

**RESVERATROLÜN YOĞURTTA TEKSTÜREL
NİTELİKLERİ GELİŞTİRME OLANAKLARI**

**TEXTURAL EVALUATION POSSIBILITIES OF
RESVERATROL IN YOGURT**

HÜSEYİN EMİRDAĞI

PROF. DR. YAŞAR KEMAL ERDEM

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak hazırlanmıştır.

2014

HÜSEYİN EMİRDAĞI' nın hazırladığı “**Resveratrolün Yoğurtta Tekstürel Nitelikleri Geliştirme Olanakları**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'** nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr.

Başkan

.....

Prof. Dr. Yaşar Kemal ERDEM

Danışman

.....

Prof. Dr.

Üye

.....

Prof. Dr.

Üye

.....

Prof. Dr.

Üye

.....

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fatma SEVİN DÜZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

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

beyan ederim.

16/01/2014

HÜSEYİN EMİRDAĞI

ÖZET

RESVERATROLÜN YOĞURTTA TEKSTÜREL NİTELİKLERİ GELİŞTİRME OLANAKLARI

Hüseyin EMİRDAĞI

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yaşar Kemal ERDEM

Ocak 2014, 46 sayfa

Bu tez kapsamında doğal bir polifenol olan resveratrolün, süt proteinleri ile etkileşimi sonucu; yoğurt üretiminde önemli parametrelerden, ürünün tekstürel özellikleri ve su tutma kapasitesi üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu niteliklerin uygulamalarda legal ve illegal birçok katkı maddesi ile iyileştirilmeye çalışıldığı bilinmektedir. Çeşitli bitkisel kaynaklardan elde edilen zengin fenolik bileşik ekstraktları ile saf fenolik bileşiklerin süt ve dolayısıyla süt ürünlerinin kararlılığını belirgin bir şekilde arttırabileceği düşünülmektedir. Fenolik bileşiklerin yoğurdun tekstürel kararlılığı üzerine etkisinin, süt proteinleri-resveratrol etkileşimleri ile ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir. İşlevsel olarak kullanılabilirliğinin yanı sıra, resveratrol kullanımıyla ürünün beslenme ve sağlık niteliklerinin geliştirilmesi de olasıdır. Bu tez çalışmasında resveratrolün yoğurdun tekstürel niteliklerini geliştirebilme ve fonksiyonelliğine katkıda bulunabilme olasılığı üzerinde çalışılmıştır.

Resveratrolün süt proteinleri ile etkileşiminin ve etkileşimin doğasının belirlenebilmesi amacıyla RP-HPLC yöntemi ile resveratrol analizi

gerçekleştirilmiştir. Eklenen resveratrolün yaklaşık %85' inin süt proteinleri ile etkileşime girdiği belirlenmiştir.

Resveratrol, üzerinde yoğun çalışmaların yürütüldüğü biyoaktif bir bileşendir. Bu tez çalışması sonucunda, daha önce yürütülmüş olan çalışmalarla uyumlu biçimde, etkin bir resveratrol-süt proteinleri bağlanmasının gerçekleştiği gözlenmiştir. Resveratrol ile süt proteinleri arasındaki etkileşimin doğasına ve farklı resveratrol derişimlerinin etkisine ilişkin ileri çalışmaların yürütülmesinin bu konudaki eksikliklerin giderilmesine katkıda bulunacağı öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Resveratrol, süt proteinleri, bağlanma, yoğurt, tekstür, su tutma kapasitesi.

ABSTRACT

TEXTURAL EVALUATION POSSIBILITIES OF RESVERATROL IN YOGURT

Hüseyin EMİRDAĞI

Master of Science, Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Yaşar Kemal ERDEM

January 2014, 46 pages

The scope of this thesis is to determine the effect of the interaction between milk proteins and natural polyphenol resveratrol on the textural properties and water holding capacity, which are important parameters in the production of yogurt. These qualifications in application are tried to treat with legal and illegal many additives as is known. It is thought that phenolic compounds derived from various plant sources rich in phenolic compounds and pure extracts could increase the stability of milk and thus dairy products significantly. Phenolic compounds' effect on the stability of the yogurt texture is considering that can be associated with milk proteins-resveratrol interactions. Beside the the functional utilization of resveratrol, it is also possible to improve nutritional characteristics and health benefits of the product. In this thesis it was studied about possibility of resveratrol could improve the textural properties of yogurt and also contribute functionality.

Resveratrol analysis is performed with the RP-HPLC in order to determine the interaction between resveratrol and milk proteins and the nature of this interaction. It is determined that approximately %85 of added resveratrol was interact with milk proteins.

Resveratrol is a bioactive component that intensive research is being carried out on. As a result of this thesis study also compitable with previous studies that observed as an effective resveratrol-milk proteins binding occurs. Carrying out the

further studies about the nature of interaction between resveratrol and milk proteins and the effect of different concentrations of resveratrol that expected to contribute to the elimination of the deficiencies in this issue.

Key words: Resveratrol, milk proteins, binding, yogurt, texture, water holding capacity.

TEŞEKKÜR

Yalnızca eğitim hayatımda değil, tüm hayatımda deneyimlerini özverili bir biçimde benimle paylaşan, yol gösteren ve tezimi yöneten, bana güven veren değerli danışmanım Prof. Dr. Yaşar Kemal Erdem' e en derin saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında bana hep destek olan ve bilgilerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Zerrin Yüksel ve Gıda Yüksek Mühendisi Elif Avcı' ya, Gıda Yüksek Mühendisi Furkan Acar'a, Arş. Gör. Seda Yıldırım' a ve Arş. Gör. Ecem Evrim Çelik' e,

Deneysel çalışmalarına katkılarından dolayı Uzm. Yelda Zencir' e ve Uzm. Selin Heybeli' ye,

Bu tezin yürütülmesinde her türlü çalışma olanağını sağlayan Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü' ne,

Varlığıyla bana güç veren bütün arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca desteklerini ve inançlarını benden esirgemeyen, bana her türlü olanağı sunan canım aileme ve Türk Eğitim Derneği ailesine, en içten minnet ve teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER.....	viii
ŞEKİLLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Süt Proteinleri.....	3
2.2. Yoğurt	6
2.3. Resveratrol	11
2.4 Resveratrolün Sağlık Üzerine Etkileri	13
2.5. Resveratrol İçeren Gıdalar ve İçerdikleri Resveratrol Miktarı.....	15
2.6. Polifenol-Protein Etkileşimleri.....	16
3. MATERYAL ve METOT	19
3.1. Materyal	19
3.2. Metot.....	19
3.2.1. Resveratrol Çözeltilerinin Hazırlanması	19
3.2.2. Genel Süt Analizleri	20
3.2.2.1. Kuru Madde Analizi	20
3.2.2.2. Titrasyon Asitliği Analizi	20
3.2.2.3. Yağ Analizi	20
3.2.2.4. pH Analizi	20
3.2.2.5. Toplam Protein Analizi	20
3.2.3. Isıl İşlem Uygulaması	20
3.2.4. Yoğurt Örneklerinin Hazırlanması ve Depolanması	20
3.2.5. Tekstür Analizi.....	21
3.2.6. Su Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi.....	21
3.2.7. Resveratrolün RP-HPLC ile Belirlenmesi	21
3.2.8. Resveratrol ile Süt Proteinleri Etkileşiminin RP-HPLC ile Belirlenmesi.....	22

3.2.9. Araştırma Sonuçlarının İstatiksel Olarak Değerlendirilmesi	23
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	24
4.1. Genel Süt Analizleri	24
4.2. <i>trans</i> -Resveratrol ve Süt Proteinlerinin Etkileşimi.....	24
4.2.1. <i>trans</i> -Resveratrolün RP-HPLC ile Belirlenmesi ve İçeriğinin Saptanması.....	25
4.2.2. Resveratrol ve Süt Proteinleri Etkileşiminin Nicel Olarak Belirlenmesi	26
4.3. Resveratrol-Protein Etkileşimlerinden Yoğurtta Yararlanma Olanakları.....	27
4.3.1. Yoğurt Örneğlerinin pH Değerlerine İlişkin Sonuçlar	27
4.3.2. Yoğurt Örneğlerinde Resveratrol-Protein Etkileşimlerinin Belirlenmesi.....	28
4.3.3. Resveratrol-Protein Etkileşimlerinin Yoğurdun Tekstürel Özelliklerine Etkileri	29
4.3.4. Resveratrol-Protein Etkileşimlerinin Yoğurdun Su Tutma Kapasitesi Üzerine Etkileri.....	33
5. ÖNERİLER	35
KAYNAKLAR.....	36
ÖZGEÇMİŞ.....	46

ÇİZELGELER

Sayfa

Çizelge 4.1. Yoğurt üretiminde kullanılan süt örneklerinin genel nitelikleri (ortalama).....	24
Çizelge 4.2. Yoğurt örneklerinin depolama süresince resveratrol (bağlı ve serbest) derişimindeki değişim (ppm)	26

ŞEKİLLER

Sayfa

Şekil 2.1. <i>trans</i> -Resveratrol ve <i>cis</i> -resveratrol ve piseidlerinin görünümü	12
Şekil 2.2. Fenilalanin, arjinin, prolin ve <i>trans</i> -resveratrol açık formülleri	17
Şekil 3.1. <i>trans</i> -Resveratrol kalibrasyon eğrisi	22
Şekil 4.1. Gün ışığına bırakılan <i>trans</i> -resveratrolün <i>cis</i> formuna dönüşümünü gösteren RP-HPLC kromatogramı.....	25
Şekil 4.2. Farklı derişimlerdeki <i>trans</i> -resveratrole ait RP-HPLC kromotogramları.....	26
Şekil 4.3. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt pH' sı üzerine etkisi.....	27
Şekil 4.4. Yoğurt örneğinde <i>trans</i> -resveratrole ait RP-HPLC kromotogramı.....	29
Şekil 4.5. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt örneklerinin pıhtı sertliğı üzerine etkisi	30
Şekil 4.6. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt örneklerinde gumminess üzerine etkisi	31
Şekil 4.7. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt örneklerinin konik prob pıhtı sertliğı üzerine etkisi	31
Şekil 4.8. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt örneklerinin konik prob iş üzerine etkisi	32
Şekil 4.9. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt örneklerinin disk ile gerçekleştirilen % relaksasyon üzerine etkisi.....	33
Şekil 4.10. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt su tutma kapasitesi üzerine etkisi.....	34

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

α	Alfa
β	Beta
κ	Kapa
r	Korelasyon Katsayısı

Kısaltmalar

RP-HPLC	Ters Faz Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi
β -Lg	Beta Laktoglobulin
α -La	Alfa Laktalbumin
CCP	Kollaidal Kalsiyum Fosfat
TPA	Tekstür Profil Analizi
UV	Mor Ötesi
COX	siklooksijenaz-2 antikor
PPAR	peroksizom proliferatör ile aktive edilen reseptörler
eNOS	endotelyal nitrik oksit sentetaz enzimi
SIRT1	Sirtuin 1 proteini
BSA	Sığır Serum Albumini
A.O.Ç.	Atatürk Orman Çiftliği
ODS2	Oktadesilsilil bağlı silika
TFA	Trifloroasetik Asit
BET	Çevrimli Akışkanlık Testi
WHC	Su Tutma Kapasitesi

1. GİRİŞ

Bitkilerin bileşiminde yaygın olarak bulunan fenolik bileşikler, insan diyetinin de önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu bileşikler antioksidan özelliklerinden dolayı beslenme ve sağlık açısından önem taşımaktadırlar. Polifenoller bir ya da daha fazla hidroksi (-OH) grubu içeren bir aromatik halkadan oluşmakta ve basit moleküllerden yüksek molekül ağırlıklı kompleks polimerlere kadar değişen yapılar sergilemektedirler. Antioksidan aktivite, fenolik bileşiklerin yapısına, özellikle hidroksi gruplarının sayısı ve konumuna ve aromatik halkadaki yerine bağlıdır. Meyve, sebze, içecekler (şarap ve çay) ve kakao, insan diyetindeki fenolik bileşiklerin asal kaynaklarıdır [1].

Bitkilerin ikincil metabolitleri olan polifenoller, insan beslenmesinde en fazla yer alan antioksidanlardır [2]. Resveratrol, polifenollerin içerdikleri karbon sayısına göre yapılan sınıflandırılmasında, stilbenler (C6-C2-C6) grubunda yer alır [3].

Üzümde, şarap gibi üzüm ürünlerinde ve yerkıstığı gibi 70' den fazla bitki türünün yapısında yer alan resveratrol (3,4',5-trihydroxy-*trans*-stilbene)] [4], iki aromatik halkanın metilen bağıyla bağlanması sonucu oluşan; 3 adet hidroksi grubu içeren, *cis* ve *trans* konfigürasyonlarında bulunabilen, antimikrobiyal, antioksidan, antikanserojenik etkileri olduğu öne sürülen ve kardiyovasküler hastalıkları azaltıcı etkisi bulunan bir doğal polifenoldür [5,6,7].

Yapılan çalışmalar sonucunda, resveratrolün antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesi dolayısıyla gıdalarda koruyucu ve antioksidan olarak kullanılabilirliği bildirilmektedir [7]. Resveratrol, sağlık üzerine olumlu etkileri de göz önüne alındığında; gıdalarda katkı maddesi olarak kullanımı ve fonksiyonel ürün geliştirme çalışmalarında son yıllarda öne çıkan bileşiklerden biri olmuştur.

Resveratrol gibi fenolik bileşiklerin özellikle prolince zengin kazeinler gibi proteinler ile etkileşime girme eğiliminde olduğu düşünülmektedir. Protein-polifenol etkileşiminin düzeyi ve afinitesi, pH' ya ve fenolik bileşiklerin moleküler özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca fenolik bileşiklerin sistein, lizin, prolin, triptofan, histidin ve metionini içeren bir çok aminoasit kalıntısı ile bağ oluşturabileceği öne sürülmektedir [8].

Resveratrol ile proteinler arasındaki etkileşimin doğası net bir şekilde açıklanamamıştır. Bu çalışmada resveratrolün süt proteinleri ile olası etkileşiminin

belirlenebilmesi amacıyla ortamdaki serbest resveratrol derişimi RP-HPLC yöntemi ile saptanarak değerlendirmeye alınmıştır. Serbest resveratrol iğeriğindeki azalmadan yola çıkılarak da bağlanma düzeyi hesaplanmıştır.

Yoğurt retiminde resveratroiden yararlanma olanaklarının belirlenmesi amacıyla yrtlen çalışmalarda belirlenen bağlanma oranının, yoğurdun tekstür özellikleri ve su tutma kapasitesi üzerine etkileri belirlenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Süt Proteinleri

Süt, 4000' den fazla memeli türü tarafından, temel işlevi yeni doğanın beslenme gereksinimini karşılamak üzere salgılanan biyolojik bir sıvıdır [9]. Süt; karbonhidrat, yağ gibi temel bileşenlerinin yanı sıra %95' i protein formunda olmak üzere, 5.3 g/kg azot, ayrıca vitaminler, metal iyonlar ve aroma bileşikleri gibi yüzlerce minör bileşen içermektedir [10].

Süt proteinleri asal olarak, α_{s1} -, α_{s2} -, β - ve κ -kazeinler, β -laktoglobulin (β -Lg), α -laktalbumin (α -La), laktotransferrin ve immunoglobulinlerden oluşmaktadır. Bunların dışında proteoz-pepton fraksiyonları da üzerinde durulan diğer serum proteinleridir [10].

Sütün asal proteinlerinden kazeinler, doğada bulunan globüler ve fibroz yapılardan hiçbirine tam olarak uymayan [11]; serin kalıntıları ile esterleşmiş fosfoproteinler olup, sütte ortalama 100 nm çapındaki koloidal partiküller halinde bulunmaktadır [12].

İnek sütünün pH' sı 25°C' de 6.6 olarak genel kabul görmekte ve 30°C' de pH 4.6' da proteinlerin yaklaşık %80'i presipite olarak çözültiden ayrılmaktadır. Ayrılan kısım kazeinler olarak tanımlanmakta ve pH 4.6 kazeinlerin izoelektirik noktası olarak bilinmektedir. Bu koşulda çözünür formda kalan proteinler ise serum proteinleri olarak anılmaktadır [9].

Kazeinlerin asal olarak 3 farklı protein molekülünden oluştuğu (α -, β -, ve κ -kazein) bilinmektedir. Tüm kazeinlerin genetik varyantları bu tartışmanın dışında tutulmaktadır. α -kazein fraksiyonu, temelde iki farklı protein bileşeni içermektedir. Bunlar düşük kalsiyum (Ca^{+2}) derişimlerinde presipite olan α_s -kazein ve kalsiyuma duyarlı olmayan κ -kazeindir. α_s -kazein de α_{s1} -kazein ve α_{s2} -kazein olarak adlandırılan iki fraksiyon içermektedir. α_{s1} -, α_{s2} -, β - ve κ -kazeinler olarak adlandırılan bu fraksiyonlar, sırası ile toplam kazeinin %37, 10, 35, 12' sini oluşturmaktadır [9,13].

Diğer kazeinlerde olduğu gibi α_{s1} - kazeinde de hidrofobik ve yüklü kalıntıların zincir boyunca dağılımı tek düze değildir. Yapısında fark edilebilir üç hidrofobik bölge bulunmaktadır [14]. Yapısındaki aminoasitlerin %8.5' ini prolin oluşturduğu için [15] bu proteinler oldukça yüksek esnek polipeptid zincirlerine sahiptir [10].

α_{s2} -kazein ise karboksil ucu yakınlarındaki pozitif yükler ve amin ucu yakınlarındaki negatif yükler nedeni ile dipolar bir yapıya sahiptir [10]. α_{s2} -kazein bütün kazeinlerin en hidrofilik olanı olup, yüksek fosforilasyon ve düşük prolin içeriğine sahiptir [15]. Diğer kazeinlere göre daha az prolin içermesine rağmen, yüksek fosforilasyon derecesi ve yüklü kalıntılar içermesinden dolayı pH ve iyonik dirence karşı duyarlıdır [14].

