



**EGE ÜNİVERSİTESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**LAKTOZU İNDİRGENMİŞ**

**YOĞURT ÜRETİMİ**

**Nurşen YILDIRIM**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Harun Raşit UYSAL**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Bilim Dalı Kodu : 614.02.00**

**Sunuş Tarihi : 17 Mart 2011**

**E. Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Bornova-İZMİR**

**2011**

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**LAKTOZU İNDİRGENMİŞ**

**YOĞURT ÜRETİMİ**

**Nurşen YILDIRIM**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Harun Raşit UYSAL**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Bilim Dalı Kodu : 614.02.00**

**Sunuş Tarihi : 17 Mart 2011**

**Bornova-İZMİR**

**2011**

Sayın Nurşen YILDIRIM tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak sunulan “Laktozu indirgenmiş yoğurt üretimi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 17 Mart 2011 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri:****İmza****Jüri Başkanı****: Prof. Dr. Harun Raşit UYSAL****Raportör Üye****: Yrd. Doç. Dr. Nurcan KOCA****Üye****: Yrd. Doç. Dr. Harun KESENKAŞ**

**ÖZET****LAKTOZU İNDİRGENMİŞ YOĞURT ÜRETİMİ**

YILDIRIM, Nurşen

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Harun Raşit UYSAL

Mart 2011, 69 sayfa

Araştırmada, laktoz intoleranslı kişiler için laktozu indirgenmiş yoğurt üretimi amaçlanmıştır. Laktozu indirmek amacıyla %0.1, %0.2 ve %0.3 ticari  $\beta$ -galaktozidaz ( Lactozym 3000L HG) ilave edilen süttten yoğurt üretilmiştir. Kontrol örneğine enzim ilave edilmemiştir. Yoğurtlarda 10 gün depolama süresince fiziksel, kimyasal, ve duyuşsal özellikler incelenmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde, dış görünüş, ağızda kıvam, kaşıkla kıvam ve koku örneklerinin dışındaki özelliklerde genel olarak hem depolama süresince hemde örnekler arasında kontrol örneğine kıyasla önemli bir fark oluştuğu görülmüştür ( $p<0.05$ ).

%0.2 enzim ilave edilen yoğurt örneklerinde depolamanın 1.günü laktoz indirgenmesi % 76.4 oranında gerçekleşmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Yoğurt, laktoz intoleransı,  $\beta$ -galaktozidaz



**ABSTRACT**

**PRODUCTION OF LACTOSE-REDUCED YOGHURT**

YILDIRIM, Nurşen

MSc in Food Eng.

Supervisor: Prof. Dr. Harun Raşit UYSAL

February 2011, 69 pages

In the study, the reduced lactose yoghurt is intended for people with lactose intolerance. In order to reduce lactose, 0.1% , 0.2%, and 0.3% commercial  $\beta$ -galactosidase ( Lactosym 3000L HG) supplemented yoghurt that made from milk. Enzyme was not added to the control sample. During 10 days storage of yoghurt, physical, chemical and sensory characteristics were investigated.

The results of the study was examined statistically external appearance, coconsistency in the mouth, spoon, consistency, and odor characteristics were seen to be statistically insignificant ( $p>0.05$ ). Outside these values, the specifications between samples and as well as during storage in a significant difference was observed ( $p<0.05$ ).

After 1 day of storage, the rate of reduction was 74.6% that yoghurt samples addition of 2% of the enzyme.

**Keywords:** Yoghurt, lactose intolerance,  $\beta$ -galactosidase.



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin hazırlanmasında, bana her türlü konuda yardımcı olan, tez danışmanım hocam Sayın Prof. Dr. Harun Raşit UYSAL'a, tezimi yürütmem için tesisi ve laboratuvarlarını kullanmama izin veren Sakıpağa Gıda A.Ş'ye, yardımlarını esirgemeyen Sakıpağa Gıda A.Ş Kalite Müdürü Bilge ÖZTEMEL'e ve tüm laboratuvar çalışanlarına, Bursa Gıda Kontrol ve Araştırma Enstitüsü laboratuvar çalışanlarına, yardımlarını hiç esirgemeyen arkadaşım İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi arkadaşım Burcu CABUK'a ve İstatistiksel analizleri yapan arkadaşım Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıbbi Bilimler Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Ar. Gör. Hatice ULUER'e ve tez yazımda desteklerinden ötürü Mehmet SERT'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca tez çalışmama süresince beni maddi ve manevi yönden destekleyen aileme ve bulunduğum yere gelmemde büyük emekleri olan babama ve anneme tüm kalbimle teşekkür ederim.



**İÇİNDEKİLER**

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	V
ABSTRACT .....	VII
TEŞEKKÜR .....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XVII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	3
2.1. Yoğurt.....	3
2.2. Laktoz .....	7
2.3. Beta Galaktozidaz.....	12
2.4. Laktoz İntolerans Tipleri ve Görülme Sıklığı.....	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal.....	21
3.1.1. Süt.....	21
3.1.2. Starter kültür .....	21
3.1.3. Enzim.....	21
3.1.4. Sodyum kazeinat.....	21

3.1.5. Ambalaj materyali .....	21
3.1.6. Üretimde kullanılan alet ve ekipmanlar.....	21
3.2. Yöntem .....	22
3.2.1. Starter kültürün hazırlanması.....	22
3.2.2. Yoğurt üretimi .....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	29
4.1. Yoğurda İşlenen Sütlerin Genel Özellikleri .....	29
4.2. Yoğurt Örneklerinin Kimyasal Özellikleri .....	30
4.2.1. Kurumadde .....	30
4.2.2. Yağsız kurumadde .....	32
4.2.3. Yağ miktarı .....	33
4.2.4. Protein miktarı .....	34
4.2.5. Laktoz .....	36
4.2.6. Asitlik .....	37
4.2.7. pH .....	39
4.2.8. Tirozin .....	41
4.2.9. Viskozite.....	42

4.3. Yoğurt Örneklerinin Duyusal Özellikleri .....	44
4.3.1. Dış görünüş .....	45
4.3.2 Ağızda kıvam .....	46
4.3.3. Kaşıkla kıvam .....	48
4.3.4. Koku .....	49
4.3.5. Lezzet .....	50
4.4. Enzim Aktivasyonu .....	52
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	53
KAYNAKLAR DİZİN .....	55
ÖZGEÇMİŞ .....	69



**ŞEKİLLER DİZİNİ**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Laktozun enzimatik yolla hidrolizi.....	11
3.1 Deneme yoğurtların üretim akış şeması .....	22
4.1 Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü kurumadde miktarlarındaki değişim.....	31
4.2 Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü yağsız kurumadde miktarlarının değişimi .....	32
4.3 Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü yağ miktarlarındaki değişim	34
4.4 Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü protein miktarındaki değişim.....	35
4.5 Yoğurt örneklerinin depolama süresince laktoz miktarındaki değişim..	37
4.6 Yoğurt örneklerinin depolama süresince asitlik değerlerinin değişimi ..	39
4.7 Yoğurt örneklerinin depolama süresince pH değerinin değişimi .....	40
4.8 Yoğurt örneklerinin depolama süresinde tirozin miktarlarındaki değişim.....	42
4.9 Yoğurt örneklerinin depolama süresince viskozite değerindeki değişim.....	44
4.10 Yoğurt örneklerinin depolama süresince dış görünüş puanlarının değişimi .....	46

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.11 Yoğurt örneklerinin depolama süresince ağızda kıvam puanlarının değişimi .....	47
4.12 Yoğurt örneklerinin depolama süresince kaşıkla kıvam puanlarının değişimi .....	49
4.13 Yoğurt örneklerinin depolama süresince kaşıkla kıvam puanlarının değişimi .....	50
4.14 Yoğurt örneklerinin depolama süresince lezzet puanlarının değişimi ...	51

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Süt ve yoğurdun besin ögesi bileşimi .....	6
2.2 İnsan ve inek sütünün laktoz içeriği .....	8
2.3 Bazı memeli hayvan sütlerinin laktoz içeriği .....	8
2.4 Bazı süt ürünlerinin laktoz miktarı .....	9
2.5 B-galaktozidazın uygulamaları.....	15
2.6 B-galaktozidaz enzimi üreten organizmaların listesi .....	17
2.7 Ticari $\beta$ -galaktozidaz enzimleri .....	17
2.8 Önerilen $\beta$ -galaktozidaz miktarı .....	19
3.1 Yoğurtların duyusal değerlendirme cetveli .....	27
4.1 Yoğurt üretiminde kullanılan sütün nitelikleri .....	29
4.2 Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü kurumadde değerleri .....	30
4.3 Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü yağsız kurumadde miktarları .....	32
4.4 Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. yağ miktarları .....	33
4.5 Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü ölçülen % protein miktarları .....	35
4.6 Yoğurt örneklerinin depolama süresinde laktoz miktarları .....	36

**ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.7 Yoğurt örneklerinin depolama süresinde asitlik değerleri.....	38
4.8 Yoğurt örneklerinin depolama süresinde pH değerleri .....	40
4.9 Yoğurt örneklerinin depolama süresinde tirozin miktarları .....	41
4.10 Yoğurt örneklerinin depolama süresinde viskosite değerleri .....	43
4.11 Yoğurt örneklerinin depolama süresince dış görünüş puanları .....	45
4.12 Yoğurt örneklerinin depolama süresince ağızda kıvam puanları .....	47
4.13 Yoğurt örneklerinin depolama süresince kaşıkla kıvam puanları .....	48
4.14 Yoğurt örneklerinin depolama süresince koku puanları.....	49
4.15 Yoğurt örneklerinin depolama süresince lezzet puanları .....	51

## 1. GİRİŞ

Dünya üzerindeki yetişkinlerin yaklaşık 2/3'ü laktoz intoleransından (ya da laktozun sindirilememesinden) dolayı sıkıntılar yaşamaktadır. Laktoz intoleransı özellikle Afrika ve Asya'da sık örülen bir rahatsızlık iken Avrupa'da laktoz intoleransı görülme sıklığı daha düşüktür (Tuhy et al., 2003). Laktoz intolerans rahatsızlığının görülme sıklığı ülkeler için, Amerikan toplumundaki beyaz ırk % 16, siyah ırk %73, İtalya %39, Fransa %37, Macaristan %37, Yunan ve Kıbrıs kökenli İngilizler %88, Avusturya %20, Danimarka %69, Almanya %15, Peru %80, Brezilya %46, Irak %86, İsrail %80, Suudi Arabistan %75, Yemen %73, Mısır %78, Lübnan %37, Türkiye %91, Güney Afrika %100, Uganda %83, Sudan %93, Kuzey Afrika %86, Kore %100, Japonya %100, Singapur %100, Taylan %100, Yeni Girne %95 Avusturalya %95 olarak belirtilmiştir (Brand et al., 1983; Burgio et al, 1984, Anonymous, 1988a; Sandra, 1988; Sanul, 1990). Bu etnik grup sayısının ve yaşının artacak olması laktoz intoleransına sahip olan insan sayısını arttıracak ve laktozu indirgenmiş ürünlerin pazar payının gelişmesini sağlayacaktır (Matak, 1999).

Ege üniversitesi Tıp Fakültesi Prof. Dr. Namık Kemal Menteş Gastroenteroloji Kliniğinde üst gastrointestinal kanaması geçirip de yoğun olarak süt içen ve bundan sonra ishal yakınması başlayan ve ön tetkikler sonucu laktaz yetmezliği düşünülen 14' ü kadın 6' sı erkek yaşları 23- 51 arası değişen ve 41.15 yaş ortalamasına sahip hastalar üzerinde yapılan çalışmada laktoz tüketen hastaların gösterdikleri semptomlar izlenmiştir. Yapılan çalışmanın klinik bulgular sonucunda yoğurt tüketen hastalarda %25 karın ağrısı, %75 şişkinlik problemi gözlenmiştir (Sanul, 1990).

Laktoz intoleransının tedavisi, diyetten laktozun uzaklaştırılmasıyla mümkündür. Bunun için çok değişik firmalar laktozsuz ürünler piyasaya sunmaktadırlar. Amerika pediatri akademisinin 1998 de yayınladığı rapora göre, primer laktoz intoleransının düzenlenmesinde soya fasulyesi temelli gıdaların kullanımı önerilmektedir. Ancak soya fasulyesi temelli diyetler, 1800 gramdan daha zayıf bebekler için gıda olarak uygun değildir. Karın ağrısını tedavi etmek ya da engellemek için soya fasulyesi diyetinin rutin olarak kullanımı da önerilmemektedir (Klish et al., 1998). Yoğurtta laktoz miktarı %4.1 ile %4.7 arası verilmiştir ( Anonymous, 1988).

Bazı sindirim sistemi hastalıkları (akut gastroenterit, giardiyaz ya da askaryaz gibi parazit hastalıkları, crohn hastalığı, çölyak hastalığı, radyasyona bağlı bağırsak iltihabı, karsinoid sendrom, whipple sendromu, kwashiorkor, kemoterapi ve bazı kanser türleri) ya da antibiyotik kullanımı gibi bazı terapi tipleri de bağırsak mukozasının normal yapısını bozarak sekonder  $\beta$ -galaktozidaz eksikliğine neden olabilmektedir (Marteu et al., 2002; Noble et al., 2002; Mumcu, 2004).

Bu araştırmalar sonrasında yapılan çalışmamızda, laktoz intoleransı hastaları için tüketebilecekleri yoğurt üretilmesi amaçlanmıştır. Laktoz intolerans rahatsızlığının yaygın bir hastalık olması ve toplumun büyük bir kısmında görülmesi sebebi ile laktoz değeri yüksek ve besin olarak fazla tüketilen yoğurtların laktoz miktarının düşürülmesi hedeflenmiştir. Bu alışma laktoz intoleransı hastaları için tüketebilecekleri bir ürün olması açısından önem taşımaktadır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Yoğurt

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'nde yoğurt; *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin laktik asit fermentasyonu ile meydana gelen koagüle süt ürünü şeklinde tarif edilmektedir (Anonymous, 2009). Yoğurt, isteğe bağlı katkıları (süt tozu, yağlı süt tozu, peynir altı suyu tozu, vb.) kullanarak veya kullanmadan yapılabilen kuagüle olmuş süt ürünüdür (Rasic and Kurman, 1978; Anonymous, 2009).

Yoğurdun ilk kez nerede ve nasıl yapıldığı kesin olarak bilinmemektedir. Tarihsel kayıtlar bunun ilk Türk buluşu olduğunu, yüzyıllardan beri Türkler ve Türk kültürü altında kalan ülkelerde tüketildiğini ortaya çıkarmıştır. Bundan 1000 yıl kadar önce yazılmış Balasagunlu Yusuf Has Hacip'in '' Divanı- Lügati Türk'' adlı eserinde, yoğurt kelimesine bugünkü anlamda rastlanmıştır. Yoğurt kelimesinin Türkçe olduğu, bunun yoğurmak kökünden geldiği ve 8. yüzyıldan kalma metinlerde bunun yoğurut şeklinde geçtiği anlaşılmıştır ( İzmen, 1935; Wasserfall, 1972).

Ancak Balkanlarda ve Ortadoğu'daki ilk zamanlardan itibaren yoğurt, bütün dünyaya yayılmış ve şimdi çeşitli tipleri ile birlikte, yoğurt üretimi yılda milyonlarca tonu bulmuştur. Bu mamul madde yoğhurt, yoğurt, yaourtı, yourt, yahoorth veya yoghourt gibi bazı yerlerde y harfi j harfi ile yer değiştirmiş olarak kullanılmıştır (Nilson, 1973).

Sütün iyi bir şekilde değerlendirilme yöntemlerinden birisi de yoğurda işlenmesidir. Yoğurt, süt proteinlerinin fermentasyonla çökmesi sonucu oluşan pıhtıdan ibarettir (Tekinsen, 1976).

Yoğurt işlemek için alınan çiğ süt hem kimyasal bileşim ve hem de hijyenik kalite yönünden gerekli normal özelliklere uygun olmalıdır. Bunlara ek olarak çiğ sütte antibiyotiklerin bulunmaması başarılı bir fermentasyonun tamamlanması için gereklidir (Obiger, 1966; Nicolov, 1967).

Bu değerli besin, yüksek sıcaklık derecelerinde ısıtıldıktan sonra, belirli koşullarda özel süt asidi bakterilerinin (*Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) etkisi ile yoğurt haline gelir. Süt asidi bakterileri sütteki laktozu

parçalayarak süt asidini oluştururlar. Bu süt asidi kazeine bağlı kalsiyum ile birleşerek kalsiyum laktat olarak çöker ve kazein pıhtılaşır. Yoğurt sütteki bütün besin maddelerini içerdiği gibi yoğurt durumuna gelişi sırasında meydana gelen değişmeler nedeni ile kendine özgü bazı özellikler kazanır (Yaygın, 1981)

Kimyasal bileşimi bakımından süte benzemekte ancak üretimi sırasında kurumadde oranının arttırılması, yoğurdun besin değerinin de artmasını sağlamaktadır. Fermantasyon işlemi sırasında proteinler çeşitli seviyelerde hidrolize olduğundan, serbest aminoasit ve peptit oranı yükseldiği ve uygulanan ısıl işleminin de katkısıyla yoğurdun sindirimini kolaylaştığı belirtilmektedir (Breslav and Kleyn, 1973). Yoğurt protein, kalsiyum, fosfor, B1 (tiyamin), B2 (riboflavin), ve B12 vitaminleri içeriği bakımından oldukça zengin bir üründür. Ayrıca yoğurdun folik asit, niasin, magnezyum ve çinko değerleri de süte oranla oldukça yüksektir. Dolayısıyla düzenli yoğurt tüketimi ile özellikle çocuklar ve gençler için günlük önerilen vitamin A, folik asit, vitamin B12, kalsiyum ve magnezyum miktarlarının önemli bir bölümü karşılanabilmektedir. İçerdiği besin maddeleri açısından ideal bir gıda maddesi olan yoğurdun biyolojik değeri yüksek ve hazmı kolay olduğundan (Bayıroğlu vd.,1999), insan beslenmesi ve sağlığı açısından hayati öneme sahip bir gıda maddesi olduğu bildirilmektedir (Şimşek vd., 1994). Yapılan çalışmalar, süt proteinlerinin beslenme fizyolojisi bakımından büyük önem taşıyan bütün eksojen aminoasitler de dahil olmak üzere en az 20 aminoaside sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bitkisel ve hayvansal yağların çoğu 3-5 yağ asidi içerdiği halde, süt yağında bütün eksojen yağ asitleri vardır ( Renner, 1974).

Ülkemizde son yıllarda üretilen yoğurt miktarı tahminen 1.5 milyon ton civarındadır. Gelişmiş ülkelerde yoğurt tüketiminde her geçen yılla birlikte hızlı bir artış görülmektedir (Tekinşen, 2000). Türkiye’de yoğurt çok uzun yıllardan beri sevilerek tüketilmesine rağmen, kişi başına yoğurt tüketim oranı diğer ülkelere nazaran çok düşüktür. Kişi başına yoğurt tüketimi Türkiye’de 20 kg/yıl iken dünyada fermente süt ürünlerini tüketimi nde 1988 yılı verilerine göre Hollanda 45 kg/yıl ile birinci sırayı almaktadır. Bunu sırayla 33.8 kg/yıl ile Finlandiya, 30 kg/yıl ile İsveç, 27.3 kg/yıl ile Danimarka, 26.9 kg/yıl ile Fransa, 26.3 kg/yıl ile Bulgaristan, 19.3 kg/yıl ile Norveç, 25 kg/yıl ile Almanya, 18.7 kg/yıl ile Belçika, 14.7 kg/yıl ile Avusturya takip etmektedir (Demirci ve Şimşek, 1997; Demirbaş vd., 2002.).

Geleneksel tanımında yoğurt yapımı için *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* karışımı kültürlerin sütü fermentasyona uğratması gerektiği belirtilir. *Lactobacillus bulgaricus* ve diğer herhangi bir uygun laktik asit bakterisinin de yoğurt oluşturabileceğini ileri sürmüşse de, yukarıdaki geleneksel tanımın geçerliliği desteklenmiştir (Kon, 1959). Bütün ülkelerde ticari uygulamalarda yoğurt yapımı sırasında *Streptococcus thermophilus* kullanılmaktadır (Galesloot and Hassing, 1968; Veringa, Galesloot and Daveelaar, 1968).

Yapılan çalışmalar yoğurt bakterileri olan *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'un simbiyoz halinde yaşadıklarını ve *Lactobacillus bulgaricus*'un proteinleri parçalayarak *Streptococcus thermophilus*'un gelişmesi için gerekli olan valini açığa çıkardığını göstermiştir (Waserfall, 1973). *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*'a göre yalnız başına fazla asetaldehit üretmesine karşın bu iki bakterinin karışımı kullanıldığında daha fazla düzeyde asetaldehit oluşumu, yoğurt bakterilerinin birbirlerini teşvik edici özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Diasetil ve aseton üretiminden *S. thermophilus* sorumludur, *L.bulgaricus*'un suşları az miktarda aseton üretmektedirler. Yoğurt bakterilerinin metabolik aktivitesi sonucunda uçucu yağ asitleri serbest hale geçerler. Laktoz ve aminoasitlerin transformasyonu, yağın parçalanması uçucu yağ asitlerinin oluşumuna neden olabilmektedirler (Tamime and Deeth, 1980).

Yoğurt üretimi sırasında starter kültür suşlarını seçerken şu özellikte olmalarına dikkat etmekte fayda vardır. ( Anonymous, 1993, Gönç ve Karagözlü, 1997).

- Düşük ve orta seviyede asetaldehit üretimi
- Yüksek viskosite oluşturması
- Makul oranda bir pH değerine ulaşması
- İnkübasyondan sonra asitlik ilerlemesinin düşük derecede kalması.

