

65484/PR-2006-21



TÜBİTAK

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU
THE SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu
Agriculture, Forestry & Veterinary Research Grant Group

**FARKLI KURUMADDE ARTTIRIM YÖNTEMLERİNİN
YOĞURTLARIN KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

PROJE NO: TOVAG-1050024

**YRD. DOÇ.DR. YONCA KARAGÜL YÜCEER
ARAŞ.GÖR. MÜGE İŞLETEN**

**ŞUBAT 2006
ÇANAKKALE**

ÖNSÖZ

Bu çalışma TÜBİTAK (Proje No: TOVAG-1050024) ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (Proje No: 2005/10) tarafından desteklenmiştir.

ÖZET

Yağsız sütte (YST), yoğurt üretiminde kurumadde artırımı amacıyla yaygın olarak kullanılan bir hammaddedir. Bu çalışmada, yine süt proteini kaynaklı hammaddeler olan ve sağlık açısından fonksiyonel özellikler taşıyan, peyniraltı suyu protein (PASP) izolatu, sodyum kazeinat (NaCn) ve ticari olarak üretilen yoğurt yapı geliştiricinin (T1™), depolama boyunca, yağsız yoğurtların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Duysal karakteristiklerini belirlemek amacıyla, tarife dayalı duysal analiz tekniği kullanılmış olup, yapılan tüketici testiyle (n=143) ürünlerin tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği saptanmıştır.

PASP izolatu kullanımı, yoğurtların fiziksel özelliklerine olumlu katkı sağlarken, duysal özelliklerini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. PASP izolatu içeren yoğurtlarda kontrole göre daha düşük titrasyon asitliği gözlenmiştir. PASP izolatu ve NaCn'li yoğurtların tirozin içerikleri ise kontrol yoğurtlarından daha düşük bulunmuştur. Ayrıca, kullanılan bu farklı kurumadde kaynaklarının yoğurt bakterilerinin sayısı ve yoğurtların mineral kompozisyonu üzerine etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür. Tarife dayalı duysal analiz sonuçlarına göre, yoğurt çeşitleri için belirlenen görünüm ve yapıya ait bazı tanımlayıcı terimler 'serum ayrılması' ve 'topaklı yapı'; bazı lezzet terimleri ise 'pişmiş', 'PAS', 'fermente' ve 'hayvans' şeklinde olmuştur. Tüketici testi sonuçlarına göre NaCn'li yoğurtlar en çok tercih edilen yoğurt çeşidi olmuştur.

Anahtar Kelimeler: yoğurt, katkılandırma, peyniraltı suyu protein izolatu, kazeinat

THE EFFECT OF DIFFERENT FORTIFICATION METHODS ON QUALITY CRITERIA OF YOGURT

ABSTRACT

Skim milk powder (SMP) is widely used to fortify yogurt milk. In this study, the effect of using some dry dairy based ingredients, which have also functional value with their health promoting aspects including whey protein isolate (WPI), sodium caseinate (NaCn), and a commercially produced yogurt texture improver™ (TI™), on the physical, chemical, microbiological quality and sensory properties of non-fat yogurt was investigated during storage. Descriptive sensory analysis was carried out for each sample to determine the profiles of the products. Consumer acceptance test (n=143 consumers) was also conducted to measure the acceptability of yogurts.

Using WPI improved physical properties of yogurts. On the other hand, yogurts with WPI did not have desirable sensory properties. WPI fortified yogurts had lower titratable acidity levels than the control. Tyrosine content of both WPI and NaCn fortified yogurts were lower than the control. Microbiological properties and mineral composition of yogurts were not influenced by using different dry ingredients. Descriptive sensory analysis revealed that some common appearance and texture terms were 'whey separation' and 'lumpiness'. In addition, 'cooked', 'whey', 'fermentad' and animal like' were the most typical flavor and taste descriptors for all yogurt types. According to consumer test results, NaCn fortified yogurt was the most preferred sample by consumers.

Keywords: yogurt, fortification, whey protein isolate, caseinate

İÇERİK

Sayfa

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇERİK.....	iv
ÇİZELGELER.....	Vii
ŞEKİLLER.....	Viii
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
1.1. Beslenme ve Sağlık Açısından Yoğurdun Önemi.....	3
1.2. Yoğurtta Yapı Oluşum Mekanizması.....	4
1.3. Yoğurda İşlenecek Sütün Kurumadde Standardizasyonu ve Önemi.....	5
1.3.1. Süttozu.....	6
1.3.2. Süt Proteini ve Ürünleri.....	7
1.3.2.1. Kazein.....	9
1.3.2.1.1. Kazein ve Kazeinattların Fonksiyonel Özellikleri ve Gıdalarda Kullanım alanları.....	9
1.3.2.2. Peyniraltı suyu (PAS) ve PAS proteinleri.....	10
1.3.2.2.1. PAS Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri ve Gıdalarda Kullanım Alanları.....	11
1.4. Yoğurtta Lezzet Oluşumu.....	12
1.5. Yoğurtların Duyusal Değerlendirmesi ve Kullanılan Duyusal Değerlendirme Teknikleri.....	13
1.6. Yoğurtlarda Karşılaşılabilecek Duyusal Kusurlar.....	15
BÖLÜM 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	17
BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Yoğurt Yapımında Kullanılan Hammaddeler.....	20
3.1.2. Yoğurt Kültürü.....	20

3.1.3. Yoğurt Kapları.....	20
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Yoğurt Yapımı.....	21
3.2.2. Süte Uygulanan Analizler.....	21
3.2.2.1. Kurumadde.....	21
3.2.2.2 Asitlik Tayini.....	21
3.2.2.3. Protein Tayini.....	21
3.2.3. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Fiziksel Analizler.....	22
3.2.3.1. Viskozite.....	22
3.2.3.2. Serum Ayrılması.....	23
3.2.4. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Kimyasal Analizler.....	23
3.2.4.1. Asitlik Tayini.....	23
3.2.4.2. Kurumadde ve Protein Tayini.....	23
3.2.4.3. Tirozin Tayini.....	23
3.2.4.4. Mineral Madde Tayini.....	23
3.2.5. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Mikrobiyolojik Analizler.....	24
3.2.6. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Duyusal Analizler.....	25
3.2.6.1. Tarife Dayalı Duyusal Analizler.....	25
3.2.6.2. Tüketici Testleri.....	27
3.2.7. İstatistiksel Değerlendirmeler.....	27
BÖLÜM 4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	29
4.1. Yoğurt Yapımında Kullanılan Sütün Genel Özellikleri.....	29
4.2. Yoğurtlara İlişkin Analiz Sonuçları.....	29
4.2.1. Yoğurt Örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları.....	29
4.2.1.1. Viskozite Değerleri.....	29
4.2.1.2. Serum Ayrılması Değerleri.....	31
4.2.2. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Kimyasal Analiz Sonuçları.....	32
4.2.2.1. pH Değerleri.....	32
4.2.2.2. Titrasyon Asitlikleri.....	33
4.2.2.3. Protein Oranları.....	35
4.2.2.4. Tirozin Değerleri.....	35
4.2.2.5. Mineral Madde Sonuçları.....	37

4.2.3. Yoğurt Bakterilerinin Sayımı.....	39
4.2.4. Duyusal Değerlendirme Sonuçları.....	39
4.2.4.1 Görünüm ve Yapı Özellikleri.....	39
4.2.4.2. Lezzet Özellikleri.....	41
4.2.4.3. Tüketici Testi Sonuçları.....	46
BÖLÜM 5. SONUÇ.....	48
KAYNAKLAR.....	50
Ekler.....	55

ÇİZELGELER	SAYFA
Çizelge 1. Yoğurтта yapı, kıvam, ve su salmayı etkileyen bazı faktörler.....	6
Çizelge 2. Süttozlarının yaklaşık bileşimi.....	7
Çizelge 3. Gıdaların biyolojik değerleri.....	11
Çizelge 4. Yoğurtların puanla duyusal değerlendirilmesi.....	14
Çizelge 5. Yoğurtlarda görülebilecek bazı kusurlar ve olası sebepleri.....	16
Çizelge 6. Yoğurt yapımında kullanılan hammaddelerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	20
Çizelge 7. ICP-AES çalışma parametreleri.....	24
Çizelge 8. Panel tarafından geliştirilen duyusal terimler ve referanslar.....	26
Çizelge 9. Rekonstitüe sütün bazı özellikleri.....	29
Çizelge 10. Yoğurtların viskozitelerinde görülen değişimler.....	30
Çizelge 11. Depolama süresince yoğurtların pH değerlerindeki değişim.....	33
Çizelge 12. Depolama süresince yoğurtların titrasyon asitliklerindeki değişim.....	34
Çizelge 13. Yoğurtların protein içerikleri.....	35
Çizelge 14. Depolama süresince yoğurtların tirozin değerlerinde görülen değişim.....	36
Çizelge 15. Kullanılan toz bileşenlerin mineral madde içeriği.....	38
Çizelge 16. Yoğurt yapımında kullanılan rekonstitüe sütün mineral madde içeriği (mg/kg).....	38
Çizelge 17. Yoğurtların mineral madde içerikleri.....	38
Çizelge 18. Depolama boyunca yoğurt bakterileri sayısı (kob/g).....	39
Çizelge 19. Depolama boyunca yoğurtlara ait 'serum ayrılması' ve 'kıvam değerleri'.....	41
Çizelge 20. Depolama boyunca yoğurt örneklerine ait 'topaklı yapı' değerleri.....	41
Çizelge 21. Yoğurtlara ait lezzet özellikleri.....	44
Çizelge 22. Yoğurtların tatlılık değerleri.....	46
Çizelge 23. Tüketici testi sonuçları.....	47

ŞEKİLLER	SAYFA
Şekil 1. Kazein kompleksi oluşumu.....	5
Şekil 2. Süt proteini ürünleri ve üretim akış şemaları.....	8
Şekil 3. Yoğurt örneklerinin üretim akış şeması.....	22
Şekil 4. Depolama süresi boyunca yoğurtlarda görülen serum ayrılması değerleri.....	32
Şekil 5. Depolama boyunca yoğurt örneklerindeki 'fermente aroma' değişimleri.....	42

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Yoğurt, genellikle homojenize edilmiş pastörize süte eklenen *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbruckii* subsp. *bulgaricus*'un birlikte gerçekleştirdikleri laktik asit fermantasyonu sonucunda elde edilen bir süt ürünüdür (Anonim, 1989). Yoğurt ve benzeri fermente süt ürünlerinin insan beslenmesi ve sağlığı üzerine olumlu etkileri kanıtlandıkça dünyada yoğurt tüketimi ve buna bağlı olarak üretimi de artmaktadır. Bununla birlikte yoğurt kalitesini iyileştirmek ve yeni tekniklerle farklı özelliklerde yoğurt üretmek amacıyla çalışmalar devam etmektedir (Metin ve Tavlaş, 1986; Penna ve diğ., 1997; Gonzalez-Martinez ve diğ., 2002; McKinley, 2005).

Gerek sağlık sorunları (kalp hastalıkları, yüksek kolesterol gibi) gerekse kilo kontrolü gibi sebeplerle tüketicilerin değişen beslenme alışkanlıkları, süt ve süt ürünlerinde düşük kalorili ürünlere olan talebi arttırmaktadır. Düşük yağlı ve yağsız yoğurtlar da bu kapsamda popüleritesi artan ürün grupları arasında yer almaktadır (Haque ve Ji, 2003; Deveci ve diğ., 2004). Fakat düşük kurumadde içeriği nedeniyle bu ürünlerde zayıf jel yapısı ve serum ayrılması gibi çeşitli kalite problemleri yaşanmaktadır. Set tipi yoğurtlarda bu yapı ve kıvam özellikleri, ürünün kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan önemli ölçütlerdir. Çünkü bu özellikler, tüketiciler tarafından ürünün tercih edilmesinde öncelikli rol oynamaktadır (Sodini ve diğ., 2004; Güven ve diğ., 2005).

Yoğurtta yapı, kıvam ve serum ayrılmasını etkileyen önemli faktörler arasında süütün kurumaddesi ve özellikle de protein miktarı, uygulanan ısı işlem, serum proteinleri denatürasyonu, asitlik ve kazein/serum proteini oranı bulunmaktadır (Konar, 1999). TS 1330 yoğurt standardına göre, yağsız yoğurtlar en az %12 kurumadde içeriğine sahip olmak zorundadırlar (Anonim, 1989). Bu nedenle, yoğurt süütünün kurumaddesinin artırılması gerekmektedir (Sodini ve diğ., 2004).

Yoğurt süütünün kurumaddesinin artırılmasında yağsız süttözu (YST) ilavesi yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Tamime ve Robinson, 2000). Bilim ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak tüketicilerin beklentileri de değişmektedir. Bunun sonucunda da, üreticiler gıda formülasyonlarında farklı hammaddeler kullanarak hem kalite özellikleri iyileştirilmiş, hem de beslenmeye sağladığı katkılar açısından fonksiyonel özellikleri bulunan ürünler üretme çabası içindedirler (Ha ve Zemel, 2003). Yağlı ve yağsız yoğurtlarda değişen oranlarda sodyum kazeinat (NaCn), peyniraltı suyu protein (PASP) konsantratları ve yüksek süt protein tozlarının kullanımının yoğurtların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Mistry ve Hassan, 1992; Guzman-Gonzalez ve diğ., 2000; Remeuf ve diğ., 2003). PASP konsantratlarının protein içerikleri %34'den %80'e artan oranlarda değişirken; laktoz içerikleri ise %53'den %7'ye azalan

%34'den %80'e artan oranlarda değişirken; laktoz içerikleri ise %53'den %7'ye azalan oranlarda değişim gösterir. PASP izolatları ise en az %90 protein ve en fazla %1 laktoz içeriğine sahip ürünlerdir (Tarakçı ve Küçüköner, 2003). YST yerine PASP konsantratları ve kazeinatların kullanımının yapı ve kıvam gibi yoğurtların fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin belirlendiği araştırma sonuçları arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar, PASP konsantratlarının yoğurdun pıhtı sıklığı ve viskozitesi üzerine olumlu yönde etki ettiğini belirtmişlerdir (Puvanenthiran ve diğ., 2002; Herrero ve Requena, 2005) Buna karşın, Sodini ve diğ. (2005) PASP konsantratları içeren yoğurtların kontrolle aynı veya daha düşük viskoziteye sahip olduklarını bildirmişlerdir. Remeuf ve diğ. (2003), YST veya PAS proteinleri ve kazeinat karışımlarını içeren yoğurtların su tutma kapasitelerinin, PAS proteinleri ve kazeinatların ayrı ayrı kullanıldığı sütlerden üretilen yoğurtlara göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Yoğurt üretiminde PAS tozu ve çeşitli PASP konsantratları kullanımı üzerine birçok araştırma olmasına rağmen, yüksek protein, düşük laktoz içeriği ve farklı duysal karakteristiklere sahip PASP izolatlarının kullanımına yönelik çalışmalara rastlanamamıştır. Kendine özgü tat ve aroma bileşenlerine sahip süt proteini ürünleri, bileşimine katıldıkları ürünlerin de tat ve aroma özelliklerinde de farklılığa neden olabilmektedirler (Karagül-Yüceer ve diğ., 2002; Karagül-Yüceer ve diğ., 2003a; Karagül-Yüceer ve diğ., 2003b) PASP izolatları, diğer PASP ürünlerine göre farklı duysal özelliklere de sahip oldukları için katıldıkları ürünün tadında ve aromasında farklılıklar oluşturabilmektedirler (Carunchia Whetstone ve diğ., 2005). Yapılan çalışmalarda yoğurtların duysal değerlendirilmesi, kullanılan farklı hammaddelerin yoğurtların görünüm, yapı-kıvam, lezzet gibi genel duysal özelliklerinin belirlenmesi şeklinde olan kalite derecelendirmesine yönelik olmuştur (Metin ve Tavlaş, 1986; Penna ve diğ., 1997; Gonzalez-Martinez ve diğ., 2002). Tarife dayalı duysal analiz tekniği ise, gıdaların görünüm, lezzet ve yapı olarak tüm duysal profillerinin eğitimli panelistler tarafından kalitatif ve kantitatif olarak ayrıntılı bir şekilde ortaya konduğu bir tekniktir (Meilgaard ve diğ., 1999). Günümüzde gıdaların duysal değerlendirmesinde ve yeni ürün geliştirme çalışmalarında, tarife dayalı duysal analiz teknikleri ve tüketici testlerinin birlikte kullanımı yaygınlaşmaktadır (Barnes ve diğ., 1991; Harper ve diğ., 1991; Laye ve diğ., 1993).

Bu çalışmada, yağsız süttezu (kontrol), peyniraltı suyu protein (PASP) izolatu, sodyum kazeinat (NaCn) ve yine süt proteini kaynaklı toz bir ürün olan yoğurt yapı geliştirici (TI™) kullanılarak kurumaddesi artırılmış yoğurtların depolama süresince fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite farklılıkları belirlenmiştir. Ayrıca, tarife dayalı duysal analiz yöntemlerinden biri olan Spectrum™ yöntemi kullanılarak depolama süresince yoğurtların görünüm, yapı ve lezzet özelliklerine ait duysal profilleri ortaya konmuştur. Yapılan tüketici testiyle de, yoğurtların tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği araştırılmıştır.

1.1. Beslenme ve Sağlık Açısından Yoğurdun Önemi

Lactobacillus delbruckii subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* yoğurt sütünde simbiyotik olarak faaliyet gösterirler. Bu bakteriler süt içinde normal gelişmelerini sağlayabilmek için süt proteinlerini özellikle kazeini proteoliz yoluyla hidroliz ederek yararlanabilecekleri hale getirirler. *L. bulgaricus*, hücre zarı proteinaz enzimi içerir ve bu yolla kazeini hidrolize ederek peptitleri oluşturur (Gönç, 1999). Ayrıca *S. thermophilus*'un faaliyeti için gerekli olan valin ile birlikte lizin, lösin, histidin, sistein aminoasitlerini de açığa çıkarır. *S. thermophilus* ise hücre zarı proteinaz enzimine sahip değildir. *L. bulgaricus*'un kazeini proteinaz enzimi aracılığıyla hidrolize etmesi sonucu oluşan peptitleri aminoasitlere dönüştürmek için gerekli enzimleri içerir (Yaygın, 1999). Oluşan aminoasitlerin bir kısmı bakterilerin yenilenmesi, gelişmesi ve üremelerinde kullanılırken, bir kısmı da yoğurtta kalmaktadır. Bu nedenle yoğurttaki serbest aminoasit miktarı süttekinden daha fazla olup, bu durum yoğurda kolaylıkla sindirilebilir ve içerdiği esansiyel aminoasitler dolayısıyla biyolojik değeri de oldukça yüksek bir ürün olma özelliği kazandırmaktadır (Çağlar ve Çakmakçı, 1999).

Laktoz, süt ve süt ürünlerinde bulunan en önemli karbonhidrattır. Aside dayanıklı bir şeker olduğundan midede fermentasyona uğramadan bağırsaklara geçer. Burada laktoz epitel hücreler tarafından salgılanan laktaz enzimi ile parçalanarak bağırsakta asitliği arttırdığından asidofilik mikroorganizmaların gelişmesini sağlamaktadır (Çağlar ve Çakmakçı, 1999). Fakat, laktaz enzimi salgılayamayan (laktoz intolerans) kişiler sütte bulunan laktozu sindiremezler. Süt tüketemeyen bu kişiler yoğurt gibi fermente gıdaları rahatlıkla tüketebilmektedirler. Süt ve ürünleri ile birlikte alınan laktoz bağırsaklarda kalsiyum ve fosfor emilimini düzenler. Diğer şekerlere nazaran daha yavaş hidrolize olması ve asit ortama dayanıklı olması nedeniyle midede kolayca fermentasyona uğramadan bağırsaklara geçer ve parçalanması sonucu açığa çıkan laktik asit ile bağırsaklarda asidik bir ortam oluşturarak kokuşma yapan mikroorganizmaların gelişimini engeller (Metin, 1998; Çağlar ve Çakmakçı, 1999).

Şişmanlık, dünyada sayısı gün geçtikçe artan önemli sağlık problemlerinden birisidir. Yapılan çalışmalar, süt ve süt ürünleri tüketiminin kilo kaybı veya kilo kontrolü amaçlı hazırlanan beslenme programlarında önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir (McKinley, 2005; Mirmiran ve diğ., 2005). Ayrıca, kalsiyumun süt kaynaklı ürünler tüketilerek alınmasının vücuttaki yağ kaybına ve yağ dağılımına olan etkisinin eşdeğer miktarda alınan kalsiyum desteklerine göre daha etkili olduğu belirtilmiştir. Bunun nedeninin sütte bulunan bazı bileşenlerin de bu metabolizmaya katkı sağlaması olduğu bildirilmiştir (Zemel ve diğ.,

2005). Sütün yağ asidi kompozisyonu üzerine yapılan çalışmalarda, trans-yağ asitlerinin ve konjuge linoleik asitlerin vücutta ağırlık kaybına yönelik etkisinin olabileceği belirtilmiştir (Mirmiran ve diğ., 2005).

Yoğurdun çeşitli mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki gösterdiği de yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Adolfsson ve diğ., 2004). Bunun nedeni, düşük bir pH'ya sahip olması, patojen bakterilerin bağırsak duvarına kolonizasyonunu önlemesi ve antibakteriyel maddeler üretmesi olarak gösterilmiştir (Yaygın, 1999). Kazein; civa, kurşun, gümüş, bakır, çinko, alüminyum ve demir gibi ağır metallerin suda çözünen tuzlarını bağlayarak çöker. Bu nedenle zehirli maddelerle çalışan kişilerin sürekli olarak süt ve yoğurt tüketmeleri sağlanarak, metal zehirlenmelerine karşı korunmaları önerilmektedir (Metin, 1998).

