

**β .D.GALAKTOSİDAZ ENZİMİ KULLANILARAK
YAPILAN YOĞURTLARIN KALİTE
KRİTERLERİ ÜZERİNE BİR**

ARAŞTIRMA

Seval Sevgi KIRDAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SÜT TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

1990

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

β .D.GALAKTOSİDAZ ENZİMİ KULLANILARAK
YAPILAN YOĞURTLARIN KALİTE
KRİTERLERİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SÜT TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Y. G.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

Bu tez 18.5.1990 Tarihinde Aşağıdaki Juri tara-
fından 80 (seksen) Not Takdir Edilerek Oybirliliği/
Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.


Prof. Dr. Tümer Uraz


Prof. Dr. İlbilge Saldamlı


Prof. Dr. Emel Sezgin



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ
 β .D.GALAKTOSİDAZ ENZİMİ KULLANILARAK
YAPILAN YOĞURTLARIN KALİTE
KRİTERLERİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA

Seval Sevgi KIRDAR

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Süt Teknolojisi Anabilim

Dalı

Danışman: Prof.Dr.Emel Sezgin

1990, 86 sayfa

Jüri: Prof.Dr.Tümer Uraz

Prof.Dr.İlbilge Saldamlı

Prof.Dr.Emel Sezgin

Bu çalışmada yoğurt üretiminde kullanılan β .D.galaktosidaz enzim preparatının elde edilen ürünün kalite kriterleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. 0.1, 0.2 ve 0.3 ml/lt enzim ilave edilerek yaklaşık % 30, 50, 70 ve 90 laktaz hidrolizasyonu sağlanmıştır. Enzimin süte ilavesiyle hazırlanan yoğurtlarda depolama sürecinde 1. ve 14. günlerde pıhtılaşma süresi, konsistens, serum ayrılması, titrasyon asitliği, laktik asit, asetaldehit ve tyrosine miktarlarına ilişkin değerler saptanmış ve duyuşal değerlendirmeler

yapılmıştır.

Laktoz hidrolizasyonunun yoğurtların titrasyon asitliği ve serum ayrılması üzerine etkisi yokken, pıhtılaşma süreleri üzerine kısaltıcı etkisi olduğu tesbit edilmiştir. Laktoz hidrolizasyonunun yoğurtların konsistens değerleri üzerine olan etkisi önemsiz bulunmuştur. Enzimle işlem görmüş deneme örneklerinin asetaldehit ve tyrosine değerlerinde artış olurken, laktik asit miktarlarında azalma meydana gelmiştir. Depolama sürecinde tyrosine değerleri artarken, laktik asit ve asetaldehit miktarları azalmıştır. Toplam duyusal değerlendirme de ise panelistler, % 50 (A) ve % 70 (B) hidrolizasyon sağlanan örnekleri daha çok beğenmişlerdir.

ANAHTAR KELİMELER : β .D. galaktosidaz, Hidroliz, laktoz hidrolizasyonu, yoğurtta β .D. galaktosidazın kullanımı.

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

A STUDY ON THE QUALITY CRITERIA OF
YOGHURTS MANUFACTURED BY USING
 β .D.GALACTOSIDASE ENZYME

Seval Sevgi KIRDAR

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Milk Techonology

Supervisor : Prof.Dr.Emel Sezgin

1990, 86 pages.

Jury: Prof.Dr.Tümer Uraz

Prof.Dr.İlbilge Saldamlı

Prof.Dr.Emel Sezgin

In this study, the effects of β .D. Galactosidase enzyme preparation which was used in yoghurt manufacturing, on some quality criteria of the final product, were investigated. By adding 0.1 ml, 0.2 ml and 0.3 ml enzyme to 1 liter of milk, approxiametly 30 %, 50 % , 70 % and 90 % hydrolysis of lactose were achieved, respectively. In yoghurt samples, obtained by adding enzyme to milk, coagulation time, consistency, serum separation, titratable acidity, lactic acid content, acetaldehyde content and the level of tyrosine as well as organoleptic properties were determined during the first and 14 days of storage.

Hydrolysis of lactose caused a reduction in coagulation time as the degree of hydrolysis was increased, while there was

no significant effect on titratable acidity and serum separation of the samples. Consistency of yoghurts was not affected by the process of hydrolysis. While acetaldehyde and tryrosine contents of the enzyme-treated samples increased, lactic acid contents decreased. During the storage period, an increase in the level of tyrosine was observed, a decrease in the contents of lactic acid and acetaldehyde was found on the contrary. According to the overall score, yoghurt samples, manufactured by hydrolysing, 50 % (A) and 70 % (B) lactose, was found better than the others by the panel members.



KEY WORDS: β .D.galactosidase, hydrolysis, lactose hydrolysis,
use of β .D.galactosidase in yoghurt.

TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun seçiminden, son aşamaya gelinceye dek değerli bilgi ve yardımlarından yararlandığım tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Emel Sezgin'e (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü), yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Metin Atamer'e her türlü laboratuvar ve işletme olanaklarını sağlamış olması nedeniyle Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü'ne ve istatistiki değerlendirmelerin yapılmasında yardımcı olan Araş. Gör. Zahide Kocabaş'a teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	8
3. MATERYAL VE METOD.....	36
3.1. Materyal.....	36
3.2. Metod.....	36
3.2.1. Duyusal analiz yöntemi.....	36
3.2.2. Fiziksel ve kimyasal analizlerde kullanılan yöntemler.....	38
3.2.2.1. Yoğurtlarda pıhtılaşma süresinin saptanması	40
3.2.2.2. Yoğurtlarda konsistens değerlerinin belirlenmesi	40
3.2.2.3. Yoğurtlarda serum ayrılması miktarlarının saptanması	40
3.2.2.4. Yoğurtlarda titrasyon asitliklerinin belirlenmesi	40
3.2.2.5. Yoğurtların laktik asit miktarlarının saptanması	41
3.2.2.6. Yoğurtların laktoz miktarlarının bulunması	41
3.2.2.7. Yoğurtların asetaldehit miktarlarının bulunması.....	41
3.2.2.8. Yoğurtların tyrosine miktarlarının bulunması	42
3.2.2.9. Kurumadde içeriklerinin bulunması	42
3.2.2.10. Yağ miktarlarının belirlenmesi..	42
3.2.3. Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan istatistiksel yöntemler	42
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	44

	<u>Sayfa</u>
4.1. Yoğurt yapımında kullanılan sütlerin genel özellikleri	44
4.2. Yoğurtların duysal niteliklerine ilişkin sonuçlar ve tartışma	44
4.2.1. Tat	44
4.2.2. Koku	47
4.2.3. Görünüş	48
4.2.4. Kıvam	48
4.2.5. Toplam Puanlar	49
4.3. Yoğurtların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ve tartışma	51
4.3.1. Pıhtılaşma süresi	51
4.3.2. Konsistens	52
4.3.3. Serum ayrılması.....	55
4.3.4. Titrasyon asitliği	57
4.3.5. Laktik asit	59
4.3.6. Asetaldehit	64
4.3.7. Tyrosine	70
4.3.8. Laktoz	75
4.3.9. Kurumadde	76
4.3.10. Yağ	76
5. SONUÇLAR	77
KAYNAKLAR	79

ÇİZELGE LİSTESİ

SAYFA

Çizelge 1.1. Bazı ülkelerde 1987 yılına ait kişi başına düşen yoğurt tüketimi.....	3
Çizelge 2.1. β . galaktosidaz enzimi kaynakları.....	9
Çizelge 2.2. Ticari β . galaktosidaz emzimlerinin önemli özellikleri.....	11
Çizelge 2.3. Zabady örneklerinin analiz sonuçları.....	27
Çizelge 2.4. Farklı oranlarda enzim katılmış sütlerden yapılan yoğurtların hidroliz miktarı, pıhtılaşma zamanı, inkübasyon süresi ve laktoz içerikleri.....	28
Çizelge 3.1. Puanlandırma cetveli örneği.....	38
Çizelge 4.1. Denemede kullanılan çiğ sütlerin bazı nitelikleri.....	44
Çizelge 4.2. β . D. galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerde aldıkları tat puanlarına ilişkin ortalama değerler.....	45
Çizelge 4.3. β .D. galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerde aldıkları koku puanlarına ilişkin ortalama değerler.....	47
Çizelge 4.4. β .D. galaktosidaz enzimi yardımıyla fark-	

lı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerde aldıkları görünüş puanlarına ilişkin ortalama değerler.....	48
Çizelge 4.5. β .D. galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14 günlerde aldıkları kıvam puanlarına ilişkin ortalama değerler.....	49
Çizelge 4.6. β .D. galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerde aldıkları toplam puanlarına ilişkin ortalama değerler.....	50
Çizelge 4.7. β .D. galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların pıhtılaşma sürelerine ilişkin ortalama değerler.....	51
Çizelge 4.8. Deneme yoğurtlarının pıhtılaşma sürelerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	52
Çizelge 4.9. β .D. galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerdeki konsistens ölçümlerine ilişkin ortalama değerler.....	53
Çizelge 4.10. Deneme yoğurtlarının konsistens değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	54

Çizelge 4.11. β .D. galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerdeki serum ayrılmasına ilişkin ortalama değerler.	55
Çizelge 4.12. Deneme yoğurtlarının serum ayrılması miktarlarına ilişkin varyans analizi sonuçları.	56
Çizelge 4.13. β .D. galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14.günlerdeki titrasyon asitliklerine ilişkin ortalama değerler.....	57
Çizelge 4.14. Deneme yoğurtlarının titrasyon asitliğine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	58
Çizelge 4.15. β .D. galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerdeki laktik asit miktarlarına ilişkin ortalama değerler (g/100 ml).....	59
Çizelge 4.16. Deneme yoğurtlarının laktik asit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları.....	62
Çizelge 4.17. β .D. galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerdeki ortalama asetaldehit miktarları...	64
Çizelge 4.18. Deneme yoğurtlarının asetaldehit miktarlarına ilişkin varyans analizi sonuçları..	67

Çizelge 4.19. β .D. galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerdeki ortalama tyrosine değerleri (mg/5 ml).....	71
Çizelge 4.20. Deneme yoğurtlarının tyrosine değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	72
Çizelge 4.21. β .D. galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlere ilişkin ortalama laktoz miktarları ve hidrolizasyon oranları.....	75

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Nötral pH'da β .galaktosidazın muhtemel mekanizması.....	12
Şekil 2.2. Beyaz olmayan ırkın laktaz aktivitesi.....	14
Şekil 2.3. Yoğurttaki laktaz aktivitesi.....	25
Şekil 2.4. Laktozu hidrolize edilmiş yoğurtların endüstriyel üretimi için önerilen bazı yöntemler...	31
Şekil 3.1. Deneme yoğurtlarının üretim akım şeması....	39
Şekil 4.1. Yoğurt örneklerinde depolamanın 1. ve 14. gününde tesbit edilen laktik asit miktarları.....	61
Şekil 4.2. Yoğurt örneklerinde depolamanın 1. ve 14. gününde tesbit edilen asetaldehit miktarları...	66

I. GİRİŞ

Tarım ve hayvancılık açısından son derece geniş bir potansiyele sahip olan ülkemizin bu avantajına karşılık, süt ve mamülleri sanayii gereken gelişmeyi gösterememiştir.

Süt ve mamülleri, çocukların ve gençlerin gelişmesinde, büyümesinde, orta ve ileriki yaşlardaki insanların yaşamlarını daha sağlıklı sürdürebilmeleri için, günde belirli miktarda alınması gerekli olan gıda maddeleridir. İnsan beslenmesinde bu kadar önemli rol oynayan süt ve mamülleri, ülkemizde halkın ihtiyacını karşılayacak düzeyde üretilememektedir.

Türkiye ile Avrupa Topluluğuna üye bazı ülkeleri kıyaslayacak olursak içme sütü olarak her yaştaki nüfusun yılda tükettiği miktar ülkemizde 34.1 kg iken, Lüksemburg'da 83.5 kg. Hollanda'da 93.7 kg, İngiltere'de 127.3 kg, Danimarka'da 130.2 kg kadar çıkabilmektedir. Avrupa Topluluğuna üye ülkelerde kişi başına düşen içme sütü tüketimi Türkiye'nin 3 katı olmak üzere ortalama 99 kg'dır. Ülkemizde tüketilen içme sütünün % 10 kadarı sanayi'den geçtiği halde, Toplulukta hemen hemen tamamına yakın kısmı sanayiden geçmektedir (Anonymous, 1985).

Türkiye'de sütün doğrudan tüketilmesi, çok düşük seviyededir. Süt endüstrisinin istenen düzeyde gelişmemiş olması, halkın süt içme alışkanlığının olmayışı, süt üretimimizin

büyük bir kısmının süt ürünlerine işlenmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu ürünler arasında ülkemizde yaklaşık olarak üretilen toplam sütün % 20'sinin işlenmesiyle elde edilen yoğurt, her çeşit sütün yapılabilmesi, kolayca üretilebilmesi, satış ve tüketimindeki kolaylıklar, nedeniyle her ülkede olduğu gibi ülkemizde de sevilerek tüketilen bir süt mamülüdür.

Milli yiyeceklerimiz arasında sayılan yoğurt, sütlerin tekniğine uygun bir şekilde Streptococcus thermophilus ve Lactobacillus bulgaricus'un etkisiyle laktik asit fermantasyonu sonucunda elde edilen ve yoğurt kültürlerini canlı olarak içeren fermente bir süt ürünüdür (Sezgin 1981).

Günlük yiyeceklerimiz arasında kuvvetli bir besin ve diyet yiyeceği olarak yüksek bir üretim ve tüketim potansiyeline sahip olan yoğurt, geniş bir teknoloji alanını da kapsar. Bu nedenle üretim yöntemlerini ve kalitesini geliştirmek için yapılan çalışmaların sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde kişi başına tüketilen yoğurt miktarı bazı ülkelerle kıyaslandığında Bulgaristan'dan sonra ikinci sırada yer aldığımız görülmektedir (Çizelge 1.1).

Çizelge I.1. Bazı ülkelerde 1987 yılına ait kişi başına düşen
yoğurt tüketimi (kg/yıl)

Ülke Adı	Kişi başına düşen yoğurt tüketimi
Bulgaristan	31.5 [#]
Türkiye	20.0 ^{**}
Hollanda	19.1
İsviçre	16.5
Finlandiya	10.8
Almanya	9.9
Danimarka	8.3
İzlanda	7.6
İspanya	7.3
Avusturya	7.0
Belçika	7.0
İsveç	5.8
Yunanistan	5.5
Norveç	4.2
İngiltere	3.6
USA	2.1
İtalya	2.0
Güney Afrika	1.5

* 1975 yılına ait.

**Tahmin edilen miktar

Kaynak: Anonymous 1989.

Ülkemizde, süt içme alışkanlığının gençliğe kazandırılmaması ve % 36.6 oranında laktoz intoleransı olması nedeniyle içme sütü tüketimi oldukça azdır. Ancak yoğurt ve peynir gibi fermente ürünlerin sindirimi kolay olduğu için tüketimi daha fazladır. Yoğurdun laktoz içeriği süte göre daha düşüktür ve içerisinde nisbeten daha kolay hazmolabilen glukoz ve galaktoz mevcuttur. Yoğurt yapan bakteriler ürettikleri laktaz enzimiyle sütteki laktozu glukoz ve galaktoza parçalayarak yoğurdun laktoz içeriğini azaltmakta ve tolera edilebilmesine neden olmaktadır (Tamime ve Robinson 1985, Rasic ve Kurmann 1978, Tunçbilek ve ark. 1973).

Yoğurdun bu olumlu yönlerini geliştirmek amacıyla içerisine dışarıdan laktaz enzim preparatı katılmak suretiyle yoğurt yapımı konusunda çalışmalar yoğunlaştırılmıştır. Böylece yoğurtta daha çabuk ve yeterli miktarda asit oluşacağı, yani yoğurdun oluşum süresinin kısılacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca bu durumun istenmeyen aroma oluşumunu önleyeceği ve depolamada yoğurdun daha stabil kalacağı öne sürülmektedir (Nispels 1976 b).

Yoğurt üretim aşamaları içinde en zaman alıcı kısım inkübasyon işlemi denilen, sütün yoğurt bakterileri ile aşılandıktan sonra koagüle olması için beklenen süredir. Çeşitli faktörlerin etkisiyle az çok değişebilen bu süre en az 2.5 saat, ortalama 3-4 saat sürmektedir. İşletmeler için işgücü, zaman ve enerji yönünden kayıp yaratan inkübasyon süresinin kısaltılabilmesi için

zaman zaman bazı çalışmalarda bulunmaktadır. Ancak kalite düzeyini düşürmeden bu sürenin kısaltılabilmesi oldukça zordur. Günümüzde çeşitli enzim preparatlarının piyasada yaygınlaşması ile bunlardan yoğurt üretiminde de yararlanılması fikri doğmuştur. Bunlardan β -D.galaktozidaz, çeşitli mayalardan ve küflerden oldukça saf olarak elde edilmekte ve değişik ticari isimler altında gıda sanayiinde kullanılmaktadır. İşlevini süt şekeri olarak bilinen ve bir disakkarit olan laktoz üzerinde gösteren bu enzim β -D-galaktozid bağlantısının hidrolizasyonunu katalize etmekte ve böylece laktozu 1 mol D-glukoz ve 1 mol D-galaktoza parçalamaktadır. Dolayısıyla yoğurt bakterilerinin fonksiyonlarına yardımcı olmakta ve bu nedenle de inkübasyon süresini kısaltacağı düşünülmektedir.

Laktoz intoleransı gösteren kişiler için hazırlanan düşük laktozlu süt ve ürünlerinde bu enzimin kullanılması oldukça yaygınlaşmıştır. Enzimin bu özelliğinden yoğurt yapımında yararlanılarak inkübasyon süresinin kısaltılmaya çalışılması bu araştırmanın amaçlarından bir tanesidir.

Diğer amaç ise laktoz intoleransı gösteren kişilerce de rahatça tüketilebilir yoğurt eldesidir.

