

Laktuloz İlave Edilerek Üretilen Sucukların Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Determining of Some Quality Properties of Sucuks Produced by Lactulose Addition

Harun URAN^{1*}, Hatice ŞANLIDERE ALOĞLU¹, Bayram ÇETİN¹**Özet**


Laktuloz, probiyotik bakterilerin gelişimini teşvik eden prebiyotik özelliğe sahip bir disakkarittir. Gıda endüstrisinde kullanımı giderek artmakta olup, özellikle probiyotik gıdalarda kullanımı üzerinde durulmaktadır. Probiyotik et ürünleri, nispeten yeni ve et endüstrisinin çok iyi tanınmamış bir alanıdır. Ülkemizde bu türde üretilen ürünlerin başında fermente sucuk gelmektedir. Prebiyotik özelliğe sahip laktulozun, ülkemizde çok eski yıllardan beri üretilen ve sevilerek tüketilen fermente sucukların kalite özelliklerini olumlu yönde etkileyebileceğinden hareketle planlanan bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (%0.5, %1 ve %2) laktuloz ilavesiyle hazırlanan sucuklar, fermantasyon sürecinden sonra çeşitli özellikleri bakımından incelenmiştir. Elde edilen verilere göre laktuloz ilavesi sucukların kurumadde, kül ve pH değerlerinde farklılık oluşturmamış ($p>0.05$), bununla birlikte %2 laktuloz katkılı sucuklar laktuloz ilave edilen diğer gruplar ve edilmeyen kontrol grubuna göre su aktivitesi açısından önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Laktuloz katkısı ürünlerin L* değerini (parlaklık) arttırmış, b* değerini (sarılık) azaltmış, ancak istatistiksel olarak fark oluşturmamıştır ($p>0.05$). Örneklerin a* değeri (kırmızılık) de laktuloz ilavesiyle düşüş göstermiş ve bu durum kontrol grubu örneklerine göre önemli düzeyde farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Laktuloz katkısı sucukların tekstürel (sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve bağlılık) ve duyu özelliklerinde farklılık yaratmamış, duyu değerlendirmeyi yapan panel en çok %2 laktuloz katkılı sucukları beğendiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre fermantasyon süreci sonunda örneklerde *Enterobacteriaceae*, Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) ve maya-küf sayıları açısından fark belirlenmemiş, ancak Laktik Asit Bakterileri (LAB) sayısının laktuloz ilave edilen örneklerde kontrol örneklerine göre yüksek olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Sucuk örneklerinden taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile görüntü de alınmış ve %2 laktuloz ilave edilmiş sucuk örneklerinde basil yapıdaki bakterilerin yoğun olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: : Laktuloz, Prebiyotik, Sucuk, Fiziksel kalite, Laktik asit bakterileri

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Harun URAN. Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Kırklareli, Türkiye.

E-mail: harunuran@klu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-3161-6698

¹ Hatice ŞANLIDERE ALOĞLU. Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Kırklareli, Türkiye. E-mail: haticealoglu@klu.edu.tr

 OrcID: 0000-0001-6004-0694

¹ Bayram ÇETİN. Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Kırklareli, Türkiye, E-mail: bayram.cetin@klu.edu.tr  OrcID: 0000-0003-1321-7746

Atıf/Citation: Uran, H., Şanlıdere Aloğlu, H., Çetin, B. Laktuloz İlave Edilerek Üretilen Sucukların Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 58-70.

*Bu çalışmanın özeti 8. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu'nda sunulmuştur.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

Lactulose is a disaccharide with a prebiotic property that promotes the development of probiotic bacteria. It is increasingly used in the food industry, especially in the use of probiotic foods. Probiotic meat products are relatively new and not well known area of the meat industry. In the study, which is planned based on the possibility that lactulose can influence the quality properties of sucuks positively, sucuks prepared with the addition of lactulose at different concentrations (0.5%, 1% and 2%) were examined according to their various properties following the fermentation process. According to the results, the addition of lactulose did not cause any difference in the dry matter, ash and pH values of the sucuks ($p>0.05$), however, the water activity of the sucuks containing 2% lactulose were found significantly lower when compared to the other groups ($p<0.05$). The addition of lactulose increased the L* value (brightness) of the products, and decreased the b* value (yellowness), but did not cause any statistical difference ($p>0.05$). Lactulose supplementation did not cause any difference in the textural properties of samples, on the other hand sucuks with 2% lactulose were the most favored group for sensory evaluation. In addition, according to the results of microbiological analysis, there was no difference in the number of *Enterobacteriaceae*, Total Aerobic Mesophilic Bacteria (TAMB) and yeast-mold in the samples at the end of the fermentation process. However, the count of Lactic Acid Bacteria (LAB) was found to higher ($p<0.05$) in the samples with lactulose added compared to the control samples. In the SEM images of the samples, bacil bacteria were observed very dense in the 2% lactulose added sucuks.

Keywords: Lactulose, Prebiotic, Sucuk, Physical quality, Lactic acid bacteria

1. Giriş

Prebiyotik ifadesi “kolon bakterilerinden birinin veya az bir kısmının çoğalmasını ve/veya aktivitesini etkileyip yararlı bir etki oluşturan, sindirilemeyen gıda katkı maddesi” şeklinde tanımlanmaktadır (Gibson ve Roberfroid, 1995). Pek çok faydalarının olduğu bilinen bu maddelerin üzerinde en çok durulanları oligofruktoz, neşeker, inülin gibi fruktooligosakkaritler (FOS) ve laktuloz, laktitol gibi galaktooligosakkaritlerdir (GOS) (Gülmez ve Güven, 2002).

Prebiyotikler içerisinde yer alan laktulozun, ilk kez 1930 yılında Montgomery ve Hudson tarafından elde edildiği bildirilmektedir. Doğada doğal olarak mevcut olmayıp, süt ürünlerinin ısıtılmasıyla laktulozun izomerizasyonu sonucu oluşmakta ve UHT sütte % 0.5 oranında bulunmaktadır (Montila ve ark., 2005). Laktuloz, yarı sentetik bir disakkarit türevi olup galaktozun fruktoza $\beta(1-4)$ glikozidik bağ ile bağlanması sonucu oluşur. İnce bağırsak kanalında değişikliğe uğramadan kalın bağırsağa geçerek öncelikle Bifidobakterler gibi metabolizma için çok faydalı olan probiyotik bakteriler tarafından değerlendirilmekte ve bu bakterilerin gelişimini desteklemektedir. Hastalık yapıcı bakterilere karşı probiyotik bakterilerin etkisinin laktuloz katkısı ile önemli düzeyde desteklendiği belirtilmektedir. Bu nedenle fonksiyonel değeri yüksek bir prebiyotik olarak kabul edilmektedir. (Akalin, 2002; Kavas ve Kavas, 2011).

Fonksiyonel özelliği yanında teknolojik olarak da önem arz eden ve endüstriyel olarak da çeşitli proseslerde değerlendirilen bir katkıdır. Laktulozun gıda sanayiinde özellikle fırıncılık ve süt ürünleriyle, çeşitli içeceklerde ve bazı özel gıdaların üretiminde kullanıldığı belirtilmektedir (Alpkent ve Göncü, 2005).

