

Sıvı Tütsü Kullanımının Frankfurter Sosislerin Depolama Stabilitesine Etkisi¹

Nuray KOLSARICI, Tolga GÜVEN
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 22.11.1996

Özet: Araştırmada, sıvı tütsü kullanımının Frankfurter sosislerin kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Bu amaçla standart formüle göre hazırlanmış sosis hamuru kılıflara doldurulduktan sonra pişirme ve tütsüleme işlemi uygulanmadan üç gruba ayrılmıştır. Gruplardan birine doğal tütsüleme işlemi uygulanırken, %0,25'lik sıvı tütsü uygulanacak diğer iki gruptan biri daldırma yöntemi ile diğeri püskürtme yöntemi ile 6 dakika süreyle tütsülenmiştir. Daha sonra her bir gruptaki sosisler pişirmeyi takiben vakum paketlenerek $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'da depolanmış ve 0. günden başlayarak birer haftalık periyotlarla analize alınmıştır. Her periyotta örneklerin toplam mezofilik aerobik (TMAB), toplam psikrofilik aerobik (TPAB), laktik asit bakterisi (LAB) sayıları, pH değeri, TBA değeri, nitrozopigment dönüşüm oranları (NP), artan kırmızılık derecesi (AK) olarak tintometre renk değeri ile duyuşsal beğeni puanları belirlenmiştir.

Bulgulara göre her iki sıvı tütsüleme yöntemi sosislerin pH değeri üzerine önemli bir etkide bulunmamış, ancak bu değer 3 grupta da depolama süresine bağlı olarak değişmiştir ($P<0,01$). TBA değeri ve NP dönüşüm oranı üzerine tütsüleme yöntemi X depolama süresi etkisi önemli düzeyde etkili olmuş ($P<0,01$), püskürtme ile tütsülenmiş sosislerin TBA değeri depolamanın 14. gününden sonra doğal tütsülenmiş gruptan önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur ($P<0,01$). NP dönüşüm oranı ise ilk iki hafta bütün gruplarda önemli artışlar göstermişse de depolamanın 35. gününe kadar püskürtme ile tütsülenmiş sosislerin NP dönüşüm oranları diğer iki gruptan düşük olmuştur ($P<0,01$). Ayrıca doğal tütsülenmiş sosisler diğer iki gruptan daha yüksek AK derecesi olarak tintometrik değerler vermişlerdir. Sosislerin TMAB düzeylerinde tütsüleme yöntemi X depolama süresi etkisi önemli olmuştur ($P<0,01$), depolamanın 56. gününe kadar gruplar arasında önemli farklılıklar görülmemiştir. TPAB ve LAB sayıları tüm gruplarda sadece depolama süresine bağlı olarak değişim göstermiştir ($P<0,01$).

Duyuşsal değerlendirmede ise sıvı tütsü uygulanmış sosisler her açımında doğal tütsülenmiş sosislerden daha düşük puanlar almışlardır ($P<0,01$), sıvı tütsülenmiş sosislerin aldıkları puanlar tüm depolama boyunca reddetme sınırının çok üzerinde olmuştur.

Anahtar Sözcükler: Frankfurter sosis, sıvı tütsü, depolama stabilitesi.

The Effects of Using Liquid Smoke on Storage Stability of Frankfurters

Abstract: In this research, the effect of liquid smoke on the chemical, microbiological, physical and sensorial properties of Frankfurters were investigated. For this purpose, prepared sausage batters according to the standard formula were stuffed into the casings and divided into three groups before cooking and smoking. Sausages were smoked by using three different methods: natural smoking, dipping into 0.25% liquid smoke for 6 minutes and pulverization of 0.25% liquid smoke for 6 minutes. After cooking, the sausages in each group were vacuum packed. All samples were stored at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ and analyzed on the day 0 and 7-day intervals thereafter. Total mesophilic aerobic bacterial (TMAB) count, total psychrophilic aerobic bacterial (TPAB) counts, lactic acid bacterial (LAB) counts, pH value, TBA value, nitrosopigment transformation proportion (NP), tintometer color value (AK) and sensorial properties of sausage samples were investigated.

According to the results, although both liquid smoking methods did not have any effect on the pH values of sausages, these values changed with storage time in three groups ($P<0,01$). Interaction between smoking method and storage time had significant effect on the TBA value and NP changing ratio ($P<0,01$). TBA value of sausages smoked by pulverization was found significantly lower than the sausages smoked naturally after the 14th day of storage ($P<0,01$). While NP changing ratio increased significantly during the first two week-period in all groups this value in sausages smoked by pulverization was lower than the other groups until the 35th day of storage ($P<0,01$). Furthermore, naturally smoked sausages showed higher tintometer values depending on increasing redness value (AK) than the others. Interaction between smoking method and storage time was not effective on the TMAB counts of sausages ($P<0,01$) and there were no differences between all groups till the 56th day of storage. TPAB and LAB counts of all groups changed only depending on the storage time ($P<0,01$).

According to the sensorial evaluation results, although sausages smoked by pulverization generally took lower scores than naturally smoked sausages ($P<0,01$), the score of sausages smoked by pulverization did not fall to the unacceptable level during the storage time.

Key Words: Frankfurter, sausage, liquid smoked, storage stability.

¹ Bu çalışmayı Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu desteklemiştir (Proje No. 95 25 00 30). Tolga GÜVEN'in Yüksek Lisans tezinden alınmıştır.

Giriş

Et ve ürünlerinde tütsüleme yardımıyla dayanıklılığın artırılması çok eski yıllardan beri bilinmektedir. Tütsülemenin ürün dayanıklılığını artırma yanında yeni bir tat, koku ve renk geliştirme, oksidasyona engel olma ve yeni ürün oluşturma gibi çok sayıda faydası da vardır. Tütsünün bu özelliği odunun prolizi sürecinde oluşan birçok bileşiğe bağlanabilir (1,2,3,4,5,6,7,8). Tütsüde oluşan bu bileşiklerin çoğu et ürünlerindeki olumlu etkilerinden dolayı istenirken, bazıları ise sağlık açısından düşündürücü olan ve bu yüzden istenmeyen bileşikler arasında yer alır. Bu bileşiklerin başında polisiklik aromatik hidrokarbonlar gelir ki, hayvanlar üzerinde yapılan testlerde bunların mutajenik ve karsinojenik etkilere sahip olduğu belirlenmiştir (3,6,9,10).