Bilindiği gibi dünya nüfusunun önemli bir kısmı, intestinal mukozalarında laktaz enzimi eksikliğinden ötürü laktozu sindirememekte ve laktozca zengin süt ve ürünlerini tükettikleri zaman

bir takım olumsuz etkilerle karşılaşmaktadırlar. İnsan barsağında laktaz enziminin eksikliğinde gıdalarla alınan laktoz monosakkaritleri olan glukoz ve galaktoza parçalanamadığından absorbe olamaz. Emilemeyen laktozun ozmatik etkisi ve barsak bakterilerinin çalışması sonucunda asit ve gaz oluşumu ile birlikte kişilerde sancılı sindirim bozuklukları ve ishal gibi rahatsızlıklar ortaya çıkar. Laktoz intolerant olarak adlandırılan bu kişiler yapılan bir çalışmaya göre, ülkemizde de % 36.6 oranında saptanmıştır (Tunçbilek ve ark. 1973). Diğer yandan yoğurtta bilindiği gibi fermantasyon sonucunda laktozun yaklaşık 1/3'ü azalmaktadır. Ancak, Gıda Maddeleri Tüzüğünde en az % 15 kurumaddeli sütte yoğurt işlenmesi zorunludur. Bu durumda yoğurda işlenecek sütün minimum % 3-4 oranında kurumaddesi zenginleştirilmekte, dolayısıyla daha başlangıçta % 6-7 oranında laktoz içeren karışım, yoğurt olduktan sonra da % 4-4.7 gibi en az sütte bulunan miktarda laktoz içermektedir. İşte bu nedenle laktoz intoleransı gösteren kişilerce rahat tüketilememektedir. Çalışmanın ikinci aşaması β -D-galaktosidaz enzimi kullanılarak düşük laktozlu yoğurt eldesinin sağlanması ve yukarıda bahsedilen kişilerce de rahatça tüketilebilmesinin sağlanmasıdır.

Bu amaçla planlanan çalışmada yoğurt yapımında β -D-galaktosidaz enziminden yararlanılmış ve ürünün başlıca kalite kriterleri saptanarak ürün kalitesini olumlu veya olumsuz etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca +4°C'de 14 günlük depolama süre-

cinde meydana gelen değişimler de incelenerek kalite korunmasında enzimin etkisi araştırılmıştır.



2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Sütün en önemli karbohidratı olan laktoz (süt şekeri), glukozla galaktozun birleşmesinden meydana gelen bir disakkarittir. Doğada yüksek oranda yalnız sütte bulunur. Sütte çözülmüş olarak bulunan laktoz, fermente süt ürünlerinin oluşmasında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, süt ve mamüllerinin renginde, besin değerinde, aromasında, yapısında ve diğer niteliklerinde etkili olmaktadır (Walstra ve Jenness 1984).

Süt, yağsız süt ve peyniraltı suyunun başlıca unsuru olan laktozun D.glukoz ve D.galaktoza hidrolizi mineral asitlerle, iyon değiştiricilerle ve laktaz enzimi ile yapılabilir (Walstra ve Jenness 1984).

Laktozu meydana getiren monosakkaritler, glukoz ve galaktoz, laktozun hidroliziyle değer kazanmaktadırlar. Oluşan hidroliz ürünlerinin, laktoza oranla daha kolay fermente olduğu, daha çabuk hazmolabildiği, tatlılık ve eriyebilirlik gibi bazı özelliklerinin de daha üstün olduğu belirtilmektedir. Bütün bu hususlar peyniraltı suyu ürünleri, hidrolize süt ve benzeri ürünlerin üretiminde oldukça önemlidir (Fox 1985).

Sistemik ismi β .D.galaktosid.galaktohidrolaz olan laktaz enzimi (β .galaktosidaz) doğada yaygın halde bulunmaktadır. Çizelge 2.1'de enzimin bulunduğu başlıca yerler görülmektedir.

Çizelge 2.1. β .galaktosidaz enzimi kaynakları

Hayvan organları	Bağırsak	
Bitkiler	Yonca tohumu	Kahve taneciği
	Badem	Şeftali
	Kayısı	
Maya	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Mucor pusillus</i>
	<i>Alternaria palmi</i>	<i>Mucor meicher</i>
	<i>Aspergillus foetidus</i>	<i>Neurospora crassa</i>
	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Scapulariopsis</i>
	<i>Aspergillus oryzae</i>	
	<i>Curvularia inaequalis</i>	
Küf	<i>Fusarium moniliforme</i>	
	<i>Candida pseudotropicalis</i>	
	<i>Kluyveromyces fragilis</i>	
	<i>Kluyveromyces lactis</i>	
Bakteri	<i>Kluyveromyces marxianus</i>	
	<i>Basillus acidocaldarius</i>	
	<i>Basillus coagulans</i>	
	<i>Basillus megaterium</i>	
	<i>Basillus stearothermophilus</i>	
	<i>Basillus subtilis</i>	
	<i>Escherichia coli</i>	
	<i>Lactobasillus bulgaricus</i>	
	<i>Lactobasillus helveticus</i>	
	<i>Lactobasillus thermophilus</i>	
	<i>Leuconostoc citroverum</i>	
	<i>Streptococcus cremoris</i>	
	<i>Streptococcus lactis</i>	
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	
Kefir daneleri	Lactobasiller + Küfler	

Son zamanlarda β -galaktosidaza duyulan ilginin artması nedeniyle, kaynak olarak çok sayıdaki mikrobiyel suşlardan yararlanılmaktadır. Ticari enzim preparatlarının hazırlanmasında kaynak olarak daha çok Kluyveromyces fragilis, Kluyveromyces lactis ve Candida pseudotropicalis adlı mayalar, Aspergillus niger ve Aspergillus oryzae küfleri, Basillus stearothermophilus ve diğer bazı bakteriler kullanılmaktadır. Çizelge 2.2'de ticari β -galaktosidaz enzimlerinin önemli karakteristikleri verilmiştir (Fox 1985).

Günümüzde en çok kullanılan ticari enzim preparatları Lactozym ve Maxilacttir. Lactozym, Kluyveromyces fragilis'den izole edilen bir laktazdır. Sıvı halde bulunan bu enzimin optimum pH'sı 6.5, optimum sıcaklığı 37°C olup, sodyum ve kalsiyum iyonları varlığında inhibe olmaktadır. Saccharomyces lactis adlı mayadan izole edilen Maxilact enzim preparatının optimum çalışma koşulları ise 6.3-6.7 pH ve 30°C'dir. Ağır metallere inhibe olan bu enzimin aktivatörleri potasyum, magnezyum ve manganezdır. Bu enzim preparatlarının çeşitli süt ve ürünlerine uygulanması ile yeni süt mamüllerinin üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1987).

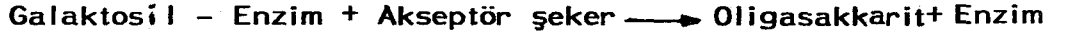
Bu enzimin reaksiyon mekanizması hakkındaki bilgiler daha tam olarak açıklığa kavuşturulamamış olmasına rağmen genel olarak mekanizmanın 3 aşamada gerçekleştiği belirtilmiştir. Bunlar;

Çizelge 2.2 Bazı ticari β -galaktosidaz enzimlerinin önemli özellikleri

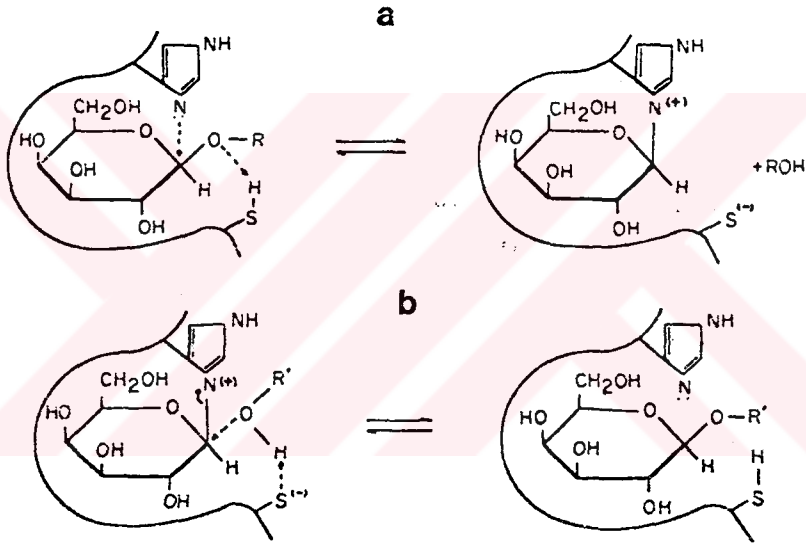
Kaynak	Molekül ağırlığı $\times 10^3$	pH optimum	Optimum sıcaklık (°C)	Aktivatör	İyonik İnhibitörler
<i>A.niger</i>	124	3.0-4.0	55-60	-	-
<i>A.oryzae</i>	80	5.0	50-55	-	-
<i>K.lactis</i>	135	6.5-7.3	35	K^+ , Mg^{+2}	Ca^{+2} , Na^+
<i>K.fragilis</i>	201	6.6	37	K^+ , Mg^{+2} , Mn^{+2}	Ca^{+2} , Na^+
<i>E.coli</i>	540	7.2	40	Na^+ , K^+ , Mg^{+2}	-
<i>B.subtilis</i>	-	6.5	50	-	-
<i>B.stearother.</i>	215-230	5.8-6.4	65	Mg^{+2}	-
<i>S.thermophilus</i>	530	7.1	55	K^+ , Mg^{+2} , Mn	Ca^{+2}
<i>L.thermophilus</i>	540	6.2	55	-	-

1. Enzim + Laktoz \longrightarrow Enzim - laktos kompleksi
2. Enzim - laktos \longrightarrow Galaktosil - Enzim + Glukoz
3. Galaktosil - Enzim + H₂O \longrightarrow Galaktos + Enzim

veya;



şeklinde ifade edilmektedir. Şekil 2.1'de nötral pH'da β .galaktosidazın bilinen mekanizması gösterilmiştir (Wallenfels ve ark. 1960).

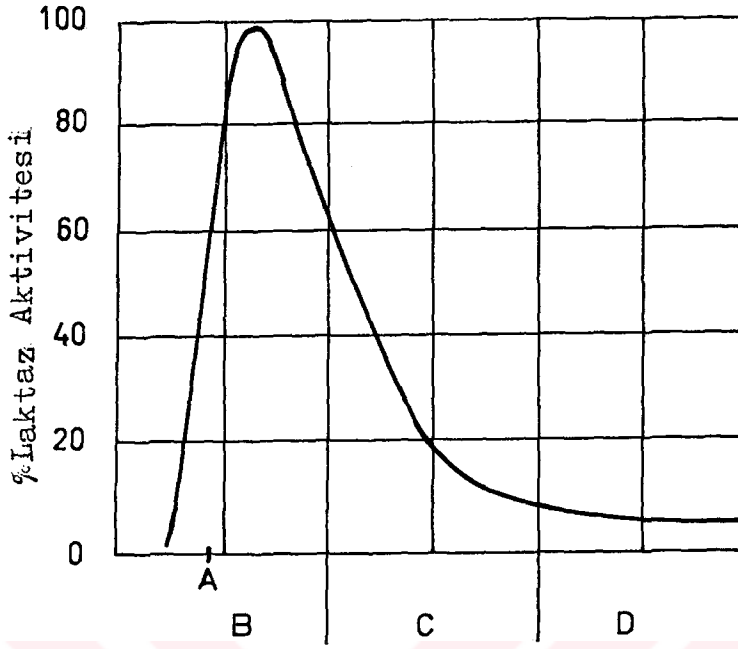


Şekil 2.1. Nötral pH'da β .galaktosidazın bilinen mekanizması a) Galaktosil-enzim kompleksi ve glukozun (ROH) oluşumu b) Serbest galaktos formunun oluşumu için bir akseptöre (R'OH) galactosyl transferi.

E.coli ve K.fragilis'den izole edilen enzimler, nötral pH'da hem sülfidril grubu içermekte hem de nükleofil görevini yük-

nen imidozal grubu aracılığıyla glikozid bağının ayrılmasını kolaylaştırmaktadır. Küflerden izole edilen β .galaktosidazlar da, nükleofil olarak rol oynayan bir karboksil grubunu ve elektrofil görevini yapan bir imidozal grubunu içermektedir (Fox 1985).

Sütün bir karbohidratı olan laktoz direkt olarak bağırsaktan absorbe edilemediğinden, glukoz ve galaktoz gibi basit şekerlere hidrolize olması gerekmektedir. Enerji üretiminde ya da vücudun temel taşlarının yapımında kullanılan bu monosakkaritlerin arzu edilen faydayı sağlayabilmeleri için gerekli olan hidroliz, ince bağırsak kanalında iç yüzeyinde bulunan β .galaktosidaz enzimiyle sağlanır. Genelde insanlarda laktaz enzimiyle ilgili olarak ortaya çıkan problemler, bu enzimin hiç olmamasından veya doğumdan itibaren ince bağırsakta yetersiz miktarda bulunmasından kaynaklanır. Aynı zamanda gelişmekte olan ülkelerdeki çocukların yetersiz beslenmesi sonucunda da benzer sorunlarla karşılaşılır. Nispels (1976 a) yaptığı araştırmada Beyaz olmayan ırkın laktaz aktivitesindeki düşüşü belirlemiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Beyaz olmayan ırkın laktaz aktivitesi

A- Doğum B- Sütten kesilme (mama ile beslenme) C- Çocuk D- Yetişkin.

Şekilden de anlaşılacağı üzere hamileliğin son devrelerinde ceninde laktaz enzimi bulunmamaktadır. Doğumdan hemen sonra laktaz aktivitesi artarak maksimum noktaya ulaşır, daha sonra da düşmeye başlar.

Laktaz enzimi yokluğunda veya yetersizliğinde, laktoz kalınbağırsağa hidrolize olmadan girmekte ve burada sindirim olanağı bulamadığından vücuttan kalın bağırsağa ozmatik olarak su çekilmesine neden olmaktadır. Bunun sonucunda da mikroorganizmaların çalışması için uygun ortam sağlanarak, yoğun gaz ve asit üretimi, bazen kramp ve diare gibi bağırsak bozuklukları meydana

gelmektedir. Laktaz yetersizliğinde laktozdaki mevcut enerjiden yararlanılamadığından, laktoz tüketim öncesi hidrolize edilirse, enzim eksikliğinden dolayı rahatsızlık çeken kişiler, bu mevcut enerjiyi kullanabilmektedirler. Bu durum özellikle diyetlerinde yetersiz veya az enerjili besin maddeleri bulunan kişiler açısından da önemlidir (Tunçbilek ve ark. 1973).

Laktozun kalsiyum absorpsiyonuna olan etkisi bilimsel olarak gösterilememiştir. Laktoz intoleransı olan kişiler kolaylıkla süt harici gıdalardan kalsiyumu absorbe edebilmektedirler. Debognie ve ark. (1979), test edilen kişilere süt ve laktozsuz süt verildiğinde, her iki halde de kalsiyumun absorbe edilmediğini gözlemlemişlerdir. Trotter ve ark. (1960)'da Afrika'da yaşayan ve genelde laktaz yetersizliği bulunan siyah ırk üzerinde yaptıkları araştırmalarında, kalsiyuma bağlı olarak çok az osteoporosisin (kemik erimesi) meydana geldiğini tesbit etmişlerdir. Laktoz intoleransı sonucunda meydana gelen rahatsızlıklar nedeniyle günlük alınması gereken süt miktarı azaltılmakta, bu da sütün kalsiyum, riboflavin, A ve D vitaminleri kaynağı olarak tüketildiği Amerika gibi ülkelerde beslenme açısından önemli olmaktadır (Stephenson ve Latham 1974).

Tüm bu anlatılanların ışığı altında laktaz, yüksek kaliteli protein, mineral madde ve fazla miktarda kaloriye ihtiyacı olan, yetersiz beslenmiş çocuklar ve zayıf hastalar için, günde 1 bardak sütü bile tolere edemeyip ciddi şekilde rahatsızlananlar açısından

önem taşımaktadır. Bu rahatsızlıkları gidermek için süt ürünlerinin diyetten çıkarılabilmesine karşın, süt gibi besleyici bir gıdanın yerine geçebilecek dengeli bir besin maddesini bulmak oldukça güçtür. Bu yüzden fiziki bir işleme laktozun süttten çıkarılması düşünülebilir, ancak laktozla birlikte vitamin ve mineral madde kaybı da olacağından bu yöntem kabul edilmemiştir. Sonuçta laktozun tüketilmeden önce hidrolize edilerek sütteki tüm besin maddelerinin muhafazası düşünülmüştür (Nispels 1976 a).

Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda laktoz toleransının çeşitli etnik gruplarda farklılık gösterdiği ortaya konulmuştur. Nijerya'da orjünleri ve yaptıkları iş bakımından birbirinden farklı 4 büyük etnik grupta ve Avustralya'da yapılan çalışmalarda gruplar arasındaki evliliklere göre, laktoz toleransının genetik olduğu ve dominant bir kalıtım gösterdiği, intoleransın ise aynı şekilde geçtiği ve muhtemelen resesif kalıtım gösterdiği tahmin edilmektedir (Kretchment 1972, Tunçbilek ve ark. 1973).

Tunçbilek ve ark. (1973) yaptıkları çalışmalarında, Türkiye'deki laktoz intoleransının % 36.6 olduğunu belirtmişlerdir.

Süt tüketicilerinin daha önce belirtilen olumsuzluklardan etkilenmemeleri için, ayrıca içilen sütün besin değerinden en yüksek oranda yararlanmalarını sağlamak amacı ile enzim modifiye süt ürünlerinin üretimine başlanmıştır. Normal süte göre laktozun

parçalanmış olması nedeniyle, daha tatlı olan bu ürün çocuklar tarafından kolayca içilebilmektedir. Burada esas amaç, üretimin belirli bir aşamasında laktaz enziminin süte katılarak laktozun glukoz ve galaktoza çevrilmesidir. Sütün içerdiği laktoz miktarının yok denebilecek kadar azaltılarak glukoz ve galaktoza parçalanması sindirim sisteminde laktaz enziminin yetersizliği nedeniyle ortaya çıkabilecek bozuklukları engelliyebilmektedir (Pedersen ve ark. 1982).

Laktaz enzimi kullanılarak laktozu hidrolize edilmiş sütlerden yapılan ürünlere ilişkin çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmalar, özellikle yoğurtla ilgili olanlarına ağırlık verilerek bu kısımda özetlenmeye çalışılmıştır.

İntoleranslı kişiler için diyet sütü olarak hazırlanan ürünün, laktoz içeriği % 50 - 80 oranında hidrolize edilip azaltılması önerilmektedir (Nispels, tarihsiz).

Yaklaşık % 93 laktoz hidrolizasyonunu sağlamak için süte aseptik paketlenme öncesinde galaktosidaz enzimi katılıp, örnekler 20°C'de 2 hafta, 4,20° ve 38°C'lerde 6 ay depolanmıştır. Enzimle işlem görmüş sütlerde maillard reaksiyonunun meydana geldiği ve lizin içeriğinin 4°C ile 20°C'de depolanan sütlerde azalmadığı, ancak 38°C'de depolanan örneklerde % 10-14 oranında azaldığı tesbit edilmiştir. Laktoz içeriği azaltılmış örneklerde daha tatlı bir aroma hissedilirken, sütün tüm duyuşal özellikleri gözönüne alındığında

kalite açısından önemli bir fark olmadığı gözlemlenmiştir (Nispels 1976 a, Renner ve Fetter 1987).