β -kazein, toplam kazeinin %30-35'ini oluşturmaktadır [15]. β -kazein bütün kazeinler içinde en hidrofobik fraksiyon olarak göze çarpmaktadır [14]. β -kazeinin yapısında yüksek miktarda bulunan prolin kalıntıları, heliks yapının oluşumunu engellemektedir. Negatif yüklü bir amin ucuna ve yüksüz hidrofobik bir karboksil ucuna sahiptirler. β -kazein mol başına 5 mol Ca^{+2} bağlamakta ve yapısında ester fosfat gruplarını bulundurmaktadır [10].

κ -kazein, koloidal misel yapının korunmasından sorumlu olan ve toplam kazeinin %12'sini oluşturan [13] sistein içeren tek kazein fraksiyonudur [15]. Tüm kazeinler gibi fosfat içermektedir. Karboksil ucunda içerdiği karbonhidrat kalıntısı ile diğer kazeinlerden ayrılmaktadır [13]. κ -kazein, fosfoserin gruplarından yoksundur. Sonuç olarak, diğer kazeinlerle aynı düzeyde Ca^{+2} bağlamamakta ve çözünürlüğü bu iyondan etkilenmemektedir. Bununla birlikte diğer kazeinler gibi amin ucundaki hidrofobik ve karboksil ucundaki polar kısmı ile amfilik karaktere sahiptir [14].

İnek sütündeki kazeinler, koloidal (dispersiyon) formda bulunmaktadır. 20-600 nm çapında (ortalama 100 nm olarak kabul görmektedir) olan dispersiyon fazındaki bu partiküller kazein miseli olarak adlandırılmaktadırlar [10]. Kazein miselleri, kazein submiselleri olarak bilinen çok sayıda alt birimden oluşmaktadır ve alt birimlerinin boyutunun; protein derişimi, pH, iyonik direnç ve sıcaklık gibi birçok etkene bağlı olarak değiştiği bilinmektedir [14].

Kazein misellerinde bulunan inorganik maddeler, magnezyum ve fosfat gibi diğer maddelerle birlikte koloidal kalsiyum fosfat (CCP) olarak adlandırılmaktadır [14]. Kalsiyum fosfatın, submisellerin birbiriyle birleşmesi sonucu misele organize olmasında rol oynadığı bildirilmektedir [12]. Kazein miselinin (kuru maddede) %93'ü kazeinden, geri kalanı ise CCP' den oluşmaktadır. Niceliği az olmakla birlikte CCP, misel kararlılığında temel işleve sahiptir [10].

İnek sütü proteinlerinin yaklaşık %20' sini kapsayan protein grubu, serum veya peynir altı suyu proteinleri ya da kazein olmayan azot olarak bilinmektedir [9]. Çoğu, globüler yapıda olup, ısıl işlem ile çözünürlükleri azalmaktadır [10].

Serumda bulunan iki asal protein α -laktalbumin ve β -laktoglobulin' dir [14]. β -Lg, kovalent olmayan bağlarla bir araya gelmiş iki monomerdan oluşmuş bir dimerdir [10]. Bir tane serbest tiol grubu içermektedir ve globuler yapısı moleküller arası iki disülfit bağı ile kararlı kılınmaktadır. Sıcaklık 30°C' den 50°C' ye yükseltildiğinde β -Lg dimer formu geri dönüşümlü olarak monomerlerine dissosiyeye olmaktadır [16].

α -La, serum proteinlerinin yaklaşık %20'sini, toplam süt proteinlerinin %3,5' ini oluşturmaktadır [9]. α -La' ya güçlü bir şekilde (2mol) kalsiyum bağlandığı [13], bağlanmanın iki sistein kalınıtısı arasında kurulan disülfit bağları aracılığı ile oluştuğu ne sürülmektedir. Kalsiyum varlığının, ısıl denatürasyona karşı protein kararlılığında rol oynadığı bildirilmektedir [15].

Süte uygulanan ısıl işlemler; örneğin termizasyon, pastörizasyon ve sterilizasyon, sütün işlenmesi sırasında hijyenik ve teknolojik nedenler ile zorunlu ön işlemler arasında yer almaktadır. Süt, ısıl işlem sürecinde misel yapıdaki kazeinlerin kendi aralarında assosiyasyonu ve kazein miselleri ile serum proteinlerinin etkileşimi gibi değişimlere uğrayabilmektedir [17]. Bununla birlikte serum proteinlerinin kontrollü ısıl denatürasyonu, süt ürünlerinin üretiminde sütün proses karakteristiklerini modifiye etmek üzere kullanılmaktadır [18]. Sütün 60°C' nin üzerindeki sıcaklıklarda ısıl işlem görmesi durumunda, serum proteinleri artan bir şekilde globuler yapılarını kaybederek, disülfit ve hidrofobik etkileşimlerle kazein misellerine bağlanabilmekte [19] ve pH 4.6' da kazein miselleri ile birlikte presipite olarak, ayrılmaktadırlar [20]. Isıl işlem boyunca ortaya çıkan asal tepkimenin, κ -kazein ve β -Lg arasında gerçekleştiği, ancak diğer sistein içeren proteinlerin de bu tepkimelere katılabileceği bildirilmektedir [21,22].

Denatüre β -Lg ve α -La' nın, kazein misellerinin yüzeyine (κ -kazeine) assosiyeye olabileceği ileri sürülmektedir [18]. Öte yandan, misel yüzeyinde öncelikle κ -kazein- β -Lg kompleksi oluştuğu, daha sonra β -Lg ile α -La arasında bir etkileşim olabileceği de bildirilmektedir [17].

Süt, yaklaşık 6000 yıldır yoğurt ve peynir gibi birçok fermente süt ürününün de hammaddesi konumundadır. Yoğurt, genel olarak inek sütünden, bazı doğal süt

türevi katkılarının da ilavesi ile, *Streptococcus thermophilus* (S.thermophilus) ve *Lactobacillus bulgaricus* (L. bulgaricus) tarafından üretilen laktik asit ile süt proteinlerinin koagülasyonu sonucu oluşan jel yapıdaki bir üründür [23,24]. Yoğurdun tüketimine kadar 10^6 ile 10^8 cfu/g canlı starter mikroorganizma içermesi bir çok ülkede yasalar ile belirlenmiştir [25].

2.2. Yoğurt

Fermente süt ürünleri dünyada yaygın olarak üretilen ve tüketilen süt ürünlerindedir. Fermente süt ürünleri üretimi yılda 20 milyon tonu geçmekte [26] ve yoğurt tüketimi dünyada da hızla artmaktadır [27]. 2010 yılında sadece Türkiye’de üretilen yoğurt miktarı 1 milyon tonu bulmakta; bu rakamın son yıllarda 1.2 milyon tonu geçmesinin beklendiği belirtilmektedir [28].

Yoğurt, *Streptococcus* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakteri kültürleri karışımı ile süttten; iki ana tipi olan set tipi ve stirred (pıhtısı kırılmış) tipi olmak üzere üretilir. Set tipi yoğurt üretimi, tüketiciye ulaşan ürün kaplarında laktik asit bakterilerinin laktozu laktik asite dönüştürerek yoğurdun sürekli jel yapısını oluşturması ve jel yapısının korunmasıyla gerçekleştirilirken; stirred tipi yoğurt üretimi inkübasyonun büyük fermentasyon tanklarında gerçekleştirilmesinin ardından jel yapısının ajitasyonu (karıştırma) yoluyla kırılması ve ürüne pürüzsüz ve viskoz özelliğin kazandırılarak tüketiciye ulaşan kaplara dolumuyla gerçekleştirilmektedir [29].

Yoğurdun fiziksel özellikleri, kalite ve tüketicilerin duysal kabulü açısından oldukça önemlidir. Yoğurt yapısının oluşum mekanizması ve üretim koşullarının tekstür gelişimi üzerine etkisinin iyi anlaşılması, yoğurdun niteliklerinin geliştirilmesine yardımcı olabilir [30]. Set tipi yoğurt jelleri pürüzsüz, yarı katı kıvamlı olmalı, yüzeyinde ayrılmış serum, çatlak, çukurlaşma ve leke bulunmamalıdır [31]. Set tipi yoğurtların sıkılık ve viskosite gibi tekstürel özelliklerinin deneysel olarak ölçüldüğü birçok çalışma bulunmaktadır [32]. Kazein jellerinin tekstürel ve duysal özellikleri, bu partikülleri oluşturan dizilerin ikincil yapılarında ve boyutsal dağılımlarında kazein partiküllerinin aralarında yaptıkları bağların sayısına ve gücüne bağlıdır [33].

Yoğurt üretiminde kullanılan sütlere uygulanan ısıl işlem, ürünün tekstürel özelliklerini etkileyen en önemli parametrelerdendir [34]. Yapılan bir araştırmada, 90°C sıcaklıkta, 30 dakika ısıl işlem gören süttten üretilen yoğurtların “kumsu ve

damarlı” bir görüntüye sahip olduğu; 80-85°C sıcaklıkta, 30 dakika ısıtılma gören sütte üretilen yoğurtların ise “pürüzsüz ve sıkı yapılı” bir görüntüye sahip olduğu belirtilmiştir [35].

Yoğurt üretiminde starter kültür inokulasyonu öncesi süte uygulanan ısıtılma normları genellikle kesikli işlemler için 85°C sıcaklıkta 30 dakika veya 90-95°C sıcaklıkta 5 dakikadır [29]. Ayrıca istenmeyen mikroorganizmaların ısıtılma ile inhibe edilmesi, starter kültürlerin rekabetsiz ortamda daha rahat gelişmesini sağlamanın yanı sıra, ısıtılma işlemlerinde çözünmüş oksijenin uzaklaşmasını sağlayarak oksijene karşı duyarlı olan starter kültürlerin gelişimini desteklemektedir [30].

Toplam kuru madde içeriğinin artırılması [36] ve ısıtılma işlemlerle serum proteinlerinin denatüre edilmesi, yoğurdun sıklık ve viskozite değerlerinin artmasını sağladığı kabul edilmektedir [32,37].

Isıtılma uygulama koşulları ve sütün asitliğine bağlı olarak; 78°C sıcaklıkta en az 15 dakika boyunca uygulanan ısıtılma işlemi, yeterli derecede denatürasyon sağladığı ve jelleşme özelliklerinde önemli değişimlere neden olduğu bilinmektedir [31].

Isıtılma işlemi görmüş sütte, asal serum proteinlerinden olan β -laktoglobülinin yüksek izoelektrik nokta pH' sına (<5.3) sahip olması, agregasyon ve jelleşmenin başlamasını daha yüksek pH değerlerine kaydırabilmektedir. Bu durum starterlerin ürettiği asitle gerçekleşen jelleşmenin daha yüksek pH değerlerinde ve daha çabuk olmasını sağlar. Isıtılma işlemi sonucu denatüre olan serum proteinleri ya ısıtılma sırasında ya da asidifikasyon süreci sırasında kazein miselleri ile birleşirler. Asitlik pH 4.6 olduğunda denatüre serum proteinleri çözünür değildir ve kazeinlerle birlikte presipite olurlar [38].

Şiddetli ısıtılma işlemlerinin sütte ve dolayısıyla yoğurtta birçok etkisi bulunmaktadır, bunlar:

- mikroorganizmaların ve bir çok süt enziminin yıkıma uğratılması,
- serum proteinlerinin denatürasyonunu ve kazeinlerle asosiyasyonu sağlaması,
- jel sıklığını ve viskoziteyi artırması,
- jelleşme süresini kısaltması,
- bazı inhibitörleri yıkıma uğratması, bazı stimülatörleri oluşturması ve fermentasyonu hızlandırması,

- stabilizatörlerin hidrasyonunun yeterli düzeyde olması için gerekli yüksek sıcaklığı sağlaması, olarak sıralanabilir [29].

Yoğurt üretiminde kullanılan bakteriler termofiliktir. Yoğurt için inkübasyon sıcaklığı genellikle 40-45 °C' dir ve fermentasyonda kullanılan starter miktarına bağlı olarak 4 saate kadar çıkar. Arzu edilen asitlik sağlandıktan sonra (genellikle pH 4.6) yoğurt jeli 10°C' nin altında soğutulur. Son pH birçok yoğurtta 4.6 ile 4.0 arasındadır [31].

Genellikle yüksek inkübasyon sıcaklıklarında gerçekleştirilen aşırı ve hızlı asit gelişimi serum ayrılması ve zayıf jel oluşumu kusurlarına neden olmaktadır. Bir çok araştırmacı inkübasyon sıcaklığını 44°C' den 38°C ve altına düşürmenin jel sıklığını ve viskoziteyi geliştirdiğini, serum ayrılmasını azalttığını belirtmiştir [39]. Daha düşük inkübasyon sıcaklıklarında (örneğin 30°C' de) gerçekleştirilen fermentasyon sonucunda inkübasyon süresi 12 saat gibi yüksek süreleri bulabilmekte (overnight incubation); ancak tekstürel nitelikleri yüksek yoğurt üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Çok yüksek pH değerlerine (pH 4.8) sahip jellerin sineresis eğiliminin çok daha yüksek olduğu öne sürülmektedir [40].

Sütün asitlendirilmesi; CCP' nin çözünür forma geçmesine ve kazein misellerinin iç yapısal özelliklerinin bozulmasına yol açmaktadır [41]. Kazeinler için izoelektrik nokta olan pH 4.6' ya yaklaşırken; kazeinler üzerindeki net negatif yükün azalmasıyla birlikte, yüklü gruplar arasındaki elektrostatik itmeler zayıflar, CCP çözüldüğünde fosfoserin gibi kalıtlar ortaya çıkar. Elektrostatik ve protein-protein çekimleri de, gelişen hidrofobik ilişkilere bağlı olarak artar. Asit jellerinin oluşumunda gerçekleşen fizikokimyasal mekanizmalar 3 pH aralığında incelenebilir [42]:

pH 6.7-6.0

Sütün pH değeri 6.6'dan 6.0'a düştüğünde, kazein misellerinin net negatif yükü düşer ve elektrostatik itmede zayıflama meydana gelir. pH 6.0 üzerinde çok az miktarda CCP çözünür haldedir. Kazein misellerinin çoğu artık yüksüzdür.

pH 6.0-5.0

Süt pH değeri daha 6.0' dan 5.0' a düştüğünde, kazein miselleri üzerindeki net negatif yük çok düşer ve yüklü κ -kazein uçları (hairs) kıvrılarak geri çekilir. Bu durum; pH 6.6 değerindeki sütün kazein miselleri arasındaki sağlam dengeden

sorumlu olan elektrostatik itme ve sterik denge kuvvetlerinin azalmasına yol açar. 6.0 ve altındaki pH değerlerinde CCP' nin çözünür hale geçme hızı artar ve bu kazein misellerinin iç yapısının zayıflamasına ve ortaya çıkan fosfoserin kalıtları arasındaki elektrostatik itme kuvvetlerinin artmasına neden olur. pH 5.0 yakınlarında CCP tamamen çözünür hale geçer.

Kazeinlerin misellerden ayrılma miktarının ve oranının, sıcaklık ve pH değerlerine bağımlı olduğunun bildirildiği bir çalışmada; sıcaklığın 30'dan 4 °C'ye düşmesiyle daha fazla kazeinin misellerden ayrılarak seruma geçtiği ve en fazla miselden ayrılmanın gerçekleştiği pH aralığının 5.6 ile 5.1 olduğu belirtilmiştir [43]. Bunun, CCP'nin çözünür hale geçmesiyle, kazeinlerin, içinde ve aralarında yaptığı bağlarda meydana gelen kısmi gevşemeden kaynaklandığı düşünülebilir [42]. Düşük sıcaklıklarda, kazeinlerdeki hidrofobik etkileşimler oldukça zayıftır [29].

pH ≤ 5.0

Kazeinin izoelektrik noktası olan 4.6 pH' ya yaklaştıkça, kazein üzerindeki net negatif yük düşer ve bu kazein molekülleri arasındaki elektrostatik itme kuvvetlerinde azalmaya neden olur. Diğer yandan, hidrofobik etkileşimlerin ve negatif-pozitif (elektrostatik) yük etkileşimlerinin artmasıyla, kazein-kazein çekimleri artar [44]. Asitlendirme işlemi kümeleri (yığınları) ve kazein zincirlerini içeren üç boyutlu yapının oluşmasıyla sonuçlanır [34].

Tüm fermente süt ürünlerinin yapısal ve tekstürel özellikleri; pürüzsüz, düzgün, kaşık kullanarak tüketilebilir olmalı, topaklanma ve kumsuluk gibi kusurları bulunmamalıdır [29,45].

Fermente süt ürünlerinin tekstürel özelliklerini etkileyen parametreler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- kuru madde miktarını artırma seviyesi ve kullanılan içerik,
- stabilizörlerin (sabitleştirici) tipi ve kullanım miktarları,
- yağ içeriği ve homojenizasyon şartları,
- süte uygulanan ısı işlem şartları,
- starter kültür özellikleri (tip, asitlik gelişim ve ekzopolisakkarit üretim hızı)
- inkübasyon sıcaklığı (starter kültürün gelişimini, jel agregasyonunu, bağ kuvvetini etkilemektedir),
- soğutma koşulları,

- üretim sonrası işlemler (sıcaklık ve fiziksel uygulamalarda gerçekleşen hatalar gibi) [29,31,45].

Fermente süt ürünlerinin tüketici tarafından tercih edilebilirliğinin belirlenmesinde, tekstürel ve duyuşsal özellikler büyük önem taşımaktadır. Tekstürel kusurların en önemli üç örneği; sıkı olmayan yapı, topaklanma ve serum ayrılmasıdır [46].

Çok düşük kuru madde içeriği, yetersiz ısı işlem, düşük asitlik veya yüksek inkübasyon sıcaklığının; zayıf yapıya neden olabileceği bildirilmektedir [47].

Topaklanmanın görölmesi her zaman büyük protein kümelerinin bulunmasına işaret eder. Yüksek inkübasyon sıcaklıklarında gerçekleşen aşırı asit oluşumu ve yüksek oranda starter kültür kullanımı bu tip kusura neden olmaktadır [48].