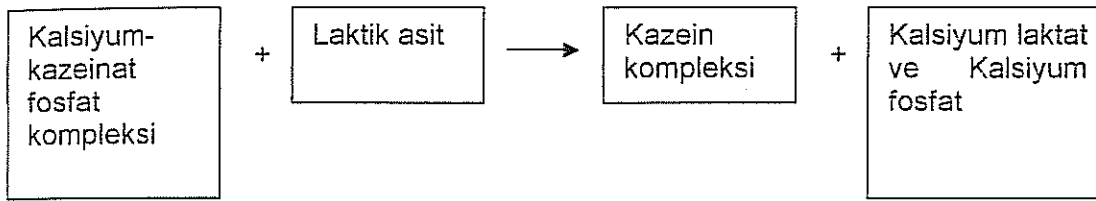
Yapılan klinik çalışmalar, süt ürünleri tüketiminin kan basıncını ve felç riskini azaltıcı role sahip olabileceğini ortaya koymaktadır (Kießling ve diğ., 2002). Süt ürünlerinde bulunan herhangi bir mineralin tek başına bu etkiyle ilişkilendirmesinin zor olacağı, metabolizmaları birbiriyle ilişki içinde bulunan Ca, Mg ve K minerallerinin üçünün birlikte bu riski azaltıcı etki edebileceği belirtilmiştir. Süt, yoğurt ve peynir yüksek miktarlarda Ca, K ve Mg içeriğine sahip süt ürünleridir (Massey, 2001). Kalsiyum, vücutta kemik ve dişlerin de en önemli yapı maddesidir. Ayrıca, yoğurtta bulunan laktoz ve laktik asit, kalsiyumun daha iyi emilimini sağlamaktadır (Çağlar ve Çakmakçı, 1999). Bunun yanı sıra, gıdalardan sağlanan günlük magnezyum ihtiyacının %16'si süt ürünleri tüketilerek karşılanabilmektedir (Massey, 2001).

1.2. Yoğurtta Yapı Oluşum Mekanizması

Yoğurt üretimi amacıyla süte aşılanan yoğurt bakterileri, süt şekerini parçalayıp süt asidi meydana getirmektedirler. Kimyasal yapısı itibarıyla 'kalsiyum-kazeinat- fosfat' kompleksi olarak adlandırılan kazein miseline 'trikalsiyum fosfat' olarak bağlanmış olan kalsiyum ve fosfor asitliğinin artmasıyla kazein misellerinden ayrılarak 'kalsiyum laktat' ve 'kalsiyum fosfat' oluşturur. Bünyesinden kalsiyum ve fosforu süt asidi etkisi ile kaybeden kazein koloidal halini koruyamaz ve pıhtılaşarak yoğurt jelini oluşturur (Şekil 1). Fosfatın hemen hemen tamamı pH 4,8 civarında iken çözülmüş olur. Kazein fraksiyonları arasındaki bağlar koptuğu için kazein pıhtılaşır (Metin, 1998; Yaygın, 1999).

Asitliğinin artmasıyla sütteki kazein kompleksinin pıhtılaşmasında sıcaklığın da önemli bir etkisi bulunmaktadır. Sütün ikinci önemli protein grubunu oluşturan serum proteinleri (peyniraltı suyu proteinleri), ısı işleme karşı oldukça duyarlıdır. Serum proteinleri 70°C'nin üzerinde denatürasyona uğrar ve denatürasyon oranı 80-90°C'lerde süreye bağlı olarak %70-100 arasında değişir. Denatüre olan serum proteinleri kazein misellerinin dış yüzeyinde

toplanır ve bir kompleks oluşturur (Metin, 1998). Oluşan yeni yapı, yoğurdun kalitesini olumlu yönde etkiler. Su tutma kapasitesini artırır, azalan serum ayrılması ile daha sıkı bir jel oluşur (Konar, 1999). Yoğurt üretiminde en iyi kıvam peyniraltı suyu proteinlerinin %85-90 denatürasyonu ile elde edilmektedir. Bu sebeple süte uygulanacak en uygun sıcaklık ve süre parametrelerinin 85°C'de 20-30 dakika veya 90-95°C'de 10-15 dakika veya 95°C'de 5-10 dakika olduğu belirlenmiştir. Kısacası, kazein pıhtılaştığında denatüre serum proteinleri de birlikte çöker. Yoğurt oluşumunda görülen pıhtı, kazein ve denatüre serum proteinlerinin pıhtılaşması sonucu meydana gelmektedir (Konar, 1999; Yaygın, 1999).



Şekil 1. Kazein kompleksi oluşumu

1.3. Yoğurda İşlenecek Sütün Kurumadde Standardizasyonu ve Önemi

TS 1330'a göre yoğurtlarda yağsız kurumadde oranının en az %12 olması gerekmektedir (Anonim, 1989). Oysa inek sütlerinde yağsız kurumadde genelde %8-8,5 arasındadır. Bu nedenle yoğurda işlenecek sütün yağsız kurumaddesinin artırılması gerekmektedir. Özellikle düşük yağlı ve yağsız yoğurtlarda yapı tam yağlı yoğurtlara kıyasla daha gevşek olduğu için kurumadde içeriğinin daha yüksek tutulması önerilmektedir (Üçüncü, 2005). Protein oranının artırılmasının, yoğurdun kıvamı üzerine olumlu etkisi bulunmaktadır. Proteinler su bağlama ve tampon özellikleri ile yoğurdun pıhtı stabilitesini ve dayanımını olumlu yönde etkilemektedir (Yaygın, 1999; Sodini ve diğ., 2004). Yoğurdun viskozite ve serum ayrılması gibi yapı ve kıvam özellikleri tüketiciler tarafından ürünün kabul edilebilirliğini belirleyen en önemli karakteristikleridir (Sodini ve diğ., 2004). Çizelge 1' de yoğurtta yapı, kıvam ve su salmayı etkileyen bazı faktörler verilmiştir.

Çizelge 1. Yoğurtta yapı, kıvam ve su salmayı etkileyen bazı faktörler (Konar, 1999).

1. Sütün kurumaddesi ve özellikle protein miktarı
2. Uygulanan sıcaklıklar
3. Serum proteinleri denatürasyonu
4. Kazein/serum proteinleri oranı
5. Yoğurt kültürü
6. Asitlik

Yoğurdun yapı ve kıvam özelliklerini iyileştirmek amacıyla, sütün protein içeriğini arttırmak endüstriyel anlamda yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu amaçla genelde süttozu ilavesi yaygın bir yöntem olmakla birlikte vakum evaporasyon, ultrafiltrasyon yöntemleri de dünyada kullanılan teknolojik yöntemler arasındadır (Tamime ve Robinson, 2000). Ülkemizde, yoğurt standardına göre, sütün kurumaddesinin artırılmasında, suda çözünme oranı en az %98 olan ve özellikleri TS 1329' da belirtilen süttozu ve koyulaştırılmış sütün kullanılmasına izin verilmektedir (Anonim, 1989; Anonim, 1995).

Gelişen teknoloji ile pek çok süt proteini ürünleri, örneğin kazein ve kazeinatlar, PAS tozu, PASP konsantreleri, yoğurt sütünün protein ve yağsız kurumadde içeriğini arttırmak amacıyla kullanılabilmektedir (Rattray ve Jelen, 1996; Lucey ve Singh, 1998). Her biri farklı özelliklerdeki bu protein kaynaklarının kullanımıyla, yoğurtlarda hem besleyici yönden hem de fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikler yönünden farklılıklar gözlenmektedir (Tamime ve Robinson, 2000).

Yoğurt sütünün farklı proteinlerce zenginleştirilmesi, yoğurdun protein/toplam kurumadde veya peyniraltı suyu proteini/kazein oranını değiştirmektedir. Bu da yoğurdun yapı ve kıvam özelliklerini etkilemektedir (Sodini ve diğ., 2004). Pek çok araştırmacı, peyniraltı suyu ve kazeinat gibi süt proteini ürünlerini tek başına veya birlikte kullanarak yaptıkları çalışmalarda, artan peyniraltı suyu proteini/kazein oranının yoğurdun viskozite ve su tutma özellikleri üzerine olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir (Puvanenthiran ve diğ., 2002; Herrero ve Requena, 2005).

1.3.1. Süttozu

Süttozu, sütün suyunun tamamına yakın bir kısmının buharlaştırılıp toz haline getirilmesiyle elde edilen dayanıklı ve besleyici değeri yüksek bir üründür. Genelde yağlı ve yağsız olmak üzere iki çeşit süttozu üretilmekte olup yağsız süttozu üretimi daha yaygındır. YST, çeşitli süt ürünlerinin elde edilmesiyle açığa çıkan yağsız sütün değerlendirilmesinde (örneğin tereyağı üretiminden elde edilen yağsız süt) iyi bir seçenektir. Yağlı süttozuna göre

YST daha uzun bir raf ömrüne sahiptir (Üçüncü, 1996). Süttozu gıda ve yem sanayinde çok yönlü olarak kullanılabilir. Örneğin, süttozu kullanımı ile az yağlı ve proteince zengin ürünlerin üretimi mümkün olabilmektedir (Fox, 2001). Yaygın olarak kullanılan yağlı ve yağsız süttozlarının genel bileşimi Çizelge 2'de görülmektedir.

Çizelge 2. Süttozlarının yaklaşık bileşimi (%) (Akin, 2004).

Bileşen	Yağlı süttozu	Yağsız süttozu
Yağ	26	1
Laktoz	38	51
Kazein	19,5	27
Serum Proteinleri	4,8	6,6
Mineral Maddeler	6,3	8,5
Su	2,5	3

Süttozları ayrıca püskürtmeli kurutucuya girmeden önce uygulanan ısı işleminin (ön ısıtma) şiddetine bağlı olarak da üç sınıfa ayrılmaktadır. Söz konusu sınıflandırma, serum proteinlerinin, değişen ısı işlem parametreleriyle çöken miktarı arasındaki ilişkiye dayanır. Yani süttozunda denature olmamış serum proteini (WPN) oranı tayin edilmekte ve sonuç 'mg Azot/ g yağsız süttozu' olarak belirtilmektedir. (Üçüncü, 1996; Anonim, 1998):

a) Düşük sıcaklıkta pastörize edilmiş sütten yapılan süttozları; maksimum 71 °C , 2 dak Denatüre olmamış süt serum proteini (mg WPN/ g yağsız süttozu) : 6 ve daha çok.

b) Orta sıcaklıkta pastörize edilmiş sütten yapılan süttozları; 71-79 °C, 20 dak. Denatüre olmamış süt serum proteini (mg WPN/ g yağsız süttozu) : 1,51-5,99

a) Yüksek sıcaklıkta pastörize edilmiş sütten yapılan süttozları; 88 °C , 30 dak. Denatüre olmamış süt serum proteini (mg WPN/ g yağsız süttozu) : 1,5 ve daha az.

1.3.2. Süt Proteinleri ve Ürünleri

Süt proteinleri diğer proteinlere nazaran içerdikleri yüksek miktardaki nitrojen ve esansiyel aminoasitlerle insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Beslenme fizyolojisi dışında teknolojik yönden taşıdığı önem dolayısıyla da son otuz yıldan beri çok geniş bir ürün profiliyle süt proteini ürünleri üretimi, bunlar üzerine yapılan araştırmalar ve tüketimleri yaygınlaşmaktadır (Fox, 2001). Süt proteini ürünleri ve üretim akış şemaları Şekil 2' de özetlenmiştir.

Sütün önemli protein gruplarını oluşturan kazein ve peyniraltı suyu proteinleri gıda sanayinde yapı iyileştirici olmaları, emülsiyon, köpürme ve jel üzerine olumlu etkileri nedeniyle geniş bir kullanım alanı bulmaktadır (Varnam ve Sutherland, 1996).

Süt proteinleri, çok karmaşık yapıda ve 30'dan fazla yapıdan oluşan bir madde grubudur. Ancak bunlar kazein ve serum proteinleri olmak üzere genellikle 2 grup altında toplanmaktadır (Metin, 1998).

1.3.2.1 Kazein

Inek sütünün bileşiminin yaklaşık %3,2'sini süt proteinleri oluşturmaktadır. Bu proteinlerin %80'i kazeinden, %20'si ise serum proteinlerinden meydana gelmektedir (Metin, 1998). Kazein sütün doğal yapısı içerisinde miseller şeklinde bulunmaktadır. Kazein misellerinin yaklaşık %93'ü (kurumaddede) kazein, geriye kalan kısmı inorganik maddelerden (kalsiyum, magnezyum, fosfat, sodyum ve sitrat) oluşur. Miktar açısından en fazla olan kalsiyum ve fosfat 'kolloidal kalsiyum fosfat' formundadır. Kazein bu inorganik maddelerle bir kompleks oluşturur ve bu kompleks 'kalsiyum-kazeinat-fosfat' şeklinde anılır (Metin, 1998; Fox, 2001).

Kazein ısı işlemlere karşı dayanıklı olup, pH değişikliklerine karşı ise (izoelektrik noktası pH 4,6-4,7) son derece hassastır. Kazein bileşenlerinin en önemli özelliği kuvvetli birleşme yeteneğinin olması ve asitle çöktürüldüğü zaman kazeinin tamamen çökmesidir (Wong ve diğ., 1996). Ayrıca, bazı hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal kaynaklı proteolitik enzimler de kazeini pıhtılaştırır. Kazeinin çökme nedenine bağlı olarak 'asit kazein' veya 'maya kazein' meydana gelir (Metin, 1998). Kazein suda çözünmeyip alkali ortamda çözünür. Kazein (asit kazein), alkalide çözündürülerek, suda yüksek oranda çözünebilen ürünler olan kazeinatlar elde edilir (Akin, 2004).

Kazeinin (asit kazein) inorganik asit ve alkalilerle tepkimeye girmesiyle elde edilen sodyum kazeinat ve kalsiyum kazeinat gibi ürünlerin süt teknolojisinde önemli yeri bulunmaktadır (Metin, 1998). Kazeinatlar taze asit kazein veya kurutulmuş asit kazeinin, alkalide (NaOH, KOH, NH₄OH veya Ca(OH)₂) çözündürülmesi ve daha sonra püskürtülerek kurutulması ile elde edilir. Na-kazeinat en çok üretilen kazeinat çeşitidir (Akin, 2004).

1.3.2.1.1. Kazein ve Kazeinatların Fonksiyonel Özellikleri ve Gıdalarda Kullanım Alanları

Sütün en önemli proteini olan kazein, büyüme ve gelişme için gerekli olan aminoasitleri sağlarken, vücudun pek çok fonksiyonunu düzenleyici etki de göstermektedir. Bu nedenle gıdaların besleyici ve fonksiyonel özelliklerini artırma (proteince zenginleştirilmiş gıdalar

gibi) amacıyla kazein veya kazeinatların kullanımı yaygınlaşmaktadır. Ayrıca, özel amaçlarla hazırlanan gıda reçetelerinde de (sporcu gıdaları, düşük sodyum içerikli bebek mamaları vd.) kullanılmaktadırlar. Ayrıca hedeflenen mineral kompozisyonunun sağlanması amacıyla bebek mamalarının veya düşük laktoz içerikli gıdaların bileşiminde de yer almaktadırlar. Kazein hidrolizatları prematüre veya çeşitli bağırsak hastalıklarına sahip bebeklerin beslenmesi amacıyla hazırlanan gıdalarda da kullanılmaktadır (Ennis ve Mulvihill, 2000; Fox, 2001; Akın, 2004).

Kazein ve kazeinatlar, ürünleri beslenme açısından daha fonksiyonel hale getirme özelliklerinden başka sahip oldukları emülsifiye etme, jelleşme, köpürme, su bağlama, ve hacim artışı sağlama özellikleri nedeniyle pek çok gıda üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Fox, 2001). Süt ve süt ürünlerinde özellikle imitasyon süt ürünlerinin yapımında su ve yağ bağlama ve yapı düzeltici özellikleri nedeniyle kullanılmaktadırlar. Örneğin sodyum kazeinat, kahve beyazlatıcılarında beyazlaştırıcı ve emülsifiye edici olarak, yoğurta kurumaddeyi arttırmak ve yapıyı düzeltmek amacıyla ve dondurma ve pudinglerde stabilizatör ve emülsifiye edici özellikleri nedeniyle kullanılmaktadırlar. Kazeinatlar et ve et ürünlerinde de jelleşme ve su bağlama gibi özellikleriyle geniş bir kullanım alanına sahiptirler (Metin, 1998; Ennis ve Mulvihill, 2000).

1.3.2.2. Peyniraltı Suyu (PAS) ve PAS Proteinleri (PASP)

Peynir üretimi sırasında pıhtının süzülmesiyle peynirin esasını oluşturan kazein ve yağ pıhtıda tutulmakta geriye peyniraltı suyu (PAS) kalmaktadır. PASP, albuminler (β -laktoglobulin, α -laktalbumin), globulinler ve proteoz-peptonlardan oluşmaktadır. Toplam esansiyel aminoasit içeriği itibarıyla en yüksek değere sahip olan PASP, diğer proteinlere nazaran daha yüksek biyolojik değere sahiptir (Metin, 1998; Tarakçı ve Küçüköner, 2003). Bazı gıdaların biyolojik değerleri Çizelge 3'de görülmektedir.

Gelişen teknoloji ve yapılan araştırmalarla, süt proteinlerinin biyolojik ve fonksiyonel özelliklerinden yararlanma amacıyla farklı ürün çeşitleri geliştirilmekte ve gıdalarda geniş bir kullanım alanı bulmaya devam etmektedir. Geniş bir pH aralığında çözünebilme yetenekleri, katıldıkları ürünün tat ve renk gibi özelliklerinde değişime neden olmamaları diğer alternatiflere (yumurta, soya proteinleri vd.) göre tercih edilebilirliklerini arttırmaktadır (Fox, 2001; Warner ve diğ., 2001).

Çizelge 3. Gıdaların biyolojik değerleri (Tarakçı ve Küçüköner, 2003).

Gıdalar	Biyolojik Değer
Laktalbümin	104
Tam yumurta	100
Patates	98
İnek sütü	88
Soya unu	84
Kazein	72

Şekil 2'de de görüldüğü üzere, PAS'dan evaporasyon, ters ozmoz, ultrafiltrasyon, diafiltrasyon ve iyon değiştirme gibi yöntemlerle farklı özelliklerde PASP ürünleri elde edilmektedir (Akın, 2004; Tarakçı ve Küçüköner, 2003). PASP ürünlerinin protein içerikleri aşağıda belirtilmiştir.

PAS tozu: %10-15

PASP konsantreleri: %34-80

PASP izolatları: %90'dan fazla tadır.

1.3.2.2.1. PASP'nin Fonksiyonel Özellikleri ve Gıdalarda Kullanım Alanları

Değişen tüketim alışkanlıklarıyla tüketiciler, gıdalardan sadece karın doyurma ve beslenme yönüyle faydalanmaktan başka sağlık üzerine olumlu katkı sağlayan, hastalıkları önleyici etkiler de beklemektedirler. İnsanlar ve hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarla PAS proteinlerinin (α -laktalbumin, β -laktoglobulin, kan serumu albümini, immünoglobulin, proteoz-peptonlar) antioksidan özellik gösterdiği, birçok hastalığı (kolon kanseri, göğüs kanseri, gastrointestinal rahatsızlıklar) önlediği ve bağışıklık sistemi üzerine olumlu etki ettiği tespit edilmiştir (McIntosh ve diğ., 1998; Warner ve diğ., 2001). Hızlı yaşam temposu ve beslenme alışkanlıklarıyla ilişkili olduğu düşünülen kolon kanseri üzerine PASP, kazein, et ve soya proteinlerinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, PASP ile beslenen farelerde bu hastalığın görülme sıklığı en düşük seviyede bulunmuştur. Hayvanların sadece %30'unda kolonda tümör oluşumu gözlenirken, bu oran et proteinleri ile beslenenlerde %55; soya proteini ile beslenenlerde ise bu oran %60'a çıkmıştır (Smithers ve diğ., 1996).

α -Laktalbumin ve laktoferrin, anne sütünün en önemli proteinleridir. İnek sütü kullanılarak üretilen bebek maması formülasyonlarında, kompozisyon olarak anne sütüne benzer bir ürün elde edebilmek için, PASP ve protein fraksiyonları kullanılan önemli hammaddeler arasında bulunmaktadır (Jost ve diğ., 1999).

PASP, yüksek protein kalitesine sahip olup, yüksek oranlarda dallanmış zincir aminoasitleri (branched chain aminoacid, BCAA) içerir. Lösin, izolosin ve valin, protein metabolizmasında önemli bir yere sahip olduğu gibi, ayrıca hızlı bir enerji kaynağıdır. Bu özellikleri nedeniyle PASP'nin sporcu gıdalarında kullanımı da oldukça yaygındır. Ayrıca PASP yapılarında bulunan sülfür içeren sistin ve metionin aminoasitlerinden dolayı da antioksidan özellik göstermektedirler (Ha ve Zemel, 2003).

PASP yüksek kalsiyum içeriğiyle (800 mg/ 100 g veya daha fazla) özellikle çocuklar, hamile bayanlar ve yaşlıların beslenmesi açısından da önemlidir. Özellikle kalsiyumca zenginleştirilmiş gıdaların bileşiminde yer almaktadırlar.

1.4. Yoğurta Lezzet Oluşumu

Yoğurta lezzet oluşumunda birçok bileşik etkili olup, kullanılan yoğurt kültürleri bu lezzet bileşiklerinin oluşmasında öncelikle sorumludurlar. Bu bileşikler 4 gruba ayrılmaktadır (Tamime ve Robinson, 2000).