Guy ve ark. (1974) araştırmalarında laktaz ile işlem görerek % 30, 60 ve 90 oranlarında hidrolizasyon sağlanan sütlerin tatlılığının, ürüne % 0.3, 0.6 ve 0.9 nisbetinde sakkaroz ilave edildiğinde elde edilen tatlılığa eşit olduğunu saptamışlardır. Reimerdes (1981) ise enzimle işlen görmüş Arıralı süt ürünlerinde artan tatlılık nedeniyle katılacak sakkaroz miktarı % 20-40 oranında azalırken, ürünün kalori değerinde de % 10'luk bir düşüş olduğunu belirtmiştir. Popova ve ark. (1978), şekerli koyulaştırılmış süt üretiminde ilave edilen enzimin, katılacak olan sakkaroz miktarını % 5-10 oranında azalttığını belirtmişlerdir.

Dondurma sanayiinde, laktoz hidrolizasyonu uygulaması ile elde edilen ürünlerin çeşitli özellikleri modifiye edilebilmektedir. Dondurmanın laktoz iğeriği azaldığından laktozun kristalize olması en aza inmekte, monosakkarit miktarı arttığından dondurma karışımının donma noktası düşmekte ve daha yağlı bir yapı kazanarak kıvamda yumuşama olmaktadır. Oluşan hidroliz ürünleri laktozdan daha tatlı olması nedeniyle katılacak şeker miktarında da ekonomiklik sağlanmaktadır. Ayrıca laktozun kontrollü hidroliziyle çeşitli i bağırsak rahatsızlığı gken hastaların dondurmayı sindirmeleri de daha kolay olabilmektedir (Anonymous 1987, Stevenson ve Crawford 1983, Kiss ve ark. 1981).

Laktoz hidrolizasyonunun en çok kullanıldığı ürünler fermente süt ürünleridir. Starter mikroorganizmaların çoğu laktozu yavaş fermente etmektedirler. Bu nedenle bazı ülkelerde laktozu hızlı fermente eden özel mikroorganizmalar starter kültürleriyle birlikte kullanılmaktadır. Ürünlerin bir kısmının tadında meydana gelen değişiklikler bu şuşların kullanımını kısıtlayabilmektedir. Bu mikroorganizmaların üründeki laktaz aktivitesi üzerine de etkili olduğu belirtilmektedir. Nispels (1976 b) yaptığı bir çalışmada, Maxilact ticari isimli laktaz enzim preparatının, fermente süt ürünlerinde starter kültürün aktivitesinin artması ve starter mikroorganizmalarının sayısının daha fazla olması gibi avantajlar sağladığını bildirmiştir. Bunların sonucunda da hızlı ve yeterli bir asitlik gelişiminin olduğu ve starter mikroorganizmalarının doğal enzim sistemlerini canlandırdığını ifade etmiştir.

Cottage peyniriyle ilgili bir araştırmada Nispels (1976 b), laktozu hidrolize edilmiş süt kullanıldığında, koagülasyonun daha çabuk olduğunu, pH düşüşünün % 20-25 oranında hızlandığını ve pıhtıda su içeriğinin azaldığını tesbit etmiştir. Thakar ve ark. (1988) ise, Lactozym ve Maxilact enzimlerini sırasıyla % 64 ve % 80 hidrolizasyon sağlayacak şekilde süte ilave ederek Cheddar peyniri üretmişlerdir. Hidrolize süt peynirinde, kontrol peynirine kıyasla asitlik gelişiminin daha hızlı olduğu, pıhtılaşma süresinin de kısaldığı tesbit edilmiştir.

Domiatı peynirinde de sütün kısmi hidrolizasyonu sağlanarak peynirin olgunlaşmasının hızlanıp hızlanmadığı El-Safty ve ark.(1985) tarafından araştırılmıştır. Asitlik, triptofan içeriği, uçucu yağ asitleri miktarı, eriyebilir azot ve tyrosine içeriği laktaz ile işlem görmüş peynirlerde daha yüksek çıkmıştır. Gerçekleştirilen kısmi hidroliz ile hem peynir aroması geliştirilmiş, hem de olgunlaşma periyodu kısaltılmıştır. Bunun yanısıra enzim ilavesinin streptococ, Lactobasil ve proteolitik bakterilerin gelişimini stimüle ettiği de belirtilmiştir.

Woodward ve Kosikowski (1975), % 0.01 laktaz ilave edilmiş pastörize sütün yaptıkları Cheddar peynirinde, asitlik gelişimi, olgunlaşma oranı ve peynirin kalite kriterleri üzerinde çalışmışlardır. Laktazla işlem görmüş peynirlerde, yapım aşamasının başlangıcında hızlı bir asitlik artışı, buna bağlı olarak da süratli bir olgunlaşma meydana gelmiş, aroma gelişiminde ve ürünün duysal özelliklerinde ise olumlu gelişmeler olduğunu saptamışlardır.

Dawood ve ark. (1985) da, laktoz hidrolizini etkileyen faktörleri araştırmışlardır. Burada pastörize edilmiş süte sırasıyla 0.0, 0.05, 0.1, 0.2 ve 0.3 gr/lt laktaz ilave edilerek 37°C'de hidrolizasyon gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre inkübasyon süresi ve enzim konsantrasyonu ne olursa olsun örneklerin pH ve titrasyon asitlikleri değişmemiştir. Laktazın süte ilavesinden itibaren laktoz içeriği azalmış, monosakkarit miktarında da artma olmuştur. Diğer yandan, ancak inkübasyon süresi 2 katına çıkarıldığında hidrolize olmuş laktoz miktarının bu aşamada

artmadığı saptanmıştır. Reaksiyon hızında görülen bu sapma, enzimi inhıbe eden galaktozun artması ya da substrat konsantrasyonundaki azalışla açıklanabilmektedir. Denemeler sırasında ne kontrolde ne de laktaz uygulanmış sütte karıştırma işleminin, asitlik üzerinde etkisi olmadığı, ancak laktozun hızlı redüksiyonuna sebebiyet verdiği belirlenmiştir. H_2O_2 'nin inkübasyon sürecinde titrasyon asitliği ve pH üzerinde etkili olduğunu, laktoz hidrolizasyonu üzerine ise hiçbir etkisi olmadığını saptamışlardır.

Abdel ve ark. (1985) çalışmalarında, manda sütlerine değişik konsantrasyonlarda laktaz enzimi katarak oluşan hidrolizin Streptococcus lactis ve Streptococcus thermophilus, Lactobasillus bulgaricus karışım kültürünün gelişimleri ve asit oluşturmaları üzerine etkisini araştırmışlardır. Hidrolize sütte Streptococcus lactis'in gelişimi ve asit üretimi nisbeten daha fazla olmuştur. Ancak Streptococcus thermophilus, Lactobasillus bulgaricus karışım kültürünün gelişimi üzerine laktoz hidrolizi inhibitör etki yaratmıştır. Bunların asitlik üretimleri de enzim uygulamasıyla etkilenmemiştir.

Hemme ve ark. (1979), Kluyveromyces lactis'den izole edilen ticari laktaz enzimi sütte ilave edildiğinde, thermophilic lactobasillerin (L.helveticus, L.lactis ve L.bulgaricus) asit üretiminin teşvik edilmediğini, ancak S.thermophilus'un asit gelişiminin stimüle edildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca enzimdeki kontaminantlar nedeniyle

çok az bir proteolizin de meydana gelebileceğini söylemişlerdir.

Fermente bir süt ürünü olan yoğurttaki laktaz enzimi kullanılması ile sağlanan en büyük avantaj, hızlı ve yeterli miktarda asit oluşumudur. Buna bağlı olarak koagülasyon da daha çabuk gerçekleşmektedir. Çünkü laktik asit bakterileri parçalama işine laktoz yerine laktozun hidroliz ürünlerinden başlamaktadırlar. Sonuçta yoğurdun yapım süresi kısaltılmakta, bu da işletmeye ekonomik yönden avantaj sağlamaktadır. Nispels (1976 b), bütün bunların yanında, bu yolla elde edilen yoğurdun aromasının daha iyi olacağını ve depolama sürecinde daha stabil kalacağını öne sürmektedir. Aynı araştırmacı ayrıca laktaz uygulamasıyla laktoz kristalizasyonunun tamamen önlenemediğini, tatlığın artmasıyla aromalı yoğurtlara katılacak olan şeker miktarının azaltılarak belli bir ekonomikliğin sağlanabileceğini ve meyveli yoğurtlarda da daha az tatlandırıcı katılması nedeniyle ürünün kalori değerinin azaltılabileceğini belirtmiştir. Sonuçta fermente süt ürünlerinde özellikle yoğurt yapımında eriyebilir laktaz enzim preparatlarının başarılı ve ekonomik olarak kullanılabileceği, ayrıca bu enzim kullanılırken işletmenin üretim sistemindeki, mevcut koşullara herhangi bir ek tesis kurulmasının gerekli olmadığı açıklanmaktadır (Nispels 1976 b),

Starter kültürü ile beraber enzim ilavesi laktozun glukoz ve galaktoza hidrolizini hızlandırmaktadır. Normal koşullarda bakteriler sadece laktozu enerji kaynağı olarak kullanırken, burada

glukoz, galaktoz ve laktozdan birini seçebilmektedirler. Laktik Streptococların sütteki asit üretimleri, ilave edilen β .galaktosidaz enzimi ile stimule edilmektedir. Ortamdaki glukoz birikimi, kültürün asit üretimine başlamasıyla sona ermekte, galaktozdaki artış ise devam etmektedir. Starter kültürü galaktoz veya laktoz içeren besiyerine kıyasla glukoz içeren besiyerinde daha çabuk gelişmekte ve hızla asit üretmektedir. Bu da laktik Streptococların yeterli asidi oluşturabilmeleri için ortamdaki serbest glukozu laktoza oranla daha çabuk katabolize ettiğini göstermektedir (Gilliland ve ark.1972).

Toba ve ark. (1983) çalışmalarında, yoğurda işlenecek sütte % 6.53 oranında bulunan laktozun fermantasyon sırasında % 4.22'ye düştüğünü, galaktoz içeriğinin % 0.04'den % 1.46'ya yükseldiğini, glukoz miktarının ise % 0.04-0.08 oranında arttığını tesbit etmişlerdir. Deneme sonuçlarına göre 4,6 ve 10 saatlik fermantasyon periyodlarında yoğurdun laktoz içeriği sırasıyla % 5.12, % 4.76 ve % 4.22, galaktoz miktarı % 0.7, % 1.0 ve % 1.46 olarak bulunmuştur. 5°C'de 10 günlük depolamada laktoz % 4.73, % 4,33 ve % 3.89, galaktoz miktarı ise % 1.05, % 1.42 ve % 1.77 olarak tesbit edilmiştir. Depolama esnasında yoğurdun laktoz içeriği azalırken, galaktoz ve glukoz miktarında artma olduğunu belirtmişlerdir.

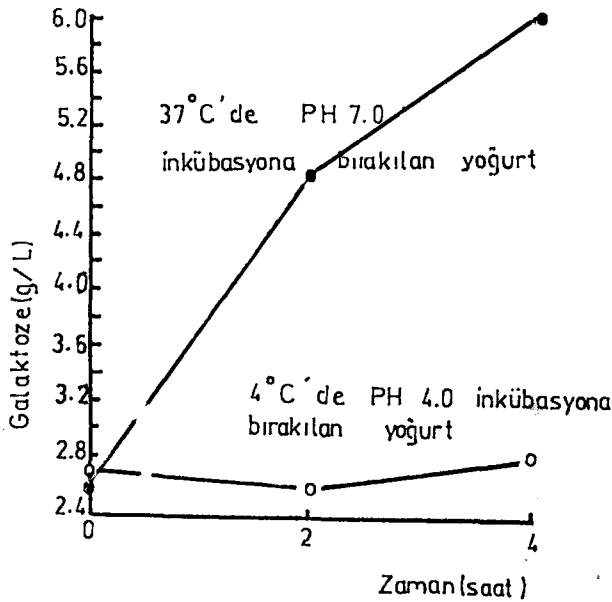
Yoğurt kültürlerinin oluşturduğu β .galaktosidaz miktarı 4 saat'lik inkübasyon sonunda en üst seviyeye ulaşmaktadır (Kilara ve Shahani 1976). Bu nedenle yoğurt, içerdiği bakterilerin

(*L.bulgaricus* ve *S.thermophilus*) endo enzimi olan laktazdan dolayı önemli bir enzim aktivitesine sahiptir. Yoğurttaki enzim miktarı inkübasyon sürecinde artmakta ve 4 saat sonunda yoğurdun her gramında 8 ONPG (0-nitrofenil- β -D-galaktopyranosid) üniteye ulaşmaktadır. Aynı araştırmada *S.thermophilus*'un *L.bulgaricus*dan 3 kat daha fazla laktaz içerdiği belirtilmektedir (Kilara ve Shahani 1976).

Starter kültürleri ile ticari enzim preparatlarının aynı anda kullanılması ile elde edilen yoğurtların fermantasyon ve depolama periyodunda oligosakkarit miktarlarındaki değişimler konusunda yapılan bir çalışmada, *Aspergillus oryzae* kaynaklı Galantase (GL) ve Sumilact (SL) ticari isimli β .galaktosidaz kullanılmıştır. Yoğurdun fermantasyonu sırasında, laktozun % 68 (GL)'i ve % 58 (SL)'i hidrolize edilirken kontrol örneklerinde bu oran % 35 olarak tesbit edilmiştir. 100 ml'ye 93 unit enzim ilavesiyle de laktozun tamamı hidrolize edilebilmiştir. 5°C'de yoğurdun depolanması esnasında kontrol yoğurtlarındaki laktoz çok yavaş azalmasına rağmen, 4.7 unit/100 ml enzim katılan yoğurtlarda 10 günlük depolamada % 91 (GL) ve % 72 (SL)'lik bir laktoz hidrolizasyonu sağlanmıştır. Buradan da yoğurda ilave edilen enzimin depolama periyodu boyunca aktivitesini devam ettirdiği sonucuna varılmıştır. 100 ml'ye 4.7 unit enzim katılmış yoğurtlarda kabul edilebilir bir tatlılık olduğu ve kontrol yoğurduna göre 4.19 kez daha fazla oligosakkarit içerdiği tesbit edilmiştir. Oligosakkaritler, barsak florasındaki Bifido-

bacterium için mükemmel bir karbohidrat kaynağı oluşturmaktadır (Toba ve ark. 1986).

Sütle alınan laktozun mu yoksa yoğurtla alınan laktozun mu daha iyi absorbe edildiğini tesbit etmek için nefesteki hidrojen ölçümleri kriter olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar yoğurttaki laktaz aktivitesi sonucu laktozun daha etkili absorbe edildiğini göstermiştir. Test edilen kişiler süt içtikleri takdirde diare ve gazdan % 80 oranında şikayetçi olurken, yoğurt alındığında bu oran % 20'ye inmiştir. Şekil 2.3'de gösterildiği gibi 4°C'de ve pH 4.0'de inkübasyona terk edilen yoğurtlarda laktaz aktivitesi önemsiz bulunurken, 37°C'de ve pH 7'de inkube edilenlerde, bu aktivite önemli ölçüde tesbit edilmiştir. Hesaplanan aktivite miktarı laktozun % 95'ini 4 saat içinde hidrolize edebilecek düzeydedir (Kolars ve ark. 1984).



Şekil 2.3. Yoğurttaki laktaz aktivitesi

Abdou ve ark. (1984), bir arařtırmalarında 37°C'de 1 saatde % 30-40 laktöz hidrolizasyonunu gerçekleřtirerek dūřük laktözlu Zabady yapmıřlardır. Eriyebilir azot, monosakkarit ve asetaldehit ieriřindeki artıř hariç tutulursa, ūrūnūn yapısı ūzerinde laktöz hidrolizasyonunun önemli bir etkisi olmadıęı ifade edilmiřtir. Ticari enzim preparatlarındaki kontamine bazı proteolitik enzimlerden dolayı hidrolize olmuř sūt daha dūřük asitlikte pıhtılařmıřtır. Depolama sūrecinde pıhtı sıklılıęı tūm ūrneklerde artmıřtır. Farklı laktaz konsantrasyonlarının asitlik ūzerinde etkili olmadıęı, enzim katılmıř Zabadylerin daha fazla monosakkarit içerdięi tesbit edilmiřtir. Yoęurt aromasının en önemli unsuru olan asetaldehit enzimle iřlem gūrmūř Zabadylerde daha yūksek çıkmıřtır (izelge 2.3).

Çizelge 2.3. Zabady örneklerinin analiz sonuçları

Uygulanan Testler	LAKTAZ		
	Kontrol	0.05 gr/l t	0.1 gr/l t
Pıhtılaşma süresi (dk)	215	210	205
Pıhtılaşma anındaki toplam asitlik (%)	0.76	0.75	0.76
24 h soğukta depolama sonrasında top.asitlik (%)	0.90	0.88	0.88
Kalsiyum ve Mg (mg)	97.5	97.3	97.5
Toplam Azot %	0.68	0.68	0.68
Protein Olmayan Azot (%)	0.08	0.08	0.07
Eriyebilir Azot (%)	0.24	0.31	0.32
Laktoz (%)	3.89	2.13	1.56
Monosakkaritler (%)	0.45	2.28	3.5
Asetaldehit (mg/100 ml)	340	416	446

Ismail ve El-nimr (1980), *Sacchoromyces lactis* kaynaklı β -galaktosidazı Zabady yapımında kullandıkları araştırmalarında, aroma, yapı ve tekstür bakımından enzimle işlem görmüş ürünlerin daha yüksek puanlar aldığını tesbit etmişlerdir.

Tamime (1977) çalışmasında, % 50 ve % 100 oranlarında laktozu hidrolize edilmiş sütleri yoğurt yapımında kullanmıştır. CH-1, Boll-3 ve RR starter kültürlerini de % 2 oranında sütlere inoküle ederek 42°C'de inkübasyonu gerçekleştirilmiştir. Her 3 tip starter kültürü % 50 hidrolize süttten yapılan yoğurtta optimum bir aktivite göstermiştir. CH-1 ve Boll-3 aktivitesi kontrol yoğurtlarında en az tesbit edilmiştir. RR kültürlerinin aktivitesi ise % 100 hidrolize edilmiş yoğurt-

larda en az bulunmuştur. Hidrolizasyon oranı ve starter kültür çeşidi yoğurtların konsistensleri üzerinde etkili olmamıştır. Her 3 starterin toplam sayısı en fazla % 50 hidrolize olmuş yoğurtlarda tesbit edilirken, en az kontrol yoğurtlarında bulunmuştur.

