

## YOĞURT BAKTERİLERİNİN (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*) SUCUĞUN FERMANTASYONU ÜZERİNE ETKİSİ

### THE EFFECTS OF YOGHURT BACTERIA (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*) ON THE FERMENTATION OF SOUDJOUK

Mustafa KARAKAYA, Aydın KILIÇ

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, KONYA

**ÖZET:** Bu araştırmada, *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* yoğurt kültürleri ve değişik karbonhidrat kaynakları (sakkaroz, laktoz) kullanarak, sucuğun fermantasyonu üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Olgunlaşma sürelerinin belirlenmesinde sucukların belirli su miktarına (%35) ulaşmaları kriter olarak alınmış ve bu süre içerisinde periyodik olarak laktik asit üretimi ve pH değişimi kontrol edilmiştir.

Kullanılan yoğurt kültürleri olgunlaşmanın 4. ve 7. günlerinde pH değişimi üzerine etkili olurken, *L. bulgaricus* olgunlaşmanın 7. gününde laktik asit miktarının artışına katkıda bulunmuştur. Ayrıca tüketime hazır hale gelen sucuklarda; sertlik derecesi ve kesit yüzeyi renk değerleri de tesbit edilmiştir.

**SUMMARY:** In this study the effect of various carbohydrates (saccharose, lactose) and the yoghurt cultures (*L. bulgaricus*, *S. thermophilus*) on the fermentation time of the soudjouks were investigated. In determining the fermentation period, the time required for reaching to 35 % water contents of soudjouk was accepted as a criteria. During this time the lactic acid production and the changes in the pH values were periodically determined.

While the yoghurt culture used affect the pH of the soudjouk samples on 4th and 7th days of the maturation, *L. bulgaricus* supplementation increased the lactic acid level. The hardness and colour values of the soudjouk samples ready to eat, were also determined.

## GİRİŞ

İnsan beslenmesi için hayvansal ürünler içerdikleri besin öğeleri ve bu öğelerin besin değerlerinin yüksek olması sebebiyle oldukça büyük öneme sahiptirler. Günümüzde ülkelerin gelişmişlik düzeyi; et, süt, yumurta gibi hayvansal gıdaların tüketimi ve kişi başına düşen miktarlarıyla ölçülmektedir.

Yarı kuru fermente bir et ürünü olan sucuk ülkemizin hemen hemen her yöresinde en fazla üretilen ve halkımız tarafından da sevilerek tüketilen bir üründür. Sucuk üretiminin toplumun hemen her kesimi tarafından yapılabilmesi, aynı zamanda çok değişik tat, kalite ve özelliklerde ürünün üretilmesine sebep olmaktadır. Bu durumun sonucunda henüz tam olgunlaşmamış pH'sı yeterince düşmemiş ve yine yeterince laktik asit oluşmamış ürünlerin üretilmesine sebep olmaktadır. Aynı zamanda kaliteli sucuk üretimi için starter kültür kullanımının yaygınlaşmaması da bir diğer problemi oluşturmaktadır.

Sucuklarda fermantasyon olayının temelini mikroorganizma faaliyetleri oluşturur. Sucuk fermantasyonunda görev alan bakterilerin başında laktik asit bakterileri gelir. Bu bakteriler sucuk karışımında bulunan karbonhidratları, yağları, azotlu bileşikleri parçalayarak sucuğun kendine özgü renk, tat, koku, kıvam ve yapıyı kazanmasını sağlayarak yeni bir ürün meydana getirirler (CORETTI, 1977; DIEBEL ve ARK., 1961). Standart kalitede fermente et ürünü üretebilmek amacıyla günümüzde starter kültürler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu konuda ilk girişim (JENSEN, 1935) laktik asit bakterileri kullanılarak yapılan çalışmalarla başlatılmıştır. *L. plantarum*, *L. brevis* ve *L. fermenti* gibi laktik asit bakterileri kullanılarak yapılan bir çalışmada bu bakterilerin fermente et ürünlerinin üretiminde kullanılabileceği belirtilmiştir (ANDERSEN ve TENCATE, 1965; APAYDIN, 1987).