*Lactobacillus bulgaricus* zorunlu homofermantatif olup glukoz, laktoz ve fruktozu fermente edebilme yeteneğine sahiptir. Temel fermentasyon ürünleri laktik asit ve asetaldehittir. *Streptococcus thermophilus* sınırlı sayıda disakkariti

(laktoz ve sakaroz gibi) fermente edebilirken başlıca fermantasyon ürünleri laktik asit, asetaldehit ve diasetildir ( Anonymous, 2008)

Kaliteli bir yoğurt mayasında bu bakterilerin oranı 1/1 olmalıdır. Süte kültür katıldıktan sonra öncelikle *Streptococcus thermophilus* gelişir ve ortam pH değerini 5.5 e kadar düşürür. Daha sonra koşullar uygun olduğunda *Lactobacillus bulgaricus* hızla çoğalarak süt proteinlerinden kazeini, salgıladığı proteolitik enzimlerin etkisi ile parçalayarak dipeptit, peptit ve aminoasitlerin açığa çıkmasını sağlar. Bu olay sırasında *Streptococcus thermophilus* için etkili gelişme faktörleri ortamı da temin edildiğinden gelişmesi ve çoğalması hızlanmış olur (Kılıç, 1991). Çizelge 2.1’de süt ve yoğurdun besin öğeleri bileşimi verilmiştir

Çizelge 2.1 Süt ve yoğurdun besin öğesi bileşimi (Renner, 1974; Alary, 1975; Shahani and Chandan, 1979; Deeth and Tamime, 1981).

Besin Öğeleri (100g ‘da)	Süt	Yoğurt
Protein (g)	3,4	3,3
Karbonhidrat (g)	4,8	4,2
Ca (mg)	120	120
P (mg)	94	90
Mg (mg)	12	12
Na (mg)	45	45
K (mg)	150	150
Fe (µg)	60	80
Thiamin (µg)	43	40
Riboflavin (µg)	170	200
Niasin (µg)	95	120
Pantotenik asit (µg)	360	380
Vitamin B6 (µg)	48	50
Folik asit (µg)	6	10
Vitamin B12 (µg)	0,5	0,4
Askorbik asit (mg)	2	1

Yoğurda kıvam vermek amacıyla, sütün suyunun uçurulması ya da süte yağsız süt tozu katılması yaygın olarak uygulanmaktadır. Stabilizatörler ağ şeklinde stabil bir yapı oluşturarak, yoğurdun suyunun tutulmasına pıhtının sıkışmasına yol açmaktadırlar (Saldamlı, 1985; Tamime and Robinson, 1985; Gönç, 1989; Sezgin vd., 1989; Tayar vd., 1995).

Yoğurt üretiminde normal sütün veya süt tozundan yapılan sütün kullanılmasının önemi yoktur. Bununla beraber sütün bileşimi ise büyük önem taşır. Bu sadece arzu edilen pıhtılaşmayı sağlaması açısından değil, ürünün beslenme değeri açısından da önemlidir. Yoğurtta yapıyı değiştirmek ve kütle halinde inkübe etmeyi sağlamak için stabilize maddeler kullanılması tüm dünyada görülmektedir ( Boyle, 1972).

Jelatin, agar ve sodyum kazeinat kullanımının yoğurt kalitesine etkisi üzerine yapılan çalışmada oranlarda stabilizatör katılan yoğurtların 14 günlük depolama sürecinde bazı kalite kriterleri değişimini incelenmiştir. En az serum ayrılması %2 Sodyum kazeinat katkılı örneklerde gözlenmiştir. %1, %1.5, %2 oranında sodyum kazeinat katılan yoğurtların, kazeinat katılma miktarı arttıkça duyuşal olarak kumluluk ve yavan tat algılandığı ve daha az duyuşal puan aldığı belirtilmiştir. Yoğurtların kazeinat miktarları arttıkça laktik asit miktarlarının artmış olduğu tespit edilmiştir ( Tayar vd., 1995)

## **2.2. Laktoz**

İnek Sütü %4- 5 laktoz içerir. Diğer daha az kullanılan sütler ( keçi, koyun, deve) yine yakın miktarlarda laktoz içermektedirler. Ren geyiğinin ki ise en az laktoz içeren süt olup bu %2.4 oranındadır. Kaliforniya denizaslanı sütünde ise hemen hemen hiç laktoz yoktur ( Pilson and Kelly, 1962).

Tereyağında laktoz miktarı %0.8- 1, kremalarda %2.8- 4 arasında ve dondurmada %3.1- 8.4 arasındadır (Lee and Lillibridge, 1979). Çeşitli Amerikan ve İsviçre peynirlerinde laktoz içeriği %0- 14.2 arasında, krem peynirlerde %0.4- 2.9 arasında, Neufchatel peynirlerinde ise %0.4- 1.6 arasında saptanmıştır (Kosikowski, 1982). İnsan ve inek sütünün değişik şekillerinin laktoz içeriği Çizelge 2.2'de, bazı memeli hayvan sütlerinin laktoz içeriği çizelge 2.3.'te, bazı süt ürünlerinin laktoz miktarları ise Çizelge 2.4'te verilmiştir.

Çizelge 2.2. İnsan ve inek sütünün laktoz içeriği (Sanul, 1990).

Süt cinsi	İçerik	Referans
İnsan sütü	% 6.9	Kon (1972)
	% 7.5	Kretchmer (1972)
	% 6.2 – 7.5	Atherton ve Newcamber (1982)
İnek Sütü ( Tam Yağlı)	% 4.7	Kon (1972)
	% 4.5	Welsh (1978)
	% 5- 5.1	Atherton ve Newcamber (1982)
İnek Sütü ( Az Yağlı %2)	% 3.7-5.3	Welsh (1978)
İnek Sütü ( Az Yağlı %1)	% 4.8- 5.5	Posati ve Orr (1976)
İnek Sütü ( Yağsız)	%4.9-5.7	Welsh (1978)
Çikolatalı Süt	%4.1-4.9	Welsh (1978)

Çizelge 2..3 Bazı memeli hayvan sütlerinin laktoz içeriği (Sanul, 1990).

Süt Cinsi	İçerik	Referans
Lama Sütü	% 5,6	Johnson (1974)
Eşek Sütü	% 6	Hardinge ve ark. (1965)
Bufalo sütü ( Çin)	% 3,7	Johnson (1974)
Deve Sütü	% 3,3	Atherton ve Newlander (1982)
Köpek sütü	% 4	Atherton ve Newlander (1982)
Keçi Sütü	% 4,5	Posati ve Orr (1976)
Maymun Sütü	% 7	Nickerson (1974)
Bufalo Sütü	% 5,2	Atherton ve Newlander (1982)
Bufalo Sütü (Mısır)	% 4,9	Johnson (1975)
Kedi Sütü	% 4,9	Atherton ve Newlander (1982)
Tilki sütü	% 5,1	Johnson (1974)

Yoğurтта bulunan karbonhidratların en önemlisi laktozduur. Laktoz enerji kaynağı olmasından başka fizyolojik öneme de sahiptir. Özellikle yapısındaki galaktozun beyin dokusundaki glikolipitlerin kaynağını teşkil etmesi, serebrositlerin ve özellikle gençlerde sinir dokusunun sentezinde önemli olması, ona ayrı bir değer kazandırmaktadır (Kurt, 1984; Sezgin, 1989).

Çizelge 2.4. Bazı süt ürünlerinin laktoz miktarı (Anonymous, 1988).

Gıda Maddesi	Laktoz içeriği	Referans
Yağsız süt tozu	% 52	Hardinge ve ark. (1965)
	% 50	Kon (1972)
Tam yağlı süt tozu	% 38,1	Hardinge ve ark. (1965)
	% 37,5	Kon (1972)
Tereyağı	% 1	Welsch (1978)
	% 3,1- 8,4	Lee ve Lillibridge (1976)
	% 5,2 – 6,8	Welsh (1978)
Yoğurt ( az yağlı)	% 5,2 - 6,0	Hargrove ve Alford (1974)
	%7,0 – 7,7	Posati ve Orr (1976)
	% 2,4 – 2,8	Takahiro ve ark. (1982)
Yoğurt ( tam yağlı)	% 4,1	Hargrove ve Alford (1974)
	% 4,7	Posati ve Orr (1976)
Cheddar peyniri	% 4,5	Feeley ve ark. (1975)
Krem peynir	% 1,5 – 2,1	Hargrove ve Alford (1974)
	% 2,9	Welsh (1978)
Roquefort peyniri	% 2,0	Posati ve Orr (1976)

Bilindiği gibi laktoz (O-β-D-galaktopiranozil-(1→4)- β -D glukopiranoz) yalnızca sütte bulunan ve galaktoz ve glukoz moleküllerinin β (1→4) glikozidik bağı ile bağlanması sonucu oluşan indirgen bir disakkarittir (Geilman, 1993; Fennema, 1996; Gökalp vd., 1996). İnek sütünde laktoz içeriği ortalama 45 g/litre iken anne sütünde bu değer 70 g/litre'dir. Laktozun sindirilebilmesi için öncelikle aktif olarak absorbe edilebilen galaktoz ve glukoz hidrolize olması gerekmektedir. Başlıca intestinal laktaz, laktaz- florizin hidrolaz (LPH) (EC 3.2.1.23-3.2.1.62) olup bu enzim öncelikle ince bağırsakların üst kısımlarındaki enterositlerin yüzeyindeki brush border'ın (bağırsak epiteli yüzeyindeki fırça kılı biçimindeki yapılar) integral bir glikoproteinidir. Söz konusu temel β-galalaktosidazın sentezinden sonra ilgili enzim glikolizasyon ve kısmi proteoliz ile hücre içinde de değişime uğramakta ve ardından brush border'ın dış yüzeylerine transfer olmaktadır. Yetişkinlerdeki laktoz intoleransının en sık görülme şekli “yetişkin tipi hipolaktazy” (adult type hypolactasia) dir. Bu durum, yaş ile birlikte laktaz-florizin hidrolaz seviyesinin fizyolojik olarak düşmesinden kaynaklanmaktadır (Marteu et al., 1997)

Birçok insan,  $\beta$ -galaktozidaz eksikliği ya da yetersizliği nedeniyle laktozu tam olarak sindirememektedir. Bu nedenle de gaz, mide ağrısı ve diare gibi problemlerle karşılaşmaktadırlar. Bu kişilerin laktoz içermeyen diyetler yapmaları ya da laktozsuz gıdaları tüketmeleri gerekmektedir. Laktozun istenmediği durumlarda; laktozun hidrolizinin gerçekleştirilmesi, laktoz içermeyen yeni gıda ürünlerinin elde edilmesi gıda sektörü açısından önem taşıyan bir prosestir. Diğer sekerlere göre laktozun çözünürlüğü ve tatlılığı daha azdır. Higroskopik bir seker olarak laktoz, aroma ve kokuyu absorbe etmeye oldukça yatkındır. Bu nedenle de, iyi bir kontrol sağlanmazsa dondurulmuş gıdalarda (dondurma gibi) bozulmalara neden olabilir. Laktozun hidrolizlenmesi, gıda katkılarının çeşitlenmesini, enerji maliyetlerinin düşürülmesini ve laktozun kristalli yapısından kaynaklanan kumsu dokunun engellenmesini sağlayabilir. Laktoz hidroliz işlemi sonucunda altı karbonlu glikoz ve galaktoza parçalanır. Hidroliz işleminin amacı laktozun daha kolay sindirilebilir ürünlere dönüştürülmesidir. Ayrıca gıda sanayinde laktozsuz ürünlerin üretimine imkan vermektir (Numanoglu ve Sungur, 2004). Sütteki laktozun hidrolizlenmesi iki asit hidroliz ve enzimatik hidroliz olmak üzere iki yöntemle gerçekleştirilir:

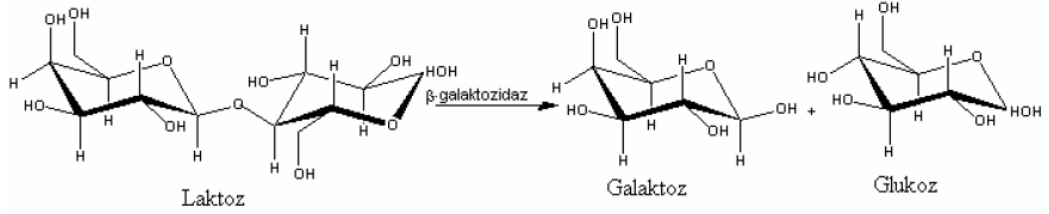
Asidik hidrolizde; asit çözeltisi ya da asidik iyon değiştirici reçineler kullanılarak ortam pH'ı 1-2 arasında olacak şekilde 150°C'de gerçekleştirilir. Reaksiyon çok hızlı gerçekleşir. Ancak, hidrolizlenmenin çok yüksek sıcaklıklarda olması dolayısıyla asitler, proteinler ve yağlar arasında oluşan ikincil reaksiyonlar, koku ve aromada oluşan yaygın değişimler, süt ve peynir altı suyunun besin değerlerinin azalması gibi nedenler dolayısıyla gıda maddelerindeki laktozun, asidik yöntemle hidrolizlenmesi yetersiz olmaktadır.

Herhangi bir ön işleme gerek duyulmaksızın elde edilen son ürünlerin bozulmadan kalması ve besin içeriğinde herhangi bir kayıp olmaması nedeni ile enzimatik hidrolizlenme teknik açıdan daha uygundur. Ayrıca, sıcaklık ve pH gibi reaksiyon koşullarının daha elverişli olması, proste enerji ve madde maliyetlerini azaltmaktadır. Ancak bu yönteminde bazı dezavantajları vardır.

Laktozun enzimatik hidrolizi; hayvanlar, bitkiler ve mikroorganizmalarda bulunan  $\beta$ -galaktozidaz enzimleri ile gerçekleştirilir. Endüstride, sadece mikroorganizmalardan elde edilen enzimler kullanılmaktadır. Enzim maliyetlerinin yüksek ve üretkenliğin az olması enzimatik hidrolizlenmede karşılaşılan problemlerdir. Bu problemlerde; daha kararlı enzimlerin kullanılması

ile en aza indirilebilmektedir (Ladero et al., 2001; Tanrıseven ve Doğan, 2002; Numanoglu ve Sungur, 2004).

Laktozun enzimatik yolla hidrolizi şematik olarak Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Laktozun enzimatik yolla hidrolizi

Laktoz, başta gıda sanayi olmak üzere tıpta ve ilaç sanayinde yaygın bir şekilde kullanılır. Gıda sanayinde öncelikle fırıncılık ürünleri, şekerlemeler, toz çorbalar, instant içecekler, soslar, et mamulleri, bebek maması, bazı fermente süt mamulleri ve asitli diyet gıdaların üretiminde laktozdan yararlanır. Laktoz dondurma ve asitli şekerlemelerde seker tadının dengelenmesinde kullanılır. Ayrıca, tat, koku ve renk maddelerini kolayca absorbe edebildiğinden gıda teknolojisinde taşıyıcı ajan olarak da değerlendirilir. Böylece tuzlu ve acı tat özneliklerini gizler ve ürünün tipik özelliklerinin belirginleşmesini sağlar. Bisküvi gibi bazı fırıncılık ürünlerinde kullanıldığında, bu ürünlerdeki proteinlerle tepkimeye girerek arzu edilen sarımsı-kahverengi rengi verir. Mayalar tarafından fermente edilemediği için bu fonksiyonel özelliğini pişirme işlemine kadar korur. Bebek mamalarının ve bazı özel diyet gıdaların hazırlanmasında, inek sütü anne sütüne benzetilmesinde de laktoza geniş ölçüde yer verilir. Çünkü laktoz, diyetetik etki bağlamında, yağ metabolizmasında rol oynayarak karaciğerde yağ birikimini önleyici etki yapmakta ve çok sayıda B vitaminin sentezlenmesini kolaylaştırmaktadır. Diğer yandan laktoz, ince bağırsaklarda bulunan β-galaktosidaz enzimi aracılığıyla glikoz ve galaktoza hidroliz olur. Oluşan glikoz ve galaktoz, ortak bir aktif taşıma mekanizmasıyla dolaşım sistemine emilir ve galaktoz karaciğerde kısa sürede glikoza çevrilir. Galaktozun başka bir metabolik fonksiyonu da, beyin gelişiminde rol oynamasıdır. Laktozla beslenen çocukların, diğer şekerlerle beslenenlerden daha iyi geliştikleri de kanıtlanmıştır. Ayrıca, laktozun beslenmede kalsiyum emilimini belirgin ölçüde iyileştirdiği, kemik ve diş oluşumunu kolaylaştırdığı da anlaşılmıştır. Bu nedenlerden dolayı, anne sütüyle beslenemeyen bebeklerde, inek sütüne sakkaroz yerine laktoz eklenmekte ve bebek mamalarının üretiminde, karbonhidrat oranının anne sütüyle

dengelenmesinde laktozdan yararlanılmaktadır. Öte yandan laktoz, antibiyotik üretiminde kullanılan mikroorganizma kültürleri için karbon kaynağı olarak değerlendirilmekte ve ilaç sanayinde asitli farmakolojik preparatların hazırlanmasında dolgu maddesi olarak, ya da tablet halindeki bazı ilaçlar için kapsül yapımında kullanılmaktadır (Üçüncü, 2004).

Genellikle fermentasyon esnasında sütteki laktozun yaklaşık üçte biri mikroorganizmalar tarafından kullanılmaktadır (Goodenough and Kleyn, 1975).

### 2.3. Beta Galaktozidaz

$\beta$ -galaktozidaz,  $\beta$ -galaktozidleri monosakkaritlerine hidrolizini katalizleyen hidrolaz sınıfı bir enzimdir.  $\beta$ -galaktozidaz için alternatif bir isim olarak laktaz kullanılabilir (Sezgintürk, 2007).

Süte *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus*, 37- 42°C 'de inkübe edilirse yoğurt oluşur. Fermente sütteki laktoz oranı, fermentasyonu yapan bakteriler ile ilgili olup *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*'dan 3 kat daha fazla laktaz içerir ( Rao et al., 1985). Birçok çalışma süt ürünlerinde laktozu indirgemeye odaklanmıştır (Kocak and Zadow, 1989). Bunu başarmanın en yaygın yöntemlerinden biri de enzim kullanmaktır (Zadow, 1986; Holsinger and Kligerman, 1991)

Enzimlerin özellikleri büyük farklılık göstermekle birlikte laktoz hidrolizinde kullanılan  $\beta$ -galaktozidaz enzimi hayvan, bitki ve mikrobiyal kaynaklardan ekstrakte edilebilir. Mikrobiyal kaynaklardan fazla miktarda enzim ekstrakte edilebilmektedir. (Palmer, 1985).

Mikrobiyal kaynaklardan elde edilen enzimler teknolojik açıdan daha kararlıdır çünkü mikroorganizmalardan yüksek verimli enzim üretilir ( Cavaille and Combes, 1995). *Aspergillus oryzae* ve *Kluyveromyces lactis* betagalaktozidaz enzim eldesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Holsinger and Kligerman, 1991; Jelen, 1993). Betagalaktozidaz enzimini genel olarak asidik ve nötral olmak üzere iki grup altında toplayabiliriz. Asidik laktoz optimum pH 4.5 da ve optimum 55°C'de aktivite gösterirken, nötral laktaz optimum pH 6.0 da ve 36-38 °C 'de aktivite göstermektedir (Jelen, 1993).

Ticari olarak üretilen  $\beta$ -galaktozidaz, *Kluyveromyces fragilis* ve *Kluyveromyces lactis* gibi mayalardan saflaştırılabildiği gibi *Aspergillus niger* ve *Aspergillus oryzae* gibi küflerden de elde edilebilmektedir. Fungal  $\beta$ -galaktozidaz, kontrollü fermentasyon ile *Aspergillus oryzae*'den üretilir. Enzimi verimli bir şekilde saflaştırabilmek ve farmasötik uygulamalarda kullanılabilecek kaliteye ulaştırabilmek için sofistike geri kazanım adımları uygulanmaktadır. Bunun yanında fungal  $\beta$ -galaktozidaz çok geniş bir sıcaklık ve pH aralığında laktozu hidrolizleyebilmesi ile karakterize edilmektedir.  $\beta$ -Galaktozidazın ticari olarak başlıca kullanım alanı sütteki laktozu hidrolizleyerek laktoz intoleranslı insanlar için uygun hale getirmektir.  $\beta$ -galaktozidaz ayrıca dondurma sanayinde de kullanılabilmektedir. Glukoz ve galaktoz, laktozdan daha tatlı olduğu için  $\beta$ -galaktozidazın bu anlamda katkısıyla dondurma daha hoş bir lezzete sahip olmaktadır. Bunun yanında, laktoz düşük sıcaklıklarda kristalleşebildiği halde onun yapıtaşları kristalleşmedikleri için dondurmanın daha yumuşak bir yapı kazanmasına yardımcı olurlar.  $\beta$ -galaktozidaz, kesilmiş sütün suyunun, şurup haline getirilmesi amacıyla da kullanılmaktadır.  $\beta$ -galaktozidaz, süte veya kesilmiş sütün suyuna 2000 U/kg süt olacak şekilde ilave edilip, bir gün boyunca 5 °C de bekletildiğinde, laktozun yaklaşık % 50 si hidrolizlenmekte ve ürün yoğunlaştırıldığında ya da dondurulduğunda kristallenmeyerek daha tatlı bir son ürün elde edilmektedir. Bununla birlikte çok az bir miktar  $\beta$ -galaktozidaz uzun ömürlü pastörize sütlere ilave edilerek, (20 U/kg süt, 20 °C de, 1 ay dayanıklı) laktozu azaltılmış sütlerin üretimi de gerçekleştirilmektedir. Genel olarak  $\beta$ -galaktozidazın ticari olarak kullanımı henüz tam anlamıyla çok yaygın ve hak ettiği yerde değildir. Bunun en önemli sebepleri; doğal olarak enzimlerin pahalı olması ve çoğunlukla düşük sıcaklıklarda çalışma zorunluluklarıdır ( Sezgintürk, 2007).

Karbonhidratların ileri düzeyde sindirimleri ince bağırsaktaki mukozal hücreleri tarafından salgılanan enzimler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu enzimlerin en önemlilerinden bir tanesi de  $\beta$ -galaktozidazdır. Aslında bazı durumlarda  $\beta$ -galaktozidaz sentezleyebilme yeteneği doğuştan olmayabildiği gibi, ilginçtir ki bazen de doğal olarak bireyde 2 yaşından sonra  $\beta$ -galaktozidaz eksikliği kendiliğinden başlayabilmektedir. Bazı durumlarda ise çok ileri yaşlarda bile herhangi bir  $\beta$ -galaktozidaz yetersizliği ile karşılaşmamaktadır. Bu duruma daha seyrek rastlanılmaktadır. Böyle durumlarda laktoz hidrolizlenemediği için bileşimindeki şekerler ince barsak tarafından absorblanamamaktadır. Dolayısıyla laktoz buradan kalın bağırsağa geçip kalın bağırsaklardaki bakteriler tarafından fermentasyona uğratılır ve bağırsaklardaki gaz(metan) oluşumu artar. Laktozun bu

gibi kişilerde sözü edilen yan etkilerinin giderilmesi açısından  $\beta$ -galaktozidaz'ın süt endüstrisindeki önemi oldukça büyüktür. B-galaktozidaz ile muamele sonucu; sütün içerdiği laktoz oranının azaltılması sonrasında kullanıma sunulmak amacıyla çeşitli endüstriyel prosesler geliştirilmiştir. Sütten laktozun uzaklaştırılması için geliştirilen teknolojik proseslerde  $\beta$ -galaktozidaz ya doğrudan ürüne katılır ya da uygun bir şekilde süt, immobilize enzim kolonundan geçirilir. Böylelikle laktozun, glukoz ve galaktoza hidrolizi gerçekleştirilir. Dolayısıyla laktoz intoleranslar için laktoz alımından dolayı meydana gelebilecek olası sorunların çözümü gerçekleştirilmiş olur. Bu nedenlerden dolayı süt endüstrisindeki laktoz oranı düşürülmüş süt hazırlama teknolojilerine yönelik çalışmalarda,  $\beta$ -galaktozidaz aktivitesinin pratik tayini de diğer önemli bir gereksinimi oluşturmaktadır.