Antila ve ark. (1978), laktaz ile muamele edilen sütlerin yoğurt yapımında kullanılmasının muhtemel avantajlarını izah etmeye çalışmışlardır. Sırasıyla 75, 150, 300 mg/lt enzim katılarak yapılan yoğurtların pH değerlerinde 0.1-0.2 birimlik bir azalış görülmüşürken, pıhtılaşma süresi Çizelge 2.4'de görülebileceği gibi kısalmıştır. Laktozun hidrolizi inkübasyon periyodunda enzimin aktivitesini korumasıyla artabilmektedir. 300 mg/lt enzim katılarak yapılan yoğurtlar her 2 tekerrürde de en iyi olarak değerlendirilmiştir. Test yoğurtlarının tadı normal yoğurtlardan daha iyi bulunmuştur. Bu uygulama laktoz intoleransı gösteren kişiler için çok az miktarda laktoz içeren yoğurt üretimini olanaklı kılmaktadır.

Çizelge 2.4. Farklı oranlarda enzim katılmış sütlerden yapılan yoğurtların hidroliz miktarı, pıhtılaşma zamanı, inkübasyon süresi ve laktoz içerikleri

Laktaz miktarı (mg/lt)	Laktoz hidrolizi (%)	Pıhtılaş. zamanı (dk)	Top.ink. süresi (dk)	pH	Laktoz
0	-	154	201	4.33	3.97
150	50	143	196	4.33	1.35
300	70	146	199	4.38	0.65
600	88	146	201	4.38	0.67

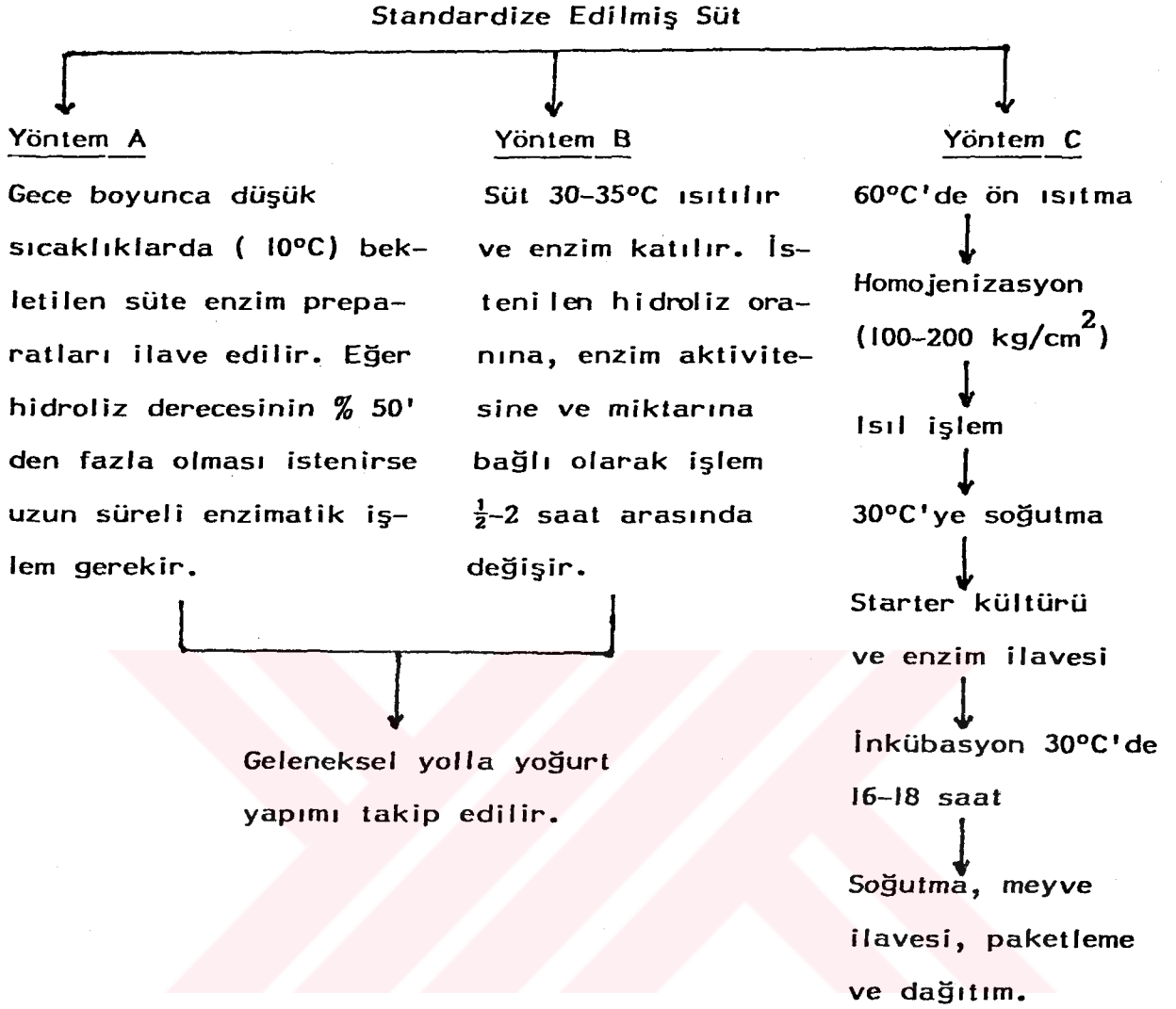
Lactozym HG 3260 LAU (Lactase activityunit)/lt ve Maxilact LX 5000 LAU/lt enzim preparatları kullanılarak yapılan yoğurtlarda sağlanan hidroliz derecesi ilave edilen enzim miktarına, sıcaklığa ve inkübasyon süresine bağlı olarak saptanmıştır. Enzim katılan ve katılmayan yoğurtların fermantasyon sürelerinin hemen hemen aynı olduğu ancak hidrolize edilmiş sütten yapılmış yoğurtlarda da pH'nın inkübasyon başlangıcında çok hızlı düştüğü ve 4°C'deki depolamada da çok az farklılık meydana geldiği tesbit edilmiştir. Depolamanın ilk gününde vizkozite artmış ve depolama sürecinde de stabil kalmıştır. Yoğurtta tatlılık artarken, diğer duyuşal nitelikler açısından önemli bir fark görülmemiştir (İsmail ve ark. 1983).

Laktozu hidrolize edilmiş yoğurt ve benzeri ürünlerin eldesinde çeşitli yapım yöntemleri kullanılmıştır. Kimi araştırmacılar enzim katılmış sütü önceden belli sıcaklık ve sürede inkübasyona terk ederek, ertesi gün yoğurt yapımında kullanırlarken (Mann 1981, Tamime 1978, Abdou ve ark. 1984, Thomasow ve Klostermayer 1977), kimi araştırmacılar da yoğurt sütüne starter kültürü ve enzimi aynı anda katarak inkübasyona terk etmişlerdir (İsmail ve ark. 1983, Hilgendorf 1981, Broome ve ark. 1983). Bunlardan başka endüstriyel olarak laktazla işlem görmüş yoğurtların üretiminde tavsiye edilen bazı yöntemler Şekil 2.4'de verilmiştir (Tamime ve Robinson 1985).

Thomasow ve Klostermayer (1977) çalışmalarında, Saccharomyces lactis'den izole edilen Maxilact 40000 enzimini yoğurt yapı-

mında kullanmışlardır. Pastörize edilip 30°C'ye soğutulmuş olan süte 50-100 mg/lit laktaz ilave edilmiş, 3-3.5 saat sonunda sıcaklık 45°C'ye çıkarılarak % 3 oranında yoğurt kültürü aşılantmıştır. pH 4.9'a ulaşınca kadar inkübasyonda bırakılan örnekler daha sonra 5°C' de depolanmıştır. Yoğurtların laktoz miktarları azalırken, galaktoz oranlarında artış gözlenmiştir. Sütün her lit'ine 50 mg laktaz ilave edildiğinde 3 saat sonra galaktoz miktarı 0.46 gr/100 ml olarak tesbit edilmiş, süte 100 mg enzim katıldığında ise 3.5 saat sonra galaktoz miktarı 1.48 gr/100 ml bulunmuştur.





Şekil 2.4. Laktozu hidrolize edilmiş yoğurtların endüstriyel üretimi için önerilen bazı yöntemler.

Laktaz ilave edilmiş sütlerin pH değerleri, enzim katılmamış olanlara göre daha hızlı düşüş göstermiştir. Böylece laktaz ilave edilen örneklerde inkübasyon 2.5 saat'de tamamlanırken, kontrol'de bu süre 30-90 dakika daha uzun olmuştur.

Kurumadde oranına göre değişen serum ayrılması, laktaz ilave edilmiş ve edilmemiş yoğurtlarda hemen hemen aynı bulunmuştur. Laktaz uygulanmış sütten yapılan yoğurtlar daha sıkı bir jel yapısı göstermişlerdir. Örneklerin depolama periyodunda da konsistens değerleri artmıştır. Yoğurtlardaki aroma farklılıkları 1 günlük örneklerde 14. güne göre daha bariz olarak ortaya çıkmıştır. Genelde laktaz uygulanmış örnekler her ne kadar düşük pH'ya sahip olsalar da daha tatlımsı bulunmuşlardır. Kokuda ise farklılık görülmemiş, tüm örnekler tipik yoğurt kokusunu vermiştir (Thomasow ve Klöstermayer).

Tamime (1978), yoğurt yapımında kullanılan değişik tip starter kültürlerinin optimum aktivitelerini, % 50 oranında hidrolize edilmiş sütte gösterdiklerini belirtmektedir. Çalışmada sütün hidrolizi, laktaz enziminin optimum koşulları olan pH 7 ve 35°C'de starter inoküle edilmeden önce gerçekleştirilmiştir.

Yoğurt sütüne starter kültürü ve laktaz enzimi aynı anda inoküle edildiğinde, koagülasyon zamanı kontrol örneğine göre kısalmıştır. Enzim 1t'ye 300-400 mg olarak katıldığında pıhtılaşma

süresi 165 dakika olarak tesbit edilmiştir. Kontrol örneğinde ise bu süre 240 dakika olarak belirlenmiştir. Katılan enzimin yoğurtların pH ve titrasyon asitlikleri üzerine etkisi çok az bulunmuştur. Örneklerde laktoz hidrolizasyon oranı, bir haftalık depolama sürecinde artarak tatlımsı aroma oluşmuştur. Litreye 200-250 mg laktaz enzimi ilave edildiğinde tat puanları en yüksek olarak tesbit edilmiştir (Hilgendorf 1981).

Diğer bir çalışmada, yağsız süte starter kültürü ile birlikte *Liküf* (Takamine) ve 3 maya kaynaklı laktaz enzimi (Hidrolact S 250, Lactozym 1500 L ve Godo) katılarak elde edilen yoğurt örnekleri 2°C'de 1-3 hafta depolandıktan sonra 25 panelist tarafından test edilmişlerdir. Maya kaynaklı enzimlerle gerçekleştirilen laktoz hidroliz oranı depolamada değişmemiş, ancak Takamine'nin aktivasyonu bu süre içinde devam etmiştir. Küf kaynaklı enzim ile maya kaynaklı olanlardan Hidrolact ve Lactozym litreye 250 unit'den fazla kullanıldığında % 80'nin üzerinde hidrolizasyon oluşturduğundan tadı kötü yönde etkilediği belirtilmekte ve örneklerde tatlımsı aromanın oluştuğu öne sürülmektedir (Broome ve ark. 1983, Dariani ve ark. 1987).

Effat ve ark. (1983) yaptıkları çalışmalarında, sütleri starter katılmadan önce 0.1, 0.2 ve 0.3 gr/lit Maxilact enzimi ile 180 dakika inkübasyona bırakmışlardır. Enzim ilavesiyle serbest monosakkarit miktarında önemli artışlar olurken, örneklerin tümünde

önemli ölçüde laktoz redüksiyonu meydana gelmiştir. 0.1 gr/lit enzim ilavesiyle 30 dakikalık inkübasyonda optimum hidrolizasyon elde edilmiştir.

Benzer çalışmada, % 70-75 hidrolizasyon gerçekleştirilerek yapılan yoğurtlarda fermentasyon sırasında hızlı olan asitlik gelişimi işleme sürecini kısaltmış olmasına rağmen, hem kontrol hem de enzimle işlem görmüş yoğurtların pH'sı sonuçta önemli ölçüde farklı bulunmamıştır. Kontrol yoğurtları % 5 laktoz ve %0.2 galaktoz içerirken, enzim katılan yoğurtlar % 1.5 laktoz, % 2.1 galaktoz ve % 1.6 glukoz içermektedirler. Enzim ilave edilen yoğurtlarda fazla laktik asit üretimi, ortamda bulunan glukoz gibi kullanılabilir şekerin starter kültürü tarafından fermente edilmesiyle açıklanabilmektedir. (O'leary ve Woychic, 1976).

Magdesi ve Gruex (1979), 5 farklı şekilde hazırladıkları 500 ml süt karışımına 10 ml %0.003 laktaz solusyonu (Maxilact) katmışlardır. 8-10°C'de 12-14 saat'lik sürede süt karışımlarının hepsinde % 80'nin üzerinde laktoz hidrolizi oluşmuştur. Daha sonra % 2 oranında Streptococcus thermophilus ve Lactobasillus bulgaricus kültürleri katılarak 36°C'de inkübasyona bırakılan örneklerin pıhtılaşma süreleri kontrole göre önemli ölçüde kısalmıştır. Örneğin; kontrolde pıhtılaşma 150 dakikada tamamlanırken enzimle işlem görmüş olanlarda bu süre 105-130 dakikalar arasında tesbit edilmiştir. Koagülasyondan 48 saat sonra enzim ile işlem görmüş olanların asitliği kontrole göre oldukça yüksek bulunmuştur.

Laktozu hidrolize edilmiş yoğurtlarda, pH 'nın 4.6'ya ulaşması için gerekli olan zamanın kontrole göre, daha kısa olduğu tesbit edilmiştir. Laktaz ilave edilmiş sütlerdeki hızlı asitlik gelişimi üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Gilliland ve ark (1972); ilave edilen laktazın, sütteki laktik Streptococların asit üretimini teşvik ettiğini, Thompson ve Gyuricsek (1974); asit gelişim hızının arttığını ve laktaz ilave edilen sütten yoğurt yapıldığında fermentasyon süresinin kısaldığını belirtmişlerdir. O'Leary ve Woychic (1976), laktozu hidrolize edilmiş sütten üretilen yoğurtlardaki asitlik gelişim hızının, sütte laktoz hidrolize olmadan önceki asitlik artışına bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Litreye yaklaşık 25, 50 ve 100 mg enzim ilave edilerek yapılan yoğurtlarda hidroliz oranları tesbit edilmiştir. Hem yoğurttan hoşlanmayan kişiler (yoğurdun asidik reaksiyon göstermesi nedeniyle) hem de sade yoğurdu sevenler için % 50 hidrolizin kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir. % 85 hidrolizasyon oranıyla da meyveli (şeftali) yoğurtlarda katılacak şeker oranı azaltılabilmektedir (Engel 1973, Smith 1984).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. MATERYAL

Araştırmada A.Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Hayvancılık İşletmesinde üretilen sütlerden yararlanılmıştır.

Denemelerde kullanılan Lactozym 3000 I.U. enzim preparatı Novo Industry A.Ş. (Denmark)'den temin edilmiştir.

Yoğurt üretiminde CH-1 DRI-VAC (Chr-Hansen Laboratory, Denmark) liyofilize kültüründen hazırlanan işletme kültürü kullanılmıştır.

Sütlerde gerekli kurumadde standardizasyonu Pınar Süt ve Mamulleri Sanayi A.Ş. (İzmir)'den temin edilen yağsız sütünle gerçekleştirilmiştir.

3.2. METOD

Araştırmada kullanılacak β .galaktosidaz miktarına karar verebilmek için yapılan ön denemelerde 0.02-0.6 ml/lt arasındaki değişen oranlarda enzim, starter kültürüyle birlikte sütlere katılarak inkübasyona terkedilip, yoğurtlar yapılmıştır. Elde edilen ürünlerdeki laktoz oranıyla hammadde sütün başlangıçta bulunan laktoz içerikleri karşılaştırılarak % laktoz hidrolizasyonu tesbit edilmiştir. Buradan hareketle inkübasyon süresince yaklaşık % 50, 70 ve 90 hidrolizasyon oranlarını sağlayabilmek için sütlere sırasıyla 0.1, 0.2 ve 0.3 ml/lt enzim katılması gerektiği tesbit edilmiştir. Kontrol örneğinde yani enzim katılmadan elde edilen yoğurtlarda

laktoz hidrolizasyonu sadece starter kültürü faaliyeti sonucunda meydana gelmiş olup, yaklaşık % 30 civarındadır.

2 tekerrür olarak yapılan denemede hammadde olarak kullanılan sütün kurumadde, yağ, titrasyon asitliği ve özgül ağırlık değerleri saptandıktan sonra, elde edilecek ürünün kurumaddesi % 15'e 30-40°C'ler arasında yağsız sütozu ilavesi ile standardize edilmiştir. Daha sonra süt 85°C'de 20 dakika ısı işlem uygulama sı ile tankta pastörize edilip, 45°C'ye soğutulmuştur.

Bu aşamada 4 eşit kısma bölünen sütün;

1. kısmına (K) enzim katılmaksızın sadece % 2 oranında yoğurt starter kültürü ilave edilerek yaklaşık % 30 laktoz hidrolizasyonu sağlanmıştır.

2. kısmına (A) % 2 starter kültürü ve 0.1 ml/lt'ye enzim ilave edilerek enzim + bakterinin birlikte faaliyeti sonucunda yaklaşık % 50 laktoz hidrolizasyonu sağlanmıştır.

3. kısmına (B) % 2 starter kültürü ve 0.2 ml/lt'ye enzim ilave edilerek enzim + bakterinin birlikte faaliyeti sonucunda yaklaşık % 70 laktoz hidrolizasyonu sağlanmıştır.

4. kısmına (C) % 2 starter kültürü ve 0.3 ml/lt'ye enzim ilave edilerek enzim + bakterinin birlikte faaliyeti sonucunda yaklaşık % 90 laktoz hidrolizasyonu sağlanmıştır.

İnkübasyon işlemi 43°C'de pH 4.7'ye ulaşana kadar

sürdürülmüştür. Daha sonra buzdolabına alınan (3°C) yoğurt örnekleri 1. gün ve 14. günde analizlere tabi tutulmuşlardır. Deneme yoğurtlarının yapımında izlenen yol şematik olarak Şekil 3.1'de belirtilmiştir.

Deneme yoğurtlarının ve hammadde sütün özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler aşağıdaki gibi uygulanmıştır.

