

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VANİLYALI YOĞURT DONDURMAYA İNÜLİN VE
İZOMALT İLAVESİNİN REOLOJİK VE DUYUSAL
ÖZELLİKLERE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gıda Müh. Ümran IŞIK
(506021413)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 Aralık 2005
Tezin Savunulduğu Tarih : 03 Şubat 2006**

**Tez Danışmanı : Prof.Dr. Dilek BOYACIOĞLU
Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. F. Seniha GÜNER (İ.T.Ü.)
Yard.Doç.Dr. Meral KILIÇ (İ.T.Ü.)**

ŞUBAT 2006

ÖNSÖZ

Eğitimimde ve bu çalışmanın gerçekleşmesinde emeği geçen herkese teşekkürlerimi sunarım. Öncelikle değerli fikirleri, yönlendirmeleri, heyecanı, sabrı, harcadığı zaman ve emekle çalışmayı tamamladığımız, çok saygı ve sevgi duyduğum değerli danışmanım ve büyüğüm Prof. Dr. Dilek Boyacıoğlu'na teşekkürlerimi sunarım. Arş. Gör. Dilara Nilüfer ve Arş. Gör. Esra Çapanoğlu'na tüm desteklerinden dolayı ayrıca çok teşekkür ederim.

Üretimlerinin gerçekleştirilmesine imkan tanıyan Unilever San. Ve Tic. Türk A.Ş. Algida genel müdürü Sayın Hazım Ellialtı, AR&GE direktörü Sayın Bil Ergin'e çok teşekkür ederim. Pilot tesiste gerçekleştirilen üretimlerde güler yüzünü ve şikayetsiz hertürlü desteğini veren, bildiklerini öğreten Osman Can'a, vakit bulduğu zamanlarda yine destek veren Gündüz Cin'e de teşekkür ederim. Çalışma alanlarını benimle paylaşan Geliştirme Müdürü Özkan Gökçebağ ve Geliştirme Müdürü Caner Kılınçer'e ayrıca yoğun çalışmalar sırasında başta Kalite Güvence, Güvenlik, Sağlık ve Çevre Müdürü Kemal Tokuç ve Birsan Can olmak üzere güler yüz gösteren diğer çalışanlara da teşekkür ederim. Zor zamanlarımda maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen, Çorlu'da bana evini açan değerli arkadaşım Geliştirme Mühendisi Şenay Avcu'ya ve ailesine de ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Bazı ödenemelerde destek veren Baklavacı Güllüoğlu Gıda San. ve Dış Tic. A.Ş.'ne (Merter) teşekkür ederim. Çalışmamız sırasında inülin temininde destek olan Dora Dış Tic. ve Gıda San. A.Ş. Satış ve Pazarlama Müdürü Sayın Esra Köse'ye, izomalt temininde destek olan Kurmed Uluslararası Tic. Temsilcilik, Danışmanlık, İthalat, İhracat, Üretim LTD. ŞTİ. Gıda Mühendisi Sayın Yaprak Doğaner'e hammaddelerin temininde destek oldukları için ayrı ayrı teşekkür ederim. Yine yoğurt kültürlerinin temininde destek olan Maysa Gıda San. ve Tic. A.Ş.'den Özkan Elibüyük'e ve değerli arkadaşım Nurdan Tüncal'a da teşekkürlerimi sunarım.

Laktik asit bakterilerinin sayılmasında destek veren Prof. Dr. Necla Aran'a, Arş. Gör. Harika Çankaya'ya, uzman Nalan Demir'e, analizlerde yardımı dokunan herkese ayrıca E.Ü.'den uzman Ahmet Öztürk'e, tüketici testine ve tatlılık ödenemesine katılan tüm panelistlere, tanımlayıcı analizin uzun eğitim oturumlarına katılıp testi gerçekleştiren, ısıl şok testine katılan, Yard. Doç. Dr. Meral Kılıç ve Arş. Görevlileri Esra Çapanoğlu, Dilara Nilüfer, Neşe Şahin, Aslı Can, Dilek Arduzlar, Dilek Ercili, Ebru F. Durmuş, Funda K. Güler'e destek verdikleri için çok teşekkür ederim. Dondurmaların taşınması sırasında bize dondurucusunu açan komşumuz Meryem Yücel ve ailesine de ayrıca teşekkür ederim.

Annem Eribe Işık'a ve tüm aileme sonsuz teşekkürler ederim. Yüksek lisans yapmamda en çok emekleri geçen değerli ablalarım Fidan Işık, ve Beyhan Işık'a, kardeşim Gökhan Işık'a ayrıca saygı ve sevgilerimi sunarım. Bu çalışmayı bana her zaman maddi manevi destek olan ve emek veren sevgili aileme ithaf ediyorum.

Şubat, 2006

Ümran IŞIK

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	IV
TABLO LİSTESİ	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÖZET	VIII
SUMMARY	XI
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ	3
2.1. Yoğurt dondurma üretimi	3
2.2. Yoğurt dondurmanın özellikleri	6
2.3. Yoğurt dondurmanın ingredientleri	8
2.4. İnülin	13
2.5. İzomalt	15
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1. Materyal	17
3.2. Metot	19
3.2.1. Yoğurt dondurma üretimi	19
3.2.2. pH ölçümleri	22
3.2.3. Kompozisyon analizleri	22
3.2.4. Asitlik tayini	24
3.2.5. Hacim genişlemesi tayini	24
3.2.6. Erime testi	24
3.2.7. Viskozite tayini	25
3.2.8. Isıl şok dayanımı	25
3.2.9. Sıcaklık düşmesi testi	25
3.2.10. Tüketici tercih ve kabul testi	26
3.2.11. Şekersiz yoğurt dondurmada kullanılacak yoğun tatlandırıcı seviyesinin belirlenmesi	26
3.2.12. Tanımlayıcı profil testi	27
3.2.13. Laktik asit bakteri sayısı	30
3.2.14. İstatistiksel analiz	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	32
4.1. Yoğurt dondurmada tüketici tercih ve kabul testi sonuçları	32
4.1.1. Tüketici tercihi	32
4.1.2. Lezzet, doku ve görünüş için beğeni puanları	33
4.1.3. Yoğurt dondurmaya satın alma niyeti puanları	36
4.2. Şekersiz yoğurt dondurmada yapay tatlandırıcı seviyesinin belirlenmesi	37
4.3. Kompozisyon analizleri sonuçları	38
4.4. Asitlik tayini	39
4.5. Viskozite	40
4.6. Hacim genişlemesi	42

4.7.	Isıl şok dayanımı	43
4.8.	Sıcaklık düşmesi testi	46
4.9.	Tanımlayıcı profil testi sonuçları	46
4.10.	Lezzet-doku ve erime kalitesi özellikleri temel bileşen analizi (TBA)	55
4.11.	Erime testi	64
4.12.	Laktik asit bakteri (LAB) sayısı	65
5.	SONUÇLAR	69
	KAYNAKLAR	71
	EKLER	76
	ÖZGEÇMİŞ	95

KISALTMALAR

TK	: Toplam Katı
Stab/Emül	: Stabilizatör / Emülgatör
YST	: Yağsız Süttozu
Asp/Ase-K	: Aspartam/Asesülfam-K
ST	: <i>Streptococcus thermophilus</i>
LB	: <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>
LAB	: Laktik asit bakterileri
CMC	: Karboksimetil selüloz
LBG	: Keçi boynuzu sakızı
GG	: Guar sakızı
GPM	: 1-O- α -D-glucopyranosyl-D-mannitol
GPS	: 6-O- α -D-glucopyranosyl-D-sorbitol
QS	: Maksimum düzeyin belirlenmediğini ifade etmektedir (Quantum Satis)
PD	: Polidekstroz
TBA	: Temel Bileşenler Analizi

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Deneme deseni.....	viii
Table 1. Experimental design.....	xi
Tablo 2.1. Bazı kaynaklara göre yoğurt dondurma formülasyonları (%)..	11
Tablo 2.2 Yumuşak ve sert yoğurt dondurma formülasyonu.....	12
Tablo 3.1. Deneme planı (%).....	17
Tablo 3.2. Formülasyonlar (%).....	18
Tablo 3.3. Tatlılık ödenemesinde kullanılan deneme deseni.....	21
Tablo 4.1. Toplam katı madde, Yağ, Kül, Protein ve Karbonhidrat tayini (hesap yoluyla) sonuçları (%).....	34
Tablo 4.2. Tüketicilerde pH'ya ve cinsiyete göre beğeni ve satın alma niyeti puanları.....	35
Tablo 4.3. Asitlik tayini sonuçları.....	39
Tablo 4.4. Yoğurt dondurma karışımlarında ölçülen viskozitelerin karşılaştırılması.....	41
Tablo 4.5. Yoğurt dondurmada hacim genişlemesi değerleri.....	43
Tablo 4.6. Isıl şok dayanımı, özelliklere göre ortalamalar ve karşılaştırılması.....	44
Tablo. 4.7. Tanımlayıcı profil testine göre doku ve erime kalitesi özelliklerinin karşılaştırılması.....	48
Tablo 4.8. Tanımlayıcı profil testine göre lezzet özelliklerinin karşılaştırılması.....	49
Tablo 4.9. Korelasyon matrisinin özdeğer analiz sonuçları.....	55
Tablo 4.10. Temel bileşen katsayıları ve temel bileşen skorları.....	58
Tablo. 4.11 Laktik asit bakteri sayısı ve ortalamaların karşılaştırılması....	66
Tablo A.1. Yoğurt dondurmada ısı şok dayanımı testi panel formu.....	76

Tablo A.2.	Tüketici testinde kullanılan protokol tasarımı: Yoğurt dondurma.....	77
Tablo. A.3.	Tüketici tercih ve kabul testi formu.....	79
Tablo A.4.	Tüketicilere verilen tadım bilgisi.....	79
Tablo A.5.	Çok eşli karşılaştırma testi formu.....	80
Tablo A.6.	Lezzet ve doku özelliklerinin belirlenmesine yönelik tadım bilgisi.....	81
Tablo. A.7.	Çizgi skalası kullanımı.....	82
Tablo. A.8.	Tanımlayıcı profil formu.....	83
Tablo A.9.	Viskozite için bir yollu varyans analizi tabloları.....	89
Tablo A.10.	Hacim genişlemesi için bir yollu varyans analizi tablosu.....	89
Tablo A.11.	Isıl şok dayanımı için iki yollu varyans analizi tabloları.....	90
Tablo A.12.	Tanımlayıcı profil testi için iki yollu varyans analizi tabloları	91
Tablo A.13.	Laktik asit bakteri sayısı için bir yollu varyans analizi tablosu.....	93

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Yumuşak, sert ve tatlı tip yoğurt dondurma akım şeması	3
Şekil 2.2 : Yoğurt dondurma akım şeması (tek akış hatlı proses).....	4
Şekil 2.3 : Yoğurt dondurma akım şeması (iki akış hatlı karıştırma prosesi)	5
Şekil 3.1 : Yoğurt dondurma işleme akım şeması.....	19
Şekil 3.2 : Yoğurt dondurma üretim aşamalarından görüntüler.....	20
Şekil 3.3 : (a,b) Tanımlayıcı profil testi eğitim oturumları.....	27
(c) Ayrı bölmelerde tanımlayıcı profil testi oturumları.....	27
Şekil 4.1 : Yoğurt dondurmada tüketici beğenisi.....	32
Şekil 4.2 : Lezzet, doku ve görünüş için beğeni puanları.....	36
Şekil 4.3 : Tüketicilerde satın alma niyeti puanları.....	37
Şekil 4.4 : Tatlılık ön denemesinin sonuçları.....	38
Şekil 4.5 : Farklı dönme hızı (rpm) ve sıcaklıkta ölçülen viskozite ortalamaları.....	42
Şekil 4.6 : Isıl şok sonucu olumsuz yönde değişim puanları.....	45
Şekil 4.7 : Isıl şoka maruz kalmış dondurmaların, kontrolle karşılaştırılması.....	45
Şekil 4.8 : Yoğurt dondurmada birim zamana karşı sıcaklık düşmesi.....	46
Şekil 4.9 : Doku özellikleri örümcek ağı diyagramı.....	51
Şekil 4.10: Lezzet özellikleri örümcek ağı diyagramı.....	53
Şekil 4.11: Erime kalitesi özellikleri.....	54
Şekil 4.12: Eğitim oturumları sırasında erime kalitesinin değerlendirildiği örnekler.....	54
Şekil 4.13: Korelasyon matrisi özdeğerleri yamaç eğim grafiği.....	57
Şekil 4.14: Lezzet, doku ve erime kalitesi özellikleri için korelasyon matrisi yük grafiği.....	59
Şekil 4.15: Korelasyon matrisi skor grafiği.....	61
Şekil 4.16: Formülasyonların ve özelliklerin aynı haritada gösterilmesi.....	63
Şekil 4.17: Yoğurt dondurmada erime hızı.....	64
Şekil 4.18: Erime testinde ilk damlanın düşme zamanı.....	65
Şekil B.1 : Yoğurt dondurma; Tüketici tercih ve kabul testi; Ürün tanıtımı..	94

VANİLYALI YOĞURT DONDURMAYA İNÜLİN VE İZOMALT İLAVESİNİN REOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERE ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışmada; belirlenen formülasyona ve işleme yöntemine göre yoğurt dondurma elde edilmiş; inülin ilavesiyle ve yağ miktarının azaltılıp şekerin ikame edilmesiyle birden fazla fonksiyonellik bir üründe birleştirilmiştir. Bu şekilde düşük kalorili ve diyabetik ürünler elde edilmiş ve kalite özellikleri belirlenmiştir.

Kontrol numunesinin pH'sının ve tatlı/ekşi lezzet özelliğinin seçilmesi amacıyla pH'sı 4.8 ve 5.2 olan iki farklı yoğurt dondurma üretilmiştir. Bu numuneler 88 panelistin katıldığı tüketici tercih ve kabul testiyle incelenmiş ve en beğenilen pH 5.2 değerine sahip numune kontrol olarak belirlenmiştir. Kontrol numunesine panelistlerin beğenisine göre karar verildikten sonra Tablo 1'de verilen deneme desenine göre 2 işlem tekrarlı olmak üzere yağ miktarının azaltıldığı ve şeker ikamelerinin kullanıldığı numuneler üzerinde çalışılmıştır.

Tablo 1. Deneme deseni^{1,2}

Ürün kodu	Formülasyon
A	Şekerli ve tam yağlı kontrol numunesi
B	Şekerli ve yağı azaltılmış kontrol numunesi
C	%8 inülin + %5 izomalt + %5 polidekstroz içeren numune
D	%6.5 inülin + %6.5 izomalt + %5 polidekstroz içeren numune
E	%5 inülin + %8 izomalt + %5 polidekstroz içeren numune

¹ Toplam katı madde miktarı A numunesinde %35.13 (%6 yağ) ve diğer formülasyonlarda %32.13 (%3 yağ)'tür.

² C, D ve E numuneleri şeker içermeyen yağ azaltılmış ürünlerdir. A ve B numunelerindeki %18 oranında olan şeker miktarı, C,D ve E numunelerinde inülin + izomalt + polidekstroz ilavesi ile ağırlıkça %100 oranında ikame edilmiştir. %0.065 Aspartam/Asesülfam-K eklenmiştir.

Çalışmada ürünlerin kalitesi; kompozisyon analizleri (toplam katı madde, yağ, protein, kül ve karbonhidrat tayinleri), viskozite, asitlik, hacim genişlemesi, erime hızı, ısıl şok dayanımı, laktik asit bakteri sayımı ve duysal testlerle belirlenmiştir. Tüketici tercih ve kabul testiyle daha sonraki aşamalarda kullanılacak olan kontrol numunesine karar verilmiş, eşli sıralama testiyle numunelerin tatlılık özelliği üzerinde yoğunlaşarak, diyet ürünlerde kullanılacak Aspartam/Asesülfam-K düzeyine karar verilmiştir. Tanımlayıcı profil testiyle deneme desenine göre üretilen yoğurt dondurmalar lezzet, doku ve erime kalitesi yönünden değerlendirilmiştir.

Tüketici tercih ve kabul testinde panelistlerin %69'u pH'sı 5.2 ve %31'i pH'sı 4.8 olan örneği tercih etmiştir. pH'sı 5.2 olan örneğin panelistler tarafından tercihi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu için projenin sonraki aşamalarında kontrol yoğurt dondurmanın pH'sı bu değer uygulanmıştır. Satın alma niyeti yönünden pH'sı 5.2 yada 4.8 olan numuneleri tercih edenlerin her ikisinde değerlendirmelerin "belki alırım" ve "kesinlikle alırım" aralığında olduğu gözlenmiştir. Lezzet, doku ve görünüş özelliklerini, pH'sı 5.2 olan numuneyi tercih eden panelistler, sırasıyla ortalama 6.0; 6.1 ve 6.2 puan ve pH'sı 4.8 olan numuneyi tercih edenler ise sırasıyla ortalama 5.9; 6.1 ve 6.2 puan ile değerlendirmişlerdir. Bu değerler, panelistlerin ürün lezzetini, dokusunu ve görünüşünü beğendiğini göstermiştir.

Şekersiz yoğurt dondurmada tatlandırıcı seviyesini belirlemek amacıyla yapılan duyu analizi (eşli sıralama testi) sonucunda %0.065 düzeyinde Aspartam/Asesülfam-K'un diyet ürünlerde kullanılmasına karar verilmiştir.

Numunelerin toplam katı madde ve yağ içerikleri, şekerli ve tam yağlı numune için sırasıyla ortalama %33.1 ve %6.1; yağı azaltılmış olanlarda sırasıyla ortalama %30.1 ve %3.2'dir. Tüm değerlerin ortalamasına göre kül %0.9; protein %3.2; karbonhidrat %22.8 (hesap yoluyla) olarak bulunmuştur. Asitlik tayini sonuçları laktik asit cinsinden % 0.69-0.72 arasında bulunmuştur. Ürünlerin toplam enerjisi hesap yoluyla A numunesi için 159 kcal/g; B numunesi için 135 kcal/g; diyet ürünler için ortalama 91 kcal/g'dır.

Dondurma işleminden önce yoğurt dondurma karışımlarında 30 rpm (5°C), 12 rpm (6°C) ve 6 rpm (5,5°C)'de ölçülen viskozite değerlerinde formülasyonlar arasındaki farklılıklar benzerdir. Beş formülasyonun ($A>C>D>E>B$) viskoziteleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.05$). Tam yağlı kontrole göre yağı azaltılmış kontrol numunesinin viskozitesi önemli ölçüde azalmıştır. Her iki numunenin sakkaroz içeriği %18'dir. Dolayısıyla numunelerdeki viskozite azalmasının nedeni, yağ miktarının daha az olması ve toplam katı madde miktarının %3 oranında azalmış olmasıdır. Diyet ürünlerde viskozite, az yağlı kontrole göre daha yüksek; ancak tam yağlı kontrol numunesinin altında gözlenmiştir. Yağı azaltılmış formülasyonlarda (C, D, E) toplam katı madde miktarı ve polidekstroz oranı sabittir, dolayısıyla bu numuneler arasındaki viskozite farklılıkları ($C>D>E$) inülin ve izomalt düzeylerinden kaynaklanmaktadır. İnülin ilavesinin izomaltla göre viskoziteyi daha fazla artırdığı gözlenmiştir.

Yoğurt dondurma numunelerinde hedeflenen hacim genişlemesi %80'dir. Numunelerin hacim genişlemesi değerlerinin %67-80 arasında olduğu belirlenmiştir.

Isıl şok dayanımı sonuçlarına göre görünüm ve doku kabalığı açısından A, B, C ve D numuneleri arasında ve A, B, C ve E numuneleri arasında ('çok hafif-az' aralığında değişim) önemli bir farklılık yoktur ve D numunesi önemli derecede E numunesinden fazla değişim göstermiştir. Çökme derecesi açısından A, C ve D numuneleri arasında ve A, C ve E numuneleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ('az-orta' aralığında değişim). Ancak D numunesindeki çökme derecesi, E ve B numunelerinden ($D>E>B$) önemli ölçüde daha fazladır. Görünüm, doku kabalığı ve çökme derecesi yönünden E numunesi D örneğinden daha az olumsuz değişim göstermiştir ($P<0.05$). E numunesinde inülinin az olup izomaltın fazla olması ısı şok dayanımını artırmıştır. Serum dönüşümü açısından ortalamalar arasında ('az' değeri) önemli bir farklılık çıkmamıştır. Isıl şok sırasında erimiş dondurmanın yüzeyinde tekrar donma olduğu gözlenmiştir.

Tanımlayıcı profil testi sonucunda ürünlerin sertlik ve buzluluk, köpüklü erime ve serum ayrılması, tatlılık özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Buna karşın ürünler arasında farklılık gözlenmeyen özellikler; Doku özelliklerinden parçalanma ufalanma eğilimi, erime hızı, kumsuluk, tüy gibi yumuşak-havalı, çiğnenebilirlik, pürüzsüz doku, kayganlık ve yağlılık; Erime kalitesi özelliklerinden erime direnci, pıhtılı-tanecikli erime ve sulu erime; Lezzet özelliklerinden asitlik, burukluk, yoğurt lezzeti, vanilya lezzeti ve olumsuz kalıntı tat özellikleridir ($P<0,05$).

Özet olarak ürünler uygun erime hızında, buzuluğu çok az, kumsu olmayan, çok az çiğnenebilir ve ürüne uygun hava içeriğinde/yumuşaklıkta, yüksek pürüzsüzlük değerinde, kremsi dokuda ve yoğurttan kaynaklı bir asitlik ve çok hafif bir buruk lezzet ile vanilya lezzetini de içeren bir lezzet ve doku profili göstermektedirler.

C ve D numunelerin duysal özellikleri genel olarak kontrol numunelerinden (A ve B) önemli bir farklılık göstermemiştir. Bazı özelliklerde E numunesi diğerlerinden kısmen farklılaşmıştır. Buna göre diyet ürünler kontrol ile karşılaştırıldığında başarılı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada genel olarak lezzeti ve dokusu iyi kalitede ürünler elde edilmesine karşın tüm ürünlerde gözlenen sulu, serum ayrılmış, pıhtılı erime gibi özellikler, erime kalitesinin yetersizliğini göstermiştir.

Ürünlerin erime hızları $B>D>E>C>A$ şeklinde sıralanmıştır. Yağ miktarının ve dolayısıyla toplam katı madde miktarının azalmasıyla erime hızlanmıştır ($B>A$). Diyet ürünler (C,D,E) yağı azaltılmış kontrole göre daha yavaş erimekle beraber, tam yağlı kontrole göre daha hızlı erime göstermiştir. İnülin düzeyinin en fazla ve izomalt düzeyinin en düşük olduğu C numunesi, tam yağlı kontrole çok yakın bir hızda erimeye sahip olması nedeniyle en başarılı diyetetik ürün olarak değerlendirilmiştir. Erimeye bırakılan ürünlerde ilk damlanın düşme zamanları sırasıyla $A>C>D>B>E$ şeklindedir. İlk damla ilk E numunesinde, en son tam yağlı kontrolde düşmüştür. İlk damlanın düşme zamanı yönünden tam yağlı kontrole en yakın numune C numunesi olmuştur.

Yoğurt dondurmalarında Laktik asit bakteri (LAB) sayısı A, B, C, D, E numuneleri için sırasıyla 8.49; 8.15; 8.12; 8.20; 8.36 log bulunmuştur. Tam yağlı kontrol (A) yağı azaltılmış kontrole ve C, D numunelerine göre önemli oranda daha fazla LAB içermektedir. E numunesinin ise LAB sayısı yönünden hiçbir ürünle istatistiksel olarak önemli bir farklılığı yoktur ($P<0.05$). Yağ miktarının azalması LAB sayısında önemli bir azalmaya (0.34 log) sebep olmuştur. Üretimlerden yaklaşık 3 ay sonra laktik asit bakterilerinin canlı kalması yapılan çalışmalarla uyum göstermiş ve ürünlerin 'sağlığa yararlı' imajını desteklemiştir.

Yapılan tüm analiz sonuçları ışığında, pH değerine ve şekere bağlı olarak yoğurt dondurmanın beğenilen bir ürün olduğu gözlenmiştir. Az yağlı ve şekersiz yoğurt dondurma üretimi için yüksek şeker ve yağ miktarının inülin, izomalt ve polidekstroz ilavesiyle azaltılabileceği gözlenmiştir. Yoğurt dondurma yoğurt gibi fermente bir süt ürünü, inülin ilavesi ve azaltılmış yağ içeriği ile lezzetli ve sağlıklı bir ürün olarak değerlendirilmiştir.

THE EFFECT OF INULIN & ISOMALT ADDITION ON THE RHEOLOGICAL AND SENSORY ATTRIBUTES OF VANILLA FLAVORED YOGHURT ICE CREAM

ABSTRACT

In this study, yoghurt ice cream samples with targetted formulations and selected manufacturing method were obtained; more than one functionality was combined in a single product by adding inulin, lowering the fat amount, and replacing the sugar. The quality properties of those low-calorie and diabetic products were determined.

Two different yoghurt ice creams with pH 4.8 & 5.2 were produced to be tested for the pH and sweet/sour flavor of the control sample by untrained consumer panel. These samples were tested through consumer preference and acceptance tests with 88 judges. The most liked sample having pH 5.2 was used as the control sample. Following the determination of pH of the control sample, the experimental samples of which fat is reduced and synthetic sugars were used to replace sugar were produced based on the following design as shown in Table 1.

Tablo 1. Experimental design^{1,2}

Product code	Formulation
A	Control sample with sugar and whole fat
B	Control sample with sugar and reduced fat
C	Sample containing 8% inulin + 5% isomalt + 5% polydextrose
D	Sample containing 6.5% inulin + 6.5% isomalt + 5% polydextrose
E	Sample containing 5% inulin + 8% isomalt + 5% polydextrose

¹ Total solid amount is 35.13% (6% fat) in sample A and it is 32.13% (3% fat) in other samples.

² Samples C, D and E are no sugar added and reduced fat products. Sugar (18%) in samples A and B was replaced by 100% by weight by inulin + isomalt + polydextrose in samples C,D and E. A level of 0.065% of Aspartame/Acesulfame-K was added instead of sugar.

In the present study, quality attributes of yogurt ice cream products were analyzed through composition of products (total solid, fat, protein, ash, carbohydrate determinations), viscosity, acidity, overrun, melting rate, heat shock stability, lactic acid bacteria count, and sensory analysis. Control sample was preferred by consumer preference and acceptance tests. The aspartame/acesulfame K level of samples was decided based on a sensory test by intensifying on sweetness characteristic of samples. Yoghurt ice cream samples were evaluated for flavor, texture and melting quality with quantitative descriptive profile test.

The results of consumer preference and acceptance test showed that 69% judges preferred the sample having pH 5.2 and 31% of them preferred the sample with pH 4.8. As the preference of the sample having pH 5.2 by consumers was statistically significant ($P<0.05$), control yoghurt ice cream's pH was applied as 5.2 in following stages of the study. In respect to purchasing intention it was observed that evaluations were between 'may purchase' or 'certainly purchase' in consumers who both preferred pH 5.2 or pH 4.8. The judges who preferred the sample pH 5.2 or pH 4.8 have evaluated flavor, texture and appearance characteristics with mean scores of 6.0; 6.1 and 6.2, respectively or 5.9; 6.1 and 6.2, respectively. Those results showed that consumers liked the flavor, texture and appearance of products.

Based on the results of sensory analysis, the sweetener level in no sugar yoghurt ice cream was determined to be 0.065% aspartame/acesulfame K in diet products.

Total solid and fat contents of samples were averaged 33.0% and 6.1%, respectively. Those components were averaged 30.1% and 3.2%, respectively, for the reduced fat products. The other components of samples had a mean value of 0.9% ash 3.2% protein and 22.8% of carbohydrate (based on calculation). Total energy is 159 kcal/g for sample A; it is 135 kcal/g for sample B and it is averaged 91 kcal/g for diet samples (based on calculation). Acidity results of samples were between %0.69-0.72 as lactic acid.

The viscosity of all formulations increased as the rotation rate increased (30 rpm at 5°C, 12 rpm at 6°C and 6 rpm at 5,5°C). On the other hand, viscosities of 5 formulations showed statistically significant differences ($P<0.05$) ($A>C>D>E>B$). Viscosity of reduced fat control sample was significantly lower than that of whole fat control sample. As the sucrose amount (%18) is the same in both samples, the viscosity reduction has been associated to the less fat content and less total solids (3% level). Viscosity of diet products were observed to be higher than those of reduced fat control sample but less than the whole fat control sample. As the total solid and polydextrose levels are constant in reduced fat formulations (C, D, E), the variation of viscosity among these samples ($C>D>E$) were due to the added inulin and isomalt. Inulin addition was observed to increase the viscosity more than isomalt addition.

Targetted overrun in yoghurt ice cream samples was 80% and it was observed to be between 67-80%.

Based on heat shock stability results, there were no significant differences among the samples A, B, C samples and E and D samples for appearance and texture coarseness. However, sample D was significantly different from sample E. Based on collapse degree no significant differences were found among the samples A, C and D and among the samples A, C and E. But collapse degree of sample D was significantly much more than samples E and B ($D>E>B$). Based on appearance, texture coarseness and collapse degree, sample E had shown less negative change than sample D ($P<0.05$). Lower inulin and higher isomalt levels in sample E have increased heat shock stability. Based on conversion to serum no significant differences were found among mean values.

Based on the descriptive profile test results significant statistical differences among products were found for hardness and iciness, foamy melting and whey separation, and sweetness characteristics. There were no significant differences in attributes of crumbly, melting rate, sandiness, fluffy, chewiness, smoothness, creaminess, fatty of textural characteristics; melting resistance, curdled melting and watery melting of

melting quality characteristics and acidity, astringent, yoghurt flavor, vanilla flavor, and negative aftertaste of flavor characteristics ($P<0.05$).

In respect to flavor and texture profile results, products were easily described as following terms; favourable melting rated, very few icy, no sandy, very few chewy, having favourable air content/soft, highly smooth, creamy, slightly acidic and very slightly astringent yoghurt flavored as well as vanilla flavored.

Sensory attributes of samples C and D were not different from control samples (A and B). Sample E was partially different from the other samples for some descriptive attributes. These diet formulations were found to be more successful compared to control samples.

Although the flavor and texture attributes of the samples were generally liked, the products showed insufficient melting quality such as watery, separation of whey, and curdle formation during melting.

Melting rates of products were in order of $B>D>E>C>A$. Melting rate increased as fat and total solid amount ($B>A$) decreased. Nevertheless, diet products (C,D,E) melted more slowly than the reduced fat control, and, however, they melted more rapidly than the whole fat control. Sample C having the most high inulin level and lowest isomalt level was evaluated to be the most successful diet product due to similar melting rate to whole fat control sample. For products left for melting, first drip points were $A>C>D>B>E$ respectively. The first drop of melting was observed in the sample E firstly and in whole fat control, finally. Based on the first drip point value the sample C was the most similar sample to the whole fat control.

LAB numbers of yoghurt ice creams were found to be 8.49; 8.15; 8.12; 8.20; 8.36 log for A, B, C, D, E samples, respectively. Whole fat control (A) had significantly more LAB than reduced fat control (B) and samples C and D. Sample E was not different than other samples based on the LAB number ($P<0.05$). Reduction of fat caused a significant decrease (0.34 log) on the LAB number. Survival of lactic acid bacteria about 3 months after the production has in full alignment with previous studies and the results supported the health target of the products.

In the view of those results, yoghurt ice cream is a desirable product depending on pH value and sugar. The high sugar and fat content could be reduced with inulin, isomalt and polydextrose addition to produce low-fat and no sugar yoghurt ice cream. Yoghurt ice cream was considered to be a delicious and healthy product due to inulin addition and low fat content to a dairy fermented product, namely yogurt.

1. GİRİŞ

Yoğurt dondurma *Streptococcus thermophilus* ve/veya *Lactobacillus delbrueckii spp bulgaricus* kültürlerinin kullanılmasıyla elde edilen ve dondurmaya benzeyen bir süt ürünüdür (Hui, 1992; Marshall ve diğ., 2003). Dondurmanın soğukluğunun yanında yoğurdun keskin asidik tadıyla karakterize olmaktadır (Tamime ve Robinson, 1999). Üretim teknolojisi; tek bir karışımın fermentasyonunu ve dondurulmasını yada sade yoğurdun dondurma karışımıyla birleştirilerek dondurulmasını kapsamaktadır (Hui, 1993b; Tamime ve Robinson, 1999).

Dondurma, yüksek kalitede protein ve kolayca emilebilen kalsiyum içeriği nedeniyle değerli bir besin maddesidir (Macrae ve diğ., 1993). Buna benzer olarak yoğurt yüksek biyolojik değerde, sağlığa yararlı bir gıda ürünüdür (Tamime ve Robinson, 1999). Yoğurdun muhtemel yararları, yoğurt bakterilerinin hücre yıkımıyla bağışıklık sisteminin gelişmesi ve laktoz sindirimi, bozulmamış hücrelerin yenmesiyle bağırsak florasının düzenlenmesi, zararlı ürünlerin detoksifikasyonu, kanserojenik son ürünlerin indirgenmesi ve besinsel kaynaklı patojenlerin çoğalmalarının bastırılmasıdır (Hui, 1993b). Yoğurt dondurmada starter kültürlerin canlılığını koruması ürünün iyileştirici imajı açısından büyük önem taşımaktadır (Tamime ve Robinson, 1999).

Yapı, doku, viskozite, kristalizasyon ve erime özellikleri donmuş tatlılarda önemli faktörlerdir. Lezzet ise en önemli kalite kriteridir. Buz kristallerinin ve hava kabarcıklarının büyüklüğü, şekli ve dağılımı; donmamış maddenin miktarı ve dağılımı kaliteyi belirleyen diğer faktörlerdir. Formülasyonun iyi olması optimum maliyet, lezzet, yapı, doku, soğutma etkisi, viskozite, çırpma yeteneği, ve donma özelliklerine sahip bir dondurma oluşturur (Chandan, 1997). Donmamış yoğurt karışımı viskozitesi arttıkça erime direnci ve yapının pürüzsüzlüğü artmakta, çırpma hızı azalmakta (Arbuckle, 1986), ürünün ısıl işlemi etkilenmektedir (Kaya ve Tekin, 2001). Dondurmada şeker ikame edildiğinde tatlılığa, donma noktası alçalması özelliğine ve kuru madde içeriğine dikkat edilmelidir (Koole ve Meyer, 2001).