Serum ayrılması, süt jelinin yüzeyinde sıvı (serum) toplanmasını ifade eden ve fermente süt ürünlerinde sıkça görölün bir kusurdur. Serum ayrılması jel yapısının fiziksel olarak zarar görmesi (jel yapının kırılması ve sallanması gibi) veya önemli yapısal yeniden düzenlenme halinde oluşabilir. Sineresis jelin büzüşmesi (contraction) ve bunun peşisıra serumun ayrılarak yüzeye çıkması olarak tanımlanabilir. Kendiliğinden sineresis de, herhangi bir fiziksel dış etken olmaksızın yoğurt jelinin serum fazını tutma yeteneğini kaybetmesi ile sonuçlanan durumdur [49]. Serum ayrılması üründe mikrobiyolojik bir problem olduğunu düşündürterek, tüketicinin olumsuz etkilenmesine neden olabilmektedir [30].

Yoğurt üreticileri, sütün özellikle protein içeriği olmak üzere toplam kuru madde içeriğini ayarlama ve stabilizatör (pektin, jelatin ve nişasta gibi) kullanımı ile serum ayrılmasını önlemeye çalışmaktadırlar. Ancak yürürlükteki mevzuat bu katkı maddeleri kullanımını sade yoğurtlarda engellemektedir. Bu bağlamda polifenoller gibi protein bağlanmalarıyla tekstürel gelişime ve ürün fonksiyonelliğine katkıda bulunabilecek doğal bileşikler üzerinde durulmaktadır [31].

Set tipi yoğurt hem viskoelastik katı olarak, hem de pseudoplastik madde olarak sınıflandırılabilir. Viskoelastik madde terimi; ideal katı maddelerin bazı elastik özellikleriyle, ideal sıvı maddelerin bazı akış özelliklerine sahip maddeleri ifade eder. Yoğurt ayrıca zamana bağlı kayma incelmesi (shear thinning) davranışı da sergiler ancak, kayma nedeniyle gerçekleşen yapısal bozunum, kayma durdurulduğunda tamamen geri dönüşümlü olmadığından; gerçek bir tioksotropik madde değildir [30].

Yapı ve tekstür öncelikle bir duyusal niteliktir. Gıdalarda tekstürel nitelikleri saptamak için de enstrümantal yöntemler geliştirilmiştir. Tekstür profil analizi (TPA) çene hareketlerini simüle eden bir aşağı-yukarı hareketle, araştırmacının belirlediği lokma boyutlu parça gıdayı bir ya da daha fazla kez sıkıştırmasını içermektedir [50].

Bu testler bir probun sabit ve düşük bir hızda örneğin içine daldırılması, çıkarılması ve bunun için gerekli kuvvetin, derinliğin ve sürenin kaydedilmesini içermektedir. Kuvvet/zaman/mesafe eğrisinden; maksimum kuvvet (N), kırılma derinliği (mm), yapılan iş (N.mm) gibi bir çok ampirik parametre elde edilir. Tekstür Profili Analizi sertlik (hardness), iç yapışkanlık (cohesiveness), sakızımsılık-yapışkanlık (chewiness) olarak belirtilen terimlerin elde edildiği, sıkıştırma ve/veya dalış işlemlerinin gerçekleştirildiği test olarak tanımlanmaktadır. Prob şekilleri, boyutları, dalış hızları ve derinlikleri standardize edilmemiştir. Bu nedenle her çalışmanın test prosedürü incelenerek diğer çalışmalarla koşullar değerlendirilip karşılaştırılması gerekir [51].

Zorlamalı sineresiz ya da su tutma kapasitesinin saptanması amacıyla, santrifügasyon veya drenaj uygulaması sonucu, yapıdan ayrılan su miktarının belirlenmektedir. Zorlamalı sineresiz jelin sağlamlığını ve sıklılığını ifade etse de; set tipi yoğurtlarda oluşan kendiliğinden gerçekleşen (spontane) sineresiz kusuruna kesin bir tartışma getirmemektedir [52].

Santrifügasyon metodunda, uygulanan yüksek dış kuvvet nedeniyle jelin sıkışmaya gösterdiği direncin ölçülmesiyle, su tutma kapasitesi belirlenebilmektedir. Drenaj metodu, geleneksel olarak üretilen konsantre (süzme) yoğurtlar gibi, üretim sırasında serum ayrılmasının bir süzgeç yardımıyla gerçekleştirildiği ürünlerde anlamlı sayılabilecek sonuçlar verebilmektedir. Asit süt jellerinin, deney tüplerinde üretilerek kendiliğinden gerçekleşen serum ayrılmasının hacimsel olarak ölçüldüğü basit bir yöntem de bu amaçla kullanılabilir [53].

2.3. Resveratrol

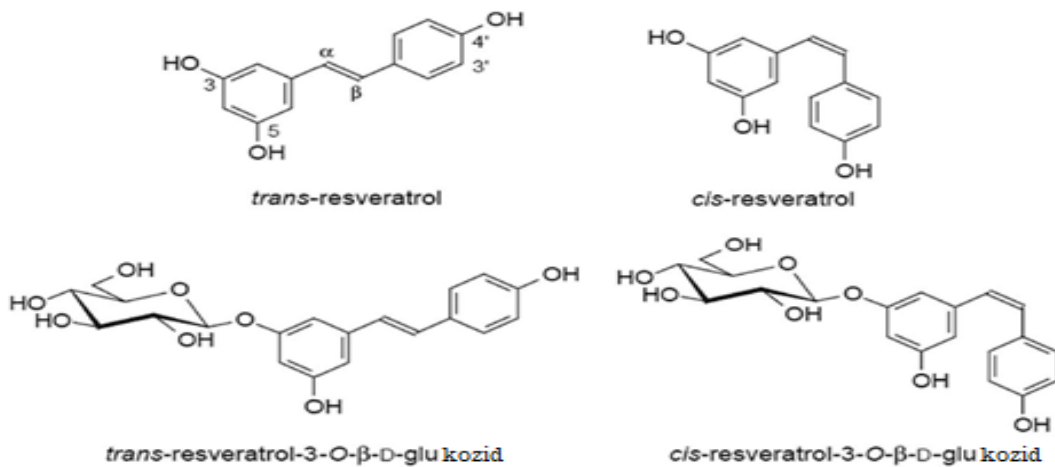
Fenolik bileşikler; bitkilerin pentoz fosfat, şikimat (shikimate) ve fenilpropanoid metabolik yollarının türevleri olan ikincil metabolitlerdir [54]. Resveratrol, polifenollerin sınıflandırılmasında, flavonoid olmayan bir polifenolik bileşikler içinde yer alır [55].

Resveratrol ilk kez *Veratum grandiflorum* bitkisinin reçinelerinde keşfedilmiştir [56]. Daha sonra *Vitis vinifera* (üzüm) bitkisinin yapraklarında fungal enfeksiyon veya UV ışınlarına tepki olarak sentezlenen bir bileşik olduğu bulunmuştur [57]. Bitkilerde çeşitli dış etkenlere karşı savunma maddeleri olarak sentezlenen bu ikincil metabolit maddelere fitoaleksinler (bitki koruyucuları) adı da verilmektedir.

1982' de Japonya'da ve Çin' de halk arasında geleneksel olarak kullanılan *Polygonum cuspidatum* (Kajo-Kon ya da İdatori çayı) adı verilen bitkinin köklerinin kurutulması ile elde edilen ürünün yüksek oranda resveratrol içerdiği ve fungal hastalıklar, çeşitli deri iltihapları, karaciğer ve kan damarları hastalıklarını tedavi edici etkisinin olduğu belirlenmiştir. Bu bitkide yaklaşık 2960-3770 ppm kadar resveratrol olduğu bildirilmektedir [58].

Resveratrol; (CAS no; 501-36-0) yağ, dimetil sülfoksit ve alkolde çözünen bir bileşiktir. Molekül ağırlığı 228 g/mol ve erime sıcaklığı 253-255 °C' dir. Kapalı formülü ise C₁₄H₁₂O₃' tür [59]. *trans*-Resveratrolün ve piseidlerinin (glikozid bağıyla yapıya bir glikoz birimi bağlanmış), üzüm suyu ekstraktlarındaki kararlılığını, %60 nem içeren ortamda oda sıcaklığında 2 yıl veya %75 nem ve 40°C' de 4 yıl (hızlandırılmış stabilite testleri ile) koruduğu belirlenmiştir [60].

Resveratrol, doğada *cis* ve *trans* izomerleri şeklinde bulunur. Işığa maruz bırakılan çözeltilerinde; *trans*-resveratrolün, *cis*-izomerine dönüştüğü bildirilmektedir. Ayrıca *cis* ve *trans* şeklinde glikozid olarak *trans* ve *cis* piseid şeklinde glikoz molekülüne bağlanmış biçimde de bulunmaktadır (Şekil 2.1). Resveratrolün bitkilerde yer alan yaygın türevi glikozid bileşik halinde olan piseid formudur [61-64].



Şekil 2.1. *trans*-Resveratrol ve *cis*-resveratrol ve piseidlerinin görünümü [64]

Resveratrol biyosentezinde kritik enzim, stilben sentazdır. Bu enzim bitkinin yaralanma, ultraviyole radyasyon, patojen mantarlar tarafından oluşturulan kimyasal sinyaller gibi dış stres faktörleri söz konusu ise aktive olur. Bitkide, sözü edilen stres altında kalma durumundan yaklaşık 24 saat sonra resveratrol oluşumu en yüksek düzeyine ulaşır ve stilben oksidaz aktivasyonu sonucu 42-72 saat sonra resveratrol oluşumu gerilemeye başlar [65,66]. Resveratrol sentezinde substrat, fenilalanindir [67,68].

2.4. Resveratrolün Sağlık Üzerine Etkileri

Resveratrolün biyolojik işlevleri tartışılırken çoğunlukla *trans*-izomeri üzerinde durulmaktadır. *cis*-Resveratrolün kollajen kaynaklı trombosit agregasyonunu ve kanser kaynaklı kinaz aktivitesini azaltma gibi birkaç biyolojik işlevinin varlığından söz edilmesine karşın *cis*-resveratrolün, *trans*-resveratrol ile karşılaştırılabilir boyutta biyolojik aktivite gösterdiğine ilişkin veri bulunmamaktadır [61,62]. Ancak *cis*-resveratrol ve *trans*-resveratrolün biyolojik aktivitelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada; bu iki izomerin arasında nicel farkların bulunduğu ancak bu farklılığın nitel olmadığı da öne sürülmektedir [69]. Deneysel modellerde her iki izomerin de oksidatif hasarlara ve enflamasyonlara karşı koruyucu etki gösterdiği öne sürülmekte [70], hatta bir çalışmada *cis*-resveratrolün, trombosit agregasyonunu azaltmada daha etkili olduğu bildirilmektedir [62].

Resveratrol ve diğer stilbenlerin en kapsamlı açıklanan özelliği, üzüm bağı sahipleri için dünya çapında önemli kayıplara neden olan asma patojeni, *Botrytis cinerea*' ya karşı olan antimikrobiyal etkisidir. Resveratrolün *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* ve dermatofitlere karşı antimikrobiyal aktivitesi olduğu da bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada litre başına 171 - 342 mg resveratrolün, dimetil sülfoksit içinde çözüldüğünde, *S. aureus*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa* bakterilerinin gelişimini inhibe ettiğini ortaya konulmuştur [71].

Resveratrol, geleneksel tıpta da, kimi hastalıkların tedavisinde yüzyıllardır kullanılan bitki özlerinin ana bileşenlerinden biridir [72]. Resveratrol son zamanlarda üzerine bir çok araştırma yapılan biyoaktif bir bileşiktir. Bu çalışmaların genel olarak resveratrolün; antioksidan etkisi [73], anti-aterosklerotik ve kardiyovasküler sisteme etkisi [66,74,75,76] anti-mutajenik etkisi [77] ve kanser

poliliferasyonuna karşı koruyucu [78] gibi biyolojik etkileri üzerine olduğu gözlenmektedir.

Kimyasal ve fiziksel yapısına bağlı olarak insan vücudundaki metabolizması açıklanmaya çalışılmakta, bununla ilgili yapılan çalışmalar sonucunda resveratrolün sahip olduğu antioksidan aktivitesinde en önemli rolü; yapısında bulunan C-4' pozisyonundaki hidroksi grubunun oynadığı ileri sürülmektedir. [79].

Bugüne kadar yapılan çalışmaların çoğu *in-vitro* olmasına rağmen, *in-vivo* çalışmalara rastlanmaktadır [80-84]. İlk kez keşfedilmesinden günümüze kadar geçen zamanda; ilk olarak fitoaleksinin olarak tanımlanan resveratrol günümüzde; antioksidan, COX inhibitörü, PPAR aktivatörü, eNOS indüktörü, SIRT1 aktivatörü ve daha birçok etkisi ile tanımlanma süreci devam etmektedir [85].

Ayrıca kırmızı şarapta önemli miktarda bulunan resveratrolün [86], “Fransız Paradoksu” nu (kırmızı şarabın ölçülü tüketiminin kardiyovasküler hastalık riskini azaltmasını) kısmen açıklayabileceği öne sürülmektedir [87,88].

Yapılan epidemiyolojik çalışmalar Güney Fransa’da yağlı diyet ve sigara kullanımının fazla olmasına rağmen tüketilen şarap nedeni ile koroner kalp hastalığı sıklığının diğer bölgelere göre daha düşük bulunması da bu kapsamda göze çarpmaktadır [80]. Bu konuda yapılan yayınlar, Fransız paradoksu olarak anılan fenomende kırmızı şarap içinde bulunan resveratrolü işaret etmektedir [80],[89-94].

Bunların yanısıra resveratrolün iltihaplanmalara iyi geldiği, trombosit “toplanmasını” önlediği, vücuttaki “kötü kolesterol” seviyesini düşürdüğü, hafıza açıcı ve Alzheimer rahatsızlığını önleyici etkileri bulunduğu bildirilmektedir. Bu olası yararları nedeniyle resveratrol ile ilgili çalışmalar özellikle son yıllarda artmıştır.

Alzheimer hastalığının patolojik tedavisinde resveratrolün kullanılabilirliğiyle ilgili yapılan çalışmada, resveratrolün etkinliğinin; hangi resveratrol metabolitinin biyolojik olarak kullanılabilir olduğuna ve insanlardaki hem sirtuinlere (yaş ile ilişkili çok sayıda hastalığın, patolojik mekanizmalarına katılan protein grubu) bağımlı hem de sirtuinden bağımsız sinyalizasyon yolları üzerine etkisine bağlı olduğu söylenmiştir. Araştırmacılar bu konu üzerinde çok sayıda sayıda insanla gerçekleştirilen çalışmalar yapılması gerektiğini de eklemiştirler [95].

2.5. Resveratrol İçeren Gıdalar ve İçerdikleri Resveratrol Miktarı

Resveratrol; kırmızı üzüm, misket üzüm, kızılıçık, yaban mersini ve yer fıstığı gibi bir dizi meyvenin içeriğinde saptanmıştır. Geleneksel Çin ve Hint tıbbında kullanılan bitkisel diyet takviyeleri ve bitkisel formülasyonların yapısında kullanılan yaygın bir etken maddedir [96].

Resveratrolün diğer bitkisel kaynakları, *Vitis* spp. (üzüm, asma, yaprak, meyve ve derileri derileri dahil), *Yucca* spp., *Saparma* spp., *Morus* spp. (dut dahil); zambak (*Veratrum* spp.), baklagiller (*Cassia* spp., *Pterolobium hexapetallum*), *Rheum* spp. (ravent dahil), okaliptüs, ladin (*Picea* spp.), sarıçam (*Pinus* spp.), *Poaceae* (*Festuca*, *Hordeum*, *Poa*, *Stipa* ve *Lolium* spp. dahil) *Trifolium* spp., *Nothofagus* spp., *Artocarpus* spp., *Gnetum* spp., *Pleuropterus ciliinervis*, *Bauhinia racemosa*, *Paeonia lactiflora*, *Scilla nervosa*, *Tetrastigma hypoglaucum* ve *Rumex bucephalophorus*'tur. Ayrıca resveratrolün sayısız sentetik analoglarının var olduğu bildirilmektedir [96].

Resveratrol miktarı, üzüm suyu, yaban mersini suyunda 0.278-1.78 ppm [97,98], yer fıstığı ve ürünlerinde 0.03-0.147 ppm ve yer fıstığı yağında 0.27- 0.75 ppm [99] arasında değişim göstermektedir. Son zamanlarda şerbetçi otunda da *trans*-resveratrol ve *cis*-resveratrol varlığı saptanmıştır. Bu bağlamda bu bileşiklerin birada da bulunabileceği öne sürülmektedir [100]. Kurutulmuş yer fıstığı köklerinin de resveratrol yönünden zengin olduğu belirtilmektedir [101]. Koyu renkli çikolatalarda ve kakao liköründe 0.4-0.5 ppm resveratrol bulunduğu saptanmıştır [102]. Yer fıstıklarında ise 1.15 µg / g resveratrol olduğu bildirilmektedir [5].

Üzümlerde, resveratrolün ağırlıklı olarak (5-7 ppm) kabukta sentezlendiği ortaya konulmuştur. Resveratrolün bundan daha düşük miktarlarda; üzüm çekirdeğinde (1 ppm) ve ayrıca üzüm posasında da az miktarda bulunduğu (0.1 ppm) belirtilmektedir [103]. Gerçekleştirilen bir çalışmada, kırmızı üzüm sularında *trans*-resveratrol miktarı ortalama 0.010 ile 1,090 ppm ve *cis*-resveratrol 0.003 ile 0,23 ppm aralıkları arasında değiştiği ve maserasyon sırasında kabuklar ile daha az temas etmesi nedeniyle beyaz üzüm suyunda sadece 0.05 ppm *trans*-resveratrol bulunduğu; *cis*-resveratrol bulunmadığı ortaya konulmuştur [104]. Kırmızı şaraplarda ise ortalama 1 ile 11 ppm *trans*-resveratrol ve 0.54 ile 6.3 ppm *cis*-resveratrol varlığı saptanmıştır [105-109].

