

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SUCUKTA ORGANİK ASİT KOMPOZİSYONUNA FARKLI
KARBONHİDRAT KAYNAKLARININ ETKİSİ**

Eda KURT

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2009**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Eda KURT tarafından hazırlanan “**Sucukta Organik Asit Kompozisyonuna Farklı Karbonhidrat Kaynaklarının Etkisi**” adlı tez çalışması 24/03/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Ayla SOYER

Jüri Üyeleri :

Başkan : Doç. Dr. Ayla SOYER
Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü

Üye : Prof. Dr. A. Hamdi ERTAŞ
Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü

Üye : Prof. Dr. Halil VURAL
Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Orhan ATAKOL

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SUCUKTA ORGANİK ASİT KOMPOZİSYONUNA FARKLI KARBONHİDRAT KAYNAKLARININ ETKİSİ

Eda KURT

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ayla SOYER

Geleneksel et ürünümüz olan sucuk, üretimi formülasyon, fermantasyon ve kurutma/olgunlaştırma aşamalarına dayanan yarı-kuru fermente bir üründür. Sucuğun stabilitesi, oluşturulan ortama hakim olan laktik asit bakterilerinin veya dışarıdan katılan starter kültürün/lerin ette bulunan veya formülasyona dahil edilen karbonhidratları fermente etmesiyle meydana gelen asitlik artışı ile sağlanmaktadır. Bu çalışmada, üç farklı karbonhidrat kaynağı; sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi kullanılarak starterli (*Pediococcus pentosaceus* ve *Staphylococcus xylosus* karışımı) sucuklar üretilmiştir. Her bir karbonhidrat kaynağı %0,6 düzeyinde katılmış ve fermantasyon ve kurutma işlemleri 20-22°C’de yürütülmüştür. Farklı karbonhidrat kaynaklarının üretim sırasında meydana gelen organik asitlerin kompozisyonuna ve miktarlarına etkisi ile diğer bazı kalite özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Sucuklarda üretim sonunda kurumaya bağlı olarak nem miktarlarında ve a_w değerlerinde azalma, protein, yağ ve kül miktarlarında artış görülmüştür. Her üç karbonhidrat kaynağı da sucukta önemli düzeyde pH düşüşüne ve titrasyon asitliğinde artışa neden olmuştur. Sucukta pH 0. günde 5,92’den 9. günde 4,54’e düşmüş, titrasyon asitliği 0. günde %0,38’den 9. günde %1,22’ye yükselmiştir. Sucukta pH düşüşü en çok fermantasyonun 2. ve 3. günlerinde, titrasyon asitliğindeki artış ise en çok üretimin 3. ve 5. günlerinde meydana gelmiştir. Sucukta üretim sırasında meydana gelen başlıca dört organik asit tanımlanmış ve değişimleri incelenmiştir. Bunlar laktik, asetik, piruvik ve sitrik asittir. Fermantasyon ve kuruma sırasında laktik asit miktarı karbonhidrat kaynağından etkilenmeksizin sürekli artmıştır (0. günde 4,14 mg/g’dan 9. günde 14,89 mg/g’a). Buna karşın asetik asit, piruvik asit ve sitrik asit miktarları fermantasyon sırasında giderek azalmıştır. Duyusal analiz sonuçları sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi içeren çiğ ve pişmiş sucukların beğenildiğini göstermiştir.

Mart 2009, 68 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sucuk, fermantasyon, organik asitler, glukoz, sakkaroz, elma suyu konsantresi.

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECT OF DIFFERENT CARBOHYDRATE SOURCES ON ORGANIC ACID COMPOSITION OF TURKISH FERMENTED SAUSAGE (Sucuk)

Eda KURT

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ayla SOYER

Sucuk, a traditional Turkish sausage, is a semi-dry fermented meat product and its production involves with formulation, fermentation and drying/ripening processes. The stability of fermented sucuk depend on acidification formed by fermentation of native and added carbohydrates by lactic acid bacteria which come from natural meat flora or starter inoculation. In this study, three different carbohydrate sources (sucrose, glucose and apple juice concentrate) were tested for acidification process in sucuk inoculated with a freeze-dried starter culture of *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosum* mixture. The sausages contained 0,6% of carbohydrate were fermented and dried at 20-22°C for 9 days. The effect of carbohydrate sources on organic acid composition and other quality characteristics was studied.

Moisture content and water activity decreased and protein, fat and ash contents increased in the end product depending on drying. The sausages contained 0,6% carbohydrate showed a significant but similar rates of pH reduction and titratable acidity yields. pH decreased from 5,92 to 4,54 and titratable acidity increased from 0,38% to 1,22% from the beginning day to the end product. The fastest reduction in pH was observed at days 2 and 3 while the fastest increase in titratable acidity was at days 3 and 5. Major acids detected during ripening were lactic, acetic, piruvic and citric acids. Lactic acid, the main metabolite responsible for acidification, increased during fermentation for all carbohydrate groups. The most rapid increase in lactic acid content occurred on the third day of fermentation and this increase continued during drying (from 4,14 mg/g to 14,89 mg/g). However, acetic, piruvic and citric acids were decreased during fermentation. Sensory evaluation showed that sucuk samples with different carbohydrate sources were highly accepted in terms of odour, colour, taste, texture and general acceptability attributes in both raw and cooked samples.

March 2009, 68 pages

Key Words: Sucuk, fermentation, organic acids, glucose, sucrose, apple juice concentrate.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince her aşamada bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren ve her konuda hoşgörüsü ile desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Doç. Dr. Ayla SOYER'e (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), çalışmalarım süresince HPLC cihazı ile organik asitlerin belirlenmesindeki yardımları ve katkılarından dolayı Arş. Grv. Dr. Oktay YEMİŞ'e, tez çalışmamın istatistik analizlerini yapan yüksek lisans arkadaşım Meltem TÜRKYILMAZ'a, laboratuvar olanaklarından yararlandığım hocam Doç. Dr. Mehmet ÖZKAN'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi); tüm hayatım boyunca beni destekleyen ve hep yanımda olan sevgili aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, "Sucukta Olgunlaşma Sırasında Meydana Gelen Karbonhidrat Fermantasyonuna Sıcaklığın ve Starter Kültürün Etkisi" başlıklı ve "2006-0745051" No'lu BAP projesi kapsamında desteklenmiştir.

Eda KURT

Ankara, Mart 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1 Materyal	21
3.2 Yöntem	22
3.2.1 Sucuk üretimi	22
3.2.2 Elma suyu konsantresinin hazırlanması.....	23
3.3 Analiz Yöntemleri	25
3.3.1 Nem miktarı tayini	25
3.3.2 Protein miktarı tayini	25
3.3.3 Yağ miktarı tayini	25
3.3.4 Kül miktarı tayini.....	26
3.3.5 Su aktivitesi (a_w) tayini	26
3.3.6 pH tayini.....	27
3.3.7 Titrasyon asitliği tayini.....	27
3.3.8 Organik asit dağılımının HPLC yöntemiyle belirlenmesi.....	28
3.3.8.1 Ekstraksiyon	28
3.3.8.2 Tanımlama ve hesaplama	28
3.3.9 Recovery (geri kazanım) testi.....	29
3.3.10 Duyusal değerlendirme.....	31
3.3.11 İstatistik analiz	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	32
4.1 Nem Miktarı	32
4.2 Protein Miktarı.....	33
4.3 Yağ Miktarı	35
4.4 Kül Miktarı.....	36
4.5 Su Aktivitesi (a_w) Değeri.....	37
4.6 pH Değeri	39
4.7 Titrasyon Asitliği Miktarı.....	42
4.8 Laktik Asit Miktarı.....	44
4.9 Asetik Asit Miktarı.....	48
4.10 Piruvik Asit Miktarı.....	50
4.11 Sitrik Asit Miktarı.....	52
4.12 Organik Asitlerin Geri Kazanımı (Recovery) Değerleri	54
4.13 Duyusal Değerlendirme	54
5. SONUÇ.....	56
KAYNAKLAR	58
EKLER.....	63
EK 1 Sucukta üretim süresince belirlenen organik asitlere ait kromatogramlar..	64
EK 2 Çiğ sucuk duyusal değerlendirme formu	66

EK 3 Pişmiş sucuk duyusal değerlendirme formu	67
ÖZGEÇMİŞ.....	68

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Fermente et ürünlerinde olgunlaştırma sırasındaki değişmeler	7
Şekil 2.2 Fermente et ürünlerinde meydana gelen kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar	10
Şekil 2.3 Homolaktik fermantasyon	11
Şekil 2.4 Heterolaktik fermantasyon	12
Şekil 2.5 Fermente sosislerde olgunlaştırma sırasında heksozların, laktik asitin ve asetik asitin miktarlarında meydana gelen değişmeler	13
Şekil 3.1 Sucuk üretimi	24
Şekil 3.2 Organik asitlerin standart eğrileri	30
Şekil 4.1 Sucuktaki nem miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi	33
Şekil 4.2 Sucuktaki protein miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi	34
Şekil 4.3 Sucuktaki yağ miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi	36
Şekil 4.4 Sucuktaki kül miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi	37
Şekil 4.5 Sucuktaki a_w değerine farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi	39
Şekil 4.6 Sucuktaki pH değerine farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi	40
Şekil 4.7 Sucuktaki titrasyon asitliği miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi	43
Şekil 4.8 Sucuktaki laktik asit miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi	45
Şekil 4.9 Sucuktaki laktik asit ve titrasyon asitliği miktarlarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi	46
Şekil 4.10 Sucuktaki asetik asit miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi	49
Şekil 4.11 Sucuktaki piruvik asit miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi	52
Şekil 4.12 Sucuktaki sitrik asit miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Fermente et ürünlerinde kullanılan başlıca starter kültürler, işlevleri ve faaliyetleri sonucu neden oldukları olaylar	9
Çizelge 2.2 Fermente et ürünlerinde kullanılan karbonhidrat kaynakları.....	15
Çizelge 3.1 Sucuk formülasyonu (%)	23
Çizelge 4.1 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda nem miktarında meydana gelen değişimler (%)	32
Çizelge 4.2 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda protein miktarında meydana gelen değişimler (%).....	34
Çizelge 4.3 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda yağ miktarında meydana gelen değişimler (%)	35
Çizelge 4.4 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda kül miktarında meydana gelen değişimler (%)	37
Çizelge 4.5 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında a_w değerinde meydana gelen değişimler.....	38
Çizelge 4.6 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında pH değerinde meydana gelen değişimler.....	40
Çizelge 4.7 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında titrasyon asitliği miktarında meydana gelen değişimler (% laktik asit)	42
Çizelge 4.8 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında laktik asit miktarında meydana gelen değişimler (mg/g)	45
Çizelge 4.9 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında asetik asit miktarında meydana gelen değişimler (mg/g)	48
Çizelge 4.10 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında piruvik asit miktarında meydana gelen değişimler (mg/100g).....	51
Çizelge 4.11 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında sitrik asit miktarında meydana gelen değişimler (mg/g)	53
Çizelge 4.12 Laktik, asetik ve sitrik asit recovery değerleri (%).....	54
Çizelge 4.13 Çiğ sucuğa ait duyuşal değerlendirme sonuçları	54
Çizelge 4.14 Pişmiş sucuğa ait duyuşal değerlendirme sonuçları	55

1. GİRİŞ

Dengeli beslenme vücudun yapı taşları olan protein, karbonhidrat, yağ, mineral maddeler ve vitaminlerin gerek duyulduğu kadar tüketilmesi demektir. Protein tüketimi açısından bakıldığında, bir yetişkinin günde yaklaşık 70 g kadar protein tüketmesi, bunun da en az yarısının hayvansal kaynaklı olması gerekmektedir. Hayvansal kaynaklı proteinlerde bulunan amino asitlerin bazıları elzem amino asitler olarak adlandırılmaktadır (Öztañ 2005).

Günümüzde hayvansal protein tüketimi gelişmişliğin bir göstergesi olarak ifade edilmektedir. Son yıllarda bilim ve teknoloji alanında meydana gelen gelişmeler et endüstrisine de yansımıştır. Bu duruma paralel olarak et üretimi artmış ve toplam et üretiminin büyük bir kısmı et ürünleri üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Önemli bir besin kaynağı olan et, hem taze olarak hem de değişik lezzet ve aroma özellikleri kazandırmak amacıyla çeşitli teknolojik işlemlere maruz bırakılarak elde edilen ürünler şeklinde tüketilmektedir (Erdoğrul ve Ergün 2005).

Ülkemizde kişi başına yılda 12 kg kırmızı et, 13 kg kanatlı eti ve 6 kg da su ürünü olmak üzere yaklaşık 31 kg et ve et ürünü tüketilmektedir. Türkiye’de tüketilen etin yaklaşık %5’i işlenmiş et ürünüdür ve bu değerin %50’sinin sucuk olduğu tahmin edilmektedir (Anonim 2009).

Fermente et ürünleri; kıyılmış veya parça et ve yağın, tuz, nitrat ve/veya nitrit, şeker, çeşitli baharat ve/veya starter kültürler katılarak, karıştırılması ile elde edilen hamurun, doğal veya sentetik kılıflara doldurulması, daha sonra fermentasyona ve kurumaya maruz bırakılması ile üretilmektedir (Hugas and Monfort 1997, Soyer 2002).

Fermente et ürünleri asitlik durumlarına (düşük veya yüksek pH’lı ürünler), işlenen ingrediyanların büyüklüğüne (bütün halde veya kıyılmış olarak), fermentasyon tipine (karbonhidratlı veya karbonhidratsız; mikrobiyel inokülasyonlu veya inokülasyonsuz) göre sınıflandırılabilir (Incze 1991).

Fermente et ürünleri; belirli mikroorganizmaların çoğalmaları ve metabolik faaliyetleri sonucunda elde edilmektedir. Son ürün kalitesi, fermantasyonda rol oynayan mikroorganizmaların tipine, hammadde seçimine ve üretim sırasındaki koşullara bağlı olarak büyük değişimler göstermektedir (Heperkan ve Sözen 1988). Farklı kalitede fermente et ürünü elde etmede iç ve dış faktörler etkili olmaktadır. Bunlar üretimde et hamuruna starter kültür katılması ve farklı karbonhidrat kaynağı ya da baharat katılması gibi iç faktörler ile sıcaklık ve nem gibi dış faktörlerdir (Soyer 2002).

Fermente et ürünlerinin üretimi süresince ortama hakim olan mikroorganizmaların faaliyeti sonucu başta kuruma olmak üzere karbonhidratların fermantasyonu ve asit oluşumu, tipik renk oluşumu, lipoliz, lipit oksidasyonu ve proteoliz gibi kimyasal ve fiziko-kimyasal reaksiyonlar meydana gelmekte ve bu reaksiyonlar sonucu meydana gelen ürünler son ürünün tekstrünü ve flavorunu oluşturmaktadır (Lizaso *et al.* 1999, Fernández *et al.* 2000, García Fontán *et al.* 2007).

Fermente et ürünlerinde karbonhidrat fermantasyonu ortamdaki laktik asit bakterilerinin basit şekerleri kullanarak küçük moleküllü bileşiklere parçaladığı bir reaksiyon zinciridir. Karbonhidrat fermantasyonu sonucu meydana gelen başlıca ürünler organik asitlerdir ve ortamın pH'sını düşürerek son ürünün tekstürüne ve duyuşsal özelliklerine (asidik tat gibi) etki ederler. Asitlerin oluşumu üründe bulunan şekerlerin tipine ve konsantrasyonuna, kılıf çapına ve diğer teknolojik faktörlere ve özellikle de bakteri türüne bağlıdır (Montel *et al.* 1998). Fermente et ürünlerine katılan şekerler, fermantasyon ve kuruma/olgunlaştırma aşamalarında laktik asit bakterileri tarafından kullanılmakta ve başlıca laktik asit oluşmaktadır. Laktik asit, fermente et ürünlerinde pH düşüşünden sorumlu temel organik asittir. Fermente et ürünlerinde şeker kullanımı ile pH'da istenilen düşüşün sağlanması sonucu patojenik ve bozulma yapan bakteriler inhibe edilmekte ve ürünün tipik organoleptik karakteri oluşmaktadır (González-Fernández *et al.* 2006).

Bu çalışmada, farklı karbonhidrat kaynaklarının (sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi) fermente sucuk üretimi sırasında meydana gelen organik asit dağılımına ve diğer bazı kalite özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda

Üretim sırasında meydana gelen organik asitler ve miktarları belirlenmiş, ayrıca elma suyu konsantresinin karbonhidrat kaynağı olarak sucuk üretiminde kullanılabilirliği de ortaya konulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sucuk, doğal inokülasyonla veya starter kültür katılarak üretilen yarı-kuru fermente bir et ürünüdür (Ertaş 1985, Ockerman and Gökalp 1987). Ülkemizde sucuklar büyük işletmeler dışında genellikle düşük üretim kapasiteli özel kuruluşlarda, bölgelere ve üreticilere göre farklılıklar gösteren yöntemlerle üretilmekte ve genellikle ekonomik nedenlerle olgunlaşmasını tamamlamadan pazarlanmaktadır (Erdoğan ve Ergün 2005, Bozkurt and Erkmen 2007).