Laktulozun başta yoğurt ve peynir olmak üzere özellikle süt ürünlerinde kullanımı üzerine pek çok araştırma bulunmaktadır. Buna karşın bu katkı maddesinin et ürünlerinde kullanımı üzerine çok az çalışma bulunmaktadır. Son yıllarda fermente ürünlerde katkı maddesi olarak laktuloz, fruktooligosakkarit, galaktooligosakkaritler gibi prebiyotik sakkaritlerin kullanımı üzerinde durulmaktadır. Bu maddelerin özellikle bifidobakterlerin gelişimini teşvik ettiği bilinmektedir (Bağdatlı ve Kundakçı, 2013).

Araştırmamızda prebiyotik özelliğe sahip bir disakkarit olan laktulozun, sucuk üretiminde kullanılması amaçlanmıştır. Fermantasyon işlemi, eti uzun süre muhafaza etmek ve yeni ürün üretmek amacıyla kullanılan oldukça eski yöntemlerdendir. Günümüzde farklı tür etlerin kullanımına olanak sağlamak, ürün çeşitliliğini artırmak ve sağlık açısından faydalı ürünler üretmek amacıyla fermantasyon işleminde mikroorganizma, et ve teknoloji birlikte kullanılmaktadır (Geçgel ve ark., 2016). Fermantasyon esnasında ürün çeşitli fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyolojik değişimler geçirmekte ve üründe istenilen tat, koku ile tekstür oluşmaktadır (Gökalp ve ark., 1998).

Sucuk, Türk Gıda Kodeksi ilgili tebliğine göre büyükbaş ve/veya küçükbaş hayvan karkas etlerinin ve yağlarının kıyılarak lezzet vericiler ile karıştırıldıktan sonra doğal veya yapay kılıflara doldurularak belirli koşullarda fermentasyon ve kurutma işlemleri uygulanarak kesit yüzeyi mozaik görünümünde olan ısı işlem uygulanmamış fermente et ürünü olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2019). Ülkemiz standart kuruluşuna (TSE) göre ise geleneksel Türk sucuğu, mevzuatına uygun kombina ve mezbahalarda kesilen kasaplık hayvanların gövde etlerinden hazırlanan sucuk hamurunun, doğal veya yapay kılıflara doldurulup, olgunlaştırma işlemine tabi tutulması ile elde edilen et ürünü olarak tanımlanmaktadır (TSE, 2002).

Fermente et ürünleri Avrupa ülkeleri başta olmak üzere dünyada yaygın bir şekilde üretilmekte ve tüketilmektedir. Türklere özgü fermente bir et ürünü olan sucuk, ülkemizde de yoğun olarak üretilmesine rağmen halen standart üretim koşulları belirli olmayan bir ürün durumundadır. Geleneksel Türk sucukları yaygın olarak küçük ve orta ölçekli işletmelerde hava akımı beraberinde, geleneksel yöntemler takip edilerek üretilmektedir. Bu ürünün çeşitleri içerisinde fermente sucukların daha fazla tercih edilmesinde ve beğenilmesinde, fermantasyonun bu ürünlerde hoş giden lezzet, aroma, renk ve yapısal nitelikler ile nispeten uzun bir raf ömrü kazandırmasının etkili olduğu belirtilmektedir (Kara ve Akkaya, 2010).

Sucuklarda arzu edilen yapı, lezzet, aroma ve renk, sucuk hamurundaki spontan mikroorganizmaların, fermantasyon esnasında enzimatik ve biyokimyasal reaksiyonları aracılığı ile şekillenmektedir. Sucuğun olgunlaşması ve buna bağlı olarak kalite niteliklerinin gelişmesini sağlayan en önemli etkenler mikrobiyel aktivitelerdir. Olgunlaşmada rol alan başlıca bakteriler laktobasiller, pediokoklar, mikrokoklar ve stafilokoklardır.

Sucuklarda arzu edilen kalite kriterlerinin oluşması, olgunlaşmada rol oynayan bu bakteri gruplarının florada bulunma düzeyleri ve oluşturdukları etkilerle yakından ilişkilidir (Gözübüyük ve Özdemir, 2005).

Sucuk üretiminde olgunlaşmayı hızlandırmak amacıyla starter kültür ilavesi yapılabildiği gibi, sucuk hamurunda bulunan doğal mikrofloranın çoğu zaman istenen neticeyi sağladığı bildirilmektedir. Bununla birlikte genellikle endüstriyel üretimde çeşitli şekerler (glukoz, sakkaroz ve bazen laktoz) sucuk hamuruna ilave edilmektedir. Fermantasyon ve olgunlaştırma aşamalarında, laktik asit bakterileri öncelikli enerji kaynakları olan glukozu, pH azalmasını sağlayan laktik aside dönüştürmektedirler. Ortamdaki bu asitleşme, düşük pH'ya az da olsa dirençli olan patojenik ve istenmeyen bakterilerin inhibisyonu açısından da önemli olup, sucuğun tipik organoleptik karakterinin gelişmesini sağlamaktadır (Bilge, 2010).

Araştırmamızda farklı konsantrasyonlarda prebiyotik bir bileşik olan laktuloz ilave edilerek üretilen sucuklar, fermantasyon sürecini takiben kalite özelliklerinin bir katkı olan laktulozun, sucuğun fermantasyon sürecine olan katkısı belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Sucuk üretimi için kullanılacak malzemeler (sığır eti, kuyruk yağı, baharatlar) Kırklareli'de faaliyet gösteren özel bir et işleme tesisinden (Dere Et ve Et Ürünleri) temin edilmiş ve üretim de aynı tesiste yapılmıştır. Öte yandan üretimde kullanılan NaNO₂ ve Na-askorbat Merck'ten (Almanya), laktuloz Sigma'dan (L7877, ABD) alınmıştır. Tüm analizler Kırklareli Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında (Kırklareli, Türkiye) yapılmıştır.

2.1. Sucuk üretimi

Sucuk üretimi için ana bileşenleri sığır eti (%80) ve kuyruk yağı (%20) oluşturmuştur. Bu ana karışımın kg'ı başına ilave edilen diğer bileşenler şunlardır: kırmızı biber (7 g), tuz (25 g), sarımsak (toz) (10 g), karabiber (5 g), kimyon (9 g), yenibahar (2.5 g), Na-askorbat (0.45 g) ve NaNO₂ (0.15 g). Üretimde öncelikle et ve dondurulmuş kuyruk yağı bir kıyma makinesinde (Arı Makine, İstanbul, Türkiye) yaklaşık 1-1.5 cm boyutlarında olacak şekilde çekilmiştir. Daha sonra tuz (NaNO₂ ilave edilip karıştırılmış şekilde), baharatlar, Na-askorbat eklenmiş ve kıyılmış et ile karıştırılmıştır. Karışım dinlendirildikten sonra (0-4°C'de 12 saat), dört gruba ayrılmış, bunlardan üçüne laktuloz eklenmiş (%0.5, 1 ve 2) ve sonuncusu ise kontrol olarak ayrılmıştır. Elde edilen sucuk hamuru el yardımıyla iyice karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Hamur tekrar ince gözenek çapına sahip aynadan geçirilerek doluma hazır hale getirilmiştir. Sucuk hamuru, önceden ıslatılmış doğal sığır bağırsaklarına doldurulup bağlanarak askıya asılmıştır. Hazırlanan sucuklar önce 3 gün boyunca 25±1°C ve %90 RH'de ve sonra da 12 gün boyunca 20±1°C'de ve %80-85 RH'de bekletilerek olgunlaştırılmıştır. Bu sürenin sonunda olgunlaşma süreci tamamlanan sucuklar analize alınmıştır. Üretim 2 tekerrürlü yapılmış ve analizler paralelli olarak yürütülmüştür.

