştur (Yiğit ve diğ, 2007).

2.3 Karadut Meyvesi İçerisindeki Antioksidan Özelliğe Sahip Bileşikler

Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal ve

antioksidatif etki göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları, değişik gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi birçok açıdan önem taşımaktadırlar (Castillo-Sanchez ve diğ., 2007; Nave ve diğ., 2007).

Kimyasal açıdan flavonoid olmayanlar (hidroksisinnamik, hidroksibenzoik asit ve türevleri, fenolik alkoller) ve flavonoidler (antosiyantinler, flavon-3-ol monomerleri ve polimerleri, flavonoller ve dihidroflavonoller) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. p-hidroksi benzoik asit, protokateşuik asit, vanilik asit, salisilik asit ve gensitik asit benzoik asit; kumarik asit, kafeik asit, ferulik asit ve sinapik asit ise sinnamik asit türevlerindendir (Söylemezoğlu ve diğ., 2003; Castillo-Sanchez ve diğ., 2007; Nave ve diğ., 2007). Flavonoidler antosiyanidinler, flavonlar, flavoneller ve flavonlar, kateşin ve lökoantosiyanidinler ile protoantosiyanidinler olmak üzere 5 alt grupta incelenirler (Vinson ve diğ., 2001; Söylemezoğlu ve diğ., 2003). Fenolik bileşikler gıdalarda buruk (prosiyanidinlerin 6-8 monomerli olanları) ve acı (prosiyanidinlerin 3-5 monomerli olanları) tadın kaynağı olup proteinlerle kompleks yaparak tortu oluştururlar ve berraklığı olumsuz etkilerler. Ayrıca renk değişimlerinde (enzimatik esmerleşmeler ve şaraplarda siyah kırılma) önemli rol oynarlar (Ekşi ve Karadeniz, 2002).

Geleneksel olarak, fenolik bileşikler beslenme açısından istenmeyen bileşikler olarak kabul edilmektedir. Bunun nedeni, proteinlerin çökmesine, sindirim enzimlerinin inhibe olmasına ve vitaminler ile minerallerin kullanımının etkilenmesine, gıdaların besinsel değerlerinin azalmasına neden olmalarıdır. Ancak antioksidan aktivitelerinin fark edilmesi ile sağlığı olumsuz etkileyen özelliklerinin araştırılması azalmıştır. Hatta günümüzde, günlük diyetle yer alan fenolik bileşiklerin, bazı kimyasalların zararlı etkilerini önleyici(kemopreventif) özelliği nedeniyle sağlık için yararlı olduğu ve bu özelliğin daha çok antioksidan aktivitesinden kaynaklandığı ifade edilmektedir (Rodriguez ve diğ., 2009).

Dut meyvesinin biyoaktif bileşenleri arasındaki en önemli bileşen antosiyantinler olarak atfedilmektedir (Lee, Durst ve Wrolstad, 2005). Dut ekstraktındaki fenolikler, flavonoidler ve antosiyantinler birçok çalışmaya konu olmuştur. Bu bileşenlere ek olarak dutun karotenoidleri de içerdiği tespit edilmiştir (Arabshahi-Delouee ve Urooj, 2007).

Meyvelerin sağlık üzerine olumlu etkilerinin antioksidan bileşenlerden kaynaklandığı savunulmaktadır. Aynı şekilde dut meyvesinin antioksidan aktivitesinin genellikle

içeriğindeki fenolik bileşenler, özellikle de antosiyaninlerden kaynaklandığı belirtilmektedir (García-Alonso ve diğ., 2004; Nave ve diğ.,2007). Dutta tespit edilen major antosiyaninlerden siyanidin-3-O-glukozit ve siyanidin-3-O-rutinozitin akciğer kanser hücrelerinin göçünü ve yayılmasını engellediği bildirilmektedir (Vinson ve diğ., 2001), aynı zamanda siyanidin-3-soforozit, pelargonidin-3-glukozit ve pelargonidin-3-rutinozid de tespit edilen diğer antosiyaninlerdir. (Ekşi ve Karadeniz, 2002).

Yapılan çalışmaların birçoğunda karadut meyvesinde bulunan fenolik madde, flavonoid, antosiyanin ve antioksidan kapasitesi miktarlarında farklı sonuçlar gözlemlenmiştir. Bunun nedenleri de kullanılan meyvenin varyete ve cinsinden, yetiştirildiği iklim koşullarından, uygulanan ekstraksiyon yöntemlerinin farklılığından, kullanılan enstürmental cihazlardan kaynaklandığı tespit edilmiştir (Çapanoğlu ve Boyacıoğlu, 2009).

Du ve diğ., (2008), dutta siyanidin bazlı antosiyaninler (siyanidin-3-O-glukozit, siyanidin-3-O rutinozitin ve siyanidin-3-soforozit) tespit etmişlerdir. Morus cinsi bitkiler rutin, kuersetin, izokuersetin, apigenin, luteloin, morin, kafeik asit, gallik asit, umbeliferon, klorojenik asit gibi flavonoidleri içermektedir (Chu ve diğ., 2006).

Dut ağaçlarındaki major bileşenlerin HPLC’de geliştirilen Usingthe metodu ile analiz edildiği bir çalışmada ağacın yaprakları, dalları ve meyvelerinde (yeşil, kırmızı ve siyah renk) (*M. atropurpurea*, *M. laevi-gata* ve *M. alba L.*) skopoletin, rutin, kuersetin ve kampeferol gibi bileşenlerde önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Skorpoletin konsantrasyonunun meyvelerde daha yüksek olduğu; rutin konsantrasyonunun yapraklarda özellikle de *M. atropurpurea* yapraklarında daha yüksek olduğu; kuersetin konsantrasyonunun siyah karadutta daha yüksek olduğu; kampeferol konsantrasyonunun da dallarda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. HPLC analizi ile *M. atropurpure*’nin bu bileşikler yönünden en zengin olduğu belirlenmiştir. Antioksidan aktivitesi sonuçlarına göre ağacın dalları ve meyvelerinin en yüksek bileşen kompozisyonuna ve ayrıca en yüksek toplam fenolik, flavonoid ve DPPH radikal yakalama aktivitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada karadut meyvesinin preslenmesi ile elde edilen, işlenmemiş haldeki ham karadut suyunda bulunan antosiyanin miktarına ve dağılımına bakılarak karadut suyunun doğal bir renk maddesi olarak kullanım potansiyelinin olup olmadığı hakkında bir sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Analiz

sonunda dut suyunun siyanidin-3-glikozit, siyanidin-3-rutinozit ve pelargonidin-3-glukozit içerdiği tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda toplam antosiyanin miktarı $231,26 \pm 21,75$ mg/L bulunmuştur. Tanımlanabilen pikler bazında ise siyanidin-3-glikozit miktarı $139,72 \pm 11,35$ mg/L, siyanidin-3-rutinozit miktarı $79,18 \pm 11,37$ mg/L ve pelargonidin-3-glikozit miktarı ise $12,37 \pm 0,25$ mg/L bulunmuştur. Karadut suyundaki baskın antosiyaninin siyanidin-3-glikozit olduğu görülmüştür. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ile dut suyu antosiyanin içeriğinin oldukça zengin olduğu sonucuna varılmıştır (Özen ve Akbulut, 2008).

2.4 Meyveli Yoğurt

Yoğurdun ilk ne zaman yapıldığına dair kesin bir zaman belirtilemezken, tarihinin yüzyıllar öncesine dayandığı bilinmektedir. Efsaneye göre yoğurt ilk olarak Asya'daki Türkler tarafından yapılmıştır. Yoğurdun tanımı üretildiği ülkelere göre farklı şekillerde yapılabilmektedir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'ne göre yoğurt; *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin laktik asit fermentasyonu ile meydana gelen koagüle süt ürünü şeklinde tarif edilmektedir (Anon., 2001).

Meyveli yoğurt; evaporatörden geçirilerek kurumadde oranı arttırılan sütten üretilen çırpılmış (stirred) yoğurt içerisine belli oranlarda meyve, (şurup, meyve suyu, pulp veya reçel şeklinde), şeker, stabilizatör madde (jelatin, pektin vb.) ve gerekirse renk ve aroma maddelerinin de katılmasıyla hazırlanan özel bir üründür. Meyveli yoğurt, kullanılan meyveye göre kendine has tat ve aromaya sahiptir (Gönç ve Akalın, 1992).

Meyveli yoğurt üretiminde sade yoğurt üretiminde olduğu gibi ön işlemler uygulanan, yağ ve yağsız kurumadde oranı standardize edilen sonra $90-95^{\circ}\text{C}$ 'de 10-15 dk ısıtılıp mayalama sıcaklığına soğutulur. Daha sonra starter kültür ilave edilir. Eğer yoğurt çeşitli aroma maddeleri ile aromalandırılacaksa, aroma maddeleri bu aşamada eklenir. Kültür katkılı süt kaplara dozajlanır, ardından süt doldurulur. Meyve preparatları süte, süt kaplara doldurulmadan önce de karıştırılabilir ve süt kapları kasalara yerleştirilir ve inkübasyon odasında fermentasyona bırakılırlar. Daha sonra soğutulup depolanırlar (Üçüncü, 2010).

Yoğurt ve benzeri ürünlerin popülerliği dünyada birçok ülkede artmaya devam etmektedir. Tüketiciler, özellikle çocuklar, yeni yoğurt formülasyonlarını sade yoğurt gibi geleneksel ürünlere oranla daha fazla talep etmektedirler. Yağsız yoğurt, çırpılmış yoğurt ve benzeri ürünlerin dünya çapında birçok ülkede tüketim oranları artmaya devam etmektedir (Penney ve diğ., 2004). Çeşitli meyve aromalı yoğurtların üretimi ile yoğurdun tüm yaş gruplarında tüketimine önemli katkıda bulunulmuştur. Meyveler yoğurt formülasyonlarına donuk, konserve, meyve suyu veya şurup formunda tek veya karışım halinde ilave edilebilmektedir. En çok kullanılan meyveler şeftali, vişne, portakal, limon, mor erik, elma, kayısı, ananas, çilek, ahududu ve yaban mersinidir (Chandan ve diğ., 1993). Meyve ve meyve aromalarının, yoğurdun duyuşal yönden daha cazip hale gelmesini sağladığı ve sade yoğurdun karakteristik aromasını oluşturan, aşırı asetaldehit tadını maskeleyerek amacıyla kullanıldığı belirtilmektedir (Ayar ve diğ., 2005).

Meyveli yoğurt üretiminin çok fazla olduğu ülkelere Almanya'da kiraz, çilek, ahududu ve kayısı (Vobl ve Makarova, 1984); İsviçre'de çilek, fındık, kayısı, ananas, ahududu ve çikolata (Shiffman, 1988); Amerika'da çilek, yabanmersini ile ahududu karışımı, armut, kayısı, muz, portakal suyu konsantratu veya pulpu, ananas, greyfurt, mandalin, guava ve papayanın en çok tercih edilen meyveler olduğu bildirilmektedir. Ayrıca Hansen (1987), Amerika'da yoğurda kuru üzüm ve kuru üzüm suyu konsantresi katılarak tüketicinin beğenisini kazanan, değişik tat ve aromaya sahip, besin değeri oldukça yüksek yeni bir ürün tipi geliştirildiğini bildirmiştir.

2.5 Meyveli Yoğurtların Antioksidan Özellikleri

Yoğurt yüksek besin değeri ile en popüler fermente ürün olmasına karşın, önemli polifenol ve diyet lifleri kaynağı olarak görülmemektedir. Yoğurt omega-3 yağ asidi, antioksidan maddeler, lifler gibi fizyolojik olarak aktif bileşenlerle zenginleştirilmesi ile temel besleyici yararları yanında özel sağlık faydaları da sağlayabilmektedir. Yoğurdun bu maddelerle zenginleştirilmesindeki hedef yoğurdun fonksiyonelliğini ve gıda maddelerinin biyoaktivitelerini artırarak tüketicilerin serbest radikallerle ilişkilendirilen hastalıklara karşı korunmasını sağlamaktır (Trigueros ve diğ., 2012) Coisson ve diğ. (2005), meyve suyu tozlarının ve ekstraktlarının süt endüstrisi de dahil gıda endüstrisinde fonksiyonel bileşen olarak kullanıldığını belirtmektedirler.

Meyveler vitaminler, karotenoidler gibi aktiviteleri son yıllarda kanıtlanan farklı antioksidan bileşiklerini içermektedir. Ancak meyvelerin antioksidan aktiviteleri sadece bu bileşiklerle bağdaştırılmamakta ayrıca flavonoidler (antosiyenin, flavonol, kateşinler, flavon ve flavononlar) gibi polifenollerin varlığı da farklı faydalar getirmektedir (García-Alonso ve diğ., 2004). Ama buna rağmen polifenollerin sağlık etkileri tüketildikleri miktar ve onların biyoerişebilirliğine dayanmaktadır (Obón ve diğ., 2011).

Proteinlerin protein-fenolik interaksiyonları ile polifenollerin antioksidan kapasiteleri üzerinde etkilerinin olduğunu kanıtlayan birçok çalışma bulunmaktadır. Proteinlerin genellikle antioksidan kapasiteyi önemli oranda düşürdüğü belirtilmektedir, ancak bunun tam tersi sonuçların elde edildiği bazı çalışmalar da mevcuttur ve bu zıtlığın farklı analitik tekniklerin kullanılmasından kaynaklanabileceği savunulmaktadır. (Özdal ve diğ., 2013).

Proteinlerin antioksidan kapasite üzerinde farklı etkiler göstermesi sadece farklı antioksidan kapasite ölçüm metodlarından kaynaklanmamaktadır, bunun yanında çeşitli protein-fenolik interaksiyonlarına neden olan, protein ve fenoliklerin konsantrasyonu, işleme koşulları, pH ve sıcaklık da etkili olabilmektedir. Proteinler ve fenolikler arasında kovalent ve kovalent olmayan interaksiyonlar, genellikle protein-fenolik komplekslerinin oluşumuna veya çok yönlü interaksiyonlar yoluyla çökelmelere(birkaç fenoliğin bir proteine bağlanması) veya multidentate interaksiyonlara(bir fenoliğin bir veya birkaç proteinin birden fazla bölgesine bağlanması) yol açmaktadır (Arts et al., 2002; Özdal ve diğ., 2013).

Fenolik grubu, proteinlerin karboksil grubu ile hidrojen bağı kurabilen mükemmel bir hidrojen vericidir. Fenolik bileşenlerin proteinlerle yüksek afinitesi için protein moleküllerinin fibrileri arasına nüfus edebilecek kadar küçük, ancak birden fazla noktada çapraz peptid zincirleri kurabilmesi için de yeterince geniş olmaları gerekmektedir. Polifenolun difenol parçası, ya bitki dokularında enzimatik olarak ya da moleküler oksijenle kolaylıkla ortokinona oksitlenebilmektedir. Kinin yan rekasyon olarak dimer oluşturur veya hidrokinonların rejenarasyonu ile polipeptitlerin amino ya da sülfhidril yan zincirleri ile kovalent C\N veya C\S bağları oluşturarak fenolik halkası ile reaksiyona girer. Daha sonra yeniden okside olarak ve ikinci bir polipeptid bağlayarak çapraz bağ oluşumu sağlar. Diğer türlü her biri zincir taşıyan iki kinin bir çapraz bağ oluşturarak dimer oluşturabilir (Özdal ve diğ., 2013).

Belscak ve diğ. (2009), çeşitli çikolata ürünlerinde toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan kapasitelerini çalışmışlardır. En düşük fenolik içeriği, toplam flavonoid içeriği ve antioksidan kapasite sütlü çikolatada tespit edilmiştir, oysaki sütlü çikolatada (%29) kakao çubuklarına (%16) göre daha fazla kakao bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu düşüşün kateşin-protein interaksiyonundan kaynaklandığını öne sürmüşlerdir. Süt bazlı ürünler güçlü kateşin-protein interaksiyonlarının olduğu yerlerde kompleks matriks sergilemeleriyle iyi bilinmektedirler ve bu doğrudan kateşininin gıda matriksinden analitik yolla tespitini önemli oranda azaltmaktadır.

Ryan ve Petit (2010) , çaya süt ilavesinin antioksidan kapasiteye etkisini aynı miktrada su ilavesiyle karşılaştırıp FRAP metodu ile analizledikleri çalışmalarında süt ilavesiyle çayın antioksidan kapasitesinde önemli oranda düşüş meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Bunun yanında antioksidan aktivitenin artan süt ilavesiyle azalma gösterdiğini belirtmişlerdir.

Von Staszewski ve diğ. (2011), farklı Arjantin yeşil çay türleri ve peynir altı suyu proteini karışımlarının toplam fenolik miktarı, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini incelemişlerdir. Sonuçlar peyir altı suyu proteinleri ile çay demlerinin karıştırılmasının yeşil çay demlerinin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesini maskelediğini ortaya koymuştur. Her bir türün antioksidan kapasitesinin inhibisyon derecesinin toplam polifenol konsantrasyonuna değil, her bir türün kendine has polifenol kompozisyonuna bağlı olduğu tespit edilmiştir.

Espressonun toplam fenolik ve antioksidan kapasitesine sütün etkisinin ABTS ve DPPH analizleri ile incelendiği bir çalışmada kahveye ilave edilen süt miktarı arttıkça antioksidan kapasitede azalma olduğu tespit edilmiştir (Sanchez-Gonzalez ve diğ., 2005).

Yapılan bir çalışmada süt ürünlerinin antioksidan kapasitesi meyve preparatlarıyla arttırılmış olup farklı koşullar altında depolama boyunca süt ürünlerinde antioksidan kapasitesinin korunduğu gözlenmiştir. Çalışmada 19 ticari meyve preparatının antioksidan kapasitesi analiz edilmiştir. Süt ürünleri %13 oranındaki yaban mersini ve frenk üzümü ekstraktlarıyla karıştırılmıştır. Karışımların antioksidan kapasiteleri normal değerlere göre 5 kat arttırmıştır. Aydınlatma, paketlenme materyali ve depolamanın antioksidan kapasitesi üzerinde etkisi görülmemiştir (Skrede ve diğ., 2004).

Najgebauer-Lejko ve diğ. (2011), %5,10 ve 15 Pu-erh çayı demi ilave ederek hazırladıkları yoğurtlarda DPPH ve FRAP (ferric reducing antioxidant power) metotlarını kullanarak antioksidan kapasiteyi incelemişlerdir. DPPH metodunda %15 yeşil çay ve %15 Pu-erh çayı demi ilaveli yoğurtların sade yoğurttan sırasıyla 31 ve 15 kat, FRAP metodunda da 12 ve 15 kat daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Dubeau ve diğ. (2010), ABTS metodunu kullanarak sütün Darjeeling, yeşil çay ve İngiliz çaylarının antioksidan kapasitelerini sırasıyla %8,3, %6,0, %19,6 oranında düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Lipid peroksidasyon metodunu kullandıklarında ise aksine çayların antioksidan kapasitesinin sırasıyla %10, %12 ve %19 oranında artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir. Süt, katı-sıvı ara yüzeyinde veya çözelti içinde meydana gelen reaksiyonlara inhibitör etki ve su içinde yağ emülsiyonunda artırıcı etki ile çayın antioksidan kapasitesi üzerinde çift taraflı etkiye sahip olabilmektedir. Bu süt-çay interaksiyonlarındaki farklılıktan sorumlu olan mekanizmayı tartışmışlardır.

Zhang ve diğ. (2014), ise floresan, CD ve FTIR spektroskopik metodlarını kullanarak fenolik asitlerin peynir altı suyu proteinlerine bağlanmasını incelemişlerdir.

2.6 Yoğurt Yapımında GDL ve Starter Kültür Kullanımının Antioksidan Kapasite Üzerindeki Etkisi

Laktik asit bakterileri, laktik asit üretmeyi başlattıkları için starter olarak adlandırılmıştır. Laktik starterlerin bir kısmı mezofilik, bir kısmı da termofilik karakterlidir. En fazla kullanılan starterlerden *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactobacillus lactis* subsp. *cremoris* ile *Lactobacillus casei*'dir. Asit geliştirici starterler veya aroma geliştirici laktik asit bakterileri; sıvı kültürler, liyofilize kültürler veya derin dondurulmuş kültürler halinde endüstriye sunulmaktadır (Tunail, 2009).

İnhibitör maddeler, bakteriyofajlar ve mevsimsel faktörlerin, starter kültür üzerinde yarattığı olumsuzluklar; asitliğin istenilen seviyeye gelebilmesi için inkübasyon sıcaklığını sürekli aynı düzeyde tutma zorunluluğu gibi durumlar ve kültürden kaynaklanan aksaklıklar dolayısıyla, süt ürünlerinin yapımı sırasında doğrudan asitlendirme yönteminden yararlanılmaktadır. Söz konusu yöntemde doğrudan

asitlendirici maddeler olarak çoğunlukla hidroklorik asit, sitrik asit, asetik asit, laktik asit, propiyonik asit, lakton v.b kullanılmaktadır (Mabbitt ve ark. 1955, Bayoumi ve Madkor 1988).

Süt ürünlerinin doğrudan asitlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan ve önemli bir gıda asitlendiricisi olan GDL(glukano-delta-lakton), glukonik asidin bir iç esteridir. Doğal olarak üzüm, üzüm suyu, şarap, bal, malt ve bira gibi pek çok besinin bileşiminde bulunmaktadır. GDL, 01-D-glikozun biyooksidasyonu ile glikonik aside dönüşmesi ve dehidrasyon sırasında da glukonik asidin kristalleşmesi sonucunda elde edilmektedir. Sözü edilen bu madde, sütte kolayca çözünüp kademeli bir şekilde glukonik aside, hidrolize olmakta ve böylece pıhtı niteliğini değiştirmemektedir (Serpelloni ve diğ., 1990; Watine ve Freres 1990).

Son yıllarda LAB(laktik asit bakterileri)'nin fenolik bileşikler ile ilişkisi üzerinde durulmaktadır. Laktik asit bakterileri ile fenolik bileşikler arasındaki ilişki; LAB'nin fenolik bileşikleri sentezlemesi yada metabolize etmesi ile fenolik bileşiklerin bulunduğu ortamlarda inhibe/aktive olması şekillerinde olabilmektedir. Örneğin *L. plantarum*, anaerobik koşullarda kinat ve şikimatı indirgeyebildiği (Whiting ve Coggins, 1969), buna karşın hidroksisinnamik asit bulunan ortamlarda *L. plantarum* ile diğer laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus collinoides* ve *L. brevis*'in gelişiminin olumsuz etkilendiği bilinmektedir (Stead, 1993). Yine yeşil zeytin ekstraktı olan oleuropeinin de *L. plantarum* üzerinde inhibitör etkiye sahip olduğu saptanmıştır (Ruiz-Barba ve ark., 1991). Bu inhibisyon mekanizması tam olarak anlaşılamamış olmakla birlikte, oleuropeinin hücrelerin ATP içeriğini azaltarak etki ettiği düşünülmektedir (Juven ve diğ., 1972).

Laktik asit bakterileri ve fenolikler arasındaki ilişki iki şekilde düşünülebilir: LAB, fenollerini daha az kompleks fenolik metabolitlere indirgeyebilir veya bakteri gelişimi fenoliklerden olumlu yada olumsuz şekilde etkilenebilir. Bu iki etkileşim içinde fenolik bileşiklerin konsantrasyonu çok önemlidir. Örneğin, bakteri belli bir konsantrasyondaki fenolik bileşiği tolere edebilir hatta metabolize edebilir. Aynı zamanda düşük fenolik konsantrasyonlar bakterinin gelişimini teşvik edebilir ya da yüksek konsantrasyondaki fenolik bileşiklerin varlığı bakterileri inhibe edebilir (Stead, 1993).

Diğer bir mümkün olabilecek açıklama da laktik asit bakterilerinin kendilerinin antioksidan kapasiteye sahip olmalarıdır. Bir çok laktik asit bakterisi enzimatik ve

enzimatik olmayan antioksidatif mekanizmalar ile hücrelerine zarar veren reaktif oksijen parçalarının oluşumunu minimize etmektedir. *L. casei* suşları farklı Fe^{+2} (1,1 – 10,6 ppm) ve Cu^{+2} (1,35-21,8 ppm) şelatlama kabiliyetine sahiptir (Lee ve diğ., 2006). Bu da polifenol içeriğindeki artışın sadece fermentasyondan dolayı olmadığını ayrıca laktik asit bakterilerinin de kendi antioksidatif aktiviteye sahip olduklarına işaret etmektedir. Mikroorganizmalar reaktif oksijen parçalarına maruz kaldıklarında direkt olarak reaktif oksijen parçaları ve enzimatik olmayan antioksidanları yakalayabilen enzimatik antioksidanların oluşumunu içeren koruma mekanizması geliştirmektedirler (Farr ve Kogoma, 1991).

2.7 Fermentasyonun Antioksidan Kapasite Üzerindeki Etkisi

pH gıdaların fermentasyonunu etkileyen en önemli çevresel parametrelerden biridir. pH mikrobiyal büyüme ve fermentasyon boyunca meydana gelen fitokimyasalların yapısındaki değişimle ilişkilendirilmektedir. Fermentasyon boyunca değişen pH, antioksidan aktiviteyi, fenolik bileşiklerin içeriğini ve yapısını değiştirerek etkileyebilmektedir. Polihidroksifenollerin ve kateşinlerin radikal yakalama kapasiteleri ortam pH'sının neden olduğu artan elektron verme kabiliyeti dolayısıyla artış göstermektedir (Muzolf ve diğ., 2008). Proton kaybına neden olan elektron verme kabiliyetindeki artış, artan pH değeri ile kateşinin troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesindeki artışı açıklayabilmektedir ve buradan antioksidan aktivitedeki ana mekanizmanın kateşinde proton kaybına neden olan elektron verme kabiliyeti olduğu sonucuna varılabilmektedir. Örneğin pH, şarap antosiyaninlerinin radikal yakalama kapasitesinde ana faktör olarak bilinmektedir, artan pH genellikle radikal yakalama kapasitesinde artışa neden olmaktadır (Borkowski ve diğ., 2005).

Polifenollerin fermentasyon boyunca yoğurt stater kültürleri tarafından metabolize edilmesi, flavonoid glikozit hidrolizini veya C-halkası bölünmesini ve fenoliklerin daha basit yapılı ve daha küçük molekül ağırlığına sahip fenolik asitlere parçalanmasını içerebilmektedir (Bingham, 2006). Bu tarz dönüşümler biyoaktif bileşiklerin etkisini kaybetmesine, aktif olmayan bileşiklerin aktifleşmesine, örneğin glikozitlerin daha yüksek radikal yakalama potansiyeline sahip olan glikozitlere hidrolizi veya prosiyanidinlerin flavon-3-ol'lere veya daha küçük fenolik asitlere (gallik asit gibi) bozunmasına neden olmaktadır (Rice-Evans ve diğ., 1999). Starter kültürlerin metabolik prosesi yoğurt pH'sını düşürerek polifenollerin ekstrakte

edilebilirliğini ve yoğurdun reolojik özelliklerini etkilemektedir. Asidik pH’larda proteinler kısmi veya tam hidrolize uğrayarak polifenollerı bağlayan peptitleri oluşturmaktadır (Lin ve diğ., 2001).

Mikroorganizmalar ile gıda polifenollerı arasındaki etkileşim birçok çalışmaya konu olmuştur. Mikroorganizma suşları, gallaoil esteraz, dekarboksilaz ve benzil alkol dehidrajenaz gibi enzimeler üreterek polifenollerı (örneğin, flavon-3-ol) gallik asit, pirogallol ve kateşol gibi daha küçük fenolik moleküllere metabolize ederken polifenoller de mikroorganizma gelişimini seçici olarak modifiye etmektedir. Bu yüzden metabolit profilleri polifenollerin biyodönüşümüne bağlı olarak çeşitlenmektedir (Gross ve diğ., 2010; Tabasco ve diğ., 2011)

Sun-Waterhouse ve diğ. (2013), frenk üzümü polifenollerini yoğurda fermentasyon önce ve sonrasında ilave ederek fermentasyonun polifenoller üzerine etkisini inceledikleri bir çalışmada, polifenollerin yoğurda fermentasyondan önce eklenmesinin küçük fenolik moleküllerin yani fenolik asitlerin oluşumuna yol açarak toplam ekstrakte edilebilir fenolik madde miktarının (TPEC) polifenollerin fermentasyondan sonra ilave edildiği yoğurda göre yaklaşık 4 kat fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

El-Said ve diğ. (2014), nar kabuğunun 40°C’de fırında ve güneşte kurutmuş formundan sulu ve metanolik ekstraktları hazırlanmış, antioksidan aktiviteleri (radikal yakalama aktivitesi (RSA%), ABTS radikal yakalama, toplam fenolik içeriği (TPC) ve toplam flavonoid içeriği (TFC) incelemiştir. Kurutulmuş bütün kabuğun sulu ekstraktı, diğer nar kabuğu ekstraktlarıyla karşılaştırıldığında en yüksek antioksidan aktiviteyi göstermiştir. Yağsız süt tozundan üretilen karıştırılmış yoğurda nar kabuğu ekstraktları %5, %35 arasında farklı oranlarda starter kültür inokülasyonundan önce ve sonra ilave edilmiştir. İnokülasyondan önce nar kabuğu ekstraktı ilave edilen yoğurtların antioksidan kapasiteleri, inokülasyondan sonra ilave edilen yoğurtlara oranla daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca, %25’e kadar artan nar kabuğu ekstraktı antioksidan kapasitede artışa neden olurken, bu değerin üstünde nar kabuğu ekstraktı ilavesi önemli bir değişime neden olmamıştır. Nar kabuğu ekstraktı ilavesi fiziksel özelliklerinde (görünüş, yapı&tekstür ve lezzeti) kontrol yoğurtla karşılaştırıldığında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Artan nar kabuğu ekstraktı viskozitede azalışa neden

olurken, %20 ve%25 oranlarında ekstrakt ilavesi viskozitede neredeyse aynı etkiyi yaratmıştır.

Poutanen ve diğ. (2009), hammaddedeki mevcut starterlerin fermentasyon boyunca tahıllarda yeni metabolitlerin oluşumuna neden olduğunu tespit etmişlerdir. Fermentasyon boyunca modifikasyona uğrayan tahıl matriksi biyoaktif bileşenlerin biyoerişebilirliğinde artışa neden olmaktadır. *B. subtilis* ve *L. plantarum*'un güçlü glikozit aktiviteye sahip olduğu ve bu yüzden glikozitlerin enzimatik bölünmesiyle aktif bileşenlerde artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir. Pyo ve diğ. (2005), fermente soya sütü üretiminde β -glukozit üreten starter kültür kullanımının izoflavonlar, genistin ve daidzein gibi biyoaktif bileşenlerin türemesine neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Othman ve diğ. (2009), fermentasyon sürecinde çöken fenolik bileşikler ve bu fenolik kaybının antioksidan aktivitedeki düşüşten sorumlu olduğunu tespit etmişlerdir. Zeytin işlemede fermentasyon prosesi, fenoliklerde önemli bir kayba ve dolayısıyla antioksidan değerinde azalmaya neden olmaktadır. Bu sonuç, fermentasyon sürecinin antioksidan aktivite üzerinde negatif etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Chung ve diğ. (2002), *Basillus* fermentasyonunun soya fasulyesi ve kırmızı fasulyelerin aktivitesinin azalışını hızlandırdığını tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar fermente tahıl ekstraktlarının elektron vericisi olduğunu ve serbest radikallerle reaksiyona girerek onları daha stabil ürünlere dönüştürdüğünü ve böylece radikal zincir reaksiyonalarını sonlandırdığını göstermektedir.

2.8 Depolamanın Antioksidan Kapasite Üzerindeki Etkisi

Fenolik maddelerin fazla olmamak kaydıyla, belli düzeyde okside olmaları onların antioksidan aktivitelerini artırdığı saptanmıştır. Bunun başlıca nedeninin, fenolik maddelerin aromatik hidroksil gruplarından hidrojen vererek serbest radikallerin reaktivitesini sonlandırması olduğu ileri sürülmektedir. Fenolik maddelerin enzimatik oksidasyonu sonucunda, depolama süresince antioksidan özelliklerinin azaldığı, buna karşın düşük sıcaklıklarda kimyasal oksidasyon sonucunda antioksidan aktivitelerinin arttığı saptanmıştır. Bunun dışında, ya yüksek sıcaklıklarda ya da uzun süreli depolama sonucu oluşan Maillard reaksiyonu

ürünlerinin de genelde yüksek antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmektedir (Nicoli ve diğ., 1999).

Srivastava ve diğ. (2007), mavi yemiş püresinden elde edilen ekstraktı 60 gün boyunca depolayarak, örneklerdeki fenolik asit ve flavonoidlerin miktarını sıcaklık ve sürenin etkilediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar oda sıcaklığında ($23\pm1^{\circ}\text{C}$) fenolik asitlerin ve flavonoidlerin parçalanma hızlarının şu şekilde olduğunu saptamışlardır: kuersetin>gallik asit>ellajik asit>kateşin>kaffeik asit>p-kumarik asit. Bu durum yüksek hidroksil grup içeren fenolik asitlerin daha stabil olduğunu göstermektedir.

Elma suyundaki fenolik bileşiklerin proses ve depolama sırasında değişiminin incelendiği bir çalışmada, oda sıcaklığında 3 ve 10 ay boyunca depolanan elma suyu konsantrelerinde fenolik madde miktarının sürekli azaldığı gözlemlenmiştir. Bu azalma oranının fenolikten fenoliğe değişim gösterdiği belirtilmektedir. Örneğin 3. ayda başlangıca göre ortaya çıkan azalma oranı p-kumarik asitte %45,9 iken, epikateşinde %19,1, floridzinde %7,6'dır. Klorojenik asit ve floretinlikozitte önemli kayıp söz konusu olmazken depolamanın 10. ayında p-kumarik asit kaybı %61,0'e, epikateşin kaybı %55,5'e, floridzin kaybı ise %20,4'e çıkmıştır. Buna karşılık floretinlikozit ve klorojenik asit daha stabil kalmıştır (Karadeniz ve Ekşi, 2001).

Bir başka çalışmada dut pekmezinin fenolik madde miktarı üzerine depolamanın etkisi araştırılmış ve 20°C 'de 6 ay süreyle depolanan pekmezlerin toplam fenolik madde miktarlarının %65 azaldığı belirlenmiştir (Güngör 2007).

Withy ve diğ. (1993), kırmızı ahududu suyu konsantrelerinde antosiyanin kaybının depolama sıcaklığına bağlı olduğunu göstermişlerdir. 20°C 'de 3 ay süreyle depolanan konsantrelerin antosiyanin içeriğinde %80,4 kayıp olduğu saptanırken, -20°C 'de depolamada kayıp oranı yalnızca %3,1 düzeyinde kalmıştır.