- Uçucu olmayan asitler (laktik, pürivik ve okzalik)
- Uçucu asitler (formik, asetik, propiyonik ve bütirik)
- Karbonil bileşikler (asetaldehit, aseton, asetoin ve diasetil)
- Diğer maddeler (protein, laktoz ve yağlardan ısıl işlem veya enzimatik parçalanmalar sonucu açığa çıkan maddeler)

Asetaldehit, yoğurdun kendine has karakteristik lezzetinin oluşmasında etkili olan en önemli aroma maddesidir. Asetaldehit laktozun fermentasyonu sonucunda oluşmaktadır. Yoğurta az miktarda bulunan diasetil ve asetoin oluşumunda ise *S. thermophilus* suşları rol oynamaktadır (Yaygın, 1999).

Yoğurta asetaldehit oluşumu kullanılan sütün türüne (inek, koyun, keçi), yoğurt sütünün kurumaddesinin artırımında kullanılan bileşenlere, süte uygulanan ısıl işleme, ve *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* suşlarının kültür içindeki oranlarına bağlı olarak değişmektedir (Tamime ve Robinson, 2000). Asetaldehitin bir kısmı inkübasyon sırasında oluşur, soğutma ve olgunlaşma süresince de oluşmaya devam eder ve yoğurt üretiminden 12-20 saat geçtikten sonra yavaş yavaş azalmaya başlar. Asetaldehitin indirgenmesi sonucu etil alkol, yükseltgenmesi sonucu ise asetik asit meydana gelmektedir (Gönç, 1999).

Süt şekerinin fermentasyonu sonucunda oluşan süt asidi ise yoğurdun kendine özgü ekşi tadını oluşturan en önemli maddelerden biridir. Süt asidi miktarının fazlalaşması, yoğurta ekşiliği arttırdığı için istenmeyen bir özelliktir (Yaygın, 1999).

1.5. Yoğurtların Duyusal Değerlendirmesi ve Kullanılan Duyusal Değerlendirme Teknikleri

Gıda kalite kontrolünde mevcut olan pek çok objektif değerlendirme yönteminin (fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik) yanı sıra, duyusal değerlendirmenin önemi de gün geçtikçe artmaktadır. Gıdalarda tüketici kabulünü etkileyen kalite kriterlerinin (lezzet, aroma gibi) değerlendirilmesinde nesnel yöntemlerin yetersizliği ve bunların yalnızca duyusal testlerle saptanabilmesi, duyusal testlerin önemini arttırmaktadır (Altuğ, 1993).

Duyusal analizler ve pazar analizlerinde önemli bir yer tutan tüketici testleri, ürünün en son kullanıcısı olan tüketicilerin tercihlerini oluşturan faktörlerin belirlenmesinde rol oynayan önemli tekniklerdir (Bogue ve Ritson, 2004).

Duyusal değerlendirmeler genel olarak, duyu organları ile doğru algılama yapabilecek panelistlerden oluşan bir panel tarafından yapılır. Gıdaların duyusal değerlendirmesinde genel olarak görünüş, yapı, kıvam ve lezzet açısından değerlendirmeler yapılır (Metin ve Öztürk, 2002).

TS 1330'a, göre yoğurtların duyusal değerlendirilmesinde gözönüne alınabilecek tat ve yapı özellikleri ile puanlama kriterleri Çizelge 4' de belirtilmiştir (Anonim, 1989). Bu tür testler genelde ürünlerde meydana gelebilen görünüm, tat/lezzet veya yapı kusurlarının bulunmasına yönelik olup kalite derecelendirmesi testlerindedir. Bu tür derecelendirmeler uzmanlar tarafından yapılmaktadır.

Diğer bir teknik ise; tarife dayalı duyusal analiz teknikleri olup, gıdaların görünüm, lezzet, yapı ve kıvam gibi duyusal karakteristiklerinin, eğitilmiş panelistler tarafından kalitatif ve kantitatif olarak ayrıntılı bir şekilde ortaya konduğu bir tekniktir (Meilgaard ve diğ., 1999). Bu testlere katılacak panelistler, tat, koku, lezzet gibi duyusal karakteristikleri ayırt edebilme yeteneği olan, ilgili ve yapılacak panel eğitimlerine zaman ayırabilecek kişilerden oluşmaktadır (Altuğ, 1993). Bu yöntem, süt (Chapman ve diğ., 2001), peyniraltı suyu (Karagül-Yüceer ve diğ.,2003a), Cheddar peyniri (Piggott ve Mowat, 1991; Drake ve diğ., 2001; Avsar ve diğ., 2003), keçi peyniri (Carunchia-Whetstine ve diğ., 2003; Park ve Drake, 2005), dondurma (Friedeck ve diğ.,2003) ve yoğurt (Drake ve diğ., 2000; Jaworska ve diğ., 2005) gibi çeşitli ürünlerin duyusal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Tarife dayalı duyusal analiz tekniklerinden biri olan Spectrum™ metodunda bir panel lideri tarafından eğitim verilen ve yaklaşık 10-12 kişiden oluşan panel grubu ürünü tanımlayabilecek duyusal özelliklerine (görünüm, koku, tat, lezzet, yapı) ait terimleri geliştirerek her bir tanımlayıcı terim için referans madde veya maddeler belirlemektedirler. Spectrum™ metodu ayrıntılı ve her aşaması zaman gerektiren (örneğin, yaklaşık 15-20 saat söz konusu ürün için terminoloji geliştirme aşaması, 10-20 saat arasında değişebilen skala kullanma

Çizelge 4. Yoğurtların puanla duyuşal değerlendirilmesi (Anonim, 1989).

Özellik	Nitelik	Puan
Görünüş	•Temiz, parlak, süt renginde, serum ayrılması yok, homojen, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan	5
	•Temiz, süt renginde, serum ayrılması yok, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan	4
	•Temiz, mat, az sayıda çatlak ve az miktarda serum ayrılması	3
	•Süt renginden farklı bir renk, çok sayıda çatlak, gaz kabarcığı, serum ayrılmış, yabancı madde var	1-2
Kaşıkla kıvam	•Kaşıkla alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda; homojen karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık gösteren, serum ayrılmayan	5
	•Kaşıkla alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda; homojen karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık gösteren, serumu az ayrılan	4
	•Alınan kesitte akıcılığı az, hafif pütürlü yapıda, karıştırıldıktan sonra akıcı ve serumu ayrılan	3
	•Alınan kesitte çok akıcı, homojen olmayan ve pütürlü, dipte tortu bulunduran, karıştırıldıktan sonra çok akıcı ve serumu ayrılan	1-2
Ağızda kıvam	•Dille damak arasında kolay dağılmayan dolgun yapıda ve homojen	5
	•Dille damak arasında az dağılan dolgun yapıda ve homojen	4
	•Ağıza alındığında dağılan, hafif pütürlü	3
	•Dille damak arasında tutulamayan, akıcı, homojen olmayan, pütürlü yapıda	1-2
Koku	•Kendine özgü hoş kokulu	4-5
	•Kendine özgü olmayan veya yabancı koku içeren	3
	•Kendine özgü olmayan, alkolümsü, yanık veya yabancı koku içeren	1-2
Tat	•Kendine özgü hafif ekşimsi tatta	5
	•Hafif ekşimsi veya hafif tatlımsı	4
	•Ekşimsi, hafif acımsı, hafif sabunumsu, hafif küfümsü, hafif yanık tatta olan veya yabancı tat içeren	3
	•İleri derecede ekşimiş, küfümsü, acımsı, sabunumsu, yanık tatta olan	1-2

eğitimleri gibi) bir eğitim periyodu içerir. Eğitim süreleri panelistlerin daha önceki deneyimlerine bağlı olarak değişmektedir. Panelistler, söz konusu ürün için geliştirilen her bir terim için önceden tanımlanmış referans standartlar ve bu standartların farklı şiddet ve yoğunluktaki örnekleriyle, 0-15 puanlı skala üzerinde yoğunluk belirleme eğitimleri alırlar. Panelistlerin eğitimlerine ön denemelerle ele alınan ürünlerde, söz konusu özellikleri ve şiddetlerini belirleyebilecek deneyimi kazanıncaya kadar devam edilir. Daha sonra deneme örneklerinin değerlendirmesine geçilir (Meilgaard ve diğ., 1999; Murray ve diğ., 2001).

Gıda sektöründe yeni ürün geliştirme, formülasyon değişiklikleri, pazar araştırması gibi çeşitli amaçlarla tüketici beğenisi veya tercihi testleri yapılarak tüketicilerin tepkileri belirlenmektedir. Tüketici tercih çalışmalarında gıdaların, görünüş, lezzet ve yapısal özelliklerine tüketicilerin gösterdikleri tepkiler ölçülmektedir. Tüketici testleri içinde en yaygın olanı beğeni derecesini belirlemek amacıyla kullanılan 'hedonik' testtir (Altuğ, 1993). Hedonik testler panel eğitimi gerektirmeyen testler olup kullanılan skalalar 9, 7 veya 5 puanlı/ifadeli olabilir (Meilgaard ve diğ., 1999).

1.6. Yoğurtlarda Karşılaşılabilecek Duyusal Kusurlar

Yoğurt standardına göre (TS 1130) kaliteli bir yoğurt, parlak süt renginde, homojen yapıda ve yapı ve görünüm açısından çatlak, gaz kabarcığı ve serum ayrılması olmayan, kendine has hafif mayhoş lezzete ve fermente aromaya sahip bir süt ürünüdür (Anonim, 1989).

Görünüm ve yapı özellikleri, yoğurt ve benzeri yarı katı gıdaların kalite değerlendirmesinde göz önüne alınan ve tüketici tarafından ürünün kabul edilebilirliğini belirleyen en önemli faktörlerdendir (Pereira ve diğ., 2003). Yoğurdun görünüm ve yapı özellikleri üzerinde etkili faktörlerin başında, kurumadde içeriği, kurumadde artırımında kullanılan materyaller, kullanılan yoğurt kültürü, stabilizatör çeşidi ve miktarı, uygulanan teknolojik işlem basamakları (homojenizasyon, ısı işlem, inkübasyon sıcaklığı, soğutma koşulları gibi) gelmektedir (Lucey, 2004). Üretimleri esnasında bu faktörlerde oluşabilecek farklılıklar dolayısıyla, piyasada farklı özelliklerde ürünler bulunabilmektedir. Set tipi yoğurtlarda, çoğunlukla rastlanan görünüm ve yapı kusurlarının başında zayıf ve gevşek pıhtı yapısı gelmektedir. Bunun dışında, 'topaklı' veya 'granüllü yapı' olarak tanımlanan protein nodüllerinin varlığı da tüketiciler tarafından kabul edilemeyecek bir kalite kusurudur. Bir diğer yapısal kusur ise, yoğurt yüzeyinde su birikintisi şeklinde görülen serum ayrılmasıdır (Lucey ve Singh, 1998).

Yoğurdun kalitesini etkileyen diğer önemli bir duyusal karakteristik ise lezzetidir. İyi bir yoğurt, hoş ve dengeli bir lezzete sahip olmalıdır. Kullanılan yoğurt kültürünün aktivitesinin zayıf olması, inkübasyon süresinin yetersiz olması gibi nedenlere bağlı olarak yoğurtlarda 'zayıf lezzet' denilen kusurlarla karşılaşılabilmektedir. Asitliğin çok fazla gelişmesi sonucunda ise yoğurtta 'ekşilik' artmaktadır. Yoğurtlarda ekşilik, kişiden kişiye hatta ülkeden ülkeye değişiklik gösterebilmektedir. Üretim sırasındaki hijyenik koşulların yetersizliği veya üretim hataları nedeniyle, sabunumsu, metalimsi, yanık tat ve koku gibi istenmeyen tat ve aroma kusurları da oluşabilmektedir (Şimşek ve diğ., 1999).

Yoğurt bakterileri zayıf da olsa proteolitik aktivite göstermeleri nedeniyle açığa çıkan peptitler ve aminoasitler yoğurdun lezzetini olumsuz yönde etkilemektedir. *S. thermophilus*'a göre daha fazla proteolitik aktivite gösteren *L. bulgaricus* yoğurtta acı peptitlerin oluşumuna neden olabilmekte ve yoğurtlarda 'acılık' olarak nitelendirilen tat bozukluğuna neden olabilmektedir (Gönç, 1999; Güven ve Karaca, 2003). Acılık şiddetinin artması, yoğurdun lezzetini olumsuz yönde etkiler (Güven ve diğ., 2005). Yoğurtlarda karşılaşılabilecek duyu kusurları ve bunların olası nedenleri Çizelge 5' de özetlenmiştir.

Çizelge 5. Yoğurtlarda görülebilecek bazı kusurlar ve olası sebepleri (Yaygın, 1999; Tamime ve Robinson, 2000).

Kusur	Olası Nedenleri
Yapısal	
Serum Ayrılması	Düşük kurumadde veya yağ içeriği Sütte mineral madde fazlalığı Sütün ısıtma derece ve süresinin yetersiz olması Homojenizasyon basıncının düşük olması Yoğurdun sarsılması, çalkalanması İnkübasyon sıcaklığının çok yüksek ve süresinin uzun olması
Düşük Viskozite	Sütte kurumadde azlığı Sütün ısıtma derece ve süresinin yetersiz olması Mayalama ve inkübasyon sıcaklığının düşük olması Kültürün gereğinden az ilave edilmesi Sütte antibiyotik veya soda bulunması
Gaz Belirtisi	Yoğurtta maya fermantasyonunun olması Yoğurdun yüksek sıcaklık derecelerinde muhafaza edilmesi Koliform bulaşması
Topaklı Pıhtı	Süttozunun iyi eritilmemiş olması Fazla miktardaki PASP oranı İnkübasyon sıcaklığının çok yüksek olması Kullanılan kültür çeşidi
Tat ve Aroma	
Yavanlık	Sütün bozuk ve yağsız olması Kültürün bozuk olması İnkübasyon sıcaklığının düşük, sürenin kısa olması
Ekşilik	Kültürün fazla katılması veya bozuk olması İnkübasyon sıcaklığının yüksek, sürenin uzun olması Yoğurdun hızlı bir şekilde soğutulmaması
Acılık	Kültürün az ilavesi Kültürde proteolitik bakteri bulunması Çiğ süt kalitesinin düşük olması

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yoğurt sütünün kurumadde içeriğinin artırılmasıyla ilgili olarak yapılan çalışmalarda genellikle süt kaynaklı farklı toz bileşenler (süttozu, peyniraltı suyu tozu veya konsantresi ve kazeinat) kullanılarak yoğurt kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Konuyla ilgili olarak Metin ve Tavlaş (1986) yoğurt üretiminde NaCn kullanımının yoğurdun duyusal özellikleri üzerine etkilerini süttozu kullanımı ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Yoğurtta duyusal açıdan en iyi özelliklerin % 0,5 NaCn kullanımı ile sağlandığı ve ürün kalitesi bakımından % 0,5 NaCn kullanımının % 3 süttozu kullanımını ikame edecek nitelikte olduğu ortaya konulmuştur.

Mistry ve Hassan (1992), %84 protein içeriği olan yüksek süt proteini tozu kullanarak ürettikleri yağsız yoğurtlarda fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal farklılıkları ortaya koymuşlardır. Bu amaçla yağsız süte protein içeriği % 5,2'den % 11,3'e; kurumadde içeriği % 11,1'den % 15'e kadar değişen oranlarda yüksek süt protein tozu ilave edilmiştir. Kontrol grubu olarak alınan yoğurtlar yağsız süttozu ile kurumadde içeriği %14 olacak şekilde hazırlanmıştır. Örneklerin duyusal değerlendirilmesi 3-5 kişiden oluşan bir panel tarafından gerçekleştirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda protein içeriği % 5,6'dan fazla olan yoğurtların yapısının çok sıkı ve buruk bir tada sahip oldukları saptanmıştır. İyi kalitede bir yağsız yoğurt üretimi için, yağsız süte % 5,6 protein içeriğine kadar yüksek süt proteini tozu ilave edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Hekmat ve McMahon (1997) yaptıkları bir çalışmada, % 1, 2 ve 4 oranlarında demirce zenginleştirdikleri yağsız yoğurtlarda 30 günlük depolama süresince mikrobiyolojik ve duyusal değişimleri incelemişlerdir. Demirle zenginleştirmenin yoğurtlarda mikrobiyal gelişim üzerine etkisi önemsiz bulunurken, 30 gün sonunda yoğurt bakterileri sayısında azalma olduğu belirtilmiştir. Panelistler tarafından yoğurtlar için geliştirilen tat ve aroma kusurları okside, metalik tat ve acılık olup, demirce zenginleştirilmiş yoğurtların kontrole göre daha fazla okside tada sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca 75 kişinin katıldığı tüketici testi sonucuna göre, yoğurtlar arasında görünüm, ağız hissi ve lezzet açısından fark bulunmamış olup, yoğurdun demirle zenginleştirmeye uygun bir ürün olabileceği sonucuna varılmıştır.

Alpaslan ve Gündüz (2000) farklı stabilizatör kombinasyonlarının (Arap zamkı, Karboksimetil selüloz, jelatin, agar ve keçi boynuzu unu) kullanımının, yoğurdun fiziksel, kimyasal ve duyusal nitelikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Buna göre, kullanılan stabilizatör kombinasyonlarının yoğurtların görünüm, koku ve kıvam özellikleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Ancak farklı stabilizatör kombinasyonlarının yoğurtlarda serum ayrılması miktarını azaltmadığı gözlenmiştir.

Drake ve diğ. (2000) ucuz bir hammadde olması, besleyici ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle düşük yağlı yoğurtlarda soya proteini konsantrati kullanımının (%1; 2,5; 5 oranlarında) yoğurtların kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerine etkisini belirlemişlerdir. Spectrum™ metodu kullanılarak yoğurtlara ait yapı, aroma ve tat özellikleri belirlenerek, bu özellikler yönünden ürünler arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur. Yoğurt bakterileri üzerine soya proteinlerinin etkisi önemsiz bulunurken, viskozite, kıvam, soya aroması ve tebeşirimsi tat özelliklerine verilen puanlar yoğurtta kullanılan soya proteini oranı yükseldikçe artış göstermiştir. Sonuçta %1 ve %2,5 oranında soya proteinince zenginleştirilmiş yoğurtların geleneksel yoğurtlara benzer nitelikler taşıdığı belirtilmiştir.

Gonzalez-Martinez ve diğ. (2002), yoğurt yapımında peyniraltı suyu tozunu 5 farklı oranda (%0; 1,56; 3,2; 3,64; 5,2) sütünun yerine kullanarak ürünlerdeki fiziksel ve duyusal farklılıkları belirlemeye çalışmışlardır. Buna göre, fermantasyonun ilk aşamasında PAS tozu içeren ürünlerde kontrole göre pH düşüşünün daha yavaş gerçekleştiği ve serum ayrılmasının daha fazla olduğu saptanmıştır. Ayrıca, yüksek oranda PAS tozu içeren (% 3,64- 5,2) örnekler duyusal panel tarafından daha çok tercih edilmiştir.

Güven ve Karaca (2003) yoğurt üretiminde kullanılan kurumadde artırım yöntemlerini karşılaştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, yoğurt sütünun kurumaddesini evaporasyon, yağsız sütünun, PAS tozu, yayıkaltı tozu ve bunların karışımlarını kullanarak arttırmışlardır. Sonuç olarak, farklı oranlarda kurumadde artırım yöntemleriyle yoğurtların kıvam ve serum ayrılması değerlerinde farklılıklar gözlenmiştir. Ayrıca, kullanılan farklı yöntemlerin yoğurtların duyusal özelliklerini de önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca, yoğurtların pH, kıvam, serum ayrılması ve asetaldehit değerleri üzerine depolama süresinin etkisinin önemli olduğu saptanmıştır.

Remeuf ve diğ. (2003) farklı bileşenlerle sütün kurumadde içeriğini artırmanın ve uygulanan ısı işleminin yoğurtların yapısı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yoğurt sütleri, sütünun (kontrol), PASP konsantresi, kazeinat (sodyum ve kalsiyum) ve PASP konsantresi-kazeinat karışımları ile protein içerikleri % 4,5'a getirilerek, 90 °C'de 1 ve 5 dakika olmak üzere iki farklı ısı işlemi uygulanmıştır. Kazeinatla zenginleştirilmiş yoğurtlarda ısı işleminin yoğurdun jel yapısına etkisi önemsiz bulunurken, PASP konsantresi ile zenginleştirilen sütlerde artan süreye bağlı olarak PASP denatürasyonu artarak jel yapısının olumlu etkilendiği saptanmıştır. Ayrıca, viskozite ve su tutma kapasiteleri de artmıştır.

Herrero ve Requena (2005) %1 oranında PASP konsantresi ile zenginleştirilen keçi sütlerinden elde edilen yoğurtların yapı ve kıvam özelliklerini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada, PASP konsantresinin yoğurdun yapı ve kıvam özelliklerini olumlu yönde etkilediğini belirlemişlerdir.

Jaworska ve diğ. (2005) yaptıkları bir çalışmada, ticari olarak piyasada satılan set tipi sade yoğurtların duyusal ve yapısal özelliklerinin, genel duyusal kalitelerini ve tüketiciler

tarafından kabul edilebilirliğini nasıl etkilediğini ortaya koymuşlardır. Piyasadan toplanan 6 yoğurt örneğinin, tarife dayalı duyusal analiz tekniği (QDA[®]) ile duyusal karakteristikleri belirlenmiştir. Yoğurt fermente aroması, pişmiş tat, yabancı tat ve koku, ağızda hissedilen kıvam, ekşilik, tatlılık, tuzluluk ve acılık yoğurtlarda belirlenen tanımlayıcı terimler olmuştur. Ayrıca, üründe bulunan yabancı tat, koku ve acılığın ürünün tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini etkileyen faktörlerden olduğu belirtilmiştir.