Donma noktası azaldıkça, raf ömrü de kısalmaktadır (Schaller-Povolny ve Smith, 2001).

Bu çalışmada yoğurt dondurmaya ilave edilen çözünür bir diyet lifi olan inülin; gıda endüstrisinde, gerek besinsel gerekse teknolojik avantajlarıyla kaliteyi geliştirmek amacıyla kullanılabilmektedir (Franck, 1998). İnülinle dondurmadaki yağ ve şeker ikame edilebilmekte, köpük ve emülsiyon stabilitesi gelişmekte, ısı şoktan sonra buz kristalleri küçüklüğünü koruyabilmektedir (Koole ve Meyer, 2001). Çalışmada inülin ürünün diyet lifince zenginleştirilmesini sağlamasının yanında izomalt ve polidekstrozla beraber bir şeker ikamesi olarak kullanılmıştır. Bir poliöl olan izomalt ise düşük glisemik indekse sahiptir ve şekere benzer doğal, sade bir tatlılık profili sağlamaktadır (Macrae ve ark, 1993).

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesiyle; belirlenen formülasyona ve işleme yöntemine göre sert tipte vanilyalı yoğurt dondurma elde edilmiş; yağı azaltılmış yoğurt dondurmada, inülin, izomalt, polidekstroz ve yoğun tatlandırıcılarla (aspartam ve asesülfam-K) şeker ikame edilerek, düşük kalorili/diyetetik ve diyabetik ürün elde edilerek birden fazla fonksiyonelliğin bir üründe birleştirilmesi amaçlanmıştır. Kimyasal, fiziksel ve duyuşal analizlerle ürünlerin kalitesi belirlenmiş; canlı LAB sayısı ile analizlenerek ürünün sağlık açısından değeri incelenmiştir.

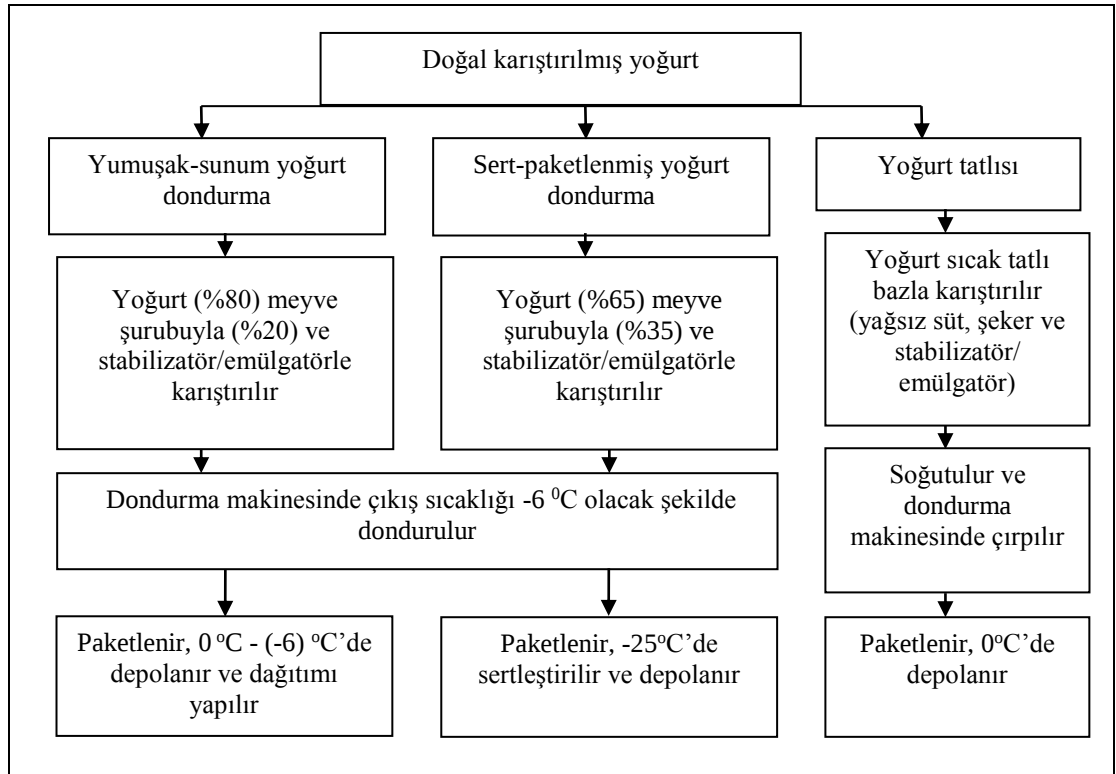
Çalışma; giriş bölümünü takiben, yoğurt dondurma üretim yöntemleri, özellikleri ve ingrediyenleri, inülin ve izomaltın özellikleri konularını kapsayan literatür özeti, kullanılan materyal ve metotlar, elde edilen bulgular ve tartışma, sonuçlar ve kaynaklar listesi şeklinde sunulmuştur.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

2.1. Yoğurt dondurma üretimi

Yoğurt dondurma karışımı fermente süt ürünleri ünitesinde hazırlanarak dondurulabilmekte yada dondurma ünitesine taşınabilmekte, alternatif olarak da bir dondurma ünitesinde hazırlanarak dondurulabilmektedir (Hui, 1993b).

Yoğurt dondurma temel olarak; karıştırılmış yoğurdun, meyve şurubu, stabilizatör ve emülgatörle karıştırılmasından sonra geleneksel dondurma makinesinde çıkış sıcaklığı -6°C olacak şekilde dondurulması ile elde edilmektedir (Şekil 2.1). Bu şekilde elde edilen ürünlerde hacim genişlemesi yumuşak tipler için %50-60 ve sert tipler için %70-80 civarındadır (Tamime ve Robinson, 1999).

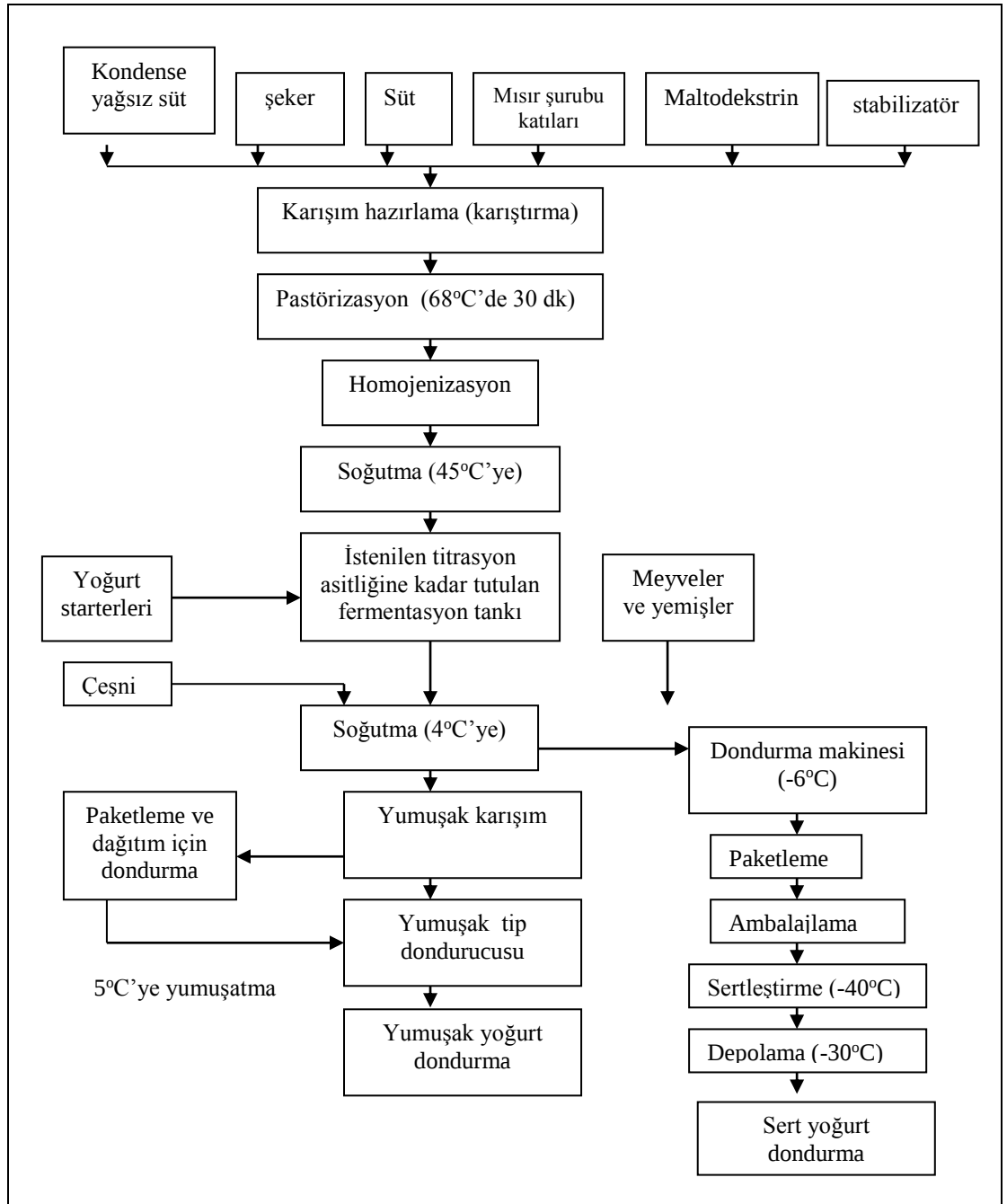


Şekil 2.1. Yumuşak, sert ve tatlı tip yoğurt dondurma akım şeması (Tamime ve Robinson, 1999).

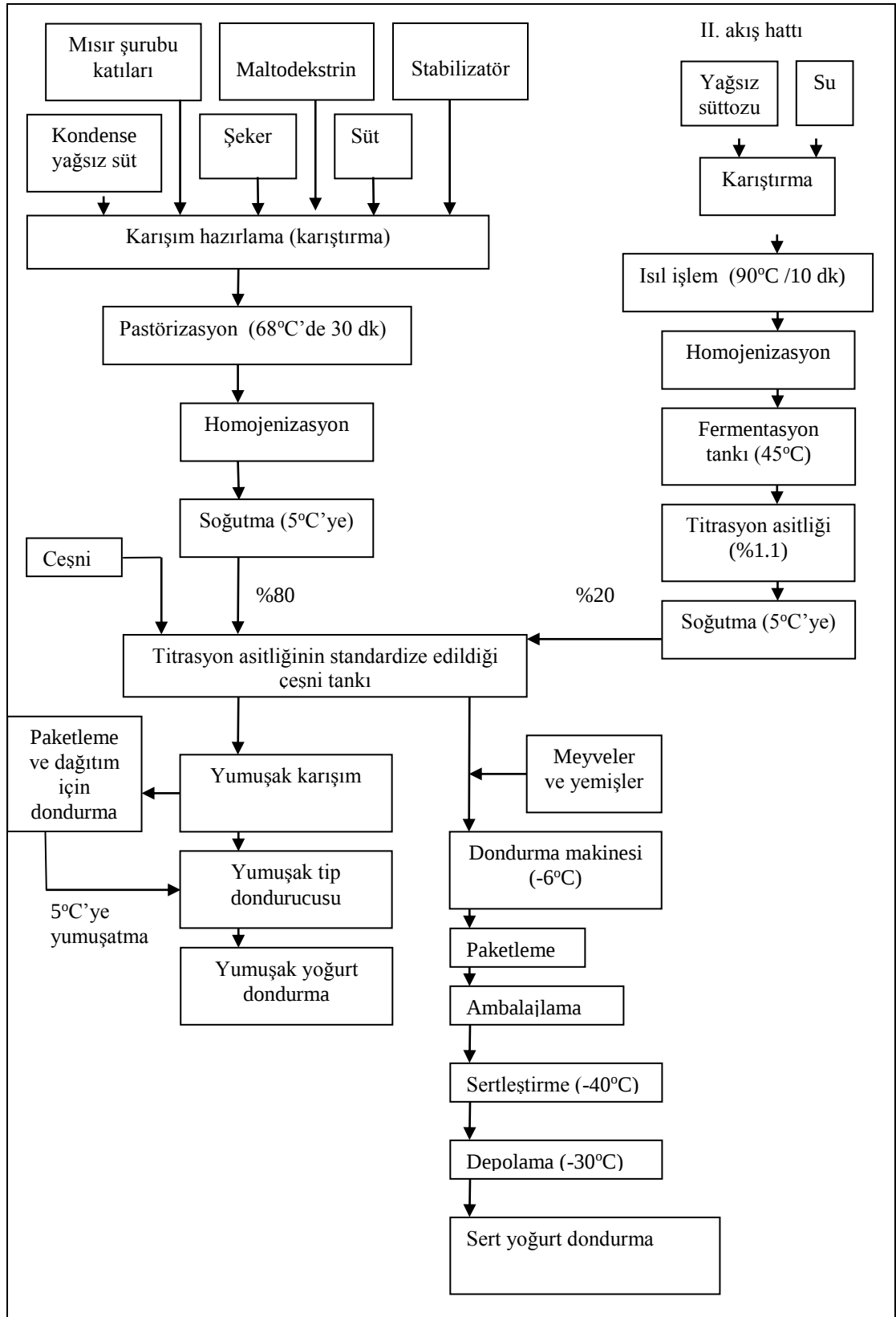
Bu yöntemlerin yanı sıra, dondurma karışımının yoğurtla 50:50 oranında birleştirilmesiyle %89–90 hacim genişlemesinde yoğurt dondurma elde

edilebilmektedir (Olsen, 1990; Tamime ve Robinson, 1999; Nagar ve diğ, 2002). Ayrıca karışımın tamamının fermente edilip, daha sonra dondurulmasıyla da yoğurt dondurma elde edilebilmektedir (Tamime ve Robinson, 1999).

Yoğurt karışımının fermente edildiği tek akış hatlı proses ile dondurma üretimi Şekil 2.2’de sunulmaktadır. Yumuşak ve sert tiplerinin üretimine olanak sağlayan yoğurda şeker karışımının ilave edildiği yoğurt dondurma üretiminin yapıldığı iki hatlı proses üretim şeması ise Şekil 2.3’de verilmektedir.



Şekil 2.2. Yoğurt dondurma akım şeması (tek akış hatlı proses) (Hui, 1993b).



Şekil 2.3. Yoğurt dondurma akım şeması (iki akış hatlı karıştırma prosesi) (Hui, 1993b).

Yoğurt dondurma karışımı, yumuşak yoğurt dondurma hazırlanana kadar soğukta yada dondurulup pazarlanabilmektedir. Soğukta pazarlandığında, dondurucuya

gelene kadar yoğurttakine benzer değişimler oluşabilir. Dondurulmuş pazarlandığında dondurma makinesinden önce yumuşatılmalıdır (Şekil 2.2 ve Şekil 2.3) (Hui, 1993b).

Cais-Sokolinska ve Pikul (1999) yoğurt dondurmaya, karışımın direk fermentasyonu veya farklı asitlikte yoğurtların buz karışımına eklenmesiyle üretmişlerdir. İlk metotta, titrasyon asitliği en düşük; hacim genişlemesi ve dayanımı en yüksek; erime direnci en iyi ve depolama sırasında duyuşal açıdan en düşük değışikliğin gözleendiği ürün oluşmuştur. Buz karışımına eklenen yoğurdun asitliği arttıkça, son ürün kalitesi ve raf ömrü azalmıştır (Cais-Sokolinska ve Pikul, 1999).

Belirli durumlarda yoğurt dondurma karışımı, sonuçtaki düşük asitli gıdada yeni gelişmiş olabilecek *Listeria* ve *Campylobacter*'i de içeren patojenlerin yok edilmesi amacıyla pastörize edilmektedir. Fermentasyondan sonraki bu pastörizasyon canlı mikroorganizmaları öldürmektedir. Bu sebeple son üründe yaşayan ve aktif yoğurt kültürlerinin bulunması için; pastörize karışımına donmuş kültür konsantresi eklenebilmektedir. Bu durumun dışında alternatif olarak, yoğurt dondurmada kültür sayısını artırılabilmek amacıyla, fermente karışımına da donmuş kültür konsantresi de kullanılabilir (Hui, 1993b).

Meyveler, yemişler, şekerleme, şurup veya diğer çeşni maddeleri pastörizasyon ve kültür ilavesinden önce yada sonra karışımına eklenebilmektedir (Arbuckle, 1986; Hui, 1992), ancak genelde ürüne meyvelerle lezzet verilmektedir (Marshall ve diğ., 2003). Meyve çeşnileri dondurulmuş yoğurttaki asit lezzet profiliyle iyi uyuşmaktadır. Çikolata kullanılması durumunda, daha iyi lezzet dengesi sağlamak amacıyla yoğurdun tamamen fermente edilmemesi gerekmektedir (Hui, 1992).

2.2. Yoğurt dondurmanın özellikleri

Yoğurt dondurma ürünleri fiziksel olarak dondurmaya benzemektedir (Hui, 1992; Tamime ve Robinson, 1999). Yağ kürecikleri, hava kabarcıkları ve buz kristallerinin, akışkan bir fazda dispersiyonuyla oluşan bir emülsiyon ve köpük sistemi olan dondurma ise (Arbuckle, 1986), gerçek çözeltiler (karbonhidratlar, çeşniler ve tuzlar) ve kolloidal çözeltilerden (proteinler ve stabilizörler) oluşan kısmen donmuş sürekli bir faz ile süspansiyonlar ve emülsiyonlar (yağ ve emülgatörler) içeren kompleks bir gıdadır (Macrae ve ark., 1993). Süt, krema, yağsız süttozu, şekerler ve

stabilizörlerden oluşan karışım pastörize edilerek, dinamik olarak dondurulmakta (Hui, 1992) ve yapıya hava girmektedir (Macrae ve ark, 1993). Dondurma işlemi sırasında yağ globülünden salınan bir miktar süt yağı hava hücreleri çevresinde ince bir film oluşturmaktadır (Hui, 1992).

Çoğu ülkede, yoğurt dondurma için kimyasal kompozisyon, minimum yoğurt içeriği, dondurma işleminden önce yoğurt/dondurma karışımının ısıtma işlemi ve tüketim sırasında starter kültür sayısını tanımlayan ulusal standart bulunmamaktadır (Tamime ve Robinson, 1999). Amerika’da yoğurt dondurma hakkında bazı eyalet düzenlemeleri olmakla beraber herhangi bir federal standart bulunmamaktadır (Marshall ve diğ., 2003). Hollanda’da yoğurt dondurma standartları, minimum yoğurt içeriğinin %70 ve pH<5 olmasını şart koşmaktadır, ancak A.B.D.’lerinde tüketiciler daha yüksek pH değerlerini tercih etmektedirler (Tamime ve Robinson, 1999).

Yoğurt dondurmaya ilgili resmi olmamakla beraber genel tanımlar ve istenen endüstri standartlarına göre (Arbuckle, 1986); Yoğurt dondurma, dondurmada izin verilen ingrediyenlerden oluşan pastörize bir karışımın karıştırılırken dondurulmasıyla hazırlanan bir gıdadır. İngrediyenler pastörizasyondan sonra *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus*’un bir veya daha fazla suşuyla fermente edilmektedirler (Arbuckle, 1986; Hui, 1993b; Marshall ve diğ., 2003). Bununla beraber meyveler, yemişler, veya diğer çeşni maddeleri pastörizasyon ve fermentasyondan önce yada sonra karışıma eklenebilmektedir (Arbuckle, 1986). Genellikle 85°C’de 15 dk gibi çok yüksek bir ısıtma işlemi uygulanmaktadır (Marshall ve diğ., 2003).

Yoğurt dondurma en az %3.25 sütyağı ve en az %8.25 yağsız süt tozu içermelidir (Arbuckle, 1986; Hui, 1993b) ve bazı otoritelere göre, karışıma teorik olarak eklenebilecek minimum yoğurt miktarı düşünülerek, laktik asit cinsinden en az %0.3 asitlik istenmektedir (Marshall ve diğ., 2003). Hui (1993b)’ya göre fermentasyonda titrasyon asitliği min. %0.15’lik bir düşüşle min. %0.3 ve Arbuckle (1986)’a göre min. %0.5 düzeyinde gereklidir.

Genel olarak üreticiler, çoğu tüketicinin sade yoğurdu karakterize eden asetaldehit lezzetini tercih etmediklerini düşünerek, yoğurt dondurmadaki bu lezzeti sınırlamaya çalışmaktadırlar (Marshall ve diğ., 2003). Ürüne fermentasyondan sonra mikroorganizmaların yıkımına sebep olacak, soğutmanın dışında diğer bir ısıtma veya

bakteriyostatik işlem uygulanmamalıdır (Arbuckle, 1986). Yoğurt dondurma ürünlerinin tümü nispeten düşük yağ içeriğine sahiptir. Aynı yağ içeriğindeki süt ürünlerine benzer isimler uygulanmaktadır: yağsız yoğurt dondurma (≤ 0.5 yağ); az yağlı yoğurt dondurma ($0.5-2.0$ yağ); ve yoğurt dondurma (en az 3.25 yağ) olarak adlandırılmaktadır (Arbuckle, 1986; Hui, 1993b; Marshall ve diğ., 2003).

2.3. Yoğurt dondurmanın ingrediyenleri

Karışımın yağ içeriği yoğurt dondurmanın kalitesini etkilemektedir. Örneğin 5g/100g seviyelerindeki bir yağ içeriği yüksek kalitede yoğurt dondurma verse de u düzey ülkelere göre değişmektedir; Mısır'da 10 g/100g düzeyi tercih edilmektedir (Tamime ve Robinson, 1999). Süt yağı dondurmaya zenginlik, yapı, düzgün bir doku vermekte ve lezzet bileşenleri için çok iyi bir taşıyıcı olup, sinerjist etki göstermektedir (Arbuckle, 1986). Martinou-Voulasiki ve Zerfiridis (1990) yoğurt dondurmada 6.5 koyun sütü yağı kullanmıştır. Koyun sütü yağında doymamış yağ asitleri oranı fazladır. Koyun sütünün yoğurt dondurma yapımında kullanılması dokusal ve duyuşal özelliklerde olumlu bir etkiye sahiptir ve genel olarak inek sütüne göre daha iyi bir diyetetik üründür (Martinou-Voulasiki ve Zerfiridis, 1990).

Yağsız süttozu dondurmaya aroma, yapı ve doku sağlamakta, küçük ve dayanıklı hava hücreleri için temel oluşturmaktadır. Aşırı yağsız süttozu seviyesi tuzlu, çok pişmiş veya koyu süt lezzeti oluşturmakta, yüksek konsantrasyondaki laktoz kristalize olup kumsu yapıya sebep olabilmektedir. Yağsız süttozu viskoziteyi ve erime direncini artırmakta, donma noktasını düşürmektedir (Arbuckle, 1986).

Tatlandırıcılar dondurmada tatlılığı arttırmakta, viskoziteyi ve toplam katıyı arttırarak yapı ve dokuyu düzeltmektedirler (Schaller-Povolny ve Smith, 1999). Dondurma karışımının donma noktası yaklaşık $(-2.2)-(-2.8)^{\circ}\text{C}$ 'dir ve temel olarak toplam şeker içeriğinden kaynaklanan donma noktası alçalmasını yansıtmaktadır (Arbuckle, 1986). Dondurmada şeker ikamesi düşünüldüğünde tatlılık ve donma noktası alçalması özellikleri ile kuru madde içeriğine dikkat edilmelidir (Koole ve Meyer, 2001). Donma noktası alçalmasının yüksek olması raf ömrünü azaltmaktadır (Schaller-Povolny ve Smith, 2001). En iyi dondurmanın sakkarozdan yapıldığı konusunda görüş birliği olsa da ekonomik, işleme ve depolama faktörleri nedeniyle sakkaroz yaklaşık $25-50$ oranında mısır şurubu ile ikame edilebilmektedir. Mısır

şurubu daha ucuzdur; dondurmaya daha sıkı ve ağır bir yapı vermekte, yapı, doku ve lezzet özelliklerini düzeltmekte, raf ömrünü olumlu etkilemektedir (Arbuckle, 1986).

Güven ve Karaca (2002) vanilyalı ve çilekli yoğurt dondurmaya sırasıyla farklı konsantrasyonda şeker (%18, 20 ve 22) veya çilek reçeli (%15, 20 ve 25) içeren yoğurtlardan üretmiştir. Sonuçta şeker ve meyve miktarı arttıkça vizkozite ve hacim genişlemesi artmış; erime süresi azalmıştır. Ayrıca şekerdeki artış vanilyalı örnekte yumuşaklığı artırmış, çilekli örnekte ise meyve oranı arttıkça sertlik artmıştır. Şeker ve meyve oranı en fazla olan örnekler duyuşal olarak en çok tercih edilmiştir.

Salem ve Massoud (2003) yoğurt dondurmaları sakkarozu Stevya (şeker bitkisi: Güney Amerika'da yetişen tatlı bir ot çeşidi) yapraklarıyla %25-100 oranında ikame ederek hazırlamışlardır. Eklenen miktarın artmasıyla donma noktası artmış; erime direnci gelişmiş, kalori değeri azalmış ve lezzet gelişmiştir. Sonuçta %75 ikame düzeyinde iyi doku ve erime direncinde ürün elde edilmiştir.

Stabilizatörler dondurmada viskoziteyi artırmakta, dokuyu düzgünleştirmekte, yapı, homojenlik ve yumuşaklık sağlamaktadırlar; proteinleri etkilemekte, jel yapısını korumakta, yüzey gerilimini artırarak serum ayrılmasına engel olmaktadır. Ayrıca stabilizatörler, depolamada ani ısı değişimlerinden kaynaklanacak büyük buz kristallerini engellemekte, erimeye istenen direnci vermekte ve işleme özelliklerini düzeltmektedirler (Arbuckle, 1986; Özcan Yılsay, 1998).

Kültür eklenmiş dondurma karışımları için tüm stabilizatörler uygun değildir. En çok kullanılanlar; ksantan sakızı, guar sakızı, keçi boynuzu sakızı, karboksimetilselüloz, mikrokristalin selüloz, modifiye nişasta, propilen glikol alginatlar ve çeşitli ticari preparatlardır. Yoğurt dondurma da kullanılacak stabilizatörlerin düşük pH'ya dayanıklı olmaları gerekmektedir. Örneğin ksantan sakızı yüksek dayanıma sahiptir (pH 1-11). Guar sakızı ise pH 4-10.5 arasında dayanıklıdır (Martinou-Voulasiki ve Zerfiridis, 1990).

Yapılan bir diğer çalışmada, başlıca yağsız süttozu kaynağı olarak koyun sütü içeren yoğurt dondurmada, ksantan sakızının %0.2; guar sakızının %0.3; ve ticari stabilizatör %0.5 konsantrasyonunda kullanıldığında, optimum fiziksel ve duyuşal sonuçlar verdikleri bulunmuştur (Martinou-Voulasiki ve Zerfiridis, 1990).

Emülgatörler karışmayan fazlar arasındaki yüzeyde yoğunlaşmakta ve sistemin yüzey gerilimini azaltmaktadırlar (Arbuckle, 1986). Başlıca rolleri; süt yağı küreciklerini çevreleyen doğal proteinli filmi dayanıksız hale getirmektir. Böylece süt yağının çevredeki hava kabarcıklarıyla birleşmesine olanak sağlamak ve üç-boyutlu fiziksel yapıyı stabilize etmektedirler (Stauffer, 1999). Sonuçta hava kabarcıkları daha küçük ve daha düzgün dağılmaktadırlar (Arbuckle, 1986). Yoğurt dondurmada emülgatörler hacim genişlemesini düzeltmek için kullanılabilir. Ancak kültür ilavesi işlemini olumsuz etkileyebilmekte ve starter kültürlerin aktivitesini azaltarak fermentasyon süresinin uzamasına sebep olabilmektedir (Hui, 1992).

Tablo 2.1’de genel olarak yoğurt dondurma formülasyonları sunulmaktadır. Tablo 2.2 ise Şekil 2.3.’deki iki akış hatlı karıştırma prosesi için verilen, yumuşak ve sert dondurulan yoğurt dondurma formülasyonlarını göstermektedir.

Yumuşak dondurma dondurulduktan hemen sonra sunulur. Bu tipler genelde sert tiplere göre daha az yağ içerirler. Sert dondurmaya karşılaştırıldığında daha yüksek katı madde ve daha düşük tatlandırıcı seviyesindedirler (Chandan, 1997).

Yoğurt dondurma koyun sütü, vizon sütü (Tamime ve Robinson, 1999) veya soya sütünden hazırlanabilmektedir. Örneğin bir çalışmada yoğurt dondurmalar öğütülmüş soya fasulyelerinin ve yağsız sütün 50:50 karışımı fermente edilip, şekerle karıştırılarak dondurulmasıyla elde edilmiştir. Üründe %11 toplam katı düzeyi en yüksek lezzet skoru vermiş ve %12 şeker ilavesi tercih edilmiştir (Rajasekaran ve Rajor, 1989). Bir diğer çalışmada soyalı yoğurt dondurmalar *Bifidobacterium bifidus* ve yerel Thai fermente sebzelerinden izole edilen laktik asit bakterilerinin çeşitli kombinasyonlarıyla hazırlanmıştır (Tuitemwong ve diğ., 1996).

Ordenez ve diğ. (2000) ultrafiltre yağsız sütle hazırladıkları (% 0, 2 ve 4 süt yağı içeren) üç yoğurt dondurma karışımını; *L. acidophilus*, *B. bifidum*, ve *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* kültürleriyle fermente etmişler, sonuçta iyi lezzet ve dokusal kalitede olduğu kadar yüksek seviyelerde protein ve kalsiyum içeren ürünler elde etmişlerdir (Ordenez ve diğ., 2000) Cais-Sokolinska ve diğ. (1998)’nin yaptıkları çalışma yoğurt dondurmaya eklenen probiyotik bakterilerin (ABT-3 kültürü) geleneksel yoğurt kültürlerine göre besin değerini geliştirdiğini ve teknolojik olarak avantajlı olduğunu göstermiştir (Cais-Sokolinska ve diğ., 1998).

Tablo. 2.1. Bazı kaynaklara göre yoğurt dondurma formülasyonları (%)

(a) (Arbuckle, 1986)								
Ürün	Sütyağı	Yağsız Süttozu		Şeker	Stabizer/Emülsiye Edici	Toplam katı madde		Su
Yoğurt dondurma	3.25-6.0	8.25-13.0		15.0-17.0	0.50	30.0-33.0		70.0-67.0
	0.5-2.0	8.25-13.0		15.0-17.0	0.60	29.0-32.0		71.0-68.0
	< 0.5	8.25-14.0		15.0-17.0	0.60	28.0-31.0		72.0-69.0
(b) (Hui, 1993b)								
Ürün	Sütyağı	Yağsız Süttozu	Sakkaroz	Mısır şurubu katıları	Tatlılık (sakkaroz olarak)	Stabilizatör	Toplam katı	Asitlik
Sert	0-3.5	10-14	9-11	9-12	15	Ürün özelliğine göre	34-36	Düzenlemelerde istenen yada fazlası
Yumuşak	0-2	10-14	9-10	6-8	13-14		30-31	
(c) (Tamime ve Robinson, 1999)								
Ürün	Sütyağı		Yağsız Süttozu		Şeker	Stabizer/Emülsiye Edici	% Hacim genişlemesi	
Sert	2-6		5-14		8-16	0.2-1.0	70-80	
Yumuşak	2-6		5-10		8-20	0.2-1.0	50-60	
Tatlı	3		12		8	2.4	90	

Tablo. 2.2. Yumuşak ve sert yoğurt dondurma formülasyonu (Hui, 1993b)

ürün		Süt yağı	Yağsız Süttozu	Sakkaroz	Mısır şurubu katıları (36 DE)	Maltodekstrin (10 DE)	Stabilizatör	Toplam Katı	Titrasyon asitliği	pH
Yumuşak (%)	I. akış hattı (%20)	0	11	0	0	0	0	11	1.15	4.4
	II. akış hattı (%80)	0	11	16.25	7.5	2.5	1.5	38.75	0.15	6.7
	Son karışım	0	11	12	6	2	1.2	32.2	0.35	5.5
Sert-dondurulan (%)	I. akış hattı (%20)	0	13	0	0	0	0	13	1.15	4.4
	II. akış hattı (%80)	0	13	16.25	7.5	2.5	1.5	40.75	0.16	6.7
	Son karışım	0	13	13	6	2	1.2	35.20	0.35	5.5

2.4. İnülin

İnülin yasal olarak bir gıda yada doğal gıda ingrediyesi olarak sınıflandırılmaktadır. Fruktozun β -2-1 bağlarıyla bağlanan lineer bir polimeridir. Polimerizasyon derecesi 2-60 arasında değişmekte ve yan zincir içermemesi nedeniyle sakızlardan ayrılmaktadır. Fruktoz polimerleri bir glukoz birimiyle sonlanabilmekte ve sakkarozun %0-10'u bir tatlılık oluşturmaktadır (Boeckner ve ark, 2001). İnülin kolaylıkla disperse olup, pH 4'ün altında fruktoz ve glukozla hidroliz olmaktadır ve ısıya oldukça dayanıklıdır (Nelson, 2001). Yaklaşık 1.5 kal/g enerji değerine sahiptir. Herhangi kötü bir aroma yada tat oluşturmamakta, yığın ingrediye gibi davranmakta, yapıyı ve ağız dolgunluğunu etkilemektedir. Ayrıca köpük ve emülsiyon dayanımını geliştirmekte ve kısmen bazı stabilizatörleri ikame edebilmektedir (Boeckner ve ark, 2001).

Bir prebiyotik olan inülin kalsiyum, magnezyum ve demir gibi çeşitli minerallerin metabolik absorpsiyonunu geliştirmekte, kalın bağırsakta bifidobakterilerin enerji kaynağı olmasıyla B vitamininin sentezini desteklemekte, serum lipit seviyelerini azaltarak lipit metabolizmasını düzenlemektedir; böylece de beraber tüketildiği gıdanın biyodeğerliliğini artırmaktadır. Antimutajenik ve antikanserojenik etkisi vardır. Sindirilemediğinden kan şekerini yükseltmemekte ve bu nedenle diyabet hastaları tarafından rahatlıkla tüketilebilmektedir. Bağışıklık sistemini geliştirmekte ve gastrointestinal, diş ve iskelet sağlığını olumlu etkilemektedir (Boeckner ve diğ., 2001; Tomasik ve Tomasik, 2003).