Panesar vd. (2007), tarafından yapılan çalışmada, *Kluyveromyces marxianus* dan elde edilen  $\beta$ -galaktozidaz enzimini yağsız sütteki laktoz indirgenmesi için kullanılmış ve % 89 oranında süt laktozunun hidrolizini sağlamıştır.

Sener vd., (2006) tarafından yapılan çalışmada; alternatif bir metot olarak ultrasonikasyonun sütteki laktozun hidroliz kinetiğine etkisi incelenmiştir. Hidroliz reaksiyonları *Kluyveromyces marxianus* kaynaklı ticari  $\beta$ -galaktozidaz enzimi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Optimum çalışma şartları olan, 20 W akustik güç, %10 frekans aralığı ve 1 ml/L enzim konsantrasyonunda, ultrasonik uygulama %90 hidroliz derecesi ile sonuçlanmıştır. Enzim ise %25 oranında aktivite kaybetmiştir. Bu sonuçlar, sonikasyon uygulamasının sütteki laktozun hidrolizi için yararlı olduğunu göstermektedir.

Salgılama kabiliyeti, stabilite ve enzim arındırılmasının kolaylığı açısından *Bacillus* cinsi mikroorganizmalarda  $\beta$ -galaktozidaz enzimi üretimi için yaygın kullanılan bir mikroorganizmadır. Endüstride kullanılan en yaygın basil, *B. licheniformis*, *B. amyloliquefaciens* ve *B. subtilis* 'tir (Sani et al., 1999) *Lactobacilli* türleri endüstride genellikle probiyotik olarak kullanılır.  $\beta$ -galaktozidaz enzimi hücre içi enzimdir ve geleneksel fermentasyon ortamında hücre dışına bırakılırlar ( Wang et al., 1997). *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 11842, yoğurt üretiminde kullanılır. Laktozu hidrolizleyen betagalaktozidaz enzimi süt endüstrisinde kabul görmüş çok önemli enzimlerdendir.  $\beta$ -galaktozidaz iki önemli reaksiyonu katalizler. Bir tanesi süt şekeri olan laktozu glikoz ve galaktoza hidrolizlemesi, ikincisi ise transglikosilasyon reaksiyonlarını katalizlemesidir. Süt endüstrisinde  $\beta$ -

galaktozidaz laktoz kristalizasyonunu engellemek, tatlılığı geliştirmek, süt ürünlerinin çözünebilirliğini artırmak amaçlı kullanılır. Ayrıca düşük laktoz toleransı olan kişiler için laktoz içeriği düşük gıda üretimine, ayrıca çevre kirleticisi olan peynir altı suyundan yararlanmak için laktaz enziminden faydalanılır (Rouwenhorst et al., 1989; Sani et al., 1999).

Eğer laktoz hidrolizi için daha ekonomik metotlar bulunur ve uygun mikroorganizma kaynakları bulunursa laktozun daha fazla kullanımı ve süt endüstrisinde kullanımı artacaktır (Shah and Jelen, 1991; Bury and Jelen, 2000). Laktozsuz ürün üretiminde kullanılan enzimler çok saf proteinlerdir. Enzimler ne kadar saf ise fiyatları o kadar yüksektir. Bu sebeple laktozsuz süt üretmek laktozu indirgenmemiş normal süt üretiminden % 80 daha fazla pahalıdır (Burry and Jelen 2000). Laktoz hidrolizi için üretilen ticari enzimler çok çeşitlidir. (Jurado et al. 2002).

$\beta$ -galaktozidaz laktozu hidrolizleme özelliğinden dolayı yeni süt ve fermente süt ürünleri üretiminde kullanılmıştır. B-galaktozidaz enziminin endüstriyel, teknolojik uygulamaları ve çevresel avantajları Çizelge 2.5’de listelenmiştir (Gekas and López-Leiva, 1985; Jurado et al., 2002).

Çizelge 2.5. B-galaktozidazın uygulamaları (Gekas and López-Leiva, 1985; Jurado et al., 2002).

1.	Laktoz intoleransının eliminasyonu
2.	Aroma ve intestinal bakteriyel mikro floranın gelişmesi için laktoz hidrolizi süresince galakto-oligosakartlerin oluşturulması
3.	Süt ürünlerinin duyu ve teknolojik özelliklerinin geliştirilmesi
4.	Peyniraltı suyunun biyolojik olarak parçalanmasının büyük oranda sağlanması

Laktoz hidrolizi, bileşiminde laktoz bulunmayan yeni ürünlerin oluşturulması için yiyecek ve içecek endüstrisinde tercih edilen bir prostestir. Dünya nüfusunun büyük bir çoğunluğunda rastlanmakta olan laktoz intoleransı probleminin çözümlenebilmesi için sütteki laktozun uzaklaştırılması gerekmektedir.  $\beta$ -galaktozidazın insan bağırsağında bulunmasına rağmen bazı kişilerde yaşam boyunca hiç aktivite göstermediği veya aktivitesinin zamanla kaybedebildiği rapor edilmektedir (Pivarnik et al., 1995).

Laktoz intoleransı rastlanan kişilerin tüketimine sunulacak olan sütteki laktozun hidrolizi, laktozun kolay kristalize olabilmesi nedeniyle dondurma gibi donmuş yiyeceklerin kristallenmesini önlemek ve şekerleme üretiminde tatlılık oranını arttırmak için  $\beta$ -galaktozidaz kullanılmaktadır. Ayrıca fermente ve

alkolsüz içkilerin üretiminde (Pivarnik et al., 1995) ve fırıncılıkta mayanın gelişmesi için (Pomeranz, 1964)  $\beta$ -galaktozidaz enziminden faydalanılmaktadır.

Laktoz hidrolizi mekanizmasını ilk olarak *E.Coli* den elde edilen  $\beta$ -galaktozidaz ile açıklanmıştır (Prenosil et al., 1987).

$\beta$ -galaktozidazın gıda sanayinde laktozu hidrolizleme yeteneği ile gıda proseslerinde, peynir altı suyunda kullanım alanı bulmuştur. Ana kullanım alanı süt endüstrisinde düşük laktozlu süt üreterek toplumun çok büyük bir kısmında bulunan laktoz intoleransı hastasının ihtiyacını karşılamaktır. Laktoz asit ile de hidrolize edilebilmektedir fakat renk teşekkülü ve bozukluğu sebebi ile üretimde iyon değiştirici reçine kullanılmaktadır. Malzeme, enerji maliyetine gerek kalmaması ve sütün organoleptik özelliklerini değiştirmemesi sebebi ile enzimden elde edilen  $\beta$ -galaktozidaz enzimi ticari üretimlerde kullanılmak üzere tercih edilmektedir (Gekas and Lopez-Leiva et al., 1985). Düşük laktozlu süt, süt işleme sırasında pastörizasyon işleminden önce çiğ süte eklenmiş 24 saat bekletilerek üretilmiştir. Ardından laktoz hidrolizini durdurmak için süt pastörize edilmiştir. Buna ek olarak %70-%100 laktoz hidrolizi gerçekleşmiş düşük laktozlu süt, laktozu düşük cottage peyniri ve laktozu düşürülmüş işlenmiş peynir ticari olarak satılmaktadır (McBean et al., 1998)

Peyniraltı suyunda yüksek oranda bulunan laktozun geri kazanılmasıyla bisküvi, çikolata, dondurma, hazır çorba ve şarküteri ürünlerinin imalatında belirli oranlarda kullanıldığında süt tozunun yerine kullanılabilen bir ürün elde edilmekte ve aynı zamanda ekonomiye katkı sağlanmaktadır (Uhlig, 1998).

Bakteriyel kaynaklar, kolay fermantasyon, yüksek enzim aktivitesi ve iyi stabilite özelliği göstermesi sebebi ile tercih edilir. Çizelge 2.6'da  $\beta$ -galaktozidaz üreten mikroorganizmaların listesi görülmektedir (Godfrey and West, 1996)

Birçok mikroorganizma yüksek  $\beta$ -galatozidaz aktivitesine sahip olması sebebi ile ticari olarak kullanılmaktadır. Mayalar (hücre içi enzim) mantar ve küfler (hücre dışı enzim)  $\beta$ -galaktozidaz enzim üreticisi olarak bilinmektedir (Gekas and Lopez-Leiva 1985). Değişik kaynaklardan elde edilen  $\beta$ -galatozidaz enziminin özellikleri, Çizelge 2.7'de verilmiştir.

Çizelge 2.6.  $\beta$ -galaktozidaz enzimi üreten organizmaların listesi (Godfrey and West, 1996).

Kategori	Kaynak	Ürün Adı	Yorum
Maya	<i>Candida pseudotropicalis</i> <i>Kluyveromyces</i> ( <i>Saccharomyces</i> ) <i>fragilis</i> <i>Kluyveromyces lactis</i>	Neutral Lactase Hydrolact Maxilact	Peynir altı suyu hidrolizi Peynir altı suyu hidrolizi Peynir altı suyu hidrolizi
Hayvansal organlar	Bağırsak Beyin ve Deri		
Bakteri	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Lactobacillus bulgaricus</i> <i>Lactobacillus belatericus</i> <i>Lactobacillus crispatus</i> <i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Lactobacillus pentosus</i> <i>Streptococcus lactis</i> <i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Thermus aquaticus</i>	Acidophilus (Wakunaga Probiotics)	Laktaz enzimi içerirler.
Mantar	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus foetidus</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus oryzae</i> <i>Aspergillus phoenicis</i> <i>Curvularia inaequalis</i> <i>Mucor meibei</i> <i>Mucor pusillus</i> <i>Neurospora crassa</i>	Valio Lactase F Amano Enzeco	Peynir altı suyu hidrolizi için
Bitkiler	Badem Kayısı Kahve çekirdeği Kefir tanesi Şeftali		

Çizelge 2.7. Ticari  $\beta$ -galaktozidaz enzimleri (Gekas and López-Leiva, 1985)

<p>1-<i>Aspergillus niger</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baxter Laboratories, USA</li> <li>- Dairy Food Labs, USA</li> </ul> <p>2-<i>Kluyveromyces</i> veya <i>Saccharomyces lactis</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gist-Brocades, Holland</li> <li>- Nutritional Biochemical, USA</li> </ul> <p>3- <i>Kluyveromyces</i> veya <i>Saccharomyces fragilis</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kyowa Hakko Kogyo, Japan</li> <li>- Novo A/S, Denmark (Lactozym)</li> </ul> <p>4-<i>Escherichia coli</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CF Boeringer GmbH, Mannheim, Germany</li> <li>- Worthington Biochemical Corp, USA</li> </ul> <p>5-Maya kaynaklı <math>\beta</math>-galaktozidaz enzimi üreticisi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- British Drug House, England</li> <li>- DEBI, Italy</li> </ul> <p>6-Hüf kaynaklı <math>\beta</math>-galaktozidaz üreticisi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Miles Laboratories, USA</li> </ul>
---

Maya kaynaklı laktaz enziminin optimum pH aralığı 6.0-7.0 .fungal kaynaklı laktaz enziminin optimum pH aralığı 2.5-4.5 ve bakteriyel kaynaklı laktaz enziminin optimum pH değeri optimum 6.5-7.5 aralığındadır. Bu sebeple fungal kaynaklı laktaz enzimi asidik peynir altı suyu hidrolizinde kullanılmaktadır. Laktaz enzimlerinin ticari uygulama şekilleri Çizelge 2.7’de gösterilmiştir. (Gekas and López-Leiva 1985).

#### **2.4. Laktoz İntolerans Tipleri ve Görülme Sıklığı**

Laktoz eksikliğini başlıca konjenital, birincil ve ikincil olmak üzere 3 tiptir. Bunların arasında en yaygın olanı konjenital  $\beta$ -galaktozidaz eksikliğidir. Bu rahatsızlıkta  $\beta$ -galaktozidaz seviyesi sıfırdır veya doğumda çok hızlı bir düşüş gösterir ve hayatları boyunca  $\beta$ -galaktozidaz seviyeleri hep çok düşük kalır. Bu bebekler tüm hayatları boyunca laktozsuz ürün tüketmek zorundadır. Aksi takdirde doğumdan birkaç gün sonra şiddetli diyalel rahatsızlıkları yaşarlar. (Miller et al, 2000). Birincil  $\beta$ -galaktozidaz eksikliği ise  $\beta$ -galaktozidaz aktivitesinin süttten kesilmenin ardından 2 ila 20 yıl içerisinde oranında azalma meydana gelmesinden kaynaklanır. Bu azalma genetikten kaynaklanmaktadır. Ana belirtileri dehidrasyon, düşük kalsiyum absorpsiyonu, ishal, gaz, karın şişliği, geğirme ve kramp gibi semptomlar görülür (Shukla, 1975).

İkincil laktoz intoleransı küçük bağırsakta yapılan cerrahi işlemler, gastrektomi ve bağırsak epitelinde meydana gelen iltihabi rahatsızlıklar sebep olmaktadır. Bağırsak dokuları iyileştiğinde  $\beta$ -galaktozidaz aktivitesi tekrar geri kazanılmaktadır. Bu sebeple çok şiddetli laktoz intoleransı semptomları görülmez (Vesa, 2000).

Yaş ve etnik köken laktoz intolerans seviyesini belirleyen unsurlardır. Siyah ırk ve Asyalılarda genelde erken yaşlarda hastalık kendini gösterirken, beyaz ırklarda çocukluktan sonraki yıllarda da hastalık kendini göstermektedir.

Novalin et al., (2005) tarafından yapılan çalışmada; süttteki laktozun enzimatik hidrolizi derin fiber reaktörde incelenmiştir. Mezofilik  $\beta$ -galaktozidaz enzimi aktivitesi süt akış hızı enzim aktivitesi gibi proses parametreleri ile incelenmiştir. 23°C, 120 U/ml enzim aktivitesi ve 9.9 L/h süt akış hızında %78.11 oranında düşüş gerçekleşmiştir

B-galaktozidaz laktozu glikoz ve galaktoza enzimatik olarak hidrolizini katalize eder. galaktozidaz enzimleri mikroorganizmalarda, bitki ve hayvan dokularında yaygın olarak bulunmakta ve böylece doğada çok geniş bir alana yayıldığı görülmektedir. Laktozun hidrolizasyonu, yapılarında hiç laktoz bulunmayan yeni ürünlerin geliştirilmesi için gıda endüstrisinde teşvik edilen bir yöntemdir. Sütteki laktozun tamamen elimine edilmesi, dünya nüfusunun büyük bir kısmındaki ( yaklaşık ) % 70 laktoz intoleransı problemini çözmek demektir. Bununla birlikte laktoz hidroliz ürünleri (glikoz ve galaktoz) laktozla kıyasladığı zaman düşük çözünürlük ve düşük.tatlılıkta şeker ürünlerdir (Pessela et al., 2003).

Laktoz hidrolizi enzim miktarı, reaksiyon süresi, reaksiyon sıcaklığına göre değişmektedir. Fakat pH değeri ortalama 6 ile 7 arasında olmalıdır. Çizelge 2.8’de %5 ortalama laktoz içeren süt veya peynir altı suyuna eklenmesi önerilebilecek enzim miktarları verilmiştir ( Novo Nordisk A.S, 1997)

Çizelge 2.8. Önerilen  $\beta$ -galaktozidaz miktarı (Novo Nordisk A.Ş, 1997).

Lactozym 3000 L HG dozaj miktarı (ml/l)	Reaksiyon süresi (Saat)	Reaksiyon sıcaklığı	Hidrolizasyon dereesi (%)
0.3-0.5	10	5	20
0.1-0.2	24	5	20
0.5-0.9	1	30	20
0.1-0.2	4	30	20
0.2-0.4	1	40	20
0.05-0.1	4	40	20
1.0-1.6	10	5	50
0.5-0.7	24	5	50
2.1-3.1	1	30	50
0.5-0.8	4	30	50
0.9-1.4	1	40	50
0.2-0.4	4	40	50
3.5-5.4	10	5	80
1.5-2.2	24	5	80
6.9-10.4	1	30	80
1.7-2.6	4	30	80
2.9-4.4	1	40	80
0.7-1.1	4	40	80

Yoğurta yapıyı değiştirmek ve kütle halinde inkübe etmeyi sağlamak için stabilize maddeler kullanılması tüm dünyada görülmektedir ( Boyle,1972). Jelatin, agar ve sodyum kazeinat kullanımının yoğurt kalitesine etkisi üzerine yapılan çalışmada stabilizatör katılan yoğurtların 14 günlük depolama sürecinde bazı kalite kriterleri değişimi incelenmiştir. En az serum ayrılması %2 Sodyum kazeinat katkılı örneklerde gözlenmiştir. Bu çalışmada kazeinat katılması oranındaki artışla serum ayrılması azalmıştır. %1, %1.5, %2 oranında sodyum kazeinat katılan yoğurtların katılma miktarı arttıkça duyusal olarak kumluluk ve yavan tat algılanmış ve daha az duyusal puan almışlardır ( Tayar vd., 1995).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Süt**

Yoğurt üretimi için inek sütü Sakıpağa Gıda A.Ş'den sağlanmıştır.

##### **3.1.2. Starter kültür**

Yoğurt üretiminde Bulkset Y532 ve Bulkset Y621 liyofilize yoğurt kültürü (Danisco A.S.) kullanılmıştır. Her iki yoğurt kültürünün de bileşimi *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* içermektedir.

##### **3.1.3. Enzim**

Araştırmada ticari betagalaktozidaz enzimi olan Lactozym 3000L HG enzimi (Novo Nordisk A/S) kullanılmıştır.

##### **3.1.4. Sodyum kazeinat**

Yoğurt üretiminde kullanılan sodyum kazeinat Smart Kimya Ltd. Şti. tarafından temin edilmiştir.

##### **3.1.5. Ambalaj materyali**

Araştırmada Sakıpağa Gıda A.Ş. 'de yoğurt üretiminde kullanılan 250g'lık polistiren palstik ambalaj malzemeleri kullanılmıştır.

##### **3.1.6. Üretimde kullanılan alet ve ekipmanlar**

Araştırmada Sakıpağa Gıda A.Ş. süt işletmesinde bulunan alet ve ekipmanlar kullanılmıştır.

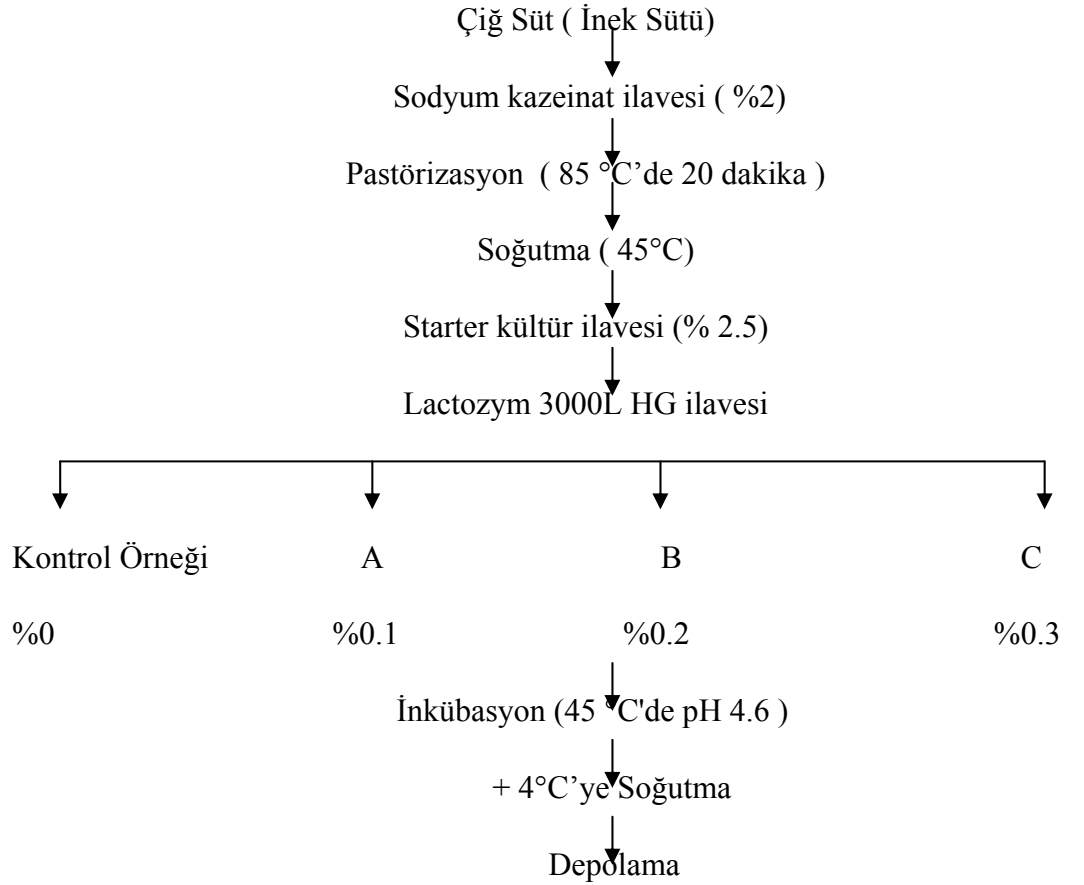
### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Starter kültürün hazırlanması

Liyofilize kültürden işletme kültürü eldesinde hazırlanan %12 yağsız kurumaddeli süt kullanılmıştır. Süt 90°C 'de 15 dakika pastörize edilmiş ve 45°C'ye soğutulmuştur. İçerisine aseptik koşullarda 3 birim Y532, 1 birim Y621 starter kültür ilave edilmiş ve pH değerinin 4.5-4.6 ya düşmesi sağlanmıştır. Daha sonra +4°C sıcaklıkta muhafaza edilen kültürden % 2.5 oranında kullanılmıştır.

#### 3.2.2. Yoğurt üretimi

Yoğurt üretim akış şeması Şekil 3.1 de verilmiştir. Bursa Gıda Kontrol Araştırma Enstitüsünde yapılan laktoz ve protein tayinleri için süt ve yoğurtları +4°C'lik ortamda muhafaza edilmiştir. Depolamayı takiben 1. ,5. ve 10. günlerde yoğurtların fiziksel, kimyasal ve duyu analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.1. Deneme yoğurtların üretim akış şeması

1. Çiğ Süt Alım: Sakıpağa Gıda A.Ş'den alınana sütün kurumadde, yağ, asitlik, pH, protein, laktoz analizleri yapılmıştır.
2. Sodyum Kazeinat İlavesi: Soğuk süte karıştırılan sodyum kazeinat mikser yardımı ile eritilmiştir.
3. Pastörizasyon: Süt sodyum kazeinat ilavesinin ardından 85°C'de 20 dakika pastörize edilmiştir.
4. Mayalama sıcaklığına soğutma: Pastörizasyon işlemi tamamlanan süz hızla 45°C'ye soğutulmuştur.
5. Kaplara dolum: Pastörize edilmiş ve soğutulmuş süt kültürlenmek üzere kaplara alınmıştır.
6. Kültür ilavesi: Araştırmada yoğurt kültürü içeren işletme kültüründen %2.5 oranında aşılama gerçekleştirilmiştir.
7. Enzim ilavesi: Laktozu indirgenmiş yoğurt üretimi için kaplara alınan kültürlenmiş sütlere Lactozym 3000L HG betagalaktozidaz enzimi %0, %0.1, %0.2 ve %0.3 oranında katılmıştır.
8. İnkübasyon: Enzimi ve kültür ilave edilmiş süt, pH derecesi 4,6 değerine ulaşıncaya kadar ortalama 3 saat inkübe edilmiştir.
9. Soğutma: İnkübasyon bitiminde yoğurtlar +4°C depoda soğutulmuştur.
10. Depolama: Yoğurtlar Sakıpağa Gıda A.Ş. işletmesinde bulunana soğuk hava deposunda depolanmıştır. Depolamanın 1., 5., ve 10. günlerinde analizleri yapılmıştır.

### 3.2.3.Çiğ sütte fiziksel ve kimyasal analizler

- Kurumadde miktarı

Çiğ sütte kurumadde gravimetrik yöntemle gerçekleştirilmiştir (Yaygın vd., 1985)

- Yağ miktarı

Çiğ sütte yağ içeriği Gerber yöntemi ile tespit edilmiştir (Yaygın vd., 1985).

- Yağsız kurumadde miktarı

Çiğ sütte yağsız kurumadde içeriği kurumadde değerinden yağ miktarı çıkarılarak hesaplanmıştır (Yaygın vd., 1985).

- Protein miktarı

Çiğ sütte protein tayini Bursa Gıda ve Kontrol Araştırma Enstitüsü (Bursa)'nde Kjehldahl meodu ile belirlenmiştir (Anonymous, 1983).

- Laktoz miktarı

Çiğ sütte laktoz tayini Bursa Gıda Kontrol ve Araştırma Enstitüsü (Bursa)'nde Lane Eynon metodu ile belirlenmiştir (Anonymous, 1983).

- Asitlik değeri

Çiğ sütte asitlik titrasyon metodu ile belirlenmiş ve sonuçlar laktik asit olarak ifade edilmiştir (Anonymous,1983).

- pH değeri

Crison marka pH-25 model pH metre ile belirlenmiştir.

### 3.2.4. Yoğurt örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler

- Kurumadde miktarı

Yoğurtlarda kurumadde tayini gravimetrik yöntemle gerçekleştirilmiştir (Yaygın vd., 1985).

- Yağsız kurumadde miktarı

Yoğurtlarda yağsız kurumadde miktarı kurumadde değerinden yağ miktarı çıkarılarak bulunmuştur. (Yaygın vd., 1985).

- Yağ miktarı

Gerber yöntemi ile yapılmıştır (Yaygın vd.,1985).

- Protein miktarı

Yoğurtta protein tayini Bursa Gıda ve Kontrol Araştırma Enstitüsü (Bursa)'nde Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir. ( Anonymous, 1983).

- Laktoz miktarı

Yoğurtlarda laktoz tayini Bursa Gıda Kontrol ve Araştırma Enstitüsü (Bursa)'nde Lane Eynon metodu ile belirlenmiştir (Anonymous, 1983).

- Asitlik değeri

Yoğurtta asitlik titrasyon metodu ile belirlenmiş ve sonuçlar laktik asit olarak ifade edilmiştir (Anonymous, 1983).

- Tirozin miktarı

Yoğurt örneklerinde tirozin tayini Citti et al. (1965)'a göre yapılmıştır. Yoğurt örneklerinden 1 g örnek alınarak cam tüp içerisine konmuştur. Üzerine 4 ml. Saf su ve 10 ml 0,72 N TCA ilave edilmiş ve çalkalanarak karanlıkta 10 dakika dinlendirilmiştir. Whatman No: 42 filtre kağıdından süzülerek 5 ml. süzüntüye 10 ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  çözeltisi ( 75g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ve 10g  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$

tartılarak 500 ml'ye tamamlanıp karıştırılır.) ve 3ml folin çözeltilisi ( 1:2 folin:su) ilave edilmiştir. 4500 devir/dakika santrifüje dildikten sora berrak kısımda alınan örnek 650 nm'de spektrofotometrede analiz edilmiştir. Uygun aralıklarda tirozin standardı hazırlanarak regresyon denklemi yardımıyla tirozin miktarı hesaplanmıştır. ( Citti et al., 1963)

- pH

Crison marka pH-25 model pH metre ile bakılmıştır. pH metre yoğurt örneklerine batırıldıktan sonra ekrandaki pH değeri sabitlenene kadar beklenmiş ve değer kaydedilmiştir.

- Viskozite

Yoğurtları viskozite değeri Brookfield Viscometer DV-11 + Pro Model D 220 viskozimetre ile örnekler 20°C'de 5 rpm'de LV3 spindle ile ölçülmüştür.

- Enzim Aktivasyonu Tayini

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümünde yapılan bu çalışmada alınan 1 ml  $\beta$ -galaktozidaz enzimi 4 ml substrat çözeltilisinde 37°C'de 15 dakika inkübasyona bırakılmış ve süre bitiminde karışımdan 1 ml alınarak içerisinde 1 ml sodyum karbonat bulunan tüplere aktarılmış ve üzerine 8 ml su ilave edilmiştir. Çözelti 420 nm de absorbansı ölçülerek enzim aktivitesi hesaplanmıştır.

- Duyusal Değerlendirmeler

Yoğurtlarda duyusal değerlendirme Uysal vd., (2004)'de belirtilen duyusal değerlendirme skalasından yararlanılarak yapılmıştır. Bu amaçla yoğurtlar tesadüfi olarak belirlenen panelistler tarafından görünüm, koku, tat, kıvam ( ağızla ve kaşıkla) ve genel özellikler açısından değerlendirilmiştir. 12 panelistin 4 tanesi üniversite mezunu orta yaşlı, 8 tanesi de lise mezunudur. Panelistlerin 6 tanesi erkek 6 tanesi bayan seçilmiştir. Panelisler yoğurt konusunda ve üretiminde fiilen çalışan proses işçileri ve yoğurt konusunda bilgili akademisyenlerden oluşmaktadır. Yoğurtların duyusal değerlendirilmesinde kullanılan puanlama testi Çizelge 3.1'de verilmiştir.(Uysal vd., 2004).

Çizelge 3.1. Yoğurtların duyuşal değerlendirme cetveli (Uysal, 2004).

<b>DIŞ GÖRÜNÜŞ</b>	5 puan	-Parlak, süt renginde, serum ayrılması olmamış, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan temiz, homojen
	4 puan	-Süt renginde, serum ayrılması olmamış, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan
	3 puan	-Mat, az sayıda çatlak bulunan çok az serum ayrılması olmuş, temiz
	1-2 puan	-Süt renginden farklı değişik renk meydana gelmesi, çok sayıda çatlak, gaz kabarcığı bulunan serumu ayrılmış, kirli.
<b>KIVAM (Kaşıkla)</b>	5 puan	-Kaşıkla alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda, mütenacis, karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık, serumu hemen ayrılmayan.
	4 puan	-Alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda, homojen, karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık, serumu az ayrılan
	3 puan	-Alınan kesitte akıcılığı az, hafif pütürlü yapıda karıştırıldıktan sonra akıcı ve serumu hemen ayrılan
	1-2 puan	-Alınan kesitte çok akıcı homojen olmayanve pütürlü, karıştırıldıktan sonra çok akıcı, hemen ve fazla miktarda serumu ayrılan dipte tortu bulunduran
<b>KIVAM (Ağızda)</b>	5 puan	-Dille damak arasında kolay dağılmayan, dolgun yapıda, homojen
	4 puan	-Dille damak arasında az dağılan, homojen, dolgun yapıda
	3 puan	-Ağıza alındığında, hafif pütürlü
	1-2 puan	-Dille damak arasında tutulmayan, akıcı, homojen olmayan, pütürlü yapıda
<b>KOKU</b>	4-5 puan	-Kendine has hoş kokuda
	3 puan	-Kendine has olmayan veya yabancı koku ihtiva ede
	1-2 puan	-Kendine has olmayan, alkolümsü, yanık veyayabancı koku ihtiva eden
<b>LEZZET</b>	5 puan	-Kendine has hafif ekşimsi lezzette olan
	4 puan	-Hafif ekşimsi veya hafif tatlımsı
	3 puan	-Ekşimsi, hafif acımsı, hafif küfümsü, hafif sabunumsu, veya hafif yanık lezzette olan ve benzeri yabancı lezzet içeren
	1-2 puan	-Aşırı derecede ekşimsi, acımsı, küfümsü, sabunumsu, yanık lezzette olan ve benzeri yabancı lezzet içeren

<b>ÖZELLİKLER</b>	<b>K</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Dış Görünüş</b>				
<b>Kıvam(Kaşıkla)</b>				
<b>Kıvam(Ağızla)</b>				
<b>Koku</b>				
<b>Lezzet</b>				

- İstatistiksel değerlendirmeler

Denemeler 4 deneme 3 tekerrür olacak şekilde gerçekleşmiştir. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde SPSS 15.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizler yapılırken kümyasal analiz bulguları ANOVA Oneway ve Duncan parametrik testleri ile belirlenirken, duyuşal derlendirmeler nonparametrik testlerden Kruskall-Wallis ve Mann Whitney testleri kullanılarak karşılaştırılmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde araştırmalarda elde edilen bulgular ve bulgulara ilişkin yorum ve tartışmalara yer verilmiştir.

##### 4.1. Yoğurda İşlenen Sütlerin Genel Özellikleri

Tüm yoğurt örneklerinde olduğu gibi, yoğurdun kalite özellikleri açısından, hammadde olarak kullanılan çiğ sütün bileşimi ve özellikleri önem taşımaktadır. Laktozu indirgenmiş yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütün bileşimi ve bazı özellikleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1 de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yoğurt üretiminde kullanılan sütün nitelikleri

Özellik	Değer
Kurumadde (%)	11.97±0.05
Yağsız Kurumadde (%)	8.47±0.03
Yağ (%)	3.50±0.02
Protein (%)	3.42±0.01
Laktoz (%)	4.32±0.02
Asitlik (% Laktik asit)	0.16±0.01
pH	6.54±0.14

Türk Gıda Kodeksi Çiğ ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne göre çiğ inek sütü en az % 2.8 protein, % 3.5 yağ ve laktik asit cinsinden asitlik değeri % 0,135 ile % 0,2 arası olması gerekmektedir. Buna göre yoğurtların üretiminde kullanılan çiğ inek sütü Türk Gıda Kodeksi Çiğ ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne uygunluk göstermektedir. ( Anonymous, 2009).

## 4.2. Yoğurt Örneklerinin Kimyasal Özellikleri

Üretilen deneme yoğurtlarında kontrol örneği (enzim ilave edilmemiş yoğurt) K, enzimin % 0,1 oranında eklendiği yoğurt A, enzimin % 0,2 oranında eklendiği yoğurt B ve enzimin % 0,3 oranında eklendiği yoğurt C harfi ile kodlanmıştır.

### 4.2.1. Kurumadde

Deneme yoğurtlarda sodyum kazeinat ilavesiyle kurumaddenin yükseltilmesi ile laktoz miktarının oransal olarak azaltılması amaçlanmış ve yapı olarak daha sıkı bir yoğurt üretilmesi amaçlanmıştır. Deneme yoğurtlarının yağ miktarı depolamanın yalnız 1. günü analiz edilmiş olup yapılan varyans analizinde ve Duncan testinde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ )

Yoğurtlarda kurumadde analizi yalnız depolamanın birinci günü yapılmış olup yoğurt örneklerinin kuru madde değerleri incelendiğinde en düşük değer % 14.92 olarak A yoğurtlarında, en yüksek değer ise % 15.05 olarak K yoğurtlarında bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü kurumadde değerleri

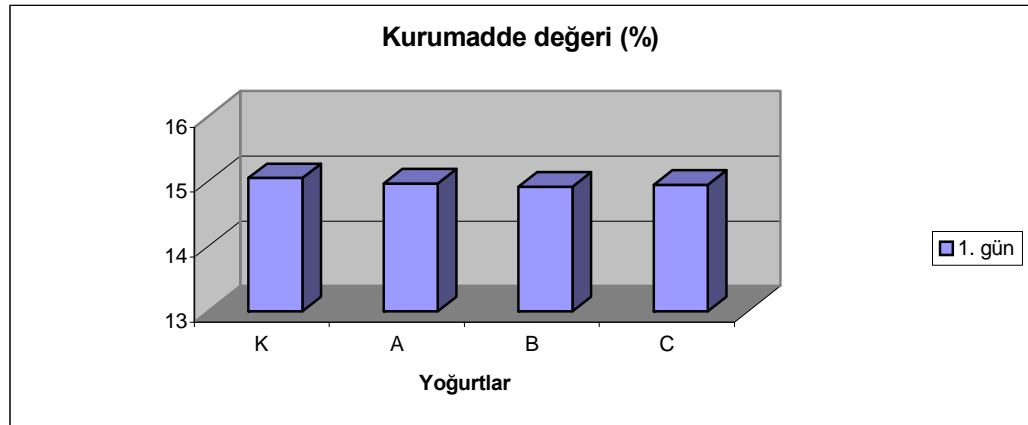
Yoğurt Örnekleri				
K	A	B	C	
15.05± 0.034 <sup>a</sup>	14.97±0.055 <sup>b</sup>	14.92±0.305 <sup>b</sup>	14.95±0.0208 <sup>b</sup>	p<0.05

a, b, c, d: Günlerin kendi içindeki gruplar arası karşılaştırılması

Yalçınkaya vd. (2003)'e göre yoğurtta kurumadde miktarı 9 adet çalışma örneğinde %17.25 ile %19.22 arasında, O'Neil et al., (1979)'a göre %14.5, Desai et al. (1994)'a göre %22.00, Park (1994)'a göre %11.15, Musaigera et al. (1998)'a göre %14.60, Park (2000)'a göre %17.7, Kınık ve Akbulut (2001)'a göre %15.55, Akın (1997)'e göre %12.47 ile %12.50 arasında, Ergüllü ve Demiryol (1983)'a göre %10.769, Yaygın (1981)'e göre %10.50 ile %12.862 arasında, Küçükakgöl vd. (2009)'a göre %14.07 Gönç, (1986)'a göre süt tozu katılmamış yoğurtlarda

%10.478 ile 12.923, süt tozu katılmış yoğurtlarda %11.044 ile %16.850 arasında bulunmuştur.

Sozua (1979) yoğurtların kuru madde oranını %28,00 ve %30,50, Opdahl and Baer (1991) %31,8, İzmen (1959) %13.78–19.50 arasında değiştiğini, Eralp (1967) %13.405–23.708 arasında olduğunu, Eralp ve Kaptan. (1970), %13.78–17.76 arasında olduğunu bildirmiştir. Davis and McLachlan (1974), yaptığı çalışmada yoğurtların kurumadde değerini %11.56–17.38, Mert (1976) %9.38, Sezgin (1979) %17.39, Kurdal ve Demirci (1980) %12.15, Kaptan ve Gürsel (1984), %11.77–16.02 arasında Koçhisarlı ve Ergül (1987), %9.05–14.25 arasında Tamime et al. (1987) %15.92–18.71 arasında, İbrahim vd. (1989) %12.00–18.99 arasında, Fayed et al. (1989) %15.20 olarak, Öz (1990), %15.88 Yazıcı (1991) %7.47–15.05 arasında, Azgın (1993) %11.85–14.11 arasında, Dayısoylu (1992), %9.04–13.70 arasında, Tayar vd. (1993) %16.46, Younus et al. (2002) %12.93–15.73 arasında bulmuşlardır.



Şekil 4.1. Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü kurumadde miktarlarındaki değişim

Çizelge 4.2 incelendiğinde yoğurtlara ait ortalama kurumadde değeri Yalçınkaya vd (2003), Desai et al., (1994), Park, (2000), Kınık ve Akbulut (2001), Sozua (1979), Opdahl et al., (1991), İzmen (1959), Eralp (1967), Eralp ve Kaplan, (1970), Sezgin (1979), Tamime et al. (1987), Fayed et al. (1989), Öz (1990), Tayer et al. (1992), Ergül vd. (1990)'a göre daha düşük olmakla birlikte, O'Neil et al., (1979), Park (1994), Musaigea et al. (1998), Akın (1997), Ergüllü ve Demiryol (1983), Yaygın (1981), Küçükakgöl vd.. (2009), Gönç (1986), Mert (1976), Kurdal ve Demirci (1980), Koçhisarlı ve Ergül (1987), Yazıcı (1991), Azgın (1993), Dayısoğlu (1992)'na göre yüksek olduğu tespit edilmiştir..

#### 4.2.2. Yağsız kurumadde

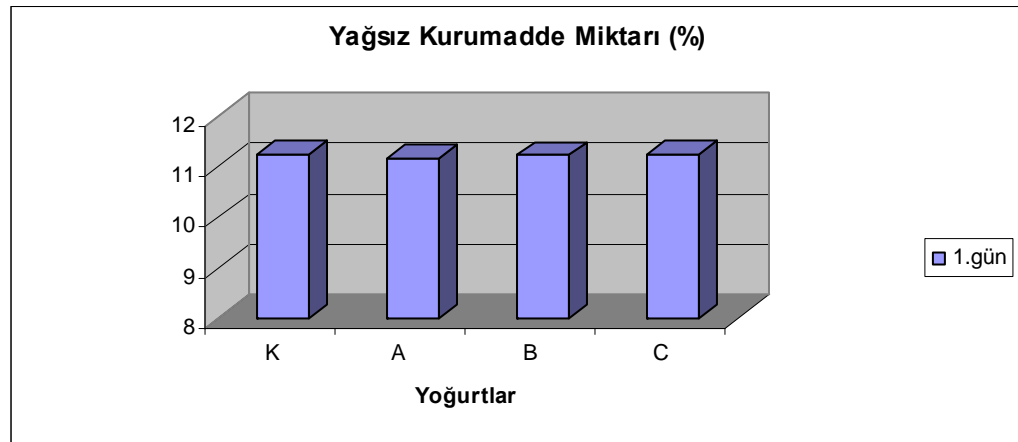
Yoğurtlarda yağsız kurumadde analizi yalnız depolamanın birinci günü yapılmış olup Çizelge 4.3 incelendiğinde yoğurt örneklerinin yağsız kurumadde değerleri en düşük % 11.17 olarak C örneklerinde, en yüksek yağsız kurumadde değeri ise K örneklerinde % 11.24 olarak tespit edilmiştir. Yapılan varyans analizi ve Duncan testinde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.05$ )

Çizelge 4.3. Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü yağsız kurumadde miktarları (%)

Yoğurt Örnekleri				
K	A	B	C	
11.25±0.034	11.17±0.055	11.22±0.305	11.25±0.208	$p > 0.05$

a, b, c, d : Günlerin kendi içindeki gruplar arası karşılaştırılması

İzmen (1959), yapmış olduğu araştırmada yoğurtların yağsız kuru madde miktarlarını %9.31–13.28 arasında, Eralp (1967) %9.321–14.608 arasında, Eralp ve Kaptan (1970) %9.70–13.76 arasında, Davis and McLachlan (1974) %8.12–15.30 arasında, Sezgin (1979) %12.36, Koçhisarlı ve Ergül (1987) %7.25–10.85 arasında, İbrahim vd. (1989) %7.25–10.85 arasında, Akyüz ve Coşkun (1990) %9.11 olduğunu belirtmiştir. Yazıcı (1991) %6.58– 11.54 arasında, Dayısoylu (1992), %3.81–9.70 arasında, Azgın (1993) %8.24–10.32 arasında, Younus et al. (2002) %9.94–12.78 arasında bulunduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.2. Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü yağsız kurumadde miktarlarının değişimi

Çizelge 4.3 incelendiğinde yoğurtlara ait ortalama yağsız kurumadde miktarı Öz (1990), Tayer vd. (1993), İzmen (1959), Eralp (1967), Eralp ve Kaplan (1970), Sezgin (1979)'a göre düşük, İbrahim vd. (1989), Yazıcı (1991), Azgın (1993), Dayısoğlu (1992), Yaygın vd. (1977), Akyüz ve Coşkun (1995), Koçhisarlı ve Ergül (1987)'e göre yüksek ve Younus et al. (2002), Davis and McLachlan (1994)'e göre yakın değerler tespit edilmiştir.

### 4.2.3. Yağ miktarı

Deneme yoğurtlarının yağ miktarı depolamanın yalnız 1. günü analiz edilmiş olup yapılan varyans analizinde ve Duncan testinde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ )

Çizelge 4.4. Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü yağ miktarları (%)

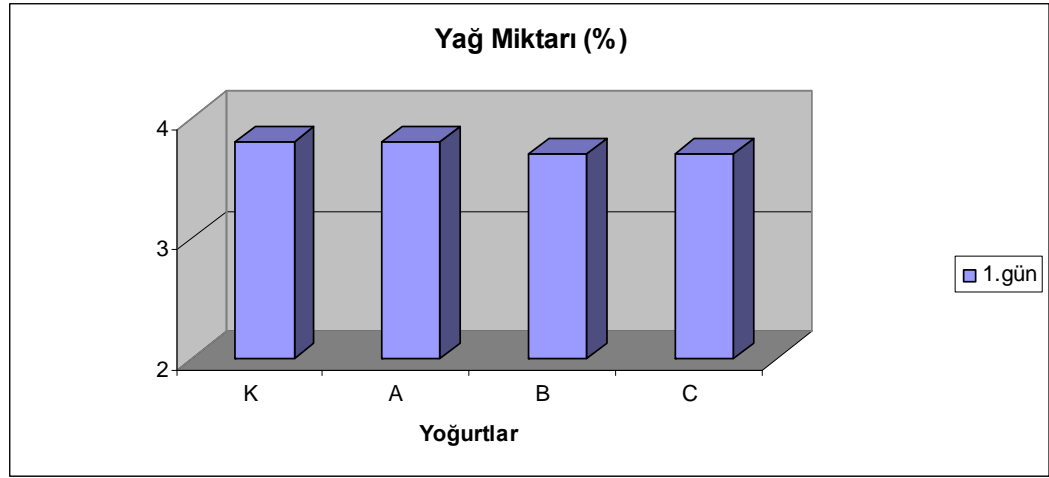
Yoğurt Örnekleri				
K	A	B	C	
3.80±0.00 <sup>a</sup>	3.80±0.00 <sup>a</sup>	3.76±0.057 <sup>a</sup>	3.70±0.00 <sup>b</sup>	p<0.05

a, b, c, d: Günlerin kendi içindeki gruplar arası karşılaştırılması

Türk Gıda kodeksi Fermente Sütler Tebliğine ( Anonymous, 2009) göre yoğurt yağ oranlarına göre sınıflandırılmakta ve tam yağlı yoğurtlarda en az % 3.8, yağlı yoğurtlarda %2 ile % 1.5 arası, yağsız yoğurtlarda ise en fazla %0.5 oranında süt yağı bulunmaktadır.

Değişik araştırmalarda yağ miktarı % 2.25 ile % 5.31 arasında belirlenmiştir (Desai et al., 1994; Park, 1994, Musaigera et al.,1998). Ergüllü ve Demiryol (1983) yoğurtta yağ miktarını %2.90, Akın (1997) %3.90 ile %3.95 arasında, Kırdar ve Gün (2007) % 4,70, % 4,27, % 4,17 ve % 3, İzmen (1959) %2.50–7.80 arasında, Kosikowsky (1966) %2.8–3.7, Eralp (1967) %2.46–9.10 arasında, Eralp ve Kaptan (1970) %2.50–5.40 arasında, Sezgin (1979) %5.02, Kaptan ve Gürsel (1984) %1.4–4.0 arasında, Davis and McLachlan (1974) %0.30–4.28 arasında, Yaygın vd (1977) %2.0–5.6 arasında, Tamime et al. (1987) %0.41–1.59 arasında, Koçhisarlı ve Ergül (1987), %1.4–4.4 arasında, İbrahim vd. (1989) %3.02–6.16 arasında, Akyüz ve Coşkun (1990) %3.38, Yazıcı (1991), yoğurtların yağ miktarını %0.40–6.60 Dayısoylu (1992) %2.20–8.00 arasında, Younus et al.

(2002), Pakistan marketlerinden topladıkları yoğurtlar üzerine yaptıkları çalışmada yağ miktarını %2.99–3.50 arasında olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 4.3. Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü yağ miktarlarındaki değişim

Çizelge 4.4 incelendiğinde yoğurtlara ait ortalama yağ miktarları Yaygın (1991), Akın, 1997), O'Neil et al.(1979), Kurdal ve Demirci (1980), Ergüllü ve Demiryol (1983), Davis and McLachlan (19749, Yaygın vd.(1977), Tamime et al.( 1987), Koçhisar ve Ergüllü(1987), Fayed et al. (1989), Akyüz ve Coşkun (1990), Azgın (1993), Tayar vd.(1993), Younus et al. (2002)' göre yüksek Kırdar ve Gün (2007), Dayisoğlu (1992), İzmen (1959), Eralp (1967), Eralp ve Kaptan (1970), İbrahim vd.(1989), Öz(1990)'a göre düşük ve Desai et al. (1994), Park(1994), Musaigera (1998), Kaptan ve Gürsel (1984), Davis and McLachlan (1974)'e yakın değerler tespit edilmiştir.

#### 4.2.4. Protein miktarı

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğinde (Anonymous, 2009) yoğurtlarda bulunması gereken minimum protein miktarı % 3 olarak belirtilmiştir.

Deneme yoğurtlarının protein miktarı depolamanın yalnız 1. günü analiz edilmiş olup deneme yoğurtlarının depolamanın 1. günü ölçülen % protein miktarları çizelge 4.5'te verilmiştir. En yüksek protein değerini % 5.23 olarak K örneği, en düşük protein değerini % 5.16 olarak C örneği almıştır. Yoğurt örneklerinin hepsi Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğinde belirtilen en az % 3 değerine uygun olduğu görülmüştür. Protein miktarındaki yükselmenin sebebi süte katılan % 96 protein içeren sodyum kazeinat ilave edilmesinden kaynaklanmaktadır. Deneme yoğurtlarının yağ miktarı depolamanın yalnız 1.

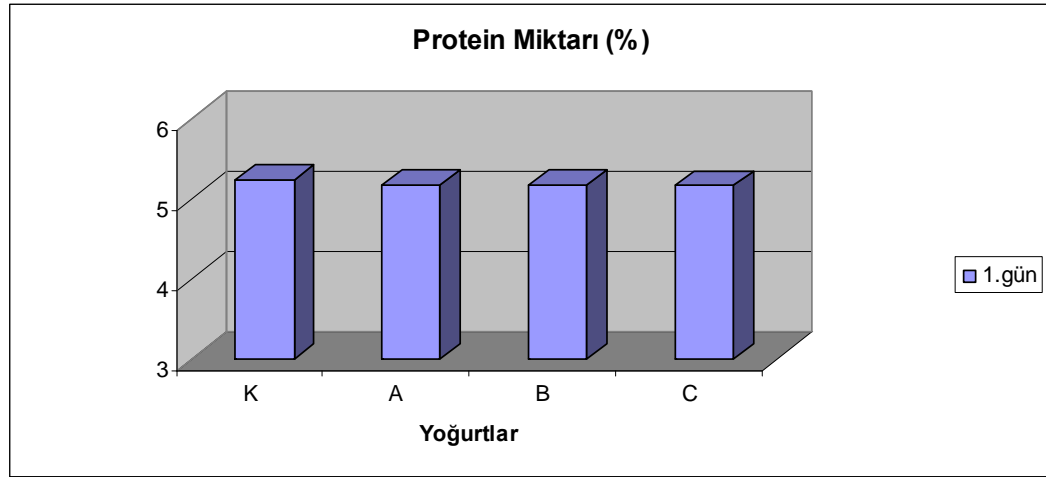
günü analiz edilmiş olup yapılan varyans analizinde ve Duncan testinde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ )

Çizelge 4.5. Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü protein miktarları (%)

Yoğurt Örnekleri				
K	A	B	C	
5.23±0.025 <sup>a</sup>	5.18±0.020 <sup>ab</sup>	5.17±0.026 <sup>b</sup>	5.16±0.020 <sup>b</sup>	p<0.05

a, b, c, d: Günlerin kendi içindeki gruplar arası karşılaştırılması

Değişik araştırmalarda yoğurtların protein miktarı % 3.99 ile % 5.41 arasında bulunmuştur. (Desai et al., 1994; Park, 199; Musaigera et al, 1998), Akın (1997) %3.39 ile %3.45 arasında, Küçükakgöl vd. (2009) % 4.38, % 4.76, %4.57 ve %4.38, Kırdar ve Gün (2007) %4.39, %4.27, % 4.17 ve %2.5, Tieszen and Baer (1989), %1.61–4.29 arasında, Uysal (1993) % 11.24, Yazıcı (1991) %2.50–6.13 arasında, Dayısoylu (1992) %2.58–3.74, Ocak ve Akyüz (1998) % 5.09–9.64 olarak belirlemişlerdir.



Şekil 4.4. Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. günü protein miktarındaki değişim

Çizelge 4.4 incelendiğinde yoğurtlara ait ortalama protein miktarları Desai et al.(1994), Park(1994), Musaigera(1998), Yaygın (1989), Akın (1997), Küçükakgöl vd.(2009), Kırdar ve Gün(2007), O'Neil et al.(1979), Kurdal ve Demirci(1980), Brohn and Franke (1988), Tieszen and Baer, 1989), Yazıcı (1991), Dayısoğlu(1992)' göre yüksek Yöney (1965), Gönç ve Oktar (1973), Yaygın (1970), Uysal (1983), Ocak ve Akyüz (1998)'e göre düşük bulunmuştur.

#### 4.2.5. Laktoz

Araştırmamızda üretilen yoğurtların laktoz içerikleri ve 10 günlük depolama süresince laktoz içeriklerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinin laktoz değerleri depolama süresinde % 0.58 ile % 4.27 arası değişmiştir. Yapılan varyans analizi ve Duncan testinde kontrol ve enzim katkılı yoğurtlarda depolama süresince laktoz miktarı değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Laktoz değeri depolama süresi ile ters orantılı olarak değişmiş, depolama süresi arttıkça yoğurttaki laktoz değeri azalmıştır. Kontrol örneği ile karşılaştırıldığında, enzim miktarı arttıkça depolama süresince laktoz miktarındaki azalma fazla olmuştur. Yoğurt örnekleri arasında karşılaştırma yapıldığında, laktoz miktarları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Enzim miktarı arttıkça laktoz miktarı azalmıştır.

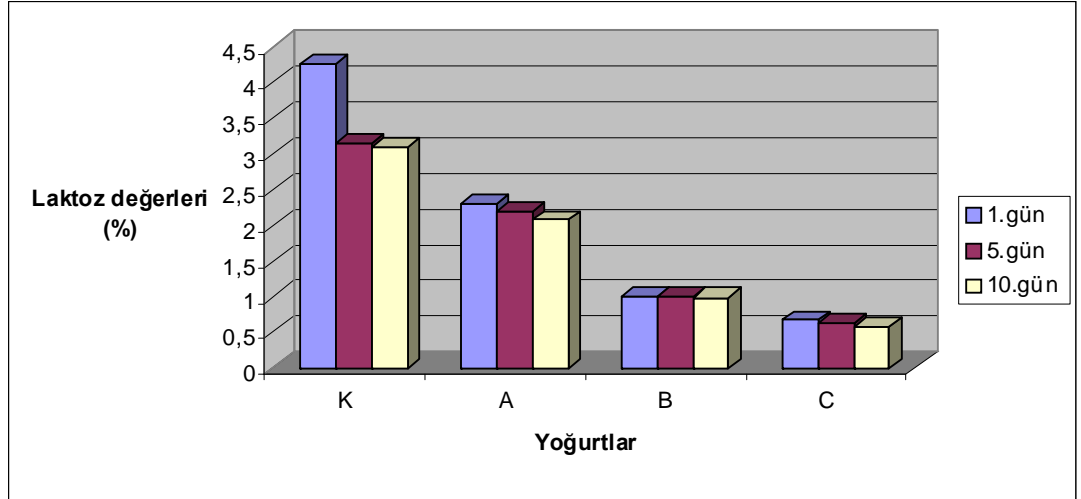
Çizelge 4.6.Yoğurt örneklerinin depolama süresinde laktoz miktarları

Ürün Grupları	Depolama Süresi			
	1.Gün	5.Gün	10.Gün	
K	4.27±0.017 <sup>ax</sup>	3.15±0.010 <sup>ay</sup>	3.09±0.017 <sup>az</sup>	$p<0.05$
A	2.29±0.020 <sup>bx</sup>	2.2±0.017 <sup>by</sup>	2.07±0.115 <sup>bz</sup>	$p<0.05$
B	1.003±0.011 <sup>cx</sup>	0.993±0.005 <sup>cy</sup>	0.987±0.000 <sup>cz</sup>	$p<0.05$
C	0.67±0.000 <sup>dx</sup>	0.62±0.005 <sup>dy</sup>	0.58±0.0115 <sup>dz</sup>	$p<0.05$
	$p>0.05$	$p>0.05$	$p>0.05$	

a, b, c, d : Günlerin kendi içindeki gruplar arası karşılaştırılması

x, y, z : Grupların kendi içindeki gün karşılaştırması

Atamer vd. (1991), yaptığı çalışmada yoğurtlarda laktoz oranlarını %3.83, %4.17, %4.51, ve %4.81, Baysu (1972), %3.71 ile %4.08 arasında, Karagözlü (1997), %5.3 ile %4.1 arasında, Uysal (1983) %7.48 ve %6.13, Tamime and Robinson (1985) % 4.9, Oysun (1990) ise % 4,2 olarak bildirmiştir.



Şekil: 4.5. Yoğurt örneklerinin depolama süresince laktoz miktarındaki değişim

Deneme yoğurtlarının depolama süresince laktoz değerlerinin değişimi Şekil 4.5’de verilmiştir. K örneğinin 1. gün depolama süresindeki laktoz değeri hariç laktoz değerleri incelendiğinde Atamer vd.(1991), Baysu (1972), Karagözlü (1997), Atamer vd. (1988), Uysal (1993), Tamime and Robinson ( 1985), Oysun (1990)’a göre düşük değerler tespit edilmiştir.

#### 4.2.6. Asitlik

Araştırmamızda üretilen yoğurtların laktik asit değerleri ve 10 günlük depolama süresince asitlik değerlerindeki değişimler Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinin asitlik miktarı depolama süresinde % 1,001 ile %1,092 arasında değişmektedir. Yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre yoğurtlar depolamanın 1. günü kontrol örneği ile karşılaştırıldığında, yoğurtların laktik asit miktarları arasındaki farklılıklar anlamlı bulunmazken ( $p>0.05$ ), depolamanın diğer günlerinde yoğurt örnekleri arasında karşılaştırma yapıldığında laktik asit miktarları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği’nde yoğurtlarda asitliğin titrasyon asitliği ve % laktik asit olarak en az %0.6, en fazla % 1.5 olarak belirtilmiştir (Anonymous, 2009). Asitlik değeri bütün gruplarda depolama süresi arttıkça, belli düzeyde artış göstermektedir. A örneğinde asitlik değeri depolamanın 1. günü K örnekleri ile aynı değeri almıştır. B örneklerinde laktik asit miktarı depolamanın 1. günü K örneği ve A örneğine göre daha yüksek değerde bulunmuştur. Benzer sonuçlar C örneğin yoğurtlarda da gözlenmiştir.

Çizelge 4.7. Yoğurt örneklerinin depolama süresinde asitlik değerleri (% laktik asit cinsinden)

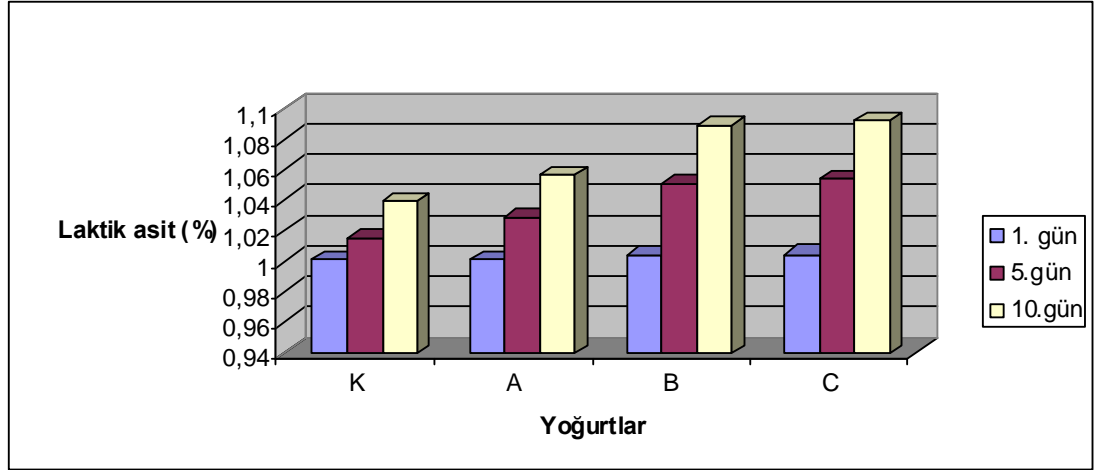
Ürün Grupları	Depolama Süresi			
	1.Gün	5.Gün	10.Gün	
K	1.00±0.015 <sup>x</sup>	1.01±0.000 <sup>ax</sup>	1.037±0.005 <sup>ay</sup>	p<0.005
A	1.00 ±0.000 <sup>x</sup>	1.03±0.000 <sup>by</sup>	1.053±0.005 <sup>bz</sup>	p<0.005
B	1.00±0.000 <sup>x</sup>	1.05±0.005 <sup>cy</sup>	1.086±0.005 <sup>cz</sup>	p<0.005
C	1.01±0.115 <sup>x</sup>	1.05±0.005 <sup>cy</sup>	1.093±0.005 <sup>dz</sup>	p<0.005
	p>0.005	p<0.005	p<0.005	

a, b, c, d : Günlerin kendi içindeki gruplar arası karşılaştırılması

x, y, z : Grupların kendi içindeki gün karşılaştırması

Küçükakgöl vd (2009), yağ ikame maddesi kullandığı yoğurtlarının asitlik değeri 1. 7. ve 15. gün asitlik değerlerini 0.75 ile % 0.80 arasında bulmuşlardır. Davis and McLachlan (1974) %0.640–1.500 arasında, Desai et al. (1994) % 0.86, Çopur vd (1994) %1.02- %1.18, arasında, Gasseem and Frank, (1991) %0.7 ile % 0.95 arasında, İzmen (1959 %1.024–2.745 arasında, Mert (1976) %0.30–1.81, Sezgin (1979) %1.319, Metin (1979), %0.756–1.677 arasında, Sezgin vd. (1988) %1.157, Kaptan ve Gürsel (1984) %1.165–1.998 arasında, Koçhisarlı ve Ergül (1987) %0.78–1.57 arasında, İbrahim vd (1989) %1.24–1.62 Fayed et al. (1989) %0.8, Akyüz ve Coşkun (1990) %1.32, Ergün vd. (1990) %0.98–1.48 arasında, Öz (1990) %1.44, Yazıcı (1991) %0.83–2.03 arasında, Dayısoylu (1992) %0.957–1.714 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Winerlon and Meiklejohn (1978) modifiye nişasta kullandıkları yoğurtlarda asitlik değerinin depolamam 1. günü %1.0 ile % 1.24 arasında, +4°C depoda 1. hafta depolandıktan sonra laktik asit değerini %1.29- 1.47 arasında, 2. hafta %1.50 ile %1.65 aranda bulmuştur.



Şekil:4.6. Yoğurt örneklerinin depolama süresince asitlik değerlerinin değişimi.

Yoğurtların depolama süresinde asitlik değerlerinin değişimi Şekil 4.6'da verilmiştir. Şekil 4.6 incelendiğinde yoğurtlara ait ortalama % titrasyon asitlik miktarları laktik asit cinsinden İbrahim vd. (1989), Öz (1990), Yazıcı (1991), Dayısoğlu (1992), Tayar vd. (1993), Yaygın vd (1977), Akyüz ve Coşkun (1995), İzmen (1959), Mert (1976), Sezgin (1979), Kurdal ve Demirci ( 1980), Kaplan ve Gürsel ( 1984), Metin (1979), Sezgin vd. (1988)'e göre düşük O'Neil et al. (1979), Akın (1997), Küçükakgöl vd.(2009), Fayed et al. (1989)'a göre yüksek ve Çopur vd.(1994), Souza (1979), Davis and McLachlan (1994), Koçhisarlı ve Ergül (1987), Azgın (1993), Younus (2002), Ergül vd. (1990)'a yakın değerler elde edilmiştir.

#### 4.2.7. pH

Araştırmamızda üretilen yoğurtların pH değerleri ve 10 günlük depolama süresince pH değerlerindeki değişimler Çizelge 4.8 ve Şekil 4.7'de verilmiştir. Yoğurt örneklerinin pH değerleri depolama süresinde 4.19 ile 4.41 arasında değişmektedir. Yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre kontrol ve enzim katkılı yoğurtlarda depolama süresince pH değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). pH değeri depolama süresi ile ters orantılı olarak değişmiş, depolama süresi arttıkça pH değeri azalmıştır. Enzim içeren yoğurt örnekleri ile kontrol örneği arasında karşılaştırma yapıldığında, pH değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

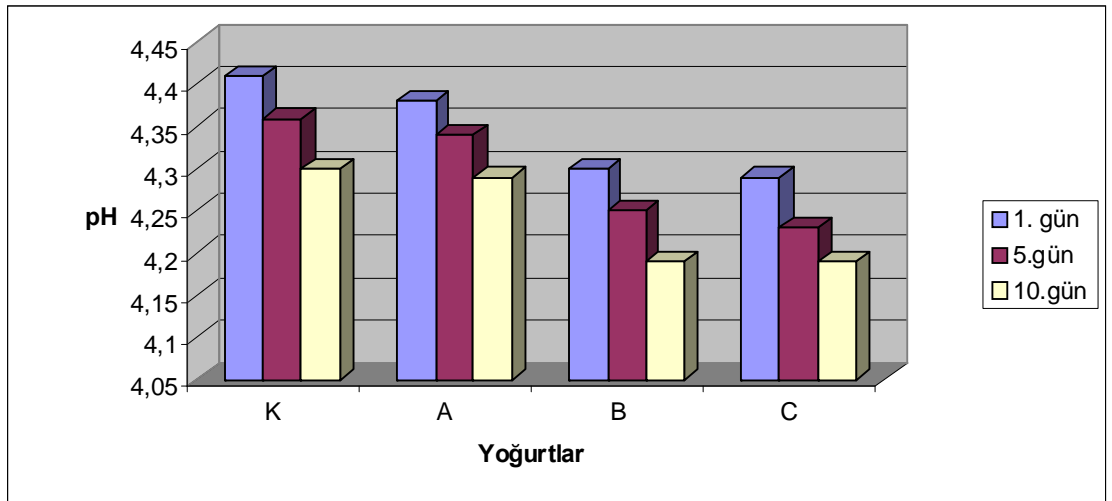
Çizelge 4.8. Yoğurt örneklerinin depolama süresinde pH değerleri

Ürün Grupları	Depolama Süresi			
	1.Gün	5.Gün	10.Gün	
K	4.41±0.000 <sup>ax</sup>	4.36±0.0577 <sup>ay</sup>	4.30±0.000 <sup>az</sup>	p<0.05
A	4.38±0.000 <sup>bx</sup>	4.34±0.577 <sup>by</sup>	4.29±0.577 <sup>bz</sup>	p<0.05
B	4.30±0.115 <sup>cx</sup>	4.25±0.577 <sup>cy</sup>	4.19±0.577 <sup>cz</sup>	p<0.05
C	4.29±0.000 <sup>cx</sup>	4.23±0.577 <sup>cy</sup>	4.19±0.577 <sup>dz</sup>	p<0.05
	p<0.05	p<0.05	p<0.05	

a, b, c, d : Günlerin kendi içindeki gruplar arası karşılaştırılması

x, y, z : Grupların kendi içindeki gün karşılaştırması

Ergüllü ve Demiryol (1983) yaptıkları çalışmada yoğurtlarda pH değerini 4.40, O'Neil et al. (1979) 3.9, Musaigera et al. (1998) 4.1-4.5 arası, Konar (1995) 4.2, Sezgin (1989) 4.36, Akın (1997) 4.53 ile 4.70 arası, Küçükakgöl vd. (2009) 4.46, 4.40, ve 4.31, Karagöz (1997) 4.07 ile 4.70 arası, Davis and Mc Lechlan (1974) 3.7 ile 4.1 arası, Metin (1979) 3.7–5.0 arası, Sezgin (1979) 4.36, Tamime et al. (1987) 3.71–4.14 arası, Fayed et al. (1989) 4.5 Ergün vd. (1990) 3.41– 4.26 arasında, Dayısoylu (1992) 3.68–4.09 arasında, Younus et al. (2002) 4.35–4.57 arasında, Lalas and Mantes (1987) 3.9–4.7, Güven, (1998) 4.17 ile 4.79 arasında olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil: 4.7. Yoğurt örneklerinin depolama süresince pH değerinin değişimi

Şekil 4.7 incelendiğinde laktozu indirgenmiş yoğurtların pH değerleri incelendiğinde Tamime et al.(1987), Öz (1990), Dayısoğlu (1972)'a göre yüksek, Fayed et al.( 1989)'a göre düşük ve Younus et al.(2002), Sezgin vd. ( 1988), Gönç ve Karagözlü ( 1997), Konar (1995), Sezgin ( 1989), Lalas and Mantes (1987), Güven (1998)'e göre yakın değerler elde edilmiştir.

#### 4.2.8. Tirozin

Tirozin aminoasidi, proteoliz sonucunda ortaya çıkan ve fermente süt ürünlerinde proteolizin bir ölçüsü olarak kabul edilen bir parametredir. Fermente ürünlerde erimez yapıdaki protein kompleksi proteolitik aktivite ile daha küçük molekülü ve erir yapıdaki proteaz, pepton, polipeptid ve peptidlere parçalamaktadır. Daha sonraki aşamalarda ise bu erir yapıdaki azotlu maddeler aminoasit, amonyak, aminlerin oluşumun kadar dönüşmektedir. Bu maddelerin biri de tirozindir.

Araştırmamızda üretilen yoğurtların tirozin miktarları 10 günlük depolama süresince tirozin değerlerindeki değişimler Çizelge 4.9 ve Şekil 4.8'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre yoğurtlar depolamanın 1. günü kontrol örneği ile karşılaştırıldığında, yoğurtların tirozin miktarları arasındaki farklılıklar anlamlı bulunmazken ( $p>0.05$ ), depolamanın diğer günlerinde yoğurt örnekleri arasında karşılaştırma yapıldığında tirozin miktarları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.9. Yoğurt örneklerinin depolama süresinde tirozin miktarları (mg/g)

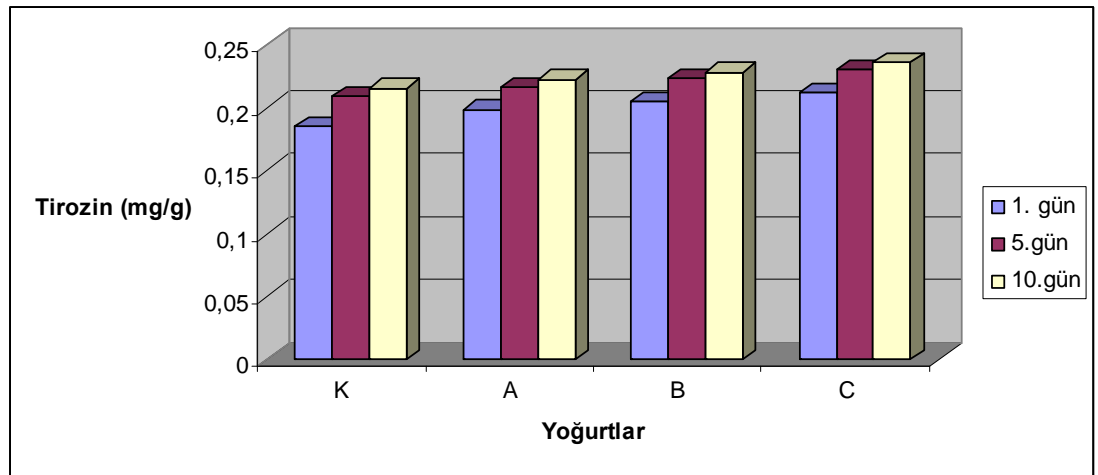
Ürün Grupları	Depolama Süresi			
	1.Gün	5.Gün	10.Gün	
K	0.185±0,057	0.209±0.001 <sup>a</sup>	0.215±0.000 <sup>a</sup>	$p>0.005$
A	0.197±0.001 <sup>x</sup>	0.216±0.000 <sup>by</sup>	0.222±0.001 <sup>bz</sup>	$p<0.005$
B	0.205±0.000 <sup>x</sup>	0.223±0.000 <sup>cy</sup>	0.228±0.000 <sup>cz</sup>	$p<0.005$
C	0.212±0.000 <sup>x</sup>	0.230±0.000 <sup>dy</sup>	0.236±0.000 <sup>dz</sup>	$p<0.005$
	$p>0.005$	$p<0.005$	$p<0.005$	

a, b, c, d : Günlerin kendi içindeki gruplar arası karşılaştırılması

x, y, z : Grupların kendi içindeki gün karşılaştırması

Tirozin değerlerinin de 0,5 mg/ 5 m'den fazla olması ürünlerde bozuk tad ve aromanın meydana geldiğini göstermektedir. (Asperger, 1977).

Çayır, (2007)'e göre yoğurtlarda tirozin miktarları mg/g cinsinden, 0.31 ile 0.07 arasında, Atamer vd. (1988)'a göre, değişik firmaların Ankara'da tüketime sundukları 20 adet yoğurdun tirozin miktarlarını ortalama 0,165 mg/5 ml, Atamer vd. (1993a)'a göre 0,186 mg/g, 0,228 mg/g, 0,222 mg/g ve 0,317 mg/g , Seçkin ve Nergiz (1997)'e göre geleneksel yöntemle inek sütünden üretilen süzme yoğurtların tirozin değeri 2.84 mg/g, Say, (2001)'e göre süzme işlemi uygulanmış inek sütünden yapılan yoğurtların tirozin değerlerinin ortalaması 0,150 mg/g, süzme işlemi uygulanmamış inek yoğurtlarının tirozin değerleri ortalama 0,170 mg/kg, Sezgin vd. ( 1988)'e göre 0,08-0,160 mg/g arasında Atamer vd. (1995)'e göre 0,10-0,16 mg/g, Gültaş ve Atamer, (1995)'e göre ise 0,11- 0,14 mg/g arasında olduğu belirtilmiştir.



Şekil: 4.8. Yoğurt örneklerinin depolama süresinde tirozin miktarlarındaki değişim

Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi yoğurt örneklerinin tirozin miktarı Atamer vd. ( 1988), Sezgin vd. (1988), Atamer (1995), Gültaş ve Atamer (1995)'e göre yüksek Çakır (2007), Atamer vd. (1993a), Say (2001)'e ise yakın değerler elde edilmiştir

#### 4.2.9. Viskozite

Pıhtının reolojik özelliklerinden viskoziteyi genel olarak kurumadde ve protein içeriği, kazein ile kazein olmayan azot arasındaki oran, asitlik, ısı uygulamasına bağımlı olarak denatüre serum proteinleri oranı, denatüre serum

proteinleri ile kazein arasındaki interaksiyon, homojenizasyon vb. faktörler yoğurt pıhtısının fiziksel özelliklerine etkilidir. Toplam kurumadde içeriğindeki artışa paralel olarak viskozite artmaktadır.( Rasic and Kurman 1978; Tamime vd., 1984; Puvanenthiran, 2002).

Araştırmamızda üretilen yoğurtların viskozite değerleri ve 10 günlük depolama süresince viskozite değerlerindeki değişimler Çizelge 4.10 ve Şekil 4.9’da verilmiştir. Yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre kontrol ve enzim katkılı yoğurtlarda depolama süresince viskozite değerindeki değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Viskozite değeri depolama süresi artıkça artış göstermiştir. Enzim içeren yoğurt örnekleri kontrol örneği arasında karşılaştırma yapıldığında, viskozite değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Yoğurtta viskozite kıvamın bir ölçüsüdür ve önemli bir kalite kriteridir. Çizelge 4.10’da görüldü gibi deneme yoğurtlarının viskozite miktarları depolama süresince 1150 cp ile 2475 cp arası değişim göstermiştir. Bütün gruplarda depolama süresi artıkça, viskozite değeri de belli düzeyde artış göstermektedir.

Çizelge 4.10. Yoğurt örneklerinin depolama süresinde viskozite değerleri (cp)

Ürün Grupları	Depolama Süresi			
	1.Gün	5.Gün	10.Gün	
K	2022±2.000 <sup>ax</sup>	2204±1.732 <sup>ay</sup>	2387±2.517 <sup>az</sup>	$p<0.05$
A	1550±6.000 <sup>bx</sup>	1815±2.209 <sup>by</sup>	2022±2.000 <sup>bz</sup>	$p<0.05$
B	1880±4.041 <sup>cx</sup>	2145±1.000 <sup>cy</sup>	2384±1.528 <sup>cz</sup>	$p<0.05$
C	1995±6.083 <sup>dx</sup>	2180±0.667 <sup>dy</sup>	2473±1.155 <sup>dz</sup>	$p<0.05$
	$p<0.05$	$p<0.05$	$p<0.05$	

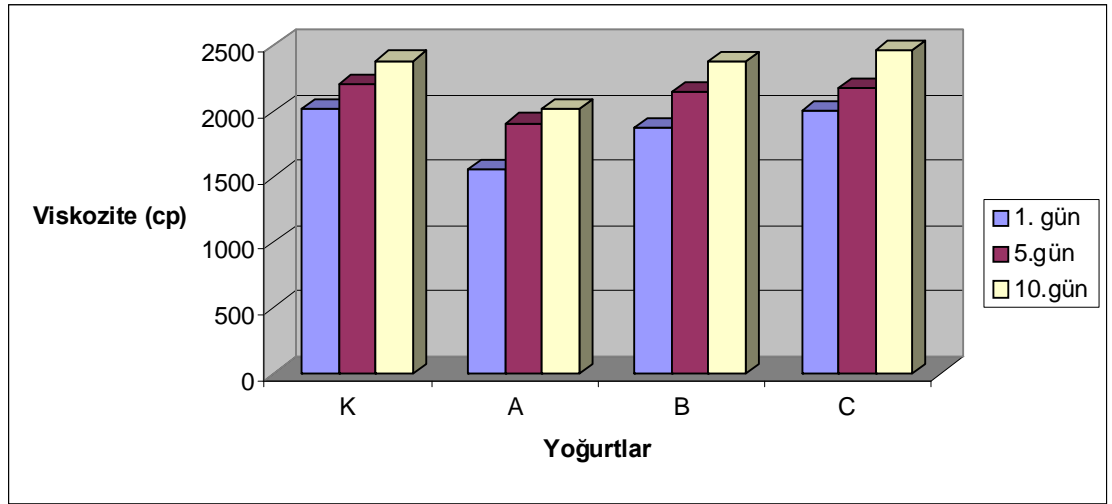
a, b, c, d : Günlerin kendi içindeki gruplar arası karşılaştırılması

x, y, z : Grupların kendi içindeki gün karşılaştırması

Yoğurtlarda toplam kurumadde ile viskozite arasındaki ilişkiyi saptamaya çalışmışlardır. Kurumadde oranları % 9,38 ile % 23,68 arasında değişen yoğurtlarda, kurumadde ile viskozite arasındaki korelasyon katsayısını +0,96 regresyon katsayısını +206.504 bulmuşlardır. İlişki doğrusaldır. Kurumadde

yaklaşık %9.3-9.4 olan örneklerde viskozite 350 cp olarak ölçülmüştür (Atamer ve Sezgin, 1986). Yağ ikame maddesi kullanılarak kurumadde artırmanın yağsız yoğurdun 1. 7. ve 15. gün sonunda viskozite değerlerine olan etkisi ölçülmüş viskozite değeri 900 ile 1424 cp arasında tespit edilmiştir (Küçükakgöl vd., 2009).

Yoğurtlarda viskozite değeri Gassem and Frank (1991)'e göre 2900 cps ile 4000 cp arasında, Çakır (2007) 'e göre 1326 ile 2117 cp arasında, Kavaz (2006)'a göre 2880 cp, 2760 cp ve 2990 cp, Atamer vd. (1989) 'a göre viskozite 350- 3600 cp arasında, Sezgin vd. (1988)'a göre 950- 1450 cp, Yazıcı (1991)'e göre 460 cp, Atamer vd. (1995)'e göre 590- 1550 arası, Gültaş ve Atamer'e göre ise 1880- 2850 cp arasında bulunmuştur.



Şekil 4.9. Yoğurt örneklerinin depolama süresince viskozite değerindeki değişim

Yoğurt örneklerinde depolama süresinde viskozite değerinin değişimi şekil 4.9'da verilmiştir. Şekil 4.9 incelendiğinde yoğurt örneklerinin viskozite değerleri incelendiğinde Küçükakgöl vd. (2009), Sezgin (1988), Yazıcı (1991), Atamer vd. (1995)'e göre yüksek, Gassem and Frank (1991), Kavaz (2006), Çelik vd.(2009), Gültaş ve Atamer (1995)'e göre düşük, Çakır (2007), Atamer vd.(1989), Atamer vd. (1995)'e göre yakın değerler elde edilmiştir.

### 4.3. Yoğurt Örneklerinin Duyusal Özellikleri

Deneme yoğurtlarının duyusal değerlendirilmesi için 12 panelist seçilmiştir.

### 4.3.1. Dış görünüş

Yoğurtlarının dış görünüşleri maksimum 5 puan üzerinden renk, serum ayrılma durumu, çatlak ve gaz kabarcığı bulunması, ve homojenlik derecesinin durumuna göre değerlendirilmiştir. Çizelge 4.11 de deneme yoğurtlarının dış görünüşlerinin depolama süresince aldığı değerler verilmiştir.

Araştırmamızda üretilen yoğurtların dış görünüş puanları 10 günlük depolama süresince dış görünüş puanlarındaki değişim Çizelge 4.11 ve Şekil 4.10'da verilmiştir. Yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre kontrol ve enzim katkılı yoğurtlarda depolama süresince dış görünüş puanlarındaki değişim istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Enzim içeren yoğurt örnekleri ile kontrol örneği arasında karşılaştırma yapıldığında, dış görünüş değerleri arasındaki farklılıklar anlamsız bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4.11. Yoğurt örneklerinin depolama süresince dış görünüş puanları

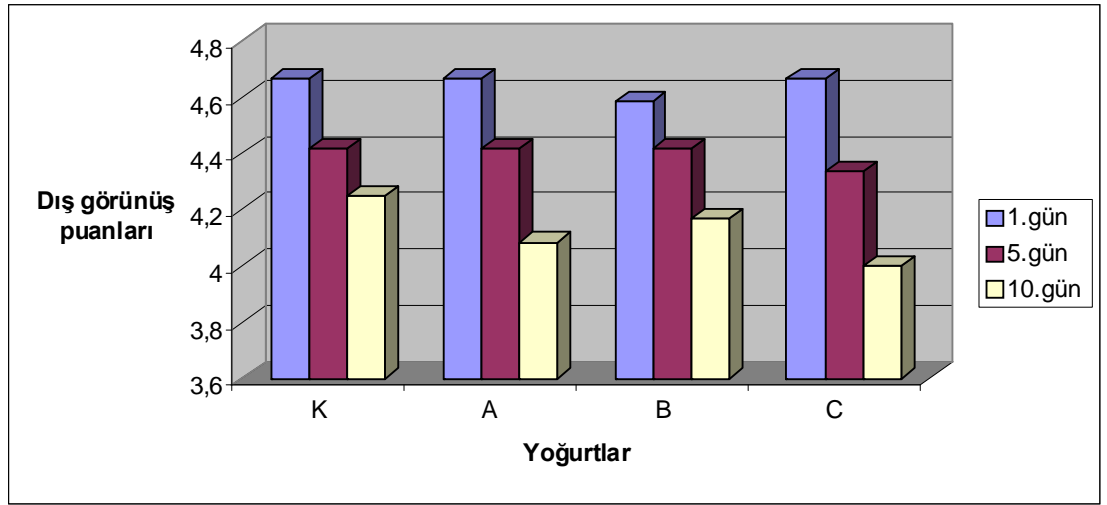
Ürün Grupları	Depolama Süresi			
	1.Gün	5.Gün	10.Gün	
K	5.00 (4 -5)*	4.50 (3-5)*	4.00 (3-5)*	$p>0.05$
A	5.00 (4 -5)*	4.50(3-5)*	4.00(3-5)*	$p>0.05$
B	5.00 (4 -5)*	4.50 (3-5)*	4.00 (3-5)*	$p>0.05$
C	5.00 (4 -5)*	4.00 (3-5)*	4.00 (3-5)*	$p>0.05$
	$p>0.05$	$p>0.05$	$p>0.05$	

\* : Median (Min-Max) ile özetlenmiştir.

A yoğurdu, B yoğurdu, C yoğurdu ve kontrol grubu yoğurtlarda depolama süresi arttıkça dış görünüş puanlarında bir düşüş gözlenmiştir. Yalçınkaya vd. (2003)' e göre yoğurtların dış görünüş puanı 3.10 ile 3.90 arasında, Öztürk ve Akyüz (1995)'e göre 3.8 ile 4.7 arasında, Güven (1998)'e göre 3.20 ile 4.86 arasında, Küçükakgöl vd. (2009)'a göre 3.8 ile 4.8 puan arasında, Yazıcı (1991)'e göre 3.43, Dayisoğlu (1992)'e göre 3.8 duyusal puan almışlardır. Öz (1990)'a göre yoğurt örneklerinin görünüş yönünden 3 puan üzerinden 1.92 puan almıştır. Desai et al. (1994) ve Ward et al. (1999)'a göre benzer kabul edilebilir görünüş

puanları elde edilirken Akın ve Konar (1999)'a göre daha düşük görünüş puanı elde edilmiştir.

Deneme yoğurtların depolama süresinde dış görünüş puanlarındaki değişim Şekil 4.10'da verilmiştir. Şekil 4.10 incelendiğinde laktozu indirgenmiş yoğurtların dış görünüş puanları incelendiğinde Yalçinkaya vd. (2003), Ward et al. (1999), Öz (1990), Dayısoğlu (1992), Yazıcı (1991)'e göre yüksek ve Güven (2998), Küçükakgöl, (2009)'a göre yakın dış görünüş puanı tespit edilmiştir.



Şekil 4.10. Yoğurt örneklerinin depolama süresince dış görünüş puanlarının değişimi

### 4.3.2 Ağızda kıvam

Yoğurtlarının ağızda kıvam puanları maksimum 5 puan üzerinden dil ile damak arasında dağılma, dolgunluk, homojenlik, pürüzlülük ve akıcılık derecelerinin durumuna göre değerlendirilmiştir.

Araştırmamızda üretilen yoğurtların ağızda kıvam puanları ve 10 günlük depolama süresince ağızda kıvam puanlarındaki değişim Çizelge 4.12 ve Şekil 4.11'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre kontrol ve enzim katkılı yoğurtlarda depolama süresince ağızda kıvam puanlarındaki değişim istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Enzim içeren yoğurt örnekleri ile kontrol örneği arasında karşılaştırma yapıldığında, ağızda kıvam puanları arasındaki farklılıklar anlamsız bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

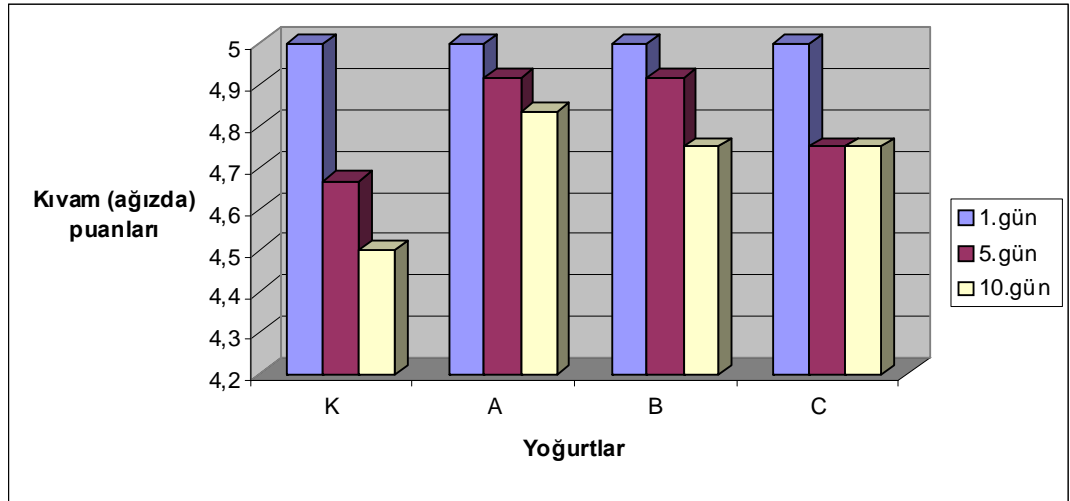
Çizelge 4.12. Yoğurt örneklerinin depolama süresince ağızda kıvam puanları

Ürün Grupları	Depolama Süresi			
	1.Gün	5.Gün	10.Gün	
K	5.00 (4 -5)*	5.00 (4 -5)*	5.00 (4 -5)*	p>0.05
A	5.00 (4 -5)*	5.00 (4 -5)*	5.00 (4 -5)*	p>0.05
B	5.00 (4 -5)*	5.00 (3 -5)*	5.00 (4 -5)*	p>0.05
C	5.00 (4 -5)*	5.00 (3 -5)*	5.00 (3 -5)*	p>0.05
	p>0.05	p>0.05	p>0.05	

\* : Median (Min-Max) ile özetlenmiştir.

A örneği, B örneği ve K örneğinde depolama süresi artıkça kıvam puanlarında bir düşüş gözlenmiştir.

Yazıcı (1991)'e göre yoğurtların dış ağızla kıvam yönünden 5 puan üzerinden sırasıyla ortalama 3.39 puan, Dayısoğlu (1992)'e göre duyuşal açıdan değerlendirilen yoğurtlar ağızda kıvam yönünden 5 puan üzerinden 3.8 puan almıştır.



Şekil 4.11. Yoğurt örneklerinin depolama süresince ağızda kıvam puanlarının değişimi

### 4.3.3. Kaşıkla kıvam

Yoğurtlarının kaşıkla kıvam puanları maksimum 5 puan üzerinden pütürlülük, akıcılık, homojenlik, serum ayrılması, dipte tortu bulundurma derecelerinin durumuna göre değerlendirilmiştir.

Araştırmamızda üretilen yoğurtların kaşıkla kıvam puanları ve 10 günlük depolama süresince kaşıkla kıvam puanlarındaki değişim Çizelge 4.13 ve Şekil 4.12’de verilmiştir. Yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre kontrol ve enzim katkılı yoğurtlarda depolama süresince kaşıkla kıvam puanlarındaki değişim istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Enzim içeren yoğurt örnekleri ile kontrol örneği arasında karşılaştırma yapıldığında, kaşıkla kıvam puanları arasındaki farklılıklar anlamsız bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

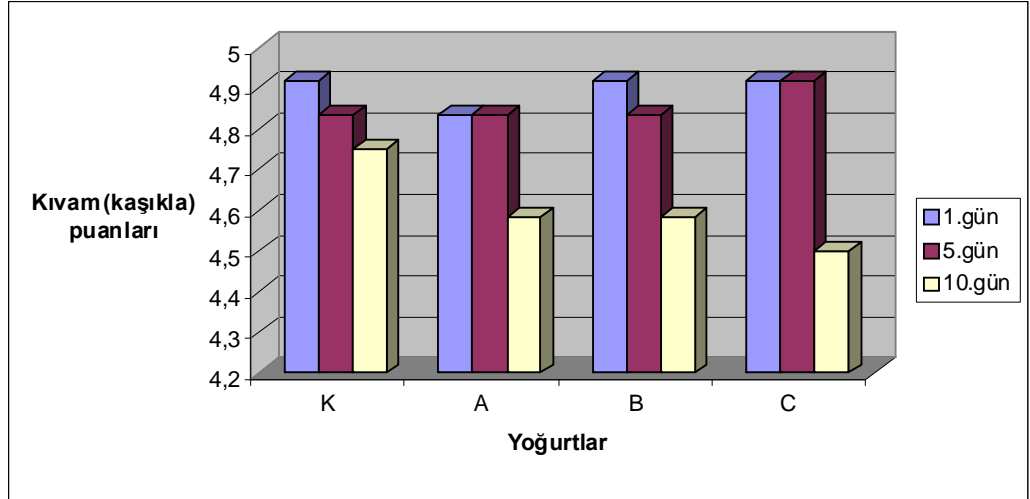
Çizelge 4.13. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kaşıkla kıvam puanları

Ürün Grupları	Depolama Süresi			
	1.Gün	5.Gün	10.Gün	
K	5.00 (4 -5)*	5.00 (4 -5)*	5.00 (4 -5)*	$p>0.05$
A	5.00 (4 -5)*	5.00 (4 -5)*	5.00 (3 -5)*	$p>0.05$
B	5.00 (4 -5)*	5.00 (4 -5)*	5.00 (3 -5)*	$p>0.05$
C	5.00 (4 -5)*	5.00 (4 -5)*	5.00 (3 -5)*	$p>0.05$
	$p>0.05$	$p>0.05$	$p>0.05$	

\* : Median (Min-Max) ile özetlenmiştir.

Yazıcı (1991)’e göre yoğurtların kaşıkla kıvam puanı 3.38, Dayısoğlu (1992)’e göre ise 3.9 olduğu belirtilmiştir.

Şekil 4.12’de deneme yoğurtların incelendiğinde Dayısoğlu (1992) ve Yazıcı (1991)’e göre yüksek puan tespit edilmiştir.



Şekil 4.12. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kaşıkla kıvam puanlarının değişimi

#### 4.3.4. Koku

Yoğurtlarının koku puanları maksimum 5 puan üzerinden kendine has koku, yabancı koku, alkolümsü koku, yanık koku derecelerinin durumuna göre değerlendirilmiştir.

Araştırmamızda üretilen yoğurtların koku puanları ve 10 günlük depolama süresince koku puanlarındaki değişim Çizelge 4.14 ve Şekil 4.13’da verilmiştir. Yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre kontrol ve enzim katkılı yoğurtlarda depolama süresince koku puanlarındaki değişim istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4.14. Yoğurt örneklerinin depolama süresince koku puanları

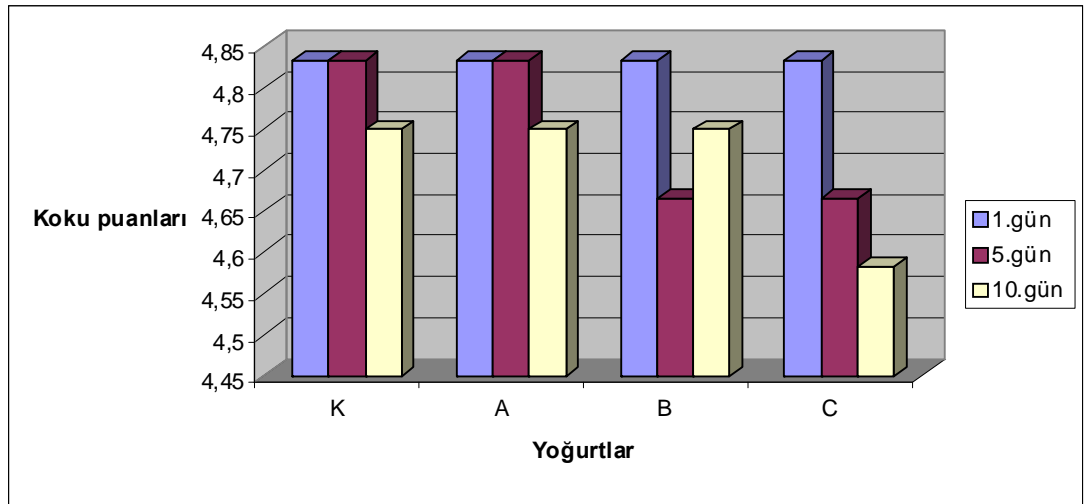
Ürün Grupları	Depolama Süresi			
	1.Gün	5.Gün	10.Gün	
K	5.00 (5- 5)*	5.00 (3- 5)*	5.00 (3- 5)*	$p>0.05$
A	5.00 (5- 5)*	5.00 (4- 5)*	5.00 (4- 5)*	$p>0.05$
B	5.00 (5- 5)*	5.00 (4- 5)*	5.00 (3- 5)*	$p>0.05$
C	5.00 (5- 5)*	5.00 (3- 5)*	5.00 (3- 5)*	$p>0.05$
	$p>0.05$	$p>0.05$	$p>0.05$	

\* : Median (Min-Max) ile özetlenmiştir.

Enzim içeren yoğurt örnekleri ile kontrol örneği arasında karşılaştırma yapıldığında, koku puanları arasındaki farklılıklar anlamsız bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Küçükakgöl vd (2009)'a göre yoğurtlarda koku puanları 5 puan üzerinden 4.2 ile 4.8 arasında değişiklik göstermiştir. Yazıcı (1991)'e göre yoğurtların koku puanları 3.63, Dayısoğlu (1992)'e göre 3.9, Younus et al. (2002)' e göre 10 puan üzerinden 7.78 koku puanı almıştır.

Deneme yoğurtların depolama süresinde koku puanlarındaki değişim Şekil 4.13'de verilmiştir. Şekil 4.13 laktozu indirgenmiş yoğurtların koku puanları incelendiğinde Younus et al. (2002)'e göre düşük, Öz (1990) Dayısoğlu (1992), Yazıcı (1991)'e göre yüksek Küçükakgöl vd.(2009)'e göre yakın koku puanları tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. Yoğurt örneklerinin depolama süresince kaşıkla kıvam puanlarının değişimi

#### 4.3.5. Lezzet

Yoğurtlarının lezzet puanları maksimum 5 puan üzerinden ekşimsi, tatlımsı, acımsı, küfümsü, sabunumsu ve yanık lezzet derecelerinin durumuna göre değerlendirilmiştir.

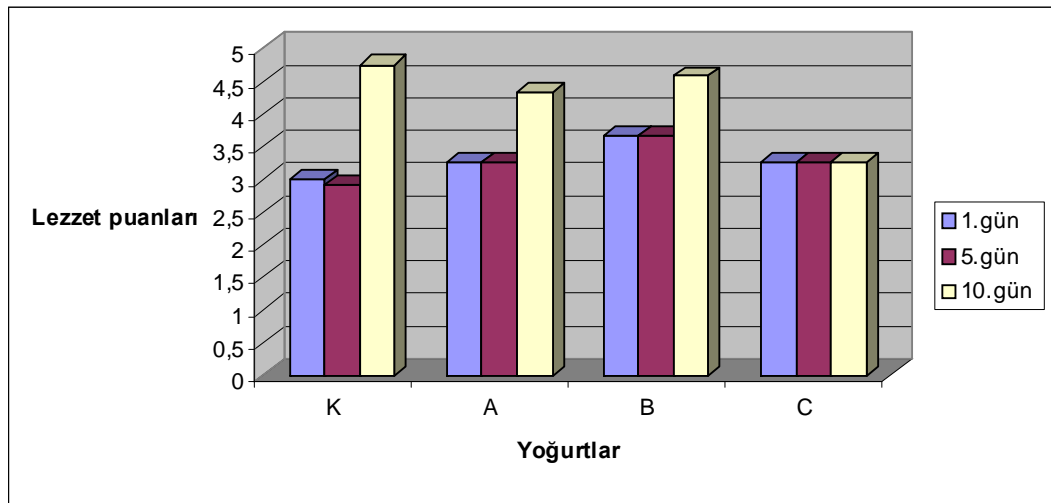
Araştırmamızda üretilen yoğurtların lezzet puanları ve 10 günlük depolama süresince lezzet puanlarındaki değişim Çizelge 4.15 ve Şekil 4.14'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi ve Duncan testine göre kontrol ve enzim katkılı yoğurtlarda depolama süresince lezzet puanlarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Enzim içeren yoğurt örnekleri ile kontrol örneği arasında karşılaştırma yapıldığında, lezzet puanları arasındaki farklılıklar anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.15. Yoğurt örneklerinin depolama süresince lezzet puanları

Ürün Grupları	Depolama Süresi			
	1.Gün	5.Gün	10.Gün	
K	3.00 (2-4) <sup>acx*</sup>	3.00 (2-3) <sup>cx*</sup>	5.00 (4-5) <sup>acy*</sup>	p<0.05
A	3.00 (3-4) <sup>ax*</sup>	3.00 (3-4) <sup>ax*</sup>	4.00 (4-5) <sup>ay*</sup>	p<0.05
B	4.00 (3-4) <sup>abx*</sup>	4.00 (3-4) <sup>xb*</sup>	5.00 (4-5) <sup>ay*</sup>	p<0.05
C	4.00 (2-4) <sup>ax*</sup>	3.00 (2-4) <sup>abcx*</sup>	3.00 (2-4) <sup>bx*</sup>	p>0.05
	p<0.05	p<0.05	p<0.05	

\* : Median (Min-Max) ile özetlenmiştir.

Güven (1998)'e göre lezzet puanları 10 üzerinden 7.20 olduğu belirtilmiştir. Küçükakgöl vd (2009)'a göre yoğurtların lezzet puanları 3.5 ile 4.5 arasında olduğu belirtilmiştir. Öz (1990)'a göre 10 üzerinden 6.55 puan , Yazıcı (1991)'e göre 3.15, Dayısoğlu (1992)'e göre 3.8 puan aldıkları, Younus et al. (2002)' e göre 10 puan üzerinen 7.63 puan aldığı belirtilmiştir. Şekil 4.14'de deneme yoğurtların lezzet puanları incelendiğinde genel olarak Dayısoğlu (1992), Küçükakgöl vd.(2009), Yazıcı (1991)'e göre yüksek Güven (1998), Younus et al. (2002), Öz (1990)'a göre düşük lezzet puanı tespit edilmiştir.



Şekil 4.14. Yoğurt örneklerinin depolama süresince lezzet puanlarının değişimi

#### **4.4. Enzim Aktivasyonu**

Ticari betagalaktozidaz enzimi olan Lactozym 3000L HG enziminin enzim aktivasyonu 2915.856 U/ml olarak bulunmuştur. Spektrofotometrede absorbans değerleri 0.353, 0.463, 0.415 olup ortalaması 0.401333 olarak hesaplanmıştır. 0,458794 olarak hesaplanan standart eğri katsayısına göre enzim aktivitesi 2915.856 U/ml olarak tespit edilmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Laktoz intoleransı hastalığı dünya üzerinde yaygın olan ve verdiği rahatsızlıklar sebebi ile süt ve ürünlerinin tüketilmesine engel olan bir hastalıktır. Süt ve ürünlerinin günlük diyetten çıkarılması veya azaltılması bünyesinde bulundurduğu kalsiyum ve fosfor gibi elzem minerallerin de yeteri düzeyde alınmaması ile beslenme problemleri oraya çıkmaktadır. Süt ürünlerini diyetten çıkarmak laktoz intoleransının semptomlarını elimine etmek için yanlış bir yöntemdir. Bu sebeple laktozu indirgenmiş süt ürünleri üretimi, süt ve ürünü tüketen laktoz intoleransı hastaları için oldukça iyi bir çözüm olarak görülmektedir.

Dünya ülkelerinde laktozu indirgenmiş dondurma, cheddar peyniri vb. ürünler raflarda yerini almışken ülkemizde yalnızca birkaç firma tarafından laktozu indirgenmiş süt üretimi yapılmaktadır. Laktozu indirgenmiş ürünlerin çeşitliliğinin artırılması kaçınılmaz bir gerçektir.

Yoğurdun betagalaktozidaz enzimi ile laktozunun parçalanması konulu çalışmamızda hedef yoğurtta bulunan laktozun en az %70 oranında indirgemesi olup yeni ürünün sağlık üzerine etkileri ortaya konulmamış, ancak enzim katımının ürünün özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Laktozu indirgenmiş yoğurt üretimi için yapılan deneme yoğurtlarda, enzim miktarının ve depolama süresinin kurumadde, protein, yağ, yağsız kurumadde üzerine etkisi incelenmeye değer bulunmamış, ancak genel olarak Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler tebliğine uygun ürünler oldukları belirlenmiştir.

Yoğurt örneklerinin laktoz indirgenme değerleri incelendiğinde enzim miktarı arttıkça laktoz indirgenme miktarı artmıştır. Depolamanın 1. günü A örneğinde laktoz indirgenmesi %46.37 oranında olurken, B örneğinde %76.48, C örneğinde ise %84.31 oranında gerçekleşmiştir.

Sonuç olarak; kimyasal değerler sonucu ve panelistlerin duyu değerlendirmeleri yönünden % 0.2 Lactozym 3000L HG betagalaktozidaz enzimi içeren örnekler laktozu indirgenmiş yoğurt üretimi için önerilebilir. Laktozu indirgenmiş ürün üretiminde karşımıza çıkan güçlükler enzim uygulamalarının getirdiği maliyetlerdir. Enzim üretimi pahalı bir yöntem olması sebebi ile üretim maliyeti ürün satış fiyatına yansıtacaktır. Ürünlerde enzim uygulamasının sanayide uygulanabilir ve piyasada rekabet edebilir gücünün oluşturulması

açısından önemlidir. Lactozym 3000 L HG ticari betagalaktozidaz enziminin birim fiyatı ithalat gümrük bedeli, sigorta ve nakliye bedeli ile birlikte ortalama 30 Euro'dur. %0.2 enzim uygulanan 1 kg yoğurt için enzimden kaynaklanacak maliyeti hesaplayacak olursak 0.12 TL'dir. Bu bilgilere dayanarak laktoz intoleransı hastaları için %0.2 ticari betagalaktozidaz enzimi içeren yoğurdun üretimi önerilebilir.

**KAYNAKLAR DİZİNİ**

- Akın N.**, 1997, Biyoyoğurt, bifiduslu fermentre süt ve yoğurt ile bunların konsantre ürünlerindeki laktoz, glikoz, galaktoz, L(+) ve D(-) laktik asit miktarları. *Gıda Dergisi* 22(5): 365-371s.
- Akyüz, N., Coşkun,H.**, 1995, Meyveli Yoğurt Üretimi. III. Milli Süt ve Ürünleri sempozyumu. Yay. No:548:285-293s. Ankara.
- Alary, J., Bonjean, M.C., Chouteau,J., Coeur, A.**, 1975 Controle chimique et bactériologique des yaourts. *Ann Fals.Exp.Chim.* 68:501-511s.
- Anonymous**,1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz yöntemleri kitabı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü. Yayın No: 62-105s.
- Anonymous**, 1988, American Society for clinical nutrition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 48 suppl
- Anonymous.** 1988a, Lactose Intolerance and Milk consumption, *American Journal of Clinical Nutrition*, 48:4.1083-1158s.
- Anonymous**, 2008, Yoğurt Üretimi, Mesleki Eğitim ve Öğrenim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi. *Gıda teknolojisi*, Ankara.
- Anonymous**, 2009, TGK. Fermente Süt Ürünleri Tebliği. *R.Gazete* 16.02.2009-27143
- Asperger, H.**, 1977, Applicability of Analytical Methods for the Assessment of Yogurt quality. *Journal of Dairy Science Abst.*, 39 (1):594s.
- Atamer M, Sezgin E.**, 1986, Yoğurtlarda Kurumadde Artırımının Pıhtının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. *Gıda*, 11(6) 327-331s.
- Atamer, M., Özer, B. ve Güler, Z.**, 1995, Lactoperoksidaz Tiyosiyanat Hidrojen Peroksit Aktivasyonu ile Korunmuş Sütlerden Üretilen Yoğurtların, Bazı Nitelikleri Üzerine Araştırma, III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. MPM Yayınları, 548, Ankara, 429s.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Atamer, M., Yıldırım, A., Dağlıoğlu, O.,** 1993a, Set ve Süzme Yoğurtlarının Depolama Süresindeki Tat-Aroma Değişimi Üzeine Asitlik Gelişimi, Lipoliz,Oksidasyon ve Proteoliz'in Etkisi. *Doğa, Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi*, 17:49-53.
- Atamer,M.,Sezgin,E., Yetişmeyen, A.,** 1988, Torba Yoğurtlarının Bazı Niteliklerinin Araştırılması. *Gıda* 13(4): 283-288s.
- Azgin, A.,** 1993. Sivas Piyasasında Tüketime Sunulan Yoğurt Örneklerinin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat
- Bayıroğlu, F., Baydaş, B., Meral. İ. ve Türkdogan. K.,** 1999, Yoğurt ile Beslemenin Rantlarda Serum Biyokimyasal Parametreleri Üzerine Etkisi. *Van Tıp Dergisi*, (6) :5-7s.
- Baysu, N.,** 1972, İnek Sütü ve Yoğurdu Üzerinde Aminoasit Spektrumun Total Protein ve Laktoz Yönünden Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Biyokimya Kürsüsü.
- Boyle, J.L.,** 1972, Alginates Industries- Londra, UK.
- Brand, J. C., Gransey M., Spargo, R., Dutton, S.,** 1983, Lactose Malabsorbtion in Australian Aborigines. *Am.J. Clin.Nurition*, 37:449-452p.
- Breslav, E.H. and Kleyn, D. H.,** 1973, In Vitro Digestibility of Protein in Yogurt. At Various Stage of Processing. *Journal Food. Science* 38: 1016-1021p.
- Bruhn, J. C., Franke, A. A.,** 1988, Protein and Major Cations in California Cottage Cheese and Yogurt. *Journal of Dairy Science*, 71p.
- Burgio, G. R.,G. Flatz.,** 1984. Prevalance o Primart Adult Lactose Malapsorbtion and Awereness of Milk İntolerance n İtaly *Am.Clin.Nutr.* 39:100-104p.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bury D. and Jelen P.**, 2000, Lactose Hydrolysis Using a Disrupted Dairy Culture, Evaluation of Technical And Economical Feasibility Canadian Agricultural Engineering 42: 75-80p
- Cavaille, D. and Combes, D.**, 1995, Characterization of Beta-galactosidase From *Kluyveromyces lactis*. Biotechnol. Appl. Biochem. 22: 55-64p
- Citti, J.E., Sandine, W.E. and Elikler, P.R.**, 1965, Sone Observation on the Hull Method for Measurement of Proteolysis. Journal of Dairy Science, 46, 337.
- Çakır, M.S.**, 2007, Probiyotik Kültür Kullanılarak Üretilen Kayısı Katkılı Yoğurtların Bazı Özellikleri.Çukurov Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Davis, J.G.**, 1973, Food Manufactura 48,23p.
- Davis, J. G., McLachlan, T.**, 1974. Yoghurt in the United Kingdom chemical and microbiological analysis, Dairy Industries, 149-158p.
- Dayısoylu, K. S.**, 1992. Van Piyasasında Üretilen ve Satışa Sunulan Yoğurtların Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Y.Y.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, Van.
- Deeth, H.C. Tamime, A.Y.**, 1981, Yoğurt nutritive and therapeutic aspects *Journal Food Protect*, 44, 78-86p.
- Demirbaş, N., Karagözlü, C. Akbulut, N.** 2002, Dünya ve Türkiye’de süt ve süt ürünleri sanayiinde gelişmeler. İstanbul Ticaret Odası, No:7
- Demirci, M., Şimşek, O.**, 1997, Süt İşleme Teknolojisi. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Desai, S.R., Toro,V.A., ve Joshi, S.V.**,1994. Utilization of different fruits in the manufacture of yoghurt. Indian *Journal Dairy Sciece*, 47, 870-874p.
- Eralp, M.**, 1967, İzmir İli Süt Mamulleri Üzerinde Araştırmalar. A.Ü. Zir. Fak. Yay. A.Ü. Basımevi, Ankara No: 304: 189s.,

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Eralp, M., Kaptan, N.**, 1970, Antalya İli Genel Sütçülüğü İle Süt Mamulleri Üzerinde İncelemeler. A.Ü. Zir. Fak. Yay. No: 436, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, A.Ü. Basımevi, Ankara 234p.
- Ergüllü, E., Demiryol, İ.**, 1983, Yoğurtlarda değişik oranlarda su katılarak yapılan ayranların bazı özellikleri üzerine araştırma. *Gıda*, 8 (5) :204s.
- Fayed, E. O., Hagrass, A. E. A., Aly, A. A., El-Samagy, Y. A.**, 1989, Use of enterococci starter culture in the manufacture of yogurt-like product. *Cultured Dairy Products Journal*.
- Fennema, O.R.** 1996, Food Chemistry. 3rd ed. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Galesloot, Th. E. Ve Hassling, F.**, 1968, Dairy Science Abstracts 30, 370s.
- Geilman, W.G.**,1993, Preparation and properties of syrups made by the hydrolysis of lactose. Internal. Dairy Fed. Munich, Germany, Bulletin of the IDF 289: 33-37p.
- Gekas V., López-Leiva M.**, 1985, Hydrolysis of lactose: A literature review *Process Biochemistry*, February: 2-12p.
- Godfrey T., West S.**,1996, *Industrial Enzymology* 2th. Ed.
- Goodenough E.R. and Kleyn, D.H.** ,1975, Qualitative and quantitative changes in charbonhydrates during the manufacture of yoghurt. *Journal Dairy Science* 59:45-48p.
- Gökalp HY, Nas S, Certel M**, 1996, *Biyokimya -1 Temel Yapılar ve Kavramlar* : PamukkaleÜniversitesi Mühendislik Fakültesi ders kitabı Yay. No: 001 Müh.Fak.Matbaası, Çamlık,Denizli, 400s
- Gönç S.**, 1986, Yoğurda işlenecek süte katılan süt tozunun kurumadde ve yoğunluğa etkisi üzerine araştırmalar. *Gıda* 11(2) 108-113s.
- Gönç, S.**, 1989, Yoğurt yapısını geliştirmede katkı maddelerinin kullanım olanakları. E.Ü. Ziraat Fak. Dergisi 26(2) 187-194s.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Gönç, S.**, 1989, Yoğurt Yapısını Katkı Maddeleri İle Düzeltme İmkani Üzerine Araştırmalar II, I. Ulusal Gıda Sempozyumu Bildirisi, Bursa, 4-6 Nisan 1989, Sayfa 301-308, Özsan Matbaacılık, Bursa, 517s.
- Gönç, S., Karagözlü, C.**, 1997, Meyveli Yoğurt Üretimi, Meyve Karışımı Hazırlanması, Yoğurtların Dayanma Süreleri İle Bazı Nitelikleri Üzerine Araştırmalar.E.Ü. Ziraat Fakültesi Süt Teknölüjisi Bölümü Doktora tezi
- Güldaş, M. Ve Atamer, M.**, 1995, Dayanıklı yoğurt Üretiminde Yoğurdun Pastörizasyon Normu ve Depolama Sıcaklığının Kalite Üzerine Etkisi, *Gıda* 20(5): 313-319s.
- Güven, M.**, 1998, Stabilizatör Kullanımının Yoğurtların Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. *Gıda* 23 (2): 133-139s.
- Holsinger, V.H. and Kligerman, A.E.**, 1991, Applications of lactase in dairy foods and other foods containing lactose. *Food Technol.* 45(1): 93-95p.
- İbrahim, M. K. E., El-Batawy, M. A., Girgis, E. S.**, 1989, Evaluation of yoghurt on the Cairo market. *Egyptian Journal Dairy Science.* 17, 125-136p.
- İzmen, E.R.**,1935. Silivri Yoğurdunun yapılışı ve terkibi hakkında araştırmalar, Yüksek Ziraat Enstitüsü Yayınlar, Ankara, 51s.
- Jelen, P.**, 1993, Lactose hydrolysis using sonicated dairy cultures. Internat. Dairy Fed. Munich, Germany. Bulletin of the IDF 289: 54-56p.
- Jurado E., Camacho F., Luzon G., Vicaria J.M.**, 2002, A new kinetic model proposed for enzymatic hydrolysis of lactose by a  $\beta$ -galactosidase from *Kluyveromyces fragilis* Enzyme and Microbiol Technology 31: 300-309p.
- Kaptan, N., Gürsel, A.**, 1984, Ankara'da tüketime sunulan yoğurtların kalitesi. A.Ü. Zir. Fak. Yıllığı, 33 (1, 2, 3, 4): 9-20.
- Kavaz, A.**, 2006, Ticari Probiyotik Kültür İle Üretilen Muzlu Yoğurtların Depolama Süresince Çeşitli Niteliklerinin İncelenmesi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri enstitüsü Gıda mühendisliği Anabilim dalı, Yüksek lisans tezi.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Kılıç, S.**, 1991, Yoğurt yapımında yararlanılan *L. bulgarius* ve *S. thermophilus*'un proteolitik aktivitelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Gıda* 16(4), 249-253s.
- Kınık,Ö. ve Akbulut, N.**, 2001, Soya sütünden yararlanılarak elde edilen yoğurtların fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine bir araştırma. **Gıda** 26:29-133s.
- Klish, W., Baker, S., Cochran, W.J.**, 1998, Soy protein-based formulas: recommendations for use in infant feeding, *Pediatrics*, 101, 148–153p.
- Kocak, H.R. and Zadow, J.G.**,1989, The effect of lactose hydrolysis and subsequent low-temperature-inactivation treatment on age gelation of UHT whole milk. *Austr. J. Dairy Technol.* 44: 37-40p.
- Koçhisarlı, İ., Ergül, E.**, 1987, Ankara piyasasında satılan yoğurt örneklerinin bazı kalite özellikleri üzerinde araştırmalar. *Gıda* 12 (3) 175-177s.
- Koldvosky, O.**, 1992, Digestive absorptive functions in fetuses, infants and children, in Polin R, Fox WW (eds): *Fetal and neonatal physiology*, vol. II. Philadelphia (Pa), WB Saunders, pp 1059– 1077p.
- Kon, S.K.**, 1959, FAO Nutrition Study No.17p.
- Kurdal, E., Demirci, M.**, 1980. Erzurum ili merkezinde tüketilen yoğurtların bileşimleri üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, Erzurum, Cilt: 11, Sayı: 1-2
- Kurt, A.**, 1984, Süt ve Mamüllerinin Fizik ve Kimyasal. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum, No:573.
- Kurt, A., Gülümser, S., Kotancılar, G., Özdemir, S.**, 1989. Süt tozu ve lesitin kullanımının yoğurt kalitesine etkisi, *Gıda* 89 (5) 301-307s.
- Küçükakgül Ö, Koçak, C, Sezen, F, Yıldız, F.**, 2009, Yağ ikame maddesi kullanılarak (Litesse Ultre) kurumadde artırımının yağsız yoğurdun kalitesi üzerine etkisi. **Gıda** 34(5): 271-278

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Ladero, M., Santos, A., Garcia, J.L., Garcia-Ochoa, F.,** 2001, Activity Over Lactose and ONPG of a Genetically Engineered E-Galactosidase from *Escherichia coli* in Solution and Immobilized: Kinetic Modelling”, *Enzyme and Microbial Technology*, 29:181-193p.
- Lalas, M., Mantes, A.,** 1986. Microbiological quality of yoghurt. *D.S.A.*, 48 (1), 49p.
- Lee, D. E, Lillibridge, C. B.,** 1979, A method for qualitative determination of lacrose content suitable for variety of foods. *Am. J. Clin. Nutr.*, 29: 428-40p.
- Marteau, P., Havenaar, R.,** 1997, Survival of lactic acid bacteria in a dynamic model of the stomach and small intestine: validation and the effect of bile. *Journal of Dairy Science*
- Marteau P, Seksik P, Jian R,** 2002, Probiotics and intestinal health effects: a clinical perspective. *British J Nut* 88 (Suppl. 1): 51
- Matak, K.,** 1999, Lactose Hydrolysis by Fungal and Yeast Lactase: Influence on Freezing Point and Dipping Characteristics of Ice Cream, Msc Thesis, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State, University in partial fulfillment of the Master of Science, 55p.
- McBean L. D., Miller G: D.,** 1998, Allaying fears and fallacies about lactose intolerance, *Journal of the American Dietetic Association*, 98(6):671-676p
- Mert, B.,** 1976. Adana piyasasındaki yoğurtların kimyasal bileşimlerinin tespiti. *Etlik Vet. Mikrob. Enst. Derg.* 4 (5), 108-122p.
- Miller G. D., Jarvis J. K., McBean L. D.,** 2000, *Handbook of Dairy Foods and Nutrition*, Second Edition, CRC Press LLC, Rosemont, Illinois.
- Mumcu A,** <http://www.mumcu.com/html/article.php?sid=370>, (Ulaşım 02.05.2010)(2004)

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Musaigera, A.O., Al-Saadb, J.A., Al-Hootib, D.S. and Khunjib, Z.A.,**1998, Chemical composition of fermented dairy products consumed in Bahrain. *Food Chemistry* 61:49-52p.
- Nicolov, N.M.,** 1967, *Dairy Science Abstracts* 29, 17p.
- Nilson, B.,** 1973, *Cooking with yoghurt, Cultured Cream ve Suft Cheese'*, Pelham Books Ltd., 52 Bedford Square, London WCL.
- Noble, S., Rawlinson, F., Byrne, A.,** 2002, Acquired Lactose Intolerance: A Seldom Considered Cause of Diarrhea in the Palliative Care Setting. *J Pain Sympt Manag* 23: 449p.
- Novalin, S., Neuhaus, W., Kulbe, K.D.,** 2005, A new innovative process to produce lactose-reduced skim milk, *Journal of Biotechnology*, 119: 212-218p.
- Novo Nordisk A. Ş.,** 1997. B 020a-GB 200. Sayfa 1-3. June 1997.
- Numanoğlu, Y. ve Sungur, S.,** 2004,  $\beta$ -Galactosidase From *Kluyveromyces lactis* Cell Disruption and Enzyme Immobilization Using a Cellulose-Gelatin Carrier System, *Process Biochemistry*, 39: 703-709p.
- O'Neil, J.M., Kleyn, D.H., Hare, L.B.,** 1979, Consistency and compositional characteristics of commercial yogurts. *J. Dairy Science* 71: 120- 128p.
- Obiger, G. ,**1966, *Dairy Science Abstracts* 28, 314p.
- Öz, K.,** 1990, Konya'da Tüketime Sunulan Yoğurtların Kalitesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Oysun, G.,**1996. Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri. EÜ. Ziraat fakültesi Yayınları No. 504
- Palmer, T.,** 1985, *Understanding Enzymes.* 2nd edition. Ellis Horwood Publishers, Australia.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Panesar, R., Panesar, P.S., Singh, R.S., Kennedy, J.F., Bera, M.B., 2007,** Production of Lactose Hydrolyzed Milk Using Ethanol Permeabilized Yeast Cells, *Food Chemistry*, 101: 786-790p.
- Park, Y.W., 1994,** Nutrient and mineral composition of commercial US goat milk yoghurts. *Small Rumin.Res* 13, 63-70p.
- Park, Y. W. 2000,** Comparison of mineral and cholesterol composition of different commercial goat milk products manufactured in USA. *Small Ruminant Research* 37 (1-2)115-124p.
- Pessela, B., Mateo, C., Fuentes, M., Vian, A., Garcia, J.L., Carrascosa, A.V., Guisan, J.M., Lafuente, R.F., 2003,** The Immobilization of a Thermophilic  $\beta$ -Galactosidase on Sepabeads Supports Decreases Product Inhibition Complete Hydrolysis of Lactose in Dairy Products”, *Enzyme and Microbial Technology*, 33:199-205p.
- Pivarnik, L.F., Senecal, A.G., Rand, A.G., 1995,** Hydrolytic and Transgalactosylyc Activities of Commercial  $\beta$ -Galactosidase (Lactase) in Food Processing. *Advances in Food and Nutrition Research*, 38: 1-102p.
- Pilson, M.E,Q., Kelly, A.,1962,** Composition of milk from zalophus Coliformians, the California sea lion.*Science*, 135: 104-5p.
- Pomeranz Y., 1964,** Lactase (beta-D-Galactosidase) I. Occurrence and Properties. *Food Technology*,18 (5):690–697.
- Prenosil J. E., Stuker E., Bourne J. R., 1987,** Formation of oligosaccharides during enzymatic hydrolysis of lactose: Part 1: State of art, *Biotechnology and Bioengineering*, 30:1019-1025p.
- Puvanenthiran, A., Williams, R.P.V., Augustin, M,A., 2002,** Structure and Visco-elastic Properties of Set Yog-hurt with Altered Casein to Whey Protein Ratios. *Int Dairy J*, 12: 383-391p.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Rao, D.R., Pulusami, S.R., Chavwan, C.B.**, 1985, Role of fermented milk products in milk intolerance and other clinical conditions. Un : Draper HH, ed. Anvanced in nutrition research. New york : Plenum Pres, 7 : 203-19p.
- Rasic, J., Kurman, J.A.**, 1978, Yogurt-Scientific Grounds, Technology, Manufacture and preperation. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen.
- Renner, E.**,1974,milch und Milchproducte in der Ernährung des Menschens Kempten, Volkwirtschaftlicher Varlag GmbN, Kempten, 454.
- Rouwenhorst, R.J, Pronk, J.T., Van Dijken, J.P.**, 1989, The discovery of  $\beta$ -galactosidase. TIBS 14: 416-418p.
- Saldamlı, I.**,1985, Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler. H.Ü. Gıda mühendisliği Bölümü, Ankara. 131s.
- Sandra, S.H.**,1988., Lactose Intoleranse. Food. Tech. 42.3:110-113p.
- Sani, R.K., Chakraborti, S., Sobti, R.C., Patnaik, P.R., Banerjee, U.C.**, 1999, Chracterization and some reaction –engineering aspects of thermostable extracellular  $\beta$ - galactosidase from a new Bacillus species Folia Microbiol.44 (4): 367-371p.
- Sanul, A. R.**, 1990, Laktaz Yetmezligi Tanısında Degisik Miktarda Laktoz İçeren Test Yemekleri İle Alınan Sonuçlar, Ege Tıp Fakültesi, Namık Kemal Menten Gastroentoloji Klinigi, Gastroenteroloji Uzmanlık Tezi.
- Say, D.**, 2001, İnek ve Keçi Sütlerinden Üretilen Tuzlu Yoğurtların Özellikleri ve Bu Özelliklere Depolama Koşullarının Etkisi, Çukurova Üniversitesi Yüksek lisans tezi.
- Seçkin, A. K., Nergiz, C.**, 1997, Geleneksel Yöntemle Üretilen süzme yoğurtlarının kimyasal kompozisyonu. Gıda Mühendisliği III. Ulusal Sempozyumu, 22-23 Eylül 1997, Ankara, s 398-403s.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sener, N., Apar, D.K., Özbek, B.,** 2006, A modelling study on milk lactose hydrolysis and  $\beta$ -galactosidase stability under sonication, *Process Biochemistry*, 41:1493-1500p.
- Sezgin, E.,** 1979. Ankara'da Tüketilen Yoğurtların Yapımında Kullanılan Mayaların Bazı Teknik ve Biyolojik Nitelikleri Üzerinde Araştırmalar, A.Ü. Zir. Fak. Yayınları, Ankara, 722s.
- Sezgin, E.** 1989. Fermente Süt Ürünlerinin Besin Değerleri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi. Ulusal Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. Milli üretive merkezi, Ankara, 394, 179-190s.
- Sezgin, E., Atamer, M. Ve gürsel, A.,** 1988. Yerli ve yabancı starter kullanılarak yapılan yoğurtların kaliteleri üzerine bir araştırma, *Gıda*, 13(1):5-11s.
- Sezgin, E., Atamer, M., Yetişmen, A.,** 1989, Yoğurt Üretiminde Kimi Stabilizatörlerden Yararlanma Olanakları, 1. Ulusal Gıda Sempozyumu Bildirisi, Bursa, 4-6 Nisan, 198-202s, Özsan Matbaacılık, Bursa, 517 sayfa.
- Sezgintürk, M. K., Dimçkaya, E.,** 2007,  $\beta$ -galaktozidaz Aktivitesinin Belirlenmesinde Biyosensör Temelli Ölçüm Sistemlerinin Geliştirilmesi. Ege Üniversitesi Biyokimya bilimdalı. Bornova - İzmir
- Shahani, K.M., Chandan, R.C.,** 1979, Nutritionl and healthful aspects of cultured and culture containing dairy foods, *Journal of Dairy Science*, 62p.
- Shukla, R. T.,** 1975, Beta-galactosidase technology: A solution to the lactose problem, *CRC Critical reviews in Food Technology*, 1:325-356p.
- Souza, G.D.E ,** 1977, Processing of yoghurt with new flavours. Buletindu Instituto de tecnologia de Alimentoz No:52. (113-130).'' Alınmıştır'' D.S.A. 1979 (41)11 (6504).
- Şimşek, O., Kurultay, Ş., Bilgin, B., Öksüz, Ö.,** 1994, Yoğurt Hataları. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, İstanbul, 351-356s.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Tamime, A. Y., Davies, G., Hamilton, M. P.,** 1987, The quality of yoghurt on retail sale in Ayrshire: I. Chemical and Microbiological Evaluation. Dairy Industries Int., 52 (6): 19-21p.
- Tamime, A.Y. and Deeth, H. C.,** 1980, Yogurt: Technology and Biochemistry, Journal of Protection, 12, 939-977p.
- Tamime, A.Y., Kalab, M., Davies,G,** 1984, Microstructure of set style yoghurt manufactured from cow's milk fortified by parious methods. Food Microstructure, Vol. 3. 83-92p.
- Tamime, A.Y. and Robinson, R.K.,** 1985, Yogurt Science and Thecnology. Pergamon Pres, Oxford. 431p.
- Tanrıseven, A. ve Dogan, S.,** 2002, A Novel Method for the Immobilization of E-Galactosidase", Department of Biochemistry, Gebze Institute of Technology, Gebze, Kocaeli, 38:27-30s.
- Tayar, M., Anar, Ş., Şen, C.,** 1993, Bursa'da tüketilen yoğurtların kalitesi. *Gıda* 18(3) 203-205s.
- Tayar M., Şen C., Güneş E.,** 1995, Yoğurt üretiminde bazı stabilizör maddelerin kullanılması *Gıda* 20(2) 103-106s.
- Tekinşen, O. C.,** 1976, Yoğurt Yapımı. *Vet. Hek. Der. Derg.*, 46 (1-2-3): 29-36s.
- Tieszen, K. M., Baer, R. J.,** 1989, Composition and microbiological quality of frozen yoghurts. *Cultured Dairy Product of J.*, 20 (1), 45-50p.
- Tuohy, K.M., Probert, H.M., Smejkal, C.W., Gibson, G.R.,** 2003, Using probiotics and prebiotics to improve gut health. *Drug Discovery Today* 8: 692p.
- Uhlig, H.,** 1998, Industrial Enzymes and Their Applications. Wiley, New York

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Uysal, H. R.**, 1993, Vakum ve Ultrafiltrasyonla Koyulaştırılan Sütlerden Torba Yoğurdu Yapımı ve Klasik Yöntemle Karşılaştırılması Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enstitüsü, İzmir.
- Uysal, H., Kınık Ö., Kavas.,G.** 2004. Süt ve Ürünlerinde Uygulanan Duyusal Test Teknikleri. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 560
- Üçüncü M.**, 2004, A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Verigna, H.A. Galeshoot, Th. E. Ve Davelaer, H.**,1968 Metherlands Milh and Dairy Journal 22,114p.
- Vesa T. H., Marteau P., Korpela R.**, 2000, Lactose intolerance, Vries R. P., Broeck H. C., Dekkers E., Manzanares, Journal of the American College of Nutrition, 19(2):165-175p.
- Wasselfall, F.**, 1972, Sauermilchprodukte und ihre Bedautung als Nahrungemittel Ern ahnung. Umschau 5; 155-158p.
- Wasselfall, F.** 1973, De Rolle Des Saurmilchprodukte in der Rekanvaleszens, Schweizersche Nilchzeitung, 39 5 309-310p.
- Wong, D., Jennes, R., Kenen, M., Marth, E.**, 1988, Fundamental f dairy chemistry. Won Nostrand Reinhold Co.Inc.New York.
- Yalçınkaya, S., Ayar, A., Elgün, A.**, 2003, Buğday ruşeymi ve fitaz ilavesiyle besin değeri yüksek yoğurt üretimi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 17 (32):2003, 57 -63s.
- Yaygın, H.** 1981, Yoğurdun beslenme değeri ve sağlıkla ilgili özellikleri, *Gıda* 5, 18s.
- Yazıcı, F.**, 1991, Samsun İlinde Tüketime Sunulan Yoğurtların Duyusal, Fiziksel, Kimyasal, ve mikrobiyolojik Nitelikleri Üzerinde Bir Araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, 89 s.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

**Younus, S., Masud, T., Aziz, T.,** 2002, Quality evaluation of market yoghurt /Dahi. Pakistan Journal of Nutrition 1 (5) : 226-230p.

**Yöney, Z.,** 1965. Konserve yoğurtların işlenişi ve dayanıklılığı üzerinde teknolojik araştırmalar. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları, Ankara.

## ÖZGEÇMİŞ

09.05.1982 tarihine Ankara’da doğan Nurşen YILDIRIM, Balıkesir Sırı Yırcalı Anadolu Lisesinden 2000 yılında mezun olmuştur. 2000 yılında Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünü kazanmış ve 2004 yılında bu bölümden bölüm ikincisi olarak mezun olmuştur. 2007 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır.

“Laktozu İndirgenmiş Yoğurt Üretimi” üzerine yüksek lisans tez çalışması hazırlamıştır.