

LAKTOZ İNTOLERANTLAR İÇİN ENZİMATİK HİDROLİZ VE ULTRAFİLTRASYON TEKNİKLERİ İLE SÜT ÜRETİMİ

İ.Banu KARTAL*, Prof.Dr. İlbilge SALDAMLİ**

ÖZET

Bu çalışmada enzimatik hidroliz ve UF teknikleri uygulanarak ve bu tekniklerle elde edilen ürünlerin uygun karışımları hazırlanarak laktoz intoleransı olan bireylerin tüketebileceği laktozu düşürülmüş süt örnekleri üretilmiş ve A (enzimatik hidrolize edilmiş süt), B (ultrafiltre edilmiş süt), C (1:3 A-B karışımı), D (1:1 A-B karışımı), E (3:1 A-B karışımı) olarak adlandırılmıştır. Bu ürünler, referans olarak UHT içme sütü ile karşılaştırılmış, ayrıca kimyasal(kurumadde, protein, kül, Ca, Na, K) ve duyuşsal (renk, tat-koku, görünüş-kıvam) özellikleri açısından da değerlendirilmiştir.

A,D,E ve referans örneklerin kimyasal özellikleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). A,B,C,D ve E örneklerinin laktoz içerikleri sırasıyla %0.28, 2.55, 1.98, 1.42 ve 0.85 olarak saptanmıştır. Panelistlerin verdikleri puanların değerlendirilmesi, renk ve görünüş-kıvam özellikleri yönünden örnekler arasında fark olmadığını göstermiş ($p>0.05$), fakat tat-koku değerlendirme sonuçları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Panelistlerin tercihleri A, D ve E ürünleri yönünde olmuştur.

Anahtar Sözcükler: Laktoz, laktozu düşürülmüş süt, ultrafiltrasyon, β -galaktosidaz, laktoz intoleransı

ABSTRACT

Lactose Reduced Milk Production by Using Enzymatic Hydrolysis and Ultrafiltration for Lactose Intolerants

By utilising enzymatic hydrolysis and UF techniques, and preparing appropriate mixtures of the samples that had been produced through methods mentioned above, lactose reduced milk samples for the consumption of those who are lactose intolerant, have been produced; namely A (enzymatically hydrolysed milk), B (ultrafiltered milk), C (1:3 mixture of A and B, respectively), D (1:1 mixture of A and B, respectively), E (3:1 mixture of A and B, respectively). The products were compared with UHT milk as being the reference, and were evaluated from the chemical (total solid, protein, ash, Ca, Na, K) and organoleptical (colour, flavour, texture) points of view.

The difference between the chemical properties of A, D, E and the reference was considered to be negligible ($p>0.05$). The lactose contents of A, B, C, D and E were found as 0.28, 2.55, 1.98, 1.42 and 0.85 %, respectively. The evaluation of the points given by the panelists revealed no statistical difference between the samples from the colour and texture standpoints ($p>0.05$), whereas from the flavour standpoint, the differences among the evaluations were found to be statistically significant ($p<0.05$). The panelists stated their preferences as A,D and E.

Key Words: Lactose, lactose reduced milk, ultrafiltration, β -galactosidase, lactose intolerant

* Gümrük Müsteşarlığı, Gümrük Uzmanı

** H.Ü.Gıda Mühendisliği Bölümü Bcycpc /Ankara

GİRİŞ

Bilindiği gibi süt, içeriğinde yer alan yüksek kalite protein, laktoz, vitaminler ve mineral tuzları nedeniyle üstün besleyici değere sahiptir ve enerji kaynağı olarak da ideal bir besindir (1). Ancak yaklaşık dünya nüfusunun %70'i laktoz intolerant olduğundan, anılan bu grup içindeki insanlar süt ve süt ürünlerini tükettiğinde çeşitli gastrointestinal problemlerle karşılaşmaktadır (2, 3).

Laktoz, ince bağırsak kanalında laktaz enzimi tarafından glukoz ve galaktoza hidrolize edilerek emilmektedir. Organizmada varolan laktazın eksikliği halinde veya yokluğunda laktozun hidrolizi mümkün olamayacağından emilimi de gerçekleşmemektedir. Absorbe edilemeyen laktozun osmotik etkisi ve bağırsak mikroflorası tarafından fermentasyonu, bireylerde kramp, diyare, gaz oluşumu gibi sindirim bozuklukları meydana getirmektedir. Bu sorun "laktoz intoleransı", "laktoz malabsorpsiyonu" veya "laktaz eksikliği" olarak bilinmektedir (2-4).

Bu sorun nedeniyle laktoz intoleransı olan bireylere laktozu düşürülmüş süt ve süt ürünleri önerilmektedir. Sütte laktoz düzeyinin düşürülmesi için enzimatik hidroliz, ultrafiltrasyon (UF) gibi yöntemler kullanılabilir (5, 6). Birinci yöntemde, süte β -galaktosidaz (laktaz) enzimi eklenerek laktozun hidrolizasyonu sağlanmaktadır. Böylece toplam karbonhidrat ve kalori değeri değişmeyen ancak süte göre daha tatlı bir ürün elde edilmektedir. Enzimatik hidroliz tekniği, tek başına, laktozu düşürülmüş süt üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (5-7). İkinci yöntemde ise süt, UF ünitesinde işlem görmekte, küçük moleküller UF membranından geçerken, makromoleküller membran tarafından alıkonmaktadır. UF işleminde alıkonan moleküllere "konsantrat" ya da "retentat", membrandan geçen küçük moleküller ile sıvı faza da "permeat" veya "ultrafiltrat" adı verilmektedir. Sütte konsantrat kısmını protein ve yağ, permeat kısmını ise su, laktoz, suda çözünür mineral ve vitaminler oluşturmaktadır (8, 9). UF yönteminde proses sonrası konsantrasyon faktörüne göre süte su ilavesi işlemi uygulanmaktadır. UF tekniği ile

laktozu düşürülmüş sütün tadı yavanlaşmakta, ayrıca suda çözünür vitamin ve minerallerde kayıplar sözkonusu olmaktadır (5, 6).

Bu çalışmada, laktoz intoleransı olan bireyler için, laktozu düşürülmüş süt formülasyonları hazırlanmış ve düşük laktoz düzeyinin ürün kalitesi ve kabul edilebilirliği üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, enzimatik hidroliz ve ultrafiltrasyon teknikleri uygulanmış ve ayrıca bu tekniklerle elde edilen ürünlerin uygun karışımları hazırlanmıştır.

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ ve ARAÇLARI

Enzimatik hidroliz tekniği ile laktozu düşürülmüş süt üretimi

Enzimatik hidroliz denemelerinde hammadde olarak UHT süt (Pınar Süt A.Ş., İzmir) kullanılmıştır. Sütteki laktozun hidrolizasyonu için de enzim olarak maya kaynaklı β -galaktosidaz seçilmiştir. Bu amaçla, ticari β -galaktosidaz preparatı olan Lactozym 3000L (Novo A.S., Denmark) ile hidroliz çalışmaları yürütülmüştür.

Enzimatik hidroliz tekniği ile laktozu düşürülmüş süt üretimi Şekil 1'de belirtildiği gibi yapılmıştır.

Ultrafiltrasyon tekniği ile laktozu düşürülmüş süt üretimi

UF denemeleri, Pınar Süt A.Ş. (İzmir) Araştırma Geliştirme Laboratuvarı'nda yer alan UF ünitesinde (Lab-Unit 36/37, DDS, Pasilac, Denmark) gerçekleştirilmiştir. Denemelerde hammadde olarak UHT süt (Pınar Süt A.Ş., İzmir) kullanılmıştır. Bunun nedeni; üretim sürecinde mikrobiyal gelişmeyi engellemektir. UF ile laktozu düşürülmüş süt üretimi aseptik koşullarda ve Şekil 2'de belirtilen üretim akım şeması izlenerek gerçekleştirilmiştir.

UF işlemi, arzu edilen konsantrasyon faktörü (CF) değerine ulaşıncaya kadar sürdürülmüştür. CF değeri 2.2'deki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

$$CF = \frac{\text{Besleme hacmi}}{\text{Retentat hacmi}}$$

Sulandırma işlemi, CF değeri ve retentatın kuru madde içeriği dikkate alınarak yapılmıştır (12). Bu işlemde içme suyu (Su ve Şişeleme Sanayi

A.Ş., Niksar) kullanılmıştır.

Enzimatik hidroliz ve UF teknikleri kullanılarak üretilen ürünlerden uygun karışımların hazırlanması

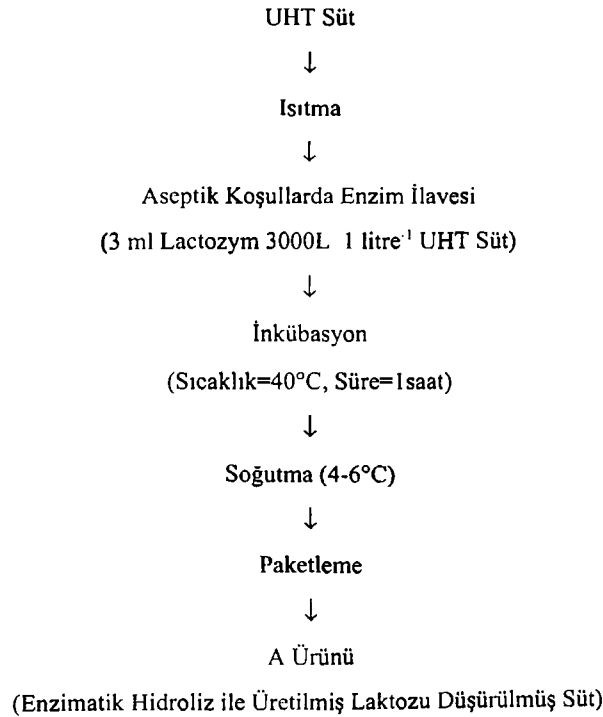
Enzimatik hidroliz (A) ve UF(B) ile üretilen laktozu düşürülmüş sütler hacimce 1:3, 1:1 ve 3:1 oranlarında karıştırılarak sırasıyla C, D ve E ürünleri elde edilmiştir. Kontrol olarak kullanılan standart bileşimdeki UHT süt örneği ise H ile gösterilmiştir.

Kimyasal ve duyuşsal analizler

A, B, C, D ve E ürünleri laktoz, glukoz, kuru madde, kül, protein, Ca, K ve Na içeriklerinin saptanması açısından analiz edilmiştir. Laktoz ve glukoz tayinleri YSI 2700 Model Biyokimya Analizörü (13, 14) ile kuru madde ve kül tayin-

leri AOAC Metot 16.032 ve 16.035'e göre yapılmıştır. Protein tayininde Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır (15). Ca, K, Na miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometresi (Shimadzu A-660) ile belirlenmiş ve örneklere yaş yakma uygulanmıştır (16).

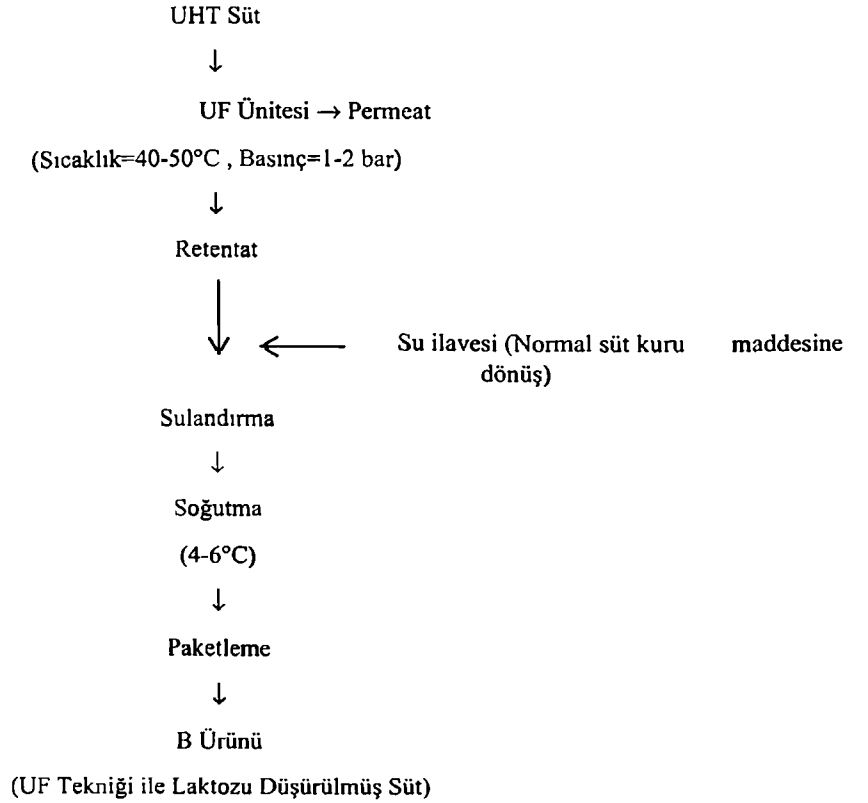
Laktozu düşürülmüş süt üretim formülasyonlarının tüketici kabul edilebilirliğini ortaya koymak üzere duyuşsal muayeneler yapılmıştır. Bu amaçla A, B, C, D ve E örneklerine iki aşamalı duyuşsal muayeneler uygulanmıştır. İlk aşamada "süte göre fark paneli" yapılmıştır (17). İkinci aşamada ise örnekler renk, tat-koku ve görünüş-kıvam özellikleri açısından değerlendirilmeye alınmıştır. Harper and Hall (18)'in sütün duyuşsal değerlendirilmesi kriterlerinden yararlanılarak bir puantaj tablosu oluşturulmuştur. Buna göre



Şekil 1. Enzimatik hidroliz tekniği ile laktozu düşürülmüş süt üretim akım şeması

Laktozun enzimatik hidroliz derecesi (%LH) 2.1'de verilen formül ile saptanmıştır (10, 11).

$$\%LH = \frac{\text{Üretilen glukozun mol sayısı}}{\text{Başlangıçtaki laktozun mol sayısı}} \times 100$$



Şekil 2: UF tekniği ile laktozu düşürülmüş süt üretim akım şeması.

değerlendirilme sırasında her bir özelliğe 1-10 arasında puanlar verilmesi yönünde hareket edilmiştir. Duyusal paneller sekiz panelist katılımı ile yapılmıştır.

İstatistiksel değerlendirme

A, B, C, D ve E ürünlerinin kimyasal analiz sonuçları varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilerek ürünler arasında fark olup olmadığı saptanmıştır. Farklı bulunan ürünlere çoklu genişlik testlerinden Duncan testi uygulanmıştır.

Ürünlerin duyusal değerlendirilmesinde Friedman testi uygulanarak renk, tat-koku ve görünüş-kıvam özellikleri açısından ürünler arasında fark olup olmadığı saptanmıştır.

Çözümlemeler SYSTAT istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Tüm sonuçlar 0.05 yanılma düzeyi esas alınarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada hem tek başına enzimatik hidroliz ile UF teknikleri uygulanarak hem de bu tekniklerle elde edilen ürünlerin uygun karışım-

ları hazırlanarak laktozu düşürülmüş süt örnekleri (A, B, C, D, E) elde edilmiştir. Ürünlerin hazırlanmasında, laktoz içeriklerinin laktoz intoleransı olan bireylerin tüketebilecekleri düzeye düşürülmesinin yanı sıra sütü duyusal ve kimyasal bileşim açısından yansıtılmaları hedeflenmiştir. Bu bağlamda ürünlerin laktoz içerikleri, kimyasal ve duyusal özellikleri saptanarak araştırma sonuçları ortaya konmuştur.

Ürünlerin laktoz içerikleri

Bilindiği gibi laktoz intoleransı semptomları, tüketim sırasında 12 g laktozun vücuda alınmasından sonra ortaya çıkmaktadır. Bu miktarın da bir bardak süt (yaklaşık 240 ml) tüketimine eşdeğer olduğu varsayılmaktadır (2). Sütün laktoz içeriği %1-2'ye düşürüldüğünde laktoz intoleransı olan bireylerin bu ürünü tüketebilecekleri önerilmektedir (7, 19). Bu bağlamda laktozu düşürülmüş süt üretiminde en önemli aşama sütteki laktoz derişiminin düşürülmesidir. Ancak ürünün laktoz içeriği düşürülürken duyusal niteliklerinin ve bileşiminin olumsuz yönde etkilen-

memesi gerekmektedir. Bu koşullar doğrultusunda ürünlerin hazırlanmaları ve laktoz içerikleri Tablo 1.,2 ve 3'te özetlenmiştir. Sütlerin laktoz içeriğinin hidrolizine ilişkin çalışmalar araştırmanın bir başka bölümünü oluşturduğundan bu makalede yalnızca yüksek hidroliz düzeyindeki üretimler ele alınmıştır.

Tablo 1. Enzimatik Hidroliz Tekniği ile Üretilen Ürün (A)

Deneme No	Laktoz(%)	Hidroliz Derecesi(%)
1	0.312	92.9
2	0.351	92.0
3	0.272	93.8
A*	0.312	92.9

* Enzimatik hidroliz tekniği ile üretilen 3 deneme örneğinin eşit hacimde karıştırılmasıyla hazırlanmıştır.

Tablo 2. UF Tekniği ile Üretilen Ürün (B)

Retentat No	Konsantrasyon Faktörü (CF)	Laktoz (%)
1	1.74	4.04
2	1.58	3.65
3	1.59	3.87
B*(Retentat karışımı+su)	-	2.55

*Retentat karışımının kuru madde miktarına göre hesaplanan "1.51" sulandırılma faktörü esas alınarak hazırlanmıştır.

Tablo 3. Ürünlerin Laktoz İçerikleri

Ürün Adı	Yöntem	Laktoz(%)
A	Enzimatik Hidroliz	0.28
B	UF	2.55
C	Karışım (1/4 A+3/4 B)	1.98
D	Karışım (2/4 A+2/4 B)	1.42
E	Karışım (3/4 A+1/4 B)	0.85
H	UHT süt	4.39

Tablo 1'de enzimatik hidroliz tekniği ile üretilen A örneğinin hazırlanmasında kullanılan hidroliz seviyeleri görülmektedir. Araştırma yöntemi ve araçları bölümünde enzimatik hidroliz tekniği ile yapılan üretim ve üretim parametreleri belirtilmiştir.

Tablo 2'de UF tekniği ile üretilen B örneğinin hazırlanması görülmektedir. Bu üretim ile ilgili akım şeması Araştırma yöntemi ve araçları bölümünde verilmiştir. UF denemelerinden elde

edilen retentat örnekleri eşit oranlarda karıştırılmıştır. Sulandırılma işlemi konsantrasyon faktörüne göre yapılmamıştır. Bunun nedeni; permeatla da bir miktar kuru madde kaybı olmaktadır. Sulandırılma işlemi, retentatın kuru maddesi ve laktoz içeriği dikkate alınarak yapılmıştır. Daha sonra laktozu düşürülmüş süt formülasyonları hazırlanmıştır. Anılan örneklerin % laktoz içerikleri Tablo 3'te verilmiştir.

Ürünlerin tek başına laktoz içeriklerine bakılarak değerlendirilmesi tam bir kriter sayılmamaktadır. Bu nedenle ürünlerin kimyasal ve duyuşsal özellikleriyle birlikte laktoz içeriklerinin bir bütün olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ürünlerin kimyasal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Kimyasal analizlerin yapılma nedeni; süte göre laktozu düşürülmüş sütlerin kimyasal içerik (laktoz dışında) yönünden önemli oranda değişime uğrayıp uğramadıklarını ortaya koymaktadır.

Kuru madde miktarı, özellikle UF tekniği ile üretilen ürün için büyük önem taşımaktadır. UF ile elde edilen üründe kuru madde miktarı, konsantrasyon faktörü ile birlikte sulandırma işleminde ilave edilecek su miktarının belirleyicisi olmaktadır (12).

UF ile laktozu düşürülmüş süt üretiminde kül ve Ca kaybının derecesi ürünün besin değerinin ortaya konmasında önemli bir faktördür (12). Özellikle Ca kaybının düzeyi üzerinde titizlikle durulmuştur. Çünkü süt ve süt ürünleri diğer özelliklerinin yanısıra, Ca kaynağı olarak da tüketimde büyük bir üstünlüğe sahiptir (4, 2). Bunun yanısıra K ve Na da sütün mineral profili içerisinde iyonik dengeyi sağlayan ve sütün kendine özgü fiziksel sabitelerini oluşturan önemli minerallerdir (20). K ve Na kayıplarının da ortaya konması bu nedenle önem taşımaktadır. Ayrıca protein konsantrasyonundaki artış da saptanarak ürünün besin değeri belirlenmek istenmiştir.

Bu aşamada farklı tekniklerle üretilen laktozu düşürülmüş süt örneklerinin (A,B,C,D,E) laktoz dışındaki kimyasal öğelerinde normal süte (UHT

Tablo 4: Farklı Tekniklerle Üretilen Laktozu Düşürülmüş Süt Örneklerinin Bazı Kimyasal Analiz Sonuçları (%)

ANALİZLER	ÜRÜNLER					
	A (Hid.)	B (UF)	C (1/4A+3/4B)	D (2/4A+2/4B)	E (3/4A+1/4B)	H ²
Kurumadde	11.87	10.49	10.84	11.18	11.53	11.71
Protein	3.12	3.049	3.40	3.31	3.21	3.31
Kül	0.676	0.531	0.576	0.604	0.638	0.671
Laktoz	0.28	2.55	1.98	1.42	0.85	4.39
Ca	0.103	0.096	0.098	0.100	0.101	0.096
Na	0.034	0.021	0.024	0.027	0.031	0.033
K	0.128	0.073	0.087	0.101	0.115	0.118
Ortalama	2.655 ^c	2.450 ^a	2.504 ^{ab}	2.554 ^{abc}	2.604 ^{bc}	2.656 ^c

¹ Analiz sonuçları 2 paralel sonucun ortalaması olarak verilmiştir.

² UHT süt olup diğer ürünlerin hammaddesi olarak kullanılmıştır.

³ İstatistiki değerlendirmede, logaritmik ortalamalar üzerinden değerlendirme yapılmasına karşın Tabloda gerçek ortalama değerleri belirtmiştir. İstatistiki değerlendirmeye laktoz sonuçları alınmadığından ortalamaya da katılmamıştır.

^{abc} Duncan Testi'ne göre aynı üst işarete sahip ortalamalar arası fark önemsiz bulunmuştur(p>0.05).

Tablo 5: Süte Göre Fark Panelinin Değerlendirme Sonuçları

	A		B		C		D		E	
	s	%	s	%	s	%	s	%	s	%
H'den iyi	5	62.5	-	-	1	12.5	1	12.5	4	50
H ile aynı	2	25	-	-	2	25	5	62.5	3	37.5
H'den kötü	1	12.5	8	100	5	62.5	2	25	1	12.5
Toplam (Panelist sayısı ve yüzdesi)	8	100	8	100	8	100	8	100	8	100

s: panelist sayısı

süt) kıyasla önemli derecede değişiklik göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu amaçla Tablo 4.'te ürünlerin laktoz dışındaki diğer analiz sonuçları istatistiki değerlendirmeye alınmıştır.

Yapılan varyans analizi (ANOVA) sonucunda ürünlerin kimyasal içerikleri arasında fark önemli bulunmuştur(p<0.05). Hangi ürünlerin farklılık yarattığı, hangi ürünlerin özdeş olduğunu belirlemek amacıyla %95'lik güven aralığında Duncan Testi uygulanmıştır. Tablo 4.'ten izlenebileceği gibi Duncan Testi sonuçlarına göre A,D ve E'nin, H(UHTsüt) ile özdeş oldukları ortaya konmuştur. Yani A (enzimatik hidroliz yöntemiyle elde edilen ürün) ve A'nın eşit ya da fazla bulunduğu karışım ürünleri (D ve E) kimyasal içerik açısından süte en yakın bulunmuştur.

Kimyasal analiz sonuçlarının değerlendirilmesine göre; UHT sütün kimyasal kompozisyonuna benzerlik gösteren A,D ve E ürünleri laktozu düşürülmüş süt olarak tercih edilme şansına

sahiptir.

Duyusal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Gıda endüstrisinin üzerinde önemle durulması gereken noktalarından bir tanesi de elde edilen ürünün duyuşsal niteliklerinin tüketiciler tarafından kabul görmesidir. Bu nedenle çalışmada üretilen laktozu düşürülmüş sütlerin duyuşsal özellikleri açısından beğenilip beğenilmeyeceği duyuşsal testler yapılarak değerlendirilmeye alınmıştır.

İlk aşamada yapılan "süte göre fark paneli"nde ürünlerin H kodu ile tanımlanan UHT süttten farklı olup olmadıkları, farklılık dereceleri ve en çok tercih edilen ürünler saptanmıştır. Sonuçlar Tablo 5. ve 6'da verilmiştir.

Tablo 5. değerlendirildiğinde, panelistlerce H'ye (UHT süt) en çok benzeyen ürün D olarak nitelendirilmiştir (% 62.5). D'nin ardından süte en çok benzeyen ürün E olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca E, panelistlerin yarısı tarafından da

Tablo 6: Panelistlerin Ürün Tercihleri

Ürün	Tercih Sayısı	Ürünler*	Tercih Sayısı
A	5	A,D	4
B	-	A,E	4
C	3	D,E	4
D	6	A,D,E	2
E	6	-	-

*En çok tercih edilen ürün grupları belirtilmiştir.

Tablo 7: Duyusal Özellikler Açısından Değerlendirme Sonuçları*

	A	B	C	D	E
Renk	8.6	8.8	9.1	8.8	9.2
Tat-koku	9.1	6.3	8.9	9.1	9.0
Görünüş-kıvam	9.3	8.1	8.8	8.6	8.8

*Sonuçlar 8 panelistin ortalama puanları alınarak verilmiştir.

"H'den iyi" bulunmuştur. A ise "H'den iyi" oyunu en çok alan ürün olmuştur (% 62.5). B, ürünü ise panelistlerin tümü tarafından reddedilmiştir. Sekiz panelistin laktosu düşürülmüş süt örneklerinden hangisi ya da hangilerini tercih ettikleri Tablo 6'da görülmektedir.

Panelistlerin tercihi genelde birden fazla ürün yönünde olmuştur. Tablo 6'dan izlendiği gibi öncelikle A,B,C,D ve E ürünlerinin kaç panelist tarafından tercih edildikleri belirtilmiş, ardından da en çok tercih edilen ürün grupları sıralanmıştır. Buna göre en çok tercih edilen ürünler D ve E olmuş; bunları A izlemiştir. Ürünlerin renk tat-koku ve görünüş-kıvam özelliklerine göre duyusal değerlendirme sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

İstatistiki değerlendirmeye göre renk sonuçları açısından ürünler arası fark önemli bulunmamış ($p>0.05$), en yüksek puanları da karışım ürünlerinden E ve C örnekleri almıştır.

Tat-koku yönünden ürünler arası fark önemli bulunurken ($p<0.05$), B diğer örneklerle kıyasla düşük puan olarak tat-koku açısından beğenilmemiştir.

Görünüş, kıvam açısından ürünler arasında fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). A, en yüksek ortalama puanı alarak görünüş-kıvam yönünden en iyi bulunan örnek olmuştur.