Cemeroa Lu ve diğ. (1994), $+5^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış vişne suyu konsantratlarında antosiyaninlerin yarı ömür süresinin 356 gün olduğunu, ancak depolama sıcaklığının 20°C 'ye çıkarılmasıyla yarı ömür süresinin 38 güne düştüğünü belirlemişlerdir. Bir diğer araştırma da dört çeşit ahududunun dondurulması sonucunda toplam fenolik madde miktarının ve serbest radikal yakalama kapasitesinin çeşitlere göre %4-20 arasında azaldığı saptanmıştır (Ancos ve diğ., 2000).

İki farklı elma çeşidinde 4-5 ay soğuk depolamada klorojenik asit, flavonoid ve antosiyanin konsantrasyonunun değişmediği, 20°C'de 7 gün depolama sonucunda klorojenik asit ve flavonoid konsantrasyonu ile erken toplanan elmaların raf ömrü boyunca antosiyanin konsantrasyonunda azalma saptanmıştır (Ju ve diğ., 1996).

Depolama boyunca antioksidan aktivite miktarındaki azalışın nedeni yüksek antioksidan aktiviteye sahip bazı fenolik maddelerinin hem kondensasyonu hem de degradasyonu ile ilişkilendirilmektedir (Spanos ve diğ., 1990)

2.9 Biyoerişebilirlik

Biyoerişebilirlik, gıdanın sindirilmesi ile alınan bileşiğin, metabolik ve fizyolojik fonksiyonlar için kullanılan veya depolanan kısmı olarak tanımlanır. Kısaca biyoerişebilirlik gıdada bulunan bileşiğin sindirim sisteminde emilen miktarıdır. Emilim ince bağırsakta villuslarda gerçekleşir. Villusların üzerinde epitel hücreleri emilim hücreleri olarak görev yapar. Emilim süreci, besin ögesinin epitel hücreleri tarafından ince bağırsak lümeninden çekilmesi, besin ögesinin transferi ve diğer doku ve organlara taşınmasını içerir (House, 1999). Son çalışmalar ile gıdalarla alınan besin öğelerinin tamamının biyolojik olarak kullanılmadığı ortaya konmuştur. Biyoerişebilirlik hem beslenme modelinden hem de onunla ilişkili faktörlerden etkilenir. Biyoerişebilirlik, gıdanın fiziksel özelliği, kimyasal bileşimi ve bireysel sindirim kapasitesi gibi birçok nedene bağlı olarak değişir (Sandström, 2001).

Liang ve diğ. (2012), *Morus atropurpurea* Roxb. türünün *in-vitro* olarak biyoerişebilirliğini inceledikleri bir çalışmalarında, antosiyaninlerinin %98,37'sini mide çıkışında, %0,34'ünü ince bağırsağa geçen kısımda, %4,58'sini kolona geçen kısımda, fenoliklerin de %68,38'ini mide çıkışında, %7,33'ünü ince bağırsağa geçen kısımda ve %54,71'ini kolona geçen kısımda tespit etmişlerdir. Antosiyaninlerin geri kazanımının çok az olmasının nedeni de antosiyaninlerin renksiz olan kalkon formunun oluşmasından kaynaklandığı rapor edilmiştir.

2.10 Meyve İlavesi ve Depolamanın Yoğurdun Fiziksel ve Reolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisi

Su salma ya da serum ayrılması yoğurtlarda yaygın olarak görülen bir kusurdur. Yoğurt gibi jelimsi maddelerde su salma ya da suyun ayrılması olayı sineresiz olarak

adlandırılmaktadır. Yoğurtta sineresiz istenmeyen bir durumdur. Protein ağı suyu sıkı bir şekilde tutamadığı zaman sineresiz oluşmaktadır. Bu nedenlerden dolayı sineresiz önemli bir kalite ölçütüdür (Kalab, 2000).

Yoğurdun viskozitesi kalite özellikleri ve reolojik özellikler bakımından oldukça önemlidir. Bu aynı zamanda yoğurdun kabul edilebilirliği ile de ilgilidir. Yoğurdun viskozitesi büyük oranda sütün kompozisyonu, uygulanan ısıtma işlemi, kültür türü, uygulanan teknolojik işlemler, soğutma ve depolama gibi faktörlere bağlıdır (Kalab, 2000).

Farklı meyveler kullanılarak üretilen yoğurtların kimyasal, reolojik ve duyu özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, meyveli yoğurt üretiminde havuç, kara hurma, Trabzon hurması, muşmula, kıvılcık ve kuşburnu kullanıldığı bildirilmiştir. Yoğurda katılan meyvelerin emülsiyon viskozitesinde kontrole göre önemli artışa neden olduğu, katılan meyve miktarı arttıkça su salma oranında genel olarak azalma görüldüğü açıklanmıştır. Meyve katkılı yoğurtlarda kurumadde ve buna bağlı olarak karbonhidrat ve kül miktarının arttığı bununla beraber yağ, protein miktarı ve asidik tat değerinin (kuşburnu katkıları hariç) azaldığı, meyve katkısı yoğurtta az bulunan bazı mineralleri (Fe ve K) tamamlayıcı ve arttırıcı rol oynadığı ve meyveli yoğurtların duyu kabul edilebilirliği muşmula katkılı yoğurtlar hariç kontrole göre daha yüksek bulunduğu belirtilmiştir. Üretilen meyve katkılı yoğurtlarda çeşitlilik, besleyicilik, vitamin ve lif değerleri ile birlikte duyu kabul edilebilirliğinin arttığı bildirilmiştir (Ayar ve diğ., 2005).

Öztürk ve Akyüz (1995), çilek ve muzun, püre ve pulplarını kullanarak, karıştırılmış tip tam yağlı meyveli yoğurt ürettikleri bir çalışmada, meyve ve sakkaroz ilavesinin kurumadde ve yağsız kurumaddeyi arttırdığı, yağ oranını azalttığı bildirilmiştir. Meyveli yoğurtların titrasyon asitliğinin düşük olmasını, meyve asitlerinin yoğurt bakterilerinin faaliyetini sınırlamasıyla açıklamışlardır. Yoğurtlara düzenlenen duyu değerlendirmede panelistlerin verdiği toplam puanlara bakıldığında en çok beğenilen yoğurtların %10 muz pulpu ve % 10 sakkaroz içeren yoğurtlar olduğu tespit edilmiştir.

Havuçlu yoğurt ile ilgili yapılan bir çalışmada, yoğurtların kimyasal, reolojik ve duyu özelliklerinin araştırıldığı bildirilmiştir. Havuç oranının artması ile yoğurtların yağ, toplam nitrojen, toplam kurumadde oranı ve pıhtı sıklığının azaldığı

bildirilmiştir. Depolama boyunca asitliğin arttığı, pH' nın azaldığı belirtilmiştir. Havuç ilavesinin, yoğurtların duyuşal puanlarını arttırdığı bildirilmiştir (Aly ve diğ., 2004).

Değişik oranlarda kıvılcık püresi ve şeker ilave edilerek meyveli yoğurt üretiminin yapıldığı bir araştırmada, değişik oranlarda meyve püresi ve şekerin birlikte ilavesinin yoğurtların bazı özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Kontrol yoğurdu ve meyveli (meyve püresi+şeker) yoğurtların serum ayrılması ve viskozite değerlerindeki farklılıkların istatistiksel olarak önemli bulunduğı ($p<0,05$), meyve püresi ve şeker katılması serum ayrılmasını artırırken, viskoziteyi azalttığı açıklanmıştır. Depolama boyunca, yoğurtların titrasyon asitliğı, viskozite ve serum ayrılması değerlerinin arttığı, pH değerinin azaldığı, 1/10 meyve püresi ile 1/10 şeker ilave edilen yoğurtların duyuşal yönden panelistler tarafından daha çok tercih edildiğı fakat bu sonucun istatistiksel olarak önemli bulunmadığı bildirilmiştir (Çelik ve diğ., 2006).

Golden elma ilavesinin yoğurtların fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir başka çalışmada, % 15 ve % 20 elma nektarı ilave edilmiş yoğurtların kontrol yoğurduna göre duyuşal olarak daha çok beğenildiğı açıklanmıştır. Elma katılmış yoğurtlarda dış görünüş ve yapı bakımından farklılıklar görölmüş, laktik asit, pH, yoğunluk, renk özellikleri bakımından dört haftalık depolamada önemli değişiklikler belirlenmiş ve dördüncü haftada yoğurtların kokusunda ve rengine olumsuzlukların geliştiğı belirtilmiştir (Bartoo ve Badrie, 2005).

Tarakçı ve Küçüköner (2003), meyveli yoğurtlarla ilgili yaptıkları bir çalışmalarında, yoğurtların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlemişlerdir. Yoğurtlar arasında depolamanın 1. gününde yağ, kül, protein, toplam kurumadde ve titrasyon asitliğinde önemli farklar bulunduğunu, farklı meyvelerden dolayı yoğurtların protein ve kurumadde içeriğinde önemli farklılıklar gözlendiğini belirtmişlerdir. Depolama periyodunda serum ve titrasyon asitliğı değerlerinin arttığını, vişne ve üzüm pekmezli yoğurtların daha fazla tat ve aroma puanı aldığını tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Malzemeler

Çalışmada marketten temin edilen pastörize homojenize yağlı süt (Tat Konserve Sanayi A.Ş.) ve Tokat'tan temin edilen karadut, KMK Laboratuvarları Gıda Katkı Maddeleri San. Ve Tic. Ltd. Şti. temin edilen rafine keçiyoynuzu gamı ve Tunçkaya Kimyevi Maddeler Tic. ve San. A.Ş.'den temin edilen glukono-delta-lakton kullanılmıştır. *Streptococcus thermophilis* ve *Lactobacillus delbrueckii sub. sp. Bulgaricus* karışımı liyofilize kültür (DVS YC-350, Peyma-CHR. Hansen, İstanbul) yoğurt üretiminde kullanılmıştır.

3.1.2 Kimyasallar

Çalışmada piyasadan fenolik, toplam flavonoid, antioksidan kapasitesi ve ekstrakt hazırlamak için kullanılan kimyasallar; gallik asit ($\geq 98\%$), kuersetin ($\geq 98\%$), etanol ($\geq 99.8\%$), Folin-Ciocalteu fenol reaktifi, 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), potasyum disulfit ($K_2S_2O_5$), ve neocuprain (Nc) Sigma-Aldrich Chemie GmbH (Steinheim, Germany)'den; metanol ($\geq 99.9\%$), formik asit ($\geq 98\%$), hidroklorik asit ($\geq 37\%$), sodyum karbonat (Na_2CO_3), sodyum nitrit ($NaNO_2$), sodium hidroksit ($NaOH$), sodyum asetat trihidrat ($CH_3COONa \cdot 3H_2O$), dipotasyum hidrojen fosfat (K_2HPO_4), potasyum dihidrojen fosfat (KH_2PO_4), bakır (II) klorür ($CuCl_2$) ve amonyum asetat (NH_4Ac) Merck KGaA (Darmstadt, Germany)'den; 6-hydroxy-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit (Troloks) ve alüminyum klorür ($AlCl_3$) Fluka Chemie (Buchs, Switzerland)'den; potasyum klorür (KCl) Riedel-de Haen Laborchemikalien GmbH (Hanover, Germany)'den temin edilmiştir. Fenolik asit, antosiyanin, flavonoid profillerini belirlemek için kullanılan standartlar: gallik asit ($\geq 99\%$), siyanidin 3-O-glukozit ($\geq 96\%$), siyanidin 3-O-rutinozit ($\geq 96\%$), kafeik asit ($\geq 98\%$), klorojenik asit (5-caffeoylquinic acid, $\geq 98\%$), kuersetin-3-O-glukozit ($\geq 98\%$) Fluka'dan; neoklorojenik asit ($\geq 98\%$), siyringik asit ($\geq 95\%$), 2,5-

Dihidroksibenzoik asit ($\geq 99,5$), Kaempferol 3-O- β -rutinozit($\geq 98,0\%$) 3,4-Dihidroksibenzoik asit (≥ 97), rutin (≥ 95), kuromanin klorür(≥ 95), kallistephin klorür(pelargonidin-3-O-glukozit klorid) (≥ 97), trifluoroasetik asit (TFA, ≥ 99) ve asetonitril ($\geq 99,8$) Sigma-Aldrich'den temin edilmiştir. *In vitro* gastrointestinal sistem, pepsin, pankreatin, safra tuzu, dializ poşeti (Membra-Cel MD34) Sigma-Aldrich'den ve sodyum bikarbonat BDH Chemicals Ltd. (Poole, UK)'den temin edilmiştir. Tüm analizlerde distile su cihazından elde edilen distile su kullanılmıştır (TKA GenPure).

3.1.3 Ekipmanlar

Çalışmada SHIMADZU UV-1700 Visible spektrofotometre, SP-3000 Nano spektrofotometre, IKA Vorteks Genius 3, IKA Werke karıştırıcı, Precisa XB 220A hassas terazi, Hettich Zentrifugen Universal 32R soğutmalı santrifüj, HANIL Supra 30K soğutmalı santrifüj, pH330i WTW 82362 pHmetre, Nüve EN500 etüv, IKA T18 Basic Ultra-Turrax, HPLC sistemi Waters 600 kontrol birimi, Waters 996 photodiode array (PDA) dedektör, Luna C18 kolon (Phenomenex) kullanılmıştır.

3.2 Metot

3.2.1 Yoğurt üretimi

Sütler 8 eşit gruba ayrılmış ve %0,75 oranında keçiyoynuzu gamı ilave edildikten sonra 5 dk ultraturrax ile karıştırılmış, ardından 85 °C'de 30 dk'lık ısıtma işlemi tabii tutulmuştur. Isıtma işleminin ardından keçiyoynuzu gamının homojen bir şekilde dağılabilmesi için ultraturrax ile 5 dk daha karıştırılmış ve hızlı bir şekilde 45°C'ye soğutulmuştur. Dondurucuda saklanan starter kültürden(1 paketin ağırlığı 13,29g) 50U/250 L olacak şekilde 0,27 g tartılarak oda sıcaklığındaki süte (50 ml) ilave edilmiş ve manyetik karıştırıcıda 30 dk karıştırılarak aktivasyonu sağlanmıştır. İşlem uygulanmış ve 43°C'ye getirilmiş olan süte %0,0054 olacak şekilde starter kültür ilave edilmiş ve kültürün homojen bir şekilde süt içerisinde dağılması için 10 dk manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. pH değeri 4,6 oluncaya kadar 43°C'de maksimum 4,5 saat etüvde inkübasyona bırakılmış ve böylece starter kültürü sade yoğurt (F) elde edilmiştir. Meyve ilavesi yapılacak ürünler için karadut ultraturrax ile parçalanarak homojen hale getirilmiş ve ardından 60°C'de 15 dk pastörize edilmiştir. Fermentasyondan önce %6 ve %12 meyve ilaveli J ve K örnekleri, ısıt

işleme tabi tutulup ardından 45°C'ye soğutulmuş keçi boynuzu gamı ilaveli sültere sırasıyla %6 ,%12 meyve ilavesi ve %0,0054 starter kültür ilavesi yapılarak pH değeri 4,6 oluncaya kadar 43°C'de inkübasyona bırakılmasıyla elde edilmiştir. Fermentasyondan sonra %6 ve %12 meyve ilaveli K ve M örnekleri F örneğinin 15°C'ye soğutulmanın ardından sırasıyla %6 ve %12 meyve ilavesiyle elde edilmiştir. Glukono-delta-laktonlu sade yoğurt (G) keçi boynuzu gamı ilave edilip ısıt işleme tabi tutulan ve ardından 43°C'ye soğutulup %1 oranında GDL ilave edilerek 10 dk manyetik karıştırıcıda karıştırılmış ve pH değeri 4,6 oluncaya kadar 43°C'de maksimum 5 saat etüvde inkübasyona bırakılmış sütten elde edilmiştir. Fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli H örneği, ısıt işleme tabi tutulup ardından 45°C'ye soğutulmuş keçi boynuzu gamı ilaveli süte %6 meyve ilavesi ve %1 GDL ilavesi yapılarak pH değeri 4,6 oluncaya kadar 43°C'de inkübasyona bırakılmasıyla elde edilmiştir. Fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli I örneği G örneğinin 15°C'ye soğutulmanın ardından %6 meyve ilavesiyle elde edilmiştir. Tüm örnekler Çizelge 3.1'de gösterilmektedir. Örnekler +4°C'de depolanmıştır. Örnekler 3 tekrarlı olarak üretilmiştir.

3.2.2 Meyveli sül üretimi

85 °C'de 30 dk'lık ısıt işleme tabi tutulan sültere 15°C'ye soğutulmalarının ardından 60°C'de 15 dk pastörize edilen karadut %6 ve %12 oranlarında ilave edilerek sırasıyla N ve O örnekleri elde edilmiştir. Örnekler +4°C'de depolanmıştır. Örnekler Çizelge 3.1'de gösterilmektedir. Örnekler 3 tekrarlı olarak üretilmiştir.

Çizelge 3.1 : Örnekler

KOD	AÇIKLAMA
A	Taze karadut
B	60°C'de 15 dk pastörize edilmiş parçalanmış karadut
C	Pastörize sül
D	85 °C'de 30 dk ısıt işlem uygulanmış sül
E	Keçi boynuzu gamı ilaveli 85 °C'de 30 dk ısıt işlem uygulanmış sül
F	Starter kültürlü sade(meyve ilavesiz) yoğurt
G	Glukano-delta-lakton'lu sade(meyve ilavesiz) yoğurt
H	Fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli glukano-delta-lakton'lu yoğurt
I	Fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli glukano-delta-lakton'lu yoğurt
J	Fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt
K	Fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt
L	Fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt
M	Fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt
N	%6 meyve ilaveli sül
O	%12 meyve ilaveli sül

3.2.3 Ekstrakt hazırlama

Örneklerden Pereira ve diğ. (2013)'nin metoduna göre $4\pm 0,01$ g tartılarak 50 ml %80'lik etanol (EtOH) ilave edilmiştir. Karışımlar 25°C'de 150 rpm'de 1 saat karıştırılmış. Sonrasında karışımlar Whatman No:1 filtre kağıdı kullanılarak süzölmeye bırakılmıştır. Süzölme işlemi bittikten sonra filtre keki üzerinden 50 ml daha EtOH eklenerek yıkama işlemi yapılmıştır. İşlem sonunda her örnek için elde edilen filtratlar analizlenene kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.4 Toplam fenolik madde analizi

Toplam fenolik madde analizi Folin-Ciocalteu yöntemine göre yapılmıştır. Velioğlu ve diğ. (1998)'nin uyguladığı yöntem bazı değişiklikler yapılarak kullanılmıştır. Standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Bu yöntemde, 100 µl ekstrakt veya standart gerekli seyreltimler yapıldıktan sonra %10'luk 0,75 ml Folin-Ciocalteu reaktifi ile karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışıma 0,75 ml (% 6'lık) doymuş sodyum karbonat çözeltisi ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Elde edilen karışım oda sıcaklığında 90 dakika karanlıkta bekletildikten sonra oluşan rengin absorbansı spektrofotometrede (Shimadzu UV-1700, Tokyo, Japan) 725 nm'de okunmuştur. Toplam fenolik madde içeriği gallik asit kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak verilmiştir. Deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınarak rapor edilmiştir. Kalibrasyon eğrisi Ekler, Şekil A.1 de gösterilmektedir.

3.2.5 Toplam flavonoid madde analizi

Toplam flavonoid içeriği Dewanto ve diğ. (2002)'nin yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemde göre 250 µl örnek ya da standart gerekli seyreltimler yapıldıktan sonra tüpe konulmuştur ve 1250 µl saf su ilave edilmiştir. Kronometre ile süre başlatılmış ve sırasıyla 75 µl %5'lik NaNO₂ (t=0 dk anında), 150 µl %10'luk AlCl₃ (t=6 dk anında) ve 500 µl 1M NaOH (t=5 dk anında) ilave edilmiştir. En son 275 µl saf su ilave edilerek toplam hacmi 2,5 ml'ye tamamlanmış ve 510 nm'de absorbans okunmuştur. Sonuçlar, rutin eşdeğer (RE) cinsinden hesaplanarak sunulmuştur. Deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınarak rapor edilmiştir. Kalibrasyon eğrisi Ekler, Şekil A.2 de gösterilmektedir.

3.2.6 Toplam antioksidan kapasite tayini

Meyve ve sebzelerde başarılı sonuçlar verdiği bilinen üç farklı metot kullanılarak her bir üretim basamağındaki toplam antioksidan aktivitesi ölçülmüştür. Deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınarak rapor edilmiştir. Sonuçlar, Troloks eşdeğeri (TE) cinsinden ifade edilmiştir. Kalibrasyon eğrisi Ekler, Şekil A.3–A.5’ de gösterilmektedir.

3.2.6.1 CUPRAC metodu (bakır indirgeyici antioksidan kapasitesi)

Tüpe konulan 100 µl ekstrat, sırasıyla, 1000 µl 10 mM CuCl₂.2H₂O çözeltisi, 1000 µl 7,5 mM Neocuproine çözeltisi ve 1000 µl 1 M amonyum asetat (pH=7) çözeltisi ile karıştırılmış, son hacim 4,1 ml olacak şekilde 1000 µl saf su ilave edilmiş ve 30 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra absorbans 450 nm’de köre karşı ölçülmüştür (Apak ve diğ., 2004; Apak ve diğ., 2006).

3.2.6.2 DPPH (1,1 – difenil - 2 pikrilhidrazil) radikal yakalama yöntemi

Tüpe konulan 100 µL ekstrakt ya da standart üzerine 2000 µl 0.1 mM DPPH (1,1-difenil-2- pikrilhidrazil) eklenmiştir. Karıştırma ve 30 dakika oda sıcaklığında karanlıkta bekletme sonrasında 517 nm’de metanole karşı absorbanslar okunmuştur. (Kumaran ve Karunakaran, 2002).

3.2.6.3 ABTS radikal yakalama yöntemi

ABTS radikal yakalama kapasitesi Miller ve Evans’ın (1997) uyguladığı yöntemle göre belirlenmiştir. Bir gün önceden hazırlanmış ve karıştırılmış ABTS çözeltisi (200 ml saf su içinde 220 mg ABTS) ve potasyum persülfat (K₂S₂O₈) çözeltisi (2 ml saf su içinde 38 mg K₂S₂O₈) 0.05 M pH =8’deki potasyum – fosfat tamponuyla absorbansı 734 nm’de 0.9±0.3 olacak şekilde ayarlanmıştır. 100 µl ekstrat ile 1000 µl ABTS çözeltisi 10 saniye çalkalandıktan sonra 734 nm’de 30 saniye içinde okuması yapılmıştır.

3.2.7 HPLC ile fenolik asit, flavonoid ve antosiyanin profillerinin belirlenmesi

Örneklerdeki fenolik asit, flavonoid ve antosiyanin profilleri Capanoglu ve diğ. (2008)’nin metoduna göre analizlenmiştir. Her örnek için hazırlanan ekstraktlar 0.45 µm’lik filtrelerden süzildükten sonra HPLC sistemine verilmiştir. HPLC sistemi Waters 600 kontrol birimi, Waters 996 photodiode array (PDA) dedektör ve 40

°C'deki kolon inkübatöründen oluşmaktadır. Kullanılan kolon, Nucleosil 3 μ C18 (2) 150x4,60 mm'dir. Çözgen sistemi olarak A (%0,05 formik asit ile asitlendirilmiş su) ve B (%0,05 formik asit içeren asetonyitril) kullanılmıştır. Akış hızı dakikada 1 ml şeklinde ayarlanmış ve ekstrakttaki bileşenlerin ayrılması, %5'den %30'a kadar çıkan lineer asetonyitril gradiyenti kullanılarak 60 dakikalık analiz süresince gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 280, 312, 360 ve 512 nm'de gerçekleştirilmiştir. Deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınarak rapor edilmiştir.

3.2.8 *In-vitro* gastrointestinal sindirim sistemi metodu ile karadutun biyoaktif bileşiklerinin biyoerişebilirliğinin tespiti

Örneklerde biyoaktif bileşiklerin biyoerişebilirliklerinin belirlenmesi amacıyla MacDougall ve diğ. (2005) 'nin uyguladığı *in vitro* sindirim metodu kullanılmıştır. Bu metotta öncelikle örneklerin midedeki sindirimi, sonrasında ise sindirilen örneklerin ince bağırsaktaki emilimi taklit edilmiştir. -80°C'lik dolapta saklanan örneklerden 5 g tartılmış üzerine 7,5 ml pepsin çözeltisi(10 mg pepsin üzerine 10 ml 0,1 N hidroklorik asit (HCl) eklenerek hazırlanan çözelti) eklenmiş ve 0,2 g sodyum klorür (NaCl) karışımının 100 ml'ye saf su ile tamamlanarak hazırlanmış mide sıvısından her örneğe 20 ml ilave edilmiştir. Mide sıvısı çözeltisi ile karıştırılan örneklerin pH değeri 5 N HCl ile pH 2' de sabitlenmiş ve ardından örnekler 37 °C'deki su banyosunda 110 rpm hızdaki çalkalamalı su banyosunda 2 saat bekletilmiştir. 2 saatin sonunda, her örnekten 2 ml PG (post gastrit) örneği alınmıştır. İçinde 20 ml NaHCO₃ çözeltisi bulunan (21 g sodyum bikarbonat (NaHCO₃) ve 500 ml saf su ile hazırlanan çözelti) diyaliz poşetleri beherlerin içine yerleştirilerek üzerine 4.5 ml bağırsak sıvısı (18 mg pankreatin, 112,5 mg safra tuzu ve 4,5 ml saf su) eklenmiş ve tekrar 37°C'deki su banyosunda 110 rpm hızdaki çalkalamalı su banyosunda 2 saat bekletilmiştir. İşlem sonunda diyaliz poşetlerinin içinden 2 ml IN örnekleri, beherdeki örnekten de 2 ml OUT örnekleri alınmıştır. 2 ml olarak alınan PG, IN, OUT örnekleri 4°C'de 1400 rpm hızda 10 dakika santrifüjlenip -20°C'de analizlenene kadar muhafaza edilmiştir. Numunelere daha sonra toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi analiz yöntemlerinden CUPRAC, DPPH, ve ABTS metodu uygulanmıştır. Deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınarak rapor edilmiştir.

3.2.9 pH tayini

250 ml yoğurt ve süt örneklerinde $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de problu pHmetre (pH330i, WTW 82362, Almanya) ile pH değeri ölçülmüştür.

3.2.10 Renk tayini

Renk tayininde Chroma meter CR-400 (Konica Minota Sensing, Inc) renk tayin cihazı kullanılmıştır. Seramik plaka ile standardize edilmiştir. L, a, b değerleri sırasıyla beyazlık, yeşillik veya kırmızılık ve sarılık veya maviye tekabül etmektedir. Ölçümler $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta yapılmıştır (Kahyaoğlu ve ark., 2005).

3.2.11 Serum ayrılması

Yoğurt üretiminden 24 saat ve 21 gün sonra su tutma kapasitesi santrifüj metodunda (Parnell-Clunies ve diğ., 1986) yapılan bazı modifikasyonlarla belirlenmiştir. Santrifüj tüplerinde üretilmiş olan 30 g yoğurt örneği 5000 rpm'de 10°C 'de 30 dk santrifüj edilmiştir. Süpernatant uzaklaştırıldıktan sonra pellet ağırlığı tartılmıştır. Su tutma kapasitesi başlangıç yoğurt ağırlığına göre yüzde pellet olarak verilmiştir.

3.2.12 Reolojik özellikler

Reolojik özellikler reometre (Haake Rotovisco RT20, Almanya) kullanılarak eşeksenli rotor ve hazneden oluşan silindirik sensör sistemi Haake Rotoviscı RT20, Almanya) ile belirlenmiştir. Ölçümler örnekler hazırlandıktan bir gün sonra gerçekleştirilmiştir. Depolanmış örneklerden homojen bir karışım elde edebilmek için manyetik karıştırıcı ile düşük hızda karıştırma işlemi yapılmıştır. Su banyosu kullanılarak örneğin sıcaklığı $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tutulmuş ve termal dengenin sağlanması için 65,4 ml örnek hazneye konduktan sonra 15 dk bekletilmiş ve sonrasında ölçümler alınmıştır. Ölçümlerde kullanılan sensörün özellikleri ise şöyledir; rotor Z40, rotor yarıçapı 20 mm, hazne yarıçapı 21,70 mm, hazne ve rotor arası mesafe 1,7 mm'dir. Ölçümler, $0,500\text{s}^{-1}$ kayma hızında 5 dk kayma hızı artırılarak ve 5 dk kayma hızı azaltılarak yapılmış ve bu artan azalan kayma hızlarında kayma kayma gerilimi ve viskozite ölçülmüştür. 5 dk kayma hızı artırılarak çıkış eğrileri ve 5 dk kayma hızı azaltılarak iniş eğrileri belirlenmiştir. Grafiklerdeki iniş ve çıkış eğrileri arasında kalan alan tiksotropi olup cihazın program yazılımı kullanılarak belirlenmiştir. Ağızdaki kayma hızına yakın olduğu için 50s^{-1} kayma hızındaki viskozite görünür viskozite olarak belirlenmiştir (Bourne, 2002; Köksoy ve Kılıç, 2003). Örneklerin reolojik özellikleri lineer olmayan

regresyon yöntemi ile ve SPSS 10.0 (SPSS Inc, United States) istatistik programında çıkış eğrileri verileri kullanılarak üslü yasa modeli ile belirlenmiştir.

3.2.13 İstatistiksel analiz

Analiz sonuçlarının tümü istatistiksel olarak SPSS 16.0 yardımı ile tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonrasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile 0.05 önem düzeyinde değerlendirilmiştir. Analizler her bir örnek için üç kez tekrarlanmış ve sonuçlar ortalama değer $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, karadut meyvesinden başlanarak sade süt, sade yoğurt, meyveli süt ve meyveli yoğurtların toplam fenolik madde ve toplam flavonoid miktarları, antioksidan kapasiteleri, fenolik asit ve antosiyanin profilleri, pH değişimi, serum ayrılması değerleri, renk değerleri ve reolojik özellikleri analizlenmiştir.

4.1 Toplam Fenolik ve Flavonoid Madde

Çizelge 3.1’de belirtilen örneklerin toplam fenolik madde miktarları standart kalibrasyon eğrisinden elde edilen denkleme göre hesaplanıp mg GAE/ 100 g örnek cinsinden, toplam flavonoid miktarları ise mg rutin/ 100 g örnek cinsinden ifade edilmiştir.

4.1.1 Depolama öncesi başlangıç örnekler

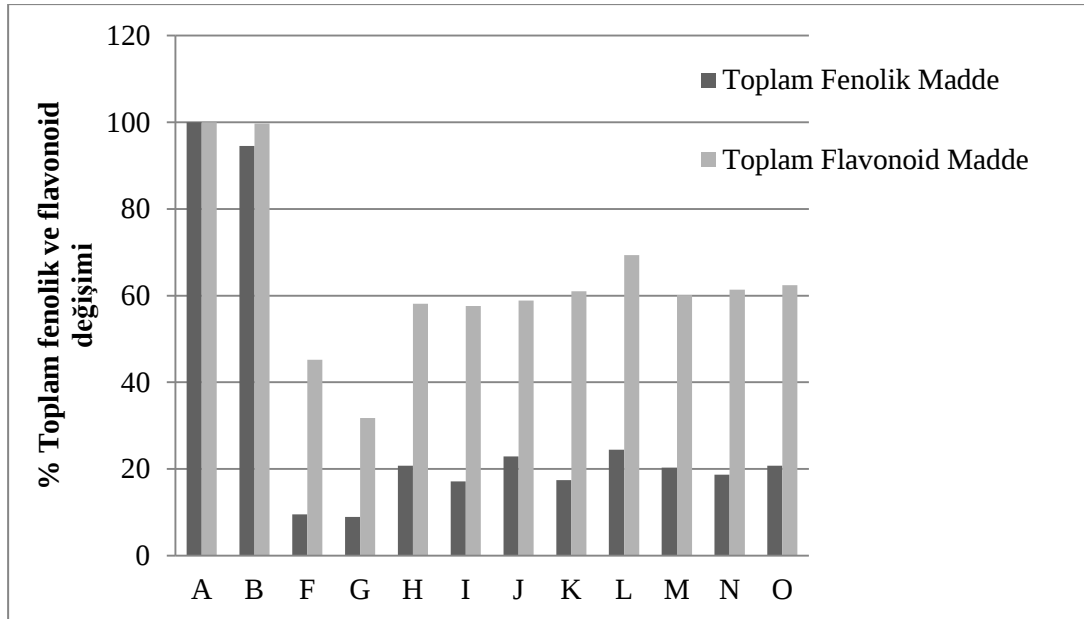
Depolama öncesi başlangıç örneklerin toplam fenolik ve toplam flavonoid madde içerikleri Çizelge 4.1’de ve % değişimleri Şekil 4.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1 Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin toplam fenolik ve flavonoid içeriği¹.

Örnekler	Toplam fenolik (mg GAE/100 g yaş madde)	Toplam flavonoid (mg rutin/100 g yaş madde)
A	365,8±46,7 ^a	334,5±67,1 ^a
B	345,9±36,7 ^a	333,5±35,1 ^a
C	31,0±6,4 ^b	54,7±24,9 ^d
D	37,7±8,7 ^{cd}	50,8±28,7 ^d
E	28,9±2,0 ^d	59,6±6,8 ^d
F	34,8±2,7 ^{cd}	151,2±13,5 ^{bcd}
G	32,6±5,7 ^d	106,3±27,1 ^{cd}
H	75,9±9,1 ^{bcd}	194,4±37,7 ^{bc}
I	62,8±9,7 ^{bcd}	192,8±59,9 ^{bc}
J	83,7±2,9 ^{bc}	196,8±15,4 ^{bc}
K	63,8±10,1 ^{bcd}	204,1±24,2 ^{bc}
L	89,5±5,5 ^b	231,9±19,8 ^{ab}
M	74,3±9,3 ^{bc}	201,0±37,6 ^{bcd}
N	68,3±6,4 ^{bcd}	205,2±47,6 ^{bc}
O	75,8±2,2 ^{bcd}	208,8±36,9 ^{bc}

¹Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

Taze karadut (A), pastörize karadut (B), pastörize süt (C), ısıtılmış uygulanmış süt (D), keçi boynuzu gamı ilaveli ısıtılmış uygulanmış süt (E), sade starter kültürü yoğurt (F), sade glukano-delta laktonlu yoğurt (G), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (H), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (I), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (J), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (K), fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (L), fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (M), %6 meyveli süt (N) ve %12 meyveli süt (O)



Şekil 4.1 : Örneklerin toplam fenolik ve flavonoid miktarının yüzde olarak değişimi.