2.2. Analizler

2.2.1. Fizikokimyasal analizler

Sucuk örneklerinin kurumadde ve kül analizleri AOAC (1990)'a göre yapılmıştır. pH ölçümlerinde, homojenize edilmiş örneklerden 10 g alınmış ve 100 ml saf su içerisinde homojenizatör kullanılarak 1 dk homojenize edildikten sonra pH-metre (WTW Inolab Level 2) probu daldırılmıştır ve değerler kaydedilmiştir (AOAC, 1984).

Su aktivitesi ölçümü, su aktivitesi tayin cihazı (Novasina LabSwift, İsviçre) kullanılarak 25°C'de gerçekleştirilmiştir (Frei ve ark., 2012).

Sucukların CIE L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarıklık) değerleri CR-400 Conica Minolta (Minolta, Osaka, Japonya) Renk Ölçüm Cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Eşit boylarda kesilen her örnekten beş ölçüm yapıldıktan sonra aritmetik ortalamaları hesaplanmıştır (Gokoglu ve ark., 2010).

Pişirme kaybı tespiti için sucuklar elektrikli ızgarada (Simbo, Türkiye) yaklaşık 180°C'de 5 dakika süre ile pişirilmiştir. Sucuklarda pişirme kaybı, pişirmeden önceki sucuk ağırlığının pişmiş sucuk ağırlığından çıkarılıp, çiğ sucuk ağırlığına bölümünün yüz ile çarpımı sonucu tespit edilmiştir (Bostan ve ark., 2001).

Sucuk örneklerinin Tekstür Profil Analizi (TPA), tekstür analiz cihazı (TA.HD Plus Stable Micro Systems Ltd., Surrey, İngiltere) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm için 36 mm çapında alüminyum silindir prob (SMS P/36, 36mmdiameter, TA.HD Plus StableMicro Systems Ltd., Surrey, İngiltere) kullanılmıştır. Ölçüm için Güç-zaman deformasyon eğrileri, 30 kg'lık yük hücresi uygulanarak elde edilmiştir. Ölçümleri yapılacak sucuk örnekleri, buzdolabında bekletilmiş ve çıkarıldıktan sonra 1 cm yüksekliğinde ve 1.5 cm kenar uzunluğunda eşit boylarda kesilerek cihaza yerleştirilmiştir. Cihazın ön test, test ve son test hızı sırasıyla 1, 5 ve 1 mm/s olarak ayarlanmıştır. Güç-uzaklık eğrileri kaydedilmiştir ve kuvvet ve maksimum kuvvet pikinin mesafesi ile eğriyi temsil eden mekanik parametreler (sertlik, çiğnenebilirlik, yapışkanlık, elastikiyet ve koheziflik) belirlenmiştir. Ölçümler her örnek için 5'er kez tekrar edilmiş ve ortalama değerler kaydedilmiştir (Dertli ve ark., 2016).

2.2.2. Mikrobiyolojik analizler

Sucukların fermantasyon sürecinin 7. ve 15. günlerinde *Enterobacteriaceae*, Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), maya-küf ve Laktik asit bakterileri (LAB) sayımı yapılmıştır. *Enterobacteriaceae* analizi Violet Red Bile Dextrose Agar (VRBDA, Oxoid, England) kullanılarak dökme plak yöntemi ile 37°C'de 24 saat inkübe edilerek yapılmıştır (TSE, 2018). TAMB sayımı için hazırlanan örnekler Plate Count Agar (PCA, Oxoid) üzerine dökme plak yöntemi ile ekilmiş ve 30°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir (TSE, 2014a) Toplam maya-küf sayımı Rose Bengal Chloramphenicol Agar (Oxoid) kullanılarak yayma plak yöntemi ile 25°C'de 5-7 gün inkübe edilerek yapılmıştır (TSE, 2014b). LAB sayımı için Man Rogosa Sharpe Agar (MRS)'a ekim yapılmış ve örnekler 37°C'de 72 saat süre ile anaerob koşullarda inkübe edilerek sayımları gerçekleştirilmiştir (Gimeno ve ark., 2001). Sayımlardan elde edilen sonuçlar log kob g⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

2.2.3. Duyusal analizler

Sucukların çeşitli duyusal özelliklerinin (Renk, koku, lezzet, doku, genel kabul) belirlenmesi amacıyla, sonuçların 10 cm uzunluğunda çizgilere yapıldığı değerlendirme skalası kullanılmıştır. Skalaya göre 0: kabul edilemez ve 10:mükemmel değerlerini temsil etmektedir. Değerlendirme sonucunda işaretlemeler cetvel yardımıyla ölçülerek kaydedilmiştir. Duyusal panel, sucuk tüketim alışkanlığı olan 10 kişilik bir panelist grubu tarafından yürütülmüştür (Bingöl ve ark., 2015).

2.2.4. Taramalı elektron mikroskopunda (SEM) görüntü alınması

Sucukların Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile mikro yapılarının incelenmesinde Yılmaz ve ark. (2015)'in belirlemiş olduğu metot kullanılmıştır. Yüksek vakum altında çalışan Fei marka (FEI, Quanta feg 250, USA) SEM ile numunelerden 10.000 büyütme gücünde görüntü alınmıştır. İkincil elektron görüntüleri 5 kV'lık hızlanan bir voltajda kazanılmıştır. Ölçüm öncesi sucukların iç kısımlarından homojen bir şekilde 1 mm kalınlığında ve 0.5 cm kenar uzunluğuna sahip boyutlarda örnek alınmış ve cihaza yerleştirilmiştir.

2.2.5. İstatistik analiz

Denemeler iki tekerrürlü ve ikişer paralelli olarak yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara SPSS (18.0; SPSS Statistics/IBM, Armonk, NY) paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan varyasyon kaynaklarından farklı etkide bulunanı belirlemek amacıyla ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır ($p < 0.05$)

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Araştırma neticesinde sucuk örneklerine ait çeşitli fizikokimyasal özellik bulguları Tablo 1'de verilmiştir. Fermantasyon süreci sonunda laktuloz ilave edilmeyen ve %0.5, %1 ve %2 laktuloz içeren sucuk örneklerinin kurumadde içerikleri sırasıyla %64.17; 63.93; 61.11; 61.72 olarak tespit edilmiştir. Ürünlerde su içeriğinin Türk Sucuğu Standardı'nda verilen sınırın (%40) altında olduğu görülmektedir (TSE, 2002). Ayrıca laktuloz ilavesi ürünlerin kurumadde içeriklerinde az da olsa azalma meydana getirmesine rağmen (Tablo 1), bu durum istatistiki olarak fark oluşturmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 1. Sucuk Örneklerinin Analiz Sonuçları I¹Table 1. Analysis Results of Sucuks I¹

