

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***BACILLUS INDICUS* HU36’NİN YOĞURT ÜRETİMİNDE KULLANIMI
VE KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Sevcan ERŞAN**

Anabilim Dalı : Gıda Mühendisliği

Programı : Gıda Mühendisliği

OCAK 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***BACILLUS INDICUS* HU36’NİN YOĞURT ÜRETİMİNDE KULLANIMI
VE KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sevcan ERŞAN

(506081516)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Aralık 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 27 Ocak 2011

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Gürbüz Güneş (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Necla Aran (İTÜ)
Prof. Dr. Güldem Üstün (İTÜ)

OCAK 2011

Anneme ve Babama,

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca bana zaman ayırarak, yardım ve katkılarını esirgemeyen, danışmanım Doç. Dr. Gürbüz GÜNEŞ'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma AB 7. Çerçeve COLORSPORE akronimli projenin maddi desteği ile tamamlanmıştır. Projesinde bana yer veren ve gerektiğinde zaman ayıran Doç. Dr. Beraat ÖZÇELİK'e teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalar, Ar. Gör. Mine GÜLTEKİN-ÖZGÜVEN, İjlal BERKTAŞ, Özlem ERDEM ve H. Ezgi TUNA'dan oluşan COLORSPORE ekibi ile birlikte yapılmıştır. Herkese katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Gerek duyuşal analiz konusunda bilgi desteği, gerekse tezım sırasında manevi desteği için Sezen SÜZME'ye teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma sırasında manevi desteği ile yanımda olan Osman CEYLAN'a ayrıca teşekkür ederim.

Eğitimim ve tüm hayatım boyunca sonsuz desteklerini benden esirgemeyen anneme ve babama teşekkürlerimi sunarım.

ARALIK 2010

Sevcan ERŞAN

(Gıda Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1 Probiyotik.....	3
2.1.1 Probiyotik mikroorganizma türleri.....	3
2.1.2 Probiyotik bakterilerin sağlığa yararları.....	5
2.1.3 Probiyotik bakterilerin özellikleri.....	7
2.1.4 Probiyotik ürünler.....	8
2.2 Yoğurt.....	9
2.2.1 Yoğurt çeşitleri.....	9
2.2.2 Yoğurt üretimi.....	10
2.2.3 Yoğurt kimyası.....	11
2.3 Probiyotik Yoğurt.....	12
3. MATERYAL VE METOD.....	15
3.1 Materyal.....	15
3.2 Metodlar.....	15
3.2.1 İnokulum hazırlanması.....	15
3.2.2 Yoğurt üretimi.....	16
3.2.3 Fermantasyonda asitlik gelişimi.....	17
3.2.4 Mikroorganizma canlılığının belirlenmesi.....	18
3.2.5 Depolama sırasında asitlik değişimi.....	18
3.2.6 Renk analizi.....	18
3.2.7 Duyusal analiz.....	19
3.2.8 Reolojik özelliklerin belirlenmesi.....	19
3.2.9 Doku profil analizi.....	20
3.2.10 İstatistiksel analiz.....	22
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	23
4.1 Fermantasyonda Asitlik Gelişimi.....	23
4.2 Mikroorganizma Canlılığı.....	24
4.3 Depolama Sırasında Asitlik Değişimi.....	27
4.4 Renk Analizi.....	27
4.5 Duyusal Analiz.....	30
4.6 Reolojik Özellikler.....	31
4.6.1 Akış özellikleri.....	31
4.6.2 Viskoelastik özellikler.....	33

4.7 Doku Profilindeki Değişimler.....	34
5. SONUÇ.....	37
KAYNAKLAR.....	39
EKLER	43
ÖZGEÇMİŞ.....	57

KISALTMALAR

ALPE	: Alüminyum Polietilen
ANOVA	: Varyans analizi
BI	: Beyazlık indeksi
DSM	: Difco Sporulation Medium
DVS	: Direct Vat Set
FAO	: Food and Agriculture Organization
KOB	: Koloni oluşturan birim
LB	: Luria Bertani
LDL	: Low Density Lipoprotein
MRS	: Man Rogosa Sharpe
M17	: Medium 17
OD₆₀₀	: 600 nm'deki optik dansitesi
RPM	: Revolutions per minute
WHO	: World Health Organization

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : 42°C’de pH 4,5’e kadar inkübe edilen sütleri kinetik parametreleri.	24
Çizelge 4.2 : Tanımlayıcı duyusal analizde belirlenen duyusal özellikler ve tanımları	30
Çizelge 4.3 : <i>B. indicus</i> HU 36 içeren yoğurtlar ile kontrol yoğurdun 4°C’de 21 gün depolanması sırasında yapılan tiksotropi testleri sonucu elde edilen reolojik parametreler.....	32
Çizelge 4.4 : <i>B. indicus</i> HU 36 içeren yoğurtlar ile kontrol yoğurdunun 4°C de 21 gün depolanması sırasında 1 Hz frekansta belirlenen viskoelastik özellikleri.	34
Çizelge C.1 : Yoğurtların doku profili ölçüm sonuçları.....	46
Çizelge D.1 : Fermantasyon kinetiği V_{max} (maksimum asidifikasyon hızı) varyans analizi	47
Çizelge D.2 : <i>B. indicus</i> HU36’nın depolama süresince canlılığının varyans analizi..	48
Çizelge D.3 : <i>S. thermophilus</i> ’un depolama süresince canlılığının varyans analizi	49
Çizelge D.4 : <i>L. bulgaricus</i> ’un depolama süresince canlılığının varyans analizi	50
Çizelge D.5 : Depolama sırasında asitlik değişimi varyans analizi	51
Çizelge D.6 : Renk analizinde L^* (açıklık) varyans analizi	52
Çizelge D.7 : Reolojik özelliklerde artan akış eğisi altında kalan alan (A_{up}) varyans analizi	53
Çizelge D.8 : Doku profili analizi sertlik parametresi varyans analizi.....	54
Çizelge E.1 : Yoğurt örneklerinin görünüşleri.....	55

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1: Yoğurt üretim basamakları.....	11
Şekil 3.1 : <i>B. indicus</i> HU36 üretim basamakları.....	16
Şekil 3.2 : Genel doku profil eğrisi	21
Şekil 4.1 : 42°C’de pH 4,5’e kadar inkübe edilen sütlerin fermentasyon süresince pH değişim eğrileri.....	23
Şekil 4.2 : <i>B. indicus</i> HU36, <i>L. bulgaricus</i> and <i>S. thermophilus</i> ’un 21 gün depolanması sırasında canlılıklarındaki değişim.	25
Şekil 4.3 : Yoğurtların 4°C’de 21 gün depolanması sırasında pH değişim eğrileri.	27
Şekil 4.4 : <i>B. indicus</i> HU36 içeren yoğurtlar ile kontrol yoğurdunun L* (açıklık) ve b* (sarılık), C* (kroma), h* (hue) ve beyazlık indeksi, ΔE^* (toplam renk değişimi) değerlerinin depolama sırasında değişimi.....	28
Şekil 4.5 : Yoğurtların 1. gün (a) ve 7. gün (b) duyuşsal doku analizi sonuçları.	31
Şekil 4.6 : Yoğurt örneklerinin artan gerilim ile G' ve G'' özelliklerinin değişimi.	33
Şekil 4.7 : Metod I yoğurdunun depolamanın 1. gününde ölçülen doku analizi eğrisi.	35
Şekil 4.8 : Yoğurt örneklerinin 4°C depolanmasının sertlik, iç yapışkanlık, esneklik, dış yapışkanlık, çığnenebilirlik ve zamlılık üzerine etkisi	35
Şekil A.1 : Yoğurt referans tanımlayıcı analiz formu	43
Şekil B.1 : 1 gün depolanmış yoğurtların akış eğrileri.....	44
Şekil B.2 : 7 gün depolanmış yoğurtların akış eğrileri.....	44
Şekil B.3 : 14 gün depolanmış yoğurtların akış eğrileri.....	45
Şekil B.4 : 21 gün depolanmış yoğurtların akış eğrileri.....	45

BACILLUS INDICUS HU36’NIN YOĞURT ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZET

Probiyotik olarak adlandırılan, bağırsak florası üzerinde faydası olan bakterilerin yapıya katılması ile geliştirilen ürünler günümüzde tüm dünyada satılmaktadır. Süt ürünleri probiyotiklerin insan vücuduna alınması ve etkilerini bağırsakta gösterebilmeleri açısından en iyi taşıyıcılardır. Probiyotik yoğurt ile ilgili farklı kültürlerle yapılmış birçok araştırma bulunmaktadır. Fakat halen teknolojik özellikleri gıdada işlenmeye daha uygun ve gıdada yüksek seviyede canlı kalabilen probiyotik kültürlerle ihtiyaç vardır. *B. indicus* HU36, probiyotik potansiyeli bulunan bir bakteridir. Bu çalışmada, *B. indicus* HU36’nın *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* ile birlikte yoğurt üretiminde kullanılabilirliğinin ve depolama süresince yoğurt kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda iki üretim yöntemi (Metod I ve Metod II) ile set tipi yoğurt üretilmiştir. Metodlar arasındaki farklılık Metod I’de yoğurt üretimi öncesi *B. indicus* HU36’nın sütte ön-fermantasyona tabi tutulması ve Metod II’de ön-fermantasyon aşamasının bulunmamasıdır. Üretilen yoğurtlar, 4°C’de 21 gün depolanmış ve depolama süresince yoğurtlarda pH değişimi, *B. indicus* HU36 ve starter kültür canlılığı, renk özellikler, duysal özellikler, dokusal ve reolojik özellikler takip edilmiştir.

Fermentasyon süresi *B. indicus* HU36 içeren yoğurtlar için 30 dakika kısa sürmüştür. 14 gün depolanmış yoğurtlarda *B. indicus* HU36 sayısı ~5 log kob/ml’dir. *S. thermophilus* canlılığı *B. indicus* HU36 içeren yoğurtlarda daha düşüktür. *B. indicus* HU36 varlığında *L. bulgaricus* gelişimini ise desteklenmiştir. *B. indicus* HU36 ile üretilen yoğurtların reolojik özellikleri ve dokusal özelliklerinde farklılık gözlenmemiştir. Renk analizi ve duysal panel sonuçlarına göre yoğurda *B. indicus* HU36 eklenmesi ile yoğurdun sarılığı fark edilebilir seviyede artmıştır. Metod I yoğurdunda uygulanan ön fermentasyon işlemi yoğurt özelliklerinde etkili olmamıştır. Sonuç olarak; *B. indicus* HU36’nın ön-fermantasyona gerek olmadan yoğurt üretiminde kullanımı uygundur.

USE OF *BACILLUS INDICUS* HU36 IN YOGHURT PRODUCTION AND ITS EFFECTS ON QUALITY

SUMMARY

Food products called probiotics developed by the incorporation of bacteria that have beneficial effects on intestinal metabolism are marketed worldwide. Dairy products are good vehicles for delivering probiotics to human intestine and showing their probiotic health effects in intestine. There are many studies about probiotic yoghurts incorporated by different probiotic cultures. However, there is still need to probiotic cultures that have superior technological properties for adding to a food during process and that remain alive in higher counts in the final product. *B. indicus* HU36 is potentially a probiotic culture. In this study, the aim is to determine the use of *B. indicus* HU36 in yoghurt production together with *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*, and its effects on quality during storage. With this concept, set-type yoghurt produced in two different methods (Method I and Method II). The difference between methods were application of pre-fermentation of *B. indicus* HU36 in Method I and no pre-fermentation in Method II. Produced yoghurts were stored at 4°C for 21 days. During storage, pH changes, viability of *B. indicus* HU36 and starter cultures, color, textural, sensory and rheological properties of yoghurts were investigated.

Fermentation time were 30 minute shorter for yoghurts incorporated with *B. indicus* HU36. The number of *B. indicus* HU36 remained ~5 log cfu/ml after 14th day of storage. The viability of *S. thermophilus* was lower in yoghurts incorporated with *B. indicus* HU36. The viability of *L. bulgaricus* was enhanced in the presence of *B. indicus* HU36. There is no difference in rheological and textural properties of yoghurts produced with *B. indicus* HU36. Color analysis and sensory panel showed that adding *B. indicus* HU36 to a yoghurt product enhanced remarkably the yellowish color. Pre-fermentation technique applied in Method I yoghurt were not effective in yoghurt properties. As a result; it is appropriate to use *B. indicus* HU36 in yoghurt production without pre-fermentation.

1. GİRİŞ

Günümüzde besleyiciliğinin dışında fonksiyonelliği olan gıdalara artan taleple birlikte başta süt ve süt ürünleri endüstrisi olmak üzere gıda sektöründe bu talebi karşılamak için yeni fonksiyonel ürünler geliştirilmektedir. Bir gıdayı fonksiyonel hale getirmenin yollarından biri de gıdaya probiyotik bakteri eklemektir.

Probiyotik kelimesi Yunanca'da "Pro Biyo" köklerinden gelir ve "yaşam için" anlamına gelir (Özer, 2010). Probiyotik fikri, ilk defa Elie Metchnikoff tarafından 1908 yılında yayınlanan "The Prolongation of Life" adlı kitap ile ortaya atılmıştır. Bu kitapta, uzun yaşamın sırrı olarak sağlıklı bağırsak mikroflorası gösterilmiş ve Kafkas toplumunun uzun yaşamasının nedeninin bol miktarda tükettikleri yoğurta bulunan bakterilerden kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Metchnikoff, 1908). Bu çalışmadan sonra yoğurta bulunan bakteriler ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalar ile fermente gıdalardan ve insan bağırsağından izole edilen birçok bakteri türünün probiyotik özelliği olduğu anlaşılmıştır. Probiyotik organizmaların gıdalara katılması ile gıdaya bakteri türüne özel belirli sağlık faydalarının eklenmesi sağlanmıştır. Probiyotiklerin, laktoz metabolizmasında iyileşme, bağışıklık sisteminin uyarılması, ishal vakalarında iyileşme gibi sağlık etkileri vardır (Shah, 2010).

Süt ve süt ürünleri içerdikleri bileşenlerden dolayı insan beslenmesi için önemli gıda gruplarındandır. Süt ürünlerinin kemik sağlığını geliştirme, bazı kanser türlerine yakalanma riskini azaltma, bağışıklık sistemini güçlendirme, bağırsak sağlığını koruma gibi sağlık faydaları vardı (Karagül-Yüceer ve Avşar, 2010). Fermantasyon ise süt ürünlerine ek fonksiyonel özellikler katar. Fermantasyon ile süt bileşenlerinin değişime uğraması sonucu organik asitler ve birçok biyoaktif bileşenler oluşur. Bu, fermente süt ürünlerini süte oranla daha besleyici ve sağlıklı yapar. Bir fermente süt ürünü olan yoğurda probiyotik bakteri eklenmesi ile yoğurt belirli sağlık faydaları olan bir ürüne dönüşür.

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerine ait probiyotik organizmalardan probiyotik yoğurt üretimi ile ilgili birçok çalışma

yapılmıştır. Bazı çalışmalarda probiyotik bakteriler üründe yeterli miktarda kalmış ve ise de bazılarında bakteri üretim veya koşullarına dayanamamış, sağlık faydalarını göstermesi için gerekli olan minimum bakteri miktarının altına düşmüştür (Donkor ve diğ., 2006; Saccoro ve diğ., 2009). Bu nedenle teknolojik olarak gıda üretim ve depolama koşullarına daha uygun, gıdada yüksek oranda canlı kalan ve gıda kalitesi üzerinde olumsuz etkisi olmayan probiyotik kültürlerle ihtiyaç vardır.

B. indicus HU36, probiyotik kullanım için uygun görülen bir bakteri çeşididir (Hong ve diğ., 2008). Sağlık faydaları henüz araştırılmaktadır fakat mide asitliğinde ve bağırsakta canlı kaldığı bilinmektedir.

Bu çalışmanın amacı, *B. indicus* HU36'nın *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* ile birlikte yoğurt üretiminde kullanılabilirliğinin ve depolama süresince yoğurt kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesidir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Probiyotik

Probiyotik, FAO/WHO (2002) tarafından yeterli miktarda alındığında sağlık faydası gösteren yaşayan mikroorganizmalar olarak tanımlanmıştır. Bu tanıma göre, probiyotik bir ürünün sahip olması gereken iki önemli özellik ürünün canlı organizma içermesi ve canlı organizmaların sağlık faydalarını gösterebilmeleri için üründe gerekli düzeyde bulunmasıdır (Gürakan ve Altay, 2010). Probiyotik organizmalar, insan sindirim sisteminde doğal olarak bulunan bakterilerden veya bağırsakta bulunmayan fakat bağırsak florasına katkıda bulunabilecek türlerden olabilir. Bağırsak florasındaki mikrobiyal dengenin bozulması durumunda bağırsakta gaz oluşumu ve ishal başta olmak üzere çeşitli sağlık sorunları ortaya çıkar (Karagül-Yüceer ve Avşar, 2010). Probiyotik bakterileri gıdalar yardımıyla vücuda alınması ile bağırsakta mikrobiyal denge yeniden sağlanır ve rahatsızlıklar giderilebilir.

2.1.1 Probiyotik mikroorganizma türleri

Karakterize edilen ve probiyotik özellikleri olduğu düşünülen bakteri türleri *Lactobacillus casei*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*, *L. acidophilus*, *L. gasseri*, *L. johnsonii*, *L. plantarum*, *L. reuteri*, *L. crispatus*, *L. fermentum*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. adolescentis*, *B. lactis*, *B. breve*, *B. infantis*, *B. longum*, *Saccharomyces boulardii*, *S. cerevisiae*, *Enterococcus faecium*, ve *E. coli* Nissle'dir (Vinderola ve diğ., 2010). Bunlardan *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türleri insan bağırsak florasında bulunan mikroorganizmalardır (Vinderola ve diğ., 2010). Bağırsak ortamı dışında fermente süt ürünleri, peynir, tahıl fermente ürünlerinden probiyotik potansiyeli olan *Lactobacillus* türleri de izole edilmiştir. *Bifidobacterium* türleri ise oksijene tolere edemediği için fermente gıda ürünlerinin doğal florasında bulunmamışlardır (Vinderola ve diğ., 2010).

Laktik asit bakterisinin alt türlerinin bir kısmının sindirim sistemi asitliğine dayanıklı olması ve ilgili alt türe özel sağlık faydalarının bulunması nedeni ile, probiyotik çalışmaların büyük bir kısmı *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* üzerine

yoğunlaşmıştır (Champagne ve diğ., 2005; Vinderola ve diğ., 2010). Ayrıca *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinslerine ait ticari probiyotik suşların mevcut olması (Shah, 2010), probiyotik ürün çalışmalarında tercih edilmelerine neden olmuştur. *L. acidophilus*, *Bifidobacterium spp.*, *L. casei*, *L.rhamnosus* gibi probiyotik kültürleri içeren yeni fermente ürünler geliştirilmesine karşın en çok kullanılan probiyotik kültürler *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium spp.*'dir (Shah, 2010).

L. acidophilus beslenme açısından en çok önerilen organizmalardandır. Sütte yavaş geliştiği için yoğurt yapımında tek başına eklendiğinde istenmeyen organizmaların gelişmesine ortam sağlanmış olur. Ayrıca, fermente ürünün pH'sının düşüklüğünden dolayı *L. acidophilus* yüksek sayılarda yaşayamaz (Shah, 2010).

Bifidobacterium türleri ise pH 4,5 ve 5 arasında yaşayamazlar (Shah, 2010). *Bifidobacterium*'un oksijene toleransı türe ve bulunduğu ortama bağlıdır. Örneğin, *B. bifidus* aerotolerant özelliktedir (Nauth, 2006). Bu durumda teknolojik olarak fermente süt ürününde işlemeye daha uygun ve son üründe daha yüksek oranda canlı kalan probiyotik bakteri kültürlerine ihtiyaç vardır.

• **Bacillus türlerinin probiyotikliği**

Bacillus subtilis, *Bacillus pumilus*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus cereus* ve *Bacillus clausii* gibi *Bacillus* türleri probiyotik olarak kullanılmaktadır (Hong ve diğ., 2005; Sander ve diğ., 2003). *Bacillus* türlerinin probiyotik olarak kullanımı Duc ve diğ. (2004, 2006) ve Hong ve diğ. (2005, 2008) tarafından araştırılmıştır.

Bacillus indicus HU36 karotenoitçe zengin *Bacillus* türüdür (Duc ve diğ., 2006). Bu bakterinin spor ve vejetatif formu 11 farklı karotenoit içermektedir (Hong ve diğ., 2008). Bu karotenoitlerin bakterileri UV ışınlarına karşı koruduğu düşünülmektedir. *B. indicus* HU36, Vietnamlıların dışkılarında bulunmuştur. Bu durum Vietnamlıların deniz mahsüllerince bol beslenmelerinden kaynaklanır ve *B. indicus* HU36'nın sindirim sistemi koşullarına dayanıklı olduğunu gösterir. Bu nedenle araştırmacılar *B. indicus* HU36'nın probiyotik özellikleri ve güvenilirliği konusunda araştırmalar yapmaktadır. Hong ve diğ. (2008)'un çalışmasında *B. indicus* HU36'nın probiyotik gıda takviyesi olarak kullanımının güvenli olduğu kanıtlanmıştır. Sağlık faydaları araştırılmaktadır. Gıdalarda kullanımı ile ilgili bilgi henüz yoktur.