Güven ve diğ. (2005) farklı düzeylerde inülin ilavesinin, yağsız yoğurtların kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, %1'den fazla inülin eklemenin yoğurtlarda serum ayrılması ve kıvamı arttırdığını saptamışlardır. Yoğurtların asetaldehit, pH ve titrasyon asitlikleri üzerine inülin ilavesinin etkisinin olmadığını, tirozin ve uçucu yağ asidi değerleri üzerine ise negatif yönde etki ettiğini saptamışlardır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yoğurt Yapımında Kullanılan Hammaddeler

Standart bir hammadde kullanmak amacıyla, Pınar Süt Mamülleri Sanayi A.Ş. tarafından sağlanan %95 kurumadeli yağsız sütünuzundan yaklaşık %12 (%11,79 ± 0,03) kurumadeli süt elde edilmiştir. Yoğurt yapımında kullanılacak sütlerde kurumadde artırımında kullanılan peyniraltı suyu protein (PASP) izolatu, yoğurtlarda yapı geliştirici olarak kullanılan yüksek konsantre süt proteini içerikli yoğurt yapı geliştirici (TI™) ve sodyum kazeinat (NaCn) Fonterra (Yeni Zelanda) firması tarafından sağlanmıştır. Kullanılan hammaddelerin yaklaşık bileşimi Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Yoğurt yapımında kullanılan hammaddelerin yaklaşık bileşimi*.

Özellik (%)	YST	PASP izolatu	TI	NaCn
Protein	37	93,2	80,8	93,0
Yağ	1	0,3	2,5	0,7
Laktoz	54	0,6	6,5	0,1
Kül	8	2,1	4,3	3,6
Su	4	5,1	5,1	4,5

* Üretici firmalardan alınan ürün spesifikasyonlarına göre oluşturulmuştur.

3.1.2. Yoğurt Kültürü

Araştırmada, Peyma-Hansen A.Ş.'den (İstanbul) satın alınan ve yoğurt bakterilerini içeren YC 350 (Chr. Hansen's, Danimarka) yoğurt kültürü kullanılmıştır.

3.1.3. Yoğurt Kapları

Araştırmada, Biga Meslek Yüksek Okulu süt işletmesi tarafından sağlanan 200 g'lık plastik, kapaklı yoğurt kapları kullanılmıştır. Ayrıca tüketici testinde kullanılmak üzere 40 ml hacimli ve kapaklı plastik kaplar Sancar Gıda San. Tic. Ltd. Şirketi'nden (İstanbul) satın alınmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Yoğurt Yapımı

Yağsız süttezu ile kurumaddesi % 11,79 ± 0,03'e ayarlanan 8 lt süt dört eşit kısma ayrılmıştır (Şekil 3). Yoğurt sütünün kurumaddesini % 1 oranında arttıracak şekilde birinci kısma YST (kontrol), ikinci kısma PASP izolatu, üçüncü kısma TI™ ve dördüncü kısma NaCn ilave edilmiştir. Karıştırılarak homojen hale getirilen numuneler su banyosunda 90°C' ye kadar ısıtılıp bu sıcaklıkta 15 dakika pastörize edilmiş ve bu sürenin sonunda hızla 43°C' ye kadar soğutulmuştur. Üretici firma tarafından önerilen oranda yoğurt kültürü ilave edilerek plastik kaplara (200 g'lık) dolun yapılmıştır. Karışımlar 43°C'de 3-4 saat inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyondan sonra yoğurtlar soğutulurak buzdolabı koşullarında (4±1°C) 12 gün depolanmıştır. Depolamanın 1., 6. ve 12. günlerinde yoğurtlara fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizler uygulanmıştır. Yoğurt üretimi iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Süte Uygulanan Analizler

3.2.2.1. Kurumadde

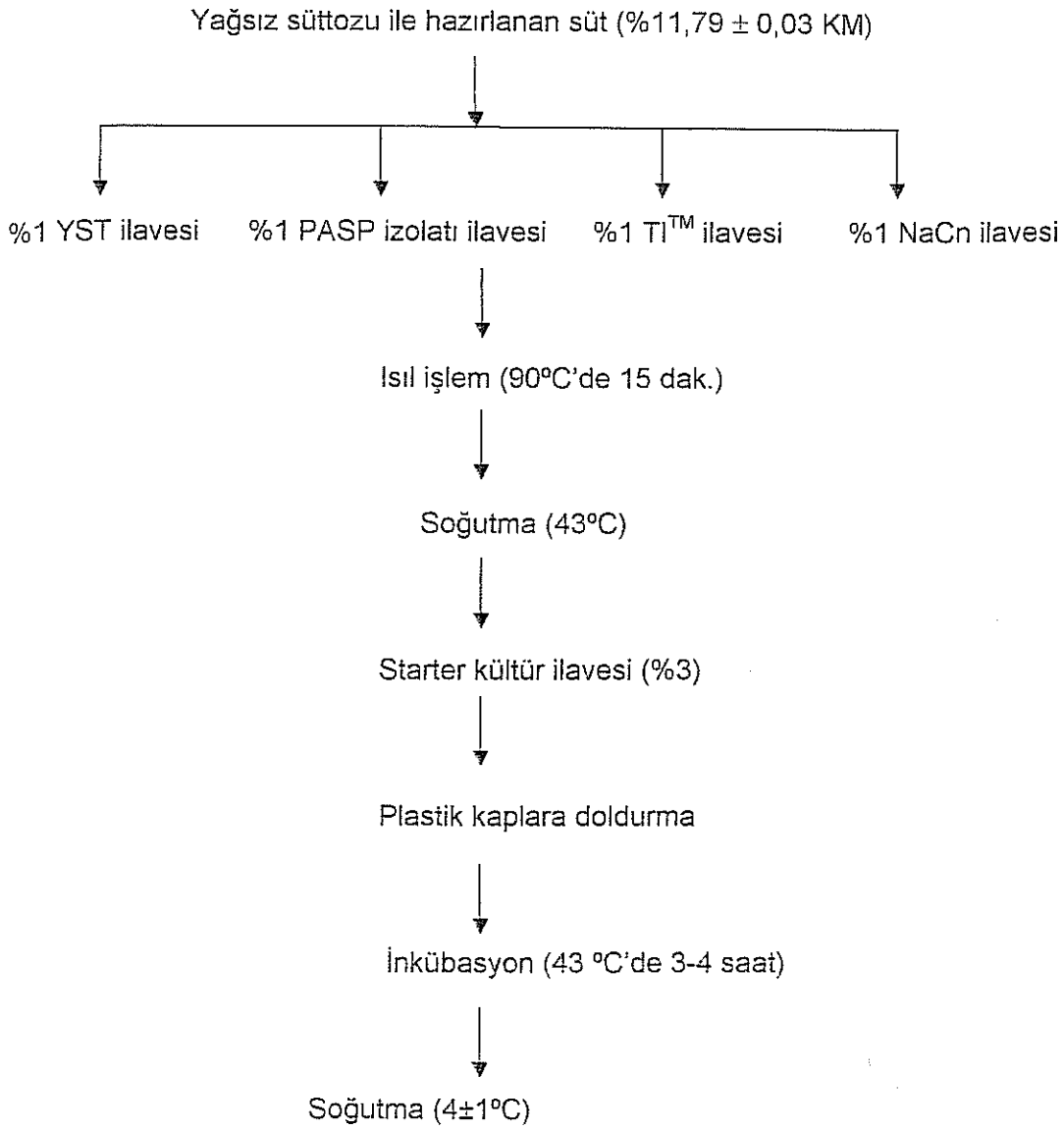
Kurumadde analizi gravimetrik yöntemle TS 1018' e göre yapılmıştır (Anonim, 1994).

3.2.2.2. Asitlik Tayini

Titrasyon asitlikleri, Soxhlet-Henkel (°SH) cinsinden TS 1018'e göre yapılmıştır (Anonim, 1994). pH ölçümleri Hanna H211 pH metre kullanılarak yapılmıştır.

3.2.2.3. Protein Tayini

Toplam protein, Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Bradley ve diğ., 1992).



Şekil 3. Yoğurt örneklerinin üretim akış şeması.

3.2.3. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Fiziksel Analizler

3.2.3.1. Viskozite

Viskozite ölçümleri, LV-SC4-34 başlığı kullanılarak Brookfield vizkozimetresi (Model DV II+ Pro and Rheocalc software; Brookfield Engineering Laboratories, Inc., MA) ile 4 rpm hızda gerçekleştirilmiştir. Viskozite ölçümlerinden önce yoğurt örnekleri mutfak tipi el mikseri ile en düşük devirde 15 saniye karıştırılmıştır. Viskozite ölçümlerinde yoğurtların sıcaklığı 20°C' dir.

3.2.3.2. Serum Ayrılması

Örneklere serum ayrılmasının saptanması volumetrik olarak gerçekleştirilmiştir. Yöntem, 25 g yoğurdun 4 °C'de 2 saat boyunca, filtre kâğıdından süzülmesi ile ayrılan serum hacminin ölçülmesi şeklinde uygulanmıştır (Atamer ve Sezgin, 1986).

3.2.4. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Kimyasal Analizler

3.2.4.1. Asitlik Tayini

Asitlik, TS 1330'a göre belirlenmiştir (Anonim, 1989). N/4'lük NaOH kullanıldığı için sonuçlar, °SH olarak ifade edilmiştir. pH ölçümleri Hanna H211 pH metre kullanılarak yapılmıştır.

3.2.4.2. Kurumadde ve Protein Tayini

Kurumadde içeriği TS 1330' a göre (Anonim, 1989) belirlenirken toplam protein Kjeldahl yöntemi (Bradley ve diğ., 1992) kullanılarak saptanmıştır.

3.2.4.3. Tirozin Tayini

Yoğurt örneklerinde proteoliz düzeyinin saptanması amacıyla tirozin içeriği Hull (1947)'a göre UV spektrofotometre kullanılarak (UV mini 1240, Shimadzu) ve 650 nm dalgaboyunda okuma yapılarak belirlenmiştir (Sezgin ve diğ., 1996; Özbaş, 1991). Tirozin kalibrasyon grafiği EK-A' da görülmektedir.

3.2.4.4. Mineral Madde Tayini

Yoğurt örneklerinin mineral madde içeriği Varian Liberty II axial sequential ICP-AES (Varian Pty Ltd, Avustralya) cihazı ve yazılım programı (Liberty Sequential KP-OFS version, v.3.0) kullanılarak belirlenmiştir.

Örnek Hazırlama: Örnekleri yakma işlemi, mikrodalga yakma ünitesinde (Berghof speedwave MWS-2, Almanya) gerçekleştirilmiştir. Bunun için 0,2 g örnek 150 ml'lik PTFE kapların içine konularak üzerlerine 5 ml HNO₃ eklenmiştir. Kapakları iyice kapatılan kaplar mikrodalga yakma ünitesine yerleştirilerek 2,5 d /140 °C; 7,5 d / 200 °C ; 10 d / 100 °C olmak üzere kademeli olarak yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Örnekler mikrodalgadan

çıktıktan sonra, filtre kâğıdından süzölmüş ve saf suyla hacimce 25 ml'ye tamamlanarak seyreltilmiştir.

Cihazın kalibrasyon eğrileri AccuTrace™ referans standardı (New Haven, ABD) kullanılarak çizilmiştir. Cihazın çalışma parametreleri ise Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. ICP-AES çalışma parametreleri.

Nebulizer basıncı	200 kPa
Plazma gücü	1,2 Kw
Torch	High solids
Plazma akış hızı	15,0 L /d
Auxiliary akış hızı	1,5 L /d
Pompa hızı	15 rpm
Enstrüman stabilizasyon zamanı (s)	15
Örnek alım zamanı (s)	40
Rinse time (s)	15
Integration time (s)	3
Tekrar	2
PMT voltaj	650 V
Scan window (1st order) (nm)	0,120
Analitik Dalgaboyu/ nm	Ca 317,933 Fe 259,940 Mg 279,553 K 766,490 Zn 213,856 Cu 324,754 Mn 257,610 Na 589,592

3.2.5. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Mikrobiyolojik Analizler

Yoğurtlarda *S. thermophilus* sayımı için M17 agar kullanılmıştır. Dökme plak yöntemi uygulanmış olup, kültürler 37°C'de 48 saat inkübe edilmişlerdir (Anonim, 1997). İnkübasyon sonunda belirtilen besiyerinde üreyen koloniler sayılmış ve sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpılarak kob/g olarak belirlenmiştir.

L. bulgaricus sayımı için, glasiyel asetik asit kullanılarak pH'sı 5,4'e ayarlanan MRS agar kullanılmıştır. Dökme plak ve çift katlı ekim yöntemi kullanılarak, kültürler 37 °C'de 72 saat inkübe edilmişlerdir (Anonim, 1997). İnkübasyon sonunda belirtilen selektif besiyerinde

üreyen koloniler sayıma alınmış ve sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpılarak kob/g olarak belirlenmiştir.

3.2.6. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Duyusal Analizler

3.2.6.1. Tarife Dayalı Duyusal Analizler

Duyusal analizler için duyusal değerlendirme konusunda deneyimli, zaman ayırabilecek, gönüllü, yaşları 24-37 arasında değişen 6 bayan ve 2 erkekten oluşan 8 kişilik bir değerlendirme paneli oluşturulmuştur. Panel Spectrum™ metodu kullanılarak yaklaşık 20 saatlik bir eğitim almıştır (Meilgaard ve diğ., 1999).

Her panel eğitiminde, önceden üretilen 4 çeşit yoğurt, 200 g'lık kaplarda panele sunulmuştur. Panelistler yoğurtlara ait görünüm (serum ayrılması), yapı (kıvam, tozumsuluk, topaklı) ve lezzet (pişmiş, fermente, kremamsı, peyniraltı suyu aroması, hayvansı, oksidasyon, tahılsı, burukluk, kalan lezzet, tatlılık, tuzluluk, ekşilik) terimlerini belirlemişlerdir. Daha sonra panelistler geliştirilen terimler için önceden belirlenmiş referans maddeler ve bunların değişik konsantrasyonlardaki çözeltileriyle 15 puanlık skala üzerinde (0: tanımlanan özelliğin hiç tespit edilememesi; 15: tanımlanan özelliğin en yoğun şekilde tespit edilmesi) yoğunluk (şiddet) belirleme çalışmalarına katılmışlardır. Panel üyeleri arasında verilen puanlar yönünden varyasyonun en küçük olduğu zamana kadar eğitimlere devam edilmiştir. Daha sonra gerçek örneklerin değerlendirmesine geçilmiştir. Yoğurt örnekleri için belirlenen tanımlayıcı duyusal terimler ve referansları Çizelge 8' de, kullanılan değerlendirme skalası örneği ise EK -B'de sunulmuştur.

Yoğurt örnekleri, 200 g'lık plastik kaplarda kapaklı olarak her biri 3 basamaklı farklı bir sayı ile kodlanmış şekilde panelistlere sunulmuştur. Her bir oturumda 8 örnek (2 tekerrürlü olarak) panel tarafından değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmeler, depolamanın 1., 6. ve 12. günlerinde yapılmıştır.

Çizelge 8. Panel tarafından geliştirilen duyuusal terimler ve referanslar.

Terim	Tanım	Referans
Serum ayrılması	Yoğurt kabının yüzeyinde görülen su ayrılması	Panel tarafından değerlendirilir
Topaklı yapı	Karıştırdıktan sonra görülen topaklar	Panel tarafından değerlendirilir
Kivam	Dille damak arasında kolay dağılmayan	Panel tarafından değerlendirilir
Tozumsu	Ağızda hissedilen tozumsuluk	Panel tarafından değerlendirilir
Pişmiş tat	Pişmiş süt aroması	85 °C'de 30 dak. pişirilmiş süt
Peyniraltı suyu	Peyniraltı suyu aroması	% 5'lik peyniraltı suyu tozu çözeltisi
Kremamsı	Süt yağı aroması	Krema veya tereyağı
Tahılsmsı	Kahvaltılık tahıllarla ilişkilendirilen aroma	Yulaflı bisküvi
Hayvansı	Hayvansı koku, aroma	% 5'lik Na-kazeinat çözeltisi
Oksidasyon	Okside aroma	Su içersinde karton kağıt
Fermente	Yoğurt aroması	Yoğurt
Ekşilik	Asidik tat	% 0,05'lik sitrik asit = 2 ; % 0,08'lik sitrik asit = 5
Tuzluluk	Tuzlu tat	% 0,2'lik tuz = 2.5 ; % 0,35'lik tuz = 5
Tatlılık	Şekerli tat	% 2 şeker = 2; % 5 şeker = 5
Burukluk	Tanin tarafından dilde oluşturulan burukluk hissi	Suda 1 s bekletilmiş çay poşeti= 6.5
Kalan lezzet	Tükürdükten sonra ağızda kalan his	Panel tarafından değerlendirilir

3.2.6.2. Tüketici Testleri

Tüketici testi için 40 ml hacimli kapaklı kaplarda yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Kaplar rasgele seçilen 3 basamaklı sayılarla kodlanmıştır. Yoğurtlar, üretimlerinin 5. gününde tüketicilerin değerlendirmesine sunulmuştur. Yapılan tüketici testine üniversite personeli ve öğrencilerden, 66 bayan ve 77 erkek olmak üzere toplam 143 kişi katılmıştır. Tüketicilerden yoğurtları görünüş, yapı (kıvam) ve genel tat özellikleri açısından 9 puanlık hedonik skala üzerinde değerlendirmeleri ve bu değerlendirmenin sonunda ürünleri beğeni sıralarına göre sıralamaları istenmiştir. Tüketici testinde kullanılan hedonik skala EK-C'de verilmiştir.

3.2.7. İstatistiksel Değerlendirmeler

Yoğurt çeşitleri ve depolama sürelerinin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler üzerine birlikte etkilerinin araştırılmasında (1) no'lu istatistik modelinden (Tesadüf Parselleri Deneme Tertibinde Faktöriyel Düzende Varyans Analizi Tekniği), tüketici testi sonuçlarının değerlendirilmesinde (2) no'lu istatistik modelinden (Tekrarlanan Ölçümlü Deneme Düzeninde Varyans Analizi Tekniği), protein miktarı bakımından yoğurt çeşitlerinin, mineral madde içeriği bakımından yoğurt çeşitlerinin ve hammaddelerin karşılaştırılmasında ise (3) no'lu istatistik modelinden yararlanılmıştır (Tesadüf Parselleri Deneme Tertibinde Varyans Analizi Tekniği). Söz konusu istatistik analizlerin yapılmasında Minitab for Windows (version 13.0) ve SPSS for Windows (version 11.0) istatistik paket programlarından yararlanılmıştır. DUNCAN çoklu karşılaştırma testinin yapılmasında MSTAT-C istatistik paket programından yararlanılmıştır. Tüketici sıralama testi sonuçları non parametrik istatistik metoduyla (Friedman Test) değerlendirilmiş olup, çoklu karşılaştırmaları Dunn testiyle yapılmıştır (Sheskin, 2000)

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk} \quad (1)$$

Buradaki,

Y_{ijk} : i.yoğurt çeşidinde ve j.depolama süresinde tutulan k. deneğin ölçülen değerini,

μ : Genel popülasyon ortalaması

α_i : i.yoğurt çeşidinin etkisini (i=1, 2, 3, 4)

β_j : j.depolama süresinin etkisini (j=1, 2, 3)

$(\alpha\beta)_{ij}$: yoğurt çeşidi x depolama süresi etkileşim etkisini

e_{ijk} : rastgele hata terimini göstermektedir.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_{k(i)} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \beta\gamma_{jk(i)} + \varepsilon_{l(ijk)} \quad (2)$$

Buradaki;

Y_{ijk} : i. cinsiyetteki k.bireyin j.yoğurt çeşidine verdiği puanı,

μ : Genel popülasyon ortalaması

α_i : i.cinsiyetin etkisini (i=1, 2)

$\gamma_{k(i)}$: i.cinsiyetteki k.bireyin rastgele etkisini

β_j : j.yoğurt çeşidinin etkisini (j=1,2,3,4)

$(\alpha\beta)_{ij}$: Cinsiyet x yoğurt çeşidi etkileşim etkisini,

$\beta\gamma_{jk(i)}$:i.cinsiyette yoğurt çeşidi ile deney ünitesi arasındaki etkileşim etkisini,

$\varepsilon_{l(ijk)}$: rastgele hata terimini göstermektedir.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij} \quad (3)$$

Buradaki;

Y_{ij} :i.çeşit / hammaddedeki j.deney ünitesinin ölçülen değerini,

μ : Genel popülasyon ortalaması

α_i : i.yoğurt çeşidi / hammadde etkisini (i=1, 2, 3, 4)

e_{ij} : rastgele hata terimini göstermektedir.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Yoğurt Yapımında Kullanılan Sütün Genel Özellikleri

İki tekerrür olarak düzenlenen çalışmada, yağsız süttozunun suyla karıştırılmasıyla elde edilen rekonstitüe sütlerin pH, titrasyon asitliği, kurumadde ve protein değerleri Çizelge 9'da yer almaktadır.

Çizelge 9. Rekonstitüe sütlerin bazı özellikleri.