Laktik asit bakterileri, hayvanın kesiminden etin kıyma haline getirilinceye kadar her aşamada doğal olarak ete bulaşabileceği gibi kullanılan alet ve ekipmandan da ete geçebilir. Ülkemizde üretilen sucuklarda herhangi bir starter kültür ilavesi söz konusu olmadığından, üretilen sucukların fermantasyonu çoğu zaman doğal kontaminasyonla ete bulaşan mikroorganizmalardan meydana gelmektedir (GÖKALP, 1982). Bu durum tüketicinin standart tat, lezzet ve kalitede ürünü tüketmemesine sebep olmaktadır.

Sucuk ve benzeri fermente et ürünlerin üretiminde standart kalitede ürün üretebilmek amacıyla, fermantasyonda rol oynayan mikroorganizmaların ihtiyacı olan enerjiyi sağlamak üzere farklı karbonhidrat kaynakları kullanılmakta olup, bunlar arasında sakkaroz, glikoz, laktoz gibi şekerler yer almaktadır (KOMARİK ve ARK., 1974; KRAMLICH ve ARK., 1973). Fermente et ürünlerinde, nişasta gibi

polisakaritlere oranla düşük molekül ağırlıklı şekerlerin kullanılması durumunda laktik asit fermentasyonunun daha erken başladığı ve daha fazla laktik asit oluştuğu tesbit edilmiştir (CORETTI ve TANDLER, 1965; PYRCZ ve PEZACKI, 1974; TANDLER, 1963; URBANIAK ve PEZACKI, 1975). Laktik asit fermentasyonuna uğramış bir süt ürünü olan yoğurdun fermentasyonunda faaliyet gösteren bakteriler *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'dur (KURT, 1981).

Bu çalışmada yoğurt üretiminde kullanılan bakterilerin, fermente bir et ürünü olan sucuktaki pH değişimi ve laktik asit miktarı üzerine etkisi araştırılmıştır.

#### MATERYAL VE METOT

Sucuk yapımında kullanılan sığır eti ve kuyruk yağı Et ve Balık Kurumu (EBK) Konya tesislerinden, baharatlar ise piyasadan temin edilmiştir. Et ve yağ kuşbaşı iriliğinde doğrap, % 2 tuz, % 0,6 kırmızı biber, % 0,6 kimyon, % 0,5 karabiber, % 0,03 sodyum nitrat ve % 1,2 sarımsak ilave edilip harmanlandıktan sonra 3 mm çaplı aynadan çekilerek tekrar karıştırılmıştır. Deneme 4x2 faktöryel plana göre kurulmuştur. Elde edilen karışım dört gruba bölünüp, I. kontrol grubuna karşılık, II. gruba *L. bulgaricus*, III. gruba *S. thermophilus*, IV. gruba *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* (1:1) kültürleri ilave edilmiştir. Elde edilen her bir grup tekrar kendi içinde iki eşit kısma bölünmüş ve bunlardan birine % 0,5 düzeyinde sakkaroz, diğerine ise % 0,5 düzeyinde laktoz ilave edilmiştir. Yoğurt kültürlerinin ilavesi et ağırlığı esasına göre *L. bulgaricus* için  $3.2 \times 10^4$  hücre/g et, *S. thermophilus* için  $8 \times 10^3$  hücre/g et olacak şekilde yapılmıştır.