Taze karadutun toplam fenolik madde miktarı $365,8 \pm 46,7$ mg GAE /100 g yaş madde, toplam flavonoid madde miktarı $334,5 \pm 67,1$ mg rutin/ /100 g yaş madde olarak bulunmuştur. Ercişli ve Orhan'ın (2007) karadutun kimyasal kompozisyonunu inceledikleri bir çalışmada toplam fenolik madde miktarını 1422 mg GAE/100 g yaş madde, toplam flavonoid madde miktarını ise 276 mg kuersetin/100 g yaş madde olarak tespit etmişlerdir. Aynı şekilde Özgen ve diğ. (2009), yapmış oldukları çalışmada karadut meyvesinin toplam fenolik madde miktarını $273,7 \pm 480$ mg GAE/100 g yaş madde olarak tespit ederken, Song ve diğ.(2009), karadut meyvesinin toplam flavonoid madde miktarını 8,66-191,30 mg rutin/L olarak bulmuştur. Sonuçların bu denli farklı olma nedeninin kullanılan meyvenin varyete ve cinsinden, yetiştirildiği iklim koşullarından, uygulanan ekstraksiyon yöntemlerinin farklılığından veya kullanılan enstrümantal cihazlardan kaynaklanabileceği rapor edilmiştir (Capanoglu ve Boyacıoğlu, 2009). Scalzo ve diğ. (2005), renk maddelerinin *M. alba*'da hücrenin dış çeperlerinde yoğunlaştığını, buna karşın *M.nigra* ve *M.nubra*'da ise hücrenin tüm çeperlerinde konsantre olduğunu tespit etmişlerdir. Kırmızı renkli meyvelerde fenoliklerdeki artışın maksimum antosiyanin ve flavonol birikimi dolayısıyla olgunlaşmasının son basamağına kadar devam ettiğini belirtmişlerdir.

Taze karadutun pastörize edilmesiyle toplam fenolik madde miktarı $330,5 \pm 35,1$ mg GAE /100 g yaş madde, flavonoid madde miktarı $333,5 \pm 35,1$ mg rutin/ /100 g yaş madde olarak tespit edilmiştir. Pastörizasyonla toplam fenolik madde miktarında yaklaşık %5 oranında azalma gözlemlenirken toplam flavonoid madde miktarında önemli bir azalma tespit edilememiştir ($p > 0,05$). Gil ve diğ. (1999), yaptıkları bir çalışmada havuç, ıspanak, patates ve çeşitli yeşilliklerin haşlama ve uzun süre dondurulmuş muhafazanın toplam fenolik miktarlarını %20-30 düzeyinde azalttığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde Kim ve Padilla-Zakour (2004), vişne, ahududu ve erik meyvelerinin reçele işlenmesiyle toplam fenolik maddelerin yaklaşık %27'ye kadar azaldığını rapor etmiştir. Defne, siyah kuş üzümü, yaban mersini, çilek ve kıvılcık meyvelerinin reçele işlenmesiyle fenolik ve flavonoid miktarlarındaki değişim incelendiğinde çok az bir değişim olduğu tespit edilmiştir (Amakura ve diğ., 2000). Crozier ve diğ. (1997), domates ve soğanda bulunan kuersetinin pişme etkisi ile değişimini inceledikleri bir çalışmalarında kaynatma işleminin %80, mikrodalga uygulamasının %65 ve kızartma işleminde %30 kayıpla sonuçlandığını belirtmişlerdir. Proses etkisiyle flavonoid miktarlarındaki değişimin ısı işlemlerin etkisiyle flavonoid yapılarında değişimler olması, glikozit formlarının aglikozit forma dönüşme eğilimi göstermesinden kaynaklandığı rapor edilmiştir. Fenolik maddelerin azalışındaki nedenin antosiyaninlerin fenolik bileşikleriyle reaksiyonundan kaynaklı polimerizasyon reaksiyonları olduğu tespit edilmiştir. (Reed ve diğ., 2005). Bu çalışmaların tam tersine ısı işlemin toplam fenolik madde miktarında artışa neden olduğu çalışmalar da bulunmaktadır. Gahler ve diğ. (2003), domates suyu üretiminde homojenizasyon ve ısı işlemlerin hidrofilik ve lipofilik antioksidan aktivitesinde artışa sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Bu artışın nedenleri proses sırasında hücre duvarının parçalanmasıyla fenolik bileşiklerin ortaya çıkışından, ısı işlemlerle sıcaklığın artmasıyla birlikte suda çözünebilir fenolik bileşiklerin ortaya çıkışından, antioksidatif moleküllerin katabolizmasında rol alan enzimlerin sıcaklıkla inaktive edilmesinden, ekstrakte edilebilir antioksidan moleküllerinin ısı etkisi sonucunda kompleks oluşturmalarından ya da indirgen şekerler ve serbest halde bulunan amino asitlerin ısı artışıyla birlikte Maillard reaksiyonu sonucu oluşan ürünlerinden kaynaklandığı rapor edilmektedir (Scalzo ve diğ., 2004; Hartman ve diğ., 2008).

Starter kültüre alternatif olarak glukano-delta lakton kullanılan ürünlerde daha düşük toplam fenolik madde ve toplam flavonoid miktarı tespit edimiştir. Polifenol içeriğindeki bu artışın sadece fermentasyondan dolayı olmadığı, ayrıca laktik asit bakterilerinin de kendi antioksidatif aktiviteye sahip oldukları belirtilmektedir. Mikroorganizmalar reaktif oksijen parçalarına maruz kaldıklarında direkt olarak reaktif oksijen parçaları ve enzimatik olmayan antioksidanları yakalayabilen enzimatik antioksidanların oluşumunu içeren koruma mekanizması geliştirmektedirler (Farr ve Kogoma, 1991). F örneğinin toplam fenolik madde ve flavonoid madde miktarları sırayısla 34,8 2,7 mg GAE / 100 g ya  madde ve 151,2 13,5 mg rutin/ /100 g ya  madde iken G örneğinin fenolik madde miktarı 32,6 5,7 mg GAE / 100 g ya  madde ve flavonoid miktarı 106,3 27,1 mg rutin/ /100 g ya  maddedir. Buradan da görüldü üzere toplam fenolik madde miktarında yaklaşık %6'lık bir azalma olurken toplam flavonoid madde miktarında ise %42'lik bir azalma olmuştur ($p>0,05$). Benzer şekilde fermentasyondan önce %6 meyve ilave edilen H örneğinin toplam fenolik madde miktarının J örneğine göre %9 daha az olduğu tespit edilmiş ancak toplam flavonoid madde miktarında önemli bir fark tespit edilememiştir ($p>0,05$) Fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan I  rne i ile K  rne i arasında toplam fenolik madde içeriği bakımından önemli bir farklılık gözlemlenmezken ($p>0,05$) I örneğinin toplam flavonoid miktarının K örneğinden %6 daha az olduğu gözlemlenmiştir. LAB'nin kullanımı ile meyvelerin fenolik bileşik ve antioksidan düzeyleri korunabilmektedir (Martinez-Castellanos ve di ., 2011). Laktik asit bakterilerinden bazılarının şaraptaki gallik asit, kateşin, 4-etilguaiakol ve 4-etilfenol gibi fenolikleri oluşturduğu çeşitli araştırmalarla gösterilmiştir. Hatta Hern andez ve di . (2006), tarafından yapılan bir çalışmada LAB'nin trans-kaftarik ve trans-kutarik asidi substrat olarak kullanabildikleri ve malolaktik fermentasyon (MLF) esnasında sinnamol esteraz enzim aktivitesiyle hidroksisinnamik asit konsantrasyonunu arttırdıkları saptanmıştır. Diğer taraftan antosiyaninlerin bozulması laktik asit bakterilerinin hidrojen peroksit üretimiyle hızlandırılmaktadır (Y ksekdag, Beyath, & Aslim, 2004). Gıdalardaki polifenoller çoğunlukla direkt olarak absorbe edilemeyen ve bağırsak enzimleri veya kolonik mikroflora tarafından hidrolize edilmesi gereken esterler, glikozitler veya polimerler formunda bulunmaktadır. Sadece aglikonlar ve bazı glikozitler ince bağırsakta absorbe olabilmektedirler. Polifenoller ile süt proteinleri veya peptik polisakkaritler arasındaki ba lar gibi doğrudan etkileşimler de söz konusudur. Sütün fermentasyonu

sırasında polimerik proteinlerden serbest kalan amfipatik peptitler ile süte ilave edilen polifenoller arasında etkileşim oluşabilmektedir. Starter kültürlerin metabolik faaliyetleri yoğurdun pH'sını düşürerek polifenollerin ekstrakte edilebilirliğini etkilemektedir. Asidik pH'larda proteinler kısmen ya da tamamen hidrolize olmakta ve polifenoller bağlayabilen peptidler serbest kalmaktadır. (Lin ve diğ., 2001; Papadopoulou ve Frazier, 2004; Plet, 2006).

Meyve oranı iki kat artırılarak meyve oranının toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarına etkisinin tespiti amacıyla üretilen %6 ve %12 meyve ilaveli sütlerin ve starter kültürü yoğurtların toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarlarında beklenen oranda iki katlık bir artış gözlemlenememiştir. L örneğinin toplam fenolik madde miktarının $89,5 \pm 5,5$ mg GAE/100g yaş madde ile J örneğinden yaklaşık %7 daha fazla, toplam flavonoid madde miktarının da $231,9 \pm 19,8$ mg rutin/100 g yaş madde ile yaklaşık % 18 daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde M örneğinin toplam fenolik madde miktarının $74,3 \pm 9,3$ mg GAE /100 g yaş madde ile K örneğinden %16 daha fazla olduğu ancak toplam flavonoid madde miktarının $201,0 \pm 37,6$ mg rutin/100 g yaş madde ile K örneğinden %2 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. N örneğinin de toplam fenolik madde miktarının $68,3 \pm 6,4$ mg GAE /100 g yaş madde ile O örneğinden %11 daha fazla olduğu ve toplam flavonoid madde miktarında önemli bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$) Tseng ve Zhao (2013) yoğurda %1, %2 ve %3 oranlarında üzüm şarabı prinası ilave ettikleri çalışmalarında ürünlerin toplam fenolik madde miktarlarını sırasıyla 732, 985 and 1338 mg GAE/kg tespit etmişlerdir. Buradan da anlaşılabileceği toplam fenolik madde miktarı artan meyve oranı ile artma eğilimindedir.

Fermentasyonun toplam fenolik madde miktarına etkisinin incelenmesi amacıyla meyve ilavesinin fermentasyondan önce ve sonra yapıldığı ürünlerde toplam fenolik madde miktarı $62,8 \pm 9,7$ ile $89,5 \pm 5,5$ mg GAE /100 g yaş madde aralığında değişmiştir. Hem starter kültürle hem de glukano-delta lakton ile üretilen yoğurtlarda fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan yoğurtların toplam fenolik madde miktarları fermentasyondan sonra meyve ilave edilen yoğurtlara göre daha yüksek çıkmıştır. H örneğinin toplam fenolik madde miktarı $75,9 \pm 9,1$ mg GAE/100 g yaş madde ile I örneğinden ($62,8 \pm 9,7$ mg GAE/100 g yaş madde) %21 , benzer şekilde J örneğinin toplam fenolik madde miktarı $83,7 \pm 2,9$ mg GAE /100 g yaş madde ile K örneğinden ($63,8 \pm 10,1$ mg GAE/100 g yaş madde) % 31, L örneğinin toplam fenolik

madde miktarı $89,5 \pm 5,5$ mg GAE/100 g yaş madde ile M örneğinden ($74,3 \pm 9,3$ mg GAE/100 g yaş madde) % 20 daha fazla bulunmuştur ($p > 0,05$). Toplam flavonoid madde miktarları da toplam fenolik madde miktarlarında olduğu gibi fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan ürünlerde daha yüksek çıkmıştır. Yalnızca J ve K örnekleri flavonoid madde miktarı açısından kıyaslandığında fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan K örneğinin J örneğinden %3 daha yüksek flavonoid madde miktarına sahip olduğu gözlemlenmiştir ve bu oran diğer ürünlerdeki değişime göre önemsenmeyecek bir değerdir ($p > 0,05$). Sun-Waterhouse ve diğ. (2013), Frenk üzümü polifenollerini yoğurda fermentasyon önce ve sonrasında ilave ederek fermentasyonun polifenoller üzerine etkisini inceledikleri bir çalışmada, polifenollerin yoğurda fermentasyondan önce eklenmesinin küçük fenolik moleküllerin yani fenolik asitlerin oluşumuna yol açarak toplam ekstrakte edilebilir fenolik madde miktarının (TPEC) polifenollerin fermentasyondan sonra ilave edildiği yoğurda göre yaklaşık 4 kat fazla çıkmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Sun-Waterhouse ve diğ. (2012), yaptıkları bir diğer çalışmada elma polifenollerinin fermentasyondan önce ve sonra yoğurda ilavesi ile fermentasyonun polifenoller üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Benzer şekilde polifenollerin yoğurda fermentasyondan önce eklendiği yoğurtlarda toplam ekstrakte edilebilir fenolik madde miktarının (TPEC) polifenollerin fermentasyondan sonra ilave edildiği yoğurda göre yaklaşık 1,4 kat fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Polifenollerin fermentasyon boyunca starter kültürler tarafından metabolize edilmesi, flavonoid glikozit hidrolizi veya karbon zincirinin ayrılması ile daha basit yapılı ve daha küçük moleküler kütleli fenolik asitlerin oluşumuna neden olmaktadır (Braune ve diğ., 2005; Bingham, 2006). Bu dönüşümler biyoaktif bileşiklerin etkisizleştirilmesine ya da inaktif bileşiklerin aktivasyonuna neden olabilmektedir. Örneğin, glikozitlerin kendilerinden daha yüksek radikal yakalama potansiyeline sahip aglikonlara hidrolize olduğu veya prosiyanidinlerin flavon-3-ollere ya da küçük fenolik asitlere parçalandığı tespit edilmiştir (Okuda, 1999).

4.1.2 21 Gün depolanan örnekler

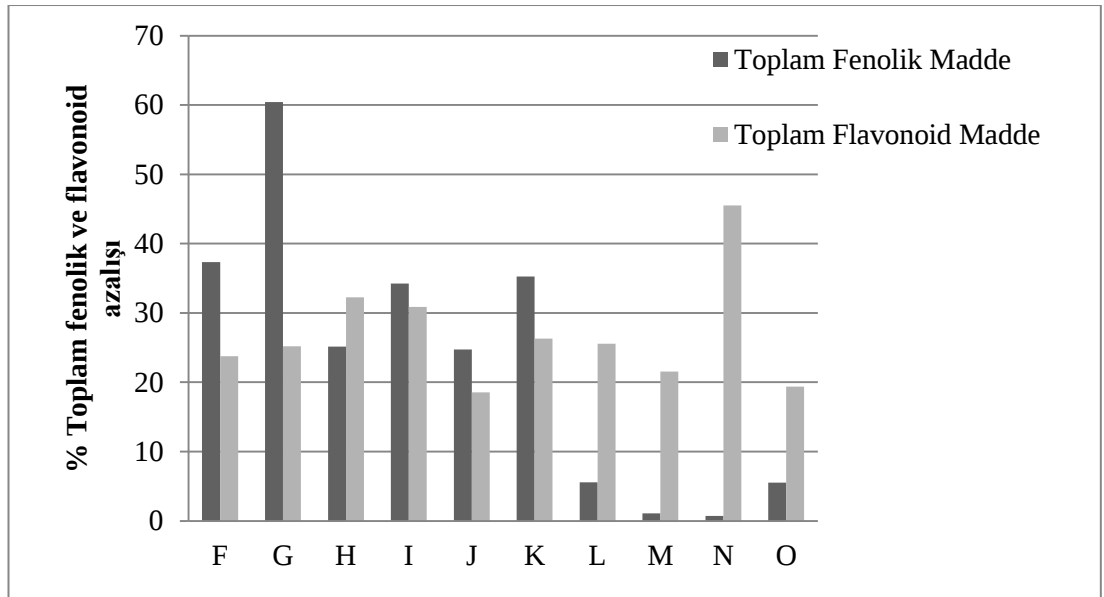
Çizelge 3.1’de belirtilen örneklerden 21 gün depolananların toplam fenolik madde miktarları standart kalibrasyon eğrisinden elde edilen denkleme göre hesaplanıp mg GAE/100 g örnek cinsinden, toplam flavonoid miktarları ise mg rutin/ 100 g örnek cinsinden ifade edilmiştir. Sonuçlar, Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 : Karaduttan türetilen ürünlerin 21 günlük depolama sonrasında toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları¹.

Örnekler	Toplam fenolik (mg GAE/100 g yaş madde)	Toplam fenolik (mg GAE/100 g yaş madde) (21.Gün)	Toplam flavonoid (mg rutin/100 g yaş madde)	Toplam flavonoid (mg rutin/100 g yaş madde) (21.Gün)
F	34,8±2,7 ^d	21,8±1,7 ^d	151,2±13,5 ^{ab}	115,3±6,1 ^{bcd}
G	32,6±5,7 ^d	12,9±1,8 ^d	106,3±27,1 ^b	79,5±8,9 ^d
H	75,9 ± 9,1 ^{abc}	56,8±2,6 ^{bc}	194,4±37,7 ^{ab}	131,7±20,2 ^{abc}
I	62,8±9,7 ^c	41,3±6,7 ^c	192,8±59,9 ^{ab}	133,3±18,7 ^{abc}
J	83,7±2,9 ^{ab}	63,0±4,2 ^b	196,8±15,4 ^{ab}	160,3±7,8 ^a
K	63,8±10,1 ^{bc}	41,3±5,0 ^c	204,1±24,2 ^{ab}	150,4±22,1 ^{abc}
L	89,5±5,5 ^a	84,5±6,7 ^a	231,9±19,8 ^a	172,6±25,6 ^a
M	74,3±9,3 ^{abc}	73,5±11,9 ^{ab}	201,0±37,6 ^{ab}	157,7±10,3 ^{ab}
N	68,3±6,4 ^{abc}	67,8±3,8 ^{ab}	205,2±47,6 ^{ab}	111,8±6,3 ^{cd}
O	75,8±2,2 ^{abc}	71,6±11,6 ^{ab}	208,8±36,9 ^{ab}	168,3±12,6 ^a

¹Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harf taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

Sade starter kültürlü yoğurt (F), sade glukano-delta laktonlu yoğurt (G), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (H), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (I), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (J), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (K), fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (L), fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (M), %6 meyveli süt (N) ve %12 meyveli süt (O)



Şekil 4.2 : 21 gün depolanan ürünlerin toplam fenolik ve flavonoid miktarının başlangıça göre yüzde olarak azalışı.

Elde edilen verilere göre 21 günlük depolamanın ardından toplam fenolik madde miktarındaki azalış F örneğinde %60, G örneğinde %153, H örneğinde %34, I örneğinde %53, J örneğinde %33, K örneğinde %54, L örneğinde %6, M örneğinde %1, N örneğinde %1 ve O örneğinde ise %6 olarak tespit edilmiştir. Toplam flavonoid madde miktarındaki azalış ise F örneğinde %31, G örneğinde %34, H örneğinde %47, I örneğinde %45, J örneğinde %22, K örneğinde %36, L örneğinde %34, M örneğinde %27, N örneğinde %83 ve O örneğinde ise %24 olarak tespit edilmiştir. Srivastava ve diğ. (2007), maviyemiş püresinden elde edilen ekstraktı 60 gün boyunca depolayıp, örneklerdeki fenolik asit ve flavonoidlerin miktarını sıcaklık ve sürenin etkilediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar oda sıcaklığında ($23\pm1^{\circ}\text{C}$) fenolik asitlerin ve flavonoidlerin parçalanma hızlarının şu şekilde olduğunu saptamışlardır: kuersetin>gallik asit>ellajik asit>kateşin>kaffeik asit>p-kumarik asit. Bu durum yüksek hidroksil grup içeren fenolik asitlerin daha stabil olduğunu göstermektedir. Depolama sırasında meyve sularında fenolik madde miktarının artması (Piljac-Zegarac ve diğ., 2009) ve azalmasına (Klimczak ve diğ., 2007) ilişkin bazı araştırmalar bulunmaktadır. Portakal sularının 4 ay süreyle 18° , 28° ve 38°C 'de depolanmaları sonunda toplam fenolik madde miktarında sırasıyla % 7, % 11 ve % 20'lik bir azalma olduğu bildirilmektedir (Klimczak vd. 2007). Depolama süresince fenolik maddelerdeki bu azalmanın; fenolik maddelerin polimerizasyonundan kaynaklandığı bildirilmektedir (Pacheco-Palencia ve Talcott 2010). Greyfurt sularının başlıca toplam flavonoidlerinin 60 günlük depolamada değişimini inceleyen bir çalışmada; depolama sonunda bazı toplam flavonoidlerin (neohesperedin, hesperidin ve naringenin) miktarının azaldığı, bazılarının ise (poncirin) depolama sonunda % 30 artış gösterdiği bildirilmektedir (Igual ve diğ., 2011).

GDL ve starter kültürle üretilen örneklerin 21 gün sonunda toplam fenolik madde miktarları kıyaslandığında F örneğinin $21,8\pm1,7$ mg GAE/100 g yaş madde ile G örneğinden ($12,9\pm1,8$ mg GAE/100 g yaş madde) % 69 daha fazla toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu, fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan J örneğinin $56,8\pm2,6$ mg GAE/100 g yaş madde ile H örneğinden ($63,0\pm4,2$ mg GAE/100 g yaş madde) % 11 daha fazla toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$). Fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünler arasında da istatistiksel olarak önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Örneklerin toplam flavonoid içerikleri kıyaslandığında F örneğinin $115,3\pm6,1$ mg

rutin/100 g yaş madde ile G örneğinden (79,5±8,9 mg rutin/100 g yaş madde) %45 daha fazla toplam flavonoid madde içeriğine sahip olduğu, fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan J örneğinin 160,3±7,8 mg rutin/100 g yaş madde ile H örneğinden (131,7±20,2 mg rutin/100 g yaş madde) % 22, fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan K örneğinin 150,4±22,1 mg rutin/100 g yaş madde ile I örneğinden % 13 daha fazla toplam flavonoid madde içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Görüleceği üzere GDL kullanılarak üretilen örneklerin toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları starter kültür kullanılarak üretilen örneklerden daha düşük çıkmıştır ($p>0,05$). 21 gün depolama sonrasında pH'ları ölçülen örneklerde starter kültürlü örneklerin pH değerlerinin GDL'li örneklere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Starter kültürün neden olduğu bu düşük pH değerleri fenolik maddeler üzerinde koruyucu etkiye sahiptir sonucuna varılabilmektedir. Oksijen, pH, sıcaklık, ışık, metal iyonları, enzimler ve nem gibi bir çok faktör polifenollerin stabilitesini etkilemektedir (Mazza, 1995). Tseng ve Zhao (2013), yoğurt ve salata soslarına farklı oranlarda üzüm şarabı prinasını antioksidan diyet lif olarak ekleyerek ürünlerin beslenme değeri ve depolanabilirliğini iyileştirmeyi amaçladıkları bir çalışmada depolama sürecinde üzüm şarabı prinası ile zenginleştirilen pH'sı 4,4–4,6 aralığında değişen yoğurdun, pH'sı 3,4–3,6 aralığında değişen salata soslarına göre daha düşük toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Buradan da anlaşılabileceği üzere polifenollerin asidik koşullarda daha stabil olduğu gözlemlenmiştir. Friedman ve Jürgens (2000), pH'nın fenolik bileşikler üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmalarında polifenollerin duyarlılığındaki farklılığın fenolün yapısından kaynaklandığını, üzüm şarabı prinasındaki majör biyoaktif bileşiklerden gallik asit ve kateşinin yüksek pH koşullarında kararsız ve üretim sürecinde de geri dönüşümsüz olduğunu tespit etmişlerdir. Gauche ve diğ. (2010), de üzüm şarabı prinasındaki major biyoaktif bileşikler olan antosiyaninlerin pH 3,3'de optimum kararlılıkta olduğunu tespit etmişlerdir. Karaaslan ve diğ. (2011), %10 Merlot üzümü ekstraktı ile zenginleştirdikleri yoğurtta depolanmanın ilk gününde toplam fenolik madde içeriğinin 78 mg GAE/kg olduğunu tespit etmişler ancak 14 gün sonunda bu değerde dikkat çekici bir düşüş gözlemlenmiştir. Wallace and Giusti (2008), *Berberis Bolivya* dutu ve mor havuç ekstraktları ile zenginleştirilmiş yoğurtlarda toplam fenolik madde içeriğinde depolamanın ilk haftasında hızlı bir düşüş olduğunu, ancak 2 hafta sonrasında stabil kaldığını tespit etmişlerdir.

Meyve oranının depolama boyunca toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde üzerinde etkisini incelemek için üretilen %6 ve %12 meyve içerikli ürünlerde fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan L örneğinin $84,5 \pm 6,7$ mg GAE/100 g yaş madde ile J örneğinden ($63,0 \pm 4,2$ mg GAE/100 g yaş madde) %34 daha yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu ($p < 0,05$), yine L örneğinin $172,6 \pm 25,6$ mg rutin/100 g yaş madde ile J örneğinden ($160,3 \pm 7,8$ mg rutin/100 g yaş madde) %8 daha fazla toplam flavonoid madde miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Aynı şekilde fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan M örneğinin $73,5 \pm 11,9$ mg GAE/100 g yaş madde ile K örneğinden ($41,3 \pm 5,0$ mg GAE/100 g yaş madde) %78 daha fazla toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu ($p < 0,05$), M örneğinin $157,7 \pm 100,3$ mg rutin/100 g yaş madde ile K örneğinden ($150,4 \pm 22,1$ mg rutin/100 g yaş madde) %5 daha yüksek toplam flavonoid miktarına sahip olduğu gözlemlenmiştir ($p > 0,05$). Meyveli süt örneklerinden O örneğinin $71,6 \pm 11,6$ mg GAE/100 g yaş madde ile N örneğinden ($67,8 \pm 3,8$ mg GAE/100 g yaş madde) %6 daha yüksek toplam fenolik madde ($p > 0,05$) ve O örneğinin $168,3 \pm 12,6$ mg rutin/100 g yaş madde ile N örneğinden ($111,8 \pm 6,3$ %51 mg rutin/100 g yaş madde) daha yüksek toplam flavonoid madde içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Örnekler 21 gün sonunda ilk günki toplam fenolik ve flavonoid madde miktarlarındaki düşüşe göre karşılaştırıldığında ise meyve oranı %12 olan ürünlerde daha az düşüş olduğu tespit edilmiştir. Buradan da artan meyve oranının depolama sürecinde fenolik bileşiklerin stabilitesini artırdığı sonucuna varılabilmektedir.

Meyve ilavesinin fermentasyondan önce yapıldığı H örneğinin $56,8 \pm 2,6$ mg GAE/100 g yaş madde ile I örneğinden ($41,3 \pm 6,7$ mg GAE/100 g yaş madde) %38 daha fazla toplam fenolik madde miktarına, $131,7 \pm 20,23$ mg rutin/100 g yaş madde ile %2 daha fazla toplam flavonoid madde miktarına sahip olduğu gözlemlenmiş ($p > 0,05$), 21 gün sonunda H örneğinin toplam fenolik madde miktarında %34 düşüş tespit edilirken I örneğinde %53 düşüş tespit edilmiştir. Benzer şekilde J örneğinin $63,0 \pm 4,2$ mg GAE/100 g yaş madde K örneğinden ($41,3 \pm 5,0$ mg GAE/100 g yaş madde) %21 daha fazla toplam fenolik madde miktarına ($p < 0,05$), $160,3 \pm 7,8$ mg rutin/100 g yaş madde ile %7 daha fazla flavonoid madde miktarına sahip olduğu tespit edilmiş ($p > 0,05$), 21 gün sonunda J örneğinin toplam fenolik madde miktarında %33 düşüş gözlenirken K örneğinde %54 düşüş gözlemlenmiştir. L örneğinin $84,5 \pm 6,7$ mg GAE/100 g yaş madde ile M örneğinden ($73,5 \pm 11,9$ mg GAE/100 g yaş

madde) ile % 15 ve $172,6 \pm 25,6$ mg rutin/100 g yaş madde ile %9 daha fazla flavonoid madde miktarına sahip olduğu, tespit edilmiştir ($p > 0,05$). %6 meyveli sütün toplam fenolik madde miktarı hem GDL’u hem de starter kültürlü yoğurtlardan daha yüksek çıkmış, ancak toplam flavonoid madde miktarı daha düşük çıkmıştır ($p < 0,05$). %12 meyveli sütün toplam fenolik madde miktarının %12 meyveli yoğurttan daha düşük, toplam flavonoid madde miktarının ise fermentasyondan önce meyve ilave edilen üründen %3 daha düşük, fermentasyondan sonra meyve ilave edilen üründen ise %7 daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p > 0,05$). Buradan anlaşılabileceği üzere meyve ilavesinin fermentasyondan önce yapıldığı ürünlerde depolama boyunca fenolik madde miktarında fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünlere göre daha az düşüş olduğunun tespit edilmesi fermentasyon sürecinin fenoliklerin stabilitesini artırdığı sonucunu doğurmaktadır. Çalışmamızın aksine Pilando ve diğ., (1985), olgun ve aşırı olgun meyvelerden yaptıkları çilek şaraplarında 6 haftalık bir depolama sürecinde antosiyanin ve toplam fenolik madde miktarındaki izlemişlerdir. Şaraplarda yapılan pigment analizleri ile fermentasyondan sonra antosiyaninlerde büyük oranda azalma olduğunu ve meyve suyunda bulunan antosiyaninin sadece %3-9’unun şaraba geçtiğini bildirmişlerdir.

4.2 Toplam Antioksidan Kapasiteleri (CUPRAC, DPPH, ABTS)

4.2.1 Depolama öncesi başlangıç örnekler

Çizelge 3.1’de belirtilen örneklerin toplam antioksidan kapasiteleri ABTS, CUPRAC ve DPPH olmak üzere 3 farklı metot ile ölçülmüştür ve sonuçlar yaş madde olarak ifade edilmiş olup Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3’te gösterilmiştir.

Taze karadutun toplam antioksidan kapasitesi CUPRAC, DPPH, ABTS metodlarıyla sırasıyla $1112,3 \pm 187,0$, $338,2 \pm 35,0$ ve $183,9 \pm 3,2$ mg TE/100g yaş madde olarak bulunmuştur. Pastörize karadutun toplam antioksidan kapasitesi ise $1128,9 \pm 124,3$, $345,8 \pm 33,1$ ve $184,7 \pm 1,42$ mg TE/100g yaş madde olarak bulunmuştur. Buradan görüleceği üzere pastörizasyon ile karadutun antioksidan kapasitesinde sırasıyla %1,5, %2 ve %0,4 gibi istatistiksel olarak önem arz etmeyen düzeyde bir artış gözlenmiştir ($p > 0,05$). Özgen ve diğ. (2009), karadut meyvesinin TEAC yöntemine göre antioksidan aktivitesinin $6,8-14,4$ $\mu\text{mol TE/g}$ arasında değişim gösterdiğini bildirmektedir. Fang ve diğ. (2009), ticari böğürtlen sularının antioksidan aktivitesinin ABTS yöntemine göre $769 - 2174$ TEAC mg/L arasında olduğunu

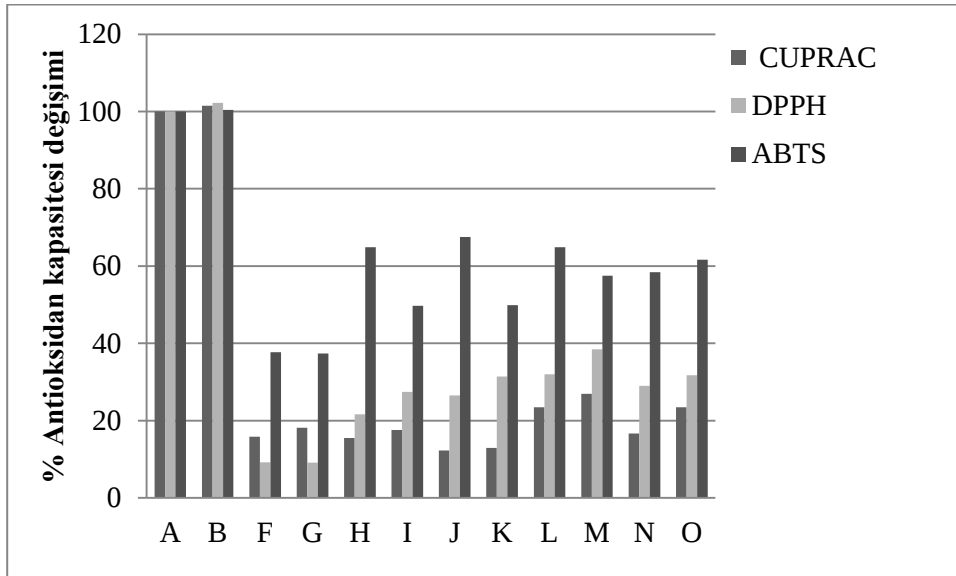
aktarmaktadırlar. Garcia-Alonso ve diğ. (2004), farklı meyvelerde antioksidan aktivitenin ABTS yöntemine göre böğürtlenide 192 $\mu\text{mol/g}$, yabanmersininde 187 $\mu\text{mol/g}$, çilekte ise 163 $\mu\text{mol/g}$ olduğunu bildirmektedir.

Çizelge 4.3 Karaduttan türetilen ürünlerin toplam antioksidan kapasiteleri¹.