Özellik	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
pH	6,76 \pm 0,006
Titrasyon Asitliği (°SH)	10,30 \pm 0,200
Kurumadde (%)	11,79 \pm 0,030
Protein (%)	4,30 \pm 0,100

4.2. Yoğurtlara İlişkin Analiz Sonuçları

4.2.1. Yoğurt Örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları

4.2.1.1. Viskozite Değerleri

Viskozite pıhtının en önemli yapısal özellikleri arasında yer almaktadır (Tamime ve Robinson, 2000). Yoğurtların viskozite değerlerine yapılan varyans analizi sonucunda, yoğurt çeşidi x depolama süresi etkileşiminin istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür (P=0,114). Yani, depolama süresinin viskozite değerleri üzerine olan etkisi, yoğurt çeşitlerine göre değişmemiştir. Diğer taraftan, yoğurt çeşitleri ve depolama sürelerinin tek başlarına viskozite değerlerine olan etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (P=0,000; P=0,000; Çizelge 10). Buna göre, PASP izolatu ile zenginleştirilmiş yoğurtlar en yüksek viskozite değerlerine sahipken, kontrol yoğurtların en düşük viskozite değerine sahip olduğu görülmüştür. Bu durumun, PASP izolatının diğer toz bileşenlere göre daha yüksek protein içeriğine sahip olması dolayısıyla pıhtı yapısının daha sıkı olması ve PASP ile zenginleştirilen

Çizelge 10. Yoğurtların viskozite değerlerinde (cP) görülen değişimler.

VİSKOZİTE		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Yoğurt çeşidi	Kontrol yoğurt	5243 \pm 174 ^C
	PASP izolatlı yoğurt	11069 \pm 142 ^A
	TI TM lı yoğurt	7363 \pm 261 ^B
	NaCn'lı yoğurt	7120 \pm 239 ^B
Depolama(gün)	1	7136 \pm 438 ^b
	6	7505 \pm 380 ^b
	12	8456 \pm 403 ^a

Not: ^{A,B,C}Farklı büyük harflerle gösterilen yoğurt çeşidi ortalamaları arasındaki fark önemlidir.
^{a,b}Farklı küçük harflerle gösterilen depolama ortalamaları arasındaki fark önemlidir (P< 0.01).

yoğurtlarda kazein/serum proteini oranının düşük olmasından kaynaklandığı ileri sürülebilir. Nitekim, Puvanenthiran ve diğ. (2002) kurumadde içeriği %12 olan YST ile PASP konsantrını (40) karıştırarak kazein/PASP konsantrasyonu 4,7/1'den 0,5/1'e doğru değişen oranlarda elde ettikleri sütlerden yaptıkları yoğurtlarda, kazein oranı azaldıkça artan pıhtı sıklığına dikkat çekmişlerdir. Diğer taraftan, Guzman-Gonzalez ve diğ. (1999), PASP konsantrını içeren yoğurtların, yağsız süt protein konsantrını ve yağsız süttezo içeren yoğurtlara göre daha düşük viskoziteye sahip olduklarını ortaya koymuşlardır. Sonuçlardaki bu farklılık, çalışmaların fiziksel ve akış özelliklerini belirlemede kullanılan yöntemlerin farklılığından kaynaklanabilir. Bazı metotlar ürünün akış özelliklerini belirleme temeline dayanırken, bazıları ise ürünün yapısının zarar görmediği, viskoelastik davranış özelliğini incelemeye yönelik olmaktadır. Ayrıca kullanılan üretimde kullanılan kültür de yoğurtların özelliklerinde farklılıklara neden olabilmektedir (Sodini ve diğ., 2004).

Depolamanın 1. ve 6. günleri arasında yoğurtların viskozite değerlerinde bir fark görülmezken, 12. gündeki viskozite değerlerinde bir artış gözlenmiştir. Depolama süresince proteinler arasındaki etkileşimin devam etmesiyle pıhtı yapısının geliştiği ve viskozitenin arttığı sonucuna varılabilir (Atamer ve diğ., 1986). Abu-Jdayil ve Mohameed (2002) döner viskozimetre kullanarak konsantre yoğurtlarda (labneh) depolama süresinin viskozite üzerine etkisini incelemişlerdir. Sabit kayma hızında yaptıkları ölçümlerde, yoğurtların viskozitelerinde depolama süresi boyunca artış olduğunu bildirmişlerdir.

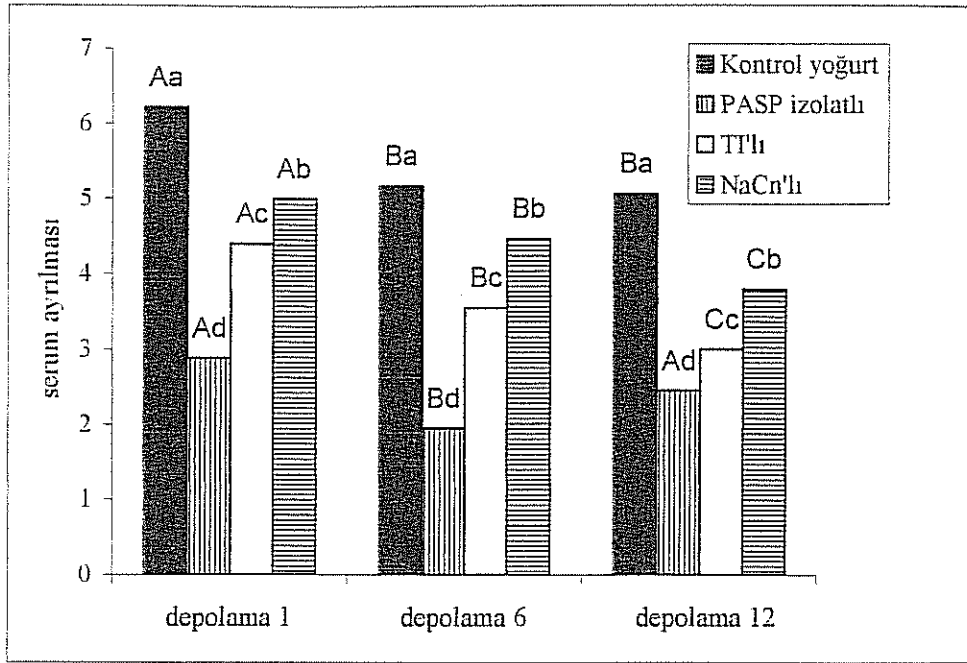
4.2.1.2. Serum Ayrılması Değerleri

Serum ayrılması, ürünündeki protein ağında tutulan sıvı fazın herhangi bir dış zorlama olmaksızın jel yapısından kendiliğinden ayrılması şeklinde oluşan bir yapısal kusurdur.

Yoğurt sütünün kurumaddesini arttırmak, stabilizatör eklemek veya süte yüksek ısı işlem uygulamak serum ayrılmasını önleme yollarından bazılarıdır (Lucey, 2002).

Yoğurt çeşidi ve depolama süresinin serum ayrılması üzerine olan birlikte etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonucunda, yoğurt çeşidi x depolama süresi etkileşiminin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($P=0,012$; Şekil 4). Dolayısıyla, depolama süresindeki değişmelerin serum ayrılmasına olan etkisi yoğurt çeşitlerine göre değişmektedir. Tüm yoğurt çeşitlerinde depolama boyunca serum ayrılmasının azaldığı gözlenmiştir (Şekil 4). Sadece PASP izolatlı yoğurdun depolamanın 12. günündeki serum ayrılması değeri artarak, 1. gününde aldığı değere benzer değere sahip olmuştur. Yoğurtlar kendi aralarında karşılaştırıldığında ise, depolamanın 1., 6. ve 12. günlerinde yapılan tüm analizlerde kontrol grubunu oluşturan yoğurtların en fazla; PASP izolatı içeren yoğurtların ise en az serum ayrılmasına sahip olduğu saptanmıştır. Bu durumda PASP/ kazeinat oranı arttıkça, yoğurtların su tutma kapasitelerinde artış olacağı sonucuna varılabilir. Puvanenthiran ve diğ. (2002) çalışmada yoğurtlarda kazein/ PASP oranı düştükçe, yoğurta pıhtı gözeneklerinin küçüldüğü ve pıhtı sıklığının arttığını belirtmişlerdir. Farklı PASP konsantratları (PASP konsantratu 25; 40; 51; 63; 80) kullanarak kazein/PASP oranını sabit tuttuklarında ise pıhtı yapılarının değişmediğini bildirmişlerdir. Peyniraltı suyu protein konsantrasyonunun yoğurt üretiminde kullanılmasının viskozite ve serum ayrılması üzerine olumlu etkisi olduğu fakat topaklı yapı oluşturduğu belirtilmektedir (Varnam ve Sutherland, 1996).

Viskozite ve serum ayrılması birbirleriyle ilişkili olan parametreler olup aralarındaki korelasyon negatiftir (Atamer ve Sezgin, 1986). Benzer sonuç bu çalışmada da gözlenmiştir. Yoğurt örneklerinin viskozite ve serum ayrılması değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek viskoziteye sahip PASP izolatlı yoğurtlarda en düşük serum ayrılması gözlenirken; en düşük viskoziteye sahip kontrol grubunu oluşturan yoğurtlarda ise en yüksek serum ayrılması gözlenmiştir.



Şekil 4. Depolama süresi boyunca yoğurtlarda görülen serum ayrılması değerleri (ml/25 g)

Not: Aynı yoğurt çeşidinde farklı büyük harflerle gösterilen depolama süreleri arasındaki farklar önemlidir. Aynı depolama süresinde farklı küçük harflerle gösterilen yoğurt çeşitleri arasındaki farklar önemlidir ($P < 0.05$).

4.2.2. Yoğurt Örneklerine Uygulanan Kimyasal Analiz Sonuçları

4.2.2.1. pH Değerleri

Yoğurtların inkübasyonlarını tamamlayıp tamamlamadıkları pH değerleri kontrol edilerek tespit edilmiştir. Yaklaşık olarak pH 4,7' de inkübasyona son verilmiştir. Yoğurtların inkübasyon süreleri yaklaşık 250 dakika olmuştur.

Yoğurtların pH değerleri bakımından yapılan varyans analizi sonucunda, depolama süresinin pH değerleri üzerine olan etkisinin yoğurt çeşidine bağlı olarak değiştiği görülmüştür ($P=0,011$). Depolamanın 1. ve 6. günlerinde PASP izolatı ile katkılandırılmış yoğurtların ve kontrol grubunu oluşturan yoğurtlarının pH değerlerinde önemli bir değişim olmamakla birlikte, depolamanın 12. gününde pH değerlerinin düştüğü gözlenmiştir (Çizelge 11). Kontrol grubunu oluşturan ve PASP izolatı katılmış yoğurtlarda daha yavaş bir pH düşüşü gözlenirken, NaCn ve TITM ile katkılandırılmış yoğurtlarda sürekli bir pH düşüşü gözlenmiştir. NaCn ile katkılandırılan yoğurtların pH değerlerinin, depolamanın 1. ve 12. günlerinde diğer yoğurt çeşitlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Gonzalez-Martinez ve diğ. (2002), PAS tozunu 5 farklı oranda (%0; 1,56; 3,2; 3,64; 5,2) süttozunun yerine kullanarak ürettikleri yoğurtlarda depolama boyunca asitlik değişimini izlemişlerdir.

PAS tozu içeren örneklerde, kontrole göre daha yavaş bir pH düşüşü gözlenirken, 15 günlük depolama sonunda örneklerin pH değerleri arasında fark bulunamamıştır. Bu durumda, PAS tozu varlığında, sıvı fazda iyon konsantrasyonunun yüksek olması ve bunun da bakteriler üzerinde, aktivitelerini engelleyici bir etki oluşturabileceğini belirtmişlerdir.

Çizelge 11. Depolama süresince yoğurtların pH değerlerindeki değişim.

Yoğurt çeşidi	Depolama Süresi (Gün)		
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$		
	1	6	12
Kontrol yoğurt	4,277 ± 0,004 ^{AB}	4,255 ± 0,002 ^{Aa}	4,150 ± 0,010 ^{Bb}
PASP izolatlı yoğurt	4,260 ± 0,017 ^{AB}	4,242 ± 0,016 ^{Aa}	4,147 ± 0,011 ^{Bb}
TI TM li yoğurt	4,345 ± 0,006 ^{Aa}	4,267 ± 0,007 ^{Ba}	4,155 ± 0,009 ^{Cb}
NaCn'li yoğurt	4,317 ± 0,016 ^{Aa}	4,267 ± 0,016 ^{Ba}	4,207 ± 0,008 ^{Ca}

Not: Aynı yoğurt çeşitinde farklı büyük harflerle gösterilen depolama süreleri arasındaki farklar önemlidir. Aynı depolama süresinde farklı küçük harflerle gösterilen yoğurt çeşitleri arasındaki farklar önemlidir ($P < 0.05$).

NaCn ve TITM ile katkılanmış yoğurtlarda ise depolama boyunca pH'da düşme gözlenmiştir (Çizelge 11). Bu yoğurtların depolamanın 1., 6. ve 12. günlerindeki pH değerleri arasındaki fark önemli olup, en düşük değer depolamanın 12. gününde tespit edilmiştir. Yoğurdun oluşumu sırasında yoğurt bakterileri çok yüksek metabolik aktiviteye sahiptirler. Soğutma ile bu aktivite azalır, fakat enzimatik faaliyet devam eder. Bu nedenle inkübasyon tamamlandıktan sonra, depolama boyunca yoğurtta süt asidi miktarında artma yani pH değerlerinde azalma beklenen bir sonuçtur (Yaygın, 1999).

Düşük asitlik, pH 4,6'dan büyük olduğunda, proteinlerin su tutma kapasitelerinin yetersizliğine neden olmakta ve kıvamı olumsuz yönde etkilemektedir. Yüksek asitlikte, pH 4'den küçük olduğunda, ise pıhtı büzülmesi ve serum ayrılmasının artması ve proteinlerin su tutma kapasitelerindeki azalış nedeniyle artmaktadır (Atamer ve diğ., 1986). Yoğurt örnekleri bu yönden incelendiğinde, pH değerlerinin ürünün yapısal özelliklerini olumsuz yönde etkilemeyecek sınırlarda olduğu görülmektedir (Çizelge 11).

4.2.2.2. Titrasyon Asitlikleri

Yoğurt çeşidi ve depolama süresinin titrasyon asitliğine birlikte etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonucunda, yoğurt çeşidi x depolama süresi etkileşiminin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür ($P=0,308$). Buna karşın, yoğurt çeşitleri ve depolama sürelerinin ayrı ayrı titrasyon asitliğine olan etkileri istatistiksel olarak önemli

bulunmuştur (P=0,004; P=0,000). Çizelge 12 incelendiğinde, PASP izolatu içeren yoğurt çeşidinin TITM ve kontrol grubu yoğurtlarına göre daha düşük titrasyon asitliğine sahip olduğu görülmektedir.

Depolama süresinin titrasyon asitliğine etkisi gözönüne alındığında, bir gün süreyle depolanan yoğurtların 6 ve 12 gün süreyle depolanan yoğurtlara göre belirgin bir düzeyde daha düşük titrasyon asitliğine sahip olduğu görülür (Çizelge 12). Buradan hareketle, depolama süresinin uzamasının titrasyon asitliğini arttırdığı ve bunun sonucunda da yoğurtlarda ekşiliğin arttığı ileri sürülebilir.

Laktozun fermentasyonu ile oluşan süt asidi, yoğurdun kendine özgü tadının oluşmasında etkili olan en önemli maddelerden biridir. Süt asidi miktarının fazlaşması, yoğurtta ekşiliği arttırdığı için istenmeyen bir özelliktir (Yaygın, 1999). TS 1330'a göre ülkemizde üretilen yoğurtlarda asitlik, süt asidi olarak %0,80-1,60 (35.5- 71°SH) arasında olmalıdır (Anonim, 1989). Bu çalışmadaki yoğurt çeşitlerine ait titrasyon asitliği değerlerinin standart ile uyum içersinde olduğu görülmektedir..

Yoğurdun dayanımına ve aromasına etkisi olan titrasyon asitliği, önemli ölçüde yoğurt sütünün kurumadde içeriğinden etkilenmektedir. Kurumadede özellikle protein içeriğindeki artış tampon kapasitesinin artmasına neden olmaktadır. Depolama süresince titrasyon asitliğindeki artışa karşın, pH'da önemli değişiklikler ortaya çıkmamaktadır (Atamer ve diğ., 1986).

Çizelge 12. Depolama süresince yoğurtların titrasyon asitliklerindeki (SH) değişim.

ASİTLİK		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Yoğurt çeşidi	Kontrol yoğurt	62,08 ± 1,17 ^A
	PASP izolatlı yoğurt	58,67 ± 1,28 ^B
	TI TM lı yoğurt	63,00 ± 1,60 ^A
	NaCn'lı yoğurt	61,17 ± 1,20 ^{AB}
Depolama (gün)	1	56,438 ± 0,841 ^b
	6	62,563 ± 0,913 ^a
	12	64,688 ± 0,631 ^a

Not: ^{A,B}Farklı büyük harflerle gösterilen yoğurt çeşidi ortalamaları arasındaki fark önemlidir (P<0.01). ^{a,b}Farklı küçük harflerle gösterilen depolama ortalamaları arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

4.2.2.3. Protein Oranları

Rekonstitue süte %1 oranında YST, PASP izolatu, TITM ve NaCn ilavesi ile hazırlanan yoğurtların kurumadde içerikleri %12,70 - %12,79 arasında olmuştur. Yoğurt rneklerinin protein içerikleri izelge 13'de görülmektedir. Kontrol grubunu oluşturan yoğurtların protein içeriğinin, diğer gruplardaki yoğurtların protein içeriklerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir (izelge 13) (P=0,027). Toz bileşenlerin bileşiminin verildiği izelge 6 incelendiğinde YST'nun diğer toz bileşenlere göre çok daha düşük protein içeriğine sahip olması nedeniyle kontrol grubu yoğurtların da protein içeriği diğerlerinden daha düşük bulunmuştur. Kınık ve Akbulut (2001) yaptıkları çalışmada, inek sütüne %10 ve 100 oranlarında soya sütü ilavesiyle elde edilen yoğurtların protein içeriklerini kontrolle karşılaştırdıklarında, kontrol yoğurdunda %5,13 olan protein değerine karşın diğerlerinde %0,05 - %0,96 arasında değişen azalmalar tespit etmişlerdir. Bu iki çalışma arasında gözlenen farklılıklar her iki çalışmada süte katılan toz bileşenlerin ve miktarlarının farklı olmasından kaynaklandığı ileri sürülebilir.

Çizelge 13. Yoğurtların protein içerikleri.

Yoğurt	Protein (%)
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kontrol yoğurt	4,10 \pm 0,20 ^A
PASP izolatlı yoğurt	5,05 \pm 0,15 ^B
TI TM lı yoğurt	4,75 \pm 0,05 ^B
NaCn'lı yoğurt	5,05 \pm 1,15 ^B

Not: ^{A,B,C}Farklı büyük harflerle gösterilen yoğurt çeşidi ortalamaları arasındaki fark önemlidir (P < 0,05).

4.2.2.4. Tirozin Değerleri

Bu çalışmada, yoğurt çeşidi x depolama süresi etkileşiminin tirozin değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır (P =0,279). Tirozin değerleri açısından yoğurt eşitleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ise kontrol grubunu oluşturan yoğurtların en yüksek tirozin içeriğine sahip olduğu gözlenirken, TITMlı yoğurtlar ile kontrol grubu arasında fark olmadığı tespit edilmiştir (izelge 14). PASP izolatu ve NaCn içeren yoğurtların tirozin içerikleri kontrol grubu yoğurtlarından farklı olup, daha düşük değerlere sahiptirler.

Depolama süresince yoğurtların tirozin içeriğinde artış olduğu tespit edilmiş olup, depolamanın 1. ve 12. günleri arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince tirozin içeriğindeki artış beklenen bir sonuç olup, depolama sırasında yoğurdun serbest aminoasit içeriğinin yani proteolizin arttığı çeşitli araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Mistry ve Hassan, 1992; Güven ve Karaca, 2003; Güven ve diğ., 2005).

Güven ve Karaca (2003), farklı yöntemlerle kurumaddesi artırılan sütlerden üretilen yoğurtların tirozin değerlerinin incelenmesi sonucunda, evaporasyon işlemi dışında kurumadde artırımında kullanılan yöntemlerin, proteolitik aktiviteyi artırdığı sonucuna varmışlardır. Aynı araştırmacılar, 12 günlük depolama süresi sonunda, yoğurtların tamamının tirozin içeriklerinin yükseldiğini belirlemişlerdir.

Yoğurdun tirozin içeriği ile titrasyon asitliği arasında ilişki olduğu, titrasyon asitliği düşük olan yoğurdun tirozin içeriğinin de düşük olduğu bildirilmektedir (Güven ve Karaca, 2003). Yoğurtta asitlik arttıkça aminoasit miktarı da artmaktadır. Asitliği fazla olan yoğurtlarda *L. bulgaricus* daha fazla faaliyet göstermiş olup, yoğurtta daha çok serbest aminoasit meydana gelir (Yaygın, 1999). Yoğurtlar bu açıdan da incelendiğinde, düşük titrasyon asitliğine sahip PASP izolatlı ve NaCn'lı yoğurtların yine düşük tirozin içeriklerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 14. Depolama süresince yoğurtların tirozin değerlerinde görülen değişim.

TİROZİN (mg/g)		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Yoğurt çeşidi	Kontrol yoğurt	0,0675 \pm 0,0071 ^A
	PASP izolatlı yoğurt	0,0352 \pm 0,0043 ^C
	Tl TM lı yoğurt	0,0546 \pm 0,0039 ^{AB}
	NaCn'lı yoğurt	0,0446 \pm 0,0032 ^{BC}
Depolama(gün)	1	0,0412 \pm 0,0034 ^b
	6	0,0502 \pm 0,0045 ^{ab}
	12	0,0601 \pm 0,0061 ^a

Not: ^{A,B,C}Farklı büyük harflerle gösterilen yoğurt çeşidi ortalamaları arasındaki fark önemlidir.