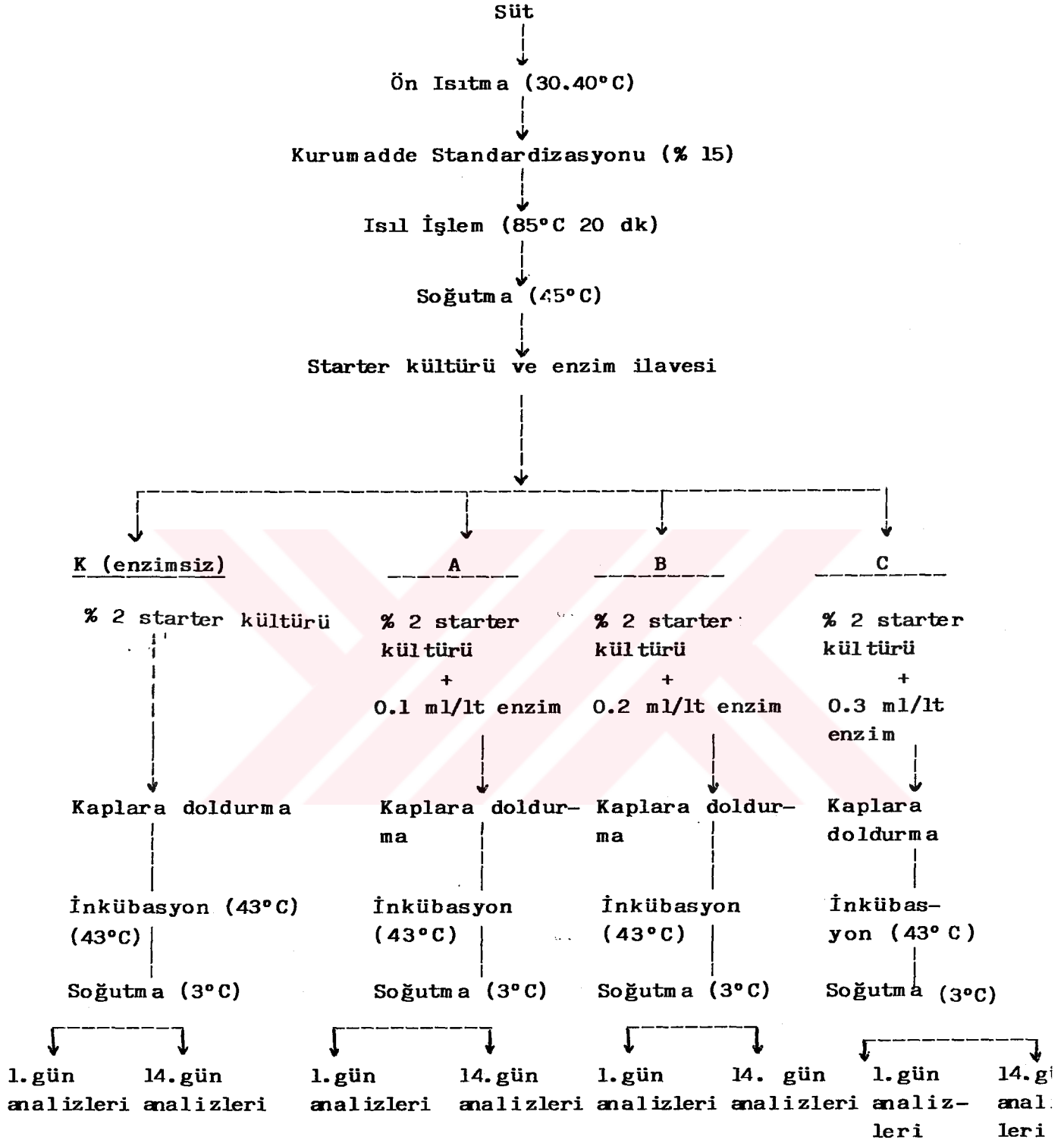
3.2.1. Duyusal Analiz Yöntemi

Duyusal testler Rasic ve Kurman'ın (1978) puanlandırma cetveline göre yapılmıştır (Çizelge 3.1). Görünüş, kıvam, koku ve tada puan verilerek yapılan değerlendirmede yoğurt örnekleri görünüş ve koku için 5'er, kıvam ve tad için 10'ar puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.1. Puanlandırma cetveli örneği

KRİTERLER	PUAN
Görünüş	5
Kıvam	10
Koku	5
Tad	10
Toplam Puanlar	30

3.2.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizlerde Yararlanılan Yöntemler.



Şekil 3.1. Deneme Yoğurtlarının üretim akım şeması.

3.2.2.1. Yoğurtlarda pıhtılaşma süresinin saptanması.

Yoğurtların inkübasyona girişleri ile pH 4.7'ye ulaştığında inkübasyondan çıkarılmalarına kadar geçen süre dakika olarak belirtilmiştir.

3.2.2.2. Yoğurtlarda konsistens değerlerinin belirlenmesi

Yoğurt örneklerinin konsistensleri PNR-6 penetrometresi ile ağırlığı 75 gr olan 30°C'lik konik başlığın 10 saniye süredeki batma derinliği 1/10 mm olarak ölçülmüştür.

3.2.2.3. Yoğurtlarda serum ayrılması miktarlarının saptanması

Kessler ve Kammerlehner (1982)'ce belirtilen yöntemin Atamer ve Sezgin (1986) tarafından önerilen şekli olan, 25 gr. yoğurt örneğinden 3°C'de 2 saat sonunda filtre kağıdından geçerek ayrılan serum miktarının volumetrik olarak (ml) ölçülmesi esas alınmıştır.

3.2.2.4. Yoğurtlarda titrasyon asitliğinin belirlenmesi

Asitlik değerleri TS 1330 yoğurt standardında verilen yöntemle yapılmış ve % süt asidi olarak ifade edilmiştir (Anonymous 1974).

3.2.2.5. Yoğurtların laktik asit miktarlarının saptanması

Yoğurt örneklerinin laktik asit miktarları Steinsholt ve Calbert (1960)'da belirtilen yöntemle göre saptanmıştır.

3.2.2.6. Yoğurtların laktoz içeriklerinin bulunması

Hammadde olarak kullanılan sütün ve yoğurt örneklerinin laktoz içerikleri, Nickerson ve ark. (1978)'ca verilen spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Metotda, 8 ml süt ve 8 gram yoğurt örneği üzerine ZAPT (Zincasetat-phosphotungustic acid)'den 1 ml ilave edilmiş, saf su ile hacmi 10 ml tamamlanarak karıştırıldıktan sonra Whatman 40 filtre kağıdı ile filtre edilmiştir. 0.5 ml filtrada 1 N NaOH'den 0.5 ml katılarak hacmi 10 ml'ye tamamlanmış ve Whatman 40 ile filtre edilmiştir. Filtratdan 5 ml alınarak hacmi 10 ml'ye tamamlanmıştır. Buradan da 5 ml alınarak üzerine Glisin-NaOH buffer çözeltisinden 5 ml, metilamin solusyonundan 0.5 ml ve sodyum sülfid çözeltisinden 0.5 ml ilave edilip, karıştırılmış ve 65°C sıcak su banyosunda 25 dk, buzlu su banyosunda da 2 dk tutulduktan sonra 540 nm dalga boyunda spektrofotometrede okuma yapılmıştır. Sonuçlar standart kurveye göre hesaplanmıştır.

3.2.2.7. Yoğurtların asetaldehit miktarlarının bulunması

Yoğurt örneklerinin asetaldehit miktarları Robinson ve ark. (1977)'ca belirtilen yöntemle göre yapılmıştır. Bu yöntemde, 50 gram yoğurt örneği 100 ml damıtık su ile karıştırılıp, 250 ml hacmindeki balon jojeye aktarılarak üzerine 20 ml 0.3 N Ba(OH)₂ ve

20 ml % 5'lik $ZnSO_4$ ilave edilip hacmi saf su ile 250 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra kaba filtre kağıdından süzülerek, elde edilen filtrat 25 dakika 5000 devir/dakika süreyle santrifuj edilmiştir. Bu filtratdan 5 ml alınarak üzerine 1 ml fuksin ve 1 ml sodyum sülfid ilave edilerek karıştırılmış ve 25 dakika karanlıkta bekletildikten sonra 560 nm dalga boyunda spektrofotometrede okuma yapılmıştır. Sonuçlar standart kurveye göre hesaplanmıştır.

3.2.2.8. Yoğurtlardaki tyrosine miktarlarının bulunması

Örneklerin tyrosine belirlemeleri Hull (1947)'a göre yapılmıştır.

3.2.2.9. Kurumadde içeriklerinin belirlenmesi

Yoğurt yapımında kullanılan sütlerin kurumaddeleri, yağ ve özgül ağırlık değerleri yardımıyla Accerman cetveli kullanılarak, yoğurtların kurumaddeleri ise gravimetrik yöntemle bulunmuştur (Anonymous 1974).

3.2.2.10. Yağ miktarlarının belirlenmesi

Sütlerin ve yoğurtların yağ oranları Gerber yöntemine göre belirlenmiştir (Anonymous 1974, Anonymous 1981).

3.2.3 Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan istatistiksel yöntemler

Sonuçların değerlendirilmesinde varyans analizleri ya-

pılmış ve farklı grupların saptanabilmesi için Duncan testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark. 1983).



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Yoğurt Yapımında Kullanılan Sütlerin Genel Özellikleri

Denemede kullanılan çiğ sütlerin kurumadde, yağ, titrasyon asitliği ve özgül ağırlığına ait ortalama değerler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemede kullanılan çiğ sütlerin bazı nitelikleri

Nitelikler	Ortalama Değerler
Kurumadde (%)	11.29
Yağ (%)	3.3
Titrasyon asitliği (%) süt asiti)	0.1656 (7.36°SH)
Özgül ağırlık (g/cm ³)	1.030

4.2. Yoğurtların Duyusal Niteliklerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

4.2.1. Tat

Araştırmada elde edilen yoğurtların duyusal niteliklerine ilişkin değerlendirme A.Ü.Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü öğretim elemanları ve yüksek lisans öğrencilerinden oluşan 5 kişilik grup tarafından yapılmıştır. Bu yoğurtların duyusal analizlerde tat unsuruna ait ortalama değerler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.β.D.galaktozidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda Laktoz Hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerde aldıkları tat puanlarına ilişkin ortalama değerler (Tam puan 10).

	1.Gün	14.Gün
* K	6.95	7.75
** A	7.30	7.37
*** B	7.10	7.12
**** * C	5.20	5.50

* K - Laktaz enzimi katılmaksızın sadece starter kültürü ile yaklaşık % 30 laktoz hidrolizasyonu sağlanmıştır.

** A - 0.1 ml/lt enzim + starter kültürü ile birlikte yaklaşık % 50 laktoz hidrolizasyonu sağlanmıştır.

*** B- 0.2 ml/lt enzim + starter kültürü ile birlikte yaklaşık % 70 laktoz hidrolizasyonu sağlanmıştır.

**** C- 0.3 ml/lt enzim + starter kültürü ile birlikte yaklaşık % 90 laktoz hidrolizasyonu sağlanmıştır.

1. gün analizlerinde % 50 (A) ve % 70 (B) laktoz hidrolizasyonu ile elde edilen yoğurt örneklerine ilişkin tat puanları gerek kontrol (K) gerekse % 90 (C) hidrolizasyonla sağlanan numunelerden yüksek bulunmuştur. En yüksek puanı 7.30 ortalama değeriyle % 50 (A) hidrolizasyonla elde edilen örnekler almıştır. Nitekim, Abdcu ve ark. (1984)'da yaptıkları çalışmada, % 50 laktoz hidrolizasyonunu sağlayan enzim miktarını kullandıklarında örneklerin tat puanlarının kontrole göre daha yüksek olduğunu belirtmektedir-

ler. Aynı çizelgenin incelemesinden en düşük tat puanını, % 90 hidrolizasyonla sağlanan (C) yoğurt örneklerinin aldığı görülmektedir.

Panelistler tarafından oldukça tatlımsı bulunan bu yoğurtlarda, kusurun muhtemelen aşırı hidrolizasyonla ortaya çıkan fazla miktardaki galaktozdan kaynaklandığı sanılmaktadır. Nitekim Thomasow ve Klostermayer (1977)'de çalışmalarında benzer sonuç aldıklarını belirtmişlerdir.

14. günde ise en düşük tat puanını C yoğurtlarının yani en yüksek hidrolizasyonla elde edilen örneklerin aldığı gözlenmektedir. Benzer sonuç, Broome ve ark. (1983)'nin yaptıkları çalışmada da tesbit edilmiştir. Araştırmacılar aşırı hidrolizasyonla elde edilen yoğurtlarda beğenilmeyen kötü bir aromanın olduğunu ve bunun da kontamine proteaz enziminin aktivitesinden ileri gelebileceğini öne sürmüşlerdir. Oluşan kötü aroma yoğunluğunun kullanılan laktoz hidrolizasyon derecesi ve enzim konsantrasyonu ile arttığı ve oluşan tatlılık ile bu kötü tadın kısmen maskelendiğini de belirtmişlerdir.

Panelistler 14 günlük depolama sürecinde yoğurt örneklerinin tatlılık oranının arttığını belirtmişlerdir. Bunun nedeni muhtemelen 2 hafta depolamada artan hidrolizasyon oranıdır (Çizelge 4.21).

4.2.2. Koku

Laktaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerde 5 panelist tarafından saptanan ortalama koku puanları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. β -D.galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1.ve 14. günlerde aldıkları koku puanlarına ilişkin ortalama değerler (Tam puan 5).

	1.gün	14.gün
K	4.4	4.25
A	4.6	4.50
B	4.6	4.37
C	4.2	4.25

Çizelgenin incelemesinden β -galaktosidaz enzimi ile işlem görmüş A ve B örneklerinin gerek 1. gerekse 14.gün koku puanlarının diğerlerine göre biraz fazla olduğu görülmektedir. Depolama süresince genelde (C örneği hariç), koku puanlarında hafif bir düşme izlenmektedir. Ayrıca panelistlerin belirlemelerine göre tüm örnekler tipik; yoğurt kokusunu vermişlerdir. Thomasow ve Klostermayer (1977)'de laktaz uygulanmış örnekler ile kontrol yoğurtlarının kokuları arasında da farklılık görülmediğini açıklamışlardır.

4.2.3. Görünüş

Yoğurtların 1. ve 14. günlerde saptanan görünüş puanlarına ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.4'de verilmektedir.

Çizelge 4.4. β .D.galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktöz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerde aldıkları görünüş puanlarına ilişkin ortalama değerler (Tam puan 5).

	1.gün	14.gün
K	3.9	4.250
A	4.2	4.250
B	4.6	4.875
C	4.9	4.875

1.gün analizlerinde deneme yoğurtlarının aldıkları görünüş puanları kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun yanısıra hidrolizasyon oranı arttıkça puanların daha da yükseldiği görülmüştür. Depolama süresince C örneği hariç tutulursa yoğurtların tümünde görünüş puanlarının arttığı saptanmıştır. Abdou ve ark. (1984) yaptıkları çalışmada laktaz uygulanmış Zabady örneklerini kontrol ile kıyasladıklarında görünüş puanlarının fazla farklı bulunmadığını belirtmişlerdir.

4.2.4. Kıvam

Farklı hidrolizasyon oranları ile elde edilen yoğurtların 14 günlük depolama sürecinde kıvam puanlarına ilişkin ortalama değerler ise Çizelge 4.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. β .D.galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1.ve 14. günlerde aldıkları kıvam puanlarına ilişkin ortalama değerler (Tam puan 10).

	1.Gün	14.Gün
K	7.1	8.0
A	7.7	8.25
B	8.0	8.875
C	8.6	8.875

Panelistler 1.gün analizlerinde enzim katılmış olan örneklerle, kontrole göre kıvam puanlarını daha yüksek vermişlerdir. Hidrolizasyon oranı arttıkça puanların daha da yükseldiği görülmektedir. Aynı durum 14.gün analizlerinde de izlenmektedir. A, B ve C örnekleri 2 haftalık depolama periyodundan sonra kontrole göre daha yüksek kıvam puanları almışlar ve hidrolizasyon oranıyla paralel olarak puanlarda yükselmiştir.

4.3.5. Toplam Puan

Araştırmada yoğurtların 14 günlük depolama sürecinde duyuşal değerlendirmede aldıkları ortalama toplam puanlar Çizelge 4.6'da görülmektedir.

Çizelge 4.6. β .D.galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerde aldıkları toplam puanlarına ilişkin ortalama değerler (Tam puan 30).

	1.gün	14.gün
K	22.4	24.3
A	23.8	24.4
B	24.8	25.3
C	22.9	23.5

Ortalama toplam puanlara göre, deneme yoğurtlarına 30 üzerinden 22.4–25.3 arasında değişen puanlar verilmiştir. Burada, panelistler tarafından özellikle A ve B yoğurtlarının beğenildiğini söyleyebiliriz. A ve B yoğurtlarına sırasıyla 23.8 ve 24.8 puanları verilirken, depolama sürecinde de aynı örneklere 24.4 ve 25.3 puanları verilmiştir. Depolama sürecinde en düşük toplam puanı C örneği almıştır.

Litreye 0.05 ve 0.1 gram laktaz ilave edilerek yapılan Zabady ve buna ait kontrol örneklerinin almış oldukları toplam puanlar sırasıyla 97.5, 93.5 ve 94'dür (Tam puan 100). En yüksek toplam puanı 0.05 g/lt laktaz uygulanmış Zabady örneği almıştır (Abdou ve ark. 1984).

Sonuç olarak 0.1 ve 0.2 ml/lt β .galaktosidaz enzimi katılmış yoğurtların duyusal nitelikler açısından en yüksek beğeniyi

kazandığı söylenebilir.

4.3 Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları ve Tartışma.

4.3.1. Pıhtılaşma süresi

Araştırmada elde edilen yoğurtların pıhtılaşma sürelerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.7'de görülmektedir.

Çizelge 4.7. β .D.galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların pıhtılaşma sürelerine ilişkin ortalama değerler (dakika).

	Pıhtılaşma Süresi (dk)
K	180.5
A	175.0
B	171.0
C	168.0

Çizelge 4.7 incelendiğinde enzim katılarak elde edilen yoğurtların pıhtılaşma sürelerinin daha kısa olduğu göze çarpmaktadır. Yoğurtlarda hidrolizasyon oranı arttıkça pıhtılaşma süresi kısalmaktadır. Bu değerlere ilişkin olarak yapılan varyans analizi değerleri Çizelge 4.8'de yer almaktadır.

Çizelge 4.8. Deneme yoğurtlarının pıhtılaşma sürelerine ilişkin varyans analizi sonuçları

V.Kaynağı	SD	Kareler Top.	Kareler Ort.
GENEL	7	179.8750	-
GRUPLAR ARASI	3	175.3750	58.4583 ^{xx}
GRUPLAR İÇİ	4	4.5000	1.1250

xx) $p < 0.01$

Çizelge 4.8 incelendiğinde laktöz hidrolizasyon oranının pıhtılaşma süresi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Laktöz hidrolizasyon oranı arttıkça, yani başka bir ifadeyle katılan enzim miktarı yükseltildiğinde deneme yoğurtlarının fermantasyon süreleri kısalmıştır. İnkübasyondan ilk önce 0.3 ml/lt enzim katılan C yoğurdu çıkarılırken kontrol yoğurdu en son çıkarılmıştır.