Analizler	Örnek*			
	A	B	C	D
Kuru madde (%)	64.17±2.52 ^a	63.93±1.82 ^a	61.11±1.87 ^a	61.72±1.75 ^a
Kül (%)	5.82±0.43 ^a	6.07±1.07 ^a	6.65±0.42 ^a	6.71±0.27 ^a
Su Aktivitesi (a_w)	0.876±0.00 ^a	0.875±0.00 ^a	0.872±0.00 ^a	0.849±0.00 ^b
pH değeri	5.41±0.03 ^a	5.24±0.02 ^a	5.23±0.02 ^a	5.17±0.06 ^a

*A: Kontrol; B: %0.5 laktuloz ilaveli; C: %1 laktuloz ilaveli; D: %2 laktuloz ilaveli

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir. Satırda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$)

*A: No lactulose added; B: 0.5% lactulose added; C: 1% lactulose added; D: 2% lactulose added

¹Values include ± standard deviation. The averages marked with the same letters in rows are not statistically different from each other ($p>0.05$)

Prebiyotik özellikte ürün katkılı fermente sucuk üretimi üzerine çalışmaya rastlanmamış, ancak fermente sucukların değişik özellikte katkı ilavesi ve koşullarda üretimi üzerine çeşitli çalışmaların bulunduğu gözlenmiştir. Ayrıca fermente sucuk olarak satışa sunulan sucukların da kalitelerinin incelendiği araştırmalar mevcuttur. İstanbul piyasasında fermente sucuk olarak satılan sucukların kalitelerinin araştırıldığı bir çalışmada, toplam 30 adet sucuk örneğinin 6 tanesinin su içeriğinin çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde %35-40 arasında olduğu belirlenmiştir (Pehlivanoğlu ve ark., 2015). Yine başka bir çalışmada Kara ve ark. (2012) farklı oranlarda manda eti ve yağ kullanarak ürettikleri fermente sucuklarda 12. gün sonunda su içeriklerinin % 38.09 ila 40.82 arasında değiştiklerini bildirmişlerdir. Öksüztepe ve ark. (2011)'nin bildirdiği bir araştırmada ise, Elazığ'da tüketime sunulan 100 adet fermente sucuk, farklı özellikleri açısından incelenmiş ve araştırma neticesinde örneklerin nem içeriklerinin ortalama %38.75 olduğunu belirtmişlerdir. Dertli ve ark. (2016), farklı starter kültür ve fermantasyon şartları deneyerek ürettikleri fermente sucukları, fermantasyon süreci boyunca fizikokimyasal ve tekstürel özellikleri bakımından incelemişlerdir. Fermantasyonun 16. gününde oluşturdukları farklı sucuk gruplarının kurumadde içeriklerinin %51.23; %57.88 ve %63.27 düzeyinde olduğunu gözlemlemişlerdir.

Çalışmamızda kontrol grubu sucuk örneklerinin kül içeriklerinin %5.82 olduğu, laktuloz ilavesine paralel olarak kül içeriğinde de artış olduğu ve en yüksek kül içeriğinin %2 laktuloz içeren örnekler olduğu (%6.72) belirlenmiştir. Ancak kül miktarında görülen bu artış, örnekler arasında istatistiki olarak fark meydana getirmemiştir ($p>0.05$).

Fermente sucukların kalitelerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, örneklerin (100 adet) kül içeriklerinin %6.18 ile %5.39 arasında değiştiği belirlenmiştir (Öksüztepe ve ark., 2011). Sonuçlar çalışmamız ile paralellik göstermektedir.

Ürettiğimiz sucuk örneklerinin fermantasyon sonundaki pH değerleri sırasıyla 5.41; 5.24; 5.23 ve 5.17 olarak bulunmuş ve örnekler arasında istatistiki olarak fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Fermente sucuklarda pH değeri, fermantasyon süreci boyunca değişime uğrayan ve prosesin seyrini tayin eden önemli bir kriterdir. Fermantasyonun ilk aşamasında düşüş gözlenir ve sonra tekrar artışa geçer. Pehlivanoğlu ve ark. (2015) yaptıkları araştırmada fermente sucukların %26'sının pH değerinin 5.4 ile 6 arasında olduğunu, büyük çoğunluğunun ise çalışmamızdaki gibi 5 ile 5.4 arasında bir pH değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Öksüztepe ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada fermente sucukların pH değerlerinin ortalama 5.18 olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte genel olarak fermente sucuklar üzerine yapılan çalışmalarda pH değerlerinin çalışmamıza benzer olduğu bildirilmektedir (Soyer ve ark., 2005; Bozkurt ve Erkmen, 2007; Kara ve ark., 2012; Dertli ve ark., 2016).

Araştırmamızda sucuk örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerleri 0.876 (kontrol grubu) ile 0.849 (%2 laktuloz ilaveli grup) arasında belirlenmiştir. Laktuloz ilavesi sucuk örneklerinin a_w değerlerinde düşüş meydana getirmiş ve bu düşüş kontrol, %0.5 ve %1 laktuloz ilaveli gruplar arasında fark oluşturmazken, % 2 laktuloz ilaveli grup diğer gruplara göre önemli derecede ($p<0.05$) farklı bulunmuştur. Bu durum, bir disakkarit olan laktulozun suyu bağlaması ve bu sayede a_w değerini düşürmesi şeklinde açıklanabilir.

Hampikyan ve Uğur (2007), nisin ilavesinin Türk tipi fermente sucukta *L. monocytogenes* üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, farklı oranlarda nisin ilave ederek oluşturdukları sucuk örneklerinin su aktivitesi değerlerinin fermantasyonun 1. gününde 0.985 olduğunu ve 15. gün sonunda bu değer 0.93 seviyesinin altına düştüğünü bildirmişlerdir. Yine Soyer ve ark. (2005) farklı işleme koşullarının fermente sucukların özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri araştırmalarında, 10. gün sonunda sucukların su aktivitesi değerlerinin 0.90'ın altına düştüğünü bildirmişlerdir.

Sucuk örneklerinin renk değerlerine ait bulgular Tablo 2'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre laktuloz ilavesi örneklerin a* değerleri (kırmızılık) dışında renk özellikleri üzerinde farklılık oluşturmamıştır. L* değeri (parlaklık) örneklerde sırasıyla 48.71; 51.82; 50.08 ve 50.41 olarak bulunmuştur. Laktuloz ilavesi örneklerin parlaklığında artış oluştursa da bu artış istatistiki olarak farklı bulunmamıştır ($p>0.05$). Örneklerin a* değerleri incelendiğinde kontrol grubu örneklerde 17.97 değeri gözlenirken, laktuloz ilave edilen örneklerde sırasıyla 14.73; 12.92 ve 12.77 değerleri belirlenmiştir. Laktuloz ilavesi örneklerin kırmızılığını arttırmış ve bu durum kontrol grubu örneklere göre fark yaratmıştır ($p<0.05$). Diğer taraftan laktuloz içeren gruplar kendi içerisinde fark oluşturmamıştır ($p>0.05$). Örneklerin b* değerleri (sarılık) incelendiğinde, en düşük değer %1 laktuloz ilaveli grupta (6.86), en yüksek değer ise kontrol grubunda (8.20) olduğu görülmektedir. Laktuloz ilavesi örneklerin az da olsa sarılık değerlerinde artış oluşturmuş, ancak tüm gruplar istatistiki olarak farklı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 2. Sucuk Örneklerinin Analiz Sonuçları 2¹