Türk Gıda Kodeksi Gıda maddelerinin genel etiketleme ve beslenme yönünden etiketleme kuralları tebliği, besin öğeleri ile ilgili beyan tablosuna göre 'Lif kaynağı' beyanı için 100g gıda maddesinde 3g'dan az veya 100 kcal'de 1.5g'dan az lif olmamalıdır. Ayrıca etikette 'Yüksek lifli' beyanı için 100g gıda maddesinde 6g'dan az veya 100 kcal'de 3g'dan az lif olmamalıdır (Anon., 2006).

İnülin içeren birçok gıda ürünü bugün pazarda mevcuttur (Coussement ve Franck, 2001). Avrupa'da yaygın şekilde gıdalarda diyet lifi olarak kullanılmaktadır (Flamm ve diğ., 2001). En başarılı uygulamaları fermente süt, yoğurt, süt, süt içeceği ve peynirler, tatlılar, dondurma gibi süt ürünleri, ekmek ve bisküvi gibi ekmekçilik ürünleri, sürülebilir ürünler, içecekler, şekercilik ürünleri, çikolata, barlar, öğün ikameleri ve hububatlarıdır (Coussement ve Franck, 2001; Meyer ve Tungland,

2001); bu ürünlerin porsiyonunda 2-4 g inülin mevcut olup, diğerleri daha yüksek miktarlar içermektedir, ancak tüketici beğenisi değişmemiştir (Coussement ve Franck, 2001).

Inülin içeren yoğurt ve dondurma gibi ürünlerde oldukça başarılı sonuçlar alınmıştır. Tat açısından üründe az miktar yağ kalması önerilse de, inülinle dondurmadaki yağın tamamını azaltmak ve iyi kalitede, kremsi bir yapı elde etmek mümkündür. Örneğin %9-13 düzeyde yağın inülinle ikame edilmesiyle elde edilen ve kalorinin %40 azaldığı az yağlı/az şekerli dondurma, orijinaliyle aynı yada yakın tadı vermiştir (Koole ve Meyer, 2001). Diğer bir örnekte inülin, geleneksel dondurmaya göre %52 daha az kalorili bir dondurma ürünü (aspartamla tatlandırılmış, %16 diyet lifli) vererek, hem yağı hem de şekeri ikame etmek içinde kullanılmıştır (Cho ve Prosky, 1999). İnülin yoğun tatlandırıcılarla sinerjist bir etkileşim göstermektedir. Dondurmanın ısı şok dayanımını geliştirmekte; ısı şoktan sonra buz kristalleri küçüklüğünü korumaktadır (Koole ve Meyer, 2001).

Nagar ve diğ. (2002) inülini az yağlı dondurma karışımına %10, 14 veya 18 seviyelerinde eklemiş, eşit hacimde karıştırılmış yoğurtla birleştirerek ürün özelliklerini tam yağlı ve az yağlı kontroller ile karşılaştırmışlardır. İnülin viskoziteyi ve sertliği artırmış; duysal ve erime özelliklerini düzeltmiştir. Sonuçta yoğurt dondurmada %5 düzeyi beğenilir bir ürün oluşturmuştur (Nagar ve diğ., 2002). Schaller-Povolny ve Smith (1999) 42 DE’li mısır şurubunun inülinle % 0, 50 veya 100 oranında ikame edilmesinin yağı azaltılmış dondurmanın duysal özelliklerine ve raf ömrüne etkilerini ve 2001 yılında ise viskozite ve donma noktası üzerine etkilerini çalışmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre inülinle çiğnenebilirlik artmış; tatlılık ve vanilya tadı yoğunluğu azalmış ve 6 haftalık termal bozulma periyodunda buz kristali oluşumu önlenmiştir. %100 ikamede viskozite önemli ölçüde artmıştır. İnülin 50% ve 100% ikame edilerek donma noktasını ortalama değerini -1.7°C’den -2.05°C’a düşürmüş ve sıcaklıktaki sapmalara karşı daha dayanıklı bir ürün oluşturmuştur (Schaller-Povolny ve Smith, 1999 ve 2001). Aynı araştırmacılar inülinin daha çiğnenebilir bir ürün oluşturması sonucundan yararlanarak inülinin süt proteinleriyle (α -kazein, β -kazein, κ -kazein, α -laktalbumin, ve β -laktoglobulin) etkileşimlerini araştırmışlar ve α -laktalbumin dışındaki süt proteinleriyle etkileşim gösterdiğini, α -kazeinin inülinle ısıya dayanan bir reaksiyonla etkileşebileceğini göstermişlerdir (Schaller-Povolny ve Smith, 2002).

Zharykbasova ve Sviderskaya (2003) dondurmayı zenginleştirmek amacıyla inülin içeren bir bitki olan yer elması püresini dondurmalarla %10-30 seviyelerinde eklemişlerdir. Optimum duyuşal sonuçlar %20 ilave düzeyinde elde edilmiştir. Pektin ve inülinin varlığı, biyolojik özelliklere katkıda bulunmasının yanı sıra, eklenen şeker ve stabilizatör miktarını da azaltmıştır (Zharykbasova ve Sviderskaya, 2003).

İnülin ve yoğun tatlandırıcılar arasındaki sinerji, şeker ve yağ içermeyen çok lezzetli diyet meyveli yoğurtların oluşturulmasına fırsat vermektedir (Koole ve Meyer, 2001). Bozanic ve diğ. (2002) keçi ve inek sütüne inülin (%0 veya 1,5) eklemiş, ABT4 probiyotik kültürüyle fermente etmiş, 5°C’de 28 gün depolamışlardır. Depolamada *L. acidophilus* azalırken *S. Thermophilus* ve bifidobakterilerin sayısı nispeten yüksek çıkmıştır. Depolamanın sonunda, inülin içeren yoğurtlarda bifidobakterilerin canlı sayımları 0.6 log daha yüksek çıkmıştır. İnülin kıvamı düzeltilmiş, keçi-tipi lezzeti kısmen maskeleymiştir. Keçi sütü yoğurtlar, inek sütülere göre daha yüksek duyuşal skor vermişlerdir (Bozanic ve diğ., 2002).

Yapılan bir çalışmaya göre, inülin ilavesi, yoğurdun dokusunu, fermentasyon ve koagülasyon kinetiğini etkilemiş ve kıvamı artırmıştır (Hardi ve Slacanac, 2000) Spiegel ve diğ.(1994)’ün yaptıkları bir çalışmaya göre tüketici testlerinde inülinli sade yoğurt, inülin içermeyenlere göre daha çok tercih edilmiştir. İnülinli yoğurt, daha kremş görünümdede, daha az tebeşirş, daha kremş dokuda, daha az ekş tat ve kalıntı tatta ve daha tatlı çıkmıştır. Yüzde 10 inülinle (DP 12-16) yapılan yoğurdun sıklığı daha kısa zincirli olan inülin içeren (DP 5-8) ve inülin içermeyen yoğurda göre artmış ve ayrıca sinerizis (su salma) azalmıştır (Boeckner ve diğ., 2001). Yapılan bir çalışmaya göre inulin ve galaktomannan’ın 1:1 karışımı %0,1 seviyesinde yoğurdun duyuşal ve reolojik özelliklerini iyileştirmiştir (Hassan ve diğ., 1999).

2.5. İzomalt

Ürün geliştirmede poliollere olan ilgi artmaya devam etmektedir (Pszczola, 2003). İzomalt ve sorbitol gibi şeker alkollerı, şekersiz donmuş tatlılarda şekerı ikame etmek için kullanılmaktadır (Marshall ve Goff, 2003). İzomalt yoğurt ve tatlılara, kuru madde içeriğini artırmak amacıyla %5’e kadar eklenebilmektedir. Bunun yanında tüm dondurma tiplerinde sakkarozu ikame edebilmektedir (Macrae ve diğ.,

1993). İzomaltın teknolojik özellikleri sakkarozla benzemekte ve proseste herhangi bir değişim gerektirmeksizin gıdada kullanılabilir (Macrae ve diğ., 1993). İzomalt, 1-O- α -D-glucopyranosyl-D-mannitol (GPM) ve 6-O- α -D-glucopyranosyl-D-sorbitol (GPS)'in yaklaşık eşit karışımından (disakkarit alkollerinden) oluşan bir şeker ikamesidir (Macrae ve diğ., 1993; Berschauer, 1985). İzomalt hacim verici özelliktedir (Macrae ve diğ., 1993) ve sakkarozun 0.45-0.6 katı tatlılığa sahiptir (Pszczola, 2003). Herhangi bir kalıntı tat oluşturmaksızın şekere benzer doğal ve sade bir tatlılık profili sağlamaktadır. Diğer şeker alkoller ve yoğun tatlandırıcılarla sinerjistik etki göstermekte ve ağızda soğutma etkisine sebep olmamaktadır. Maillard reaksiyonu, karamelizasyon gibi kimyasal reaksiyonlara, aside, enzimatik hidrolize, ısıya ve mikrobiyolojik bozulmaya karşı son derece dayanıklıdır (Macrae ve diğ., 1993). İzomaltın küçük bir kısmı ince bağırsakta hidroliz olmakta; büyük kısmı ise kalın bağırsak florası tarafından karbondioksit, metan ve yağ asitlerine parçalanmaktadır (Berschauer, F., 1985). Türk gıda mevzuatına göre izomaltın kalori değeri 2.4 kcal/g kabul edilmektedir ve kullanım miktarı QS (Quantum Satis:maksimum düzeyin belirlenmediğini ifade eder) olarak geçmektedir. Gıda maddesine %10 veya daha fazla şeker alkolü eklenmiş ise etikette 'aşırı tüketimi laksatif etkiye neden olabilir' ifadesi kullanılmalıdır (Anon., 2006). İzomalt tüketimi kan glikoz ve serum insülin değerlerini çok az artırmaktadır. Bu nedenle diyabetikler (Tip I ve II) için uygun bir tatlandırıcıdır (Macrae ve diğ., 1993).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

İnülin (Raftiline GR) Dora Dış Tic. ve Gıda San. A.Ş.'den; izomalt (Palatinit St-PF) Kurmed Uluslararası Tic. Temsil., Danış., İthalat, İhracat, Üretim Ltd. Şti.'den temin edilmiştir. Yoğurt kültürleri (MYE-96) ve yoğurt ve termofilik kültür geliştirme ortamı (Thermo W1) Maysa Gıda San. ve Tic. A.Ş.'den temin edilmiştir. Üründe Litesse-Ultra rafine polidekstroz tozu (Danisco Sweeteners) kullanılmıştır. Ürün formülasyonlarına iki işlem tekrarıyla Tablo 3.1'de verilen deneme planı Tablo 3.2'de sunulduğu şekilde uygulanmıştır.

Tablo. 3.1. Deneme planı (%)¹

İngrediyenler	Ürün kodu	İnülin	İzomalt	PD	Asp/ Ase-K	Sakkaroz	TK
Şekerli ve tam yağlı kontrol	A	0	0	0	0	18	35,13
Şekerli ve yağı azaltılmış kontrol	B	0	0	0	0	18	32,13
%8 İnülin + %5 İzomalt	C	8	5	5	0.065	0	32,13
%6,5 İnülin + %6,5 İzomalt	D	6.5	6.5	5	0.065	0	32,13
%5 İnülin+ %8 İzomalt	E	5	8	5	0.065	0	32,13

¹ PD: Polidekstroz; Asp/ Ase-K: Aspartam/asesülfam-K; TK: Toplam katı

Tatlılık ön denemesinde Aspartam/Asesülfam-K'un % 0.065 oranında kullanılmasına karar verilmiştir. Bu miktarın %70'i (%0.046) aspartam ve %30'u (%0.019) asesülfam-K'dan oluşmaktadır.

Tablo. 3.2. Formülasyonlar (%)

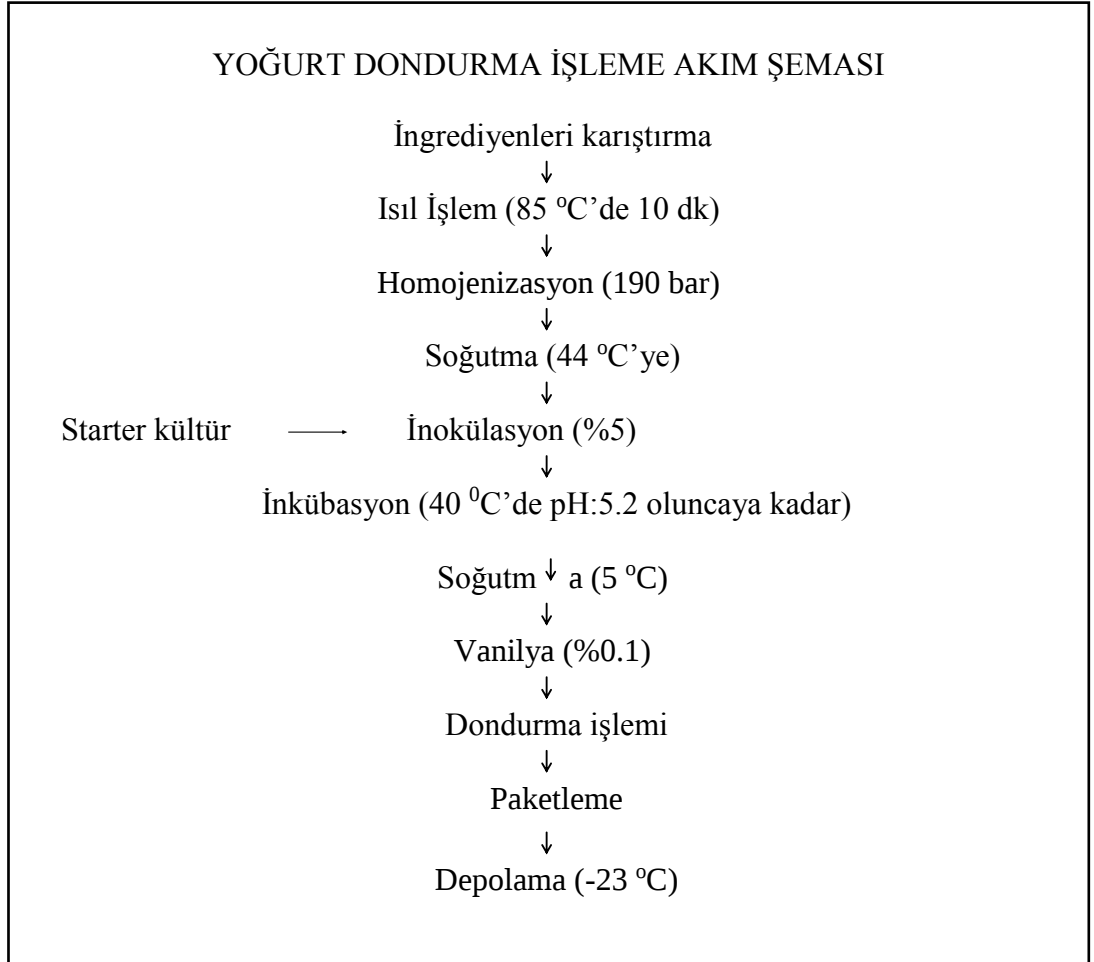
İngrediyenler	Ürün kodu				
	A	B	C	D	E
	Şekerli ve tam yağlı kontrol	Şekerli ve yağı azaltılmış kontrol	%8 İnülin + %5 İzomalt	%6,5 İnülin + %6,5 İzomalt	%5 İnülin + %8 İzomalt
İzomalt	0	0	5	6.5	8
İnülin	0	0	8	6.5	5
Polidekstroz	0	0	5	5	5
Aspartam	0	0	0.046	0.046	0.046
Asesülfam-K	0	0	0.019	0.019	0.019
Süt yağı	6	3	3	3	3
Sakaroz	18	18	0	0	0
Yağsız süttozu	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
Keçi boynuzu sakızı	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Guar sakızı	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Karboksimetil selüloz	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Karagenan	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Emülgatör	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Vanilin	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Toplam katı madde	35,13	32,13	32,13	32,13	32,13

3.2. Metot

3.2.1. Yoğurt dondurma üretimi

3.2.1.1. Deneme desenine göre yoğurt dondurmanın üretimi

Yoğurt dondurmalar 40 kg'lık 10 adet kesikli üretimle Şekil 3.1.'deki işleme şemasına göre Algida Buzkrem tesisleri, Çorlu-Tekirdağ pilot tesislerinde üretilmiştir.



Şekil 3.1. Yoğurt dondurma işleme akım şeması

Şekil 3.2.'de yoğurt dondurma üretim aşamalarından ve kullanılan ekipmandan görüntüler verilmiştir; (a) İngrediyenler büyük terazi ve hassas terazide tartılıp hazırlanmıştır; (b) Kontrol panelinden sistem açılıp gerekli ayarlamalar yapılmıştır; (c,d) Karıştırma tankına öncelikle su konulup ısıtılmış sonra sırasıyla diğer ingrediyenler eklenmiştir; (e) Karışım borularla pastörizatöre yönlendirilmiş ve 85°C'de 10 dk ısıtılma işlemi görmüş ve (f) Pastörizatörden homojenizatöre geçerek uygulanan basınçla (190 bar) homojenize olmuştur.



Şekil 3.2. Yoğurt dondurma üretim aşamalarından görüntüler

Homojenizatörden çıkan karışımın sıcaklığı yaklaşık 45-50 °C'ye ayarlanarak içine steril poşet geçirilmiş steril kovaya konulmuş, daha önceden hazırlanmış starter kültürle %5 oranında inokülasyon yapılmıştır. Steril bir kepçeyle karıştırılarak bir miktar karışım 1,5 lt. lik kaplara konulmuş ve poşetin ağzı hemen kapatılarak 40°C'de inkübasyona bırakılmıştır. pH düşüşü etüvdeki 1,5 lt. lik kaplardan el pHmetresiyle alınan ölçümlerle izlenmiştir. pH:5.2'ye ulaştığında karışım Şekil 3.2 (g)'de görülen dinlendirme tankına alınıp, +5°C'ye soğutulmuştur. Bu karışım Şekil 3.2 (h)'da görülen dondurma makinesine pompalanmış ve yaklaşık -6 °C'ye soğutulurken sürekli karıştırılmış ve böylece hava akışıyla hacim genişlemesi ve hedeflenen dondurma yapısı oluşturulmuştur. Dondurma makinenin ön kısmındaki musluktan steril kaplara doldurulmuş ve Şekil 3.2 (k)'daki dondurucuya konulmuştur. Üretimden önce ve sonra sistemin içi CIP (Clean-in-place) sistemiyle temizlenmiş, üretimden sonra tankların çeperleri Şekil 3.2 (ı)'da gösterildiği şekilde sıcak suyla yıkanmıştır. Tatlılık ön denemesinde kullanılan Taylor dondurma makinesi Şekil 3.2 (i) ve (j)'de, yoğurt dondurmaların depolandığı dondurucu ise (-23°C) Şekil 3.2 (k)'da verilmiştir.

3.2.1.2. Tatlılık ön denemesinde yoğurt dondurma üretimi

Tatlılık ön denemesinde Tablo 3.3'deki deneme deseni uygulanan formülasyonlar 4 kg karışımlar olarak hazırlanmış, etüvde inkübe edilmiştir (tatlılık ön denemesi için tek bir işletme kültürü hazırlanmış, beş ürüne de bu kültürden ekim yapılmıştır). pH düşüşü etüvdeki 100g.'lık kavanozlardan el pHmetresiyle alınan ölçümlerle izlenmiştir. pH 5.2 değerine ulaştıktan sonra karışım hemen soğutulmuş ve +4 °C'de bir gün depolanmıştır. Şekil 3.2.(i) ve (j)'de verilen Taylor dondurma makineleriyle yoğurt dondurmalar elde edilmiştir.

Tablo. 3.3. Tatlılık öndenemesinde kullanılan deneme deseni

A	Kontrol
B	%8 izomalt + %10 inülin + Asp/ase-K: % 0.055
C	%8 izomalt + %10 inülin + Asp/ase-K: % 0.065
D	%12 izomalt + %6 inülin + Asp/ase-K: % 0.055
E	%12 izomalt + %6 inülin + Asp/ase-K: % 0.065

3.2.1.3. Starter kültürlerin hazırlanması

Yoğurt ana kültürü dondurulmuş olarak temin edilmiştir. Ana kültürden ara kültür, ara kültürden de işletme kültürü hazırlanmıştır. Süte 90 °C'de 10-15 dk. ısıtma işlemi uygulanmıştır (Anon., 1985).

Kültürler steril koşullarda hazırlanmıştır. Ara kültür hazırlanırken süt yerine termofilik kültür geliştirme ortamıyla (Thermo W1) çalışılmıştır. 60g. Thermo W1 940g suda çözünmüş, ocakta karıştırılarak ısıtılmış, 90 °C'ye geldikten sonra bu sıcaklıkta 10 dk tutulmuş ve 45 °C'ye soğutulmuştur. Daha sonra ana kültürden (1 kg süt için 0.02g ana kültür) ekim yapılmıştır. 43 °C'deki etüvde 4 saat inkübasyon yapılmış, soğutularak +4 °C'de depolanmıştır. Ara kültür her hafta yeniden hazırlanmıştır.

İşletme kültürü ara kültürden her üretim için ayrı ayrı ve üretimlerden bir gün önce hazırlanmıştır. %12 Katı madde olacak şekilde 264g yağsız süt tozu 1936g suya eklenmiş ve mikserle 1-2 dk çırpılmıştır. Daha sonra ara kültürde olduğu şekilde hazırlanmış, yalnız ekim %3 oranında ara kültürle (66 g) yapılmıştır (pH düşüşü el pHmetresiyle izlenmiştir). pH 4.6'ya ulaştığında soğutma yapılmış ve karışımlar +4 °C'de depolanmıştır.

İşletme kültürü ertesi gün yoğurt dondurma karışımına eklenerek fermentasyon gerçekleştirilmiştir. 40 kg olacak şekilde hazırlanan yoğurt dondurma karışımından pastörizasyon ve homojenizasyon işlemlerinden sonra yaklaşık 35-37 kg karışım tartılmıştır. İşletme kültürü burada ölçülen tam miktara göre %5 olacak şekilde ilave edilmiştir.

3.2.2. pH ölçümleri

Kültürler hazırlanırken ve yoğurt-dondurma numunelerinin pH ölçümleri, el pH Metresi (Mettler-Toledo GmbH MP120 pH Meter, Schwerzenbach, Switzerland) ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Kompozisyon analizleri

Üretilen 10 yoğurt dondurmanın kimyasal kompozisyonu 2 deney tekrarıyla aşağıdaki analizler ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.1. Örneklerin hazırlanması

Örnekler AOAC 969.20 dondurma ve dondurulmuş tatlılar örnek hazırlama prosedürüne göre (AOAC, 2002) analizlere hazırlanmıştır. Ürünün donmuş blokları yaklaşık 300 ml'lik parçalara bölünüp, her parçadan 2 numune alınmıştır. Bloklar yüksek devirli mikserde, oda sıcaklığında yumuşadıktan sonra, 2 dk süre ile karıştırılmıştır. Bu aşamalarda sıcaklığın 12 °C'yi geçmemesine dikkat edilmiştir. Karışımlar hemen kavanozlara konulup, kapakları sıkıca kapatılmıştır. Örnekler kullanılmadan önce iyice çalkalanmıştır (AOAC, 2002).

3.2.3.2. Toplam katı madde tayini

Toplam katı madde miktarı, AOAC 941.08 dondurma ve dondurulmuş tatlılarda toplam katı madde tayini-gravimetrik metoduna (AOAC, 2002) uygun olarak Memmert UM-400 model etüv ile tayin edilmiştir. Hazırlanan örneklerden 1-2 g tartılarak buhar banyosunda 30 dk tutulmuş, etüvde 100 °C de 3,5 saat sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuş ve desikatörde soğutulup tartılmıştır (AOAC, 2002).

3.2.3.3. Kül tayini

Kül miktarı AOAC 945.46 sütte kül tayini - gravimetrik metoduna (AOAC, 2002) göre Sistek-ST 20000 marka kül fırını kullanılarak bulunmuştur. Pilatin kap yerine porselen kroze kullanılmıştır. Yaklaşık 5 g örnek tartılarak buhar banyosu üzerinde kurutulmuş, yakma fırınında ≤ 550 °C'de kül C- içermeyinceye kadar yakılmıştır. Desikatörde soğutulup, tartılmış ve kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 2002).

3.2.3.4. Protein tayini

Protein tayini AOAC 930.33 dondurma ve dondurulmuş tatlılarda protein tayini, Kjeldahl yöntemine (AOAC, 2002) göre VELP SCIENTIFICA-UDK 126 A marka protein tayin cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (AOAC, 2002).

3.2.3.5. Yağ tayini

Yağ miktarı TSE 4265 Dondurma-Süt esaslı Standardına göre özel dondurma bütirometresi kullanılarak Gerber yöntemiyle tayin edilmiştir (TSE 4265, 1992).

3.2.3.6. Karbonhidrat tayini

Karbonhidrat miktarı; örnek ağırlığından nem, yağ, protein, kül miktarlarının çıkarılmasıyla hesaplanmıştır (Bemiller ve Low, 1998).

3.2.4. Asitlik tayini

Asitlik tayini AOAC 947.05 Sütte asitlik titrimetrik yöntemine göre yapılmıştır (AOAC, 2002).

3.2.5. Hacim genişlemesi tayini

Analizde dondurma ağırlığı olarak aşağıda belirtilen ‘150 ml’lik kapta ölçülen’ değerler kullanılmıştır. Karışımın ağırlığını bulmak için ise dondurmalar stomacher torbalarına konularak ağızları kapatılmış ve 100°C’deki su banyosunda eriyene kadar (15 dk kadar) bekletilmiştir. Karışımlar serum ayrılması gözlemlendiği için, mekanik karıştırıcıda 10 dk karıştırılmış, ölçülü silindire 150 ml konularak ağırlık ölçülmüştür.

Üretimde dondurma makinesinden dondurma gelmeye başladığında, 150 ml plastik kaba konulup üst kısmı bıçakla düzgünce alınmış ve tartılmıştır. Karışım yoğunluğu yaklaşık 1.1 g/ml kabul edilmiştir (150 ml karışım 165 g). Yapıya %80 hava girmesi için 150 ml dondurma 92 g gelmelidir. Bu kap hemen tartılıp 92 g’dan fazlaysa makinadaki hava akışı artırılmış, az ise azaltılmıştır. Bu işlem 1-2 defa tekrarlanıp yaklaşık 92 g’a ayarlanmasına çalışılmıştır. Bu ölçümlerde yoğunluğun yaklaşık kabul edilmesinin ve 1-2 tekrardan fazla yapılmamasının sebebi dondurmanın sürekli olarak üretiliyor olması ve ayarlamamanın çok hızlı yapılıp dondurmanın kaplara doldurulması gereğidir.

3.2.6. Erime testi

Erime testinde 2,50 mm tel aralığına sahip elek kullanılmıştır (Analysensieb, Retsch D-5657-Haan/Germany). Test, Nagar ve diğ. (2002)’nin metoduna göre küçük değişiklikler ile yapılmıştır. 40 g ağırlığındaki dondurma küp şeklinde kesilerek elek üzerine yerleştirilmiştir. Telin altına bir beher konulmuş; 15, 30 ve 45. dakikalarda, eriyip beher içine biriken karışımın ağırlığı kaydedilmiştir. Bu değerlerin, ilk dondurma ağırlıklarına göre yüzdeleri alınarak, zamana karşı grafiğe geçirilmiştir. Deney sırasında ortamın sıcaklığı 29°C olarak kaydedilmiştir.

3.2.7. Viskozite tayini

Yoğurt dondurma viskoziteleri; karışımlar dondurulmadan önce alınan numunelerde, Brookfield Viskozimetresi, model DV-II ve spindle no:3 kullanılarak, 30 rpm (5°C), 12 rpm (6°C) ve 6 rpm (5,5°C)'de üç deney tekrarıyla kaydedilmiştir. Martinou-Voulasiki ve Zerfiridis (1990) yoğurt dondurma karışımlarını 4°C'de bir gün beklettikten sonra viskozitelerini Brookfield Viskozimetresi, model DV-II ve spindle no:1 kullanarak, 0.5 rpm 6±1°C'de ölçmüştür (Martinou-Voulasiki ve Zerfiridis, 1990); Nagar ve diğ (2002) ise Brookfield reometresi (Model DV-111, spindle DIN-85) kullanarak 5 °C'de ölçmüştür (Nagar ve diğ, 2002). Ölçümlerde bu çalışmalardaki sıcaklıklardan yararlanılarak 5, 5.5 ve 6 °C'lerdeki üç farklı rpm'de ölçüm yapılmıştır.

3.2.8. Isıl şok dayanımı

Isıl şok dayanımı testi, Arbuckle (1986)'nın metoduna göre değişiklikler ile yapılmıştır. Dondurucudaki (-18°C) 10 yoğurt dondurma numunesi (1 lt) öncelikle +21°C'de (duyusal analiz laboratuvarında) 1,5 saat tutulmuş ve tekrar dondurucuda (-18°C) depolanmıştır. Bir gün sonra örnekler 30 dk şoka tabi tutulmuştur. Bu işlem 6 gün süresince her gün tekrarlanmıştır. Sonra tekrar soğukta depolanıp, 24 saat sonra duyusal analiz yapılmıştır. Deney tekrarları paralel diğer 10 numune ile bir gün sonra gerçekleştirilmiştir.

Duyusal analiz, yuvarlak masada 2 oturumda İ.T.Ü Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 9 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Birinci gün 10 örnek ve 2. gün deney tekrarı ve bunların paraleli olan 10 örnek değerlendirilmiştir. Dondurmalar, 1 Lt'lik şeffaf plastik kaplarda kapakları açık olarak panele sunulmuştur. Kontrol (bir hafta süresince ısı şoka maruz kalmamış örnek) yuvarlak masanın ortasına konularak, örnekler çevresine dizilmiştir. Görünüm, doku kabalığı, çökme derecesi ve seruma dönüşüm özellikleri, yok (0); çok hafif (1); az (2); orta (3); fazla (4); çok fazla(5) skalası kullanılarak olumsuz yönde değişme derecesi olarak değerlendirilmiştir. Isıl şok dayanımında kullanılan panel formu Tablo A.1'de verilmiştir.

3.2.9. Sıcaklık düşmesi testi

Testin amacı duyusal analizlerde örneğin istenilen sıcaklığa (-15°C) düşmesi için oda sıcaklığında kaç dakika tutulması gerektiğinin ölçülmesidir (Hui, 1993a). -18°C

dondurucudaki yoğurt dondurma numunesi (1 Lt'lik kapta) 23°C'deki oda sıcaklığına çıkartılıp, ortasına termometre ucu batırılarak her 1°C düşüş için geçen süre kaydedilmiştir.

3.2.10. Tüketici tercih ve kabul testi

Tüketici kabul testi, 88 kişinin (27 bay ve 61 bayan) katıldığı oturum ile gerçekleştirilmiştir. Panelistlere pH'sı 5.2 ve pH'sı 4.8 olan iki yoğurt dondurma sunulmuş, yarısına ilk örnek sağda diğer yarısına ilk örnek solda sunularak dengeleme yapılmıştır. Öncelikle beğenilen örnek sorulmuş, daha sonra beğenilen örneğin lezzet, doku ve görünüş özellikleri açısından beğeni derecesi 1 (hiç beğenmedim)-2 (beğenmedim)-3 (pek beğenmedim)-4 (kararsızım)-5 (biraz beğendim)-6 (beğendim) 7 (çok beğendim) skalası kullanılarak değerlendirilmiştir. Son olarak satın alma niyeti 1 (kesinlikle almam)- 2 (alacağımı sanmıyorum)-3 (emin değilim)-4 (belki alırım)-5 (kesinlikle alırım) skalasıyla değerlendirilmiştir. Tüketici tercih ve kabul testi protokol tasarımı Tablo A.2'de, ürün tanıtımı Şekil B.1'de, kullanılan form Tablo A.3'de, tadım bilgisi ise Tablo A.4'de verilmiştir.

3.2.11. Şekersiz yoğurt dondurmada kullanılacak yoğun tatlandırıcı seviyesinin belirlenmesi

Kontrol formülasyonda şekerin %8 izomalt ve %10 inülin ve %12 izomalt ve %6 inülin ile ikame edilmesiyle elde edilen 2 şekersiz formülasyonda; aynı düzeyde Aspartam/Asesülfam-K kullanarak kontrol ile aynı veya yakın düzeyde tatlılığın elde edilmesi hedeflenmiştir. İki şekersiz formülasyonda Aspartam, Asesülfam-K'un 2 düzeyi (%0.055 ve %0.065) kullanılarak (bu miktarların %70'i aspartam ve %30'u asesülfam-K) 4 formülasyon elde edilmiş; bunlar kontrolle beraber değerlendirip hangi düzeyde tatlandırıcı kullanılacağı belirlenmiştir (Tablo 3.3).

Duyusal analizlerde eşli sıralama testi kullanılmıştır (Meilgaard ve diğ.,1999). Oluşan 10 çift AB, AC, AD, AE, BC, BD, BE, CD, CE, DE kombinasyonunda panele sunulmuştur. Bu çiftler 5'erli iki oturum halinde ve gelişigüzel sunum sırasıyla İ.T.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümünde 16 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Panelde kullanılan çok eşli karşılaştırma testi formu Tablo A.5'de verilmiştir.

3.2.12. Tanımlayıcı profil testi

Tanımlayıcı profil testi aşamaları Meilgaard ve diğ. (1999)'nin tanımlayıcı analiz teknikleri ve panelistlerin eğitimi metotlarına göre; Kantitatif Tanımlayıcı Analiz (QDA) Guinard ve diğ. (1997)'nin ve Poste ve diğ. (1991)'in metotlarına göre gerçekleştirilmiştir. Üretilen yoğurt dondurmalar lezzet ve doku özellikleri yönünden İ.T.Ü. Gıda Mühendisliği bölümünden 9 eğitimli panelist tarafından değerlendirilmiştir. Panelistler farklı günlerde gerçekleştirilen 4 oturumla (Birincisi 1,5 ve diğerleri 2'şer saat) toplam 7,5 saatlik eğitime katılmışlardır. Eğitimler yuvarlak masada tüm panelistler ile yapılmıştır (Şekil 3.3 a,b).

Tanımlayıcı profil testinde 10 örnek 5'e ayrılmış; ayrı günlerde 2 sabah ve 2 öğleden sonra (deney tekrarlarıyla) olmak üzere toplam 4 oturumda, duyu analizi laboratuvarında ve ayrı bölmelerde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3.c). İkinci eğitim oturumunda karar verilen referanslar her oturumdan önce (eğitimin 3 ve 4. oturumları ve tanımlayıcı profil oturumları) kümeler halinde hazırlanarak referansı tekrar kullanmak isteyen panelistlere sunulmuştur.



Şekil 3.3. (a,b) Tanımlayıcı profil testi eğitim oturumları (c) Ayrı bölmelerde tanımlayıcı profil testi oturumları

Örnekler 150 ml.'lik plastik kaplara (3 basamaklı tesadüf rakamlarla kodlanmış) bir dondurma kaşığı kadar konularak (yaklaşık 30g), kapakları örtülmüş ve -18°C'deki dondurucuya yerleştirilmişlerdir. Beş dondurma numunesi panelistlere aynı anda sunulmuştur. Panelistlerden kapların önüne dizilmiş olan düz ve şeffaf plastik kaplar üzerine her örnekten küçük bir miktar koymaları ve son erime kalitesini değerlendirmeleri istenmiştir. Bu işlemden hemen sonra tadarak önce doku ve sonra lezzet özelliklerini değerlendirmişlerdir. Panelistler, numune tadımları arasında ağızlarını temizlemek için su ve şekerli bisküvi kullanmışlardır.

3.2.12.1. Eğitim oturumları

Eğitim oturumları toplam 7,5 saat sürede tamamlanmıştır. Birinci eğitim oturumu öncesinde literatürde mevcut dondurmanın doku ve yoğurdun lezzet özelliklerini ve

tanımlarını içeren bilgilerden yararlanılarak bir terminoloji listesi hazırlanmıştır. Guinard ve diğ. (1997)'nin dondurma için kullandıkları doku özelliklerinden erime hızı, yağlı, kremsilik, tüy gibi yumuşak/havalı, hamursu/elastik, buz kristalleri, ağızkaplaması sonrası his özellikleri ve tanımları; Prindiville ve diğ. (2000)'in dondurma doku özelliklerinden sertlik, tozlu/tebeşirli, kremi, erime hızı, erime sonrası yoğunluk, buzlu, çiğnenebilir, tüy gibi yumuşak özellikleri ve tanımları; Specter ve Setser (1994)'ün donmuş tatlıların soğukluk, yumuşaklık, kabalık, sululuk, kremsilik, sakızimsılık, tebeşirsilik, ağız kaplaması doku özellikleri ve tanımları; Hui (1992)'nin dondurmanın doku kusurları kaba/buzlu/taneli, kumsu/çakılımsı, kolayca ufalanan/tüy gibi/kırılgan, sakızimsı/solgun/elastik, ağır/sulu/ıslak, tereyağımsı/yayıklanmış/yağlı/kaygan özellikleri ve tanımları; Hui (1993a)'nin dondurma ve benzer ürünler için kullandığı yapı ve doku kusurlarından kaba/buzlu, kolayca ufalanan, tüy gibi yumuşak, sakızimsı, kumsu, ıslak/sulu, zayıf özellikleri ve tanımları; dondurmada erime kalitesi özelliklerinden pıhtılı, erimeyen, köpüklü, sulu, serum ayrılması özellikleri ve tanımları; Hui (1993a)'nın yoğurt lezzet kusurlarından asetaldehit, acı, pişmiş, yüksek asit, tazelik eksikliği, düşük asit, çok tatlı, mayamsı özellikleri ve tanımları; Harper ve diğ. (1991)'nin sade yoğurdun asetaldehit, pişmiş süt, karamel, sütlü, tereyağlı, peynirimsi, mayamsı, tuzlu, tatlı, ekşi, buruk, acı özellikleri; Davidson ve diğ. (2000)'in yoğurt dondurmanın asitlik, düzgünlük, yoğurt lezzeti, tatlılık, tazelik, vanilya özellikleri ve tanımları terminolojinin oluşturulmasında kullanılmıştır.

Birinci oturumda panelistlere dondurmanın lezzet ve doku özelliklerinin belirlenmesine yönelik tadım yapılması hakkındaki bilgi Tablo A.6'da verilmiş ve bir miktar kontrol yoğurt dondurma verilmiştir. Daha sonra literatürden derlenmiş listelerdeki her özellik tartışılarak, panelistlerin ortak kararına göre seçilmiş ve tanımlar yeniden düzenlenmiştir.

İkinci eğitim oturumu öncesinde, ürüne ve seçilen özelliklere uygun olabilecek referanslar için Harper ve diğ. (1991), Guinard ve diğ. (1997), Meilgaard ve diğ. (1999), ve Prindiville ve diğ. (2000)'ndeki örneklerden yararlanılarak öneriler oluşturulmuş ve referans kümeleri hazırlanmıştır.

İkinci eğitim oturumunda panelistlere 1. oturumda seçtikleri özellikler tablo halinde verilmiş ve bazı niteliklerde eleme veya düzeltme yapılmıştır. Panelistlere ayrıca çizgi skalasının kullanımı hakkında bilginin yanı sıra Tablo A.7'de özellikler ve çizgi

skalası içeren bir form verilmiştir. Formda her özelliğe ait tanımlar ve olabilecek referanslara da yer verilmiştir. Her özellik tarafından tartışılırken panelistlere ‘referans kümeleri’ sunulmuştur. Referansların ürüne uygunluğu tartışılarak seçim yapılmıştır. Seçilen referansların yoğunluklarının çizgi skalasında hangi noktada olacağına tüm panelistler birlikte karar vermiştir.

Üçüncü eğitim oturumu 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. 1. aşamada seçilen iki özellik için-doku özelliklerinden kayganlık ve lezzet özelliklerinden tatlılık- birkaç referans sunulup, panelistlerin bireysel değerlendirmesi istenmiştir. Bu sonuçlar daha sonra ortak olarak tartışılıp, uzlaşmaya varılmıştır. 2. aşamada deney tasarımından 2 örnek (tüketici testinde kullanılan pH:4.8 ve 5.2 olan örnekler) kullanılmıştır. Panelistler lezzet ve doku özelliklerini bireysel olarak değerlendirmişlerdir. 3. aşamada daha önce erimeye bırakılan iki örnek masanın ortasına konulmuş ve tüm panelistler tartışarak erime kalitesini belirlemişlerdir (Erime kalitesi için referans kullanılmamıştır). Panelistler 3. aşama için değerlendirme yaparken, panel başkanı hızlıca 2. aşama ortalamalarını alarak ortalamadan çok sapma gösteren panelistleri işaretlemiştir. Daha sonra tüm panelistler belirlenen özellikleri tekrar problemleri ve tartışmaya yol açan özellik ve örnekleri tartışmıştır. Sapma gösteren panelistlere örnekler tekrar verilerek uzlaşmıştır.

Dördüncü eğitim oturumu 3. oturumun 2. ve 3. aşamalarının tekrarı niteliğinde gerçekleştirilmiş, ancak 3. aşamada deney tasarımındaki 5 örneğin (A, B, C, D, E) erime kalitesi değerlendirilmiştir.

3.2.12.2. Tanımlayıcı profil oturumları

Panelistlere daha önceden hazırlanarak -18°C’de ağzı kapalı olarak saklanan 5 adet numune 150 ml’lik plastik dondurma kaplarında sunulmuştur. Panelistler dondurma kabında sunulan 5 numunede (Herbiri bir dondurma kaşığı -yaklaşık 30g dondurma), önce doku özelliklerini sonra lezzet özelliklerini ve en son olarak da erime kalitesi özelliklerini değerlendirmişlerdir. Erime kalitesi değerlendirmesi için verilen dondurma kaplarından farklı, plastik şeffaf düz kapaklar kullanılmıştır. Panelistler öncelikle bu kapaklara tepsideki numunelerden bir kahve kaşığı miktarı koymuşlar ve bunları erimeye bırakmışlardır. Bu aktarma işleminden hemen sonra tepside bulunan numunelerinde önce dokuyu sonra da lezzeti değerlendirmişlerdir. Panelde son olarak kapaklardaki numunelerde erime kalitesi değerlendirilmiştir. Panelistler

Tablo A.8’de verilen doku, lezzet ve erime kalitesi özellikleri, tanımları ve referanslarını içeren tanımlayıcı profil formunu kullanmıştır.

3.2.13. Laktik asit bakteri sayısı

Laktik asit bakteri sayımı için Erkmen (2000) ve Downes ve Ito (2001)’de önerilen yoğurt bakterilerinin sayılmasına uygun besiyeri (Elliker agar) ve ekim yönteminden yararlanılmıştır. İnkübasyon 30°C de yapılmıştır ve koloniler 2. gün sayılmıştır. Besiyerine (Elliker broth) 14,5 g/Lt agar agar eklenmiştir.

25 g dondurma, stomacher torbasına tartılıp buzluğa (0°C) konulmuş ve 10 örnek için de aynı işlem yapıldıktan sonra ilk örnekten başlanarak dilüsyonlar (10^{-1} ’den 10^{-7} ’ye kadar) hazırlanmıştır. 25 g örnek üzerine, 250 ml %0.1’lik peptonlu su konulup 45 °C’deki su banyosunda 15 sn tutulmuş, sonra 2 dk homojenize edilmiştir. Dilüsyonlar hazırlanırken ekimler (2 paralelli) dökme plak yöntemiyle yapılmıştır (Downes ve Ito, 2001). Tüm işlemler steril koşullarda yapılmış ve dilüsyonlar hazırlanırken otomatik pipet kullanılmıştır

3.2.14. İstatistiksel analiz

Şekersiz yoğurt dondurmada kullanılacak yoğun tatlandırıcı seviyesinin belirlenmesinde duyuusal analiz olarak eşli sıralama testi (Friedman analizi-olası tüm çiftlerle birkaç örneğin karşılaştırılması) kullanılmış ve işlem ortalamaları Tukey testi ile karşılaştırılmıştır (Meilgaard ve diğ.,1999).

Tüketici kabul testinde 2 numunedeki ortalamalar hesaplanmış ve tercihin önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla -İkili-üçlü veya tek yönlü kontrolden farklılık testi için doğru sayıların kritik sayılarını veren- tablodan (eşli tercih için de bu tablo önerilmiştir) yararlanılmıştır ($P<0.05$) (Meilgaard ve diğ.,1999). Ürünlerin lezzet, doku ve görünüş için beğeni puanları ve tüketicilerin ürünü satın alma niyeti puanları açısından pH:5.2 yada pH:4.8 olan numuneyi tercih edenler ve erkek-bayan tercihleri arasındaki farklılıklar MINITAB® 14.10 istatistiksel yazılımıyla t-testi kullanılarak değerlendirilmiştir ($P<0.05$). Viskozite, laktik asit bakteri sayıları ve hacim genişlemesi sonuçlarının formülasyonlar arasındaki farklılıkları, SPSS 9.0 yazılımı kullanılarak tesadüf parselleri deneme deseni ile tek yönlü varyans analiziyle incelenmiş ve ortalamalar LSD (En Küçük Önemli Farklılık) testiyle karşılaştırılmıştır ($P<0.05$).

Isıl şok dayanımı ve tanımlayıcı profil testi verilerine MINITAB® 14.10 istatistiksel yazılımıyla iki yollu varyans analizi uygulanarak (genel doğrusal model), ortalamalar arasında farklılıklar incelenmiş ve farklı bulunan ortalamalar Tukey testiyle karşılaştırılmıştır ($P < 0.05$). Varyasyon kaynakları panelistlerin oluşturduğu blok ve işlem olarak farklı formülasyonlar kabul edilmiştir. Tanımlayıcı profil testi temel bileşen analizi (TBA) MINITAB® 14.10 istatistiksel yazılımıyla gerçekleştirilmiştir. 5 örnek (A, B, C, D, E) için lezzet, doku ve erime kalitesi özelliklerinde elde edilen puanların (9 panelist + 2 işlem tekrarı + 2 deney tekrarı = 36 puan) ortalamaları alınmış ve bu matrise temel bileşen analizi uygulanmıştır. Analiz korelasyon matrisi üzerinden yapılmıştır.

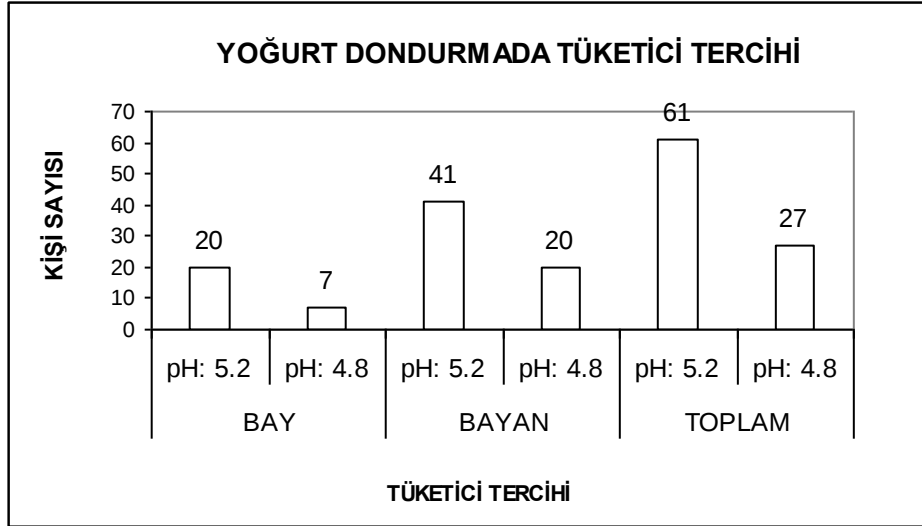
Varyans analizi tabloları ekler bölümünde (Viskozite için Tablo A.9; Hacim genişlemesi için Tablo A.10; Isıl şok dayanımı için Tablo A.11; Tanımlayıcı profil testi için Tablo A.12; Laktik asit bakteri sayısı için Tablo A.13) verilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Yoğurt dondurmada tüketici tercih ve kabul testi sonuçları

4.1.1. Tüketici tercihi

Tüketici kabul testine katılan 88 panelistin (27 bay+61 bayan) %69'u pH'sı 5.2 olan numuneyi, %31'i ise pH'sı 4.8 olan örneği beğenmiştir (Şekil 4.1). Ayrıca erkek panelistlerin %74 (20/27)'ü ve kadın panelistlerin %67 (41/61)'si aynı numuneyi beğenmiştir (Şekil 4.1). Örnekler arasındaki tercih farkının istatistiksel olarak önemli düzeyde olabilmesi için istatistiksel tabloda (Meilgaard, 1999), %5 önem düzeyinde toplam 88 kişi için en az 53 kişinin; 27 erkek panelist için en az 19 ve 61 kadın panelist için en az 38 kişinin aynı numuneyi tercih etmesi gereklidir. Bu durumda iki örneğe ait beğeniler bay veya bayan panelistler ve tüm katılımcılar dikkate alınarak istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı bulunmuş olup, pH'sı 5.2 olan örnek daha çok beğenilmiştir. Bu nedenle pH'sı 5.2 olan örnek projenin daha sonraki aşamalarında hazırlanan tüm numunelerde fermentasyon pH'sı olarak uygulanmıştır.



Şekil 4.1. Yoğurt dondurmada tüketici beğenisi

Yoğurt dondurmalar pH değeri 4.3-5.3 arasında hatta tüketici isteğine bağlı olarak 4.0-5.7 arasında olabilmektedirler (Martinou-Voulasiki ve Zerfiridis, 1990). Martinou-Voulasiki ve Zerfiridis (1990)'in çalışmasında yoğurt dondurma %14

sakkaroz, % 0.2 monodigliseritler, % 0.05 vanilin, %6.5 koyun sütü yağı ve %11.5 yağsız süttozu (%83 koyun sütünden türetilmiş) kullanılarak üretilmiştir. İnek sütünden yapılan geleneksel ürüne göre laktoz %20 oranında azalmış ve protein 25% oranında artmıştır. Üründe protein bulunması tüketicilerin asitliği hissetmesini engellemiş ve üründe kötü bir etki bırakmaksızın daha fazla asitlik gelişimine izin vermiştir. Bu çalışmada panelistler pH'sı 4.4-4.9 olan yoğurt dondurmaya tercih etmişlerdir (Martinou-Voulasiki ve Zerfiridis, 1990) Inoue ve diğ. (1998)'nin çalışmasında yağ içeriği >%8.0 olan ve çeşitli pH değerlerinde (4.5, 5.0, 5.5, 6.5) yoğurt dondurmalar için yoğurda aşına olan ve olmayan panelistler için farklı beğeniler ortaya çıkmış; en iyi toplam duyuşal skoru ise pH'sı 5.5 olan örnek almıştır (Inoue ve diğ., 1998).

Numunelerin kimyasal kompozisyonu Tablo 4.1'de verilmektedir. Buna göre numunelerin ortalama protein miktarı genel olarak literatürde mevcut yoğurt dondurma, dondurma, dondurulmuş tatlı ve yoğurt protein miktarından (%3.3.- 5.7) (McCance ve diğ., 1991; Heimo, 1994; Tamime ve Robinson, 1999) daha düşüktür. Protein miktarının daha düşük olmasının nedeni numunelerde kullanılan yağsız süttozunun daha düşük düzeyde (%10.5) olması ile ilişkilidir (Tablo 2.1). Tüketici beğenileri ürün formülasyonuna göre değişmekte olup, protein miktarının yüksek olması tüketicilerin asitliği hissetmesini engellemektedir. Bu nedenle numunelerdeki düşük protein oranı (Tablo 4.1) asitliğin daha fazla hissedilmiş olmasında önemli bir etkide bulunmuş ve pH'sı daha yüksek (pH:5.2) olan örnek tercih edilmiştir. Ayrıca tüketici beğenisinde etkili olan tatlılık tadından sorumlu olan sakkaroz miktarı, numunelerde genel olarak kullanılan düzeyden daha yüksektir (Tablo 2.1 ve Tablo 4.1). Dondurmada tatlılık şeker konsantrasyonuna bağlıdır, ancak kuru madde miktarının artmış olması da önemlidir (Arbuckle, 1986). Toplam katı madde içeriği, şekerli ve tam yağlı numuneler için ortalama %33.0 ve yağı azaltılmış olan numunelerde ortalama %30.1 olarak bulunmuştur (Tablo 4.1).

4.1.2. Lezzet, doku ve görünüş için beğeni puanları

Tercih edilen numunelerin lezzet, doku ve görünüş özelliklerine ilişkin puanlar Tablo 4.2'de verilmiştir. pH'sı 5.2 olan yoğurt dondurmaya tercih eden 61 kişi (tercih etmediği örneği tatmayı bırakarak) bu örnek üzerinden; pH'sı 4.8 olan örneği tercih eden 27 kişi de bunun üzerinden diğer soruları yanıtlamıştır.

Tablo 4.1. Toplam katı madde, Yağ, Kül, Protein ve Karbonhidrat tayini (hesap yoluyla) sonuçları (%)¹

Formülasyon	Ürün kodu	Toplam katı madde (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Protein (%)	Karbonhidrat (%)
Şekerli ve tam yağlı kontrol	A1	33.1	6.0	0.8	3.3	22.9
	A2	33.0	6.2	0.9	3.3	22.6
Şekerli ve yağı azaltılmış kontrol	B1	30.3	3.0	0.9	2.9	23.6
	B2	30.9	3.2	0.8	3.3	23.5
%8 İnülin ve %5 izomalt içeren numune	C1	30.4	3.4	0.9	3.3	22.8
	C2	29.3	3.2	0.9	3.3	21.8
%6,5 İnülin ve %6,5 izomalt içeren numune	D1	30.3	3.4	0.9	3.3	22.6
	D2	29.9	3.0	0.9	3.3	22.7
%5 İnülin ve %8 izomalt içeren numune	E1	30.2	3.2	0.9	3.1	23.0
	E2	29.6	3.0	0.9	3.3	22.4

¹ Tablodaki değerler 2 analiz tekrarının ortalamasını temsil etmektedir.

Tablo 4.2. Tüketicilerde pH'ya ve cinsiyete göre beğeni ve satın alma niyeti puanları^{1,2}

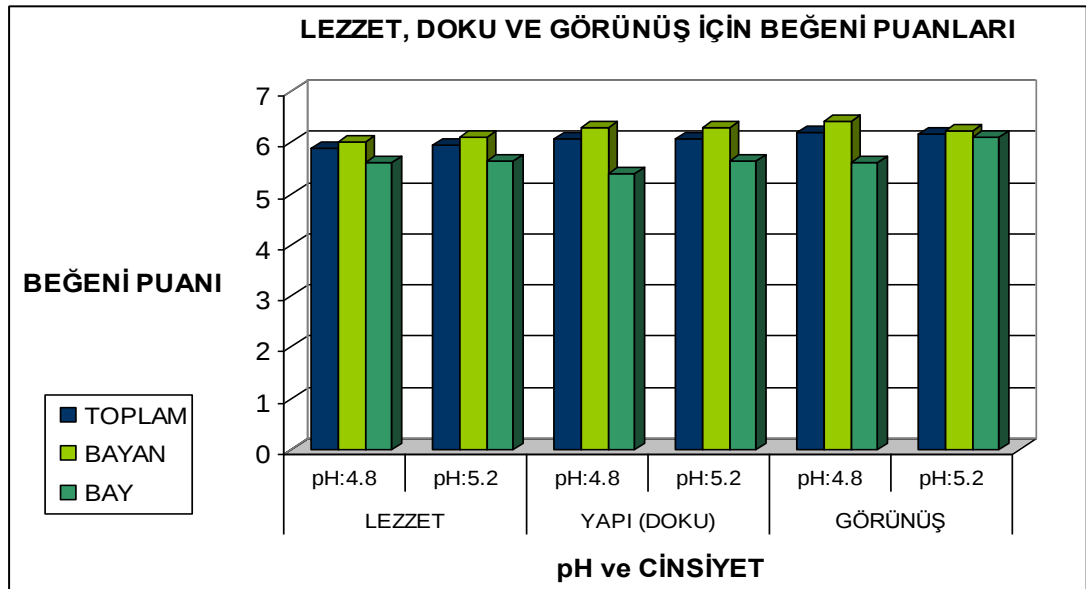
Özellik	pH:5.2 (Toplam)	pH:4.8 (Toplam)	Özellik	pH:5.2		Özellik	pH:4.8	
				Bay	Bayan		Bay	Bayan
Lezzet	6.0±1.1a	5,9±0.9a	Lezzet	5.7±1.0a	6.1±1.1a	Lezzet	5.6±1.3a	6.0±0.7a
Yapı (doku)	6,1±1.1a	6,1±1.0a	Yapı (doku)	5.7±1.3a	6.3±0.9a	Yapı (doku)	5.4±1.4a	6,3±0.7a
Görünüş	6,2±0.9a	6,2±0.8a	Görünüş	6.1±0.9a	6.2±0.9a	Görünüş	5.6±1.1a	6,4±0.5a
Satın alma niyeti	4.4±0.9a	4.2±0.7a	Satın alma niyeti	4,1±1.0a	4,5±0.8a	Satın alma niyeti	3,9±1.1a	4,4±0.5a

¹ Tablodaki değerler pH:5.2 olan örnekte n=20 erkek, n=41 bayan ve n=61 toplam; pH:4.8 olan örnekte n=7 erkek, n=20 bayan ve n=27 toplam panelistin yanıtlarının ortalamasını ve standard sapma değerlerini temsil etmektedir,

² Her satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur (P<0.05)

Lezzet, doku ve görünüş özelliklerini, pH'sı 5.2 olan numuneyi tercih eden panelistler sırasıyla ortalama 6.0; 6.1 ve 6.2 puan ve pH'sı 4.8 olan numuneyi tercih edenler ise sırasıyla ortalama 5.9; 6.1 ve 6.2 puan ile değerlendirmişlerdir (Şekil 4.2). Bu değerler, panelistlerin ürün lezzetini, dokusunu ve görünüşünü beğendiğini göstermektedir. Her iki pH'da olan numuneler arasında lezzet, doku ve görünüş özelliklerinin beğenisi yönünden istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P<0.05$) (Tablo 4.2).

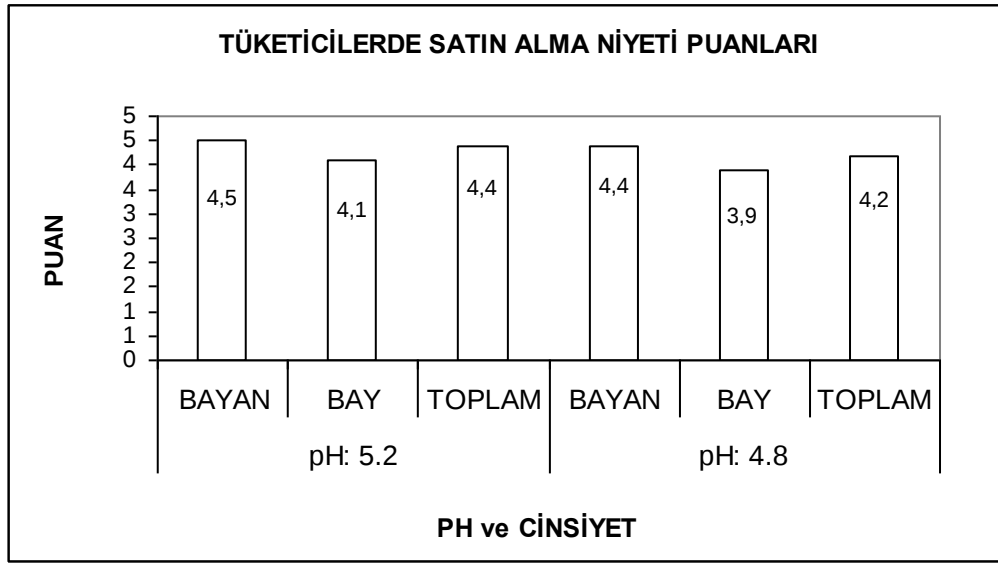
pH'sı 5.2 olan örnekte lezzet, doku ve görünüş özelliklerinin beğenisi yönünden erkekler ve bayanlar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P<0.05$); Benzer şekilde pH'sı 4.8 olan örnekte de bu özelliklerin beğenisi yönünden erkekler ve bayanlar arasında önemli bir farklılık yoktur ($P<0.05$) (Tablo 4.2).



Şekil 4.2. Lezzet, doku ve görünüş için beğeni puanları (Puanlar ortalama değerleri temsil etmektedir; Bayan panelistler pH:4.8 n=20; pH:5.2 n=41; baylar pH:4.8 n=7, pH:5.2 n=20; Toplam pH:4.8 n=27, pH:5.2 n=61)

4.1.3. Yoğurt dondurmayı satın alma niyeti puanları

Yoğurt dondurmayı satın alma niyeti puanları Tablo 4.2'de verilmiştir. Satın alma niyeti yönünden, pH'sı 5.2 olan numuneyi ve pH'sı 4.8 olan numuneyi tercih edenler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P<0.05$) Her iki numuneye ait değerlendirmeler “belki alırım” ve “kesinlikle alırım” aralığında gözlenmiştir (Şekil 4.3). Benzer şekilde her iki numuneyi de beğenen panelistlerde satın alma niyeti yönünden, erkekler ve bayanlar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P<0.05$).



Şekil 4.3. Tüketicilerde satın alma niyeti puanları (Puanlar ortalama değerleri temsil etmektedir; Bayan panelistler pH:4.8 n=20;, pH:5.2 n=41; baylar pH:4.8 n=7, pH:5.2 n=20; Toplam pH:4.8 n=27, pH:5.2 n=61)

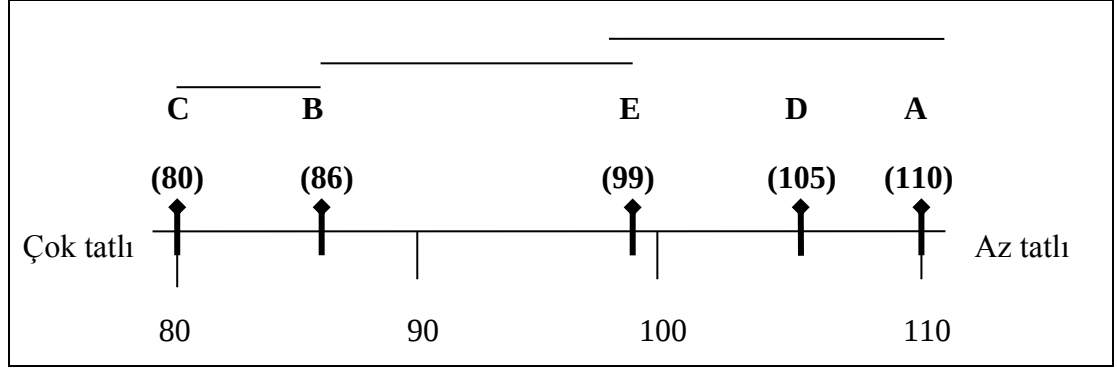
Tüketicilerin ürün tercihi (genel beğenisi) yönünden pH'sı 5.2 olan numune istatistiksel olarak önemli düzeyde pH 4.8 olan numuneye tercih edilmiştir. Bunun yanında her iki tip numune arasında lezzet, doku, görünüş, satın alma niyeti özelliklerinin beğenisi yönünden istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P<0.05$). Bunun nedeni bu soruların tercih edilen ve genel olarak daha çok beğenilen ürün üzerinden yanıtlanmasıdır.

4.2. Şekersiz yoğurt dondurmada yapay tatlandırıcı seviyesinin belirlenmesi

Şekersiz yoğurt dondurmada tatlandırıcı seviyesini belirlemek amacıyla üretilen 5 numunedeki duyu analizi sonuçları Şekil 4.4'de verilen skalada gösterilmektedir. Yüzde 8 izomalt ve %10 inülin içeren numunelerde (B ve C), %12 izomalt ve %6 inülin içeren numunelere (D ve E) göre tatlılık daha fazla algılanmıştır. Her iki izomalt ve inülin düzeyinde de Asp/Ase-K'un % 0.055 düzeyinde ilavesi (B ve D) % 0.065 düzeyinde ilave edilen numunelere (C ve E) göre, kontrole (A) daha yakın sonuçlar vermiştir. A-D ve A-E numuneleri arasında tatlılık açısından istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamış, ancak A-B ve A-C arasında farklılık önemli olarak gözlemlenmiştir ($P<0.05$).

Bu bulgular ışığında Asp/Ase-K için tek bir düzey belirlenmesi gerektiği, panelistlerin örnekler arasında tatlılık yönünden bir tercih yaparken zorlanmaları, üründe inülin ve izomalt miktarlarının azaltılması dikkate alınarak; % 0.065

Asp/Ase-K düzeyinin şekerli ürünlerde kullanımı için uygun olacağına karar verilmiştir. Daha sonra şekerli ve tam yağlı kontrol numunesinde yağ %3 oranında azaltılarak şekerli ve yağı azaltılmış kontrol; ve %18 oranındaki şekerin inülin + izomalt + polidekstroz + %0.065 Asp/Ase-K ile ikame edildiği 3 farklı diyet ürün elde edilmiştir.



Şekil 4.4. Tatlılık ön denemesinin sonuçları

4.3. Kompozisyon analizleri sonuçları

Numunelerin toplam katı madde, yağ, kül, protein ve karbonhidrat tayini sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir. Toplam katı madde ve yağ içeriği, şekerli ve tam yağlı numuneler için sırasıyla %33.1 ve %6.1; yağı azaltılmış olan numunelerde sırasıyla %30.1 ve %3.2 olarak bulunmuştur. Tüm numune formülasyonlarında ortalama olarak kül miktarı % 0.9, protein %3.2 ve karbonhidrat %22.8 (hesap yoluyla)’dır.

Numunelerde hedeflenen kuru madde; tam yağlı numune (A) için %35.1 ve yağı azaltılmış numunelerde (B,C,D ve E) %32.1’dir. Ürünlerde katı madde hedeflenen değerlere göre yaklaşık %2 daha az çıkmıştır. Genel olarak vanilyalı yoğurt dondurmaların yağ içeriği % 1.8-5.9, protein içeriği % 3.5-3.8, kül miktarı %0.7-1.0 ve toplam katı madde miktarı % 28.8-34.2’dir (Tamime ve Robinson, 1999). Toplam katı miktarları hedeflenen değerden az çıkmasına rağmen, bu değerlerin aralığındadır. Yağ miktarları tam yağlı numunelerde (%6.1) üst limitte ve yağı azaltılmış olan numunelerde (%3.2) belirtilen aralıktadır. Ayrıca numunelerin kül miktarı (%0.9) literatür değerlerine uygun iken, protein miktarı (% 3.2) daha düşüktür.

Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği’nde enerji çevrim faktörleri karbonhidrat (şeker alkoller hariç) için 4 kcal/g; Şeker alkoller için 2.4 kcal/g; Protein için 4 kcal/g; Yağ için 9

kcal/g'dır (Anon., 2006). İnülinin kalori değeri 1.5 kal/g (Boeckner ve diğ., 2001); Polidekstrozun kalori değeri ise 1 kcal/g'dır (Craig, 2001).

Bu bilgilere göre ürünlerin kompozisyon analizi sonuçları ve formülasyonlara deneme desenine göre eklenen inülin ve izomalt miktarları gözönüne alınarak ürünlerin toplam enerji değerleri (hesap yoluyla) A numunesi (Şekerli ve tam yağlı kontrol) için 159 kcal/g; B numunesi (Şekerli ve yağı azaltılmış kontrol) için 135 kcal/g; C numunesi (%8 İnülin ve %5 izomalt içeren numune) için 90 kcal/g; D numunesi (%6,5 İnülin ve %6,5 izomalt içeren numune) için 91 kcal/g; E numunesi (%5 İnülin ve %8 izomalt içeren numune) için 91 kcal/g'dır.

Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği'ne göre enerji veya yağ değerlerinde sağlanan en az %25 lik azalmalar etiket üzerinde “azaltılmış” veya eşdeğeri bir kelimeyle ifade edilmelidir (Anon., 2006). Diyet ürünlerde (C, D, E) enerji değeri ortalama 91 kcal/g hesaplanmıştır ve enerjileri tam yağlı kontrole göre %43 oranında, yağı azaltılmış kontrole göre ise %33 oranında azaltılmıştır.

4.4. Asitlik tayini

Asitlik tayini sonuçları kütlece % laktik asit cinsinden Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Asitlik tayini sonuçları¹

Formülasyon	Ürün kodu	Kütlece % laktik asit (süt asiti)
Şekerli ve tam yağlı kontrol	A	0.71 ± 0.00
Şekerli ve yağı azaltılmış kontrol	B	0.69 ± 0.01
%8 İnülin ve %5 izomalt içeren numuneler	C	0.72 ± 0.02
%6,5 İnülin ve %6,5 izomalt içeren numuneler	D	0.70 ± 0.02
%5 İnülin ve %8 izomalt içeren numuneler	E	0.72 ± 0.01

¹ Tablodaki değerler 4 tekrarın ortalamasını ve standard sapma değerlerini temsil etmektedir (N=4).

4.5. Viskozite

Numunelerin viskoziteleri üç farklı sıcaklık derecesi ve dönme hızında (rpm) Tablo 4.4’de verilmektedir. Beş numune arasında viskozite yönünden istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.05$). Yoğurt dondurma formülasyonunda yağın ve dolayısıyla toplam katı miktarının %3 oranında azaltılması, viskoziteyi önemli ölçüde düşürmüştür ($P<0,05$). Viskozite değerleri numunelerde $A>C>D>E>B$ şeklinde sıralanmıştır (Şekil 4.5). Tam yağlı kontrol numunesine (A) (toplam katı: 35,13) göre yağı azaltılmış kontrol numunesinin (B) (toplam katı: 32,13) viskozitesi önemli ölçüde düşmüştür ($P<0,05$). Her iki numunenin sakkaroz içeriği %18’dir. Dolayısıyla viskozite düşüşünün en önemli nedeni yağın azaltılmasıyla toplam katının %3 oranında azalmış olmasıdır. Dondurma karışımının viskozitesi, başlıca yağ içeriği, stabilizatör tipi ve miktarından etkilenmektedir. Ayrıca ingredienlerin tipi ve kalitesi ile birlikte çözünen madde konsantrasyonu, işleme, ısıl işlem tipi ve ölçüm sırasında karışımın sıcaklığı da diğer faktörler olarak kabul edilmektedir (Arbuckle, 1986; Schaller-Povolny ve Smith, 2001).

Yağı azaltılmış formülasyonda %18 oranındaki şeker C, D ve E numunelerinde inülin + polidekstroz + izomalt ilaveleri ile ağırlıkça %100 oranında ikame edilmiştir. Bu üç formülasyonda da viskozite, az yağlı kontrol numunesine göre daha yüksek; ancak tam yağlı kontrol numunesinin daha altında çıkmıştır. Yağı azaltılmış formülasyonlarda toplam katı (%32,13) ve polidekstroz oranı (%5) sabittir, dolayısıyla bu üç numune arasındaki viskozite değişimi inülin ve izomalt ilavesinden kaynaklanmaktadır. Numunelerin viskoziteleri $C>D>E$ şeklinde sıralanmıştır. Bu bulgulara göre inülin ilavesinin izomalt ilavesine göre viskoziteyi daha fazla artırdığı gözlenmektedir. Toplam katı madde miktarının sabit olduğu bu üç numune formülasyonunda; inülin miktarı fazla olan C numunesinde viskozite, D (inülin: %6,5, izomalt %6,5) ve E (inülin: %5, izomalt: %8) numunesine göre daha yüksektir.

Diyet ürünlerde şeker ikamesi olarak inülinin viskoziteyi artırması Schaller-Povolny ve Smith (2001)’in mısır şurubunun % 0, 50 veya 100 oranında inülin ile ikame ettiği araştırmasında yağı azaltılmış dondurmanın görünür viskozitesinin ve karışımın kıvam değerinin artıp, akış davranış indeksinin düştüğü bulgusu ile uyumludur.

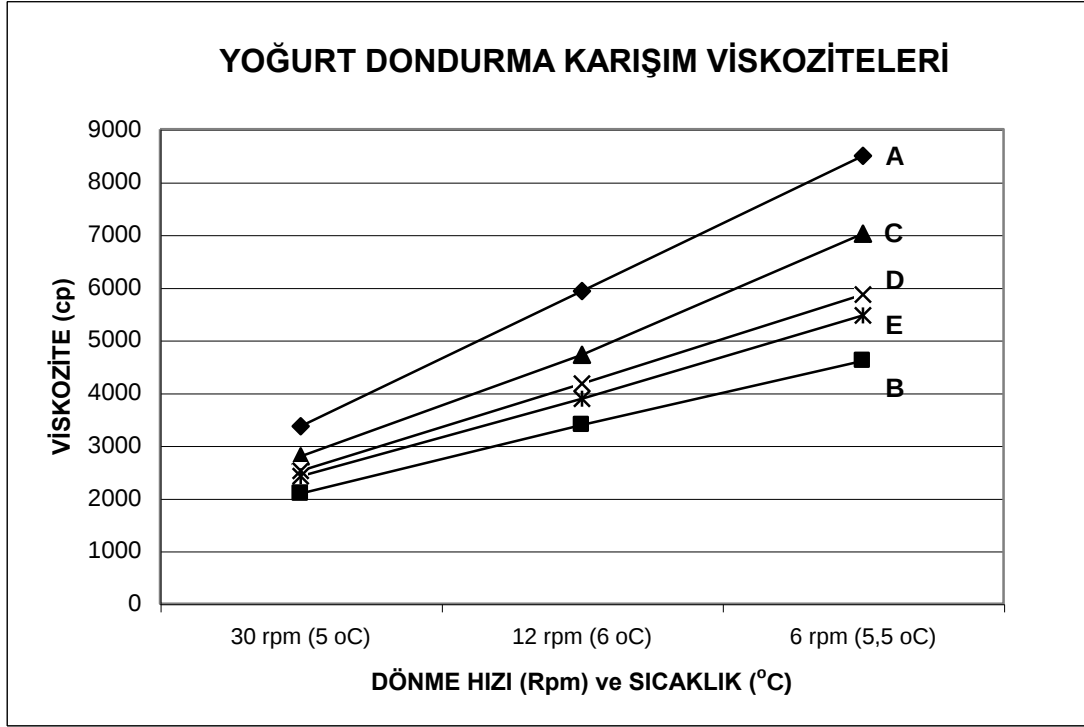
Tablo 4.4. Yoğurt dondurma karışımlarında ölçülen viskozitelerin karşılaştırılması^{1,2}

Formülasyon	Örnek kodu	VİSKOZİTE (cP)		
		30 rpm (5°C)	12 rpm (6°C)	6 rpm (5,5°C)
Şekerli ve tam yağlı kontrol numunesi	A	3364±82a	5932±92a	8493±190a
Şekerli ve yağı azaltılmış kontrol numunesi	B	2089±50e	3392±81e	4609±100e
%8 İnülin ve %5 izomalt içeren numune	C	2793±89b	4719±189b	7016±371b
%6,5 İnülin ve %6,5 izomalt içeren numune	D	2524±45c	4172±227c	5864±346c
%5 İnülin ve %8 izomalt içeren numune	E	2416±55d	3887±122d	5469±111d

¹ Tablodaki değerler 6 tekrar ortalamasını (N=6) ve standart sapma değerlerini temsil etmektedir.

² Her sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur (P<0.05)

Şekil 4.5’de 30 rpm (5°C), 12 rpm ($\pm 6^\circ\text{C}$), 6 rpm ($\pm 5,5^\circ\text{C}$)’de dondurma işleminden önce yoğurt dondurma karışımlarında ölçülen viskozite (N=6) ortalamaları gösterilmiştir. Viskozimetrenin dönme hızı (rpm) arttıkça viskozite değerleri formülasyonlar arasındaki farklılıkları etkilemeksizin artış göstermiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Farklı dönme hızı (rpm) ve sıcaklıkta ölçülen viskozite ortalamaları (Şekildeki değerler 6 tekrar ortalamasını temsil etmekte (N=6); rpm viskozimetrenin birim dakikadaki dönüşünü ifade etmektedir).

4.6. Hacim genişlemesi

Yoğurt dondurma numunelerinde hedeflenen hacim genişlemesi %80 oranında olup, ölçülen değerler Tablo 4.5’de verilmiştir. Numunelerin hacim genişlemesi değerleri hedeflenen düzeyden daha düşüktür. Analizde üretim sırasında 150 ml’lik plastik kaptaki ölçülen dondurmanın ağırlığı temel alınmıştır. Karışımın ağırlığı ise depolamadan sonra dondurmalar stomacher torbalarında su banyosunda eritilip, mekanik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra ölçülmüştür. Dolayısıyla hacim genişlemesi ölçümleri yaklaşık değerleri göstermektedir. Ancak normal dondurma üretim prosesinde zamanın çok önemli bir sınırlayıcı faktör olması nedeniyle aynı yöntem kullanılmaktadır.

Tablo 4.5. Yoğurt dondurmada hacim genişlemesi değerleri^{1,2}

Formülasyon	Örnek kodu	Hacim genişlemesi (%)
Şekerli ve tam yağlı kontrol numunesi	A	73a
Şekerli ve yağı azaltılmış kontrol numunesi	B	78a
%8 İnülin ve %5 izomalt içeren numune	C	70a
%6,5 İnülin ve %6,5 izomalt içeren numune	D	73a
%5 İnülin ve %8 izomalt içeren numune	E	72a

¹ Tablodaki değerler 2 tekrar ortalamasını temsil etmektedir (N=2)

² Her sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur (P<0.05)

Hacim genişlemesi dondurulmuş tatlıların en önemli fiziksel özelliğidir (Marshall ve diğ., 2003) ve dokuyu olduğu kadar dondurmanın maliyetini de etkiler. Hacim genişlemesi yüzdesi donmuş tatlının tipine ve dondurma ekipmanına bağlıdır (Chandan, 1997). Uygun bir viskozite seviyesi düzgün bir çırpma ve havanın matrikste tutulması için temel etkindir (Arbuckle, 1986).

Formülasyonlar arasında hacim genişlemesi yönünden istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur (P<0.05). Üretim sırasında diyet ürünlerde havanın tutulması ve istenilen hacim genişlemesinin ayarlanması kontrollere göre daha zor olmuştur. Yağı azaltılmış üründe formülasyonda şeker yerine inülin, izomalt ve polidekstroz gibi ingrediyenlerin ilavesi viskoziteyi artırmış (Şekil 4.5) ve hacmin genişlemesini zorlaştırmıştır. Bunun yanında diyet ürünlerde viskozitenin tam yağlı kontrolden daha az olmasına rağmen matrikste havanın tutulması zorlaşmıştır.

4.7. Isıl şok dayanımı

Isıl şok dayanımı duyu analizi sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir. Görünüm, doku kaballığı ve çökme derecesi açısından formülasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu, seruma dönüşüm açısından ise olmadığı gözlenmiştir (P<0.05). Görünüm ve doku kaballığı yönünden A, B, C ve D numuneleri arasında ve A, B, C ve E numuneleri arasında (‘çok hafif-az’ aralığında değişim) önemli bir farklılık yoktur. D numunesi (‘az’ değişim) önemli derecede E numunesinden (‘çok hafif-az’ aralığında değişim) daha fazla olumsuz değişim gösteren bir ürün olmuştur.

Çökme derecesi yönünden A, C ve D numuneleri arasında ve A, C ve E numuneleri arasında önemli bir farklılık yoktur ('az-orta' aralığında değişim). D numunesindeki çökme derecesi, E ve B numunesinden ($D > E > B$) önemli ölçüde daha fazladır. B numunesindeki çökme derecesi, A, C ve D numunelerine göre önemli ölçüde daha azdır ($P < 0.05$). Görünüm, doku kabalığı ve çökme derecesi yönünden E numunesi D örneğinden daha az olumsuz değişim göstermiştir. E örneğinde inülin miktarının az ve izomaltın fazla olması ısı şok dayanımını artırmıştır. Isıl şok sonucu olumsuz yönde değişim puanları Şekil 4.6'da verilmiştir. Şekil 4.7'de ise ısı şok testi sonucunda dondurmaların durumunu göstermektedir.

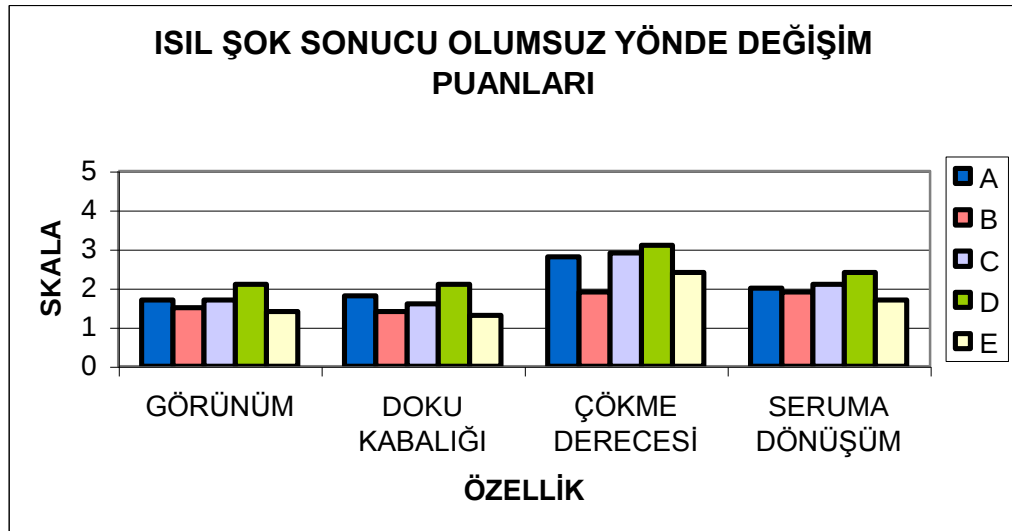
Tablo 4.6. Isıl şok dayanımı, özelliklere göre ortalamalar ve karşılaştırılması^{1,2}

Özellik	Formülasyon (Ürün kodu)				
	A	B	C	D	E
Görünüm	1, 7 $\pm$ 1,2ab	1,5 $\pm$ 1,2ab	1,7 $\pm$ 1,3ab	2,1 $\pm$ 1,4a	1,4 $\pm$ 1,3b
Doku kabalığı	1,8 $\pm$ 1,2ab	1,4 $\pm$ 1,1ab	1,6 $\pm$ 1,2ab	2,1 $\pm$ 1,3a	1,3 $\pm$ 1,2b
Çökme derecesi	2,8 $\pm$ 0,8ab	1,9 $\pm$ 1,0c	2,9 $\pm$ 1,1ab	3,1 $\pm$ 1,0a	2,4 $\pm$ 1,4bc
Seruma dönüşüm	2,0 $\pm$ 1,0a	1,9 $\pm$ 1,1a	2,1 $\pm$ 0,9a	2,4 $\pm$ 1,0a	1,7 $\pm$ 1,2a

¹ Tablodaki değerler 4 tekrar ve 9 panelistin yanıtlarının ortalamasını ve standard sapma değerlerini temsil etmektedir (N=36),

² Her satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($P < 0.05$)

Görünüm ve doku kabalığı özellikleri genelde çok hafif ve az arasında değerlendirilirken, seruma dönüşüm genelde az ve çökme derecesi ise az ve orta aralığında gözlenmiştir (Şekil. 4.6). Isıl şok sırasında erimiş dondurmanın yüzeyde yeniden donduğu görülmüştür. Örnek yüzeyleri, kontrol numunesinin doğal havalı dondurma yapısından uzak, düzleşmiş yapıda gözlenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.6. Isıl şok sonucu olumsuz yönde değişim puanları (Değerler 4 tekrar ve 9 panelistin yanıtlarının ortalamasını temsil etmektedir, N=36))

1.paralel (1.oturum)	2. paralel (2.oturum)
Kontrol (üstte) ve A1;A2;B1;B2	Kontrol (üstte) ve A1;A2;B1;B2
Kontrol (üstte) ve C1;C2;D1;D2	Kontrol (üstte) ve C1;C2;D1;D2
Kontrol (üstte) ve E1;E2	Kontrol (üstte) ve E1;E2

Şekil 4.7. Isıl şoka maruz kalmış dondurmaların, kontrolle karşılaştırılması

4.8. Sıcaklık düşmesi testi

Dondurucudan çıkarılan dondurmanın duyuşal panele sunulması için gerekli sürenin tespit edilmesi için oda sıcaklığına bırakılan yoğurt dondurmada (kontrol) birim zamana karşı sıcaklık düşmesi izlenmiştir (Şekil 4.8). Yoğurt dondurmanın duyuşal analize sunum sıcaklığı olan -15°C 'ye gelmesi için -18°C 'deki dondurucudan çıktıktan sonra 23°C 'daki ortamda 5 dk beklemesi gerekmiştir.



Şekil 4.8. Yoğurt dondurmada birim zamana karşı sıcaklık düşmesi

4.9. Tanımlayıcı profil testi sonuçları

Tanımlayıcı profil testi ile doku ve erime kalitesi özelliklerinin karşılaştırılması Tablo 4.7'de ve lezzet özelliklerinin karşılaştırılması ise Tablo 4.8'de verilmiştir. Doku özelliklerinden sertlik ve buzululuk; Erime kalitesi özelliklerinden köpüklü erime ve serum ayrılması; Lezzet özelliklerinden ise tatlılık değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.05$). Numunelerin diğer özellikleri arasında farklılık yoktur ($P<0.05$). Doku özelliklerinden parçalanma-ufalanma eğilimi, erime hızı, kumsuluk, tıy gibi yumuşak-havalı, çığnenebilirlik, pürüzsüz doku, kayganlık, yağlılık; Erime kalitesi özelliklerinden erime direnci, pıhtılı-tanecikli yapıda erime, sulu erime; Lezzet özelliklerinden asitlik, burukluk, yoğurt lezzeti, vanilya lezzeti ve olumsuz kalıntı tat için ortalamalar arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır ($P<0.05$). Bu sonuçlar numunelerin genel olarak kontrole yakın sonuçlar verdiğini ve duyuşal özellikler bakımından benzer olduklarını göstermiştir.

İstatistiksel olarak A, B, C ve D numuneleri arasında sertlik açısından önemli bir farklılık yoktur. E numunesi, A, B ve D numunelerinden önemli ölçüde daha sert olarak gözlenmiş, C numunesi ile önemli bir farklılık göstermemiştir. D ve C numunelerinde inülin miktarının E örneğine göre daha fazla olup, izomaltın daha az olması, kontrol numuneleriyle aynı sertlik özelliğinde olmalarında etkilidir.

A, B, C ve D numuneleri arasında buzluluk açısından önemli bir farklılık yoktur. E örneği, A ve D numunelerinden önemli ölçüde daha buzludur, B ve C numuneleriyle önemli bir farklılık göstermemiştir.

A, B, C ve D numuneleri arasında sertlikte ve buzlulukta olduğu gibi tatlılık açısından da önemli bir farklılık yoktur. Buna göre örnekte yağ miktarı (dolayısıyla toplam katı) %3 oranında azaldığında (B) ve B'deki şeker %8 İnülin ve %5 izomalt içeren numunede (C) ve %6,5 İnülin ve %6,5 izomalt içeren numunede (D) tamamen ikame edildiğinde tam yağlı kontrol numunesine göre (A) sertlik, buzluluk ve tatlılıkta önemli bir değişim yoktur. İzomalt miktarının (%8) en fazla ve inülin miktarının en az (%5) olduğu E numunesi ise her üç özellik için de diğer numunelerle kısmen farklılaşmıştır. E örneği, A, B ve D numunelerinden önemli ölçüde daha tatlıdır, C numunesiyle ise farklılık göstermemiştir.

A, C, D, E numuneleri arasında köpüklü erime açısından önemli bir farklılık yoktur. B örneği, A ve D numunelerinden önemli ölçüde daha köpüklü bir erime göstermiştir. C ve E örnekleri köpüklü erime açısından diğer formülasyonlardan farklılık göstermemiştir.

E ürününe D örneğinin erime özelliğine göre önemli ölçüde daha fazla serum ayrılması gözlenmiştir. A, B ve C numuneleri diğer formülasyonlardan önemli bir farklılık göstermemiştir ($P < 0.05$).

Doku özellikleri Şekil 4.9'da; lezzet özellikleri Şekil 4.10'da; erime kalitesi özellikleri ise şekil 4.11'de verilmiştir. Verilen ortalama değerler ve referans yoğunlukları 15 cm çizgi skalası üzerindeki sol uçtan itibaren mesafeleri (cm) ifade etmektedir.

Erime hızı dondurmanın ağızda katı halden sıvı hale geçme hızı olarak tanımlanmıştır. Ürünlerde erime hızı (ort 9.8 cm) (Şekil 4.9). kullanılan Maraş usulü dondurma referansıninkine (8 cm) göre 'biraz daha hızlı olmakla beraber' daha yakın bulunmuştur.

Tablo 4.7. Tanımlayıcı profil testine göre doku ve erime kalitesi özelliklerinin karşılaştırılması^{1,2}

DOKU ÖZELLİKLERİ	FORMÜLASYON (KOD)				
	A	B	C	D	E
Sertlik	7.8± 3.4b	8.4± 3.0b	9.5± 3.3ab	7.9± 4.8b	10.4±3.0a
Parçalanma-ufalanma eğilimi	9.0± 2.6a	9.2± 3.1a	9.3± 3.4a	8.4± 4.1a	9.3± 3.5a
Erime hızı	9.4± 2.3a	9.8± 2.3a	9.8± 1.9a	10.0± 2.2a	9.8± 2.4a
Buzluluk	4.0± 2.5b	4.7± 2.7ab	4.3± 2.7ab	3.9± 2.5b	5.5± 2.8a
Kumsuluk	1.1±1.2a	1.6±1.7a	1.3±1.4a	1.3± 1.5a	1.6± 1.7a
Tüy gibi yumuşak-havalı	10.0± 2.2a	9.9±2.6a	10.0±1.9a	10.4±1.7a	9.7± 2.6a
Çiğnenebilirlik	2.7±1.9a	2.7±1.9a	2.9± 2.1a	2.6± 2.2a	3.2±2.1a
Pürüzsüz doku	12.3±2.0a	11.3±2.8a	12.1±2.3a	12.5±2.0a	11.5±2.7a
Kayganlık	8.3± 3.2a	7.6± 3.3a	8.2± 2.9a	7.7± 3.4a	8.0± 3.3a
Yağlılık	7.8± 2.3a	7.2±2.4a	7.8±2.4a	7.6±2.4a	7.9±2.3a
ERİME KALİTESİ ÖZELLİKLERİ	FORMÜLASYON (KOD)				
	A	B	C	D	E
Erime direnci	7.7±2.6a	7.8±2.9a	7.3±2.8a	6.8±3.1a	7.2±3.1a
Köpüklü	0.3±0.8b	1.0±1.3a	0.4±0.8ab	0.4±0.6b	0.4±0.9ab
Pıhtılı-tanecikli yapı	7.5±3.2a	7.2±3.2a	8.8±2.8a	7.2±4.1a	8.6±3.4a
Serum ayrılması	6.2±4.1ab	6.3±4.1ab	7.6±4.0ab	5.8±4.2b	8.1±4.2a
Sulu	6.9±2.8a	7.3±2.6a	7.4±3.1a	7.3±3.3a	7.3±2.8a

¹ Tablodaki değerler 4 tekrar ve 9 panelistin yanıtlarının ortalamasını ve standard sapma değerlerini temsil etmektedir (N=36),

² Her satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur (P<0.05)

Tablo 4.8. Tanımlayıcı profil testine göre lezzet özelliklerinin karşılaştırılması^{1,2}

LEZZET ÖZELLİKLERİ	FORMÜLASYON (KOD)				
	A	B	C	D	E
Tatlılık	7.4±1.6b	7.3±1.9b	7.9±1.8ab	7.5±1.7b	8.5±2.0a
Asitlik	4.2±1.6a	4.1±1.7a	4.2±1.9a	3.9±1.9a	4.1±2.0a
Burukluk	2.7±1.7a	2.5±1.8a	2.6±1.5a	2.5±1.7a	2.8±1.5a
Yoğurt lezzeti	5.4±2.3a	5.3±2.2a	5.4±2.1a	4.8±2.2a	5.4±2.3a
Vanilya lezzeti	5.7± 2.3a	5.5±2.4a	5.9±2.3a	5.8±2.5a	5.9±2.6a
Olumsuz kalıntı tat	0.9±1.2a	1.0±1.5a	0.8±1.3a	0.8±1.5a	1.3±1.8a

¹ Tablodaki değerler 4 tekrar ve 9 panelistin yanıtlarının ortalamasını ve standard sapma değerlerini temsil etmektedir (N=36),

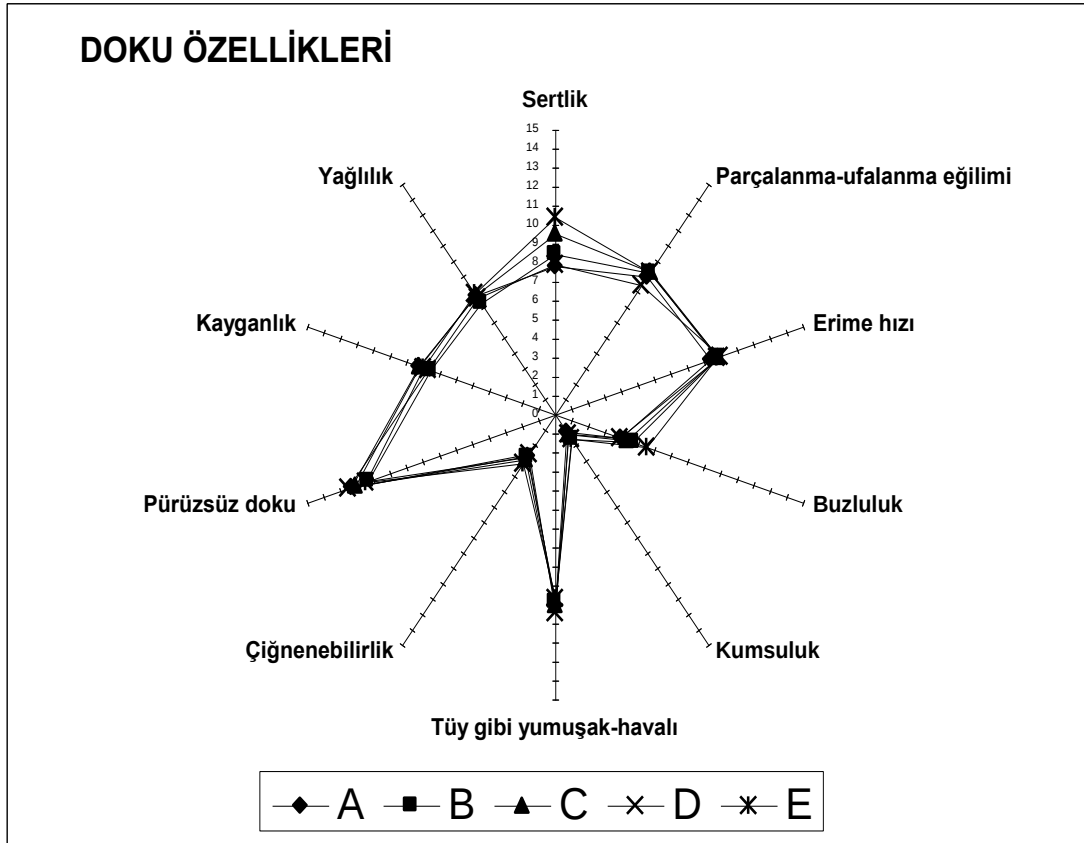
² Her satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur (P<0.05)

Buzluluk (3.9-5.5 cm aralığında) toz dondurmadan (5 cm) yapılan referansın değerine yakındır (Şekil 4.9).. Maraş usulü dondurma referansa (0 cm) göre daha buzlu olmakla beraber dondurulabilen meyveli yoğurttan (13 cm) oldukça düşük bir buzluluk gözlenmiştir. Buzluluğu düzeltmek için, Türk standardı TS 10523 dondurma-süt esaslı yapım kurallarına göre dikkat edilmesi önerilen faktörler çok çeşitlidir; sütyağı, yağsız kurumadde ve şeker miktarı yeterli olmalı, uygun çeşit ve miktarda stabilizatör kullanılmalı, homojenizasyon iyi yapılmalı, uygun tipte dondurucu kullanılmalı, dondurulma işlemi hızlı yapılmalı, sertleştirme işlemi uygun sıcaklık ve sürede yapılmalı, depo şartları uygun ve sabit sıcaklıkta olmalıdır (TS 10523, 1992)

Ürünlerde kumsuluk (ort 1.3 cm) (Şekil 4.9). hiç kumsu olmayan yoğurda (0 cm) çok yakındır. Tüy gibi yumuşak/havalı özelliği (ort 10.0 cm) Maraş usulü dondurma referansınıninkine (9 cm) yakındır (Şekil 4.9). Türk standardı TS 10523 dondurma-süt esaslı yapım kurallarında hacim genişlemesinin yeterli oranda olması dondurmada hafif yapı kusurunu düzeltmek için önerilen faktörlerdendir (TS 10523, 1992). Hacim genişlemesi için Tablo 4.5’de verilen ölçüm değerleri %67-80 aralığındadır ve ürüne uygundur.

Ürünlerin çiğnenebilirlik özelliği son derece azdır (ort 2.8 cm) (Şekil 4.9). Schaller-Povolny ve Smith (1999) inülinin yağı azaltılmış dondurmada mısır şurubuyla %0, %50 veya %100 oranında ikame edilmesiyle daha çiğnenebilir bir ürün oluşturduğunu bulmuşlardır (Schaller-Povolny ve Smith, 1999). Bu çalışmanın bulgularına göre inülin ürünün çiğnenebilirliği artırmamış ve inülin miktarı artıp izomalt miktarı azalırken ürünün çiğnenebilirlik özelliği değişmemiştir.

Sert yoğurt dondurmada, depolama sıcaklıklarındaki dalgalanmalara dayalı buz kristallerinin oluşması, kaba ve buzlu bir dokuya sebep olabilmektedir. Yüksek süttezu düzeyine dayalı olarak oluşan laktoz kristalleri kumsu yapıya neden olabilir. Çok fazla yağsız süttezu veya şeker içeriği nedeniyle ıslak yada sakızımsı kusurlar ortaya çıkabilmektedir. Benzer şekilde fazla hacim genişlemesi ve yetersiz toplam katı miktarı, zayıf dondurma yapısıyla sonuçlanmaktadır (Hui, 1993b). Çalışmada genel olarak buzluluğu çok az, kumsu olmayan, çok az çiğnenebilir ve ürüne uygun hava içeriğinde/yumuşaklıkta yoğurt dondurmalar elde edilmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Doku özellikleri örümcek ağı diyagramı (N=36)

Pürüzsüzlük özelliği, ürünün dispers fazında süspansiyon halindeki maddelerin (buz kristalleri, yağ globülleri, kazein miselleri, diğer protein partikülleri ve hava hücreleri) büyüklüğüne bağlıdır. Üründe hava hücreleri çok büyük olduğunda pürüzsüzlük azalmaktadır. Taze üründe buz kristalleri genellikle ağızda hissedilmeyecek kadar küçüktür fakat depolama sırasında çok küçük buz kristalleri erimekte ve su diğer kristallerin üzerine geçerek onların üzerinde donmakta ve böylece büyümektedirler (Marshall ve diğ., 2003). Çalışmada pürüzsüz dokuda örnek çiğnendiğinde, pürüzsüz bir yapıda olması ve tanecikli doku olmaması şeklinde tanımlanmıştır. Ürünler (ort 11.9 cm) dondurulabilen meyveli yoğurttan (2 cm) oldukça yüksek ve toz dondurma referansına (10 cm) göre biraz daha pürüzsüz yapı göstererek yüksek pürüzsüzlük değerleri vermişlerdir. Ürünler Maraş usulü dondurma referansından (15 cm) biraz daha az pürüzsüzdür.

Yağ globülleri kremi bir ağız hissi vermektedirler. Bununla beraber dondurma makinesindeki dondurma işlemi çok fazla emülsifiye yağ globülünün birleşmesine sebep olmakta ve kaygan ve yağlı bir ağız hissi oluşmaktadır (Marshall ve diğ., 2003). TS 10523 dondurma-süt esaslı yapım kurallarına göre dondurmada yağlı

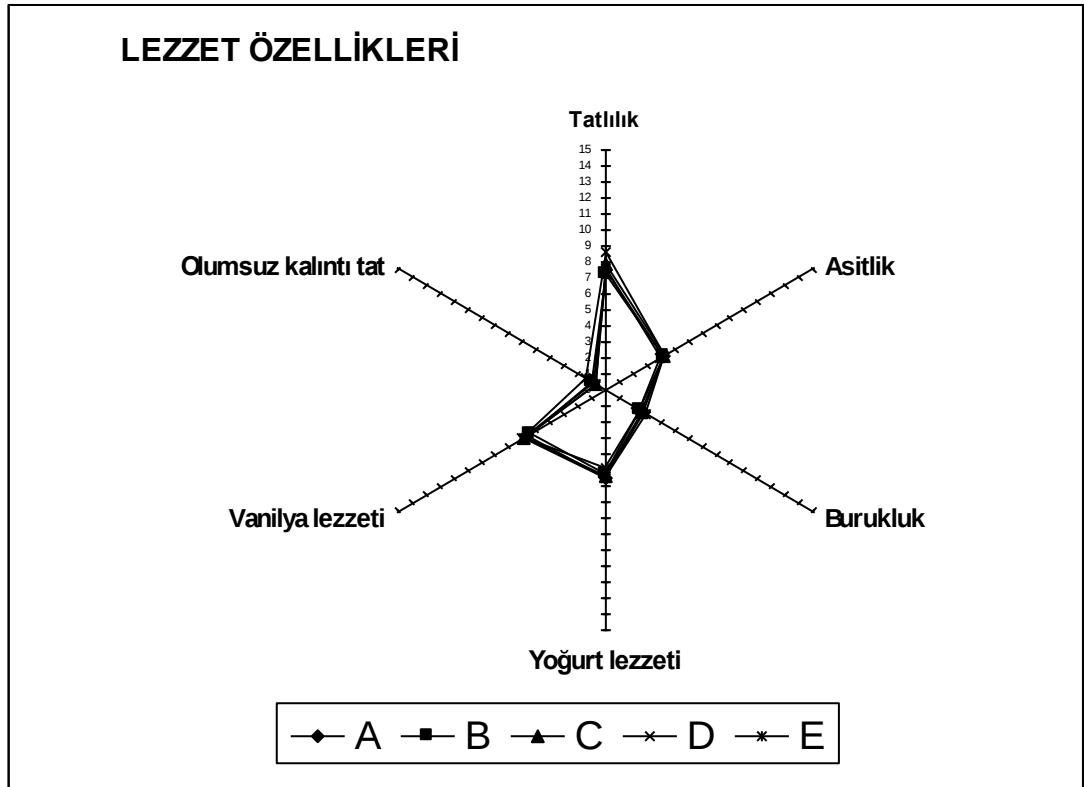
yapıyı düzeltmek için dondurmanın yağ miktarı gereğinden yüksek olmamalı, homojenizasyon iyi yapılmalı, dondurma işlemi sırasında yağın kümeleşmemesine dikkat edilmeli, dondurulma sıcaklığı yüksek ve dondurulma süresi uzun olmamalıdır (TS 10523, 1992).

Çalışmada kayganlık dondurma ağızda erirken verdiği kaygan ağız hissi olarak tanımlanmıştır. Ürünler (ort 7.9 cm) yağlı sütün (7 cm) çok az üstünde bir kayganlık hissi vermiştir. Yağlılık değeri (ort 7.7 cm) ise yoğurda (4 cm) göre daha yağlı ve yoğurt + krema 1:1 (9 cm) karışımında algılanan değerden azdır. Kayganlık ve yağlılık özelliği ürünlerde istatistiksel olarak önemli derecede farklı değildir ($P<0.05$). Yağ miktarı %3 oranında azaldığında (B numunesi), tam yağlı kontrol numunesine (A) göre kayganlık ve yağlılık hissinde önemli bir değişim olmamıştır.

İnülin yağ ikamesi olarak da kullanılan bir ingrediye olmakla ve ürüne kremsilik vermekle beraber (Cho ve Prosky, 1999; Koole ve Meyer, 2001), inülin miktarı artıp izomalt miktarı azalırken ürün kayganlığı ve yağlılığı önemli bir değişim göstermemiştir. Genel olarak uluslararası endüstri standartlarına göre ürünün ‘yoğurt dondurma’ olarak adlandırabilmesi için en az %3.25 yağ içermesi gerekmektedir (Arbuckle, 1986; Hui, 1993b; Marshall ve diğ., 2003).

Tatlılık değerleri 7.3-8.5 puan arasındadır (Şekil 4.10) ve bunlar %5 ve %10 suda sakkaroz çözültisi değerlerinin tatlılık değerleri (5 ve 10 cm) arasındadır. A, B, C ve D numuneleri arasında tatlılık özelliği açısından önemli farklılık olmaması; tam yağlı üründe yağı %3 oranında azaltmanın tatlılık değerinde önemli bir değişim oluşturmadığını göstermiştir. Yağı azaltılmış üründe (B) %18 sakkarozun diyet ürünlerde ikame edilmesi C ve D numunelerinde tatlılık yönünden önemli bir farklılık oluşturmamıştır. Bununla beraber E numunesi A, B ve D numunelerinden önemli ölçüde daha tatlıdır.

Asitlik (ort 4.1 cm) ekşi tat olarak tanımlanmıştır ve değeri % 0,05 (2 cm) ve %0,08 (5 cm) suda sitrik asit çözültisi referansının değerleri arasındadır (Şekil 4.10). Burukluk (ort 2.6 cm) üzüm suyu (5 cm) ve kuşburnu reçeli (7 cm) referanslarının değerleri arasındadır. Üründe yoğurdun lezzet bileşenlerinden kaynaklanan hafif bir burukluk mevcuttur. Yoğurt dondurmada yoğurttan gelen doğal bir asit lezzeti vardır ve bu yönüyle asitlikten gelen ekşilik, burda bir kusur olmaktan ziyade karakteristik bir özelliktir.



Şekil 4.10. Lezzet özellikleri örümcek ağı diyagramı (N=36)

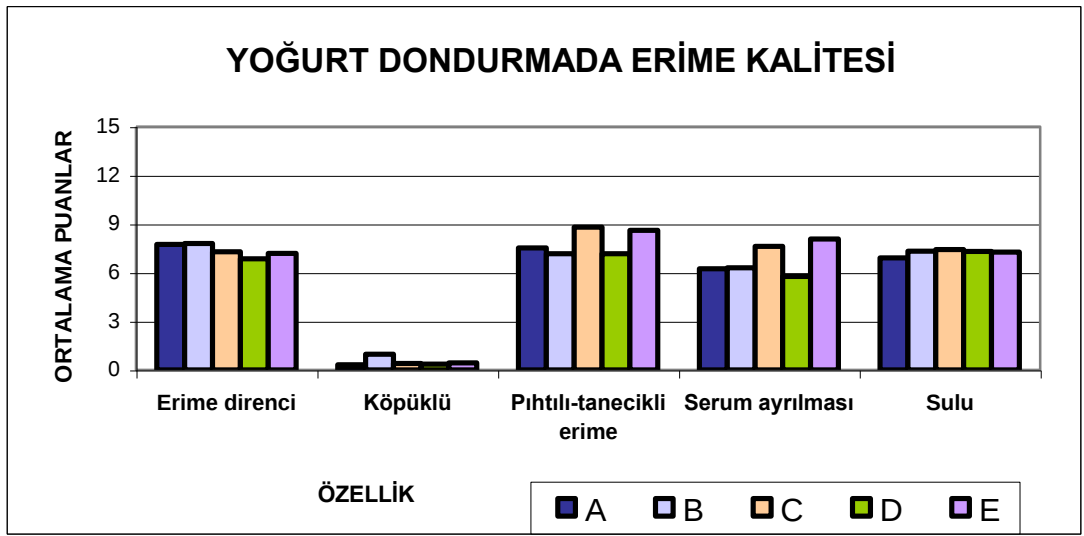
Yoğurt lezzeti (ort 5.3 cm) değerleri doğal yoğurtta (15 cm) ve yoğurt+su 1:1 karışımlarında (7,5 cm) hissedilen yoğurt lezzetinin oldukça altındadır (Şekil 4.10). Ürün pH'sının 5,2 olması bu sonuçla uyumludur. Daha önce yapılan testle tüketicilerin pH'sı 5,2 olan numuneleri tercih ederek hafif bir yoğurt lezzetini daha çok beğenmişlerdir. Ayrıca pH'ın yüksek olması ürünün yoğurda dönüşüm oranının daha az olduğunu göstermektedir. Vanilya lezzeti (ort 5.7 cm) üründe az düzeyde hissedilmiştir (Şekil 4.10).

Numunelerde gözlenen olumsuz kalıntı tat (ort 0.9 cm), tadımdan sonra ağızda kalan tadı ifade etmektedir. Tanımlanan kötü tatlar genellikle olumsuz bir tatlı tat, tatlandırıcı tadı yada ekşi, yoğurt tadı kalıntısıdır. Bunların sebebi; yoğurt tadından kaynaklanan ekşilik ve şeker ikamelerinden kaynaklanan tatlı tattır.

Yüksek kalitede dondurma (sade) tatlı, lezzetli, küçük buz kristalleri ve küçük hava hücrelerinin oluşturduğu iç yapıya bağlı olarak düzgün, kremi ve homojen bir dokuda, sıkı bir yapıda ve tereyağımsı tatta olmalıdır (Hui, 1993b; Marshall ve diğ., 2003). Ayrıca kaşığın üründe sakızımsılığı ve yapışkanlığı hissettirmeksizin rahatça hareket edebilmesi gerekmektedir (Marshall ve diğ., 2003). Buna göre tüm ürünler yoğurt ve vanilya lezzeti ile birlikte, uygun miktarda hava tutması ve yüksek

pürüzsüzlük ve kremsi doku özellikleriyle yüksek kalitedir. Üründe çiğnenebilirlik az iken sertlik değeri 7.8 ve 10.4 cm aralığında olup üçgen eritme peynirine (9 cm) yakındır. Bu iki özellik kaşığın üründe rahatça hareket ettiğini göstermiştir .

Yoğurt dondurmaların erime kalitesi özellikleri Şekil 4.11’de verilmiştir. Erime kalitesi özellikleri tüketici tarafından bir ürün porsiyonu tam olarak tüketilmediğinde gözlenmektedir (Hui, 1993b). Hui (1993a)’ya göre iyi erime kalitesindeki dondurma (bir petri kutusuna konulup ısınmaya bırakılan küçük bir kaşık dondurma) 10-15 dk’da erimelidir. Ürünlerde (şeffaf düz kaplar üzerine konulan küçük bir kaşık miktarı dondurma) erime en çok 10-15 dk’da gerçekleşmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.11. Erime kalitesi özellikleri (Değerler 4 tekrar ve 9 panelistin yanıtlarının ortalamasını temsil etmektedir, N=36).

Ürünlerde köpüklü erime çok az düzeydedir, ancak sulu bir erimenin olduğu gözlenmiştir. Ürünlerde sulu, serum ayrılmış, pıhtılı gibi özelliklerin gözlenmiş olması nedeniyle, beklenen erime kalitesi mevcut değildir. Şekil 4.12’de eğitim oturumları sırasında incelenen 5 örnek gösterilmektedir (A, B, C, D ve E).



Şekil 4.12. Eğitim oturumları sırasında erime kalitesinin değerlendirildiği örnekler

Eriyen dondurmada serum ayrılması, düşük kalitede veya düzgün dengelenmemiş yada stabilize edilmemiş karışımda söz konusu olabilir (Arbuckle, 1986). Proteinlerin stabilizasyonunun bozulması ile pıhtı içeren ve peynir altı suyunun açığa çıktığı erimiş dondurma oluşmaktadır (Marshall ve diğ., 2003). Ürünlerde muhtemelen düşük asitlikten (pH:5.2) ötürü, pıhtılı ve serum ayrılması olan bir erime gözlenmiştir. Dondurma eridikçe karışım rahatça dondurmadan akmalı ve eriyen kısım orjinal karışımla çok benzer özellikleri göstermelidir ve az köpüklü, düzgün ve tekdüze bir sıvı oluşturmalıdır (Arbuckle, 1986; Hui, 1993a; Hui, 1993b; Marshall ve diğ.,2003).

4.10. Lezzet-doku ve erime kalitesi özellikleri temel bileşen analizi (TBA)

A,B,C,D ve E formülasyonları için 9 panelist x 2 işlem tekrarı x 2 deney tekrarının ortalamaları dikkate alınarak hesaplanan korelasyon matrisine göre Temel Bileşen Analizi (TBA) özdeğer ve oranları Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Korelasyon matrisinin özdeğer analiz sonuçları^{1,2}

	TB1	TB2	TB3	TB4
Özdeğer (eigenvalue)	9.509	5.236	4.603	1.651
Oran (proportion)	0.453	0.249	0.219	0.079
Kümülatif	0.453	0.702	0.921	1.000

¹ Tabloda sadece ilk 4 dikkate alınmıştır. Diğer 17 temel bileşene ait özdeğerler ve oranları 0 olduğu için verilmemiştir.

² TB:Temel Bileşen

İlk temel bileşenin (TB1) varyansı (özdeğer) 9.509'dur ve toplam varyansın %45.3'ünü açıklamaktadır. İkinci temel bileşenin varyansı 5.236'dır ve toplam varyansın %24.9'unu açıklamaktadır. Üçüncü temel bileşenin varyansı 4.603'dür ve toplam varyansın %21.9'unu açıklamaktadır. TB1 ve TB2 birlikte toplam varyansın %70.2'sini; TB1, TB2 ve TB3 birlikte toplam varyansın %92.1'ini açıklamaktadır (Tablo 4.9).

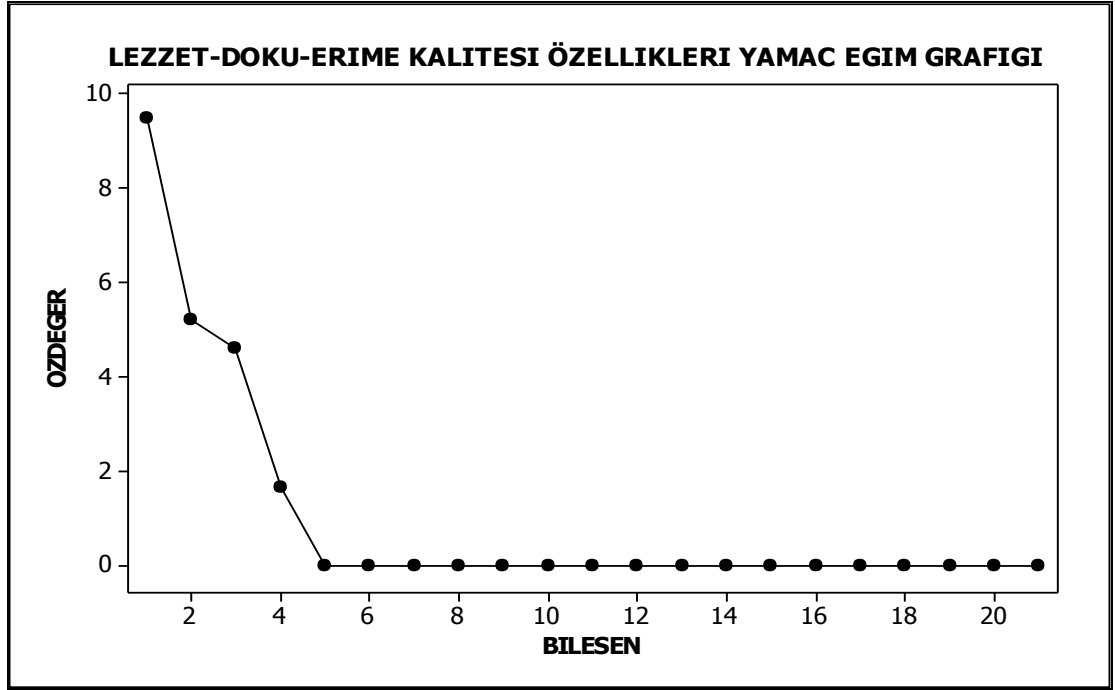
Toplam oluşturulabilecek temel bileşenlerin sayısı, bağımsız değişkenlerin sayısına eşittir. Genellikle sadece ilk birkaç temel bileşen verideki varyansın çoğunluğundan sorumludurlar ve yorum için sadece bu bileşenler seçilir (Lawless ve Heymann, 1998). Temel Bileşen analizinde kullanılacak temel bileşen sayısı belirlenirken yaygın kurallara göre (Özdamar, 2004);

1. Birden büyük olan özdeğer sayısı kadar temel bileşen seçilmesi genel olarak en yaygın kabul görmüş kurallardan biridir.
2. Temel bileşen sayısı toplam varyansın 2/3'ünü (%67) açıklayabilecek sayıda olmalıdır. Bu oran %95'lere kadar artırılabilse de %67 oranından sonra açıklanan varyans oranının artırılması için temel bileşen oranının sınırlı tutulması daha uygundur.
3. Yamaç eğimi testi yaparak temel bileşen sayısına karar verilebilir. Özdeğerler bulunduktan sonra büyüklük sırasına göre dizilmiş özdeğerler bir çizgi grafiği biçiminde gösterilebilir. Azalan bir eğim izleyen yamaç eğim eğrisinin eğiminin sabitleştiği yada çok küçük azalan değerlere kavuştuğu noktaya kadar olan sayıda öz değer sayısı kadar ana bileşen seçilir ve çözümlemeler bu öz değerlere göre yürütülür. Kural olarak tüm ana bileşen seçme yöntemlerinin birlikte ele alınmasında yarar vardır (Özdamar, 2004).

Temel bileşen sayısının seçimi için 1. kurala göre özdeğeri 1'den büyük olan 4 temel bileşen vardır. İkinci kurala göre TB1 ve TB2 toplam varyansın %70.2'sini açıklayarak varyansın 2/3'ünden büyüktür. Bu oranın %95'lere kadar artırılabilceği kuralından hareketle TB1, TB2 ve TB3 birlikte toplam varyansın %92.1'ini oluşturmaktadır. Bu durumda varyans yapısı 2 ya da 3 temel bileşenle açıklanabilmektedir. Üçüncü kurala ve özdeğerlerin grafiğe geçirildiği Şekil 4.13'e göre, 2, 3 ve hatta 4 temel bileşen mevcuttur.

Şekil 4.13'e göre veri yapısının büyük çoğunluğu iki yada üç boyutla açıklanabilecektir. Üçten fazla olan temel bileşenler ise değişkenliğin çok küçük oranını açıklamaktadırlar ve önemsizdirler. Çalışmada analiz 2 temel bileşen seçilerek yapılmıştır.

Temel bileşen analizi sonucunda elde edilen temel bileşen katsayıları ve temel bileşen skorları Tablo 4.10'da verilmiştir. Temel bileşenlerin yorumlanmasında bağımlı değişkenlerin (tanımlayıcıların) birbirleriyle ve bileşenlerle ilişkilerinin tanımlanır. Ağırlıklı olarak bir boyuta (hem pozitif hem negatif olarak) yerleştirilen tanımlayıcılar o boyutun açıklanmasında kullanılırlar. Ağırlıklı olarak yerleştirme ise araştırmacılara göre farklılık göstermektedir; Örneğin mutlak değeri 0.40'dan büyük olan yerleşimlerin anlamlı olduğu görüşüne karşın, örnek büyüklüğüne göre önemli



Şekil 4.13. Korelasyon matrisi özdeğerleri yamaç eğim grafiği

olan korelasyon katsayısı büyüklüğünün iki katı ve tüm yerleşimlerin anlamlı olduğu görüşü mevcuttur. Sıfıra yakın küçük yerleşimler faktörün o değişkenlerle ilgili olmadığı anlamında olup, bu temel bileşenlerin yorumlanmasında yararlı bir bilgidir. Her temel bileşenin yapısının açıklanmasında, sadece ağırlıklı olarak yerleştirilmiş özelliklerin kullanılması tavsiye edilmektedir (Lawless ve Heymann, 1998).

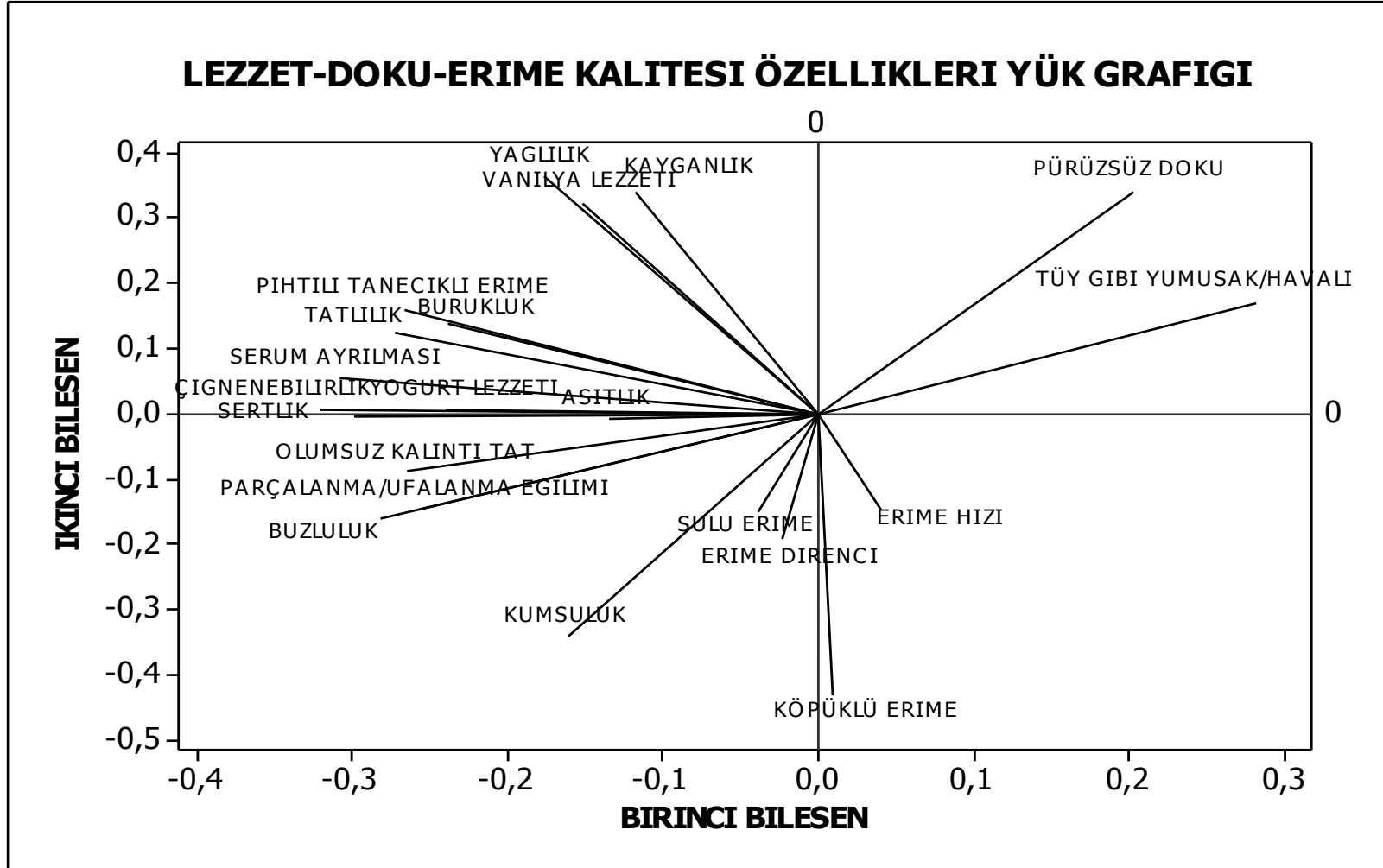
Tüm özellikler içinde yukarıdaki ‘mutlak 0.40’dan büyük olan yerleşimlerin anlamlı olduğu’ görüşüne uyan sadece köpüklü erime özelliği söz konusudur. ‘Tüm yerleşimlerin anlamlı olduğu görüşünden yararlanılarak, öncelikle temel bileşen katsayısı (mutlak değer) 0.1’den küçük olan özellikler alınmayarak aşağıdaki veriler oluşturulmuştur. Bu verilere göre Şekil 4.14 korelasyon matrisi yük grafiği de dikkate alınarak benzer veya farklı özelliklerin birbirlerine göre konumları incelenmiş ve sadece ağırlıklı olarak yerleştirilmiş veriler kullanılmıştır.

Tablo 4.10’a göre birinci temel bileşenin aynı işarete sahip olmalarına (-) ve sıfırdan uzaklıklarına göre sıralanarak; çığnenebilirlik (-0,32), serum ayrılmasının (-0,31), sertlik (-0,30), buzluluk (-0,28), tatlılık (-0,27), pıhtılı tanecikli erime (-0,27), parçalanma ufalanma eğilimi (-0,26), olumsuz kalıntı tat (-0,26), yoğurt lezzeti (-0,24), burukluk (-0,24), yağlılık (-0,18), kumsuluk (-0,16), vanilya lezzeti (-0,15), asitlik (-0,13), kayganlığın (-0,12) kısmen tüy gibi yumuşak havalı (0,28), pürüzsüz doku (0,20) karşılığında olduğu görülmektedir.

Tablo 4.10. Temel bileşen katsayıları ve temel bileşen skorları¹

TEMEL BİLEŞEN KATSAYILARI			TEMEL BİLEŞEN KATSAYILARI		
ÖZELLİK	1.Temel Bileşen	2. Temel Bileşen	ÖZELLİK	1. Temel Bileşen	2. Temel Bileşen
Sertlik	-0,30	-0,01	Vanilya lezzeti	-0,15	0,32
Parçalanma Ufalanma eğilimi	-0,26	-0,15	Olumsuz kalıntı tat	-0,26	-0,09
Erime hızı	0,04	-0,15	Erime direnci	-0,02	-0,19
Buzluluk	-0,28	-0,16	Köpüklü erime	0,01	-0,43
Kumsuluk	-0,16	-0,34	Pıhtılı Tanecikli erime	-0,27	0,16
Tüy gibi yumuşak Havalı	0,28	0,17	Serum ayrılması	-0,31	0,05
Çiğnenebilirlik	-0,32	0,00	Sulu erime	-0,04	-0,15
Pürüzsüz doku	0,20	0,34	TEMEL BİLEŞEN SKORLARI		
Kayganlık	-0,12	0,34	ÜRÜN KODU	1. Temel Bileşen	2. Temel Bileşen
Yağlılık	-0,18	0,36	A	0,97	1,78
Tatlılık	-0,27	0,13	B	0,87	-3,95
Asitlik	-0,13	-0,01	C	-1,16	1,14
Burukluk	-0,24	0,14	D	3,83	0,92
Yoğurt lezzeti	-0,24	0,01	E	-4,51	0,10

1 Analizde temel bileşenler (TB) için katsayılar atandıktan sonra; Tabloda 1. ve 2. temel bileşen altında gösterilen özellik katsayıları 1. ve 2. temel bileşen skorlarının (ürünlerin haritadaki yerlerini belirten) hesaplanmasında kullanılırlar (2 bileşen seçildiği için skorlar hesaplanırken de sadece bu iki bileşen gözönüne alınmıştır). Her formülasyon için hesaplanan TB1 ve TB2 skorları da tabloda verilmiştir.



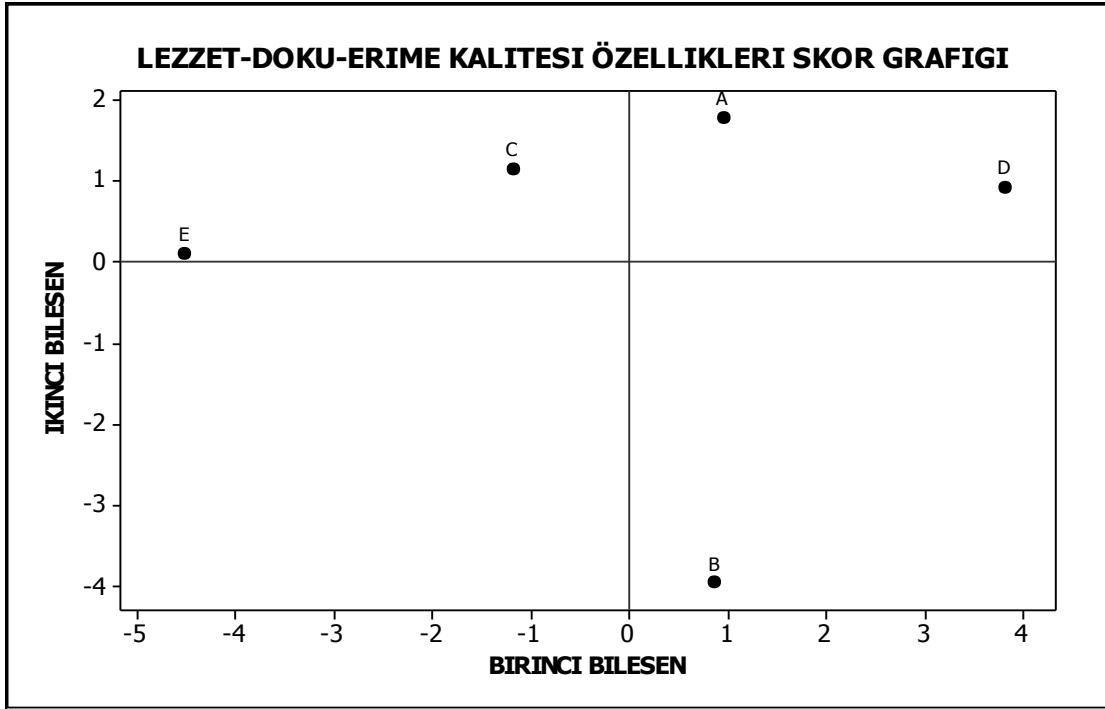
Şekil 4.14. Lezzet, doku ve erime kalitesi özellikleri için korelasyon matrisi yük grafiği

İkinci temel bileşen ise köpüklü erime (-0,43), kumsuluk (-0,34), erime direnci (-0,19), buzluluk (-0,16), parçalanma ufalanma eğilimi (-0,15), sulu erime (-0,15), erime hızının (-0,15) yağlılık (0,36), pürüzsüz doku (0,34), kayganlık (0,34), vanilya lezzeti (0,32), tüy gibi yumuşak havalı (0,17), pıhtılı tanecikli erime (0,16), burukluk (0,14) ve tatlılık (0,13) ile karşıtlığından oluşmaktadır.

Bu sonuçlar Şekil 4.14'den de yararlanılarak değerlendirildiğinde toplam varyansın %45'lik bir oranını açıklayan 1. temel bileşen pozitif yönde havalı, yumuşak, pürüzsüz bir dokuyu belirtirken negatif yönde çiğnenebilirlik, sertlik, buzluluk, parçalanma ufalanma eğilimi, tatlılık, olumsuz kalıntı tat, yoğurttan kaynaklanan (pıhtılı tanecikli erime, yoğurt lezzeti, burukluk, asitlik) özellikleri belirtmektedir. Toplam varyansın %25'lik bir oranını açıklayan 2. temel bileşen ise pozitif yönde yağlılık, pürüzsüzlük, kayganlık, vanilya lezzeti özelliklerini belirtmekte negatif yönde köpüklü erime, kumsuluk özelliklerini belirtmektedir. Genel olarak pozitif bölgedeki ve bunlar arasındaki yerleşimlerin olumlu özellikler taşıyacağını, negatif yerleşimlerde veya bunlar arasındaki yerleşimlerin olumsuz özellikler taşıyacağı beklenebilir. Birinci temel bileşen tüy gibi yumuşak havalı ile istenmeyen özellikler, tatlılık, yoğurt özellikleri karşıtlığı, ikinci temel bileşen ise kumsuluk ile pürüzsüzlük, kremsilik ve vanilya lezzeti karşıtlığıdır. Son olarak örnekler seçilen temel bileşenlerce tanımlanan veri alanına yerleştirilmektedir. Her örneğin temel bileşenler üzerindeki yerinin belirlenmesi için, faktör skorları hesaplanır. Temel bileşen haritasında, uzaktaki birbirinden ayrı örnekler, beraber daha yakında bulunan örneklerden, farkedilebilir derecede farklıdır (Lawless ve Heymann, 1998). Elde edilen skor grafiği Şekil 4.15'de verilmiştir. (Lezzet, doku ve erime kalitesi özellikleri için yük grafiği (Şekil 4.14); Tablo 4.10'daki özelliklerin 1. ve 2. temel bileşenlerine göre; Skor grafiği (Şekil 4.15) ise Tablo 4.10'daki ürünlerin (A,B,C,D,E) 1. ve 2. temel bileşenlerine göre çizilmiştir). Aşağıdaki ürün skorları ve Şekil 4.15'den yararlanılarak numunelerin haritadaki konumları ve birbirlerine göre konumları yorumlanacaktır.

A numunesinin 1. temel bileşen (TB)'in pozitif yönünde (0,97) düşük, 2. TB'in pozitif yönünde (1,78) ise daha yüksek bir değer aldığı; B numunesinin yine 1. TB'in pozitif yönünde (0,87) düşük, 2. TB'in negatif yönünde (-3,95) ise oldukça yüksek bir değer aldığı; C numunesinin 1. TB'in negatif yönünde düşük (-1,16) ve 2. TB'in pozitif yönünde düşük (1,14) değerler aldığı; D numunesinin 1. TB'in pozitif

yönünde (3,83) oldukça yüksek, 2. TB'in pozitif yönünde düşük (0,92) değer aldığı; E numunesinin 1. TB'in negatif yönünde (-4,51) oldukça yüksek, 2. TB'in pozitif yönünde düşük (0,10) değer aldığı görülmektedir (Tablo 4.10)..



Şekil 4.15. Korelasyon matrisi skor grafiği

Skor grafiğine göre (Şekil 4.15) A numunesine (tam yağlı ve şekerli formülasyon) genel olarak tüm özellikler yönünden en yakın formülasyonların C numunesi (%8 inülin +%5 izomalt) ve D numunesi (%6.5 inülin +%6.5 izomalt) olduğu gözlenmiştir. E ve D numuneleri ikinci temel bileşen yönünden A ve C numunelerine yaklaşıp, B numunesinden uzaklaşırken birinci temel bileşen yönünden bu numunelerden farklı yönlerde uzaklaşmışlardır.

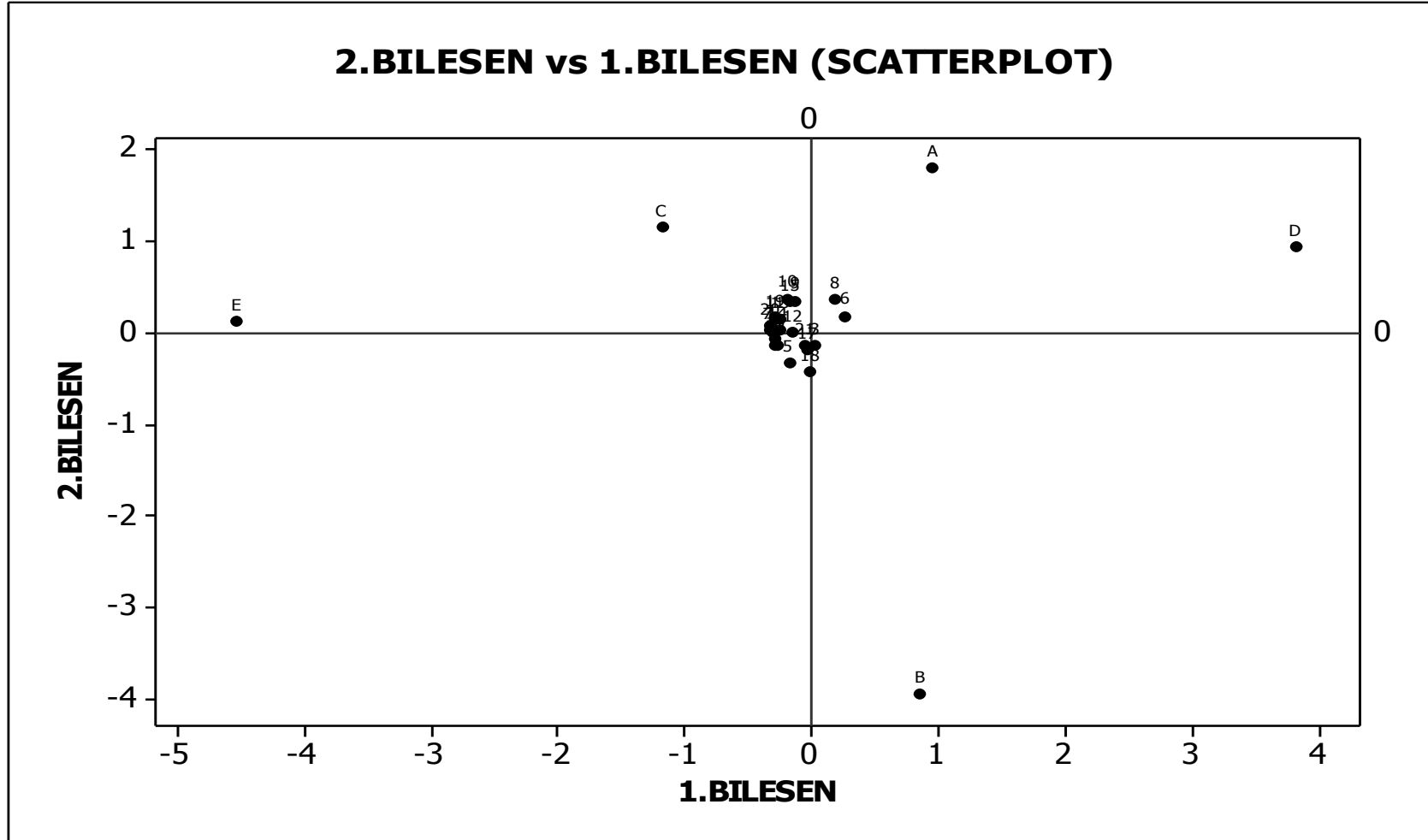
A ve B numuneleri 1. temel bileşenin pozitif yönünde nispeten düşük bir değer vermiştir. Buna göre bu ürünlerin sertlik, buzluluk gibi istenmeyen özelliklere sahip olmadığı, burukluk, yoğurt lezzeti gibi yoğurt özelliklerini çok fazla yansıtmadıkları, çok tatlı olmadıkları ve üründe tüy gibi yumuşak havalı özelliğinin C ve E numunelerine göre daha fazla olmakla beraber D numunesine göre daha az olduğu gözlenmiştir. B numunesi (yağı azaltılmış kontrol) 1. temel bileşen yönünden A numunesiyle aynı olmakla beraber 2. temel bileşen yönünden diğerlerinin hepsine göre daha kumsu, pürüzlü, kremi olmayan ve vanilya lezzetinin en az hissedildiği bir ürün olarak gözlenmiştir. E numunesi 1. temel bileşen negatif yönünde oldukça yüksek bir skorla en buzlu, en sert ve bunlar gibi istenmeyen özellikleri en fazla yansıtan, yoğurt özelliklerini en fazla ortaya çıkaran, en tatlı ve tüy gibi yumuşak

havalı özelliğinin en az gözleendiği ürün olmuştur. D numunesi olumlu özelliklerin taşındığı düşünölen bir bölgededir ve en fazla tüy gibi yumuşak havalı olan, en az buzlu, en az sert, yoğurt özelliklerinin en az hissedildiği, en az tatlı ürün olmuştur. Kremsiliği ve pürüzsüzlüğü A numunesine yakındır. C numunesi kremsilik ve pürüzsüzlük yönünden A numunesine en yakın ürün olmuştur. Bunun yanında tüy gibi yumuşak havalı özelliği nispeten daha azdır. Bu ürün A'ya göre biraz daha sertliğe, buzuluğa kaymış, burukluk ve yoğurt lezzeti biraz daha fazla hissedilmiş ve biraz daha tatlı bir ürün vermiştir.

Formölasyonların ve özelliklerin aynı haritada gösterilmesi Şekil 4.16'da verilmiştir. Bu grafikte özelliklerin çok yakın değerler verdiği gözlenmiştir.

Temel bileşenler analizi birçok bağımlı değişken arasındaki ve örnekler arasındaki ilişkileri basitleştiren ve/veya tanımlamak için kullanılan çokdeğişkenli bir tekniktir (Lawless ve Heymann, 1998). İncelenen pek çok özelliğın bazılarının arasında ilişki varlığı söz konusu olabilir. Örneğın Şekil 4.14'de verildiği gibi yağlılık, kayganlık ve pürüzsüzlüğün aynı bölgede bulunması, yoğurt özelliklerinin aynı bölgede bulunması, sertlik, buzuluk, parçalanma ufalanma eğilimi gibi özelliklerin de aynı bölgede bulunması bu ilişkilere örnekler olarak verilebilir.

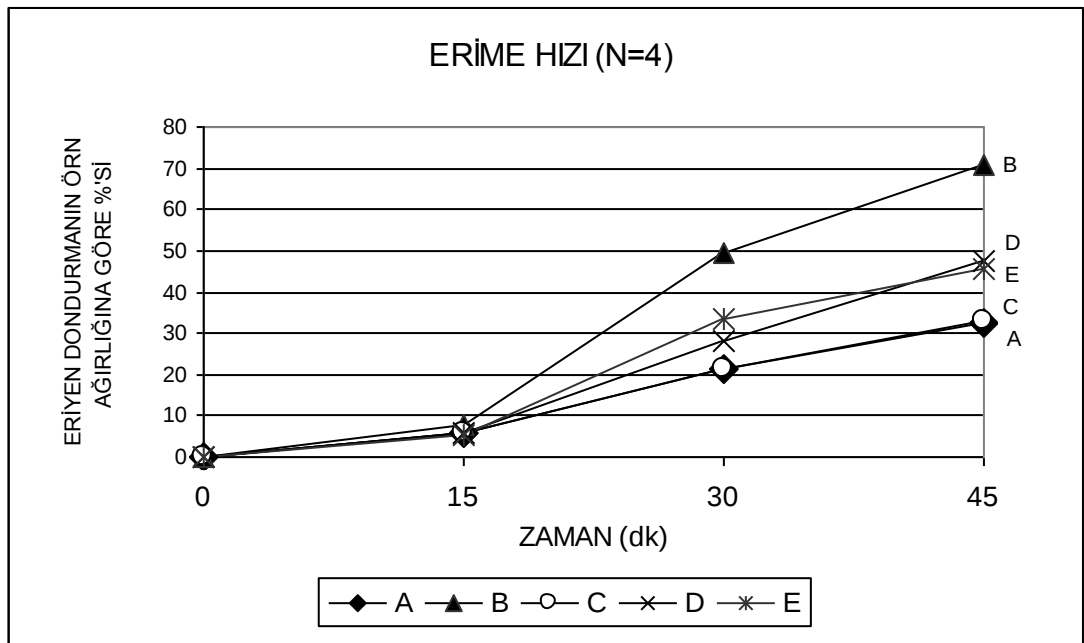
Temel bileşen analizi, bu korelasyon desenlerini bulup, ilişki içindeki özellik grubu için yeni bir değişken atar. Analiz, bir önceki faktörün sebep olduğı varyans uzaklaştırıldığı zaman her basamaktan kalan varyansa dayanarak ikinci ve üçüncü özellik gruplarını bulmaya çalışır ve herbiri için bir değişken türetir (Lawless ve Heymann, 1998). Farklı bağımlı değişkenler birbirleriyle etkileştiğinde (duyusal tanımlayıcı verilerde sıklıkla oluşan bir durum) teknik çok yararlı olmaktadır. ANOVA sonucunda genelde, örnekler arasındaki birçok duyusal tanımlayıcının önemli derecede farklı olduğunu bulmuştur, bununla beraber farklı tanımlayıcılar, ürünlerde aynı özelliği tanımlayabilir. Örneğın, tanımlayıcı analizlerde, panelistler genelde, ürünün hem aroma hem de lezzet özelliklerini değerlendirirler. Ancak lezzet ve aroma tanımlayıcılarının gereksiz olması ve aynı özelliği betimlemeleri olasıdır. TBA tekniğı bu gereğinden fazlalıkları, veriyi temel bileşenler diye adlandırılan yeni bir bileşenler kümesine dönüştürerek elemektedir (Lawless ve Heymann, 1998). Bu analizin kullanılması özelliklerin birbirleriyle ilişkilerinin de açığa çıkıp yorumlanması ve örneklerin genel olarak beraber değerlendirilmesi yönünden oldukça yararlı olmuştur.



Şekil 4.16. Formülasyonların ve özelliklerin aynı haritada gösterilmesi

4.11. Erime testi

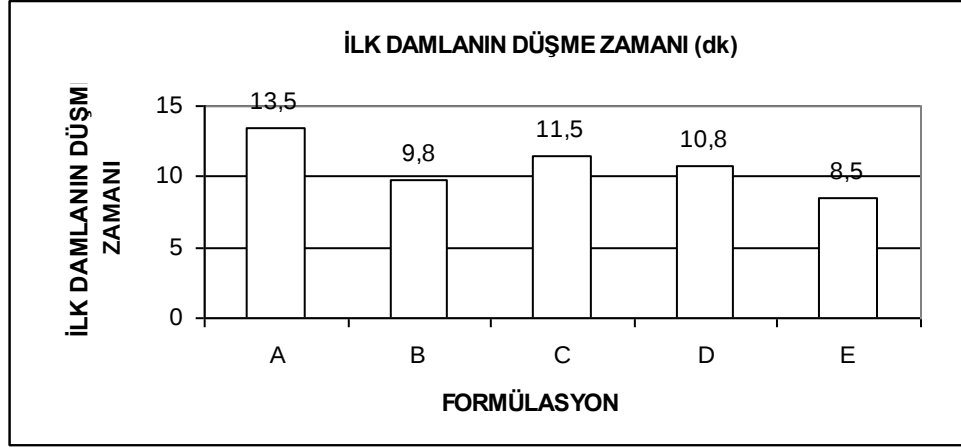
Numunelerin erime hızı grafiği (zamana göre eriyen dondurmanın örnek ağırlığına oranı) Şekil 4.17’de verilmiştir. Ürünlerin erime hızları 45. dk.’da $B > D > E > C > A$ şeklinde sıralanmıştır. A ve C numunelerinin erime hızı diğerlerinden daha düşük; yağı azaltılmış kontrol (B) numunesinin en yüksektir. C, D, E numunelerinde erime hızı B örneğine göre kontrole daha çok yaklaşmıştır. Bunlar arasında inülin miktarı en fazla diyetetik ürün olan C ve tam yağlı kontrol (A) örnekleri erime hızı yönünden en başarılı ürünler olmuştur.



Şekil 4.17. Yoğurt dondurmada erime hızı (Tüm formülasyonlarda 15., 30. ve 45. dakikalarda ölçülen değerler 4 tekrarın ortalamasını temsil etmektedir)

Dondurma erime hızı ve eriyen kısmın görünümü açısından değişiklik gösterebilir (Hui, 1993b). Özellikle tüketiciler kullahta dondurma tüketirken erime hızı büyük öneme sahiptir. Ürünün çok hızlı erimesi düşük kaliteyi göstermektedir. Hızlı eriyen bir ürün rahatça ısıl şoka uğrama eğiliminde olacağı için de ayrıca sorun yaratmaktadır (Marshall ve diğ., 2003). Düşük donma noktası ve ortam koşulları hızlı erimenin başlıca sebepleridir. Bununla beraber yavaş erime için formülasyonun ayarlanması, lezzet maddelerinin de salınımını yavaşlatabilmektedir. Fazla miktarda hava yada yağ içeren ürünler yavaş erime eğilimindedirler. Hava hücreleri bir izole maddesi gibi davranmakta, yağ köpük yapısını stabilize etmektedir (Marshall ve diğ., 2003).

Şekil 4.18.'de erime testi yapılan örneklerde ilk damlanın düşme zamanı verilmiştir ($A>C>D>B>E$). A ve C örneklerinde erime hızı bulgularıyla paralel olarak ilk damla en uzun sürede düşmüştür. C örneğinin ilk damlanın düşme süresi diğerlerine göre tam yağlı kontrole en yakın sonuç vermiştir.



Şekil 4.18. Erime testinde ilk damlanın düşme zamanı (Tüm formülasyonlarda ölçülen düşme zamanları 4 tekrarın ortalamasını temsil etmektedir)

4.12. Laktik asit bakteri (LAB) sayısı

Laktik asit bakteri sayım sonuçları Tablo 4.11'de verilmiştir. Yoğurt dondurmada numunelerinde beyaz renkli tek tip koloni oluşumu gözlenmiştir. Katalaz testi sonucu negatif çıkmıştır. Ürünlerde LAB sayısı 8.49-8.12 log aralığında çıkmıştır. Tam yağlı kontrol (A) yağı azaltılmış kontrole ve C, D numunelerine göre önemli oranda daha fazla LAB içermektedir. E numunesinin ise LAB sayısı yönünden hiçbir ürünle istatistiksel olarak önemli bir farklılığı yoktur ($P<0.05$). Yağın (dolayısıyla toplam katının) azalması LAB sayısında önemli bir azalmaya sebep olmuştur.

Kim ve diğ. (1993)'ün araştırmasında yoğurt dondurmalar; yoğurt (%76,5-72,5), süt (%8, 10, 12 yağlı veya yağsız süttozu), % 0,5 jelatin ve % 15 tatlandırıcıyla hazırlanmış, LAB sayımları tam yağlı süttozu içerenlerde yağsız süttozu içeren örneklerle göre daha yüksek çıkmıştır (Kim ve diğ., 1993). Bir diğer çalışmada sütlere inülin (%0 veya 1,5) eklenerek, 2% ABT4 probiyotik kültürüyle fermente edilmiş ve yoğurtlar 5°C'de 28 gün depolamıştır. Depolama sırasında *L. acidophilus*'un sayısı azalırken *S. thermophilus* and bifidobakterilerin sayısı nispeten yüksek çıkmıştır. Depolamanın sonunda, inülin içeren yoğurtlarda bifidobakterilerin canlı sayımları 0.6 log daha yüksek çıkmıştır (Bozanic ve diğ., 2002). Bu çalışmada yoğurt dondurma numunelerine ilave edilen inülinin LAB sayısında önemli bir değişime

sebepe olmadığı görülmüştür (Tablo 4.11). Depolama sıcaklığının yoğurt dondurulmada; yoğurda göre oldukça düşük olması bu farklılığa sebep olabilir.

Tablo. 4.11. Laktik asit bakteri sayısı ve ortalamaların karşılaştırılması^{1,2}

Formülasyon	Ürün kodu	Laktik asit bakteri (LAB) sayısı (Log)
Şekerli ve tam yağlı kontrol numunesi	A	8.49±0.19a
Şekerli ve yağı azaltılmış kontrol numunesi	B	8.15±0.15b
%8 İnülin ve %5 izomalt içeren numune	C	8.12±0.17b
%6,5 İnülin ve %6,5 izomalt içeren numune	D	8.20±0.20b
%5 İnülin ve %8 izomalt içeren numune	E	8.36±0.10ab

¹ Tablodaki değerler 4 tekrar ortalamasını ve standard sapma değerlerini temsil etmektedir (N=4).

² Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur (P<0.05)

Sert yoğurt dondurmanın bir raf ömrü 6-12 aydır. Dondurma işlemiyle canlı sayımlarında ½-1 log'luk bir kayıp olabilmektedir. Depolama sırasında özellikle sıcaklıktaki dalgalanmalar canlılık ve yoğurt kültür aktivitesini kötü etkiler. Donmuş durumda kristallerin oluşumu bakteriyal hücreleri yıkabilir ve yaşayan hücre sayısını sürekli azaltır (Hui, 1993b). Çalışmada sert tipte yoğurt dondurma üretilmiştir.

Thompson ve Mistry (1994) yoğurt dondurma karışımlarını farklı titrasyon asitliklerine kadar fermentasyon uygulayarak hazırlamıştır. Karışımların 1 ve 3 ay -18°C'de depolanarak 5°C'ye yumuşatılması hücre sayılarını etkilememiştir. Taylor yumuşak tipte dondurma makinesinde (-7, -8°C'de çıkış sıcaklığı vermek üzere 7-9 dk) dondurma işlemi hücre sayılarının yaklaşık 1.5 log azalmasıyla sonuçlanmıştır (Thompson ve Mistry, 1994).

Var ve diğ. (2000)'nin çalışmasında, inek sütünden yapılan sade (vanilyalı) ve meyveli (çilekli) yoğurtlardan dondurma üretilmiş ve -23°C'deki derin dondurucuda 12 hafta süreyle depolanmıştır. Yoğurt dondurmalarının toplam LAB sayımı incelendiğinde, çilekli örneklerde daha yüksek değerler aldığı (6.9×10^7 - 8.70×10^7), sade olanlarda da bu değer 7.60x10⁵ ile 4.0x10⁶ arasında değiştiği bulunmuştur. Depolama boyunca örneklerin hiçbirinde laktik asit bakterilerinin sayılarında belirgin bir düşüş gözlenmemiştir (Var ve diğ., 2000). Bielecka ve diğ. (1988) çeşitli

stabilizatörler ve çeşniler içeren 10 yoğurt dondurmada (pH 3,90-4,27) asitliğin depolama (-25°C'de 2, 4, 10 ay) sırasında değişmediğini ve her iki bakteri seviyesinin dondurulma ve depolama sırasında hafif düşüşler gösterdiği belirtilmektedir (Bielecka ve diğ., 1988). Lopez ve diğ. (1998) 265 ticari yoğurt dondurma örneğinin -23°C de 1 yıl depolandığında canlı LAB sayımının çok az düşme olduğunu ve 60-67 haftalık depolama süresinin sonunda dahi canlılığın korunduğunu gözlemişlerdir (Lopez ve diğ., 1998). Buna karşın Inoue ve diğ. (1998) tarafından -35°C'de 6 aylık depolamada yağ içeriği >%8.0 olan ve çeşitli pH değerlerinde (4.5, 5.0, 5.5 veya 6.5) yoğurt dondurmalarında, depolama süresi arttıkça yaşayan laktik asit bakterilerinin sayıca azaldığı gözlenmiştir (Inoue ve diğ., 1998).

Yoğurt dondurma *bifidobakterilerin* ve *L.acidophilus* 'un da diyetle ilave edilebileceği bir fırsat sunmaktadır (Tamime ve Robinson, 1999). Ordenez ve diğ. (2000) % 0, 2 ve 4 süt yağı içeren 3 yoğurt dondurma karışımını ultrafiltre edilmiş yağsız süt kullanarak formüle etmiş; *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, ve *Streptococcus thermophilus* ve *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* kültürleriyle fermente edip dondurmuşlardır. Kültürler fermentasyonda iyi gelişmiş ve 6 haftalık depolamada stabil kalmışlardır (Ordenez ve diğ., 2000).

Davidson ve diğ. (2000)'nin araştırmasında az yağlı dondurma karışımı probiyotik içeren (geleneksel starter kültürler ve ayrıca *Bifidobacterium longum* ve *Lactobacillus acidophilus*) ve geleneksel starter kültür sistemleriyle (LB ve ST) fermente edilmiştir. Titrasyon asitliği ilk değerden %0,15 büyük olduğunda veya pH 5,6'ya ulaştığında fermentasyon durdurulmuştur. 11 hafta -20°C'de depolamada iki sistemdeki kültür sayısında düşme gözlenmemiştir. İki sistemde de laktoz veya protein konsantrasyonunda bir değişim yoktur. Ürün pH'sı 5,6'da fermentasyon kesildiğinde, asit lezzeti daha yoğun fakat yoğurt lezzeti olgunlaşmamıştır. Probiyotik bakterilerin eklenmesi duyuşal özelliklerde bir değişime sebep olmamıştır (Davidson ve diğ., 2000). Bir diğer çalışmada yoğurt dondurma standard dondurma karışımından ve 5 farklı oranda *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum*'dan fermente edilen sütle hazırlanmış -30°C'de 60 gün depolanmışlardır. Mikrobiyolojik ve duyuşal test sonuçları her organizmanın %2'lik inokülasyonunun, iyi duyuşal özelliklerde, canlı bakteri içeren az yağlı diyet ürünler için yeterli olduğunu göstermiştir (Otero ve diğ., 1996).

Yoğurt dondurmada *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii spp bulgaricus* bakterilerinin yaşaması ürünün iyileştirici imajı açısından büyük önem taşımaktadır (Tamime ve Robinson, 1999). Mevcut literatür ışığında yoğurt dondurmada depolama sırasında hafif düşüşler olmakla beraber genel olarak geleneksel yoğurt kültürlerinde (*Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii spp bulgaricus*) (Hui, 1993b, Bielecka ve diğ.,1988, Lopez ve diğ., 1998, Var ve diğ., 2000); ayrıca yoğurt kültürleriyle beraber probiyotik kültür içeren yoğurt dondurmalarında (Davidson ve diğ., 2000, Ordenez ve diğ., 2000) ve sadece probiyotik kültür içeren yoğurt dondurmada da (Otero ve diğ., 1996) canlılığın korunduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışmada üretimden yaklaşık 3 ay sonra yoğurt dondurmalarında laktik asit bakterilerinin canlı kalması mevcut literatür ile uyumludur

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada belirlenen formülasyon ve işleme yöntemine göre, Türkiye’de üretiminin yaygınlaştırılması hedeflenen yoğurt dondurma elde edilmiş, yağ azaltılıp şeker ikame edilerek diyetetik ve diyabetik olduğu kadar fonksiyonel ürünler elde edilmiştir

Tüketici testiyle nispeten yüksek bir pH’nın (5.2) tercih edildiği ve ürünlerin lezzetinin, dokusunun ve görünüşünün beğenildiği ve üretildiğinde satın alınacağı (“belki alırım” ve “kesinlikle alırım” aralığında) anlaşılmış, eğitilmiş panelistler tarafından gerçekleştirilen tanımlayıcı profil analiziyle elde edilen bulgular bu beğeniye desteklemiştir.

Çalışmada genel olarak lezzeti ve dokusu iyi kalitede ürünler elde edilmesinin yanında istenilen erime kalitesi elde edilememiştir. Üründe özellikle ekşi tadın hissedilmesini azaltmak amacıyla süt proteinlerinin miktarının artırılması fayda sağlayabilir. Ayrıca numunelerde az miktarda hissedilen buzluğun düzeltilmesi için stabilizatör/emülgatör sisteminin tipleri ve miktarları üzerinde yapılabilecek değişiklikler önemlidir. Erime özellikleri ile ilgili olarak ürünlere turuncu lifinin ilavesi alternatif olarak değerlendirilebilir.

Beş formülasyon arasında viskozite yönünden istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) farklılıklar mevcuttur ($A>C>D>E>B$); yağın azaltılması viskoziteyi önemli ölçüde düşürmüştür. Diyet ürünlerde viskoziteler iki kontrol numunesinin değerleri arasındadır. Üretimden yaklaşık 3 ay sonra yoğurt dondurmalarında laktik asit bakterilerinin (1.38×10^8 - 3.34×10^8 cfu/ml) canlı kalması ürünlerin ‘sağlığa yararlı’ imajını desteklemiştir.

pH’ya bağlı olarak yoğurt dondurmanın beğenilir ürünler oluşturduğu ve inülin, izomalt ve polidekstroz ilavesiyle, yağı azaltılmış yoğurt dondurmada şekeri ikame etmenin mümkün olduğu görülmüştür. Yoğurt dondurmanın özellikle yoğurttan gelen sağlığı da yansıtmakla fonksiyonel ingredientler için önemli bir alternatif ürün olabileceği gözlenmiştir.

Temel bileşen analizinin kullanılması özelliklerin birbirleriyle ilişkilerinin de açığa çıkıp yorumlanması ve örneklerin genel olarak beraber değerlendirilmesi yönünden oldukça yararlı olmuştur. E numunesinin daha buzlu, daha sert, daha tatlı bir bölgede bulunması, varyans analizi sonuçlarıyla da uyumludur. Bunun yanında asitlik, burukluk, yoğurt lezzeti gibi yoğurt özellikleri, olumsuz kalıntı tat, parçalanma ufalanma eğilimi gibi bazı özelliklerde varyans analizine göre istatistiksel olarak önemli bir farklılık gözlenmemekle beraber temel bileşen haritasında bu özelliklerin en fazla E numunesinde hissedildiği gözlenmiştir. Yine varyans analizinde kayganlık, yağlılık ve pürüzsüzlük açısından ürünler arasında önemli bir farklılık çıkmamakla beraber, temel bileşen haritasında A numunesinin en fazla; B numunesinin en az ($A > C > D > E > B$) kaygan, yağlı, pürüzsüz bölgede çıkması, A formülasyonundaki %6 ve B formülasyonundaki %3 olan yağ miktarıyla uyumludur. A numunesine (tam yağlı ve şekerli formülasyon) genel olarak tüm özellikler yönünden en yakın formülasyonların C numunesi (%8 inülin +%5 izomalt) ve D numunesi (%6.5 inülin +%6.5 izomalt) olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmayla yoğurt dondurma üretimi, ayrıca formülasyonun düzenlenmesiyle fonksiyonel, diyetetik ve diyabetik yoğurt dondurma üretimi hedeflenmiştir. Yoğurt dondurma imalatının gıda sanayinde üretim hattına eklenmesiyle dondurmaya alternatif yeni bir süt ürünü elde edileceği; ve bunun yeni tatlarda ürünler için bir temel oluşturacağı; yoğurdun sağlığa yararlı etkileri ve ferahlatıcı aroma maddelerinin ürünü olumlu etkileyeceği düşünülmektedir. Çalışmanın ayrıca, Türkiye'deki dondurma ve yoğurdu ayrı ayrı üreten firmaları, bir ürünle ortak bir noktada buluşturacağı düşünülmektedir. Ürüne fonksiyonellik kazandıracak diğer ingrediyeenlerin ve meyvelerin denenmesi, organik ürün eldesi, öğün ikamesi olarak tüketilebilecek zenginleştirilmiş bir porsiyonluk ürünler hazırlanması, farklı tatlarda ve fonksiyonelliklerde ürünler yaratılması mümkündür.

KAYNAKLAR

- Anon.**, 1985. Süt Ürünleri Semineri, Yayın No: 1987-7, İTO, İstanbul. 6 Mayıs.
- Anon.**, 2006. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliği. (Tebliğ No, 2006/3) Resmi Gazete Sayı -26057, 22.01.2006, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Arbuckle, W.S.**, 1986. Ice Cream, 4th Ed., Avi Pub. Co., Westport.
- AOAC**, 2002. Official Methods of Analysis, 17th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Virginia, USA.
- Bemiller, J.N. and Low, N.H.**, 1998. Carbohydrate analysis, in *Food Analysis*, 2nd Ed., pp. 167-187, Ed. Nielsen, S.S., Aspen Publishers, Gaithersburg.
- Berschauer, F.**, 1985. Isomalt as a Reduced-calorie bulk sweetener, *Food Chemistry*, **16**, 243.
- Bielecka, M., Przewozna, A. and Kowalczyk, J.**, 1988. Survival rate of yogurt cultures during production and storage of yogurt ice cream. *Acta Alimentaria Polonica*, **14**, 3/4, 163-168 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 1990-01-P0056).
- Boeckner, L., Schnepf, M. I. and Tungland, B.C.**, 2001. Inulin: A review of nutritional and health implications, *Advances in Food and Nutrition Research*, **43**, 1-63.
- Bozanic, R., Rogelj, I. and Tratnik, L.**, 2002. Fermentation and storage of probiotic yoghurt from goat's milk. *Mljekarstvo*, **52**, 2, 93-111 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 2002-11-Pl1800).
- Cais-Sokolinska, D., Oziemkowski, P. and Pikul, J.**, 1998. Some quality properties of yoghurt ice cream produced with probiotic starter culture and traditional starter culture, *Zywnosc*, **5**, 3, 87-96 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 1999-10-Pl1389).
- Cais-Sokolinska, D. and Pikul, J.**, 1999. Qualitative characteristics of frozen yoghurt as a function of production technique and level of acidification, *Chlodnictwo*, **34**, 5, 40-44 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 2000-07-Pn1054).
- Chandan, R.**, 1997. Dairy-based ingredients, Eagan press, St. Paul, Minn., USA.
- Cho, S.S. and Prosky, L.**, 1999. Application of complex carbohydrates to food product fat mimetics, in *Complex Carbohydrates in Foods*, pp. 411-429, Eds. Cho, S.S., Prosky, L. & Dreher M., Marcel Dekker, NewYork.
- Coussement, P. and Franck, A.**, 2001. Inulin and oligofructose, in *Handbook of Dietary Fiber*, pp. 721-735, Eds. Cho, S. & Dreher, M.L., M. Dekker, New York.

- Craig, S.A.S.**, 2000. Polydextrose: Analysis and physiological benefits, in *Advanced Dietary Fibre Technology*, pp. 503-508, Eds. McCleary, B.V. & Prosky, L., Blackwell Science, Malden, MA.
- Davidson, R.H., Duncan, S.E., Hackney, C.R., Eigel, W.N. and Boling, J.W.**, 2000. Probiotic culture survival and implications in fermented frozen yogurt characteristics, *J Dairy Sci*, **83**, 666–673.
- Downes, F.P. and Ito, K.**, 2001. Compendium of methods for the microbiological examination of foods, 4th ed., American Public Health Association, Washington.
- Erkmen, O.**, 2000. Basic methods for the microbiological analysis of foods, University of Gaziantep, Gaziantep.
- Flamm, G., Glinsmann, W., Kritchevsky, D., Prosky, L. and Roberfroid, M.**, 2001. Inulin and oligofructose as dietary fiber: A review of the evidence, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 353-362.
- Franck, A.**, 1998. Properties and application of chicory inulin, in *Gums and Stabilisers for the Food Industry*, pp. 409-412, Eds. Williams P.A. & Phillips, G.O., The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Guinard, J.X., Zoumas-Morse, C., Mori, L., Vatoni, B., Panyam, D. and Kilara, A.**, 1997, Sugar and fat effects on sensory properties of ice cream, *Journal of food science*, **62**, 5, 1087-1094.
- Güven, M. ve Karaca, O.B.**, 2002. The Effects of varying sugar content and fruit concentration on the physical properties of vanilla and fruit ice-cream-type frozen yogurts, *International Journal of Dairy Technology*, **55**, 1, 27-31.
- Hardi, J. and Slacanac, V.**, 2000. Examination of coagulation kinetics and rheological properties of fermented milk products: influence of starter culture, milk fat content and addition of inulin, *Mljekarstvo*, **50**, 3, 217-226 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 2001-02-PI0364).
- Harper, S.J., Barnes, D.L., Bodyfelt, F.W. and McDaniel, M.R.**, 1991. Sensory ratings of commercial plain yogurts by consumer and descriptive panels, *Journal of Dairy Science*, **74**, 2927-2935.
- Hassan, F.A.M., Helmy, W.A. and Enab, A.K.**, 1999. Utilization of some local polysaccharide in manufacturing of yoghurt, *Egyptian Journal of Dairy Science*, **27**, 2, 281-289 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 2000-05-PI0766).
- Heimo, S.**, 1994. Food Composition and Nutrition Tables, 5th Ed., Medpharm, Stuttgart.
- Hui, Y.H.**, 1992. Encyclopedia of Food Science and Technology, Volume 3, John Wiley, New York.
- Hui, Y.H.**, 1993a. Dairy Science and Technology Handbook, Volume 1, Principles and Properties, VCH, New York, N.Y.
- Hui, Y.H.**, 1993b. Dairy Science and Technology Handbook, Volume 2, Product Manufacturing, VCH, New York, N.Y.

- Inoque, K., Shiota, K. and Ito, T.**, 1998. Preparation and properties of ice cream type frozen yogurt, *International Journal of Dairy Technology*, **51**, 2, 44-50 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 1998-10-Pn1584).
- Kaya, S. and Tekin, A.R.**, 2001. The effect of salep content on the rheological characteristics of a typical ice cream mix, *Journal of Food Engineering*, **47**, 59-62.
- Kim J.H., Kim, Y.H., Baick, S.C., Lee, Y.G. and Yu, J.H.**, 1993. Studies on the manufacture of frozen yoghurt made with different mixing ratio of raw milk and whole, skim milk powder, *Korean Journal of Dairy Science*, **15**, 2, 128-134 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 1994-11-P0145).
- Koole, E. and Meyer, D.**, 2001. Calorie reduced ice cream and health benefits too, *Food Ingredients and Analysis International*, **23**, 3, 20-22.
- Lawless, H.T. and Heymann, H.**, 1998. Sensory Evaluation of Food, Principles and Practices, Kluwer.
- Lopez, M.C., Medina, L.M. and Jordano, R.**, 1998. Survival of lactic acid bacteria in commercial frozen yogurt, *Journal of Food Science*, **63**, 4, 706-708.
- Meyer, D. and Tunland, B.**, 2001. Non-digestible oligosaccharides and polysaccharides: Their physiological effects and health implications, in *Advanced Dietary Fibre Technology*, pp. 455-470, Eds. McCleary, B.V. & Prosky, L., Blackwell Science, Malden, MA.
- Macrae, R., Robinson, R.K. and Sadler, M.J.**, 1993. Encyclopedia of Food Science Food Technology and Nutrition, Volume 4, Academic Press, London.
- Marshall, R.T., Goff, H.D. and Hartel, R.W.**, 2003. Ice Cream, 6th Ed., Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Marshall, R.T. and Goff, D.**, 2003. Formulating and manufacturing ice cream and other frozen desserts, *Food Technology*, **57**, 5, 32-45.
- Martinou-Voulasiki, I.S. and Zerfiridis, G.K.**, 1990. Effect of some stabilizers on textural and sensory characteristics of yogurt ice cream from sheeps milk, *Journal of Food Science*, **55**, 3, 703-707.
- McCance, R.A. Widdowson E.M. Holland B.**, 1991. McCance and Widdowson's the Composition of Foods, 5th Ed., The Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Cambridge.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T.**, 1999. Sensory Evaluaton Techniques, 3rd Ed., CRC Press, Boca Raton, Fla.
- Nagar, G., Glowes, G., Tudorica. C.M., Kuri, V. and Brennan, C.S.**, 2002. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin, *International Journal of Dairy Technology*, **55**, 2, 89-93.
- Nelson, A.L.**, 2001. High-Fiber Ingredients, Eagan Press, St. Paul, Minn.
- Ohmes, R.L., Marshall, R.T. and Heymann, H.**, 1998. Sensory and physical properties of ice creams containing milk fat or fat replacers, *Journal of Dairy Science*, **81**, 5, 1222-1228.

- Olsen, S.**, 1990. Frozen yoghurt-a success, *Nordisk Mejeriindustri*, 17, 2, 99-101 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 1991-01-P0064).
- Ordenez, G.A., Jeon, I.J. and Roberts, H.A.**, 2000. Manufacture of frozen yogurt with ultrafiltered milk and probiotic lactic acid bacteria, *Journal of Food Processing and Preservation*, 24, 2, 163-176 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 2000-10-Pl1665).
- Otero, M., Rodriguez, T., Fernandez, M., Gonzalez, J. and Lima, L.B.**, 1996. Frozen yoghurt, *Alimentarie*, 278, 113-115 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 1997-12-P0167).
- Özcan Yılsay, T.**, 1998. Dondurma üretiminde stabilizatörler ve emülgatörlerin önemi, *Gıda*, Ekim 1998, 41-43.
- Özdamar, K.**, 2004. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi 2 (Çok Değişkenli Analizler), 5. baskı, Kaan Kitabevi.
- Poste, L.M., Mackie, D.A., Butler, G. and Larmond, E.**, 1991. Laboratory Methods for Sensory Analysis of Food, Research Branch Agriculture, Canada.
- Prindiville, E.A., Marshall, R.T. and Heymann, H.**, 2000. Effect of milk fat, cocoa butter, and whey protein fat replacers on the sensory properties of lowfat and nonfat chocolate ice cream, *Journal of Dairy Science*, 83, 10, 2216-2223.
- Pszczola, D.E.**, 2003. Sweetener+sweetener enhances the equation, *Food Technology*, 57, 11, 48-61.
- Rajasekaran, M. and Rajor, R.B.**, 1989. Manufacture of frozen yoghurt like product from soybean and skim milk/buttermilk solids, *Indian Journal of Dairy Science*, 42, 1, 132-135 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 1990-04-P0158).
- Salem, A.S. and Massoud, M.I.**, 2003. Effect of using stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) leaves powder as natural non-caloric sweetener on the physicochemical properties of fiber fortified frozen yoghurt, *Egyptian Journal of Dairy Science*, 31, 1, 61-70 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 2004-02-Pl0287).
- Schaller-Povolny, L.A. and Smith, D.E.**, 1999. Sensory attributes and storage life of reduced fat ice cream as related to inulin content, *Journal of Food Science*, 64, 3, 555-559.
- Schaller-Povolny, L.A. and Smith, D.E.**, 2001. Viscosity and freezing point of a reduced fat ice cream mix as related to inulin content, *Milchwissenschaft*, 56, 1, 25-29.
- Schaller-Povolny, L.A. and Smith, D.E.**, 2002. Interaction of milk proteins with inulin, *Milchwissenschaft*, 57, 9/10, 494-497.
- Specter, S.E. and Setser, C.S.**, 1994. Sensory and physical properties of a reduced-calorie frozen dessert system made with milk fat and sucrose substitutes, *Journal of Dairy Science*, 77, 708-717.
- Stauffer, C.E.**, 1999. Emulsifiers, Eagan Press, St. Paul, Minn.

- Tamime, A.Y. ve Robinson R.K.**, 1999. Yoghurt Science and Technology, 2nd Ed., Woodhead, Cambridge.
- Thompson, L.D., Mistry, A.N.**, 1994. Compositional changes in frozen yoghurt during fermentation, frozen storage and soft serve freezing, *Cultured Dairy Products Journal*, **29**, 3, 12-14, 16-17 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 1994-11-P0152).
- TSE-4265**, 1992. Dondurma-Süt esaslı, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS-10523**, 1992. Dondurma-Süt Esaslı-Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Tomasik, P.J. and Tomasik, P.**, 2003. Probiotics and Prebiotics, Review, *Cereal Chemistry*, 80, 2, 113-117.
- Tuitemwong, P., Ronpairin, C., Insorn, S., Tuitemwong, K. and Tanasupawat, S.**, 1996. Frozen soy yogurt with Bifidus and Acidophilus bacteria, IFT Annual Meeting: Book of Abstracts, p.78 ISSN 1082-1236 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 1997-01-J0297).
- Var, I., Güven, M. ve Erginkaya, Z.**, 2000. Yoğurt dondurmalarında mikroorganizma redüksiyonu üzerine depolama süresinin etkisi, *J. Agric. Fac. Ç.Ü*, **15**, 1, 1-6.
- Zharykbasova, K.S. and Sviderskaya, D.S.**, 2003. Use of Jerusalem artichoke as an ice cream ingredient. *Molochnaya Promyshlennost*, **5**, 54 (Alınmıştır: Food Science & Technology Abstracts, Abstract No: 2003-09-Pn1604).

EKLER

EK A

Tablo A.1. Yoğurt dondurmada ısııl şok dayanımı testi panel formu

ISIL ŞOK DAYANIMI TESTİ											
Numune: Yoğurt Dondurma											
Panelistin adı:			Tarih:								
Aşağıdaki 10 örnekte ürün dayanımını verilen özellikler açısından değerlendirin. Skala değerini tabloda karşı gelen yere yazarak belirtin.											
Olumsuz yönde değişim skalası:											
<table border="1"><tr><td>Yok</td><td>Çok hafif</td><td>Az</td><td>orta</td><td>Fazla</td><td>Çok fazla</td></tr></table>						Yok	Çok hafif	Az	orta	Fazla	Çok fazla
Yok	Çok hafif	Az	orta	Fazla	Çok fazla						
Özellikler ve tanımları											
<i>Görünüm:</i> Görünümünün kötü olması											
<i>Doku kabalığı:</i> Yapının kaba ve buzlu görünmesi											
<i>Çökme derecesi:</i> Kabın içindeki dondurma seviyesinin düşmesi											
<i>Seruma dönüşüm:</i> Isıl şok sırasında erimiş dondurmanın yüzeyde yeniden donması											
Örnek kodu	görünüm	Doku kabalığı	çökme derecesi	seruma dönüşüm							
Yorumlar:											
.....											

Tablo A.2. Tüketici testinde kullanılan protokol tasarımı: Yoğurt dondurma

1. Ürün Vizyonu Testin amacı: <i>Farklı pH’larda hazırlanan 2 yoğurt dondurmanın tüketicilerce tercih edilenini; bunun lezzet, görünüş ve yapı (doku) açısından beğeni derecesini ve satılabilirliğini belirlemek amaçlanmıştır.</i> 1. Örnek seçimi a. Değişkenler <i>Yoğurt dondurmada 2 farklı pH değeri</i> b. Ürünler/damgalar <i>pH değeri farklı 2 ürün test edilecek</i> Sebepleri: <i>İki örnek pH’ya bağlı olarak tercih yönünden farklılık gösterecektir. Beğeni derecesi tercih edilen ürünün lezzet, görünüş ve yapı (doku) açısından ne derecede beğenildiğini son bölüm ise böyle bir ürünün talep görüp görmeyeceği ortaya çıkaracaktır.</i>
2. Örnek Bilgisi Örneğin durumu Örnek kaynağı <i>Örnekler fabrikada üretildikten sonra ilk duyuşsal analiz için 4’er adet 1 lt’lik örnek ayrılmıştır</i> Yaşı <i>15 gün</i> Yeri <i>Algida Buzkrem Tesisleri, Çorlu/Tekirdağ</i> Kodu <i>A1 (A11; A12; A13; A14) ve B1 (B14,B15; B16; B17)</i> Paketleme durumu <i>Örnekler 1 lt’lik plastik kaplarda paketlenmiştir.</i> Örneğin tutulması: <i>Örnekler fabrikada üretildikten sonra -23°C’de; panelden önce ise İ.T.Ü. Gıda Müh. Duyuşsal panel lab.’da -18°C’de depolanmaktadır.</i> 1. Diğer: <i>Ürünler Çorlu’dan İstanbul’a köpük kutular içinde kuru buzla taşınmaktadır.</i>
3. Örnek Hazırlanması Toplam miktar <i>İki örnekten de 4’er lt (~ 2000 g)</i> Diğer ingrediyeşler - Sıcaklık (depolama/hazırlama) <i>-18°C’de depolanan örnekler -15°C’de sunulacaktır.</i> Hazırlama/yenileme zamanı <i>(Örneğin oda sıcaklığında -15°C’ye ne kadar sürede geldiği ölçülecektir.</i> Tutma zamanı <i>Ölçülen süreye göre oda sıcaklığında tutulan örnekler tadımdan hemen önce sunulacaktır.</i> Kaplar <i>Plastik kaplar kullanılacaktır</i> Diğer <i>Ürünler, ürün hakkında bilgi edinen ve test formunu inceleyen tüketicilere hemen sunulacak vakit geçirmeden değerlendirmeleri</i>

<i>istenecektir.Fazla tutulup eriyen örnekler iptal edilecektir.</i> Özel talimatlar <i>Verilen örnekleri erimeyi engellemek amacıyla hiç bekletmeden tadın.</i>		
4. Örneğin Sunulması Miktar <i>Her bir örnekten birer dondurma kaşığı miktarı sunulacaktır.</i> Kaplar <i>Plastik 120 ml’lik kaplar</i> Kodlama <i>3 rakamlı kodlar plastik kaplar üzerine asetat kalemle yazılacaktır.</i> Porsiyon büyüklüğü <i>Kişi başına iki örnektende birer dondurma kaşığı</i> Sıcaklık <i>Örnekler -15°C’de, sunum oda sıcaklığında</i> Sunum prosedürü <i>Bir dondurma kaşığı örneği kodlanmış plastik kabın ortasına koyun.</i> Sıra <i>Panelistlerin yarısına ilk örnek solda ikincisi sağda; yarısına ikinci örnek solda birinci sağda sunulacaktır. Kodlamalar ve sunum sıraları panelistlerin görmeyeceği şekilde bir kağıda not edilecektir.</i>		
5. Özneler Yaş aralığı - Cinsiyet - Ürün kullanımı - Ürün tüketim sıklığı - Kullanılabilirlik -		

Tablo A.3. Tüketici tercih ve kabul testi formu

YENİ ÜRÜN TÜKETİCİ TERCİH VE KABUL TESTİ																																							
Numune: YOĞURT DONDURMA																																							
Panelistin Yaşı:		Cinsiyeti: Bay ☐ Bayan ☐																																					
İlk olarak soldaki örneği sonra sağdaki örneği tadın. 1. Hangi örneği tercih edersiniz? _____ ☐ _____ ☐																																							
2. Aşağıdaki skalaya göre seçtiğiniz ürünü ne kadar beğendiğinizi belirtiniz. <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th></th><th style="text-align: center;">Görünüş</th><th style="text-align: center;">Yapı</th><th style="text-align: center;">Lezzet</th></tr><tr><th></th><th></th><th style="text-align: center;">(doku)</th><th></th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Hiç beğenmedim</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr><tr><td>2. Beğenmedim</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr><tr><td>3. Pek beğenmedim</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr><tr><td>4. Kararsızım</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr><tr><td>5. Biraz beğendim</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr><tr><td>6. Beğendim</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr><tr><td>7. Çok beğendim</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr></tbody></table>				Görünüş	Yapı	Lezzet			(doku)		1. Hiç beğenmedim	☐	☐	☐	2. Beğenmedim	☐	☐	☐	3. Pek beğenmedim	☐	☐	☐	4. Kararsızım	☐	☐	☐	5. Biraz beğendim	☐	☐	☐	6. Beğendim	☐	☐	☐	7. Çok beğendim	☐	☐	☐	3. Bu ürünü satın alma niyetinizi ölçülendiriniz. ☐ Kesinlikle almam ☐ Alacağımı sanmıyorum ☐ Emin değilim ☐ Belki alırım ☐ Kesinlikle alırım
	Görünüş	Yapı	Lezzet																																				
		(doku)																																					
1. Hiç beğenmedim	☐	☐	☐																																				
2. Beğenmedim	☐	☐	☐																																				
3. Pek beğenmedim	☐	☐	☐																																				
4. Kararsızım	☐	☐	☐																																				
5. Biraz beğendim	☐	☐	☐																																				
6. Beğendim	☐	☐	☐																																				
7. Çok beğendim	☐	☐	☐																																				

Tablo A.4. Tüketicilere verilen tadım bilgisi

YOĞURT DONDURMA TADIM BİLGİSİ (TÜKETİCİ TESTİ)
1. Öncelikle örneğin görünüşü test edilir. 2. Bir kaşıkla küçük bir parça örnek ağıza alınır. 3. Panelist örneği ısırır (buzluluğu test eder), sonra ağzın üst kısmına doğru bastırılarak, örnek hızlıca eritilirken yapıyı (doku) (yumuşaklık, kabalık, kumsuluk) test eder. 4. Ağız ısındıkça uyuşukluğun yokolmasıyla lezzet açığa çıkmaya başlar ve not edilir.

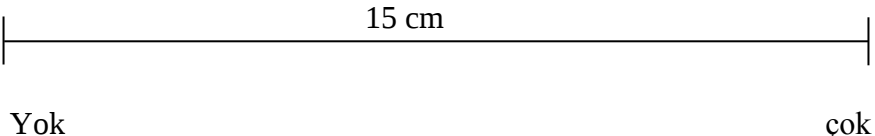
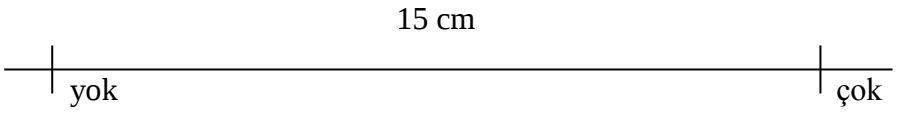
Tablo A.5. Çok eşli karşılaştırma testi formu

ÇOK EŞLİ KARŞILAŞTIRMA TESTİ			
İsim: Tarih:			
Numune: Yoğurt Dondurma			
Çalışılan Özellik: Tatlılık			
Talimatlar			
1. Tepsi üzerindeki her örneğin kodunu, dizilişine göre aşağıya yazın.			
2. İlk örnek çiftini soldan sağa doğru tadın ve hangisinin daha tatlı olduğunu örnek kodunun yanına X işareti koyarak belirleyin.			
3. Tüm çiftler değerlendirilene kadar karşılaştırmaya devam edin. Ağzınızdaki tadı temizlemek için gerektiğinde su için.			
Çift no.	Soldaki örnek	Sağdaki örnek	Görüşler
5	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....
1	.....	.....	.....
Eğer farklılık hissetmezseniz, lütfen en iyi tahmini yapınız. Seçim sebebiniz veya örnek özellikleriyle ilgili yorumlarınızı görüşler kısmında belirtebilirsiniz.			

Tablo A.6. Lezzet ve doku özelliklerinin belirlenmesine yönelik tadım bilgisi

YOĞURT DONDURMA TADIM BİLGİSİ
Dondurma öncelikle -18 °C'den -15 °C'ye getirilmelidir. Dondurmada faz çok hızlı değiştiği için panelistler ürünü çabucak değerlendirmeye hazır olmalıdırlar. Öncelikle bir kepçe ürün küçük bir kaba konulmaktadır. Bir kaşıkla küçük bir parça örnek ağıza alınır (nötral tatlarından dolayı metal ya da plastik kaşık tercih edilmektedir). Büyük parça örnek ağızdan çok fazla ısı uzaklaştırmaktadır bu sebeple küçük bir parça örnek almak daha uygun olmaktadır. Yapı, doku ve lezzet değerlendirmeleri ayrı ayrı ve hızlıca yapılmalıdır. Öncelikle panelist, örneği ısırmalı ve buz kristallerinin varlığını ve büyüklüğünü test etmelidir. Daha sonra bir parça dondurmayı ağızın üst kısmına doğru bastırılarak, hızlıca eritirken, yumuşaklık, kabalık, soğukluk, ve kumsuluk gibi özelliklerin var olup olmadığını not etmelidir. Ağız ısındıkça uyuşukluğun yokolmasıyla lezzet açığa çıkmaya başlamaktadır. Öncelikle temel tatlar, tatlı, tuzlu, ekşi oluşmakta ve bunu aromalar takip etmektedir (Hui, Y.H., 1993b). Dolayısıyla öncelikle yapı (doku) özellikleri not edilip daha sonra lezzet özellikleri not edilecektir. Örnekler arasında ağızı temizlemek için su ve kraker kullanılacaktır (Ohmes ve diğ., 1998).

Tablo A.7. Çizgi skalası kullanımı

ÇİZGİ SKALASI	
En çok kullanılan skalalar 15 cm ve 6 in. (15,24 cm) olanlardır ve bunların ya sonlarına yada sondan 1/2 in. (1,27 cm) yada 1,25 cm içeriye çizgiler tutturulmuştur.	
Skalada 2'den fazla çizgi kullanılmaz, çünkü bu çizgi skalasını kategori skalasına dönüştürecektir ve bu istenmez.	
Örnek:	
Tatlılık	
yada	
Genelde çizginin sol tarafı özelliğin 'yok' olduğunu yada miktarının 0 olduğunu belirtir. Sağ taraf ise özelliğin büyük bir miktarını yada çok güçlü bir seviyesini anlatmaktadır. Bazı durumlarda ise skala bipolardır ve iki uçta özelliğin opozit tiplerini göstermektedir.	
Çizgi skalasında, panelist özelliğin yoğunluğunu, yatay çizgi üzerine bir işaret koyarak derecelendirmektedir. Daha sonra bu işaretler çizginin yeri cetvelle ölçülerek, yada bilgisayara bağlı bir sistemle ölçülerek sayılara dönüştürülmektedir (Meilgaard, Civille ve Carr, 1999)	

Tablo A.8. Tanımlayıcı profil formu^{1,2,3}

TANIMLAYICI PROFİL TESTİ	
Numune:Yoğurt Dondurma İsim:..... Tarih:.....	Verilen örnekleri herbir özellik için soldan sağa doğru değerlendiriniz. Çizgi skalasında dikey bir çizgi oluşturarak örnek kodunu yazınız.
A. DOKU ÖZELLİKLERİ	
1.Sertlik: 90 ⁰ açıyla kaşığın dondurma içine girmesi için gereken kuvvet Ref: Kaşar peyniri (13) Üçgen eritme peyniri (9) yumuşak margarin (1)	yok çok |-----|
2.Parçalanma/ufalanma eğilimi: Dondurma kaşıklandığında parçalara ayrılma eğilimi Ref: Toz dondurma (13)	yok çok |-----|

3.Erime hızı: Dondurmanın ağızda katı halden sıvı hale geçme hızı Ref: Algida dondurma (8)	yok-yavaş çok-hızlı
4.Buzluluk: Dondurmanın ağızda beklemesiyle erimeyen, algılanan toplam buz kristali miktarı Ref: Algida dondurma (0) Toz dondurmadan (5) Donmuş hüptirik (13)	yok çok
5.Kumsuluk: Dondurma eridikten sonra dilin üzerinde kalan ve yavaş eriyen kristaller Ref: Yoğurt (0) 1 kahve kaşığı hindistan cevizi tozu katılmış yoğurt (15)	yok çok
6.Tüy gibi yumuşak/havalı: Dondurmada algılanan hava içeriği Ref: Yoğurt (0) Algida dondurma (9) Krem şanti (14)	yok çok

7.Çiğnenebilirlik: Dondurmanın çiğnenebilir olması Ref: Yoğurt (0) Kremini çiğnenebilir şeker(14)	yok çok
8.Pürüzsüz doku: Örneğin çiğnendiğinde, pürüzsüz bir yapıda olması ve tanecikli doku olmaması. Ref: Donmuş hüptirik (2) Toz dondurma (1:1 süt ve suyla) (10) Algida dondurma (15)	yok çok
9.Kayganlık: Dondurma ağızda erirken verdiği kaygan ağızhissi Ref: Yağsız süt (1) Yağlı süt (7) Krema (14)	yok çok
10.Yağlılık: Dondurmada algılanan yağ içeriği Ref: Yoğurt (4) Yoğurt+Krema 1:1 karışımı (9) Krema (14)	yok çok

B. LEZZET ÖZELLİKLERİ	
1.Tatlılık: Şeker tadı Ref: Tatlılık (Suda sakaroz çözeltisi) % 5,0 (5) % 10,0 (10) % 16,0 (15)	yok çok
2.Asitlik: Ekşi tat Ref: Ekşilik (suda sitrik asit çözeltisi) % 0,05 (2) %0,08 (5) %0,20 (15)	yok çok
3.Burukluk: Dondurmanın ağızda kurutucu ve buruşturucu bir hisse yol açma derecesidir Ref: Üzüm suyu (5) Kuşburnu reçeli (7)	yok çok
4.Yoğurt lezzeti: Yoğurt lezzeti Ref: Yoğurt+su 1:1 karışımı (7,5) Yoğurt (15)	yok çok

5.Vanilya lezzeti: Kolayca tadılan ve koklanan; vanilya tanelerine benzer lezzetin olması. Aşırı miktarda vanilya kullanıldığında ‘alkol’ tipi tat hissedilebilir Ref: Yoğurt (0) Şekerli vanilin katılmış yoğurt (10)	yok çok
6.Olumsuz kalıntı tat: Tadımdan sonra ağızda kalan tat ‘Kalıntı tat’ varsa bunu tanımlarmısınız.	yok çok
C. ERİME KALİTESİ	
1.Erime direnci: Oda sıcaklığına bırakılan bir kaşık dondurmanın erimeye 10-15 dk. dan fazla dirtenç göstermesi	yok çok
2.Köpüklü: Köpüklü erime, örnek tamamen eridiğinde büyük durağan hava kabarcıklarının varlığını belirtmektedir.	yok çok

3.Pıhtılı yada tanecikli yapı: Dondurma düzgün uniform, beyaz bir sıvıdan ziyade küçük belirgin parçalara ayrılacaktır. Kuru, düzensiz şekilde pıhtı parçalarına sahip bir görünüm verecektir.	yok | çok
4.Serum ayrılması: Erime sırasında serum ve katı fazın ayrılma derecesi	yok | çok
5.Sulu: Eriyen karışımın zayıf ve sulu bir kıvamda olması	yok | çok
Yorumlar:	

¹ Formda çizgi skalasının solunda özelliklerin tanımları ve referanslar (ref) gösterilmiştir

² Referansların yanındaki parantez içindeki rakamlar, referansın 15 cm çizgi skalasındaki yerini (yoğunluğunu) belirtmektedir

³ Referanslar: Kremini sütlü çiğnenebilir şeker, Algida maraş usulü dondurma, Dr Oetker toz dondurma, Dr Oetker krem şanti, Donmuş hüptirik yoğurt tüpü, Sek yoğurt, Sek yağsız süt, Sek yağlı süt, Sek krema, Dimes üzüm suyu, sitrik asit ve sakarozla hazırlanan çözeltiler

Tablo A.9. Viskozite için bir yollu varyans analizi tabloları^{1,2}

30 rpm (5°C)	VK	KT	SD	KO	F	P
	İşlem	5489801	4	1372450	311	0.00
	Hata	110377	25	4415	-	-
	Toplam	5600179	29	-	-	-
12 rpm (6°C)	VK	KT	SD	KO	F	P
	İşlem	22678783	4	5669696	242	0.00
	Hata	586898	25	23476	-	-
	Toplam	23265681	29	-	-	-
6 rpm (5,5°C)	VK	KT	SD	KO	F	P
	İşlem	54375349	4	13593837	215	0.00
	Hata	1578177	25	63127	-	-
	Toplam	55953526	29	-	-	-

¹ İşlemler formülasyonları (5 adet) ifade etmektedir (P<0.05),

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı; KO: Kareler Ortalaması

Tablo A.10. Hacim genişlemesi için bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2}

VK	KT	SD	KO	F	P
İşlem	72.4	4	18.1	1.55	0.318
Hata	58.5	5	11.7	-	-
Toplam	130.9	9	-	-	-

¹ İşlem formülasyonu (5 adet) ifade etmektedir (P<0.05),

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı; KO: Kareler Ortalaması

Tablo A.11. Isıl şok dayanımı için iki yollu varyans analizi tabloları^{1,2}

Görünüm	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	141.61	17.70	20.64	0,00
	İşlem	4	8.80	2.20	2.56	0,04
	Hata	167	143.25	0.86	-	-
	Toplam	179	293.66	-	-	-
Doku kabalığı	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	91.90	11.49	11.68	0.00
	İşlem	4	13.63	3.41	3.47	0.01
	Hata	167	164.27	0.98	-	-
	Toplam	179	269.80	-	-	-
Çökme derecesi	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	23.44	2.93	2.67	0,01
	İşlem	4	30.19	7.55	6.87	0.00
	Hata	167	183.36	1.10	-	-
	Toplam	179	236.99	-	-	-
Seruma dönüşüm	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	11.28	1.41	1.25	0.27
	İşlem	4	8.59	2.15	1.91	0.11
	Hata	167	188.11	1.13	-	-
	Toplam	179	207.98	-	-	-

¹ Bloklar panelistleri (9 kişi); İşlemler ise formülasyonları (5 adet) ifade etmektedir (P<0.05),

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı; KO: Kareler Ortalaması

Tablo A.12. Tanımlayıcı profil testi için iki yollu varyans analizi tabloları^{1,2}

	VK	SD	KT	KO	Fo	P
Parçalanma ufalanma eğilimi	Blok	8	583.15	72.89	8.58	0.00
	İşlem	4	19.35	4.84	0.57	0.69
	Hata	167	1418.62	8.50	-	-
	Toplam	179	2021.12	-	-	-
	VK	SD	KT	KO	Fo	P
Sertlik	Blok	8	709.65	88.71	9.99	0.00
	İşlem	4	177.24	44.31	4.99	0.00
	Hata	167	1482.30	8.88	-	-
	Toplam	179	2369.19	-	-	-
	VK	SD	KT	KO	Fo	P
Erime hızı	Blok	8	278.01	34.75	9.79	0.00
	İşlem	4	6.97	1.74	0.49	0.74
	Hata	167	592.56	3.55	-	-
	Toplam	179	877.55	-	-	-
Buzluluk	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	539.01	67.38	16.95	0.00
	İşlem	4	63.82	15.96	4.01	0.00
	Hata	167	664.02	3.98	-	-
	Toplam	179	1266.85	-	-	-
Kumsuluk	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	135.55	16.94	10.51	0.00
	İşlem	4	6.53	1.63	1.01	0.40
	Hata	167	269.14	1.61	-	-
	Toplam	179	411.22	-	-	-
Tüy gibi yumuşak, havalı	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	503.87	62.98	29.02	0.00
	İşlem	4	11.80	2.95	1.36	0.25
	Hata	167	362.43	2.17	-	-
	Toplam	179	878.09	-	-	-
Çiğnenebilirlik	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	294.45	36.81	14.21	0.00
	İşlem	4	7.85	1.96	0.76	0.55
	Hata	167	432.64	2.59	-	-
	Toplam	179	734.94	-	-	-
	VK	SD	KT	KO	Fo	P
Pürüzsüz doku	Blok	8	393.47	49.18	13.21	0.00
	İşlem	4	39.90	9.98	2.68	0.03
	Hata	167	621.71	3.72	-	-
	Toplam	179	1055.08	-	-	-

Tablo A.12. Tanımlayıcı profil testi için iki yollu varyans analizi tabloları^{1,2} (Devam ediyor)

Kayganlık	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	1343.23	167.90	61.27	0.00
	İşlem	4	13.82	3.45	1.26	0.29
	Hata	167	457.65	2.74	-	-
	Toplam	179	1814.70	-	-	-
Yağlılık	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	566.54	70.82	29.18	0.00
	İşlem	4	9.15	2.29	0.94	0.44
	Hata	167	405.35	2.43	-	-
	Toplam	179	981.04	-	-	-
Tatlılık	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	230.28	28.79	14.21	0.00
	İşlem	4	38.50	9.63	4.75	0.00
	Hata	167	338.32	2.03	-	-
	Toplam	179	607.10	-	-	-
Asitlik	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	259.54	32.44	16.82	-
	İşlem	4	2.30	0.58	0.30	0.88
	Hata	167	322.04	1.93	-	-
	Toplam	179	583.89	-	-	-
Burukluk	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	271.42	33.93	28.38	-
	İşlem	4	2.38	0.60	0.50	0.74
	Hata	167	199.62	1.20	-	-
	Toplam	179	473.42	-	-	-
Yoğurt lezzeti	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	508.83	63.60	30.60	-
	İşlem	4	8.30	2.07	1.00	0.41
	Hata	167	347.09	2.08	-	-
	Toplam	179	864.22	-	-	-
Vanilya lezzeti	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	569.65	71.21	25.91	-
	İşlem	4	4.44	1.11	0.40	0.81
	Hata	167	458.92	2.75	-	-
	Toplam	179	1033.02	-	-	-
Olumsuz kalıntı tat	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	148.76	18.60	13.58	-
	İşlem	4	6.89	1.72	1.26	0.29
	Hata	167	228.62	1.37	-	-
	Toplam	179	384.26	-	-	-

Tablo A.12. Tanımlayıcı profil testi için iki yollu varyans analizi tabloları^{1,2} (Devam ediyor)

Erime direnci	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	673.87	84.23	17.96	-
	İşlem	4	23.07	5.77	1.23	0.30
	Hata	167	783.36	4.69	-	-
	Toplam	179	1480.30	-	-	-
Köpüklü erime	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	20.52	2.56	3.26	-
	İşlem	4	10.21	2.55	3.24	0.01
	Hata	167	131.56	0.79	-	-
	Toplam	179	162.28	-	-	-
Pıhtılı tanecikli erime	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	406.08	50.76	5.32	-
	İşlem	4	90.82	22.71	2.38	0.05
	Hata	167	1593.63	9.54	-	-
	Toplam	179	2090.53	-	-	-
Serum ayrılması	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	1064.78	133.10	11.64	-
	İşlem	4	142.12	35.53	3.11	0.02
	Hata	167	1909.03	11.43	-	-
	Toplam	179	3115.93	-	-	-
Sulu erime	VK	SD	KT	KO	Fo	P
	Blok	8	888.48	111.06	30.87	-
	İşlem	4	5.49	1.37	0.38	0.82
	Hata	167	600.81	3.60	-	-
	Toplam	179	1494.79	-	-	-

¹ Bloklar panelistleri (9 kişi); İşlemler ise formülasyonları (5 adet) ifade etmektedir (P<0.05),

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı; KO: Kareler Ortalaması

Tablo A.13. Laktik asit bakteri sayısı için bir yollu varyans analizi tablosu^{1,2}

VK	KT	SD	KO	F	P
İşlem	0.40517	4	0.1012925	3.74	0.027
Hata	0.40645	15	0.0270967	-	-
Toplam	0.81162	19	-	-	-

¹ İşlem formülasyonu (5 adet) ifade etmektedir (P<0.05),

² VK: Varyasyon Kaynağı; SD: Serbestlik Derecesi; KT: Kareler Toplamı; KO: Kareler Ortalaması

Şekil B.1. Yoğurt dondurma; Tüketici tercih ve kabul testi; Ürün tanıtımı

“YOĞURT-DONDURMA”

Tüketici Tercih ve Kabul Testi

DONDURMA

Dondurma ve dondurulmuş tatlılar günlük beslenmemizde çok önemli besinsel ve sosyal rol oynamaktadırlar. Dondurma tüm makro besinleri ve çoğu mikro besinleri içermektedir ve bir enerji kaynağıdır. Kısmen iyi-kalitede protein içeriği kısmen de kolayca emilebilen kalsiyumu açısından değerlidir. Sağlıklı ve dengeli beslenmede, günlük enerji alımına, eğlenceli ve leziz olduğu kadar yararlı bir besin kaynağı olmasıyla da katkı sağlamaktadır.



YOĞURT

Yoğurt belli mikroorganizma kültürleri kullanılarak süt asiti fermentasyonu sonucu elde edilen katı kıvamlı, hafif ekşi tada ve hoşça giden aromaya sahip bir süt mamulüdür. Kolay sindirilebilir ve yüksek biyolojik değeri olan bir gıdadır. Besinsel değeri ve ferahlatıcı tadının yanında sağlık, spor ve kilo kontrolü açısından insanların tercih ettiği bir üründür.



YOĞURT DONDURMA

Yoğurt-dondurma ise *Streptococcus thermophilus* ve/veya *Lactobacillus delbrueckii spp bulgaricus* bakteri kültürlerinin kullanılmasıyla elde edilen, fiziksel olarak dondurmaya benzeyen bir süt ürünüdür. Süt, krema, yağsız süttozu, şekerler ve stabilizörlerden oluşan karışım pastörizasyon, homojenizasyon, inokülasyon, inkübasyon ve soğutma işlemlerinden geçtikten sonra dinamik olarak dondurulmaktadır. Hacimce %70-80 oranında hava yapıya girmekte ve ürün -23°C’de depolanmaktadır.



ÇALIŞMANIN AMACI

Yoğurt dondurma, dondurmanın soğukluğunun ve ferahlatıcı etkisinin yanında yoğurdun keskin asidik tadıyla karakterize olmaktadır. Yoğurdun sağlığa olan yararlı etkileri ürünü olumlu yönde etkilemekte, stabilitesi yoğurda göre oldukça uzun olmaktadır. Çalışmanın amacı tüm bu özellikleriyle dondurmaya lezzetli bir alternatif sunabilmektedir.

İlginize teşekkür ederim

Ümran IŞIK
İ.T.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans Öğrencisi
2005

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Osmaniye’de doğdu. 1994 yılında T.E.D. Kayseri Koleji’nden mezun oldu. 1994-2000 yıllarında Ankara’da Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimini tamamladı. 2002 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya-Metalurji Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.