- **Starter kültürlerin probiyotikliği**

Starter kültürler, probiyotik etki gösterebilecek süre kadar bağırsak ortamında kalamadıkları ve bağırsak ortamında çoğalamadıkları için probiyotik olarak değerlendirilmezler. Fakat yoğurt bakterilerini laktoz metabolizmasına yardımcı oldukları için probiyotik olarak değerlendiren araştırmacılar da vardır (Vinderola ve diğ., 2010). Yoğurt bakterileri ürettikleri β -galaktosidaz nedeniyle laktozun parçalanmasında yardımcı olurlar. Yoğurt bakterilerinin probiyotik olarak kabul edilebileceği ile ilgili bir diğer görüş ise yoğurdun çok miktarda canlı organizma içermesidir. Bir ürünün probiyotik sayılabilmesi için ürünün çok miktarda canlı organizma içermesi gerekmektedir (Gürakan ve diğ., 2010). Ayrıca, starter kültürler süt proteinlerinden biyoaktif peptitlerin açığa çıkmasını, çözünür ekzopolisakkaritlerin ve antimikrobiyal maddelerin üretimini sağlar (Vinderola ve diğ., 2010).

2.1.2 Probiyotik bakterilerin sağlığa yararları

İnsan sindirim sistemi mikroflorası çevresel stres, iklim, antibiyotikler ve beslenmedeki değişikliklerden etkilenmektedir. Mikrofloranın dengesinin bozulması sonucu patojenler bağırsaklara yerleşir ve çeşitli rahatsızlıklar ortaya çıkar. Probiyotik bakteriler mikrobiyal dengeyi koruyarak bağırsaklarda bulunan reseptörlere bağlanır, patojenlerin bağırsak yüzeyine bağlanmasını engeller ve patojenlerin dışkı ile atılmasını sağlarlar (İnanç ve diğ., 2005). *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus casei* içeren gıdaların tüketiminin sağlığa faydaları kanıtlanmıştır (Shah, 2010). Probiyotik kültürlerle ilgili en iyi sonuçlar laktoz intoleransı ve akut ishal vakaları için alınmıştır (İnanç ve diğ., 2005).

Probiyotik bakterilerin sağlık faydaları şu şekilde sıralanabilir (Shah, 2010):

- **İshale karşı etkinlik:** *Clostridium difficile* sağlıklı insan vücudunda az miktarda bulunur. Fakat antibiyotik kullanımı nedeni ile bağırsakta bulunan yararlı bakteri florası zarar görünce, *C. diff.* ortama hakim olur. Bu bakterinin ortamda yüksek miktarda bulunması sonucu ürettiği toksinler ishale neden olur. Bunun dışında turistlerde enterotoksijenik *E. coli*'nin neden olduğu ishale de rastlanır (Shah, 2010). Rotavirüs kaynaklı hastalıklarda ise bağırsağın proteinlere karşı geçirgenliği artar ve çocuklarda ishale gerökleşir. Bu durumlarda probiyotik bakteriler bağırsaktaki zararlı florayı temizler ve ishali düzeltir (Shah, 2010).

• **Laktoz metabolizmasının geliştirilmesi:** En yaygın bağırsak rahatsızlıklarından bir tanesi olan laktoz intoleransı, bir disakkarit olan laktozu monomerleri glukoz ve galaktoza hidrolize edecek β -galaktozidaz enziminin eksikliğinde meydana gelir. Laktozu sindiremeyen kişilerde, laktoz tam sindirilemeden ince bağırsaktan geçerek kalın bağırsağa ulaşır. Burada bulunan kolon mikroflorası tarafından laktozun kullanılması ile kısa zincirli yağ asitleri ve gaz (hidrojen) oluşur (Yıldız, 2010). Fermente olmayan süt ürünlerinde yüksek miktarda bulunan laktoz nedeni ile laktoz intoleransı olan kişiler bu ürünleri tükettikleri takdirde rahatsız olurlar. Yoğurt gibi fermente ürünlerde ise hem laktoz belirli oranda laktik aside çevrildiğinden hem de probiyotik bakteriler bağırsakta laktoz metabolizmasına yardımcı olduğundan bu sorun yaşanmaz.

• **Antimutagenik etki:** Probiyotik bakteriler mutajenleri (kanseri yapan maddeler) hücre yüzeyine bağlarlar ve etkisizleştirirler (Shah, 2010).

• **Antikarsinojenik etki:** Nitrozamin ve heterosiklik amin gibi toksik maddeleri içeren ızgara kırmızı et tüketiminin fazla olması ve beslenmede diyet liflerinin azlığı kolon kanserini tetikler. Ayrıca kolon florasında bulunan bazı bakterilerin ürettiği β -glukuronidaz, azoredüktaz ve nitro redüktaz gibi mikrobiyal enzimler prokanserojenleri kanserojen maddelere çevirirler. Probiyotik bakteriler beta-glukuronidaz, azoredüktaz ve nitro redüktaz seviyelerini düşürürler (Shah, 2010). Ayrıca *L. acidophilus*, *Bifidobacterium*, *L. plantarum*, and *L. rhamnosus* tarafından üretilen kısa zincirli yağ asitleri mikrobiyal enzim aktivitesini azaltarak kanserojen maddelerin oluşumunu engeller (Shah, 2010). Probiyotik organizmaların tümör hücrelerinin büyümesini düşürdüğü de görülmüştür (İnanç ve diğ., 2005).

• **Serum kolesterol seviyesinin düşürülmesi:** Serum kolesterolünün, özellikle LDL-kolesterolü seviyesinin yüksekliği, koroner kalp hastalıkları ile ilişkilidir. Kolesterol seviyesi, beslenme ile vücuda alınan doymuş yağ veya kolesterol ile ilgilidir. Probiyotik bakterilerin varlığında dekonjuge olan safra tuzları konjuge hallerinin tersine yağları absorbe etmezler. Böylece kolesterol seviyesi düşer (Shah, 2010). Bazı probiyotik bakterilerinin 3-hidroksi-3-metil-glutaril-koenzim A üretimi ile kandaki kolesterolü azalttığı saptanmıştır (İnanç ve diğ., 2005).

• **İnflamatuvar bağırsak hastalıkları:** İnflamatuvar bağırsak hastalıkları ("Crohn's disease") bağırsak mikroflorasının bozulması ile ilgilidir. Bu hastalıkta bağırsaklarda *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türü bakteriler azdır. Probiyotik

bakteriler hastalığı tedavi etmezler fakat tedavi edilen hastanın yaşam seviyesini iyileştirirler (Shah, 2010).

• **Bağıışıklık sisteminin uyarılması:** Probiyotik bakterilerin alerjik hastalıklara neden olan potansiyel antijenleri modifiye ettikleri ve immünojenitelerini düşürdükleri bilinmektedir (İnanç ve diğ., 2005).

• **Vitamin sentezleme:** Probiyotik bakteriler biotin, folik asit, pantotenik asit gibi B grubu vitaminlerinin sentezinde etkilidir. Ayrıca safra tuzları ve yağ asitlerini enteropatojen mikroorganizmaların sindiriminden koruyarak bunların toksik ve zararlı ürünlere dönüşümünü engellerler (İnanç ve diğ., 2005).

2.1.3 Probiyotik bakterilerin özellikleri

FAO ve WHO ortaklığında hazırlanan “Guidelines for The Evaluation of Probiotics in Food”da (2002) gıdalarda kullanılacak probiyotik bakterilerin taşınması gereken özellikler şu şekilde sıralanmıştır:

1. Probiyotik etki suşa özel olduğu için probiyotik olarak belirlenen mikroorganizmanın familya, tür, cinsi ve suş bilgilerinin bilinmesi gerekmektedir. Belirli bir sağlık etkisi bütün bir tür için geçerli değildir. Yalnızca, *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* cinsi bakterilerinin tüm alt türleri laktoz sindirimine yardımcı olma özelliğine sahiptir.
2. *In vitro* testler ile probiyotik bakterinin güvenilirliği ve probiyotik etki mekanizması hakkında bilgi edinilmelidir.
3. Probiyotik suşun güvenilir olması, bakterinin orijinin (sağlıklı insan bağırsağından izolasyon gibi), patojen olmadığı ve antibiyotiklere karşı direncinin olmadığı bilinmesi, bağırsak florasında silici etki göstermesi gibi herhangi bir yan etkiye neden olmadığı kanıtlanmış olmalıdır.
4. Hayvan ve insanlarda *In vivo* çalışmaların yapılması gereklidir. Bu çalışmalar ile hastalığın belirtilerinin ve hastalanma riskinin azalması gibi etkiler gözlenir.
5. Probiyotik bakterinin herhangi bir sağlık faydası olduğu iddia edilirken genel ifadeler yerine sağlık etkisi ile ilgili özel bilgi verilmelidir.

Probiyotik bakterilerin sağlık faydalarının yanı sıra bir ürüne katılabilmeleri için bazı teknolojik özelliklere de sahip olmaları gerekmektedir. Probiyotik organizmaların

sahip olması gereken teknolojik özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Mattila-Sandholm ve diğ., 2002; Heller, 2001):

- Probiyotik bakteriler teknolojik olarak gıda ürünlerine katılmaya uygun ve üretim koşullarına dayanıklı olmalıdırlar. Canlılıklarını ve fonksiyonelliklerini üretim esnasında ve depolama sırasında kaybetmemeli, üründe kötü tat koku ve dokuya neden olmamalıdırlar.
- Sindirim sistemi geçişi sırasında canlı kalmalı ve etki edecekleri yere canlı ulaşmalıdırlar.
- Bağırsak ve mide ortamında (pH 1,5 kadar düşük) işlevlerini yerine getirebilmelidirler.
- Sindirim sisteminde probiyotik bakterilerin etkinliğinin incelenebilmesi için probiyotik bakterileri diğer bakterilerden ayırabilecek moleküler tekniklerin geliştirilmiş olması gerekmektedir. Probiyotik bakterilerin sağlık etkilerinin yanı sıra bağırsak mikroflorasına zarar verici etkilerinin olmadığı da incelenelmelidir.
- Probiyotik bakteri, bağırsağa ulaştığında fonksiyonel olabilmesi için bağırsak duvarına yapışabilmeli, sindirim sisteminde kolonizasyon yeteneğine sahip olmalı (İnanç ve diğ., 2005) ve bağışıklık sistemine yardımcı olmalı fakat insan vücudundan bağışıklık sisteminin bir cevabı olan ateşe neden olmamalıdır.

2.1.4 Probiyotik ürünler

Probiyotik ürünlere örnek olarak, kahvaltılık gevrekler, meyve suları ve yoğurt, peynir, kefir gibi fermente süt ürünler verilebilir (Granato ve diğ., 2010). Probiyotik metabolizması sonucu üretilen organik asit gibi bileşikler kötü tat ve kokuya neden olduğu için probiyotik organizmaların fermente olmayan gıdalarda gelişmesi istenmez. Bu nedenle bu tür gıdalara probiyotik bakteriler kurutulmuş halde eklenirler. Süt ürünleri dışındaki gıdalarda gıdanın formülasyonu, pH ve oksijen miktarı gibi faktörler probiyotik bakterilerin yaşamasını zorlaştırmaktadır (Saarela, 2007).

Süt ürünleri, probiyotik bakterilerin yapıya katılması için en uygun gıda grubudur. Sindirim sisteminde mideki yüksek asitlik ve ince bağırsakta sindirim enzimleri ve safra gibi pankreatik salgılara maruz kalma sonucu probiyotik bakterilerin bir kısmı

ölür. Probiyotik bakterilerin süt, yoğurt gibi süt ürünleri ile tüketilmesi sonucu sütün tamponlama etkisi ile probiyotik bakteriler korunur ve daha çok canlı bakteri bağırsağa ulaşır (Yıldız, 2010).

Probiyotik bakterilerin çoğunlukla süt ürünlerinde kullanılmasının bir diğer nedeni ise tüketici algısıdır. Canlı bakteri tüketme fikri tüketiciye hoş görünmezken yoğurt gibi zaten canlı bakteri içerdiği bilinerek tüketilen gıdalara probiyotik bakteri eklenmesi ile pozitif ve sağlıklı bir imaj çizilir. Ayrıca, yoğurt üretim aşamalarının fermentasyon yapan bakterilerin yaşaması için optimize edilmiş olmasından nedeniyle probiyotik bakterilerin yapıya katılması ve canlılıklarının korunması daha kolay olmuştur (Heller, 2001).

Yoğurt ve peynir, probiyotik bakteri eklenen süt ürünleri örnektir (Vinderola ve diğ., 2010). Yoğurt, yapısının normal olarak içerdiği canlı organizmaların yaşamasına elverişli olduğu için probiyotik bakteriyi yapısına katmak çoğunlukla uygun olmaktadır. Peynirde ise yüksek pH, ürünün kapalı matriksi ve yüksek yağ içeriği probiyotik organizmaları hem depolama sırasında hemde sindirim sistemi geçişinde korumaktadır (Vinderola ve diğ., 2010). Dondurulmuş süt ürünleri (dondurma, donmuş yoğurt gibi) ve kefir probiyotik bakteri eklenmesi için uygun diğer süt ürünleridir.

2.2 Yoğurt

Yoğurt, sütün 40-45°C’de fermentasyona bırakılması ile geleneksel olarak üretilen bir fermente süt ürünüdür (Lourens-Hattingh ve Viljoen, 2001). Yoğurt, TS Yoğurt standardında, inek sütü, koyun sütü, manda sütü, keçi sütü veya karışımlarının pastörize edilmesi veya pastörize sütün, gerektiğinde süt tozu ilavesiyle homojenize edilip veya edilmeden *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*’dan oluşan yoğurt kültürünün ilâve edilmesi ve uygun işlemlerden sonra elde edilen mamül olarak tanımlanmıştır. Süt pastörizasyonundaki ısı işlem ve fermentasyon sırasında oluşan asitlik sütteki proteinlerin pıhtılaşp bir ağ yapısı oluşturmaya yani yoğurt oluşumuna neden olur.

2.2.1 Yoğurt çeşitleri

Yoğurt, yağ oranına, yapım tekniğine ve aromasına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır (TS 1330; Gürakan ve Altay, 2010):

Yağ oranına göre yoğurt çeşitleri:

- Tam yağlı yoğurt (en az %3.8 yağ)
- Yağlı yoğurt (en az %3.0 yağ)
- Yarım yağlı yoğurt (en az %1.5 yağ)
- Az yağlı yoğurt (en fazla %1.5 yağ)
- Yağsız yoğurt (en fazla %0.15 yağ)

Yapım tekniğine göre yoğurt çeşitleri:

- Set yoğurt (Pıhtısı kırılmamış yoğurt)
- Stirred yoğurt (Pıhtısı kırılmış yoğurt)

Aromasına göre yoğurt çeşitleri:

- Sade yoğurt
- Meyveli yoğurt

Diğer yoğurt çeşitleri:

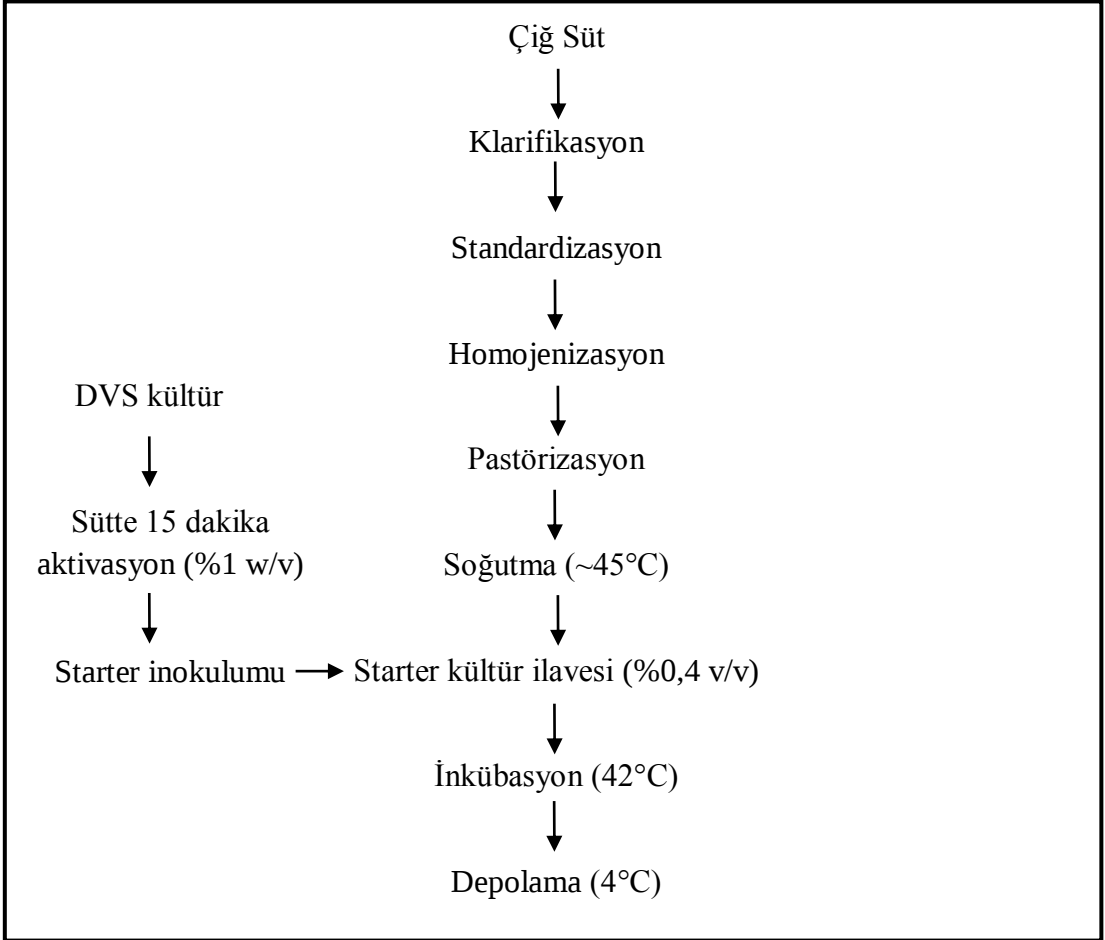
- Konsantre yoğurt (süzme yoğurt)
- Dondurulmuş yoğurt.
- Kurutulmuş (toz) yoğurt (kurut)
- Biyo-yoğurt (probiyotik yoğurt)

2.2.2 Yoğurt üretimi

Geleneksel yöntem olan mayalama ile yoğurt fermantasyonu gerçekleştirilebilmektedir. Mayalama yönteminde daha önce üretilmiş yoğurttan bir miktar alınarak maya olarak yeni üretime eklenir. Bu yöntemde, fermantasyon kontrol edilebilir değildir ve son üründe kalitesi her zaman aynı olmayabilir. Bu nedenle büyük çapta üretim yapılan işletmelerde ticari starter kültür karışımı kullanılarak yoğurt üretimi yapılır (Gürakan ve Altay, 2010).

Yoğurt üretim basamakları Şekil 2.1’de gösterilmiştir. Yoğurt üretiminde kullanılacak süt önce arıtılır (klarifikasyon) ve yağı separatörler ile ayrılır. Daha sonra yağsız süt istenen yağ oranına göre standardize edilir ve homojenizasyon işlemine tabi tutulur. Homojenizasyon işlemi ile yoğurttaki serum ayrılması engellenmiş olur. Daha sonra süt pastörizasyon işlemine tabi tutulur. Bu işlem 95°C’de 10 dakika veya 85°C’de 30 dakika şeklindedir (Yıldız, 2010). Pastörizasyon

ile hem sütte bulunan bakteri sayısı azaltılmış olur hem de sütün dokusal özellikleri gelişir. İnkübasyon sıcaklığına soğutulan süt starter kültürler ile inoküle edilir. İnoküle edilmiş sütler kaplara aktarılır ve 42°C’de inkübasyona bırakılır. Karıştırılmış yoğurt üretiminde inkübasyon büyük tanklarda gerçekleştirilir ve paketlemeden önce yoğurt karıştırılır. İnkübasyon sonrası yoğurtlar hızlı bir şekilde soğutulur ve soğukta saklanır. Böylece fermentasyon ve bakterilerin metabolik aktivitesi durdurulmuş olur.



Şekil 2.1: Yoğurt üretim basamakları

2.2.3 Yoğurt kimyası

Yoğurt yapısının oluşumunda starter kültürlerin aktivitesi ve süt proteinlerinde meydana gelen değişimler önemli rol oynar.