Örnekler	CUPRAC (mg TE/100g)	DPPH (mg TE/100g)	ABTS (mg TE/100g)
A	1112,3 $\pm$ 187,0 ^a	338,2 $\pm$ 35,0 ^a	183,9 $\pm$ 3,2 ^a
B	1128,9 $\pm$ 124,3 ^a	345,8 $\pm$ 33,1 ^a	184,7 $\pm$ 1,4 ^a
C	99,9 $\pm$ 37,3 ^c	42, $\pm$ 4,2 ^{ef}	52,2 $\pm$ 3,5 ^e
D	83,0 $\pm$ 19,8 ^c	54,9 $\pm$ 6,6 ^{def}	66,1 $\pm$ 10,3 ^{de}
E	93,6 $\pm$ 20,3 ^c	63,2 $\pm$ 5,2 ^{cdef}	49,8 $\pm$ 4,8 ^e
F	176,6 $\pm$ 18,4 ^{bc}	31,3 $\pm$ 4,9 ^f	69,4 $\pm$ 6,6 ^{de}
G	202,0 $\pm$ 19,3 ^{bc}	31,0 $\pm$ 22,4 ^f	68,8 $\pm$ 9,8 ^{de}
H	172,1 $\pm$ 54,1 ^{bc}	73,3 $\pm$ 7,7 ^{cdef}	119,3 $\pm$ 13,4 ^b
I	195,6 $\pm$ 26,9 ^{bc}	92,7 $\pm$ 9,9 ^{bcde}	91,5 $\pm$ 11,2 ^{cd}
J	136,8 $\pm$ 20,4 ^{bc}	89,7 $\pm$ 3,3 ^{bcde}	124,2 $\pm$ 12,0 ^b
K	143,8 $\pm$ 12,1 ^{bc}	106,3 $\pm$ 18,8 ^{bc}	91,7 $\pm$ 13,5 ^{cd}
L	261,1 $\pm$ 51,0 ^{bc}	108,3 $\pm$ 7,3 ^{bc}	119,3 $\pm$ 7,7 ^b
M	299,5 $\pm$ 38,3 ^b	130,1 $\pm$ 11,8 ^b	105,8 $\pm$ 13,2 ^{bc}
N	185,2 $\pm$ 13,8 ^{bc}	98,0 $\pm$ 13,8 ^{bcd}	107,5 $\pm$ 6,3 ^{bc}
O	261,0 $\pm$ 42,9 ^{bc}	107,4 $\pm$ 17,2 ^{bc}	113,3 $\pm$ 8,2 ^{bc}

¹Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama $\pm$ standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır ($P<0.05$).

Taze karadut (A), pastörize karadut (B), pastörize süt (C), ısıtılmış işlem uygulanmış süt (D), keçi boynuzu gamı ilaveli ısıtılmış işlem uygulanmış süt (E), sade starter kültürü yoğurt (F), sade glukano-delta laktonlu yoğurt (G), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (H), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (I), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (J), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (K), fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (L), fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (M), %6 meyveli süt (N) ve %12 meyveli süt (O)



Şekil 4.3 : Karaduttan türetilen ürünlerin toplam antioksidan kapasitesi % değişimi.

Sağlam (2007), yaptığı bir çalışmada vakum üretim tekniği ile üretilen karadut reçelinin antioksidan kapasitesini 28,36 mM troloks/g arasında bulunurken açık kazanda pişirme tekniği ile üretilen karadut reçelinde 23,92 mM troloks/g olduğunu tespit etmiştir. Vakum uygulaması ile üretilen reçellerde antioksidan kapasitesi

yaklaşık olarak %14,6'lık oranda azalış gösterirken, açık kazanda pişirme tekniği ile üretilen reçellerde ise bu azalmanın daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada vişne, erik ve ahududu meyvelerinin açık kazanda pişirme yöntemi ile reçele işlenmesiyle antioksidan kapasitesi değerlerinde yaklaşık olarak %13-35 arasında kayıpların olduğu tespit edilmiştir. Karadeniz ve diğ. (2004), elma, ayva, üzüm, armut ve nar gibi meyvelerin ve patates, soğan, taze soğan, kırmızı turp ve kırmızı lahana gibi sebzelerin antioksidan aktivitesini, toplam fenolik ve flavonoid içeriklerini belirlemişlerdir. Meyveler arasında nar % 62,7 ile en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olup bunu ayva (%60,4), üzüm (% 26,6), elma (% 25,7) ve armut (% 13,7) izlemiştir. Sebzelerin antioksidan aktivitesi %12,5 ile %40,8 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Domateste ısıtma işlem süresi ile antioksidan aktivitesinin ilişkisinin incelendiği bir çalışmada da ısıtma işlemin süresi arttıkça, ilk önce antioksidan kapasitesinde düşüş gözlemlenirken daha sonra uzayan ısıtma işlem süresi ile antioksidan aktivitesinde artış olduğu bulunmuştur. Bunun da nedeni Maillard reaksiyonu sonucu antioksidan özellik gösteren yeni ürünlerin oluşması olarak rapor edilmiştir (Anese ve diğ., 1999). Hartman ve diğ. (2008), 'nin yapmış olduğu bir çalışmada çilek meyvesinin meyve suyuna işlenmesi sırasındaki ısıtma işlem uygulamasıyla antioksidan kapasitesi metotlarından FRAP ve troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC) önemli bir fark gözlemlenmez iken, DPPH metodunda %6-10'luk oranda bir artış tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde ve antosiyanin miktarı azalırken antioksidan kapasitesindeki artışın nedeninin ısı etkisiyle oluşan yeni antioksidan bileşikler olabileceği rapor edilmiştir.

Starter kültür ile üretilen F örneğinin CUPRAC, DPPH, ABTS ile belirlenen antioksidan kapasitesi sırasıyla $176,6 \pm 18,4$, $31,3 \pm 4,9$ ve $69,4 \pm 6,6$ mg TE/100g yaş madde iken GDL ile üretilen G örneğinin antioksidan kapasitesi sırasıyla $202,0 \pm 19,3$, $31,0 \pm 22,4$ ve $68,8 \pm 9,8$ mg TE/100g yaş maddedir. Görüldüğü üzere sade yoğurtların antioksidan kapasitesinde DPPH ve ABTS metodlarında önemli bir artış veya azalış gözlemlenmezken, CUPRAC metodunda GDL ile üretilen G örneğinin starter kültürle üretilen F örneğine göre yaklaşık %14 daha fazla antioksidan kapasiteye sahip olduğu gözlemlenmiştir ($p > 0,05$). Fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan H örneğinin DPPH ve ABTS metodlarında antioksidan kapasitesinin J örneğinden sırasıyla %22 ve %4 daha düşük olduğu aksine CUPRAC metodunda ise %26 daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan

I örneğinin antioksidan kapasitesinin K örneğinden DPPH metodunda %14 daha düşük ve CUPRAC metodunda ise %36 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$). Marazza ve diğ. (2009), β -glukozidaz aktivitesine sahip laktik asit bakterilerinin (*Lactobasillus casei*, *L. plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, *Bifidobacterium animalis subsp. lactis*, and *Bifidobacterium longum*) soya sütü fermentasyonu boyunca izoflavon aglikon içeriğini artırdığını tespit etmişlerdir. Bu durumun bakterilerin yüksek α -galaktosidaz aktiviteleri ve izoflavon aglikonun antioksidan gibi davranması dolayısıyla gerçekleşebileceğini rapor etmişlerdir. Diğer mümkün olabilecek açıklama ise laktik asit bakterilerinin kendilerinin antioksidan kapasiteye sahip olmalarıdır. Bir çok laktik asit bakterisi enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidatif mekanizmalar ile hücrelerine zarar veren reaktif oksijen parçalarının oluşumunu minimize etmektedir. *L. casei* suşları farklı Fe^{+2} (1,1 – 10,6 ppm) ve Cu^{+2} (1,35 -21,8 ppm) şelatlama kabiliyetine sahiptir (Lee ve diğ., 2006). Bu da polifenol içeriğindeki artışın sadece fermentasyondan dolayı olmadığını ayrıca laktik asit bakterilerinin de kendi antioksidatif aktiviteye sahip olduklarına işaret etmektedir. Mikroorganizmalar reaktif oksijen parçalarına maruz kaldıklarında direkt olarak reaktif oksijen parçaları ve enzimatik olmayan antioksidanları yakalayabilen enzimatik antioksidanların oluşumunu içeren koruma mekanizması geliştirmektedirler (Farr ve Kogoma, 1991).

%6 ve %12 meyve ilave edilerek meyve oranının karşılaştırıldığı süt ve yoğurtların antioksidan kapasitelerinde beklenen 2 katlık artış gözlemlenememiştir. Fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan L örneğinin J örneğinden CUPRAC metodunda %90, DPPH metodunda %20 daha yüksek, ABTS metodunda ise %4 daha düşük antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilirken ($p>0,05$), fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan M örneğinin K örneğinden CUPRAC metodunda %108, DPPH metodunda %22, ABTS metodunda da %15 daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$). Benzer şekilde O örneğinin N örneğinden CUPRAC metodunda %41, DPPH metodunda %10, ABTS metodunda da %5 daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$). Meyve oranının artışıyla antioksidan kapasitenin artış gösterdiği tespit edilmiştir, bu da artan fenolik ve flavonoid madde miktarı ile ilişkilendirilmektedir. Deighton ve diğ. (2000), bir grup *Rubus* türünün antioksidan kapasitesi ile toplam fenol ve antosiyanin içeriklerini inceledikleri çalışmalarında, antioksidan kapasitesi

yüksek olan örnekte (*Rubus caucasion*) toplam fenol içeriğinin de yüksek olduğunu, fakat antosiyanin içeriğinin düşük olduğunu ve antosiyanin miktarının antioksidan kapasitesi üzerinde çok az etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Fermentasyonun antioksidan kapasiteye etkisini incelemek için üretilen ürünlerde CUPRAC ve DPPH metodlarında fermentasyondan sonra meyve ilave edilen ürünlerin antioksidan kapasitesinin fermentasyondan önce meyve ilave edilen ürünlere göre daha yüksek olduğu, ancak ABTS metodunda bunun tam tersi bir durumun olduğu tespit edilmiştir. GDL kullanılarak üretilen H örneğinin CUPRAC, DPPH ve ABTS ile belirlenen antioksidan kapasitesi sırasıyla $172,1 \pm 54,1$, $73,3 \pm 7,7$ ve $119,3 \pm 13,4$ mg TE/100g yaş madde ile I örneğinden CUPRAC ve DPPH metodlarında %14 ve %26 daha düşük ($p > 0,05$), ABTS metodunda ise %36 daha yüksek olduğu tespit edilmişti ($p < 0,05$). Aynı şekilde starter kültür kullanılarak fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan J ve L örneklerinin antioksidan kapasitelerinin fermentasyon sonrasında meyve ilavesi yapılan K ve M örneklerinden CUPRAC metodunda sırasıyla %5 ve %15, DPPH metodunda ise %18 ve %20 daha düşük olduğu, ABTS metodunda ise %36 ($p < 0,05$) ve % 13 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fermentasyon, bitki bazlı gıdalardan daha fazla flavonoidin serbest kalmasını sağlayarak antioksidan kapasitenin artışına neden olmaktadır ve fermentasyon doğal antioksidan alımını artıran iyi bir metottur. Fermentasyonun sebep olduğu hücre duvarlarındaki yapısal bozulma ayrıca çeşitli biyoaktif bileşenlerin sentezine neden olabilmektedir (Katina ve diğ., 2007; Dord-ovic' ve diğ., 2010). Ng ve diğ. (2011), bitki kısımlarının fermentasyondan sonra daha yüksek toplam fenol içeriğine sahip olduğunu ve antioksidan aktivitedeki artışın toplam fenolik bileşiklerindeki artışından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bitkisel gıdaların antioksidan kapasitelerinde artışta diğer bir mekanizma da fermentasyonun fitokimyasalların yapılarında değişiklikler meydana getirmesidir. Kontrollü fermentasyonda laktik asit bakterilerinin varlığı, basit fenolik dönüşümüne ve yüksek molekül ağırlıklı fenolik bileşiklerin depolimerizasyonuna katkıda bulunmaktadır (Othman ve diğ., 2009). Bu yüzden glikozitlerin fermentasyonla aglikon formuna dönüşmesi bitkisel gıdalardaki antioksidan kapasitenin artışı açıklayan ana mekanizmadır. Tüm bunların aksine Kim ve diğ. (2011), yeşil çayın toplam fenolik bileşiklerinin %18'ini oluşturan flavonol glikozitlerinin fermentasyonla azaldığını ve flavonol glikozitlerdeki bu azalışın oksidatif bozulmadan kaynaklandığını

belirtmişlerdir. Fermentasyonun bir sonucu olarak çay kateşinlerindeki azalış, toplam çözünebilir fenolik içeriğinde ve antioksidan aktivitede kayba neden olan theaflavinler ve thearubigin'e dönüşümdendir. Fermentasyonla bitkisel gıdaların antioksidan aktivitesindeki artış mikroorganizma çeşidi, pH, sıcaklık, solvent, su içeriği, fermentasyon zamanı, gıda çeşidi ve aerobik koşullar gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir.

Literatürdeki sonuçlardan farklı veriler elde edilmesinin nedenleri farklı antioksidan kapasitesi tayin metotlarının uygulanmasından, meyvenin varyete veya cinsinden, yetiştirildiği iklim koşullarından ve işlemden uygulanan sıcaklık, ışık gibi parametrelerden kaynaklanmaktadır. Antioksidan kapasitenin belirlenmesinde kullanılan yöntemler elektron transfer (ET) ve hidrojen atom transfer (HAT) reaksiyonlarına dayanan yöntemler olmak üzere iki grup altında incelenebilmektedir. HAT temelli yöntemler oksijen radikal absorban kapasite (ORAC), toplam radikal yakalayıcı antioksidan parametre (TRAP) ve krosin beyazlatma yöntemlerini içermektedir. ET temelli yöntemler ise Folin-Ciocalteu ayırıcı ile toplam Fenolik yöntemi (FCR), Trolox eşiti antioksidan kapasite (TEAC), demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP), oksidan olarak bakır (II) kullanan toplam antioksidan potansiyel yöntemi (CUPRAC) ve DPPH yöntemini içermektedir. Yöntemler asidik (FRAP), nötr (TEAC) ya da bazik (FCR) koşullarda gerçekleştirilmektedir. pH değeri antioksidanların indirgeyici kapasitesinde önemli bir etkidir. Asidik koşullarda antioksidan bileşiklerde indirgeyici kapasite baskılanabilmektedir. Halbuki bazik koşullarda fenolik bileşiklerden proton ayrılması örneğin indirgeyici kapasitesini artıracaktır. FCR ile toplam fenolik yöntem sulu fazda gerçekleştirilmektedir. Lipofilik antioksidanlar için bu yöntem bu haliyle uygulanamaz. Bu nedenle lipofilik örnekler için değişiklik yapılmalıdır. (Apak ve diğ., 2007). Aynı prensibe sahip metotlar dahi, ABTS ve DPPH gibi, farklı tipteki antioksidanlara karşı farklılıklar gösterir. Radikal oluşum reaksiyonları veya farklı çözücü sistemlerindeki radikallerin çözünürlüğü bile her bir metot için değişir (Arnao, 2000). Antioksidan aktivitelerinin ölçümü, özellikle çok fonksiyonlu ya da kompleks çok fazlı sistemlerde sonuçları etkileyen birçok değişkenden dolayı basit antioksidant testi olarak istenilen düzeyde değerlendirilemez. Bu yüzden, bitki dokularının antioksidant aktivitelerini değerlendirmek için birkaç test prosedürünü uygulamak tavsiye edilendir.

4.2.2 21 Gün depolanan örnekler

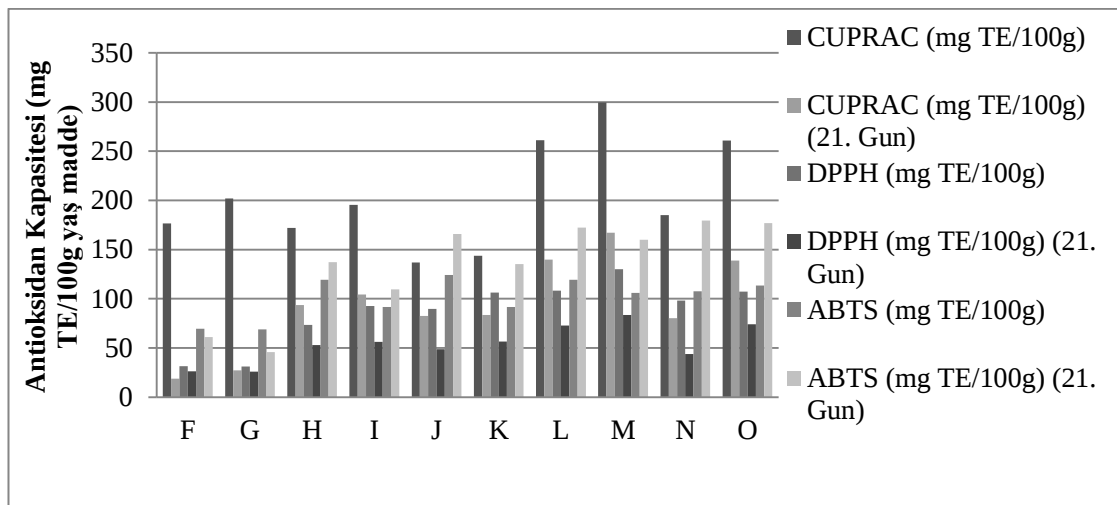
Çizelge 3.1’de belirtilen örneklerden 21 gün depolananların toplam antioksidan kapasiteleri ABTS, CUPRAC ve DPPH olmak üzere 3 farklı metot ile ölçülmüştür ve sonuçlar yaş madde olarak ifade edilmiş olup Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 Karaduttan türetilen ürünlerin 21 günlük depolama sonrasında toplam antioksidan kapasitesi¹.

Örnekler	CUPRAC (mg TE/100g)	CUPRAC (mg TE/100g) (21.Gün)	DPPH (mg TE/100g)	DPPH (mg TE/100g) (21.Gün)	ABTS (mg TE/100g)	ABTS (mg TE/100g) (21.Gün)
F	176,6±18,4 ^{bc}	18,6±3,4 ^d	31,3±4 ^c	26,3±1,9 ^e	69,4±6,6 ^c	61,1±4,2 ^d
G	202,0±19,3 ^{bc}	27,2±3,8 ^d	31,0±22,4 ^c	25,9±0,7 ^e	68,8±9,8 ^c	45,6±0,6 ^d
H	172,1±54,1 ^{bc}	93,7±9,2 ^c	73,3±7,7 ^b	53,0±6,0 ^d	119,3±13,4 ^{ab}	137,2±8,8 ^b
I	195,6±26,9 ^c	104,3±15,1 ^{bc}	92,7±9,9 ^{ab}	56,0±7,2 ^{cd}	91,5±11,2 ^{bc}	109,4±9,0 ^c
J	136,80±20,4 ^{bc}	82,4±10,2 ^c	89,7±3,3 ^b	48,7±2,1 ^d	124,2±12,0 ^a	166,0±4,9 ^a
K	143,8±12,1 ^c	83,4±1,1 ^c	106,3±18,8 ^{ab}	56,6±5,5 ^{bcd}	91,7±13 ^{bc}	135,1±5,9 ^{bc}
L	261,1±51,0 ^c	139,9±18,4 ^{ab}	108,3±7,3 ^{ab}	72,6±9,5 ^{abc}	119,3±7,7 ^{ab}	172,2±18,3 ^a
M	299,5±38,3 ^a	167,0±31,8 ^a	130,1±11,8 ^a	83,4±13,2 ^a	105,8±13,2 ^{ab}	160,0±15,7 ^{ab}
N	185,2±13,8 ^{bc}	80,4±4,6 ^c	98,0±13,8 ^{ab}	43,8±3,0 ^{de}	107,5±6,3 ^{ab}	179,5±6,1 ^a
O	261,0±42,9 ^{ab}	138,8±11,6 ^{ab}	107,4±17,2 ^{ab}	74,1±3,3 ^{ab}	113,3±8,2 ^{ab}	177,0±7,0 ^a

¹Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

Sade starter kültürlü yoğurt (F), sade glukano-delta laktonlu yoğurt (G), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (H), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (I), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (J), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (K), fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (L), fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (M), %6 meyveli süt (N) ve %12 meyveli süt (O)



Şekil 4.4 : Karaduttan türetilen ürünlerin başlangıç ve 21 günlük depolama sonrasında antioksidan kapasitesi.

21 gün depolanan ürünlerin antioksidan kapasitelerindeki değişim şu şekilde gerçekleşmiştir; F örneğinde CUPRAC metodunda %849, DPPH metodunda %19, ABTS metodunda %14 düşüş, G örneğinde CUPRAC metodunda %642, DPPH metodunda %20, ABTS metodunda %51 düşüş, H örneğinde CUPRAC metodunda %84, ve DPPH metodunda %38 düşüş, ABTS metodunda %15 artış, I örneğinde CUPRAC metodunda %88 ve DPPH metodunda %66 düşüş, ABTS metodunda %20 artış, J örneğinde CUPRAC metodunda %66 ve DPPH metodunda %84 düşüş, ABTS metodunda %34 artış, K örneğinde CUPRAC metodunda %72 ve DPPH metodunda %88 düşüş, ABTS metodunda %47 artış, L örneğinde CUPRAC metodunda %87 ve DPPH metodunda %49 düşüş, ABTS metodunda %44 artış, M örneğinde CUPRAC metodunda %79 ve DPPH metodunda %56 düşüş, ABTS metodunda %50 artış, N örneğinde CUPRAC metodunda %130 ve DPPH metodunda %124 düşüş, ABTS metodunda %67 artış ve O örneğinde CUPRAC metodunda %88 düşüş ve DPPH metodunda %45, ABTS metodunda %56 artış tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere tüm örneklerde CUPRAC ve DPPH metodlarında antioksidan kapasitede 21 günlük depolama sonrasında azalma tespit edilirken, bazı örneklerde ABTS metodunda antioksidan kapasitede artış tespit edilmiştir. Aynı prensibe sahip metotlar dahi, ABTS ve DPPH gibi, farklı tipteki antioksidanlara karşı farklılıklar gösterir. Radikal oluşum reaksiyonları veya farklı çözücü sistemlerindeki radikallerin çözünürlüğü bile her bir metot için değişir (Arnao, 2000).

GDL veya stater kültür kullanılarak üretilen yoğurtların antioksidan kapasitelerinde CUPRAC metoduyla en fazla düşüş %88 ile GDL' li G örneğinde, DPPH metoduyla en fazla düşüş %88 ile starter kültürlü K örneğinde, ABTS metodunda ise en fazla artış %47 ile starter kültürlü K örneğinde tespit edilmiştir. Sonuçlar birbiriyle tutarlı olmadığı için GDL'nin mi yoksa starter kültürün mü antioksidan kapasitenin stabilitesini korumada daha etkili olduğu konusunda yorum yapabilmemiz olanaksızdır. Fermentasyon tipi (farklı mikroorganizmaların kullanımı) bitkisel ürünlerdeki bazı biyoaktif bileşiklerin modifikasyonunda etkili olabilmektedir. Bu etki farklı fermentasyonlardaki farklı pH değerlerinden kaynaklanabilmektedir, çünkü optimum pH, hücre duvarı yıkan enzimlerin indirgenmesini etkilemektedir (Boskov Hansen ve diğ., 2002). Muhtemelen hücre duvarı bileşiklerinin fermentasyonla serbest kalması gıdadaki fenolik bileşiklerin serbest kalmasını teşvik etmekte ve fenolik bileşikler de antioksidan kapasiteye etki etmektedir.

Meyve oranı artışıyla depolama sürecinde antioksidan kapasitedeki düşüşte azalma gözlenmiştir. %6 meyveli süt örneğinde(N) CUPRAC metodunda %130 azalma gözlenirken, %12 meyveli süt örneğinde(O) %88 azalma, DPPH metodunda N örneğinde %124 azalma gözlenirken, O örneğinde %45 azalma tespit edilmiştir. ABTS metodunda ise her iki örnekte de depolama sürecinde antioksidan kapasitede artış olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde analizlerinde de 21 günlük depolamanın ardından %12 meyveli ürünlerde toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarlarında %6 meyveli ürünlere oranla daha az düşüş tespit edilmiştir. Deighton ve diğ. (2000), bir grup *Rubus* türünün antioksidan kapasitesi ile toplam fenol ve antosiyanin içeriklerini inceledikleri çalışmalarında, antioksidan kapasitesi yüksek olan örnekte (*Rubus caucasion*) toplam fenol içeriğinin de yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Buradan da anlaşılabacağı üzere ürünlerin antioksidan kapasitelerindeki değişim genellikle toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarındaki değişimle paralellik göstermektedir.

Depolama sürecinde fermentasyonun etkisi incelendiğinde, %6 meyveli süt örneğinin CUPRAC metodunda %130, DPPH metodunda %124 ile en fazla düşüşü ve ABTS metodunda ise %67 ile en fazla artışı gösterdiği tespit edilmiştir. Fermentasyondan önce %6 meyve ilavesi yapılan J örneğinde fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürüne göre antioksidan kapasitesinde daha az düşüş gözlenmiştir ($p>0,05$). Aynı şekilde fermentasyondan önce %12 meyve ilavesi yapılan L örneğinde fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan M örneğine göre antioksidan kapasitesinde daha az düşüş gözlenmiştir ($p>0,05$). 21 gün depolama sürecinin sonunda fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünlerin pH değerlerinin fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan ürünlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz bulguların aksine yapılan bir çok çalışma fenolik bileşiklerden antosiyaninlerin düşük pH'larda stabil olduğunu göstermektedir(Cabrita ve diğ., 2000; Nielsen ve diğ., 2003). Antosiyaninler kırmızı flavylium katyonu ile pH 1-2 aralığında en yüksek stabiliteyi göstermektedir (Nielsen ve diğ., 2003). Antosiyaninlerin stabilitesi yapılarına bağlıdır, örneğin asile antosiyaninler asile olmayan antosiyaninlerden daha stabildir (Devi & Mohandas, 2012). pH şarap antosiyaninlerinin radikal yakalama kapasitesinde dominant bir faktördür, artan pH genellikle radikal yakalama stabilitesinde artışa neden olmaktadır. Tseng ve Zhao (2013), üzüm şarabı prinası ile zenginleştirdikleri yoğurt

ve salata soslarında toplam fenolik madde ve DPPH radikal yakalama aktivitesinin depolama boyunca sürekli azalma eğiliminde olduğunu, bu azalmanın yoğurtta daha fazla olduğunu ve bunun proteinlerle fenolik bileşikler arasında meydana gelen interaksiyonlardan kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Proteinler ile fenolik bileşikler arasındaki kovalent bağ antioksidan olarak davranan serbest fenolik hidroksil grupların oluşumuna neden olmaktadır. Ancak fenolik bileşiklerden kaynaklanan antioksidan aktivite protein-fenolik interaksiyonları ile maskelenebilmektedir. Arts ve diğ. (2002), maskeleyenin hem protein çeşidi ve miktarına hem de biyoaktif bileşiğin çeşidi ve miktarına bağlı olduğunu, en fazla maskeleyenin çaydaki galik asit ile sütteki kazein kombinasyonunda olduğunu tespit etmişlerdir. Karaaslan ve diğ., (2011) %10 üzüm ekstraktı ilave ettikleri yoğurdun 14 gün depolanmasının ardından radikal yakalama kapasitesinde 1,16–3,8 kat azalma tespit etmişlerdir.

4.3 *İn-vitro* Biyoerişebilirlik

4.3.1 Toplam fenolik ve flavonoid madde

Çizelge 3.1’de belirtilen örneklerin toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde değerleri biyoerişebilirlik sonuçlarıyla birlikte değerlendirilmiştir.

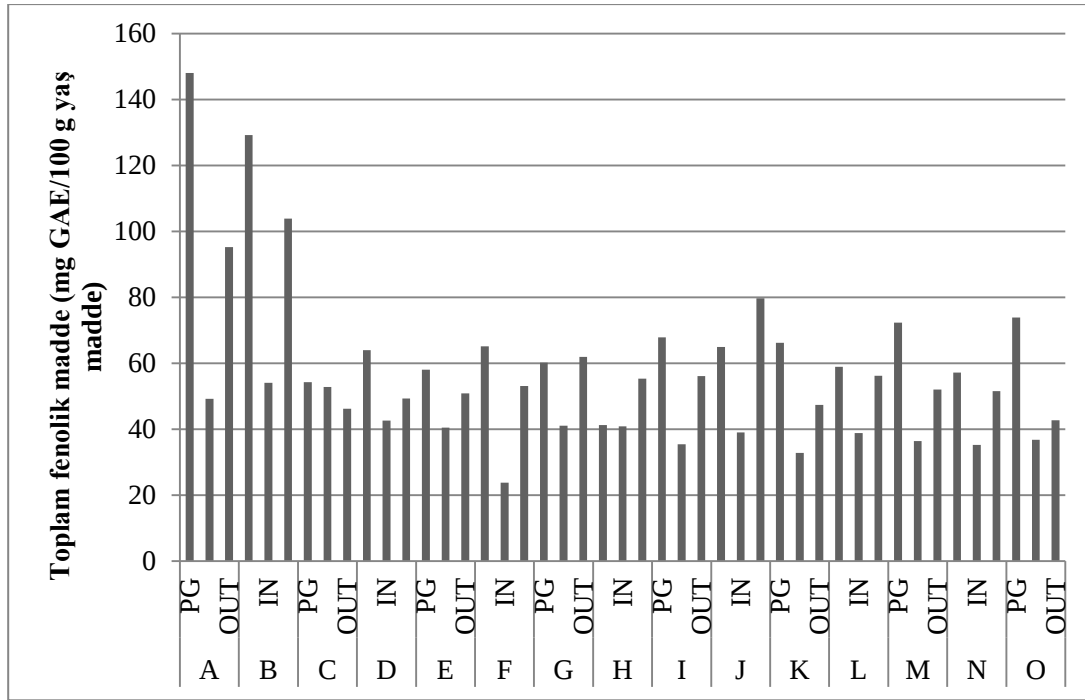
Biyoerişebilirlik çalışması için mide-bağırsak sisteminin taklit edilmesi sonucunda PG, IN, OUT fraksiyonları toplanarak toplam fenolik madde, toplam flavonoid analizi her bir örnek için uygulanmıştır. Toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde geri kazanım sonuçları Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5-4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.5 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin *in-vitro* sindiriminden sonraki toplam fenolik ve flavonoid madde geri kazanım oranları¹.

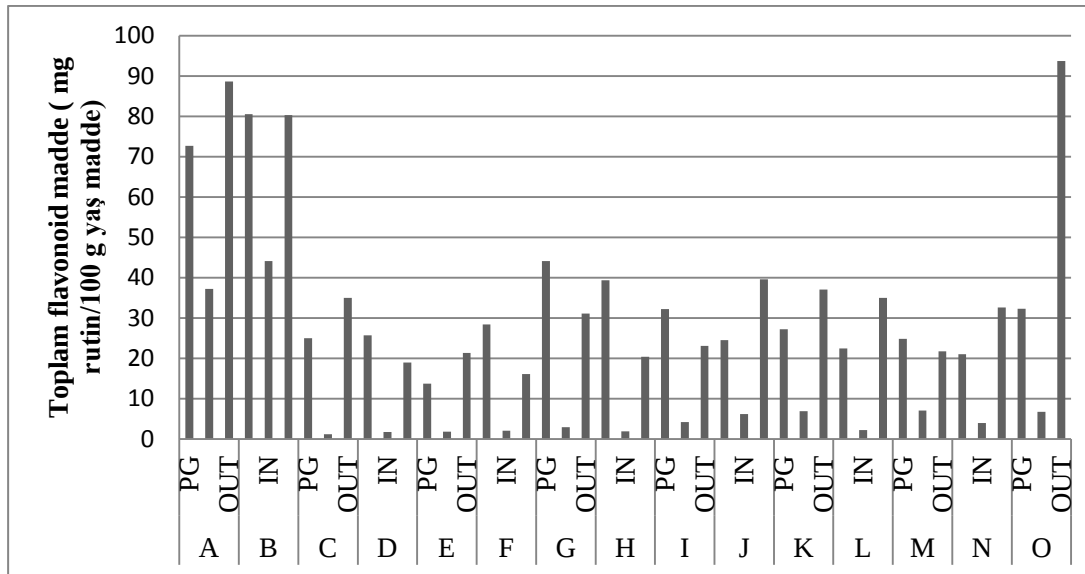
Örnekler	Toplam fenolik (%Geri kazanım)	Toplam flavonoid (%Geri kazanım)
A	13,3±0,74 ^d	11,4±2,37 ^a
B	15,9±1,83 ^d	13,4±1,70 ^a
C	175,6±39,37 ^a	2,0±0,66 ^b
D	118,0±32,11 ^b	4,9±4,14 ^b
E	140,5±10,49 ^{ab}	1,8±0,82 ^b
F	68,6±11,02 ^c	1,3±0,09 ^b
G	129,1±22,90 ^{ab}	2,9±1,10 ^b
H	54,7±10,26 ^{cd}	1,0±0,24 ^b
I	57,1±13,17 ^{cd}	2,2±0,83 ^b
J	46,9±3,22 ^{cd}	3,2±0,271 ^b
K	52,2±6,84 ^{cd}	3,3±0,76 ^b
L	119,3±0,69 ^{cd}	1,0±0,41 ^b
M	50,0±5,86 ^{cd}	3,6±0,57 ^b
N	47,1±3,44 ^{cd}	2,0±0,50 ^b
O	48,6±4,39 ^{cd}	3,2±1,25 ^b

¹Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

Taze karadut (A), pastörize karadut (B), pastörize süt (C), ısıtılmış süt (D), keçi boynuzu gamı ilaveli ısıtılmış süt (E), sade starter kültürü yoğurt (F), sade glukano-delta laktonlu yoğurt (G), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (H), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (I), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (J), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (K), fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (L), fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (M), %6 meyveli süt (N) ve %12 meyveli süt (O)



Şekil 4.5 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin *in vitro* sindiriminden sonraki toplam fenolik madde miktarı.



Şekil 4.6 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin *in vitro* sindiriminden sonraki toplam flavonoid madde miktarı.

Sonuçların bütününe bakıldığında, PG fraksiyonundaki sonuçlar IN fraksiyonuna göre daha yüksektir. Bunun nedeni de PG fraksiyonunda pH'nın 2'nin altına düşmesi ile hücre çeperinden fenolik maddelerin kolayca dışarı çıkabilmesi nedeniyle fenolik madde miktarında artış meydana geldiği düşünülebilir. PG değerlerinin yüksek çıkması örneklerin fenolik ekstraksiyonunun etanol ile 1 saat gibi kısa bir sürede yapılması ile de ilişkilendirilebilmektedir, çünkü genelde biyoreişebilirlik çalışmaları

örneklerin daha uzun periyotlarda(2 saat) suda çözündürülmesiyle gerçekleştirilmektedir. Bazı örneklerde OUT fraksiyonu PG değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Bunun bağırsakta bulunan sindirim enzimlerinden ve inkubasyon süresi boyunca fenolik ve flavonoidlerin ortaya çıkışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Bouayed ve diğ., 2011).