Türk sucuğu standardı (TS 1070)'na göre sucukta nem miktarı en çok %40, tuz miktarı en çok %5, pH 4,7-5,4 arasında, protein miktarı birinci sınıf sucukta en az %22, ikinci ve üçüncü sınıf sucukta en az %20, yağ miktarı birinci sınıf sucukta en çok %35, ikinci ve üçüncü sınıf sucukta %40 olmalıdır (Anonim 2002).

Dünya'da coğrafik bölgeye veya üreticisine bağlı olarak üretilen çok çeşitli kuru veya yarı-kuru fermente et ürünleri üretilmektedir. Genel olarak fermente et ürünlerinin üretimleri, fermantasyona ve kurumaya dayanmasına karşın, önemli bölgesel farklılıklar bulunmaktadır. Akdeniz ülkelerinde bir çok fermente et ürünü baharat ilavesi ile ve havada kurutularak üretilirken, Orta ve Kuzey Avrupa'da fermente et ürünleri kısa süreli bir kütleme işleminden sonra tütülenmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde ise yüksek sıcaklıkta hızlı bir fermantasyondan sonra, kısa süreli bir kurutma ile fermente et ürünleri üretilmektedir (Ordóñez *et al.* 1999, Fernández *et al.* 2000). Ülkemizde ise tipik fermente ürünümüz olan sucuk, starterli veya startersiz formülasyon oluşturulduktan sonra, kısa süreli bir ön fermantasyon ve dolun işlemini takiben fermantasyona ve kurutma işlemine maruz bırakılarak üretilmektedir (Soyer *et al.* 2005). Son yıllarda üretim süresini kısaltmak, daha stabil, hijyenik ve ekonomik ürün üretmek gibi amaçlar için ısı işlem uygulanmış sucuklar üretilmektedir (Tayar 1989, Vural 1992, Filiz 1996, Dalmış and Soyer 2008).

Sucuk ve diğer fermente et ürünleri üretiminde formülasyon, fermantasyon ve kurutma/olgunlaştırma olmak üzere başlıca üç aşama yer almaktadır (Soyer *et al.* 2005, Cenci-Goga *et al.* 2008). Formülasyon aşamasında, et ve yağ uygun boyutlara

indirgenmekte ve diğeri ingredivenlerle karıştırılarak elde edilen hamur kılıflara doldurulmaktadır. Fermantasyon aşamasında, iki temel mikrobiyolojik reaksiyon meydana gelmekte ve birbirini etkilemektedir. Bu reaksiyonlardan biri nitrat indirgeyen bakterilerce nitratın nitrite indirgenmesi ve nitritten nitrik oksit oluşmasıdır. Diğeri, laktik asit bakterilerinin glikoliz yoluyla ortam pH'sını düşürmesidir. Kurutma/olgunlaştırma aşamasında, son ürünün flavoruna, kokusuna ve tekstürüne etki eden biyokimyasal reaksiyonlar meydana gelmektedir (Santos *et al.* 1998, Ordóñez *et al.* 1999, Rantsiou and Cocolin 2006).

Sucuk üretiminde formülasyon aşamasında et ve yağ, kıyma makinasında çekilerek tuz, sarımsak, şeker, baharat, nitrat ve nitrit gibi ingredivenlerle karıştırılmaktadır. Elde edilen hamur yaklaşık 12 saat soğukta bekletilerek karışımdaki maddeler arasında etkileşim sağlanmaktadır (Soyer *et al.* 2005, Dalmış and Soyer 2008).

Kıyma çekme işlemi sırasında kas fibrilleri zarar görmekte toplam fibrillerin yaklaşık %80'ini oluşturan miyofibriler proteinler tuzun etkisine maruz kalmaktadırlar. Ortamdaki tuz, yağ partiküllerinin etrafını saran ve protein-yağ, protein-protein etkileşimini sağlayan protein filminin oluşmasında elektrostatik bir işlev görür. Tuz iyonları, proteinlerle etkileşerek zıt yüklü iyonlar arasındaki elektrostatik çekimi azaltır. Bu olay proteinlerin açılmasına ve disosiyasyonuna neden olur (Ordóñez *et al.* 1999).

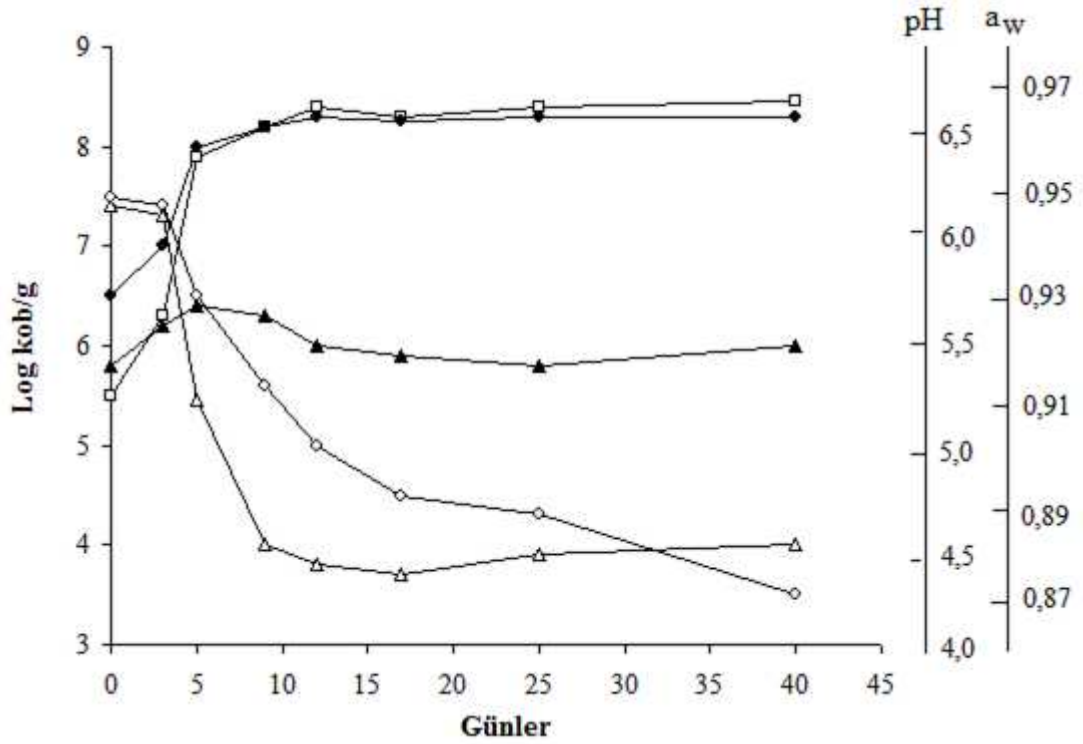
Fermente et ürünleri üretiminde fermantasyon, elde edilen hamurun soğukta bekletilmesinden sonra sığır ince barsaklarına veya sentetik kılıf materyaline dolun yapılması ve olgunlaştırma kabineye yerleştirilmesiyle başlamaktadır. Olgunlaştırma kabini sıcaklığın, bağıl nemin ve hava sirkülasyonunun kontrol edildiği ortamdır.

Fermantasyon sırasında sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlerin çözünürlüklerinde meydana gelen azalma ortamdaki tuzun (NaCl), sıcaklığın (20-26°C) ve pH'daki düşüşün etkisi ile olmaktadır. Kurumaya bağlı olarak proteinlerin çözünmezliği artmaktadır. Buna bağlı olarak NaCl konsantrasyonu ve ortamın iyonik gücü artmaktadır. Oluşan yeni koşullar, et proteinlerinin ve özellikle de miyofibriler

proteinlerin denature olmasına yol açmakta, buna bağılı olarak önemli yapısal değişmeler meydana gelmektedir (Ordóñez *et al.* 1999).

Fermantasyon sırasında birkaç kritik mikrobiyolojik değişme meydana gelmektedir (Şekil 2.1). Fermantasyondan önce etten ve diğer ingrediyenlerden kaynaklanan sucuk hamurundaki mikrobiyolojik yük 10^5 - 10^6 kob/g arasında değişmektedir. Başlangıç mikroorganizma yükünü başlıca kullanılan etteki ve baharattan gelen mikrobiyel yük belirlemektedir. Başlangıçtaki mikrobiyal popülasyon ise oldukça değişkenlik göstermekte ve başlıca hammadde olarak kullanılan etten kaynaklanmaktadır. Ette bulunan başlıca mikroroganizma popülasyonunu laktobasiller, mikrokoklar, enterobakterler, *Pseudomonas* spp., *Achromobacter* spp., *Flavobacterium* spp., *Bacillus* spp. ile küfler ve mayalar oluşturmaktadır. Fakat oluşturulan ortam, taze etin bozulmasına neden olan özellikle Gram-negatif bakterilerin (başlıca pseudomonas ların) inhibe olmasına, laktik asit bakterilerinin ise çoğalmasına neden olmaktadır (Mcmeekin 1982, Dainty *et al.* 1983). Özellikle bozulma yapan mikroorganizmaların ölmesine neden olan bu ortamlar su aktivitesinin düşmesi, ortamdaki nitratın inhibitör etkisi ve oksijen azlığıdır. Ortamın su aktivitesi ilave edilen tuz ve şeker gibi maddelerin etkisiyle 0,99'dan 0,96'ya düşmektedir. Bu şekilde doğal yolla üretilen fermente et ürünlerinde tipik mikroflorayı *Lactobacillaceae* ve *Micrococcaceae* familyasının üyeleri oluşturmaktadır. Starter kullanılarak yapılan üretimlerde de seçilen mikroorganizmaları bu bakterilerin üyeleri oluşturmaktadır (Girard 1992, Coppola *et al.* 1998, Ordóñez *et al.* 1999).

Buna göre, sucuk üretiminin temelini mikroorganizmalar oluşturmaktadır. Et ürünlerinde tespit edilen mikroflora, ürünlerin mikrobiyolojik kalitesini ortaya koymaktadır. Gerekli teknolojik ve hijyenik kuralların uygulanmaması sonucu üründe arzu edilmeyen bakterilerin bulunması hem ürünlerin kalitesinin bozulmasına, hem de çeşitli gıda zehirlenmelerine sebep olmaktadır. Yüksek kalitedeki et ürünlerinde, ortama daima arzu edilen mikroorganizmalar hakimdir. Fermente sucukta bulunan arzu edilen mikroorganizmalar, ürettikleri metabolik ürünlerle sucuğun lezzet, aroma ve renk gibi arzu edilen duyusal özelliklerinin oluşmasına katkıda bulunurlar (Erdoğrul ve Ergün 2005).



Şekil 2.1 Fermente et ürünlerinde olgunlaştırma sırasındaki değişimler (Ordóñez *et al.* 1999)

(◆) toplam aerob mezofilik bakteri, (□) *Lactobacillaceae* ve (▲) *Micrococcaceae* yükü, (Δ) pH, (o) su aktivitesi

Fermente et ürünlerinde var olan mikroorganizmalar hammaddeden, baharattan, üretim sırasında uygulanan işlemlerden ve starter kültürlerden kaynaklanmaktadır (Kröckel 1995). Starter kültürler, mikrobiyel olarak fermente edilen gıdaların fiziksel, kimyasal ve organoleptik niteliklerini korumak ve geliştirmek ya da değişik ürünler elde etmek için kullanılan mikroorganizmalardır. Bu kültürler her gıda maddesinin özelliğine göre seçilmiş olup; dondurulmuş ya da dondurularak kurutulmuş (liyofilize) halde bulunan saf preparatlardır (Hammes and Knauf 1994). Starter kültürlerin sucuklarda fermantasyon süresini kısalttıkları; standart ürün oluşumuna neden oldukları; sucukta renk gelişimine yardımcı oldukları; fermantasyon süresince ortamda bulunabilen patojen mikroorganizmaların inhibisyonunu sağladıkları; histamin, tiramin gibi bazı biyojenik aminlerin oluşumunu önledikleri; kürlenme maddesi olarak katılan nitrat/nitrit'ten nitrozamin oluşumunu inhibe ettikleri; ürünlerin besleyici değerlerini artırdıkları ve sonuç olarak da daha kaliteli, standart ve raf ömrü uzun fermente ürün üretimine katkıda buldukları bilinmektedir (Vural ve Öztan 1992, Hammes and Knauf 1994, Toldrá 2006).

Starter olarak kullanılan mikroorganizmaların büyük bir çoğunluğu laktik asit bakterileri (LAB; homofermentatif Lactobacilli ve Pediococci türleri) ve Gram-pozitif, katalaz-pozitif cocci (GCC; koagülaz negatif *Staphylococci* ve *Micrococci*) bakterileridir. Bakterilerin dışında çeşitli mayalar ve küfler de starter olarak kullanılmaktadır (Leroy *et al.* 2006, Ammor and Mayo 2007). Fermente et ürünlerinde kullanılan başlıca starter kültürler, işlevleri ve faaliyetleri sonucu neden oldukları olaylar Çizelge 2.1’de verilmiştir.

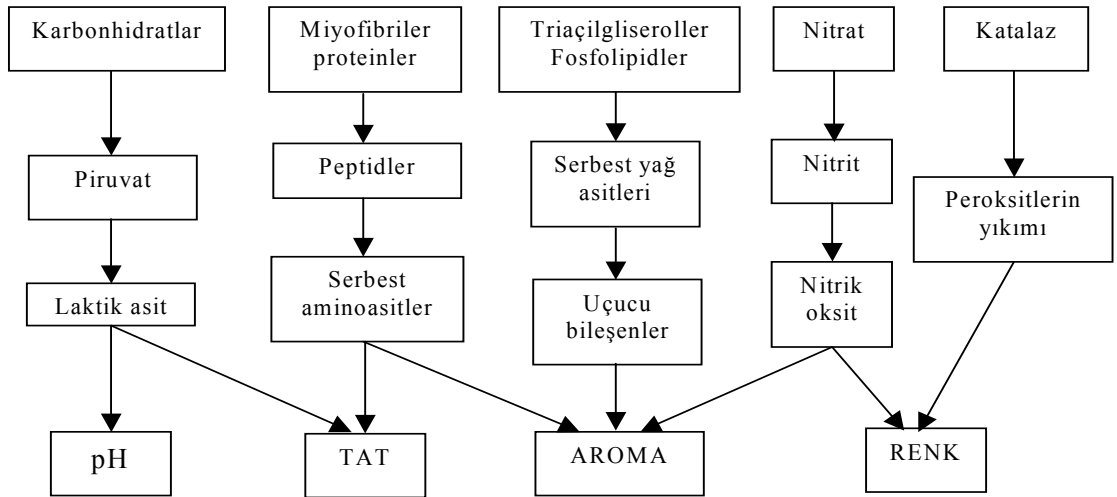
Fermente et ürünlerinde meydana gelen kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar Şekil 2.2’de verilmiştir. Laktik asit bakterileri karbonhidratlardan laktik asit üreterek ürünün pH’sını düşürmektedir (Egan 1983). Bunun sonucunda protein koagülasyonu, bakteriyel stabilizasyon ve renk oluşumu gerçekleşmektedir (Girard 1992, Hugas and Monfort 1997, Santos *et al.* 1998).

Gram-pozitif, katalaz-pozitif koklar nitratı nitrite indirgeyerek renk oluşumunda ve stabilizasyonunda rol oynamaktadırlar. Bu bakteriler lipolitik ve proteolitik aktiviteleri sonucu peptit, amino asit, aldehit, amin ve serbest yağ asitleri gibi düşük molekül ağırlıklı bileşenleri oluşturarak ürünün tekstür ve flavorunu belirlemektedirler (Rantsiou and Cocolin 2006). Ayrıca bu bakteriler katalaz enzimi içerdiklerinden laktik asit bakterilerinin ürettiği bir metabolit ve okside edici ajan olan hidrojen peroksiti parçalayarak ürünün renk, aroma ve raf ömrünü korumaktadırlar (Hammes and Knauf 1994).

Proteoliz ve lipoliz reaksiyonlarında bakteriyel enzimler ve ette bulunan enzimler rol oynamaktadırlar. Proteoliz reaksiyonlarında asit pH’da aktif olan katapsin D enzimi miyofibriler proteinleri hidrolize ederek polipeptidleri oluşturmakta, polipeptidler de peptidlere ve serbest amino asitlere parçalanmaktadır. Lipoliz reaksiyonlarında kas ve bağ doku lipidleri (triacilgliseroller ve fosfolipidler) enzimlerin etkisiyle hidrolize uğrayarak serbest yağ asitlerine dönüşmektedir (Toldrá 2006).