Hidrokarbon bileşikleri, doğal tütsünün partiküler fazında bulunurlar. B unlar tütsüleme işleminde önemli bir işlevi olmayan bileşikler olup, bunlardan benz(a)pyrene ve dibenz(a,h)antracene önemli sağlık problemleri oluşturacak özellikte olan bileşiklerdendir. Bu bileşiklerden tütsünün arındırılması doğal tütsünün ya bir jeneratörde elde edilmesi ya da doğal tütsünün kondensasyonu ile mümkündür.

Sıvı tütsüler doğal tütsü kondensatının sulu çözeltisi olup sağlık açısından sakıncalı olan katran fazından ayrılmıştır. Sulu fazda et ürünlerinin tütsülenmesinde önem taşıyan bütün bileşikler bulunmakta olup fenol, alkol, karboniller ve terpenhidrokarbonlar gibi bileşikler içerir. Bu bileşikler özellikle suda erimiş şekilleriyle etkilidirler. Su, mikroorganizmalar üzerine etkili bileşikler mikroorganizmalara iletmek için taşıyıcı rol oynama yanında, etin proteinleri ile renk pigmentleri arasındaki reaksiyonda da taşıyıcı olarak görev yapar (10).

Doğru kullanımında sıvı tütsünün doğal tütsüye oranla önemli avantajları vardır. Örneğin sıvı tütsü çok daha az emisyonu neden olduğu gibi daha az bir atık su sorunu oluşturarak çer ve kirliliğine karşı doğal tütsüden daha başarıyla kullanılabilir. Sıvı tütsü ile işlenmiş et ürünleri doğal tütsü ile elde edilmiş ürünler gibi gerek yağ oksidasyonuna gerekse mikroorganizmalara karşı dayanıklılık gösterirler. Ayrıca sıvı tütsü ile doğru olarak işlenmiş ürünler hoş ve eşit yoğunlukta tütsü rengi içerirler ve bu tütsü renginin yoğunluğu üretimin son safhalarından olan kurutma şartlarıyla istenildiği şekilde değiştirebilir. Aynı durum aroma içinde geçerlidir. Bütün bunlar dışında sıvı tütsü kullanımıyla et işletmeleri için önemli bir masraf gerektiren tütsü jeneratörüne gereksinim duyulmaz. Bileşimi doğal tütsüye kıyasla daha kararlı olan sıvı tütsü ile tütsüleme işlemi daha çok tekrarlanabilir (4,10,11,12,13).

Bugün dünyada et ürünlerinin odun dumanıyla direkt olarak teması ile uygulanan doğal tütsülemenin yerine hava kirliliği problemini minimize eden ve potansiyel karsinojenik maddeler olan polisiklik aromatik hidrokarbonları içermeyen sıvı tütsü flavorları almaya başlamıştır. Bu araştırma ile Frankfurter tipi sosis üretiminde sıvı tütsü kullanımının doğal tütsüye kıyasla ürünün depolama stabilesine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmada kullanılan sosislerin üretimi için gerekli sığır eti ve böbrek yağı Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kenan Evren Araştırma Uygulama Çiftliği'nden, baharat (kırmızı biber, karabiber, kişniş, zencefil), nişasta ve tuz Ankara piyasasından, koyun ince barsağı ise Et ve Balık Kurumu Sincan Tesislerinden satın alınmıştır. Sıvı tütsü olarak Bush Boake Allen Esans ve Aromatik ürünler Sanayi A.Ş. (İstanbul) den temin edilen Smoke Flavor 45492 kullanılmıştır. Sosis Üretimi Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Araştırma Uygulama İşletmelerinde gerçekleştirilmiştir. Üretimi takiben sosislerin ambalajında poliamid/iyonomer/polietilen torbalar (38°C sıcaklıkta ve %100 bağıl nemde su buharı geçirgenliği 3,59g/m²/gün, 25°C sıcaklıkta ve kuru ortamda 690mm Hg basıncında oksijen geçirgenliği en fazla 45cm³/m²/gün) kullanılmıştır.

Metot

Et, yağ, baharat ve diğer katkı maddelerinden standart formülasyona göre tartılan miktarlarının kuterlenmesi ile elde edilen sosis hamuru doğal kılıflara doldurulmuş, pişirme ve tütsüleme öncesi tartılarak üç gruba ayrılmıştır. Gruplardan biri doğal tütsülenmek üzere tütsü kabine alınmış, kabinde 60-65°C'da 20 dakika kurutulduktan sonra 67-68°C'da 30 dakika tütsülenmiştir. Tütsülenmeden sonra iç sıcaklık 67-68°C olacak şekilde 20 dakika pişirilmiş, bu süre sonunda 5-10 dakika soğuk su ile duşlanarak soğutulmuştur.

Diğer iki gruptan biri daldırılarak, diğeri ise püskürtme yöntemi ile sıvı tütsü uygulamasına tabi tutulmuştur. Bu amaçla %0,25'lik sıvı tütsü solüsyonu püskürtme ile tütsülenecek sosislere 6 dakika süreyle uygulanmış, daldırma yöntemi ile tütsülenecek grupta ise sosisler bu solüsyona 6 dakika süreyle daldırılmıştır. Daldırma ve püskürtme yöntemleriyle tütsülenen bu sosislere iç sıcaklık 67-68°C olacak şekilde 30 dakika süreyle pişirme işlemi uygulanmış, süre sonunda 5-10 dakika soğuk su ile duşlanarak soğutulmuşlardır.

Her üç grupta elde edilen sosisler, soğuk odada 24 saat süreyle dinlendirildikten sonra dörtlü gruplar halinde vakum paketlenerek buzdolabında $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ muhafazaya alınmışlardır.

Araştırma 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş olup her tekerrürde üretilen sosislerin bileşimini belirlemek amacıyla üretimi takiben örneklerin rutubet, protein, yağ, kül ve tuz miktarları belirlenmiştir. Ayrıca soğuk muhafazaya alınan örneklerde başlangıçtan itibaren 7'şer gün arayla tüketim özelliğini yitirene kadar pH, TBA, renk, nitrozopigment dönüşüm oranı (NP) ile toplam mezofilik aerobik (TMAB), toplam psikrofilik aerobik (TPAB), ve laktik asit bakterisi (LAB) düzeyleri belirlenmiştir. Analizler her periyotta iki farklı pakette paralel olarak yapılmış ve sonuçlar her iki tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir.

Analiz Metotları

Örneklerin rutubet, yağ, kül, protein, tuz miktarları Lees 1975 (14)'e, pH değeri ise Gökalp ve ark (15)'e göre belirlenmiştir.