Süt proteinleri, serum proteini ve kazeindir. Serum proteini, β -laktoglobulin, α -laktalbumin ve albumin içerir. Serum proteinleri proteoz-pepton hariç ısı işlemlere karşı hassastır. Kasein ise pastörizasyon sıcaklığına dayanıklı olmasına rağmen fermentasyon sırasında gerçekleşen pH düşüşü ile çöker (Özer, 2010). 70°C'nin

üstündeki sıcaklıklarda serum proteinleri dönüşümsüz şekilde denatüre olur ve kazein miselleri ile kompleks oluşturup çökerek yoğurdun yapısına katkı sağlar (Özer, 2010). Özellikle β -laktoglobulin ile κ -kazein arasındaki interaksiyonu yoğurt yapısının oluşumunda etkilidir (Url-1).

Yoğurt üretiminde kullanılan starter kültürler *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*'un karışımıdır. Her iki bakteri de süt şekeri laktozu glikoz ve galaktoza parçalayan β -galaktozidaz sistemine sahiptir. Laktoz parçalanma ürünlerinden glikoz metabolik aktiviteler sonucu laktik aside dönüştürülürken galaktoz kısmen parçalanır. Laktozun hidrolizi ile asetaldehit, laktik asit, asetik asit, diasetil ortaya çıkar ve bu bileşikler yoğurt aromasına katkıda bulunurlar (Gürakan ve Altay, 2010). Asetaldehit yoğurt aromasını veren başlıca bileşiktir. Asetik asit üründe sertliğe ve sirke benzeri tada neden olur, bu nedenle üründe oluşumu istenmez (Gürakan ve Altay, 2010).

S. thermophilus ve *L. bulgaricus* yoğurt üretiminde simbiyotik olarak aktivitelerine devam ederler. *L. bulgaricus*'un proteolitik aktivitesi sonucu oluşturduğu peptitler ve aminoasitler, *S. thermophilus* tarafından kullanılır. *S. thermophilus*'un ürettiği laktik asit, formik asit ve karbondioksit *L. bulgaricus*'un gelişimi üzerinde sinerjik etkiye sahiptir (Nauth, 2006). Yoğurt pH'sının 5'e kadar düşüşünden *S. thermophilus* sorumludur. pH 5'de ortamda *S. thermophilus* hakimdir. 5'den daha düşük pH'larda ise *S. thermophilus* laktik asit birikmesinden dolayı inhibe olur ve *L. bulgaricus*'un aktivitesi artar (Yıldız, 2010).

2.3 Probiyotik Yoğurt

Yoğurt üretimi sırasında kullanılan mikroorganizmalar *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* bağırsak orijinli değildir ve sindirim sistemini koşullarında yaşayamazlar. Fakat probiyotik olarak kullanılan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi bakteri cinsleri bağırsağın normal florasında bulunurlar ve sağlık faydaları sağlarlar. Probiyotik bakterilerin bir kısmı mide asitliğine ve bağırsakta bulunan inhibe edici maddelere dayanıklıdır. Bu nedenle probiyotik bakteriler, bağırsak geçişleri sırasında metabolik aktivitelerine devam eder ve yoğurda eklenmeleri yoğurda ek özellikler katarlar (Vinderola ve diğ., 2010).

Probiyotik yoğurt üretiminde probiyotik kültürler yoğurt starterlerinin yanında yardımcı kültür olarak eklenirler (Shah, 2010). Çünkü, probiyotik bakteriler proteolitik aktivite eksikliğinden dolayı sütte yavaş gelişir (Oliveira ve diğ., 2001) ve

yoğurt fermantasyonu istenen süreler içerisinde tamamlanamaz. Örneğin; Maragkoudakis ve diğ., (2006) çalışmalarında sadece probiyotik kültür (*Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus tolerans*) içeren sütün 6 saat fermantasyon koşullarında bekletilmesi sonunda pH 6,3'a ulaşmıştır. Yoğurt oluşumu için ise pH 4,5 olması gerekmektedir. Starter kültürlerle yapılan yoğurtta ise bu süreç 4-6 saat arasında tamamlanır.

Probiyotik fermente süt ürünü üretiminin en önemli noktası probiyotik bakteri ve starter bakterilerin etkileşimidir. Bu etkileşim sinerjistik veya antagonistik olabilir. Antogonizm genellikle bakteriosin üretiminden kaynaklanır. Hidrojen peroksit, benzoik asit, laktik asit üretimi de laktik asit bakterilerinin ürettiği antogonistik özelliğe sahip bileşenlerdir (Heller, 2001).

Probiyotik bakterilerin beklenen yararları sağlayabilmeleri için depolama süresi boyunca, yani tüketim anına kadar üründe canlı olarak kalması gerekir. Probiyotik bakterilerin sağlığa yararlı etkilerinin görülebilmesi için üründe bulunması gereken minimum bakteri miktarı 7 veya 8 log kob/ml arasındadır ve bu limit bakteri çeşidine göre değişebilmektedir (Oliveira ve diğ., 2009). Probiyotik bir üründe raf ömrü sonunda 5 ve 8 log kob/ml probiyotik organizma bulunması Maragkoudakis ve diğ., (2006) tarafından kabul edilebilir olarak nitelenmiştir.

L. acidophilus, *L. rhamnosus* ve *B. animalis* subsp. *lactis* 'in yoğurt üretiminde *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* ile birlikte kullanılması durumunda *L. rhamnosus* ve *B. animalis* subsp. *lactis*'in birlikte bulunduğu üründe probiyotik organizma sayısı sağlık etkisi gösterecek değerlerin üstünde kalırken, *L. acidophilus* and *L. bulgaricus* inhibe olmuştur (Saccaro ve diğ.,2009). Diğer yandan, Vinderola ve diğ. (2000) çalışmasında ise probiyotik yoğurtta *L. acidophilus*'un üründeki canlılığı, *B. bifidus*'a göre daha az olmuştur. Diğer bir probiyotik bakteri türü olan *Lactobacillus casei* eklenmiş yoğurdun 21 gün süresince depolanması sonucu probiyotik bakteri 7 log kbo/ml seviyesinde yani probiyotik etki gösterebilecek seviyede kalmıştır. (Korbekandi ve diğ., 2008). Probiyotik yoğurt ile ilgili yapılan çalışmalarda, probiyotik bakterinin canlılığının türden türe değiştiği görülmektedir. Ayrıca, yoğurt fermantasyon süresi ve yapısı ortamda bulunan bakteri çeşitlerinden etkilenmektedir (Saccaro ve diğ.,2009). Probiyotik bakterilerin yoğurda katılması ile ürüne belirli sağlık faydaları katılmış olurken, ürünün kalitesi de artırılabilir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

Çalışma için gerekli süt tozu (Pinar Süt Mamülleri Sanayi A.Ş., Türkiye), yerel bir marketten alınmıştır. Süt tozu % 1,25 oranında yağ içermektedir.

Yoğurt üretiminde kullanılan dondurularak kurutulmuş starter kültür karışımı DVS (Direct Vat Set) formunda Chr. Hansen (YC-350, 50-U pouches, Danimarka)’dan ve *B. indicus* HU36, AB 7. Çerçeve “COLORSPORE” akronimli projeden temin edilmiştir

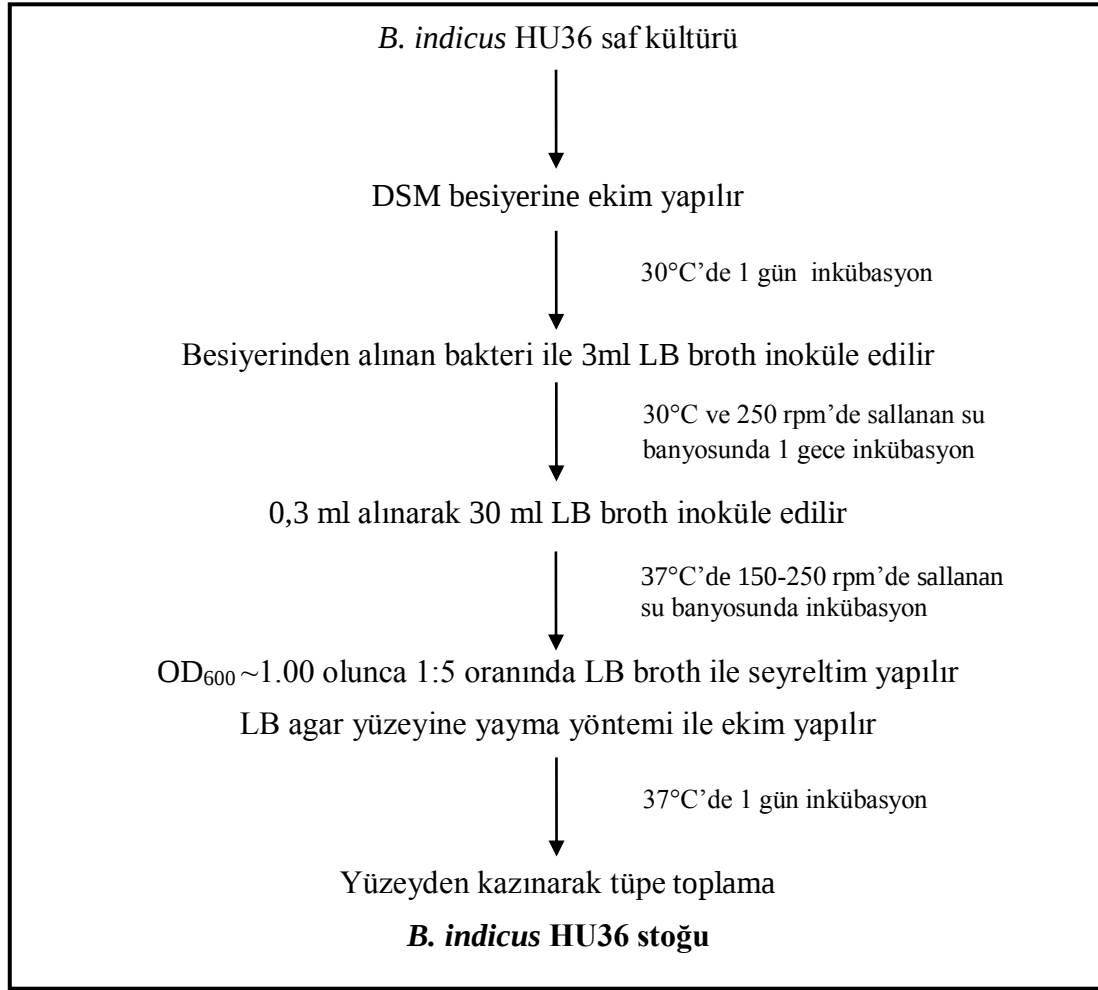
Mikrobiyolojik çalışmalarda kullanılan Luria Bertani (LB) agar ve broth ile Difco Sporulation Medium (DSM) Oxoid (İngiltere)’den; Man Rogosa Sharp (MRS) agar ve M17 agar Merck (Almanya)’den alınmıştır.

3.2 Metodlar

3.2.1 Inokulum hazırlanması

Yoğurt üretimi için kullanılacak *B. indicus* HU36 stoğu şu şekilde hazırlanmıştır: *B. indicus* HU36 saf kültürü çizme tekniği ile DSM besiyerine inoküle edilmiş ve 30°C’de 1 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda DSM besiyerinde gelişmiş olan koloniler ile 3 ml LB broth inoküle edilmiş ve 1 gece boyunca 30°C’de 250 rpm sallantılı su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. Ertesi sabah, inkübe edilmiş LB broth’dan 0,3 ml alınarak 30 ml LB broth inoküle edilmiştir. 37°C’deki su banyosunda 150-250 rpm aralığında karıştırılarak inkübe edilirken sıvı ortamın 600 nm’deki optik dansitesi (OD₆₀₀) takip edilmiş ve OD₆₀₀ yaklaşık 1,00’e ulaşıncaya 30 ml’lik inkübe LB broth 1’e 5 oranında LB broth ile seyreltilmiştir. Yapılan mikrobiyolojik ekimler sonucu sıvı ortamda OD₆₀₀ 1,00 olduğunda 8 log kob/ml bakteri bulunduğu bilinmektedir. Elde edilen inoküle sıvı ile LB agar inoküle edilmiştir ve besiyerleri 37°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası LB agarda gelişmiş bakteriler yüzeyden alınarak steril falkon tüpüne alınmıştır. Elde edilen *B. indicus* HU36 stoğunun bakteri miktarını belirlemek için ileri

seyreltimler yapılarak OD₆₀₀'ün 1,00 olduğu seyreltim bulunmuş ve seyreltim oranı ile çarpılarak stokta bulunan bakteri miktarı belirlenmiştir.



Şekil 3.1 : *B. indicus* HU36 üretim basamakları

Streptococcus thermophilus ve *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* içeren dondurularak kurutulmuş ticari yoğurt starter kültürleri %1 w/v olacak şekilde pastörize sütte (%13 toplam katı madde, 42°C) çözdürülmüştür. Starter kültürleri içeren süt 42°C'de 15 dakika aktivasyona bırakılmıştır. Yoğurt üretiminde, hazırlanan bu inokulum %0,4 v/v oranında kullanılmıştır (Korbekandi ve diğ., 2008).

3.2.2 Yoğurt üretimi

Yoğurt üretimi, (i) fermantasyon sırasında asitlik gelişimi, (ii) mikroorganizma canlılığı ve depolama sırasında asitlik gelişimi, (iii) reolojik analiz, (iv) doku ve renk analizi ve (v) duyu analizi için ayrı ayrı yapılmıştır. Duyusal analiz ve fermantasyon sırasında asitlik gelişimi iki tekrarlı ve iki paralelli, diğer analizler ise 3 tekrarlı ve 3 paralelli gerçekleştirilmiştir.

Ticari süt tozu distile suda %13 toplam katı madde miktarı olacak şekilde zndrlmtr. Hazırlanmış olan süt, Metod I, Metod II ve kontrol yourtları için yourtta yapılması amaçlanan analize göre 350-480 ml aralığında 500 ml'lik laboratuvar Ŗielerine paylatırılmıtır. Pastörizasyon, 95°C'deki su banyosunda sütün i sıcaklığı 95°C'ye ulaştıktan sonra sütün 95°C'de 15 dakika bekletilmesi ile yapılmıştır (Korbekandi ve di., 2008). Pastörizasyon sonrası sütler buz aküleri yardımı ile hızlıca fermentasyon sıcaklığına soutulmutur.

Yoğurt retiminde iki yöntem uygulanmış ve bunlar Metod I ve Metod II olarak adlandırılmılardır. Metod I yourdu üretiminde, süt 8 log kob/ml olacak şekilde gerekli miktarda *B. indicus* HU36 stou ile inoküle edilmiş ve sallantılı su banyosunda 250 rpm ve 37°C'de 2 saat n-fermantasyona bırakılmıştır. Süte, inkübasyon sonrasında starter kültür inokulumu eklenmiştir (%0,4 v/v). Metod II yourdunda ise süt, 8 log kob/ml olacak şekilde *B. indicus* HU36 stou ve starter inokulum (%0,4 v/v) ile aynı anda inoküle edilmiştir. Kontrol yourdu üretiminde süte sadece starter kültür inokulumu eklenmiştir (%0,4 v/v). Hazırlanmış olan Ŗielerdeki Metod I, Metod II ve kontrol sütleri, 50 ml'lik falkon tüplerine daıtılmıtır. Her bir falkon tüpünde fermentasyon sırasında asitlik gelişimi için 10 ml, mikroorganizma analizi ve depolama sırasında asitlik gelişimi ile reoloji için 30 ml, doku analizi ve renk ile duyusal analiz için 80 ml süt koyulmuştur. Falkon tüpleri 42°C'deki su banyosunda pH 4,5 olana kadar fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon tamamlandıktan hemen sonra falkon tüplerindeki yourtlar su banyosundan çıkarılmış ve 4°C'ye soutulmutur. Üretilen yourtlar 21 gün süresince 4°C'de depolanmıştır. Depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde yourtlarda mikroorganizma canlılığı, depolamada asitlik gelişimi, renk, reolojik ve dokusal özellikler değerlendirilmiştir. Depolamanın 1. ve 7. günlerinde ise duyusal analiz yapılmıştır.

3.2.3 Fermentasyonda asitlik gelişimi

Fermentasyon süresince inoküle sütlerin pH değişimleri takip edilmiştir. Örnekleme her 15 dakikalık zaman aralığında 2 paralelli olacak şekilde falkon tüplerinin su banyosundan alınması ile yapılmıştır. Örneklerin pH'ları pH metre (Model pH 211, Hanna Instrument, Amerika) ile llmtir. Alınan rnekler pH ölçümünden sonra tekrar kullanılmamıştır. Kinetik analizde 5 kinetik parametre dikkate alınmıştır.

Kinetik parametreler;

$V_{\max}$: maksimum asidifikasyon hızı (mpH units/min);

$t_{\max}$: $V_{\max}$ 'a ulaşma süresi, (h);

$pH_{V_{\max}}$: $V_{\max}$ 'ta ölçülen pH olan;

$t_{pH5.0}$: pH 5,0'a ulaşma süresi olan, (h);

$t_{pH4.5}$: pH 4,5'e ulaşma süresi olan (h)'dir.

$V_{\max}$, her ölçüm aralığındaki birim pH değişimlerinden en büyüğüdür (dpH/dt)

3.2.4 Microorganizma canlılığının belirlenmesi

Yoğurt örneklerinden ileri dilüsyonlar hazırlanarak besiyerlerine ekim yapılmıştır. *B.indicus* HU36 sayısı LB agara ekim ve 37°C'de 24 saat inkübasyon ile belirlenmiştir. *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayıları ise sırası ile MRS ve M17 agarlara ekim ve 37°C'de 5 gün anaerobik inkübasyon sonucu gelişen kolonilerin sayımı ile yapılmıştır.

Anaerobik ortam şu şekilde hazırlanmıştır: Multivac ambalaj makinası ile geçirgenliği düşük ALPE paket materyalinden ağzı açık paketler hazırlanmıştır. Hazırlanmış paketlere petriler yerleştirilmiş ve paket kapatılırken iç ortamı gaz karıştırıcı cihaz (MAP Mix 9000) ile değiştirilmiş, ~%100 CO₂ gaz karışımı 1 dakika boyunca 25 L/dakika hızla paket içine verilmiştir.

Mikrobiyal analizler, yayma plak yöntemine göre 3 paralelli gerçekleştirilmiştir.

3.2.5 Depolama sırasında asitlik değişimi

Yoğurtların depolanması süresince pH değişimi pH metre ile takip edilmiştir. Ölçümler 3 paralelli yapılmıştır.

3.2.6 Renk analizi

Yoğurt renk ölçümleri Chroma Meter (Model CR-400 Konica Minolta Sensing Inc., Japonya) ile 3 paralelli olarak yapılmıştır. CIE L* a* b* renk evreni kullanılmıştır ve C* (kroma) ve h* (hue) değerleri de değerlendirmeye alınmıştır. Ayrıca, yoğurt örneklerinin beyazlık indeksi (BI) (3.1) (Vargas ve diğ., 2008) ve toplam renk değişimi (ΔE^*) (3.2) hesaplanmıştır.

$$BI = 100 - \left[(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2} \right]^{0.5} \quad (3.1)$$

$$\Delta E^* = \left[(L_{\text{örnek}}^* - L_0^*)^2 + (a_{\text{örnek}}^* - a_0^*)^2 + (b_{\text{örnek}}^* - b_0^*)^2 \right]^{0.5} \quad (3.2)$$

L_0^* , a_0^* ve b_0^* kontrol yoğurdunun 1 gün depolanması ile ölçülen değerlerdir.

3.2.7 Duyusal analiz

Tanımlayıcı duyusal analiz tekniği uygulanmıştır. İTÜ Gıda Mühendisliği bölümünden seçilen 6 panelist yoğurt özelliklerinin tanımları ve referansları konusunda karar vermişlerdir. Duyusal panel, fermantasyondan 1 gün sonra ve 7 gün depolama sonrasında iki tekrarlı gerçekleştirilmiştir. *B.indicus* HU36'un probiyotik kullanımı ile ilgili çalışmalar devam etmekte olduğundan duyusal panelde sadece görünüş ve doku ile ilgili özellikler değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede kullanılan form örneği Ek A Şekil A.1'de verilmiştir.

3.2.8 Reolojik özelliklerin belirlenmesi

Yoğurt örneklerinin reolojik özellikleri Haake RheoStress Reometre (RS 50, Haake Rheometer, Almanya)'de paralel plaka sensörü (plaka çapı 35 mm, 1 mm boşluk) ile belirlenmiştir. Yoğurtlar depolandıkları koşullardan çıkarıldıktan hemen sonra analizlenmişlerdir. Yoğurt numuneleri ölçüm öncesi spatula ile 10 kere karıştırılmış ve örnek reometre plakasına koyulmuştur. Ölçüm sıcaklığı 4°C'de sabit tutulmuştur.