Bu konuda başka araştırmacıların farklı bulguları vardır.

Kimi araştırmacılar, enzim katılarak yapılan yoğurtlar ile enzim katılmaksızın yapılanların, yoğurtların fermantasyon sürelerinin hemen hemen aynı olduğunu (Antila ve ark. 1978, İsmail ve ark. 1983), kimi araştırmacılar ise enzim katımının inkübasyon süresini kısalttığını belirtmişlerdir (Effat ve ark. 1984, Darianı ve ark. 1983, Thomasow ve Klostermayer 1977, Nispels 1976 b).

4.3.2. Konsistens

Pıhtının reolojik özelliklerinden biri olan konsistens de-

ğerleri ve depolamadaki değişim miktarları Çizelge 4.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. β .D.galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerdeki konsistens ölçümlerine ilişkin ortalama değerler ($\times 1/10$ mm).

	1.gün	14.gün
K	337.500	310.500
A	315.500	310.500
B	330.500	328.500
C	330.000	332.500

Penetrometreyle tayin edilen konsistens değerleri aletin diskinin 10 sn'de battığı derinliği vermektedir. Bu sebeple en iyi konsistens gösteren yoğurtlarda en az batma yani en küçük değer, tersine konsistens bozuk yoğurtlarda en derin batma yani en büyük değer elde edilmiştir. Çizelge 4.9 incelendiğinde, yoğurtlarda 310.500 ile 337.500 $\times 1/10$ mm arasında değişen konsistens değerlerinin olduğu görülmektedir. 1.gün analizlerinde en iyi pıhtı sıklığı % 50 laktoz hidrolizasyonu sağlanan A örneğinde görülürken (en az batma derinliği), en zayıf konsistens kontrol örneğinde belirlenmiştir. % 70 (B) ve % 90 (C) laktoz hidrolizasyonu sağlanan örneklerde konsistens değerleri hemen hemen aynı çıkmıştır. En iyi pıhtı sıklığına sahip olan % 50 laktoz hidrolizasyonu sağlanan A örneğini,

sırasıyla % 70 (B) ve % 90 (C) laktoz hidrolizasyonu sağlanan örnekler takip etmektedir. Sonuç olarak 1.gün analizlerinde β .D.galaktosidaz enzimi katılarak yapılan yoğurtlar kontrole kıyasla daha iyi pıhtı sıkılığı göstermişlerdir.

Deneme yoğurtlarının konsistenslerinin 14 günlük depolamadaki değişimleri incelenecek olursa, % 90 laktoz hidrolizasyonu sağlanan C örneği haricinde, tüm örneklerde pıhtı sıkılığında artma (diskin batma derinliğinde azalma) görülmektedir.

Yoğurtların 1.gün ve 14. gün analizlerinde tesbit edilen konsistens değerleri üzerine laktoz hidrolizasyonu ve depolama sürecinin etkisini anlayabilmek için varyans analizi yapılmıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Deneme yoğurtlarının konsistens değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	SD	Kareler Top.	Kareler Ort.
GENEL	15	2094.0000	-
ALT GRUPLAR	7	1576.5000	-
SÜRE (A)	1	564.1250	564.1250 ^x
Hidrolizasyon Oranı (B)	3	509.2500	169.7500
Süre x Hidro. (AxB)	3	503.1250	167.7083
HATA	8	517.5000	64.6875

x) $p < 0.05$

Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi konsistens üzerine farklı

laktoz hidrolizasyon oranlarının etkisi önemsiz bulunurken, depolama sürecinin etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Araştırma sonuçları Tamime'nin (1977) açıklamalarıyla uyum göstermektedir. Bu araştırmacı hidrolizasyon oranının yoğurdun konsistensi üzerinde etkisinin olmadığını belirtmiştir. Thomasow ve Klostermayer (1977) ise örneklerin pıhtı stabilitesinin depolama periyodunda arttığını ifade etmişlerdir.

4.3.3. Serum Ayrılması

Pıhtının reolojik özelliklerinin belirlenmesinde yararlanılan kriterlerden birisi olan serum ayrılmasına ilişkin ortalama değerler ve depolama sürecindeki değişim Çizelge 4.11'de verilmektedir.

Çizelge 4.11. β .D.galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerdeki serum ayrılmasına ilişkin ortalama değerler (ml)

	1.gün	14.gün
K	7.1625	6.9250
A	7.0875	7.1000
B	7.3000	6.7250
C	7.0000	6.8000

Çizelge 4.11 incelendiğinde deneme yoğurtlarının serum ayrılması değerlerinin 6.7-7.3 ml arasında değiştiği görülmektedir. 1.gün analizlerinde % 70 hidrolizasyon sağlanan B örneğinde en fazla serum ayrılması tesbit edilmiştir. En düşük serum ayrılması

da 7.0 ml ile % 90 hidrolizasyon sağlanan C örneğinde saptanmıştır. Kontrol örneğine göre % 50 (A) ve % 90 (C) hidrolizasyon sağlanan örneklerde serum ayrılması daha azdır. Depolama sürecinde de % 50 laktoz hidrolizasyonu sağlanan örneğin haricinde tüm örneklerde serum ayrılması azalmıştır. En az serum ayrılması 6.7 ml ile % 70 hidrolizasyon sağlanan B örneğinde görülürken, kontrolde bu değer 6.9 ml olarak tesbit edilmiştir.

Serum ayrılması değerlerine ilişkin olarak yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12.'de görülmektedir.

Çizelge 4.12. Deneme yoğurtlarının serum ayrılması miktarlarına ilişkin varyans analizi sonuçları

V.kaynağı	SD	Kareler Top.	Kareler Ort.
GENEL	15	0.5188	-
ALT GRUPLAR	7	0.5082	-
A	1	0.0507	0.0507
B	3	0.3516	0.1172
AB	3	0.1059	0.0353
HATA	8	0.0106	0.013

Hidrolizasyon oranı ve depolama sürecinin serum ayrılması üzerine birlikte etkisi ($p > 0.05$) önemsiz çıkmıştır.

Araştırma sonuçları Thomasow ve Klostermayer (1977) ile uyum içerisindedir. Serum ayrılması laktaz ilave edilmiş ve edilmemiş olan yoğurtlarda birbirine yakın değerler göstermiştir. Bölümümüzde yapılan bir araştırmada da yoğurtlarda depolama sürecinde serum ay-

rılmasının azaldığı belirtilmiştir (Atamer ve Sezgin 1987).

4.3.4. Titrasyon Asitliği

Belirli sınırlar arasında olması gereken titrasyon asitliği, iyi bir yoğurt aroması için önemli bir kriterdir. Örneklerin titrasyon asitliklerine ait değerler Çizelge 4-13 de yer almaktadır.

Çizelge 4.13 β .D galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerdeki titrasyon asitliklerine ilişkin ortalama değerler (% süt asidi).

	1. gün	14. gün
K	1.3570	1.5413
A	1.3657	1.5165
B	1.3815	1.5405
C	1.3207	1.5345

Araştırmada örneklerin tümünde titrasyon asitliği % 1.3270 S.A (58.5 °SH) ile % 1.5413 S.A. (68.3 °SH) arasında değişim göstermiştir. 1. gün titrasyon asitliği değerlerine bakıldığında, bulunan sonuçların TS 1330 yoğurt standardının üst limiti olan % 1.575 (70° SH) değerinin altında olduğu görülmektedir. Enzim katılan yoğurt örneklerinin asitliği kontrol örneğine göre yüksek bulunmuştur.

Depolama sürecinde asitlik gelişimi gözlenmiş ancak hiçbir örnekte TS 1330'da belirtilen maksimum değeri aşmamıştır. Depolamada en fazla asitlik artışı kontrol örneğinde meydana

gelmiştir.

Laktoz hidrolizasyonunun ve depolama sürecinin titrasyon asitliği üzerindeki etkisini anlayabilmek için varyans analizi yapılmış (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Deneme yoğurtlarının titrasyon asitliğine ilişkin varyans analizi sonuçları

V.Kaynağı	SD	Kareler Top.	Kareler Ort.
GENEL	15	0.1317	-
ALT GRUPLAR	7	0.1299	-
A	1	0.0000	0.0000
B	3	0.1269	0.0423
A X B	3	0.0029	0.0010 ^{xx}
HATA	8	0.0018	0.0002

xx) $p > 0.01$

Çizelge 4.14 incelendiğinde titrasyon asitliği değerlerinin değişimi üzerine enzim ilavesinin etkisi önemsiz bulunmuştur ($p > 0.01$).

Araştırmada bulunan sonuçlar, İsmail ve ark (1983), Abdou ve ark. (1984) ile Dawood ve ark (1985)'nin yaptıkları çalışmalarla uyumludur. Bu araştırmacılar laktaz uygulanmış ve uygulanmamış örneklerin titrasyon asitliklerindeki değişimlerde

çok büyük bir fark olmadığını, laktoz hidrolizasyonunun titrasyon asitliği üzerindeki etkisinin önemsiz bulunduğunu belirtmişlerdir.

Ismail ve ark. (1985), 4° C ve 7° C'deki depolama sırasında asitlik artışının olduğunu açıklamışlardır.

4.3.5. Laktik Asit

Laktik asit oluşumu, yoğurt üretimi esnasında meydana gelen en önemli kimyasal reaksiyondur. Oluşan laktik asit kazein misellerinin destabilize olmasını kolaylaştırır ve bu durum süt proteinlerinin koagülasyonuna ve yoğurt jelinin formasyonuna yol açar.

Ca - kazein - fosfat kompleksi + Laktik asit \longrightarrow
Kazein kompleksi + Ca - laktat + Ca - fosfat (Tamime ve Deeth 1980).

Oluşan laktik asit yoğurdun asidik, keskin ve hoşagiden tadını oluşturmaktadır (Tamime ve Deeth 1980).

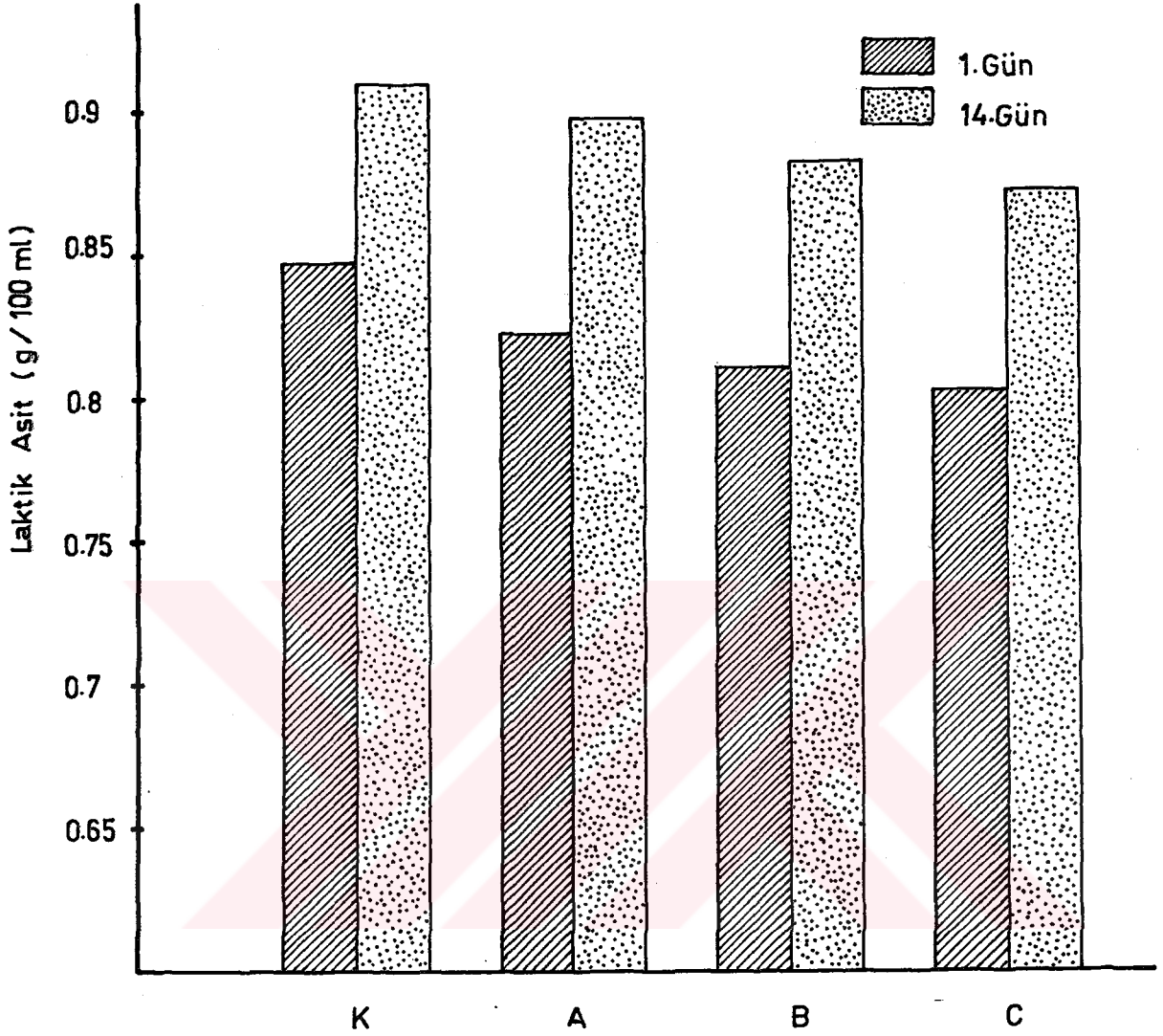
β -galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlere ait ortalama laktik asit değerleri Çizelge 4.15'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. β -D.galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1.ve 14. günlerdeki laktik asit miktarlarına ilişkin ortalama değerler (g/100 ml)

	1.gün	14.gün
K	0.8446.	0.9094
A	0.8221	0.8986
B	0.8109	0.8888
C	0.8011	0.8798

Çizelge 4.15 incelendiğinde tesbit edilen laktik asit miktarlarının 0.8011 - 0.9094 g/100 ml arasında değiştiği görülmektedir. 1. gün analizlerinde, kontrol örneğinin laktik asit miktarı .ga-laktosidaz enzimi katılmış örneklerden yüksek çıkmıştır. En düşük laktik asit miktarı % 90 laktoz hidrolizasyonu sağlanan C örneğinde bulunmuştur. Bunu % 70 (B) ve % 50 (A) hidrolizasyon sağlanan örnekler takip etmiştir. . Başka bir ifadeyle, hidrolizasyon oranı arttıkça, örneklerin laktik asit içeriklerinde azalma tesbit edilmiştir. 1.günde 0.8011-0.8446 g/100 ml arasında değişim gösteren laktik asit içerikleri, depolama süresince artış göstererek 14. günde (K), (A), (B) ve (C) örneklerinde sırasıyla, 0.9094, 0.8986, 0.8888 ve 0.8798 g/100 ml düzeyine ulaşmıştır. 14. günde de 1. gün analizlerinde tesbit edilen aynı durum göze çarpmakta, yani laktoz hidrolizasyonu yüksek olan örneklerde daha az laktik asit oluştuğu izlenmektedir. Bu durumun, ortamdaki artan oligosakkarit miktarının starter kültürü üzerinde yaptığı inhibitör etkiden kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim, Abd-el ve ark. (1985) yaptıkları çalışmalarında, benzer sonuçlarla karşılaştıklarını belirtmektedirler.

Sonuçların daha iyi görülebilmesi için yoğurtların laktik asit değerleri grafik haline getirilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Yoğurt örneklerinde depolamanın 1. ve 14. gününde tesbit edilen laktik asit değerleri (g/100 ml).

Şekilden de görülebileceği gibi hem 1.gün hem de 14.gün analizlerinde kontrol örneğinde en yüksek laktik asit değeri tesbit edilmiştir. Kontrol örneğini sırasıyla % 50 (A), % 70 (B) ve % 90 (C) laktoz hidrolizasyonu sağlanan yoğurtlar takip etmiştir.

Örneklerin laktik asit içerikleri ile tat puanları arasında ilişki kurulabilir. Özellikle, laktik asit içeriği diğer örneklerden daha düşük olan % 90 hidrolizasyon sağlanan (C) örneğinde yapılan testler sonucunda, karakteristik yoğurt aromasının hissedilemediği panelistler tarafından ifade edilmiştir. Nitekim (C) örneğine 1. ve 14. günde verilen ortalama tat puanları 5.2 ve 5.5 ' dir.

Deneme yoğurtlarının 1. gün ve 14. gün analizlerinde tesbit edilen laktik asit değerleri üzerine laktoz hidrolizasyonu ve depolama sürecinin etkisini anlayabilmek için varyans analizi yapılmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Deneme yoğurtlarının laktik asit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

V.Kaynağı	SD	Kareler Top.	Kareler Ort.
GENEL	15	0.0258	-
ALT GRUPLAR	7	0.0252	-
A	1	0.0022	0.0022 xx
B	3	0.0229	0.0076 xx
A X B	3	0.0001	0.0000
HATA	8	0.0006	0.0001

xx) $p < 0.01$

Deneme faktörlerinin etkisi $p < 0.01$ 'e göre önemli bulunmuştur. Depolama sürecinde artış gösteren laktik asit içeriklerinde maksimum değişim 0.076 ile C örneğinde bulunurken, kontrol örne-

ğinde 0.065 düzeyinde kalmıştır.

Laktoz hidrolizasyon derecesinin deneme örneklerinin laktik asit içerikleri açısından hangi grupların farklı olduğunu belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır.

	C	B	A	K
			x	xx
C	-	0.0094	0.0199	0.03655
				xx
B	-	-	0.0105	0.02715
				x
A	-	-	-	0.01665
K	-	-	-	-

x) $p < 0.05$ xx) $p < 0.01$

Yapılan Duncan testinde; kontrol örneklerinin diğer gruplardan (A, B, C), anılan özellik bakımından önemli sayılabilecek düzeyde farklı olduğu ($p < 0.01$, $p < 0.05$) saptanmıştır. A, B, C, örnekleri arasında ise sadece A ile C arasındaki farklılığın önemli olduğu bulunmuştur.

Sonuçta diyebiliriz ki, kontrol örneğinde, enzim katılmış olan örneklerden daha fazla laktik asit meydana gelmiş ve laktoz hidrolizasyonu arttıkça laktik asit miktarında bir azalma meydana gelmiştir. Depolama sürecinde de laktik asit miktarında artış olmuştur.