Table 2. Analysis Results of Sucuks 2¹

Analizler	Örnek*			
	A	B	C	D
Renk				
L*	48.710±1.515 ^a	51.820±1.621 ^a	50.082±1.430 ^a	50.415±2.791 ^a
a*	17.970±0.959 ^a	14.737±0.925 ^b	12.920±1.664 ^b	12.772±1.444 ^b
b*	8.205±0.489 ^a	7.735±0.601 ^a	6.865±1.126 ^a	7.280±0.893 ^a
Pişirme Kaybı (%)	20.285±0.989 ^a	18.410±1.796 ^{ab}	16.595±2.506 ^b	15.422±2.060 ^b

*A: Kontrol; B: %0.5 laktuloz ilaveli; C: %1 laktuloz ilaveli; D: %2 laktuloz ilaveli

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir. Satırda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$)

*A: No lactulose added; B: 0.5% lactulose added; C: 1% lactulose added; D: 2% lactulose added

¹Values include ± standard deviation. The averages marked with the same letters in rows are not statistically different from each other ($p>0.05$)

Bozkurt (2007) kekik ve susam yağı kullanarak ürettiği fermente sucukların, olgunlaşmanın 15. gününde L* değerlerinin 39.28-41.14; a* değerlerinin 11.57-12.85 ve b* değerlerinin ise 11.99-12.36 arasında değiştiğini bildirmiştir. Başka bir çalışmada farklı işleme koşullarında işlenen sucukların 10. gün sonunda L* değerleri 36-45 arasında, a* değerleri 12-18 arasında ve b* değerleri de 14-20 arasında değiştiği bildirilmektedir (Üren ve Babayiğit, 1996). Siyah havuç eklenerek üretilen fermente sucukların kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada ise, örneklerin L* değerlerinin 45.72-42.40, a* değerlerinin 17.20-12.13 ve b* değerlerinin de 17.43-9.64 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Ekici ve ark., 2015).

Araştırmamızda laktuloz ilavesinin, sucukların pişirme kayıplarında azalma meydana getirdiği belirlenmiştir (Tablo 2). Kontrol grubu örneklerde pişirme kaybı %20.28 olarak bulunurken, bu değer laktuloz ilaveli gruplarda sırasıyla 18.41; 16.59 ve 15.42 olarak belirlenmiştir. Laktulozun %1 ve %2 oranında kullanıldığı sucuk örnekleri, pişirme kayıplarındaki azalma açısından kontrol grubu örneklerine göre önemli derecede farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Su aktivitesindeki azalmaya paralel olarak pişirme kayıplarında benzer durumun gözlenmesi, yani laktulozun suyu bağlayarak pişirme kayıplarında düşüş meydana getirmesi normal olarak değerlendirilebilir. Ancak ticari açıdan düşünüldüğünde, üründe pişirme kayıplarının azaltılması önemli bir kazanım olarak kabul edilebilir.

Çalışmamızda farklı konsantrasyonlarda eklenen laktulozun, fermente sucukların tekstürel özelliklerini (sertlik, çiğnenebilirlik, yapışkanlık, elastikiyet ve koheziflik) önemli düzeyde etkilemediği belirlenmiş ve tekstürel özelliklere ait değerler Tablo 3'de verilmiştir. Laktuloz konsantrasyonundaki artış örneklerin sertlik değerlerinde

artış meydana getirmiş, bu değer kontrol grubu örneklerde 22.03 N ile en düşük düzeyde bulunurken, %2 laktuloz ilaveli örneklerde 24.48 N ile en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Başka bir ifadeyle laktuloz örnekleri daha sert yapıya dönüştürmüştür ancak bu durum istatistiki olarak fark oluşturmamıştır ($p>0.05$). Bu duruma paralel olarak laktuloz ilavesi örneklerin çignenebilirliğini azaltmış, ancak benzer şekilde istatistiki fark oluşturmamıştır ($p>0.05$).

Laktuloz, sucukların yapışkanlığını farklı şekillerde etkilemekle birlikte genel olarak arttırmıştır. Ancak bütün gruplar arasında yapışkanlık değeri bakımından istatistiki açıdan bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Aynı şekilde laktuloz ilavesi örneklerin elastikiyet ve koheziflik özelliklerinde artış meydana getirmiştir. Bununla birlikte yine örnekler arasında elastikiyet ve koheziflik bakımından istatistiki fark oluşmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 3. Sucuk Örneklerinin Tekstürel Analiz Sonuçları¹

Table 3. Textural Analysis Results of Sucuks¹

Tekstürel Özellik	Örnek*			
	A	B	C	D
Sertlik (N)	22.03±3.827	23.41±2.665	24.02±3.521	24.48±2.412
Çignenebilirlik	13.69±1.792	11.92±1.467	11.62±1.630	11.26±1.548
Yapışkanlık (g.s)	-30.51±5.907	-25.39±7.275	-28.86±5.085	-29.09±7.197
Elastikiyet (mm)	0.73±0.100	0.77±0.044	0.82±0.063	0.82±0.077
Koheziflik	0.67±0.011	0.68±0.022	0.69±0.024	0.70±0.008

*A: Kontrol; B: %0.5 laktuloz ilaveli; C: %1 laktuloz ilaveli; D: %2 laktuloz ilaveli

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir.

*A: No lactulose added; B: 0.5% lactulose added; C: 1% lactulose added; D: 2% lactulose added

¹Values include ± standard deviation.