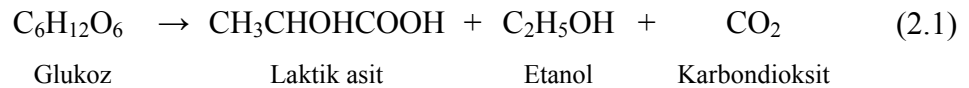
Çizelge 2.1 Fermente et ürünlerinde kullanılan başlıca starter kültürler, işlevleri ve faaliyetleri sonucu neden oldukları olaylar (Toldrá 2006)

Grup	Mikroorganizmalar	Birincil işlevleri	İkincil işlevleri	Kimyasal etkisi	Üründeki etkisi
Laktik asit bakterileri	<i>L. sakei</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. pentosus</i> , <i>P. acidilactici</i> , <i>P. pentosaceus</i>	Glikoliz	Proteoliz (endo ve ekzo)	Laktik asit oluşumu Serbest amino asitlerin oluşumu	pH düşüşü Güvenilirlik Sertlik Tat
Micrococcaceae	<i>M. varians</i> , <i>S. xylosus</i> , <i>S. carnosus</i>	Nitrat redüktaz, lipoliz, katalaz	Proteoliz (ekzo)	Nitratın nitrite indirgenmesi Serbest yağ asitlerinin oluşumu ve oksidasyona hazır hale gelmesi Serbest amino asitlerin oluşumu Hidrojen peroksidin yıkımı	Güvenilirlik Aroma Tat
Mayalar	<i>Debaryomyces hansenii</i>	Lipoliz	Deaminasyon/ deamidasyon Transaminasyon	Serbest yağ asitlerinin oluşumu Amino asitlerin transformasyonu Laktik asit kullanımı ve amonyak oluşumu	Aroma Tat pH yükselişi
Küfler	<i>Penicillium nalgiovense</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i>	Lipoliz, proteoliz (ekzo)	Deaminasyon/ deamidasyon Transaminasyon	Serbest yağ asitlerinin oluşumu ve oksidasyona hazır hale gelmesi Serbest amino asitlerin oluşumu ve transformasyonu Amonyak oluşumu	Aroma Tat pH yükselişi Dış görünüş



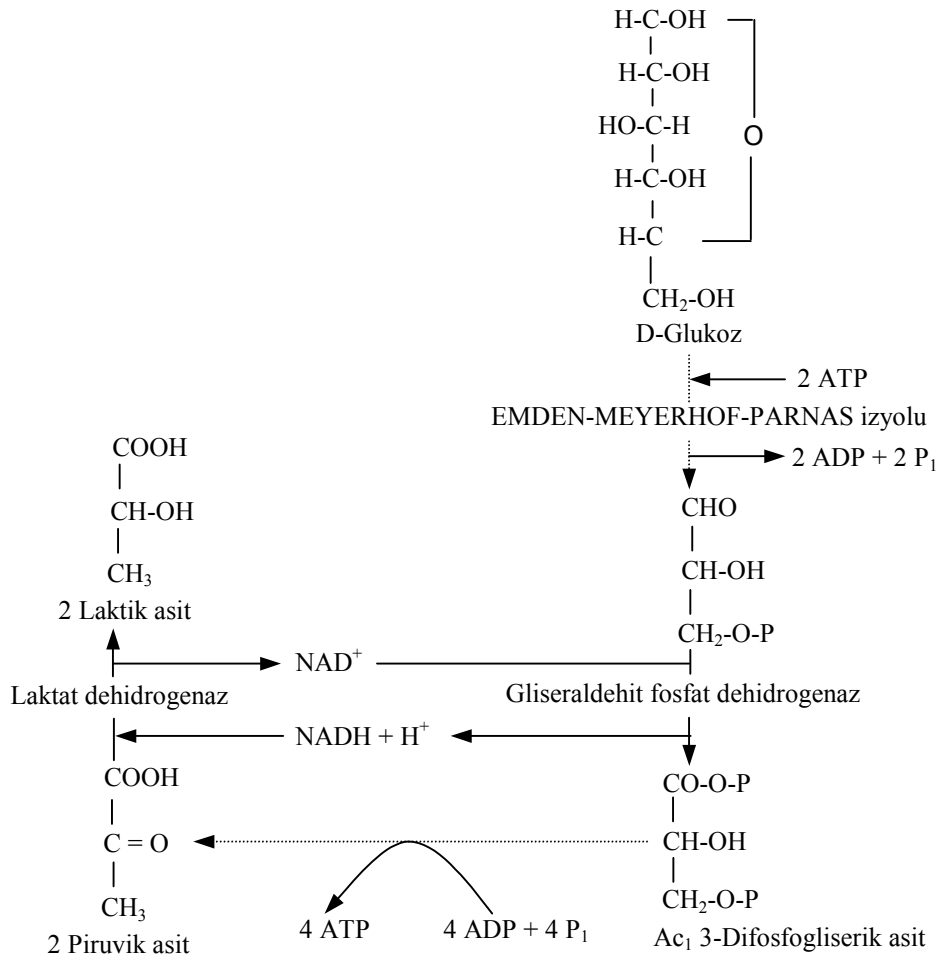
Şekil 2.2 Fermente et ürünlerinde meydana gelen kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar (Toldrá 2006)

Fermente et ürünlerinde meydana gelen laktik asit fermantasyonu anoksidatif bir fermantasyondur. Genelde fermente et ürünlerinde homolaktik (Şekil 2.3) ve heterolaktik (Şekil 2.4) olmak üzere iki tip fermantasyon görülmektedir. Homolaktik fermantasyonda homofermantatif laktik asit bakterileri 1 mol glukozdan 2 mol laktik asit oluşturmakta, heterolaktik fermantasyonda ise heterofermantatif laktik asit bakterileri glukozdan eşit miktarlarda laktik asit, CO₂ ve etanol oluşturmaktadır (Eşitlik 2.1) (Girard 1992, Caplice and Fitzgerald 1999). Heterofermantatif laktik asit bakterilerinin faaliyetleri sonucu oluşan CO₂, üründe farklı boyutlarda gözenekler oluşturduğundan fermente et ürünleri üretimi için heterofermantatif laktik asit bakterileri uygun bulunmamaktadır (Ammor and Mayo 2007). Ayrıca bu bakteriler fazla miktarda asetik asit oluşturmakta ve bu da keskin off-flavora neden olmaktadır (Ammor and Mayo 2007, Mateo *et al.* 1996, Jessen 1995). Bu nedenle fermente et ürünleri üretiminde homofermantatif laktik asit bakterileri tercih edilmektedir.



Fermente et ürünleri üretiminde kaliteyi etkileyen faktörler dış faktörler (sıcaklık, bağıl nem ve hava sirkülasyonu gibi) ve iç faktörler (karbonhidrat tipi ve miktarı, kılıf çapı, yağ miktarı, starter kültür gibi) olmak üzere iki grupta incelenmektedir (Dezacki 1979,

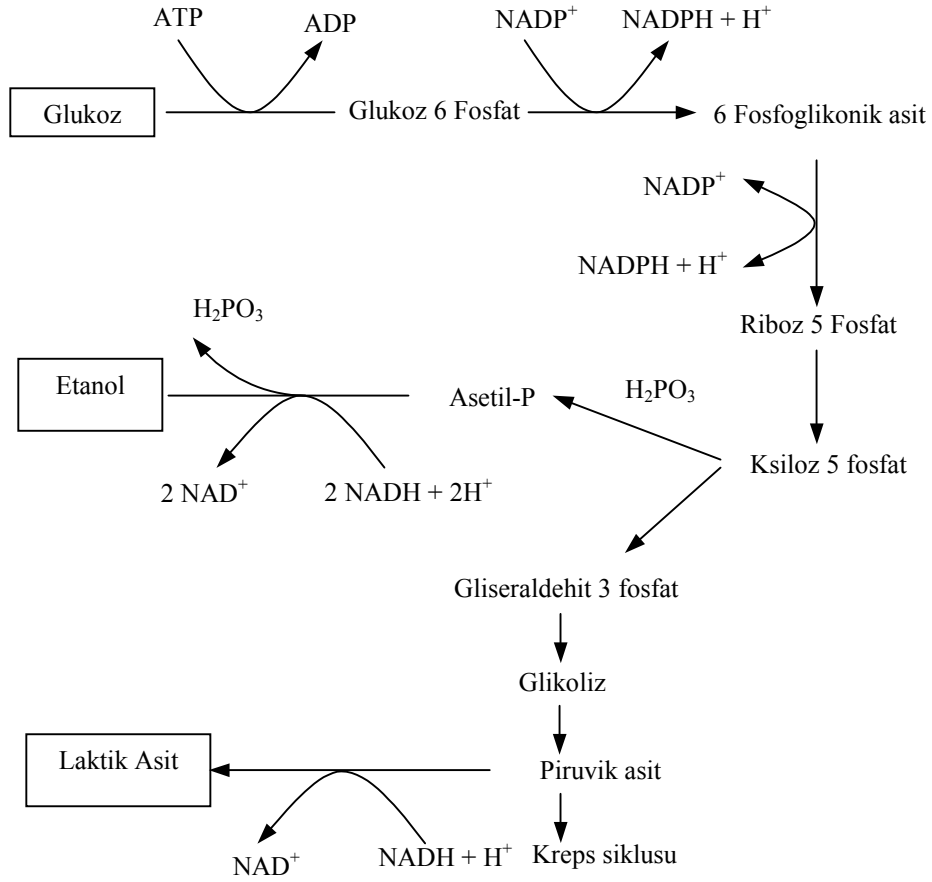
Lücke 1985, Incze 1992, Ordóñez *et al.* 1999, Soyer 2002). Dış faktörler, olgunlaştırma kabindeki sıcaklık, bağıl nem ve hava sirkülasyonu ayarlanarak kontrol edilebilmektedir. İç faktörler ise formülasyona katılan ingredientlerin tipinden ve miktarlarından ve starter kültürün özelliği gibi faktörlerden etkilenmektedir. Fermente et ürünlerine katılan karbonhidratın kaynağı ve miktarı fermantasyonda önemli rol oynamaktadır.



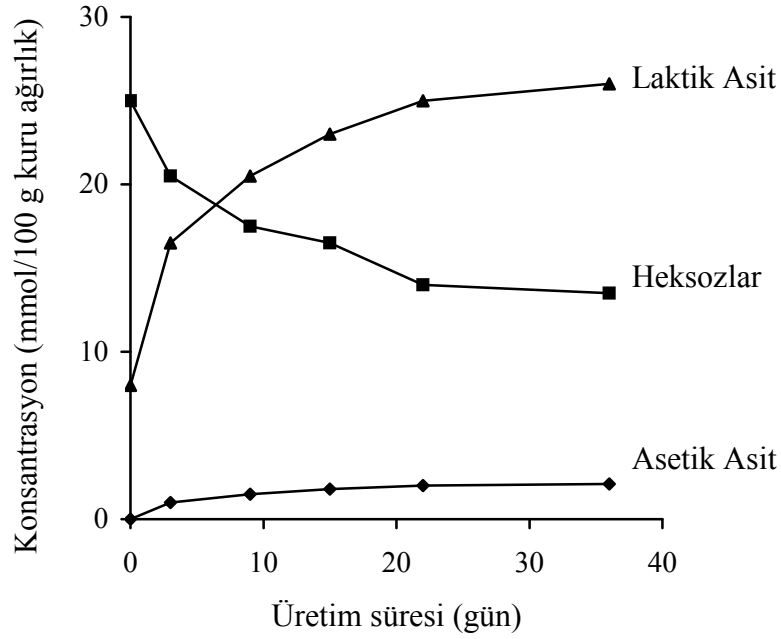
Şekil 2.3 Homolaktik fermantasyon (Girard 1992)

Et teknolojisinde gerek taze ette gerekse fermente et ürünlerinde karbonhidrat fermantasyonunun önemli bir yeri bulunmaktadır. Canlı hayvanda kas glikojeni %1 civarında bulunur ve önemli işleve sahiptir. Kesimi takiben glikoliz sonucu glikojenden laktik asit oluşumu, etin olgunlaşmasında ve et kalitesinde önemli bir konudur (Girard 1992, Lawrie 1998). Fermente et ürünlerinde ette bulunan ve sonradan eklenen

karbonhidratlar (heksoslar), anaerobik ortamda laktik ve asetik asite dönüşmektedirler (Şekil 2.5). Burada laktat başlıca üründür. Bunun yanı sıra çok az miktarlarda olmak üzere diğer bileşikler de oluşmaktadır. Bu bileşikler üründe arzu edilen tat ve lezzetin oluşmasında önemli rol oynamaktadırlar (De Ketelaere *et al.* 1974, Dinçer 1985, Johansson *et al.* 1994). Fermente et ürünlerinde laktik asit esas olarak homofermantasyonla oluşmaktadır.



Şekil 2.4 Heterolaktik fermantasyon (Girard 1992)



Şekil 2.5 Fermente sosislerde olgunlaştırma sırasında heksozların, laktik asitin ve asetik asitin miktarlarında meydana gelen değişimler (Dainty and Blom 1995)

Genel olarak fermente et ürünlerindeki organik asitler; fermantasyon sırasında oluşması istenenler ve istenmeyenler olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır. Üründe oluşması istenenler; laktik asit ve çok az miktarlarda süksinik ve asetik asittir. Üründe oluşması istenmeyen veya belirli bir düzeyi geçmemesi istenen organik asitler ise; sitrik, asetik, dehidrosüksinik, süksinik, malonik, piruvik, formik, butirik ve propiyonik asitlerdir. Bazı araştırmacılara göre, bu sınıflandırma fermantasyon şekline göre yapılmakta ve oluşması istenen asitlerin homofermantatif olarak, istenmeyenlerin ise heterofermantatif olarak oluştuğu bildirilmektedir (Erginkaya 1993).

Formik, asetik, propiyonik ve butirik asit düşük molekül ağırlıklı uçucu organik asitler olarak ve laktik (mono-asit), piruvik (mono-asit), süksinik (di-asit) ve sitrik (tri-asit) asit çok fonksiyonlu mono-, di-, tri- organik asitler olarak adlandırılmaktadır (Girard 1992). Organik asitler şekerlerin fermantasyonuyla oluşmaktadır. Ayrıca asetik asit yağ asidi oksidasyonu ve alanin katabolizmasıyla, propiyonik ve butirik asit bazı amino asitlerden ve aldehitlerin oksidasyonuyla oluşmaktadır (Bruna *et al.* 2001).

Fermente et ürünlerinde fermantasyon sırasında asit oluşumunu etkileyen başlıca faktörler üretim sıcaklığı, formülasyona giren starter kültürler ve şekerdir. Yüksek üretim sıcaklıklarında daha fazla miktarda asit üretimi gerçekleşmektedir (Mateo *et al.* 1996). Üretimlerde, ürüne özgü asitlik düzeyleri ve mikrobiyal flora dikkate alınarak ideal sıcaklık ve asitlik düzeyinin belirlenmesi önemli olmaktadır.

Mateo *et al.* (1996), piyasadan temin edilen fermente sosislerde ürünün flavorunu etkileyen bileşikleri araştırmışlardır. Geleneksel yöntemle üretilen fermente sosislerdeki toplam laktik asit, L-laktik, D-laktik ve asetik asit miktarlarını endüstriyel olarak üretilen fermente sosislerdeki değerlerden daha yüksek bulmuşlardır. Bu durum, endüstriyel olarak üretilen fermente sosislere katılan şeker ve uygulanan yüksek sıcaklık ile açıklanmıştır. Fakat aşırı asit üretimi de fermente et ürünlerinde istenmeyen durumlara yol açmaktadır. Aşırı asit üretimi, özellikle D-laktik asitin sorumlu olduğu istenmeyen tat oluşumuna (Mateo *et al.* 1996, Dainty and Blom 1995) ve gram-pozitif, katalaz-pozitif kokların inhibisyonu sonucu oluşan renk hatalarına neden olmaktadır (Ordóñez *et al.* 1999, Ammor and Mayo 2007).

González-Fernández *et al.* (2006), farklı oranlarda glukoz kullanarak ürettikleri fermente sosislerde pH değişimini incelemiştir. %0,1, %0,5 ve %1,0 oranında glukoz kullanılarak üretilen sosislerde son pH sırasıyla 5,3, 4,8 ve 4,7 olmuştur. Olgunlaştırma sonunda (21 gün) %0,5 ve %1,0 oranında glukoz katılan örneklerde pH 4,9-5,1 arasında iken %0,1 glukoz katılan örnekte 5,5-5,6 arasında belirlenmiştir. Bu sonuçlar, ürünün pH'sının etteki miyofibriler proteinlerin izoelektrik noktasından (pH=5,1) daha düşük olması için üründe %0,5 veya daha fazla şeker kullanımının gerekliliğini ortaya koymuştur.

Fermente et ürünlerine katılan starter kültürler de asit oluşturma bakımından farklılık göstermektedirler. Yaman vd. (1998), piyasadan temin ettikleri sucuklardan izole ettikleri 6 farklı LAB türünü incelemiş ve *L. plantarum* 41 suşunun %1,48 ile en yüksek, *P. pentosaceus* 75 suşunun %0,80 ile en düşük asit oluşturan türler olduğunu bulmuşlardır.

Fermente et ürünlerine katılan karbonhidrat miktarı %0,4 ila 2 arasında değişmekte olup ülkemizde bu oran %0,4-1 arasındadır (Yıldırım 1984). Bu amaçla kullanılan başlıca karbonhidrat kaynakları basit şekerler, disakkaritler ve kompleks karbonhidratlardır (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2 Fermente et ürünlerinde kullanılan karbonhidrat kaynakları

Karbonhidrat	Örnek
Basit şekerler	Dekstroz (Glukoz)
Disakkaritler	Sakkaroz, maltoz, laktoz
Kompleks Karbonhidratlar	Dekstrin, mısır şurubu, nişasta, maple şurup

Dekstroz gibi basit şekerler, sakkaroz, maltoz ve laktoz gibi disakkaritler veya dekstrin, mısır şurubu, nişasta ve maple şurup gibi kompleks karbonhidratlar starter kültürler tarafından farklı oranlarda metabolize edilirler ve belirli oranlarda asit oluştururlar. Türkiye’de karbonhidrat kaynağı açısından yaygın olarak sakkaroz kullanıldığı ve fermantasyonda starter kültür kullanılması durumunda glukozun da kullanıldığı bilinmektedir. Glukoz, fermente et ürünlerinde mikrobiyel reaksiyonlarda anahtar substrat olarak görülmektedir. Dünya’da maltozun ve laktozun karbonhidrat kaynağı olarak kullanıldığı ürünler bulunmaktadır. Laktoz ucuz bir karbonhidrat kaynağıdır ve ayrıca glukoz ve sakkarozla göre daha az tatlı olup ekonomik avantajından dolayı çoğu kez diğer şekerlerle birlikte kullanılmaktadır (Kröckel 1995). Bilindiği gibi düşük moleküllü karbonhidratlar, mikroorganizmalar tarafından daha çabuk parçalanabilmektedir. Bu nedenle glukozu tüm laktik asit bakterileri kullanabilirken, sakkarozu laktik asit bakterilerinin birçoğu (Acton *et al.* 1977, Lizaso *et al.* 1999) ve maltozu da az bir kısmı kullanabilmektedir (Acton *et al.* 1977).