Araştırma sonuçları Atamer ve Sezgin (1987) ile uyum içerisindedir. Bu araştırmacılar da 14 günlük depolama esnasında laktik asit miktarında artma olduğunu saptamışlardır.

4.3.6. Asetaldehit

Yoğurt aroması, fermentasyon sonucunda açığa çıkan uçucu ürünlerle sütte bulunan uçucu maddeler ve bazı süt öğelerinin termal parçalanmasıyla oluşan uçucu maddelerin karışımından oluşmaktadır. Bu maddelerden en önemlisi asetaldehittir. Oluşumunda temel kaynağın laktoz olduğu bilinmektedir (Sezgin 1981).

Yoğurt yapımında kullanılan sütün çeşidi, uygulanan ısı işlemi, kullanılan starter kültürü ve kurumadde artırımı gibi faktörler asetaldehit oluşumunu etkilemektedirler (Rasic ve Kurmann 1978).

β -galaktosidaz enzimi ile farklı hidrolizasyon oranları sağlanarak yapılan yoğurtların depolama sürecindeki ortalama asetaldehit miktarları (ppm) Çizelge 4.17 de gösterilmiştir.

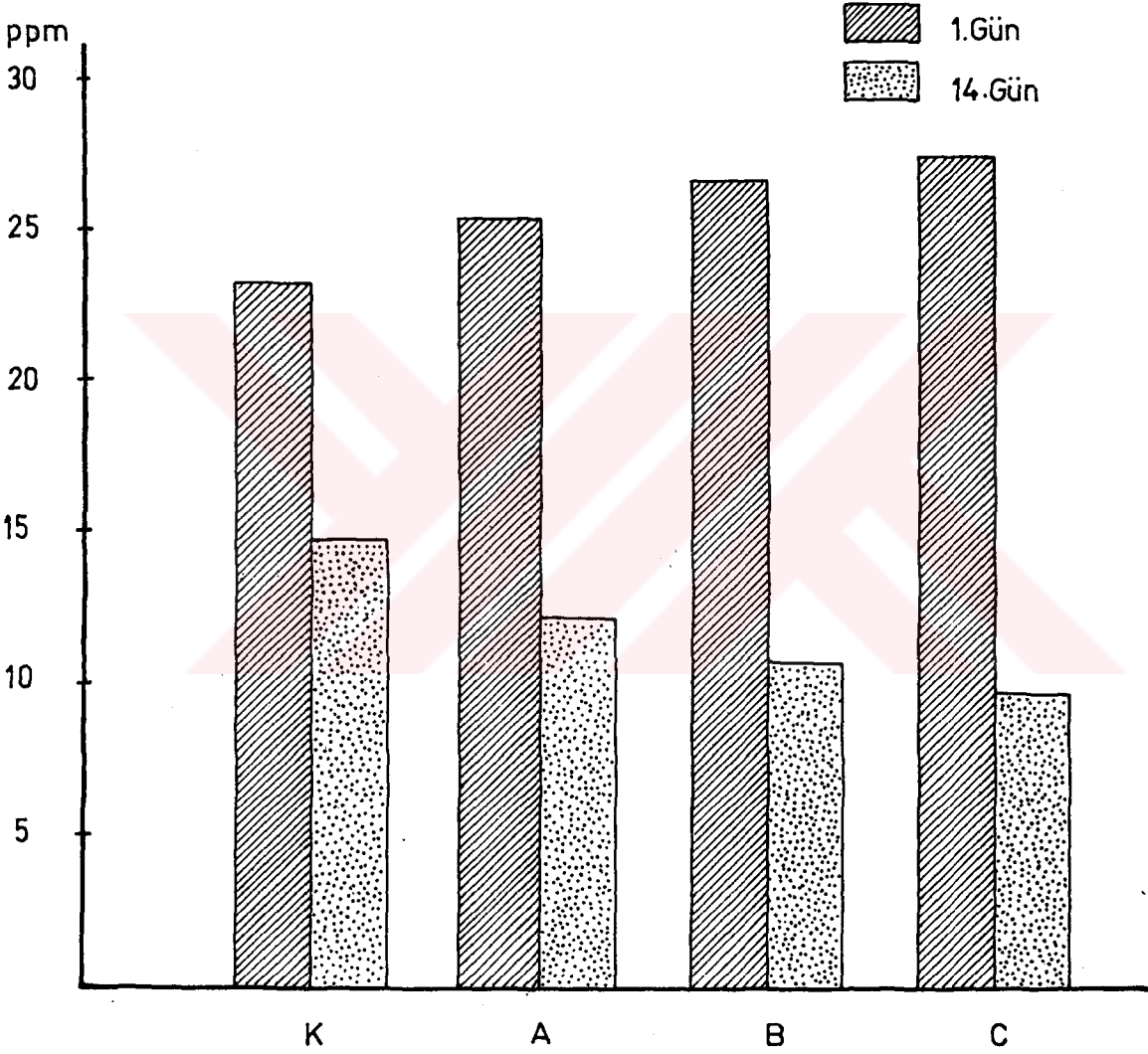
Çizelge 4.17 β -D-galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerdeki ortalama asetaldehit miktarları (ppm).

	1. gün	14. gün
K	23.8163	14.6900
A	25.1663	12.2450
B	26.8195	10.8975
C	27.4880	9.6250

Depolamanın 1. ve 14. gününde örneklerin asetaldehit içerikleri sırasıyla 23.8163 – 27.4880 ppm ve 14.6900 – 9.6250 ppm arasında değişmiştir. 1. gün analizlerinde asetaldehit en az kontrol örneğinde (23.8163 ppm) bulunurken, en yüksek değer (27.4880 ppm) % 90 laktoz hidrolizasyonu sağlanan C örneğinde tesbit edilmiştir. C örneğini, 26.8195 ve 25.1663 değerleriyle % 70 (B) ve % 50 (A) laktoz hidrolizasyonu sağlanan örnekler takip etmektedir. Laktoz hidrolizasyon oranı arttıkça asetaldehit miktarında da artış olmuştur.

14. gün değerleri incelendiğinde en yüksek değeri (14.6900) kontrol örneği gösterirken, en düşük değeri (9.6250) ise C örneği vermiştir. Kontrol örneğini 12.2450 ve 10.8975 değerleriyle A ve B örnekleri takip etmektedir. Depolama sürecinde tüm yoğurtların asetaldehit miktarında azalma meydana geldiği görülmektedir. En fazla enzim katılan C yoğurtlarında bu azalma daha fazla olurken, hiç enzim katılmayan kontrol örneklerinde asetaldehit miktarının değişiminin en az olduğu belirlenmiştir.

Sonuçların daha iyi görülebilmesi için şekil 4.2 hazırlanmıştır.



Şekil 4.2 Yoğurt örneklerinin depolamanın 1. ve 14. gününde tesbit edilen asetaldehit miktarları (ppm).

Şekilden de rahatlıkla görüleceği gibi en fazla enzim katılmış olan yoğurtlarda 1. günde en yüksek asetaldehit değerleri tesbit edilmiş, ancak 2 haftalık depolama sonucunda bu yoğurtların asetaldehit içerikleri en fazla azalarak diğerleri içinde en düşük değeri göstermiştir. 1. gün analizlerinde en az asetaldehit miktarı kontrol örneğinde görülmekte bunu sırasıyla A ve B yoğurtları takip etmektedir. Depolama sürecinde asetaldehit miktarlarındaki azalmanın nedenini, starter kültürlerinin alkol-dehidrogenaz aktiviteleri sonucunda asetaldehitin etanole kadar indirgenmesine bağlanabilir (Tamime ve Deeth 1980).

Örneklerin asetaldehit miktarlarına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18 Deneme yoğurtlarının asetaldehit miktarlarına ilişkin varyans analizi sonuçları

V.kaynağı	SD	Kareler Top.	Kareler Ort.
GENEL	15	825.8216	-
ALT GRUPLAR	7	823.9217	-
A	1	0.2961	0.2961 ^{xx}
B	3	788.2644	263.7548 ^{xx}
A x B	3	35.3611	11.7870 ^{xx}
HATA	8	4.8999	0.6125

xx) $p < 0.01$

Çizelgeden de görüleceği gibi asetaldehit miktarları üze-

rine deneme faktörlerinin etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Laktoz hidrolizasyon derecesinin örneklerin asetaldehit içerikleri üzerine etkisini ortaya koyabilmek için Duncan testi uygulanmıştır.

1. gün

	K	A	B	C
			xx	xx
K	-	1.35	3.0062	3.6717 x
A	-	-	1.6532	2.3217
B	-	-	-	0.6685
C	-	-	-	-

x) $p < 0.05$

xx) $p < 0.01$

14. gün

	K	A	B	C
			xx	xx
K	-	1.2725	3.7925	5.065 xx
A	-	-	1.3475	3.7925 x
B	-	-	-	2.445
C	-	-	-	-

x) $p < 0.05$

xx) $p < 0.01$

Kontrol örneği ile enzim katılmış örneklerin asetaldehit miktarları arasındaki farklılık gerek 1.gün gerekse 14. günde $p < 0.05$ ve $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. 1. gün için C örneği ile A örneğinin asetaldehit miktarları arasında farklılık

$p < 0.05$ düzeyinde önemli iken, diğer örneklerin asetaldehit miktarları arasındaki farklılık $p < 0.01$ düzeyine göre önemli çıkmıştır.

14. günde B ile C ve A ile B deneme yoğurtlarının asetaldehit miktarları arasındaki farklılık $p < 0.05$ 'e göre önemli bulunurken, diğer örneklerin asetaldehit miktarları arasındaki farklılık $p < 0.01$ düzeyine göre önemli çıkmıştır.

Farklı kaynaklarda karakteristik yoğurt aroması için önerilen asetaldehit miktarları 10-41 ppm arasında değişmektedir (Görner ve ark. 1973, Rasic ve Kurmann 1978). Asetaldehit miktarının 7 veya 10 ppm'in altına düşmesi yetersiz aromaya neden olmaktadır (Aspenger 1977, Suzuki ve ark. 1979). Çoğunlukla araştırmalarda yoğurtlardaki asetaldehit miktarları 2.5-41 ppm arasında değişmektedir (Tamime ve Deeth 1980).

Bu bilgilere dayanarak bir değerlendirme yapılacak olursa, gerek 1. günde ve gerekse 14. günde örneklerin asetaldehit içerikleri (C örneği hariç) yetersiz aromanın ortaya çıktığı sınır değeri üzerinde bulunmuştur. Depolama sürecinde tüm örneklerin asetaldehit içeriklerinde azalmalar meydana gelmiştir. En az azalma 9.2 ppm ile kontrol örneklerinde bulunmuştur. 1. günde laktoz hidrolizasyon oranı arttıkça asetaldehit miktarları da artmıştır, ancak 14. günde laktoz hidrolizasyon oranı arttıkça asetaldehit miktarı azalmıştır. Bu durumun β .galaktosidaz enziminin depolama sürecinde starter kültürlerinin alkoldehidrogenaz aktivitelerindeki gelişmeden

kaynaklandığı söylenebilir. (Abd-el ve ark. 1985).

Araştırma bulguları Atamer ve Sezgin 1987, Hamdan ve ark. 1971 ve Abrahamsen 1978'in sonuçları ile uyum içerisindedir. Bu araştırmacılar depolama sürecinde yoğurtlarda asetaldehit miktarının azaldığını belirtmişlerdir.

Abdou ve ark (1984)'da enzim ilave ederek yaptıkları Zabady örneklerinin asetaldehit içeriklerinin kontrole göre daha yüksek çıktığını gözlemişlerdir.

Hamdan ve ark. (1971), inkübasyon süresince asetaldehit miktarlarının artarak 22-26 ppm'e ulaştığını 4°C'de 4 haftalık depolamada ise yaklaşık 4 ppm'e kadar düştüğünü saptamışlardır.

4.3.7. Tyrosine

Yoğurtta meydana gelen proteoliz iki mikroorganizmanın arasındaki simbiyotik ilişki sonucunda oluşmaktadır. *Lactobasillus bulgaricus*, *S.thermophilus*'a oranla daha fazla proteolitik aktivite göstermektedir (Tamime ve Deeth 1980, Pette ve Lolkema 1950).

Lactobasillus bulgaricus kazeini hidrolize edebilmektedir, oysa *S.thermophilus* sadece sınırlı bir proteinaz aktivitesine sahiptir. Bu nedenle *S.thermophilus* peptidaz aktivitesine sahiptir ve serbest kalan aminoasitlerini metabolize edebilmektedir (Tamime ve Deeth 1980)

Yoğurt starter kültürleri yinede zayıf bir proteolitik aktiviteye sahiptirler. Ancak yoğurt üretiminde proteolitik aktiviteleri

nedeniyle peptitleri ve serbest aminoasitleri oluşturabilirler. Bu belirtilerin sonucunda yoğurdun reolojik özellikleri olumsuz yönde etkilenirken, diğer yandan hazmolabilme yeteneğinin arttığı ifade edilmektedir (Tamime ve Deeth 1980).

Araştırmada β .galaktosidaz enzimi katılarak farklı laktoz hidrolizasyonu sağlanan örneklerin 1. ve 14 günlerde saptanan ortalama tyrosine değerleri Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19 β .D.galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlerdeki ortalama tyrosine değerleri (mg/5 ml).

	1.gün	14.gün
K	0.0508	0.0473
A	0.0535	0.0585
B	0.0538	0.0616
C	0.0549	0.0688

Çizelge 4.19 incelendiğinde, deneme yoğurtlarının tyrosine miktarları 1. ve 14. günlerde 0.0508-0.0549 mg/5 ml ve 0.0473-0.0688 mg/5 ml arasında değiştiği görülmektedir. 1. gün analizlerinde en düşük tyrosine değerini kontrol örneği göstermiştir. % 50 (A) ve % 70 (B) hidrolizasyon sağlanan örneklerde tyrosine miktarı hemen hemen aynı olmasına rağmen, % 90 (C) hidrolizasyon sağlanan örneklerde en yüksek değer bulunmuştur.

14. günlük depolama sürecinde yine en düşük değeri

0.0473 mg/5 ml ile kontrol örneği verirken, (A), (B) ve (C) örneklerinde tyrosine miktarları sırasıyla 0.0585, 0.0616 ve 0.0688 mg/5 ml olarak görülmektedir. Deneme yoğurtlarının depolama sürecinde, kontrol örneği hariç tyrosine miktarlarında artış olmuştur.

Değişimlerin istatistiksel incelenmesi Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Deneme yoğurtlarının tyrosine değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

V.kaynağı	SD	Kareler Top.	Kareler Ort.
GENEL	15	0.0003	-
ALT GRUPLAR	7	0.0003	-
A	1	0.0000	0.0000
B	3	0.0000	0.0000
A X B	3	0.0003	0.0001 ^{xx}
HATA	8	0.0000	0.0000003054

xx) $p < 0.01$

Çizelgeden de izlenebildiği gibi hidrolizasyon oranları ile günlerin tyrosine içerikleri üzerine birlikte etkisinin (A X B interaksyonu) $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Özellikle laktoz hidrolizasyon derecesinin, örneklerinin tyrosine içerikleri üzerine etkisini açık bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla 1. ve 14. gün bulguları Duncan testi ile irdelenerek farklı gruplar belirlenmeye çalışılmıştır.

1. gün

	K	A	B	C
K	-	0.0027	0.003	0.0041
A	-	-	0.0003	0.0041
B	-	-	-	0.011 ^{xx}
C	-	-	-	-

xx) p 0.01

14. gün

	K	C	A	B
K	-	0.0225 ^{xx}	0.012 ^{xx}	0.016 ^{xx}
C	-	-	0.0107	0.0072
A	-	-	-	0.0031
B	-	-	-	-

xx) p 0.01

Sonuçta, 1.gün itibariyle sadece B ve C örneklerinin tyrosine içerikleri arasındaki fark önemli bulunmuş ($p < 0.01$) ve enzim ilave edilen deneme örneklerinde tyrosine miktarı kontrole kıyasla daha fazla çıkmıştır. 14. günde de kontrol örneklerinin diğer gruplardan (A, B, C) anılan özellik bakımından önemli sayılabilecek düzeyde ($p < 0.01$) farklı olduğu saptanmıştır. Deneme örneklerinin hem 1.gün hem de 14. gün tyrosine içerikleri enzim ilave edilen örneklerde daha fazla çıkmıştır.

Groux (1973), yoğurt bakterilerinin proteolitik aktivite-

leri sonucu oluşturdukları peptit ve amino asitlerin yoğurdun aromasını etkilediğini belirtmektedir. Ancak tyrosine değerlerinin düşük olması halinde, tyrosine iğeriği ile tat arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu, buna karşın tyrosine değerlerinin 0.625 mg/5 ml'den fazla çıktığında ilişkinin önemli olduğunu belirtmiştir. Asperger (1977), tyrosine iğeriği 0.5 mg/5 ml'den fazla ise ürünlerde asit veya hafif acımsı olarak tanımlanan aroma bozukluklarının ortaya çıktığını ifade etmiştir.

Araştırmada her ne kadar örneklerin tyrosine değerleri bozuk aromanın belirgin olarak ortaya çıktığı sınır değerinin altında bulunduysa da, panelistler β .galaktosidaz enziminin en yüksek oranda katıldığı (C) yoğurtlarında hafif acımsı bir tat hissettiklerini belirtmişlerdir.

Örneklerin tat puanlarına baktığımızda (Çizelge 4.2), 1. günde en yüksek tyrosine değerini gösteren C örneğinin en düşük tat puanını aldığı görölmektedir. 14. günde ise tyrosine iğeriği en düşük olan kontrol örneklerinin en yüksek tat puanına sahip olduğu izlenmektedir.

Araştırma sonuçları Hemme ve ark. (1978) ile uyum içerisinde dir. Bu araştırmacılar düşük laktozlu yoğurt üretiminde β .D. galaktosidazın yoğurtta kullanımının oluşan proteoliz miktarını artırdığını ifade etmişlerdir. Bunu da β .D. galaktosidaz enzim preparatlarının, kaynak olarak kullanılan maya ve küflerin proteaz enzimleriyle kontamine olmasına bağlamaktadırlar.

4.3.8 Laktoz

Laktoz gerek sütün gerekse mamüllerinin yapısında ve niteliğinde önemli bir rol oynamaktadır. Yoğurtta fermentasyon sonucu laktozun yaklaşık 1/3'ü azalmaktadır. Kurumaddesi artırılmış ve başlangıçta % 6-7 oranında laktoz içeren karışım, yoğurda dönüştükten sonra da % 4-4.7 gibi en azından sütte bulunan miktarda laktoz içermektedir (Fox 1985).