SONUÇ

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar; laktosu düşürülmüş süt üretimi yapmak isteyen süt işletmelerine, tek başına enzimatik hidroliz tekniğinin kullanılabilmesinin yanı sıra, hidroliz ve UF tekniklerinin de birlikte kullanılabileceğini ve sonuçta bu tekniklerle elde edilen ürünlerin farklı oranlarda karıştırılmasıyla yeni formülasyonların yapılabileceğini ve beğeni kazanabileceğini ortaya koymaktadır. Üretilen bu ürün formülasyonlarının laktöz içeriğinin de düşük olması laktöz intoleransı olan bireylerin güvenle kullanılabileceğini göstermektedir.

TEŞEKKÜR

UF çalışmalarının gerçekleştirildiği ve süt örneklerinin sağlandığı Pınar Süt A.Ş.'ye teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Schneider RE, Corona E, Rosales F, et al. Effect of temperature on the lactose hydrolytic capacity of a lactase derived from *K.lactis*. *Am J Clin Nutr* 1990;197-201.
2. Paige DM, Davis LR. Nutritional Significance of Lactose. in: Fox PF(eds). *Nutritional Aspects of Developments in Dairy Chemistry-3*, Elsevier Applied Science Publishers, London and Newyork, 1985: 111-139.
3. Savaiano DA, Levitt MD. Milk Intolerance and microbe containing dairy foods. *J.Dairy Science* 1987;70:397-406.
4. Bayhan A, Yentür G. Laktöz intoleransı. *Gıda* 1993;18:385-388.
5. Dahlqvist A, Asp NG, Burvall A, et al. Hydrolysis of lactose in milk and whey with minute amounts of lactase. *Journal of Dairy Research* 1977;44:541-548.
6. Rasic JL, Kosikowski FV, Bozic Z. Nutrient yoghurt from low lactose milk using a combined lactase-uf retentate procedure. *Milchwissenschaft* 1992;47:32-34.
7. Mahoney RR. Modification of lactose containing dairy products with -galactosidase. in: Fox PF(eds). *Developments in Dairy Chemistry-3*, Elsevier Applied Science Publishers, London and Newyork, 1985:69-106.
8. Anon. *Dairy Handbook*, Alfa-Laval Food Engineering AB, Lund, Sweden, 1987:333.
9. Premaratne RJ, Cousin MA. Composition of ultrafiltered milk. *J.Dairy Science* 1991;74:788-795.
10. Sneth H, Jelen P, Shah N. lactose hydrolysis in ultrafiltration-treated cottage cheese whey with various whey protein concentrations. *J of Food Science* 1988;53:746-748.

11. Jackson EH, Jelen P. Comparison of acid and neutral lactases for batch hydrolysis in whey. *Milchwissenschaft* 1989;44:544-546.
12. Kosikowski FV. Low lactose yogurts and milk beverages by ultrafiltration. *J.Dairy Science* 1979;62:41-46.
13. Anon. YSI Model 2700 Select Biochemistry Analyzer User's Manual, YSI Incorporated Yellow Springs, Ohio, USA., 1994.
14. Kartal İB, Saldamlı İ, Temiz A. Comparison of biochemistry analyser with teles method for the determination of lactose. *Milchwissenschaft* 1999;54:7-9.
15. Anon. Official Methods of Official of Analysis, 14th ed.,(edited by Williams S.), Assosiation of Official Anaytical Chemists, Inc., Arlington,VA, USA., 1984.
16. Anon. AA-660 Atomic Absorption / Flame Emission Spectrophotometer Instruction Manual, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan, 1990.
17. Tekinşen OC, Keleş A. Besinlerin duyuşal muayenesi, Selçuk Üniv. Veterinerlik Fak. Yayın Ünitesi, Konya, 1994:77.
18. Harper WJ, Hall CW. Dairy Technology and Engineering, The Avi Publishing Co, Inc., Wesport, Cann., 1976:581.
19. Kosikowski FV. Enzyme behaviour and utilization in dairy technology. *J.Dairy Science* 1988;71:567-568.
20. Walstra P, Jenness R. Dairy Chemistry and Physics, John Wiley and Sons Inc., NY, 1984:459.