Ekici ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada fermente sucuk örneklerinin tekstürel özelliklerinde çalışmamıza benzer bulgulara rastlanmıştır. Araştırmacılar örneklerin yapışkanlıklarının -10.99 ile -86.83 g.s. arasında; elastikiyetlerinin 0.50-0.61 arasında; bağlılık değerlerinin 0.44-0.61 arasında ve sertlik değerlerinin de 463.37-798.76 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Dertli ve ark., (2016) de farklı şekillerde ürettikleri fermente sucukların tekstürel özelliklerinden sertlik değerinin 3998 ila 25,484 g arasında; yapışkanlık değerinin -155.4 ile -13.6 g.s. arasında; elastikiyet değerinin 0.499 ile 0.699 mm arasında ve bağlılık değerinin de 0.266 ile 0.517 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Çalışmamızda üretilen sucuklar, fermantasyonun 7. ve 15. günlerinde mikrobiyolojik açıdan takip edilmiş ve bulgular Tablo 4'de verilmiştir. 7. gün sonunda sucuklarda 1.63 ile 2.21 log kob g⁻¹ arasında değişen *Enterobacteriaceae* sayısı, 15. gün sonunda tüm örneklerde sıfırlanmıştır. TAMB sayıları incelendiğinde, 7. Günde 3.66-3.82 log kob g⁻¹ arasında değişen sayı, 15. günde 3.54-4.29 log kob g⁻¹ arasında seyretmiş, bu süre sonunda en yüksek sayı kontrol grubu örneklerde belirlenmiştir. Bununla birlikte örnekler arasında TAMB sayıları açısından fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Fermantasyonun 7. Gününde maya-küf sayısı en yüksek olan örneğin %0.5 laktuloz ilave edilen sucuklar (4.57 log kob g⁻¹), en düşük olan örneğin ise % 1 laktuloz ilave edilen sucuklar (3.24 log kob g⁻¹) olduğu tespit edilmiş ve istatistik olarak da fark meydana gelmiştir ($p<0.05$). 15. Gün sonunda ise maya-küf sayısı açısından en yüksek artışın %1'lik örneklerde (3.24 log kob g⁻¹'den 4.29 log kob g⁻¹'a) olduğu görülmüş, ancak örnekler arasında fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). LAB sayıları incelendiğinde, fermantasyonun başlangıcında 4.77 log kob g⁻¹ olan sayının, 7. günde önemli bir artış gösterdiği (8.15-8.91 log kob g⁻¹) belirlenmiş ancak örnekler arasında fark oluşturmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Fermantasyonun sonunda ise sucuklarda LAB sayıları 8.57 ila 9.55 log kob g⁻¹ olarak bulunmuş ve örneklerde istatistiki olarak fark oluşmuştur ($p<0.05$). Laktuloz konsantrasyonunun artışı, LAB gelişimini teşvik ederek sayılarında artış meydana getirmiş ve en yüksek sayı %2 ilaveli sucuklarda belirlenmiştir (9.55 log kob g⁻¹). Bu durum SEM görüntülerinde de gözlenmiş olup, örneklerin SEM görüntüleri incelendiğinde (Şekil 1) yine %2 laktuloz ilaveli sucuklarda yoğun olarak basil yapıda bakterilerin bulunduğu görülmüştür.

Tablo 4. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları¹ (log kob g⁻¹)

Table 4. Microbiological Analysis Results¹ (log cfu g⁻¹)

Analiz	Gün	Örnek			
		A	B	C	D
<i>Enterobacteriaceae</i>	0	3.56			
	7	1.63±0.72 ^a	2.21±0.15 ^a	2.02±0.18 ^a	1.97±0.25 ^a
	15	0	0	0	0
TAMB	0	5.85			
	7	3.69±0.14 ^a	3.66±0.12 ^a	3.82±0.12 ^a	3.78±0.14 ^a
	15	4.29±0.89 ^a	3.84±0.37 ^a	3.54±0.24 ^a	3.93±0.30 ^a
Maya-Küf	0	4.15			
	7	4.15±0.25 ^a	4.57±0.66 ^a	3.24±0.28 ^b	3.92±0.72 ^{ab}
	15	4.00±0.09 ^a	3.50±0.16 ^a	4.29±0.39 ^a	3.96±1.92 ^a
LAB	0	4.77			
	7	8.15±0.74 ^a	8.20±0.98 ^a	8.90±0.38 ^a	8.91±0.39 ^a
	15	8.57±0.21 ^b	8.95±0.17 ^{ab}	9.30±0.35 ^a	9.55±0.23 ^a

*A: Kontrol; B: %0.5 laktuloz ilaveli; C: %1 laktuloz ilaveli; D: %2 laktuloz ilaveli

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir. Sütunda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p>0.05)

*A: No lactulose added; B: 0.5% lactulose added; C: 1% lactulose added; D: 2% lactulose added

¹Values include ± standard deviation. The averages marked with the same column in rows are not statistically different from each other (p>0.05)

Kargozari ve ark. (2014), İran'da tüketilen özel bir peynirden izole ettikleri 3 farklı kültür ilavesiyle fermente sucuk üretmişler ve bu sucukları 15 gün boyunca fermantasyona tabi tutmuşlardır. Olgunlaşma periyodunun sonunda örneklerde LAB sayılarının 8.96 ile 9.14 log kob g⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçların çalışmamıza yakın olduğu görülmektedir.

Başka bir çalışmada Ekici ve ark. (2015) farklı oranlarda siyah havuç ilave ederek sucuk üretmişler ve bu sucuklarda çeşitli analizler yürütmüşlerdir. 12 günlük olgunlaştırma periyodu sonunda sucuk örneklerinde TAMB sayısının 8.47-8.73 log kob g⁻¹; LAB sayısının 8.36-8.71 log kob g⁻¹ ve maya-küf sayısının ise 3.54-5.21 log kob g⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada sucuklardaki LAB ve maya-küf sayılarının çalışmamızda elde edilen sonuçlarla benzer olduğu, TAMB sayısının ise çalışmamızdan yüksek olduğu görülmüştür. Öksüztepe ve ark. (2011) Elazığ'da satışı sunulan fermente sucukların kalite özelliklerini incelemişler ve sucuklarda TAMB, LAB ve maya-küf sayılarının ortalama olarak sırasıyla 8.75, 8.56 ve 3.08 log kob g⁻¹ düzeyinde bulunduğunu bildirmişlerdir.

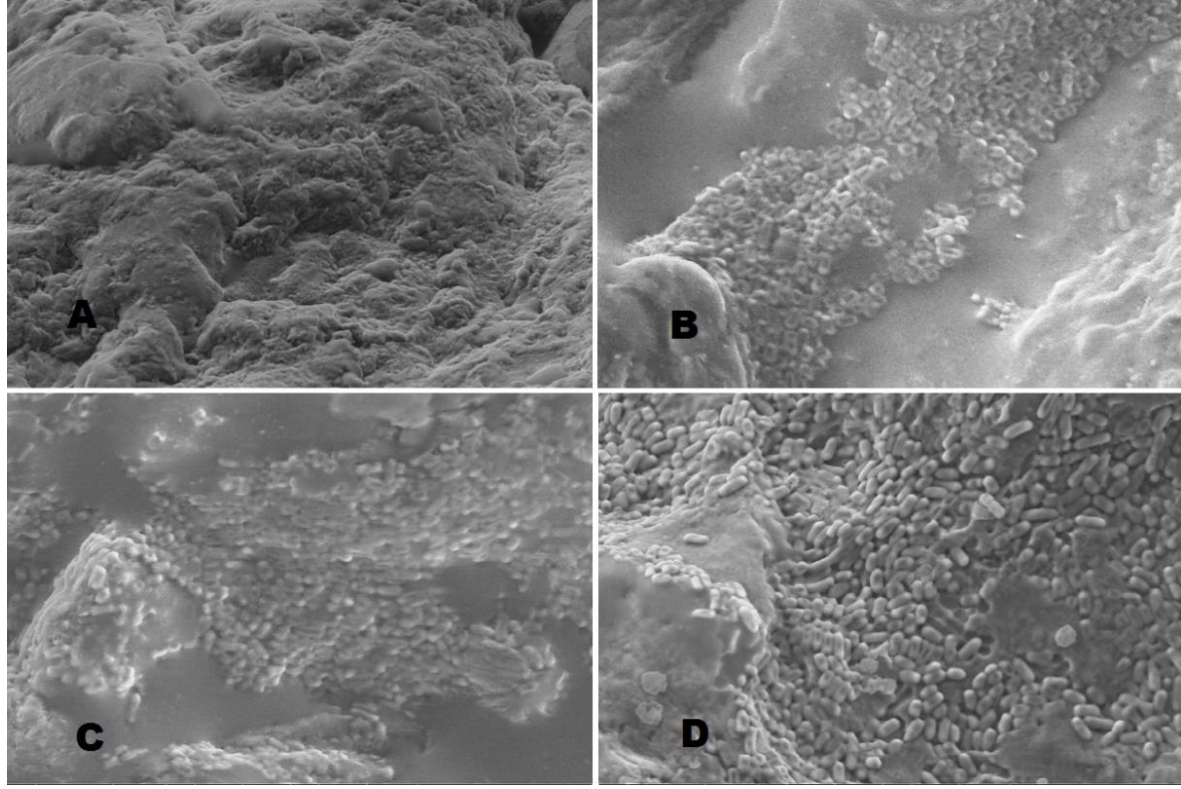


Figure 1. SEM Images of Sucuk Samples* (x10.000 magnified times)