Örneklerde yağın oksidasyon derecesi tiyobarbutürik asit (TBA) tayini ile spektrofotometrik olarak yapılmıştır (16). Nitrosopigment dönüşüm oranının belirlenmesinde ise Kramlich, ve ark. (2) in belirttiği metot uygulanmıştır. Bu amaçla önce örneklerin toplam pigment ve nitrosopigment miktarları spektrofotometrik olarak belirlenmiş, sonra örneklerdeki toplam pigmentin nitrosopigmente dönüşüm oranı yüzde olarak hesaplanmıştır. Ayrıca sosis örneklerinde Lovibond tintometre ile renk ölçümleri yapılarak kırmızı ve sarı renk değerleri belirlenmiş (17), bu değerlerden artan kırmızılık derecesi hesaplanmış ve dış görünüş, kesit yüzey rengi, lezzet ve genel beğenirlik kriterleri dikkate alınarak 5 kişilik panelist grup tarafından hedonik sisteme göre (0-4 kötü, 4,1-6,0 orta, 6,1-8,0 iyi, 8,1-9,0 çok iyi) duyuşsal olarak değerlendirme yapılmıştır (15).

Mikrobiyolojik analizlerden TMAB ve TPAB sayıları Plate Count Agar besiyeri kullanılarak dökme kültürel sayım tekniği ile belirlenmiştir (18) TMAB sayımı için 30°C de 48 saat, TPAB için ise 7°C 'de 10 gün inkübasyon uygulanmıştır (19).

LAB için ise çift tabaka ekim yöntemi ile MRS Agar besiyerine ekim yapılmış ve 48 saat süreyle 37°C da inkübasyon uygulanmıştır (18,19).

Elde edilen tüm sonuçlara tütsüleme yöntemi, depolama süresi ve tütsüleme yöntemi X depolama süresi interaksyonu faktörlerine göre ANOVA ile varyans analizi uygulanmıştır. Önemli bulunan varyans kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir (20).

Bulgular

Geleneksel yöntemle doğal tütsülenmiş ve daldırma, püskürtme yöntemi ile sıvı tütsüleme teknikleri uygulanarak üretilen Frankfurter tipi sosislerin besin ögesi içerikleri Tablo 1'de bildirilmiştir.

3 ayrı yöntemle tütsülenip vakum paketlenen ve buzdolabında depolanan sosislerde üretimden itibaren 7'şer gün arayla depolamanın 56. gününe kadar uygulanan analizlerde belirlenen pH değerleri Tablo 2'de TBA değerleri Tablo 3'te Nitrozopigment dönüşüm oranı ile artan kırmızılık derecesi olarak tintometre renk değerleri ise Tablo 4'te verilmiştir.

Ayrıca çalışmada TMAB, TPAB ve LAB sayıları belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 5'de gösterilmiştir. Doğal tütsülenmiş ve daldırma, püskürtme yöntemiyle sıvı tütsü uygulanarak üretilmiş sosislerde depolama boyunca elde edilen duyuşsal değerlendirme puanları ise Şekil 1 ve Şekil 2'de belirtilmiştir.

Tartışma

Tablo 1 incelendiğinde aynı formülasyonla üretildikleri halde daldırma yöntemi ile sıvı tütsü uygulanmış grupta yer alan sosis örneklerinin %67,40 rutubet içeriği ile sosis standardında (21) belirtilen maksimum %65'lik rutubet sınırının aşılmış olduğu görülür. Bu nedenle özellikle daldırma yöntemi ile sıvı tütsü uygulandığında standartta belirtilen düzeyde rutubet içeren ürün elde edebilmek için üretim esnasında pişirme işlemini takiben buhar uygulamasını keserek kısa bir süre kurutma işlemi önerilebilir. Rutubet dışında diğer besin öğelerinde özellikle de standartta belirli sınır değerleri bulunan protein ve tuz içerikleri açısından uygulama grupları arasında önemli bir farklılık görülmediği gibi standartta (21) tuz için belirtilen en çok %3'lük, protein için belirtilen en az %15'lik sınır değerlerin aşılmadığı belirlenmiştir.

pH değeri: Doğal tütsülenmiş sosis örneklerinde üretimi takiben pH 6,10 olarak belirlenmiş, aynı dönemde daldırma ile sıvı tütsü uygulanmış grupta pH 6,13 püskürtme ile sıvı tütsülenmiş grupta ise 6,23 olarak belirlenmiş ve tütsüleme yöntemleri arası farklılığın tüm periyotlarda önemli olmadığı görülmüştür ($P>0,01$). Zamana bağlı olarak ise her üç gruptaki sosislerin pH değerlerinde düşme belirlenmiş ($P<0,01$) ve 56. günde pH değerleri 5,38 ile 5,99 arasında değişim göstermiştir (Tablo 2). Bu durum vakum ambalajlama ile muhafazada baskın flora olması beklenen laktik asit bakterisi sayılarının depolama süresi boyunca sürekli olarak artması bunun beraberinde getirdiği yüksek asidik ortamın pH'yı düşürmesinin bir sonucudur (22, 23). Ayrıca depolama

Örnek	Rutubet	Protein	Yağ	Kül	Tuz
Doğal tütsülenmiş	62,42±3,27	16,81±0,15	2,69±0,04	11,36±0,87	1,61±0,02
Daldırma yöntemi ile sıvı tütsülenmiş	67,40±0,10	16,15±0,17	2,00±0,14	10,24±0,44	1,44±0,04
Püskürtme yöntemi ile sıvı tütsülenmiş	63,95±1,35	15,68±0,15	2,29±0,06	10,04±0,31	1,59±0,16

*İki tekerrür ortalaması±standart hata (n=8).

Depolama Süresi (gün) / Yöntemi	Doğal Tütsü	Sıvı tütsü	
		Daldırma	Püskürtme
0 ^{ab}	6,10	6,13	6,23
7 ^{bcd}	5,81	5,82	6,05
14 ^b	6,09	6,30	6,36
21 ^{abc}	6,04	6,20	6,25
28 ^{abc}	6,09	5,88	6,18
35 ^{bcd}	5,74	5,63	6,17
42 ^{cd}	5,52	5,59	6,15
49 ^d	5,45	5,59	6,02
56 ^d	5,38	5,54	5,99

*Her bir değer iki tekerrür ortalamasıdır (n=8).

Aynı veya ortak harf taşıyan ortamlar arası fark önemsizdir (P>0,01).