Böylece toplam 8 farklı sucuk karışımı elde edilmiştir. Elde edilen sucuk karışımlarının her biri ayrı ayrı tekrar iyice karıştırıldıktan sonra buzdolabında +4°C'de 12 saat bekletilmiştir. Bilahare her bir grup suni kılıflara doldurulmuş ve 20-22°C sıcaklıkta hava sirkülasyonlu kabinlerde olgunlaşmaya terk edilmiştir. Olgunlaşmada kriter olarak sucukların % 35 su düzeyi esas alınmış (ANONYMOUS, 1972; GÖKALP, 1982; KARAKAYA, 1987) bu süre zarfında 24 saatte bir her bir sucuk grubundan ayrı ayrı örnek alınarak pH değeri (GÖKALP ve ARK., 1978) ve laktik asit miktarı (KELLER ve ARK., 1974) ve tüketime hazır hale gelen sucuklarda kesit yüzeyi rengi (KÜPPERS, 1987) ile penetrometre değerleri (ANONYMOUS, 1975) tesbit edilmiştir. Sucuk yapımında kullanılan et materyalinde su (ANONYMOUS, 1974), protein (ANONYMOUS, 1992) ve yağ tayini (OCKERMAN, 1976) belirlenmiştir.

Tüm analizler iki ayrı sucukta ikiye paralel halinde yapılmış ve sonuçlar bunların ortalaması olarak verilmiştir. Elde edilen veriler tesadüf parselleri deneme planına göre varyans analizine ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine tabi tutularak değerlendirilmiştir (DÜZGÜNEŞ ve ARK., 1983).

#### ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

**Analitik Bulgular:** Araştırmada kullanılan et örneğinde % 62,02 su, % 37,98 kurumadde tesbit edilmiş olup, kurumaddenin % 18,91'ini protein, % 16,89'unu yağ oluşturmaktadır. Kullanılan etin pH'sı 6,63, laktik asit miktarı ise % 0,28 olarak belirlenmiştir.

**Araştırma Bulguları:** Olgunlaşma süresince sucuk örneklerinde ölçülen pH değerleri Çizelge 1'de, laktik asit miktarları ise Çizelge 2'de verilmiştir. Bulgulara ait istatistiki analizlerin sonuçları Çizelge 3 ve 4'de özetlenmiştir. Çizelge 1 ve 2'den de görüldüğü üzere tüm gruplardaki sucuklar 10. günde tüketime hazır (su miktarı % 35) hale gelmişlerdir.

Çizelge 1. Şeker Katkısı İle Yoğurt Kültürü Kullanılarak Üretilen Sucuklarda pH Değerleri

MUAMELE		OLGUNLAŞMA SÜRESİ (GÜN)									
Kültür	Şeker	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	Sakkaroz	6,28	5,54	5,46	5,42	5,42	5,40	5,37	5,34	5,30	5,30
	Laktoz	6,34	5,99	5,67	5,63	5,55	5,55	5,52	5,48	5,47	5,41
<i>L. bulgaricus</i>	Sakkaroz	6,06	5,97	5,60	5,56	5,51	5,45	5,43	5,34	5,29	5,28
	Laktoz	6,09	5,86	5,72	5,59	5,58	5,45	5,45	5,35	5,31	5,28
<i>S. thermophilus</i>	Sakkaroz	6,14	5,70	5,49	5,47	5,40	5,38	5,35	5,28	5,20	5,19
	Laktoz	6,13	6,09	5,51	5,44	5,43	5,40	5,37	5,35	5,34	5,30
<i>L. bulgaricus</i> + <i>S. thermophilus</i>	Sakkaroz	6,19	5,53	5,52	5,47	5,41	5,39	5,37	5,27	5,16	5,09
	Laktoz	6,22	5,56	5,49	5,38	5,30	5,28	5,21	5,19	5,10	5,06

Çizelge 2. Şeker Katkısı İle Yoğurt Kültürü Kullanılarak Üretilen Sucuklarda Oluşan Laktik Asit Miktarları (%)