^{a,b}Farklı küçük harflerle gösterilen depolama ortalamaları arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

4.2.2.5. Mineral Madde Sonuçları

Yoğurt yapımında kurumadde arttırımı amacıyla kullanılan toz bileşenlere ait mineral madde sonuçları Çizelge 15'de; rekonstitüe sütte ve yoğurtlarda tespit edilen mineral madde sonuçları ise sırasıyla Çizelge 16 ve Çizelge 17'de görülmektedir. Ca, Fe, Mg, K ve Zn içerikleri açısından toz bileşenler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P=0,000$; $P=0,041$; $P=0,000$; $P=0,013$; $P=0,007$; Çizelge 15). Cu, Mn ve Na içerikleri bakımından ise toz bileşenler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$) (Çizelge 15). Yoğurt çeşitleri arasında ise mineral madde içerikleri bakımından fark olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$) (Çizelge 17).

Nebraga ve diğ. (1997), tarafından yağsız süttozu ve yağsız sütlerde, ICP-AES kullanılarak Ca, K, Mg, Na, P ve Zn; ICP-MS kullanarak ise iz elementler olan Al, Ba, Cu, I, Mn, Mo, Pb, Rb, Se ve Sr tayini yapılmıştır. Elde edilen ICP-AES sonuçlarına göre yağsız süttozlarının % Ca, K, Mg, Na, P ve Zn (mg/kg) miktarları sırayla, 1,22; 1,62; 0,112; 0,464; 1,02 ve 45,3 olarak tespit edilmiştir. ICP-MS sonuçlarına göre yine süttozunda Al, Mn, Cu, Zn, Se, Rb, Sr, Mo, I, Ba ve P değerleri (mg/kg) sırasıyla, 2,2; 0,25; 0,69; 50,5; 0,13; 12,6; 3,71; 0,33; 3,36; 0,81 ve $< 0,05$ olarak bulunmuştur. Elde edilen ICP-AES sonuçlarına göre yağsız sütte ise % Ca, K, Mg, Na, P ve Zn (mg/kg) miktarları sırayla, 1,15; 1,59; 0,109; 0,428; 0,93 ve 41,2 olarak tespit edilmiştir.

Emmett (1988) süttozu ve sütte ICP-MS kullanarak tayin ettiği mineral madde değerlerini referans ve literatür değerleriyle karşılaştırdığı bir çalışmada; Na, Mg, Al, P, K, Ca, Cr, Mn, Fe ve Zn elementlerine ait sonuçlar ppm olarak sırasıyla süttozu için 3880; 1410; 3; 14100; 19100; 13200; 1,3; 0,189; 6,54; 39,4 süt için ise; 490; 100; 0,03; 910; 1260; 1130; 0,03; 0,03; 1,4; 1,9 olarak tespit etmiş olup bu değerlerin referans ve literatür değerleriyle uyumlu olduğunu belirtmiştir.

Kınık ve Akbulut (2001), kullanılan soya sütü oranları ve buzdolabı koşullarındaki depolama sırasında kaydedilen kurumadde artışlarına bağlı olarak, yoğurt örneklerinde belirlenen Ca, P ve K miktarlarında yükselme, Mg miktarlarında ise azalma gözlemlenmiştir. İnek sütü ile inek+soya sütü karışımlarından hazırlanan yoğurtlarda depolamanın 1. ve 21. günlerinde yapılan analizlerde belirlenen Ca miktarları 242,7- 117,6 mg/100 g; P miktarı 173,4- 62,1 mg/100g; K miktarı 160,5- 52,5 mg/100g ve Mg miktarları da 53,4- 79,5 mg/100g arasında değişmiştir.

Çizelge 15. Kullanılan toz bileşenlerin mineral madde içerikleri (mg/kg) (n=2).

Toz Bileşen	$\bar{X} \pm S_x$									
	Ca	Fe*	Mg	K*	Zn	Cu**	Mn**	Na**		
YST	7304 ± 78 ^A	2.85 ± 0.75 ^A	822 ± 33 ^A	17836 ± 4469 ^A	44.35 ± 4.25 ^A	0.695 ± 0.18 ^A	0.54 ± 0.30 ^A	14365 ± 1214 ^A		
PASP İzolatı	877 ± 129 ^B	2.0 ± 0.30 ^A	37 ± 11.4 ^B	686 ± 212 ^B	10.25 ± 1.55 ^B	0.555 ± 0.05 ^A	0.37 ± 0.23 ^A	11651 ± 2330 ^A		
TI TM	788 ± 176 ^B	1.7 ± 0.20 ^{AB}	81 ± 7.9 ^B	1883 ± 307 ^B	29.4 ± 3.70 ^{AB}	0.605 ± 0.02 ^A	1.49 ± 0.44 ^A	21147 ± 1335 ^A		
NaCn	374 ± 106 ^B	0.13 ± 0.01 ^B	27 ± 2.05 ^B	43 ± 8 ^B	59.25 ± 7.25 ^A	0.395 ± 0.18 ^A	0.44 ± 0.21 ^A	26415 ± 5734 ^A		

Not: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen yoğurt çeşidi ortalamaları arasındaki fark önemlidir (P < 0,01). * (P < 0,05). ** (P > 0,05).

Çizelge 16. Yoğurt yapımında kullanılan rekonstitüe sülün mineral madde içeriği (mg/kg).

Süt	$\bar{X} \pm S_x$									
	Ca	Fe	Mg	K	Zn	Cu	Mn	Na		
Süt	1085 ± 118	0,18 ± 0,01	118,5 ± 3,6	2399 ± 504	7,4 ± 0,7	0,22 ± 0,03	0,06 ± 0,008	1243 ± 158		

Çizelge 17. Yoğurtların mineral madde içerikleri (mg/kg).

Yoğurt çeşidi	$\bar{X} \pm S_x$									
	Ca	Fe	Mg	K	Zn	Cu	Mn	Na		
Kontrol yoğurt	1736 ± 114	0,29 ± 0,19	137 ± 11,0	3508 ± 744	13,83 ± 1,81	0,23 ± 0,01	0,068 ± 0,004	1828 ± 400		
PASP İzolatlı yoğurt	1282 ± 351	0,21 ± 0,01	111,5 ± 15,5	2923 ± 295	13,60 ± 0,7	0,29 ± 0,04	0,062 ± 0,003	1537 ± 78,5		
TI TM yoğurt	1521 ± 117	0,24 ± 0,04	108 ± 29,4	2953 ± 236	13,80 ± 0,8	0,44 ± 0,06	0,080 ± 0,007	1696 ± 44,0		
NaCn'li yoğurt	1331 ± 279	0,15 ± 0,03	87,7 ± 16,0	2802 ± 169	15,70 ± 1,7	0,31 ± 0,04	0,050 ± 0,011	1984 ± 350		

Not: (P > 0,05).

4.2.3. Yoğurt Bakterilerinin Sayımı

Farklı toz bileşenler kullanılarak üretilen yoğurt çeşitleri arasındaki farklılığın hem *L. bulgaricus* hem de *S. thermophilus* sayısı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$). Antunes ve diğ. (2005) yağsız yoğurtlarda PASP konsantrasyonu kullanımının yoğurt mikroorganizmalarının gelişimi üzerine etkisinin olmadığını bildirmiştir. Buna karşın, Bury ve diğ. (1998), PASP konsantratlarının laktik asit bakterilerinin gelişimine olumlu yönde etki ettiği sonucuna varmışlardır.

Depolama süresince yoğurt bakterilerinin sayısındaki değişim Çizelge 18'de görülmektedir. Depolama süresinin *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayıları üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P = 0,016$; $P = 0,043$). Depolama süresi boyunca, tüm örnekler açısından depolamanın 1. ve 6. günlerinde fark olmadığı, ancak 12. gündeki ortalamaların diğerlerinden farklı olduğu görülmektedir. 12. gün sonunda hem laktik asit bakterileri sayısında hem de streptokokların sayısında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 18). Depolama süresince bakterilerin sayısında görülen bu azalmanın sebebi, artan asitliğin bakterilerin faaliyetlerini engellemesine bağlanmıştır (Karagül, 1994). Drake ve diğ. (2000), soya proteinince zenginleştirilmiş yoğurtlarda, depolama sürecince mikrobiyal değişimi belirlemişlerdir. Yoğurt bakterilerinin sayısı üzerine soya proteinlerinin varlığı önemsiz bulunurken, depolama sürecince de sayılarında önemli bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 18. Depolama boyunca yoğurt bakterileri sayısı (kob/g).

Depolama (gün)	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
	<i>L. bulgaricus</i>	<i>S. thermophilus</i>
1	$3,90 \cdot 10^{8A}$	$6,1 \cdot 10^{8AB}$
6	$4,29 \cdot 10^{8A}$	$7,9 \cdot 10^{8A}$
12	$8,10 \cdot 10^{7B}$	$1,9 \cdot 10^{8B}$

Not: ^{A,B}Farklı büyük harflerle gösterilen depolama ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($P < 0,05$).

4.2.4. Duyusal Değerlendirme Sonuçları

4.2.4.1 Görünüm ve Yapı Özellikleri

Yoğurt örneklerinin duyusal olarak değerlendirilmesinde ilk gözönüne alınan özellikleri görünüm ve yapıya ait özellikler olmuştur. Örneklerdeki serum ayrılması, yoğurtların yüzeyine toplanmış su miktarı gözlenerek belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi

sonucunda, depolama süresince yoğurtların serum ayrılması ve kıvam özelliklerinin yoğurt çeşitlerine göre değiştiği gözlenmiştir (P=0,000; P=0,002).

Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre kontrol grubundaki yoğurtlarda, depolamanın 1. ve 6. günlerinde daha fazla serum ayrılması gözlenirken, depolamanın 12. gününde yoğurt çeşitleri arasında serum ayrılması bakımından fark olmadığı görülmektedir (Çizelge 19). Diğer yoğurt çeşitleri arasında depolamanın 1. ve 12. günlerinde serum ayrılması bakımından fark olmadığı tespit edilmiştir. Kontrol grubunu oluşturan yoğurtların serum ayrılması değerlerinde 12. günde düşme saptanırken, diğer örneklerde herhangi bir değişim saptanmamıştır. Diğer taraftan, Drake ve diğ. (2000) soya proteini içeren yoğurtların (% 0; 1; 2,5; 5) serum ayrılması değerlerinin kontrolden farkı olmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca depolama boyunca, artan soya proteini içeriğine sahip (% 2,5 ve % 5) yoğurtlarda daha fazla serum ayrılması gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

PASP izolatu ile katkılanırılan yoğurtlar, depolamanın 1. gününde kıvam açısından en yüksek değere sahip olmuşlardır. Diğer günlerde ise yoğurtlar arasında kıvam açısından bir fark bulunmamıştır. Depolamanın 1. günüyle karşılaştırıldığında, depolamanın 6. ve 12. günlerinde tüm yoğurtların kıvamlarında artış meydana gelmiştir. Drake ve diğ. (2000), soya proteini kullanarak ürettikleri yoğurtlarda 4 haftalık depolama süresince kıvam özelliklerindeki farklılıkları belirlemişlerdir. %1 ve %2,5 soya proteini kullanarak hazırladıkları yoğurtların kıvam açısından kontrol grubunu oluşturan yoğurtlardan farklı olmadığını ve ayrıca depolamanın ürünlerin yapı ve kıvam özellikleri üzerine etkisinin önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Yoğurtlarda istenmeyen bir diğer görünüş kusuru ise topaklı yapının oluşmasıdır. Topaklı yapı en fazla PASP izolatu ile katkılanırılan yoğurtlarda görülürken, en az kontrol ve NaCn ile katkılanırılmış yoğurtlarda tespit edilmiştir (Çizelge 20). Tüm ürünlerde depolamanın 12. gününde ise 1. ve 6. günlere göre daha az bir topaklı olduğu saptanmıştır. Süte uygulanan yüksek ısıl işlemin ve fazla miktardaki PASP ilavesinin bu yapısal bozukluğa neden olabileceği belirtilmiştir (Tamime ve Robinson, 2000). Lucey ve Singh (1998), yoğurt sütünün kurumaddesini arttırmak için süttozu yerine PASP konsantratu kullanımının yoğurtlarda, topaklı yapıyı arttırdığını ortaya koymuşlardır. Diğer taraftan, Gonzalez-Martinez ve diğ. (2002), PAS tozu ile katkılanırılan yoğurtların daha topaksız ve daha homojen bir yapı gösterdiklerini ve yağsız süttozu katkısıyla üretilen örneklere göre daha iyi bir pıhtı yapısına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Çizelge 19. Depolama boyunca yoğurtlara ait 'serum ayrılması' ve 'kıvam değerleri'.

	Depolama (gün)					
	1		6		12	
Yoğurt	Serum ayrılması	Kıvam	Serum ayrılması	Kıvam	Serum ayrılması	Kıvam
Kontrol yoğurt	2.0 ± 0,2 ^{Ba}	5.2 ± 0,3 ^{Cc}	4.0 ± 0,5 ^{Aa}	9.5 ± 0,1 ^{Aa}	0.8 ± 0,1 ^{Ca}	8.6 ± 0,1 ^{Ba}
PASP izolatlı yoğurt	1.2 ± 0,2 ^{Ad}	6.8 ± 0,4 ^{Ba}	1.3 ± 0,2 ^{Ad}	8.9 ± 0,0 ^{Aa}	0.7 ± 0,1 ^{Aa}	8.5 ± 0,1 ^{Aa}
TI TM 'li yoğurt	0.5 ± 0,0 ^{Ad}	6.7 ± 0,4 ^{CaB}	0.7 ± 0,1 ^{Abc}	9.5 ± 0,1 ^{Aa}	0.6 ± 0,1 ^{Aa}	7.9 ± 0,3 ^{Ba}
NaCn'lı yoğurt	0.5 ± 0,1 ^{Ad}	6.0 ± 0,5 ^{Cbc}	0.5 ± 0,1 ^{Ac}	9.5 ± 0,1 ^{Aa}	0.4 ± 0,1 ^{Aa}	7.9 ± 0,3 ^{Ba}

Not: Aynı yoğurt çeşidinde farklı büyük harflerle gösterilen depolama süreleri arasındaki farklar önemlidir. Aynı depolama süresinde farklı küçük harflerle gösterilen yoğurt çeşitleri arasındaki farklar önemlidir (P<0.01).

Çizelge 20. Depolama boyunca yoğurt örneklerine ait 'topaklı yapı' değerleri.

TOPAKLI YAPI		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Yoğurt çeşidi	Kontrol yoğurt	2,5 ± 0,2 ^c
	PASP izolatlı yoğurt	6,5 ± 0,2 ^A
	TI TM 'li yoğurt	3,4 ± 0,2 ^B
	NaCn'lı yoğurt	2,7 ± 0,2 ^c
Depolama(gün)	1	3,8 ± 0,2 ^b
	6	4,6 ± 0,3 ^a
	12	3,0 ± 0,2 ^c

Not: ^{A,B,C}Farklı büyük harflerle gösterilen yoğurt çeşitlerine ait ortalamalar arasındaki fark önemlidir. ^{a,b,c}Farklı küçük harflerle gösterilen depolama sürelerine ait ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01).

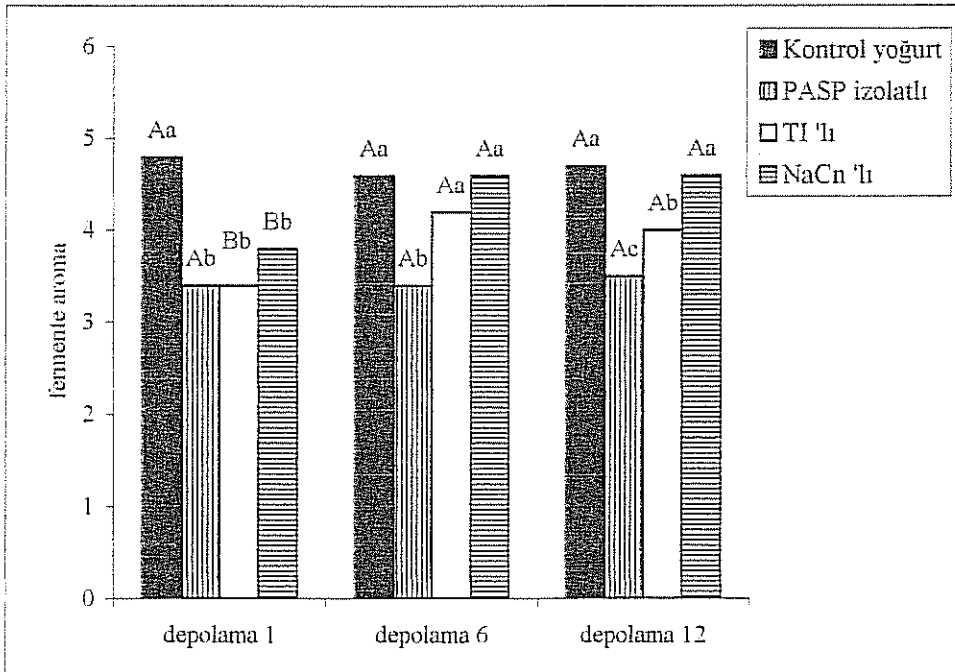
Tozumsuluk, yoğurtlar için geliştirilen bir diğer yapısal tanımlayıcı terimdir. NaCn katkılı yoğurtlar, tozumsu özellik açısından en yüksek değere sahiptir (2,4 puan). Diğer yoğurtlarda bu değer daha düşük olup aralarında tozumsuluk bakımından fark bulunmamaktadır. Sütün proteinlerce zenginleştirilmesi ve yüksek ısı uygulamasının yoğurtlarda tozumsu yapı oluşumunu arttırdığı bildirilmiştir (Sodini ve diğ., 2004).

4.2.4.2. Lezzet Özellikleri

Pişmiş tat açısından, yoğurt örnekleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı saptanmıştır (P=0,739). Örneklerdeki pişmiş tat skorları 1,7–1,9 arasında değişmektedir. Pişmiş tat, bazı süt ürünleri için de örneğin, Cheddar peyniraltı suyu (Karagül-Yüceer ve

diğ., 2003a), süttozları (Drake ve diğ., 2003) ve rennet kazein (Karagül-Yüceer ve diğ., 2003b) tanımlanmış bir aroma terimidir.

Fermente bir süt ürünü olan yoğurdun en karakteristik özelliği fermente aromadır. Yapılan varyans analizi sonucunda, depolama süresindeki değişimlerin fermente aroma üzerine olan etkilerinin yoğurt çeşitlerine göre değiştiği gözlenmiştir ($P=0,023$). Yapılan DUNCAN çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre, depolamanın 1. gününde kontrol grubunda yer alan yoğurtların en yüksek fermente aromaya sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5). Depolamanın 6. ve 12. günlerinde, NaCn'li ve kontrol grubu yoğurtlar arasında fermente aroma bakımından fark bulunamamıştır. Genel olarak PASP izolatu içeren yoğurtların en düşük fermente aroma içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu durum, proteinlerin aroma bağlama özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Birçok protein, özellikle PASP konsantratları istenmeyen aromalar içerebilmekte ve bu da gıdalarda kullanımını sınırlandırabilmektedir (Damodaran, 1996). Farklı kurumaddelele zenginleştirilmiş yoğurtların starter kültürler tarafından fermentasyonu farklılık gösterebilir. Fermente aroma yoğurtların asetaldehit içerikleriyle ilişkilidir. Yoğurtta asetaldehit üretimi için laktoz ve aminoasitlerden threonin ve methionin gerekli bileşiklerin başında gelmektedir (Tamime ve Robinson, 2000).



Şekil 5. Depolama boyunca yoğurt örneklerinde 'fermente aroma' değerleri.

Not: Aynı yoğurt çeşidinde farklı büyük harflerle gösterilen depolama süreleri arasındaki farklar önemlidir. Aynı depolama süresinde farklı küçük harflerle gösterilen yoğurt çeşitleri arasındaki farklar önemlidir ($P < 0.05$).

Yoğurtlara ait diğer lezzet özellikleri Çizelge 21'de görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda yoğurt çeşidi x depolama süresi etkileşiminin yoğurtların lezzet değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Benzer şekilde depolama süresinin tek başına olan etkisi de istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Çizelge 21'de görüleceği üzere, kremamsı ve PAS aroması yönünden yoğurtlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P=0,006$; $P= 0,037$). PASP izolatu içeren yoğurtlar kremamsı lezzet açısından TITMlı ve NaCn'li yoğurtlara göre düşük bir puana sahipken, PAS aroması yönünden en yüksek puana sahiptir.

Yoğurt örnekleri arasında, istenmeyen bir aroma özelliği olan hayvansı koku açısından da farklılıklar bulunmaktadır ($P=0,000$). Örneğin hayvansı koku, en yüksek TITMlı yoğurtta, en düşük ise PASP izolatu ve kontrol grubuna ait yoğurtlarda belirlenmiştir (Çizelge 21). Tam olarak bileşimi bilinmemekle birlikte TITM süt kaynaklı bir üründür. Süt bazlı ürünlerde hayvansı koku, kullanılan yemlerden kaynaklanabilmektedir. Yonca veya *Brassica* türleri gibi bazı yabancı ot türlerinin hayvanlar tarafından tüketilmesi, son üründe istenmeyen hayvansı kokuya neden olabilmektedir (Forss, 1979). Bunun dışında üretimden veya kullanılan bazı bileşenlerden bu tür istenmeyen aromalar kaynaklanabilir. Ayrıca NaCn'li yoğurtların da kontrol grubu ve PASP izolatu içeren yoğurtlara göre daha yüksek hayvansı kokuya sahip olduğu görülmektedir. Karagül-Yüceer ve diğ. (2003b), hayvansı kokuyu kazeinatlar için en belirgin aroma olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca, bazı süttozları için hem yapılan duyu analizlerde hem de Gaz Kromatografisi-Olfaktometri kullanılarak hayvansı ve fekal aromalar tespit edilmiştir (Karagül-Yüceer ve diğ., 2002).