Depolama Süresi (gün) / Tütsüleme Yöntemi	Doğal Tütsü	Sıvı tütsü	
		Daldırma	Püskürtme
0	0,153 ^{EA}	0,145 ^{DA}	0,148 ^{EA}
7	0,153 ^{EA}	0,159 ^{DA}	0,156 ^{EA}
14	0,227 ^{DA}	0,153 ^{DB}	0,142 ^{EB}
21	0,337 ^{CA}	0,251 ^{CB}	0,185 ^{DEC}
28	0,355 ^{CA}	0,261 ^{CB}	0,257 ^{BCB}
35	0,347 ^{CA}	0,227 ^{CA}	0,248 ^{CD}
42	0,375 ^{CA}	0,310 ^{CB}	0,273 ^{BCB}
49	0,462 ^{BA}	0,396 ^{BB}	0,318 ^{BC}
56	0,556 ^{AA}	0,517 ^{AA}	0,392 ^{AB}

*Her bir değer iki tekerrür ortalamasıdır (n=8).

A,B,C (→) a,b,c,d,e (↓): Aynı veya ortak harf taşıyan ortamlar arası fark önemli değildir (P>0,01).

süresi boyunca doğal ve sıvı tütsüleme yöntemleri uygulanmış örneklerde belirlenen pH değerleri sosis standardında (21) bildirilmiş olan en fazla 6,30 değerine de uygun bulunmuştur.

TBA değeri: Üç ayrı yöntemle tütsülenip 56 gün boyunca depolanan vakum ambalajlı sosis örneklerinin TBA değerleri başlangıçta doğal tütsülenmiş ve daldırarak ve püskürtme ile sıvı tütsülenmiş gruplarda sırasıyla 0,153 mgMA/kg, 0,145 mgMA/kg ve 0,148 mgMA/kg olarak belirlenmiştir. 56 günlük depolama sonunda ise

yine sırasıyla 0,556, 0,517, 0,392 mgMA/kg düzeylerine yükselmiştir (Tablo 3). Bu değerler et ürünlerinde TBA değerinin 0,7-1 mgMA/kg arasında olabileceğini belirten Gökalp ve ark. (15) nın bildirişleriyle de uyumlu olup, üç grupta da depolama sonucunda limit değerlerin geçilmediği görülmüştür. Karabaş (24)'da vakum ambalajlı da olsa budzolanında depolanan sosislerde TBA değerinde depolama süresine bağlı olarak artış olduğunu saptamıştır.

İstatistik kontroller sosislerin TBA değeri üzerine tütsüleme yöntemi X depolama süresi etkisinin

Tablo 1. Farklı yöntemlerle tütsülenen sosislerin besin ögesi içerikleri (%)*

Tablo 2. Farklı yöntemlerle tütsülenen sosislerde depolama süresince belirlenen pH değerleri*

Tablo 3. Farklı yöntemlerle tütsülenen sosislerde depolama süresince belirlenen TBA değerleri (mgMA/kg)*

Depolama Süresi (gün)	NP			AK			
	Doğal Tütsü	Sıvı tütsü		Doğal Tütsü ^A	Sıvı tütsü		
		Daldırma	Püskürtme		Daldırma ^B	Püskürtme ^B	X
0	27,7 ^{Ab}	27,8 ^{Ac}	27,4 ^{Ad}	2,5	2,5	2,2	2,4 ^c
7	30,4 ^{Ab}	35,8 ^{Bb}	28,5 ^{Ad}	3,1	2,9	2,9	2,9 ^b
14	40,0 ^{Aa}	38,5 ^{Aab}	35,0 ^{Bc}	3,2	2,8	2,6	2,9 ^b
21	41,2 ^{Aa}	40,5 ^{Aa}	34,6 ^{Bc}	3,3	3,3	3,1	3,2 ^a
28	40,8 ^{Aa}	39,2 ^{Aab}	33,1 ^{Bc}	3,4	3,4	3,2	3,3 ^a
35	39,0 ^{Aa}	38,4 ^{Aab}	36,5 ^{Abc}	3,4	3,2	3,1	3,2 ^a
42	38,9 ^{Aa}	41,9 ^{Aa}	39,1 ^{Aab}	3,7	3,2	3,0	3,3 ^a
49	39,9 ^{Aa}	40,2 ^{Aa}	39,7 ^{Aab}	3,8	3,1	3,1	3,3 ^a
56	41,7 ^{Aa}	41,2 ^{Aa}	40,8 ^{Aa}	3,7	3,4	3,3	3,5 ^a

NP: Nitrozopigment dönüşüm oranı (%) (n=8).

AK: Artan kırmızılık derecesi (n=4).

A,B (→) a,b,c,d (↓): Aynı özellikte aynı veya ortak harf taşıyan ortamlar arası fark önemli değildir (P>0,01).

Tablo 4. Farklı yöntemlerle tütsülenen sosislerde depolama süresince belirlenen nitrozopigment dönüşüm oranı (%) ile Lovibond tintometre renk değerleri (artan kırmızılık derecesi olarak).

Tablo 5. Farklı yöntemlerle tütsülenen sosislerde depolama süresince belirlenen TMAB, TPAB ve LAB sayıları (Log₁₀ CFU/g).