Karakaya ve Göğüş (1993), *L. plantarum* starter kültürü ve değişik karbonhidrat kaynakları (glukoz, sakkaroz, laktoz, nişasta) kullanarak, bunların sucukta pH düşüşüne ve laktik asit oluşumuna etkisini araştırmışlardır. Sonuçta, starter kültür kullanıldığında ve karbonhidrat kaynaklarının molekül ağırlığı düştükçe pH düşüşünün ve laktik asit oluşumunun arttığı ifade edilmiştir.

Acton *et al.* (1977), fermente sosiste *P. acidilactici* starter kültürü kullanarak çeşitli karbonhidratların fermantasyon substratı olarak uygunluğunu araştırmışlardır. Bu amaçla iki grup deneme oluşturulmuştur. Birinci grup denemede kontrol grubuyla birlikte %1 düzeyinde dekstroz, sakkaroz, maltoz, dekstrin ve laktoz ikinci grup denemede 2 adet kontrol grubu (%0 ve %1 dekstroz) ile birlikte 4 farklı karbonhidrat kompozisyonunda mısır şurubu (%2,2 düzeyinde) kullanılmıştır. Mısır şurubu DE (dekstroz eşdeğeri) değeri ile ifade edilmektedir. DE değeri arttıkça mısır şurubunda basit şeker oranı da artmaktadır. Birinci grup denemede ilk 6 saatte pH düşüşünde önemli bir değişiklik olmamıştır. Üretimin 12. saatinde dekstroz ve sakkaroz içeren fermente sosiste pH 5,0-5,1 arasında iken, laktoz ve dekstrin içeren fermente sosiste 5,30-5,35 arasındadır. Buna karşın maltoz içeren fermente sosiste 5,16 gibi orta seviyede bir pH oluşmuştur. Araştırmacılar, üretimin 24 saati sonunda dekstroz ile sakkaroz ve dekstrin ile laktoz arasında pH değerinde önemli bir farklılık olmadığını belirlemişlerdir. Diğer yandan, kontrol grubunda, 24 saat sonunda pH'nın 6,0 düzeylerinde kaldığı görülmektedir. Birinci grup denemedeki laktik asit oluşumunda *Pediococcus*'un dekstroz ve sakkarozu kolayca fermente ettiği görülmektedir. Dekstrozla karşılaştırıldığında maltozun %78 oranında asit oluşturduğu buna karşın laktoz ve dekstrinin daha zayıf asit ürettiği görülmektedir. İkinci grup denemedeki pH düşüş oranına bakıldığında ise *P. acidilactici* starter kültürünün her fermente sosis örneğinde basit şekerleri daha kolay fermente ettiği görülmüştür. İkinci grup denemedeki laktik asit oluşumu, kullanılabilir şeker oranına bağlı olup, DE değeri arttıkça da kullanılabilir şeker oranı artmaktadır. DE 63 ve DE 54,5 gruplarının pH ve laktik asit değerlerine bakıldığında yeterli düzeylerde fermantasyon oluşturduğu söylenebilmektedir. Fakat daha az şeker oranına sahip DE 43 ve DE 29 gruplarının, %1 dekstroz içeren grupla karşılaştırıldığında fermantasyon düzeyinin yetersiz kaldığı görülmüştür.

Delaquis *et al.* (1993), maple ağacının öz suyundan elde edilen bir tatlandırıcı olan maple şurubun fermente et ürünlerinde şeker kaynağı olarak kullanılma olanağını araştırmışlardır. Çalışmada, *L. plantarum*, *P. acidilactici* ve *M. varians* karışımını içeren starter kültürle inoküle edilen, karbonhidrat kaynağı olarak glukoz-sakkaroz ve maple şurup ilave edilerek kuru fermente sosisler üretilmiştir. Maple şurup, %60-68 düzeyinde

karbonhidrat içermekte ve bunun %88-99'u sakkarozdan ve %0-12 arasında değişen oranlarda heksozdan oluşmaktadır. Glukoz-sakkaroz karışımının %72'sini glukoz ve %28'ini sakkaroz oluşturmaktadır. Glukoz-sakkaroz ve maple şurup içeren fermente sosislerin fermantasyon sırasındaki pH ve laktat konsantrasyonların bakıldığında benzer sonuçlar alındığı gözlenmiştir. Her iki durumda da hedef pH (5,0)'ya eşit zaman periyodunda ulaşılmıştır. Bununla birlikte glukoz-sakkaroz karışımı yerine maple şurubun kullanılması asit oluşumunu etkilememiştir. Bu da çalışmada kullanılan laktik asit bakteri kültürlerinin sakkarozu kolayca fermente ettiğini göstermektedir. Başlıca laktik asit starter kültürlerinin çeşitli şekerleri fermente etme potansiyeli konusunda yapılan çalışmalarda çelişkiler bulunmaktadır. Lücke (1985), farklı *Lactobacillus* türlerinin sakkarozu kullanma kabiliyetlerinin değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Buna karşın Delaquis *et al.* (1993), farklı karbonhidratların kullanıldığı durumlarda et starter kültürlerinin fermantatif aktivitesinin yeniden araştırılmasının yararlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Literatürde, fermente sosis üretiminde proses sırasında oluşan organik asit dağılımının belirlendiği birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Erginkaya (1993), farklı firmalara ait fermente sucuk örneklerinde organik asit miktarlarını iyon kromatografi yöntemi kullanarak belirlenmiştir. Sucukların toplam organik asit miktarlarının 12-46 g/kg arasında değiştiği, bu miktarların önemli bir kısmını ise laktik asitin oluşturduğu belirlenmiştir. Sucuklarda ayrıca az miktarlarda olmak üzere glukonik asit (1,90-7,48 g/kg), asetik asit (0,96-5,47 g/kg) ve piruvik asit (0,13-0,25 g/kg) bulunmuştur.

Bello and Sanchez-Fuertes (1997), *P. pentosaceus* starter kültürü kullanarak ürettikleri fermente sosiste üretim boyunca değişen pH değerini, laktik asit ve asetik asit miktarlarını incelemişlerdir. Sosiste pH değerinin başlangıçta 5,85 iken 3.günde asit oluşumuna bağlı olarak 5,23'e düştüğü, 10 gün sonunda 4,81 olduğu ve 24 gün sonunda ise 4,93 değerine yükseldiği belirlenmiştir. pH değerindeki bu yükselmenin nedeni, pH düşüşüne bağlı olarak aktivitesi artan katapsinlerin amino asitlerden daha basit

komponentleri oluşturması olarak açıklanmaktadır. Laktik ve asetik asit miktarlarına bakıldığında dominant olarak laktik asitin oluştuğu ve ona kıyasla az miktarda da asetik asitin oluştuğu görülmüştür. Laktik asit ve asetik asit miktarları 0. günde sırasıyla 2,57 ve 0,58 mM iken 3. günde 4,22 ve 1,10 mM'a yükseldiği, 10 gün sonunda maksimum seviyesine ulaştığı (6,19 mM ve 2,68 mM) ve olgunlaşmanın sonuna kadar aynı seviyelerde kaldığı belirlenmiştir.

Vural (1998), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* içeren starter kültür karışımı ve karbonhidrat kaynağı olarak dekstroz kullanarak ürettiği sucukta pH değişimini ve laktik asit oluşumunu incelemiştir. Sucukta pH başlangıçta 5,99 iken 2. günde yaklaşık 5,1'e düşmüş ve 5. günde 5,25'e yükselmiştir. Titrasyon asitliği miktarı ise başlangıçta %0,23 iken 2. gün %0,71'e yükselmiş ve 5. güne kadar değişmeden aynen kalmıştır.

Visessanguan *et al.* (2006), 10^4 ve 10^6 kob/g düzeylerinde *L. curvatus* starter kültürü inoküle edilerek ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri fermente sosiste pH değerinde, titrasyon asitliği, laktik asit ve asetik asit miktarlarındaki değişimini araştırmışlardır. Her iki inokülasyon düzeyi için pH değeri 0. gün yaklaşık 6,2 ve 3. gün 4,2; titrasyon asitliği 0. gün yaklaşık 1,8 g/100g kuru ağırlık ve 3. gün 5 g/100g kuru ağırlık olarak belirlenmiştir. İnokülasyon düzeyleri açısından meydana gelen laktik asit miktarlarında farklılıklar meydana gelmiştir. Düşük düzeyde (10^4 kob/g) starter kültür inoküle edilen sosiste laktik asit miktarı 0. gün yaklaşık 0,1 g/100g kuru ağırlık ve 3.gün yaklaşık 0,5 g/100g kuru ağırlık olarak bulunmuşken, 10^6 kob/g starter kültür düzeyinde inoküle edilen sosiste laktik asit miktarı 0. gün yaklaşık 0,4 g/100g kuru ağırlık ve 3.gün yaklaşık 1,6 g/100g kuru ağırlık olarak bulunmuştur. Her iki inokülasyon düzeyi için asetik asit miktarı ilk 24 saatte belirgin bir artış göstermiş fakat fermantasyonun sonuna kadar değişmeden kalmıştır.

Johansson *et al.* (1994), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* içeren starter kültür karışımı ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri fermente sosislerde üretim ve depolama sırasında D-, L-laktik asit ve asetik asit miktarlarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, D-laktik asit miktarının üretim ilk  gününde önemli miktarda arttığını (11 mg/g kuru madde) bulmuşlardır. Üretim 3. ve 7. günleri arasında laktik asit

içeriğinde az miktarda artış gözlenmiştir. Araştırmacılar, 63 gün depolama sonunda L-laktik asit miktarını 15,3 mg/g kuru madde, D-laktik asit miktarını 13 mg/g kuru madde olarak belirlemişlerdir. Fermente sosislerde asetik asit miktarı ilk üç günlük fermantasyon süresince 1,3 mg/g kuru madde düzeyine artmış, fakat depolama sırasında miktarı değişmeden kalmıştır.

Antara *et al.* (2004), karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz ve starter kültür olarak *L. plantarum* ve *P. acidilactici* kültürlerini ayrı ayrı ve birlikte kullanarak ürettikleri fermente sosislerde pH değerindeki ve organik asit miktarlarındaki değişimi araştırmışlardır. Sonuçta, *L. plantarum* ve *L. plantarum*+ *P. acidilactici* starter kültürlerinin kullanıldığı fermente sosislerde pH 24 saatte hızlı bir şekilde düşmüş ve fermantasyonun sonunda (5 gün) pH'da yükselme gözlenmiştir. Fakat *P. acidilactici* starter kültürü kullanılan fermente sosiste pH düşüşü kademeli bir şekilde olmuş, en düşük değer 48 saat sonunda görülmüş ve bu değer fermantasyonun sonuna kadar stabil kalmıştır. Fermente sosislerde pH değerinde meydana gelen değişimler organik asit oluşumu ile paralellik göstermektedir. *L. plantarum* ve *L. plantarum* + *P. acidilactici* starter kültürlerinin kullanıldığı fermente sosisler *P. acidilactici* starter kültürü kullanılan fermente sosislerle karşılaştırıldığında laktik asit oluşumu 24 saat sonunda daha fazla olmaktadır. Fermantasyonun ilerleyen aşamalarında ise *P. acidilactici* ve *L. plantarum* + *P. acidilactici* starter kültürlerinin kullanıldığı fermente sosislerdeki laktik asit miktarı, *L. plantarum* starter kültürü kullanılandan daha fazla olmuştur. Laktik asit artışının ilk 24 saatteki pH düşüşüne katkısının olduğu, fakat 48 saatten sonraki laktik asit artışının pH'daki değişime etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Araştırmacılar, fermente sosislerde asetik asit miktarının fermantasyon süresince arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca örneklerde çok az miktarda süksinik ve propiyonik asit bulunmuş, butirik asit ise bulunmamıştır.

Antara *et al.* (2002), ürettikleri fermente sosiste fermantasyon sırasında organik asitlerdeki ve toplam asitlikteki değişimleri incelemişlerdir. Toplam asitliğin 1. günden itibaren belirgin bir şekilde arttığı gözlenmiştir. Laktik asit miktarının, başlangıçta yaklaşık 9 mmol/100g seviyesinde olduğu ve 5. gün sonunda 26 mmol/100g

seviyelerine ulaştığı ve asetik asit miktarının ise başlangıçtan itibaren giderek arttığı belirlenmiştir.

Mateo *et al.* (1996), ürettikleri fermente sosiste D-laktik, L-laktik ve asetik asit miktarlarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, D-laktik asit miktarının başlarda önemsiz olduğunu, önemli düzeylerde artışın 3. günden itibaren gerçekleştiğini ve en fazla artışın üretimin 3. ve 7. günleri arasında olduğunu bulmuşlardır. Çalışmada, L-laktik asit miktarında önemli bir değişimin olmadığı gözlenmiştir. Asetik asit miktarı, ilk 16 gün boyunca artmış fakat daha sonra stabil kalmış ve olgunlaşmanın sonuna doğru düşmüştür.

Visessanguan *et al.* (2004), karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri fermente sosiste pH, titrasyon asitliği ve organik asit profilini incelemişlerdir. Fermente sosiste pH'nın ilk 24 saatte organik asit oluşumuna bağlı olarak (özellikle laktik asit) hızlı bir şekilde düştüğü ve 60-72 saat sonunda pH 4,6 değerine ulaştığı gözlenmiştir. Titrasyon asitliği miktarı, fermantasyon boyunca sürekli artış göstermesine rağmen laktik asit ve asetik asit miktarları fermantasyon süresince artış göstermiş, fakat 60. saatten sonra önemli bir artış olmamıştır.

Durá *et al.* (2004), karbonhidrat kaynağı olarak laktoz, dekstrin ve glukoz; starter kültür olarak *L. sakei*, *P. pentosaceus*, *S. xylosus* ve *S. carnosus* bakterilerine ilaveten *Debaryomyces* spp. mayasını kullanarak ürettikleri fermente sosislerde D-laktik, L-laktik ve asetik asit miktarlarındaki değişimi incelemişlerdir. Örneklerde D- ve L-laktik asit miktarı üretim boyunca (35 gün) artmıştır. Sadece *Debaryomyces* spp. kullanılmayan örnekte D-laktik asit kurutma aşamasının yarısından sonra (21 gün) düşüş göstermiştir. Örneklerin asetik asit miktarları kurutma aşamasının yarısına (21 gün) kadar artmış, bundan sonra *Debaryomyces* spp.'nin kullanılmadığı ve *Debaryomyces* spp.'nin 15×10^6 kob/g düzeyinde kullanıldığı örneklerde düşmüş ve *Debaryomyces* spp.'nin 5×10^6 kob/g düzeyinde kullanıldığı örnekte ise üretimin sonuna kadar değişmemiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Holştayn cinsine ait, aynı koşullarda yetiştirilmiş bir sürüden 2 yaşında 2 sığır seçilmiş ve Kazan Belediyesi Mezbahasında kesime alınmıştır. Sucuk üretimi için et materyali olarak her bir sığırın dös kısmı ayrılmıştır. Aynı mezbahadan kuyruk ve salkım yağı temin edilmiş, et ve yağlar -18°C’de dondurulmuştur. Çalışma iki tekerrür olarak yürütülmüştür.

Sucuk üretiminde kullanılacak baharat, (acı kırmızı biber, tatlı kırmızı biber, karabiber ve kimyon) Ankara piyasasından temin edilmiştir. Starter kültür olarak Chr. Peyma Hansen firmasından temin edilen liyofilize *Pediococcus pentosaceus* ve *Stapylococcus xylosus* (TSPX-100, CHR Peyma Hansen, Bactoferm, Almanya) karışımı kullanılmıştır. Tuz ve sarımsak piyasadan temin edilmiştir. Sodyum nitrat (NaNO₃, Sigma, Steinheim, Almanya), sodyum nitrit (NaNO₂, Sigma, Steinheim, Almanya), sakkaroz (Merck, Darmstadt, Almanya) ve glukoz (Merck, Darmstadt, Almanya) analitik saflıkta kullanılmıştır. Elma suyu konsantresi, piyasadan temin edilen Amasya elmasından “3.2.2 Elma Suyu Konsantresinin Hazırlanması” bölümünde anlatıldığı şekilde elde edilmiştir.

HPLC analizinde kullanılan organik asit standartları; L(+)-laktik asit (L1750, Sigma, Steinheim, Almanya), D(-)-laktik asit (L0625, Sigma, Steinheim, Almanya), lityum asetat dihidrat (L4158, SigmaUltra, Steinheim, Almanya), sitrik asit (C0759, Sigma, Steinheim, Almanya), piruvik asit sodyum tuzu (P2256, Sigma, Steinheim, Almanya)’dan temin edilmiştir.

Sucukların dolumunda kılıf materyali olarak 36 mm çaplı kollagen yapay kılıf kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Sucuk üretimi

Sucuk üretiminden önce kullanılacak et ve yağ $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat bekletilerek çözündürülmüştür. Üretim aşamasında etler görünür yağ, tendon, kıkırdak, sinir ve bağ dokularından ve ayrıca yağlarla birlikte kirlilik unsurlarından temizlenmiştir.

Sucuk üretiminde fermantasyona farklı karbonhidrat etkisini belirlemek üzere üç karbonhidrat kaynağı kullanılmıştır. Bunlar sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresidir. Sucuk üretimi, Çizelge 3.1'de verilen formülasyona ve Şekil 3.1'de verilen akış şemasına göre yapılmıştır. Sucuk üretimi için et ve yağ ayrı ayrı kıyma makinasında (Arı Torna Ltd. Şti., İstanbul) 12 mm delik çapında ayna kullanılarak kuşbaşı çekilmiştir. Çizelge 3.1'de verilen sucuk formülasyonuna göre üç grup oluşturulmuştur. Et, yağ, tuz, sarımsak, karbonhidrat kaynağı, baharat, NaNO_3 , NaNO_2 ve en son starter kültür katılarak ve karıştırılarak 3 grup elde edilmiştir. Her bir grup $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 12 saat ön fermantasyona tabi tutulmuştur. Daha sonraki işlemde, gruplar 5 mm çapında ayna kullanılarak kıyma makinasında (OMT Makine Sanayi Ltd. Şti., Konya) çekilmiş ve sucuk hamurları elde edilmiştir. Elde edilen sucuk hamurları mutfak tipi kıyma makinasına (Moulinex, HV-6, Fransa) dolum aparatı takılarak 36 mm çaplı kollagen kılıflara yaklaşık 15 cm uzunluğunda doldurulmuş ve uç kısımlarından bağlanmıştır. Bağlanan sucuklar askılara asılmış ve iğneyle delinerek hava boşlukları alınmıştır. Daha sonra sucuklar ıslatılarak dış kısmının kuruması önlenmiş ve 20°C 'de ve %65-70 bağıl nemde (BN) 6-8 saat dinlendirilmiştir. Son olarak askılar, sıcaklığı, nemi ve hava hızı kontrol edilebilen inkübasyon kabinine (Biogen Ltd. Şti, Ankara) alınmıştır. Sucuklar inkübasyon kabininde 22°C 'de ve %90 BN'de 2 gün, 22°C 'de ve %85 BN'de 2 gün, 21°C 'de ve %80 BN'de 2 gün, 20°C 'de ve %80 BN'de 2 gün ve 5°C 'de ve %65-70 BN'de 1 gün olmak üzere toplam 9 gün fermantasyona ve kurumaya maruz bırakılarak üretilmiştir.

Çizelge 3.1 Sucuk formülasyonu (%)

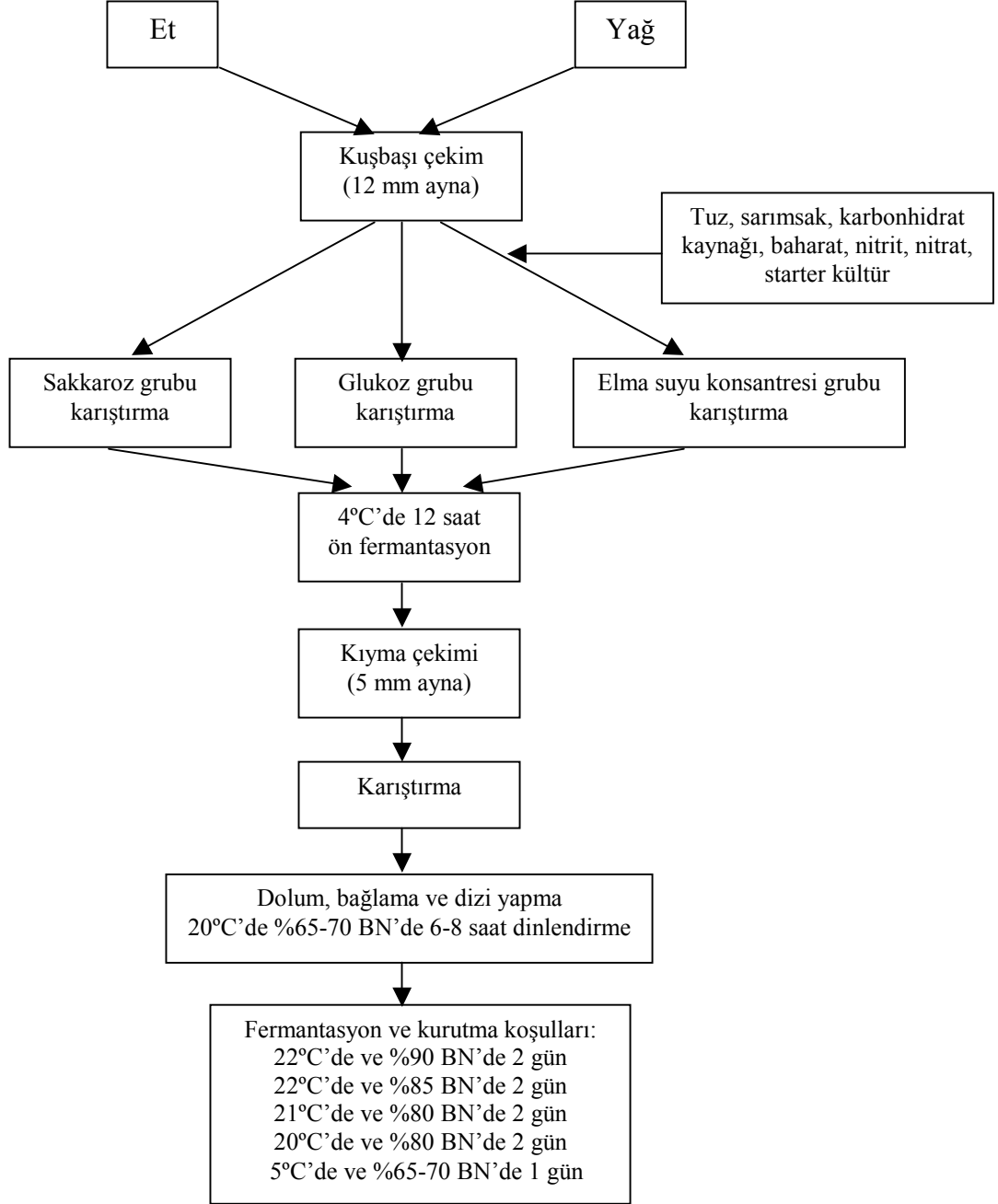
	Karbonhidrat kaynağı		
	Sakkaroz (%)	Glukoz (%)	Elma suyu konsantresi (%)
Et	79,0	79,0	79,0
Hayvansal yağ*	15,0	15,0	15,0
Tuz	1,8	1,8	1,8
Sarımsak	1,2	1,2	1,2
Şeker	0,6	0,6	0,6
Acı kırmızı biber	0,5	0,5	0,5
Tatlı kırmızı biber	0,5	0,5	0,5
Karabiber	0,6	0,6	0,6
Kimyon	0,6	0,6	0,6
Sodyum nitrat	0,03	0,03	0,03
Sodyum nitrit	0,01	0,01	0,01
Starter Kültür**	+	+	+

*Kuyruk yağı ve salkım yağı 1:1 oranında katılmıştır.

**Liyofilize starter kültür 10^7 kob/g konsantrasyonda (0,25 g/kg hamur) katılmıştır.

3.2.2 Elma suyu konsantresinin hazırlanması

Sucuk üretiminde kullanılacak elma suyu konsantresi için Amasya elması kullanılmıştır. Bu amaçla, elmalar yıkanmış, yarıya kesilmiş, çekirdek evi çıkarılmış, dilimlenmiş ve katı meyve sıkacağına (Tefal) sıkılmıştır. Ham elma suyu ilk önce tek katlı sonra çift katlı tülbentten süzülmüştür. Elde edilen elma suyu, 50°C'ye ayarlanan su banyosunda (Mommert WB 14, Schwabach, Almanya) 2 mL pektolitik enzim ilavesi ile 1,5 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra elma suyu soğutulmuş ve kaba filtre kağıdından süzülmüştür. Süzülen elma suyuna %0,5'lik jelatin çözeltisi (250 ppm) eklenmiş, karıştırılmış ve ağzı parafilmle kapatılarak bir gece buzdolabında bekletilmiştir. Sonraki işlemden, buzdolabından çıkarılan elma suyu kaba filtre kağıdından süzülmüş ve 68° Brix'e kadar vakum altında 40°C'de döner (rotary) evaporatörde (Heidolph Laborota 4003, Schwabach, Almanya) konsantre edilmiştir. Elde edilen elma suyu konsantresi -18°C'de depolanmıştır.



Şekil 3.1 Sucuk üretimi

3.3 Analiz Yöntemleri

Her bir tekerrürde analizler için örnekler üretimin 0., 0,5., 1., 2., 3., 5., 7. ve 9. günlerinde alınmıştır. Analizler için her bir gruptan tesadüfi olarak alınan yeterli miktarda sucuk örneği soyulmuş, dilimlenmiş ve mutfak robotunda (Sinbo, SHB3024, Çin Halk Cumhuriyeti) parçalanmıştır. Homojen hale getirilen örneklerde nem, protein, yağ ve kül analizleri 0. ve 9. günlerde, a_w , pH, titrasyon asitliği ve organik asit analizleri 0., 0,5., 1., 2., 3., 5., 7. ve 9. günlerde gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizler için ayrıca örnek alınmış ve bu analizler bitmiş üründe çiğ ve pişmiş sucuklarda yapılmıştır. Analizler her bir tekerrürde iki paralelli olarak yürütülmüştür.

3.3.1 Nem miktarı tayini

Yaklaşık 5 g örnek 0,001 hassasiyette, daha önce $105\pm 1^\circ\text{C}$ 'de kurutulmuş ve darası alınmış cam kuru madde kaplarına tartılmış, aynı sıcaklıktaki kurutma dolabında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Sabit ağırlığa gelen kaplar, desikatörde soğutulmuş ve hassas olarak tartılmıştır. Nem miktarı, meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (Anonymous 2000).

3.3.2 Protein miktarı tayini

Örneklerin % azot miktarları Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiş ve 6,25 faktörü ile çarpılarak % protein miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 2000).

3.3.3 Yağ miktarı tayini

Sucuk örneklerinde yağ miktarı soğuk ekstraksiyonla Lee *et al.* (1996)'nın yöntemi modifiye edilerek belirlenmiştir. Bu amaçla 15 g örnek 30 mL kloroform/metanol (2/1, v/v) çözeltisi ile karıştırılarak blender (Waring Commercial, Torrington, CT, A.B.D.)'da 2 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Homojenat, Whatman no. 54 filtre kağıdından ayırma hunisine süzümüştür. Aynı işlemler, yani ekstraksiyon ve filtrasyon kalıntı

örnekte bu sefer 1'er dakika blenderde karıştırılmak suretiyle iki kez daha tekrarlanmıştır. Filtratı iki faza ayırmak için (metanol-su ve kloroform), 15 mL %0,5'lik NaCl çözeltisi katılmış ve içerik ayırma hunisi 4 kez alt-üst edilerek karıştırılmıştır. Berrak bir ayırma gözle seçilene kadar $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de beklenmiştir. Ayırma hunisinde altta yer alan ve yağ içeren berrak kloroform fazı metanol-su fazından dikkatle ayrılmıştır. Toplam yağ miktarını belirlemek için, 10 mL kloroform tabakası, daha önceden tartılmış (1 mg hassasiyette) 25 mL'lik bir behere pipetlenmiştir. Beher ısıtıcı (Wiggen Hauser, MSC 400, Malezya) üzerinde (düşük ayarda) yaklaşık 30 dakika ısıtılarak kloroform uzaklaştırılmış, beher desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır. Toplam yağ miktarı aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$\text{Yağ Miktarı (\%)} = \frac{\text{Ekstrakte edilen yağ (g)}}{\text{Örnek miktarı (g)}} \times \frac{\text{Teorik kloroform hacmi (mL)}}{10 \text{ mL}} \times 100$$

3.3.4 Kül miktarı tayini

Yaklaşık 3 g örnek, daha önce 550°C 'de sabit ağırlığa getirilen, desikatörde soğutulan ve darası alınan kül krozesine tartılmış ve $105\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'deki kurutma dolabında suyunu uçurmak üzere yaklaşık 8-10 saat kurutulmuştur. Krozeler daha sonra kül fırınına alınmış, sıcaklık kademeli olarak yükseltilerek en son 550°C 'de gri-beyaz renk alana kadar yakılmıştır. Desikatörde soğutulan krozeler hassas terazide tartılmıştır. Kül miktarı meydana gelen ağırlık kaybından % olarak hesaplanmıştır (Anonymous 2000).

3.3.5 Su aktivitesi (a_w) tayini

Örneklerin a_w değerleri, su aktivitesi cihazında (Novasina Thermoconstanter TH200, İsviçre) 20°C 'de okunmuştur (Soyer *et al.* 2005).

3.3.6 pH tayini

pH analizi için, 10 g örnek tartılmış ve üzerine 100 mL destile su ilave edilerek ve manyetik çubuk eşliğinde manyetik karıştırıcıda yaklaşık 10 dakika karıştırılarak homojen bir karışım elde edilmiştir. Karışımın pH değeri, uygun tamponlarla (pH 4 ve pH 7 tampon) standardize edilmiş pH metrede (Hanna Ins. HI221, İtalya) ölçülmüştür (Gökalp vd. 1993).

3.3.7 Titrasyon asitliği tayini

10 g örnek 200 mL destile su ile Waring Blender'de homojenize edilmiş, 250 mL'lik ölçülü balona yıkanarak aktarılmış ve çizgisine tamamlanmıştır. İçerik, filtre kağıdından (Whatman No. 54) süzölmüş ve süzöntüden 25 mL alınıp üzerine 50-75 mL destile su ilave edilmiştir. Karışım, fenol fitaleyn indikatörü ilave edilerek, kesin normalitesi bilinen 0,01 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Örneklerin titrasyon asitliği miktarı laktik asit cinsinden aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Gökalp vd. 1993).

$$\text{Titrasyon asitliği (\%)} = \frac{V \times N \times 90}{M}$$

Burada:

V: Titrasyonda harcanan NaOH miktarı (mL),

N: NaOH çözeltisinin kesin normalitesi,

M: Örnek miktarı (g).

3.3.8 Organik asit dağılımının HPLC yöntemiyle belirlenmesi

Sucukta organik asit kompozisyonu, HPLC yöntemiyle iki aşamadan (ekstraksiyon ve tanımlama-hesaplama) oluşan bir uygulama sonunda belirlenmiş olup bu aşamalar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

3.3.8.1 Ekstraksiyon

Örnek ekstraksiyonu, Ashoor and Welty (1983) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. İyice parçalanmış sucuktan, ekstraksiyon için 5 g örnek tartılmış ve üzerine 47,5 mL HPLC saflığında çift destile su ve 2,5 mL %1'lik EDTA çözeltisi ilave edildikten sonra 3 dakika süreyle yüksek devirde bir blenderde (Waring Commercial, Torrington, CT, A.B.D.) homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenizat, kaba filtre kağıdı yardımı ile filtre edilerek kaba tortudan uzaklaştırılmıştır. Daha sonra filtrat 0,45 µm gözenek çaplı PVDF şırınga ucu filtre (Millipore, Bedford, MA, A.B.D.) ile amber renkli auto-sampler şişelerine filtre edilmiştir. Filtre edilen ekstraktlar 2 gün içerisinde HPLC'de analiz edilmiştir.

3.3.8.2 Tanımlama ve hesaplama

Organik asitlerin tanımlanması ve miktarlarının hesaplanmasında, ikili (binary) pompa, foto diyoderey dedektörü (PDA, photo diyoteray dedector), 4°C'ye inebilen soğutma sistemine sahip oto-örnekleyici (auto-sampler), gaz giderici (degasser) ve kolon fırınından (thermostatted column compartment) oluşan "yüksek performanslı sıvı kromatografi" cihazı (HPLC, Agilent 1200 serisi, Waldbronn, Almanya) kullanılmıştır. Elde edilen kromatogramlardaki piklerin değerlendirilmesinde "ChemStation rev.B.02.01" yazılım programından yararlanılmıştır.

Kromatografi koşulları:

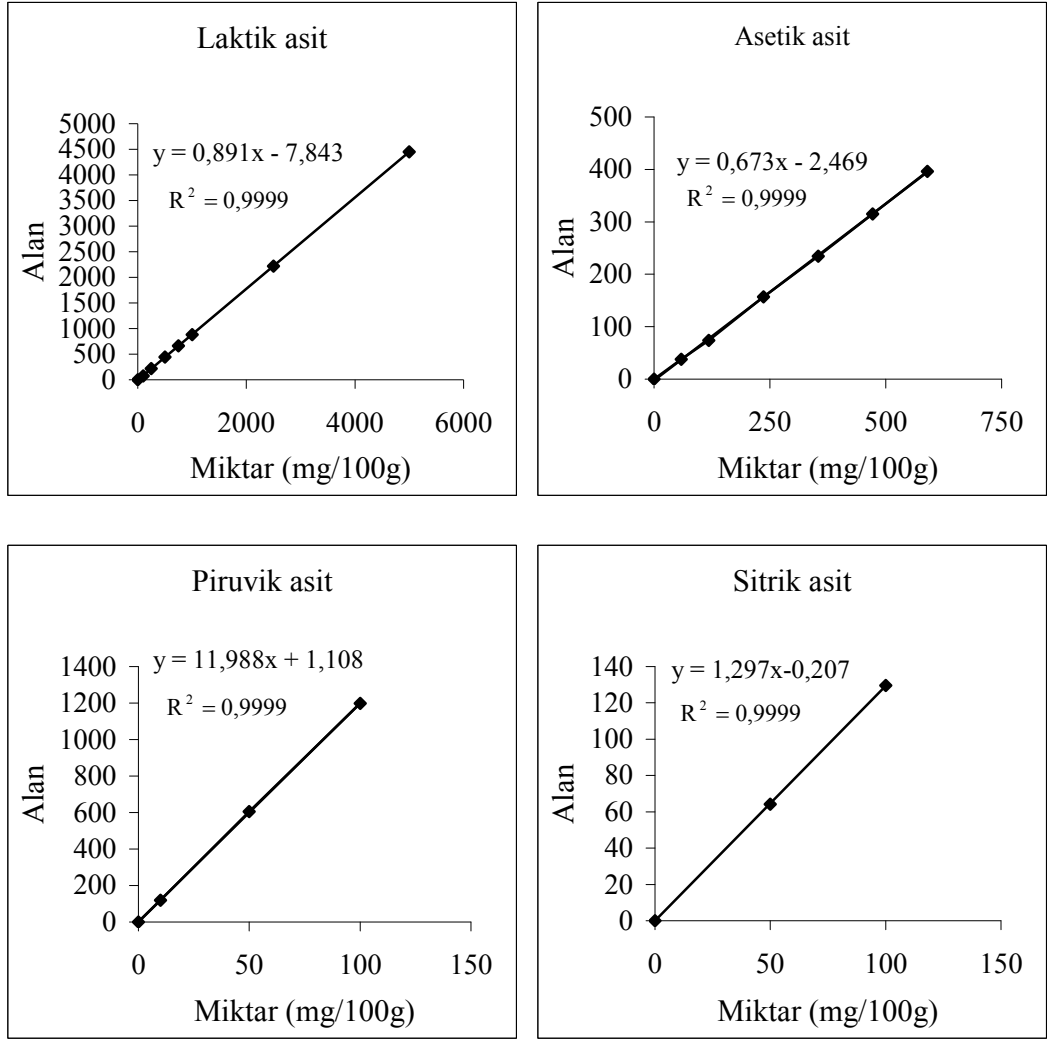
- **Kolon** : Rezex ROA-Organic Acid H⁺ kolonu (300 x 7,8 mm, 8µm) (Phenomenex, Los Angeles, CA, A.B.D.)
- **Koruyucu kolon** : Carbo-H kolonu (4 x 3 mm, 8µm) (Phenomenex, Los Angeles, CA, A.B.D.)
- **Akış hızı** : 0,5 mL dak.⁻¹
- **Elüsyon süresi** : 30 dak.
- **Enjeksiyon hacmi** : 10 µL
- **Dalga boyu** : 210 nm
- **Hareketli faz (mobile phase)** : 0,005 N H₂SO₄ çözeltisi.

Analiz süresince elde edilen organik asit pikleri, standart organik asitlerin geliş süreleri (retention time) ile karşılaştırılarak tanımlanmıştır. HPLC analizi sonucunda örneklerde 7 adet pik elde edilmiş, ancak bu piklerden dört tanesi “laktik asit, asetik asit, piruvik asit ve sitrik asit” tanımlanabilmiştir. EK 1’de verilen kromatogramlarda laktik asit (3), asetik asit (4), piruvik asit (2) ve sitrik asit (1) numaraları ile belirtilmiştir. Tanımlanan bileşenlerin, ilgili organik asit standartlarından yararlanılarak elde edilmiş “standart eğriler” (Şekil 3.2) ile kantitatif hesaplaması yapılmıştır.

3.3.9 Recovery (geri kazanım) testi

Örnek ekstraksiyonu sırasında, organik asitlerde herhangi bir kayıp olup olmadığını ortaya koymak için recovery (geri kazanım) testi yapılmıştır. Bu amaçla deneyin yapılacağı homojen sucuk kitlesinde HPLC ile organik asit analizi gerçekleştirilmiş ve ilgili organik asit miktarları ortaya konmuştur. Daha sonra yine bu homojen sucuk kitlesinden yaklaşık 5’er g’lık 2 adet örnek tartılmış ve ilk örneğe her bir organik asit standart çözeltisinden, HPLC analizi sonucu saptanan orijinal içerik kadar; ikinci örneğe ise orijinal içeriğin yarısı kadar ekleme işlemi yapılmıştır. Daha sonra bu örnekler “Organik asit dağılımının HPLC yöntemiyle belirlenmesi” bölümünde anlatıldığı gibi ekstrakte edilerek HPLC cihazına enjekte edilmiştir. Saptanan kromatogramlarda elde

edilen organik asit piklerinin konsantrasyonları yine standart eğriler yardımı ile saptanmıştır. Saptanmış standart madde miktarlarından yararlanılarak aşağıda verilen 3.1 ve 3.2 No'lu eşitlikler yardımıyla “recovery” ve “tekrarlanabilirlik” (reproducibility, varyasyon katsayısı) değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 3.2 Organik asitlerin standart eğrileri

$$\text{Recovery (\%)} = \frac{A_2 - A_1}{A_3} \times 100 \quad (3.1)$$

Burada:

A_1 : Standart eklenmemiş materyaldeki bileşen miktarı,

A_2 : Standart eklenmiş materyaldeki bileşen miktarı,

A_3 : Eklenen standart miktarı.

$$\text{Varyasyon katsayısı, CV (\%)} = \frac{\text{Recovery testinin standart sapması}}{\text{Recovery değerlerinin ortalaması}} \times 100 \quad (3.2)$$

3.3.10 Duyusal değerlendirme

Üretim sonunda sucuklar çiğ ve pişmiş olarak 9 kişilik panelist grubu tarafından duyusal olarak değerlendirilmiştir. Panelistler deneyimli kişilerden oluşmuştur. Çiğ ve pişmiş sucuk örnekleri, EK 2 ve EK 3'te yer alan duyusal değerlendirme formlarına göre koku, renk, tat, tekstür ve genel beğeni yönlerinden değerlendirilmiştir. Değerlendirmede 10 puanlı hedonik skala kullanılmış, en iyi algılanan özellik 10 puan, en kötü algılanan özellik 0 puan olarak değerlendirilmiştir.

3.3.11 İstatistik analiz

Sucuk örneklerinde farklı karbonhidrat kaynaklarının ve üretim sürelerinin etkileri nem, protein, yağ, kül, pH, titrasyon asitliği, a_w ve organik asit özellikleri bakımından iki tekerrürlü faktöriyel düzende varyans analiz tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir. Her bir tekerrür 2 paralelin ortalamasıdır. İstatistik analizler için "Minitab for Windows (ver.15.1)" ve "MSTAT" paket programları kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Nem Miktarı

Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılarak üretilen sucuklarda hamurda ve son üründe belirlenen nem miktarları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Sucuklarda üretim süresince beklendiği gibi nem miktarında azalma meydana gelmiş ve nem miktarına üretim süresinin etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($P<0,01$) (Şekil 4.1). Karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi kullanılan sucuklarda nem miktarları sucuk hamurunda (0. gün) sırasıyla %59,33, %59,88 ve %58,13 olarak ve üretim sonunda (9. gün) sırasıyla %40,61, %40,85 ve %40,02 olarak belirlenmiştir. Gerek hamurda gerekse bitmiş üründe sucuk gruplarının nem miktarları arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($P>0,01$).

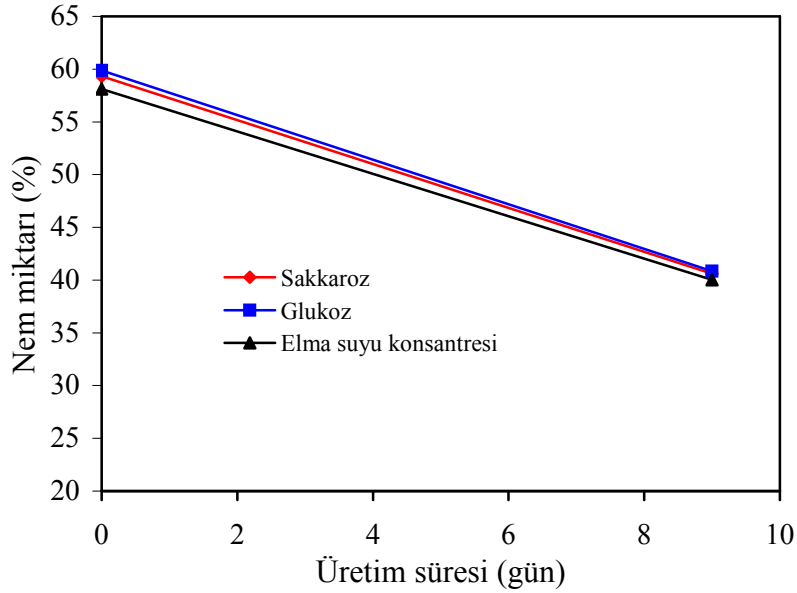
Çizelge 4.1 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda nem miktarında meydana gelen değişimler (%)

Üretim süresi (gün)	Sucuk grubu			
	Sakkaroz	Glukoz	Elma suyu konsantresi	Ortalama
0	59,33±0,64	59,88±1,19	58,13±1,73	59,11±0,76A
9	40,61±0,76	40,85±0,64	40,02±0,30	40,49±0,57B
Ortalama	49,97±0,70	50,36±0,27	49,07±0,72	

A,B : Aynı sütunda değişik harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0,01$).

Dalmış (2007), araştırmasının bir bölümünde *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* karışımını içeren starter kültür kullanarak geleneksel yöntemle sucuk üretimi yapmıştır. Sucukların nem miktarlarını 0. gün %60,12 ve 9. gün %39,45 olarak bulmuştur. Sarıçoban (2000), sığır etine farklı oranlarda yumurta tavuğu eti karıştırarak sucuk üretimi yapmıştır. Çalışmasında tavuk etinin katılmadığı örnekte (kontrol-%100 sığır eti) nem miktarlarını 0. gün %55,95 ve 6. gün %35,8 olarak belirlemiştir. Genççelep (2006), değişik starter kültürler (Starter A: *L. sakei*+*S. carnosus*; Starter B: *L. curvatus*+*P. acidilactici*+*S. xylosus*), farklı nitrit (0, 75, 150 ppm) seviyeleri ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak sucuk üretimi yapmıştır. Kontrol grubu da dahil sucuk gruplarında

olgunlaşma süresince nem miktarı düşüş göstermiştir. Olgunlaşmanın 0. gününde %61,14-63,83 olarak belirlenen nem miktarı 12. günde %34,15-35,97 seviyesine düşmüştür. Johansson *et al.* (1994), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* içeren starter kültür karışımı ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri fermente sosislerde nem miktarlarını 0. gün %56,2, 7. gün %45,2, 21. gün %35,9 ve 63 günlük depolama sonucunda %32,8 olarak belirlemişlerdir. Sucukta üretim süresince meydana gelen yaklaşık %32 düzeyindeki ağırlık kaybı beklenen ve diğer çalışmalarla da uyumlu bir sonuçtur.



Şekil 4.1 Sucuktaki nem miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi

4.2 Protein Miktarı

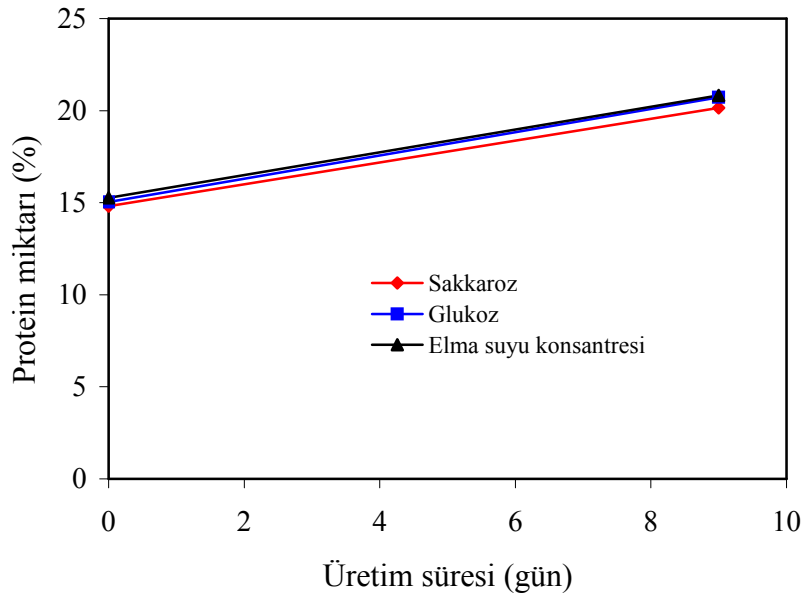
Sucuk örneklerinin üretim süresince protein miktarlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.2’de verilmiştir. Sucuklarda fermantasyon süresince nem miktarındaki azalmaya bağlı olarak protein miktarlarında artış meydana gelmiş ve protein miktarına üretim süresinin etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($P < 0,01$) (Çizelge 4.2, Şekil 4.2). Sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresinin kullanıldığı sucuklarda protein miktarları sucuk hamurunda (0. gün) sırasıyla %14,82, %15,04 ve %15,27 ve üretim sonunda (9. gün) sırasıyla %20,15, %20,72 ve %20,83 olarak belirlenmiştir. Gerek hamurda gerekse

bitmiş üründe sucuk gruplarının protein miktarları arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0,01$).

Çizelge 4.2 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda protein miktarında meydana gelen değişimler (%)

Üretim süresi (gün)	Sucuk grubu			
	Sakkaroz	Glukoz	Elma suyu konsantresi	Ortalama
0	14,82±1,57	15,04±2,74	15,27±1,08	15,04±1,80A
9	20,15±1,61	20,72±2,83	20,83±1,16	20,57±1,87B
Ortalama	17,49±1,59	17,88±2,79	18,05±1,12	

A,B : Aynı sütunda değişik harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0,01$).



Şekil 4.2 Sucuktaki protein miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi

Dalmış (2007), araştırmasının bir kısmında *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* karışımını içeren starter kültür kullanarak geleneksel yöntemle ürettiği sucuklarda protein miktarlarını 0. gün %15,48 ve 9. gün %23,71 olarak belirlemiştir. Johansson *et al.* (1994), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* içeren starter kültür karışımı ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri fermente sosislerde protein miktarlarını 0. gün %14,8, 7. gün %18,9, 21. gün %22,4 ve 63 günlük depolama sonucunda %22,9 olarak belirlemişlerdir. Sucukta üretim sonunda protein miktarlarında meydana gelen

artış, nem miktarındaki azalmaya bağlı olarak kuru madde miktarında meydana gelen oransal artıştan kaynaklanmaktadır.

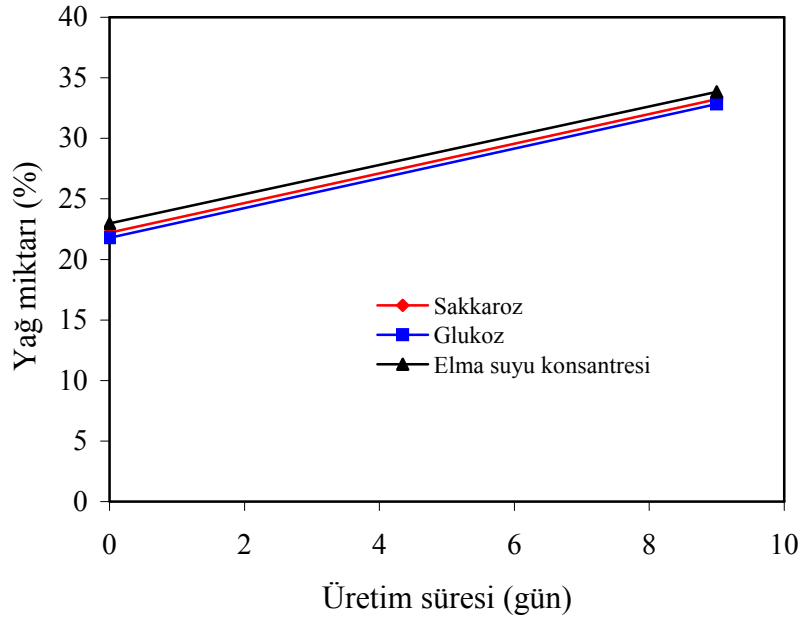
4.3 Yağ Miktarı

Sucukta üretimin başında ve sonunda yağ miktarlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.3’de verilmiştir. Sucuklarda fermantasyon ve kurumaya bağlı olarak yağ miktarlarında artışlar olmuş ve yağ miktarına fermantasyon süresinin etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,01$) (Şekil 4.3). Üretimde karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi kullanılan sucukların yağ miktarları sucuk hamurunda (0. gün) sırasıyla %22,20, %21,78 ve %22,98 ve üretim sonunda (9. gün) sırasıyla %33,22, %32,83 ve %33,84 olarak belirlenmiştir. Gerek hamurda gerekse bitmiş üründe sucuk gruplarının yağ miktarları arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0,01$).