Okside tat panelistler tarafından yoğurtlarda saptanan bir diğer istenmeyen lezzet özelliğidir. Okside tadın, yoğunluk açısından NaCn'li ve TITMlı yoğurtlarda daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($P=0,000$, Çizelge 21). Toz ürünlerin ışığa maruz kalması veya yağ oksidasyonu sonucunda bu aroma gelişebilmektedir. Bazı aldehit ve ketonlar okside aromaya neden olmaktadır (Grosch ve diğ., 1994; Ho ve Chen, 1994; Ulberth ve Roubicek, 1995). Yapılan çalışmalarda, okside aroma (karton tadı) bazı süttozları, PASP konsantratu ve kazeinat gibi toz ürünlerde de tespit edilmiştir (Karagül-Yüceer ve diğ., 2002; Drake ve diğ., 2003).

Tahılsız lezzet yoğurtlarda belirlenen bir diğer tanımlayıcı özelliktir. Yoğurt çeşitleri arasında tahılsız lezzet yönünden fark istatistiksel olarak önemlidir ($P=0,032$; Çizelge 21). NaCn'li yoğurtlar tahılsız lezzet yönünden kontrol grubu yoğurtlarına göre daha yoğun bir şiddete sahiptir. Yapılan çalışmalarda, tahılsız aroma, süttozları için de belirlenmiş bir özellik olmuştur (Karagül-Yüceer ve diğ., 2002; Drake ve diğ., 2003). Karagül-Yüceer ve diğ. (2002), tahılsız aromanın ısı işlemin etkisiyle oluşan bazı bileşenlerle örneğin,

Furaneol, methional, 2-acetyl-1-pyrroline, thiazoline ve thiazol ile ilgili olabileceğini belirtmişlerdir.

Çizelge 21. Yoğurtlara ait lezzet özellikleri.

Yoğurt	Kremamsı*	PAS	Hayvansı*	Oksidasyon*	Tahımsı	Burukluk*	Kalan lezzet
Kontrol	1.4 ± 0,1 ^{ab}	1.4 ± 0,1 ^b	0.8 ± 0,1 ^e	0.7 ± 0,1 ^b	0.7 ± 0,1 ^b	2.1 ± 0,1 ^{bc}	1.7 ± 0,1 ^b
PASP izolatlı yoğurt	1.1 ± 0,1 ^b	1.7 ± 0,1 ^a	0.7 ± 0,1 ^e	0.7 ± 0,1 ^b	0.9 ± 0,1 ^{ab}	1.9 ± 0,1 ^c	1.8 ± 0,1 ^{ab}
TI ¹⁰⁰ lı yoğurt	1.6 ± 0,1 ^a	1.4 ± 0,1 ^b	1.8 ± 0,1 ^a	1.2 ± 0,1 ^a	0.9 ± 0,1 ^{ab}	2.3 ± 0,1 ^{ab}	2.2 ± 0,1 ^a
NaCl' lı yoğurt	1.5 ± 0,1 ^a	1.4 ± 0,1 ^b	1.1 ± 0,1 ^b	1.0 ± 0,1 ^a	1.0 ± 0,1 ^a	2.5 ± 0,1 ^a	2.1 ± 0,1 ^{ab}

Not: Aynı sütünde farklı harflerle gösterilen yoğurt çeşitleri ortalamaları arasındaki fark önemlidir (P < 0.05). * (P < 0.01).

Bir kimyasal his faktörü olan burukluk, tüm yoğurt çeşitlerinde belirlenmiş bir özellik olup aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P=0,000$). PASP izolatu içeren ve T1TMlı yoğurtların burukluk açısından kontrolden farklı olmadığı bulunmuştur. Kontrol grubuna göre en yüksek burukluk NaCn'li yoğurtlarda saptanmıştır. Burukluk, sütteki PAS proteinleri, kalsiyum fosfat ve kazein arasındaki interaksiyonla ilişkilendirilmektedir (Josephson ve diğ., 1967). Ayrıca, yüksek ısı işleme maruz kalmış veya UHT sütlerde sık rastlanan bir duyusal özelliktir (Harwalkar ve diğ., 1989). Ayrıca, Drake ve diğ., (2003) PASP konsantratu ve kazeinatlarda bulunan burukluğun süttozlarından daha yoğun olduğunu tespit etmişlerdir.

Kalan lezzet, T1TMlı yoğurtlarda en fazla yoğunlukta belirlenmiş olup, bu özelliği ile kontrol grubunu oluşturan yoğurtlardan farklı olduğu saptanmıştır ($P=0,026$; Çizelge 21). T1TMlı yoğurtlarda hissedilen kalan lezzet, bu yoğurdun sahip olduğu yoğun hayvansı lezzet ile ilişkili olabilir.

Yoğurtlar temel tat özellikleri açısından karşılaştırıldığında, yoğurt çeşidi x depolama süresi etkileşiminin temel tat değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P> 0,05$).

Verilen ekşilik puanları açısından yoğurtlar arasında önemli bir fark olmamakla birlikte ($P>0,05$); depolama süresince ekşiliğin önemli oranda değiştiği görülmüştür ($P=0,000$). Depolamanın 12. gününde ekşiliğin artarak ortalama 3,4 puana yükseldiği belirlenmiştir. Depolama süresinde yoğurtların asitliğinde görülen artış da bunu desteklemektedir.

Yoğurt çeşitleri ve depolama sürelerinin ayrı ayrı tatlılık üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P=0,031$; $P=0,000$; Çizelge 22). NaCn'li yoğurtların kontrol grubu yoğurtlarına göre daha düşük bir tatlılık derecesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresince yoğurtların tatlılık değerlerinde düşme gözlenmiştir. Bu da artan asitliğe bağlı olarak tatlılığın daha düşük algılanmasına neden olabilir.

Yoğurtlar tuzluluk açısından karşılaştırıldığında PASP izolatlı yoğurtların en az tuzluluk derecesine sahip olduğu saptanmıştır (1 puan). Diğer yoğurt çeşitleri arasında ise tuzluluk puanı (1,2 puan) açısından benzerlik gözlenmiştir.

Çizelge 22. Yoğurtların tatlılık değerleri.

Tatlılık		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Yoğurt çeşidi	Kontrol	1,4± 0,0 ^A
	PASP izolatlı yoğurt	1,4± 0,0 ^A
	TI TM lı yoğurt	1,2± 0,0 ^{AB}
	NaCn' lı yoğurt	1,2± 0,0 ^B
Depolama*	1	1,6± 0,0 ^a
	6	1,3± 0,0 ^b
	12	1,0± 0,0 ^c

Not: ^{A,B,C}Farklı büyük harflerle gösterilen yoğurt çeşitlerine ait ortalamalar arasındaki fark önemlidir. ^{a,b,c}Farklı küçük harflerle gösterilen depolama sürelerine ait ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05). * (P<0.01).

4.2.4.3. Tüketici Testi Sonuçları

Yapılan tüketici testi sonuçlarına göre, görünüş ve kıvam bakımından yoğurt çeşitleri arasında fark olmadığı tespit edilmiştir (P=0,264; P=0,097; Çizelge 23). Buna karşın lezzet açısından yoğurtlar arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır (P=0,000). PASP izolatlı yoğurtlar lezzet açısından en düşük puana sahip olmuşlardır. Aynı şekilde, PASP izolatı içeren yoğurtlar tarife dayalı duyu değerlendirmesi paneli tarafından da en düşük fermente aromaya sahip yoğurtlar olarak tanımlanmıştır. Hansen ve Heins (1991) NaCn ve PASP konsantratlarının sütlü tatlılardaki vanilya aroması üzerine olan etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, bu tür ürünleri, düşük yağlı süt tatlılarında yağ yerine kullanmanın, aromanın algılanmasını ve tüketiciler tarafından ürünün kabul edilebilirliğini azalttığını tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, yoğurtların kabul edilebilirliği üzerine cinsiyetin etkisi ise önemsiz bulunmuştur (P=0,119). Tüketiciler tarafından yapılan sıralama testi sonuçlarına göre ise NaCn ile kurumadde içeriği artırılan yoğurtların tercih edilebilirliği kontrol ve PASP izolatlı yoğurtlardan daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 23. Tüketici testi sonuçları.

Yoğurt	Görünüş	Kıvam	Lezzet	Sıralama testi*
Kontrol yoğurt	5.7 ^a	5.6 ^a	5.8 ^{ab}	2.25 ^b
PASP izolatlı yoğurt	5.8 ^a	5.6 ^a	3.8 ^c	1.5 ^c
TI TM lı yoğurt	6.1 ^a	6.0 ^a	5.6 ^b	2.75 ^{ab}
NaCn'lı yoğurt	5.7 ^a	6.1 ^a	6.3 ^a	3.5 ^a

Not: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen yoğurt çeşitleri ortalamaları arasındaki fark önemlidir (P<0.05). * (P<0.01).

BÖLÜM 5

SONUÇ

Bu çalışmada, yoğurt üretiminde kurumadde artırımında yaygın olarak kullanılan bir yöntem olan süttezu ilavesi kontrol olarak kabul edilmiş olup, yine süt proteini kaynaklı PASP izolatu, NaCn ve TITM gibi toz bileşenlerin %1 oranında kullanımının yoğurtların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuasal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Ürünlerin fiziksel kalite özelliklerini karşılaştırmak amacıyla yapılan viskozite ölçümleri sonucunda, PASP izolatu ile zenginleştirilen yoğurtların kontrol grubunu oluşturan yoğurtlara ve diğer yoğurt çeşitlerine göre en yüksek viskozite değerine sahip olduğu saptanmıştır.

Yoğurt çeşitleri arasındaki fiziksel kalite farklılıklarını saptamak amacıyla yapılan bir diğer analiz ise serum ayrılmasının belirlenmesidir. Yoğurt çeşitleri kendi aralarında karşılaştırıldığında kontrol grubunu oluşturan yoğurtlarda en fazla serum ayrılması görülürken, PASP izolatu yoğurtlarda en az serum ayrılması olduğu tespit edilmiştir. Buna göre PASP izolatu kullanımının yoğurtların fiziksel özellikleri üzerine etkisinin olumlu yönde olduğu söylenebilir.

Yoğurtlar pH değerleri açısından karşılaştırıldığında, depolama süresi boyunca kontrol grubunu oluşturan ve PASP izolatu yoğurtlarda diğer yoğurt çeşitlerine göre daha yavaş bir pH düşüşü olduğu gözlenmiştir. Tüm yoğurt çeşitlerinde depolama süresince ölçülen pH değerlerinin ürünlerin yapısını olumsuz yönde etkilemeyecek sınırlar içerisinde olduğu saptanmıştır.

Yoğurtlar titrasyon asitliği değerleri açısından karşılaştırıldığında ise PASP izolatu ve NaCn'lı yoğurtların benzer asitlik değerlerine sahip olduğu, fakat bu değerlerin kontrol grubunu oluşturan ve TITM'li yoğurtlardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Tüm yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde de depolama süresince artış olduğu gözlenmiştir.

Yoğurt çeşitleri protein içerikleri bakımından karşılaştırıldıklarında, kontrol grubunu oluşturan yoğurtlar diğer yoğurt çeşitlerine göre daha düşük protein değerlerine sahip olmuşlardır. Buna göre, yoğurt sütünün kurumaddesini YST ile artırmak yerine PASP izolatu, NaCn ve TITM ile artırmakla daha yüksek protein içeriğine sahip ürünler elde edilmektedir.

Proteolitik aktivitenin göstergesi olarak tespit edilen tirozin değerleri bakımından yoğurtlar karşılaştırıldıklarında ise kontrol grubunu oluşturan yoğurtların en yüksek tirozin içeriğine, PASP izolatu ve NaCn'lı yoğurtların ise kontrol grubuna göre daha düşük değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Proteolitik aktivitenin fazla olması yoğurtlarda acılığı arttıran bir etmendir.

Kullanılan toz bileşenler arasında kalsiyum, demir, magnezyum, potasyum ve çinko mineralleri açısından farklılık olmasına rağmen yoğurtlar arasında böyle bir farklılığa rastlanamamıştır.

Farklı toz bileşen kullanımının yoğurt bakterilerinin sayısı üzerine etkisi önemsiz bulunurken, depolamanın 12. gününde bakteri sayılarında azalma tespit edilmiştir.

Yoğurt çeşitlerinin depolama süresince meydana gelen görünüm, yapı ve lezzet özellikleri bakımından farklılıkları da ortaya konmuştur. Buna göre, yoğurtlarda istenmeyen bir özellik olan serum ayrılması bakımından kontrol grubunu oluşturan yoğurtlar depolamanın 1. ve 6. günlerinde en yüksek serum ayrılması değerlerine sahip olmuşlardır. Yoğurtlar kıvam açısından karşılaştırıldığında ise, yalnızca depolamanın 1. gününde aralarında fark olduğu ve PASP izolatlı yoğurtların en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Yoğurtlar istenmeyen bir yapısal özellik olan 'topaklı yapı' bakımından karşılaştırıldıklarında ise PASP izolatlı yoğurtların en fazla topaklı yapıya sahip oldukları belirlenmiştir.

Yoğurdun karakteristik özelliği olan fermente aromanın yoğunluğu ise PASP izolatlı yoğurtlarda daha düşük algılanmış olup bu yoğurtların yavan bir lezzete sahip oldukları tespit edilmiştir. Hayvansı koku ve okside tat gibi bazı istenmeyen lezzet özellikleri açısından NaCn'lı ve TlTM'li yoğurtların kontrol grubunu oluşturan yoğurtlara göre daha yüksek değerlere sahip oldukları saptanmıştır. Ayrıca NaCn'lı yoğurtların burukluk puanları da, kontrol grubunu oluşturan yoğurtlara göre daha yüksek bulunmuştur.

Temel tat özellikleri açısından karşılaştırıldıklarında tüm yoğurtlarda depolama süresince algılanan ekşiliğin arttığı tespit edilmiştir. NaCn'lı yoğurtların kontrol grubu yoğurtlarına göre daha düşük bir tatlılık derecesine sahip olduğu belirlenmiştir. Tuzluluk açısından karşılaştırıldıklarında ise PASP izolatlı yoğurtların en az tuzluluk derecesine sahip olduğu saptanmıştır. Tüketici testi sonuçlarına göre lezzet bakımından kontrol ve NaCn'lı yoğurtlar diğerlerinden daha fazla beğenilmiştir. PASP izolatlı yoğurtlar ise en az tercih edilen yoğurt çeşitleri olmuştur.

Son ürüne her biri farklı özellik kazandıran bu toz bileşenlerin farklı oranlarda birlikte veya tek başına katılması ile istenen optimum kalite özelliklerine sahip ürünlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- ABU-JDAYIL B., Mohameed H. Experimental and modelling studies of the flow properties of concentrated yogurt as affected by the storage time. *J. Food Engineering*. 52:359-365, (2002).
- ADOLFSSON O., Meydani S.N., Russell R.M. Yogurt and Gut function. *American J Clinical Nutrition*. 80:245-256, (2004).
- AKIN N. *Modern Süt Ürünleri Teknolojisi*, Konya, (2004). Pp:167-183.
- ALPASLAN M., Gündüz H.H. Katkı Maddeleri Karışımlarıyla Yoğurt Kalitesini Düzeltme İmkânı Üzerine Bir Araştırma. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri. *VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı*, ed: Demirci M., Tekirdağ, (2000). Pp:500-508.
- ALTUĞ T. *Duyusal Test Teknikleri* (Yardımcı ders kitabı). E.Ü. Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları. 28. İzmir, (1993).
- ANONİM. *TS 1330 Yoğurt Standardı*. T.S.E. (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara, (1989).
- ANONİM. *TS 1018 Çiğ Süt Standardı*. T.S.E. (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara, (1994).
- ANONİM. *TS 1329 Süt Tozu Standardı*. T.S.E. (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara, (1995).
- ANONİM. *IDF 149A, Dairy Starter Cultures of Lactic Acid Bacteria (LAB)*, Brussels, (1997).
- ANONİM. *Ingredient Description Brochure*. American Dairy Products Institute, Chicago, (1998).
- ANTUNES A.E.C., Cazetto T.F., Bolini H.M.A. Viability of probiotic micro-Organisms during storage, postacidification and sensory analysis of fat-free yogurts with added whey protein concentrate. *Int. J. Dairy Technol.* 58:169-173, (2005).
- ATAMER M., Sezgin E. Yoğurtlarda kurumadde artırımının pıhtının fiziksel özelliklerine etkisi. *Gıda Dergisi*. 11:327-331, (1986).
- ATAMER M., Yetişmeyen A., Alpar O. Farklı ısı uygulamalarının inek sütlerinden üretilen yoğurtların bazı özellikleri üzerine etkisi. *Gıda Dergisi*. 11:22-28, (1986).
- AVSAR Y.K., Karagul-Yuceer Y., Drake M.A., Singh T.K., Yoon Y., Cadwallader K.R. Characterization of nutty flavor in Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 87:1999-2010, (2003).
- BARNES D.L., Harper S.J., Bodyfelt F.W., McDaniel M. Correlation of descriptive and consumer panel flavor ratings for commercial pre-stirred strawberry and lemon yogurts. *J. Dairy Sci.* 74:2089-2099, (1991).
- BOGUE J., Ritson C. Understanding consumers' perceptions of product quality for lighter dairy products through the integration of marketing and sensory information. *Acta Agric. Scand., Sect. C, Food Economics*. 1:67-77, (2004).
- BRADLEY R.L.Jr., Arnold E.Jr., Barbano D.M. Chemical and Physical Methods. *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*, ed: Marshall R.T., American Public Health Association, Washington, DC., (1992). Pp: 504:516.
- BURY D., Jelen P., Kimura, K. Whey protein concentrate as a nutrient supplement for Lactic acid bacteria. *Int. Dairy J.* 8:149-151, (1998).
- CARUNCHIA-WHETSTINE M.E., Karagul-Yuceer Y., Avsar Y.K., Drake M.A. Identification and quantification of character aroma components in fresh Chevre-style Goat cheese. *J. Food Sci.* 68:2441-2447, (2003).
- CARUNCHIA-WHETSTINE M.E., Croissant A.E., Drake M.A. Characterization of Dried Whey Protein Concentrate and Isolate Flavor. *J. Dairy Sci.* 88: 3826-3839, (2005).
- CHAPMAN K.W., Lawless H.T., Boor K.J. Quantitative descriptive analysis and principal component analysis for sensory characterization of ultrapasteurized milk. *J. Dairy Sci.* 84:12-20, (2001).
- ÇAĞLAR A., Çakmakçı S. Yoğurdun İnsan Sağlığı ve Beslenmesindeki Rolü ve Önemi. *III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu*. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 548, Ankara, (1999). Pp:205-220.
- DAMODARAN S. Amino acids, Peptides, and Proteins, *Food Chemistry*, ed: Fennema O.R., Marcel Dekker, Inc, New York, (1996). Pp: 385-389.

- DEVECİ O., Salih Z.A., Sezgin E. A Study Some Characteristics of Light Yogurts Marketed in Ankara. Recent Developments in Dairy Science and Technology. International Dairy Symposium, Isparta, Turkey, (2004). Pp:372-375.
- DRAKE M.A., Chen X.Q., Tamarapu S., Leenanon B. Soy protein fortification affects sensory, chemical and microbiological properties of dairy yogurts. *J. Food Sci.* 65, 10:1244-1247, (2000).
- DRAKE M.A., McIngvale S.C., Gerard P.D., Cadwallader K.R., Civille G.V. Development of descriptive language for Cheddar cheese. *J. Food Sci.* 66:1422-1427, (2001).
- DRAKE M.A., Karagul-Yuceer Y., Cadwallader K.R., Civille G.V., Tong P.S. Determination of the sensory attributes of dried milk powders and dairy ingredients. *J. Sensory Studies.* 18:199-216, (2003).
- EMMETT S.E. Analysis of liquid milk by inductively coupled plasma mass spectrometry. *J. Analytical Atomic Spectrometry.* 3:1145-1146, (1988).
- ENNIS M.P., Mulvihill D.M. Milk proteins, *Handbook of Hydrocolloids*, ed: Phillips G.O., Williams P.A., CRC Press LLC, Washington, DC., (2000). Pp: 185-213.
- FORSS D. A. Mechanisms of formation of aroma compounds in milk and milk products. *Dairy Res.* 46:691-706, (1979).
- FOX P.F. Milk proteins as food ingredients. *Int. J. Dairy Technol.* 54:41-55. 2001.
- FRIEDECK K.G., Karagul-Yuceer Y., Drake M.A. Soy protein fortification of a low-fat dairy based ice cream. *J. Food Sci.* 68:2651-2657, (2003).
- GONZALEZ-MARTINEZ C., Becerra M., Chafer M., Albors A., Carot J.M., Chiralt A. Influence of substituting milk powder for whey powder on yoghurt quality. *Trends in Food Sci. Technol.* 13:334-340, (2002).
- GÖNÇ S. 1999. Yoğurtta Fermentasyon, Aroma Maddeleri Oluşumu ve Soğutmanın Önemi. *III. Milli süt ve süt ürünleri sempozyumu*. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 548, Ankara, (1999). Pp:65-81.
- GROSCHE W., Milo C. Widder S. Identification and quantification of odorants causing off-flavors, *Trends in Flavor Research*, ed: Maarse H, Van der Heij D.G., Elsevier Science, London, U.K., (1994). Pp: 409-415
- GUZMAN-GONZALEZ M., Morais F., Ramos M. Amigo L. Influence of skimmed milk concentrate replacement by dry dairy products in a low-fat set-type yogurt model system. I. Use of whey protein concentrates, milk protein concentrates and skim milk powder. *J. Sci. Food Agric.* 79:1117-1122, (1999).
- GUZMAN-GONZALEZ M., Morais F., Amigo L. Influence of skimmed milk concentrate replacement by dairy products in a low-fat set-type yogurt model system. Use of caseinates, co-precipitate and blended dairy powders. *J. Sci. Food Agric.* 80:433-438, (2000).
- GÜVEN M., Karaca O.B. Farklı yöntemlerle kurumaddesi arttırılan sütlerden üretilen yoğurtların özellikleri. *Gıda.* 28:429-436, (2003).
- GÜVEN M., Yaşar K., Karaca O. B., Hayaloğlu A. A. The Effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *Int. J. Dairy Technol.* 58:180-184, (2005).
- HA E., Zemel M.B. Functional properties of whey, whey components, and essential aminoacids: mechanisms underlying health benefits for active people. *J. Nutritional Biochemistry*, 14:251-258, (2003).
- HANSEN A. P., Heinis J.J. Decrease of vanillin flavor perception in the presence of casein and whey proteins. *J. Dairy Sci.* 74:2936-2940, (1991).
- HAQUE Z.U., Ji T. Cheddar Whey Processing and Source: II. Effect on Non-fat ice cream and yogurt. *Int. J. Food Sci. Technol.* 38:463-473, (2003).
- HARPER S. J., Barnes D.L., Bodyfelt F.W., McDaniel M.R. Sensory ratings of commercial plain yogurts by consumer and descriptive panels. *J. Dairy Sci.* 74:2927-2935, (1991).