Taze karadutun(A) başlangıç toplam fenolik madde miktarı $365,8 \pm 46,7$ mg GAE/100 g yaş madde iken, PG fraksiyonunda $148,0 \pm 1,2$ mg GAE/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $49,2 \pm 9,0$ mg GAE/100 g yaş madde, OUT fraksiyonda ise $95,2 \pm 7,0$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım ise %13 olarak tespit edilmiştir. Yine taze karadutun başlangıç toplam flavonoid madde miktarı $334,5 \pm 6,1$ mg rutin /100 g yaş madde, PG fraksiyonunda $72,7 \pm 6,4$ mg rutin /100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $37,2 \pm 1,7$ mg rutin /100 g yaş madde, OUT fraksiyonda ise $88,6 \pm 3,2$ mg rutin /100 g yaş madde, geri kazanım ise %11,4 olarak tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada dut (*Morus atropurpurea* Roxb.) meyvesinde PG, IN, OUT fraksiyonlarında sırasıyla %60,38, %7,33, %54,71 oranlarında geri kazanım sonuçları elde edilmiştir. (Liang ve diğ., 2012).

Pastörize karadutun(B) başlangıç toplam fenolik madde miktarı $345,9 \pm 36,7$ mg GAE/100 g yaş madde iken, PG fraksiyonunda $129,2 \pm 2,7$ mg GAE/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $54,1 \pm 1,1$ mg GAE/100 g yaş madde, OUT fraksiyonda ise $103,9 \pm 15,4$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım ise % 15,9 olarak tespit edilmiştir. Yine pastörize karadutun başlangıç toplam flavonoid madde miktarı $333,5 \pm 35,1$ mg rutin /100 g yaş madde, PG fraksiyonunda $80,5 \pm 20,4$ mg rutin /100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $44,1 \pm 0,8$ mg rutin/100 g yaş madde, OUT fraksiyonda ise $80,3 \pm 1,5$ mg rutin /100 g yaş madde, geri kazanım ise % 13,4 olarak tespit edilmiştir. Yapılan istatistik sonrasında pastörize karadut ile taze karadut arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı sonucuna varılmıştır ($p > 0,05$). Domateste farklı ezme yoğunluklarının ve farklı ısı uygulamalarının *in-vitro* olarak likopenin biyoerişilebilirliğine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ısı uygulaması olmadan homejenize edilen domateste likopen emiliminin artmadığı, fakat artan süre ile birlikte ezme ve ısıl işlem uygulamasının olması ile birlikte hiçbir proses işlemi uygulanmayan örneklerle göre daha fazla likopen emiliminin sağlandığı rapor edilmektedir (Svelander ve diğ., 2010).

Starter kültür kullanılarak üretilen F örneğinin başlangıç toplam fenolik miktarı $34,8 \pm 2,7$ mg GAE/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $23,8 \pm 2,97$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım %68,6 olarak tespit edilirken, GDL kullanılarak üretilen G örneğinin başlangıç toplam fenolik miktarı $32,6 \pm 5,7$ mg GAE/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $41,1 \pm 0,4$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım %129,1 olarak tespit edilmiştir ($p < 0,05$). F örneğinin başlangıç toplam flavonoid miktarı $151,2 \pm 13,5$ mg rutin/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $2,0 \pm 0,1$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %1,3 olarak tespit edilirken, G örneğinin başlangıç toplam flavonoid miktarı $106,3 \pm 27,1$ mg rutin/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $2,9 \pm 1,2$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %2,9 olarak tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan %6 meyve ilaveli GDL’li H örneğinin başlangıç toplam fenolik miktarı $75,9 \pm 9,1$ mg GAE/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $40,9 \pm 3,8$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım %54,7 olarak tespit edilirken, starter kullanılarak üretilen J örneğinin başlangıç toplam fenolik miktarı $83,7 \pm 2,9$ mg GAE/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $39,0 \pm 2,7$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım %46,9 olarak tespit edilmiştir ($p > 0,05$). H örneğinin başlangıç toplam flavonoid miktarı $194,4 \pm 37,7$ mg rutin/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $1,9 \pm 0,1$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %1,0 olarak tespit edilirken, J örneğinin başlangıç toplam flavonoid miktarı $196,8 \pm 15,4$ mg rutin/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $6,2 \pm 0,1$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %3,2 olarak tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Fermentasyondan sonra %6 meyve ilave edilen GDL’li I örneğinin başlangıç toplam fenolik miktarı $62,8 \pm 9,7$ mg GAE/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $35,4 \pm 6,5$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım %57,1 olarak tespit edilirken, starter kullanılarak üretilen K örneğinin başlangıç toplam fenolik $63,8 \pm 10,1$ mg GAE/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $32,8 \pm 0,6$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım %52,2 olarak tespit edilmiştir. I örneğinin başlangıç toplam flavonoid miktarı $192,8 \pm 59,9$ mg rutin/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $4,2 \pm 1,1$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım % 2,2 olarak tespit edilirken, K örneğinin başlangıç toplam flavonoid miktarı $204,1 \pm 24,2$ mg rutin/100 g yaş madde, IN fraksiyonunda $6,9 \pm 2,2$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %3,3 olarak tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda GDL kullanılarak üretilen örneklerin geri kazanım oranı daha yüksek çıkmıştır. Gıdalardaki polifenoller çoğunlukla direkt olarak absorbe edilemeyen ve bağırsak enzimleri veya kolonik mikroflora tarafından hidrolize edilmesi gereken esterler, glikozitler veya polimerler formunda

bulunmaktadır. Sadece aglikonlar ve bazı glikozitler ince bağırsakta absorbe olabilmektedirler. Birçok gıdanın üretiminde kullanılmakta olan mikroorganizmalar, antosiyaninleri daha az stabil formları olan aglikonlara dönüştüren enzimler üretebilmektedir. (Sanchez-Torres ve diğ., 1998). Dahası antosiyaninlerin bozulması laktik asit bakterilerince üretilen hidrojen peroksit vasıtasıyla hızlandırılmaktadır. (Yüksekdağ ve diğ., 2004).

Meyve oranındaki değişimin biyoerişebilirliğe etkisinin belirlenmesi amacıyla fermantasyondan önce %6 meyve ilavesi yapılan J örneğinin toplam fenolik madde miktarı IN fraksiyonunda $39,0 \pm 2,7$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım ise %46,9 tespit edilirken, %12 meyve ilavesi yapılan L örneğinin toplam fenolik madde miktarı IN fraksiyonunda $38,8 \pm 2,4$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım ise %119,3 tespit edilmiştir. J örneğinin toplam flavonoid madde miktarı IN fraksiyonunda $6,2 \pm 0,1$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %3,2, L örneğinin toplam flavonoid madde miktarı IN fraksiyonunda $2,2 \pm 1,0$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %1,0 tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Fermentasyondan sonra %6 meyve ilavesi yapılan K örneğinin toplam fenolik madde miktarı IN fraksiyonunda $32,8 \pm 0,6$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım ise %52,2 tespit edilirken, %12 meyve ilavesi yapılan M örneğinin toplam fenolik madde miktarı IN fraksiyonunda $36,4 \pm 0,7$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım ise %50,0 tespit edilmiştir. K örneğinin toplam flavonoid madde miktarı IN fraksiyonunda $6,9 \pm 2,2$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %3,3, M örneğinin toplam flavonoid madde miktarı IN fraksiyonunda $7,0 \pm 0,8$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %3,6 tespit edilmiştir ($p > 0,05$). %6 meyveli süt örneğinin(N) toplam fenolik madde miktarı IN fraksiyonunda $35,2 \pm 0,4$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım %47,1, %12 meyveli süt örneğinin(O) toplam fenolik madde miktarı IN fraksiyonunda $36,8 \pm 2,3$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım ise %48,6 tespit edilmiştir. N örneğinin toplam flavonoid madde miktarı IN fraksiyonunda $3,9 \pm 0,5$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %2,0, O örneğinin toplam flavonoid madde miktarı IN fraksiyonunda $6,7 \pm 3,0$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %3,2 tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Genel olarak bakıldığında meyve oranının artışı ile hem toplam fenolik madde hem de toplam flavonoid madde geri kazanım oranlarında artış gözlemlenmiştir. Tseng ve Zhao (2013), yoğurda %1, %2 ve %3 oranlarında üzüm şarabı prinası ilave ettikleri çalışmalarında ürünlerin toplam fenolik madde miktarlarını sırasıyla 732, 985 ve

1338 mg GAE/kg tespit etmişlerdir. Buradan da anlaşılabileceği toplam fenolik madde miktarı artan meyve oranı ile artma eğilimindedir ve dolayısıyla geri kazanımdaki artış beklenen bir sonuçtur.

Fermentasyonun biyoerişebilirlik üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla üretilen fermentasyondan önce %6 meyve ilavesi yapılan GDL'li H örneğinin toplam fenolik madde miktarı IN fraksiyonunda $40,9 \pm 3,8$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım %54,7, fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan GDL'li I örneğinin toplam fenolik madde miktarı IN fraksiyonunda $35,4 \pm 6,5$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım %57,1 tespit edilmiştir ($p > 0,05$). H örneğinin toplam flavonoid madde miktarı IN fraksiyonunda $1,9 \pm 0,1$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %1,0, I örneğinin toplam flavonoid madde miktarı IN fraksiyonunda $4,2 \pm 1,1$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %2,2 tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Fermentasyondan önce %6 meyve ilavesi yapılan starter kültürlü J örneğinin toplam fenolik madde miktarı IN fraksiyonunda $39,0 \pm 2,7$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım %46,9, fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan starter kültürlü K örneğinin toplam fenolik madde miktarı IN fraksiyonunda $32,8 \pm 0,6$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım %52,2 tespit edilmiştir ($p > 0,05$). J örneğinin toplam flavonoid madde miktarı IN fraksiyonunda $6,2 \pm 0,1$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %3,2, K örneğinin toplam flavonoid madde miktarı IN fraksiyonunda $6,9 \pm 2,2$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %3,3 tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Fermentasyondan önce %12 meyve ilavesi yapılan starter kültürlü L örneğinin toplam fenolik madde miktarı IN fraksiyonunda $38,8 \pm 2,4$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım %119,3, fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan starter kültürlü M örneğinin toplam fenolik madde miktarı IN fraksiyonunda $36,4 \pm 0,7$ mg GAE/100 g yaş madde, geri kazanım %50 tespit edilmiştir. L örneğinin toplam flavonoid madde miktarı IN fraksiyonunda $2,2 \pm 1,0$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %1,0, M örneğinin toplam flavonoid madde miktarı IN fraksiyonunda $7,0 \pm 0,8$ rutin/100 g yaş madde, geri kazanım %3,6 tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Yapılan değerlendirmeler sonucunda fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünlerin geri kazanım oranlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlarımızın aksine fermentasyondan önce meyve ilavesinin daha yüksek toplam fenolik ve flavonoid madde miktarına sahip olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur. Waterhouse ve diğ. (2012), yaptıkları çalışmada elma polifenollerinin fermentasyondan önce ve sonra yoğurda ilavesi ile

fermentasyonun polifenoller üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Benzer şekilde polifenollerin yoğurda fermentasyondan önce eklendiği yoğurtlarda toplam ekstrakte edilebilir fenolik madde miktarının (TPEC) polifenollerin fermentasyondan sonra ilave edildiği yoğurda göre yaklaşık 1.4 kat fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Polifenollerin fermentasyon boyunca starter kültürler tarafından metabolize edilmesi, flavonoid glikozit hidrolizi veya karbon zincirinin ayrılması ile daha basit yapılı ve daha küçük moleküler kütleli fenolik asitlerin oluşumuna neden olmaktadır (Winter ve diğ., 1989; Braune ve diğ., 2005; Bingham, 2006). Antosiyaninlerin daha küçük molekülü fenolik bileşiklere indirgenmesi ve doğal yapılarının bozulması onların daha fazla biyoerişebilirliğe ve biyoaktiviteye sahip olmalarını tam olarak aydınlatmaktadır (Pérez-Vicente ve diğ., 2002).

Yapılan çalışmalarda genel olarak antosiyaninlerin PG fraksiyonunda daha fazla geri kazanımının sağlandığı, IN fraksiyonunda da çok büyük kayıplar meydana geldiği görülmüştür. Bunun nedeni de PG fraksiyonunda pH'ın 2'nin altına düşmesiyle antosiyaninlerin renkli flavilyum formu meydana gelmesidir. Böylece antosiyanin miktarında artış meydana gelir. IN fraksiyonundaki azalmaların nedenleri de, ince bağırsakta pH'ın 7.5'a yükselmesi ile birlikte antosiyaninlerin renksiz formu olan kalkon formunun büyük oranda oluşmasından, antosiyaninlerin safra tuzu ve pankreatin ile çözünmeyen formda kompleks oluşturmalarından, antosiyaninlerin pH, ı ışık ve oksijenden degrade olmasından ve *in vivo* çalışmalarla ortaya çıkan antosiyaninlerin direkt olarak midede absorbe olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (McDougall ve diğ., 2005; Liang ve diğ., 2012).

4.3.2 Toplam antioksidan kapasitesi

Çizelge 3.1'de belirtilen örneklerin antioksidan kapasitesi (CUPRAC, DPPH, ABTS) değerleri biyoerişebilirlik sonuçlarıyla birlikte değerlendirilmiştir.

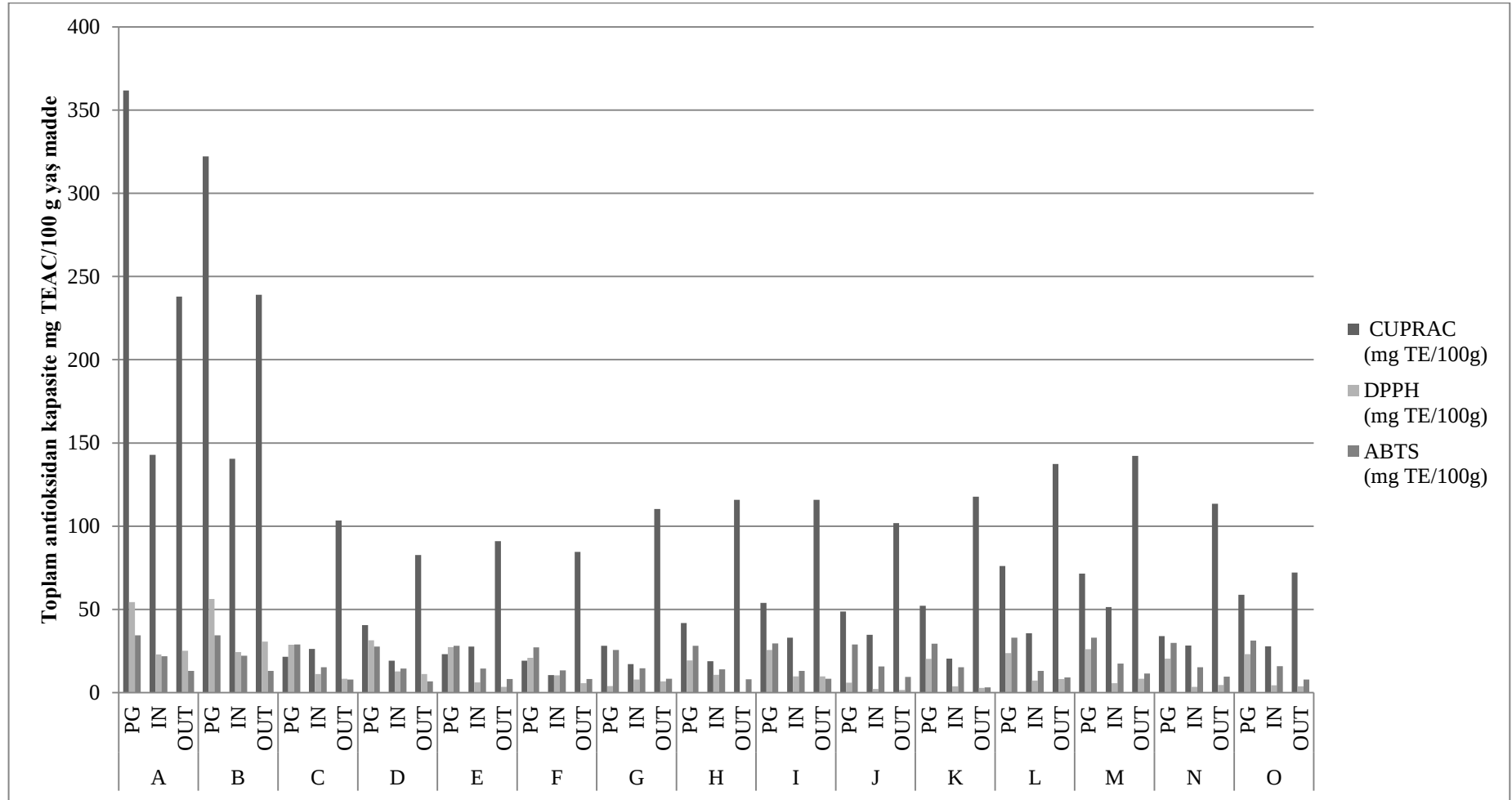
Biyoerişebilirlik çalışması için mide-bağırsak sisteminin taklit edilmesi sonucunda PG, IN, OUT fraksiyonları toplanarak antioksidan kapasitesi (CUPRAC, DPPH, ABTS) analizi her bir örnek için uygulanmıştır. antioksidan kapasitesi (CUPRAC, DPPH, ABTS) geri kazanım sonuçları Çizelge 4.6 ve antioksidan kapasitesi miktarları da Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin *in vitro* sindiriminden sonraki antioksidan kapasite geri kazanım oranları¹.

Örnekler	CUPRAC (%Geri kazanım)	DPPH (%Geri kazanım)	ABTS (%Geri kazanım)
A	12,8±1,15 ^{bcde}	6,8±0,44 ^d	12,2±0,27 ^e
B	12,4±1,80 ^{bcde}	7,1±1,04 ^d	12,1±0,11 ^e
C	26,3±13,28 ^{ab}	26,3±1,26 ^{ab}	30,5±1,57 ^a
D	23,0±5,13 ^{abcd}	24,5±3,89 ^{abc}	20,6±3,14 ^b
E	29,6±7,13 ^a	9,9±0,57 ^{cd}	28,4±2,70 ^a
F	6,0±0,99 ^e	33,6±5,14 ^d	14,8±4,24 ^{bcd}
G	8,5±1,06 ^{de}	34,4±18,69 ^d	19,4±2,89 ^{bc}
H	11,0±3,38 ^{cde}	14,7±1,05 ^{bcd}	13,9±2,36 ^e
I	16,9±7,70 ^{abcde}	10,4±0,75 ^{cd}	12,2±1,96 ^{de}
J	25,4±8,77 ^{abc}	3,3±1,06 ^d	11,0±1,83 ^{de}
K	14,2±2,64 ^{abcde}	3,7±0,78 ^d	18,8±1,79 ^{de}
L	13,7±3,90 ^{abcde}	6,6±0,51 ^d	10,4±3,02 ^{de}
M	17,2±2,65 ^{abcde}	4,2±1,00 ^d	18,7±1,09 ^{de}
N	15,3±5,79 ^{abcde}	3,6±0,63 ^d	15,1±2,04 ^{cde}
O	10,6±4,29 ^{cde}	4,2±1,24 ^d	15,0±2,16 ^{cde}

¹Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

Taze karadut (A), pastörize karadut (B), pastörize süt (C), ısıtılmış işlem uygulanmış süt (D), keçi boynuzu gamı ilaveli ısıtılmış işlem uygulanmış süt (E), sade starter kültürü yoğurt (F), sade glukano-delta laktonlu yoğurt (G), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (H), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (I), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (J), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (K), fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (L), fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (M), %6 meyveli süt (N) ve %12 meyveli süt (O)



Şekil 4.7 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin *in-vitro* sindiriminden sonraki toplam antioksidan kapasitesi.

Sonuçların bütününe bakıldığında, PG fraksiyonundaki sonuçlar IN fraksiyonuna göre daha yüksektir. Bazı örneklerde de OUT fraksiyonundaki değerlerin PG fraksiyonundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunların nedenleri 4.3.1’de tartışılmıştır.

Taze karadut örneğinin (A) toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla $142,8 \pm 12,1$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %12,8, DPPH metoduyla $22,9 \pm 3,3$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %6,8, ABTS metoduyla $21,9 \pm 0,1$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %12,2 tespit edilmiştir. Pastörize karadutun (B) toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla $140,5 \pm 9,3$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %12,4, DPPH metoduyla $2,4 \pm 1,3$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %7,1, ABTS metoduyla $22,1 \pm 0,0$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %12,1 tespit edilmiştir. Sonuçlar arasında istatistiksel olarak bir fark tespit edilememiştir ($p > 0,05$). Yapılan bir çalışmada dut meyvesinin PG, IN, OUT fraksiyonlarına DPPH, ABTS ve hidroksil radikal yakalayıcı yöntemlerle antioksidan kapasitesi ölçülmüş ve arasındaki ilişkiyi $PG > OUT > IN$ şeklinde bulmuşlardır (Liang ve diğ., 2012). Svelander ve diğ., (2010), domateste farklı ezme yoğunlukları ve farklı ısı uygulamalarının *in-vitro* olarak likopenin biyoerişilebilirliğine etkisini araştırdıkları bir çalışmalarında, ısı uygulaması olmadan homejenize edilen domateste likopen emiliminin artmadığı, fakat artan süre ile birlikte ezme ve ısı işlem uygulamasının olması ile birlikte hiçbir proses işlemi uygulanmayan örneklerle göre daha fazla likopen emiliminin sağlandığı rapor edilmektedir

Starter kültür kullanılarak üretilen örneklerden F örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla $10,5 \pm 1,7$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %6,0, DPPH metoduyla $10,3 \pm 0,3$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %33,6, ABTS metoduyla $13,3 \pm 1,8$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %14,8 tespit edilmiştir. GDL kullanılarak üretilen örneklerden G örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla $17,2 \pm 0,5$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %8,5, DPPH metoduyla $7,8 \pm 0,7$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %34,4, ABTS metoduyla $14,6 \pm 0,3$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %19,4 tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Fermentasyondan önce %6 meyve ilavesi yapılan GDL’li H örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla $18,9 \pm 0,4$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %11,0, DPPH metoduyla $10,7 \pm 0,4$ mg

TE/100g, geri kazanım oranı %14,7, ABTS metoduyla 14,0±1,4 mg TE/100g, geri kazanım oranı %13,9 tespit edilmiştir. Fermentasyondan önce %6 meyve ilavesi yapılan starter kültürlü J örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla 34,7±6,8 mg TE/100g, geri kazanım oranı %25,4, DPPH metoduyla 2,2±0,9 mg TE/100g, geri kazanım oranı %3,3, ABTS metoduyla 15,7±0,9 mg TE/100g, geri kazanım oranı %11,0 tespit edilmiştir (p>0,05). Fermentasyondan sonra %6 meyve ilavesi yapılan GDL'li I örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla 33,0±11,5 mg TE/100g, geri kazanım oranı %16,9, DPPH metoduyla 9,7±1,2 mg TE/100g, geri kazanım oranı %10,4, ABTS metoduyla 13,1±1,8 mg TE/100g, geri kazanım oranı %12,2 tespit edilmiştir. Fermentasyondan sonra %6 meyve ilavesi yapılan starter kültürlü K örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla 20,4±5,4 mg TE/100g, geri kazanım oranı %14,2, DPPH metoduyla 93,8±0,3 mg TE/100g, geri kazanım oranı %3,7, ABTS metoduyla 15,2±0,7 mg TE/100g, geri kazanım oranı %18,8 tespit edilmiştir (p>0,05). Genel olarak bakıldığında GDL kullanılarak üretilen örneklerin geri kazanım oranlarının daha yüksek olduğu gözlenmiş ancak sonuçlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir (p>0,05).

Meyve oranındaki değişimin biyoerişebilirliğe etkisinin belirlenmesi amacıyla fermentasyondan önce %6 meyve ilavesi yapılan J örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla 34,7±6,8 mg TE/100g, geri kazanım oranı %25,4, DPPH metoduyla 2,2±0,9 mg TE/100g, geri kazanım oranı %3,3, ABTS metoduyla 15,7±0,9 mg TE/100g, geri kazanım oranı %11,0 tespit edilmiştir. Fermentasyondan önce %12 meyve ilavesi yapılan L örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla 35,7±8,2 mg TE/100g, geri kazanım oranı %13,7, DPPH metoduyla 7,2±0,7 mg TE/100g, geri kazanım oranı %6,6, ABTS metoduyla 13,1±1,3 mg TE/100g, geri kazanım oranı %10,4 tespit edilmiştir. Fermentasyondan sonra %6 meyve ilavesi yapılan K örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla 20,4±5,4 mg TE/100g, geri kazanım oranı %14,2, DPPH metoduyla 93,8±0,3 mg TE/100g, geri kazanım oranı %3,7, ABTS metoduyla 15,2±0,7 mg TE/100g, geri kazanım oranı %18,8 tespit edilmiştir. Fermentasyondan sonra %12 meyve ilavesi yapılan M örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla 51,4±1,0 mg TE/100g,

geri kazanım oranı %17,2, DPPH metoduyla $5,6 \pm 1,8$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %4,2, ABTS metoduyla $17,4 \pm 0,2$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %18,7 tespit edilmiştir. %6 meyve ilaveli süt örneğinin (N) toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla $28,3 \pm 8,1$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %15,3, DPPH metoduyla $3,5 \pm 0,2$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %3,6, ABTS metoduyla $15,3 \pm 0,3$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %15,1 tespit edilmiştir. %12 meyve ilaveli süt örneğinin (O) toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonunda CUPRAC metoduyla $27,8 \pm 10,7$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %10,6, DPPH metoduyla $4,4 \pm 0,6$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %4,2, ABTS metoduyla $15,9 \pm 0,5$ mg TE/100g, geri kazanım oranı %15,0 tespit edilmiştir. Buradan da görüleceği üzere CUPRAC metodunda %6 meyveli ürünlerin geri kazanım oranı daha yüksek, DPPH metodunda %12 meyveli ürünlerin geri kazanım oranı daha yüksek ve ABTS metodunda ürünlerin geri kazanım oranları birbirine yakın çıkmıştır. Beklenen, meyve artışıyla toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde emilimlerindeki artışların aynı trendi göstermiş olmasıdır, ancak yapılan analizler neticesinde meyve oranındaki değişimin biyoerişebilirliğe etkisi net bir şekilde anlaşılamamaktadır.

Fermentasyonun biyoerişebilirlik üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla üretilen fermentasyondan önce %6 meyve ilavesi yapılan GDL'li H örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonundaki geri kazanım oranları CUPRAC metodunda %6,0, DPPH metodunda %14,7, ABTS metodunda %13,9 iken fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan I örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonundaki geri kazanım oranları CUPRAC metodunda %16,9 , DPPH metodunda %10,4, ABTS metodunda %12,2 tespit edilmiştir. Fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan starter kültürlü J örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonundaki geri kazanım oranları CUPRAC metodunda %25,4 , DPPH metodunda %3,3, ABTS metodunda %11,0, fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan K örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonundaki geri kazanım oranları CUPRAC metodunda %14,2 , DPPH metodunda %3,7, ABTS metodunda %18,8 tespit edilmiştir. Fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan L örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonundaki geri kazanım oranları CUPRAC metodunda %13,7, DPPH metodunda %6,6, ABTS metodunda %10,4, fermentasyondan sonra meyve

ilavesi yapılan M örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonundaki geri kazanım oranları CUPRAC metodunda %17,2, DPPH metodunda %4,2, ABTS metodunda %18,7 tespit edilmiştir. %6 meyveli süt örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonundaki geri kazanım oranları CUPRAC metodunda %15,3 , DPPH metodunda %3,6, ABTS metodunda %15,1, %12 meyveli süt örneğinin toplam antioksidan kapasitesi IN fraksiyonundaki geri kazanım oranları CUPRAC metodunda %10,6 , DPPH metodunda %4,2, ABTS metodunda %15,1 tespit edilmiştir. Starter kültürlü fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünlerde daha yüksek geri kazanım oranı tespit edilmiştir. Meyveli süt örneklerinin de fermentasyondan önce meyve ilaveli ürünlerden daha yüksek, fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünlerden daha düşük geri kazanım oranına sahip olduğu tespit edilmiş, ancak metodlar arasında farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde meyvenin fermentasyon öncesi veya sonrasında ilavesinin önemli düzeyde farklılık arz etmediği tespit edilmiştir ($p>0,05$). Kim ve diğ. (2011), yeşil çayın toplam fenolik bileşiklerinin %18'ini oluşturan flavonol glikozitlerinin fermentasyonla azaldığını ve flavonol glikozitlerdeki bu azalışın oksidatif bozulmadan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Fermentasyonun bir sonucu olarak çay kateşinlerindeki azalış, toplam çözünebilir fenolik içeriğinde ve antioksidan aktivitede kayba neden olan theaflavins ve thearubigins'e dönüşümdendir. Fermentasyonla bitkisel gıdaların antioksidan aktivitesindeki artış mikroorganizma çeşidi, pH, sıcaklık, solvent, su içeriği, fermentasyon zamanı, gıda çeşidi ve aerobik koşullar gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir.

Yapılan sayısız çalışma, proteinlerin fenolik bileşiklerin antioksidan kapasitesi üzerinde etkili olduğunu ve bu etkinin protein fenolik interaksiyonlarından kaynaklandığını tespit etmiştir. Tadapaneni ve diğ. (2012), portakal suyu ve çilekli içeceklere süt ilavesinin, meyve sularının *in-vitro* antioksidan kapasitesinde önemli azalmalara neden olduğunu tespit etmişlerdir. Literatürdeki bilgiler özellikle Birleşik Krallık'ta yaygın bir uygulama olan siyah çaya süt ilavesinin çayın antioksidan kapasitesini olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu etki flavonoidlerin süt proteinlerine bağlanmasıyla açıklanmaktadır ve bunun sonucu olarak da güçlü antioksidan bileşiklerin *in-vitro* ve *in-vivo* biyoerişebilirliklerinin azaldığı belirtilmektedir (Hertog ve diğ., 1997). Ancak benzer çalışmalar süt veya süt proteinlerinin çay, kahve ve kakaodaki polifenollerin antioksidan gücüne önemli bir

etkide bulunmadığını da tespit etmiştir (Dubeau ve diğ., 2010). Çalışmalar çelişkili sonuçlar ortaya koymuştur ve bunun da farklı antioksidan kapasite metodlarından kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Özdağ ve diğ., 2013).

4.4 Antosiyanin Profili

Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin antosiyanin miktarları yaş madde olarak ifade edilmiş ve ürünler arasındaki değişimi gösteren Çizelge 4.7’te sunulmaktadır.

Karadut ve karaduttan türetilen örneklerde, siyanidin-3-O-glukozit, siyanidin-3-O-rutinozit ve pelargonidin-3-O-glukozit tespit edilmiştir. Örneklerde antosiyanin bileşiklerinden siyanidin-3-O-glukozit ve siyanidin-3-O-rutinozit en fazla miktarda, bunlardan daha az miktarda da pelargonidin-3-O-glukozit tespit edilmiştir.

Özgen ve diğ. (2009), yaptıkları bir çalışmada karadut meyvesinin antosiyanin miktarını 571 ± 23 µg cy-3-glu/g yaş madde olarak tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada 925 mg siyanidin-3-glukozit/100 g kuru madde olarak bulunmuştur. Pawlowska ve diğ. (2008), karadutta 17.9 mg/10 g siyanidin-3-O-glukozit, 7,5 mg/10 g siyanidin-3-O-rutinozit ve 1.2 mg/10 g pelargonidin-3-O-glukozit tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada da karadut suyunda siyanidin-3-O-glukozit 13,94-1131,51 mg/L, siyanidin-3-O-rutinozit 6,01-351,6 mg/L olarak rapor edilmiştir (Song ve diğ., 2009).

Sonuçların bu denli farklılık göstermesinin nedenleri karadut meyvesinin varyete ve cinsinden, yetiştirilme koşullarından, ekstraksiyon işlemlerinin farklılık göstermesinden ve ekstraksiyonun etkinliğinden kaynaklanabilmektedir (Capanoğlu ve Boyacıoğlu., 2009).

Çizelge 4.7 : Karadut ve karaduttan türetilen ürünlerin antosiyanin içerikleri (mg/100 g yaş madde)¹.

Örnekler	Siyanidin-3-O-glukozit	Siyanidin-3-O-rutinozit	Pelargonidin-3-O-glukozit
A	0,999	0,543	0,081
B	1,028	0,585	0,087
C	-	-	-
D	-	-	-
E	-	-	-
F	-	-	-
G	-	-	-
H	0,042	0,028	-
I	0,048	0,03	-
J	-	-	-
K	0,045	0,024	-
L	0,085	0,054	-
M	0,104	0,062	0,013
N	-	-	-
O	0,027	0,022	0,004

¹Taze karadut(A), pastörize karadut (B), pastörize süt (C), ısıt işlem uygulanmış süt (D), keçi boynuzu gamı ilaveli ısıt işlem uygulanmış süt (E), sade starter kültürü yoğurt (F), sade glukano-delta laktonlu yoğurt (G), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (H), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (I), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (J), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (K), fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (L), fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt(M), %6 meyveli süt(N) ve %12 meyveli süt(O)

Karadutun pastörize edilmesiyle siyanidin-3-O-glukozit, siyanidin-3-O-rutinozit, pelargonidin-3-O-glukozit genel olarak taze ürüne göre artış göstermiştir. Taze karadutun pastörize edilmesi ile, siyanidin-3-O-glukozit, siyanidin-3-O-rutinozit ve pelargonidin-3-O-glukozit bileşiklerinde sırasıyla %3, %8 ve %7 oranlarında artış tespit edilmiştir. Antosiyanin miktarındaki artışların ısıt işlem uygulamasıyla birlikte hem polifenoloksidaz enzim aktivitesini önlemesinden hem de dokulardaki ve hücrelerdeki geçirgenliği arttırarak daha çok miktarda antosiyaninin ekstrakte edilebilirliği arttırdığından kaynaklandığı rapor edilmiştir (Fang ve diğ., 2006). Sonuçlarımızın aksine antosiyanin miktarının ısıt işlemle azalma gösterdiğini tespit eden çalışmalar da bulunmaktadır. Iversen (1999), kuş üzümünün antosiyanin miktarında mayşeleme ile %30, meyve suyuna işlenmesiyle %38, pastörizasyon yapılan nektarda da %76'lık azalma meydana geldiğini tespit etmiştir. Bu azalmanın nedenin de enzimatik uygulama ve ısıt işlem uygulaması ile antosiyaninlerin bozulduğu ve miktarlarında proses sonunda büyük oranda düşüş göstermelerinden kaynaklandığını rapor etmişlerdir. Literatürde bu azalmaların parçalama, ezme gibi işlemlerle hücre duvarının yada membranının zarar görmesiyle hücrelerden polifenol oksidaz enzimlerinin ortaya çıkışı ile birlikte antosiyaninleri bozmasından, antosiyaninlerin fenolik bileşiklerle birlikte polimerleşme reaksiyonlarının meydana gelmesinden kaynaklandığı rapor edilmektedir (Hager ve diğ., 2008).

GDL kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin starter kültür kullanılarak üretilen yoğurtlara oranla daha fazla miktarda antosiyanin içerdiği tespit edilmiştir. GDL'lu H örneğinde siyanidin-3-O-glukozit ve siyanidin-3-O-rutinozit bileşikleri tespit edilebilirken J örneğinde tespit edilememiştir. Yine GDL'lu I örneğindeki siyanidin-3-O-glukozit ve siyanidin-3-O-rutinozit bileşiklerinin K örneğinden sırasıyla %7 ve %28 daha fazla olduğu tespiit edilmiştir. Buradan da anlaşılaçağı üzere meyveli yoğurt yapımında starter kültürün antosiyaninler üzerinde koruyucu bir etkisi olmazken GDL kullanımının antosiyanin kaybını önlediğı sonucuna varılabilmektedir.

Meyve oranın incelenmesi amacıyla üretilen %6 ve %12 meyveli ürünlerde artan meyve oranı ile antosiyanin miktarında da artış gözlenmiştir. H örneğı dışındaki % 6 meyveli hiç bir örnekte pelorgonidin-3-O-glukozit tespit edilememiştir. %6 meyveli J örneğinde antosiyanin tespit edilemezken, meyve oranı %12 olan L örneğinde 0,085 mg/100 g yaş madde siyanidin-3-O-glukozit ve 0,054 mg/100 g yaş madde siyanidin-3-O-rutinozit tespit edilmiştir.

Fermentasyonun antosiyaninler üzerinde yarattığı etkinin incelenmesi amacıyla üretilen GDL'lu H örneğinde sırasıyla siyanidin-3-O-glukozit ve siyanidin-3-O-rutinozit bileşiklerinde I örneğine göre %14 ve %8 azalış olduğu tespit edilmiştir. Benzer trend starter kültür kullanılarak üretilen J ve K örneğı ile L ve M örnekleri arasında da tespit edilmiştir. J örneğinde antosiyanin tespit edilememiştir. M örneğindeki siyanidin-3-O-glukozit ve siyanidin-3-O-rutinozit bileşiklerin L örneğinden sırasıyla %22 ve %15 daha az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca M örneğinde pelorgonidin-3-O-glukozit tespit edilirken, L örneğinde tespit edilememiştir. Fermentasyona tabii tutulmayan O örneğindeki antosiyaninlerin de L ve M örneklerinden daha az miktarda olduğu belirlenmiştir. Sonuçlardan anlaşılaçağı üzere fermentasyondan önce meyve ilavesi antosiyanin miktarında azalmaya neden olmuştur. Buradan meyve ilavesinin fermentasyondan sonra yapılmasının antosiyaninler açısından daha olumlu sonuçlar doğuracağı kanısına varılabilmektedir.

Othman ve diğ. (2009), fermentasyon sürecinde çöken fenolik bileşikler ve bu fenolik kaybının antioksidan aktivitedeki düşüşten sorumlu olduğunu tespit etmişlerdir. Zeytin işlemede fermentasyon prosesi, fenoliklerde önemli bir kayba ve dolayısıyla antioksidan değeriinde azalmaya neden olmaktadır. Bu sonuç, fermentasyon sürecinin antioksidan aktivite üzerinde negatif etkiye sahip olduğunu

ve dolayısıyla antosiyanin miktarındaki değişimin de antioksidan aktivite ile aynı trendi izlediğini göstermiştir. Sun-Waterhouse ve diğ. (2011), siyanidinin yoğurda fermentasyon öncesi ve sonrasında ilave edilmesinde HPLC profillerinde önemli bir farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir ($p>0,05$). Bu sonuç fermentasyon boyunca siyanidin ile starter kültür arasında herhangi bir etkileşimin olmadığını veya siyanidinin polifenollerin ekstrakte edilebilirliğinde hiçbir etkisinin bulunmadığını göstermektedir.

4.5 pH Tayini

Yoğurt üretimi sırasında starter kültür ya da GDL kullanılarak üretilen sade yoğutların pH değerleri 4,5 saatte 4,6'ya ulaşmıştır. Fermentasyondan önce %6 meyve ilavesi yapılan GDL'lu yoğurdun pH'sı 2 saatte 4,6'ya ulaşırken starter kültürlü yoğudun pH'sı 3,5 saatte 4,6'ya ulaşmıştır. Fermentasyondan önce %12 meyve ilave edilen starter kültürlü yoğurdun da pH'sı 3 saat sonunda 4,6'ya ulaşmıştır.

Çizelge 3.1'de belirtilen örneklerin pH değerleri 1 ve 21. gün sonunda ölçülmüştür ve sonuçlar Çizelge 4.8'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.8: Karaduttan türetilen ürünlerin pH değerleri¹.

Örnekler	pH	pH (21.Gün)
F	4,4±0,1 ^{cd}	4,2±0,1 ^e
G	4,6±0,1 ^c	4,5±0,0 ^c
H	4,4±0,1 ^{cd}	4,3±0,1 ^{cd}
I	4,3±0,1 ^{cd}	4,2±0,1 ^{de}
J	4,3±0,1 ^{cd}	4,2±0,1 ^{de}
K	4,3±0,1 ^{cd}	4,0±0,1 ^e
L	4,5±0,0 ^{cd}	4,5±0,2 ^c
M	4,2±0,3 ^d	4,1±0,0 ^{de}
N	6,1±0,0 ^a	5,2±0,1 ^b
O	5,2±0,1 ^b	5,2±0,0 ^b

¹Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0,05).

Sade starter kültürlü yoğurt (F), sade glukano-delta laktonlu yoğurt (G), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (H), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (I), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (J), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (K), fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (L), fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (M), %6 meyveli süt (N) ve %12 meyveli süt (O)

Örneklerin pH değerleri ilk gün 5,9 ile 4,2 aralığında değişirken 21 günlük depolamanın ardından 4,0 ile 6,1 aralığında değişim göstermiştir. Depolama süresince N örneği dışındaki tüm örneklerde düşüş olduğu gözlenmiştir.

GDL kullanılarak üretilen G örneğinde 21 günlük depolama ardından %2'lik bir düşüş tespit edilirken (p>0,05), starter kültürle üretilen F örneğinde %5'lik bir düşüş gözlenmiştir (p>0,05). F örneğinin ilk günkü pH değeri G örneğinden farklılık göstermezken (p>0,05), 21 günlük depolama sonrasındaki pH değeri G örneğinden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık göstermiştir (p<0,05). Fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan GDL'lu H örneğinin ilk günkü pH değeri 4,4, starter kültürlü J örneğinin ilk günkü pH değeri 4,3 olarak tespit edilmiş ve her iki üründe de %2'lik düşüş gözlenmiştir (p>0,05). Fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan GDL'lu I örneğinin ilk günkü pH değeri 4,3, starter kültürlü K örneğinin ilk günkü pH değeri de 4,3 olarak tespit edilmiş ve her iki üründe de %2'lik düşüş gözlenmiştir (p>0,05). Görüldüğü üzere meyveli ürünlerin pH değerleri ve düşüşlerinde

istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık tespit edilmezken, sade örneklerden GDL'lu örneğin(G) depolama sürecinde pH değerinde daha az düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Yoğurdun pH değeri hem starter hem de starter olmayan mikroorganizmaların gelişiminden ekilenmektedir (Kailasapathy ve diğ., 2008; Vargas ve diğ., 2008). Bayoumi ve Reuter (1989), yoğurda %1 oranında GDL ilave edilmesi halinde ürünün duyuşal nitelikleri ve konsistensinde bir iyileşme, aynı zamanda kabul edilebilir bir aromanın sağlandığını tespit etmişlerdir. GDL'lu %1 ve %2 oranında kullanmanın üretim süresini %35 ve %64.7 düzeyinde kısalttığını, ürünlerde raf ömrünü ise uzattığını belirlemişlerdir. Örneğin, 10°C'de depolanan örneklerin raf ömrünün 12 gün dolaylarında olduğunu belirlemiştir. Hatta yapılan çalışmada, homojenizasyon işlemi uygulanmaksızın GDL ilavesinde bile iyi kaliteli bir yoğurt üretiminin mümkün olduğunu da kaydetmişlerdir. Ancak homojenizasyon işlemi proteinlerde su tutma kapasitesini iyileştirdiğinden bunun GDL ile birlikte uygulanması durumunda daha iyi bir sonuca ulaşmanın mümkün olabileceğini açıklamışlardır. Ayrıca %1 oranında GDL kullanımının, üretim süresinde kısalma ve masraflarda da azalma sağladığı araştırma sonucu olarak verilmiştir.

Meyve oranının karşılaştırılması amacıyla üretilen %6 ve %12 meyveli ürünlerde beklenenin aksine %12 meyveli ürünlerde pH değeri daha yüksek çıkmıştır. %6 meyveli yoğurtlarda 21 gün depolamanın ardından %2-7,5 düzeylerinde azalma gözlenirken, %12 meyveli yoğurtlarda %0-2 düzeylerinde değişim tespit edilmiştir. Buradan meyve oranının değişmesi ürünlerin pH değerlerinde istatistiksel olarak fark yaratacak düzeyde değildir sonucuna varılabilmektedir ($p>0,05$). Kamruzzaman ve diğ. (2002), muzlu yoğurtla ilgili yaptıkları çalışmada, depolama boyunca yoğurtların tümünün pH değerinin azaldığını yalnız bu azalmanın muzlu yoğurtlarda daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir. Hashim (2001), hurmalı yoğurtlarla ilgili çalışmasında, hurma püresi arttıkça yoğurtların pH değerlerinin arttığını bildirmiştir. Cinbaş ve Yazıcı (2008), farklı oranlarda yabanmersini ilavesi yapılan yoğurtların fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında en yüksek pH değerini meyve ilavesi yapılmayan yoğurtlarda tespit ederken, en düşük pH değerini %37,5 meyve ilaveli yoğurtta tespit etmişlerdir. pH düşüşünün meyvenin düşük pH'sından (3,41) kaynaklandığını belirtmişlerdir. %12,5 ve 25 meyve ilavesi yapılan örneklerin pH değerlerinde önemli bir farklılık tespit etmemişlerdir.

Fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli GDL'lu H örneğinin pH değeri 4,4, fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli GDL'lu I örneğinin pH değeri 4,3 tespit edilmiş ve her iki üründe de 21 gün depolama ardından %2'lik bir düşüş tespit edilmiştir ($p>0,05$). Fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürü J örneğinin pH değeri 4,3, fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürü K örneğinin de yine pH değeri 4,3 tespit edilmiş ve 21 gün depolama ardından sırasıyla %2 ve % 7,5 düzeylerinde düşüş tespit edilmiştir ($p>0,05$). Fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürü L örneğinin pH değeri 4,5, fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürü M örneğinin pH değeri 4,2 tespit edilmiş ve 21 gün depolama ardından sırasıyla %0 ve % 2 düzeylerinde düşüş tespit edilmiştir. Fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan örneklerin pH değerleri fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünlere nispeten daha yüksek pH değerlerine sahiptir. 21 gün depolama sonunda fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan örneklerin pH değerlerinde daha fazla düşüş meydana geldiği tespit edilmiştir. Ancak meyve ilavesinin fermentasyondan önce veya sonra yapıldığı örneklere ilk gün ve 21 gün sonunda ölçülen pH değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde fark gözlenmemiştir. ($p>0,05$).

Öztürk ve Öner (1999) 4°C'de 21 gün depolama boyunca pH düşüşünü şeker ve organik asitlerin mayalar tarafından parçalanmasına bağlamaktadır.

4.6 Renk Tayini

Örneklerin renk değerleri depolamanın 1. ve 21. gününde ölçülmüş ve sonuçlar Çizelge 4.9'da belirtilmiştir. L değeri ile beyazlık, a değeri ile yeşillik veya kırmızılık ve b değeri ile sarılık veya mavilik değerleri temsil edilmektedir.

Çizelge 4.9 : Karaduttan türetilen ürünlerin renk değerleri¹.

Örnekler	L*	L* (21.Gün)	a*	a* (21.Gün)	b*	b* (21.Gün)
F	86,47±1,1 ^a	86,4±1,0 ^a	-3,1±0,2 ^e	-3,0±0,1 ^b	7,4±0,4 ^a	7,3±0,6 ^a
G	87,1±0,0 ^a	86,4±0,7 ^a	-3,0±0,2 ^e	-2,9±0,1 ^b	7,3±0,1 ^a	7,4±0,2 ^a
H	63,5±2,1 ^{bc}	64,3±2,5 ^c	15,8±0,7 ^{bcd}	17,9±1,1 ^a	1,1±0,7 ^c	1,6±0,4 ^{de}
I	62,9±3,7 ^{bc}	62,5±1,7 ^c	20,6±1,8 ^b	20,1±1,8 ^a	1,4±0,1 ^{bc}	1,5±0,2 ^{de}
J	63,8±2,3 ^{bc}	63,4±1,9 ^c	17,2±1,0 ^{bc}	17,3±1,3 ^a	1,5±1,0 ^{bc}	2,6±0,1 ^{bcd}
K	62,2±3,3 ^{bc}	61,9±1,9 ^c	21,8±1,0 ^{ab}	20,7±1,2 ^a	2,0±0,6 ^{bc}	2,3±0,2 ^d
L	55,0±2,5 ^{cd}	5,5±3,5 ^c	21,7±1,8 ^{ab}	22,3±1,4 ^a	0,8±0,3 ^c	1,7±0,4 ^{de}
M	52,0±3,0 ^d	49,9±3,8 ^d	27,7±0,8 ^a	28,4±0,6 ^a	2,7±0,2 ^b	3,6±0,1 ^b
N	69,6±3,21 ^b	71,7±2,7 ^b	9,8±3,3 ^d	17,6±19,6 ^a	0,9±0,3 ^c	3,1±0,7 ^{bc}
O	66,7±6,9 ^b	63,3±2,8 ^c	12,9±5,4 ^{cd}	17,1±3,4 ^a	-1,6±0,9 ^d	0,6±0,4 ^e

¹Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için satırlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

Taze karadut (A), pastörize karadut (B), pastörize süt (C), ısıtılmış işlem uygulanmış süt (D), keçi boynuzu gamı ilaveli ısıtılmış işlem uygulanmış süt (E), sade starter kültürü yoğurt (F), sade glukano-delta laktonlu yoğurt (G), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (H), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (I), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (J), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (K), fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (L), fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürü yoğurt (M), %6 meyveli süt (N) ve %12 meyveli süt (O)

Starter kültür kullanılarak üretilen meyve ilavesiz F örneğinin L, a ve b değerlerinin GDL'lu G örneğinden istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir (p>0,05).

Yoğurda ilave edilen meyve oranı arttıkça L değerlerinde azalma, a değerlerinde artma tespit edilmiştir. b değerlerinde bazı örneklerde azalma tespit edilirken bazı örneklerde artış gözlenmiştir. Bartoo ve Badrie (2005), elma ilavesiyle yoğurdun L ve b değerinde azalma, a değerinde artma olduğunu bildirmişlerdir. Garcia ve ark. (2005), portakal lifli yoğurt üzerine yaptıkları araştırmada portakal lifi ilavesi ile L değerinde azalma, a ve b değerinde artma olduğunu, ayrıca bu değerler üzerine pH'nın etkisinin olduğunu saptamışlardır. Wallace and Giusti (2008) 10mg/100g antosiyanin içeren yoğurtların 20 mg/100 g antosiyanin içeren yoğurtlara oranla daha yüksek L değerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan yapılan tüm yoğurtlarda fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünlere göre daha yüksek L değerleri elde edilirken daha düşük a değerleri ve b değerleri tespit edilmiştir. Fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan H örneğinin ilk gün ve 21 gün sonunda ölçülen b değerlerinin fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan I örneğinden istatistiksel olarak önemli düzeyde fark göstermediği tespit edilmiştir ($p>0,05$). L ve M örnekleri karşılaştırıldığında iki örneğin 1. ve 21. günkü b değerleri ile 1. günkü L değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde fark tespit edilmiştir ($p<0,05$). 21 depolamanın ardından yoğurda meyve ilavesinin hem fermentasyondan önce hem de fermentasyondan sonra yapıldığı ürünlerde a ve b değerlerinin artış gösterdiği, L değerinin ise azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Sun-Waterhouse ve diğ., (2013) polifenollerin yoğurda fermentasyondan önce veya sonra ilave edilmesinin minimal düzeyde renk farklılığına yol açtığını tespit etmişlerdir. Torskangerpoll and Andersen (2005) yaptıkları bir çalışmada pH değerinin antosiyaninlerin rengini etkileyen en önemli faktör olduğunu belirtmişlerdir. Depolama süresince artan L ve b değerlerinin antosiyaninlerin renkli formu olan flavilum katyonunun renksiz veya sarımsı formlarına dönüşmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.7 Serum Ayrılması

Çizelge 3.1’de belirtilen örneklerin serum ayrılması değerleri 1 ve 21. günün ardından ölçülmüş ve sonuçlar Çizelge 4.10’da ve Şekil 4.10’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.10 : Karaduttan türetilen ürünlerin serum ayrılması değerleri¹.

Örnekler	Serum Ayrılması (%)	Serum Ayrılması (%) (21.Gün)
F	1,3±0,3 ^{de}	2,3±0,2 ^f
G	1,2±0,2 ^e	2,1±0,0 ^f
H	1,8±0,3 ^{de}	8,5±0,3 ^c
I	2,2±0,0 ^d	5,2±0,1 ^e
J	4,5±0,7 ^b	18,1±0,5 ^b
K	3,2±0,1 ^c	6,6±0,3 ^d
L	11,6±0,3 ^a	37,5±1,0 ^a
M	3,4±0,2 ^c	6,7±0,2 ^d

¹Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için satırlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

Sade starter kültürlü yoğurt (F), sade glukano-delta laktonlu yoğurt (G), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (H), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (I), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (J), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (K), fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (L), fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (M), %6 meyveli süt (N) ve %12 meyveli süt (O)

Starter kültürlü F örneğinin serum ayrılması değerinin GDL’lu sade yoğurda (G) göre daha yüksek olduğu ve depolama sürecinde de bu değer GDL’lu ürüne göre daha fazla artış gösterdiği tespit edilmiştir (p>0,05). Fermentasyondan önce meyve ilaveli GDL’lu H örneği ile starter kültürlü J örneğinin ilk ve 21 gün sonunda ölçülen serum ayrılması değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde fark gözlenmiştir (p<0,05). Benzer trend ilk gün ve 21 gün sonunda serum ayrılması değerleri ölçülen meyve ilavesi fermentasyondan sonra yapılmış I ile K örneği arasında da tespit edilmiştir. Bayoumi ve Reuter (1989), yaptıkları çalışmada, homojenizasyon işlemi uygulanmaksızın GDL ilavesinde bile iyi kaliteli bir yoğurt üretiminin mümkün olduğunu da kaydetmişlerdir. Ancak homojenizasyon işlemi proteinlerde su tutma kapasitesini iyileştirdiğinden bunun GDL ile birlikte uygulanması durumunda daha iyi bir sonuca ulaşmanın mümkün olabileceğini açıklamışlardır. Ayrıca %1 oranında GDL kullanımının, üretim süresinde kısımla ve masraflarda da azalma sağladığı araştırma sonucu olarak verilmiştir.

Fermentasyondan önce meyve ilavesinin yapıldığı yoğurtlarda serum ayrılması değerlerinin fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünlere göre daha fazla

olduğu tespit edilmiştir. 21 gün depolama sürecinde tüm yoğurtların serum ayrılması değerlerinde artış gözlenmiştir ($p<0,05$). Ancak bu artış fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan ürünlerde daha yüksektir. H örneğinin serum ayrılması değerinde %6,7 artış gözlenirken, I örneğinde %3 artış tespit edilmiştir. J örneğinin serum ayrılması değerinde %13,6 artış gözlenirken K örneğinde %3,4 artış gözlenmiştir. L örneğinin serum ayrılması değerinde %25,9 artış gözlenirken, M örneğinde %3,3 artış tespit edilmiştir. Tehrani ve Shahidi (2008), meyvenin yoğurda fermentasyondan önce ilave edilmesinin sinerizi düşürdüğünü belirtmiştir.

Akın ve Konar (1999), inek ve keçi sütünden üretilen meyveli/aromalı yoğurtlarda yaptıkları analizler sonucunda süt ile meyve/aroma çeşitlerinin inek ve keçi sütü yoğurtlarının pH, titrasyon asitliği, kuru madde, yağ, protein, toplam şeker penetrometre, viskozite ve serum ayrılması değerleri üzerindeki etkisinin ve depolama süresinin yoğurtların pH, titrasyon asitliği, penetrometre ve viskozite değerleri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunduğunu bildirmişlerdir. İnek sütü ile yapılan yoğurtların keçi sütü ile yapılan yoğurtlara göre daha iyi penetrometre değerlerine sahip olduğunu, bunun keçi sütü ile yapılan yoğurtlarda pıhtının yeterince sıkı olmamasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Her iki süttten yapılan meyveli/aromalı yoğurtların viskozitelerinin depolama süresince artması, soğukta depolanan yoğurtlarda jel strüktürünün sıkılaşmasından ve ilave edilen meyvelerin pektin içermesinden kaynaklanabileceği belirtmişlerdir.

Tarakçı ve Küçüköner (2003), meyveli yoğurtlarla ilgili yaptıkları bir çalışmalarında, yoğurtların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlemişlerdir. Yoğurtlar arasında depolamanın 1. gününde yağ, kül, protein, toplam kurumadde ve titrasyon asitliğinde önemli farklar bulunduğunu, farklı meyvelerden dolayı yoğurtların protein ve kurumadde içeriğinde önemli farklılıklar gözlendiğini belirtmişlerdir. Depolama periyodunda serum ve titrasyon asitliği değerlerinin arttığını, vişne ve üzüm pekmezli yoğurtların daha fazla tat ve aroma puanı aldığını tespit etmişlerdir.

Farklı oranlarda kızılıık püresi ve şeker ilave edilerek meyveli yoğurt üretiminin yapıldığı bir çalışmada, farklı oranlarda meyve püresi ve şeker ilavesinin yoğurtların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Kontrol yoğurdu ve meyveli (meyve püresi+şeker) yoğurtların serum ayrılması ve viskozite değerlerindeki farklılıkların istatistiksel olarak önemli bulunduğu, meyve püresi ve şeker ilavesi

serum ayrılmasını arttırırken, viskoziteyi azalttığı açıklanmıştır. Depolama boyunca, yoğurtların titrasyon asitliği, viskozite ve serum ayrılması değerlerinin arttığı, pH değerinin azaldığı, 1/10 meyve püresi ile 1/10 şeker ilave edilen yoğurtların duyusal yönden panelistler tarafından daha çok tercih edildiği fakat bu sonucun istatistiksel olarak önemli bulunmadığı bildirilmiştir (Çelik ve diğ., 2006)

4.8 Reolojik Özellikler

Örneklerde reolojik değerler 1 ve 21. günün ardından ölçülmüş ve sonuçlar Çizelge 4.11’de belirtilmiştir.

Örneklerin görünür viskozite değerlerine bakıldığında 0,52-1,80 Pa.s aralığında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek görünür viskozite ve tiksotropi değeri GDL’lu G örneğinde saptanmıştır. Starter kültür ile GDL’lu ürünlerin karşılaştırılmasının yapıldığı ürünlerde görünür viskozite ve tiksotropi değerlerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Benzer trend meyve oranının karşılaştırıldığı %6 ve %12 meyveli ürünlerde de tespit edilmiştir ($p>0,05$). Meyve oranının artmasıyla birlikte görünür viskozite değerlerinde azalma gözlenmiştir. %6 meyveli J örneğinde görünür viskozite değeri 0.91 Pa.s iken %12 meyveli L örneğinde 0,7 Pa.s olarak tespit edilmiştir. Tseng ve Zhao (2013), yoğurda %1, %2 ve %3 oranlarında üzüm şarabı prinası ilave ettikleri çalışmalarında ilave edilen üzüm şarabı prinası garnı arttıkça viskozitenin azaldığını tespit etmişlerdir. En düşük viskozite değerini 533 cP ile %3 üzüm şarabı prinası ilaveli yoğurt örneği gösterirken en yüksek değeri 1267 cP ile sade yoğurt göstermiştir. Bu sonucun yüksek konsantrasyonda üzüm şarabı prinası ilaveli yoğurdun karıştırılması ile yoğurt pıhtısının kırılması dolayısıyla elde edildiği düşünülmektedir. Çelik ve Bakırcı (2003), artan dut pekmezi konsantrasyonu ile viskozitenin azaldığını ve bunun da depolama boyunca da devam ettiğini belirtmiştir. Ramaswamy ve Başak (1992), üzüm şarabı prinası veya meyve konsantresi ilavesinin genellikle ürünlerin kıvamını düşürdüğünü ve bunun da proteinlerin su bağlama kapasitesinin düşmesinden kaynaklandığını belirtmektedirler.

Çizelge 4.11 : Karaduttan türetilen örneklerin başlangış ve 21 günlük depolama sonrasında reolojik özellikleri¹.

Örnekler	Görünür viskozite (@50s-1, Pa.s)	Görünür viskozite (@50s-1, Pa.s) (21.Gün)	Kıvam katsayısı (k, Pa.s ⁿ)	Kıvam katsayısı (k, Pa.s ⁿ) (21.Gün)	Akış davranış indeksi(n)	Akış davranış indeksi(n) (21.Gün)	Tiksotropi (Pa/s)	Tiksotropi (Pa/s) (21.Gün)
F	1,77±0,32 ^a	1,80±0,32 ^a	33,76±10,23 ^a	38,47±9,82 ^a	0,24±0,03 ^b	0,22±0,02 ^c	3551,0±1147,69 ^{abc}	3783,0±968,51 ^{ab}
G	1,8±0,26 ^a	1,77±0,29 ^a	38,25±10,95 ^a	40,03±11,20 ^a	0,22±0,03 ^b	0,20±0,02 ^c	4742,67±1047,73 ^a	5502,67±1540,55 ^a
H	1,12±0,18 ^{bcd}	1,02±0,16 ^{bc}	13,4±3,6 ^{bc}	12,22±3,38 ^{bc}	0,34±0,04 ^a	0,35±0,03 ^b	1953,7±1221,95 ^{bcd}	1924,47±1053,57 ^{bc}
I	1,67±0,11 ^{ab}	1,63±0,10 ^a	32,15±4,96 ^{ab}	32,91±3,14 ^a	0,24±0,02 ^b	0,23±0,02 ^c	3573,33±712,06 ^{abc}	4021,33±302,57 ^{ab}
J	0,91±0,22 ^{cd}	0,73±0,20 ^c	10,20±4,11 ^c	7,32±3,45 ^{bc}	0,37±0,04 ^a	0,41±0,06 ^{ab}	1612,33±865,86 ^{cd}	1934,67±1103,61 ^{bc}
K	1,7±0,09 ^{ab}	1,66±0,14 ^a	35,8±1,52 ^a	36,06±5,60 ^a	0,22±0,00 ^b	0,21±0,02 ^c	4408,67±452,50 ^{ab}	5096,0±370,68 ^a
L	0,70±0,09 ^d	0,52±0,06 ^c	6,41±1,04 ^c	3,71±0,85 ^c	0,42±0,01 ^a	0,48±0,03 ^a	888,63±282,48 ^d	909,37±374,51 ^c
M	1,47±0,25 ^{abc}	1,31±0,17 ^{ab}	29,18±8,81 ^{ab}	25,02±5,38 ^{ab}	0,23±0,04 ^b	0,24±0,02 ^c	3774,0±1232,92 ^{abc}	3916,0±861,48 ^{ab}

¹Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için satırlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

Sade starter kültürlü yoğurt (F), sade glukano-delta laktonlu yoğurt (G), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (H), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli glukano-delta laktonlu yoğurt (I), fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (J), fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (K), fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (L), fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurt (M), %6 meyveli süt (N) ve %12 meyveli süt (O)

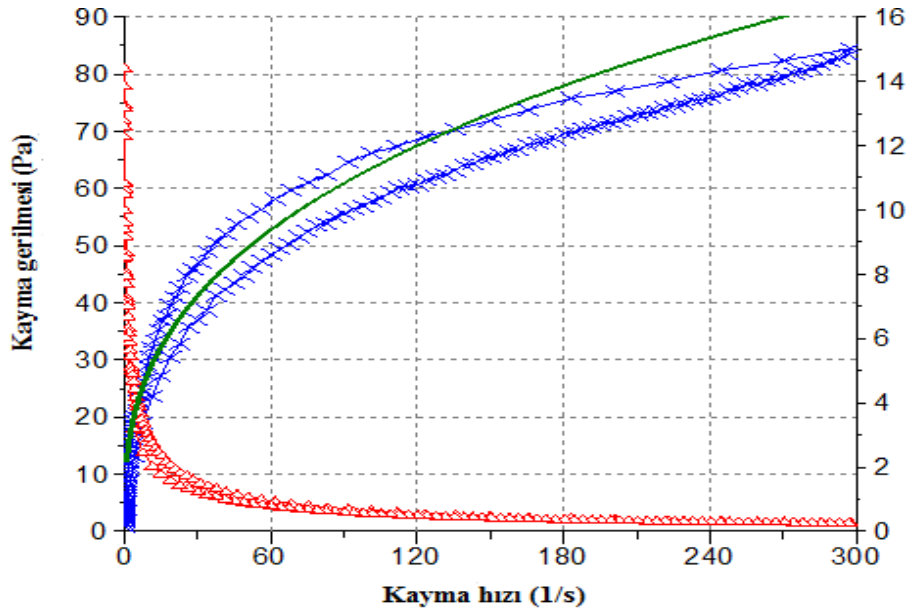
Depolama boyunca artan viskozite yapının geri kazanımı olarak kabul edilmektedir. Buna ek olarak üzüm şarabı prinasındaki diyet lifi de ürünlerin viskozitesini etkileyebilmektedir. Fermentasyonun görünür viskoziteye etkisinin incelendiği örneklerden meyve ilavesinin fermentasyon öncesinde yapıldığı J örneğinin meyve ilavesinin fermentasyondan sonra yapıldığı K örneğine göre daha düşük, aynı şekilde L örneğinin de M örneğine göre daha düşük görünür viskozite değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Buradan da anlaşılabacağı üzere meyve ilavesinin fermentasyondan sonra yapılması örneklerin daha yüksek görünür viskoziteye sahip olmalarına neden olmuştur. Sun-Waterhouse ve diğ. (2013), yoğurda kuş üzümü polifenol ekstraktının fermentasyondan önce ve sonra ilave ederek fermentasyonun yoğurdun reolojik özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Düşük metoksilli pektin kullanılarak üretilen yoğurtların viskozite değerleri şu şekilde tespit edilmiştir; polifenol ekstraktının fermentasyondan sonra yapıldığı yoğurt> polifenol ekstraktının fermentasyondan önce yapıldığı yoğurt>sade yoğurt. 21 gün depolanan örneklerin tümünün görünür viskozite değerlerinde düşüş tespit edilmiştir ancak istatistiksel olarak önemli düzeyde fark oluştaracak şekilde bir düşüş olmamıştır.

Kıvam katsayısının GDL'lu sade yoğurtta en yüksek olduğu gözlenirken fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli L örneğinde en düşük olduğu tespit edilmiştir. GDL'lu ürünler ile starter kültürlü ürünler arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde fark gözlenmemiştir ($p>0,05$). Aynı trend meyve oranının incelendiği ürünlerde de tespit edilmiştir, meyve oranının değiştirilmesinin kıvam katsayısı üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$). Meyve oranının artmasıyla kıvam katsayısı değerlerinde düşüş meydana gelmiştir. Fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan örneklerde kıvam katsayısı değerleri fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünlere göre daha düşük çıkmıştır. Bu fark starter kültürlü J, K, L ve M örneklerinde istatistiksel olarak önem taşımaktadır ($p<0,05$). 21 gün depolanan örneklerden F, G, I ve K örneklerinin kıvam katsayısı değerlerinde artış gözlenirken H, J, L ve M örneklerinde düşüş saptanmış ancak bu değişimlerin istatistiksel olarak önem arz etmediği tespit edilmiştir ($p>0,05$).

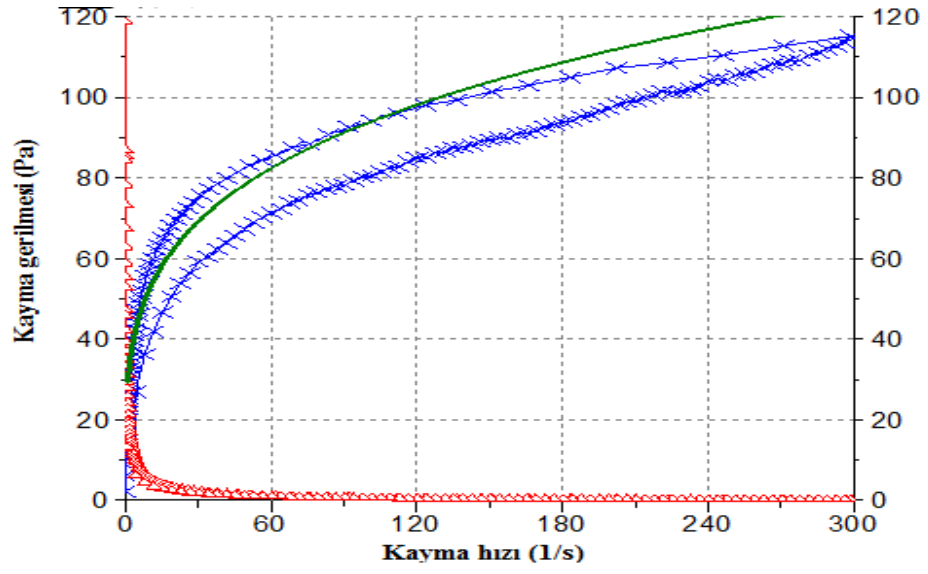
Akış davranış indeksinin $0,48\pm0,03$ ile L örneğinde en yüksek, $0,20\pm0,02$ ile G örneğinde en düşük olduğu saptanmıştır. GDL ve starter kültürlü örneklerin karşılaştırılması yapıldığında örnekler arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde

fark olmadığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde meyve oranının akış davranış indeksine etkisinin incelendiği örneklerde meyve oranının artışıyla akış davranış indeksi değerlerinin azalma gösterdiği tespit edilmiş ancak örnekler arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Fermentasyondan önce meyve ilavesinin yapıldığı örneklerde akış davranış indeksinin fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan örneklerle göre daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). 21 gün depolanan örneklerden H, J, L ve M örneklerinde artış tespit edilirken F, G, I ve K örneklerinde düşüş tespit edilmiştir. Bu değişimler sonrasında depolamanın ürünlerin akış davranış indeksleri üzerinde istatistiksel olarak önem arz edecek şekilde etkili olmadığı saptanmıştır ($p > 0,05$). Akış davranış indekslerine göre örneklerin psödoplastik davranış sergilediği belirlenmiştir.