Çizelge 4.3 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda yağ miktarında meydana gelen değişimler (%)

Üretim süresi (gün)	Sucuk grubu			
	Sakkaroz	Glukoz	Elma suyu konsantresi	Ortalama
0	22,20±1,86	21,78±3,08	22,98±2,26	22,32±2,40A
9	33,22±1,73	32,83±3,51	33,84±1,86	33,29±2,37B
Ortalama	27,71±1,79	27,30±3,30	28,41±2,06	

A,B : Aynı sütunda değişik harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0,01$).



Şekil 4.3 Sucuktaki yağ miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi

Soyer *et al.* (2005), %20 yağ ilave ederek 20-22°C’de ürettikleri geleneksel fermente sucuklarda yağ miktarını %30,50 bulmuşlardır. Yine Dalmış (2007), %20 yağ ilave ettiği, startersiz ve starterli ürettiği sucuklarda 9 günlük üretim sonunda yağ miktarlarını sırasıyla %32,34 ve %33,44 bulmuştur. Johansson *et al.* (1994), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* içeren starter kültür karışımı ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri fermente sosislerde yağ miktarlarını 0. gün %23,9, 7. gün %31, 21. gün %35,9 ve 63 günlük depolama sonucunda %37 olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda elde edilen bulgularla diğer çalışmalarda elde edilen bulgular uyumludur.

4.4 Kül Miktarı

Farklı karbonhidrat kaynağı içeren sucuklarda üretimin başında ve sonunda kül miktarlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.4’de ve Şekil 4.4’de verilmiştir. Sucuklarda nem kaybına bağlı olarak kuru maddedeki artış kül miktarlarında da artışa neden olmuştur ve kül miktarına fermantasyon süresinin etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ($P < 0,01$). Üretimde karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi kullanılan sucukların kül miktarları sucuk hamurunda (0. gün) sırasıyla %2,73, %2,56 ve %2,25 ve üretim sonunda (9. gün) sırasıyla %3,41, %3,40 ve %3,52

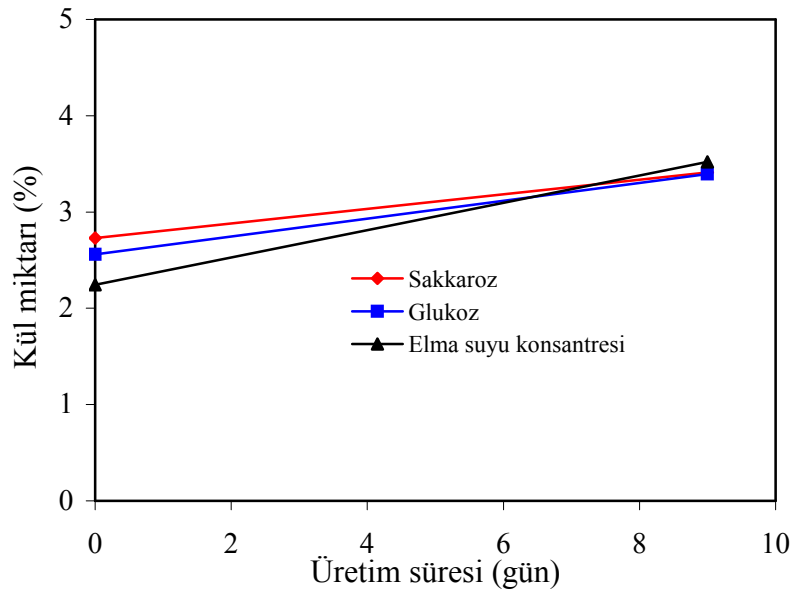
bulunmuştur. Gerek hamurda gerekse bitmiş üründe sucuk gruplarının kül miktarları arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0,01$).

Çizelge 4.4 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda kül miktarında meydana gelen değişimler (%)

Üretim süresi (gün)	Sucuk grubu			
	Sakkaroz	Glukoz	Elma suyu konsantresi	Ortalama
0	2,73±0,52	2,56±0,10	2,25±0,13	2,51±0,25A
9	3,41±0,51	3,40±0,50	3,52±0,59	3,44±0,54B
Ortalama	3,07±0,52	2,98±0,30	2,88±0,36	

A,B : Aynı sütunda değişik harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0,01$).

Dalmış (2007), startersiz ve starterli ürettiği sucuklarda kül miktarlarını sırasıyla %2,91 ve %3,38 olarak belirlemiştir.



Şekil 4.4 Sucuktaki kül miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi

4.5 Su Aktivitesi (a_w) Değeri

Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılarak üretilen sucukların üretim süresince su aktivitesi değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.5'de ve Şekil 4.5'de

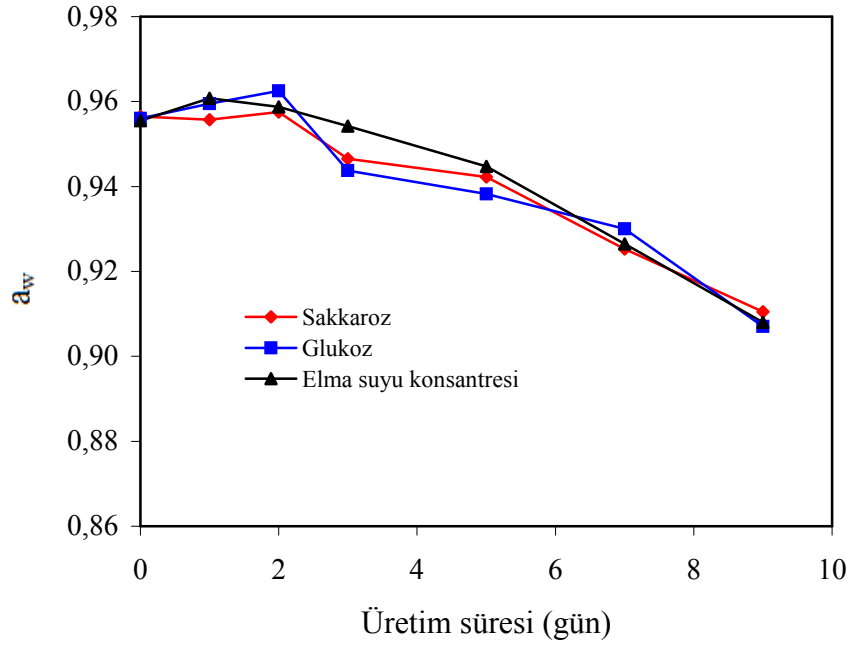
verilmiştir. Sucuklarda üretim süresince kurumaya bağlı olarak su aktivitesi değerleri düşüş göstermiş ve su aktivitesi değerine fermantasyon ve kuruma süresinin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,01$). Sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi kullanılan sucukların a_w değerleri 0. gün sırasıyla 0,957, 0,956 ve 0,956 olarak belirlenmiş ve 3. günden sonra belirgin bir şekilde düşerek 9. gün sırasıyla 0,911, 0,907 ve 0,908 olarak belirlenmiştir. Sucuklarda a_w değerindeki azalmaya farklı karbonhidrat kaynağı kullanımının etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0,01$).

Çizelge 4.5 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında a_w değerinde meydana gelen değişimler

Üretim süresi (gün)	Sucuk grubu			
	Sakkaroz	Glukoz	Elma suyu konsantresi	Ortalama
0	0,957±0,002	0,956±0,001	0,956±0,001	0,956±0,001A
1	0,956±0,002	0,960±0,002	0,961±0,006	0,959±0,003A
2	0,958±0,008	0,963±0,006	0,959±0,002	0,960±0,004A
3	0,947±0,008	0,944±0,002	0,954±0,002	0,948±0,004B
5	0,942±0,006	0,938±0,010	0,945±0,008	0,942±0,008B
7	0,925±0,012	0,930±0,005	0,927±0,008	0,927±0,009C
9	0,911±0,001	0,907±0,010	0,908±0,008	0,909±0,005D
Ortalama	0,942±0,005	0,942±0,002	0,944±0,002	

A,B : Aynı sütunda değişik harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0,01$).

Dalmış (2007), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* karışımını içeren starter kültür kullanarak geleneksel yöntemle sucuk üretimi yapmıştır. Sucukta a_w değerlerini 0. günde 0,957 ve 9. günde 0,902 olarak belirlemiştir. Soyer *et al.* (2005), %0,5 sakkaroz kullanarak %10, %20 ve %30 yağ ilave ederek oluşturdukları sucuk hamurlarını 20-22°C'de fermantasyona ve kurutmaya maruz bırakmışlardır. Sucuklarda a_w değerlerinin kurumaya bağlı olarak azaldığını, başlangıç a_w değerlerinin ortalama 0,965 değerinden üretim sonunda ortalama 0,920 düzeyine düştüğünü, yağ oranı arttıkça a_w değerinin daha yavaş düştüğünü belirlemiştirlerdir. Gençcelep (2006), 3 farklı starter kültür karışımı, 3 farklı nitrit seviyesi ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak sucuk üretimi yapmıştır. Araştırmacı 18 örneğin a_w değerleri ortalamasını 0. günde 0,967, 9. günde 0,895 ve 12. günde 0,861 olarak bulmuştur.



Şekil 4.5 Sucuktaki a_w değerine farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi

4.6 pH Değeri

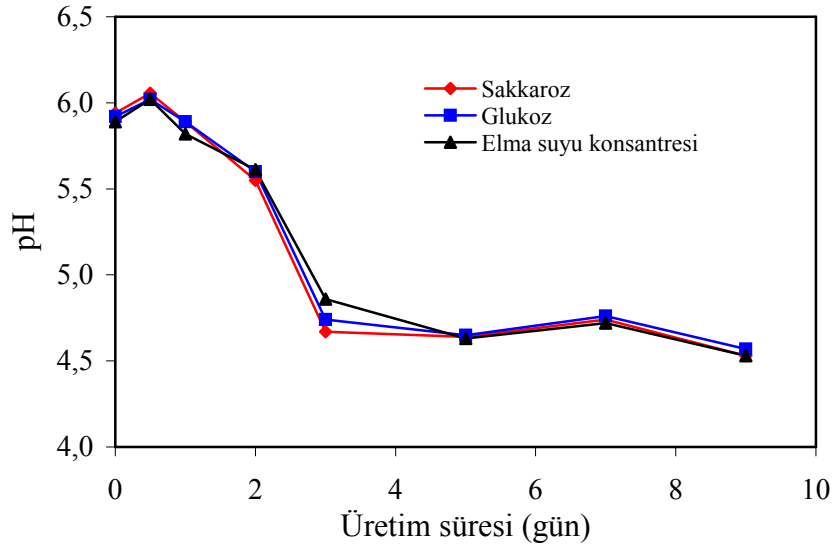
Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılarak üretilen sucukların üretim süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.6'da ve Şekil 4.6'da verilmiştir. Sucuklarda fermantasyon süresince karbonhidratların mikroorganizmalar tarafından kullanılarak parçalanması sonucu oluşan organik asitlere bağlı olarak pH değerlerinde düşme gözlenmiş ve pH değerine üretim süresinin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0,01$). Sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi kullanılarak üretilen sucukların pH değerleri 0. gün sırasıyla 5,94, 5,92 ve 5,89 bulunmuştur. Örneklerin pH değerlerinin 12. saatte az da olsa arttığı, sonra düştüğü ve 7. günde tekrar yükseldiği görülmüştür. Tüm gruplarda pH'da meydana gelen düşüş birbirlerine yakın olmuştur. Bu da ortama hakim olan mikroorganizmaların gerek sakkarozu, gerek glukozu ve gerekse elma suyu konsantresinde bulunan başlıca monosakkaritler olan glukozu ve fruktozu kolayca kullanabildiklerini göstermektedir. Sucukların pH değerlerinde en fazla düşüş üretimin 2. ve 3. gününde gözlenmiştir. Sucukların pH değerleri sakkaroz içeren örneklerde 2. günde 5,55'e ve 3. günde 4,67'ye, glukoz içeren örneklerde 2. günde 5,60'a ve 3. günde 4,74'e, elma suyu konsantresi içeren örneklerde 2. günde

5,61'e ve 3. günde 4,86'ya düşmüştür. Sucukların pH değerleri üretimin sonunda sırasıyla 4,53, 4,57 ve 4,53 olarak tespit edilmiştir. Sucuklarda pH değerindeki azalmaya farklı karbonhidrat kaynağı kullanımının etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0,01$).

Çizelge 4.6 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında pH değerinde meydana gelen değişimler

Üretim süresi (gün)	Sucuk grubu			
	Sakkaroz	Glukoz	Elma suyu konsantresi	Ortalama
0	5,94±0,06	5,92±0,07	5,89±0,09	5,92±0,07A
0,5	6,06±0,04	6,02±0,03	6,02±0,08	6,03±0,05A
1	5,89±0,10	5,89±0,06	5,82±0,13	5,86±0,10AB
2	5,55±0,25	5,60±0,15	5,61±0,19	5,58±0,20B
3	4,67±0,17	4,74±0,07	4,86±0,00	4,76±0,08C
5	4,64±0,12	4,65±0,06	4,63±0,02	4,64±0,07C
7	4,74±0,05	4,76±0,09	4,72±0,10	4,74±0,08C
9	4,53±0,18	4,57±0,16	4,53±0,24	4,54±0,19C
Ortalama	5,25±0,03	5,27±0,01	5,26±0,00	

A,B,C : Aynı sütunda değişik harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0,01$).



Şekil 4.6 Sucuktaki pH değerine farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi

Dalmış (2007), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* karışımını içeren starter kültür kullanarak geleneksel yöntemle ürettiği sucuklarda pH değerlerini 0. günde 5,73, 7. günde 4,59 ve

9. günde 4,62 olarak belirlemiştir. Gençcelep (2006), 3 farklı starter kültür karışımı, 3 farklı nitrit seviyesi ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak sucuk üretimi yaptığı araştırmasında 18 örneğin pH değerleri ortalamasını 0. günde 5,80, 6. günde 4,82, 9. günde 4,94 ve 12. günde 4,90 olarak tespit etmiştir. Bello and Sanchez-Fuertes (1997), *P. pentosaceus* starter kültürü kullanarak ürettikleri fermente sosiste pH değerini başlangıçta 5,85, 3.günde 5,23, 10 gün sonunda 4,81 ve 24 gün sonunda ise 4,93 olarak belirlemiştirlerdir. Vural (1998), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* içeren starter kültür karışımı ve karbonhidrat kaynağı olarak dekstroz kullanarak ürettiği sucukta pH değerini başlangıçta 5,99, 2. günde yaklaşık 5,1 ve 5. günde 5,25 olarak tespit etmiştir. Visessanguan *et al.* (2006), 10^4 ve 10^6 kob/g düzeylerinde *L. curvatus* starter kültürü inoküle edilerek ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri sucukta her iki inokülasyon düzeyi için pH değerini 0. gün yaklaşık 6,2 ve 3. gün 4,2 olarak belirlemiştirlerdir. Johansson *et al.* (1994), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* içeren starter kültür karışımı ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri fermente sosislerde pH değerini 0. gün 5,7, 3. gün 5,0, 14. gün 4,8 ve 63 gün depolama sonunda 5,1 olarak tespit etmiştirlerdir. Visessanguan *et al.* (2004), karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri fermente sosiste pH'nın ilk 24 saatte hızlı bir şekilde düştüğünü ve 60-72 saat sonunda 4,6 değerine ulaştığını belirlemiştirlerdir.

Doğal bir karbonhidrat kaynağı olan maple şurubun fermente sosislerde kullanılabilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada *L. plantarum*, *P. acidilactici* ve *M. varians* karışımını içeren starterli ve karbonhidrat kaynağı olarak glukoz-sakkaroz ve maple şurup içeren hamurlar hazırlanmış ve fermente sosis üretilmiştir. Çalışmada kullanılan karbonhidrat tipinin pH'daki değişimi etkilemediği ve her bir grupta benzer pH düşüşleri gözlemlendiği belirlenmiştir (Delaquis *et al.* 1993). Başka bir çalışmada, dekstrozun, sakkarozun, maltozun, dekstrinin, laktozun ve farklı konsantrasyonlarda mısır şurubunun *P. acidilactici* starter kültürü inoküle edilen sosislerde fermantasyon substratı olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. %1 karbonhidrat içeren ve 38°C'de fermantasyona maruz bırakılan dekstroz ve sakkaroz içeren sosis gruplarında pH'da birbirine benzer düşüşler gözlenmiştir (başlangıç pH'sı 6,0'dan son pH 4,7'ye). Buna karşın maltoz, laktoz ve dekstrin içeren gruplar daha yüksek pH'ya sahip olmuşlardır.

Diğer yandan dekstroz eşdeğeri yüksek olan mısır şurubunun kullanıldığı sosislerde pH düşüşü daha fazla olmuştur (Acton *et al.* 1977).