*A: No lactulose added; B: 0.5% lactulose added; C: 1% lactulose added; D: 2% lactulose added

Şekil 1. Sucuk Örneklerinin SEM Görüntüleri* (x10.000 büyütme gücü ile)

*A: Kontrol; B: %0.5 laktuloz ilaveli; C: %1 laktuloz ilaveli; D: %2 laktuloz ilaveli

Sucuk örneklerinin duyusal analiz bulguları Tablo 5’de verilmiştir. Laktuloz ilavesi sucukların duyusal özelliklerinde renk kriteri hariç farklılık meydana getirmemiştir. Duyusal paneli yapan grup tarafından incelenen bütün duyusal kalite kriterleri (renk, koku, lezzet, doku, genel kabul) açısından en çok beğenilen grup % 2 laktuloz ilaveli sucuk grubu olurken, en düşük puanı % 1 laktuloz ilaveli sucuk grupları almıştır. Ürünlerin genel kabul puanları incelendiğinde sırasıyla ortalama 6.03; 5.69; 5.16; 6.07 şeklinde puan dağılımı gözlenmiş, örnekler arasında istatistiksel fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 5. Sucuk Örneklerin Duyusal Analiz Puanları¹
Table 5. Sensorial Analysis Scores of Sucuks¹

Duyusal Özellik	Örnek*			
	A	B	C	D
Renk	6.36±0.311 ^{ab}	4.99±0.848 ^b	3.30±0.601 ^c	6.60±0.304 ^a
Koku	6.19±0.02 ^a	5.77±0.516 ^a	4.91±0.388 ^a	6.28±0.318 ^a
Tat	6.04±0.254 ^a	5.88±0.417 ^a	5.29±0.134 ^a	6.11±0.247 ^a
Doku	5.58±0.502 ^a	5.51±0.714 ^a	4.78±0.275 ^a	5.71±0.219 ^a
Genel Kabul	6.03±0.226 ^a	5.69±0.487 ^a	5.16±0.035 ^a	6.07±0.289 ^a

*A: Kontrol; B: %0.5 laktuloz ilaveli; C: %1 laktuloz ilaveli; D: %2 laktuloz ilaveli

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir. Satırda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p>0.05$)

*A: No lactulose added; B: 0.5% lactulose added; C: 1% lactulose added; D: 2% lactulose added

¹Values include ± standard deviation. The averages marked with the same letters in rows are not statistically different from each other ($p>0.05$)

Pehlivanoğlu ve ark. (2015), piyasada bulunan fermente sucukların çeşitli duyuşal özelliklerini (görünüş, kesit yüzeyi, kıvam-yapı, aroma, genel kabul) incelemiş ve duyuşal incelemede puanlama 5 üzerinden yapmışlardır. Araştırma sonunda ilgili parametreler sırasıyla ortalama olarak 4.66; 4.87; 4.83; 4.92 ve 4.82 şeklinde elde edilmiş ve sucukların duyuşal açıdan iyi durumda oldukları belirlenmiştir. Yine başka bir çalışmada Ekici ve ark. (2015) ürettikleri fermente sucukları duyuşal açıdan değerlendirmiş (1-9 puan aralığı) ve sonuçların çalışmamızla benzerlik taşıdığını bildirmişlerdir.

4. Sonuç

Laktuloz, laktozun izomerizasyonu sonucu oluşan bir disakkarit olup, çok değerli bir fonksiyonel maddedir. Bulunduğu ortamda probiyotik özellikteki yararlı bakterilerin gelişimini teşvik ederek sağlığa katkıda bulunabilmektedir. Aynı zamanda sindirim sisteminde bulunması durumunda buradaki yararlı bakterilerin de gelişimi hızlandırmaktadır. Laktulozun fermantasyon prosesi içeren pek çok gıdada bu özellikleri dolayısıyla kullanılmasının, yeni ürünlerin geliştirilmesi ve tüketime sunulması bakımından önemli katkılarda bulunacağı tahmin edilmektedir. Bütün bunları dikkate alarak yaptığımız çalışmada, farklı oranlarda laktuloz ilave edilerek sucuk üretilmiş ve laktulozun sucukların fermantasyon sürecini nasıl etkilediği ve kalite özelliklene olan etkisi incelenmiştir. Laktuloz ilavesi ürünlerde pişirme kaybını azaltmış, duyuşal açıdan panele katılanlar da laktuloz ilaveli sucukları daha çok beğendiklerini ifade etmişlerdir. Diğer taraftan laktuloz ilavesi sucukların tekstürel özelliklerini değiştirmemiştir. Bununla birlikte laktuloz ilave edilen sucuklarda, fermantasyonun 15. Gününde LAB sayısının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Önemli bir et ürünü olan sucukta laktulozun kullanılmasının, ürünün kalite özelliklerinin geliştirilmesi açısından, teknolojik açıdan, ekonomik açıdan ve en önemlisi de sağlık açısından çok faydalı olacağı çalışmamızda elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Bu nedenle laktuloz ve benzeri prebiyotik özellikli doğal ürünlerin, fermente sucuk ve benzeri et ve diğer gıda ürünlerinde kullanımını üzerine çalışmaların yaygınlaşması gerektiği de düşünölmektedir.

Teşekkür

Çalışmaya verdiği destekten dolayı Kırklareli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz (Proje no: KLU BAP 079).