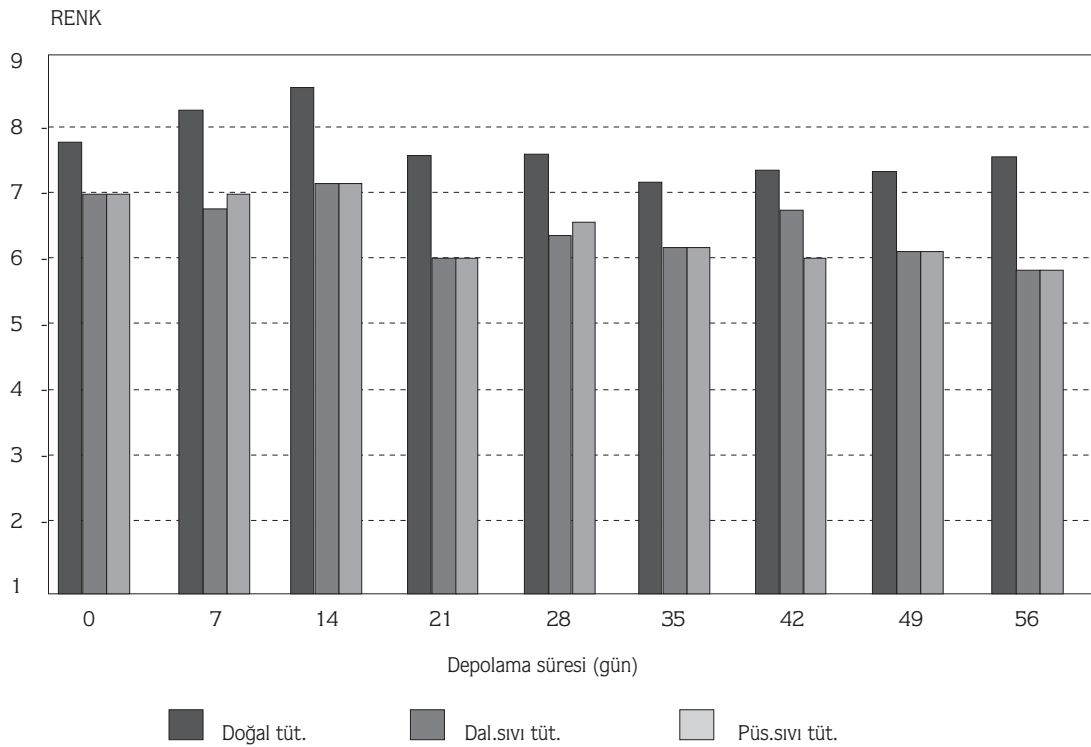
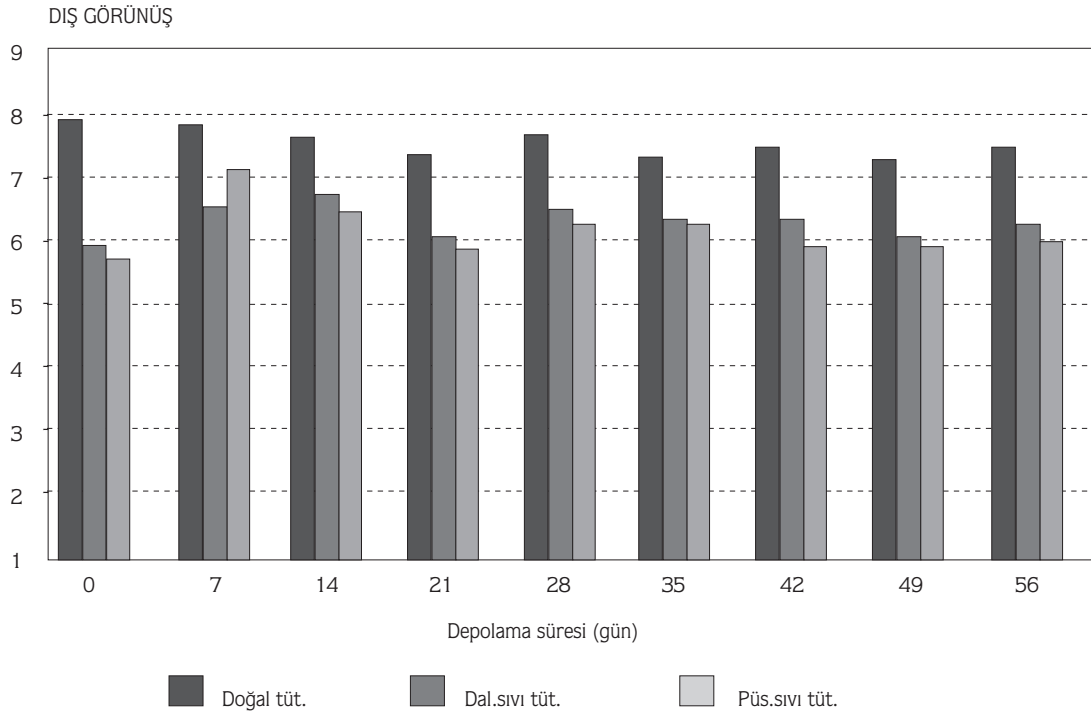
Depolama Süresi (gün)	TMAB			TPAB				LAB			
	Doğal Tütsü	Sıvı tütsü		Doğal Tütsü	Sıvı tütsü			Doğal Tütsü	Sıvı tütsü		
		Daldırma	Püskürtme		Daldırma	Püskürtme	X		Daldırma	Püskürtme	X
0	2,49 ^{Aa}	2,82 ^{Aa}	2,38 ^{Aa}	2,29	2,39	2,25	2,31 ^a	2,58	2,66	2,16	2,47 ^a
7	2,91 ^{Aa}	3,21 ^{Aab}	2,85 ^{Ab}	2,51	2,71	2,48	2,57 ^a	3,15	3,73	3,57	3,48 ^b
14	3,35 ^{Ab}	3,65 ^{Ab}	3,50 ^{Ac}	2,80	2,83	2,87	2,83 ^b	3,26	3,67	3,46	3,46 ^b
21	4,69 ^{Ac}	4,32 ^{Ac}	4,25 ^{Ad}	3,55	3,79	3,60	3,64 ^c	3,87	3,83	4,31	4,00 ^c
28	5,61 ^{Ad}	5,61 ^{Ad}	5,34 ^{Ae}	3,97	4,03	4,06	4,02 ^d	5,16	5,61	5,17	5,31 ^d
35	6,47 ^{Ae}	6,12 ^{Ae}	6,56 ^{Af}	4,54	4,59	4,47	4,51 ^e	6,12	6,12	6,28	6,18 ^e
42	6,80 ^{Ae}	7,14 ^{Af}	6,79 ^{Afg}	4,95	5,22	4,99	5,06 ^f	6,64	6,67	6,50	6,60 ^f
49	7,42 ^{Af}	7,50 ^{Af}	7,09 ^{Agh}	5,17	5,39	5,14	5,23 ^f	7,64	7,19	7,14	7,32 ^g
56	7,54 ^{Af}	8,35 ^{Bg}	7,50 ^{Ah}	5,95	5,43	5,98	5,78 ^g	7,49	7,54	7,46	7,49 ^g

A,B (→) a,b,c,d,e,f,g,h (↓): Aynı özellikte aynı veya ortak harf taşıyan ortamlar arası fark önemli değildir (P>0,01).

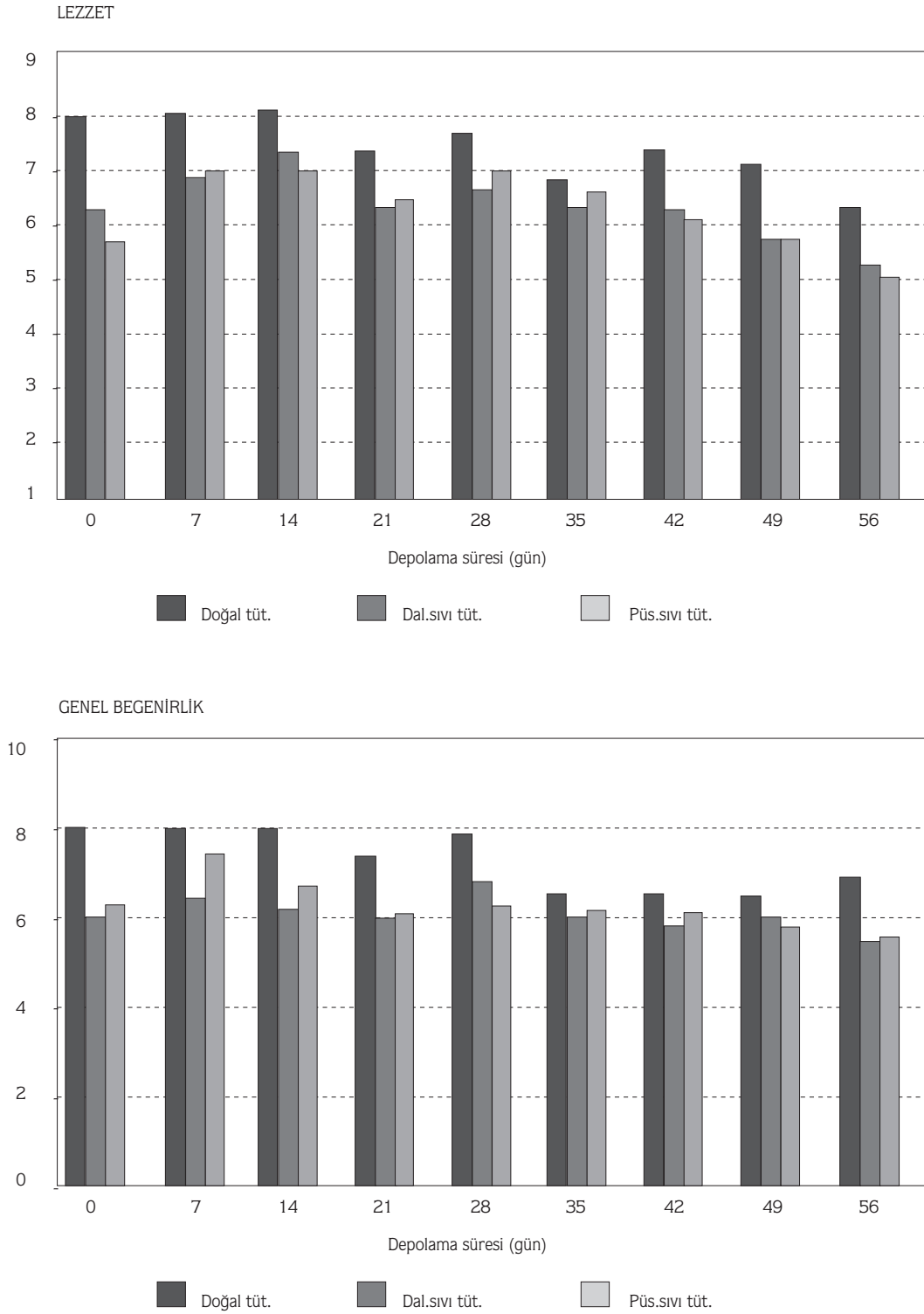
önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir (P<0,01). Püskürtme yöntemi ile tütsülenmiş örnekler diğer iki gruptaki sosislerden her açıda daha düşük TBA değeri göstermiş, bu farklılık depolamanın 14. günü ve sonrasında doğal tütsülenmiş gruptan (P<0,01) düzeyinde önemli ölçüde düşük olmuştur (Tablo 3).

Nitrozopigment dönüşüm oranı ve tintometre renk değeri: Örneklerin nitrozopigment dönüşüm oranları doğal tütsülenen grupta %27,7 ile %41,7 arasında

değişim gösterirken, bu değişim sınırları daldırma ile tütsülenmiş sosislerde %27,8 ile %41,9, püskürtme ile tütsülenen grupta ise %27,4 ile %40,8 arasında belirlenmiştir. İstatistik kontroller tütsüleme yöntemi X depolama süresi etkileşiminin önemli olduğunu göstermiştir (P<0,01). Gerek doğal tütsü, gerekse daldırma ve püskürtme yöntemiyle sıvı tütsü uygulanarak üretilmiş sosislerde üretimi takiben iki hafta içinde total pigmentin nitrozopigmente dönüşüm oranı önemli ölçüde artış göstermiş (P<0,01), daha sonraki günlerde belirlenen



Şekil 1. Farklı yöntemlerle tütülenen sosislerin dış görünüşü ve kesit yüzey rengine depolama süresinin etkisi. Dış görünüş için tütüleme yöntemleri arası $LSD_{0,01}=0,55$. Periyotlar arası $LSD_{0,01}=0,53$. Renk için tütüleme yöntemleri arası $LSD_{0,01}=0,53$. Periyotlar arası $LSD_{0,01}=0,62$.



Şekil 2. Farklı yöntemlerle tütsülenen sosislerin lezzet ve genel beğenirlik özelliklerine depolama süresinin etkisi. Lezzet için tütsüleme yöntemleri arası $LSD_{0,01}=0,64$. Periyotlar arası $LSD_{0,01}=0,84$. Genel beğenirlik için tütsüleme yöntemleri arası $LSD_{0,01}=0,54$. Periyotlar arası $LSD_{0,01}=0,80$.

değişimlerin doğal tütsülenmiş ve daldırma yöntemi ile tütsülenmiş gruplarda önemli olmadığı, püskürtme ile sıvı tütsü uygulanmış grupta ise depolamanın 42. gününde 14. günden önemli ölçüde daha yüksek dönüşüm oranı elde edilmiştir ($P<0,01$). Ayrıca depolamanın 14. gününde püskürtme ile tütsülenmiş sosislerde diğer iki grupta yer alan sosislerden daha düşük nitrozopigment dönüşüm oranı belirlenmiş ($P<0,01$), bu farklılık 35. güne kadar devam etmiştir. 35. günden sonraki dönemlerde bu farklılık önemini yitirmiştir (Tablo 4).

Lovibond tintometre renk değerleri ise doğal tütsülenmenin sıvı tütsü uygulamalarına kıyasla daha yüksek artan kırmızılık derecesi verdiğini ($P<0,01$) ve depolamanın 3. haftasını takiben her üç grupta belirlenen artan kırmızılık değeri değişimlerinin önemli olmadığını ($P>0,01$) göstermiştir (Tablo 4).