MUAMELE		OLGUNLAŞMA SÜRESİ (GÜN)									
Kültür	Şeker	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	Sakkaroz	0,31	0,51	0,54	0,62	0,62	0,63	0,66	0,71	0,80	0,96
	Laktoz	0,32	0,47	0,57	0,63	0,68	0,74	0,74	0,75	0,84	0,86
<i>L.bulgaricus</i>	Sakkaroz	0,37	0,46	0,59	0,62	0,67	0,72	0,79	0,84	0,92	0,96
	Laktoz	0,35	0,48	0,57	0,60	0,77	0,77	0,77	0,80	0,81	0,81
<i>S. thermophilus</i>	Sakkaroz	0,43	0,51	0,52	0,53	0,66	0,68	0,78	0,80	0,81	0,87
	Laktoz	0,34	0,54	0,57	0,62	0,63	0,67	0,72	0,78	0,80	0,82
<i>L. bulgaricus</i> + <i>S. thermophilus</i>	Sakkaroz	0,31	0,49	0,57	0,64	0,65	0,69	0,72	0,87	0,92	1,02
	Laktoz	0,37	0,52	0,59	0,63	0,66	0,67	0,71	0,77	0,80	0,85

Çizelge 3. Şeker Katkısı İle Yoğurt Kültürü Kullanılarak Üretilen Sucukların pH Değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçlarının "F" Değerleri.

Varyasyon Kaynakları	SD	1. Gün	2. Gün	3. Gün	4. Gün	5. Gün	6. Gün	7. Gün	8. Gün	9. Gün	10. Gün
Şeker Katkısı	1	0,2205	8,8322**	4,7230	2,3470	1,2585	0,1526	0,1023	2,1818	4,5762	4,5471
Kültür Kullanımı	3	3,0514	7,3806**	3,9640	12,9140**	10,1558**	6,1221**	6,8870**	13,7090**	26,0282**	36,1132**
Şeker KxKültür K.	3	0,0735	4,8193	2,0840	11,4960**	3,9049	4,1793	5,5148**	5,2727	4,7288	3,3836
Hata	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(\*\*)P&lt;0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 4. Şeker Katkısı İle Yoğurt Kültürü Kullanılarak Üretilen Sucukların Laktik Asit Miktarlarına Ait Varyans Analizi Sonuçlarının "F" Değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	1. Gün	2. Gün	3. Gün	4. Gün	5. Gün	6. Gün	7. Gün	8. Gün	9. Gün	10. Gün
Şeker Katkısı	1	0,3773	0,2849	0,9467	0,0102	1,0414	1,5913	0,1567	0,7549	3,1152	55,3039**
Kültür Kullanımı	3	3,1792	1,1787	0,5443	0,3282	0,8571	1,9038	8,7899**	1,3255	1,1028	5,6568**
Şeker KxKültür K.	3	3,2547	0,6536	0,6035	0,2769	0,7004	1,7980	6,3479**	0,5974	2,0623	2,9117
Hata	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(\*\*)P&lt;0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 3'de görüldüğü gibi 4. ve 7. günlerdeki pH değerlerine ait varyans analizleri sonucunda şeker katkısı ve yoğurt kültürü kullanıp, kullanmama önemli etkide bulunmuştur (P<0,01). Olgunlaşmanın 4. ve 7. günlerinde pH düşüşü karbonhidrat kaynaklarına bağlı olmayan yoğurt kültürü kullanıp kullanmama durumuna göre değişiklik göstermektedir. 4. ve 7. günlere ait Duncan testi analiz sonuçlarında (Çizelge 5) görüleceği gibi 4. ve 7. gün sonunda en fazla pH düşüşü *S. thermophilus* + *L. bulgaricus* kombinasyonunun kullanıldığı sucuklarda meydana gelirken, bunu *S. thermophilus*'un tek başına kullanıldığı sucuklar izlemiştir. Bu durum kontrol grubu sucuklarla mukayese edildiğinde, her iki kültürün birlikte kullanılması halinde olgunlaşmanın 4. ve 7. günlerinde pH'ı daha fazla düşürdüğünü göstermiştir.

Çizelge 4'den de görüleceği gibi 7. günde sucuk örnekleri arasında laktik asit miktarındaki artış, karbonhidrat kaynaklarına bağlı olmayan yoğurt kültürü kullanıp kullanmama durumuna göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,01). 7. günde laktik asit miktarlarına ilişkin Duncan testi analiz sonuçları Çizelge 5'de verilmiş olup, 7. gün sonunda en fazla laktik asit oluşumu *L. bulgaricus* ilave edilen sucuklarda meydana gelirken, kontrol grubu sucuklardaki laktik asit oluşumu en düşük seviyede kalmıştır.