Kaynakça

- Akalm, A.S. (2002). Laktuloz üretimi, gıda ve farmakoloji endüstrisinde kullanımı. *Gıda* 27(6): 475-478.
- Aksu, M.I., Kaya, M. (2004). Effect of usage *Urtica dioica* L. on microbiological properties of sucuk, a Turkish dry-fermented sausage. *Food Control* 15:591-595.
- Alpkent, Z., Göncü, A. (2005) Laktuloz ve kullanım alanları. *Dünya Gıda* 12: 66-69.
- Anonim (2019). Et, hazırlanmış et karışımları ve et ürünleri tebliği. Türk Gıda Kodeksi Tebliğ No: 2018/52.
- Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1984). Official methods of analysis. Centennial Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.
- Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1990). Official methods of analyses of association of analytical chemist. Fifteen Edition, Washington DC, USA.
- Bağdatlı, A.B., Kundakçı, A. (2013). Fermente et ürünlerinde probiyotik mikroorganizmaların kullanımı. *C.B.U. Fen Bilimleri Dergisi* 9 (1): 31-37.
- Bilge, G. (2010). *Sucukta üretim sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimlere üretim sıcaklığının ve starter kültürün etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bingol, E.B., Bostan, K., Varlık, C., Uran, H., Alakavuk, D.Ü., Sivri, N. (2015). Effects of chitosan treatment on the quality parameters of shrimp (*Parapenaeus longirostris*) during chilled storage. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 15: 821-831.
- Bostan, K., Uğur, M., Çetin, Ö. (2001). Kanatlı etinden salam üretimi üzerine deneysel çalışmalar. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 27(2): 631-644.
- Bozkurt, H. (2007). Comparison of the effects of sesame and *Thymra spicata* oil during the manufacturing of Turkish dry-fermented sausage. *Food Control* 18: 149-156.
- Bozkurt, H., Erkmen, O. (2007). Effects of some commercial additives on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). *Food Chemistry* 101: 1465-1473.
- Dalmıs, U., Soyer, A. (2008). Effect of processing methods and starter culture (*Staphylococcus xylosum* and *Pediococcus pentosaceus*) on proteolytic changes in Turkish sausages (sucuk) during ripening and storage. *Meat Science* 80: 345-354.
- Dertli, E., Yılmaz, M.T., Tatlısu, N.B., Toker, O.S., Cankurt, H., Sagdic, O. (2016). Effects of *in situ* exopolysaccharide production and fermentation conditions on physicochemical, microbiological, textural and microstructural properties of Turkish-type fermented sausage (sucuk). *Meat Science* 121: 156-165.
- Ekici, L., Ozturk, I., Karaman, S., Caliskan, O., Tornuk, F., Sagdic, O., Yetim, H. (2015). Effects of black carrot concentrate on some physicochemical, textural, bioactive, aroma and sensory properties of sucuk, a traditional Turkish dry-fermented sausage. *LWT- Food Science and Technology* 62: 718-726.
- Frei, C.B.F., Prudencio, E.S., Amboni, R.D.M.C., Pinto, S.S., Murakami, A.N.N., Murakami, F.S. (2012). Microencapsulation of *bifidobacteria* by spray drying in the presence of prebiotics. *Food Research International* 45: 306-312.
- Geçgel, Ü., Yılmaz, İ., Ay, A., Apaydın, D., Dülger G.C. (2016). Soğuk pres yağlar ilave edilerek üretilen fermente sucukların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 13(04): 1-11.
- Gibson, G. R., Roberfroid, M. B. (1995) Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition* 125: 1401-1412.
- Gimeno, O., Astiasaran, I., Bello, J. (2001). Calcium ascorbate as a potential partial substitute for nacl in dry fermented sausages: effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. *Meat Science* 57, 23-29.
- Gökalp, H.Y., Ercoşkun, H., Çon, A.H. (1998). Fermente et ürünlerinde bazı biyokimyasal reaksiyonlar ve aroma üzerine etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 4(3): 805-811.
- Gokoglu, N., Yerlikaya, P., Uran, H., Topuz, O.K. (2010). The effect of modified atmosphere packaging on the quality and shelf life of frankfurter type-sausages. *Journal of Food Quality* 33 (2010): 367-380.
- Gözbüyük, S.T., Özdemir, H. (2005). Ticari starter kültürlerin fermente Türk sucuklarının organoleptik kalite niteliklerine etkisi. *Orlab Mikrobiyoloji Dergisi* 2(12): 1-12.
- Gülmez, M., Güven, A. (2002). Probiotik, prebiyotik ve sinbiyotikler. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 8 (1): 83-89
- Hampikyan, H., Uğur, M. (2007). The effect of nisin on *L. monocytogenes* in Turkish fermented sausages (sucuks). *Meat Science* 76: 327-332.
- Kaban, G. (2010). Volatile compounds of traditional Turkish dry fermented sausage (sucuk). *International Journal of Food Properties* 13: 525-534.
- Kara, R., Akkaya, L. (2010). Geleneksel ve ısı işlem uygulanarak üretilen Türk sucuklarında *Salmonella typhimurium*'un gelişimi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 5(3): 1-8.

- Kara, R., Akkaya, L., Gök, V., Gürler, Z., Müdüroğlu, R. (2012). Farklı oranlarda manda eti kullanılarak üretilen sucukların olgunlaşma ve depolama aşamalarındaki bazı özelliklerinin araştırılması. *Kocatepe Veteriner Dergisi* 5(1): 13-19.
- Kargozari, M., Moini, S., Basti, A.A., Emam-Djomeh, Z., Gandomi, H., Martin, I.R., Ghasemlou, M., Carbonell-Barrachina, A.A. (2014). Effect of autochthonous starter cultures isolated from Siahmazgi cheese on physicochemical, microbiological and volatile compound profiles and sensorial attributes of sucuk, a Turkish dry-fermented sausage. *Meat Science* 97:104-114.
- Kavas, G., Kavas, N. (2011). Laktulozun sağlık üzerindeki etkileri ve kullanım alanları. *Dünya Gıda* 11: 94-97.
- Montilla, A., Castillo, M.D.D., Sanz, M.L., Olano, A. (2005). Egg shell as catalyst of lactose isomerisation to lactulose. *Food Chemistry* 90: 883-890.
- Öksüztepe, G., Güran, H.S., İncili, G.K., Gül, S.B. (2011). Elazığ'da tüketime sunulan fermente sucukların mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Deegisi* 25(3): 107-114.
- Pehlivanoğlu, H., Nazlı, B., İmamoğlu, H., Çakır, B. (2015). Piyasada fermente sucuk olarak satılan ürünlerin kalite özelliklerinin saptanması ve geleneksel Türk fermente sucuğu ile karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 41(2): 191-198.
- Soyer, A., Ertas, A.H., Uzumcuoglu, U. (2005). Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). *Meat Science* 69: 135-141.
- TSE (2002): TS 1070: Türk Sucuğu. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara,
- TSE (2014a). TS EN ISO 4833-2: Gıda zinciri mikrobiyolojisi-Mikroorganizmaların sayımı için yatay yöntem. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TSE (2014b). TS ISO 21527-2: Gıda ve hayvan yemleri mikrobiyolojisi-Maya ve küflerin sayımı için yatay yöntem. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TSE (2018). TS EN ISO 21528-2: Gıda zinciri mikrobiyolojisi-*Enterobacteriaceae*'nin tespiti ve sayımı için yatay yöntem. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Uren, A., Babayigit, D. (1996). Determination of Turkish-type fermented colour by a reflectance method. *Food Chemistry* 57(4): 561-567.
- Yılmaz, M. T., Dertli, E., Toker, O. S., Tatlısu, N. B., Sagdic, O., Arici, M. (2016). Effect of in situ exopolysaccharide production on physicochemical, rheological, sensory and microstructural properties of yoghurt drink, ayran: An optimization study based on fermentation kinetics. *Journal of Dairy Science* 98: 1604-1624, 2015.
- Yılmaz, M.T., Toker, O.S., Tatlısu, N.B., Arıcı, M., Dertli, E. (2016). Effect of in situ exopolysaccharide production on sensory properties of Turkish-type fermented sausage. *Sigma Journal Engineering and Natural Sciences* 34(2): 261-267.