Yoğurt örneklerinin akış davranışlarını belirlemek amacı ile tiksotropi testi yapılmıştır. Plakaya yerleştirilen yoğurt örneklerinin kayma gerilimleri, önce 120 saniyede kayma hızı 0'dan 290 s⁻¹'ye arttırılırken (artan akış eğrisi) ve sonra 120 saniyede 290'den 0 s⁻¹ ye azalırken (azalan akış eğrisi) kaydedilmiştir (Paseephol ve diğ., 2008). Artan akış eğrisi ve azalan akış eğrisi arasında kalan histerisis alanı (ΔA) ile artan akış eğrisi altında kalan alan (A_{up}) belirlenmiştir. Akış davranışının artan kayma hızının ilk 40 saniye için Power law (3.3), Bingham (3.4) ve Casson (3.5) modelleri uygulanmıştır.

$$\tau = K\dot{\gamma}^n \quad (3.3)$$

$$\tau = \tau_0 + \eta_{pl}\dot{\gamma} \quad (3.4)$$

$$\sqrt{\tau} = \sqrt{\tau_0} + k_c \sqrt{\dot{\gamma}} \quad (3.5)$$

Denklemlerde;

τ = kayma gerilmesi (Pa),

$\dot{\gamma}$ = kayma hızı (s^{-1}),

K = yoğunluk indeksi ($Pa s^n$),

n = akış indeksi,

τ_0 = akma gerilmesi (Pa),

η_{pl} = plastik viskozite (Pa s),

k_c^2 = Casson plastik viskozite ($Pa s^{0.5}$)'dir.

Power law, Bingham ve Casson modellerinde parametreler doğrusal regresyon yöntemi ile hesaplanmıştır.

Viskoelastik özelliklerin belirlenmesi amacıyla akış davranışının karakterize edilmesinden hemen sonra dinamik salınım testi yapılmıştır. Lineer viskoelastik bölgeyi belirlemek için 1 Hz sabit frekansta gerilim 0,1'den 15 Pa çıkarılarak gerilim taraması yapılmış. Kayıp modülü (G'') ve depolama modülü (G')'nün %10'dan az değiştiği aralıkta gerilim değeri seçilmiştir. Daha sonra viskoelastik bölgede frekans 0,05'den 100 Hz'e arttırılırken sabit 0,5 Pa kayma gerilmesinde G' , G'' , $\tan \delta$ (G''/G') ve dinamik kompleks viskozite (η^*) belirlenmiştir (Paseephol ve diğ., 2008). Sonuçlar 3 paralelli hazırlanmış örneklerden elde edilen verilerin ortalamaları şeklindedir.

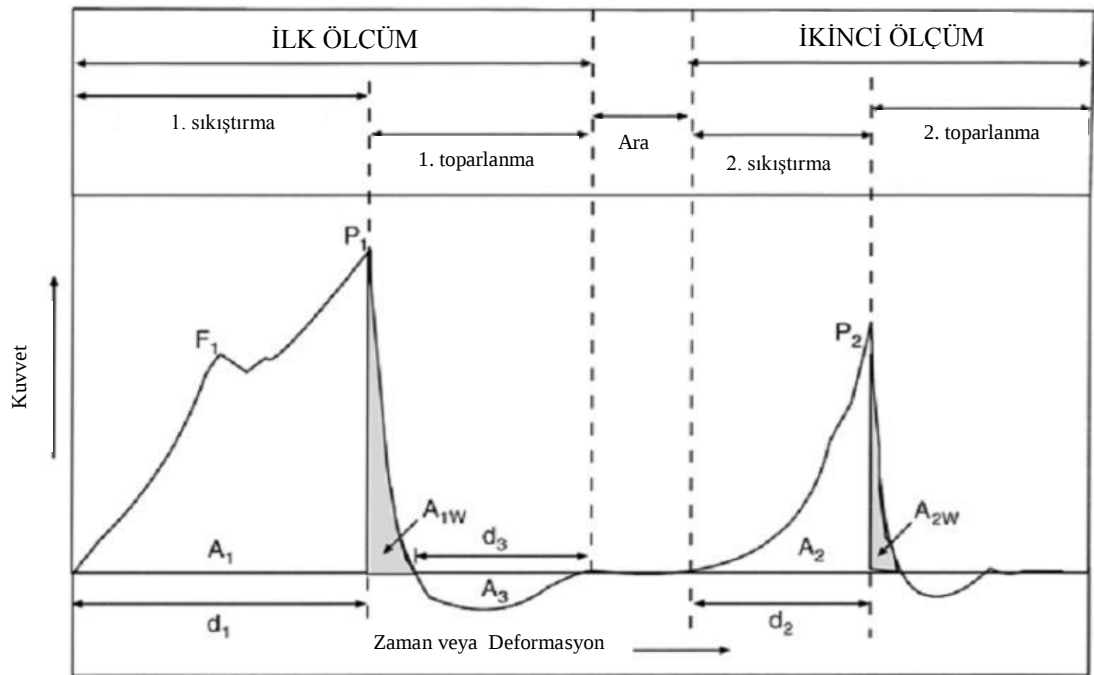
3.2.9 Doku profil analizi

Depolama boyunca örneklerin sertlik, iç yapışkanlık, esneklik, zamlılık, çığnenebilirlik ve dış yapışkanlık özellikleri incelenmiştir. Yoğurt, 150 ml'lik 60 cm çapında plastik kaplarda fermente edilmiştir. Yoğurt örnekleri, bulundukları kapta doku analizatöründe (TPA, Lloyd Instruments-TA Plus) analizlenmiştir. 20 mm çapında silindir prop ve 50 N yük hücresi kullanılmıştır. Bourne (2002a)'ye göre, örnek çapı probun 3 katı olduğunda, sıkıştırma sırasında örneğin dış çeperlerinden gelen etki ihmal edilebilir seviyededir. 60 mm/dk sıkıştırma hızı ile iki sıkıştırmalı çevrim uygulanmıştır. Örnek %50 sıkıştırılmış, zamana göre yük (N) ölçülmüştür.

Yarı sıvı gıdaların doku profil analizinde genellikle uygulanan iki sıkıştırırmalı çevrim (“Double compression test”), gıdaya ağız tarafından uygulanan birinci ve ikinci kuvvet şeklinde yorumlanır (Steffe, 1996).

Doku profil analizi ile elde edilen tipik eğri Şekil 3.2’deki gibidir. Bu eğriden hesaplanan parametreler ve tanımları aşağıdaki gibidir (Steffe, 1996; Ak ve Gunasekaran, 2003a) :

- Sertlik (N): Ürün üzerinde belli bir deformasyon meydana getirmek için gerekli kuvvet miktarıdır. (P_1 noktasındaki kuvvet miktarı)
- İç yapışkanlık: Yapıyı oluşturan iç bağların uygulanan kuvvete dayanma gücüdür. (A_2/A_1 alanı)
- Esneklik (mm): Deformasyon kuvvetini kaldırdıktan sonra yapının tekrar kazanımıdır. Plastiklik ve elastiklik ile ilgilidir. (d_2 uzunluğu)
- Zamklılık (N): Sertlik x İç yapışkanlık, yarı katı gıdanın yutmaya hazır hale gelene kadar yapısının yıkılması için gerekli enerjidir.
- Çiğnenebilirlik (Nmm): Zamklılık x Esneklik, katı gıdanın yutmaya hazır olana kadar çiğnenmesi için gerekli enerjidir.
- Dış yapışkanlık (Nmm): Gıdanın sıkıştırma plakasından ayrılması sırasında oluşan gerilme kuvvetidir. (A_3 alanı)



Şekil 3.2 : Genel doku profil eğrisi (Ak ve Gunasekaran, 2003).

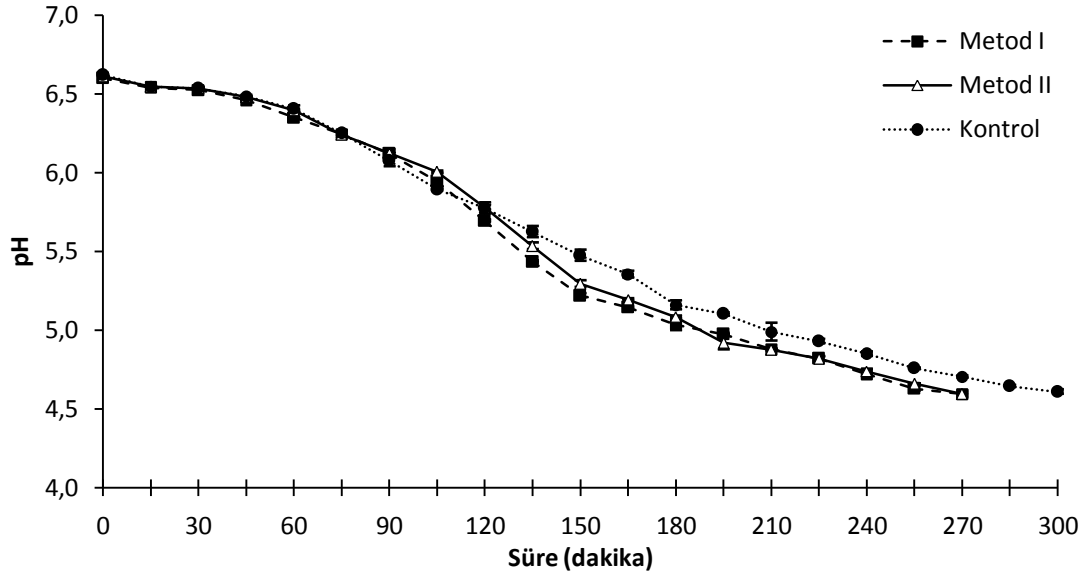
3.2.10 İstatistiksel analiz

Analizler için ‘Minitab® Release 12.2 for Windows’ programı kullanılmıştır. Microsoft® Office Excel 2003’de hazırlanan veriler bu programa aktarılarak genel lineer modelleme ve varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Elde edilen modelin Anderson-Darling normalite eğrisi çizilmiş, bu eğrinin p değerine bakılarak verilerin istatistiksel olarak normal dağılımına bakılmıştır. Eğer veriler normal dağılmış ise (normalite eğrisi $p > 0,05$ düzeyinde), Tukey ikili karşılaştırma testiyle %95 güven düzeyinde ikili karşılaştırmalar yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Fermantasyonda Asitlik Gelişimi

42°C’de pH 4,5’e kadar inkübe edilen sütlerin fermantasyon süresince pH değişim eğrileri ve yoğurt fermantasyonunun kinetik parametreleri sırasıyla Şekil 4.1 ve Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 : 42°C’de pH 4,5’e kadar inkübe edilen sütlerin fermantasyon süresince pH değişim eğrileri.

B. indicus HU36 içeren yoğurtların fermantasyonu sırasında pH düşüşü kontrol yoğurduna göre daha hızlı olmuş ve yoğurt fermantasyonu 30 dakika erken sonlanmıştır (bkz. Şekil 4.1). Bu sonuca göre, yoğurt fermantasyonunda *B. indicus* HU36’nın starter kültürler ile birlikte kullanımının asitlik artışında etkili olduğu düşünülebilir.

Metod I, Metod II ve kontrol yoğurtlarının maksimum asidifikasyon hızı (V_{max}) sırasıyla 18,00, 17,35 and 13,00 mpH/dakika’dır. Her iki yöntemle üretilen *B. indicus* HU36 yoğurtlarının V_{max} değerleri arasında farklılık olmazken bu değer kontrol yoğurdunun V_{max} değerinden fazladır ($p<0,05$). Kristo ve diğ. (2003a)’nin çalışmalarında starter kültürlerle ek olarak *L. paracasei* eklenmiş yoğurdun V_{max}

değeri (17,69) olarak gözlenmiştir ve *B. indicus* HU36 eklenmiş yoğurtların V_{max} değeri ile yaklaşık aynıdır. Başka bir çalışmada, kontrol yoğurdu V_{max} değeri 18,21 iken (Kristo ve diğ., 2003b), kontrol yoğurdu için gözlenen V_{max} değeri 13,00 seviyesinde kalmıştır (bkz. Çizelge 4.1). Çalışmalar arasındaki farklılıklar yoğurt üretiminde kullanılan farklı starter kültür formlarından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.1 : 42°C’de pH 4,5’e kadar inkübe edilen sütleri kinetik parametreleri.

Ürün	V_{max} (mpH Unit/dak) ^A	t_{Vmax} (s) ^B	pH $_{Vmax}$ ^C	$t_{5,0}$ (s) ^D	$t_{4,5}$ (s) ^E
Metod I	18,00±0,99 ^a	2,13±0,18 ^b	5,70±0,01 ^a	3,00±0,00 ^a	4,75±0,00 ^a
Metod II	17,35±0,92 ^a	2,37±0,18 ^b	5,40±0,17 ^{ab}	3,00±0,00 ^a	4,75±0,00 ^a
Kontrol	13,00±0,47 ^b	3,00±0,00 ^a	5,16±0,03 ^a	3,50±0,00 ^b	5,25±0,00 ^b

^aKüçük simgelerde farklı harfler aynı parametre için değerler arasında Tukey testine ($p<0,05$) göre farklılık olduğunu göstermektedir. Büyük simgelerdeki harfler ise şu anlamlara gelmektedir:

^A Maksimum asidifikasyon hızı

^B V_{max} ’a ulaşma süresi

^C V_{max} ’ta ölçülen pH

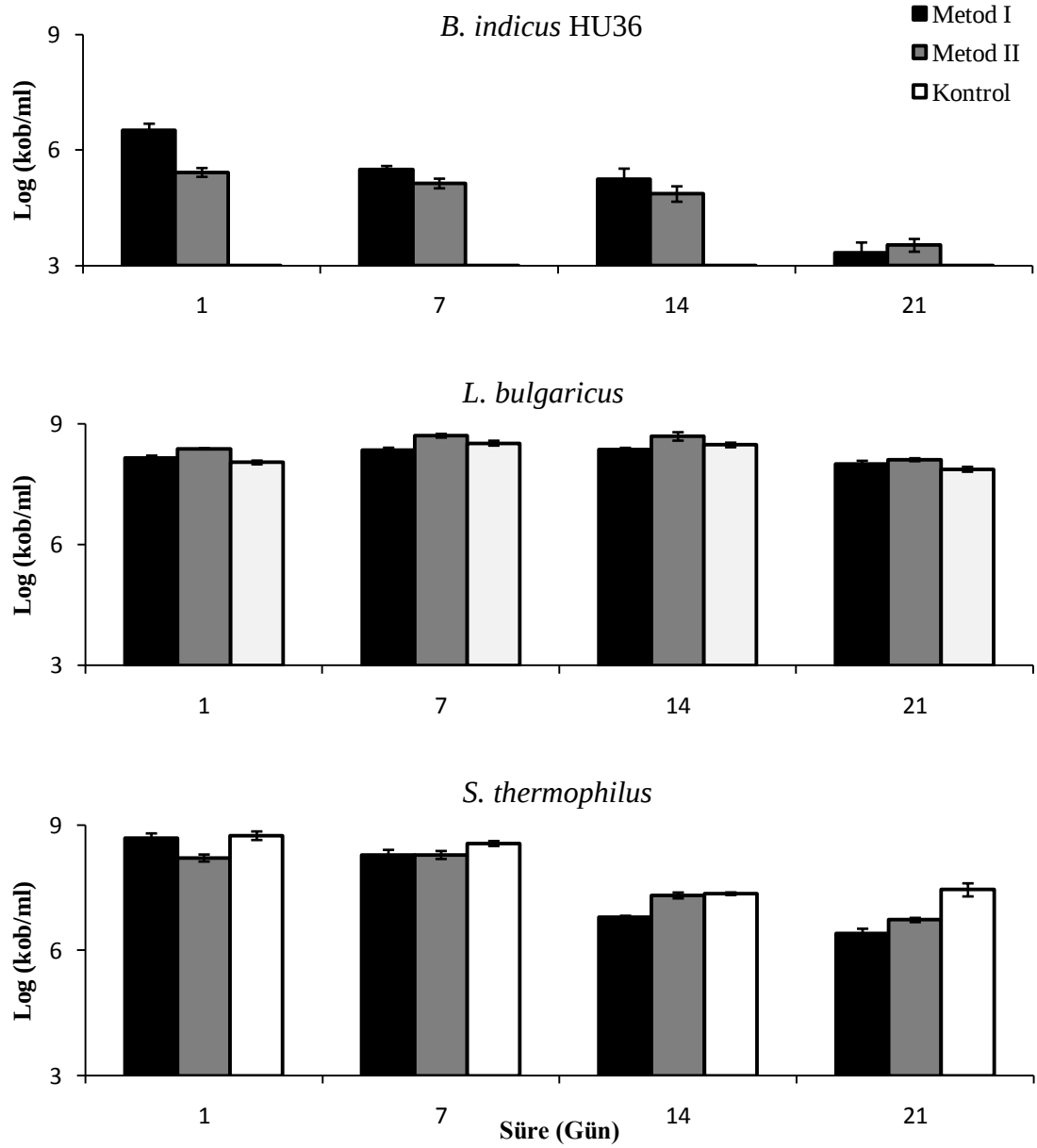
^D pH 5,0’a ulaşma süresi

^E pH 4,5’e ulaşma süresi

Maksimum asidifikasyon hızına ulaşmak için geçen süre olan t_{Vmax} , bütün yoğurtlar için 2 ile 3 saat arasındadır. *B. indicus* HU36 eklenmesi t_{Vmax} üzerinde etkili olurken ($p<0,05$) *B. indicus* HU36 yoğurdu için farklı üretim metotları t_{Vmax} ’da farklılığa neden olmamıştır ($p>0,05$). Benzer şekilde Oliveira ve diğ. (2009) çalışmalarında *L. acidophilus*, *L. rhamnosus* ve *B. lactis* içeren yoğurtlarda t_{Vmax} (2,77 saat)’ın sadece starter kültürler içeren kontrol yoğurttan (3,04 saat) daha düşük olduğunu, yani probiyotik kültür içeren yoğurtların maksimum asidifikasyon üretme hızına daha kısa sürede ulaştığını gözlemişlerdir. pH 5,0’a ulaşma süresi olan $t_{pH5,0}$ ’da t_{Vmax} ’a benzer davranış göstermiş, *B. indicus* HU36 içeren yoğurtlar kontrol yoğurduna göre daha kısa sürede pH 5,0’a ulaşmıştır. Yoğurtta yapı fermentasyon esnasında asit üretimi sonucu pH 5,0’ın altında serum proteinlerinin denatüre olması ile oluşur (Kristo ve diğ., 2003a). Bu nedenle pH’nın 5,0’a ulaşma süresi yoğurt üretiminde önemli bir parametredir.

4.2 Mikroorganizma Canlılığı

B. indicus HU36 ve starter kültürlerin (*L. bulgaricus* ve *S. thermophilus*) 4°C’de 21 gün yoğurt depolaması süresince canlılıklarındaki değişim Şekil 4.2’te gösterilmiştir.



Şekil 4.2 : *B. indicus* HU36, *L. bulgaricus* and *S. thermophilus*'un 21 gün depolanması sırasında canlılıklarındaki değişim (hata çubukları standart sapmaları gösterir).