Fermentasyondan önce %6 meyve ilave edilen GDL'lu yoğurt(H) ve fermentasyondan sonra %6 meyve ilave GDL'lu yoğurdun(I) kayma gerilmelerinin kayma hızı ile değişimi Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'de gösterilmiştir. Fermentasyondan önce meyve ilave edilen örneğin(H) fermentasyondan sonra meyve ilave edilen örneğe(I) göre daha düşük kayma gerilimine sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.8 : Fermentasyondan önce %6 meyve ilave edilen glukano-delta-laktonlu yoğurdun kayma geriliminin kayma hızı ile değişimi.



Şekil 4.9 : Fermentasyondan sonra %6 meyve ilave edilen glukano-delta-laktonlu yoğurdun kayma geriliminin kayma hızı ile değişimi.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın sonucunda, karadutun parçalanıp pastörize edilmesiyle ile toplam fenolik, flavonoid, antosiyanin içeriği ve antioksidan kapasitelerinde artış tespit edilmiştir. Bu artışın nedeninde ısı etkisiyle polifenoloksidaz enziminin inaktive olması ve dokular ve hücrelerdeki geçirgenliğin artması ile ekstrakte edilebilir fenolik bileşiklerin ortaya çıkmasından ve maillard reaksiyonu sonucu oluşan ürünlerin antioksidan özellik göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Starter kültüre alternatif olarak glukano-delta lakton kullanılan ürünlerde daha düşük toplam fenolik madde ve toplam flavonoid miktarı tespit edilmiştir. LAB'nin kullanımı ile meyvelerin fenolik bileşik ve antioksidan düzeyleri korunabilmektedir polifenoller ile süt proteinleri veya peptik polisakkaritler arasındaki bağlar gibi doğrudan etkileşimler de söz konusudur. Sütün fermentasyonu sırasında polimerik proteinlerden serbest kalan amfipatik peptitler ile süte ilave edilen polifenoller arasında etkileşim oluşabilmektedir. Starter kültürlerin metabolik faaliyetleri yoğurdun pH'sını düşürerek polifenollerin ekstrakte edilebilirliğini etkilemektedir. Asidik pH'larda proteinler kısmen ya da tamamen hidrolize olup ve polifenolleri bağlayabilen peptidler serbest kalmaktadır. Bir çok laktik asit bakterisi enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidatif mekanizmalar ile hücrelerine zarar veren reaktif oksijen parçalarının oluşumunu minimize etmektedir..Bu da polifenol içeriğindeki artışın sadece fermentasyondan dolayı olamadığını ayrıca laktik asit bakterilerinin de kendilerinden antioksidatif aktiviteye sahip olduklarına işaret etmektedir. GDL kullanılarak üretilen örneklerin toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları starter kültür kullanılarak üretilen örneklerden daha düşük çıkmıştır. 21 gün depolama sonrasında pH'ları ölçülen örneklerde starter kültürlü örneklerin pH değerlerinin GDL'li örneklere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Fermentasyon tipi (farklı mikroorganizmaların kullanımı) bitkisel ürünlerdeki bazı biyoaktif bileşiklerin modifikasyonunda etkili olabilmektedir. Bu etki farklı fermentasyonlardaki farklı pH değerlerinden kaynaklanabilmektedir, çünkü optimum pH, hücre duvarı yıkan enzimlerin indirgenmesini etkilemektedir. Muhtemelen hücre duvarı bileşiklerinin

fermentasyonla serbest kalması gıdadaki fenolik bileşiklerin serbest kalmasını teşvik etmekte ve fenolik bileşikler de antioksidan kapasiteye etki etmektedir.

Meyve oranı iki kat arttırılarak meyve oranının toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarına etkisinin tespiti amacıyla üretilen %6 ve %12 meyve ilaveli sütlerin ve starter kültürlü yoğurtların toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarlarında beklenen oranda iki katlık bir artış gözlemlenememiştir. Ancak yine de tespit edilen artış artan toplam fenolik madde miktarı ile ilişkilendirilmektedir.

Fermentasyonun toplam fenolik madde miktarına etkisinin incelenmesi amacıyla meyve ilavesinin fermentasyondan önce ve sonra yapıldığı ürünlerde fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan ürünlerin daha yüksek fenolik bileşen içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca, polifenollerin fermentasyon boyunca starter k  lt  rl  r tarafından metabolize edilerek, flavonoid glikozit hidrolizi veya karbon zincirinin ayrılması ile daha basit yapılı ve daha küçük moleküler kütleli fenolik asitlerin oluşumuna neden olması ve bu dönüşümlerin biyoaktif bileşiklerin etkisizleştirilmesine ya da inaktif bileşiklerin aktivasyonuna neden olarak fenolik bileşenlerin ekstrakte edilebilirliğinin artması ile varıldığı düşünülmektedir.

Fermentasyonun sebep olduğu hücre duvarlarındaki yapısal bozulma ayrıca   eşitili biyoaktif bileşenlerin sentezine neden olabilmektedir ayrıca bitki kısımlarının fermentasyondan sonra daha yüksek toplam fenol içeriğine sahip olduğunu ve antioksidan aktivitedeki artışın toplam fenolik bileşiklerindeki artıştan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bitkisel gıdaların antioksidan kapasitelerinde artışta diğer bir mekanizma da fermentasyonun fitokimyasalların yapılarında değişiklikler meydana getirmesidir. Kontrollü fermentasyonda laktik asit bakterilerinin varlığı, basit fenolik dönüşümüne ve yüksek molekül ağırlıklı fenolik bileşiklerin depolimerizasyonuna katkıda bulunmaktadır. Bu yüzden glikozitlerin fermentasyonla aglikon formuna dönüşmesi bitkisel gıdalardaki antioksidan kapasitenin artışı açıklayan ana mekanizmadır.

21 gün depolama sürecinin sonunda fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünlerin pH değerlerinin fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan ürünlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz bulguların aksine yapılan bir çok çalışma fenolik bileşiklerden antosiyaninlerin düşük pH'larda stabil olduğunu göstermektedir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda GDL kullanılarak üretilen örneklerin geri kazanım oranı daha yüksek çıkmıştır. Gıdalardaki polifenoller çoğunlukla direkt olarak absorbe edilemeyen ve bağırsak enzimleri veya kolonik mikroflora tarafından hidrolize edilmesi gereken esterler, glikozitler veya polimerler formunda bulunmaktadır. Sadece aglikonlar ve bazı glikozitler ince bağırsakta absorbe olabilmektedirler. Birçok gıdanın üretiminde kullanılmakta olan mikroorganizmalar, antosiyaninleri daha az stabil formları olan aglikonlara dönüştüren enzimler üretebilmektedir. Dahası antosiyaninlerin bozulması laktik asit bakterilerince üretilen hidrojen peroksit vasıtasıyla hızlandırılmaktadır.

Polifenollerin fermentasyon boyunca starter kültürler tarafından metabolize edilmesi, flavonoid glikozit hidrolizi veya karbon zincirinin ayrılması ile daha basit yapılı ve daha küçük moleküler kteli fenolik asitlerin oluşumuna neden olmaktadır. Antosiyaninlerin daha küçük moleküllü fenolik bileşiklere indirgenmesi ve doğal yapılarının bozulması onların daha fazla biyoerişebilirliğe ve biyoaktiviteye sahip olmalarını tam olarak aydınlatmaktadır.

Fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan örneklerin pH değerleri fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan ürünlere nispeten daha yüksek pH değerlerine sahiptir. 21 gün depolama sonunda fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan örneklerin pH değerlerinde daha fazla düşüş meydana geldiği tespit edilmiştir. Depolama boyunca pH düşüşü şeker ve organik asitlerin parçalanmasına bağlanmaktadır.

Yoğurda ilave edilen meyve oranı arttıķa L değerlerinde azalma, a değerlerinde artma tespit edilmiştir. b değerlerinde bazı örneklerde azalma tespit edilirken bazı örneklerde artış gözlenmiştir. Depolama süresince artan L ve b değerlerinin antosiyaninlerin renkli formu olan flavilum katyonunun renksiz veya sarımsı formlarına dönüşmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Fermentasyondan önce meyve ilavesinin yapıldığı yoğurtlarda serum ayrılması değerlerinin fermentasyondan sonra meyve ilavesi yapılan ürünlere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. 21 gün depolama sürecinde tüm yoğurtların serum ayrılması değerlerinde artış gözlenmiştir. Ancak bu artış fermentasyondan önce meyve ilavesi yapılan ürünlerde daha yüksektir.

Örneklerin reolojik özellikleri incelendiğinde starter kültüre alternatif olarak glukano-delta-lakton kullanımı örnekler arasında istatistiksel olarak fark oluşturmamıştır. Aynı şekilde meyve oranının 2 kat arttırılması da istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamış ancak artan meyve oranı ile viskozite değerlerinde düşüş olduğu tespit edilmiştir. Bu azalışın proteinlerin su bağlama kapasitesinin düşmesinden kaynaklandığını belirtmektedir. Fermentasyonun viskoziteye etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Meyve ilavesinin fermentasyondan önce yapıldığı örneklerde fermentasyondan sonra yapılan örneklere oranla daha düşük viskozite değerleri saptanmıştır. Örneklerin tümünün psödoplastik davranış sergilediği tespit edilmiştir. Depolamanın reolojik özellikler üzerine etkisi istatistiksel olarak önem arz etmemektedir. Örneklerin tümünün viskozite değerlerinde 21 gün depolama ardından düşüş meydana geldiği tespit edilmiştir.

Literatürde meyvelerin süt ve süt ürünleriyle birlikte tüketiminin biyoerişebilirliklerine etkisinin hala net olarak tespit edilemediği ve yapılan çalışmalarda farklı bulgulara rastlandığı görülebilmektedir. Ürünlerin biyoerişebilirliğinin kesin olarak anlaşılabilmesi için biyoerişebilirlik çalışmalarının *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarla desteklenmesi, biyoerişebilirliği artırmak için gerekli faktörlerin belirlenmesi, depolama sürecinin biyoerişebilirlik üzerine etkisinin araştırılması gerekmektedir. Aynı zamanda elde edilen ürünlerin ticarileştirilmesi, tat, koku, lezzet açısından tüketici taleplerini karşılayabilmesi için duyuusal kabul edilebilirlik analizleri ve lezzet modifikasyonu çalışmalarının da birlikte yürütülmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akın, M. S., Konar, A.,** (1999). İnek ve Keçi Sütlerinden Üretilen ve 15 Gün Süre ile Depolanan Meyveli / Aromalı Yoğurtların Fizikokimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Karşılaştırmalı Bir Araştırma. Tr. J. of Agriculture and Forestry (23) 3, 557-565.
- Aly, S. A., Galal and Neimant, E.A., Elewan, A.,** (2004). Carrot Yoghurt : Sensory Chemical Microbiological Properties and Consumer Acceptance. Pakistan Journal of Nutrition, 3 (6), 322-330.
- Ancos B., Gonzalez E. M. and Cano, P.** (2000). Ellagic acid, vitamin C, and total phenolic contents and radical scavenging capacity affected by freezing and frozen storage in raspberry fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48, 4565-4570.
- Angela Tseng, Yanyun Zhao** (2013)) Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. Food Chemistry 138 ,356–365
- Anonymous,** (2001). TGK. Fermente Sütler Tebliği. R.Gazete 03.09.2001-24512.
- Apak R., Guclu, K., Demirata, B., Ozyurek, M., Çelik, S. E., Bektaşoğlu, B., Berker, K. I. and Dilek Özyurt** (2007) Comparative Evaluation of Various Total Antioxidant Capacity Assays Applied to Phenolic Compounds with the CUPRAC Assay. Molecules, 12, 1496-1547
- Arabshahi-Delouee, S., & Urooj, A.,** (2007). Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. Food Chemistry, 102(4), 1233–1240.
- Arena, E., Fallico, B. and Maccarone, E.,** (2001). Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituents, concentration process and storage. Food Chemistry, 74, 423-427.
- Arnao, M.B.,** (2000). Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case, *Trends in Food Science and Technology*, 11, 419-421
- Arts, M. J. T. J., Haenen, G. R. M. M., Wilms, L. C., Beetstra, S. A. J. N., Heijnen, C. G. M., Voss, H.-P., et al.** (2002). Interactions between flavonoids and proteins: Effect on the total antioxidant capacity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(5), 1184–1187.
- Ayar, A., Sert, D. ve Kalyoncu, İ. H.,** (2005). Farklı Meyveler Kullanılarak Üretilen Yoğurtların Kimyasal, Reolojik ve Duyusal Özellikleri. Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi, 2, 11–19.

- Bartoo, S. A. and Badrie, N.,** (2005). Physicochemical, Nutritional and Sensory Quality of Stirred ‘Dwarf’ Golden Apple (*Spondias Cytherea Sonn*) Yoghurts. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56(6), 445–454.
- Bingham, M.,** (2006). The metabolism of polyphenols by the human gut microbiota. In A. C. Ouwehand, & E. E. Vaughan (Eds.), *Gastrointestinal microbiology*. New York, USA: Taylor & Francis, 155-168.
- Bock, C., & Ternes, W.,** (2010). The phenolic acids from bacterial degradation of the mangiferin aglycone are quantified in the feces of pigs after oral ingestion of an extract of *Cyclopia genistoides* (honeybush tea). *Nutrition Research*, 30(5), 348-357.
- Borkowski, T., Szymusiak, H., Gliszczynska-Swiglo, A., Rietjens, I. M. C. M., & Tyrakowska, B.,** (2005). Radical scavenging capacity of wine anthocyanins is strongly pH-dependent. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(14), 5526–5534.
- Bayoumi, S., Madkor, S.,** (1988). The use of glucono- δ -lactone (GDL) in the manufacture of yoghurt. *Egy. J. Dairy Sci.*, 16 (2), 233-238.
- Bayoumi and Reuter,** (1989). The use of glucono- δ -lactone in the manufacture of yogurt from UF-milk concentrate. *Food Science and Technology Abstracts* Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte, 41(3), 159-165
- Bouayed, J., Hoffmann, L., & Bohn, T.** (2011). Total phenolics, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity following simulated gastrointestinal digestion and dialysis of apple varieties: Bioaccessibility and potential uptake. *Food Chemistry*, 128(1), 14–21.
- Boskov, H., H., Andreassen, M. F., Nielsen, M. M., Larsen, L. M., Bach Knudsen, K. E., Meyer, A. S.,** (2002). Changes in dietary fibre, phenolic acids and activity of endogenous enzymes during rye bread-making. *European Food Research and Technology*, 214(1), 33–42.
- Braune, A., Engst, W., Blaut, M.,** (2005). Degradation of neohesperidin dihydrochalcone by human intestinal bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1782-1790.
- Cemeroğlu, B., Velioğlu, S., Işık, S.,** (1994). Degradation Kinetics of Anthocyanins in Sour Cherry Juice and Consantrate, *J. of Food Sci.*, 59(6), 1216-1219.
- Chu, Q., Lin, M., Tian, X., and Ye, J.** (2006). Study on capillary electrophoresis amperometric detection profiles of different parts of *Morus alba* L. *Journal of Chromatography A*, 1116, 286–290.
- Cabrita, L., Fossen, T., & Andersen, O. M.,** (2000). Colour and stability of the six common anthocyanidin 3-glucosides in aqueous solutions. *Food Chemistry*, 68(1), 101–107.
- Capanoglu, E., ve Boyacioglu, D.** (2009). Meyve ve sebzelerin flavonoid içeriği üzerine işlemenin etkisi. *Akademik Gıda* 7(6), 41-46.

- Castillo-Sanchez JX, Garcia-Falcon MS, Garrido J, Martinez-Carballo E, Martins-Dias LR, Mejuto XC.,** (2008). Phenolic compounds and colour stability of vinho wines: influence of wine-making protocol and fining agents. *Food Chemistry*, 106(1), 18-26.
- Chandan, R.C, Shahani, K.M.,** (1993). Yoghurt. In: *Dairy Science and Technology Handbook: Product Manufacturing, Vol. 2*, Y.H. Hui (Ed.), Wiley-VCH, New York, USA,. 1–56.
- Chung, Y. C., Chang, C. T., Chao, W. W., Lin, C. F., and Chou, S. T.,** (2002). Antioxidative activity and safety of the 50% ethanolic extract from red bean fermented by *Bacillus subtilis* IMR-NK1, *J. Agric. Food Chem.*, 50, 2454-2458.
- Chu, S.-C., & Chen, C.,** (2006). Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha. *Food Chemistry*, 98(3), 502–507.
- Cinbas and Yazici .,**(2008). Blueberry Addition to Yoghurts. *Food Technol. Biotechnol.* 46 (4) 434–441
- Coisson, J. D., Travaglia, F., Piana, G., Capasso, M., & Arlorio, M.,** (2005). Euterpe oleraceae juice as a functional pigment for yogurt. *Food Research International*, 38, 893-897.
- Celik, S. and Bakirci, I.,** (2003.) Some properties of yoghurt produced by adding mulberry pekmez (concentrated juice). *Int. J. Dairy Technol.* 560, 26–29.
- Celik, S., Bakirci, I. and Sat, I. G.,** (2006). Physicochemical and Organoleptic Properties of Yogurt with Cornelian Cherry Paste. *International Journal of Food Properties*, 9, 401–408.
- Del Caro, A., Piga, A., Pinna, I., Fenu, P.M. and Agabbio, M.,** (2004). Effect of drying conditions and storage period on polyphenolic content, antioxidant capacity, and ascorbic acid of prunes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4780-4784.
- Devi, P. S. S. M., & Mohandas, S.** (2012). The effects of temperature and pH on stability of anthocyanins from red sorghum (*Sorghum bicolor*) bran. *African Journal of Food Science*, 6(24), 567–573.
- Donno, D., Beccaro, G.L., Mellano, G.M., Cerutti, A.K., Canterino, S., and Bounous, G.** (2012). Effect of agronomic and environmental conditions on chemical composition of treespecies buds used for herbal preparations. *Journal Article International journal of plant research (VEGETOS)*, 25(1), 21–29.
- Dord-evic', T. M., Šiler-Marinkovic', S. S., and Dimitrijevic' - Brankovic', S. I.,** (2010). Effect of fermentation on antioxidant properties of some cereals and pseudo cereals. *Food Chemistry*, 119(3), 957–963.
- Dubeau, S., Samson, G. And Tfmir-Riahi, A. A.,** (2010). Dual effect of milk on the antioxidant capacity of green, Darjeeling, and English breakfast teas. *Food Chemistry*, 122, 539–545.

- Dueñas, M., Fernández, D., Hernández, T., Estrella, I., and Muñoz, R.,** (2005). Bioactive phenolic compounds of cowpeas (*Vigna sinensis* L.). Modifications by fermentation with natural microflora and with *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917, *J. Sci. Food Agric.*, 85, 297-304.
- Du, Q., Zheng, J., & Xu, Y.** (2008). Composition of anthocyanins in mulberry and their antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 390–395.
- Douaud, C.,** (2007). Yogurt drinks are leading food and beverage product, ACNielsen.NutraIngredients-USA.com Consumer Trends.
- Elmacı, Y. ve Altug, T.,** (2002). Flavour evaluation of three black mulberry (*Morus Nigra*) cultivars using GC/MS, chemical and sensory data. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 82, 632-635.
- Ekşi A, Karadeniz F.,** (2002). Fenoliklerin gıda bileşeni olarak önemi. *Dünya Gıda*, 6(5), 79-82.
- Ercişli, S. ve Orhan, E.,** (2007). Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chemistry* 103, 1380-1384.
- Fazaeli, M., Yousefi, S., Emam-Djomeh, Z.** (2011). Investigation on the effects of microwave and conventional heating methods on the phytochemicals of pomegranate (*Punica granatum* L.) and black mulberry juices. *Food Research International*.
- Fang, Z., Zhang, Y., Lü, Y., Ma, G., Chen, J., Liu, D. and Ye, X.,** (2009). Phenolic compounds and antioxidant capacities of bayberry juices. *Food Chem.*, 113, 884–888.
- Farr, S. B., and Kogoma, T.,** (1991). Tive stress responses in *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium*. *Microbiological Reviews*, 55(4), 561–585.
- Friedman, M., and Jürgens, H. S.,** (2000). Effect of pH on the stability of plant phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6), 2101–2110
- Garcia-Alonso, M., Pascual-teresa, S., Santos-Buelga, C., Rivas-Gonzalo, J.C.,** (2004). Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food Chemistry* 84,13-18.
- Gauche, C., Malagoli, E. d. S., and Bordinon Luiz, M. T.,** (2010). Effect of pH on the copigmentation of anthocyanins from Cabernet Sauvignon grape extracts with organic acids. *Scientia Agricola*, 67, 41–46.
- Gecgel, U., Velioglu, S. D., Velioglu, H.M.** (2011). Investigating Some Physicochemical Properties and Fatty Acid Composition of Native Black Mulberry (*Morus nigra* L.) Seed Oil. *Journal of Oil Chemistry Society* 88:1179–1187.

- Georgé, S., Brat, P., Alter, P., & Amiot, M. J.,** (2005). Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant derived products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1370e1373.
- Gil M.I., Ferreres F., Tomás-Barberán F.A.,** (1999). Effect of postharvest storage and processing on the antioxidant constituents (flavonoids and vitamin C) of fresh cut spinach. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47, 2213–2217.
- Gönç, S., Akalın, A.S.,** (1992). Meyveli yoğurt üretim teknolojisi. *Hasad*, 85, 26-29.
- Gross, G., Jacobs, D. M., Peters, S., Possemiers, S., Van Duynhoven, J., Vaughan, E. E.,** (2010). *In vitro* bioconversion of polyphenols from black tea and red wine/ grape juice by human intestinal microbiota displays strong interindividual variability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 10236-10246.
- Hager, T. J., Howard, L. R. and Prior, R. L.,** (2008). Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed blackberry products, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 689-695.
- Hansen, R.,** (1987). Are we now going to drink raisin milk.? *FSTA* 1J 69.
- Zhang, H., Yu, D., Sun, J., Guo, H., Ding, Q., Liu, R. And Ren., F.,** (2014). Interaction of milk whey protein with common phenolic acids. *Journal of Molecular Structure*, 1058, 28–2339
- Hashim, I. B.,** (2001). Characteristics and Acceptance of Yogurt Containing Date Palm Products. Second International Conference on Date Palms.
- Hernaández, T., Estrella, I., Carlavilla, D., Martí'n-A'lvarez, P. J. and Moreno-Arribas, M. V.,** (2006). Phenolic compounds in red wine subjected to industrial malolactic fermentation and ageing on lees. *Analitica Chimica Acta*, 563, 116–125.
- Hertog, M. G. L., Sweetnam, P. M., Fehily, A. M., Elwood, P. C., & Kromhout, D.,** (1997). Antioxidant flavonols and ischemic heart disease in a welsh population of men: the Caerphilly study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 65, 1489-1494.
- Hur, S. J., Lee, S. Y., Kim, Y. C., Choi, I. And Kim, G. B.,** (2014). Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods *Food Chemistry*, 160 346–356
- Jamali, B., Bjornsdottir, I., Nordfang, O. And Hansen, S.H.,** (2008). Investigation of racemisation of the enantiomers of glitazone drug compounds at different pH using chiral HPLC and chiral CE. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 46(1), 82–87.
- Ju Z., Yuan Y., Liu C., Zhan S. and Wang M.,** (1996). Relationships among simple phenol, flavonoid and anthocyanin in apple fruit peel at harvest and scald susceptibility. *Postharvest Biol. Technol.*, 8, 83-93.

- Juven, B., Henis, Y. and Jacoby, B.,** (1972). Studies on the mechanism of the antimicrobial action of oleuropein. *Journal of Applied Bacteriology*, 35, 721-732.
- Igual, M., Garcia-Martinez, E., Camacho, M. M. and Martinez-Navarrete, N.,** (2011). Changes in flavonoid content of grapefruit juice caused by thermal treatment and storage. *Innov. Food Sci. and Emerg. Technol.*, doi:10.1016/j.ifset.2010.12.010.
- Imran, M., Khan, M., Shah, M., Khan, R., Khan, F.** (2010). Chemical composition and antioxidant activity of certain *Morus* species. *J Zhejiang Univ-Sci B (Biomed & Biotechnol)*, 11(12), 973-980.
- Kailasapathy, K., Harmstorf, I. and Phillips M.,** (2008). Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. lactis in stirred fruit yogurts. *LWT - Food Science and Technology*, 41, 1317–1322
- Kamruzzaman, M., Islam, M. N. and Rahman, M. M.,** (2002). Shelf Life of Different Types of Dahi at Room and Refrigeration Temperature. *Pakistan Journal of Nutrition*, 1(6), 234-237.
- Karaaslan, M., Ozden, M., Vardin, H. and Turkoglu, H.,** (2011). Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts. *LWT – Food Science and Technology*, 44(4), 1065–1072.
- Karadeniz, F., ve Ekşi, A.,** (2001). Elma Suyunda Fenolik Bileşiklerin Proses ve Depolama Sırasında Değişimi. *GIDA*, 26(4), 255-260.
- Karadeniz, F., Burdurlu, H. S., Koca, N., Soyer, Y.,** (2004). Antioxidant Activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turk Journal Agriculture For.*, 29, 297- 303
- Katina, K., Laitila, A., Juvonen, R., Liukkonen, K. H., Kariluoto, S., Piironen, V.,** (2007). Bran fermentation as a means to enhance technological properties and bioactivity of rye. *Food Microbiology*, 24(2), 175–186.
- Kim, Y., Goodner, K. L., Park, J.-D., Choi, J., and Talcott, S. T.,** (2011). Changes in antioxidant phytochemicals and volatile composition of *Camellia sinensis* by oxidation during tea fermentation. *Food Chemistry*, 129(4), 1331–1342.
- Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M. and Gliszczynska-Swiglo A.,** (2007). Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *J. of Food Comp. and Anal.*, 20, 313–322.
- Kurt, A.** (1981). Süt Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 573. Atatürk Üniversitesi Basım Evi.
- Lee, H. Y., Park, J. H., Seok, S. H., Baek, M. W., Kim, D. J., Lee, K. E.,** (2006). Humanoriginated bacteria, *Lactobacillus rhamnosus* PL60, produce conjugated linoleic acid and show anti-obesity effects in diet-induced obese mice. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1761(7), 736–744.

- Lee, J., Durst, R.W., and Wrolstad, R.E.** (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the Ph differential method: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, 88(5), 1269–1278.
- Liang, L., Wu, W., Zhao, T., Zhao, J., Li, F., Zou, Y.,** (2012). *In vitro* bioaccessibility and antioxidant activity of anthocyanins from mulberry (*Morus atropurpurea* Roxb.) following simulated gastrointestinal digestion. *Food Research International* 46 (2012) 76–82.
- Lin, C. H., Wei, Y. T., & Chou, C. C.,** (2006). Enhanced antioxidative activity of soybean koji prepared with various filamentous fungi. *Food Microbiology*, 23(7), 628–633.
- Lin, S., Tornatore, P., & Weinberger, S. R.,** (2001). Limited acid hydrolysis as a means of fragmenting proteins isolated upon ProteinChip_ array surfaces. *European Journal of Mass Spectrometry*, 7, 131-141
- Lubbers, S., Decourcelle, N., Vallet, N., and Guichard, E.,** (2004). Flavor release and rheology behavior of strawberry fatfree stirred yogurt during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(10), 3077–3082.
- Mabbitt, L.A., Chapman, H.R. ve Berridge, N.J.,** (1955). Experiments in cheesemaking without starter. *J. Dairy Res.*, 22, 365-373.
- Marazza, J. A., Garro, M. S., & Savoy de Giori, G.,** (2009). Aglycone production by *Lactobacillus rhamnosus* CRL981 during soymilk fermentation. *Food Microbiology*, 26(3), 333–339.
- Mazza, G.** (1995). Anthocyanins in grapes and grape products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35(4), 341–371.
- McDougall, G.J., Dobson, P., Smith, P., Blake, A. and Stewart, D.** (2005). Assessing potential bioavailability of raspberry anthocyanins using an *in vitro* digestion system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 5896-5904
- Muzolf, M., Szymusiak, H., Gliszczyn' ska-S' wigło, A., Rietjens, I. M. C. M., and Tyrakowska, B. E.,** (2008). PH-dependent radical scavenging capacity of green tea catechins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3), 816–823.
- Najgebauer-Lejko, D., Sady, M., Grega, T. and Walczycka, M.,** (2011) The impact of tea supplementation on microflora, pH and antioxidant capacity of yoghurt .*International Dairy Journal* 21, 568-574
- Nielsen, I. L. F., Haren, G. R., Magnussen, E. L., Dragsted, L. O., & Rasmussen, S. E.,** (2003). Quantification of anthocyanins in commercial black currant juices by simple high-performance liquid chromatography. Investigation of their pH stability and antioxidative potency. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(20), 5861–5866.

- Nave F, Cabrita MJ, Teixeira da Costa C.,** (2007). Use of solid-supported liquid-liquid extraction in the analysis of polyphenols in wine. *Journal of Chromatography A*, 1169, 23-30
- Nicoli, M.C., Anese, M. and Parpinel, M.,** (1999). Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, 10(3), 94-100.
- Ng, C.-C., Wang, C.-Y., Wang, Y.-P., Tzeng, W.-S., & Shyu, Y.-T.,** (2011). Lactic acid bacterial fermentation on the production of functional antioxidant herbal *Anoectochilus formosanus* Hayata. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 111(3), 289–293.
- Obón, J. M., Díaz-García, M. C., Castellar, M. R.,** (2011). Red fruit juice quality and authenticity control by HPLC. *J. Food Comp. Anal.*, 24, 760–771.
- Okuda, T.,** (1999). Antioxidants in herbs. In L. Packer, M. Hiramatsu, & T. Yoshikawa (Eds.), *Antioxidants food supplements in human health*. San Diego, USA: Academic Press., 393-410
- Othman, N. B., Roblain, D., Chammen, N., Thonart, P., and Hamdi, M.,** (2009). Antioxidant phenolic compounds loss during the fermentation of Chetoui olives. *Food Chemistry*, 116(3), 662–669.
- Ozgen, M., Serçe, S. and Kaya, C.,** (2009). Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich *Morus nigra* and *Morus rubra* fruits. *Scien. Horticul.*, 119, 275–279.
- Ozturk, S. ve Akyüz, N.,** (1995). Meyveli Yoğurt Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Milli Prodüktivite yayınları No: 548, Ankara, 111-121.
- Pacheco-Palencia, L. A. and Talcott, S. T.,** (2010). Chemical stability of açai fruit (*Euterpe oleracea* Mart.) anthocyanins as influenced by naturally occurring and externally added polyphenolic cofactors in model systems. *Food Chem.*, 118, 17–25.
- Papadopolou, A., and Frazier, R. A.,** (2004). Characterization of protein-polyphenol interactions. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 186-190.
- Parada, J., Aguilera, J.M.,** (2007). Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. *Journal of Food Science* 72, 21–32.
- Parnell-Clunies, E.M., Kakuda, Y., Mullen, K. Arnott, D.R. and Man., J.M.,** (1986). Physical Properties of yoghurt: A Comparison of Vat Versus Continuous Heating Systems of Milk. *Journal of Dairy Science*, 69, 2593-2603.
- Pawslowska, A.M., Oleszek, W., Braca, A.** (2008). Quali-quantitative Analyses of Flavonoids of *Morus nigra* L. and *Morus alba* L. (Moraceae) Fruits. *Journal Agricultural Food Chemistry* 56, 3377–3380.

- Penney, G. Henderson, C. Blum and Johnson-Green, P.,** (2004). The potential of phytopreservatives and nisin to control microbial spoilage of minimally processed fruit yoghurts, *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 5, 369–375.
- Pérez-Vicente, A., Gil-Izquierdo, A., and García-Viguera, C.,** (2002). *In vitro* gastrointestinal digestion study of pomegranate juice phenolic compounds, anthocyanins, and vitamin C. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(8), 2308–2312.
- Pilando, L.S., Wrolstad, R.E., and Heatherball, D.A.,** (1985). Influence of Fruit Composition Maturity and Mold Contamination on the Color and Appearance of Strawberry Wine. *Journal of Food Science*, 50, 1121-1125.
- Piljac-Zegarac, J., Valek, L., Martinez, S. and Belcak, A.,** (2009). Fluctuations in the phenolic content and antioxidant capacity of dark fruit juices in refrigerated storage. *Food Chem.*, 113, 394–400
- Plet, B.,** (2006). Wine astringency approached by MS/MS analysis of peptide-tannins supramolecular complexes. In The 54th ASMS conference on mass spectrometry on Seattle.
- Poutanen, K., Flander, L., and Katina, K.,** (2009). Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective, *Food Microbiol.*, 26, 693-699.
- Pyo, Y. H., Lee, T. C., and Lee, Y. C.,** (2005). Enrichment of bioactive isoflavones in soymilk fermented with b-glucosidase-producing lactic acid bacteria, *Food Res. Int.*, 38, 551-559.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G.,** (1996). Structure–antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20, 933–956.
- Rodriguez, H., Curiel J. A., Landete, J. M., Rivas, B., Felipe, F. L., Cordoves, C. G., Mancheno, J. M. and Munoz, R.,** (2009). Food phenolics and lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 132, 79-90.
- Sandström, B.,** (2001). Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. *British Journal of Nutrition*, 85(2), 181-185
- Sanchez-Torres, P., Gonzalez-Candelas, L., & Ramon, D.,** (1998). Heterologous expression of *Candida molischiana* anthocyanin-b-glucosidase in wine yeast strain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(1), 354-360.
- Scalzo, J., Politi, A., Pellegrini, N., Mezzetti, B. and Battino, M.,** (2005). Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition*, 21, 207–213.
- Scibisz, I., Ziarno, M., Mitek, M. and Dorota Zare** (2012) Effect of probiotic cultures on the stability of anthocyanins in blueberry yoghurts. *Food Science and Technology*, 49, 208-212
- Söylemezoğlu G.,** (2003). Üzümdeki fenolik bileşikler. *Gıda*, 28(3), 277-285.