Örneklerin 1. ve 14. güne ait ortalama laktoz miktarları ve laktoz hidrolizasyon oranları Çizelge 4.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. β .D.galaktosidaz enzimi yardımıyla farklı oranlarda laktoz hidrolizasyonu sağlanarak elde edilen yoğurtların 1. ve 14. günlere ilişkin ortalama laktoz miktarları ve hidrolizasyon oranları (%).

	Laktoz Miktarları		Laktoz hidrolizasyonu	
	1.gün	14.gün	1.gün	14.gün
K	6.0675	4.4825	29.4750	47.8550
A	4.2775	3.0625	50.2850	64.4150
B	2.7225	1.7325	69.6350	80.4475
C	0.9892	0.3185	88.4725	96.2950

Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi laktoz hidrolizasyonu 1. gün analizlerinde, (K), (A), (B) ve (C) örneklerinde sırasıyla, yaklaşık % 30, 50, 70 ve 90 çıkmıştır. Bu hidrolizasyon oranları zaten denemenin başında tarafımızdan hedef olarak

seçilmiş ve ulaşılmaya çalışılan değerlerdir. 2 haftalık depolama sürecinden sonra laktoz hidrolizasyon oranları artma göstermiş ve (K), (A), (B) ve (C) örneklerinde sırasıyla yaklaşık % 50, 65, 80 ve 95 gibi değerler bulunmuştur. Kontrol örneğinde tesbit edilen laktoz hidrolizasyon oranındaki artış, diğerlerinden daha fazla olmuştur.

4.3.9. Kurumadde

Yoğurtlarda, fikir edinmek amacıyla her tekerrürde birer kez yapılan kurumadde değerleri % 15.49-15.51 arasında değişmektedir. β .galaktosidaz enzimi kullanılarak farklı hidrolizasyon oranları sağlanarak elde edilen yoğurtların ortalama kurumadde değeri % 15.5 olarak bulunmuştur.

4.3.10. Yağ

Yoğurtlarda her 2 tekerrürde tek örnekte 1 kez yapılan yağ tayininde, yoğurtların ortalama yağ değerleri % 3.2 düzeyinde çıkmıştır.

5. SONUÇLAR

Araştırmada elde edilen sonuçların genel bir değerlendirilmesi yapılacak olursa, yoğurt üretiminde kullanılan β -D.galaktosidaz enzim preparatının ürünün bazı kalite kriterleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

Duyusal değerlendirme sonuçlarında panelistlerin 0.1 ve 0.2 ml/lt enzim ilave edilerek yapılan yoğurtları tercih ettikleri belirlenmiştir.

Kullanılan enzim miktarına bağlı olarak gerçekleştirilen laktoz hidrolizasyon derecesinin, yoğurtların pıhtılaşma süresini etkilediği ve katılan enzim miktarının artmasıyla sürenin kısaldığı gözlenmiştir.

İlave edilen enzimin konsistens üzerine önemsiz bir etkisi olmasına rağmen süte enzim katılarak yapılan yoğurtlar kontrole göre daha iyi bir pıhtı stabilitesi göstermişlerdir. 14 günlük depolamada da konsistens değerlerinde bir artış saptanmıştır.

Laktaz ilave edilmiş ve edilmemiş süttten yapılan yoğurtların serum ayrılması değerleri birbirine yakın çıkmış ve depolama sürecinde de örneklerin serum ayrılması miktarları azalmıştır.

Laktoz hidrolizasyon derecesinin titrasyon asitliği üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuş, ancak depolama sürecinde tüm örneklerin titrasyon asitliğinde artış olduğu anlaşılmıştır.

Yoğurtların temel aroma maddesi olan asetaldehit ve laktik asit üzerinde laktoz hidrolizasyon derecesinin etkisi önemli bulunmuştur. Enzimle muamele edilen örneklerde daha yüksek asetaldehit miktarı saptanmıştır. Depolama sürecinde de tüm örneklerin asetaldehit miktarlarında azalma olduğu tesbit edilmiştir.

Kontrol örneğinde tesbit edilen laktik asit miktarı enzimle işlem görmüş deneme örneklerinden, daha fazla bulunmuştur. Yoğurtlarda laktoz hidrolizasyon derecesi arttıkça laktik asit miktarında azalmamış olduğu görülmüştür. Depolama sürecinde de deneme yoğurtlarının laktik asit miktarlarında artış tesbit edilmiştir.

Tyrosine eşdeğeri olarak belirtilen proteoliz düzeyine, laktoz hidrolizasyonunun ve depolamanın birlikte etkisi, önemli bulunmuştur. Deneme yoğurtlarının hiçbirinde bozuk tada neden olacak düzeyde proteoliz gerçekleşmemiştir. Depolama sürecinde kontrol örneğine göre deneme örneklerinde daha fazla tyrosine değerleri ne rastlanmıştır.

KAYNAKLAR

- ABD-EL-HADY,S.M., SANIA,M.ABODU., DAWOOD, A.H., ve YOUNIS, M.F., 1985. Effect of lactase enzyme on the growth and activity of some dairy microorganisms. Egyptian Journal of Dairy Science, 13:19-24.
- ABDOU,S.M., ABD-EL.HADY,S.M., DAWOOD,A.H ve YOUNIS, M.E., 1984.The use of milk partially hydrolysed lactase in the manufacture of some dairy products. Egyptian Journal of Dairy Science, 12: 274-284.
- ABRAHAMSEN,R.K., 1978. The content of lactic acid and acetaldehyde in yoghurt stored at different temperatures. Dairy Science Abstract, 40 (9): 4928.
- ANONYMOUS, 1974 Yoğurt TS.1330 T.S.E. Ankara.
- ANONYMOUS, 1981. Çiğ Süt Standardı, TS. 1018 T.S.E. Ankara.
- ANONYMOUS, 1985. 5. Beş Yıllık Kalkınma Planı Devlet Planlama Teşkilatı Özel Alt Komisyon Raporu, 350 sy, Ankara.
- ANONYMOUS, 1987. Lactozym, Novo Industry A/Ş Denmark.
- ANONYMOUS, 1989. IDF Bulletin, Sayı: 237, 1.6 sy.
- ANTILA, P., LEHTO, M., ANTILA,V., 1978. The use of lactase treated-milk in the manufacture of yoghurt. 20th International Dairy Congress Brief Comiminications, Congrilit, Paris. 498-499.
- ASPERGER,H., 1977. Applicability of Analytical methods for the assesment of yoghurt quality. Dairy Science Abstract. 39(1): 594.
- ATAMER,M ve SEZGİN,E., 1986 Yoğurtlarda kurumadde artırımının pıhtının fiziksel özellikleri üzerine etkisi. Gıda II(6) : 327-331.

- ATAMER, M ve SEZGİN, E., 1987. Inkübasyon sonu asitliğinin yoğurt kalitesi üzerine etkisi. Gıda 12 (4) : 213-220.
- BRÖOME, M.C., ROGINSKI, H., HICKEY, M.N., 1983. The enzymic hydrolysis of lactose skim milk yoghurt. The Australian Journal of Dairy Technology 3: 35-37.
- DARIANI, D.N., FRANK, J.F., LEOWENSTEIN, M., 1987. Manufacture of low lactose yoghurt by simultaneous lactose hydrolysis and bacterial fermentation. Cultured Dairy Products Journal 17 (2):18+19 "Alınmıştır" Dairy Science Abstract 45 (1) : 122.
- DAWOOD, H.A., SANIA, M. ABDOU., ABD-EL-HADY, S.M. ve YOUNİS, M.F., 1985. Factors affecting the hydrolysis of lactose. in buffalo and cow's milk by lactase. Egyptian Journal of Dairy Science 13: 209-216.
- DEBOGNIE, J.C., NEWCOMER, A.D., MCGILL, D.B., ve PHILIPS, S.F., 1979. Absorption of nutrients in lactase deficiency. Dig. Dis. Ser. 24: 225-231.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., GÜRBÜZ, F., 1983. İstatistik Metodları. Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 861 Ankara 218 s.
- EFFAT, G., BEDNARSKI, W., CHOSNOWSKI, W., KUNCEWIEZ, A., POZNANSKI, S. ve KOWA LENSKA, J., 1984. Attempts to obtain yoghurt with a decreased lactose content. Dairy Science Abstract 66 (10) : 6603.
- EL-SAFFTY, M.S., EL-ZAYAT, A.I. ve ISMAİL, A.A., 1985. The effect of partially lactose hydrolysis on the quality and ripening of domiati cheese. Egyptian Journal of Dairy Science. 13: 91- 100.
- ENGEL, W.G., 1973. The use of lactase to sweeten yoghurt without

increasing calories. Cultured Dairy Products Journal 8 (3): 6-7 " Alınmıştır" TAMİME, A.Y. ve ROBINSON, R.K., 1985. Yoghurt Science and Technology, First edition, Pergamon Press Limited, Oxford 431 s.

FOX,P.F., 1985. Development in Dairy Chemistry- 3. Lactase and minor constituents. Elsevier Applied Science Publishers, First edition, London, 405 sy.

GİLLİLİLAND, S.E., SPECK, M.L. ve WOODARD,J.R., 1972. Stimulation of lactic streptococci in milk by β -galactosidase. Applied Microbiology 23 (1): 21-25.

GOODENOUGH, E.R ve KLEYN,D.H., 1975. Qualitative and quantitative changes in carbohydrates during the manufacture of yoghurt. Journal of Dairy Science, 59 (1): 45.

GÖRNER,F., PALO , V. ve SEGİNOVA, M., 1973. Aroma compounds in cultured milks. Dairy Science Abstract, 35 (8) : 3173.

GROUX,M., 1973. Etude des comasants de la flavours de yoghurt, Le Lait 53: 523-524, 146- 153.

GUY,E.J., TAMSMA,A , KONTSON, A ve HOLSINGER, V.H., 1974. Lactase-treated milk provides base ta develop products for lactose-intolerant population. Food Prod. Devel., 8 (8): 50. "Alınmıştır". Dairy Science Abstract 37 (9): 5408.

GYURICSEK, D.M. ve THOMPSON,N.P, 1976. Hydrolysed lactose cultured dairy products. II. Manufacture of yoghurt, buttermilk and Cottagecheese. Dairy Science Abstract 39: 1193.

HAMDAN, I.Y., KUNSMAN,J.E. ve DEANE, J.R., 1971. Asetaldehyde production by combined yoghurt cultures. Journal of Dairy Science 54 (7) : 1080.

- HEMME, D., VASSAL.L., FOYEN, H.ve AUCLAIR, J., 1979. Effet de l'addition de lactose au lait sur le développement des lactobacilles et des Streptococcus thermophiles. Le Lait, 12: 597-613.
- HILGENDORF, M.J., 1981. Optimization of fungal lactase levels in yoghurt's manufacturing. Dairy Science Abstract, 43 (8): 5014.
- HULL, M.E., 1947. Journal of Dairy Science 30: 881-884. "Alınmıştır" TUNAİL, N., 1978. Starter olarak kullanılan laktik asit bakterileri ile beyaz peynirlerimizden izole edilen bazı bakterilerin önemli fizyolojik özellikleri üzerinde araştırmalar (Doçentlik Tezi).
- ISMAIL, A.A. ve EL-NİMR, A.A., 1980. Quantitative changes in carbohydrates and acidity during manufacture of low-lactose Zabady. Journal of Food Protection 43 (7): 566-567.
- ISMAIL, A-A., MOGENSEN, G. ve POULSEN, P.R., 1983. Organoleptic and physical properties of yoghurt made from lactose hydrolysed milk. Journal of the Society of Dairy Technology, 36(2) : 52-55.
- KESSLER, H.G. ve KAMMER, J., 1982. Factors affecting the stability of natural set yoghurt. 21st International Dairy Congress. Vol. 283.
- KILARA, A. ve SHAHANI, K.M., 1976. Lactase activity of cultured and acidified dairy products. Journal of Dairy Science, 59 (12) : 1031- 1035.
- KISS, E., NADUDVARI, M.V. ve SALAK, M., 1981. Enzymatic reduction of the lactose content of milk. Acta Alimentaria 10 (3): 276-277.

- KOLARS, J.C., MICHAEL, M.D. ve MOSTAFA, M.D., 1984. Yoghurt- An autodigesting source of lactose. The New England Journal of Medicine, 310: 1-3.
- KRETCHMENT, N., 1972. Lactose and lactase. Scientific American, 227:71.
- LEES, G.J. ve JAGO, G.R., 1969. Australian Journal Dairy Technology, 24: 181-185.
- MAGDESI, I. ve GRUDEX, D., 1979. Effect of lactose on fermentation and quality of yoghurt. Vissh. Inst. Po. Khromitelna Ivkusova Promishlenost Plavdiv, bulgaria, 25 (2): 237+240. "Alınmıştır" Dairy Science Abstract 41: 1192
- MANN, E.J., 1981. Lactose hydrolysed milk and dairy products. Dairy Industries International, 46 (9): 17-19.
- NICKERSON, T.A., VUJICIC, I.F. ve LIN, A.Y., 1975. Colorimetric Estimation of lactose and its hydrolytic products. Journal of Dairy Science, 59 (3): 386-390.
- NISPELS, H., Tarihsiz. World Galaxy 7: 39-41.
- NISPELS, H., 1976 a. Maxilact-Lactase in the dairy industry. Low lactose milk, Gist Brocades, N.V. Delft Holland.
- NISPELS, H., 1976 b. Maxilact- Lactase in the dairy industry. Fermented Dairy Products, Gist Brocades, N.V. Delft Holland.
- O'LEARY, V.S. ve WOYCHIC, H.C., 1976. A comparison of some chemical properties of yoghurts made from control and lactase-treated milks. Journal of Food Science 41:791.
- PEDERSEN, E.R., JENSEN, B.H., JENSEN, H.J ve KELDSBO, I.L., 1982 Lactose malabsorption and tolerance of lactose-hydrolysed milk. Journal Gastroenterology, 17: 861-864.

- PETTE,A. ve LOLKEMA,S., 1950. Yoghurt, I. Symbiosis and antibiosis in mixed cultures of *L. bulgaricus* and *S. thermophilus*. *Neth. Milk Dairy J.*, 4: 197-208.
- POPOVA,N.G., GUIYAF,V., ZAITSEV.S., TIKHOMIROVA,A.S. ve KULIKOVA,A.K., 1978. Enzymic hydrolysis of lactose during the production fo sweetened condensed milk. XX. International Dairy Congress, Vol (E) 737-38.
- RASIC,L,J. ve KURMANN,J.A., 1978. Yoghurt Vol: I. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, 466 s.
- RENNER,E. ve FETTER,C.H., 1987. Effec of lactase hydrolysis on the quality of UHT milk. *Dairy Science Abstract* 70 (7): 537.
- REIMERDES,E.H., 1981. International Dairy Federation Document 147, Proceedings of seminar on dairy ingredients, Brussels. p.27.
- ROBINSON,R.K., TAMİME.A.Y. ve CHUBB, L.W., 1977. Acetaldehyde as an indicator of flavour intensity in yoghurt. *The Milk Industry* 4:4-6.
- SEZGİN,E., 1981. Yoğurt Teknolojisi, SEGEM Yayın No: 103 76-108 s.
- SMİTH,K.E., 1984. Acceptance of yoghurt made with and without lactase hydrolysis. *Cultured Dairy Products Journal*, II: 31-37.
- STEINSHOLT,K. ve CALBERT,H.E., 1960. A rapid colorimetric method for determination of lactic acid in milk and milk products. *Milchwissenschaft*, 31: 402-408.
- STEPHENSON, L.S. ve LATHAM,M.C., 1974. Lactose intolerance and milk comsumption: The relation of tolerance to symptoms *Am.J.Clin.Nutr.*, 27 : 296-303.

- STEVENSON, D.K. ve CROWFORD, J.D., 1983. Enzymatic hydrolysis of lactase in ice-cream. *Journal of Dairy Science*, 66(1): 75.
- SUZUKI, I., WATANABA, M., KITADA, T., KATO, S. ve MORİCHI, T., 1979. *Japanese J. of Zootechnical Scr.*, 50 796 "Alınmıştır". TAMİME, A.Y. ve ROBINSON, R.K. 1985. *Yoghurt Science and Technology*, First edition, Pergamon Press Ltd. Oxford, 431s.
- TOBA, T., WATANABLE, A. ve ADACHI, S., 1983. Quantitative changes in sugars especially oligosaccharides, during fermentation and storage of yoghurt. *Journal of Dairy Science* 66 (1) : 17-20.
- TOBA, T., AHIRA, K. ve ADACHI, S., 1986. Quantitative Changes in oligosaccharides during fermentation and storage of yoghurt inoculated simultaneously with starter culture and β .galactosidase preparation. *Journal of Dairy Science* 69: 1241-1245.
- TAMİME, A.Y., 1977. The behaviour of different starter cultures during the manufacture of yoghurt from hydrolysed milk. *Dairy industries International* 8: 7-11.
- TAMİME, A.Y., 1978. The production of yoghurt and concentrated yoghurt from hydrolysed-milk. *Cultured Products Journal*, 13(3): 16-21.
- TAMİME, A.Y. ve DEETH, H.C., 1980. *Journal of Food Protection* 43. 939-977.
- TAMİME, A.Y. ve ROBINSON, R.K., 1985. *Yoghurt science and technology*, first edition, Pergamon Press Ltd. Oxford, 431 s.

- THAKAR, D.N., UYAS, S.H., PRAJADATI, D.S., UPADHYAY, K.G. ve MIYANI, R.V., 1988. Lactose prehydrolysis of buffalo's milk with β -D.galactosidase in order to accelerate ripening of cheddar cheese. I.manufacture of Cheddar cheese. Cultured Dairy Products Journal, 23 (1): 20-21, 23-24.
- THOMASOW, J. ve KLOSTERMAYER, H., 1977. Enzymic lactose hydrolysis in the production of market milk, yoghurt and quark. Deutsche Milchwirtschaft 28 (38): 1316-1323.
- THOMPSON, M.P. ve GYURICSEK, O.M., 1974. Manufacture of yoghurt, buttermilk and cottoge cheese from hydrolyzed lactose-milks. Journal of Dairy Science, 57 (5): 584.
- TROTTER, M., BROMAN, G.E., ve PETERSON, R.R., 1960. Densities of bones of white and Negro skeletons. J.Bone. Joint Surg, 42:50-58.
- TUNÇBİLEK, E., TÜRÜN, R. ve SAY., 1973. Türkiye'de laktoza Intolerans. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 15 (4): 408-412.
- WALLENFELS, K., SUND, H. ve WEBER, K., 1963. Biochem. 2: 338-714.
- WALSTRA, D. ve JENNESS, R., 1984. Dairy Chemistry and Physics A Wiley-Interscience Publication John Wiley and Sons, New York, first edition, 467 s.
- WOODWARD, G.J. ve KOSIKOWSKI, F.V., 1975. Manufacture of Cheddar cheese from milk with added glucose and from hydrolysed lactase milk. Journal of Dairy Science, 58 (5): 792.