Yoğurt fermantasyonu öncesinde 8,65 log kob/ml seviyesinde bulunan *B. indicus* HU36, fermantasyon sonrasında depolamanın 1. gününde sırasıyla Metod I ve Metod II yoğurtları için 6,57 ve 5,43 log kob/ml'ye düşmüştür. Metod I yoğurdunun depolamanın 1. gününde Metod II yoğurdundan daha fazla *B. indicus* HU36 içermesi ($p < 0,05$), Metod I yoğurdunun üretiminde *B. indicus* HU36'nın 2 saat ön fermantasyona tabi tutulması ile bakterinin ortama daha iyi adapte olması şeklinde açıklanabilir. 14 gün depolama sonrasında *B. indicus* HU36 sayısı Metod I ve Metod II yoğurtları için sırasıyla 5,32 ve 5,06 kob/ml'ye düşerek ($p < 0,05$) Maragkoudakis

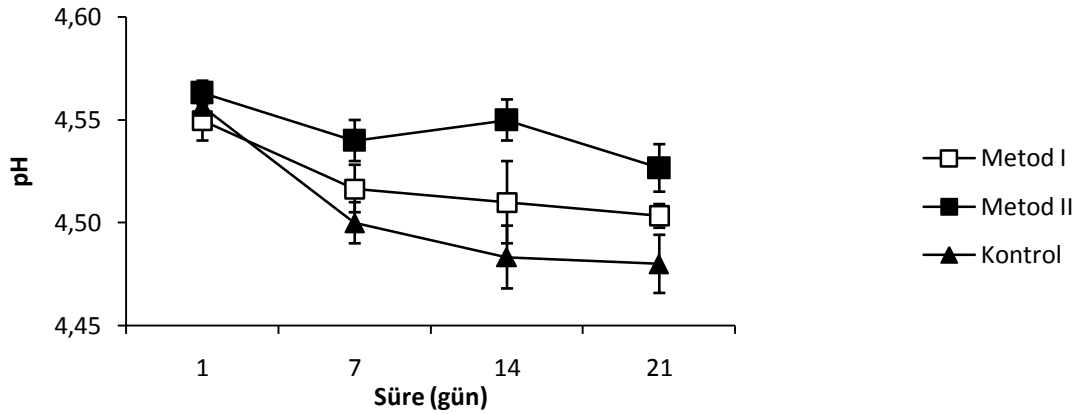
ve diğ. (2006) tarafından belirtilen depolama sonunda yoğurtta bulunması gereken minimum kabul edilebilir probiyotik bakteri seviyesinin üstünde kalmıştır. Fakat depolamanın 21. gününde *B. indicus* HU36 ~3,5 log kob/ml'ye düşmüştür ($p<0,05$). Fermantasyon süresince ve depolama esnasında starter kültürlerin aktiviteleri probiyotik bakterinin canlılığı üzerinde inhibe edici etkiye sahip olabilir (Dave ve Shah, 1997; Saxelin ve diğ., 1999; Saccaro ve diğ., 2009) ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un ürettiği hidrojen peroksit gibi bileşikler probiyotik bakterilerin sayıca düşüşüne neden olur (Sodini ve diğ., 2002). Diğer taraftan, Donkor ve diğ. (2006)'nin çalışmasında probiyotik yoğurtta 21 gün depolama sonrasında *L. acidophilus* ve *L. paracasei* sayısı sabit (sırasıyla ~8 ve ~7,5 log kob/ml'de) kalmıştır. Probiyotik yoğurt ile ilgili bir diğer çalışmada ise 21 gün depolamadan sonra üründeki *Lactobacillus casei* miktarı 7 log kob/ml'dan yüksek seviyededir (Korbekandi ve diğ., 2008). Bu durum probiyotik bakterilerin yoğurtta canlı kalma oranının bakteri çeşidine bağlı olduğunu göstermektedir.

Vinderola ve diğ. (2000)'ne göre, probiyotik bakterilerin canlı kalma oranı az yağlı yoğurtta tam yağlı yoğurda oranla daha yüksektir. Benzer şekilde, *B. indicus* HU36 yoğurtlarının az yağlı olması bakteri canlılığını üzerinde etkili olmuş olabilir. Vinderola ve diğ. (2000)'nin çalışmasında, 4 hafta depolama sonucu *L. acidophilus*, az yağlı yoğurtta 5 log kob/ml seviyesinde kalırken tam yağlı yoğurtta canlılık <5 log kob/ml'dir.

Fermantasyon öncesi sütlere eklenen *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayısı her iki kültür içinde ~8 log kob/ml'dir. Fermantasyon ve 1 gün depolama sonrasında yoğurtlarda starter kültürlerin sayısı yaklaşık olarak fermantasyon öncesi sayı ile aynı oranda kalmıştır. Yoğurtlarda, depolama ve *B. indicus* HU36 varlığı, *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayısı üzerinde etkili olmuştur ($p<0,05$). *B. indicus* HU36 içeren yoğurtlarda *S. thermophilus*'un canlılığı kontrol yoğurttakinden daha düşüktür ve depolamanın 21. gününe kadar *S. thermophilus* sayısı *B. indicus* HU36 içeren yoğurtlar için ortalama 6,5 log kob/ml'ye düşmüştür ($p<0,05$). Yine *B. indicus* HU36 varlığında *L. bulgaricus* sayıca depolama süresince bir miktar düşmüştür ($p<0,05$) fakat *B. indicus* HU36 yoğurtlarındaki *L. bulgaricus* sayısı kontrol yoğurdundan fazladır. Depolama sonunda *Lactobacillus* ortama hakim kültürdür. Donkor ve diğ. (2006), *L. acidophilus*, *B. lactis* ve *L. paracasei* gibi probiyotik kültürlerin yoğurtta *L. bulgaricus* gelişimini desteklediğini rapor etmiştir.

4.3 Depolama Sırasında Asitlik Değişimi

Yoğurtların 4°C’de 21 gün depolanması sırasında asitliklerindeki değişim Şekil 4.3’de gösterilmiştir. *B. indicus* HU36 yoğurtları (Metod I ve Metod II) ile kontrol yoğurdunun pH’ları depolama süresince düşmüştür ($p<0,05$). 21 gün depolama esnasında *B. indicus* HU36 içeren yoğurtlarda depolama sırasında asitlik gelişimi kontrol yoğurduna göre daha az olmuştur ($p<0,05$). Fakat aradaki fark yoğurt kalitesini önemli düzeyde etkileyecek kadar büyük değildir. Depolama sırasında asitlik gelişimi depolama koşullarında starter organizmaların aktivitelerine devam etmelerinden kaynaklanır (Saccoro ve diğ., 2009) ve tüketici tercihlerini olumsuz etkileyebileceğinden istenmez.



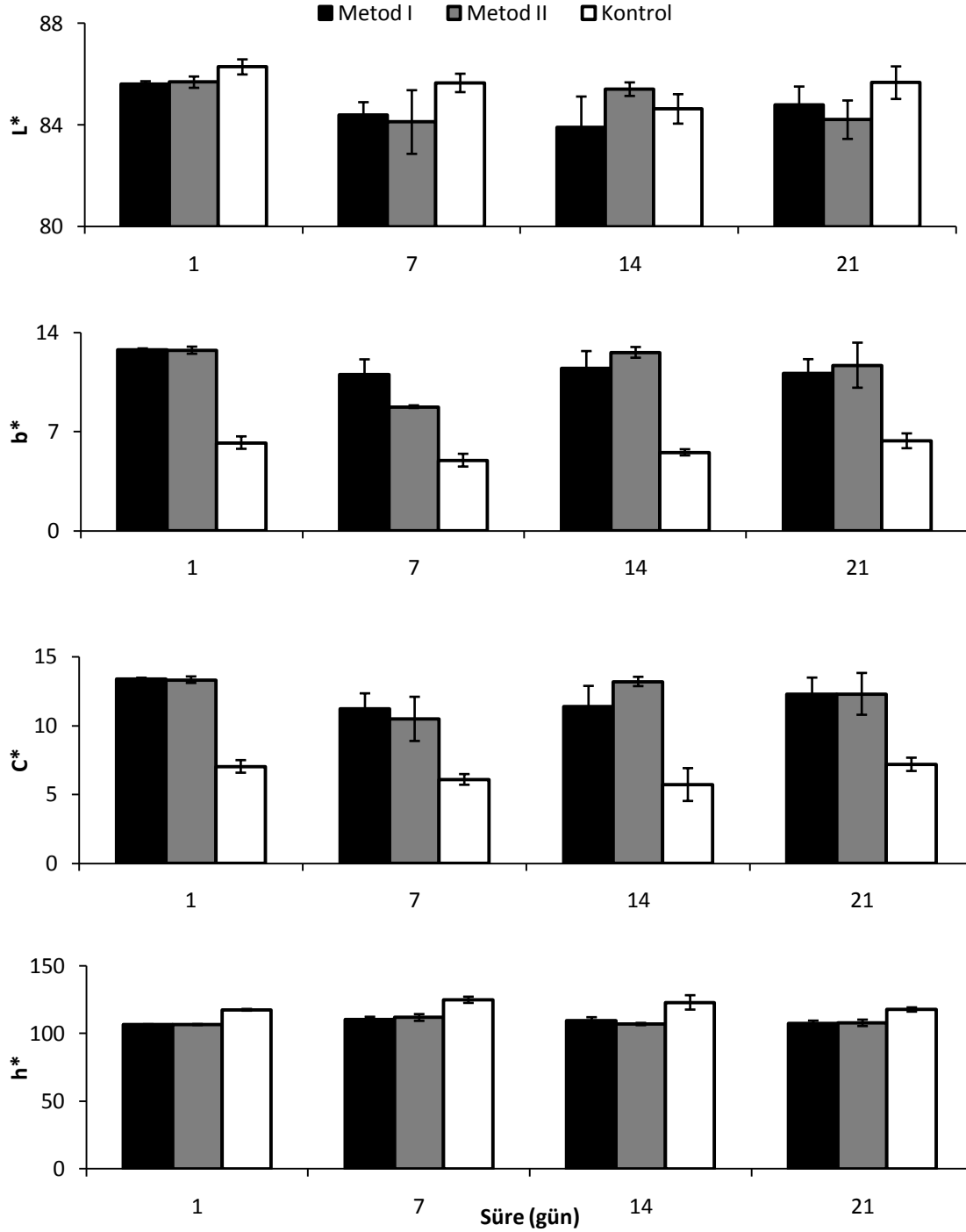
Şekil 4.3 : Yoğurtların 4°C’de 21 gün depolanması sırasında pH değişim eğrileri (hata çubukları standart sapmaları gösterir).

4.4 Renk Analizi

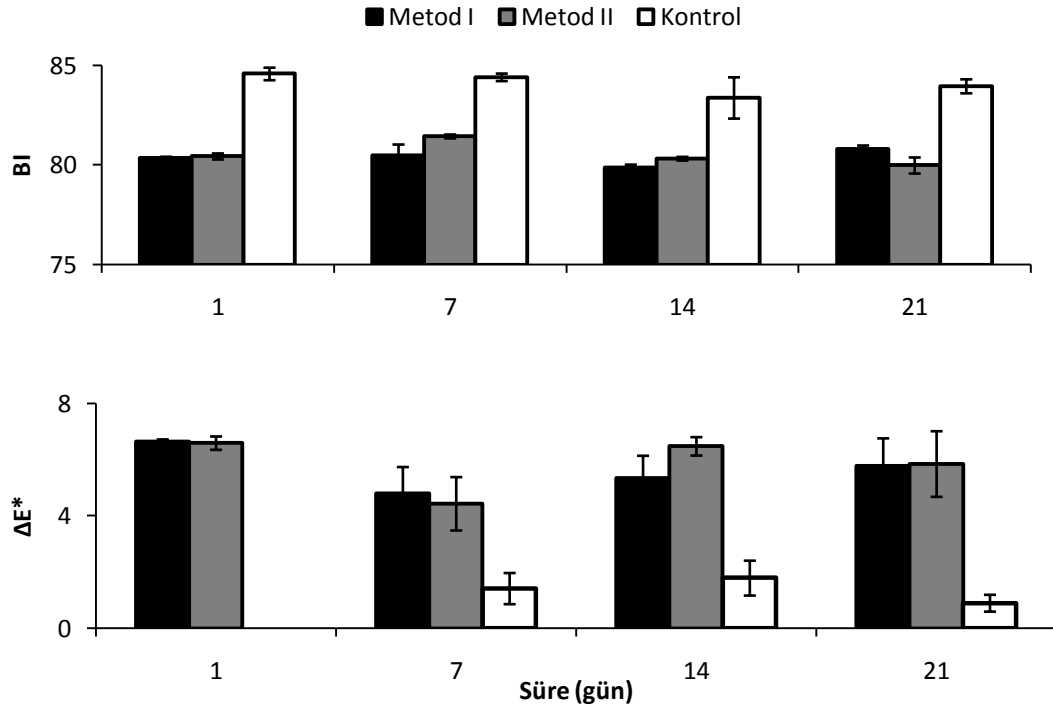
B. indicus HU36 içeren yoğurtlar ve kontrol yoğurdunun 4°C’de depolama sırasında L* (açıklık), b* (sarılık), C* (kroma), h* (hue), BI (beyazlık indeksi) ve ΔE^* (toplam renk değişimi) değerlerindeki değişimler Şekil 4.4’te gösterilmiştir.

L* parametresi 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değerler almaktadır ve ürünün renginin açıklığı ile ilgili bilgi vermektedir. *B. indicus* HU36 içeren yoğurtlar için L* değeri kontrol yoğurda göre depolamanın 1. gününde daha düşüktür ($p<0,05$). Fakat depolamanın 7. gününde yoğurtların L* değerleri arasındaki farklılık kapanmıştır ve 21. gün depolama sonunda *B. indicus* HU36 yoğurtları ile kontrol yoğurdu için L* değeri aynı olmuştur ($p>0,05$). b* parametresi ise (+) değerlerde sarıdan (-) değerlerde maviye doğru değişmektedir. b* parametresi *B. indicus* HU36 içeren yoğurtlarda kontrol yoğurda göre daha yüksektir ($p<0,05$). Bunun nedeni *B. indicus*

HU36'nın içerdığı karotenoidlerdir. *B. indicus* HU36 içeren yoğurtlar için üretim şekli (Metod I ve Metod II) farklılık yaratmamıştır ($p>0,05$). *B. indicus* HU36 yoğurtlarının b^* değeri depolama süresince değişmemiştir ($p>0,05$). Yani, *B. indicus* HU36 karotenoidlerinin depolama sırasında renginde değişim olmamıştır.



Şekil 4.4 : *B. indicus* HU36 içeren yoğurtlar ile kontrol yoğurdunun L^* (açıklık) ve b^* (sarılık), C^* (kroma), h^* (hue) ve beyazlık indeksi, ΔE^* (toplam renk değişimi) değerlerinin depolama sırasında değişimi (hata çubukları standart sapmaları gösterir).



Şekil 4.4 : *B. indicus* HU36 içeren yoğurtlar ile kontrol yoğurdunun L* (açıklık) ve b* (sarılık), C* (kroma), h* (hue) ve beyazlık indeksi, ΔE* (toplam renk değişimi) değerlerinin depolama sırasında değişimi (hata çubukları standart sapmaları gösterir) (devam).

h*, derece (°) cinsinden bir birimdir ve 0° (kırmızı)'den, 90° (sarı), 180° (yeşil) ve 270° (mavi)'ye kadar değişir. Rengin sarı, kırmızı, yeşil veya mavilikten sapması ile ilgili bilgi verir. C* ise renk doygunluğudur ve 0 ile 100 arasında değerler alır. C* (4.1) ve h* (4.2), L*, a*, b* parametrelerinden hesaplanır.

$$h^* = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (4.1)$$

$$C^* = \left(a^{*2} + b^{*2} \right)^{0.5} \quad (4.2)$$

Depolama C* üzerinde etkili olmamıştır (p>0,05) fakat yoğurda *B. indicus* HU36 eklenmesi C* değerini arttırmıştır (p<0,05). Bunun yanı sıra, h* dereceleri depolama süresince değişmemiştir (p>0,05). Fakat *B. indicus* HU36 yoğurtlarının (Metod I ve Metod II) h* derecesinin sarılığa (90°) kontrolün h* derecesinden daha yakın olması b* parametresinden elde edilen sonuç ile paralellik göstermektedir. Ayrıca beyazlık indeksi *B. indicus* HU36 yoğurtları (Metod I ve Metod II) için kontrole göre daha düşüktür (p<0,05) ve depolama süresince sabit kalmıştır (p>0,05). Yoğurt

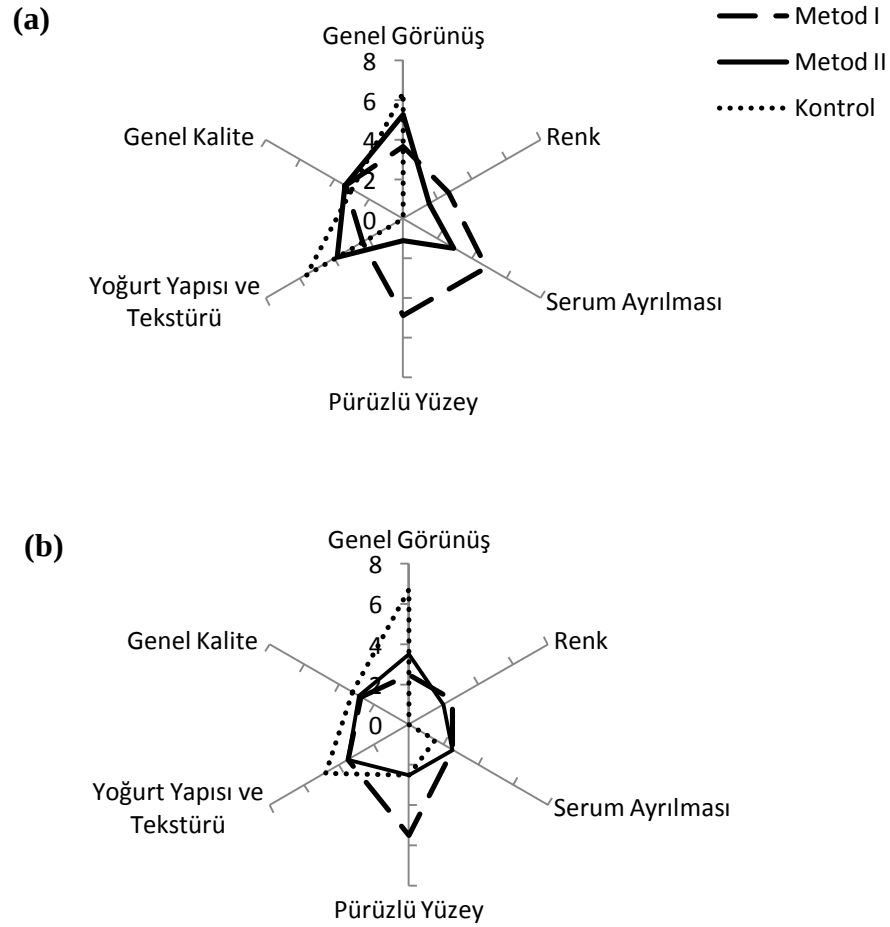
örneklerinde rengin 1. günde ki kontrol yoğurttan farklılığının bir göstergesi olan ΔE^* değeri, *B. indicus* HU36 yoğurtlarının renginin kontrol yoğurdundan farklı olduğunu göstermektedir ($p<0,05$).

4.5 Duyusal Analiz

Panelistler tarafından belirlenen yoğurt duyusal analizi özellikleri Çizelge 4.2’de gösterildiği gibidir. Yoğurtların duyusal olarak panelistler tarafından değerlendirilmesinin sonuçları Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Duyusal özelliklerin karşılaştırılması fermentasyon sonrasında 1. gün ve depolamanın 7. gününde yapılmıştır. Yoğurda *B. indicus* HU36 eklenmesi yoğurdun genel görünüşünde düşüşe neden olmuştur. *B. indicus* HU36 yoğurtlarında serum ayrılması ve pürüzlü yüzey sorunu bulunmaktadır. İlk gün *B. indicus* HU36 yoğurtlarında serum ayrılması fazla iken ayrılmış serum depolama ile azalmıştır fakat yine de kontrol yoğurdundan hayli fazladır. *B. indicus* HU36 yoğurtlarında pürüzlü yüzey gözlenmiştir. Depolama ile yoğurt yüzeyinde pürüzlülük artmıştır. Yoğurt yapısı ve tekstürü ise *B. indicus* HU36 eklenmesinden ve depolamadan etkilenmemiştir. Bunların yanı sıra, *B. indicus* HU36 ilavesi panelistler tarafından da fark edilebilen renk değişimine neden olmuştur ve *B. indicus* HU36 yoğurtlarının sarımsı rengi depolamadan etkilenmemiştir.

Çizelge 4.2 : Tanımlayıcı duyusal analizde belirlenen duyusal özellikler ve tanımları.

Duyusal Özellikler	Tanım ve Referanslar
Genel Görünüş	Referans: Danone Activia Probiyotik Yoğurt=6 (0-7 skalası)
Renk	Ürünün renginin beyaz ile sarı arasında değerlendirilmesi (0-7 skalası) Referans: Danone Activia Probiyotik Yoğurt=0, Calve Mayonez=4, Danone Activia Kuru Kayıslı Probiyotik Yoğurt=7
Serum ayrılması	Yoğurdun yüzeyindeki serum miktarı (0-7 skalası) Referans: Danone Doğal Yoğurt= 0, Danone Light Yoğurt= 1, Danone Activia Probiyotik Yoğurt=4
Pürüzlü yüzey	Pürüzlü ve homojen olmayan yoğurt görünüşü (0-7 skalası) Referans: Danone Activia Probiyotik Yoghurt=1, Danone Doğal Yoğurt = 3, Danone Light Yoğurt= 5
Yoğurt yapısı ve tekstürü	Kaşıқта yoğurt benzeri sıkı yapı (0-7 skalası, 7= sıkı yapıda yoğurt) Referans: Danone Activia Kuru Kayıslı (karıştırılmış)=0, Danone Activia Probiyotik Yoğurt=3, Danone Light Yoğurt=5, Danone Doğal Yoğurt= 7



Şekil 4.5 : Yoğurtların 1. gün (a) ve 7. gün (b) duyuşal doku analizi sonuçları.

4.6 Reolojik Özellikler

4.6.1 Akış özellikleri

Depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde yoğurt örneklerinin ölçülen akış eğrileri EK B’de Şekil B.1, Şekil B.2, Şekil B.3 ve Şekil B.5’de gösterilmiştir. Bütün akış eğrileri histerisis çemberi içermekte ve akış sanki plastik davranış göstermektedir. Metod I, Metod II ve kontrol yoğurtlarının akış eğrileri yaklaşık aynı eğimde olduğundan yoğurtların uygulanan kayma gücüne eşit oranda direnç gösterdiği söylenebilir. Sabit kayma hızında deformasyon uygulandığında kayma gerilmesi ve viskozite zamanla azaldığından yoğurt tiksotropik bir akışkandır (Şimşek, 2008).

Çizelge 4.3’de artan akış eğrisi altında kalan alan, histerisis çemberinin alanı ve akış eğrisinin ilk 40 saniyesi için Power law, Bingham ve Casson modelleri ile hesaplanan parametreler ve denklemlerin R^2 değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.3 : *B. indicus* HU 36 içeren yoğurtlar ile kontrol yoğurdun 4°C’de 21 gün depolanması sırasında yapılan tiksotropi testleri sonucu elde edilen reolojik parametreler.

Gün	Ürün	A _{up}	ΔA	Power law modeli			Bingham modeli			Casson modeli		
		(Pa/s) ^a	(Pa/s) ^b	K	n	R ²	τ ₀	η _{pl}	R ²	τ ₀	kc	R ²
1	Metod I	14039	6937	8,25	0,450	90,2	27,4	0,307	69,7	14,9	0,391	70,7
	Metod II	13724	6613	8,43	0,439	88,4	26,4	0,304	72,8	14,9	0,382	73,3
	Kontrol	13026	6187	8,60	0,421	89,1	25,6	0,284	71,4	14,6	0,365	71,8
7	Metod I	13680	6262	7,06	0,471	90,4	23,6	0,327	78,5	12,4	0,409	77,9
	Metod II	14139	6792	11,34	0,374	87,6	30,2	0,287	67,0	18,5	0,348	70,7
	Kontrol	14069	6593	12,45	0,349	86,7	30,3	0,278	68,3	19,3	0,332	71,7
14	Metod I	14432	7168	13,77	0,348	86,0	34,3	0,247	61,0	22,7	0,302	65,3
	Metod II	14616	7210	10,12	0,415	80,9	34,2	0,258	55,2	21,2	0,332	56,8
	Kontrol	15214	7492	8,53	0,473	80,1	35,8	0,269	55,0	21,5	0,348	55,6
21	Metod I	15187	7606	10,89	0,421	81,0	36,9	0,263	52,4	22,8	0,336	55,4
	Metod II	14979	7426	12,10	0,388	81,6	37,2	0,248	49,6	23,5	0,320	53,4
	Kontrol	14790	7326	11,15	0,401	79,3	36,8	0,244	50,3	23,3	0,317	52,9

^aKayma gerilmesi ve kayma hızı eğrisinde artan kayma gerilmesi sırasında eğrinin altında kalan alan.

^bKayma gerilmesi ve kayma hızı eğrisinde artan ve azalan eğrilerin arasında kalan alan.

Histerisis alanı kayma sırasında yoğurdun yapısındaki kırılma hakkında bilgi verir (Amatayakul ve dig., 2006). *B. indicus* HU36 ilavesi A_{up} ve ΔA özelliklerini etkilememiştir (p>0,05). Fakat depolama A_{up} ve ΔA özelliklerinde artışa neden olmuştur (p<0,05).

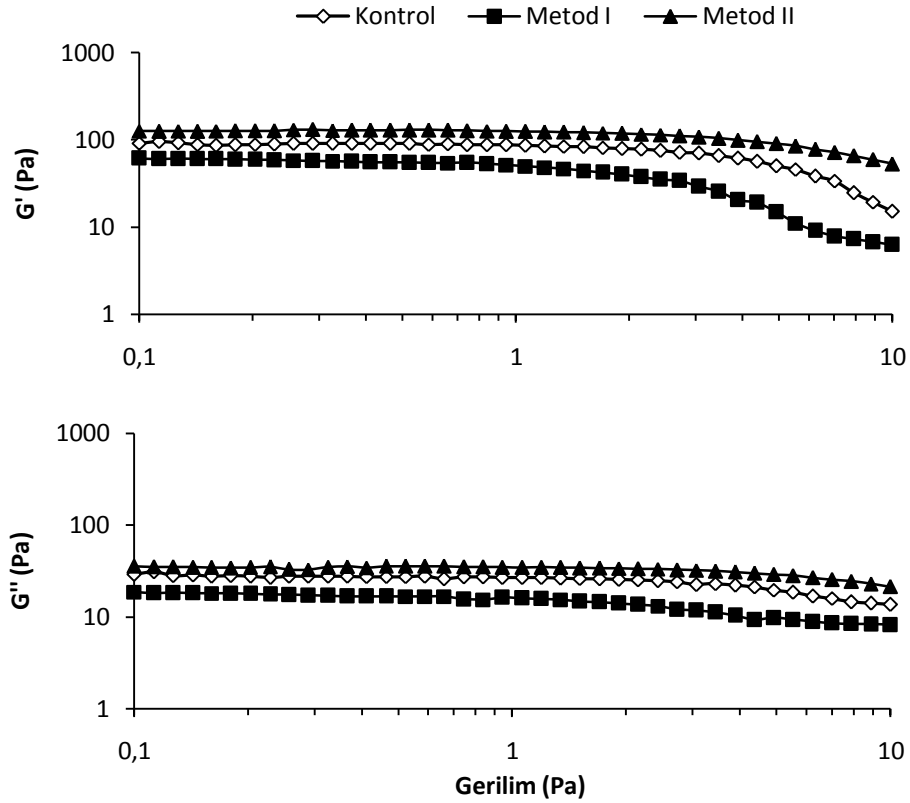
Yoğurt, Newtoniyan olmayan davranışın birçok karakteristiğini bir arada bulundurmaktadır. Bu nedenle yoğurdun akış özellikleri Power law (Ostwald-De Waele), Casson ve Bingham gibi matematiksel modeller ile tanımlanabilir (Velez-Ruiz, 2008). Newton tipi akışlar için n =1 iken, sanki ve plastik akışlar için 0 < n < 1’dir (Bourne, 2002b). Power law modelinde hesaplanan n değerlerinin 1’den küçük olması yoğurtların sanki plastik akışı gösterdiklerini doğrulamaktadır. Power law modeli ile hesaplanan K ve n değerleri için yoğurtlar arasında farklılık olmamıştır (p>0,05). Depolama ile K artmış, n ise sabit kalmıştır. Casson plastik viskozite değerlerinin Bingham plastik viskozite değerlerinden yüksek olduğu, Bingham akma gerilmesi değerlerinin ise Casson akma gerilmesi değerlerine göre yüksek olduğu gözlenmiştir (bkz. Çizelge 4.3). Casson ve Bingham parametrelerinde yoğurtlar arasında farklılık gözlenmemiştir (p>0,05). Her bir ölçüm için uygulanan modellerin uygunluğunu gösteren R² değerleri Bingham modeli için %83,3 ile %41,7 arasında,

Casson modeli için %84,7 ile %45,4 arasında ve Power law modeli için %96,1 ile %74,1 arasında değişmektedir. Bu durum, Power law modelin 40 saniye boyunca artan kayma hızında yoğurt akışını diğer modellere göre daha iyi tanımladığını gösterir. R^2 'deki düşüş depolama ile modele uygunluğun azaldığını göstermektedir.

4.6.2 Viskoelastik özellikler

Viskoelastik bir madde farklı koşullarda katı veya viskoz sıvı gibi davranabilir. Gıdalar çoğunlukla viskoelastik özelliktedir. Yoğurdun üç boyutlu bir ağ içeren jel yapısı viskoelastik özellikleri üzerinde önemli etkiye sahiptir. Yoğurdun jelatin yapısı ve yapısının bozulmasını incelemek için viskoelastik yapı ile ilgili bilgi veren dinamik testler yapılır (Velez-Ruiz, 2008). Depolama modülü (G') yoğurdun elastik yapısı (katıya benzerlik), kayıp modülü (G'') ise viskoz yapısı (sıvıya benzerlik) hakkında bilgi verirken $\tan \delta$ (G''/G') ise bu iki özelliğin oranıdır.

Yoğurt örneklerinde viskoelastik bölgeyi belirlemek amacı ile yapılan gerilim taraması sonucu Şekil 4.6'daki eğriler elde edilmiştir. Bu eğriler göz önünde bulundurularak frekans taraması için viskoelastik bölgede bulunan 0,5 Pa gerilim değeri seçilmiştir.



Şekil 4.6 : Yoğurt örneklerinin artan gerilim ile G' ve G'' özelliklerinin değişimi.

Yoğurt örneklerinin viskoelastik özellikleri Çizelge 4.4'teki gibidir. Yoğurda *B. indicus* HU36 ilavesi G' , G'' , $\tan \delta$ ve η^* parametrelerinde farklılığa neden olmamıştır ($p>0,05$). Depolama ile G' ve G'' 'nde artış gözlenmiştir. Fakat $\tan \delta$ 'daki azalış depolama ile yoğurdun elastik özelliklerinin arttığı gösterir. G' değerlerinin tüm örnekler ve depolama için G'' değerlerinden yüksek oluşu zayıf viskoelastik yapının göstergesidir (Paseephol ve diğ., 2008). Ayrıca η^* depolama süresince artmıştır ($p<0,05$).

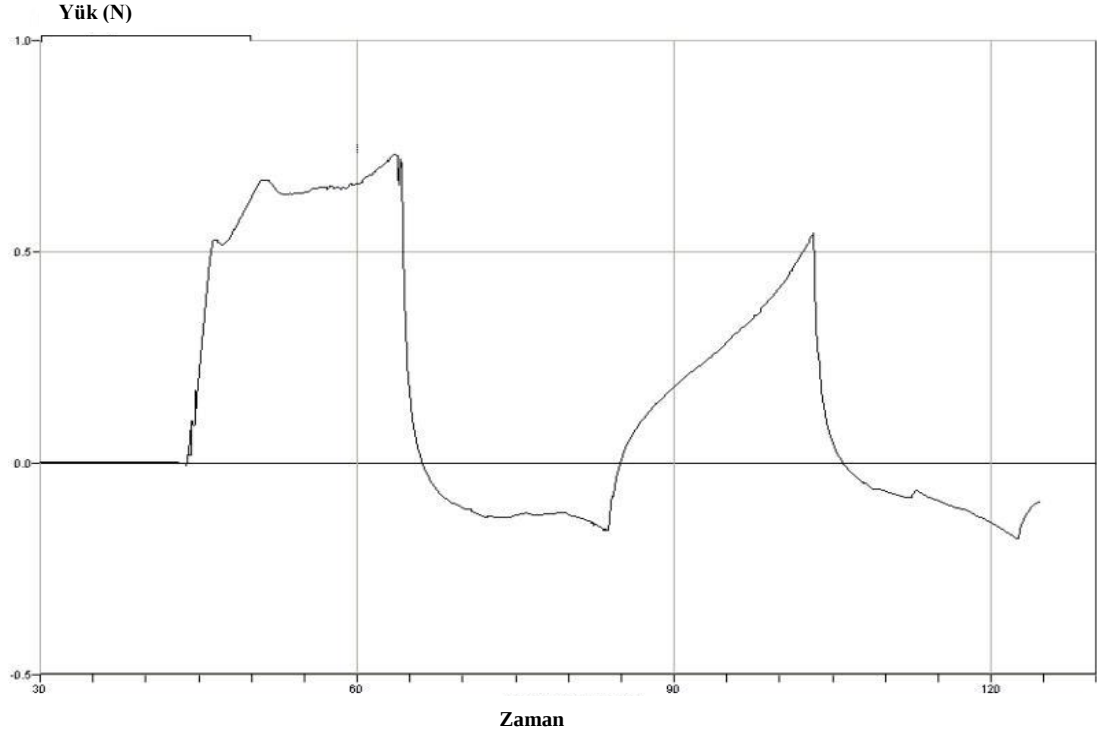
Çizelge 4.4 : *B. indicus* HU 36 içeren yoğurtlar ile kontrol yoğurdunun 4°C de 21 gün depolanması sırasında 1 Hz frekansta belirlenen viskoelastik özellikleri.

Gün	Ürün	G' (Pa)	G'' (Pa)	$\tan \delta$ (°)	η^* (Pa.s)
1	Metod I	83,7	23,3	0,278	13,8
	Metod II	90,4	25,5	0,282	15,0
	Kontrol	88,5	25,1	0,284	14,6
7	Metod I	80,0	21,7	0,272	13,2
	Metod II	101,2	27,4	0,271	16,7
	Kontrol	108,7	28,8	0,265	17,9
14	Metod I	122,6	33,6	0,273	20,2
	Metod II	140,9	38,1	0,270	23,2
	Kontrol	134,5	35,8	0,266	22,2
21	Metod I	120,2	32,0	0,266	19,8
	Metod II	140,5	37,7	0,268	23,2
	Kontrol	122,5	32,6	0,266	20,2

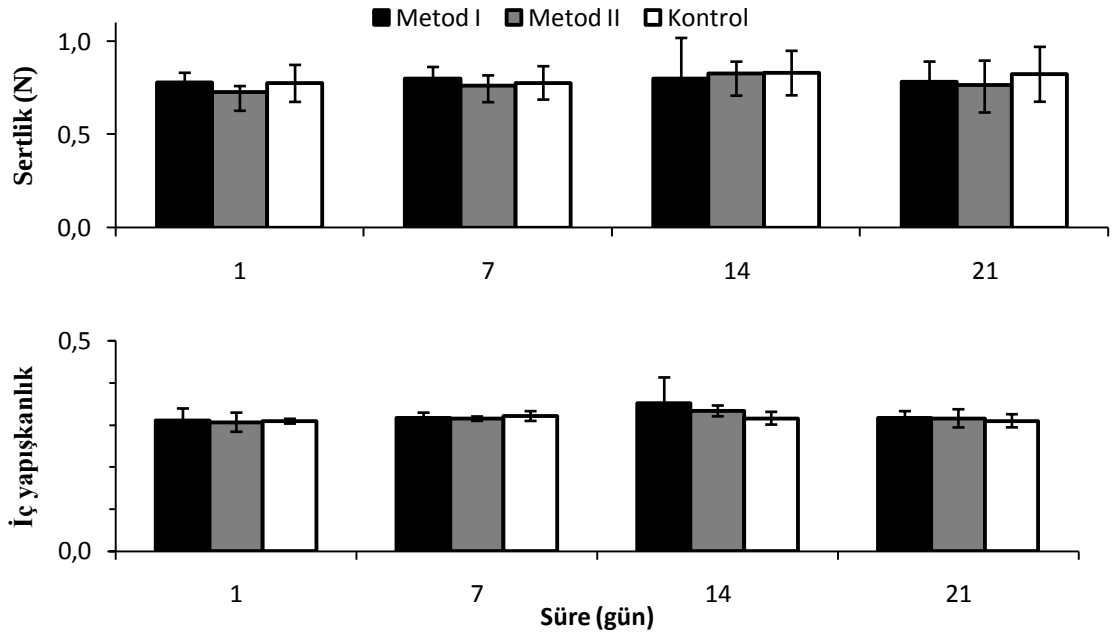
4.7 Doku Profilindeki Değişimler

Doku profil analizi sırasında elde edilen tipik doku profil eğrisi Şekil 4.7'deki gibidir. *B. indicus* HU36 eklenmiş yoğurtlar ile kontrol yoğurdunun sertlik, iç yapışkanlık, esneklik, zamklılık, çiğnenebilirlik ve dış yapışkanlık özelliklerinde depolama süresince değişim Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Yoğurda *B. indicus* HU36 eklenmesi ve depolama, esneklikte 14 gün depolama ile gözlenen yükseliş dışında yoğurt örneklerinin sertlik, iç yapışkanlık, esneklik, zamklılık, çiğnenebilirlik ve dış yapışkanlık özelliklerini etkilememiştir ($p>0,05$). Sertlik, iç yapışkanlık, esneklik, zamklılık, çiğnenebilirlik ve dış yapışkanlık özellikleri için depolama süresince ölçülen ortalama değerler sırası ile 0,788 N, 0,319, 16,66 mm, 0,25 N, 4,18 Nmm ve 2,39 Nmm'dir. % 1,5 yağ içeriğindeki klasik yöntemle ısıtılma tabi tutulmuş sütlerden elde edilmiş yoğurtların sertlik, iç yapışkanlık, esneklik, zamklılık ve

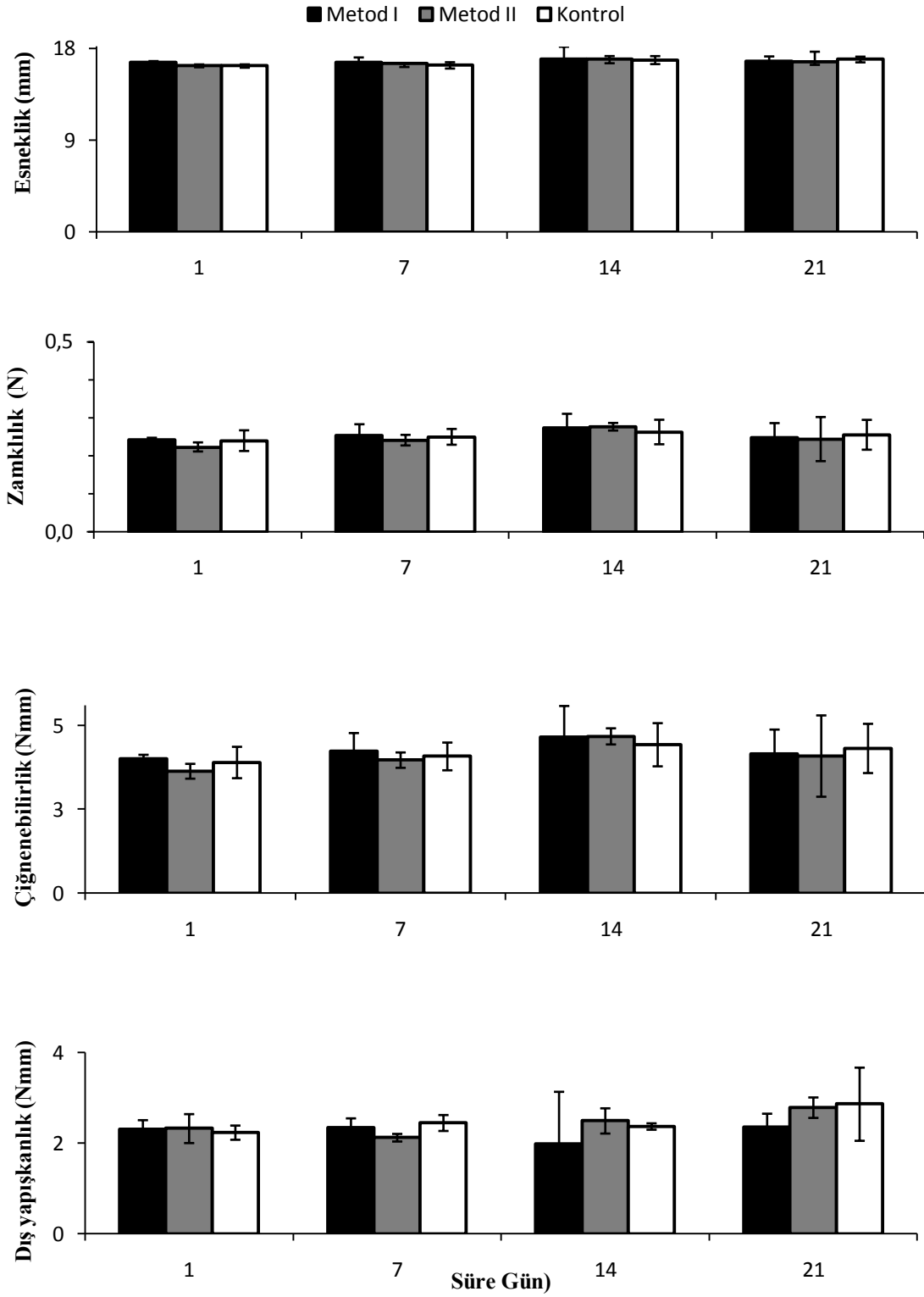
çığnenebilirlik değerleri sırası ile 0,652 N, 0,630, 78,89 mm, 0,409 N ve 4,8 Nmm olarak ölçülmüştür (Riener ve diğ., 2010). Riener ve diğ. (2010)'un çalışmasında ölçülen esneklik bu çalışma kapsamında üretilen yoğurtların esnekliğinden 5 kat kadar daha fazladır.



Şekil 4.7 : Metod I yoğurdunun depolamanın 1. gününde ölçülen doku analizi eğrisi.



Şekil 4.8 : Yoğurt örneklerinin 4°C depolanmasının sertlik, iç yapışkanlık, esneklik, dış yapışkanlık, çığnenebilirlik ve zamklılık üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir).



Şekil 4.8 : Yoğurt örneklerinin 4°C depolanmasının sertlik, iç yapışkanlık, esneklik, dış yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve zamklılık üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir) (devam).