Tüketime hazır hale gelen sucuklarda Sur-penetrometre PNR 6 aleti ile 100 g penetrasyon ağırlığının 5 sn süreyle örnek üzerine serbest daldırılması sonucu penetrometre iğnesinin örnek üzerinde

daldığı uzunluk göstergeden okunmuş, sonuçlar penetrometre ünitesi (0,1 mm) olarak Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5. 4. ve 7. Güne Ait pH ve 7. Güne Ait Laktik Asit Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları\*

Kültür Kullanımı	n	pH 4. Gün	pH 7. Gün	Laktik Asit 7. Gün
Kontrol	5	5,523b	5,443a	0,702c
<i>L. bulgaricus</i>	5	5,575a	5,435a	0,785a
<i>S. thermophilus</i>	5	5,455c	5,355b	0,752b
<i>L. bulgaricus</i> + <i>S. thermophilus</i>	5	5,425c	5,290c	0,715c

(\*): Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Çizelge 6. Tüketime Hazır Hale Gelen Sucuklarda Penetrometre Değerleri

MUAMELE		I	II	Ortalama
Kültür Kullanımı	Şeker Katkısı			
Kontrol	Sakkaroz	146	140	143
	Laktoz	157	169	163
<i>L. bulgaricus</i>	Sakkaroz	171	173	172
	Laktoz	152	160	156
<i>S. thermophilus</i>	Sakkaroz	163	161	162
	Laktoz	135	137	136
<i>L. bulgaricus</i> + <i>S. thermophilus</i>	Sakkaroz	154	158	156
	Laktoz	117	119	118

Kontrol grubu sucuklar hariç, yoğurt kültürü ile birlikte sakkaroz ilave edilmiş sucuklar daha yüksek penetrometre değeri göstermiş, laktoz ilave edilen sucuklara göre daha yumuşak olmuştur.

Olgunlaşmasını tamamlamış her bir farklı gruptaki sucukların kesit yüzeyi renk değeri Farbenatlas'a göre belirlenip, sonuçlar Çizelge 7'de verilmiştir. Tesbit edilen renk ve birimlerin değerlendirilmesi sonucunda, tüm gruplardaki sucukların kesit yüzeyi renk değerleri genel olarak birbirine çok yakın bulunmuştur.

Çizelge 7. Tüketime Hazır Hale Gelen Sucukların Renk Değerleri

MUAMELE		RENK KODU	
Kültür Kullanımı	Şeker Katkısı	Portakal (26-99)	Eflatun (26-99)
Kontrol	Sakkaroz	50	41
	Laktoz	50	33
<i>L. bulgaricus</i>	Sakkaroz	60	26
	Laktoz	60	33
<i>S. thermophilus</i>	Sakkaroz	50	26
	Laktoz	50	33
<i>L. bulgaricus</i> + <i>S. thermophilus</i>	Sakkaroz	50	26
	Laktoz	60	33

Sonuç olarak, sucuk üretiminde yoğurt kültürü kullanımı olgunlaşmanın ilk günlerinde gerek pH ve gerekse laktik asit miktarı üzerine etkili olmazken, olgunlaşmanın ilerlemesine bağlı olarak özellikle 7. günde *L. bulgaricus* ilavesi laktik asit miktarının artışı üzerine etkili olmuştur ( $P < 0,01$ ). Aynı zamanda olgunlaşmanın yine 7. gününde *L. bulgaricus* + *S. thermophilus* kombinasyonu pH düşüşü üzerine etkide bulunmuştur ( $P < 0,01$ ).