Tüketiciler gıdalarını satın alırken beslenme ve sağlık konularına daha çok önem göstermektedirler [110]. Yapılan bir araştırmada, kırmızı şarabın içerdiği yüksek polifenol konsantrasyonu; özellikle de resveratrol ve onun sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle, Diplock ve ark. [111]' in yaptığı değerlendirmeye göre fonksiyonel gıda olarak tanımlanabileceği belirtilmiştir. Yapılan çalışmalar resveratrol içeriği zenginleştirilmiş üzümlerden; renk, asitlik ve en önemlisi tat parametrelerinde değişim olmadan kırmızı şarap üretilebileceğini göstermiştir [112-113]. Pazar araştırmalarına ve tahminlere göre tüketicilerin bu tür bir ürüne yaklaşık 6 Euro ödeyebilecekleri belirtilmiştir [114].

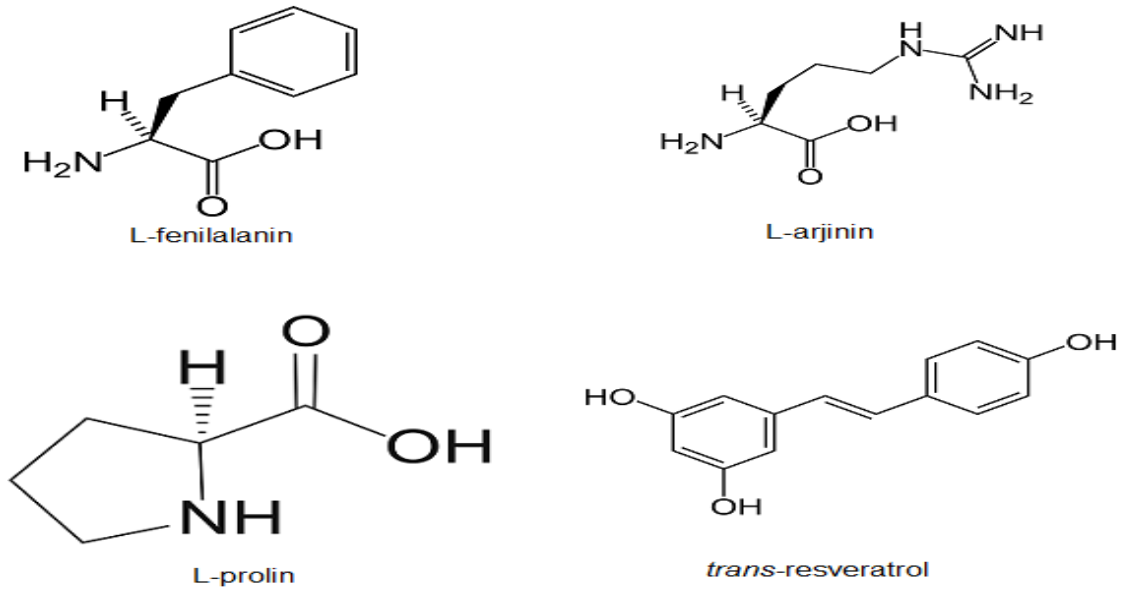
Yapılan bir diğer çalışmada ise resveratrol içeriği zenginleştirilmiş üzüm suyu ürününün, şarap ürününe iyi bir alternatif olacağı ileri sürülmektedir. Bunun nedeni olarak; tüketiciler arasında bulunan çocukların, hamile kadınların, dini inançları sebebiyle alkol tüketimine sıcak bakmayan bireylerin bu ürüne yöneleceğini belirtmektedirler [115].

Şarap ve üzüm suyu tüketimiyle gerçekleşen *trans*-resveratrol absorpsiyonunun, ekstrakt tabletlerinin tüketilmesiyle gerçekleşenden daha yüksek olduğu ve biyoyararlanımın da en az 6 kat arttığı, toplam fenolik içeriği de göz önüne alındığında elde edilen faydanın daha yüksek olduğu ileri sürülmektedir [116].

2.6. Polifenol-Protein Etkileşimleri

Polifenol-protein etkileşimleri, beslenme bilimi ve gıda endüstrisi açısından önem taşıması nedeniyle bir süredir üzerinde yoğun çalışılan konulardan biridir. Polifenollerin beslenme pratikleri açısından öne sürülen olumlu etkileri, proteinler ile bağlanma özelliklerinden kaynaklanmaktadır [117].

Polifenollerin öncelikli olarak prolin kalıntılarına bağlandıkları bilinmektedir. Monomerik ve polimerik polifenollerin galloil halkaları ile proteinlerin proline zengin kısımları arasında güçlü hidrofobik etkileşimleri olduğu ve hidrojen bağlanmaları ile daha da kararlı hale geldikleri bildirilmektedir [118,119]. Bu bağlanmada üzerinde en çok durulan aminoasit prolin olsa da arjinin ve fenilalanin içeren zincirler ile de etkileşimlerin gerçekleştiği saptanmıştır (Şekil2.2). Bununla birlikte fenilalaninin süt proteinlerinin iç kısımlarında yer alıyor olması nedeniyle genel anlamda etkin bir bağlanma noktası olmadığı sanılmaktadır [120].



Şekil2.2. Fenilalanin, arjinin, prolin ve *trans*-resveratol açık formülleri

Polifenoller, prolince zengin temel tükürük proteinleri ile etkileşime girerek burukluk (astrigency) ile özdeş 'ağız hissi' (mouth feel) oluşumundan sorumludurlar. Burukluk; polifeneollerin, protein-protein bağlanmaları sağlayarak neden oldukları protein presipitasyonu ile ortaya çıkan bir olgudur [120].

Süt, protein içeriği açısından karmaşık bir sistemdir. Son yıllarda bu proteinler ile polifenoller arası etkileşime ilişkin araştırmaların arttığı gözlenmektedir [118], [121]. Çay, kahve, kakao, şarap, aloe vera, meşe yaprağı gibi polifenolce zengin bitki ekstraktları ve ferulik asit, kafeik asit ve epigallaokateşingallat gibi diğer polifenollerin, yağsız süt ve konsantre sütün ısıl işleme karşı stabilitesini arttırmaya yönelik özellikleri olduğu bildirilmektedir [122,123].

Bir araştırma grubu tarafından yürütülen çalışmada resveratrol ile bir serum proteini olan β -Lg arasındaki etkileşim incelenmiş ve resveratrolün ikincil yapı üzerinde herhangi bir etki oluşturmadığı, üçüncül yapı üzerinde de kısmi değişimler oluşturarak β -Lg ile kompleks oluşturduğu belirlenmiştir. Oluşan bu kompleksin, resveratrolün sudaki çözünürlüğünü arttırabileceği ve *in vivo* yararlanımını da geliştirebileceği öne sürülmektedir [124].

Yürütülen bir diğer çalışmada BSA-resveratrol etkileşiminin hidrofobik ya da hidrofilik olabileceği, proteinin sekonder yapısında değişiklik oluşturabileceği ve kısmi katlanmalara (folding) neden olabileceği öne sürülmektedir [125].

Yüksek prolin içerikleri nedeniyle sahip oldukları açık yapı, kazeinleri hızlı bir proteolitik ayrılmaya yatkın kılar. Asidik ortamda misel yapısını oluşturan kalsiyum-fosfat köprülerinin ayrıldığı da hesaba katıldığında bu özellik, kazeinleri mide için mükemmel taşıyıcı unsur yapar. Kazein miselleri gerçekten dikkate değer bir doğal nanotaşıyıcıdır [126].

Yukarda anılan nitelikleri nedeniyle, resveratrol de dahil, polifenoller ile bağ oluşturacak olan kazeinler; polifenollerin taşınması, kararlılık, çözünürlük ve biyoyararlanım süreçlerinde daha uygun karakter kazanmasını sağlayabilecektir [124]. Ayrıca kazein-resveratrol ve/veya kazein-resveratrol-kazein bağlanmaları, yoğurt ve bunun gibi ürünlerde su tutma kapasitesini de etkileyebilecektir [127].

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Tez kapsamında yapılan çalışmalarda kullanılan yağsız inek sütü A.O.Ç. Süt Fabrikası (Ankara)' ndan sağlanmıştır.

Süt proteinleri ile resveratrol arasındaki etkileşimi RP-HPLC yöntemiyle ortaya koymak amacıyla resveratrol analizinde kullanılan saf *trans*-resveratrol (V 004 resVida, DSM) İsviçre' den sağlanmıştır.

HPLC analizlerinde kullanılan mobil fazlar asetonitril (Merck, 1.13358, Almanya), trifloroasetikasit (Merck, 8.08260, Almanya) ve örnek hazırlamada kullanılan diğer kimyasallar HPLC saflığındadır.

HPLC analizlerinde Agilent 1100 serisi HPLC-sistemi (Agilent, ABD) kullanılmıştır. Sistem; autosampler (Agilent, G1329A), dörtlü pompa (Agilent, G1316A), degasser (Agilent, G1379A) ve kolon termostatu (Agilent, G1316A) içermektedir. Resveratrol analizlerinde UV/Vis dedektör (Agilent, G1314A) kullanılmıştır.

Resveratrol seperasyonu için ODS2 kolonu (250mm x 4.6 mm, HiChrom, İngiltere) kullanılmıştır.

Yoğurt örneklerinin tekstür analizleri Lloyd, TA-PLUS model tekstürometre (Lloyd, İngiltere) ile gerçekleştirilmiştir.

Yoğurt örneklerinin pH ölçümleri için masa tipi pH metre (Hanna Instruments, HI221) kullanılmıştır. pH kalibrasyonu için pH 4.0, pH 7.0 ve pH 10.0 tampon çözeltileri (Merck, Almanya) kullanılmıştır.

Su tutma kapasitesi belirlenmesinde soğutmalı santrifüj (Sigma, 3K-30, Almanya) kullanılmıştır.

Vial, ependorf ve tüplerdeki örneklerin homojenizasyonu Heidolph marka Reax top model (Almanya) homojenizatör ile gerçekleştirilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Resveratrol Çözeltilerinin Hazırlanması

Resveratrol sistemlerinin hazırlanmasında, belirleyici etmen resveratrolün çözünürlüğü olmuştur. Etil alkolde çözünürlüğü 50 g/L olan resveratrol, önce etil alkolde çözülmüş; daha sonra %2' lik asetik asit ile son derişimi 0.1, 0.5, 1, 2, 4, 5, 10, 50 ve 100 ppm olacak şekilde seyreltilmiştir.

3.2.2. Genel Süt Analizleri

3.2.2.1. Kuru Madde Analizi

Kuru madde analizi, TS 1018 İnek sütü- Çiğ standardına göre gravimetrik yöntemle gerçekleştirilmiştir [128].

3.2.2.2. Titrasyon Asitliği Analizi

Titrasyon asitliği, TS 1018 İnek sütü- Çiğ standardına göre % laktik asit cinsinden saptanmıştır [128].

3.2.2.3. Yağ Analizi

Yağ analizi, TS 8189 Süt- Yağ Tayini- Gerber Metodu standardında belirtilen yöntemle gerçekleştirilmiştir [129].

3.2.2.4. pH Analizi

Yoğurt örneklerinin üretimi ve depolanma süresi boyunca pH değerinde meydana gelen değişimler, her kullanım öncesi kalibre edilen, masa tipi pH metre ile ölçümleri gerçekleştirilerek gözlenmiştir.

3.2.2.5. Toplam Protein Analizi

Toplam protein içeriği, Bradford (1976) tarafından geliştirilen yöntemle spektrofotometrik olarak saptanmıştır. Yöntem, örneklere eklenen Bradford reaktantının proteinlerle etkileşimi sonucu meydana gelen renk değişimlerinin 595 nm dalga boyunda spektrofotometre ile absorbansının ölçülerek belirlenmesi ve teknik inek kazeini (Sigma, C-7078, Almanya) ile hazırlanan standart eğri referans alınarak protein miktarının saptanması ilkesine dayanmaktadır [130].

3.2.3. Isıl İşlem Uygulaması

Çiğ süt, kaynar su banyosunda 80°C'de 5 dakika pastörize edilmiştir. Isıl işlem uygulaması süresince sürekli karıştırılarak ısı dağılımının homojen olması ve yeterli ısıl işlemin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

3.2.4. Yoğurt Örneklerinin Hazırlanması ve Depolanması

Isıl işlem sonrası, inokulasyon sıcaklığı olan 45°C'ye hızla soğutulan 5000 mL yağsız süte %4 oranında 200mL *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* içeren Direk Set Liyofilize Starter Kültür (D YOG CY-203 DSL (5U), DSM Food Specialties, Hollanda) inoküle edilmiştir. Starter kültür inokülasyonu sonrasında 2500 mL inkübasyona hazır örneğe, etil alkolde

hazırlanmış 50 g/L (50000 ppm) stok *trans*-resveratol çözeltisinden 5mL eklenmiş ve son *trans*-resveratrol derişimi 100 ppm' e ayarlanmıştır. Diğer 2500 mL inkübasyona hazır örneğe 5 mL etil alkol eklenmiş ve etil alkolün etkisinin belirlenmesi sağlanmıştır. Tekstür analizi, resveratrol analizi ve pH ölçümünde kullanılacak örnekler, 0.1 mg/L resveratrol içeren ve resveratrol içermeyen kontrol grubu olmak üzere iki farklı biçimde, 3'er paralel olarak, yaklaşık 180 ml hacimli yoğurt kaplarında, set tipi olarak hazırlanmıştır. Su tutma kapasitesinin belirlenmesinde kullanılacak örnekler resveratrol içeren ve resveratrol içermeyen kontrol grubu olmak üzere iki farklı biçimde 2'şer paralel olarak, yaklaşık 10 ml hacimli deney tüplerinde, set tipi olarak hazırlanmıştır. İnkübatörde 45°C'de inkübe edilen yoğurt örneklerinin pH değeri 5.0-5.1' e geldiğinde inkübasyon durdurulmuş ve önce inkübatörde 10 dakika, sonra oda sıcaklığında 20 dakika toplamda 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Örnekler 1. Gün, 7. Gün, 14. Gün ve 21. Gün analizleri için +4°C' de buzdolabı sıcaklığında depolanmıştır.

3.2.5. Tekstür Analizi

Yoğurt örneklerinin tekstür analizleri silindirik prob ve konik prob ile Yüksel ve Erdem (2009)'a göre; disk ile Najgebauer-Lejko ve ark. (2013)' e göre yürütülmüştür. 2.7 cm çapındaki silindir prob, 2 cm uzunluğundaki konik prob (60°) ve 5 cm çaplı disk, silindirik kapların içindeki yoğurt örneğine daldırılmıştır. Silindir prob iki dalış ile 2 mm.s⁻¹ hızında uygulanırken, konik prob ve disk tek dalış ile 1 mm.s⁻¹ hızında uygulanmıştır. Örnek derinliği 50 mm'dir. Kuvvet-zaman grafiklerinden Nexygen 2.0 (Lloyd, İngiltere) yazılımı kullanılarak örneklerin tekstürel özellikleri hakkında bilgi veren parametreler elde edilmiştir [131] [132].

3.2.6. Su Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi

Yoğurt örneklerinde su tutma kapasitesi Yüksel ve Erdem (2009)'a göre gerçekleştirilmiştir. Deney tüplerinde üretimi yapılan yaklaşık 10 ml, net ağırlığı belirlenen yoğurt örnekleri 3000 rcf x 15 dakika 4 °C'de santrifüj edilmiş, süpernatant uzaklaştırıldıktan sonra presipitat miktarı belirlenmiştir [131]. Su tutma kapasitesi (WHC) hesaplanmıştır;

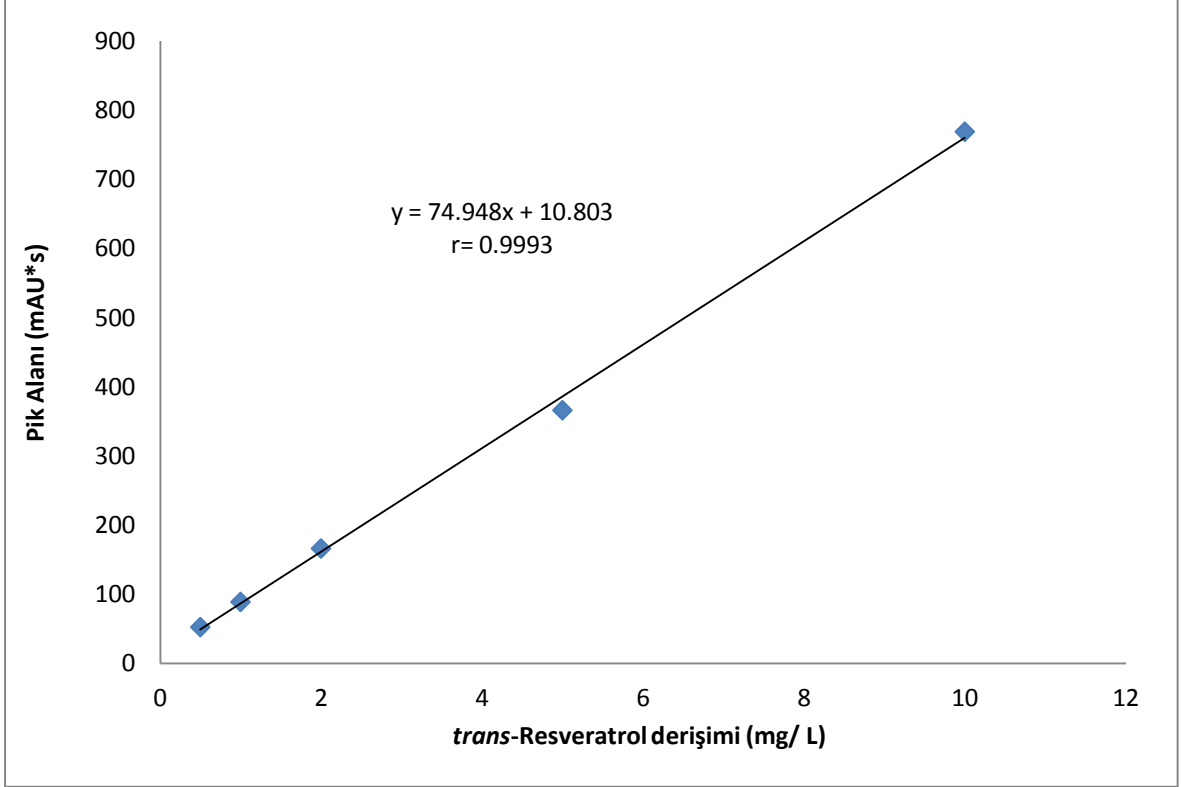
$$\%WHC = (\text{presipitat ağırlığı}/\text{örnek ağırlığı}) * 100$$

3.2.7. Resveratrolün RP-HPLC ile Belirlenmesi

Tokuşoğlu ve ark. (2005) yöntemi modifiye edilerek uygulanan kromatografik koşullar aşağıda verilmiştir [5]:

Mobil faz; %40 asetonitrilde hazırlanmış %0.1 TFA (trifloroasetik asit) (v/v)' dir. Kolon sıcaklığı 30°C, akış hızı 1mL/dk, deteksiyon dalga boyu 285 nm, örnek enjeksiyon hacmi ise 20 µL' dir. İzokratik akış gerçekleştirilmiştir.