- HARWALKAR V.R, Boutin-Muma B., Cholette H., McKellar R.C., Emmons D.B. Isolation and partial purification of astringent compounds from ultrahigh-temperature sterilized milk. *J. Dairy Res.* 56:367-373, (1989).
- HEKMAT S., McMahon D.J. Manufacture and quality of iron-fortified yogurt. *J. Dairy Sci.* 80:3114-3122, (1997).
- HERRERO A.M., Requena T. The Effect of supplementing goats milk with whey protein concentrate on textural properties of set-type yogurt. *Int. J. Food Sci. Technol.* 40:1-6, (2005).
- HO C.T., Chen Q. Lipids in food flavors, *Lipids in Food Flavors*, ed: Ho C.T., Hartman T.G., ACS Symposium Series 558; American Chemical Society: Washington., (1994). Pp: 2-14.
- JAWORSKA D., Waszkiewicz- Robak B., Kolanowski W., Swiderski F. Relative importance of texture properties in the sensory quality and acceptance of natural yogurts. *Int. J. Dairy Technol.* 58(1):39-46, (2005).
- JOSEPHSON R.V., Thomas E.L., Morr C.V., Coulter S.T. Relation of heat-induced changes in protein-salt constituents and astringency in milk system. *J. Dairy Sci.* 50:1376-1383, (1967).
- JOST R., Maire J. C., Maynard F., Secretin M. C. Aspects of whey protein usage in infant nutrition, A brief review. *Int. J. Food Sci. Technol.* 34:533-542, (1999).
- KARAGÜL Y. Glucono Delta Lactone (GDL) Kullanımının Yoğurdun Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara, (1994).
- KARAGUL-YUCEER Y., Cadwallader K.R., Drake M.A. Volatile flavor components of stored nonfat dry milk. *J. Agric. Food Chem.* 50:305-312, (2002).
- KARAGUL-YUCEER Y., Drake M.A., Cadwallader K.R. Aroma active components of liquid Cheddar whey. *J. Food Sci.* 68:1215-1219, (2003a).
- KARAGUL-YUCEER Y., Vlahovich K.L., Drake M.A., Cadwallader K.R. Characteristic aroma components of rennet casein. *J. Agric. Food Chem.* 51:6797-6801, (2003b).
- KINIK Ö., Akbulut N. Soya sütünden yararlanarak elde edilen yoğurtların fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine bir araştırma. *Gıda.* 26:129-133, (2001).
- KIEßLING G., Schneider J., Jahreis, G. Long-term consumption of fermented dairy products over 6 months increases HDL cholesterol. *European J Clinical Nutrition.* 56:843-849, (2002).
- KONAR A. Yoğurda İşlenecek Sütün Isıtılması ve Kaliteli Yoğurt Üretiminde Uygulanabilecek Sıcaklık ve Sürenin Belirlenmesi. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri sempozyumu. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 548, Ankara, (1999). Pp:51-64.
- LAYE I., Karleskind D., Morr C.V. Chemical, microbiological and sensory properties of plain nonfat yogurts. *J. Food Sci.* 58:991-995, (1993).
- LUCEY J. A., Singh H. Formation and physical properties of acid milk gels: A review. *Food Research Int.* 30, 7:529-542, (1998).
- LUCEY J.A. Formation and physical properties of milk protein gels. *J. Dairy Sci.* 85:281-294, (2002).
- LUCEY J.A. Cultured Dairy Products: an Overview of their gelation and texture properties. *Int. J Dairy Technol.* 57:77-84, (2004).
- MASSEY L.K. Dairy food consumption, blood pressure and stroke. *J. Nutrition.* 131: 1875-1878, (2001).
- MCINTOSH G.H., Royle P.J., Le Leu R.K., Register G.O., Johnson M.A., Grinsted R.L., Kenword R.S., Smithers G.W. Whey proteins as functional food ingredients. *Int. Dairy J.* 8:425-434, (1998).
- MCKINLEY M.C. The nutrition and health benefits of yoghurt. *Int. J. Dairy Technol.* 58, 1:1-12, (2005).

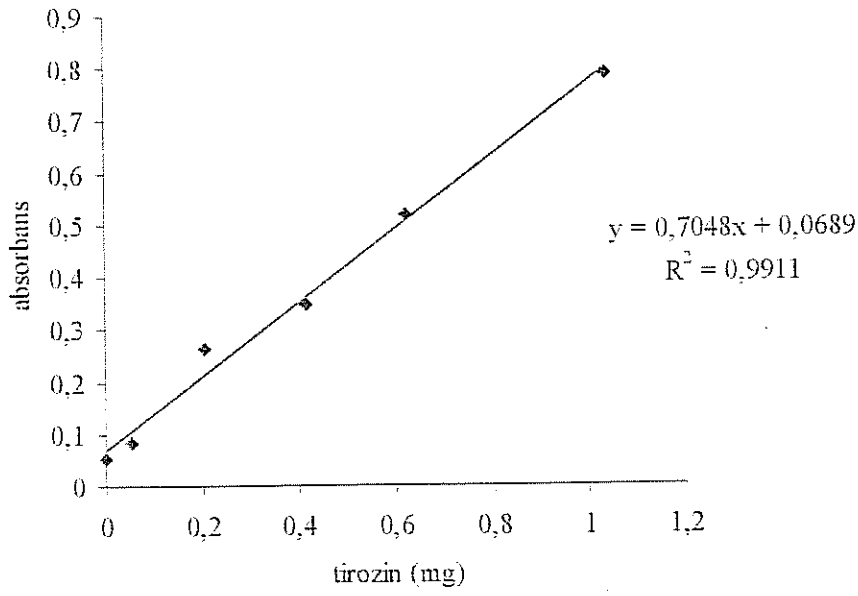
- MEILGAARD M., Civille G.V., Carr B.T. The Spectrum™ Descriptive analysis method, *Sensory Evaluation Techniques*. 3rd ed. CRC Pres, Inc. Boca Raton, FL., (1999). Pp: 173-229.
- METİN M., Tavlaş B. Sodyum kazeinat kullanımının yoğurt kalitesi üzerindeki etkileri. I. Duyusal değerlendirme sonuçları. *E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi*. 4:29-39, (1986).
- METİN M. *Süt Teknolojisi. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi*. E. Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları. 33, Bornova, İzmir, (1998). Pp:95-187.
- METİN M., Öztürk G.F. *Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri (Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Analizler)*. E.Ü. Ege Meslek Yüksek Okulu Yayınları. 24, Bornova, İzmir, (2002). Pp:227-232.
- MIRMIRAN P., Esmailzadeh A., Azizi, F. Dairy consumption and body mass index: An inverse relationship. *Int. J. Obesity*. 29:115-121, (2005).
- MISTRY V.V., Hassan H.N. Manufacture of nonfat yogurt from a high milk protein powder. *J. Dairy Sci*. 75:947-957, (1992).
- MURRAY J.M., Delahunty C.M., Baxter I.A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food Research International*. 34:461-471, (2001).
- NEBRAGA J.A., Gelinis Y., Krushevskaya A., Barnes, R.M. Direct determination of major and trace elements in milk by inductively coupled plasma atomic emission and mass spectrometry. *J. Analytical Atomic Spectrometry*. 12:1243-1246, (1997).
- ÖZBAŞ Y.Z. Acidophilus'lu Yoğurt Üretim Teknikleri. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara, (1991).
- PARK Y.W., Drake M.A. Effect of 3 months frozen-storage on organic acid contents and sensory properties, and their correlations in soft goat cheese. *Small Ruminant Res*. 58:291-298, (2005).
- PENNA A.L.B., Baruffaldi R., Oliveria M.N. Optimization of yogurt production using demineralized whey. *J Food Science*. 62:846-850, (1997).
- PEREIRA R.B., Singh H., Munro P.A., Luckman K.S. Sensory and instrumental characteristics of acid milk gels. *Int Dairy J*. 13:655-667, (2003).
- PIGGOT J.R., Movat R.G. Sensory aspects of maturation of Cheddar cheese by descriptive analysis. *J. Sensory Studies*. 6:49-62, (1991).
- PUVANENTHIRAN, A., Williams, R.P.W., Augustin M.A. Structure and visco-elastic properties of set yogurt with altered casein to whey protein ratios. *Int. Dairy J*. 12:383-391, (2002).
- RATRAY W., Jelen P. Protein standardization of milk and dairy products. *Trends in Food Sci. Technol*. 7:227-234, (1996).
- REMEUF F., Mohammed S., Sodini I., Tissier J.P. Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yogurt. *Int. Dairy J*. 13:773-782, (2003).
- SEZGİN E., Yıldırım Z., Karagül Y. *L. acidophilus* ve *B. bifidum* kullanılarak hazırlanan fermente süt ürünlerinin incelenmesi. *Tr. J. Biology*. 20:281-291, (1996).
- SHESKIN D.J. Parametric and Nonparametric statistical Procedures. Chapman & Hall/CRC, New York, (2000). Pp: 669-684.
- SMITHERS G.W., Ballard F.J., Copeland A.D., De Silva K. J., Dionysius D.A., Francis G.L., Goddard C., Grieve P.A., McIntosh G.H., Mitchell I.R., Pearce, R.J., Register G.O. New opportunities from the isolation and utilization of whey proteins. *J. Dairy Sci*. 79:1454-1459, (1996).
- SODINI I., Remeuf F., Haddad S., Corrieu G. The relative effect of milk base starter, and process on yogurt texture: a review. *Critical Reviews in Food Sci. and Nutrition*, 44:113-137, (2004).
- SODINI I., Montella J., Tong P.S. Physical properties of yogurt fortified with various commercial whey protein concentrates. *J. Sci. Food Agriculture*. 85:853-859, (2005).
- ŞİMŞEK O., Kurultay Ş., Bilgin B., Öksüz Ö. Yoğurt Hataları. *III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu*. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 548, Ankara, (1999). Pp:351-356.

- TAMIME A.Y., Robinson R.K. *Yoghurt Science and Technology*. CRC Press, Washington, DC., (2000).
- TARAKÇI Z., Küçüköner E. 2003. Peyniraltı Suyu Proteinleri, Fonksiyonel Özellikleri ve Gıdalarda Kullanımı. *SEYES Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu*, İzmir, (2003). Pp:329-334.
- ULBERTH F., Roubicek D. Monitoring of oxidative deterioration of milk powder by headspace gas chromatography. *Int. Dairy J.* 5:523-531, (1995).
- ÜÇÜNCÜ M. *Süt Teknolojisi*. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları. 32. Bornova, İzmir, (1996). Pp:125-140.
- ÜÇÜNCÜ M. *Süt ve Mamulleri Teknolojisi*. Meta Basım. Bornova, İzmir, (2005). Pp:405-485.
- VARNAM A.H., Sutherland J.P. *Milk and Milk Products Technology, Chemistry and Microbiology*. Chapman & Hall, London, (1996). Pp: 159-180.
- WARNER E.A., Kanekanian A.D., Andrews A.T. Bioactivity of milk proteins:1. Anticarcinogenicity of whey proteins. *Int. J. Dairy Technol.* 54:151-153, (2001).
- WONG D.W.S., Wayne M.C., Pavlath A.E. Structures and functionalities of milk proteins. *Critical Reviews in Food Sci. and Nutrition.* 36:807-844, (1996).
- YAYGIN H. Yoğurt Yapımında Saf Kültür Kullanımı ve Önemi. *III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu*. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 548, Ankara, (1999). Pp:83-94.
- ZEMEL M.B., Richards J., Mathis S., Milstead A., Gebhardt L., Silva E. Dairy augmentation of total and central fat loss in obese subjects. *Int. J. Obesity.* 29:391-397, (2005).

EKLER

EK-A

Tirozin Kalibrasyon Grafiği

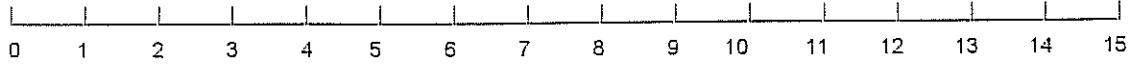


EK- B

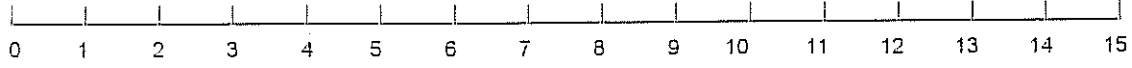
Duyusal Değerlendirme Skalası

Tekstür

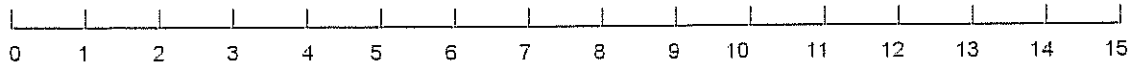
1. Serum ayrılması



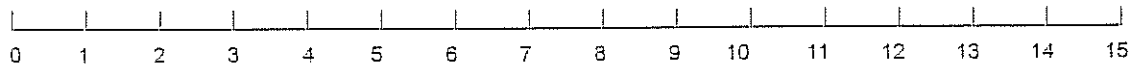
2. Topaklı yapı



3. Kıvam

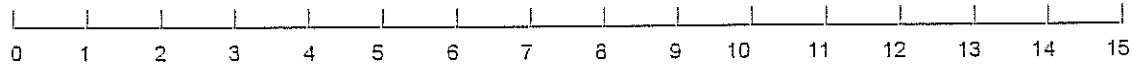


4. Tozumsu, tebeşirimsi

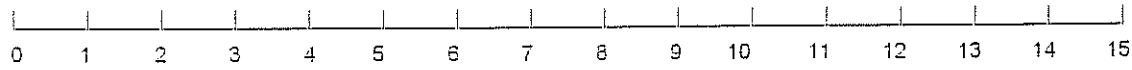


Aromatikler

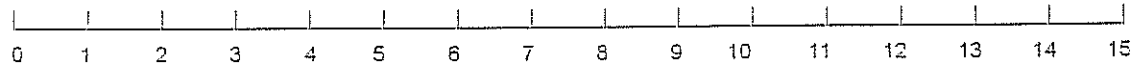
1. Pişmiş (Referans = sterilize süt)



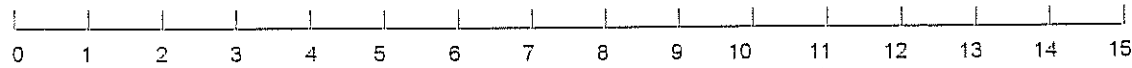
2. Fermente aroma (Referans = Asetaldehit)



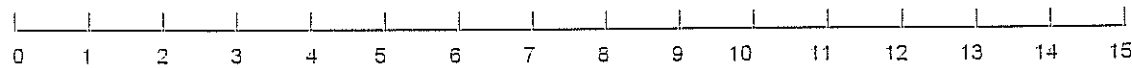
3. Kremamsı/süt yağı (Referans = tereyağı)



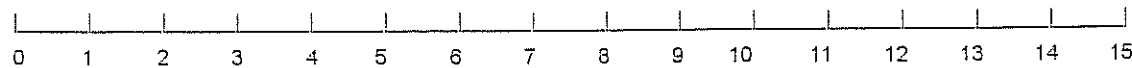
4. PAS (Referans = PAS, teleme, çökelek)



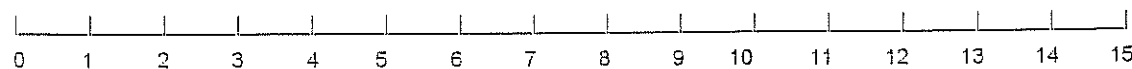
5. Hayvansı (koyun, inek vd.) (Referans=Na-Kazeinat)



6. Oksidasyon (Referans = su içinde karton)

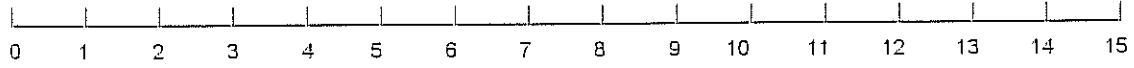


7. Tahılımsı (Referans = yulaflı bisküvi)

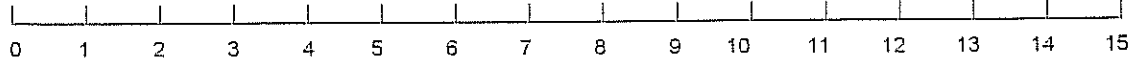


EK- B (devamı)

8. Burukluk (Referans=Suda bekletilmiş çay poşeti: 8)

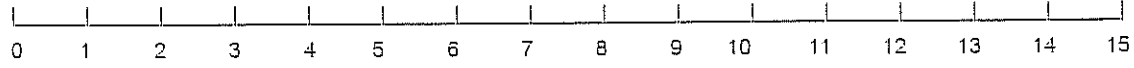


9. Kalan lezzet



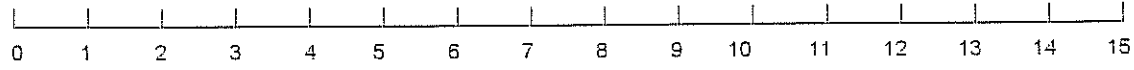
Temel Tatlar

Tatlı



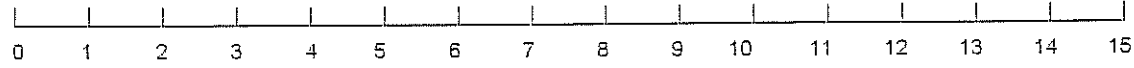
%2 şeker = 2 %5 şeker = 5

Tuzlu



%0.2 NaCl= 2.5 %0.35 NaCl = 5

Ekşi



%0.05 sitrik asit = 2 %0.08 sitrik asit = 5

EK- C

Yaş: Cinsiyet:

Sunulan yoğurt örnekleriyle, sizlere ürünün kalite kriterleri hakkındaki düşünceleriniz sorulacaktır. Lütfen;

1) Size verilen Yoğurt örneklerini aşağıda verilen sıraya göre görünüş, kıvam ve lezzet& koku yönünden değerlendiriniz.

2) Ürünlerin sizde bıraktığı etkiye göre, aşağıdaki skalayı kullanarak 1 ile 9 arasında bir numarayı daire içersine alınız.

3) Tek tek değerlendirmeniz sonunda, nedenlerini de belirterek, ürünleri genel beğeni sırasına koyunuz.

Katılımınız için çok teşekkürler...☺

Ürün Kodu:

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim			Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tat& Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ürün Kodu:

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim			Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tat& Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ürün Kodu:

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim			Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tat& Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ürün Kodu:

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim			Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tat& Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Beğeni sıralamanız:

	<u>Kod</u>	<u>Nedeni</u>
En çok	1)	
	2)	
	3)	
En az	4)	

PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Kodu: TOVAG-1050024
Proje Başlığı: FARKLI KURUMADDE ARTIRIM YÖNTEMLERİNİN YOĞURTLARIN KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE ETKİSİ
Proje Yürütücüsü ve Yardımcı Araştırmacılar: Yrd. Doç. Dr. Yonca Karagül Yüceer Araş. Gör. Müge İşleten
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Terzioğlu Kampüsü, 17020 ÇANAKKALE
Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Bilimsel Araştırma Fonu
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 1 Haziran 2005-1 Haziran 2006
Öz (en çok 70 kelime) Bu çalışmada, yoğurt üretiminde kurumadde artırımını amacıyla süttezu yerine, peyniraltı suyu protein (PASP) izolatu, sodyum kazeinat (NaCn) ve yoğurt tekstür improver TM 'in (TI), kullanılarak depolama boyunca yağsız yoğurtların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özelliklerine etkileri araştırılmıştır. PASP izolatu kullanımının yoğurtların fiziksel özelliklerine olumlu katkı sağlarken, duysal özellikleri olumsuz etkilediği saptanmıştır. Ayrıca, bu farklı kurumadde kaynaklarının yoğurt bakterilerinin sayısı üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. NaCn' li yoğurtlar tüketiciler tarafından en çok tercih edilen yoğurt çeşidi olmuştur.
Anahtar Kelimeler: yoğurt, katkılandırma, peyniraltı suyu protein izolatu, kazeinat
Projeden Kaynaklanan Yayınlar: 1) 'Effects of Dry Dairy Ingredients on Quality of Non-fat Yogurt.' (Baskıda, Journal of Dairy Science)
Bilim Dalı: Gıda teknolojisi
Doçentlik B. Dalı Kodu: