

**T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
2020-YL-023**

**DEVE SÜTÜNDEN YOĞURT ÜRETİMİNDE  
MİKROBİYAL TRANSGLUTAMİNAZ  
ENZİMİNİN KULLANIMI**

**Fahriye ÜMÜT**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğrt.Üyesi Selda BULCA**

**AYDIN**



**T.C.**  
**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Fahriye ÜMÜT tarafından hazırlanan Deve Sütünden Yoğurt Üretiminde Mikrobiyal Transglutaminaz Enziminin Kullanımı başlıklı tez, 10.04.2020 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Selda BULCA	Adnan Menderes Üniversitesi	
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Çisem BULUT ALBAYRAK	Adnan Menderes Üniversitesi	
Üye : Prof. Dr. Bedia ŞİMŞEK	Süleyman Demirel Üniversitesi	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu (tezin türü) tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun .....Sayılı kararıyla .....(tarih) tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr.Gönül AYDIN  
Enstitü Müdürü



**T.C.**  
**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

.../.../20..

İmza

Ad ve Soyad

Fahriye ÜMÜT



## ÖZET

### DEVE SÜTÜNDEN YOĞURT ÜRETİMİNDE MİKROBİYAL TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİNİN KULLANIMI

Fahriye ÜMÜT

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği

Tez Danışmanı: Dr. Öğrt. Üyesi Selda BULCA

2020, 82 Sayfa

Bu çalışmada, deve sütünden yoğurt üretiminde Mikrobiyel Transglutaminaz enzimi kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda deve sütünden yoğurt üretiminin gerçekleşmediği rapor edilmiştir. Son yıllarda enzimolojideki gelişmelerle birlikte proteinlerin fonksiyonel özelliklerinin enzim ilavesiyle modifiye edilebilmesi deve sütünden Mikrobiyal Transglutaminaz enzimiyle (MTGaz) yoğurt üretiminin gerçekleştirilebileceği fikrinin doğmasını sağlamıştır. Yoğurt üretimi için çiğ deve sütünün protein oranı %4 - %6,3 arasında Sodyum Kazeinat, Serum Proteini Konsantratu ve Miseller Kazein tozu gibi substratlarla artırılmıştır. MTGaz, yoğurt starter kültürüyle eş zamanlı olarak deve sütüne ilave edilmiş ve fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon süresince her saatte viskozite, pH ve SH analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre deneme grupları arasından viskozite artışının en yüksek olduğu protein ve enzim konsantrasyonlarıyla 5 adet optimum grup belirlenmiştir. Burada kullanılan Sodyum Kazeinat substratının diğerlerine oranla yapıyı iyileştirmesi yönünden daha iyi olduğu düşünülmektedir. Belirlenen optimum gruplarda 1., 7., 14 ve 28.gün depolama analizleri (su tutma kapasitesi, sineresiz ve tekstürel özellikler) ve duyusal analizler yapılmıştır. Depolama sonunda sineresiz ve su tutma kapasitesinde önemli farklar görülmemiş olup yoğurt jel sıklığı artmıştır. Ayrıca bu optimum gruplarda MTGaz ilavesiyle proteinler arasındaki çapraz bağların oluşumunu saptamak için SDS-PAGE analizi, mikroyapı içinse SEM analizi gerçekleştirilmiştir. Bunların yanısıra MTGaz enziminin deve sütüne ilave edilen yoğurt bakterilerinin gelişimi üzerine olan etkisi araştırılmış ancak herhangi bir etki görülmemiştir. Elde edilen optimum gruplarda yapılan aroma analizlerinde de oluşan asetaldehit, diasetil ve diğer uçucu bileşiklerin konsantrasyonları tespit edilmiş, tüm örneklerde aroma değerlerinin yaklaşık olduğu gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Deve sütü, Mikrobiyel Transglutaminaz, Yoğurt, SEM, Mikrobiyolojik, Duyusal, Depolama, Aroma analizleri*





## ABSTRACT

### USE OF MICROBIAL TRANSGLUTAMINASE ENZYME IN YOGHURT PRODUCTION FROM CAMEL MILK

Fahriye ÜMÜT

Master Degree Thesis, Food Engineering

Supervisor: Assistant Prof. Dr. Selda BULCA

2019, 82 Pages

In this study, Microbial Transglutaminase enzyme was used in the production of yoghurt from camel milk. It has been reported that yoghurt is not produced from camel milk. In recent years, along with the developments in enzymology, the fact that the functional properties of proteins can be modified with the addition of enzymes has led to the idea that yogurt can be produced from camel milk with the enzyme Microbial Transglutaminase (MTGase). The protein ratio of raw camel milk for yogurt production has been increased with substrates such as Sodium Caseinate, Whey Protein Concentrate and Micellar Casein powder between 4% - 6.3%. MTGase was added to camel milk simultaneously with yogurt starter culture and allowed to fermentation. Viscosity, pH and SH analyzes were performed every hour during fermentation. According to the results of the analysis, 5 optimum groups were determined with protein and enzyme concentrations with the highest viscosity increase among the experimental groups. The Sodium caseinate substrate used here is thought to be better in terms of improving the structure than others. Storage analyzes (water holding capacity, syneresis and textural properties) and sensory analysis were performed in the determined optimum groups on the 1st, 7th, 14th and 28th days. At the end of storage, no significant differences were observed in the syneresis and water-holding capacity, and the density of yoghurt gel increased. In addition, in these optimum groups, SDS-PAGE analysis was performed to determine the formation of cross-links between proteins with the addition of MTGase, and SEM analysis for microstructure. In addition, the effect of MTGase enzyme on the growth of yogurt bacteria added to camel milk was investigated, however no effect was observed. The concentrations of acetaldehyde, diacetyl and other volatile compounds formed in the aroma analysis performed in the optimum groups obtained were determined, and the aroma values were approximate in all samples.

**Key Words:** *Camel milk, Microbial Transglutaminase, Yogurt, SEM, Microbiological, Sensory, Storage, Aroma analysis*



## ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam süresince bana yol gösteren, tecrübesi ve önerileri ile bana her zaman her türlü konuda destek olan, bilgi ve görüşlerini esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Selda BULCA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarında her aşamada yardımlarını esirgemeyen, Öğr. Gör. Mehmet ÇELEBİ'ye mikrobiyolojik analizlerde Öğr. Gör. Mustafa DURAN'a; SDS-PAGE analizlerinde Öğr. Gör. Mürüvvet ABBAK'a, Protein analizlerimde destek olan Veteriner Fakültesi-Gıda Hijyeni ve Teknoloji bölümüne teşekkür ederim. Bu süreçte bana destek olan arkadaşım Rana AĞALDAY'a teşekkür ederim.

Tez çalışması için maddi destek sağlayan TÜBİTAK Araştırma Destek Programları Başkanlığı'na (Proje No: 119O649) teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında maddi ve manevi destekleriyle yanımda olan canım aileme, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fahriye ÜMÜT



# İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	ix
ÖNSÖZ .....	xi
SİMGELER DİZİNİ.....	xvii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xxi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xxiii
1 . GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	3
2.1 . Deve sütünün Fiziksel, Kimyasal ve Terapötik Özellikleri.....	3
2.2 . Transglutaminaz Enzimi Ve Özellikleri.....	5
2.3 . Fermente Süt Ürünlerinde MTGaz Enzimi Kullanımı .....	8
2.4 . Deve Sütünden Üretilen Fermente Süt Ürünleri .....	11
3 .MATERYAL VE YÖNTEM .....	14
3.1 . Materyal .....	14
3.2 . Yöntem.....	15
3.2.1. Yoğurt Üretimi .....	16
3.2.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler .....	17
3.2.2.1. pH Tayini .....	17
3.2.2.2. Sütte SH (Soxhelet Henkel) Tayini .....	17

3.2.2.3. Sütün Kurumadde Miktarının Belirlenmesi .....	18
3.2.2.4. Gerber Yöntemiyle Sütte Yağ Tayini.....	18
3.2.2.5. Kjeldahl Yöntemine Göre Protein Tayini .....	19
3.2.2.6. Sütün Kül Miktarının Belirlenmesi .....	20
3.2.2.7. Viskozite Ölçümü.....	21
3.2.2.8. Yoğurtta Asitlik Tayini .....	21
3.2.2.9. Yoğurtta Sineresiz Tespiti .....	22
3.2.2.10. Su Tutma Kapasitesi Tayini .....	22
3.2.2.12. Tekstürel Analizler .....	22
3.2.3. SDS-PAGE (Sodyum Dodesil Sulfat Poliakrilamid Jel Elektroferez) Analizi .....	22
3.2.4. Taramalı Elektron Mikroskopu Analizi (SEM).....	24
3.2.5. Yoğurt Örneklerinde Uçucu Bileşik Tayini .....	25
3.2.6. Mikrobiyolojik Analizler.....	25
3.2.7. Yoğurtta Duyusal Analiz.....	26
3.2.8. İstatistiksel Analizler .....	26
4 . BULGULAR VE TARTIŞMA .....	27
4.1 . Deve Sütü ve Kullanılan Proteinlerin Kimyasal Analiz Sonuçları .....	27
4.2 . MTGaz ile Yoğurt Üretiminde pH, SH ve Viskozite Sonuçları.....	27
4.3 . SDS-PAGE Analiz Sonuçları .....	35
4.4 . Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) Görüntüleri.....	37

4.5 . Optimum Yoğurt Örneklerinde Uçucu Bileşiklerin Tespiti .....	40
4.6 . Depolama Analizleri Sonuçları .....	45
4.7 . Mikrobiyolojik Analizler.....	47
4.8 . Duyusal Analiz Sonuçları.....	49
5 . SONUÇLAR .....	51
6 . KAYNAKÇA .....	53
7 .ÖZGEÇMİŞ .....	69
8 . EK-1 .....	71
9 . EK-2 .....	73





## SİMGELER DİZİNİ

- $\beta$  : Beta  
 $\kappa$  : Kapa  
cP : Centipoise  
Log : Logaritma





## KISALTMALAR DİZİNİ

APS : Amonyum persülfat

GSH : Glutasyon

FTS : Fizyolojik tuzlu su

TEMED:Tetrametiletilendiamin

SEM : Scanning Electron Microscope

MTGaz: Mikrobiyal Transglutaminaz

MRS : De Man, Rogosa and Sharpe Agar

M17 : Medium 17

U :Unit

SK :Sodyum Kazeinat

WP : Serum Proteini

K : Kazein



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Transglutaminaz Reaksiyonları.....	6
Şekil 3.1. Gerber Yöntemiyle Sütte Yağ tayini .....	19
Şekil 3.2. Kjeldahl Protein Tayin Cihazı.....	20
Şekil 3.3. Kül tayini bir görünüm .....	21
Şekil 3.4. Proteinlerin Elektforezle Yürütülmesi .....	24
Şekil 4.1. Optimum Yoğurt Örneklerinden Bir Görünüm.....	28
Şekil 4.2. Kontrol Grubu Relatif Viskozite.....	29
Şekil 4.3 . Sodyum Kazeinat ve 3U MTGaz Enzim İlavesiyle Relatif Viskozite ve pH Değişimi.....	29
Şekil 4.4. Sodyum Kazeinat ve 6U MTGaz İlavesiyle Relatif Viskozite ve pH Değişimi.....	29
Şekil 4.5. Serum Protein Konsantratu ve 3U MTGaz İlavesiyle Relatif Viskozite ve pH Değişimi.....	30
Şekil 4.6. Serum Protein Konsantratu ve 6U MTGaz İlavesiyle Relatif Viskozite ve pH Değişimi.....	31
Şekil 4.7. Miseller Kazein ve 6U MTGaz İlavesiyle Relatif Viskozite ve pH Değişimi.....	31
Şekil 4.8. Optimum Örneklerde Fermantasyon Süresi Boyunca Relatif Viskozite Değerleri Kıyaslaması.....	32
Şekil 4.9. Optimum Örneklerde Fermantasyon Süresi Boyunca pH Değerleri Kıyaslaması.....	32

Şekil 4.10. SDS-PAGE Analizi Sonucunda Gözlenen Bantlar ve Kullanılan Protein İşaretleyici.....	36
Şekil 4.11. Optimum Gruplarda SEM Görüntüleri.....	40
Şekil 4.12. Mikrobiyolojik Analiz Dağılım Grafiği.....	48
Şekil 4.13. Mikroorganizma Sayımlarından Bir Görünüm.....	48

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Yoğurt Üretimi.....	17
Çizelge 4.1. Kullanılan Deve Sütü ve Proteinlerdeki Değerler .....	27
Çizelge 4.2. İnek Sütü ve Deve Sütünde Fermantasyon Süresi Boyunca Değişimler.....	34
Çizelge 4.3. Protein Fraksiyonları ve Molekül Ağırlıkları.....	35
Çizelge 4.4. Optimum Örneklerde Depolama Süresince Değişimler.....	41
Çizelge 4.5. Optimum Örneklerde Uçucu Bileşikler.....	46
Çizelge 4.6. Yoğurtların Ortalama Görünüş, Kıvam, Koku Ve Tat Puanlarının (0-5, Tam Puan: 5) Enzim Ve Protein Konsantrasyonlarına Göre Değişimi .....	49
EK-1.....	71
EK-2.....	73





## 1. GİRİŞ

Deve sütü, değerli esansiyel besin ögelerini içermesinden dolayı insan beslenmesinde kullanılabilir önemli bir süt çeşididir. Günümüzde deve sütüyle ilgili yapılmış bilimsel çalışmaların çoğu deve yetiştiriciliğinin yapıldığı Afrika ve Asya gibi kurak ve yarı kurak ülkelerde görülmektedir (Gupta vd., 2015). Dünyada deve sütü retimi Suudi Arabistandan sonra en fazla Somalide yapılmaktadır. Ülkemizde ise Çanakale-Antalya arasında birçok il ve ilçede gerçekleştirilen deve greşlerinin etkisiyle deve sayısında bir artışın olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum deve yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasına ve süt üretiminin de artmasına olanak sağlamıştır (Yılmaz vd., 2011).

Deve sütünün kimyasal bileşiminin inek sütüne göre farklı olması bu sütün deve sütü ürünlerine işlenmesini sınırlamaktadır. Bu nedenle deve sütünün kullanımı daha çok pıhtı oluşturmayan ürünlerin üretiminde tercih edilmektedir (Khan vd., 2004).

Mikrobiyal Transglutaminaz (MTGaz), genel olarak gıda proteinlerinin fonksiyonel özelliklerini iyileştirmek için kullanılır (Uran vd., 2013). Ekonomik ve kolay elde edilebilmesinden dolayı ticari olarak mikroorganizmalardan elde edilen formu gıdalarda daha çok kullanım alanı bulmuştur (Fransworth vd., 2006).

Sütte bulunan kazein, MTGaz için iyi bir substrattır ve bazı uygulamalarda süt proteinlerinin viskoelastik yapısını ve jelleşme özelliğini iyileştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Cristensen vd., 1996).

MTGaz ile yoğurt üretimi hakkında yapılan çalışmalar daha çok inek sütü üzerine yoğunlaşmıştır. Son yıllarda ise deve sütü ürünlerine olan talebin artması, deve sütünden fermente süt ürünleri (zellikle yöresel fermente içecek) retimini de artırmıştır (Lore vd., 2005).

Deve sütüne olan talebin artmasının en önemli sebeplerinden birisi, bu sütün sağlık üzerine önemli etkilerinin bulunmasıdır. Bunlar başlıca antikanserojen, hipoalerjenik, antidiyabetik, tüberküloz, otizm, karaciğer, böbrek rahatsızlıkları ve bazı doku

koruyucu özellikler olarak sıralanabilir. Ayrıca inek sütüne oranla yüksek konsantrasyonlarda laktoferrin, lizozim, immünoglobulin, laktoperoksidaz enzimleri içermesinden dolayı antimikrobiyel etkiye sahip olduğu saptanmıştır (El-Agamy, 2008).

Bu tezin amacı, deve sütünden yoğurt üretiminde MTGaz enzimi kullanılarak yoğurta görülen sulu, gevşek, zayıf yapının güçlendirilerek sert ve daha dayanıklı bir ürün elde etmektir. Bir diğer amaç, deve sütünün içerdiği biyoaktif bileşiklerin teröpatik etkilerinin yoğurdun fonksiyonel özellikleriyle kombine bir şekilde tüketiciye sunulabilecek bir ürün haline getirmektir

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Deve sütünün Fiziksel, Kimyasal ve Terapötik Özellikleri

Deve sütünün rengi opak beyaz, tadı hafif ekşi, bazen tuzlu ve keskin olup inek sütünün tadına alışkın olanlarca pek benimsenmemektedir (Yagil, 2000). Yeni sağılmış deve sütünün pH'sı 6,5-6,7 arasında olup bu pH değeri koyun ve inek sütüne yakın bir değerdir. Deve sütünün ortalama yoğunluğu  $1,029 \text{ g/cm}^3$ 'dür (Laleye vd., 2008). Donma noktası  $-0,57 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $-0,61^\circ\text{C}$  aralığında olup, kalori değeri inek sütüne oranla daha düşüktür (Wangoh, 1997).

İnek sütü ile karşılaştırıldığında deve sütünün yağ oranının %1,2 - %5,4 aralığında değiştiği ve ortalama olarak %3,29 oranında yağ içerdiği saptanmıştır (Gorban ve Izzeldin, 1999). Özellikle orta zincirli yağ asitleri açısından deve sütünün inek sütüne oranla daha zengin olduğu ve bunun yanı sıra yüksek oranda doymamış yağ asidi içermesinden dolayı besleyici yönünün daha fazla olduğu belirlenmiştir (Karray vd., 2005; Konuspayeva vd., 2008). İnek sütüyle karşılaştırıldığında deve sütünde yağ globülleri çapının daha küçük olduğu ve vücutta emiliminin daha kolay olduğu da rapor edilmiştir. (El-Zeini, 2006).

Laktoz konsantrasyonu da %2,40 - %5,80 arasında değişim göstermekle beraber, bu süt şekerinin laktoz intoleransı olan kişiler tarafından kolayca metabolize edildiği saptanmıştır (Hanna, 2001). Ayrıca laktoz oranının inek sütüne göre daha az olduğu tespit edilmiştir (Konuspayeva vd., 2009; Khaskheli vd., 2005).

Deve sütünde toplam protein miktarı %2,1 - %4,9 arasında değişmektedir (Konuspayeva vd., 2007). Kazein profili dikkate alındığında inek sütündeki  $\kappa$ -kazein konsantrasyonu %13 iken (Davies ve Law, 1980), deve sütünde bu oran %3,47 dir (Kappeler vd., 2003). Bunun yanı sıra deve sütü kazein partikülünün (200-250 nm) inek sütü kazeininin partikülünden daha büyük olduğu saptanmıştır (Farah ve Rüegg, 1989, Aimutis ,2004). Deve sütünde metiyonin, valin, fenilalanin, arginin ve lösin aminoasitlerinin miktarının da inek sütüne göre daha fazla olduğu belirtilmiştir

(Hoeller vd., 1965). İnek sütü kazeinlerinin deve sütüne göre tripsin enzimiyle parçalanmaya karşı daha hassas olduğu tespit edilirken, deve sütü kazeinlerinin kimotripsin enzimiyle daha kolay parçalanabilme özelliğine sahip olduğu saptanmıştır (Salami vd., 2008).

Deve sütünün serum protein profili inek sütüyle kıyaslandığında belirgin bir fark görülmektedir. İnek sütünde serum proteinlerinin büyük bir kısmını oluşturan  $\beta$ -laktoglobulin bulunurken, deve sütünde bu protein fraksiyonu ya hiç bulunmamakta ya da çok az miktarda bulunmaktadır (Farah 1996). Deve sütünde bulunan diğer serum proteinleri ise serum albümini,  $\alpha$ -laktalbumin, laktoferrin, lizozim, laktoperoksidaz ve immünoglobulinlerdir (Kappeler vd., 2004).

Vitamin ve mineral maddeler bakımından karşılaştırıldığında deve sütünde; C vitamini, mangan, demir, kalsiyum, magnezyum ve bakır gibi minerallerin yüksek olduğu belirtilmiştir (Gorban ve İzzeldin, 1999; Benkerroum, 2008; Konuspayeva vd., 2009). C vitamini konsantrasyonunun ortalama değeri 34,16 mg/L'dir (Mal vd., 2007). B<sub>1</sub>,B<sub>2</sub>, folik asit ve pantotenik asit deve sütünde düşüktür. B<sub>6</sub> ve B<sub>12</sub> miktarı ise inek sütüne yakındır. A vitamini miktarı (100-380  $\mu$ g / L) inek sütünden daha düşüktür (Wang vd., 2011).

Deve sütü proteinleri insan beslenmesi için gerekli aminoasitleri yeterli miktarda içermektedir. Besinsel önemi yanında, deve sütünün insan sağlığı için terapötik etkileri de söz konusudur. Enfeksiyonlarda ve tüberküloz, kanser, gastroenterit gibi hastalıklarda deve sütünden yararlanılmaktadır. Deve sütünün düzenli olarak alımı kan şekeri seviyesini kontrol etmeye, diyabeti ve koroner kalp hastalığını azaltmaya yardımcı olduğu bilinmektedir. İçerdiği immünoglobulinler ile bağışıklık sisteminin etkinliğini artırmakta, antibakteriyel, antiviral ve antitümör özellik göstermektedir (El-Agamy, 2008).

Süt alerjenleri kaynatma, pastörizasyon ve evaporasyon işlemlerinden sonra da biyolojik aktivitelerini koruduğundan inek sütü yerine deve sütünün özellikle bebeklerin beslenmesinde rahatlıkla kullanılabilceği belirtilmiştir (Merin vd., 2001).

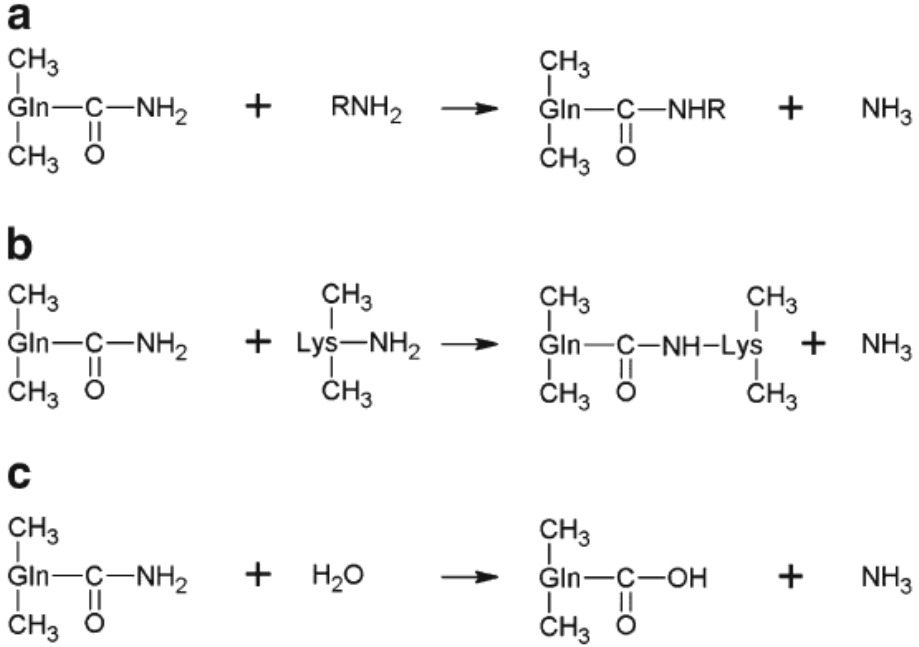
Düşük  $\beta$ -kazein oranı ve  $\beta$ -laktoglobulin içermemesi ile deve sütü hipoallerjeniktir (Fiocchi vd., 2010).