Mikrobiyolojik sonuçlar: Doğal ve sıvı tütsü uygulamaları ile üretilen sosislerde üretimi takiben 56 günlük depolama boyunca TMAB, TPAB ve LAB sayıları belirlenerek sosislerin depolama stabiliteleri tesbit edilmiştir. TMAB sayısı üzerine başlangıçtan itibaren 56. güne kadar tütsüleme yöntemlerinin önemli bir etkisi görülmemiştir ($P>0,01$). 56. günde daldırma yöntemi ile sıvı tütsü uygulanan sosislerde püskürtme yöntemiyle sıvı tütsü uygulanmış ve doğal tütsülenmiş sosislerden önemli ölçüde daha fazla ($P<0,01$) TMAB belirlenmiştir. Ayrıca her üç gruptaki sosislerin TMAB düzeyleri zamana bağlı olarak da önemli ($P<0,01$) artış göstermişlerdir (Tablo 5).

Tablo 5 incelenecek olursa depolamanın 42. gününde daldırma ile sıvı tütsü uygulanmış sosislerde TMAB için Adam ve ark. (25), Baumgart (19), Gökten (23) tarafından sosislerde kabul edilebilir sınır değeri olarak belirtilen 10^6 adet/g değerini aşmıştır. Diğer iki grupta ise kabul edilebilir sınır değerlerin aşılması depolamanın 49. gününde gerçekleşmiştir. Fakat yukarıda da belirtildiği gibi 56. güne kadar uygulama grupları arası farklılık istatistik açıdan önemli olmamıştır.

Sosislerin TPAB ve LAB sayılarında ise başlangıçtan itibaren her periyotta uygulama gruplarına bağlı olarak önemli bir değişim olmamış ($P>0,01$), yalnız gerek geleneksel yöntemle doğal tütsülenmiş gerekse daldırma ve püskürtme yöntemiyle sıvı tütsü uygulanarak üretilmiş sosislerde bu iki mikroorganizma grubu zamana bağlı olarak önemli düzeyde artmıştır ($P<0,01$). LAB sayısı için Baumgart (19) tarafından 10^6 adet/g olarak belirtilen kabul edilebilirlik limit değeri tüm gruplarda 48. günde aşılmıştır. TPAB sayısı için ise yapılan çalışmalarda limit bir sayı belirtilmemiştir.

Bütün bu mikrobiyel sayım sonuçları Asita ve ark. (26), Potthast (10), Münker ve Meyer (13)'in belirttiği

gibi mikrobiyolojik açıdan Frankfurter tipi sosis üretiminde sıvı tütsü kullanımının geleneksel uygulama olan doğal tütsü uygulamasından önemli bir farklılık göstermediğini ve sıvı tütsü uygulamasının doğal tütsüleme ile hemen hemen aynı düzeyde bakterisidal ve/veya bakteriyostatik aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir.

Sosislerin LAB sayılarında depolama süresi boyunca ortaya çıkan sürekli artış Baumgart (19) ve Laleye ve ark. (27) nında bildirdiği gibi vakum ambalajlı et ve et ürünlerinde beklenen bir durumdur. Ayrıca Laleye ve ark. (27) laktik asit bakteri sayılarının artışının psikrofil bakteri artışı ile benzerlik gösterdiğini de belirtmiştir. Vanderzant ve ark. (28) da yaptıkları çalışmada vakum paketli etlerde psikrofil bakterilerin laktik asit bakterilerinden sonra mezofil bakterilerle birlikte baskın florayı oluşturduğunu, yine Gill ve Newton (29), Hanna ve ark. (30) gibi çok sayıda araştırmacı vakum ambalajlama ile muhafazada çeşitli bozukluklara yol açarak mikrobiyel kaliteyi olumsuz yönde etkileyen bakterilerin başında laktik asit bakterileri ile birlikte psikrofil bakterilerin geldiğini belirtmişlerdir.

Duyusal değerlendirme: Odun dumanıyla geleneksel yöntemle tütsülenmiş ve sıvı tütsü uygulaması ile üretilmiş sosislerde dış görünüş, renk, lezzet ve genel beğenirlik kriterleri dikkate alınarak uygulanan duysal değerlendirme sonunda doğal tütsülenmiş sosislerin tüm özellikler açısından daldırma ve püskürtme yöntemi ile sıvı tütsü uygulanarak üretilmiş sosislerden önemli ($P<0,01$) ölçüde daha yüksek puanlar aldığı görülmüştür (Şekil 1, 2). Fakat sıvı tütsünün daldırma veya püskürtme ile uygulanması önemli farklılık yaratmamıştır ($P>0,01$). 56 günlük depolama boyunca sıvı tütsü uygulanmış olan her iki grupta da elde edilen puanlar daima reddetme sınırı olan 4'ün çok üzerinde kalmış, hatta iyi olarak nitelendirilen puanlar almışlardır. Yapılan varyans analizi sosislerde duysal değerlendirme kriteri olarak alınan bu dört özellikte periyotlar arası farklılığın üç uygulama grubunda da önemli olduğunu göstermiştir ($P<0,01$). Tüm gruplardaki sosislerde dış görünüş, lezzet ve genel beğenirlik puanlarında üretimi takiben bir haftalık depolama sonunda önemli artışlar olmuştur. Yani sosislerin duysal özelliklerini tam kazanması üretimden sonra bir dinlendirme-olgunlaşma dönemi sonunda olmuştur.

Münkner ve Meyer (13) de sıvı tütsü kullanımının geleneksel tütsülemeye kıyasla duysal özellikler açısından daha düşük puan alan ürünlerin eldesine neden olduğunu fakat daima ticari tüketim sınırının üzerinde puanlar elde edildiğini göstermişlerdir. Ayrıca birçok araştırmacı sıvı tütsü yoğunluğunun ve uygulama süresinin değişimi ile duysal yönden odun dumanı ile geleneksel yöntemle üretilmiş olan ürünlerle aynı ve/veya daha yüksek duysal beğeni

puanları alan ürünlerin elde edilmesinin mümkün olduğunu bildirmişlerdir (6,10,11).