5. SONUÇ

B. indicus HU36 içeren yoğurtlar (Metod I ve Metod II) üretilmiş ve 4°C’de 21 gün süresince depolanmıştır. Depolama boyunca yoğurtların asitlik, renk, duyusal, akış, viskoelastik ve dokusal özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. *B. indicus* HU36 yoğurtlarında fermentasyon süresi kontrol yoğurduna göre 30 dakika erken tamamlanmıştır. Ürün, probiyotik özelliklerini 14 gün depolama süresince korumuştur. Yoğurda *B. indicus* HU36 eklenmesi, yoğurdun akış ve viskoelastik özellikleri ile dokusal özellikleri üzerinde etkili olmamıştır. Ayrıca *B. indicus* HU36 depolamada pH değişimini etkilemiştir (daha az pH düşüşü) ve yoğurtlarda b^* ve C^* değerlerinde artışa, beyazlık indeksinde ise düşüşe neden olmuştur

Yoğurda *B. indicus* HU36 ilavesinde ön-fermantasyon işleminin eklenmesi mikroorganizma canlılığı ve yoğurt kalitesi üzerinde etkili olmamıştır. Ön-fermantasyonlu yoğurttaki *B. indicus* HU36 sayısı ilk gün fazla olmasına rağmen depolama sonunda ön-fermantasyon uygulanan ve uygulanmayan yoğurtlar arasında farklılık olmamıştır. *B. indicus* HU36 içeren yoğurt üretiminde ön-fermantasyon işleminin uygulanması gerekmemektedir. Sonuç olarak, *B. indicus* HU36 yoğurt üretiminde *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* ile birlikte kullanılabilir.

Gelecekte yapılabilecek çalışmalar, *B. indicus* HU36’nın sağlık etkilerinin belirlenmesi, üründe canlılığı arttıracak çalışmalar (prebiyotik eklenmesi vb.) ve diğer probiyotik bakterilerle muhtemel sinerjistik etkilerin belirlenmesi şeklinde olabilir.

KAYNAKLAR

- Ak, M. M. ve Gunasekaran, S.,** 2003. Cheese texture, in *Cheese Rheology and Texture*, CRC Press, Amerika.
- Amatayakul, T., Halmos, A. L., Sherkat, F., ve Shah, N. P.,** 2006. Physical characteristics of yoghurts made using exopolysaccharide-producing starter cultures and varying casein to whey protein ratios, *International Dairy Journal*, **16**, 40–51.
- Bourne, M. C.,** 2002a. Food texture and viscosity: concept and measurement (2nd ed.),. San Diego: Academic Press.
- Bourne, M. C.,** 2002b. Relationship between Rheology and Food Texture, in *Engineering and Food for 21st Century*, Eds. Weltri-Chanes, J., Barbosa-Canovas, G. V. ve Aguilera, J. M., CRC Press, Amerika.
- Champagne, C. P. ve Gardner, N. J.,** 2005. Challenges in the Addition of Probiotic Cultures to Foods, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **45**, 61–84.
- Dave, R. I. ve Shah, N. P.,** 1997. Viability of Yoghurt and Probiotic Bacteria in Yoghurts Made from Commercial Starter Cultures, *International Dairy Journal*, **7**, 31-41.
- Donkor, O. N., Henriksson, A., Vasiljevic, T. ve Shah, N. P.,** 2006. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage, *International Dairy Journal*, **16**, 1181-1189.
- Duc, L. H., Hong, H. A. H., Barbosa, T. M., Henriques, A. O. ve Cutting, S. M.,** 2004. Characterization of Bacillus Probiotics Available for Human Use, *Applied and Environmental Microbiology*, **70**, 2161-2171.
- Duc, L. H., Fraseer, P. D., Tam, N. K. M. ve Cutting, S. M.,** 2006. Carotenoids present in halotolerant Bacillus sporeformers, *FEMS Microbiology Letters*, **255**, 215-224.
- FAO/WHO,** 2002. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Working Group Report. Alındığı tarih 19 Aralık 2010. Alındığı site http://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf.
- Granato, D., Branco, G. F., Nazzaro, F., Cruz, A. G. ve Faria, J. A. F.,** 2010. Functional Foods and Nondairy Probiotic Food Development: Trends, Concepts, and Products, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **9**, 292-302.
- Gürakan, G. C. ve Altay, N.,** 2010. Yogurt Microbiology and Biochemistry, in *Development and Manufacture of Yogurt and Functional Dairy Products*, pp 47-96, Ed. Yildiz, F., Taylor and Francis Group, LLC.

- Gürakan, G. C., Cebeci, A. ve Özer, B.,** 2010. Probiotic Dairy Beverages: Microbiology and Technology, in *Development and Manufacture of Yogurt and Functional Dairy Products*, pp 165-196, Ed. Yildiz, F., Taylor and Francis Group, LLC.
- Heller, K. J.,** 2001. Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms, *American Journal of Clinical Nutrition*, **73(suppl)**, 374S-379S.
- Hong, H. A., Duc, L. H. ve Cutting, S. M.,** 2005. The use of bacterial spore formers as probiotics, *FEMS Microbiology Reviews*, **29**, 813-835.
- Metchnikoff, E.,** 1907. *The prolongation of life. Optimistic studies*. London: Butterworth-Heinemann.
- Hong, H. A., Huang, J. M., Khaneja, R., Hiep, L. V., Urdaci, M. C. ve Cutting, S. M.,** 2008. The safety of *Bacillus subtilis* and *Bacillus indicus* as food probiotics, *Journal of Applied Microbiology*, **105**, 510-520.
- İnanç, N., Şahin, H. ve Çiçek, B.,** 2005. Probiyotik ve Prebiyotiklerin Sağlık Üzerine Etkileri, *Erciyes Tıp Dergisi*, **27(3)**, 122-127.
- Lourens-Hattingh, A. ve Viljoen, B. C.,** 2001. Yogurt as probiotic carrier food, *International Dairy Journal*, **11**, 1-17.
- Karagül-Yüceer, Y. ve Avşar, Y. K.,** 2010. Health Attributes of Yogurt and Functional Dairy Products., in *Development and Manufacture of Yogurt and Functional Dairy Products*, pp. 307-316, Ed. Yildiz, F., Taylor and Francis Group, LLC.
- Korbekandi, H., Jahadi, M., Maracy, M., Abedi, D. ve Jalali, M.,** 2008. Production and evaluation of a probiotic yogurt using *Lactobacillus casei* ssp. *casei*, *International Journal of Dairy Technology*, **62**, 75-79.
- Kristo, E., Biliaderis, C. G. ve Tzanetakis, N.,** 2003a. Modelling of rheological, microbiological and acidification properties of a fermented milk product containing a probiotic strain of *Lactobacillus paracasei*, *International Dairy Journal*, **13**, 517-528.
- Kristo, E., Biliaderis, C. G. ve Tzanetakis, N.,** 2003b. Modelling of the acidification process and rheological properties of milk fermented with a yogurt starter culture using response surface methodology, *Food Chemistry*, **83**, 437-446.
- Maragkoudakis, P. A., Miaris, C., Rojez, P., Manalis, N., Magkanari, F., George Kalantzopoulos, G. ve Tsakalidou, E.,** 2006. Production of traditional Greek yoghurt using *Lactobacillus* strains with probiotic potential as starter adjuncts, *International Dairy Journal*, **16**, 52-60.
- Mattila-Sandholm, T., Myllarinen, R., Crittenden, R., Mogenden, G., Fonden, R. ve Saarela, M.,** 2002. Technological challenges for future probiotic foods, *International Dairy Journal*, **12**, 173-182.
- Metchnikoff, E.,** 1908. Prolongation of life optimistic studies. Eds. Mitchell, P. C., The Knickerbocker Press.

- Nauth, K. R.**, 2006. Yogurt, in *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*, Volume 4. Ed. Hui, Y. H., Taylor & Francis Group, LLC.
- Oliveira, M. N., Sodini, I., Remeuf, F. ve Corrieu, G.**, 2001. Effect of milk supplementation and culture composition on acidification, textural properties and microbiological stability of fermented milks containing probiotic bacteria, *International Dairy Journal*, **11**, 935–942.
- Oliveira, R. P. S., Perego, P., Converti A. & Oliveira, M. N.**, 2009. Effect of inulin on growth and acidification performance of different probiotic bacteria in co-cultures and mixed culture with *Streptococcus thermophilus*, *Journal of Food Engineering*, **91**, 133–139.
- Özer, B.**, 2010. Strategies for Yogurt Manufacturing Development and Manufacture of Yogurt and Functional Dairy Products, in *Development and Manufacture of Yogurt and Functional Dairy Products*, pp 47-96, Ed. Yildiz, F., Taylor and Francis Group, LLC.
- Paseephol, T., Small, D. M. ve Sherkat, F.**, 2008. Rheology and Texture of Set Yogurt as Affected by Inulin Addition, *Journal of Texture Studies*, **39**, 617–634.
- Riener, J., Noci, F., Cronin, D. A., Morgan, D. J. ve Lyng, J. G.**, 2010. A comparison of selected quality characteristics of yoghurts prepared from thermosonicated and conventionally heated milks, *Food Chemistry*, **119**, 1108–1113.
- Saarela, M.**, 2007. Functional Foods, in: *Anti-Angiogenic Functional and Medicinal Foods*, Eds. Lasso, J. N., Shahidi, F., Bagchi, D., pp. 611-624, Taylor & Francis Group, LLC
- Saccaro, D., Tamime, A. Y., Pilleggi, A. L. ve Oliveira, M.**, 2009. The viability of three probiotic organisms grown with yoghurt starter cultures during storage for 21 days at 4°C, *International Journal of Dairy Technology*, **62**, 397-404.
- Sanders, M. E., Morelli, L. ve Tompkins, T. A.**, 2003. Sporeformers as Human Probiotics: *Bacillus*, *Sporolactobacillus*, and *Brevibacillus*, *Comprehensive Reviews In Food Science and Food Safety*, **2**, 101-110.
- Saxelin, M., Grenov, B., Svensson, U., Fonden, R., Reniero, R. ve Mattila-Sandholm, T.**, 1999. The technology of probiotics, *Trends in Food Science & Technology*, **10**, 387-392.
- Shah, N. P.**, 2010. Probiotics Health Benefits, Efficacy, and Safety, in *Biotechnology in Functional Foods and Nutraceuticals*. pp. 485-496. Eds. Bagchi, D., Lau, F.C., Ghosh, D.K., Taylor and Francis Group, LLC.
- Sodini, I., Lucas, A., Oliveira, M. N., Remeuf, F. T. ve Corrieu, G.**, 2002. Effect of milk base and starter culture on acidification, texture, and probiotic cell counts in fermented milk processing, *Journal of Dairy Science*, **85**, 2479-2488.
- Steffe, J.F.**, 1996. Rheological methods in food process engineering (2nd ed.). Freeman Press. Amerika.

- Şimşek, B.**, 2008. Yoğurdun Mikrosütrüktürü ve Reolojisi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum.
- TS-1330**, 2006. Yoğurt, *Türk Standardları Enstitüsü*, Ankara.
- Url-1** <<http://cygm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/yogurt.pdf>>, alındığı tarih 19.11.2010.
- Vargas, M., Chafer, M., Albors, A., Chiralt, A. ve Gonzalez-Martinez, C.**, 2008. Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cows' and goats' milk, *International Dairy Journal*, **18**, 1146–1152.
- Velez-Ruiz, J. F.**, 2008. Rheological properties of yogurt. In: Progress in food negineering research and development. Ed. J. M. Cantor. New York: Nova Science Publishers. pp. 223-241.
- Vinderola, C. G., Bailo, N. & Reinheimer, J. A.**, 2000. Survival of probiotic microflora in Argentinian yoghurts during refrigerated storage, *Food Research International*, **33**, 97-102.
- Vinderola, G., Reyes-Gavilán, C. G., ve Reinheimer, J.**, 2010. Probiotics and Prebiotics in Fermented Dairy Products, in: *Innovation in Food Engineering: New Techniques and Products*. Eds. Passos, M. L., Ribeiro, C.P., pp. 601-633, Taylor and Francis Group, LLC.
- Yıldız, F.**, 2010. Overview of Yogurt and Other Fermented Dairy Products, in *Development and Manufacture of Yogurt and Functional Dairy Products*, pp 1-45, Ed. Yildiz, F., Taylor and Francis Group, LLC.

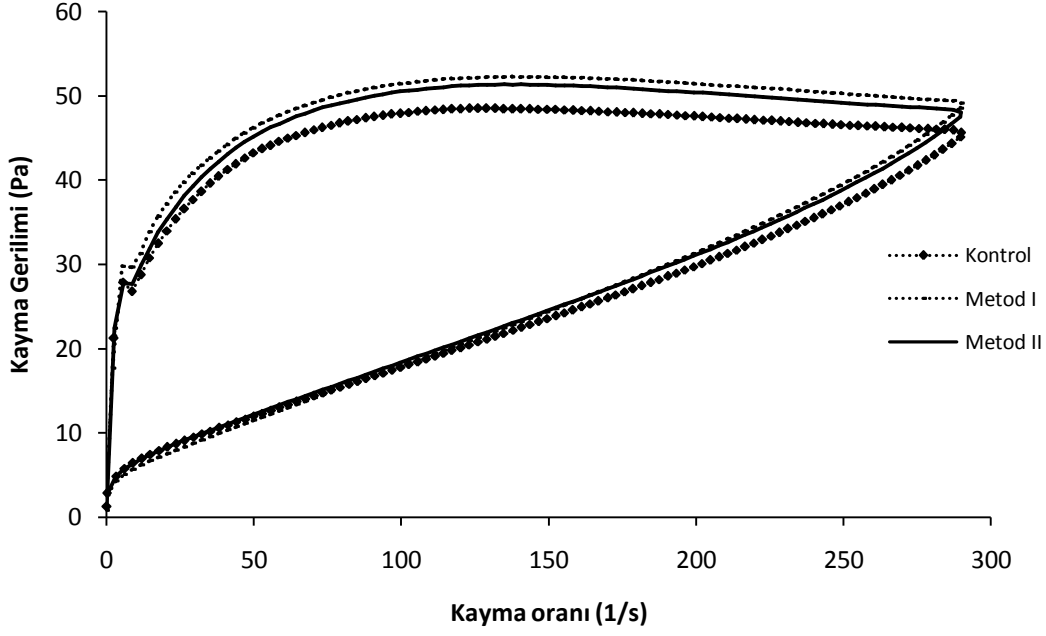
EKLER

EK A. DUYUSAL ANALİZ FORMU

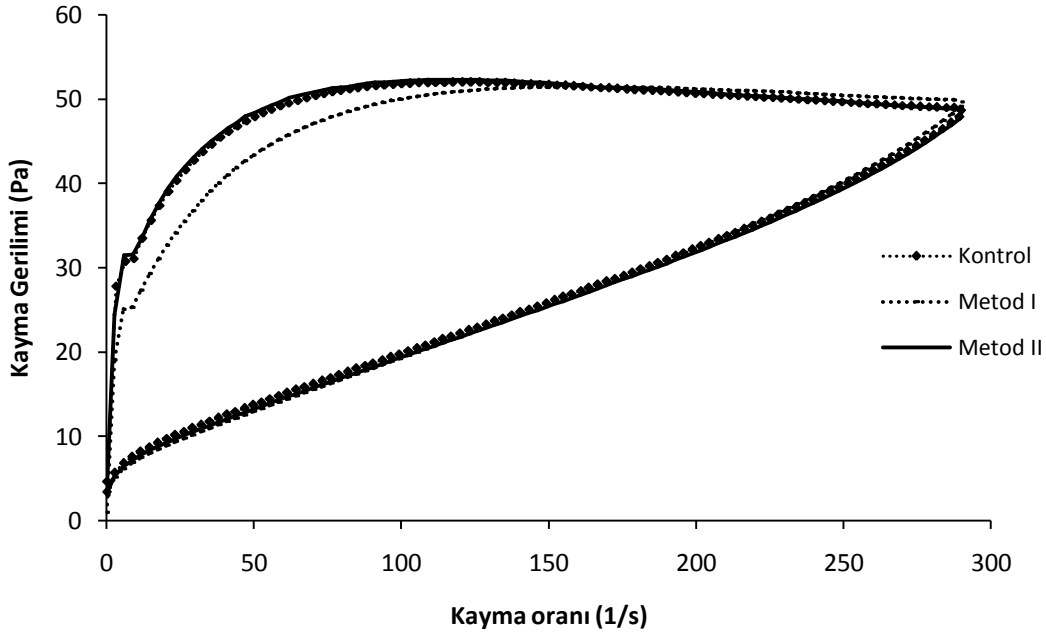
YOĞURT REFERANS TANIMLAYICI ANALİZ FORMU	
Adı-Soyad: Tarih:	Verilen örnekleri referansları dikkate alarak her bir özellik için değerlendirip örneklerin kodlarını çizgi skalasında uygun yere yazınız. (Skalada 7=çok ve 0=yok olarak değerlendirilecektir)
Genel görünüş Ref: Danone Activia (Probiyotik)=6	0 7 -----
Renk: Beyazdan turuncuya doğru Ref: Danone Doğal Yoğurt=0 Calve Mayonez=4 Danone Activia Kuru Kayısı=7	0 7 -----
Serum ayrılması: Yoğurdun yüzeyindeki serum miktarı Ref: Danone Doğal Yoğurt=0 Danone Light Yoğurt=1 Danone Activia Probiyotik Yoğurt=0	0 7 -----
Pürüzlü yüzey: Pürüzlü ve homojen olmayan yoğurt görünüşü Ref: Danone Activia (Probiyotik)=1 Danone Doğal Yoğurt=3 Danone Light Yoğurt=5	0 7 -----
Yoğurt yapısı ve tekstürü: Kaşıқта yoğurt benzeri sıkı yapı (7: katı olacak şekilde) Ref: Danone Activia Kuru Kayısı=0 Danone Activia (Probiyotik)=3 Danone Light Yoğurt=5 Danone Doğal Yoğurt=7	0 7 -----

Şekil A.1 : Yoğurt referans tanımlayıcı analiz formu.

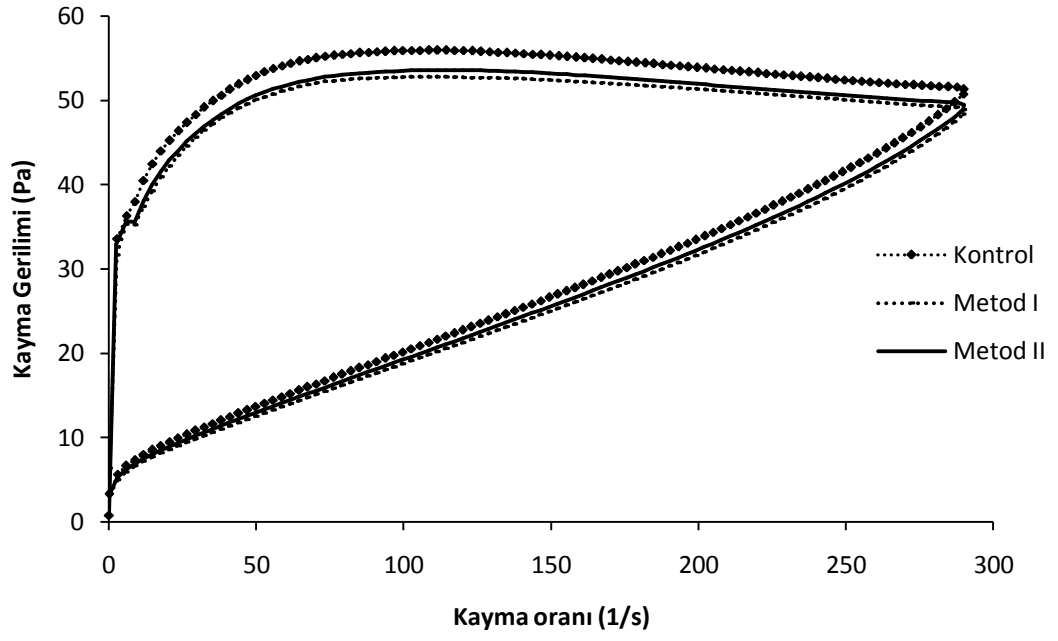
EK B. AKIŞ EĞRİLERİ



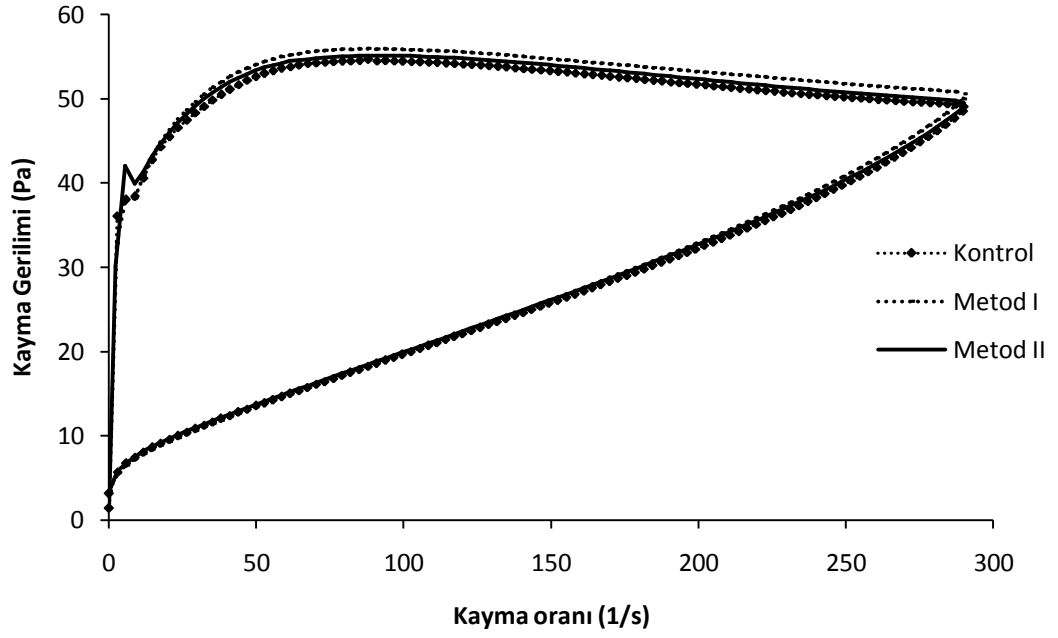
Şekil B.1 : 1 gün depolanmış yoğurtların akış eğrileri.