Resveratrol miktarı eksternal standart yöntemi ile hesaplanmıştır. 50 mg/mL' lik *trans*-resveratrol stok çözeltisinden 0.1 mg/mL ile 10 mg/mL aralığında standartlar oluşturularak kalibrasyon eğrisi çizilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. *trans*-Resveratrol kalibrasyon eğrisi

3.2.8. Resveratrol ile Süt Proteinleri Etkileşiminin RP-HPLC ile Belirlenmesi

Etkileşim düzeyi serbest resveratrol derişimi üzerinden hesaplanmıştır. Ependorf içine alınan 1 mL yoğurt örneğine 0.2mL %12'lik asetik asit eklenerek 6000 rcf x 15 dakika 20 °C'de santrifüj edilmiştir. Süpernatanttan alınan 0.2 mL örnek %2 asetik asitle önce 3 kat ardından 2 kat seyreltilerek, RP-HPLC'de analiz edilmiştir. Örneklerde, resveratrol derişiminde saptanan azalma % Bağlanma şeklinde ifade edilmiştir:

$$\% \text{ Bağlanma} = \left(\frac{\text{Eklenen resveratrol derişimi} - \text{Belirlenen resveratrol derişimi}}{\text{Eklenen resveratrol derişimi}} \right) \times 100$$

Kör örnekte ise resveratrol yerine deiyonize su kullanılmıştır.

3.2.9. Araştırma Sonuçlarının İstatiksel Olarak Değerlendirilmesi

Araştırma sonuçları SPSS 15.0 Windows istatistik programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Farklar önemli bulunduğunda ortalamalar Duncan testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

4. Sonuçlar ve Tartışma

4.1. Genel Süt Analizleri

Bu çalışmada kullanılan yağsız süt A.O.. Süt Fabrikası (Ankara)' dan günlük üretim akışından çekilmiş ve aynı gün Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarına ulaştırılmıştır. Sütün niteliklerini belirlemek amacıyla yeterli miktarda örnek ayrıldıktan sonra yoğurt üretiminde kullanılacak süte pastörizasyon işlemi uygulanmıştır. Süt rneklerinin genel nitelikleri izelge 4.1' de verilmiştir.

pH / T(°C)	6.59 / 11
Titrasyon asitliği (% Laktik asit)	0.14±0.005
Yağ (%)	0.40±0.1
Protein (g/L)	29.33±1.42
Kül (%)	0.69±0.01
Toplam kuru madde (%)	8.64±0.7

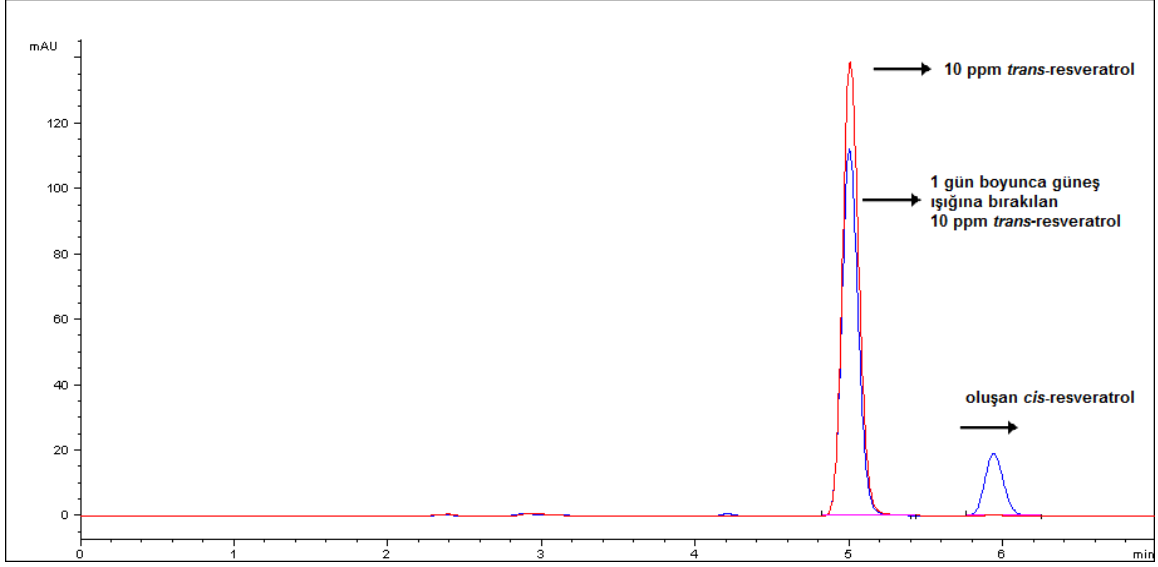
Çizelge 4.1. Yoğurt retiminde kullanılan süt örneklerinin genel nitelikleri (ortalama)

Yoğurt retiminde kullanılacak yağsız sütün içerdiği yağ miktarı da kontrol edilmiş ve pıhtı sıklılığını arttırdığı bilinen yağın yeterli düzeyde ayrıldığı belirlenmiştir. Protein miktarının da üretim için uygun olduğu; ancak yağ içeriğinin ayrılmış olmasından dolayı toplam kuru madde içeriğini de gözlenen değerin “yağsız kuru madde” olarak algılanması doğru olacaktır. Bu çalışmada, üretiminde resveratrol kullanılan yoğurtların düşük kuru madde içeriğine rağmen gerçekleşmesini beklediğimiz etkileşimler sonucu, yağsız kuru madde içeriğinin tekstürel özellikleri açısından yeterli olabileceği ve yağsız yoğurt üretiminde dahi tercih edilebilir bir fonksiyone katkı maddesi olabileceği üzerinde durulmaktadır.

4.2. *trans*-Resveratrol ve Süt Proteinlerinin Etkileşimi

Bu tez kapsamında, *trans*-resveratrol ile süt proteinleri arasında gerçekleşen etkileşim, serbest resveratrol ieriğindeki azalma üzerinden izlenmiştir. Azalmanın *cis*-resveratrol izomerine dönüşümü de bu bağlamda araştırılmış ve *cis*-resveratrole ölçülebilir düzeyde rastlanılmadığı için, resveratroldeki azalma, süt

proteinleri ile bağlanmasına atfedilmiştir. Ayrıca bu bulgu, *trans*-resveratrolün fotostabilitesinin, süt proteinleriyle girdiği etkileşim sonucu artmış olabileceği olasılığını da akla getirmiştir. 10 ppm *trans*-resveratrol içeren örnek 1 gün boyunca güneş ışığına maruz bırakılmış ve *cis*-resveratrol oluşumu izlenmiştir. Kromatogram Şekil 4.1' de verilmiştir.

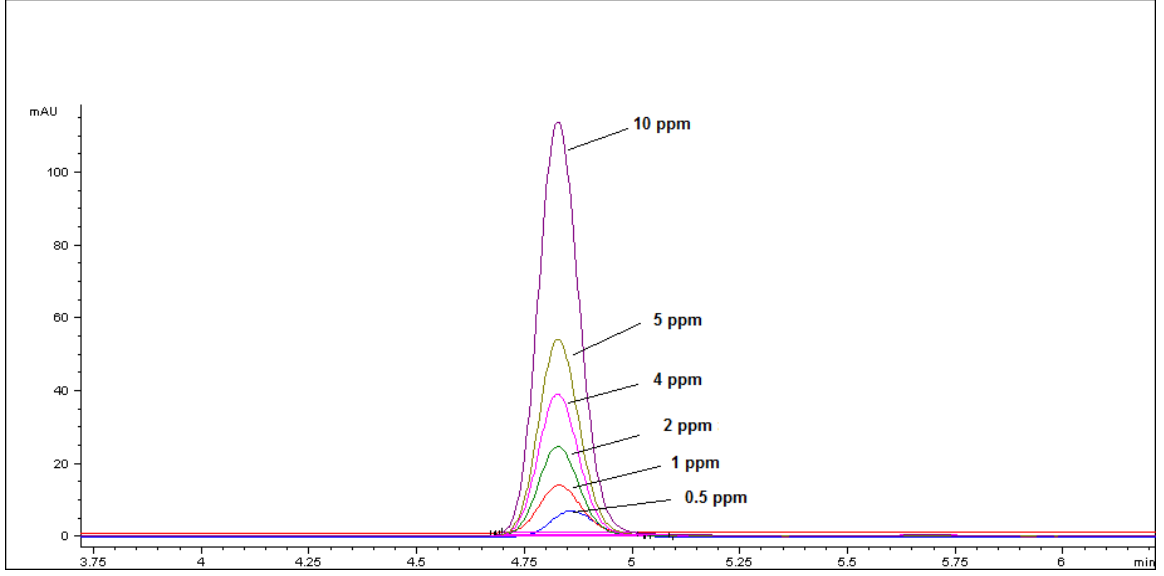


Şekil 4.1. Gün ışığına bırakılan *trans*-resveratrolün *cis* formuna dönüşümünü gösteren RP-HPLC kromatogramı

Ancak yukarıda da dile getirildiği gibi, yoğurt örneklerinde saptanabilir düzeyde *cis*-resveratrol gözlenmemiştir.

4.2.1. *trans*-Resveratrolün RP-HPLC ile Belirlenmesi ve İçeriğinin Saptanması

trans-Resveratrolün nicel olarak belirlenmesi amacıyla *trans*-resveratrol stok çözeltisi hazırlanmış ve farklı derişimlerde standartlar kullanılarak eksternal standart yöntemiyle; belirtilen kromatografik koşullarda RP-HPLC ile analiz edilmiştir (Şekil 4.2). Korelasyon katsayısı (r) 0.9993 olan kalibrasyon eğrisi ile *trans*-resveratrol niceliğinin, pik alanı üzerinden saptanması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı derişimlerdeki *trans*-resveratrole ait RP-HPLC kromotogramları

4.2.2. Resveratrol ve Süt Proteinleri Etkileşiminin Nicel Olarak Belirlenmesi

Materyal ve metot bölümünde açıklandığı gibi yoğurt örneklerine eklenen *trans*-resveratrol ile süt proteinlerinin etkileşimi sonucu;

$$\% \text{Bağlanma} = \left(\frac{\text{Eklenen resveratrol derişimi} - \text{Belirlenen resveratrol derişimi}}{\text{Eklenen resveratrol derişimi}} \right) \times 100$$

eşitliği ile hesaplanarak Çizelge 4.2' de verilmiştir ve Şekil 4.3'de örnek kromotogramda etkileşim gösterilmiştir.

Örnek	Eklenen resveratrol(ppm)	Belirlenen resveratrol (ppm)	% Bağlanma
1.gün R	100	11.53±0.13	88.46
7. gün R	100	13.77±1.01	86.22
14. gün R	100	13.47±1.25	86.52
21. gün R	100	14.85±1.78	85.14

Çizelge 4.2. Yoğurt örneklerinin depolama süresince resveratrol (bağlı ve serbest) derişimindeki değişim (ppm)

Resveratrol eklenmiş süt örneklerinden üretilen yoğurt örneklerinde, bağlanan resveratrolün derişiminin depolama süresince değişmediği gözlenmiştir. Resveratrolün süt proteinleri ile bağlanma oranının önemli olduğu ($p < 0.01$),

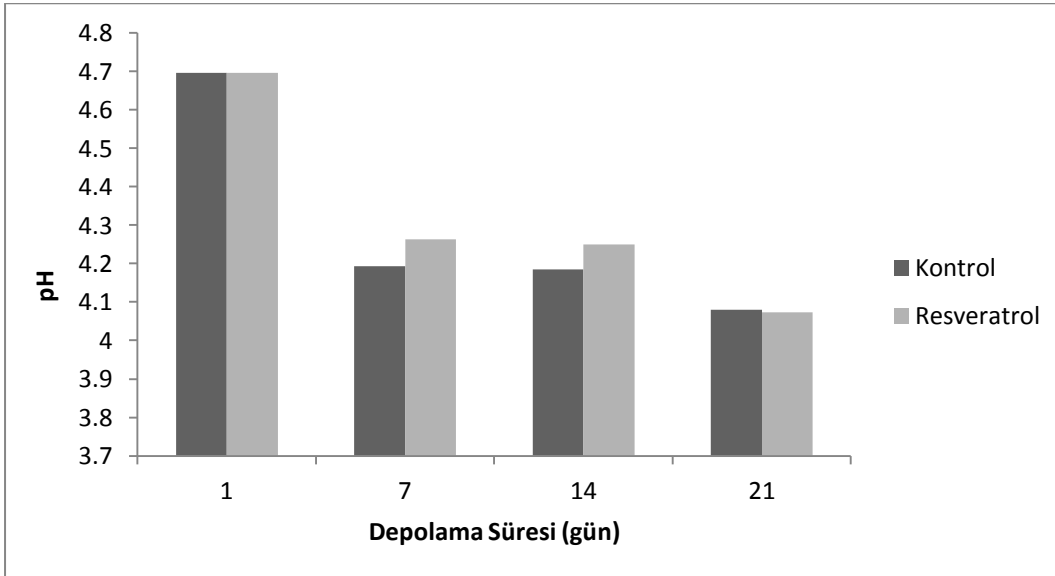
depolama süresince bağlı resveratrol derişimi değişiminin ise önemli olmadığı ($p>0.01$) ortaya konulmuştur.

Resveratrolün eklenir eklenmez, bağlanma sürecini tamamladığı ve yoğurt üretim sürecindeki temel işlemler sonucu bağlanma düzeyinin değişmediği gözlenmiştir. Daha önce yürütölen çalışmalardan [133] elde edilen sonuçlara göre bu bağlanmanın iyonik ve/veya hidrojen bağı şeklinde gerçekteşmesinin olası olduğu düşünölmektedir.

4.3. Resveratrol-Protein Etkileşimlerinden Yoğurtta Yararlanma Olanakları

4.3.1. Yoğurt Örneğlerinin pH Değerlerine İlişkin Sonuçlar

Yoğurt örneğlerinin depolama boyunca pH değişimleri takip edilmiştir. İnkübasyonun gerçekteşirildiği süreçte örneğlerin pH değeri 5.0-5.1 aralığına ulaştığında inkübasyon durdurulmuş ve bölüm 3.2.4' te anlatıldığı gibi üretim gerçekteşirilmiştir. 1. Günde beklenen yaklaşık 4.3 pH değerine ulaştığı ve depolama boyunca tüm örneğlerde pH' nın azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.3). Canlı laktik asit bakterilerini içermesi zorunlu olan yoğurtta, aktivitesi düşük olmakla birlikte laktik asit üretimi devam etmiş ve beklenen pH düşüşü gözlenmiştir. Resveratrol varlığının asit üretimi üzerine etkisinin önemli olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$).



Şekil 4.3. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt pH' sı üzerine etkisi

4.3.2. Yoğurt Örneklerinde Resveratrol-Protein Etkileşimlerinin Belirlenmesi

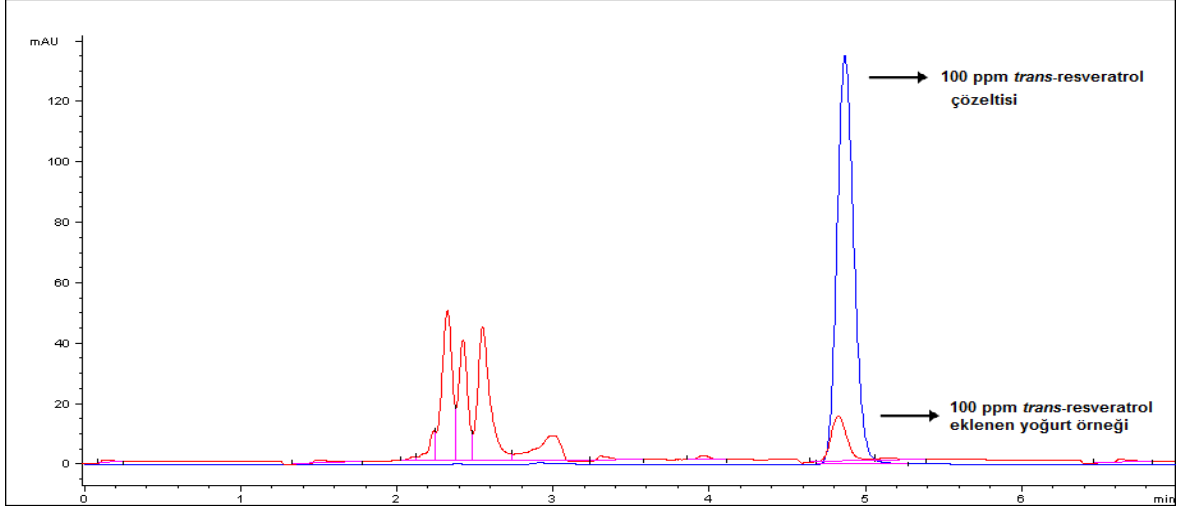
Süt proteinleri ile resveratrol arasında gerçekleşen etkileşimler, yoğurt üzerinde yürütülen çalışmada, depolama süresince serbest resveratrol miktarında meydana gelen değişimlerin RP-HPLC ile belirlenmesiyle ortaya konulmuştur.

Acar [133], yaptığı çalışmada farklı derişimlerde resveratrolün, sabit protein derişimindeki süt sistemlerine eklenmesiyle meydana gelen bağlanma değişimini incelemiştir. Denemede kullanılan her resveratrol derişiminde bağlanmanın yaklaşık %80 oranında gerçekleştiği saptanmıştır. Resveratrol miktarının belli bir derişimin üzerinde olduğu bir protein sisteminde, resveratrol-protein etkileşimlerinin yeterli düzeyde gerçekleşebildiği ve resveratrol bağlanmış proteinler arasında da artarak devam ettiği belirtilmiştir. Etkileşimlerin uygun koşullarda depolama süresince de devam ettiği gözlenmiştir.

Aynı çalışmada proteinlerde meydana gelen değişimlerin elektroforez yöntemi ile ortaya konulmasında; resveratrol içeren süt örneklerinde, resveratrol ile etkileşimin ilk anlarında misel dış yüzeylerinde lokalize olmuş olan κ -kazein piklerinde değişim gözlenmiş, doğal κ -kazein miktarının azaldığı belirtilmiştir. Resveratrol eklenir eklenmez κ -kazein ile etkileşime giren ve “ κ -kazein-resveratrol- κ -kazein” kompleksinin oluştuğunu ve bu sonucun resveratrol ile kazein sistemi arasındaki bağlanmanın göstergesi olduğu ortaya konmuştur.

Yoğurt üretiminde starter kültür inokülasyonu aşaması sonrasında sabit derişimde (100 ppm) resveratrol eklenerek depolama süresince parametrik değerlerde ortaya çıkan değişimler, resveratrol eklenmemiş kontrol örnekleri ile karşılaştırılmıştır.

Sütte olduğu gibi [133] yoğurt örneklerinde de RP-HPLC kromotogramında (Şekil 4.4) serbest *trans*-resveratrol pikinde ortaya çıkan azalma ve pik alanından yola çıkılarak hesaplanan “serbest” resveratrol derişimi önemli düzeyde resveratrol-protein bağlanmasının varlığını ortaya koymuştur ($p < 0.01$).



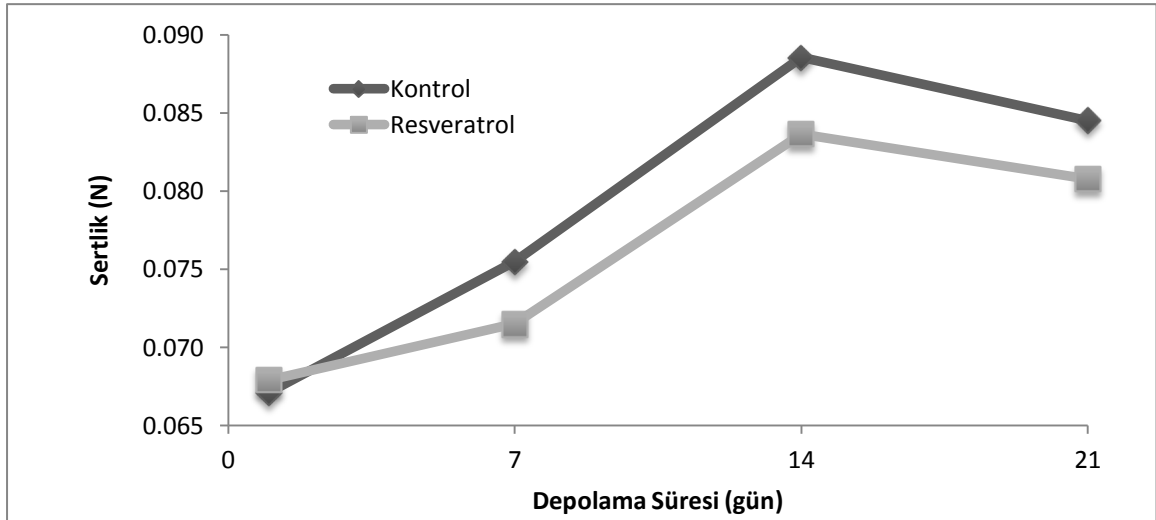
Şekil 4.4. Yoğurt örneğinde *trans*-resveratrole ait RP-HPLC kromotogramı

Çizelge 4.2’de özetlenen bulgulardan da görüldüğü gibi; eklenen 100 ppm son derişimdeki resveratrolün, yaklaşık %85’ inin süt proteinlerine bağlandığı gözlenmiştir. 30 g/L oranında protein varlığından söz edebileceğimiz örneklerde yaklaşık 1/1000 (w/w) oranında resveratrol-protein bağlanmasının söz konusu olduğu öne sürülebilir. Ancak aşağıdaki bölümlerden de görülebileceği gibi, resveratrolün kazeinlere bağlanma sürecinin, yeşil çay kateşinlerinde olduğu gibi [134] protein-polifenol-protein biçiminden çok; sadece C-4’ konumundaki –OH grubu kullanılarak resveratrol-protein şeklinde olduğu kanısı doğmuştur. Ancak bu argümanı kanıtlayacak belirgin veri, bu tez kapsamında yer almamaktadır. Bu konu ileride yürütülecek çalışmalarda ortaya konulmalıdır.

Bu bağlanmanın, üretilen yoğurtlarda ne tür tekstürel değişimlere yol açtığı aşağıda tartışılmaya çalışılmıştır.

4.3.3. Resveratrol-Protein Etkileşimlerinin Yoğurdun Tekstürel Özelliklerine Etkileri

Yoğurt jellerinde üzerinde durulan tekstürel parametrelerden en önemlisi olan sertlik (hardness), üründe belirli bir deformasyon oluşturmak için gereken kuvvet (N) olarak tanımlanmaktadır. Yoğurt üretiminde protein miktarını ya da proteinler arasındaki etkileşimi arttırmak; üründe daha sıkı bir ağ yapı oluşturacağından pıhtı sertliğinde artışa neden olabilecektir.



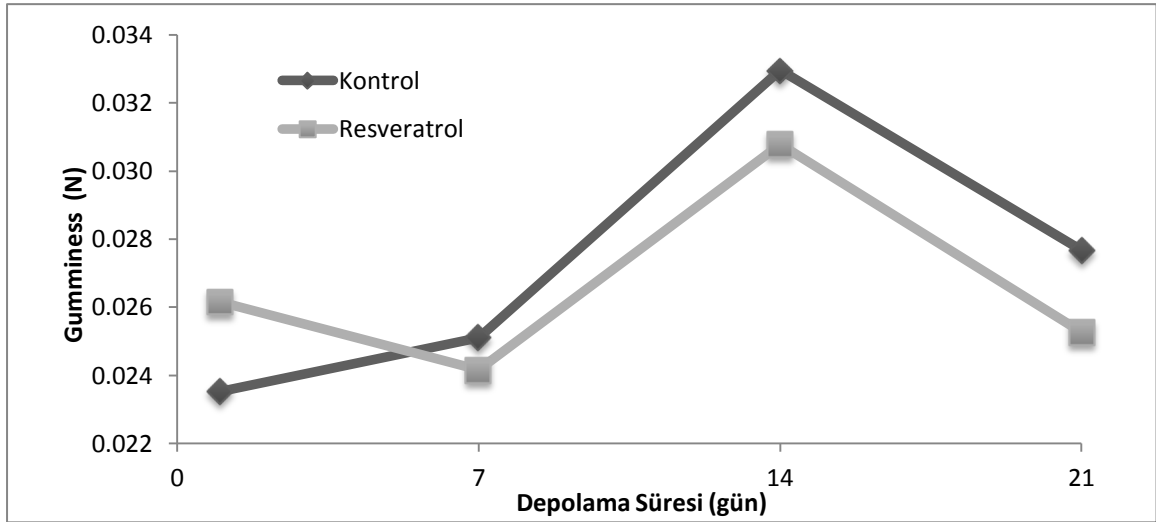
Şekil 4.5. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt örneklerinin pıhtı sertliği üzerine etkisi

Silindirik prob ile gerçekleştirilen tekstür profili analizinden elde edilen sertlik değerinin yoğurdun depolanması süresince değişimi Şekil 4.5' te verilmiştir. Depolama süresince bu değer beklediği gibi, artan sıkılaşıma (contraction) nedeniyle arttığı saptanmış; ancak resveratrol varlığının pıhtı sıkılığı üzerindeki etkisinin önemli olmadığı (kontrol grubuyla karşılaştırıldığında) gözlenmiştir ($p>0.05$).

Başlangıçta aynı olan sertliğin, depolama süresince (istatistiksel olarak önemli bulunmasa da) daha düşük gözlenmesi açıklanamamıştır.

Bir diğer parametre olan Gumminess (yarı-katı maddelerin çiğnenebilirliği), yarı katı özellikte bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerji olarak tanımlanmaktadır (N). Silindirik prob ile gerçekleştirilen tekstür analizinden elde edilen gumminess verileri Şekil 4.6' te özetlenmiştir.

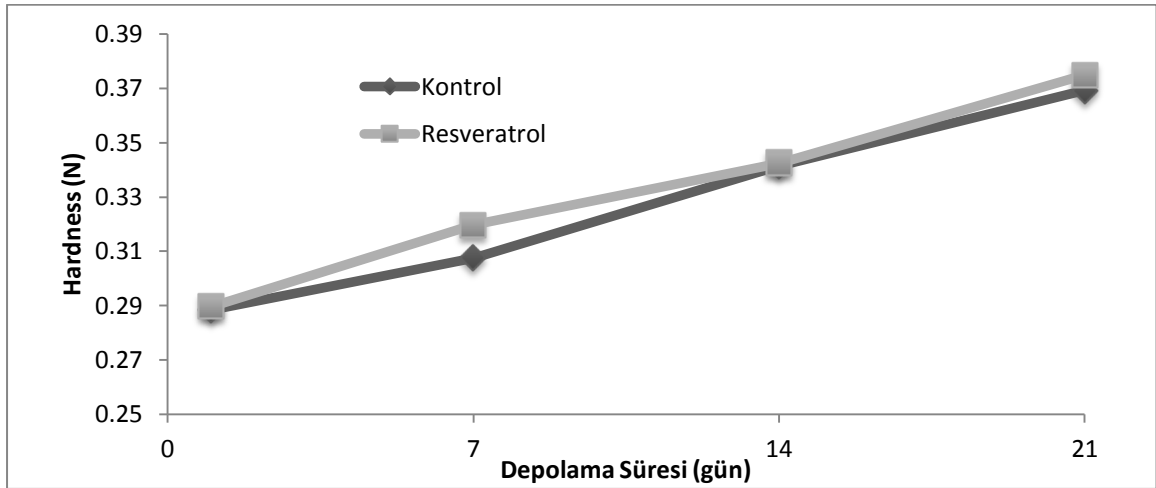
Gumminess parametresi de pıhtı sertliği (hardness) ile paralel olarak depolama süresince artış göstermiştir. Resveratrol varlığının gumminess üzerine 1. Gün sonuçlarında görece bir geliştirici etkiye yol açtığı ancak depolama süresince kontrol örnekleri ile aradaki farkın önemli olmadığı ortaya konulmuştur ($p>0.05$). Tüm örneklerde gumminess' in 14. Gün depolama sonrasında giderek azalması sertlikte gözlenen değişim ile uyumlu bulunmuştur.



Şekil 4.6. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt örneklerinde Gumminess üzerine etkisi

Yoğurt örneklerinde penetrometrik olarak da pıhtı karakteristiğini açıklamak üzere konik prob ile analizler gerçekleştirilmiştir. Probu, TPA analizinden farklı olarak, tek dalış ile gerçekleştirilen bu analiz sonucu; sertlik (hardness, N) ve iş (work, J) verileri elde edilmiştir. Buradaki sertlik değerlendirmesi, kırılma kuvveti ile (fracture force) birlikte değerlendirilmektedir.

Konik prob ile yapılan analiz sonucu elde edilen sertlik değerleri, Şekil 4.7' de özetlenmiştir.



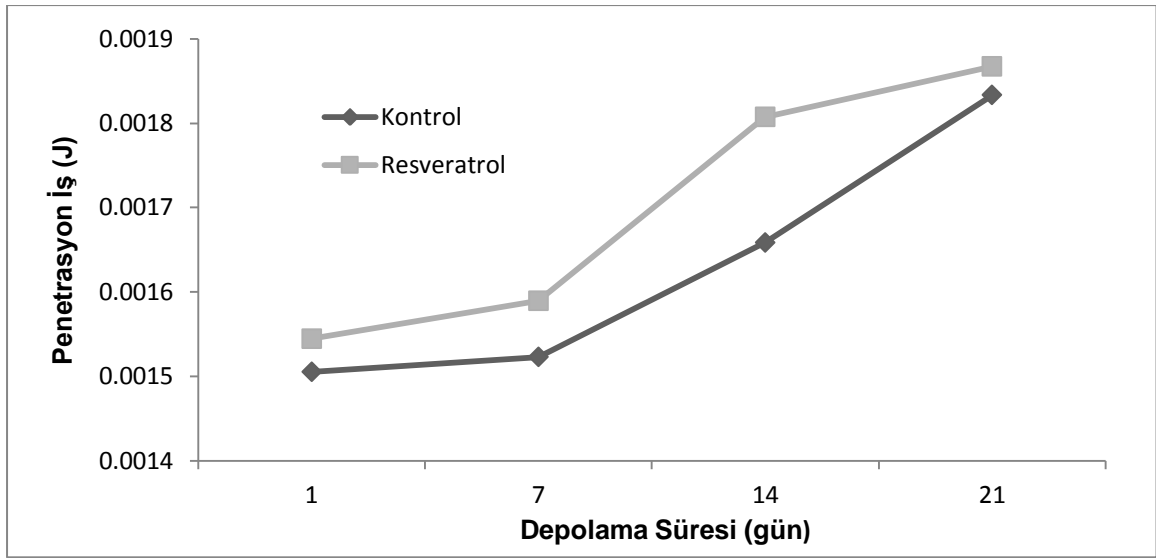
Şekil 4.7. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt örneklerinin konik prob pıhtı sertliği üzerine etkisi

Depolama süresince oluşan sıkılaşıma yoğurt tekstüründe sertlik değerinin artmasına neden olmuştur. Bunun yanı sıra resveratrol eklemenin yoğurtta sertlik

olarak tanımlanan penetrasyona karşı gösterilen direnç üzerinde önemli bir fark yaratmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$).

Bir diğer parametre ise penetrasyon süresince yapılan iştir (work). Pıhtı ne kadar sıkı ve kırılması zor ise iş o kadar yüksek olmaktadır. Bir diğer anlamda pıhtıyı kırabilmek için gereken enerjiyi tanımlar.

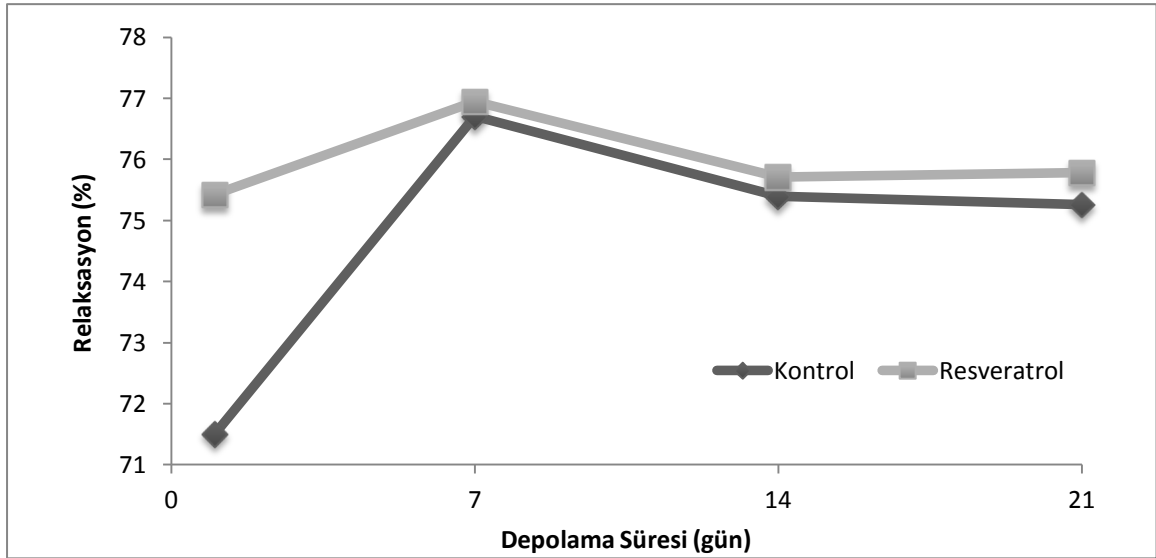
Penetrasyonda sertlik sonuçları ile paralel bir eğilim gösteren iş değerlerinin (Şekil 4.8), resveratrollü örneklerde daha yüksek olduğu belirlenmiş; 14. Gün denemelerinde farkın önemli olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Ancak tüm depolama boyunca ortaya çıkan farkın önemli olduğu söylenememektedir ($p>0.05$).



Şekil 4.8. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt örneklerinin konik prob iş üzerine etkisi

Ancak, pıhtı sıklığının bir başka bakış açısı ile değerlendirildiği “iş” kavramı kapsamında, farkın istatistiksel önemi tartışmalı da olsa, resveratrolün depolama boyunca, pıhtının kırılması için gereken enerjiyi arttırdığı gözlenmiştir. Bu olgu bağlanma sonucu jelin elastikiyet kazandığı kanısı uyandırmakla birlikte, bu sonuç açık bir biçimde kanıtlanamamıştır.

Çevrimli Akışkanlık Testi (BET) ile analiz edilen yoğurdun tekstürel özellikleriyle ilgili sonuçları Şekil 4.9’de verilmiştir.

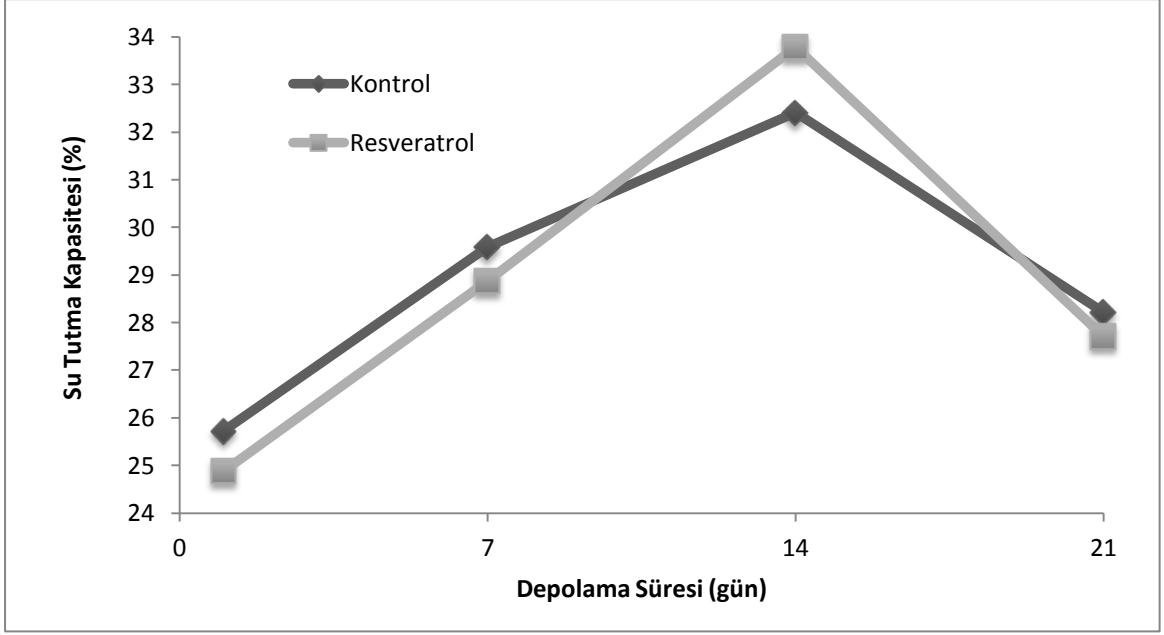


Şekil 4.9. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt örneklerinin disk ile gerçekleştirilen % relaksasyon üzerine etkisi

Pıhtının sıkıştırılması ve sonrasında bu basıncın ortadan kaldırılması sonucu eski haline dönüşümünün düzeyi olarak yorumlanabilecek olan relaksasyon (relaxation), ilk gün örneklerinde resveratrol varlığında belirgin olarak yüksek bulunmuştur ($p < 0.01$). Ancak bu fark, depolamanın ilk haftası sonunda önemini yitirmiştir ($p > 0.01$). Resveratrol varlığı sonucu proteinler arası etkileşim ile, iş verileriyle uyumlu olarak pseudoplastik bir karakter kazandığı sanılan pıhtının, süreçteki biyokimyasal değişimlerle normale dönmüş olabileceği akla gelmektedir. Ancak bu konuda da kesin verilere ulaşmak için daha ileri analizlere gerek duyulmaktadır.

4.3.4. Resveratrol-Protein Etkileşimlerinin Yoğurdun Su Tutma Kapasitesi Üzerine Etkileri

Su tutma kapasitesi (WHC), yoğurdun duyuşsal özelliklerini belirleyen ölçütlerden biridir ve teknik anlamının yanı sıra tüketici beğenisi açısından da önemli bir parametredir. Yoğurt örneklerinin su tutma kapasiteleri depolama süresi boyunca belirlenmiştir. Resveratrol eklenmesinin, proteinlerle gerçekleştireceği etkileşimlerle güçlü bir ağ yapı oluşturacağından kuru madde artışına gerek olmaksızın su tutma kapasitesini arttıracığı öngörülmüştür.



Şekil 4.10. Depolama süresince resveratrol eklemenin yoğurt su tutma kapasitesi üzerine etkisi

Ancak yapılan analizler sonucu (Şekil 4.10) resveratrol eklemenin yoğurttaki su tutma kapasitesini depolama boyunca önemli düzeyde değiştirmedığı gözlenmiştir ($p>0.05$). Tüm örneklerde WHC ilk iki hafta artmış, sonrasında önemli düzeyde azalmıştır ($p<0.01$).

Bu fenomen de, daha önce dile getirildiği gibi, resveratrol-protein etkileşiminin, proteinler arası bir köprü niteliğinde olmadığı, resveratrol-kazein bağlanması şeklinde söz konusu olduğu kanısını güçlendirmektedir. Ancak bu argüman, bağlanmanın biçimine ilişkin yeni araştırmaların yapılmasını gerekli kılmaktadır.

5. ÖNERİLER

Bu tez çalışması ile resveratrol ve süt proteinleri arasında gerçekleşen etkileşimi ve bu etkileşimin, yoğurdun üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu çalışmanın diğer polifenollerle proteinler arasında gerçekleşen etkileşimlerin belirlenmesinde de kullanılabilir bir yöntemin ortaya konulması açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Resveratrol-protein etkileşiminin, yoğurt üretiminde hem fermentasyon hem de depolama süreçleri boyunca olumsuz herhangi bir etkisi saptanmamış olup; yoğurdun tekstürel özelliklerini ve su tutma kapasitesini kontrole göre önemli düzeyde değiştirmedeği dile getirilebilir.

Tüm bunların yanı sıra günümüzde biyoaktif bileşenlerin yer aldığı fonksiyonel gıdaların önemi ve elbette ulaştığı pazar boyutu, göz ardı edilemeyecek bir diğer önemli husustur. Fonksiyonel gıda sektöründe ilk sıralarda yerini alan süt ürünleri ise bu konuda üzerinde en çok çalışmanın yürütüldüğü ürün gruplarından biridir. Süt protein sisteminin, gerek fiziksel gerek kimyasal özellikleri nedeni ile bu tip bileşenler için en iyi taşıyıcı “araçlardan” biri olarak kabul görmektedir.

Tüm dünyada üzerine büyük bir ilgiyi çekmeyi başarmış olan resveratrolün ticari boyutta kullanımı çoktan gerçekleşmiş; resveratrollü sakız, çikolata ve tahıl barları gibi ürünler halihazırda pazardaki yerini almıştır. Bu noktada resveratrolün özellikle yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde ve aromalı içme sütlerinde kullanımı tartışmaya açılmaktadır.

Bu bağlamda resveratrol ile süt proteinlerinin bağlanma karakteristiklerinin ayrıntılı biçimde, temel süt ürünleri proses koşullarında ve son ürünlerde ortaya konulmasının ileri çalışmaların konusu olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yine son ürünlerin fonksiyonel özelliklerine etkisinin belirlenmesi de sağlığa etkisinin yanı sıra daha kaliteli ürün eldesi olasılığını ortaya koyacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S., Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses, *Food Chemistry*, 99, 191-203, **2006**.
- [2] Bravo, L., Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance, *Nutrition Reviews*, 56, 317–333, **1998**.
- [3] Harbourne, J. B., *Methods in plant biochemistry, 1: Plant phenolics*, Academic Press, London, **1989**.
- [4] Bay-Karabulut, A., Resveratrol ve etkileri, *Türkiye Klinikleri Journal of Medicine Science*, 28, 166-169, **2008**.
- [5] Tokuşoğlu Ö., Ünal M.K., Yemis, F., Determination of the phytoalexin resveratrol (3,5,4'-trihydroxystilbene) in peanuts and pistachios by high performance liquid chromatographic diode array (HPLC-DAD) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 53, 5003-5009, **2005**.
- [6] Feijoo, O., Moreno, A., Falque, E., Content of *trans*- and *cis*-resveratrol in Galician white and red wines, *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 608– 613, **2008**.
- [7] Baur J. A., Sinclair D. A., Therapeutic potential of resveratrol: the *in vivo* evidence. *Nature Reviews Drug Discovery*, 5, 493-506, **2006**.
- [8] O' Connell J. E., Fox P.F., Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review, *International Dairy Journal*, 11, 103–120, **2001**.
- [9] Fox, P.F., and Mc Sweeney, P.L.H., Characterization of the protein composition of casein micelles after heating, *International Dairy Journal*, 9, 249-254, **1998**.
- [10] Walstra, P. and Jenness, R., *Dairy Chemistry and Physics*, John Wiley and Sons Incorporation, New York, 407, **1984**.
- [11] Alaimo M.H., Farrell H.M. Jr., Germann M.W., Conformational analysis of the hydrophobic peptide α_{s1} -casein, *Biochimica Biophysica Acta*. 1431, 410-420, **1999**.
- [12] Payens, T.A.J., Stable and unstable casein micelles, *Journal of Dairy Science*, 65, 1863-1873, **1982**.
- [13] McKenzie, H.A., *Milk Proteins: Chemistry and Molecular Biology*, Academic Press, London, 552, **1971**.
- [14] Fox, P.F., *Heat-induced coagulation of milk: Developments of Dairy Chemistry*, Applied Science Publishers, Essex, 189-227, **1982**.
- [15] Wong, D.W.S., Camirand, W.M., Pavlath, A.E., Structures and functionalities of milk proteins, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36, 807-844, **1996**.
- [16] Barbeau, J., Gauthier, S.F., Pouliot, Y., Thermal stabilization of β -lactoglobulin by whey peptid fractions, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 44, 3939-3945, **1996**.

- [17] Fairise, J.F., Cayot, P., Lorient, D., Characterization of the protein composition of casein micelles after heating, *International Dairy Journal*, 9, 249-254, **1999**.
- [18] Law, A.J.R. and Leaver, J., Effect of protein concentration on rates of thermal denaturation of whey protein in milk, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 4255-4261, **1997**.
- [19] Oldfield, D.J., Singh, H., Taylor, M.W., Pearce, K.N., Heat-induced interactions of β -lactoglobulin and α -lactalbumin with the casein micelle in pH-adjusted skim milk, *International Dairy Journal*, 10, 509-518, **2000**.
- [20] Law, A.J.R., Horne, D.S., Banks, J.M., Leaver, J., Heat-induced changes in the whey proteins and caseins, *Milchwissenschaft*, 49, 3, 125-129, **1994**.
- [21] Dalgleish, D.G., van Mourik, L., Corredig, M., Heat-induced interactions of whey proteins and casein micelles with different concentrations of α -lactalbumin and β -lactoglobulin, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 4806-4813, **1997**.
- [22] Walstra, P., Geurts, T.J., Noomen, A., Jellema, A., Van Boekel, M.A.J.S., *Dairy Technology*, Marcel Dekker Incorporation, New York, 727, **1999**.
- [23] Jaziri, I., Ben Slama, M., Mhadhbi, H., Urdaci, M.C. and Hamdi, M., Effect of green and black teas (*Camellia sinensis* L.) on the characteristic microflora of yogurt during fermentation and refrigerated storage. *Food Chemistry* 112, 614–620, **2009**.
- [24] Tamime, A.Y., and Robinson, R.K., *Background to manufacturing practice, In Tamime & Robinson's Yoghurt – Science and Technology*, (eds: Tamime, A.Y., and Robinson, R.K.) Cambridge, United Kingdom & Boca Raton, Florida: Woodhead Publishing Limited & CRC Press Limited Liability Company, 13–161, **2007**.
- [25] Anonymous 2001, *Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği*, Tebliğ No: 2001/21, **2001**.
- [26] IDF, *Consumption statistics for milk and milk products (1993)*. International Dairy Federation Bulletin no. 301, Brussels, **1995**.
- [27] Roberfroid, M., Prebiotics: the concept revisited. *Journal of Nutrition*, 137, 830-837, **2007**.
- [28] Yasan Ataseven, Z., Gülaç, Z.N., *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Durum ve Tahmin Süt ve Süt Ürünleri 2011/2012*, Ankara, **2012**.
- [29] Tamime, A.Y., and Robinson, R.K., *Yoghurt: Science and Technology, 2nd edition*, CRC Press, Boca Raton, Florida, **1999**.
- [30] Lee, W.J. & Lucey, J.A., Formation and physical properties of yogurt, *Asian - Australasian Journal of Animal Sciences*, 23, 1127–1136, **2010**.
- [31] Lucey, J.A. and Singh, H., Formation and physical properties of acid milk gels: a review. *Food Research International* 30, 529–542, **1997**.

- [32] Dannenberg, F., and Kessler, H.G., Effect of denaturation of β -lactoglobulin on texture properties of set-style non-fat yoghurt. 2. Firmness and flow properties. *Milchwissenschaft*, 43, 700-704, **1988b**.
- [33] Roefs, S.P.F.M. and van Vliet, T., Structure of acid casein gels. 2. Dynamic measurements and type of interaction forces, *Colloids and Surfaces*, 50, 161-175, **1990**.
- [34] Mulvihill, D. M. and Grufferty, M. B., *Effect of thermal processing on the coagulability of milk by acid. In Heatinduced Changes in Milk, 2nd Edition*, (ed: Fox, P.F.), International Dairy Federation Special Issue no. 9501, Brussels, 188-205, **1995**.
- [35] Schmidt, R.H., Sistrunk, C.P., Richter, R.L. and Cornell, J.A., Heat treatment and storage effects on texture characteristics of milk and yogurt systems fortified with oilseed proteins, *Journal of Food Science*, 45, 471-475, **1980**.
- [36] Robinson, R.K. and Tamime, A.Y., *The role of protein in yoghurt. In Developments in Food Proteins - 4*, (ed: Hudson, B.J.F.), Elsevier Applied Science, London, 1-35, **1986**.
- [37] Parnell-Clunies, E.M., Kakuda, Y. and deMan, J.M., Influence of heat treatment of milk on the flow properties of yoghurt, *Journal of Food Science*, 51, 1459-1462. **1986**.
- [38] Larson B.L., and Roller G.D., Heat denaturation of the specific serum proteins in milk, *Journal of Dairy Science*, 38, 351–360, **1955**.
- [39] Kosikowski, F.V., *Cheese and Fermented Milk Foods. 2nd edition*, Kosikowski and Associates, Ann Arbor, Michigan, 81, **1977**.
- [40] van Vliet, T., Lucey, J.A., Grolle, K., and Walstra, P., *Rearrangements in acid-induced casein gels during and after gel formation. In Food Colloids; Proteins, Lipids and Polysaccharides*, (eds: E. Dickinson and B. Bergensthl), Royal Society of Chemistry, Cambridge, 335-345, **1997**.
- [41] Dalgleish, D.G., and Law, A.J.R., pH-induced dissociation of bovine casein micelles. II. Mineral solubilization and its relation to casein release, *Journal of Dairy Research*, 56, 727-735, **1989**.
- [42] Lucey, J.A., *Formation, structural properties and rheology of acid-coagulated milk gels. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Vol. 1. General Aspects 3rd edition* (Eds: Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M., and Guinee, T.P.), Elsevier Academic Press, London, 105-122, **2004**.
- [43] Dalgleish, D.G. and Law, A.J.R., pH-induced dissociation of bovine casein micelles. 1. Analysis of liberated caseins. *Journal of Dairy Research*, 55, 529-538, **1988**.
- [44] Horne, D.S., Casein interactions: Casting light on the Black Boxes, the structure in dairy products. *International Dairy Journal*, 8, 171-177, **1998**.
- [45] Walstra, P., *Relation between structure and texture of cultured milk products. In: Texture of Fermented Milk Products and Dairy Desserts*, International Dairy Federation, Special Issue 9802, Brussels, 9-15, **1998**.

- [46] Muir D.D., and Hunter, A., Sensory evaluation of fermented milks: vocabulary development and the relations between sensory properties and composition and between acceptability and sensory properties, *Journal of the Society of Dairy Technology*, 45, 73–80, **1992**.
- [47] Bodyfelt, F.W., Tobias, J., and Trout, G.M., *The Sensory Evaluation of Dairy Products*, Van Nostrand Reinhold, New York, 227-299, **1988**.
- [48] Humphreys, C.L., and Plunkett, M., Yoghurt: a review of its manufacture. *Dairy Science Abstracts*, 31, 607-622, **1969**.
- [49] Walstra, P., *The syneresis of curd. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology - Volume 1, General Aspects, 2nd Edition*, (ed: Fox, P.F.), 141-191. Chapman and Hall, London, **1993**.
- [50] Bourne, M.C., and Szczesniak, A.S., *Sensory evaluation-texture. In Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (eds: Caballero, B., Trugo L., and Finglas, P.) Academic Press, Amsterdam, the Netherlands, 5167–5174, **2003**.
- [51] Breene, W.M., Application of texture profile analysis to instrumental food texture evaluation. *Journal of Texture Studies*, 6, 53-82, **1975**.
- [52] Lucey, J.A. The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels, *Food Hydrocolloids*, 15, 603-608, **2001**.
- [53] Lucey, J.A., Munro, P.A., and Singh, H., Whey separation in acid skim milk gels made with glucono- δ -lactone: Effects of heat treatment and gelation temperature, *Journal of Texture Studies*, 29, 413-426, **1998a**.
- [54] Randhir, R., Lin, Y.T., and Shetty, K., Phenolics, their antioxidant and antimicrobial activity in dark germinated fenugreek sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 13, 295–307, **2004**.
- [55] Nonomura, S., Kanagawa, H., Makimoto, A., Chemical constituents of polygonaceous plants. I. Studies on the components of Ko-J O-Kon (*Polygonum cuspidatum* Sieb. Et Zucc.), *Yakugaku Zasshi (Journal of the Pharmaceutical Society of Japan)*, 83, 988–990, **1963**.
- [56] Takoako M., The phenolic substances of white hellebore (*Veratrum grandiflorum* Loes. fil.) V Synthesis of resveratrol (3, 5, 4-Trioxystilbene) and its derivatives, *Journal of the Faculty of Science Hokkaido Imperial University*, 111, 1-16, **1940**.
- [57] Langcake, P., Pryce, R.J., A new class of phytoalexins from grapevines, *Experientia*, 33, 151-152, **1977**.
- [58] Vastano, B.C., Chen, Y., Zhu, N., Zhou, Z., Rosen, R.T., Isolation and identification of stilbenes in two varieties of *Polygonum cuspidatum*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 253-256, **2000**.
- [59] Haneke, K.E., *Review of toxicological literature, trans-resveratrol (501-36-0)*, Integrated Laboratory Systems, P.O. Box 13501, Research Triangle Park, North Carolina 27709, Contract No: N01-ES-65402., **2002**.