- Serpelloni, M., Lefevre, P. and Dusautois, C.,** (1990). Glucono-delta-lactone in milk ripening. *Dairy . Ind. Int.*, 55 (2), 35-37-39.
- Shiffman, H.,** (1988). The market for yogurt is still attractive. *FSTA 6D* 4.
- Skrede, G., Bryhn Larsen, V., Aaby, K., Skivik Jorgensen, A., Birkeland, S.E.,** (2004). Antioxidative properties of commercial fruit preparations and stability of bilberry and black currant extracts in milk products. *Journal of Food Science*, 69, 351-356
- Song, W., Wang, H.J., Bucheli, P., Zhang, P.F., Wei, Z.I., Lu, Y.H.** (2009). Phytochemical Profiles of Different Mulberry (*Morus* sp.) Species from China. *Journal Agricultural Food Chemistry* 57, 9133–9140.
- Spanos, G.A., Wrolstad, R.E.,** (1990). Influence of variety, maturity, processing and storage on the phenolic composition of pear juice. *J. Agric. Food Chemistry*, 38(3), 817-824
- Srivastava, A., Akoh, C.C., Yi, W., Fischer, J., Krewer, G.,** (2007). Effect of storage conditions on the biological activity of phenolic compounds of blueberry extract packed in glass bottles, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 2705-2713.
- Stead, D.,** (1993). The effect of hydroxycinnamic acids on the growth of wine-spoilage lactic acid bacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 75, 135–141.
- Tabasco, R., Sánchez-Patán, F., Monagas, M., Bartolomé, B., Victoria Moreno-Arribas, M., Peláez, C.,** (2011). Effect of grape polyphenols on lactic acid bacteria and bifidobacteria growth: resistance and metabolism. *Food Microbiology*, 28(7), 1345-1352.
- Tadapaneni, R. K., Banaszewski, K., Patazca, E., Edirisinghe, I., Cappozzo, J., Jackson, L.,** (2012). Effect of high-pressure processing and milk on the anthocyanin composition and antioxidant capacity of strawberry-based beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 5795–5802.
- Tamime, A. Y. and Robinson, R.K.,** (1985). *Yoghurt Science and Technology*. Pergamon Press Ltd. England. 431.
- Tarakçı, Z. and Küçüköner, E.,** (2003). Physical, Chemical Microbiological and Sensory Characteristics of Some Fruit-Flavored Yoghurt. *YYÜ Vet Fak Derg.*, (14), 10-14.
- Tehrani and Shahidi,** (2008). Optimizing of fruit yoghurt formulation and evaluating its quality during storage. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science*, 3, 922–927.
- Torskangerpoll, K., & Andersen, O. M.,** (2005). Colour stability of anthocyanins in aqueous solutions at various pH values. *Food Chemistry*, 89(3), 427-440.

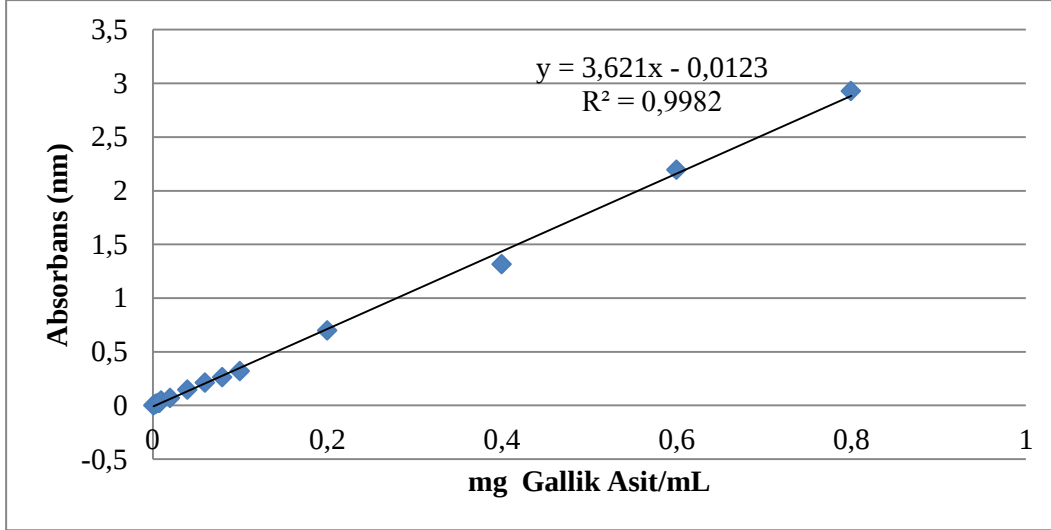
- Trigueros, L., Sayas-Barberá, E., Pérez-Álvarez, J.A. and Sendra, E.,** (2012). Use of date (*Phoenix dactylifera* L.) blanching water for reconstituting milk powder: Yogurt manufacture. *Food Bioprod. Proc.*, 90, 506–514.
- Tunail, N. ve Köşker, Ö.,** (1989). Süt Mikrobiyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 966,17, 137.
- House, W.A.,** (1999).Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. *Field Crops Research*, 60, 115-141.
- Wallace, T. C., and Giusti, M. M.,** (2008). Determination of color, pigment, and phenolic stability in yogurt systems colored with nonacylated anthocyanins from *Berberis boliviana* L. as compared to other natural/synthetic colorants. *Journal of Food Science*, 73(4), 241–248.
- Watine, P., Freres, R.,** (1990). Use of glucono delta lactone in cheese manufacture, 2n° Cheese symposium 22-23 November. National Dairy Products Research Center, Moorepark Ireland, 89-94.
- Whiting, C.G. and Coggins, R.A.,** (1969). Quinate metabolism by lactobacilli. *Biochemical Journal* 115, 60-61.
- Winter, J., Moore, L. H., Dowell, V. R., and Bokkenheuser, V. D.,** (1989). C-ring cleavage of flavonoids by human intestinal bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 55(5), 1203-1208.
- Withy, L.M., Nguyen, T.T., Wrolstad, R.E. and Heatherbell, D.A.,** (1993). Storage Changes in Anthocyanin Content of Red Raspberry Juice Concentrate. *Jornal of Food Science*, 58, 190-192.
- Vargas, M., Chafer, M., Albors, A., Chiralt, A. and Gonzalez- Martinez, C.,** (2008). Physicochemical and sensory characteristics of yogurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. *International Dairy Journal*, 18, 1146-1152.
- Velioglu, Y.S., Mazza G., Gao, L. and Oomah, B.D.** (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4113-4117.
- Vinson, J.A., Xuehui, S., Ligia, Z., Bose, P.,** (2001). Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 5315-5321.
- Vobl, K., Makarova, A.,** (1984). Fruit containing milk in the German Federal Republic. *Dairy Sci. Abstr.*, 46 (10), 6602.
- Yüksekdağ, Z. N., Beyath, Y., and Aslim, B.,** (2004). Metabolic activities of *Lactobacillus* spp. strains isolated from kefir. *Nahrung*, 48(3), 218-220.
- Yigit N., Yigit D., Özgen U. Ve Aktas A. E.,** (2007). Karadut (*Morus Nigra* L.) un Antikandidal Aktivitesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 37 (3), 169-173
- http://www.food.hacettepe.edu.tr/turkish/ouyeleri/gmu428/bilesenler_2_fenolikler.pdf

EKLER LİSTESİ

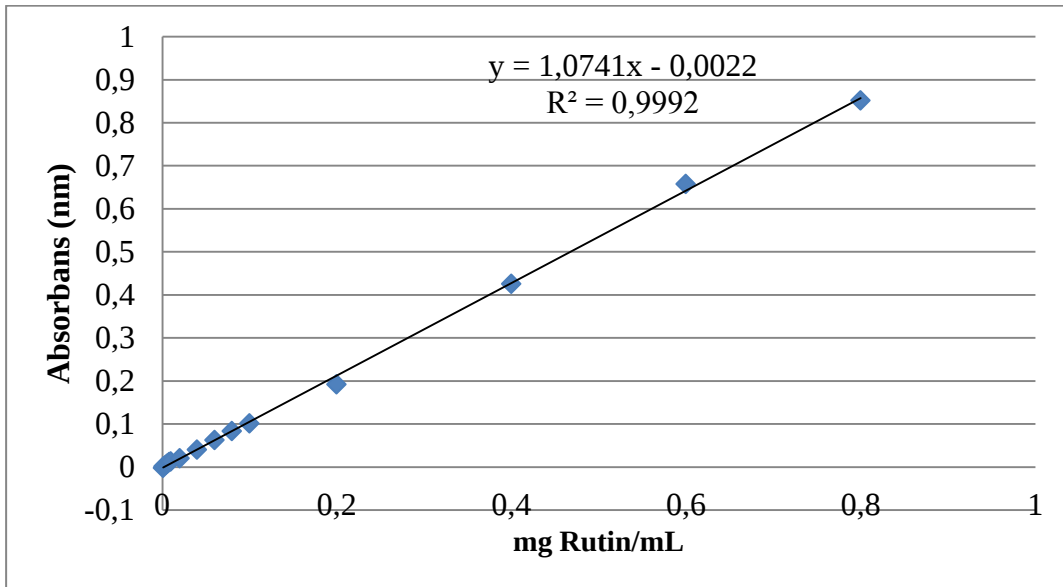
Sayfa

Ek A.1	: %80'lik su- ethanol'deki toplam fenolik madde kalibrasyon eğrisi....	102
Ek A.2	: %80'lik su- ethanol'deki toplam flavonoid madde kalibrasyon eğrisi	102
Ek A.3	: %80'lik su- ethanol'deki CUPRAC madde kalibrasyon eğrisi.....	103
Ek A.4	: %80'lik su- ethanol'deki DPPH madde kalibrasyon eğrisi.....	103
Ek A.5	: %80'lik su- ethanol'deki ABTS madde kalibrasyon eğris.....	104
Ek B.1	: Taze karadutun(A) 512 nm'deki kromatogramı.....	104
Ek B.2	: Pastörize karadutun(B) 512 nm'deki kromatogramı	104
Ek B.3	: Pastörize sütün(C) 512 nm'deki kromatogramı	105
Ek B.4	: Isıl işlem uygulanmış sütün(D) 512 nm'deki kromatogramı.....	105
Ek B.5	: Keçiyoynuzu gamı ilaveli sütün(E) 512 nm'deki kromatogramı	105
Ek B.6	: Starter kültürlü sade yoğurdun(F) 512 nm'deki kromatogramı	105
Ek B.7	: Glukano-delta-laktonlu sade yoğurdun(G) 512 nm'deki kromatogramı.....	106
Ek B.8	: Fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli GDL'lu yoğurdun(H) 512 nm'deki kromatogramı	106
Ek B.9	: Fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli GDL'lu yoğurdun(I) 512 nm'deki kromatogramı	106
Ek B.10	: Fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurdun(J) 512 nm'deki kromatogramı	106
Ek B.11	: Fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurdun(K) 512 nm'deki kromatogramı	106
Ek B.12	: Fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurdun(L) 512 nm'deki kromatogramı	107
Ek B.13	: Fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurdun(M) 512 nm'deki kromatogramı.....	107
Ek B.14	: %6 meyve ilaveli sütün(N) 512 nm'deki kromatogramı	107
Ek B.15	: %6 meyve ilaveli sütün(O) 512 nm'deki kromatogramı	107

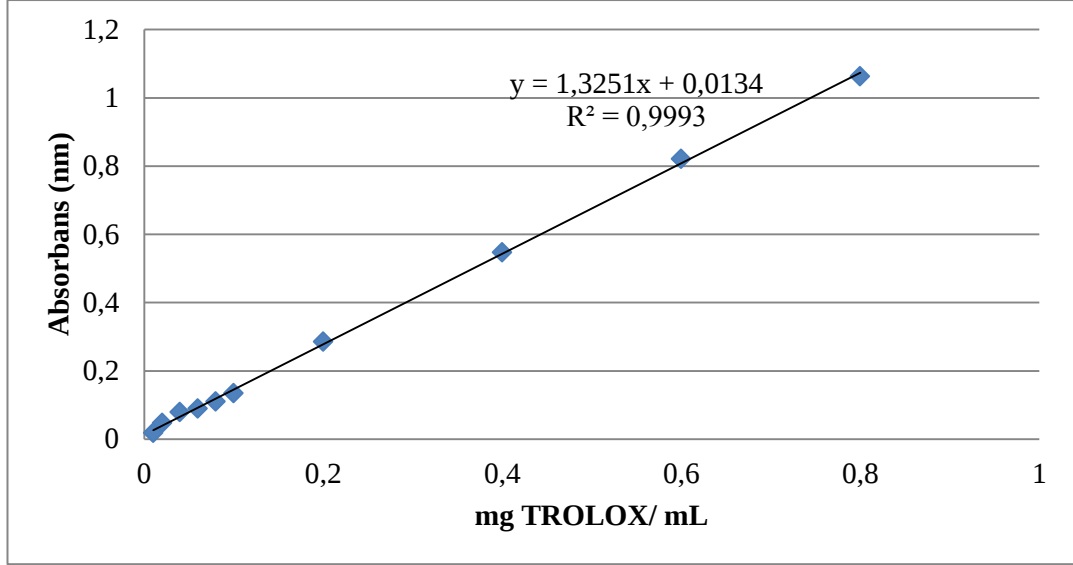
EK A: KALİBRASYON EĞRİLERİ



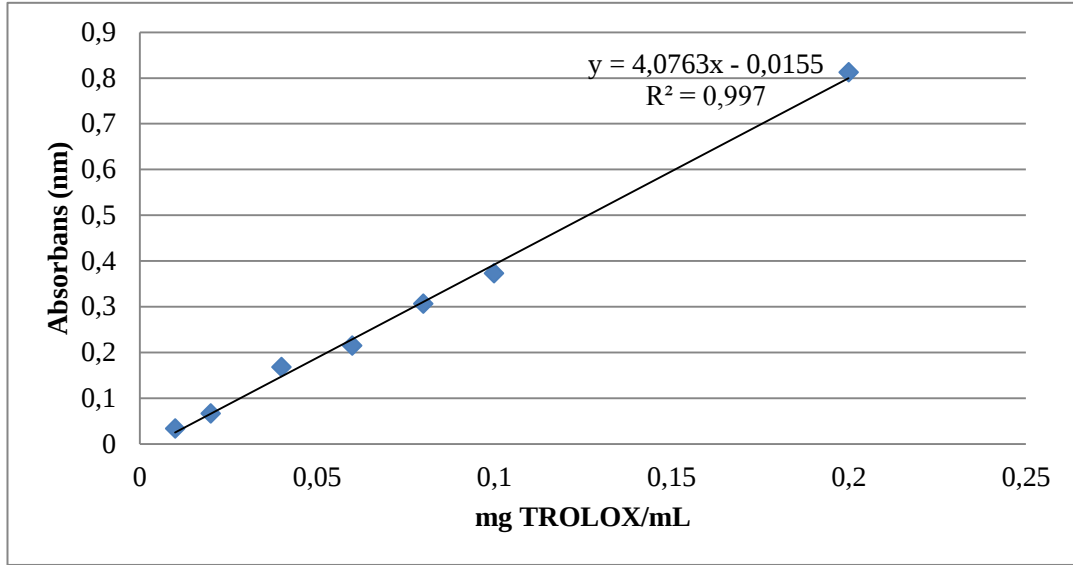
Ek A.1: %80'lik su-ethanol'deki toplam fenolik madde kalibrasyon eğrisi.



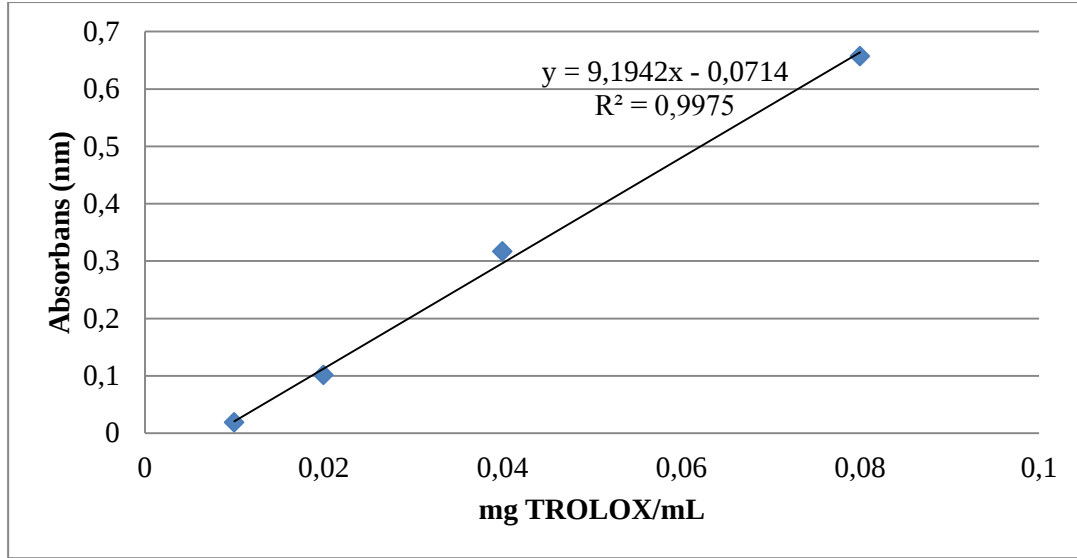
Ek A.2: %80'lik su-ethanol'deki toplam flavonoid madde kalibrasyon eğrisi.



Ek A.3: %80'lik su-ethanol'deki CUPRAC madde kalibrasyon eğrisi.

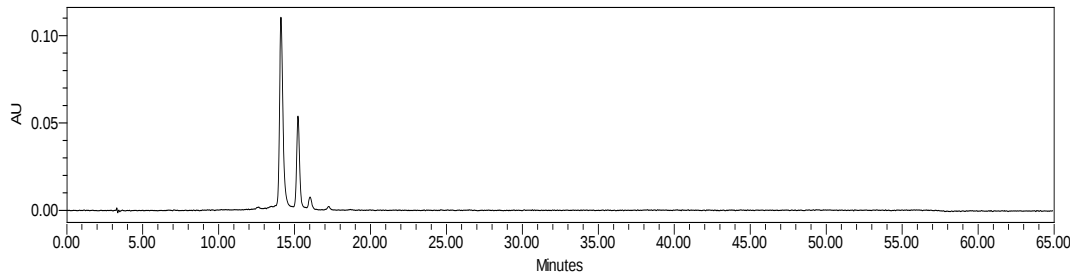


Ek A.4: %80'lik su-ethanol'deki DPPH madde kalibrasyon eğrisi.

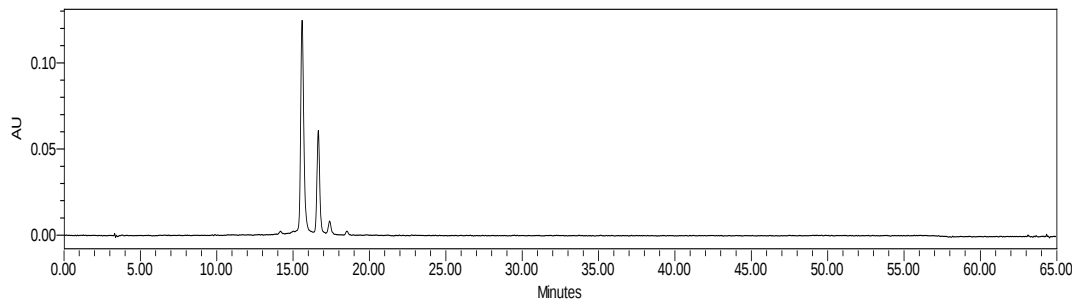


Ek A.5: %80'lik su-ethanol'deki ABTS madde kalibrasyon eğrisi.

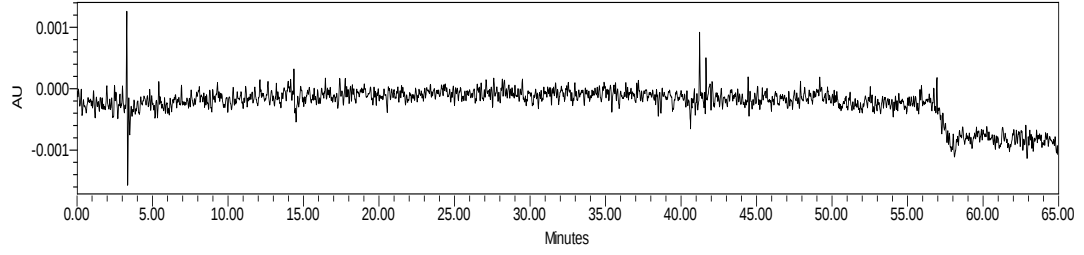
Ek B: HPLC KROMATOGRAMLARI



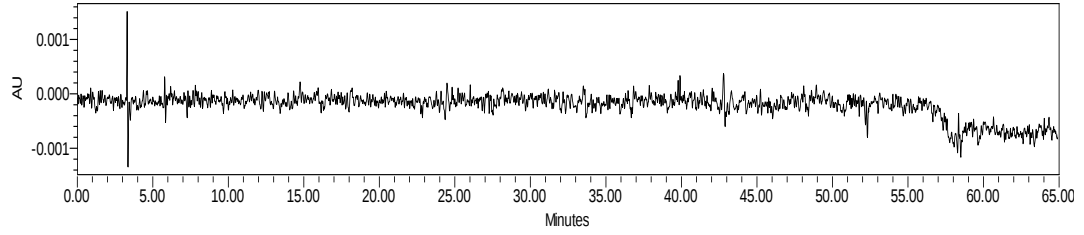
Ek B.1: Taze karadutun(A) 512 nm'deki kromatogramı.



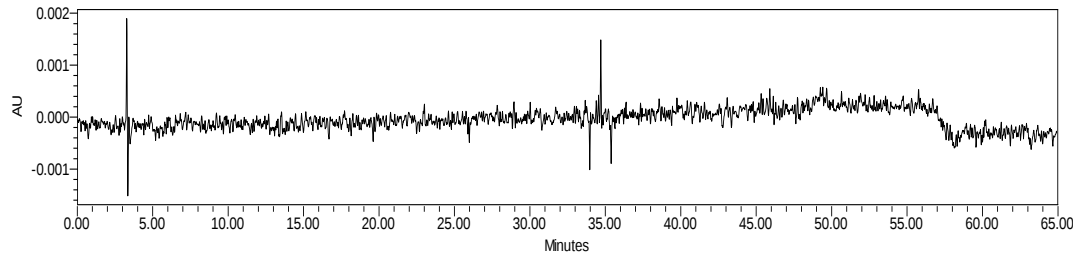
Ek B.2: Pastörize karadutun(B) 512 nm'deki kromatogramı.



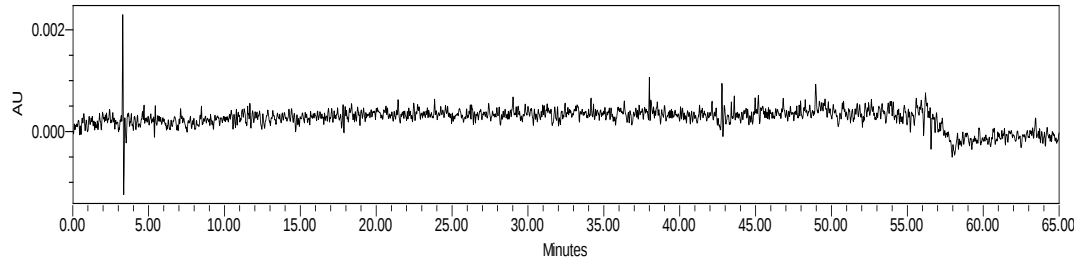
Ek B.3: Pastörize sütün(C) 512 nm’deki kromatogramı.



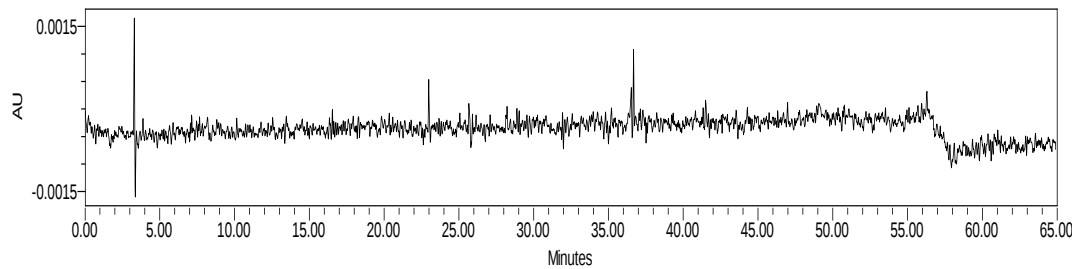
Ek B.4: Isıl işlem uygulanmış sütün(D) 512 nm’deki kromatogramı.



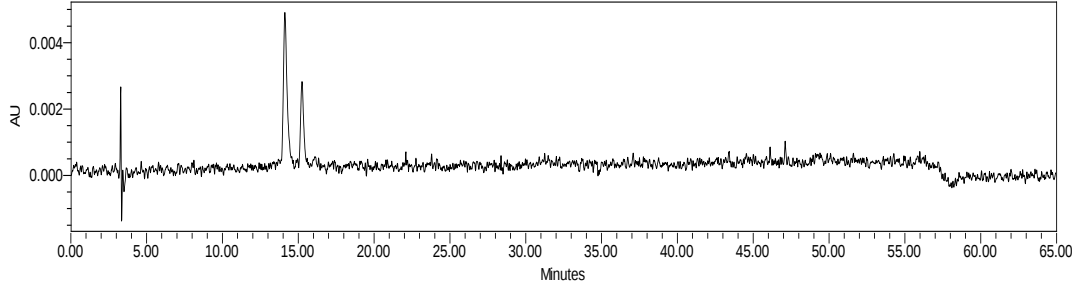
Ek B.5: Keçiyoynuzu gamı ilaveli ısıtılmış sütün(E) 512 nm’deki kromatogramı.



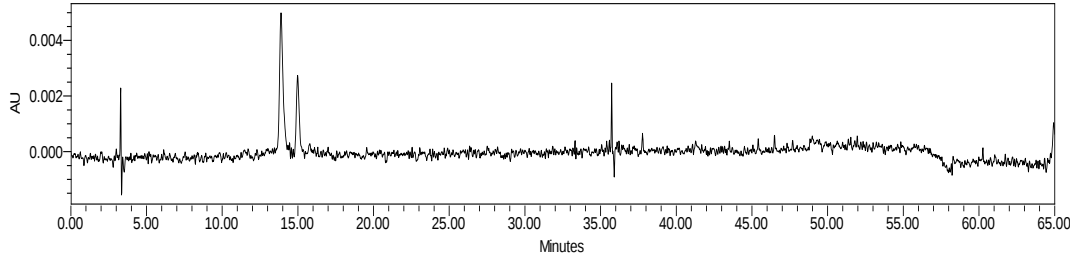
Ek B.6: Starter kültürlü sade yoğurdun(F) 512 nm’deki kromatogramı.



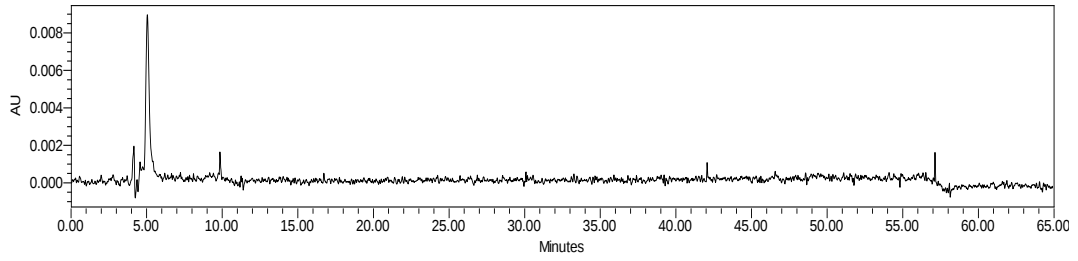
Ek B.7: Glukano-delta-lakton’lu sade yoğurdun(G) 512 nm’deki kromatogramı.



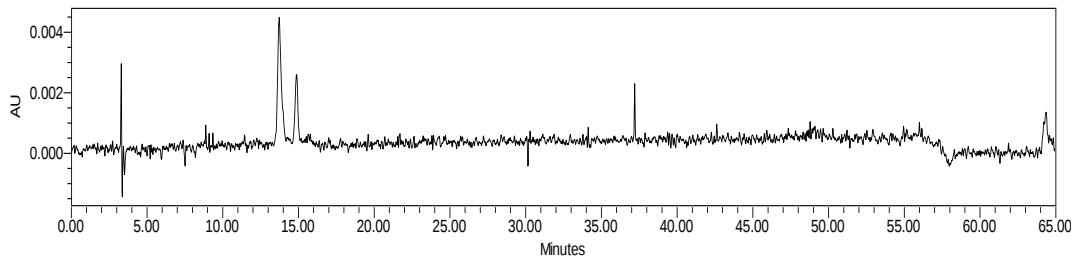
Ek B.8: Fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli GDL'lu yoğurdun(H) 512 nm'deki kromatogramı.



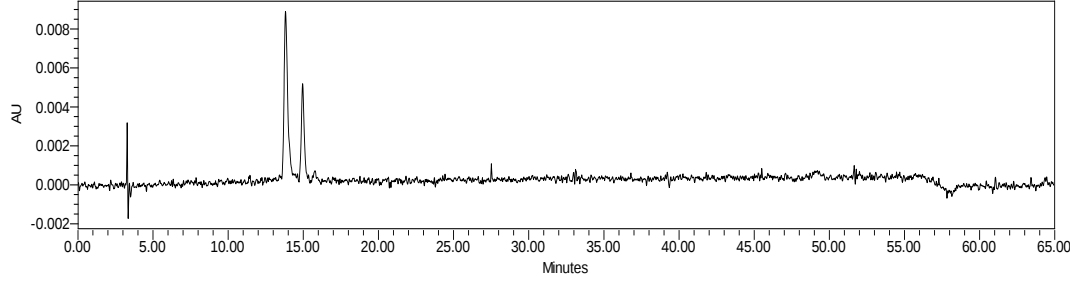
Ek B.9: Fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli GDL'lu yoğurdun(I) 512 nm'deki kromatogramı.



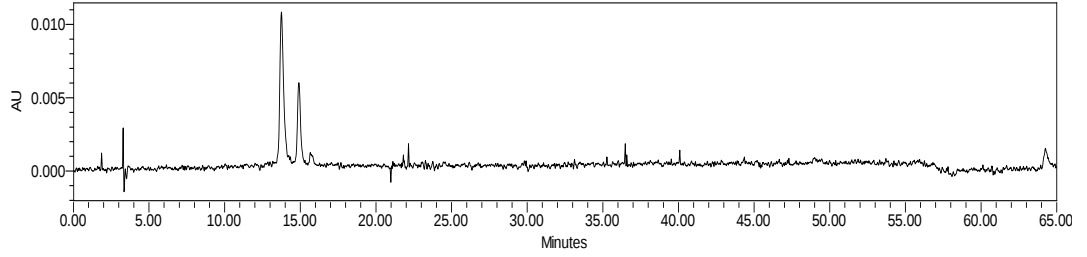
Ek B.10: Fermentasyondan önce %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurdun(J) 512 nm'deki kromatogramı.



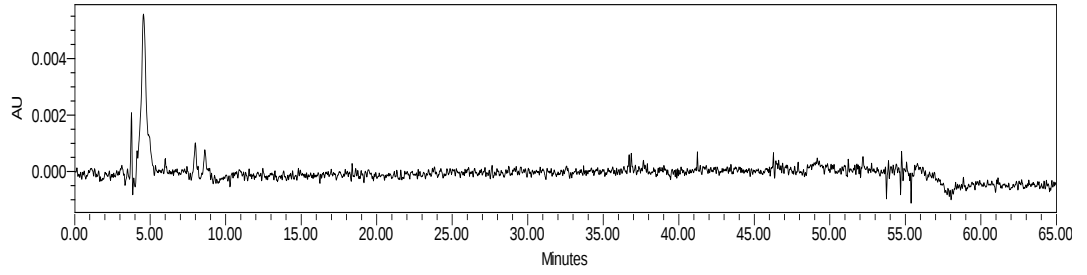
Ek B.11: Fermentasyondan sonra %6 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurdun(K) 512 nm'deki kromatogramı.



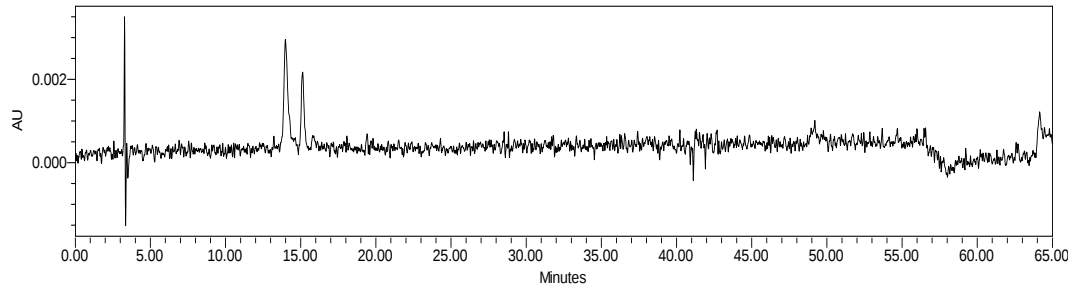
Ek B.12: Fermentasyondan önce %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurdun(L) 512 nm'deki kromatogramı.



Ek B.13: Fermentasyondan sonra %12 meyve ilaveli starter kültürlü yoğurdun(M) 512 nm'deki kromatogramı.



Ek B.14: %6 meyve ilaveli sütün(N) 512 nm'deki kromatogramı.



Ek B.15: %12 meyve ilaveli sütün(O) 512 nm'deki kromatogramı.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Nihal Durmuş
Doğum Yeri ve Tarihi : Tokat/1990
E-Posta : nihaldurmuss@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2012, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

MESLEKİ DENEYİM:

- 2010 Dimes Gıda San. Ve Tic. A.Ş. - Üretim ve Laboratuvar Stajı
- 2011 Pendik Nişasta San. A.Ş. - Üretim ve Laboratuvar Stajı
- 2011 Kellogg Med Gıda San. Ve Tic. Ltd. Şti - Üretim ve Laboratuvar Stajı
- 2012-2013 Simit Sarayı Yatırım ve Ticaret A.Ş.- Ar-Ge Mühendisi