Sonuç

Uygulama kolaylığı nedeniyle zamandan tasarruf sağlayan, üretim maliyetini azaltan, standart ürün sağlama kolaylığına sahip olan, hepsinden önemlisi de karsinojenik etkiye sahip polisiklik hidrokarbon bileşiklerini içermemesi nedeniyle sağlık açısından önemli avantajları olan sıvı tütsü kullanımının Frankfurter sosilerinin depolama stabiliteyi üzerine önemli olumsuz etkileri olmamıştır. 7 haftalık depolama için sıvı tütsü uygulaması mikrobiyel gelişim açısından geleneksel tütsüleme yönteminden önemli farklılık göstermemiştir. TMAB sayıları baz alınarak sosilerin $4\pm 1^\circ\text{C}$ 'da depolanma ömrünün doğal

tütsülenmiş ve püskürtme yöntemiyle sıvı tütsülenmiş sosilerde 49 gün, daldırma yöntemiyle sıvı tütsü uygulanmış sosilerde ise 42 gün olduğu belirlenmiştir. Sıvı tütsü uygulanmış sosilerin geleneksel yöntemle doğal tütsülenmiş sosilerden daha düşük duyuusal beğeni puanı alması dikkat çekici ise de uygulanan sıvı tütsü yoğunluğu ve uygulama süresi gibi parametrelerde yapılacak çok küçük değişmelerle puanlarda önemli artışlar sağlanabilir. Araştırmada uygulanan koşullarda bile her zaman ticari tüketim sınırının üzerinde beğeni puanları elde edilmiştir. Ürünler depolama süresi boyunca tüketim dışı kalmalarını gerektirecek kadar düşük puanlar almamışlardır. Puanlarda önemli düşüşlerin başlaması mikrobiyolojik gelişimle paralel olarak 49. günden sonrasında olmuştur. Sıvı tütsü uygulaması ile sosiler yağ oksidasyonundan da önemli ölçüde korunmuşlardır.

Kaynaklar

1. Draut, H.N. The Meat Smoking Process: A Review. *Food Technol.* 1963; 17. 1557-1598.
2. Kramlich, W.F., Pearson, F.M., Tauber, F.W. *Processed Meats*. The AVI Publishing Comp., Inc. Connecticut. 1973.
3. Karmas, E. *Processed Meat Technology*. Noyen Data Comparison, London. 1978.
4. Müller, W.D., Wirth, F. Heissraucherung Dünkalibriger Brühwurstchen. I. Literaturübersicht. *Fleischwirtsch.* 1988; 68, 31-36.
5. Müller, W.D. Pökeln und Rauchern Früher oder heute gesunder? *Fleischwirtsch.* 1990. 70, 1, 18-30.
6. Girard, J.P. *Technology of Meat and Product*. Ellis Horwood Limited, New York. 1992.
7. Öztan, A. Et Bilimi ve Teknolojisi. Hacettepe Üniv. Mühendislik Fak. Yay. No.19, Ankara, 1993.
8. Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay. No.786, Erzurum, 1994.
9. Pilipovic, J., Karakas, R. The Impact of Smoking and the Content of Carcinogens in Meat Products. *Hrana I. Ishrana.* 1973; 14, 447-454.
10. Potthast, K. Ein Alternative zum frisch entwickelten Raucherrauch? *Fleischwirtsch.* 1993; 73(12), 1376-1383.
11. Potthast, K. Über seine Verwendung zur Oberflächenbehandlung von Fleischerzeugnissen. *Fleischwirtsch.* 1983; 63(10), 1558-1562.
12. Boyle, D.L., Sofos, J.N., Maga, J.A. Inhibition of Spoilage and Pathogenic Microorganisms by Liquid Smoke from Various Woods. *Lebensm-Wiss Technol.* 1988; 21, 54-58.
13. Münkner, W., Meyer, C., Untersuchungen zum Einsatz von Flussigrauch bei der Herstellung geraucherter Fischerzeugnisse. *Fleischwirtsch.* 1994; 74(5), 547-553.
14. Lees, R. *Food Analysis. Analytical and Quality Control Methods for the Manufacturer and Buyer*. Third Ed. Leonard Hill Books, London. 1975.
15. Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö. Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay. No.318, Erzurum, 1993.
16. Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.T. A Distillation Method for the Quantitative Determination of Malonaldehyde in Rancid Food. *J. Am. Oil Chemist. Soc.* 1960; 37, 44-48.
17. Anonymous. *Instructions for Using the Lovibond Tintometer*. The Tintometer Limited, Salisbury, England. 1972.
18. Gürgün, V., Halkman, K. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Demeği, Yay. No.7, San Matbaası, Ankara, 1988.
19. Baumgart, J. *Microbiologische Untersuchung von Lebensmitteln*. Behr's Verlag GmbH, Hamburg, 1990.
20. Sas Institute Inc. *SAS User's Guide: Statistics*. SAS Institute, Inc., Cary, Nc. 1986.
21. Anonymous. TS 980. Sosis Standardı. TSE, Ankara, 1984.
22. Egan, A.F., Shay, B.J. Significance of Lactobacilli and Film Permeability in the Spoilage of Vacuum-Packaged Beef. *J. Food Sci.* 1982; 47, 1119-1126.
23. Gökten, D. Gıdalann Mikrobiyal Ekolojisi Cilt 1 Et Mikrobiyolojisi. Ege Üniv. Mühendislik Fak. Yay. No.21. Izmir. 1990.
24. Karabaş, G. Frankfurter Tipi Sosilerin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özelliklerine Ayçiçek Yağının Etikisi. Ankara Üniv. Fen Bil. Enst. (Yüksek Lisans Tezi). 1994.

25. Adams, M.R., Baker, T., Forrest, C.L. A Note on Shelf-life Extension of British Fresh Sausage by Vacuum Packing. *J. Appl. Bacteriol.* 1987; 63, 227-232.
26. Asita, A.O., Campbell, I.A. Anti-Microbial Activity of Smoke from Different Woods. *Letters in Applied Microbiology.* 1990; 10, 93-95.
27. Laleye, L.C., Lee, B.H., Simard, R.E., Carmichael, L., Holley, R.A. Shelf-Life of Vacuum or Nitrogen Packed Pastrami: Effects of Packaging Atmospheres, Temperature and Duration of Storage on Microflora Changes. *J. Food Sci.* 1984; 49, 827-831.
28. Vanderzant, C., Hanna, M.O., Ehlers, J.G., Savell, J.W., Smith, G.C., Griffin, D.B., Terrell, R.N., Lind, K.D., Galloway, D.E. Centralized Packaging of Beef Loin Steaks with Different Oxygen-Barrier Films: Microbiological Characteristics. *J. Food Sci.* 1982; 47, 1070-1079.
29. Gill, C.O., Newton, K.G. The Ecology of Bacterial Spoilage of Fresh Meat at Chill Temperature. *Meat Sci.* 1978; 2, 207.
30. Hanna, M.O., Smith, G.C., Hall, L.C., Vanderzant, C. Role of *Hafnia alvei* and *Lactobacillus* Species in the Spoilage of Vacuum-Packaged Strip Loin Steaks. *J. Food Prot.* 1979; 42, 596.