## KAYNAKLAR

- ANDERSEN, G. ve L. TEN CATE, 1965. Addition of Sugar and Drop in pH Value, During Manufacture of Salami-Type Sausages. *Fleischwirt.* 45:606.
- ANONYMOUS, 1972. Türk Sucukları. TS. 1070. Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112 Bakanlıklar, Ankara.
- ANONYMOUS, 1974. Et ve Mamülleri Rutubet Miktarı Tayini. TS. 1743. Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112 Bakanlıklar, Ankara.
- ANONYMOUS, 1975. Standart method of test for needle penetration. Am. Nat. Stand. Inst. Technical Association of Pulp and Paper Industry Suggeste 1 Method T. 639 ts. 65:370.
- ANONYMOUS, 1992. Approved Methods. American Association of Cereal Chemists, AACC. Standart No. 66-70.
- APAYDIN, Z. 1987. Fermente sucuklarda starter kültür kullanımı. *Gıda* 12:363.
- CORETTI, K. ve K. TANDLER, 1965. Effect of sugar addition on the quality of dry sausages. *Fleischwirt.* 45:1058.
- CORETTI, K. 1977. Starter kulturen in der Fleischwirtschaft. *Fleischwirt.* 57:386.
- DIEBEL, R.H., C.F. Jr. NIVEN, G.D. VILSON, 1961. Microbiology of Meat Curing 3. Some microbiological and related technological aspects in the manufacture of fermented sausages. *Appl. Microbiol.* 2:156.
- DÜZGÜNEŞ, O., T. KESİCİ ve F. GÜRBÜZ, 1983. İstatistik Metodları. Ankara Üniv. Matb. Ankara.
- GÖKALP, H.Y., H.W. OCKERMAN, R.F. PLIMPTON, N.A. PARRET ve V.R. CAHILL, 1978. Effect of different packaging methods on objective quality characteristics of frozen and stored cow beef. *J. Food Sci.* 43:297.
- GÖKALP, H.Y. 1982. Değişik Olgunlaşma Sıcaklıklarında Farklı Starter Kültürleri Uygulayarak Türk Tipi Sucuk Üretimi. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Süt ve Gıda Tekn. Böl. (Doçentlik Tezi) 178 s.
- JENSEN, L.B. 1935. Meat Treating Methods. U.S. Patent. 2. 200:146.
- KARAKAYA, M. 1987. Sucuk Üretiminde Farklı Karbonhidrat Kaynaklarının Kullanılma Olanakları Üzerinde Araştırmalar. A. Üniv. Gıda Bil. ve Tek. ABD. 51 s.
- KELLER, J.E., G.C. SKELLEY ve C.J. ACTON, 1974. Effect of meat particle size and casing diameter on summer sausage properties during drying. *J. Milk Food Technol.*, 37:101.
- KOMARIK, S.L., D.K. TRESSLER ve L. LONG, 1974. Dry and semidry sausages in "Food Products Formulatory, Meats, Polutry, Fish, Shellfish" Avi. Publ. Co. 1:33. Westport Conn.
- KRAMLICH, W.E., A.M. PEARSON ve F.W. TAUBER, 1973. Sausages Formulations. In "Processed Meats" 190 p. Avi. Publ. Co. Westport Conn.
- KURT, A. 1981. Süt Teknolojisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:257 Erzurum.
- KÜPPERS, H. 1987. Der Grobe Küppers-Ferbenatlas. Verlag Georg. D.W. Collwey GmbH, München.
- OCKERMAN, H.W. 1976. "Quality Control of Post-Mortem Muscle Tissue". Vol. 1 Ed. The Ohio State Univ. Columbus, OH., USA.
- PYRCZ, J., W. PEZACKI, 1974. Technological Control of Dry Sausage Ripening 3. The effect of different kinds of carbohydrates on the dynamics of process in a collection of acid fermentation products.
- TANDLER, K. 1963. The use of sugar substances in the manufacture of salami type sausages. *Fleischwirt.* 43:804.
- URBANIAK, L., W. PEZACKI, 1975. The lactic acid forming microflora of dry sausage and the technologically determined changes it undergoes. *Fleischwirt.* 55:229.