## 2.2. Transglutaminaz Enzimi Ve Özellikleri

Mikrobiyel Transglutaminaz enzimi kullanımı dünyada gıda endüstrisinde et, tahıl ve süt gibi ürünlerde fonksiyonel özellikli ürünlerin üretiminde kullanılmasının yanısıra yapıyı ve kaliteyi iyileştirmek için kullanılmaktadır. Transglutaminaz enziminin gluten, yumurta proteinleri, baklagil proteinleri ve özellikle süt proteinleri ile çapraz bağ oluşturması, gıda endüstrisinde birçok üründe başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır (Yüksel ve Erdem, 2007). Enzim bu ürünlerin termal stabilitelelerini, jel oluşturma kabiliyetlerini, su tutma kapasitelerini, emülsifikasyon ve besinsel özelliklerini geliştirebildiğinden ekonomik değeri düşük olan birçok gıdanın yapısını iyileştirerek, ekonomik değerlerinin artırılmasına katkı sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca yeni ürünlerin geliştirilmesinde de önemli bir etkiye sahiptir (Kurt ve Zorba, 2004a).

Transglutaminaz, birincil aminler ile glutamin kalıntıları arasında kovalent bağ oluşumunu katalizleyen bir transferazdır (Liu ve Damodaran, 1999). MTGaz ( $\gamma$ -glutamil transferaz, EC 2.3.2.13); bir peptid bağındaki glutamil kalıntısının  $\gamma$ -karboksiamid grubu (açıl verici) ile bir primer amin (açıl alıcı) arasındaki açıl-transfer tepkimesini katalizler. Bir peptid bağındaki lisin kalıntısının  $\epsilon$ -amino grubu substrat işlevini üstlenirse de bu iki peptid zinciri  $\epsilon$ -( $\gamma$ -glutamil)lisin [ $\epsilon$ -( $\gamma$ -Gln)Lisin] bağı ile çapraz bağlanırlar (Folk ve Finlayson 1977). Amin substratları olmadığında ise, su moleküllerinin açıl alıcı grup olduğu glutamin deamidasyonu reaksiyonunu katalizler. MTGaz, lisin aminoasidi dışındaki diğer bütün aminoasitlerde  $\alpha$ -karboksil grubundaki negatif yükü elimine edebilmek için bu gruplarda ya esterleşme ya da dekarboksilasyon meydana getirmektedir. Bu reaksiyonlarda protein açıl verici ve lisin içeren aminoasit açıl alıcı olarak görev alır. Lisin veya glutamin içeren peptidler modifikasyona uğramadan substrat olarak kullanılır. Glutamin içeren peptidlerde ise hidrofobik kısım proteinin amino grubuna yerleşmelidir. Bunun nedeni glutaminin substrat özgülüğünün diğer primer aminlere göre daha yüksek olmasıdır (Motoki ve Seguro, 1998). Transglutaminaz, amin birleşmesi, çapraz bağ oluşumu ve

deaminasyon yolları ile proteinleri modifiye etmektedir (Yüksel ve Erdem, 2007). Transglutaminaz tepkileri Şekil 2.1 verilmiş olup, **a)** Açıl-transfer reaksiyonunu. **b)** Çapraz bağ reaksiyonunu. **c)** Deamidasyon reaksiyonunu ifade etmektedir



Şekil 2.1. Transglutaminaz Reaksiyonları (Zhu vd., 1995; Motoki ve Seguro 1998; Kuraishi vd., 2001)

MTGaz, lizin ve glutaminin çapraz bağlanması aracılığıyla lizin amino grubunun bloke edildiği ve meydana gelen bu çapraz bağların sindirim enzimleri tarafından parçalanarak metabolizmada kullanılabilir hale geldiği bilinmektedir (Gümüş, 2010). MTGaz ile gıda proteinlerinin modifikasyonu, lisini kimyasal reaksiyonlarda koruma, fonksiyonel özellikleri iyileştirmeyi veya az miktarda bulunan elzem amino asitleri içeren farklı proteinlerin çapraz bağlanmasını sağlayarak daha yüksek besin değerlerinde gıda proteinlerinin üretilmesine imkan tanır (Serdaroğlu ve Turp, 2003).

MTGaz'ın optimum aktivasyon pH'sı 5-8 arasındadır. Bununla beraber pH 4 ile pH 9 aralığında değişen düzeylerde enzimatik aktiviteye sahiptir. Enzimatik aktivite için

optimum sıcaklık 50 °C'dir ve 50 °C'de 10 dakika bekletildiğinde enzim aktivitesi artmaktadır. Diğer taraftan sıcaklığın 70 °C'ye yükselmesi ile aktivitesini birkaç dakika içerisinde kaybedebilmektedir. MTGaz, 10 °C'de ve donma noktasında da aktiviteye sahiptir (Motoki ve Seguro, 1998). MTGaz 'ın molekül ağırlığı yaklaşık 38000 Da olup, 331 amino asitten oluşur. İzoelektrik noktası 8,9 pH'dır (Abd-Rabo vd., 2010).

Transglutaminaz'ın endüstriyel olarak elde edilmesinde 3 farklı yöntem kullanılmaktadır. İlk yöntem, enzimi domuz, sığır, balık gibi hayvanların vücut sıvılarından ekstrakte edip saflaştırmaktır. Ticari olarak domuz ve sığır kanından ekstrakte edilen bu enzim aktif hale gelebilmesi için trombine ihtiyaç duymakta ve ayrıca kırmızı pigmentlerin üründe görüntü olarak olumsuzluk oluşturmasından dolayı gıda endüstrisinde bu yöntemle elde edilen Transglutaminaz çok yaygın kullanılmamaktadır (Wilson SA., 1992). 2. yöntem enzimin *E.coli*, *Bacillus*, *Aspergillus* ve bazı mayaların genetik manipulasyonu ile elde edilmesidir (Seguro vd.,1995). Bu konu üzerinde halen çalışılmaktadır. 3. yöntem mikroorganizmalardan bu enzimin elde edilmesidir (Motoki ve Seguro, 1998). Birçok mikroorganizma üzerinde çalışma yapılmasının ardından, 1989'da *Streptoverticillium mobaraense*'nin MTGaz üretim kabiliyetinin oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca *Streptoverticillium ladakanum* tarafından hücre dışı, *Bacillus subtilis* ve *Physarum polycephalum* tarafından ise hücre içi olmak üzere birçok mikroorganizmanın da MTGaz enzimi ürettiği rapor edilmiştir (Yıldırım vd., 2000). Daha sonra gıdalarda kullanım amacıyla, bu enzimin ticari üretimine başlanmıştır (Kurt ve Zorba, 2004).

Gıda enzimi, TGK 2017 de yapılan tanıma göre : “Bitkilerden, hayvanlardan veya mikroorganizmalardan elde edilebilir. Özel bir biyokimyasal reaksiyonu katalize edebilir. Bir veya birden fazla enzim içeren ve mikroorganizmalardan elde edilen üründe ya da üretiminde kullanılabilir. Teknolojik olarak gıdaya eklenebilen ve çeşitli mikroorganizmalar kullanılarak fermantasyon işleminde de kullanılabilen ürünü ifade eder” Kullanımında tebliğe göre herhangi bir miktar sınırlandırılması yapılmamış olup, gıdalarda kullanılamaz ibaresi yer almamaktadır.

### 2.3. Fermente Süt Ürünlerinde MTGaz Enzimi Kullanımı

Süt proteini jellerinde genel olarak zayıf ve kovalent olmayan etkileşimler hakimdir. Yeni kovalent bağların oluşması, farklı jel yapılarına olanak sağlar. MTGaz enzimi ise kovalent bağlar kurarak bu jel yapısının oluşmasını sağlar (Nonaka vd., 1992; Dickinson ve Yamamoto, 1996).

Süt ürünlerinde MTGaz'ın çapraz bağlanmasından faydalanılarak yapılmış bazı çalışmaların literatür bilgisi aşağıda yer almaktadır.

Lorenzen vd. (2002), süt proteinlerinin enzimatik çapraz bağlanmasının yoğurdun kalite özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yağı alınmış süt MTGaz ile inkübe edilmiş ve (2 saat, 40 °C) enzim aktivitesi ısı ile durdurulmuştur (1 dk, 80 °C). MTGaz ve termofilik yoğurt starter kültürü eş zamanlı olarak ilave edilmiştir. Fermantasyondan önce süte MTGaz ilavesi, uzun süreli fermantasyona neden olurken, MTGaz ve kültürün birlikte kullanılmasının fermantasyon süresi üzerinde bir etkisi olmamıştır. Depolama sırasında MTGaz ilaveli süt ürünleri için asitlik gelişimi daha düşük olmuştur. Taramalı elektron mikroskopik çalışmaları, protein ağının gözenek çapının azaldığını ve proteinlerin yoğurt jelinde daha düzenli dağıldığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, enzim ilave edilmiş örneklerde, jel kuvvetinin arttığı ve daha az sineresiz olduğu gözlenmiştir. Duyusal analizlerde enzim ilaveli örneklerde daha kremi bir yapı görülmüştür. Bu da fermente süt ürünlerinde MTGaz 'ın yağı ikame edebileceğini göstermektedir.

Farnsworth vd. (2006), MTGaz enziminin keçi sütünden üretilen yoğurttaki fonksiyonel özellikleri ve probiyotik kültürlerin canlı kalması üzerine araştırma yapmışlardır. Öncelikle süt, MTGaz ile 50°C'de 1 saat inkübe edilmiş ve sonrasında 75°C'de 5 dk ısı inaktivasyonu yapılarak probiyotik bakteriler ilave edilmiş ve 43°C'de 5 saat süre ile fermantasyona tabii tutulmuştur. MTGaz miktarının artırılması ile viskozitenin arttığı gözlenmiş olup, besin değeri açısından fark gözlenmemiştir. Mikrobiyolojik olarak incelendiğinde ise MTGaz enziminin probiyotik bakteriler üzerine olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Mikroyapı incelendiğinde MTGaz ilaveli grubun kontrolden



daha yoğun olduğu gözlenmiş, MTGaz 'ın yoğurt jelinin mikro yapısını iyileştirmek için kullanılabileceğini öne sürülmüştür. Bu çalışmanın sonucu olarak MTGaz'ın süt proteinlerinin enzimatik çapraz bağlanmasıyla yoğurdun fonksiyonel özelliklerini iyileştirmek için etkili olduğu görülmüştür.

Özer vd. (2007), 0 ila 0,5 g/L arasında değişen konsantrasyonlarda MTGaz ilave edilen yağsız yoğurtların fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerini araştırmışlardır. MTGaz 0,3 g/L seviyesine kadar eklenerek yağsız set tipi yoğurdun fiziksel ve duyuşsal özelliklerini geliştirdiğini belirtmişlerdir.

Bönish vd. (2007), süt proteinlerinin Mikrobiyal Transglutaminaz (MTGaz) ile çapraz bağlanmasıyla glutasyon (MTGaz + GSH) içeren bir yoğurt üretmişlerdir. Glutasyonun bu çalışmada kullanılmasının temel amacı, MTGaz'ın çapraz bağlanmasını daha da artırmasıdır. Yoğurt fermantasyonu sürecinde Glutasyonun olumsuz bir etkisi bulunmamıştır. Sonuçlar, çapraz bağlama derecesinin, görünen viskozite ve yoğurt jellerinin peynir altı suyu proteinleri oranı arasında bir ilişkisi olduğunu göstermiştir. Reolojik özelliklerde ve protein polimerizasyon derecesinde herhangi bir değişim gözlenmemiştir.

Gauche vd. (2008), ürettikleri yoğurt örneklerine, süt proteini polimerizasyonunun etkisini araştırmak için MTGaz ilave etmişlerdir. Sütü 95°C'de 5 dk ısıtılardan sonra 42°C'ye soğutarak starter kültür ve MTGaz ilavesini eş zamanlı olarak yapmışlardır. Bütün numunelere 0,5U g/L protein oranında ilave edilmiştir ve reolojik özellikleri, sineresiz indeksi ve doku profili açısından değerlendirilmiştir. MTGaz ilavesi, süt proteini ile enzimatik çapraz bağlanmayı artırmış, sineresizin önlenmesine katkıda bulunmuş ve yapının da iyileştirilmesini sağlamıştır.

Şanlı vd. (2011)'ın yaptığı bir çalışmada, MTGaz ilaveli ayran örneklerinde jel yapısının daha güçlü olduğu, proteinlerin daha düzenli dağıldığını ve protein ağ yapısında gözeneklerin azaldığını belirtmişlerdir. Ayran üretiminde MTGaz kullanımı, viskozite artışı ve serum ayrılmasında azalma sağlamıştır.

Gharibzahedia ve Chronakis (2018), fonksiyonel ve kalite özelliklerine sahip probiyotik olan ve probiyotik olmayan yoğurtların geliştirilmesinde MTGaz enzimini kullanmışlardır. MTGaz ilaveli yoğurtlarda, sineresiz azalmış, su tutma kapasitesi artmıştır. Viskozitesi, homojen yapısı ve tekstürel özellikleri depolama süresi boyunca fizikokimyasal bir stabilite göstermiştir. MTGaz kullanımı, yoğurdun duyuşsal özelliklerini olumsuz yönde etkilememiş ve asitlendirilmiş yoğurtlu içeceklerde dahil, viskoelastikiyeti artırmış, serum ayrılmasını azaltmıştır. Bu enzim, yoğurtlardaki starter kültürleri ve probiyotik hücreleri de korumuştur ve endüstriyel üretimi için sürekli fermantasyon biyoreaktörlerine ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır.

Mert (2018), tarafından yapılan bir çalışmada Hatay peynirlerine MTGaz enzimi ilave edilerek depolama süresince bazı fiziksel, kimyasal, proteolitik ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda farklı ön olgunlaşma sürelerinin Hatay peynirlerinin; kurumadde, kurumaddede yağ, toplam azot, protein, sertlik, viskozite, dış görünüş, yapı ve tat özellikleri üzerinde istatistiksel olarak önemli farklar olduğu vurgulanmıştır. Sonuç olarak, MTGaz enziminin peynirlerde özellikle yapı ve tekstür özelliklerini geliştirdiği ve depolama aşamasında peynirin yapısını koruduğu belirlenmiştir.

Gemici ve Öner (2018), MTGaz kullanarak yarım yağlı kaşar peyniri yapmış ve MTGaz'ın kaşar peyniri üzerine etkisini araştırmışlardır. Kaşar peyniri örneklerinin, fiziko-kimyasal analizlerden pH, titrasyon asitliği ( $^{\circ}\text{SH}$ ), toplam kurumadde, yağ, kurumaddede yağ, kurumaddede tuz değerleri ve tekstürel özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak; MTGaz enzimi ilavesinin yarım yağlı kaşar peyniri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Chen vd. (2019), yaptıkları bir çalışmada, deve sütünün zayıf jelasyon yapısının, trisodyum sitrat ve MTGaz ile iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Trisodyum sitrat konsantrasyonu 0'dan 30 mmol/L'ye kadar artırılmış, MTGaz ise 10U olarak kullanılmıştır. Mikroyapının ve tekstürel özelliklerin incelendiği bu çalışmada jel yapısının iyileştiği, sıklık ve su tutma kapasitesinin de arttığı gözlenmiştir. Optimum konsantrasyonlarda, küçük gözenek boyutuna sahip daha yoğun bir jel ağ yapısı

gözlenmiştir. Kazein parçacıklarının ortalama çapı düşmüştür ve asit jeli çapraz bağlanma derecesi, trisodyum sitrat varlığında yükselmiştir. Bu çalışma, deve sütünün zayıf jelasyon yapısının trisodyum sitrat ve MTGaz ile iyileştirilebileceğini ortaya koymuştur.

## 2.4. Deve Sütünden Üretilen Fermente Süt Ürünleri

Deve sütünden teknolojik olarak süt ürünleri üretimi dünya çapında henüz yaygınlık kazanmamıştır. Geleneksel olarak içilebilir fermente süt ürünü ve peynir üretimi dünyanın farklı bölgelerinde yer almaktadır. Peynir üretiminde Moritanya, Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri başta gelmektedir. Peynir üretimi dışında ise deve sütünden pastörize ve aromalı ürünlerin Birleşik Arap Emirlikleri'nde sınırlı sayıda üretildiği belirtilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda deve sütünün içilebilir fermente süt ürünlerinin üretimi için uygun yapıda olduğu vurgulanmıştır (Bornaz vd., 2009; Al haj ve Al Kanhal, 2010). Bu fermente süt ürünleri olarak başlıca: Gariss (Sudan), Shubat (Kazakistan), Dhanaan (Etiyopya), Suusac (Kenya) (Lore vd., 2005), Chal (Türkmenistan, Kazakistan) (Khodzhageldyev ve Khodzhakuliyev, 2005), Airag (Moğolistan) (Watanabe vd., 2008), Oggtt (Sudi Arabistan) (Al-Ruqaie vd., 1987) ve kefir (Kavas, 2015) gibi ürünler üretilmekte ve bu ürünler farklı ülkelerde farklı isimlerde olmalarına rağmen üretimlerinde kullanılan doğal mikroflora birbirleriyle benzerlik göstermektedir.

Deve sütü yukarıda da belirtildiği gibi genel olarak fermente süt içeceği olarak üretilmektedir. Çiğ olarak tüketimi de görülmektedir. Çiğ olarak tercih edilmesinin nedeni ise; deve sütünün inek sütüyle karşılaştırıldığında lizozim, laktoperoksidaz, laktoferrin ve immunoglobulinler açısından zengin olması gelmektedir. Ancak, bu antimikrobiyel etkiye sahip bileşiklerden özellikle laktoferrinin deve sütünden yoğurt üretiminde starter bakterilerin büyümesini azalttığı ve bu nedenle yoğurt pıhtısının oluşmadığı rapor edilmiştir (Jans vd., 2012; Bornaz vd., 2009). Bazı çalışmalarda da deve sütünde bulunan lizozim enziminin yoğurt kültürünün artışı engelleyici (Abu-Tarboush, 1996; Jumah vd., 2001) ve bundan dolayı da jel oluşum süresinin uzadığı belirtilmiştir (Jumah vd., 2001). El-Agamy (2000) tarafından yapılan bir çalışmada,

deve sütünde antimikrobiyel özelliğe sahip bu maddelerin 100°C'de 30 dakika uygulanan ısı ile tamamen aktivitesini kaybetmesine rağmen deve sütünden üretilen yoğurdun sertliği ve tekstürel özelliği üzerine herhangi bir etkide bulunmadığı belirtilmiştir (Hashim vd., 2009). Deve sütünde bulunan yağ globüllerinin inek sütü yağ globüllerine göre daha küçük olmasının da fermente süt ürünlerinde zayıf ve gevşek yapının oluşmasına neden olabileceği öne sürülmüştür (El-Zeini, 2006). Deve sütünün fermantasyonu değerlendirildiğinde, inek sütüne kıyasla daha zayıf bir jel yapısının elde edildiği gözlenmiştir (Jumah vd., 2001). Bu tür problemlerin, deve sütünde bulunan yüksek miktarda antimikrobiyal bileşenlerle ilgili olduğu düşünülmektedir (El-agamy, 2000). Ayrıca deve sütünden yoğurt üretimi için istenen jel yapısının oluşmasındaki zorluk, inek sütüne kıyasla düşük  $\kappa$ -kazein içeriği, kazein misellerinin çapının büyüklüğü ve  $\beta$ -laktoglobulin eksikliğine bağlanmıştır (Kamal vd., 2017; Khalesi vd., 2017). Benzer şekilde Benkerroum, (2008) ve Konuspayeva vd., (2007) tarafından yapılan çalışmalarda deve sütünde asitlik gelişimine rağmen yoğurt pıhtısının oluşmadığı ve koagülasyonun gerçekleşmediği rapor edilmiştir.

Deve sütü ile ilgili rapor edilen önceki çalışmalarda, laktik asit bakteri kültürleri ile 18 saatlik bir inkübasyon işleminden sonra deve sütünün jel benzeri bir yapıya ulaşamadığını göstermiştir (Mohamed vd., 1990). Reolojik ve mikroskobik özellikler deve sütünde koagülasyon gerçekleşmediğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, bu teknolojik kısıtlamalar deve sütünden yoğurt üretimi için de ciddi zorluklar doğurmaktadır (Mudgila vd., 2018)

Deve sütünde bu gevşek ve zayıf yapı problemini çözebilmek ve dayanıklı bir ürün elde etmek için yoğurt üretiminde yağsız süttozu, kullanılmış, fakat yoğurdun kıvamında iyileşme sağlanamadığını görülmüştür (Salih ve Hamid, 2013). Benzer şekilde Najeeb vd. (2015) araştırmalarında deve sütünden yoğurt üretiminde stabilizör olarak karboksimetilselüloz, pektin, akasya gamı, aljinat kullanılmış ve kullanılan stabilizörlerin deve sütünden üretilen yoğurtların inek sütünden üretilmiş yoğurtların kıvamıyla karşılaştırıldığında yoğurt yapısı üzerine çok fazla etkide bulunmadığını saptamışlardır.

Kavas (2016) yapmış olduğu bir çalışmada *Camelus dromedarius* türü deve sütünden yoğurt üretiminde farklı hidrokolloidlerin deniz rezenesi melasıyla beraber kullanımını araştırmışlardır. Depolama süresince asitlik artışına bağlı olarak viskozite ve sertlik artmış, sineresiz azalmış ve jel yapısı gözlenmiştir. Yoğurt kalite özellikleri bakımından en iyi hidrokolloidin ise  $\kappa$ -karregen an olduğu grlmştir. Bunun ise  $\kappa$ -karregen an kullanım konsantrasyonunun yüksek olmasıyla açıklanabileceği ne srlmştir.

Stabilizör kullanımına alternatif olarak deve sütü ile koyun sütü farklı oranlarda karıştırılarak yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Yoğurtlar yapısal olarak karıştırıldığında %40 deve sütü + %60 koyun sütü karışımıyla üretilen yoğurtlarda hem kıvamın daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Süt karışımlarında deve sütü oranının artmasıyla bu sütlerden üretilen yoğurtlar tekstürel açıdan uygun olmadığı gibi tüketiciler tarafından kabul edilemez olarak değerlendirilmiştir (Shimaa vd., 2016). Yine buna benzer olan bir çalışmada deve sütü ve inek sütü 3 farklı oranlarda karıştırılarak yoğurt üretimi yapılmıştır. Bu karışımlar sırasıyla; %75 deve sütü + %25 inek sütü , %50 deve sütü + %50 inek sütü, %25 deve sütü + %75 inek sütü, şeklinedir. Sonuç olarak inek sütü %75 ve deve sütü %25 olarak seçilen grupta yoğurt yapısının daha kabul edilebilir olduğu gözlenmiştir. Deve sütünün inek sütüne kıyasla daha düşük bir fizikokimyasal ve duyuusal özelliklere sahip olduğu vurgulanmıştır (Elniema vd., 2015). Bulca vd. (2019) yaptıkları bir çalışmada ise, deve sütüne keçi, koyun ve inek sütünü farklı konsantrasyonlarda ilave ederek yoğurt üretimi yapmışlardır. İnek sütünün %80, deve sütünün %20 olarak seçildiği grupta yoğurt yapısının daha iyi olduğunu gözlemlemişlerdir.

Deve sütünden peynir üretimi üzerine yapılan bir çalışmada ise; standardize deve peyniri elde edebilmek için inek sütünden yapılan peynir de üretmişler ve karıştırılmıştır. Deve sütünün koagülasyonunda zorluklar görülmesi nedeniyle rekombine deve kimosini kullanılarak daha kolay peynir üretimi gerçekleştirilebileceği ngrlmştir. (Konuspayeva vd., 2016).

### 3.MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Kimyasallar

Çalışmada kullanılan deve sütü Kaya Devecilik Çiftliği (İncirliova, Aydın), Mikrobiyal transglutaminaz (MTGaz), Ajinomoto Foods Deutschland'den (ACTIVA MP, Almanya), Miseller kazein temini Münih Teknik Üniversitesi-Gıda İşleme ve Biyoproses teknik Enstitüsü- Fresing Germany, Sodyum Kazeinat ve Serum protein konsantratu Egelaborsis-İzmir, Yoğurt Starter kültürleri (YC-350-50U) CHR-HANSEN-İzmir den temin edilmiştir. Aşağıda çalışmada kullanılan kimyasallar ve ürün kodları verilmiştir.

Akrilamid (Sigma – A3553-100G), N’N’-bis-metilen-akrilamid (Sigma – M7279-25G), Sodyum Dodesil Sülfat (Sigma – L3771-25G), Tris Baz (Roche – 10708976001), Gliserol (Sigma – G2025-100ML), Bromfenol Mavisi (Sigma – B0126),  $\beta$ -merkapttoetanol (Sigma – M3148-25ML), Glisin (Sigma – G8898-500G), Amonyum Persülfat (Sigma – A3678-25G), 1,2-Bis (dimetilamino) etan (TEMED) (Sigma – T9281-25ML), Coomassie Brilliant Blue (Sigma – B8647-1EA), metanol (Sigma – 1060081000), Asetik asit (Sigma – 695092-2.5L). SDS-PAGE Protein standardı olarak, Gangnam-Stain™ (Prestained Protein Ladder) 8 kDa-245 kDa oranında, Agar (Merck Ürün Kodu: 1.052670500), MRS Agar (Merck Ürün Kodu: 1.10660.0500), Metilen Kırmızısı (Sigma-Aldrich – 32654-25G), Metilen Mavisi (Sigma-Aldrich – 66720-100G), Etanol (Tekkim Kimya – 020118185001), Metanol (Sigma-Aldrich – 24229-2.5L-R), Hidroklorik asit(%32) Merck Ürün kodu: 1.00319.2500, Sülfirik asit (%90-91) Merck Ürün kodu: Z249229147, Kjeldahl tablet Merck Ürün kodu: 1.15348.0250, Borik asit TEKKİM TK.020100.01002, Filtre kağıdı MN615 MACHEREY-NAGEL, n-amil alkol Merck Ürün kodu: 56725600341, Sodyum Hidroksit (Tekkim Ürün Kodu: TK.170510.25006).

### 3.2. Yöntem

Çalışma kapsamında, Kaya Devecilik Çiftliğinden (İncirlioiva, Aydın) temin edilen deve sütünün yağı separasyon işlemiyle ayrılmış, çalışmanın tamamında yağsız deve sütü kullanılmıştır. Temel analizler olan protein, yağ, kül, asitlik, kurumadde analizleri yapılmıştır. Sonrasında sütün protein miktarını artırmak için Sodyum Kazeinat, Serum Protein Konsantratu ve Miseller Kazein kullanılmıştır. Deve sütünün protein miktarı temel alınarak 5 farklı protein konsantrasyonu belirlenmiş ve protein oranı %6 - %6,3' e çıkarılmıştır. Proteinler, ısıl işlem öncesi çiğ süte ilave edildikten sonra homojenizasyon yapılmıştır. 90°C'de 1-2 dk ısıl işlem uygulanan süt, 42°C'ye soğutulurken starter kültür (%0,2) ve MTGaz enzim ilavesi eş zamanlı olarak yapılmıştır. Mikrobiyal Transglutaminaz enzimi ( Activa MP) ise 0,6 Unit, 3 Unit ve 6 Unit olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda kullanılmıştır. Bu konsantrasyonlar sütteki protein miktarlarına bağlı olarak hesaplanmıştır. Kültür ve MTGaz ilavesi sonrası sütler inkübasyona bırakılarak her saatte pH, SH ve viskoziteleri kaydedilmiştir.

Bu çalışma iki aşamada yapılmış olup, denemelerde 0,6U, 3U ve 6U enzim konsantrasyonları ile %4 - %6,3 oranlarında Sodyum Kazeinat, Miseller Kazein tozu ve Serum Protein Konsantratu kullanılmıştır. İkinci aşamada ise denemeler sonucunda 3U ve 6U MTGaz enzimi kullanımı ile %6 - %6,3 oranlarında proteinler seçilerek 5 optimum grup belirlenmiştir. Çalışmanın devamında bu 5 optimum gruplar üzerinden analizler yapılmıştır.

Deve sütü ve inek sütü üzerinde MTGaz etkisini araştırmak için inek üstüne de protein ve enzim ilavesi yapılmıştır. İnek sütünde, kurumaddeyi artırmak için Sodyum Kazeinat kullanılmış, enzim miktarı olarak da en iyi verim elde edilen 6U konsantrasyonu seçilerek viskozite, pH ve SH ölçümleri yapılmıştır.

Optimum olarak belirlenen 5 grup 1, 7, 14 ve 28.günler olmak üzere 4°C de depolanmıştır. Depolama işlemi sonucunda her bir grup için Tekstür profil analizi (TPA), Sineresiz ve Su tutma kapasitesi analizleri yapılmıştır. Ayrıca Optimum olarak

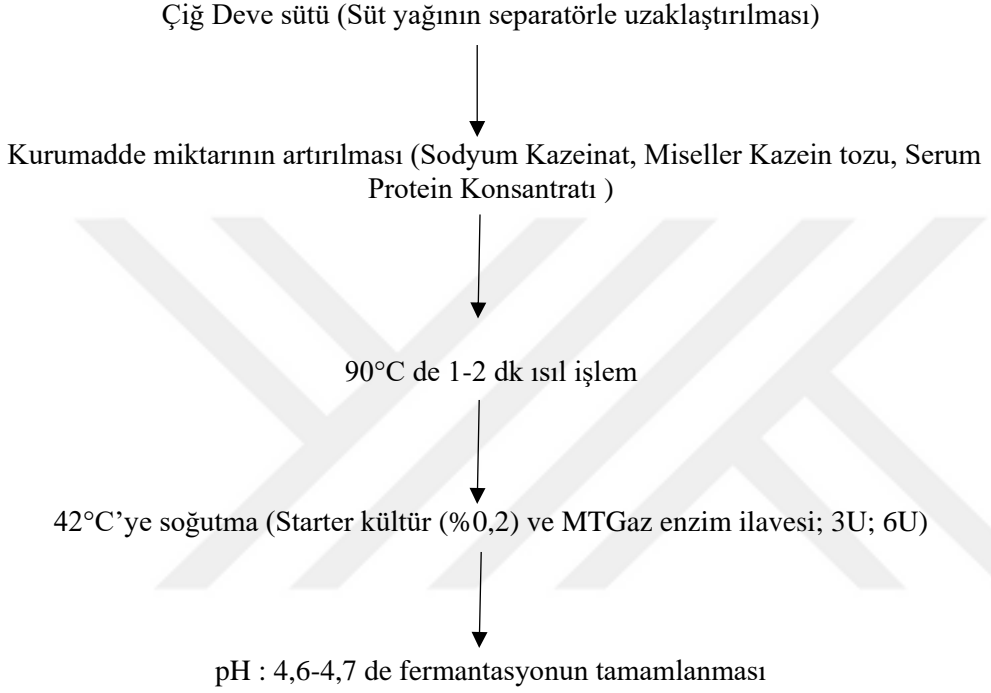
seçilen gruplarda SDS-PAGE ile protein fraksiyonu analizi, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile görüntüleme analizi ve yoğurtta aroma maddelerini belirlemek için uçucu aroma bileşikleri tayini yapılmıştır. MTGaz enziminin yoğurt üretiminde kullanılan starter kültürler üzerinde etkisini incelemek için mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Tat, aroma, görünüş gibi kriterleri değerlendirmek için ise duyu analizi yapılmıştır.

### **3.2.1. Yoğurt Üretimi**

Sütün yağı seperatör yardımıyla ayrıldıktan sonra, sütün protein miktarı temel alınarak ilave edilecek Sodyum Kazeinat, Serum Protein konsratı ve Miseller Kazein miktarları hesaplanmıştır (yaklaşık %6'ya kadar). Buna bağlı olarak ilave edilen enzim miktarı ( 3U ve 6U) da protein konsantrasyonlarına göre ilave edilmiştir. İlk olarak yağı alınmış çiğ deve sütüne protein ilave edilmiştir, homojenizatör ile (IKA-T18 digital Ultra-Turrax, rpmx1000) proteinin süt içerisinde homojen olarak karışımı sağlanmıştır. Sonrasında 90°C'de 1-2 dk ısı işlem uygulanmış ve ardından 42°C'ye soğutulmuş, bu sıcaklıkta MTGaz enzimi ve starter kültür ilavesi aynı anda yapılmıştır. 42°C 'de inkübe edilmiştir. Kontrol grubu olarak üretilen örnekte sadece starter kültür ilavesi uygulanmıştır. Yoğurt aşağıda gösterildiği şekilde üretilmiştir. (Bönish vd, 2007)



Çizelge 3.1. Yoğurt Üretimi



### 3.2.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

#### 3.2.2.1. pH Tayini

Sütteki asitlik değişimi hakkında bir yorum yapabilmek amacıyla pH değeri belirlenmiştir. pH metre olarak Milwaukee MW102 PH (Temp Meter) kullanılmıştır.

#### 3.2.2.2. Sütte SH (Soxhelet Henkel) Tayini

Soxhelet Henkel derecesi olarak asitlik, fenolfitaleyn indikatörü ilave edilmiş 100 ml sütün asitliğini nötralize etmek için 0,25 N NaOH çözeltisinden harcanan miktar olarak tanımlanmaktadır. °SH değerleri çalışmanın tamamında aşağıdaki formüle göre %laktik asit olarak hesaplanmıştır (Öner ve Aloğlu, 2018).

### 3.2.2.3. Sütün Kurumadde Miktarının Belirlenmesi

Kurumadde tayininde prensip, belirli miktardaki sütün sabit sıcaklıkta, değişmez ağırlığa kadar suyunun uçurulması ve kalan kısımdan kurumadde hesaplanması esasına dayanmaktadır.

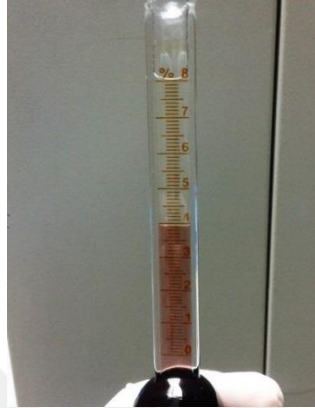
Alüminyum kurutma kapları  $105\pm 2$  °C'ye ayarlanmış etüvde 2 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır. Desikatöre soğutulmuş darası alınmıştır. Darası alınmış Al kaplarda 5 g (toz örneklerde) ve sütte 5 ml örnek tartılmıştır. Dara + Örnek miktarları kaydedilmiştir. 105 °C etüvde kurutulan örnekler her saat desikatöre alınıp, soğuması beklenmiştir. Bu şekilde her saat tartımlar alınarak iki örnek arası fark 0,005 den daha az olana dek kurutma işlemi yapılmıştır. Hesaplama ise aşağıdaki gibi yapılmıştır (Öner ve Aloğlu, 2018).

$$\%Nem = \frac{(Son\ tartım - Dara)}{(Örnek\ miktarı)} * 100$$

### 3.2.2.4. Gerber Yöntemiyle Sütte Yağ Tayini

Gerber yöntemiyle yağ tayininin temel ilkesi; belirli hacimdeki sütün protein ve zor çözünen tuzlarını sülfirik asit ve amil alkol ilavesiyle çözüldürdükten sonra, serbest hale geçen yağı santrifüj ederek ayırmak ve yağ miktarını bütirometrenin skalasından okumaktır (Öner ve Aloğlu, 2018)

% 8'lik bütirometre içine 10 mL  $1,82\text{ g/cm}^3$ 'lük Sülfirik asit koyulmuştur. 11 ml sütün bütirometre çeperinden asidin üzerine yavaşça ilave edilmiştir. 1 ml amil alkol koyulmuştur. Bütirometre aşağı yukarı hareket ettirilerek sütün öncelikle asitte yanması sağlanmıştır. Sonrasında 1100 devirde 5 dk santrifüj edilmiştir. Son olarak bütirometredeki yağ skalası okunmuştur.



Şekil 3.1. Gerber Yöntemiyle Sütte Yağ Tayini

### 3.2.2.5. Kjeldahl Yöntemine Göre Protein Tayini

Protein miktarını belirlemek için Gerhardt Vapodest cihazı kullanılmıştır. Azot tayini için, 2 ml süt örneğinden, toz ürünler için ise 1 g tartılarak kjeldahl balonuna koyulmuştur. Üzerine 2'şer adet kjeldahl katalizör tableti ve 25 ml derişik % 95-97'lik Sülfirik asit ( $H_2SO_4$ ) ilave edilmiştir. Ardından çözelti berraklaşınca kadar yakma ünitesinde yaklaşık 2-3 saat bekletilmiştir. Kjeldahl balonundaki kaynamış ve berraklaşmış olan çözelti soğumaya bırakılmıştır. 50 ml saf su ile söndürme işlemi yapılmıştır. % 4'lük borik asitten her bir örnek için 50 ml olarak erlenlere hazırlanmıştır. 1 ml metilen mavisi - metilen kırmızısı ilave edilmiştir. Kjeldahl balonu ve erlendeki borik asit distilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. 5 dakikalık distilasyon işlemi otomatik olarak başlamıştır. Böylece oluşan amonyağın ( $NH_3$ ) tümü borik asit çözeltisinin içinde toplanmıştır. Borik asit içinde toplanan amonyak, 0,1 N HCl ile otomatik olarak titre edilmiştir. Kör numune için ise aynı işlemler uygulanmış sadece örnek ilave edilmemiştir. Harcanan HCl sarfiyatına göre aşağıdaki eşitliği kullanarak % azot'u hesaplanmıştır. Sütün bileşiminde bulunan azot, sülfirik asit eşliğinde ısıtıldığında amonyağa dönüşmekte ve amonyak amonyum sülfat olarak tutulmaktadır. Sodyum hidroksit (NaOH) amonyum sülfattan amonyağı ayırmaktadır. Ayrılan amonyak borik asit ile amonyum borat olarak tutulmakta ve amonyum borat da Hidroklorik asit (HCl) ile titre edildiğinde örnekteki azot miktarı buradan da protein miktarı hesaplanmaktadır (Öner ve Aloğlu, 2018).

$$\%Azot = \frac{[(S-S_{k\ddot{o}r}) * N * F * 0,014] * 100}{m}$$

S :Titrasyonda harcanan 0,1 N HCl miktarı (ml)

S<sub>kör</sub> :Kör deneme için harcanan 0,1 N HCl miktarı (ml)

N :HCl çözeltisinin normalitesi (0,1 N)

F :HCl çözeltisinin faktörü

M :Kullanılan örnek miktarı (g)

0,014 :Azotun mili ekivalent ağırlığı

% Protein miktarı protein çevirme faktörüyle çarpılarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Kjeldahl Protein Tayin Cihazı

### 3.2.2.6. Sütün Kül Miktarının Belirlenmesi

Sütün organik madde içeriğinin 500-550°C'de yakıldıktan sonra geriye kalan beyaz renkli kısmının tartılarak % kül değerinin hesaplanması esasına dayanmaktadır (Öner ve Aloğlu, 2018).

- Porselen krozeler 105±2°C'ye ayarlanmış etüvde 2 saat süreyle bırakılmıştır. Desikatörde soğutulularak darası alınmıştır.
- Darası alınmış porselen krozeeye 2 g (toz örneklerde) ve sütte 5 ml örnek alınmış ve kaydedilmiştir.

- Krozeler kül fırınına koyulmuştur. Süt için 1 saat 105 °C etüvde önışlem uygulanmıştır
- Kül fırını kademeli olarak 100°C’de 2 dk 150°C’de 1 dk 250°C’de 15 dk 550°C’de 80 dk yakma olan program seçilerek yapılmıştır.
- Örneklerin tamamı organik maddeleri tümüyle yanıncaya yani kül homojen beyazımsı renk alıncaya kadar bekletilmiştir. Yaklaşık olarak 5 saat yanma işlemleri 5 saat ise soğuma işlemleri sürmüştür
- Desikatöre alınan örnekler soğutulup tartılmıştır. Aradaki fark % olarak kül miktarını vermiştir. Hesaplama aşağıdaki gibidir;

$$\% \text{ Kül} = \frac{(\text{Son tartım} - \text{Dara})}{(\text{Örnek miktarı})} * 100$$



Şekil 3.3. Kül Tayini Bir Görünüm

### 3.2.2.7. Viskozite Ölçümü

Fermentasyon süresince örneklerin viskozitesi 1 saat aralıklarla Fungilab Expert V301002 cihazıyla 1 rpm hızda ve TR11 spindle kullanılarak tespit edilmiştir.

### 3.2.2.8. Yoğurtta Asitlik Tayini

10 gram örnek üzerine 10 ml distile su karıştırılmıştır. Üzerine 0,5 ml fenolftalein ilavesi sonrası 0,25 N NaOH ile pembe renk kalıcı oluncaya kadar titre edilmiştir (Öner ve Aloğlu, 2018).

### 3.2.2.9. Yoğurтта Sineresiz Tespiti

Yoğurt örneğinden 25 gram alınarak tartılmış ve 615 numaralı filtre kağıdından geçirilerek süzülmesi sağlanmıştır. Bu şekilde serum fazının aşığıya geçişiyile tartım işlemini gerçekleştirilmiştir. Drenaj zamanı ve sıcaklığı ise 120 dakika ve 4°C dir (Tamime vd., 1996; Sahana vd., 2008).

### 3.2.2.10. Su Tutma Kapasitesi Tayini

Su tutma kapasitesinin analizi için yaklaşık 20 gram yoğurt örneği 50 ml' lik falkon tüplerinde fermente edilmiş ve 350 g x 10 dakika 4°C' de santrifüjlendikten sonra pellet ve serum fazı tartılarak su tutma kapasitesi aşığıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Öner ve Aloğlu, 2018). Santrifüj cihazı olarak Centurion Scientific K3 Series Max 6000 rpm BRK 5308 kullanılmıştır. Su tutma kapasitesi formülü şu şekildedir;

$$\% STK = \frac{(Pellet Ağırlığı, g)}{(Örnek Ağırlığı, g)} * 100$$

### 3.2.2.12. Tekstürel Analizler

Yoğurdun tekstürel özellikleri bir tekstür analizörü (Stable Micro Systems, Texture Analysers, Surey, UK) kullanılarak enstrümantal olarak değerlendirilmiştir. 40 mm çaplı disk (A/BE - Back Extrusion Rig) , silindirik kapların içindeki yoğurt örneklerine daldırılmış ve tek dalış ile 1 mm.s<sup>-1</sup> hızında uygulanmıştır. Örnek derinliği 50 mm'dir. Exponent yazılımı kullanılarak örneklerin tekstürel özellikleri hakkında bilgi veren parametreler elde edilmiştir. Kullanılan parametreler ise; yapışkanlık, sıklık ve sertliktir (Najgebauer vd., 2013).

### 3.2.3. SDS-PAGE (Sodyum Dodesil Sulfat Poliakrilamid Jel Elektroferez) Analizi

Yüklü moleküllerin elektriksel alanda ayrılmaları temeline dayanan elektroferez tekniği proteinlerin analiz edilmesinde ve ayrılmasında geniş çapta kullanılır. Belirlenen gruplarda protein miktarları Laemmli (1970) poliakrilamid jel elektroforezi yöntemiyle analiz edilmiştir.

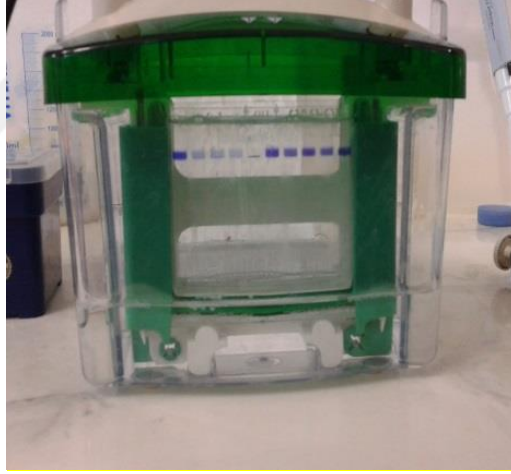
İlk olarak proteinlerin yürütüleceği jeller hazırlanmıştır. Akrilamid/bis çözeltisinin hazırlanması için 87,6 g %29,2'lik akrilamid ile 2,4 g %0,8'lik N'N'-bis-metilen-akrilamid karıştırılmış ve deiyonize su ile 300 mL'ye tamamlanmıştır. SDS çözeltisi ise %10 (w/v) konsantrasyonunda hazırlanmıştır. Üst jelde kullanılması için 27,23 g %18,15'lik tris bazı 80 mL deiyonize su ile karıştırılmış, 6 N HCl ile pH değeri 8,8'e ayarlandıktan sonra son hacim 150 mL'ye tamamlanmıştır. Alt jelde kullanılması için ise 6 g tris bazı ile 60 mL deiyonize su karıştırılmış, 6 N HCl ile pH değeri 6,8'e ayarlanmıştır. Son hacim 100 mL'ye tamamlanarak 0,5 M Tris-HCl, pH 6,8 elde edilmiştir. Örnek tamponu, 3,55 mL deiyonize su, 1,25 mL 0,5 M Tris-HCl (pH 6,8), 2,5 mL gliserol, 2 mL %10'luk SDS, %0,5 (w/v)'lik bromfenol mavisi karıştırılarak toplamda 9,5 mL olacak şekilde hazırlanmıştır. Elektroforez sistemine dökülecek elektrot tamponu için ise 30,3 g tris bazı, 144 g glisin ve 10 g SDS ile karıştırılıp son hacim 1 L'ye tamamlanmıştır.

Jeller, alt jel (yürütme jeli) %10'luk ve üst jel %4'lük olacak şekilde hazırlanmıştır. Bu kapsamda, hazırlanan çözeltilerden üst jelin eldesi için 6,1 mL deiyonize su, 1,3 mL akrilamid/bis, 2,5 mL 0,5 M Tris-HCl (pH 6,8) ve 0,1 mL %10'luk SDS karıştırılmış ve 50 µL %10'luk amonyum persülfat (APS) çözeltisi ile 5 µL TEMED eklenmiştir. Alt jelin eldesi için ise 4,1 mL deiyonize su, 3,3 mL akrilamid/bis, 2,5 mL 1,5 M Tris-HCl (pH 8,8) ve 0,1 mL %10'luk SDS karıştırılmış ve 50 µL %10'luk amonyum persülfat (APS) çözeltisi ile 10 µL TEMED eklenmiştir. Örnek tamponu, kullanım öncesi 95:5, v/v oranında β-merkaptolanol ile karıştırılmıştır. Elektroforez sistemine önce alt dökülmüş ve sonrasında jel üzerine 100 µL n-prapanol ilave edilmiştir, 15-30 dk donması beklenmiştir. Donduktan sonra n-prapanol filtre kağıdı ile temizlenip üst jel dökülmüştür. Üst jelin donması için yine 15-30 dk arası beklenmiştir. Jeller donduktan sonra üst jelde yer alan tarak hafifçe çıkarılmış ve örneklerin yükleneceği oyuklar elde edilmiştir.

Elektroforez sistemine yüklenecek örneklerden 150 µL alınarak vortekslenmiş, 5000 rpm de 5 dk santrifüj işlemi uygulanmıştır. Denatürasyon işlemi yapılarak (95 °C sıcaklıkta 5 dk. boyunca) 1000 rpm de 2 dk daha santrifüj işlemi uygulanmıştır.

Jeldeki kuyucuklara 10'ar  $\mu\text{L}$  örnek yüklendikten sonra elektroforez sistemi (Bio-rad PowerPac Basic, ABD) 100 V akımda yaklaşık 4 saat çalıştırılarak proteinler elektrik alanda yürütülmüştür.

Yürütülen jel, Coomassie Brilliant Blue içerisinde bir saat boyunca hafifçe çalkalanmış ve ardından boya uzaklaştırma çözeltisi (asetik asit: metanol: su, 1:4:5, v/v/v) içerisinde de çalkalayıcıda 12 saat bekletilmiştir. Son olarak, protein bantlarının elde edildiği jel Syngene G:Box cihazı ile fotoğraflanmıştır. SDS-PAGE Protein standardı olarak ise, 8 kDa-240 kDa kütle aralığında protein işaretleyicileri, blue eye prestained protein standardı (Sigma 94964-500 UL) kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Proteinlerin Elektroforezle Yürütülmesi

### 3.2.4. Taramalı Elektron Mikroskopu Analizi (SEM)

Optimum örnekler  $-45^{\circ}\text{C}$  de 48 saat süre ile liyofilize işlemine tabii tutulmuştur. Liyofilizasyon işleminde Labconco Freeze Dry System, Freezone 6 liyofilizatörü kullanılmıştır. Toz halindeki örnekler taramalı elektron mikroskopu (Zeiss Gemini Sigma 300 VP, Almanya) ile incelenmiştir. 5000x ve 10000x boyutlarında görüntüler alınarak fotoğraflanmıştır.



### 3.2.5. Yoğurt Örneklerinde Uçucu Bileşik Tayini

Dondurulmuş yoğurt örneklerinden 3 g alınarak 15 mL'lik viallere (Supelco, Bellefonte, PA, ABD) yerleştirilmiştir, ardından metanol içindeki asit 81 mg / kg 2-metil-3-heptanon ve 2-metilpentanoik içeren 10 µL standart eklenmiştir (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, ABD) ve 40°C'de 30 dakika dengelenmesi sağlanmıştır. Uçucuların ekstraksiyonu, Head Space Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (HS-SPME) tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uçucuların ekstraksiyonu, 2 cm 50/30 µm divinilbenzen-karboksen-polidimetilsiloksan (DVB / CAR / PDMS) fiberi (Supelco, Bellefonte, PA, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir ve uçucu bileşikler, bir DB-Wax kolonu (60 mx 0,25 mm × 0,25 µm; J&W Scientific, Folsom, CA, USA) üzerinde ayrılmıştır. Fiber, her çalışmada 3,0 ölçek birimlerine yerleştirilmiştir. Ekstrakte edilen uçucuların desorpsiyonu bir Shimadzu GC-2010 gaz kromatografisi – QP - 2010 kütle spektrometrisi sistemi (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Desorpsiyon sırasında fiber, 250° C sıcaklıkta 2 dakika boyunca, taşıyıcı gaz olarak helyum ile 1 mL/dk akış hızında enjektörde kalmıştır. Fırın 40° C'de 2 dakika tutulmuş (desorpsiyon süresi) ve daha sonra sıcaklık dakikada 5 ° C'ye yükseltilmiştir ve burada 1 dakika tutulmuştur. Daha sonra sıcaklık, 30 dakikalık bir çalışma süresi verecek şekilde dakikada 10° C'den 240° C'ye yükseltilmiştir. Bileşikler, Kovats (1958) yönteminde verildiği gibi hesaplanmıştır.

### 3.2.6. Mikrobiyolojik Analizler

%3,7 protein içerikli 100 ml deve sütü, kurumaddesi serum protein konsantratu kullanılarak artırılmıştır. Mikrobiyal Transglutaminaz ilavesinin yoğurt bakterileri olan *S.thermophilus* ve *L.bulgaricus* üzerine etkisini araştırmak için enzim ilaveli ve ilavesiz 2 örnekte mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. MTGaz ilavesi 3 Unit olarak kullanılmıştır. Yoğurt üretim şemasındaki gibi üretilen örnekler fermantasyon süresi boyunca her saat, steril edilen FTS (fizyolojik tuzlu su) içerisinde 1:9 oranında 6.dilüsyona kadar seyreltilerek çift plak dökme yöntemiyle ekim yapılmıştır. Öncelikle seyreltilen numuneden 1 ml alınarak petriye koyulmuş, 45°C'de bekletilen MRS Agar ve M17 yaklaşık 15-20 ml olarak dökülmüştür. Besiyeri donduktan sonra

10-15 ml Agar dökülerek çift tabaka ekim yöntemi uygulanmıştır. Bu tabaka da donduktan sonra petrilere ters çevrilerek 42°C’de 48 saat inkübe edilmiştir. Sonrasında sayımlar kaydedilmiştir (Ünlütürk ve Turantaş, 1996).

### **3.2.7. Yoğurttaki Duyusal Analiz**

Yoğurtların duyusal yönden değerlendirilmesinde Yoğurt Standardı (TS 1330)’da belirtilen kriterler kullanılmıştır (Anonim 2006). Çizelge, **EK-1** de yer almaktadır. Duyusal analiz, optimum 5 grup üzerinde +4°C’de 1 günlük depolama sonunda Adnan Menderes Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümü öğretim üyeleri ve öğrencilerden oluşan 11 panelist tarafından yapılmıştır.

### **3.2.8. İstatistiksel Analizler**

İstatistiksel değerlendirme, ANOVA analizi gerçekleştirilerek SPSS paket programı (Version 22.0, SPSS Inc., Chicago, IL) ile incelenmiştir. Elde edilen veriler 2 tekerrür halinde değerlendirilmiş olup Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ve Tukey testi uygulanmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Deve Sütü ve Kullanılan Proteinlerin Kimyasal Analiz Sonuçları

Bu çalışmada kullanılan deve sütü ve kullanılan proteinlerin özellikleri aşağıdaki Çizelge 4.1 'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kullanılan Deve Sütü ve Proteinlerdeki Değerler

	Protein	Yağ	Kurumadde	Kül miktarı	%Laktik asit	pH
<b>Deve sütü</b>	3,75±0,18	4,3±0,29	12±2	0,86±0,05	0,20±0,01	6,42±0,08
<b>Sodyum Kazeinat</b>	86,50±0,01	<0,5	94,50±0,01	7,5±0,02		
<b>Serum Protein</b>	80±0,05	<0,5	92,95±0,01	1,53±0,01		
<b>Miseller Kazein</b>	54±0,04	<0,5	94,40±0,02	8,4±0,02		

\*Standart sapmalar ortalama değerler üzerine eklenmiştir.

Çalışmada elde edilen deve sütü bulguları, TGK 2019 içme sütleri tebliğinde verilen değerlere uygunluk göstermektedir. TGK,2012 Koyulaştırılmış süt ve süt tozu tebliğindeki değerlerde ise kullanılan süt tozunda %nem miktarının %5 civarında olduğu vurgulanmıştır. Bu ise çalışmada kullanılan proteinlerin kurumadde sinin uygun olduğunu göstermektedir. Shamsia, (2009) yaptığı bir çalışmada deve sütündeki yağ miktarını % 4,0 ± 0,21, toplam kurumaddeyi % 13,2 ± 0,45, proteini % 3,46 ± 0,20, kül miktarını % 0,87 ± 0,07, pH değerini 6,64 ± 0,05 aralığında bulmuştur. Yapılan başka bir çalışmada, yağ % 4,9, protein % 3.7 kül miktarı % 0.7 ve kurumadde miktarı % 14,4 El-Agamy, (2006) tarafından bulunmuştur. Bu çalışmada ise deve sütündeki değerler Çizelge 4.1.deki gibi olup yukarıdaki verilerle paralellik göstermektedir.

### 4.2. MTGaz ile Yoğurt Üretiminde pH, SH ve Viskozite Sonuçları

MTGaz ilavesiyle yoğurt üretiminde tüm örneklerde pH, SH ve viskozite değerleri ölçülmüştür ve fermantasyon sürecinde her bir saatte alınan bu ölçümler kaydedilmiştir. Fermantasyon boyunca pH 6,5 'ten 4,9 a düşerken SH ve viskozitede artış gözlenmiştir. Enzim ilavesinin hızlı bir pH düşüşüne katkıda bulunduğu ve MTGaz'ın 3U ve 6U konsantrasyonlarda tekstürel yapıyı iyileştirdiği gözlenmiştir. Yapı, kıvam ve görünüş olarak kalite değerleri iyileştirilmiş yoğurtlar üretilmiştir.

Deneme gruplarının tümünde pH, SH (%Laktik asit) ve viskozite analizlerinde gözlenen değişimler **EK-2** de verilmiştir. Üretilen optimum grupların görüntüsü ise Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Optimum Yoğurt Örneklerinden Bir Görünüm

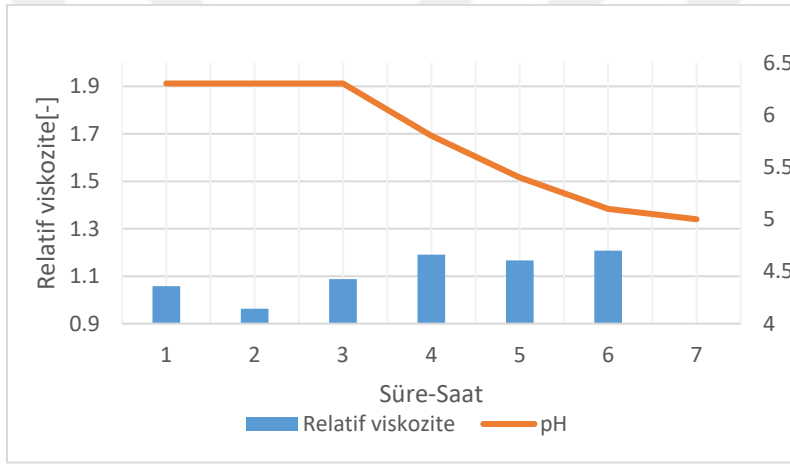
- 1: Miseller Kazein ve 6U MTGaz enzim ilaveli
- 2: Serum Protein Konsantratu ve 3U MTGaz enzim ilaveli
- 3: Sodyum Kazeinat ve 3U MTGaz enzim ilaveli
- 4: Sodyum Kazeinat ve 6U MTGaz enzim ilaveli
- 5: Serum Protein Konsantratu ve 6U MTGaz enzim ilaveli

Optimum olarak seçilen gruplarda viskozite ve pH değerlerine bağlı olarak aşağıdaki grafiklerde görüldüğü gibi asitliğin gelişiminin viskozitenin artmasına katkı sağladığı gözlenmiştir. Şekil 4.2 de kontrol grubu olarak seçilen örnek MTGaz ilavesiz ve % 6,2 oranında Sodyum Kazeinat içermektedir. Viskozite ölçümü relatif olarak, her bir saatte ölçülen viskozitenin 0.saatteki viskoziteye bölünmesiyle değerlendirilmiştir.

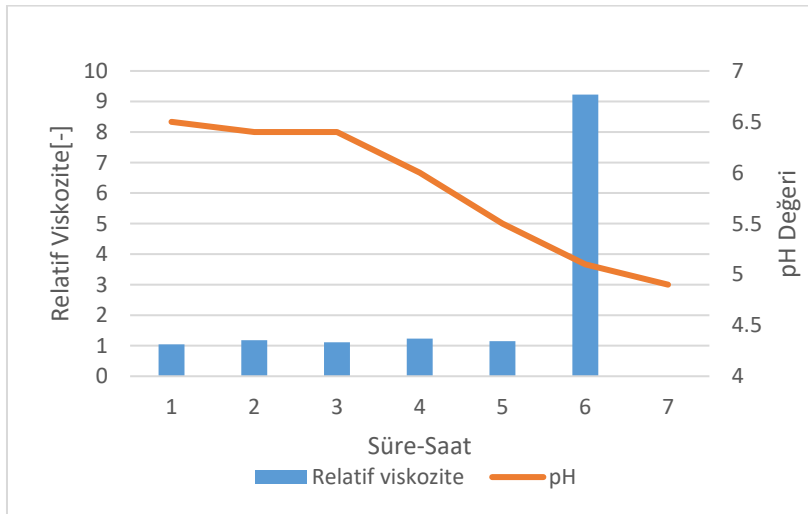
Örneklerde pH ‘nın 6,5 ten 4,9’a 6 saat içerisinde düştüğü, Sodyum Kazeinat içeren ve 6U MTGaz ilavesi olan örnekte ise 4 saat içerisinde düştüğü gözlenmiştir. Bu ise enzim konsantrasyon artışının asitlik gelişimini artırdığını göstermektedir.

Viskoziteler incelendiğinde Şekil 4.3 de ilk saate oranla 6.saatin bitiminde relatif viskozitenin 9 kat arttığı, Şekil 4.4 incelendiğinde ise bu artışın 90 kat olduğu

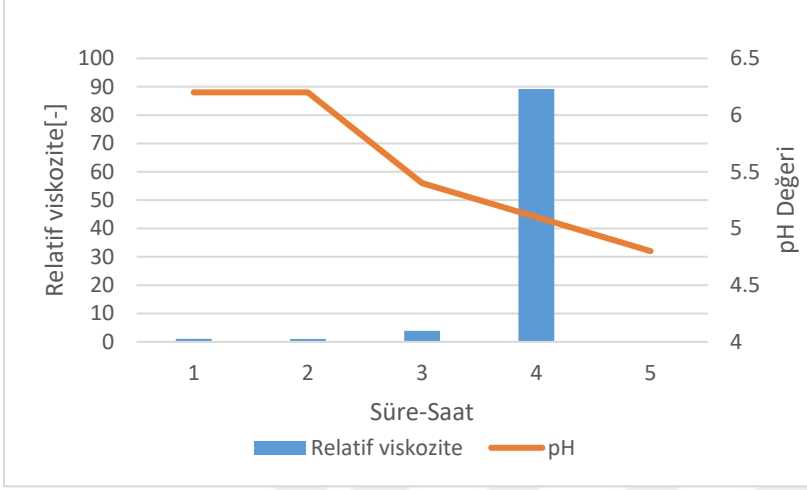
görülmektedir. Her iki örnekte aynı protein (Sodyum Kazeinat) kullanılmasına rağmen farkı sağlayanın MTGaz konsantrasyonu (6U) olduğu gözlenmiştir. Aynı şekilde Serum Protein konsantratu ilavesi olan Şekil 4.5 viskozite yaklaşık 6 kat artmış, Şekil 4.6 da yaklaşık 70 kat arttığı görülmektedir. Yine artışı sağlayanın MTGaz konsantrasyonu olduğu görülmüştür. Son olarak Şekil 4.7 de Miseller kazein kullanılan örnekte ise viskozitenin yaklaşık 11 kat arttığı gözlenmiştir.



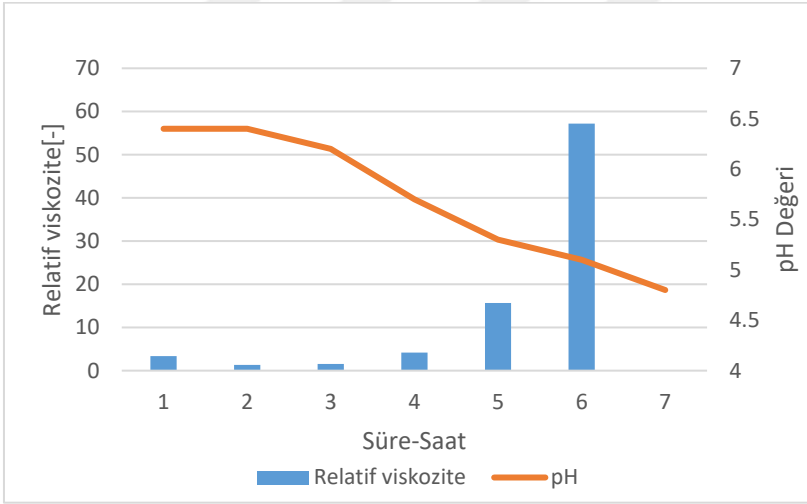
Şekil 4.2. Kontrol Grubu Relatif Viskozite ve pH Değişimi



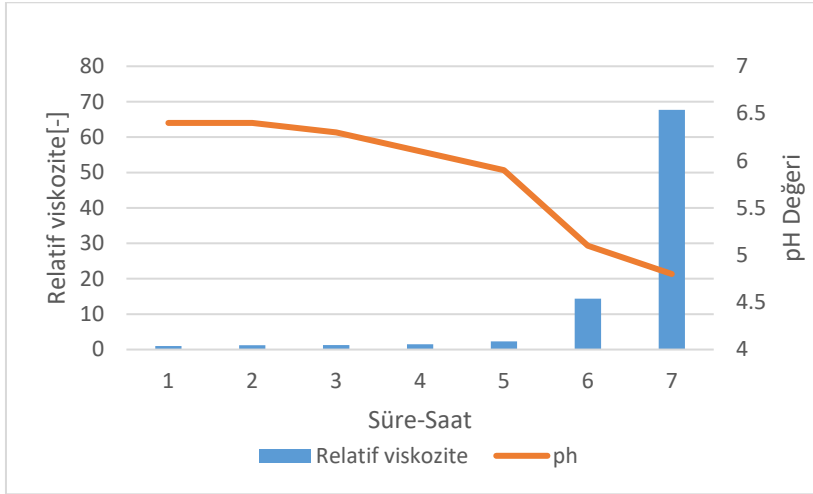
Şekil 4.3. Sodyum Kazeinat ve 3U MTGaz Enzim İlavesiyle Relatif Viskozite ve pH Değişimi



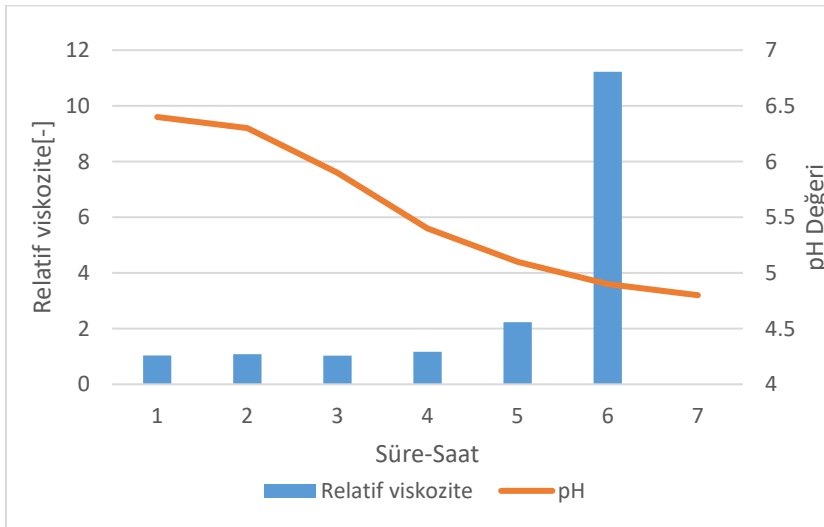
Şekil 4.4. Sodyum Kazeinat ve 6U MTGaz İlavesiyle Relatif Viskozite ve pH Değişimi



Şekil 4.5. Serum Protein Konsatrati ve 3U MTGaz İlavesiyle Relatif Viskozite ve pH Değişimi

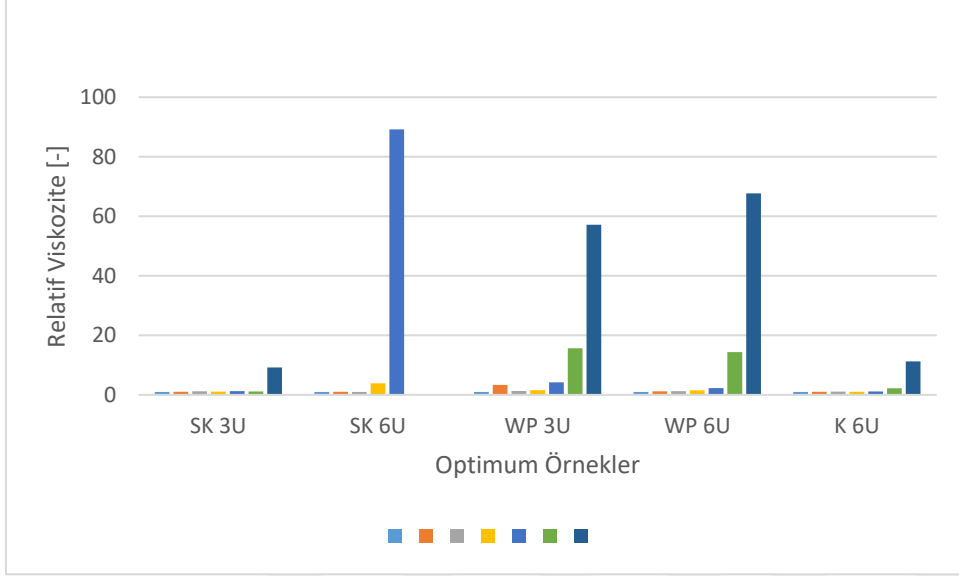


Şekil 4.6. Serum Protein Konsantratu ve 6U MTGaz İlavesiyle Relatif Viskozite ve pH Değişimi

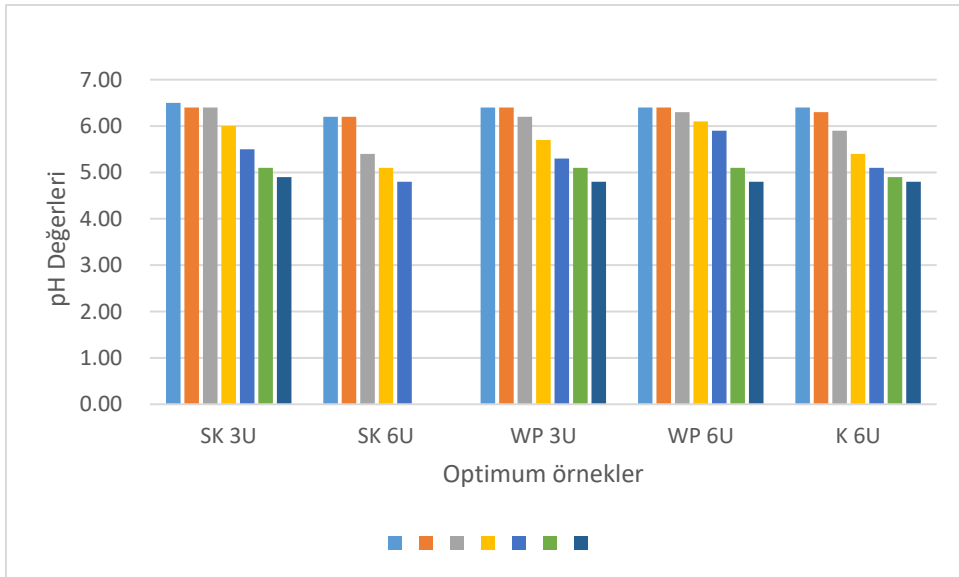


Şekil 4.7. Miseller Kazein ve 6U MTGaz İlavesiyle Relatif Viskozite ve pH Değişimi

Aşağıda Şekil 4.8’de optimum gruplarda relatif viskozite kıyaslanması ve Şekil 4.9 ‘da optimum gruplarda pH değerlerinin kıyaslanmasına yer verilmiştir.



Şekil 4.8. Optimum Örneklerde Fermantasyon Süresi Boyunca Relatif Viskozite Değerleri Kıyaslaması ( SK: Sodyum Kazeinat, WP: Serum Protein Konsantratu K: Kazein)



Şekil 4.9. Optimum Örneklerde Fermantasyon Süresi Boyunca pH Değerleri Kıyaslaması ( SK: Sodyum Kazeinat, WP: Serum Protein Konsantratu K: Kazein)



Abou-Soliman vd.(2017), MTGaz enzimi kullanarak deve sütünden yoğurt üretimi üzerine çalışmışlardır. Deve sütünden yoğurt üretiminin olmadığını ve sulu, gevşek bir yapı elde edildiğini savunmuşlardır. Deve sütü protein oranını yağsız inek sütü tozu ve serum protein konsantratu ve  $\beta$ -laktoglobulin ilavesiyle sağlamışlardır. 15 günlük depolama boyunca MTGaz'ın deve sütünden üretilen yoğurt üzerine etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak, MTGaz ve yağsız süt tozu ilave edildiğinde fermantasyon süresinin önemli ölçüde kısaldığını, viskozitenin arttığını gözlemlemişlerdir. %0,4 konsantrasyonda MTGaz ilavesinin yoğurdun yapısını iyileştirdiği sonucuna varmışlardır.

Bu çalışmada ise protein oranı Sodyum Kazeinat, Serum Protein Konsantratu ve Miseller Kazein ilavesiyle sağlanmıştır. Ayrıca MTGaz konsantrasyonları farklı oranlarda proteine bağlı olarak ilave edilmiştir. Sonuç olarak MTGaz ilavesinin yoğurt üretiminde kaliteyi ve yapıyı iyileştirdiği görülmüştür.

Deve ve inek sütünde teknolojik olarak protein ilavesi ve MTGaz ilavesi/ilavesiz işlemlerinin bu faktörlerin fermantasyon süresince yoğurdun pH, viskozite ve %laktik asit oluşumu üzerine olan etkileri de araştırılmıştır. Protein olarak Sodyum Kazeinat seçilmiş olup, MTGaz konsantrasyonu olarak ise 6U tercih edilmiştir.

Çizelge 4.2'da gösterildiği gibi ilk 3 denemenin fermantasyonu 4 saat içerisinde gerçekleşirken, en son denemenin fermantasyonunun 6 saat sürdüğü, ilk 3 denemede pH değerinin azaldığı % laktik asit değerinin arttığı, viskozitenin ise 4.saatin sonunda büyük oranda değiştiği görülmüştür. MTGaz'ın inek sütü üzerine etkisini incelediğimizde fermantasyon süresini değiştirmedeği fakat viskozitede ciddi artışa neden olduğu gözlenmiştir. Deve sütü üzerinde etkisi ise, fermantasyon süresini kısaltmış olup hızlı pH düşüşüne neden olmuştur. MTGaz ilave edilmeyen deve sütünde, 6 saat inkübasyon sonunda bile pH'nın 4,9'a düşmediği görülmüştür. MTGaz ilaveli inek sütü ve deve sütünde fermantasyon süresi 4 saat olarak gözlenmiştir. MTGaz ilavesi olmayan inek sütünde fermantasyon yine 4 saat olarak gözlenirken, deve sütünde 6 saate ulaştığı gözlenmiştir.

Şekil 4.2’de görüldüğü gibi viskozite relatif olarak değerlendirildiğinde MTGaz enzimi inek sütüne ilave edildiğinde 418 kat artırmış, deve sütüne ilave edildiğinde ise 89 kat artırmıştır. Sonuç olarak MTGaz ilavesinin hem inek sütünde hem deve sütünde yoğurdun yapısını iyileştirdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.2. İnek Sütü ve Deve Sütünde Fermantasyon Süresi Boyunca Değişimler

<b>Kullanılan Sütün Türü</b>	<b>Fermantasyon Zamanı</b>	<b>Relatif Viskozite[-]</b>	<b>pH</b>	<b>%Laktik asit</b>
<b>%6 Sodyum Kazeinat İçeren İnek Sütü</b>	0	1	6,4	0,18
	1	1,13	6,34	0,234
	2	1,23	5,64	0,288
	3	16,67	5,16	0,45
	4	76,76	4,87	0,675
<b>%6 Sodyum Kazeinat ve 6U enzim İçeren İnek Sütü</b>	0	1	6,46	0,189
	1	1,12	6,35	0,225
	2	1,16	5,66	0,315
	3	1,17	5,25	0,495
	4	418,33	4,96	0,54
<b>%6,2 Sodyum Kazeinat ve 6U enzim İçeren Deve Sütü</b>	0	1	6,2	0,333
	1	1,04	6,2	0,378
	2	0,99	5,4	0,63
	3	3,86	5,1	0,81
	4	89,17	4,8	0,828
<b>%6,2 Sodyum Kazeinat İçeren Deve sütü</b>	0	1	6,3	0,27
	1	1,05	6,3	0,288
	2	0,96	6,3	0,405
	3	1,08	5,8	0,495
	4	1,19	5,4	0,504
	5	1,16	5,1	0,558
	6	1,20	5	0,576

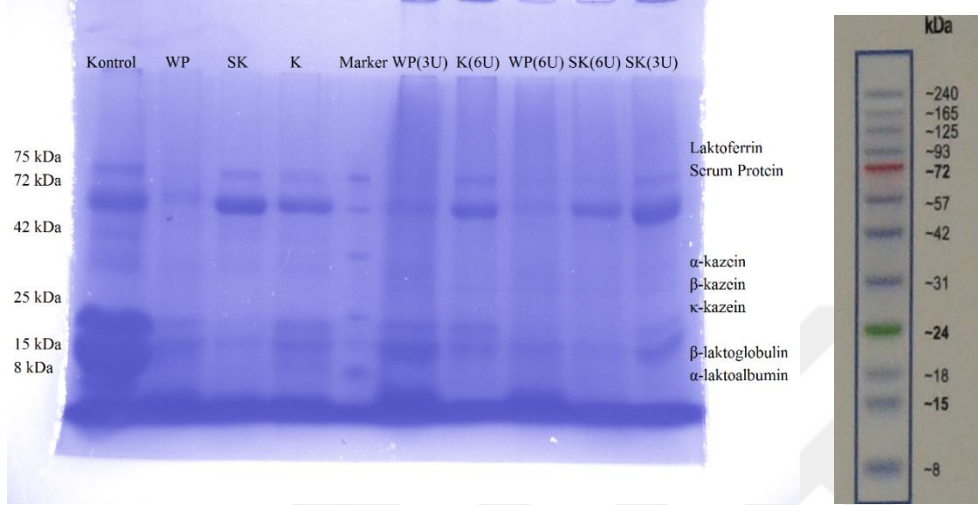
\*Değerler ortalama olarak verilmiştir.

### 4.3. SDS-PAGE Analiz Sonuçları

Bu çalışmada deve sütü proteinlerinin yaklaşık molekül ağırlıkları ve MTGaz enzimiyle oluşan proteinlerin polimerizasyonu protein fraksiyonlarının monomer bantlarının yoğunluklarının azalması üzerinden analiz edilmiştir. Deve sütüyle ilgili literatür verileri incelendiğinde bazı çalışmalarda yer alan deve sütü proteinlerinin molekül ağırlıkları ve çalışmamızda saptadığımız proteinlerin moleküler ağırlıklarının karşılaştırılması Çizelge 4.3’de verilmiştir. Jel üzerinde yürütülen proteinlerin moleküler ağırlıklarının saptanmasında herhangi bir yazılım programı kullanılmamış olup belirlenen moleküler ağırlıkları protein işaretliyiçi ile karşılaştırma sonucunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.3. Protein Fraksiyonları ve Molekül Ağırlıkları

Protein Fraksiyonları	Molekül Ağırlıkları	Elde Edilen Veriler	Kaynaklar
$\alpha$ -kazein	35 kDa	24-25 kDa	Mohammed (1993)
$\beta$ - kazeini	24,9 kDa	23 kDa	Kappeler vd.(1998)
	28.6 kDa		Mohammed (1993)
$\kappa$ - kazein	22.2 - 22.9 kDa	22 kDa	Kappeler vd. (1998)
	22.4 kDa		Salmen vd. (2012)
$\alpha$ - laktoalbumin	14.4 kDa	14 kDa	Beg vd. (1985)
Laktoferrin	75.3 kDa	75 kDa	Kappeler vd. (1999)
Serum albumini	69.6 kDa	70 kDa	El-Agamy vd. (1996)



Şekil 4.10. SDS-PAGE Analizi Sonucunda Gözlenen Bantlar ve Kullanılan Protein İşaretleyici

- Kontrol** : Miseller Kazein tozu içeren (inkübasyon 0.saat) deve sütü (MTGaz İlavesiz)
- WP** : Serum Protein Konsantratu ilaveli deve sütü (MTGaz ilavesiz)
- SK** :Sodyum Kazeinat ilaveli deve sütü (MTGaz ilavesiz)
- K2** : Miseller Kazein tozu ilaveli deve sütü (MTGaz ilavesiz)
- WP (3U)** : Serum Protein Konsantratu ve 3U MTGaz enzim ilaveli
- WP (6U)** : Serum Protein Konsantratu ve 6U MTGaz enzim ilaveli
- SK (3U)** :Sodyum Kazeinat ve 3U MTGaz enzim ilaveli
- SK (6U)** : Sodyum Kazeinat ve 6U MTGaz enzim ilaveli
- K (6U)** :Miseller Kazein tozu ve 6U MTGaz enzim ilaveli
- Marker** :Protein İşaretliyiçi

\*Jelde yürütülen örneklerin tamamı fermentasyon bitimine bağlı olarak alınan örneklerdir ( Kontrol hariç).

Şekil 4.10'da görüldüğü gibi WP(3U) 6. kolonda serum proteini konsantratu 3U MTGaz enzimiyle çapraz bağlanma reaksiyonuna katılmış olup burada çapraz

bağlanmaya katılmayan monomer bantların yoğunluklarının, WP(6U) 8. kolonda serum proteini konsantratının 6U MTGaz enzimiyle çapraz bağlanma sonucunda kalan monomer bant yoğunluğundan daha fazla olduğu görülmektedir. Benzer değerlendirme 10. Kolonda bulunan SK(3U) ve 9. Kolonda bulunan SK(6U) da da görülmekte olup bu durum enzim konsantrasyonunun 3U'den 6U'e yükselmesinin çapraz bağların oranının arttığını ve monomer bantların yoğunluğunun azaldığını göstermektedir.

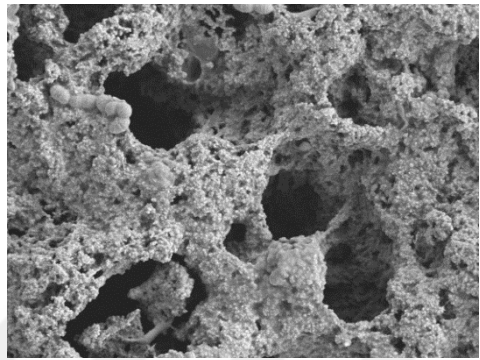
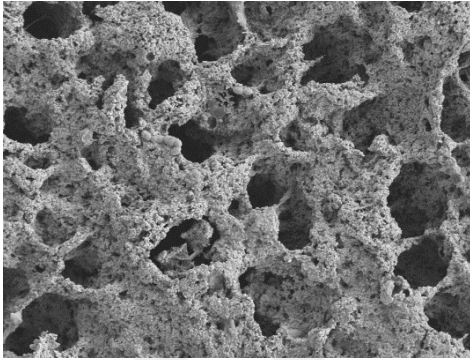
Şekil 4.10'da 1. kolonda Miseller Kazein proteinleri SDS-PAGE de kontrol olarak yürütülmüş olmakla beraber 7. kolonda 6U MTGaz enzimi kullanılmasıyla protein bantlarındaki monomer bantların yoğunluğu da azalmıştır. Bu 3 değerlendirmede de görüldüğü gibi deve sütüne ilave edilen proteinlerin hepsi de çapraz bağlanmaya katılmış olup enzim konsantrasyonunun artışı ile çapraz bağlanma oranı artmış ve monomer bantların ise konsantrasyonları azalmıştır. Bizim çalışmamıza benzer şekilde Bönish (2007) yapmış olduğu çalışmada Sodyum Kazeinat ilavesiyle protein oranı artırılmış inek sütüne 3U oranında MTGaz enzimi ilave etmiş ve 360 dakikalık fermantasyon boyunca almış oldukları örnekleri SDS-PAGE için hazırlayarak proteinleri yürütmüşler ve hem inter hem intra moleküler polimerizasyon oluşumunu monomer protein bantlarının yoğunluğunun azalması üzerinden tespit etmişlerdir.

#### **4.4. Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) Görüntüleri**

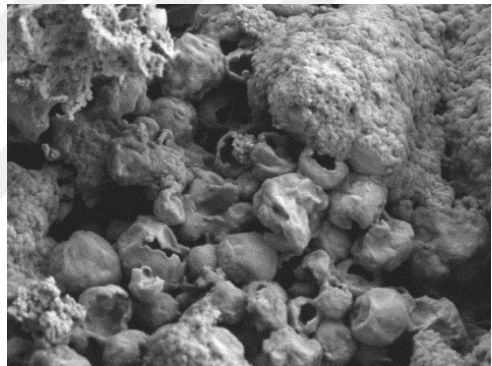
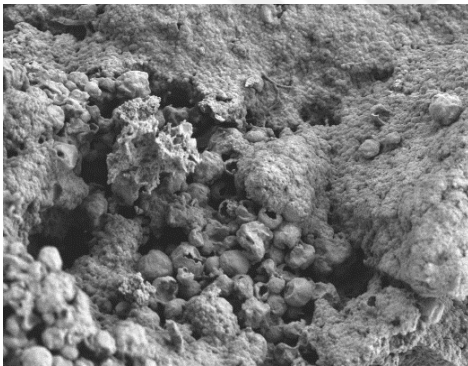
Üretilen optimum 5 örnek liyofilizasyon işleminden sonra mikroyapının incelenmesi amacıyla SEM ile mikroskobik görüntüleme analizine tabi tutulmuştur (Damin vd., 2009). Görüntüler, fotoğrafta solda 5000x ve sağda 10000x oranlarıyla elde edilmiştir. Bunlar sırasıyla; a) Miseller Kazein 6U enzim içeren yoğurdu, b) Sodyum Kazeinat 3U enzim içeren yoğurdu, c) Sodyum Kazeinat 6U enzim içeren yoğurdu, d) Serum Protein Konsantratı 3U enzim içeren yoğurdu, e) Serum Protein Konsantratı 6U enzim içeren yoğurdu olacak şekilde Şekil 4.4 verilmiştir.

Bazı çalışmalarda, süte MTGaz ilavesiyle süt proteinleri arasına kalıcı [ $\epsilon$ -( $\gamma$ -Gln)Lisin] bağlarını yerleştirerek yoğurt ağlarını stabilize ettiğini ve yoğurt jelinin

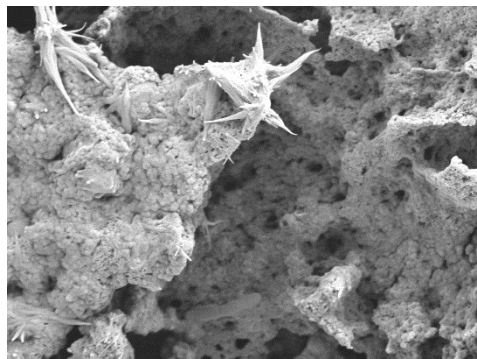
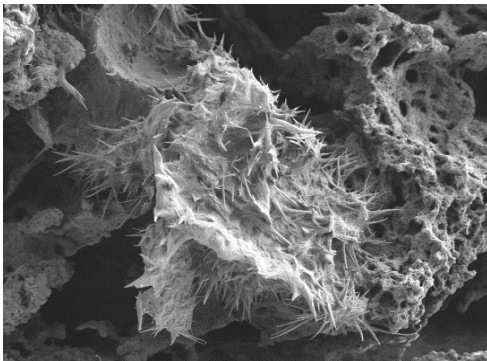
mikro yapısını geliştirdiğini göstermiştir (Farnsworth vd., 2006; Kuraishi vd., 2001). Bu çalışmada farklı oranlarda ilave edilen MTGaz enzimi ve proteinlerin yoğurdun yapısını sıkılaştırdığı ve por büyüklüğü üzerinde azalmaya neden olduğu aşağıda Şekil 4.11 görülmektedir. a) örneğinde por büyüklüğünün fazla olması kazein proteinlerinin MTGaz enzimi ile interaksyonunun diğer örneklerle göre az olduğunu göstermektedir. b) ve c) örneklerinde aynı protein kullanılmasına rağmen enzim miktarı farklılığından dolayı birinde daha oval ve sıkı yapılar görülürken diğerinde kristalimsi bir yapı gözlenmektedir. d) ve e) örneklerinde ise enzim miktarının fazla olduğu e) örneğinde protein matriks yoğunluğunun arttığı görülmektedir. Ayrıca tüm örnekler kıyaslandığında en iyi yapısal dağılıma ve sıkı bağlara sahip olan örneğin e) örneği olduğu söylenebilmektedir. Soliman vd.(2017) yaptıkları çalışmada, deve sütüne MTGaz ilavesinin yanında yağsız süt tozu, Serum Protein Konsantratu ve  $\beta$ -laktoglobulin ilave etmişlerdir. SEM’de aldıkları görüntülere göre, yağsız süt tozu ilave edilen örnekte, partiküller arasındaki etkileşimi artırdığı ve matriks yoğunluğunu artırdığı, Serum Protein Konsantratu ve  $\beta$ -laktoglobulin ilavelerinde ise homojen bir yapı gözlemlenmiştir. En düzenli ve sıkı ağ yapısına sahip örneğin Serum Protein Konsantratu ilavesiyle olduğu görülmüştür. Remeuf vd. (2003) tarafından yapılan bir çalışmaya göre, yağsız inek sütünden üretilen yoğurda Sodyum Kazeinat, Kalsiyum Kazeinat, Serum Protein konsantratu ve Yağsız Süt Tozu ilavesiyle mikroyapısı incelenmiştir. Kazein filamentleri kısa ve kendi içinde düzensiz bir yapıya sahip, Serum protein ilavesi olan örneklerde por oranının daha az olduğu, Sodyum Kazeinata ise görünür misel zincirleriyle büyük kümeler halinde oldukça kaba ve gevşek bir yapıya yol açtığı öne sürülmüştür.



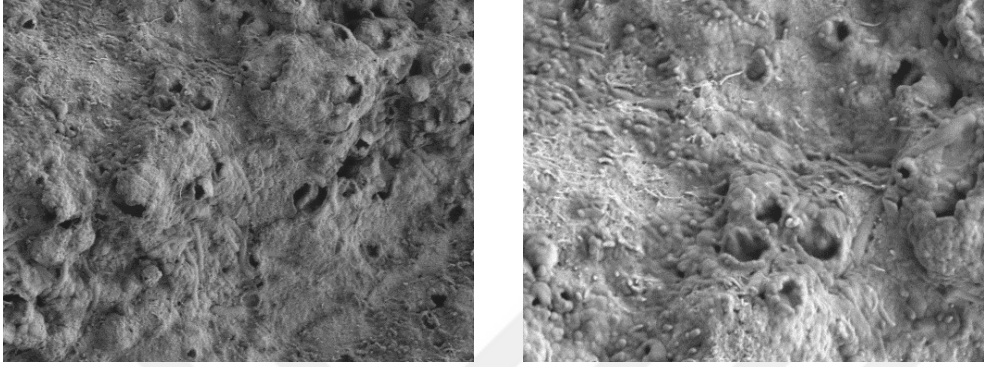
a)



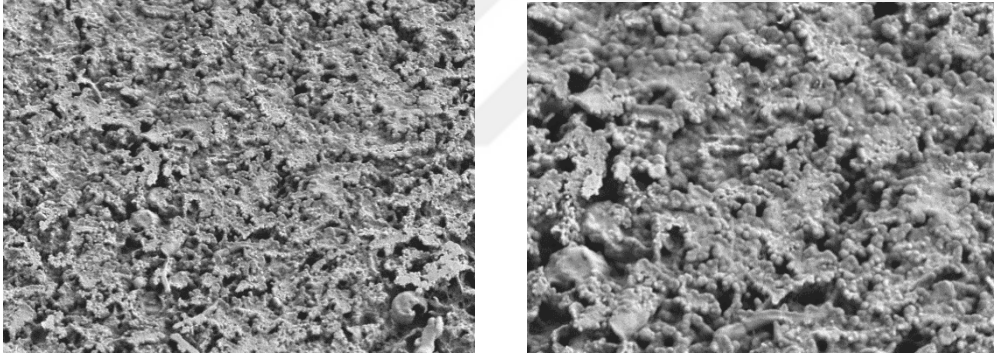
b)



c)



d)



e)

Şekil 4.11. Optimum Gruplarda SEM Görüntüleri a) Miseller Kazein 6U enzim içeren yoğurdu, b) Sodyum Kazeinat 3U enzim içeren yoğurdu, c) Sodyum Kazeinat 6U enzim içeren yoğurdu, d) Serum Protein Konsantratu 3U enzim içeren yoğurdu, e) Serum Protein Konsantratu 6U enzim içeren yoğurdu ifade etmektedir.

#### 4.5. Optimum Yoğurt Örneklerinde Uçucu Bileşiklerin Tespiti

Yoğurtların karakteristik tat ve aromasının belirlenmesinde karbonil bileşenleri ve bu bileşenler arasındaki ilişki önemlidir. Yoğurda aromasını veren temel bileşen asetaldehitin başlıca kaynakları laktoz, treonin, metionin gibi nükleik asitler ve aminoasitlerdir (Spreer, 1998; Tamime ve Robinson, 2001).



Bu çalışmada, Çizelge 4.4'da örnekler incelendiğinde, \*K örneğinde asetaldehit miktarı %6,46 ; \*WP 3U örneğinde %7,47; \*WP 6U örneğinde %5,91; \*SK3U örneğinde %5,21; ve son olarak \*SK 6U örneğinde %4,85 konsantrasyonlarında gözlenmiştir. En yüksek asetaldehit aromasına sahip örneğin Serum Protein Konsantratu içeren ve 3U MTGaz ilavesine sahip örnekte olduğu görülmüş, diğer örnekler arasında da değerlerin yaklaşık olduğu gözlenmiştir.

Yoğurtta aromayı sağlayan diğer bileşik olan diasetilin ise (2,3 Bütandion) \*K' de %10,28 \*WP(3U) 'de %4,56 \*WP(6U)'de %5,05 \*SK(3U)'de %3,51 \*SK(6U)'de %2,83 oranlarında tespit edilmiştir. WP örneklerinde diasetilin miktarı yaklaşık değerlerde, SK örneklerinde de yine birbirine yakın değerlerde olduğu gözlenmiştir. En çok diasetil miktarının ise \*K örneğinde olduğu gözlenmiştir.

Sodyum kazeinat ilaveli örneklerde en yüksek aromayı sağlayan heksanalın sırasıyla %29,5 ve %20,17 konsantrasyonlarında olduğu, Kazein ilaveli örnekte en yoğun aromayı sağlayan asetilpropiyonilin %13,94; Serum Protein ilavesinde ise 3U enzim ilavesinde aromayı %17 oranında propiolik asit sağlarken, 6U enzim ilavesinde %11,27 oranında metan aromayı oluşturan bileşikler olmuştur.

Çizelge 4.4. Yoğurt Örneklerinde Uçucu Karbonil Bileşikler

Uçucu Bileşikler	Örnekler (%)				
	*K	*WP 3U	*WP 6U	*SK 3U	*SK 6U
Asetaldehit	6,46	7,47	5,21	5,91	4,85
Diasetil- (2,3-Bütandion)	10,28	4,56	5,05	3,51	2,83
Etanol	0	2,23	8,02	0	0
2-Propanon (CAS) Aseton	3,31	0	0	2,97	2,17
2-Bütanon	0	0	0	2,03	1,73
Asetilpropiyonil	13,94	4,52	0	3,62	7,38
Heksanal (CAS)	1,97	3,92	1,1	29,5	20,17
Propan	0	9,25	0	0	0
Metan, tetranitro	6,63	0	11,27	0	6,66
Dodekan	1,15	1,56	0	1,71	8,72
2-Heptanon	3,38	1,13	3,78	0	1,13

Uçucu Bileşikler (Devamı)	Örnekler (%)				
	*K	*WP 3U	*WP 6U	*SK 3U	*SK 6U
Bütil Hidroperoksit	2,03	0	0	0	0
Oktan, 2,3,6,7-Tetrametil-	1,71	0	0	0	0
Heptan, 2,4-dimetil-	1,54	0	0	0	0
Tetradekan	1,52	0	0	0	0
Silenediol, dimetil-	1,42	0	0	0	0
3,4-Sekokondifolan	1,21	0	0	0	0
Sikloheksasiloksan, dodekametil-	1,11	0	0	0	0
Nonan	1,06	0	0	0	0
3-Difenilmetilen izobenilastat	1,04	0	0	0	0
Propan, 1-(1-metiletoksi)	0	5,1	0	0	0
Siklotrisiloksan, heksametil	0	4	0	0	0
2-Pentanon, 3-metil	0	3,71	0	0	0
Siklotetrasiloksan, oktametil	0	2,51	0	0	0
Hendekan	0	1,68	0	0	0
Propanal	0	1,28	0	0	0
2 Etil Heksanol	0	1,19	0	0	0
Siklopentasiloksan, dekametil	0	1,12	0	0	0
4-Etoksikarbonil	0	0	1,69	0	0
Karboksilik asit etil ester	0	0	0	0	0
Silaniol, dimetil-	0	0	1,58	0	0
Metan, Oksibis	0	0	1,47	0	0
4,6-Dikloro-[1,3,5]triazin	0	0	1,42	0	0
Asetik asit	0	0	1,35	0	0
1,3-dioksolan-4-metanol, 2,2- dimetil	0	0	1,29	0	0
tert-Butil Hidroperoksit	0	0	1,27	0	0
Bütanal	0	0	1,18	0	0
5-Metil-3-(4-metilpiperazinil)	0	0	1,11	0	0
Siklotrisiloksan, heksametil	0	0	1,08	0	0
Propanal	0	0	1,05	0	0
Karbondioksit	0	0	0	10,57	0
Pentanal	0	0	0	3,76	0
Heptanal	0	0	0	2,29	0
Metan	0	0	0	1,23	0

Heptan	0	0	0	1,18	0
Propanal	0	0	0	1,17	0
Oktan	0	0	0	1,09	0
Dekan, 3,7-Dimetil-	0	0	0	0	2,04
Heptane, 2,4-dimetil-	0	0	0	0	1,88
Tetradekan	0	0	0	0	1,88
Heptanal	0	0	0	0	1,64
Oktan, 4-metil-	0	0	0	0	1,51
Dekan, 4-metil-	0	0	0	0	1,32
Undekan	0	0	0	0	1,04
Oktanal	0	0	0	0	1,04
3,6-Dimetildekan	0	0	0	0	1,03

\*K : Miseller kazein tozu ve 6U MTGaz ilaveli

\*WP 3U : Serum Protein konsantratu ve 3U MTGaz ilaveli

\*WP 6U : Serum Protein konsantratu ve 6U MTGaz ilaveli

\*SK 3U : Sodyum Kazeinat ve 3U MTGaz ilaveli

\*SK 6U : Sodyum Kazeinat ve 6U MTGaz ilaveli

Hamdan vd. (1971) yoğurttan istenilen bir aroma üretmek için yüksek asetaldehit konsantrasyonunun gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan araştırmalar sonucunda yoğurttan iyi bir aroma için beklenen seviyeler 23-40 mg / kg ve en az 8-10 mg / kg asetaldehit olarak belirtilmiştir (Ott vd., 2000). Yapılan başka bir çalışmada ise asetaldehit konsantrasyonunun 10-25 ppm arasında olduğu, 4 ppm'in altındaki konsantrasyonlarda ise klasik tat ve aromanın oluşmadığı belirtilmektedir (Özer, 2006). Biberoglu ve Ceylan (2013), yoğurt örneklerinde asetaldehit miktarının 4,95-62,15 ppm arasında değiştiğini, Gültaş ve Atamer (1995), pastörizasyon sıcaklığının yoğurt kalite değerlerine etkisini incelemişlerdir ve pastörizasyon öncesi asetaldehit miktarı 14,24 ppm, sonrasında 16,54 ppm olarak verilmiştir. Güler vd.(2009),

yoğurtta depolamada 1.gün sonrasında asetaldehit miktarını 82 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Yoğurtta bulunması istenen diğer bir aroma bileşiği ise diasetildir. Diasetil, (2,3-bütandion), tereyağ aroması ve tadı olarak tanımlanabilir. Sitrik asidin sütte pürüvata dönüşümü ile spesifik sitrat kullanan laktik asit bakterileri tarafından üretilebilir (Vedamuthu, 2006). Diasetilin tipik yoğurt aroması için miktarı 0,2 mg / kg - 3 mg / kg arasında değiştiği bulunmuştur (Rasic ve Kurmann, 1978; Georgala vd., 1995; Ulberth, 1991). *S. thermophilus* suşları yoğurtta diasetil oluşumundan sorumludur, ancak bazı çalışmalarda *L. bulgaricus*, diasetil üretir (Özer, 2006).

Gürkan ve Hayaloğlu (2017), fesleğen ilave edilerek ürettikleri yoğurtta uçucu bileşik tayini yapmışlardır. 12 keton ve aldehit, 9 ester, 7 asit, 8 alkol başta olmak üzere kırk dokuz bileşik tanımlamışlardır. Yoğurt örneklerinde en sık rastlanan bileşikler asetoin, etil asetat, heksanoik asit, asetik asit, 1-heksenol, 3-heksen-1-ol, 2-etilheksenol, dL-limonen ve linalool olmuştur.

Belkheir vd. (2016), deve sütünden, inek sütünde büyüyüp gelişebilme özelliği olan 9 tip laktik asit bakterisi seçmiş ve ürettikleri fermente ürünlerde uçucu bileşik tayini yapmışlardır. Sonuç olarak 10 adet uçucu bileşik bulmuşlardır. Bunlar ise; alkol olarak 2-heptanol; ketonlardan asetoin, 2-heptanon ve 2-nonan; yağ asitlerinden asetik asit, butanoik asit, heksanoik asit ve oktanoik asit; ve kükürt bileşikleri olarak ise dimetil disülfür ve dimetil trisülfürdür.

Yapılan diğer bazı çalışmalara göre ise yoğurtta aroma konsantrasyonları şu şekildedir; asetaldehit (2- 41 mg/kg), diasetil (0,2-2,3 mg/kg), asetoin (2,2-28,2 mg/kg), etanol ( 0,2-9,9 mg/kg), aseton ( 1,8-3,4 mg/kg) ve 2-bütanon (0,1-0,6 mg/kg) olarak belirlenmiştir ( Rasic vd., 1978; Kneifel vd., 1992; Xanthopoulos vd., 1994).

#### 4.6. Depolama Analizleri Sonuçları

Denemeler sonucunda optimum noktalar olarak bulunan beş adet yoğurt örneği üretimden sonra 1., 7., 14. ve 28. günler olmak üzere +4°C 'de depolanmış ve örneklerin su tutma kapasitesi, sineresiz ve tekstürel özelliklerinin değişimi incelenmiştir. Çizelge 4.5 depolama süresince değerler incelediğinde; Su tutma kapasitesi % 86,21 - % 97,12 aralığında değişim gösterdiği ancak bunun istatistiksel ( $p>0,05$ ) olarak anlamlı bir farklılık göstermediği saptanmıştır. Sineresizde ise 3,19 ml/25 g – 6,70 ml/25 g aralığında değiştiği ve sadece 5.örneğin 28.gün depolamasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturduğu saptanmıştır. Sertlik, sıklık ve yapışkanlık değerlerinde genel olarak istatistiksel olarak fark gözlenmiş olup ( $p<0,05$ ), bu fark ise en fazla sıklıkta olduğu görülmüştür. Protein oranlarına bağlı olarak daha sıkı, sert bir yoğurt yapısı elde edilmiştir.

Karahan, (2016) yaptığı bir çalışmada, Batman ilinden toplanan 20 adet yoğurtta tekstürel analizler yapmıştır. Bunun sonucunda tekstür profil analizi incelendiğinde sıklık 38.43 g, kıvam 294.04 g.sec, iç yapışkanlık -29.49 g olarak elde etmiştir. Akalın vd., (2011) yaptıkları bir çalışmada, sodyum kazainat ve serum protein konsantratu ilave edilen yoğurtlarda depolama süresince tekstürel ve sensorik özelliklerini incelemişlerdir. Sıklığın depolama süresince 180 g ve 450 g arasında, iç yapışkanlığın -120 g ve -400 g arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Su tutma kapasitesinin %40 - %70 aralığında, sineresizin ise %12-%30 aralığında değiştiği de saptanmıştır. Damin vd., (2009) ise protein ilavesinin yoğurtta sıklığı artırdığını savunmuşlardır. Çalışmamızda ilave edilen Serum Protein Konsantratu, Miseller Kazein tozu ve Sodyum Kazeinat, su tutma kapasitesini artırmış, sineresizi azaltmış ve tekstürel özelliklerden sıklığı artırmıştır. Guzman vd. (1999) serum protein konsantratu ilavesinin su tutma kapasitesini artırdığına çalışmalarında yer vermiştir.

Çizelge 4.5. Optimum Örneklerde Depolama Süresince Değişimler

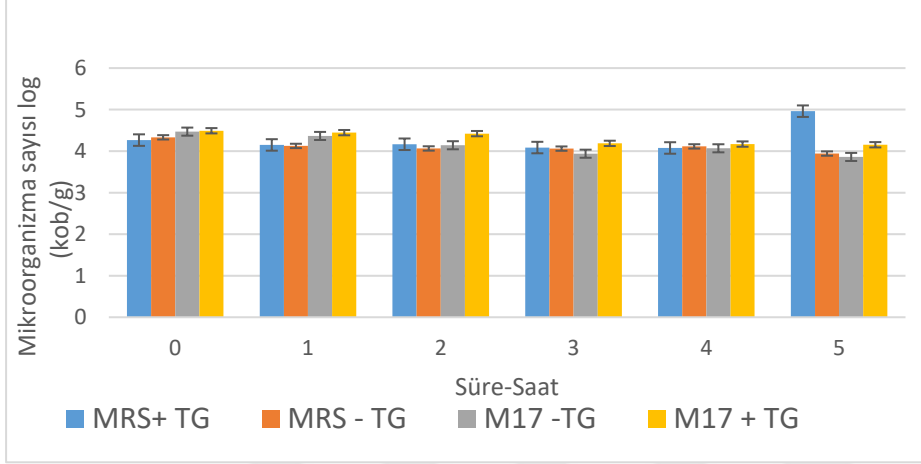
Örnekler	Depolama Süresi (Gün)	Su tutma kapasitesi %	Sinerersiz ml/25 g	Sertlik g	Sıklık g.sec	Yapışkanlık g
1	1	91,17±7,9 <sup>a</sup>	3,19±0,49 <sup>b</sup>	646±19,8 <sup>d</sup>	896,5±58,68 <sup>e</sup>	-286±50,91 <sup>g</sup>
	7	92,06±2,64 <sup>a</sup>	3,29±0,13 <sup>b</sup>	611,5±40,3 <sup>d</sup>	1818±39,59 <sup>e</sup>	-331±15,55 <sup>h</sup>
	14	92,46±4,91 <sup>a</sup>	3,85±0,21 <sup>b</sup>	429,5±48,6 <sup>d</sup>	2821±89,09 <sup>f</sup>	-476±9,19 <sup>h</sup>
	28	95,09±0,7 <sup>a</sup>	4,5±0,75 <sup>b</sup>	410±14,4 <sup>c</sup>	1965±81,31 <sup>e</sup>	-391±15,15 <sup>m</sup>
2	1	90,84±4,71 <sup>a</sup>	4,66±0,79 <sup>b</sup>	683±12,02 <sup>d</sup>	1474±91,11 <sup>g</sup>	-312±17,67 <sup>k</sup>
	7	89,99±4,34 <sup>a</sup>	5,84±0,43 <sup>b</sup>	637±20,05 <sup>e</sup>	1495±94,75 <sup>g</sup>	-268±21,82 <sup>m</sup>
	14	94,03±2,33 <sup>a</sup>	4,31±0,82 <sup>b</sup>	435±11,31 <sup>f</sup>	2702±86,97 <sup>h</sup>	-461±16,26 <sup>n</sup>
	28	96,81±1,33 <sup>a</sup>	3,84±0,91 <sup>b</sup>	375,5±26,16 <sup>d</sup>	1180±98,89 <sup>g</sup>	-281±9,89 <sup>k</sup>
3	1	92,01±1,93 <sup>a</sup>	3,36±0,26 <sup>b</sup>	297,5±16,26 <sup>c</sup>	2581±90,5 <sup>e</sup>	-329±10,60 <sup>g</sup>
	7	89,49±1,18 <sup>a</sup>	6,70±0,94 <sup>b</sup>	328±24,04 <sup>c</sup>	2805±53,03 <sup>e</sup>	-289±11,41 <sup>h</sup>
	14	91,27±2,94 <sup>a</sup>	5,72±1,29 <sup>b</sup>	832±10,6 <sup>d</sup>	1592±94,65 <sup>f</sup>	-355±35,35 <sup>k</sup>
	28	88,83±1,78 <sup>a</sup>	5,07±0,52 <sup>b</sup>	489±41,71 <sup>c</sup>	1614±89,80 <sup>f</sup>	-359±55,15 <sup>k</sup>
4	1	95,74±2,98 <sup>a</sup>	4,80±0,56 <sup>b</sup>	605±35,35 <sup>c</sup>	2605±30,4 <sup>e</sup>	-416±19,79 <sup>f</sup>
	7	97,12±2,36 <sup>a</sup>	5,86±0,12 <sup>b</sup>	767±18,38 <sup>d</sup>	1824±65,05 <sup>e</sup>	-311±12,02 <sup>g</sup>
	14	94,02±0,03 <sup>a</sup>	5,13±0,57 <sup>b</sup>	881±15,55 <sup>d</sup>	2665±54,4 <sup>e</sup>	-253±24,74 <sup>g</sup>
	28	92,34±2,80 <sup>a</sup>	4,99±0,08 <sup>b</sup>	705±33,94 <sup>d</sup>	2481±93,88 <sup>e</sup>	-355±12,41 <sup>g</sup>
5	1	84,68±2,36 <sup>a</sup>	4,96±0,26 <sup>b</sup>	497±66,46 <sup>d</sup>	943±33,23 <sup>f</sup>	-309±26,87 <sup>h</sup>
	7	88,72±3,25 <sup>a</sup>	5,84±0,43 <sup>b</sup>	518±67,88 <sup>d</sup>	865±21,21 <sup>f</sup>	-345±7,77 <sup>h</sup>
	14	90,27±0,03 <sup>a</sup>	5,31±0,51 <sup>b</sup>	710±14,84 <sup>e</sup>	1510±42,42 <sup>g</sup>	-262±18,38 <sup>h</sup>
	28	86,21±1 <sup>a</sup>	2,56±0,08 <sup>c</sup>	840±21,92 <sup>e</sup>	1740±49,49 <sup>g</sup>	-268±33,23 <sup>h</sup>

\*Sütunların üstündeki farklı harfler (a,b,c,d,e,f,g,h,k,m,n) depolama süresince(gün) değişimin istatistiksel farkını göstermektedir.

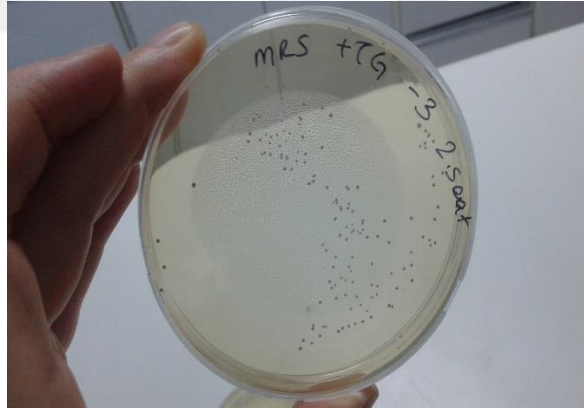
- 1 : Serum Protein konsantratu ile 6U enzim kullanımı
- 2 : Serum Protein konsantratu ile 3U enzim kullanımı
- 3 : Miseller Kazein ile 6U enzim kullanımı
- 4 : Sodyum Kazeinat ile 6U enzim kullanımı
- 5 : Sodyum Kazeinat ile 3U enzim kullanımı

#### 4.7. Mikrobiyolojik Analizler

Yapılan mikrobiyolojik analizlerin amacı ilave edilen MTGaz enziminin yoğurt bakterilerinin çoğalmasında herhangi bir etkisinin olup olmadığını araştırmaktır. Bu nedenle 2 adet denemede MTGaz enzimi ilavesi/ilavesiz olarak gerçekleştirilmiş ve fermentasyon süresince *L. bulgaricus* ve *Str. thermophilus* bakterilerinin sayımı yapılmıştır. *Lactobacillus spp.* sayımı MRS Agar ile, *Streptococcus spp.* sayımı ise M17 agar ile yapılmıştır (Karagül-Yüceer vd., 2001) Şekil 4.12’de görüldüğü gibi MTGaz ilave edilmemiş örneklerle yaklaşık aynı mikroorganizma sayısında olduğu belirlenmiştir. Bu ise MTGaz enziminin starter kültür (YC-350) üzerinde etkisi bulunmadığını göstermektedir. Starter kültür %0,2 oranında kullanılmıştır. Bulgulara göre *L. bulgaricus* ile *Str. thermophilus* bakterilerinin sayısı Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2009/25)’nde öngörülen değerlerden (en az  $10^7$ ) düşük olduğu belirlenmiştir. Abu-Tarboush (1996) yaptığı bir çalışmada yoğurt bakterilerini tek tek ve ikisi birlikte deve sütü ve inek sütünden yoğurt üretiminde kullanmıştır. Deve sütünde bakteri sayımının inek sütünden daha düşük olduğunu gözlemlemiştir. Literatür bilgisinde de yer aldığı gibi deve sütü antimikrobiyel özelliğe sahip olmakla beraber, yoğurt pıhtısının gözlenmediği bir süt çeşididir. Sonuç olarak bu analizde de yoğurt bakterilerinin sayısının düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca uygulanan istatistiksel analiz sonucunda önem arz eden bir farklılık gözlenmemiştir. ( $p>0,05$ ) Elde edilen mikroorganizma sayımları logaritmik olarak verilmiş olup standart sapmalar aşağıdaki Çizelge 4.12 üzerinde yer almaktadır. Çizelge 4.13’te ise mikroorganizma sayımlarından bir görünüm yer almaktadır.



Şekil 4.12. Mikrobiyolojik Analiz Dağılım Grafiği



Şekil 4.13. Mikroorganizma Sayımlarından Bir Görünüm



#### 4.8. Duyusal Analiz Sonuçları

Fermente edilmiş süt ürünlerinde tüketici tarafından kabul edilebilirliğinin belirlenmesinde, tekstürel ve duyusal özellikler büyük önem taşımaktadır (Muir ve Hunter 1992).

Optimum grup olarak alınan 5 yoğurt örneği duyusal olarak görünüş, kıvam, koku ve tat kriterleri bakımından değerlendirilmiş ancak bu noktalar arasında istatistiksel olarak ( $p>0,05$ ) önemli bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Yoğurtların Ortalama Görünüş, Kıvam, Koku Ve Tat Puanlarının (0-5, Tam Puan: 5) Enzim Ve Protein Konsantrasyonlarına Göre Değişimi

Örnekler	n	Görünüş	Kıvam	Koku	Tat
SK 6U	11	3,72±1,0	4,27±0,78	4,36±0,50	3,54±0,93
WP 3U	11	2,45±0,52	2,45±0,52	3,90±0,70	3,09±1,04
SK 3U	11	3,27±0,90	2,81±0,75	3,81±0,98	3,63±0,92
WP 6U	11	2,81±0,75	2,36±0,50	3,81±0,98	3,36±0,67
K 6U	11	4,36±0,80	4,18±0,60	4,18±0,87	3,81±0,98

(Ort± Standart sapma)

SK 6U : Sodyum Kazeinat ilaveli ve 6U MTGaz enzimli

WP 3U : Serum Proteini ilaveli ve 3U MTGaz enzimli

SK 3U : Sodyum Kazeinat ilaveli ve 3U MTGaz enzimli

WP 6U : Serum Proteini ilaveli ve 6U MTGaz enzimli

K 6U : Miseller Kazein ilaveli ve 6U MTGaz enzimli

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi yoğurt örnekleri görünüş açısından birbirleriyle karşılaştırıldığında en iyi görünüme sahip yoğurtların SK 6U ve K 6U olduğu, en düşük puanı alan örneğin ise WP 3U olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, WP 3U numaralı örnek tüm kriterlerden en düşük puanı alarak en az beğenilen örnek olmuştur. Kıvam ve

koku olarak değerlendirildiğinde yine SK 6U ve K 6U numaralı, tat kriterinde ise SK 3U ve K 6U örneklerinin olduğu görölmüştür. Buna rağmen diğer gruplarla karşılaştırıldığında bu değerlerin birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Panelistler tarafından en beğenilen grubun Kazein ilaveli K 6U örneği olurken, bunu yapı ve kıvam olarak Sodyum Kazeinat içeren SK 3U ve SK 6U numaralı örnekler izlemiştir.

El-Agamy (1989) yaptığı bir çalışmada deve sütünün bakteriyostatik etki gösterdiğini, antimiktobiyel olduğunu ve bakteriyosidal etkinliğinin olduğunu vurgulamıştır. Literatür bilgisinde de buna yer verilmiştir.

## 5. SONUÇLAR

Deve sütünün gerek fonksiyonel özelliklerini gerekse terapötik özelliklerini ülkemizde en çok tüketilen yoğurt gibi bir fermente süt üretiminde kullanmak bu çalışmanın çıkış noktası olmuştur. Bu sütün inek sütüne göre daha farklı bir kimyasal bileşime sahip olması ve yoğurda işlenebilirliğinin zor olmasından dolayı yoğurt üretimini mümkün kılmak için MTGaz (Activa MP) enzimi kullanılmıştır. Yeni bir süt türü olarak deve sütünün antikanserojen, antidiyabetik, tüberküloz, otizm gibi hastalıkların tedavisinde kullanılan terapötik etkilerinin yanısıra içerdiği immünooglobulin, lizozim, laktoferrin, laktoperoksidaz gibi maddelerden dolayı antimikrobiyal ve antioksidan gibi teknolojik öneme sahiptir.

Bu çalışmada, deve sütünden yoğurt üretimi üzerine 3 farklı protein ve 3 farklı enzim konsantrasyonlarıyla denemeler yapılmıştır. Denemeler içinden en hızlı pH düşüşünün ve fermantasyon sonunda en yüksek viskoziteyi gösteren örneklerden optimum olanları seçilerek ikinci aşamada bu örneklerde SDS-PAGE, mikrobiyolojik, depolama analizleri (sineresiz, su tutma kapasitesi, tekstürel özellikler), duyu analizler, uçucu bileşiklerin analizleri ve SEM görüntüleme analizleri yapılmıştır. Optimum gruplar üzerinde SDS-PAGE analizi ile yaklaşık protein molekül ağırlıkları belirlenmiş, ilave edilen MTGaz konsantrasyonunun artışıyla proteinlerin polimerizasyon oranının arttığı monomer bantların yoğunluğunun azalması üzerinden tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik analizlerde MTGaz enziminin yoğurt bakterileri üzerinde herhangi bir baskılayıcı etkide bulunmadığı saptanırken duyu analizler sonucunda Miseller Kazein tozu ve Sodyum Kazeinat içeren yoğurt örnekleri panelistler tarafından en çok beğenilen örnekler olmuştur. SEM de görüntü alımı ile mikroyapı incelenmiştir. Yoğurda aromasını veren asetaldehit miktarının optimum gruplarda yaklaşık değerlerde olduğu, diğer bir bileşen olan diasetilin ise kullanılan protein çeşidine göre farklılık gösterdiği gözlenmiştir.

Sonuç olarak yapılan bu çalışmada deve sütünden yoğurt üretimi MTGaz enzimi ve çeşitli proteinleri farklı konsantrasyonda ilave ederek gerçekleştirilmiş olup bu çalışma gelecekte yapılacak diğer çalışmalara temel oluşturacak bir özelliktedir.

Substrat kullanımında Sodyum Kazeinatın diđer proteinlere oranla yapıyı iyileřtirdiđi ve daha sıkı bir yođurt yapımına olanak sađladıđı dűřünűlmektedir. Enzim kullanım konsantrasyonunda ise ilave edilecek substrat miktarı gűz űnűnde bulundurulursa en az 3U MTGaz'ın yapıyı iyileřtirmede katkısı olduđu sűylenebilir. Bu çalıřmada sűt yađı sűtűn yađsız kurumaddesinden ayrılarak kullanılmıř olup ileride yapılacak çalıřmalarda deve sűtű yađının da homojenizasyonla yođurt matriksine entegre edilmesiyle tekstűrel űzellikleri iyi, meyve konsantratları ilavesiyle çocuklar için oldukça besleyici, probiyotik bakteri ilavesiyle fonksiyonel bir űrűn elde edilmesi sađlanabilecektir.

## 6. KAYNAKÇA

Abd-Rabo, F.H.R., El-Dieb, S. M., Abd-El-Fattah, A.M. ve Sakr, S.S., 2010. Natural State Changes Of Cows' and Buffaloes' Milk Proteins Induced by Microbial Transglutaminase. **Journal of American Science**, 6 (9):612-620.

Abou-Soliman, Nagwa H. I. , Sally S. Sakr., Sameh Awad., 2017. Physico-chemical, microstructural and rheological properties of camel-milk yogurt as enhanced by microbial transglutaminase. **Food Science Technology**. 54(6):1616–1627.

Abu-Tarboush, H.M., 1996. Comparison of Associative Growth and Proteolytic Activity of Yogurt Starters in Whole Milk from Camels and Cows. **Journal of Dairy Science**. Pp 366-371.

Aimutis, W.R., 2004. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. **Journal Nutrition** 134: 989-995.

Akalın, A.S., Ünal G., Hayaloğlu A.A., 2011. Microstructural, textural, and sensory characteristics of probiotic yogurts fortified with sodium calcium caseinate or whey protein concentrate. **Journal Dairy Science**. 95:3617–3628.

Al haj, OA ve Al Kanhal HA., 2010. Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk. **International Dairy Journal** 20 811–821.

Aloğlu, H.Ş ve Öner Z., 2018. Süt ve Süt Ürünleri Analiz Yöntemleri. **Sidas Yayınları**; 1. baskı

Al-Ruqaie, I., El-Nakhal Hamza M., Wahdan Ahmed N., 1987. Improvement in the quality of the dried fermented milk product, oggtt. **Journal of Dairy Research**. pp. 429-43.

Anonim, 2006. Yoğurt Standardı. **Türk Standartlar Enstitüsü TS 1330**, Ankara.

Beg, O.U., Bahr-Lindström H.V., H. Zaidı Z., Jörnvall H., 1985. The primary structure of  $\alpha$ -lactalbumin from camel milk. **European Journal of Biochemistry**.

Belkheir, K., J.A. Centeno, H. Zaidı-Karam, N.-E. Karam and J. Carballo., 2016. Potential Technological Interest Of Indigenous Lactic Acid Bacteria From Algerian Camel Milk. **Italy Journal Food Science**, vol 28.

Benkerroum, N., 2008. Antimicrobial activity of lysozyme with special relevance to milk. **African Journal of Biotechnology**, 7, 4856e4867.

Biberoğlu, Ö., Ceylan Z.G., 2013. Geleneksel Olarak Üretilen Yoğurtların Bazı Kimyasal Özellikleri. **Atatürk Üniversitesi Veterinerlik Bilim Dergisi**.

Bornaz, S, Sahli A, Attalah A, Attia H., 2009. Physico-chemical characteristics and renneting properties of camels' milk: A comparison with goats', ewes', and cows' milks. **International Journal Dairy Technology**. 62: 505-513.

Bönisch, P. , Lauber S., Kulozik U., 2007. Improvement of enzymatic cross-linking of casein micelles with transglutaminase by glutathione addition. **International Dairy Journal** 17 .3–11.

Bönish, 2007. Verfahrenseinflüsse und stoffliche interaktionen bei der enzymatischen quervernetzung von Milchproteinen. Lehrstuhl für Lebensmittelverfahrenstechnik und Molkereitechnologie der Technischen Universität München. **PhD thesis**, Technische Universitaet München.

Bulca S., Dumanoğlu B., Özdemir ÖC., 2019. A Study on Mixing Camel Milk with Cow, Sheep and Goat Milk in Different Proportions in Yoghurt Production. **Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology**, 7(12): 2095-2102.

Chen, C., Wang P., Zhang N., Zhang W., Ren F., 2019. Improving the textural properties of camel milk acid gel by treatment with trisodium citrate and transglutaminase. **Food Science and Technology** 103. 53–59.

Cristensen, BM, Sorensen ES, Hojrup P, Petersen TE, Ramussen LK. 1996. Localization of Transglutaminase Crosslinking sites in bovine Caseins. **Journal Agriculture Food Chemistry**, 44: 1943-1947.

Damin, M.R., Alcantara M.R., Nunes A.P., Oliveira M.N., 2009. Effects of milk supplementation with skim milk powder, whey protein concentrate and sodium caseinate on acidification kinetics, rheological properties and structure of nonfat stirred yogurt. **Food Science and Technology** 42. 1744–1750.

Davies, DT, Law AJR., 1980. Content and composition of protein in creamy milk in south-west Scotland. **Journal of Dairy Research**. 47:83–90

Dickinson, E. And Yamamoto Y., 1996. Rheology of Milk Protein Gels and Protein-Stabilized Emulsion Gels Cross-Linked with Transglutaminase. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 6, 1371-1377.

El-Agamy E.I., 2008. Camel Milk; Handbook of Milk of Non- Bovine Mammals.

El-agamy, E., 2000. Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors: A comparison with cows' and buffalo milk proteins. **Food Chemistry**, 68(2), 227–232.

El-Agamy, E.I. 1989. Biological activity of protective proteins of camel milk against pathogenic and nonpathogenic bacteria and viruses. **Ph.D. Thesis**, Alexandria University, Egypt.

El-Agamy, EI., 2006. Camel milk. In Handbook of Milk Non-bovine Mammals, pp. 297–344 (Eds Park YW & Haenlein GF). Iowa, USA: **Blackwell Publishing**.

Elniema AM, Tabiti MH. 2015. The effect of mixing different percentages of cow milk on the physiochemical characteristics of camel milk yoghurt and the sensory evaluation of yoghurt. **World Journal of Pharmaceutical Sciences**, 4 (9): 180-190.

El-Zeini, HM., 2006. Microstructure, rheological and geometrical of fat globules of milk from different animal species. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences** 15:147–154.

Farah, Z., 1996. Camel milk properties and products. Published: SKAT, Swiss Centre for Developments Cooperation in Agricultural Research. **Technology and Management**, Vadianstrasse-42, CH—9000 St.Gallen, Switzerland, pp 19–61.

Farah, Z., Ruegg M.W., 1989. The Size Distribution of Casein Micelles in Camel Milk. **Food Microstructure**, Vol. 8, Pp 211-216.

Fiocchi, A, Schünemann HJ, Brozek J, et al.,2010. Diagnosis and rationale for action against cow's milk allergy (Dracma): **a summary report**. 2010;126:1119-1128.

Folk, J.E. and Finlayson, J.S., 1977. The  $\epsilon$ -( $\gamma$ -glutamyl) Lysine Crosslink and the Catalytic Role of Transglutaminase, **Advances Protein Chemistry**, 31, 1- 133.

Fransworth, J.P., L, J., Hendricks, G.M., Guo, M.R., 2006. Effects Of Transglutaminase Treatment On Functional Properties And Probiotic Culture Survivability Of Goat Milk Yogurt. **Small Ruminant Research**, 65: 113-12.

Gauche, C., Tomazi T., Barreto PLM.,Ogliari PJ.,Bordignon-Luiz MT., 2009. Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. **Food Science and Technology** 42. 239–243.

Gemici, R., Zübeyde Öner Z., 2018. Physical Properties of Half-Fat Kashar Cheese Manufactured with and without Transglutaminase. **Makü Febed Issn Online**: 1309-2243.

Georgala, A. I. K., Tsakalidou, E., Kandarakis, I., and Kalantzopoulos, G.,1995. Flavour production in ewe's milk and ewe's milk yoghurt, by single strains and combinations of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, isolated from traditional Greek yoghurt. **Le Lait**, 75(3), 271-283.



Gharibzahedia, S.M.T., Chronakis L.S., 2018. Crosslinking of milk proteins by microbial transglutaminase: Utilization in functional yogurt products. **Food Chemistry** 245- 620–632.

Gorban, MS., Izzeldin OM., 1999. Study on cholesteryl ester fatty acids in camel and cow milk lipid. **International Journal of Food Science and Technology**. 34, 229–234.

Gupta, BM., Mueen KK., Ritu A., Rishi T., 2015. World camel research: a scientometric assessment. **Scientometrics**, 102: 957–975.

Guzman-Gonzalez, M., Morais F., Ramos M., Lourdes Amigo L., 1999. Influence of skimmed milk concentrate replacement by dry dairy products in a low fat set-type yoghurt model system. I: Use of whey protein concentrates, milk protein concentrates and skimmed milk powder. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 79:1117±1122.

Güldaş, M., Atamer M., 1995. Dayanıklı yoğurt üretiminde, yoğurdun pastörizasyon normu ve depolama sıcaklığının kalite üzerine etkisi. **Gıda**, 20, 313---319.

Güler, Z., Taşdelen A., Şenol H., Kerimoğlu N., Temel U., 2009. Statik tepe boşluğu-gaz kromatografik metot kullanılarak set–tip yoğurtlarda uçucu bileşenlerin belirlenmesi. **Gıda 34(3): 137-142**

Gümüş, S., 2010. Transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen krakerlerde maillard reaksiyonu sonucu ortaya çıkan lizin kaybının incelenmesi. **Yüksek Lisans Tezi**. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Gürkan, H ve Hayaloğlu, A. A. 2017. Volatiles and sensory characteristics of yogurt manufactured by incorporating basil (*Ocimum basilicum L.*). **International journal of food properties**, 20(sup1), S779-S789.

Hamdan, I., J. Kunsman vd., 1971. Acetaldehyde production by combined yogurt cultures. **Journal of Dairy Science**, 54(7), 1080-1082.

Hanna, B.C.,white ,M.N.and Murty,P.S. 2001.Viability of youghurt and probiotic bacteria in yogurt made from commercial starter cultures. **International Dairy Journal**.7:31-41.

Hashim, I.B., Khalil, A. H., Habib, H., 2009. Quality and acceptability of a set-type yogurt made from camel milk. **Journal of Dairy Science**. 92:857–862.

Hoeller, H., Hassan, Y.M., 1965. The amino acid composition of camel milk casein. **Sudan Journal of Veterinary Science** 6: 60–63.

Jans, C., Bugnard J, Njage PMK, Lacroix C, Meile L.,2012. Lactic acid bacteria diversity of African raw and fermented camel milk products reveals a highly competitive, potentially health-threatening predominant microflora. **LWT-Food Science Technology**. 47: 371-379.

Jumah, R., Shaker, R., Abu-Jadayil, B., 2001. Effect of milk source on the rheological properties of yogurt during the gelation process. **International Journal of Dairy Technology**, 54(3), 89–93.

Kamal, M., Foukani, M., & Karoui, R., 2017. Rheological and physical properties of camel and cow milk gels enriched with phosphate and calcium during acid-induced gelation. **Journal of Food Science and Technology-Mysore**, 54(2), 439–446. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2480-9>.

Kappeler, S, Farah Z., Puhan Z 1998. Sequence analysis of Camelus dromedarius milk caseins. **Journal of Dairy Research** 65 209–222.

Kappeler, S, Heuberger C, Farah Z, Puhan Z., 2004. Expression of the peptidoglycan recognition protein, PGRP, in the lactating mammary gland. **Journal Dairy Science**. 87:2660–2668.

Kappeler, S., 1998. Compositional and structural analysis of camel milk proteins with emphasis on protective proteins. PhD Thesis, pp. 137. **Swiss Federal Institute of Technology**, Zürich, Switzerland.

Kappeler, S., Farah Z., Puhan Z., 1998. Sequence analysis of *Camelus dromedarius* milk caseins. **Journal of Dairy Research** 65 209–222.

Karagül-Yüceer, Y., Wilson JC, White CH. 2001. Formulations and processing of yogurt affect the microbial quality of carbonated yoghurt. **Journal Dairy Science**, 84: 543-550.

Karahan, L.E., 2016. Batman’da Tüketime Sunulan Yoğurtların Bazı Kimyasal ve Tekstürel Özellikleri. **Journal of Life Sciences**; Volume 6 Number 2/2.

Karray, N., Lopez, C., Ollivon, M., Attia, H., 2005. La matie` re grasse du lait de dromadaire: composition, microstructure et polymorphisme. **Une revue**. OCL 12, 439–446.

Kavas, G., 2015. Kefirs Manufactured From Camel (*Camelus Dromedarius*) Milk And Cow Milk: Comparison Of Some Chemical And Microbial Properties. **Italian Journal of Food Science**.

Kavas, N., 2016. Yoghurt production from camel (*Camelus dromedarius*) milk fortified with samphire molasses and different colloids. **Mljekarstvo** 66 (1): 34-47.

Khan, H., Athar, I.H. ve Aslam, M., 2004. Evaluation of cheese prepared by processing camel milk, **Pakistan Journal of Zoology**, 36: 323-326.

Khaskheli, M., Arain, M., Chaudhry, S., Soomro, A. ve Qureshi, T., 2005. Physico-chemical quality of camel milk, **Journal of Agriculture and Social Sciences**, 2: 164-166.

Khodzhageldyev, T. and Khodzhakuliyev B.G., 2005. The Effectiveness of the People Treatment with Camel Chal. **Desertification Combat and Food Safety**.

Kneifel, W, Ulbert F, Erhard F, Jaros D. 1992. Aroma profiles and sensory properties of yoghurt and yoghurt related products. Screening of commercially available starter cultures. **Milchwiss**, 47: 362-365.

Konuspayeva, G, Faye B, Loiseau G, Levieux D., 2007. Lactoferrin and immunoglobulin contents in camel's milk (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius*, and hybrids) from Kazakhstan. **Journal Dairy Science**. 90:38–46.

Konuspayeva, G, Faye B, Loiseau G., 2009. The Composition Of Camel Milk: A Meta-Analysis Of The Literature Data. **Journal Food Composition Analysis**. 22:95–101.

Konuspayeva, G., Camier B., Aleilawi, N., Al-Shumeımyrı M., Khalid Al-Hammad K., Algruin K., Alshammari F., Beaucher E., Faye B., 2016. Manufacture of dry- and brine-salted soft camel cheeses for the camel dairy industry. **Society of Dairy Technology**.

Kovats, E., 1958. Gas-Chromatographische Charakterisierung Organischer Verbindungen. Teil 1: Retentionsindices Aliphatischer Halogenide, Alkohole, Aldehyde Und Ketone. **Helvetica Chimica Acta**, 41, 1915–1932.

Kuraishi, C., Yamazaki, K., ve Susa, Y., 2001. Transglutaminase: Its Utilization in the Food Industry. **Food Reviews International**, 17, 2: 221-246.

Kurt, Ş, Zorba Ö., 2004. Transglutaminazların bazı gıdaların özellikleri üzerindeki etkileri. **Bilimsel Gıda**, 2: 8-11.

Kurth, L, Rogers PJ. 1984. Transglutaminase Catalyzed Crosslinking of Myosin to Soya Protein, Casein and Gluten. **Journal Food Science.**, 49: 573 – 589.

Kutlu, H., 2018.Yağı Azaltılmış Dondurma Üretiminde Farklı Oranlarda Mikrobiyal Transglutaminaz Kullanımının Dondurmanın Özelliklerine Etkisi. **Harran Üniversitesi-Yüksek Lisans Tez Çalışması.**

Laemmli, UK., 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. **Nature** 277:680–685.

Laleye, LC, Jobe B, Wasesa AAH., 2008. Comparative study of heat stability and functionality of camel and bovine whey proteins. **Journal Dairy Science.** 91:4527–4534.

Liu, M. and Damodaran, S., 1999. Effect of transglutaminase-catalysed polymerization of  $\beta$ -casein on its emulsifying properties. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 47: 1514-1519.

Lore, AT., Mbugua S., Wangoh J.,2005. Enumeration and identification of microflora in suusac, a Kenyan traditional fermented camel milk product. **Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie.** 38.125–130.

Lorenzen, P.C., Neve, H., Mautner, A., Schlimme, E., 2002. Effect of enzymatic cross-linking of milk proteins on functional properties of set-style yoghurt. **International Journal Dairy Technology.** 55, 152–157.

Mal, G, Suchitra Sena D, Sahani MS., 2007. Changes in chemical and macro-minerals content of dromedary milk during lactation. **Journal Camel Practice Research** 14(2):195–197.

Merin, U, Bernstein SD, Bloch-Damti N, Yagil R, Van Creveld C, Lindner P.A., 2001. Comparative study of milk proteins in camel (*Camelus dromedarius*) and bovine colostrum. **Livestock Product Science.** 67:297–301.

Mert, H., 2018. Hatay Peynirinin Kalite Özellikleri Üzerine Mikrobiyal Transglutaminaz Enzimi Kullanımının Etkileri. **Doktora tezi**. Çukurova Üniversitesi.

Metwally, A.M.M.E., 2007. Effect of enzymatic cross-linking of milk proteins on properties of ice cream with different composition. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 939-947.

Mohamed, M., Larsson-Raznikiewicz, M., Mohamud M., 1990. Hard cheese making from camel milk. *Milchwissenschaft*, 45(11), 716–718.

Mohammed, A.H. 1993. Conceptual classification of camels In: The multipurpose camel: **Interdisciplinary study on pastoral production in Somalia**. EPOS MO prints, Upsala, Sweden. pp 155–158.

Motoki, M, Seguro K. 1998. Transglutaminase and Its Use For Food Processing. **Trends in Food Science. and Technology.**, 9: 204-210.

Mudgila, P., Jumaha B., Ahmada M., Hamedb F., Maqsooda S., 2018. Rheological, micro-structural and sensorial properties of camel milk yogurt as influenced by gelatin. *LWT - Food Science and Technology* 98. 646–653.

Muir, D.D., Hunter, A., 1992. 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.

Najeeb, Al-Zoreky S., and Mutlag Al-Otaibi M., 2015. Suitability of Camel Milk for Making Yogurt. *Food Science Biotechnology*. 24(2): 601-606.

Najgebauer-Lejko, D., Zmudziński, D., Ptaszek, A., Socha, R., 2013. 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.

Nonaka, M., Tanaka, H., Okiyama, A., Motoki, M., Ando, H. And Umeda, K., 1989 Polymerization of several proteins by Ca<sup>2+</sup> independent transglutaminase derived from microorganisms. **Agriculture Biology Chemistry**. 53, 2619–2623.

Ott, A., Germond, J. E., Chaintreau, A., 2000. Origin of acetaldehyde during milk fermentation using 13C-labeled precursors. **Journal of agricultural and food chemistry**, 48(5), 1512-1517.

Ott, A., Germond, J. E., Chaintreau, A., 2000. Origin of acetaldehyde during milk fermentation using 13C-labeled precursors. **Journal of agricultural and food chemistry**, 48(5), 1512-1517.

Özer, B., 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. **Sidas Medya Ltd. Şti.**, Şanlıurfa.

Rasic, JL, Kurman JA., 1978. Yoghurt. Volume I, **Technical Dairy Publishing House**, Copenhagen, Denmark, 466p.

Remeuf, F., Mohammed S., Sodini I., Tissierb J.P., 2003. Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yoğurt. **International Dairy Journal** 13, 773–782.

Saffon, M., Richard V, Jime´nez-Flores R, Gauthier SF, Britten M, Pouliot Y., 2013. Behavior of heat-denatured whey: buttermilk protein aggregates during the yogurt-making process and their influence on set-type yogurt properties. **Foods** 2:444–459.

Sahana, N., Yasarb K., Hayaloglu A.A., 2008. Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a b-glucan hydrocolloidal composite during storage. **Food Hydrocolloids** 22. 1291–1297.

Salami, M., Yousefi R; Ehsani MZ, Dalgalarrrado M, Chobert JM, Haertle T, Razavi SH, Saboury AA, Niasari-Nasiaji A, Moosavi-Movahadi A., 2008. Kinetic characterization of hydrolysis of camel and bovine milk proteins by pancreatic enzymes. **International Dairy Journal**. 18: 1097–1102.

Salih, MM., Hamid OIA., 2013. Effect of fortifying camel's milk with skim milk powder on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of set yoghurt. **Advance Journal Food Science Technology**. 5:765–770.

Salmen, SH, Abu-Tarboush HM, Al-Saleh AA, Metwalli AA., 2012. Amino acids content and electrophoretic profile of camel milk casein from different camel breeds in Saudi Arabia. Saudi. **Journal of Biological Sciences** 19 177–183

Schorsch, C., Carrie, H., Clark, A.H., Norton, I.T., 2000. Crosslinking casein micelles by a microbial transglutaminase: conditions for formation of transglutaminase-induced gels. **International Dairy Journal**. 10, 519–528.

Seguro, K, Kumazawa Y, Ohtsuka T, Toiguchi S, Motoki M. 1995. Microbial Transglutaminase and e-(g-Glutamyl)Lysine Crosslink Effects on Elastic Properties of Kamaboko Gel. **Journal Food Science**., 60: 305-311.

Serdaroğlu, M., Turp., G.Y., 2003. Gıda işlemede transglutaminaz kullanımı. **Gıda**, 28(2): 209- 215.

Shamsia, S.M., 2009. Nutritional and therapeutic properties of camel and human milks. **International Journal of Genetics and Molecular Biology** Vol. 1 (2), pp. 052-058.

Shimaa, A.Ibrahim., Ibtisam E.M., El Zubeir., 2016. Processing, composition and sensory characteristic of yoghurt made from camel milk and camel–sheep milk mixtures. **Small Ruminant Research** 136.109–112.

Spreer, E., 1998. Milk and Dairy Product Technology. **Marcel Dekker Inc**. New York. Basel.

Şanlı, T., Sezgin, E., Şenel, E., Benli, M., 2011. Geleneksel Yöntemle Ayran Üretiminde Transglutaminaz Kullanımının Ayranın Özellikleri Üzerine Etkileri. **Gıda**, 36 (4): 217-224.



Tamime, A. Y., Robinson, R. K. 2001. Yoghurt. **Science and Technology**. Second Edition. CRC Press.

TGK, 2009. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2009/25 **T.C. Resmi Gazete 16.02.2019**. Sayı : 27143.

TGK., 2012. Türk Gıda Kodeksi Koyulaştırılmış Süt ve Süttozlarının Kimyasal Analizi İçin Numune Alma Metotları Tebliği Tebliğ No: 2012/3 **T.C. Resmi Gazete 4.01.2012**. Sayı: 28163.

TGK, 2017. Türk Gıda Kodeksi Gıda Enzimleri Yönetmeliği . **T.C. Resmi Gazete 24.02.2017**, Sayı: 29989.

TGK, 2019. Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği. Tebliğ no: 2019/12. **T.C. Resmi Gazete 27.02.2019**, Sayı : 30699.

Ulberth, F., 1991. Headspace gas chromatographic estimation of some yoghurt volatiles. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, 74, 630-634.

Uran, H., Aksu, F., Yılmaz, I., Durak M. Z., 2013. Transglutaminaz enziminin tavuk köftesinin kalite özelliklerine etkisi. **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, 19(2): 331-335.

Ünlütürk, A., Turantaş F., 1996. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. **Ege Meslek Yüksekokulu Yayınları**. Yayın no: 19.

Vasbinder, A. J ve De Kruif, C.G., 2003. Casein–whey protein interactions in heated milk: The influence of pH. **International Dairy Journal**, 13(8), 669–677.

Vasbinder, A. J., Alting, A. C., Visschers, R. W., de Kruif, C.G., 2003a. Texture of acid milk gels: formation of disulfide cross-links during acidification. **International Dairy Journal**, 13(1), 29–38.

Vasbinder, A.J., 2002. Casein- whey protein interactions in heated milk. **Doctoral The Netherlands**: Utrecht University.

Vedamuthu, E. R., 2006. Starter cultures for yogurt and fermented milks. In R. C. Chandan (ed), *Manufacturing yogurt and fermented milks*, (pp. 89-116). **Blackwell Publishing**, Ames, Iowa, USA.

Wang, S.Y., Liang J.P., Shao W.J., Wen H., 2011. Mineral, vitamin and fatty acid contents in the camel milk of dromedaries in the anxi gansu China. **Journal of Camel Practice and Research**.

Wang, SY, Liang JP, Shao WJ, Wen H., 2011. Mineral, vitamin and fatty acid contents in the camel milk of dromedaries in the anxigansu china. **Journal Camel Practice Research**. 18(2):273–276.

Wangoh, J., 1997. Chemical and technological properties of camel (*Camelus dromedarius*) milk. Diss ETH Nr 12295, **Swiss Federal Institute of Technology**, Zurich, Switzerland.

Watanabe, K., Fujimoto J., Sasamoto M., Dugersuren J., Tumursuh T., Demberel S., 2008. Diversity of lactic acid bacteria and yeasts in Airag and Tarag, traditional fermented milk products of Mongolia. **World Journal Microbiology Biotechnology**. 24:1313–1325

Wilson, SA. 1992. Modified Milk Proteins via Enzymatic Crosslinking, Hamilton, Sep. 11, in **Proc. of Meal Industry Research Institutes** of New Zealand, Mirinz, 247-277.

Xanthopoulos V, Picque D and Bassit N., 1994. Methods for the determination of aroma compounds in dairy products: a comparative study. **Journal of Dairy Research** 61 289–297.

Yagil R., 2000. Lactation in the desert camel (*Camelus dromedaries*) In: Gahlot, T.K. (ed.) Selected topics in camelids. **The Camelid Publishers**, Bikaner. PP. 61-73.

Yıldırım, M., Yıldırım, Z. ve Avşar, Y.K., 2000. Süt endüstrisinde transglutaminase enziminden yararlanma olanakları, **VI. Sütçülük Sempozyumu**, 10-11 Mayıs, Tekirdağ, 472-479.

Yılmaz, O., Ertuğrul, M. and Wilson, R. T. 2011. The Domestic Livestock Resources of Turkey: Camel. **Journal of Camel Practice and Research** 18(2): 21-24

Zhu, Y., Rinzema, A., Tramper, J., Bol, J., 1995. Microbial transglutaminase: A review of its production and application in food processing, **Applied Microbiology and Biotechnology**, 44, 277–282.



## 8. ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Fahriye ÜMÜT

Doğum Yeri Ve Tarihi :Ankara, 25.04.1991

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Süleyman Demirel Üniversitesi

Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi

Yabancı Diller : İngilizce

### BİLİMSEL FAALİYETLERİ

#### A) Bildiriler

1. Ümüt F., Bulca S., 2018. Traditional Production Of Hatay Surk Cheese. The 4th International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus”19-21 April 2018 Kyrenia / Northern Cyprus, Poster
2. Ümüt F., Bulca S., 2018. Traditional Production of “İncir uyutması” (Fig pudding). The 4th International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus”19-21 April 2018 Kyrenia / Northern Cyprus, Poster
3. Bulca S., Ümüt F., 2018. Traditional production of Koumiss. The 4th International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus”19-21 April 2018 Kyrenia / Northern Cyprus, Poster
4. Ümüt F., Bulca, S., 2018. The Effect Of Transglutaminase Enzyme In Goat's Milk Yoghurt. The international conference of the university of

agronomic sciences and veterinary of medicine of Bucharest. Agriculture for life, life for Agriculture, June, 7-9, 2018, Romania, Poster

5. Ümüt F., Bulca S., 2019. Deve Sütünden Yoğurt Üretiminde Mikrobiyal Transglutaminaz Uygulamasında Yenilikler. III. Uluslararası Selçuk-Efes Devecilik Kültürü ve Deve Güreşleri Sempozyumu, 17-18-19 Ocak, Selçuk-İzmir, Sözlü sunum
6. Ümüt F., Bulca S., 2019. Deve Sütünden Yoğurt Üretiminde Transglutaminaz Kullanımı. 2.Ulusal Sütçülük Kongresi, 25-26 Nisan, İzmir, Poster.

## İLETİŞİM

E-Posta Adresi : fahriye.umut@gmail.com

Tarih :../../....

## 9. EK-1

### Yoğurt Standardı ( TS 1330) Belirtilen Kriterler

<b>Kriterler</b>	<b>Puan</b>
<b>Görünüş</b>	
-Temiz, parlak, süt renginde*, serum ayrılması olmamış, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan, homojen,	5
-Temiz, süt renginde, serum ayrılması olmamış, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan,	4
-Temiz, mat, grimsi, az sayıda çatlak ve az miktarda serum ayrılmış,	3
-Süt renginden farklı değişik renk meydana gelmesi, çok sayıda çatlak, gaz kabarcığı bulunan, serumu ayrılmış, gözle görülebilen her türlü yabancı madde bulunan	1-2
<b><u>Kıvam</u></b>	
-Kaşıkla alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda, homojen, karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık, serumu hemen ayrılmayan, dille damak arasında kolay dağılmayan	5
-Alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda, homojen, karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık, serumu az ayrılan, dille damak arasında en az dağılan, dolgun yapıda homojen	4
-Alınan kesitte akıcılığı az, hafif pütürlü yapıda, karıştırıldıktan sonra akıcı ve serumu hemen ayrılan, ağıza alındığında dağılan, hafif pütürlü	3
-Alınan kesitte çok akıcı, homojen olmayan ve pütürlü, karıştırıldıktan sonra çok akıcı hemen ve fazla miktarda serumu ayrılan, dipte tortu bulunduran, dille damak arasında tutulamayan, akıcı, homojen olmayan	1-2
<b><u>Koku</u></b>	
-Kendine has hoş kokuda	4-5

-Kendine has olmayan veya yabancı koku ihtiva eden	3
-Kendine has olmayan, alkolsü, yanık veya yabancı koku ihtiva eden	1-2
<b><u>Tat</u></b>	
-Kendine has hafif ekşimsi tatta olan	5
-Hafif ekşimsi veya hafif tatlımsı	4
-Ekşimsi, hafif acımsı, hafif küfümsü, hafif sabunumsu ya da hafif yanık tatta olan ve benzeri yabancı tat içeren	3
-Aşırı derecede ekşimsi, acımsı, küfümsü, sabunumsu yanık tatta olan ve benzeri yabancı tat içeren	1-2
*Homojenize edilmemiş yoğurtlarda süt yağından kaynaklanan açık sarımsı, homojenize yoğurtlarda porselen beyaz renkte.	



## 10. EK-2

Kontrol Grubu –MTGaz İlavesiz

Protein(%)	Enzim(Unit)	Saat	pH	%Laktik asit	Viskozite(cp)
%6,2	yok	0	6,3	0,27	2450
%6,2		1	6,3	0,288	2593
%6,2		2	6,3	0,405	2359
%6,2		3	5,8	0,495	2665
%6,2		4	5,4	0,504	2918
%6,2		5	5,1	0,558	2859
%6,2		6	5	0,576	2959

Sodyum Kazeinat İlaveli Deneme Grupları

Protein(%)	Enzim(Unit)	Saat	pH	%Laktik asit	Viskozite(cp)
%4.2	0,6U	0	6,3	0,27	2180
%4.2	0,6U	1	6,3	0,396	2183
%4.2	0,6U	2	6,3	0,414	2505
%4.2	0,6U	3	5,6	0,477	2889
%4.2	0,6U	4	5,1	0,495	2786
%4.2	0,6U	5	4,8	0,522	2688
%4.2	0,6U	6	4,7	0,54	3106
%4.7	0,6U	0	6,4	0,27	2600
%4.7	0,6U	1	6,3	0,306	2569
%4.7	0,6U	2	6,5	0,45	2617
%4.7	0,6U	3	5,8	0,558	2542
%4.7	0,6U	4	5,4	0,72	2890
%4.7	0,6U	5	5,1	0,945	2588
%4.7	0,6U	6	4,9	1,35	2385
%5.2	0,6U	0	6,4	0,27	2708
%5.2	0,6U	1	6,3	0,306	2630
%5.2	0,6U	2	6,4	0,459	2801
%5.2	0,6U	3	5,7	0,549	2545

%5.2	0,6U	4	5,3	0,846	2740
%5.2	0,6U	5	4,9	0,963	2450
%5.2	0,6U	6	4,7	1,35	2491
%5.7	0,6U	0	6,5	0,198	2774
%5.7	0,6U	1	6,4	0,279	2513
%5.7	0,6U	2	6,4	0,36	2565
%5.7	0,6U	3	6	0,477	2608
%5.7	0,6U	4	5,6	0,567	2499
%5.7	0,6U	5	5,2	0,765	2611
%5.7	0,6U	6	5	0,792	2555
%6.2	0,6U	0	6,5	0,234	2707
%6.2	0,6U	1	6,4	0,288	2169
%6.2	0,6U	2	6,4	0,36	2673
%6.2	0,6U	3	6,0	0,54	2732
%6.2	0,6U	4	5,7	0,567	2420
%6.2	0,6U	5	5,3	0,567	2500
%6.2	0,6U	6	5	0,918	2473
%4.2	3U	0	6,4	0,189	2479
%4.2	3U	1	6,4	0,225	2895
%4.2	3U	2	6,4	0,243	3053
%4.2	3U	3	5,9	0,405	3283
%4.2	3U	4	5,5	0,522	3065
%4.2	3U	5	5,2	0,549	3003
%4.2	3U	6	5	0,657	2831
%4.7	3U	0	6,4	0,189	2671
%4.7	3U	1	6,3	0,279	3237
%4.7	3U	2	6,5	0,288	3296
%4.7	3U	3	5,9	0,414	3349
%4.7	3U	4	5,5	0,522	3384
%4.7	3U	5	5,1	0,675	3233
%4.7	3U	6	4,8	0,855	3964
%5.2	3U	0	6,5	0,225	2762
%5.2	3U	1	6,4	0,252	2974
%5.2	3U	2	6,5	0,315	3448
%5.2	3U	3	6	0,414	3276
%5.2	3U	4	5,6	0,54	3141
%5.2	3U	5	5,3	0,567	3340
%5.2	3U	6	5,0	0,774	4013

%5.7	3U	0	6,5	0,216	2401
%5.7	3U	1	6,5	0,315	2703
%5.7	3U	2	6,4	0,36	2980
%5.7	3U	3	5,9	0,423	2721
%5.7	3U	4	5,5	0,63	3057
%5.7	3U	5	5,2	0,666	2854
%5.7	3U	6	5	0,855	4020
%6.2	3U	0	6,5	0,216	2464
%6.2	3U	1	6,4	0,315	2578
%6.2	3U	2	6,4	0,342	2907
%6.2	3U	3	6	0,414	2746
%6.2	3U	4	5,5	0,576	3033
%6.2	3U	5	5,1	0,72	2830
%6.2	3U	6	4,9	0,747	22728
%4.2	6U	0	6,4	0,162	3194
%4.2	6U	1	6,4	0,216	5196
%4.2	6U	2	6,4	0,279	5007
%4.2	6U	3	5,8	0,414	3963
%4.2	6U	4	5,5	0,468	4639
%4.2	6U	5	5,3	0,567	4480
%4.2	6U	6	5,1	0,729	4271
%4.7	6U	0	6,3	0,153	3254
%4.7	6U	1	6,2	0,288	5182
%4.7	6U	2	5,9	0,369	5920
%4.7	6U	3	5,3	0,495	5463
%4.7	6U	4	5	1,224	6870
%4.7	6U	5	4,7	0,648	18928
%4.7	6U	6	4,6	0,9	67868
%5.2	6U	0	6,3	0,252	5204
%5.2	6U	1	6,2	0,27	5883
%5.2	6U	2	5,9	0,405	4594
%5.2	6U	3	5,4	0,612	5832
%5.2	6U	4	5	0,711	13525
%5.2	6U	5	4,8	0,783	87922
%5.2	6U	6			
%5.7	6U	0	6,3	0,27	5019
%5.7	6U	1	6,2	0,315	5360
%5.7	6U	2	5,8	0,45	5975

%5.7	6U	3	5,3	0,54	6527
%5.7	6U	4	4,9	0,81	48169
%5.7	6U	5	4,7	0,846	231359
%5.7	6U	6			
%6.2	6U	0	6,2	0,333	5651
%6.2	6U	1	6,2	0,378	5926
%6.2	6U	2	5,4	0,63	5601
%6.2	6U	3	5,1	0,81	21844
%6.2	6U	4	4,8	0,828	503950
%6.2	6U	5			
%6.2	6U	6			

#### Serum Protein Konsantratu İlaveli Deneme Grupları

Protein(%)	Enzim(Unit)	Saat	pH	%Laktik asit	Viskozite(cp)
%4.3	0,6U	0	6,3	0,198	635
%4.3	0,6U	1	6,3	0,225	706
%4.3	0,6U	2	6,4	0,252	889
%4.3	0,6U	3	5,7	0,315	818
%4.3	0,6U	4	5,3	0,495	913
%4.3	0,6U	5	5	0,585	1353
%4.3	0,6U	6	4,7	0,675	1595
%4.8	0,6U	0	6,4	0,189	683
%4.8	0,6U	1	6,4	0,252	1021
%4.8	0,6U	2	6	0,315	891
%4.8	0,6U	3	5,4	0,414	1006
%4.8	0,6U	4	5	0,585	974
%4.8	0,6U	5	4,8	0,675	2265
%4.8	0,6U	6	4,7	0,765	3281
%5.3	0,6U	0	6,4	0,18	588
%5.3	0,6U	1	6,4	0,216	700
%5.3	0,6U	2	6,4	0,297	754
%5.3	0,6U	3	5,9	0,315	752
%5.3	0,6U	4	5,5	0,54	736
%5.3	0,6U	5	5,2	0,576	937
%5.3	0,6U	6	5	0,765	942

%5.8	0,6U	0	6,4	0,216	601
%5.8	0,6U	1	6,4	0,225	776
%5.8	0,6U	2	6,4	0,315	787
%5.8	0,6U	3	5,9	0,405	885
%5.8	0,6U	4	5,5	0,522	955
%5.8	0,6U	5	5,3	0,558	934
%5.8	0,6U	6	5	0,81	925
<hr/>					
%6.3	0,6U	0	6,4	0,207	612
%6.3	0,6U	1	6,4	0,252	780
%6.3	0,6U	2	6,4	0,36	921
%6.3	0,6U	3	6,1	0,378	824
%6.3	0,6U	4	5,7	0,54	810
%6.3	0,6U	5	5,4	0,567	985
%6.3	0,6U	6	5	0,702	976
<hr/>					
%4.3	3U	0	6,4	0,216	2871
%4.3	3U	1	6,4	0,36	2994
%4.3	3U	2	5,7	0,405	3135
%4.3	3U	3	5,4	0,54	3362
%4.3	3U	4	5,1	0,675	3316
%4.3	3U	5	4,9	0,72	3294
%4.3	3U	6	4,8	1,08	3606
<hr/>					
%4.8	3U	0	6,3	0,234	3291
%4.8	3U	1	6,4	0,333	3074
%4.8	3U	2	5,9	0,369	3454
%4.8	3U	3	5,5	0,495	3504
%4.8	3U	4	5,1	0,585	3151
%4.8	3U	5	4,9	0,738	3409
%4.8	3U	6	4,8	1,08	5201
<hr/>					
%5.3	3U	0	6,3	0,225	1151
%5.3	3U	1	6,3	0,297	858
%5.3	3U	2	6,4	0,315	939
%5.3	3U	3	5,9	0,378	3262
%5.3	3U	4	5,4	0,585	4614
%5.3	3U	5	5	0,72	1973
%5.3	3U	6	4,9	0,72	5705
<hr/>					
%5.8	3U	0	6,4	0,216	1157
%5.8	3U	1	6,4	0,288	750
%5.8	3U	2	6	0,405	902

<b>%5.8</b>	3U	3	5,5	0,585	3319
<b>%5.8</b>	3U	4	5,2	0,711	4939
<b>%5.8</b>	3U	5	4,9	0,819	4641
<b>%5.8</b>	3U	6	4,8	0,846	8481
<b>%6.3</b>	3U	0	6,4	0,225	758
<b>%6.3</b>	3U	1	6,4	0,27	2543
<b>%6.3</b>	3U	2	6,2	0,315	1011
<b>%6.3</b>	3U	3	5,7	0,333	1178
<b>%6.3</b>	3U	4	5,3	0,639	3173
<b>%6.3</b>	3U	5	5,1	0,648	11875
<b>%6.3</b>	3U	6	4,8	0,855	43342
<b>%4.3</b>	6U	0	6,4	0,225	731
<b>%4.3</b>	6U	1	6,4	0,27	2638
<b>%4.3</b>	6U	2	6,2	0,315	801
<b>%4.3</b>	6U	3	5,7	0,351	819
<b>%4.3</b>	6U	4	5,4	0,495	932
<b>%4.3</b>	6U	5	5,1	0,54	941
<b>%4.3</b>	6U	6	5	0,585	898
<b>%4.8</b>	6U	0	6,4	0,189	814
<b>%4.8</b>	6U	1	6,4	0,216	697
<b>%4.8</b>	6U	2	6	0,315	827
<b>%4.8</b>	6U	3	5,5	0,45	705
<b>%4.8</b>	6U	4	5,2	0,477	999
<b>%4.8</b>	6U	5	5	0,54	956
<b>%4.8</b>	6U	6	4,9	0,72	1323
<b>%5.3</b>	6U	0	6,4	0,198	641
<b>%5.3</b>	6U	1	6,4	0,243	786
<b>%5.3</b>	6U	2	6	0,36	923
<b>%5.3</b>	6U	3	5,5	0,459	802
<b>%5.3</b>	6U	4	5,1	0,54	806
<b>%5.3</b>	6U	5	5	0,567	1655
<b>%5.3</b>	6U	6	4,8	0,81	5411
<b>%5.8</b>	6U	0	6,4	0,225	793
<b>%5.8</b>	6U	1	6,4	0,234	752
<b>%5.8</b>	6U	2	6,2	0,306	786
<b>%5.8</b>	6U	3	5,6	0,486	854
<b>%5.8</b>	6U	4	5,2	0,675	2117
<b>%5.8</b>	6U	5	5	0,684	18514

<b>%5.8</b>	6U	6	4,7	1,035	81151
<b>%6.3</b>	6U	0	6,4	0,225	1013
<b>%6.3</b>	6U	1	6,4	0,234	1241
<b>%6.3</b>	6U	2	6,3	0,288	1282
<b>%6.3</b>	6U	3	6,1	0,378	1527
<b>%6.3</b>	6U	4	5,9	0,495	2321
<b>%6.3</b>	6U	5	5,1	0,675	14551
<b>%6.3</b>	6U	6	4,8	1,08	68583

#### Miseller Kazein Tozu İlaveli Deneme Grupları

<b>Protein(%)</b>	<b>Enzim(Unit)</b>	<b>Saat</b>	<b>pH</b>	<b>%Laktik asit</b>	<b>Viskozite(cp)</b>
<b>4%</b>	0,6U	0	6,4	0,189	844
<b>4%</b>	0,6U	1	6,3	0,225	878
<b>4%</b>	0,6U	2	6,3	0,279	839
<b>4%</b>	0,6U	3	5,7	0,333	846
<b>4%</b>	0,6U	4	5,3	0,495	912
<b>4%</b>	0,6U	5	5,1	0,648	1170
<b>4%</b>	0,6U	6	4,9	0,72	1048
<b>%4.5</b>	0,6U	0	6,4	0,216	880
<b>%4.5</b>	0,6U	1	6,3	0,27	887
<b>%4.5</b>	0,6U	2	6,2	0,315	837
<b>%4.5</b>	0,6U	3	5,6	0,405	903
<b>%4.5</b>	0,6U	4	5,3	0,585	960
<b>%4.5</b>	0,6U	5	5,1	0,72	1099
<b>%4.5</b>	0,6U	6	4,9	0,9	1010
<b>5%</b>	0,6U	0	6,4	0,252	930
<b>5%</b>	0,6U	1	6,3	0,333	900
<b>5%</b>	0,6U	2	6,2	0,405	814
<b>5%</b>	0,6U	3	5,5	0,675	873
<b>5%</b>	0,6U	4	5,2	0,945	975
<b>5%</b>	0,6U	5	5	0,999	1053
<b>5%</b>	0,6U	6	4,8	1,107	1098
<b>%5.5</b>	0,6U	0	6,4	0,216	830
<b>%5.5</b>	0,6U	1	6,3	0,243	1008
<b>%5.5</b>	0,6U	2	5,7	0,54	1023

<b>%5.5</b>	0,6U	3	5,7	0,72	1046
<b>%5.5</b>	0,6U	4	5	0,855	1045
<b>%5.5</b>	0,6U	5	4,8	0,927	1089
<b>%5.5</b>	0,6U	6	4,7	1,062	2008
<b>6%</b>	0,6U	0	6,3	0,225	855
<b>6%</b>	0,6U	1	6,3	0,342	960
<b>6%</b>	0,6U	2	5,9	0,549	1050
<b>6%</b>	0,6U	3	5,4	0,729	1058
<b>6%</b>	0,6U	4	5,1	0,945	1114
<b>6%</b>	0,6U	5	4,9	1,08	1250
<b>6%</b>	0,6U	6	4,8	1,089	1322
<b>4%</b>	3U	0	6,4	0,198	1189
<b>4%</b>	3U	1	6,3	0,252	1134
<b>4%</b>	3U	2	6,1	0,324	1141
<b>4%</b>	3U	3	5,6	0,45	1194
<b>4%</b>	3U	4	5,3	0,495	1155
<b>4%</b>	3U	5	5,1	0,729	1168
<b>4%</b>	3U	6	4,9	0,837	1202
<b>%4.5</b>	3U	0	6,4	0,243	1200
<b>%4.5</b>	3U	1	6,3	0,27	1116
<b>%4.5</b>	3U	2	5,9	0,36	1296
<b>%4.5</b>	3U	3	5,4	0,468	1156
<b>%4.5</b>	3U	4	5,1	0,765	1478
<b>%4.5</b>	3U	5	5	0,774	1236
<b>%4.5</b>	3U	6	4,8	0,9	1353
<b>5%</b>	3U	0	6,4	0,252	1235
<b>5%</b>	3U	1	6,3	0,324	1130
<b>5%</b>	3U	2	5,7	0,405	1216
<b>5%</b>	3U	3	5,2	0,576	1244
<b>5%</b>	3U	4	5	0,792	1255
<b>5%</b>	3U	5	5	1,035	1592
<b>5%</b>	3U	6	4,7	1,008	2857
<b>%5.5</b>	3U	0	6,3	0,27	995
<b>%5.5</b>	3U	1	6,3	0,279	1110
<b>%5.5</b>	3U	2	6	0,396	1295
<b>%5.5</b>	3U	3	5,4	0,558	1216
<b>%5.5</b>	3U	4	5,1	0,855	1250
<b>%5.5</b>	3U	5	4,9	0,99	1650



<b>%5.5</b>	3U	6	4,7	1,125	3144
<b>6%</b>	3U	0	6,3	0,306	1049
<b>6%</b>	3U	1	6,3	0,36	1049
<b>6%</b>	3U	2	5,8	0,504	1219
<b>6%</b>	3U	3	5,3	0,765	1207
<b>6%</b>	3U	4	5,1	0,882	1239
<b>6%</b>	3U	5	4,9	1,152	1216
<b>6%</b>	3U	6	4,8	1,215	5522
<b>4%</b>	6U	0	6,4	0,18	1129
<b>4%</b>	6U	1	6,3	0,207	1077
<b>4%</b>	6U	2	6,2	0,234	1198
<b>4%</b>	6U	3	5,7	0,45	1187
<b>4%</b>	6U	4	5,3	0,486	1224
<b>4%</b>	6U	5	5,1	0,72	1302
<b>4%</b>	6U	6	4,9	0,765	1369
<b>%4.5</b>	6U	0	6,4	0,252	890
<b>%4.5</b>	6U	1	6,31	0,315	1072
<b>%4.5</b>	6U	2	6,07	0,369	1226
<b>%4.5</b>	6U	3	5,67	0,585	1003
<b>%4.5</b>	6U	4	5,34	0,675	1040
<b>%4.5</b>	6U	5	5,12	0,855	1044
<b>%4.5</b>	6U	6	4,98	0,99	1041
<b>5%</b>	6U	0	6,4	0,27	1017
<b>5%</b>	6U	1	6,3	0,297	1079
<b>5%</b>	6U	2	6,1	0,36	1096
<b>5%</b>	6U	3	5,6	0,486	1089
<b>5%</b>	6U	4	5,2	0,72	1067
<b>5%</b>	6U	5	5,1	0,882	1088
<b>5%</b>	6U	6	4,9	0,918	1149
<b>%5.5</b>	6U	0	6,4	0,306	1053
<b>%5.5</b>	6U	1	6,3	0,315	1085
<b>%5.5</b>	6U	2	6	0,45	1120
<b>%5.5</b>	6U	3	5,5	0,585	1040
<b>%5.5</b>	6U	4	5,2	0,855	1157
<b>%5.5</b>	6U	5	5,1	1,035	1085
<b>%5.5</b>	6U	6	4,9	1,053	1116
<b>6%</b>	6U	0	6,4	0,27	1050
<b>6%</b>	6U	1	6,3	0,288	1085

<b>6%</b>	6U	2	5,9	0,495	1138
<b>6%</b>	6U	3	5,4	0,594	1082
<b>6%</b>	6U	4	5,1	0,864	1223
<b>6%</b>	6U	5	4,9	0,945	2341
<b>6%</b>	6U	6	4,8	1,089	11788

\*Değerler ortalama üzerinden verilmiştir.