Şekil B.2 : 7 gün depolanmış yoğurtların akış eğrileri.



Şekil B.3 : 14 gün depolanmış yoğurtların akış eğrileri.



Şekil B.4 : 21 gün depolanmış yoğurtların akış eğrileri.

EK C. DOKU PROFİLİ ÖLÇÜM SONUÇLARI

Çizelge C.1 : Yoğurtların doku profili ölçüm sonuçları.

Gün	Yoğurt	Dokusal özellikler					
		Sertlik (N)	İç yapışkanlık	Esneklik (mm)	Zamklılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Dış yapışkanlık (Nmm)
1	Metod I	0,724	0,342	16,7	0,248	4,138	2,453
		0,785	0,304	16,7	0,238	3,984	2,064
		0,829	0,287	16,5	0,238	3,911	2,394
	Metod II	0,735	0,320	16,5	0,235	3,876	1,960
		0,691	0,319	16,3	0,220	3,596	2,479
		0,756	0,280	16,2	0,212	3,439	2,544
	Kontrol	0,750	0,314	16,4	0,236	3,869	2,414
		0,690	0,310	16,1	0,214	3,445	2,115
		0,884	0,303	16,3	0,268	4,380	2,185
7	Metod I	0,841	0,330	16,5	0,278	4,593	2,159
		0,727	0,306	16,1	0,223	3,592	2,572
		0,832	0,314	17,2	0,262	4,491	2,301
	Metod II	0,741	0,313	16,5	0,232	3,832	2,163
		0,725	0,321	16,5	0,232	3,841	2,031
		0,826	0,311	16,5	0,256	4,233	2,186
	Kontrol	0,732	0,320	16,3	0,235	3,822	2,314
		0,720	0,333	16,1	0,240	3,859	2,391
		0,881	0,310	16,7	0,273	4,556	2,650
14	Metod I	0,546	0,422	15,6	0,231	3,592	1,161
		0,908	0,316	17,8	0,287	5,096	2,801
		0,944	0,318	17,6	0,300	5,282	0,429
	Metod II	0,778	0,344	16,9	0,268	4,533	2,815
		0,809	0,337	16,7	0,273	4,543	2,383
		0,899	0,319	17,3	0,287	4,955	2,293
	Kontrol	0,729	0,312	16,5	0,228	3,756	2,436
		0,801	0,333	16,8	0,266	4,485	2,388
		0,962	0,303	17,3	0,292	5,040	2,297
21	Metod I	0,723	0,333	16,2	0,240	3,903	2,399
		0,714	0,300	16,7	0,214	3,580	2,032
		0,909	0,317	17,2	0,288	4,972	2,632
	Metod II	0,674	0,300	16,0	0,202	3,233	2,631
		0,859	0,331	17,4	0,284	4,947	2,950
		0,800	0,342	16,7	0,274	4,574	2,320
	Kontrol	0,788	0,327	16,9	0,257	4,349	3,438
		0,698	0,306	16,7	0,214	3,568	2,295
		0,986	0,296	17,2	0,292	5,035	0,648

EK D. BAZI VARYANS ANALİZİ SONUÇLARI İÇİN ÖRNEKLER

Çizelge D.1 : Fermantasyon kinetiği $V_{\max}$ (maksimum asidifikasyon hızı) varyans analizi.

Factor	Type	Levels	Values				
Yogurt	fixed	3	Kontrol Metod I Metod II				
Analysis of Variance for Vmax, using Adjusted SS for Tests							
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	
Yogurt	2	29,563	29,563	14,782	22,12	0,016	
Error	3	2,005	2,005	0,668			
Total	5	31,568					
Tukey Simultaneous Tests							
Response Variable Vmax							
All Pairwise Comparisons among Levels of Yogurt							
Yogurt = Kontrol subtracted from:							
Level	Difference	SE of					
Yogurt	of Means	Difference	T-Value	P-Value			
Metod I	5,000	0,8175	6,116	0,0179			
Metod II	4,350	0,8175	5,321	0,0263			
Yogurt = Metod I subtracted from:							
Level	Difference	SE of					
Yogurt	of Means	Difference	T-Value	P-Value			
Metod II	-0,6500	0,8175	-0,7951	0,7313			

Çizelge D.2 : *B. indicus* HU36'nın depolama süresince canlılığının varyans analizi.

Factor	Type	Levels	Values			
Yontem	fixed	2	Metod I Metod II			
Sure	fixed	4	1 7 14 21			
Analysis of Variance for B. indic, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Yontem	1	1,0125	1,8697	1,8697	50,96	0,000
Sure	3	38,6735	35,9094	11,9698	326,22	0,000
Yontem*Sure	3	2,2566	2,2566	0,7522	20,50	0,000
Error	38	1,3943	1,3943	0,0367		
Total	45	43,3370				
Unusual Observations for B. indic						
Obs	B. indic	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid	
17	5,59000	5,23500	0,07820	0,35500	2,03R	
18	5,60000	5,23500	0,07820	0,36500	2,09R	
22	2,85000	3,34000	0,07820	-0,49000	-2,80R	
42	4,48000	4,86167	0,07820	-0,38167	-2,18R	
R denotes an observation with a large standardized residual.						
Tukey Simultaneous Tests						
Response Variable B. indic						
All Pairwise Comparisons among Levels of Yontem						
Yontem = Metod I subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
Yontem	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
Metod II	-0,4069	0,05700	-7,138	0,0000		
Tukey Simultaneous Tests						
Response Variable B. indic						
All Pairwise Comparisons among Levels of Sure						
Sure = 1 subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
Sure	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
7	-0,656	0,07820	-8,39	0,0000		
14	-0,918	0,07820	-11,73	0,0000		
21	-2,532	0,08294	-30,53	0,0000		
Sure = 7 subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
Sure	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
14	-0,262	0,07820	-3,35	0,0096		
21	-1,876	0,08294	-22,62	0,0000		
Sure = 14 subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
Sure	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
21	-1,615	0,08294	-19,47	0,0000		

Çizelge D.3 : *S. thermophilus*'un depolama süresince canlılığının varyans analizi.

Factor	Type	Levels	Values				
Sure	fixed	4	1	7	14	21	
Yontem	fixed	3	Kontrol	Metod I	Metod II		
Analysis of Variance for S.thermo, using Adjusted SS for Tests							
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	
Sure	3	39,3556	37,4951	12,4984	788,37	0,000	
Yontem	2	3,1586	3,0701	1,5351	96,83	0,000	
Sure*Yontem	6	3,1709	3,1709	0,5285	33,34	0,000	
Error	55	0,8719	0,8719	0,0159			
Total	66	46,5569					
Unusual Observations for S.thermo							
Obs	S.thermo	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid		
13	6,34000	6,72167	0,05140	-0,38167	-3,32R		
21	6,00000	6,34000	0,05140	-0,34000	-2,96R		
23	6,57000	6,34000	0,05140	0,23000	2,00R		
41	7,63000	7,37667	0,05140	0,25333	2,20R		
R denotes an observation with a large standardized residual.							
Tukey Simultaneous Tests							
Response Variable S.thermo							
All Pairwise Comparisons among Levels of Yontem							
Yontem = Kontrol subtracted from:							
Level	Difference	SE of					
Yontem	of Means	Difference	T-Value	Adjusted			
Metod I	-0,5266	0,03877	-13,58	P-Value	0,0000		
Metod II	-0,3806	0,03834	-9,93	P-Value	0,0000		
Yontem = Metod I subtracted from:							
Level	Difference	SE of					
Yontem	of Means	Difference	T-Value	Adjusted			
Metod II	0,1460	0,03680	3,968	P-Value	0,0006		
Tukey Simultaneous Tests							
Response Variable S.thermo							
All Pairwise Comparisons among Levels of Sure							
Sure = 1 subtracted from:							
Level	Difference	SE of					
Sure	of Means	Difference	T-Value	Adjusted			
7	-0,170	0,04335	-3,91	P-Value	0,0014		
14	-1,402	0,04368	-32,11	P-Value	0,0000		
21	-1,713	0,04266	-40,15	P-Value	0,0000		
Sure = 7 subtracted from:							
Level	Difference	SE of					
Sure	of Means	Difference	T-Value	Adjusted			
14	-1,233	0,04501	-27,39	P-Value	0,0000		
21	-1,543	0,04402	-35,06	P-Value	0,0000		
Sure = 14 subtracted from:							
Level	Difference	SE of					
Sure	of Means	Difference	T-Value	Adjusted			
21	-0,3104	0,04435	-6,998	P-Value	0,0000		

Çizelge D.4 : *L. bulgaricus*'un depolama süresince canlılığının varyans analizi.

Factor	Type	Levels	Values				
Yontem	fixed	3	Kontrol	Metod I	Metod II		
Sure	fixed	4	1 7 14 21				
Analysis of Variance for L.bulgar, using Adjusted SS for Tests							
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	
Yontem	2	1,02072	0,80216	0,40108	63,57	0,000	
Sure	3	2,82683	2,89932	0,96644	153,19	0,000	
Yontem*Sure	6	0,26704	0,26704	0,04451	7,05	0,000	
Error	43	0,27128	0,27128	0,00631			
Total	54	4,38588					

Unusual Observations for L.bulgar

Obs	L.bulgar	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
41	8,52000	8,68600	0,03552	-0,16600	-2,34R
50	7,78000	7,98600	0,03552	-0,20600	-2,90R
69	7,57000	7,81200	0,03552	-0,24200	-3,41R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable L.bulgar

All Pairwise Comparisons among Levels of Yontem

Yontem = Kontrol subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
Metod I	0,02112	0,02602	0,8120	0,6977
Metod II	0,27325	0,02701	10,1171	0,0000

Yontem = Metod I subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
Metod II	0,2521	0,02639	9,553	0,0000

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable L.bulgar

All Pairwise Comparisons among Levels of Sure

Sure = 1 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
7	0,3508	0,03038	11,548	0,0000
14	0,3337	0,03076	10,846	0,0000
21	-0,1973	0,03019	-6,537	0,0000

Sure = 7 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
14	-0,0172	0,03095	-0,55	0,9448
21	-0,5482	0,03038	-18,04	0,0000

Sure = 14 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
21	-0,5310	0,03076	-17,26	0,0000

Çizelge D.5 : Depolama sırasında asitlik değişimi varyans analizi.

Factor	Type	Levels	Values				
Süre	fixed	4	1 7 14 21				
Yoğurt	fixed	3	Kontrol Metod I Metod II				
Analysis of Variance for pH, using Adjusted SS for Tests							
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	
Süre	3	0,0131700	0,0139556	0,0046519	35,66	0,000	
Yoğurt	2	0,0092175	0,0093346	0,0046673	35,78	0,000	
Süre*Yoğurt	6	0,0028811	0,0028811	0,0004802	3,68	0,010	
Error	23	0,0030000	0,0030000	0,0001304			
Total	34	0,0282686					
Unusual Observations for pH							
Obs	pH	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid		
7	4,49000	4,51000	0,00659	-0,02000	-2,14R		
9	4,53000	4,51000	0,00659	0,02000	2,14R		
R denotes an observation with a large standardized residual.							
Tukey Simultaneous Tests							
Response Variable pH							
All Pairwise Comparisons among Levels of Süre							
Süre = 1 subtracted from:							
Level	Difference	SE of		Adjusted			
Süre	of Means	Difference	T-Value	P-Value			
7	-0,03778	0,005384	-7,017	0,0000			
14	-0,04222	0,005384	-7,842	0,0000			
21	-0,05333	0,005604	-9,518	0,0000			
Süre = 7 subtracted from:							
Level	Difference	SE of		Adjusted			
Süre	of Means	Difference	T-Value	P-Value			
14	-0,00444	0,005384	-0,826	0,8418			
21	-0,01556	0,005604	-2,776	0,0491			
Süre = 14 subtracted from:							
Level	Difference	SE of		Adjusted			
Süre	of Means	Difference	T-Value	P-Value			
21	-0,01111	0,005604	-1,983	0,2234			
Tukey Simultaneous Tests							
Response Variable pH							
All Pairwise Comparisons among Levels of Yoğurt							
Yoğurt = Kontrol subtracted from:							
Level	Difference	SE of		Adjusted			
Yoğurt	of Means	Difference	T-Value	P-Value			
Metod I	0,01500	0,004806	3,121	0,0128			
Metod II	0,04000	0,004806	8,323	0,0000			
Yoğurt = Metod I subtracted from:							
Level	Difference	SE of		Adjusted			
Yoğurt	of Means	Difference	T-Value	P-Value			
Metod II	0,02500	0,004663	5,362	0,0001			

Çizelge D.6 : Renk analizinde L* (açıklık) varyans analizi.

Factor	Type	Levels	Values			
sure	fixed	4	1 7 14 21			
Yogurt	fixed	3	Kontrol Metod I Metod II			
Analysis of Variance for L*, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
sure	3	10,8950	10,8950	3,6317	5,55	0,005
Yogurt	2	2,8513	2,8513	1,4256	2,18	0,135
sure*Yogurt	6	8,6302	8,6302	1,4384	2,20	0,078
Error	24	15,6953	15,6953	0,6540		
Total	35	38,0718				
Unusual Observations for L*						
Obs	L*	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid	
17	85,5700	84,1233	0,4669	1,4467	2,19R	
32	82,1700	83,8167	0,4669	-1,6467	-2,49R	
R denotes an observation with a large standardized residual.						
Tukey Simultaneous Tests						
Response Variable L*						
All Pairwise Comparisons among Levels of Yogurt						
Yogurt = Kontrol subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
Yogurt	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
Metod I	-0,6883	0,3301	-2,085	0,1143		
Metod II	-0,3767	0,3301	-1,141	0,4990		
Yogurt = Metod I subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
Yogurt	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
Metod II	0,3117	0,3301	0,9440	0,6184		
Tukey Simultaneous Tests						
Response Variable L*						
All Pairwise Comparisons among Levels of sure						
sure = 1 subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
sure	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
7	-1,134	0,3812	-2,976	0,0312		
14	-1,487	0,3812	-3,900	0,0036		
21	-0,806	0,3812	-2,113	0,1776		
sure = 7 subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
sure	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
14	-0,3522	0,3812	-0,9239	0,7924		
21	0,3289	0,3812	0,8627	0,8238		
sure = 14 subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
sure	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
21	0,6811	0,3812	1,787	0,3040		

Çizelge D.7 : Reolojik özelliklerde artan akış eğisi altında kalan alan (A_{up}) varyans analizi.

Factor	Type	Levels	Values					
Yogurt	fixed	3	Kontrol	Metod I	Metod II			
Gün	fixed	4	1	7	14	21		
Analysis of Variance for Aup, using Adjusted SS for Test								
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P		
Yogurt	2	50047	50047	25024	0,05	0,953		
Gün	3	11537315	11537315	3845772	7,40	0,001		
Yogurt*Gün	6	3166256	3166256	527709	1,01	0,439		
Error	24	12478747	12478747	519948				
Total	35	27232365						
Unusual Observations for Aup								
Obs	Aup	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid			
4	14928,5	13724,3	416,3	1204,2	2,05R			
R denotes an observation with a large standardized residual.								
Tukey Simultaneous Tests								
Response Variable Aup								
All Pairwise Comparisons among Levels of Yogurt								
Yogurt = Kontrol subtracted from:								
Level	Difference	SE of		Adjusted				
Yogurt	of Means	Difference	T-Value	P-Value				
Metod I	59,42	294,4	0,2019	0,9778				
Metod II	89,77	294,4	0,3050	0,9501				
Yogurt = Metod I subtracted from:								
Level	Difference	SE of		Adjusted				
Yogurt	of Means	Difference	T-Value	P-Value				
Metod II	30,35	294,4	0,1031	0,9942				
Tukey Simultaneous Tests								
Response Variable Aup								
All Pairwise Comparisons among Levels of Gün								
Gün = 1 subtracted from:								
Level	Difference	SE of		Adjusted				
Gün	of Means	Difference	T-Value	P-Value				
7	366,4	339,9	1,078	0,7060				
14	1157,6	339,9	3,405	0,0116				
21	1388,8	339,9	4,086	0,0023				
Gün = 7 subtracted from:								
Level	Difference	SE of		Adjusted				
Gün	of Means	Difference	T-Value	P-Value				
14	791,1	339,9	2,327	0,1198				
21	1022,4	339,9	3,008	0,0290				
Gün = 14 subtracted from:								
Level	Difference	SE of		Adjusted				
Gün	of Means	Difference	T-Value	P-Value				
21	231,3	339,9	0,6803	0,9035				

Çizelge D.8 : Doku profili analizi sertlik parametresi varyans analizi.

Factor	Type	Levels	Values			
Gün	fixed	4	1 7 14 21			
yogurt	fixed	3	Kontrol Metod I Metod II			
Analysis of Variance for Sertlik, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Gün	3	0,01663	0,01663	0,00554	0,48	0,698
yogurt	2	0,00453	0,00453	0,00226	0,20	0,823
Gün*yogurt	6	0,00824	0,00824	0,00137	0,12	0,993
Error	24	0,27634	0,27634	0,01151		
Total	35	0,30574				
Unusual Observations for Sertlik						
Obs	Sertlik	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid	
19	0,546000	0,799133	0,061952	-0,253133	-2,89R	
R denotes an observation with a large standardized residual.						
Tukey Simultaneous Tests						
Response Variable Sertlik						
All Pairwise Comparisons among Levels of yogurt						
yogurt = Kontrol subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
Metod I	-0,01159	0,04381	-0,2646	0,9622		
Metod II	-0,02737	0,04381	-0,6247	0,8081		
yogurt = Metod I subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
Metod II	-0,01577	0,04381	-0,3601	0,9312		
Tukey Simultaneous Tests						
Response Variable Sertlik						
All Pairwise Comparisons among Levels of Gün						
Gün = 1 subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
7	0,02011	0,05058	0,3976	0,9782		
14	0,05906	0,05058	1,1675	0,6525		
21	0,03414	0,05058	0,6750	0,9055		
Gün = 7 subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
14	0,03894	0,05058	0,7699	0,8672		
21	0,01403	0,05058	0,2774	0,9923		
Gün = 14 subtracted from:						
Level	Difference	SE of		Adjusted		
	of Means	Difference	T-Value	P-Value		
21	-0,02491	0,05058	-0,4925	0,9600		

EK E. YOĞURT ÖRNEKLERİNİN GÖRÜNÜŞLERİ

Çizelge E.1 : Yoğurt örneklerinin görünüşleri.

Depolama süresi	Yoğurt		
	Kontrol	Metod I	Metod II
1.gün			
7. gün			
14. gün			
21. gün			

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Sevcan Erşan

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 1985

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi

Yayın Listesi:

- **Ersan, S.,** Gunes, G. ve Zor, A.O. 2010. Respiration Rate of Pomegranate Arils as Affected by O₂ and CO₂, and Design of Modified Atmosphere Packaging. *Acta Hort.* (ISHS) 876:189-196.
- **Ersan, S.,** Gunes, G., Zor, A.O. ve Demir, N. 2009. Effect of Modified Atmosphere Packaging on Phenolics, Anthocyanins and Antioxidant Activity of Pomegranate Arils. *IFT Annual Meeting&Expo 2009*, Anaheim, California, Amerika.
- **Ersan, S.,** Zor, A.O. ve Gunes, G.. 2009. Respiration Rate of Pomegranate Arils as Affected by O₂ and CO₂, and Design of Modified Atmosphere Packaging. *10th International Controlled and Modified Atmosphere Research Conference*, Antalya.