- [60] Prokop J., Abrman P., Seligson A.L., Sovak M., Resveratrol and its glycon piceid are stable polyphenols, *Journal of Medicinal Food*, 9, 11-14, **2006**.
- [61] Jayatilake, G.S., Jayasuriya, H., Lee, E.S., Koonchanik, N.M., Geahlen, R.L., Ashendel, C.L., McLaughlin, J.L., Chang, C.J., Kinase inhibitors from *Polygonum cuspidatum*, *Journal of Naural Products*, 56, 1805-1810, **1993**.
- [62] Bertelli, A.A., Giovannini, L., Bernini, W., Migliori, M., Fregoni, M., Bavaresco, L., et al., Antiplatelet activity of *cis*-resveratrol, *Drugs Under Experimental and Clinical*, 22, 61–63, **1996**.
- [63] Zamora-Ros R. et al., Application of Dietary Phenolic Biomarkers in Epidemiology: Past, Present, and Future, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **2012**.
- [64] Tosun, İ., İnkaya, A.N., Resveratrol as a health and disease benefit agent, *Food Reviews International*, 26, 85-101, **2009**.
- [65] Pervaiz, S., Resveratrol from grapevines to mammalian biology. *Federation of American Societies for Experimenta Biology Journal*, 17, 1975-1985, **2003**.
- [66] Diamandis, E.P., Soleas, G., & Goldberg, D.M., The Red wine phenolics *trans*-resveratrol and quercetin block human platelet aggregation and eicosanoic synthesis: implications for protection against coronary heart disease, *Clinical Chimica Acta*, 235, 207-219, **1995**.
- [67] Soleas, G.J., Diamandis, E.P., & Goldberg, D.M., Resveratrol: a molecule whose time has come? And gone? *Clinical Biochemistry*, 30, 91-113, **1997**.
- [68] Ferrer, J.L., Austin, M.B., Steward, C., & Noel, J.P., Structure and function of enzymes involved in the biosynthesis of phenylpropanoids, *Plant Physiology and Biochemistry*, 46, 356–370, **2008**.
- [69] Orallo, F., Comparative studies of the antioxidant effects of *cis*- and *trans*-resveratrol, *Current Medicinal Chemistry*, 13, 97–98, **2006**.
- [70] Delmas, D., Jannin, B., & Latruffe, N., Resveratrol: Preventing properties against vascular alterations and aging, *Molecular Nutrition and Food Research*, 49, 377–395, **2005**.
- [71] Man-Ying Chan, M., Antimicrobial effect of resveratrol on dermatophytes and bacterial pathogens of the skin, *Biochemical Pharmacology*, 63, 99-104, **2002**.
- [72] Palomino, O., Gómez-Serranillos, M.P., Slowing, K., Carretero, E., & Villar, A., Study of polyphenols in grape berries by reversed-phase liquid choromotography, *Journal of Chromotography A*, 870, 449-451, **2000**.
- [73] Kimura, Y., Ohminami, H., Okuda, H., Baba, K., Kozawa, K., & Arichi, S., Effects of stilbene components of roots of *Polygonum* ssp. on liver injury in peroxidized oil-fed rats, *Planta Medica*, 49, 51-54, **1983**.
- [74] Arichi, H., Kimura, Y., Okuda, H., Baba, K., Kozawa, M., & Arichi, S., Effects of stilbene components of the roots of *Polygonum cupsidatum*

- Sieb. Et. Zucc. on lipid metabolism, *Chemistry & Pharmaceutical Bulletin*, 30, 1766-1770, **1982**.
- [75] Frankel, E.N., Waterhouse, A.L., & Kinsella, J.E., Inhibition of human LDL oxidation by resveratrol, *Lancet*, 341, 1103-1104, **1993**.
- [76] Pace-Asciak, C.R., Hahn, S., Diamandis, E.P., Soleas, G., & Goldberg, D.M., The red wine phenolics *trans*-resveratrol and quercetin block human platelet aggregation and eicosanoid synthesis: implications for protection against coronary heart disease, *Clinica Chimica Acta*, 235, 207-219, **1995**.
- [77] Uenobe, F., Nakamura, S., & Miyazawa, M., Antimutagenic effect of resveratrol against Trp-P-1, *Mutation Research*, 373, 197-200, **1997**.
- [78] Jang, M., Cai, L., Udeani, G.O., Slowing, K.V., Thomas, C.F., Beecher, C.W.W., Fong, H.H.S., Farnsworth, N.R., Kinghorn, A.D., Mehta, R.G., Moon, R.C., & Pezzuto, J.M., Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes, *Science*, 275, 218-220, **1997**.
- [79] Ahmad, A., Asad, S.F., Singh, S., Hadi, S.M., DNA breakage by resveratrol and Cu(II): reaction mechanism and bacteriophage inactivation, *Cancer Letters*, 154, 29–37, **2000**.
- [80] İkişler, M., Dernek, S., Erkasap, N., Kaygısız, Z., Sevin, B., Kural, T., İzole rat kalplerine uygulanan reperfüzyon hasarında resveratrolün hemodinamik etkileri, *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi*, 11, 91-95, **2003**.
- [81] Martin, A.R., Villegas I., La Casa, C., de la Lastra, C.A., Resveratrol, a polyphenol found in grapes, suppresses oxidative damage and stimulates apoptosis during early colonic inflammation in rats, *Biochemical Pharmacology*, 67, 1399-1410 **2004**.
- [82] Rodrigo, R., Bosco, C., Oxidative stress and protective effects of polyphenols: Comparative studies in human and rodent kidney. A review, *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part C 142, 317-327, **2006**.
- [83] Wang, J., Ho, L., Zhao, Z., Seror, I., Humala, N., Dickstein, D.L., Thiyagarajan, M., Percival, S.S., Talcott, S.T., Pasinetti, G.M., Moderate consumption of Cabernet Sauvignon attenuates A beta neuropathology in a Mouse model of Alzheimer's disease, *Faseb Journal*, 20, 2313-2320, **2006**.
- [84] Paixao, N., Perestrelo, R., Marques, J.C., and Camara, J.S., Relationship between antioxidant capacity and total phenolic content of red, rose and white wines, *Food Chemistry*, 105, 204- 214, **2007**.
- [85] Rieko Nakata et al., Recent Advances in the Study on Resveratrol, *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 35, 273-279, **2012**.
- [86] Goldberg, D.M., Hahn, S.E., & Parkes, J.G., Beyond alcohol: beverage consumption and cardiovascular mortality, *Clinica Chimica Acta*, 237, 155-187, **1995**.

- [87] Bertelli, A. A., Giovannini, L., Giannessi, D., Migliori, M., Bernini, W., Fregoni, M., et al., Antiplatelet activity of synthetic and natural resveratrol in red wine, *International Journal of Tissue Reactions*, 17, 1-3, **1995**.
- [88] Renaud, S., & De Lorgeril, M., Wine, alcohol, platelets and French paradox for coronary heart disease, *Lancet*, 229, 1523–1526, **1992**.
- [89] Cleophas, T.J., Wine, beer and spirits and the risk of myocardial infarction: a systematic review, *Biomed and Pharmacother*, 53, 417-423, **1999**.
- [90] Tomera, J.F., Current knowledge of the health benefits and disadvantages of wine consumption, *Trends in Food Science and Technology*, 10, 129-138, **1999**.
- [91] Gambelli, L., Santaroni, G.P., Polyphenols content in some Italian red wines of different geographical origins, *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 613-618, **2004**.
- [92] Kolouchova-Hanzlikova, I., Melzoch, K., Filip, V., Smidrkal, J., Rapid method for resveratrol determination by HPLC with electrochemical and UV detections in wines, *Food Chemistry*, 87, 151-158, **2004**.
- [93] Anli, E., Vural, N., Demiray, S., and Özkan, M., *trans*-resveratrol and other phenolic compounds in Turkish red wines with HPLC, *Journal of Wine Research*, 17, 117-125, **2006**.
- [94] Trichopoulou, A., and Lagiou, P., Healthy traditional Mediterranean Diet: An expression of culture, history, and lifestyle, *Nutrition Reviews*, 55, 383-389, **1997**.
- [95] Anekonda, Thimmappa, Resveratrol - A book for treating Alzheimer's Disease?, *Brain Research Reviews*, 50, 316-326, **2006**.
- [96] Paul, B., Masih, I., Deopujari, J., and Charpentier, C., Occurrence of resveratrol and pterostilbene in age-old Darakchasava, an Ayurvedic medicine from India, *Journal of Ethnopharmacol*, 68, 71-76, **1999**.
- [97] Yan, W., Florentina, C., Yanan, Y., Robin, R., Richard, B., Von, B., An LC-MS method for analyzing total resveratrol in grape juice, cranberry juice, and in wine, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 431-435, **2002**.
- [98] Victor S.S., Richard J.C., *trans*-resveratrol content in commercial peanuts and peanut products, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 1435-1439, **1999**.
- [99] Maita, I.G., Sonia, R.P., Rosa, M., Lamuela, R., Resveratrol and piceid levels in natural and blended peanut butters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 6352-6354, **2000**.
- [100] Callemien, D., Counet, C., Cawet, Q., Collin, S., *Hop as a determinant nutrition key for health*, In proceedings of the 29th European brewery convention congress, Germany : Fachverlag Hans Karl, 1375-1382, **2003**.

- [101] Chen, R.S., Wu, P.L., Robin, Y.Y., Peanut roots as a source of resveratrol, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 1665-1667, **2002**.
- [102] Christine, C., Calleminen, D., Collin, S., Chocolate and cocoa: New sources of *trans*-resveratrol and *trans*-piceid, *Food Chemistry*, 98, 649-657, **2006**.
- [103] Jeandet, P., Bessis, R., Sbaghi, M., & Meunier, P., Production of resveratrol by grape berries in different developmental stages. *American Journal of Enology and Viticulture*, 42, 41-46, **1995**.
- [104] Romero, P., Maite, I.G., Roza, M., Lamuela, R.M., Piceid, the major resveratrol derivative in grape juices, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 1533-1536, **1999**.
- [105] Goldberg, D.M., Karumanchiri, A., Eng, E., Yan, J., Diamandis, E.P., & Soleas, G.J., Direct gas chromatographic-mass spectrometric method to assay *cis*-resveratrol in wines: preliminary survey of its concentration in commercial wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 1245-1250, **1995**.
- [106] Lamuela-Raventos, R.M., Romero-Perez, A.I., Waterhouse, A.L., & de la Torre-Boronat, M.C., Direct HPLC analysis of *cis*- and *trans*-resveratrol and piceid isomers in Spanish red *Vitis vinifera* wines, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 281-283, **1995**.
- [107] McMurtrey, K.D., Minn, J., Pobanz, K., & Schultz, T.P., Analysis of wines for resveratrol using direct injection high-pressure liquid chromatography with electrochemical detection, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 2077-2080, **1994**.
- [108] Riberio de Lima, M.T., Waffo-Tégou, P., Teissedre, P.L., Pujolas, A., Vercauteren, J., Cabanis, J.C., et al., Determination of stilbenes (*trans*-astringin, *cis*- and *trans*-piceid, and *cis*- and *trans*-resveratrol) in Portuguese wines, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 2666-2670, **1999**.
- [109] Rodriguez-Delgado, M.A., Gonzalez, G., Perez-Trujillo, J.P., Garcia-Montelongo, F.J., *trans*-resveratrol in wines from the Canary Islands (Spain). Analysis by high performance liquid chromatography, *Food Chemistry*, 76: 371-375, **2002**.
- [110] Chern, W., & Rickertsen, K. (Eds.). *Health, nutrition and food demand*, CABI Publishing, Wallingford, **2003**.
- [111] Diplock, A., Aggett, P., Aswell, M., Bornet, F., Fren, E., & Roberfroid, M., Scientific concepts of functional foods in Europe: Consensus document, *British Food Journal*, 81, 1-27, **1999**.
- [112] Threfall, J., Morris, J., & Mauromoustakos, A., Effects of fining agents on *trans*-resveratrol concentration in wine, *American Journal of Enology and Viticulture*, 50, 57-64, **1999**.
- [113] Cantos, E., Espín, J.C., Fernández, M.J., Oliva, J., & Tomás-Barberán, F., Postharvest UV-C-irradiated grapes as a potential source for

- producing stilbene-enriched red wines, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 1208–1214, **2003**.
- [114] Barreiro-Hurle, J., & Colombo, S., & Cantos-Villar, E., Is there a market for functional wines? Consumer preferences and willingness to pay for resveratrol-enriched red wine, *Food Quality and Preference*, 19, 360-371, **2008**.
- [115] González-Barrio, R., Vidal-Guevara, M.L., Tomás-Barberán, F.A., Espín, J.C., Preparation of a resveratrol-enriched grape juice based on ultraviolet C-treated berries, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10, 374-382, **2009**.
- [116] Ortuño, J., Covas, M.I., Farre, M., Pujadas, M., Fitó, M., Khymenets, O., Andrés-Lacueva, C., Roset, P., Joglar, J., Lamuela-Raventós, R.M., de la Torre, R., Matrix effects on the bioavailability of resveratrol in humans, *Food Chemistry*, 120, 1123-1130, **2010**.
- [117] Bartolome, B., Estrella, I., Hernandez, M.T., Interaction of low molecular weight phenolics with proteins (BSA), *Journal of Food Science*, 65, 617–621, **2000**.
- [118] Feruzzi, M.G., and Green, R.J., Analysis of catechins from milk-tea beverages by enzyme assisted extraction followed by high performance liquid chromatography, *Food Chemistry*, 99, 484-491, **2006**.
- [119] Poncet-Legrand, C., Edelmann, A., Putaux, J.L., Cartalade, D., Sarni-Manchado, P., Vernhet, A., Poly (L-proline) interactions with flavan-3ols units: Influence of the molecular structure and the polyphenol/protein ratio, *Food Hydrocolloids*, 20, 687-697, **2006**.
- [120] Charlton, A.J., Baxter, N.J., Khan, M.L., Moir, A.J., Haslam, E., Davies, A.P., Williamson M.P., *Polyphenol/peptide binding and precipitation*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 1593-1601, **2002**.
- [121] 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., Bast, A., Interactions between flavonoids and proteins: Effect on the total antioxidant capacity, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 1184–1187, **2002**.
- [122] O' Connell, J.E., and Fox, P.F., Proposed mechanism for the effect of polyphenols on the heat stability of milk, *International Dairy Journal*, 9, 523-536, **1999**.
- [123] Lucey, J.A., Gorry, C., O' Kennedy, B., Kalab, M., Tan-Kinita, R., Fox, P.F., Effect of acidification and neutralization of milk on some physico-chemical properties of casein micelles, *International Dairy Journal*, 6, 257-272, **1996**.
- [124] Liang L., Tajmir-Riahi, H. A., Subirade M., Interaction of β -lactoglobulin with resveratrol and its biological implications, *Biomacromolecules*, 9, 50–56, **2008**.
- [125] Bourassa, P., Kanakis, C.D., Tarantilis, P., Pollissiou, M.G., Tajmir-Riahi, H.A., Resveratrol, Genistein, and Curcumin bind Bovine Serum Albumin, *Journal of Physical Chemistry*, 114, 3348-3354, **2010**.

- [126] Livney, Y. D., Milk proteins as vehicles for bioactives, *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 15, 73–83, **2010**.
- [127] Yüksel, Z., and Erdem, Y.K., The influence of transglutaminase treatment on functional properties of set yogurt, *International Journal of Dairy Technology*, 63, 86-97, **2010**.
- [128] Anonymous, T.S.E., İnek Sütü-Çiğ (TS 1018), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, **2002**.
- [129] Anonymous, T.S.E., Süt-Yağ Tayini-Gerber Metodu (Rutin Metod) (TS 8189), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, **1990**.
- [130] Bradford, M.M., A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254, **1976**.
- [131] Yüksel, Z., Erdem, Y.K., Modification of Bovine Milk Protein System Caused By Transglutaminase, *The Journal of Food*, 34, 345-350, **2009**.
- [132] Najgebauer-Lejko, D., Zmudziński, D., Ptaszek, A., Socha, R., Textural properties of yoghurts with green tea and Pu-erh tea additive, *International Journal of Food Science and Technology*, Early View (Online Version of Record published before inclusion in an issue), **2013**.
- [133] Acar, F., *Resveratrolün Süt Proteinleri ve Maillard Tepkimesine Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2011**.
- [134] Avcı, E., *Yeşil Çay Polifenolleri ile Süt Proteinleri Arasındaki Etkileşimlerin ve Süt Ürünlerinde Neen Olabileceği İşlevsel Değişimlerin Tanımlanması*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2011**.

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Hüseyin Emirdağı

Doğum Yeri: Afyonkarahisar

Medeni Hali: Bekar

E-posta: huseyinemirdagi@hotmail.com

Adresi: Yenikent 56 A/2 Daire: 10 Odunpazarı ESKİŞEHİR

Eğitim

Lise: 2003-2007 TED Polatlı Koleji

Lisans: 2007-2011 Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans: 2011-2014 Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce- İyi

Macarca- Giriş

İş Deneyimi

Deneyim Alanları

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

Tezden Üretilmiş Yayınlar

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

IFOOD 2013 Innovation Food Conference, Poster Sunumu, Hannover, Almanya,
Ekim 2013