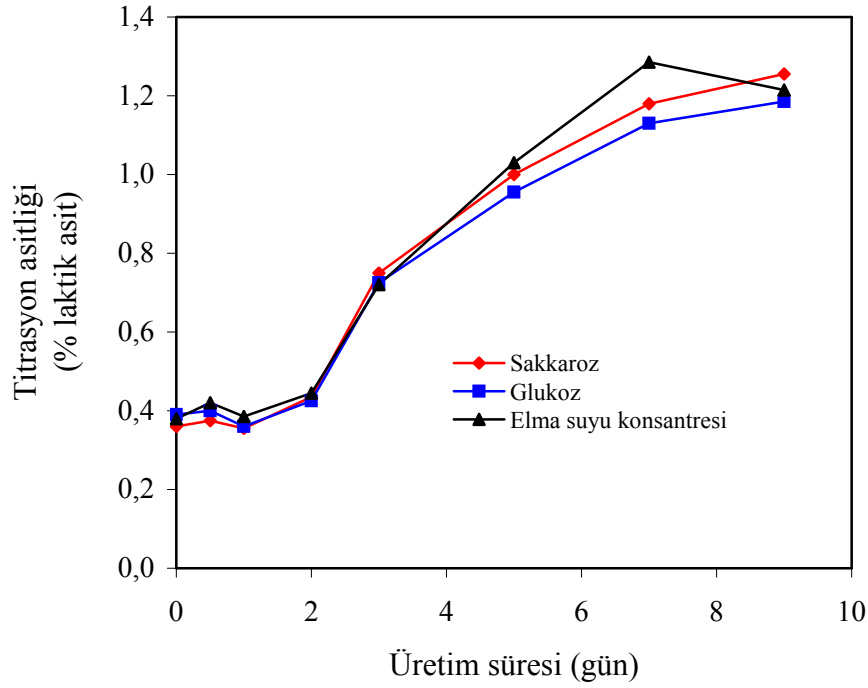
4.7 Titrasyon Asitliği Miktarı

Sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi katılarak üretilen sucuklarda üretim boyunca titrasyon asitliği miktarlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.7’de ve Şekil 4.7’de verilmiştir. Sucuklarda üretim süresince pH düşüşüne ve organik asit oluşumuna paralel olarak asitlik artış göstermiş ve titrasyon asitliğine üretim süresinin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,01$). Sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi kullanılan sucukların asitlik değerleri %laktik asit cinsinden 0. gün sırasıyla %0,36, %0,39 ve %0,38 olarak belirlenmiş, 2. günden itibaren belirgin bir artış göstermiş ve bitmiş üründe (9. gün) sırasıyla %1,26, %1,19 ve %1,22 olarak belirlenmiştir. Titrasyon asitliği en fazla sakkaroz kullanılan sucuklarda saptanmasına karşın diğer karbonhidrat kaynaklarının kullanıldığı sucukların titrasyon asitliği ile aralarındaki fark önemli bulunmamıştır ($P>0,01$).

Çizelge 4.7 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında titrasyon asitliği miktarında meydana gelen değişimler (% laktik asit)

Üretim süresi (gün)	Sucuk grubu			
	Sakkaroz	Glukoz	Elma suyu konsantresi	Ortalama
0	0,36±0,07	0,39±0,06	0,38±0,10	0,38±0,08C
0,5	0,38±0,06	0,40±0,10	0,42±0,06	0,40±0,07C
1	0,36±0,06	0,36±0,07	0,39±0,08	0,37±0,07C
2	0,44±0,01	0,43±0,05	0,45±0,04	0,44±0,03BC
3	0,75±0,07	0,73±0,08	0,72±0,04	0,73±0,06ABC
5	1,00±0,20	0,96±0,18	1,03±0,14	1,00±0,17AB
7	1,18±0,33	1,13±0,21	1,29±0,25	1,20±0,26A
9	1,26±0,15	1,19±0,18	1,22±0,19	1,22±0,17A
Ortalama	0,71±0,12	0,70±0,11	0,74±0,11	

A,B,C : Aynı sütunda değişik harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0,01$).



Şekil 4.7 Sucuktaki titrasyon asitliği miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi

Üretimin ilk 48 saatinde sucukların titrasyon asitliği miktarları önemli düzeyde değişmezken ($P>0,01$), 3. günden itibaren asitlikte meydana gelen artış önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Sucukların titrasyon asitliğindeki artış ile pH değerlerindeki düşüş arasında bir korelasyon gözlenmektedir. Tüm grupların titrasyon asitliği miktarları pH değerlerindeki düşüş gibi en hızlı 3. günde artış göstermiştir.

Acton *et al.* (1977), *P. acidilactici* starter kültürü ve farklı karbonhidrat kaynakları kullanarak ürettikleri fermente sosislerde titrasyon asitliğinin laktik asit cinsinden 24 saat sonunda dekstroz ve sakkaroz kullanılan örneklerde %0,9'a ulaştığını, maltoz kullanılan örneklerde %0,7 olduğunu, dekstrin ve laktoz kullanılan örneklerin ise karbonhidrat içermeyen kontrol örnekleriyle birbirlerine yakın düzeylerde (%0,3-0,4) laktik asit oluşturduklarını belirlemişlerdir. Soyer (2005), %20 yağ ilave edilen ve 20-22°C'de üretilen sucuklarda titrasyon asitliği miktarlarını 0. gün yaklaşık %0,5, 4. gün %1,1 ve 9. gün %0,9 olarak belirlemiştir. Titrasyon asitliğindeki bu düşüş pH'daki yükselmeye bağlanmıştır. Çalışmamızda son üründe elde edilen titrasyon asitliği sonuçlarının bu çalışmada son üründe elde edilen sonuçtan daha yüksek olması,

çalışmamızdaki sucukların starter kültür içermelerinden kaynaklanmaktadır. Vural (1998), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* içeren starter kültür karışımı ve karbonhidrat kaynağı olarak dekstroz kullanarak ürettiği sucukta titrasyon asitliği miktarını başlangıçta %0,23, 2. günde %0,71 olarak belirlemiş ve 5. güne kadar değişmeden aynen kaldığını tespit etmiştir. Visessanguan *et al.* (2006), 10^4 ve 10^6 kob/g düzeylerinde *L. curvatus* starter kültürü inoküle edilerek ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanılarak ürettikleri fermente sosiste titrasyon asitliği miktarını her iki inokülasyon düzeyi için 0. gün yaklaşık 1,8 g/100g kuru ağırlık ve 3. günde 5 g/100g kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir. Antara *et al.* (2002) ve Visessanguan *et al.* (2004) de titrasyon asitliğinin fermantasyon boyunca sürekli artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

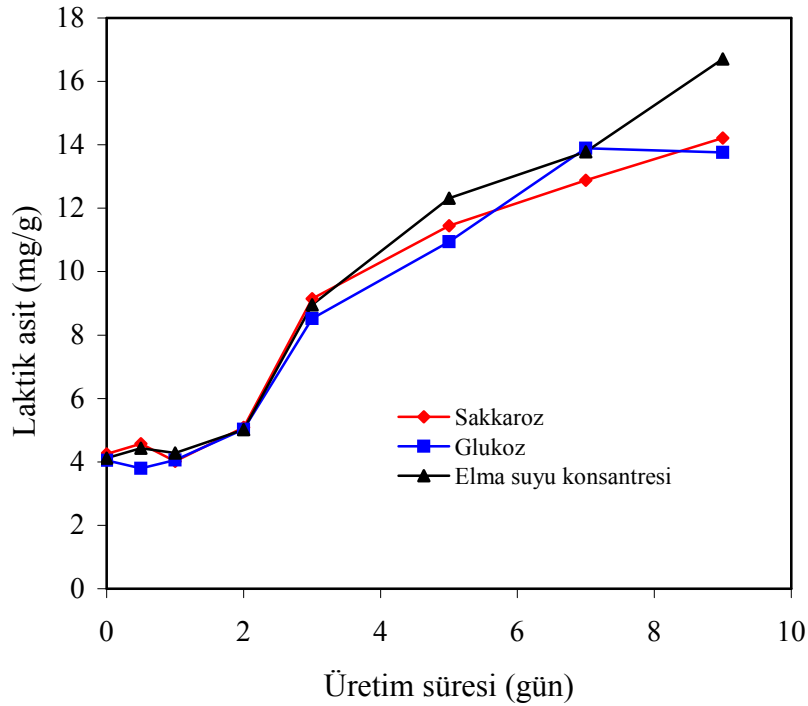
4.8 Laktik Asit Miktarı

Sucuk örneklerinin üretim boyunca laktik asit miktarlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.8'de ve Şekil 4.8'de verilmiştir. Sucuklarda üretim süresince karbonhidratların laktik asit bakterileri tarafından fermente edilmesi sonucu laktik asit oluşmuştur. Laktik asit miktarına fermantasyon ve kuruma süresinin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,01$). Sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi kullanılan sucukların laktik asit miktarları 0. gün sırasıyla 4,25, 4,05 ve 4,12 mg/g olarak belirlenmiş, 2. günden itibaren belirgin bir şekilde artış göstermiş ve 9. gün sırasıyla 14,22, 13,76 ve 16,71 mg/g olarak belirlenmiştir. Son üründe en fazla laktik asit elma suyu konsantresi kullanılan sucuk örneğinde tespit edilmiştir. Bununla beraber, sucuklarda laktik asit miktarındaki artışa farklı karbonhidrat kaynağı kullanımının etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0,01$).

Çizelge 4.8 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında laktik asit miktarında meydana gelen değişimler (mg/g)

Üretim süresi (gün)	Sucuk grubu			
	Sakkaroz	Glukoz	Elma suyu konsantresi	Ortalama
0	4,25±0,88	4,05±0,65	4,12±0,39	4,14±0,64C
0,5	4,58±1,27	3,79±0,73	4,43±0,32	4,27±0,77C
1	4,02±0,71	4,06±0,63	4,28±0,63	4,12±0,66C
2	5,09±0,20	5,02±0,28	5,02±0,05	5,04±0,05C
3	9,14±0,05	8,52±0,77	8,95±0,70	8,87±0,51B
5	11,45±2,94	10,94±2,28	12,31±1,97	11,57±2,40AB
7	12,88±1,77	13,89±2,60	13,78±2,67	13,52±2,35A
9	14,22±2,37	13,76±2,94	16,71±3,76	14,89±3,03A
Ortalama	8,20±1,23	8,00±1,36	8,70±1,31	

A,B,C : Aynı sütunda değişik harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir (P<0,01).

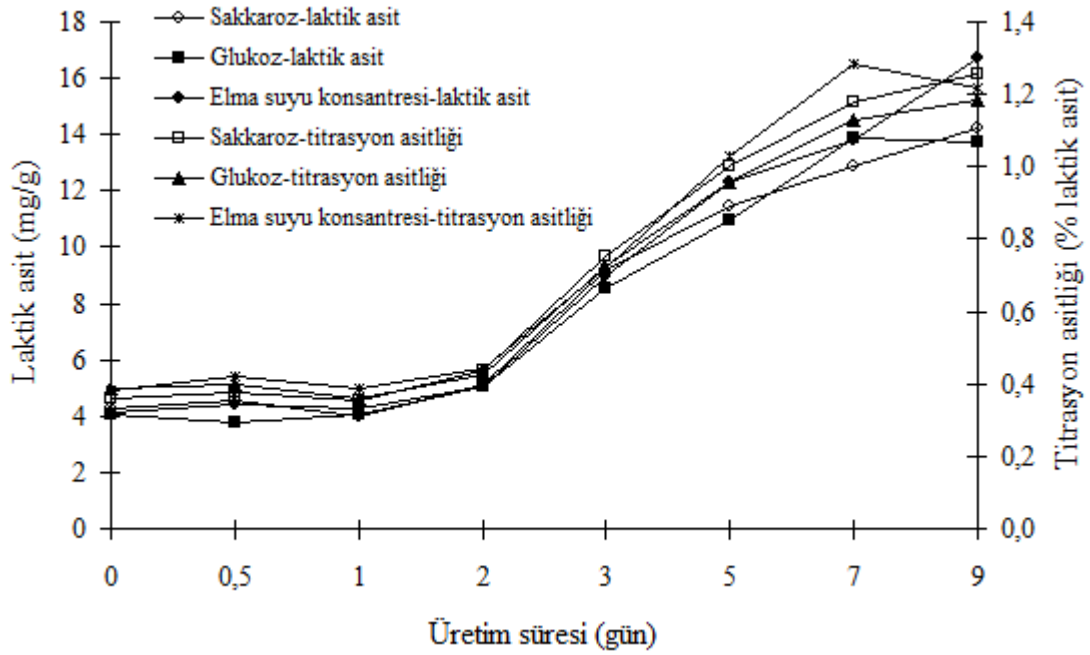


Şekil 4.8 Sucuktaki laktik asit miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi

Fermente et ürünlerinde asitlik oluşumundan sorumlu başlıca metabolit laktik asittir (Demeyer 1982). Ortamdaki laktik asit bakterilerinin karbonhidratları kullanarak yaptığı mikrobiyel faaliyet sonucu başlıca laktik asit olmak üzere organik asitler oluşmakta ve ortamın asitliğini arttırmaktadır. Daha sonra lipidlerin ve proteinlerin katıldığı

biyokimyasal reaksiyonlarla son ürünün tipik özelliği oluşmaktadır (De Ketelaere *et al.* 1974, Klement *et al.* 1974, Astiasaran *et al.* 1990). Çalışmamızda, sucuklarda laktik asit oluşumu her üç karbonhidrat kaynağında da aynı düzeylerde olmuştur. Üretimin ilk 48 saatinde meydana gelen laktik asit miktarları arasındaki fark önemli düzeylerde değildir ($P>0,01$). Bununla birlikte fermantasyonun 3. gününde her üç grupta da önemli artışlar gözlenmiştir ($P<0,01$). Üretim boyunca laktik asit miktarları sürekli artmıştır.

Şekil 4.9’da farklı karbonhidratlar kullanılarak üretilen sucukların titrasyon asitliği miktarı ile laktik asit miktarı arasındaki uyum görülmektedir. Her ikisinin miktarında da fermantasyonun 2. gününden itibaren belirgin bir artış meydana gelmiştir.



Şekil 4.9 Sucuktaki laktik asit ve titrasyon asitliği miktarlarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi

Farklı karbonhidrat kaynaklarının laktik asit oluşumuna etkisinin incelendiği diğer çalışmalarda, aynı formülasyonda %0,72 glukoz ve %0,28 sakkaroz içeren fermente sosisle aynı düzeyde karbonhidrat içeren maple şurup katılan fermente sosis karşılaştırılmıştır. Her iki formülasyonda da meydana gelen laktik asit miktarları birbirine yakın olmuştur. Glukoz ve sakkaroz içeren grupta laktat içeriği 52 saat sonra yaklaşık 3,6 mg/g düzeyinde maple şurup içeren grupta ise yaklaşık 4,0 mg/g düzeyinde

olmuştur. Araştırmacılar, maple şurupta sakkarozun başlıca şeker olmasına karşın diğer glukoz içeren grupla karşılaştırıldığında pH düşüşünün her iki grupta da aynı düzeyde geliştiğini bulmuşlardır. Bunun nedeni olarak da ortamdaki laktik asit starter kültürlerinin sakkarozu kolayca fermente edebilmelerini göstermişlerdir. Bello and Sanchez-Fuertes (1997), *P. pentosaceus* starter kültürü kullanarak ürettikleri fermente sosisteki laktik asit miktarlarını 0. gün 2,57, 3. gün 4,22, 10. gün 6,18 mmol/100g olarak bulmuşlar ve olgunlaşmanın 24. gününe kadar aynı seviyelerde kaldığını belirlemişlerdir. Visessanguan *et al.* (2006), 10^4 ve 10^6 kob/g düzeylerinde *L. curvatus* starter kültürü inoküle edilerek ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri Tayland'a özgü Nham fermente sosisinde inokülasyon düzeyleri açısından laktik asit miktarlarında farklılıklar meydana geldiğini belirlemişlerdir. 10^4 kob/g düzeyinde inoküle edilen örneklerde laktik asit miktarı 0. gün yaklaşık 0,1 g/100g kuru ağırlık ve 3.gün yaklaşık 0,5 g/100g kuru ağırlık olarak bulunmuşken 10^6 kob/g düzeyinde inoküle edilen örneklerde laktik asit miktarı 0. gün yaklaşık 0,4 g/100g kuru ağırlık ve 3.gün yaklaşık 1,6 g/100g kuru ağırlık olarak bulunmuştur. Johansson *et al.* (1994), *P. pentosaceus* ve *S. xylosus* içeren starter kültür karışımı ve karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri fermente sosislerde D-laktik asit miktarının üretimin ilk üç gününde önemli miktarda arttığını (11 mg/g kuru madde) bulmuşlardır. Üretimin 3. ve 7. günleri arasında laktik asit içeriğinde az miktarda artış gözlenmiştir. Araştırmacılar, 63 gün depolama sonunda L-laktik asit miktarını 15,3 mg/g kuru madde, D-laktik asit miktarını 13 mg/g kuru madde olarak belirlemişlerdir. Antara *et al.* (2002), ürettikleri fermente sosiste laktik asit miktarını başlangıçta yaklaşık 9 mmol/100g ve 5. gün sonunda 26 mmol/100g olarak belirlemişlerdir. Mateo *et al.* (1996), ürettikleri fermente sosiste D-laktik asit miktarının başlarda önemsiz olduğunu, artışın 3. günden itibaren gerçekleştiğini ve en fazla artışın üretimin 3. ve 7. günleri arasında olduğunu bulmuşlardır. L-laktik asit miktarında önemli bir değişimin olmadığı gözlenmiştir. Visessanguan *et al.* (2004), karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz kullanarak ürettikleri fermente sosiste laktik asit miktarını başlangıçta yaklaşık 0,07 g/100g örnek ve 3. gün yaklaşık 0,32 g/100g örnek olarak belirlemişlerdir. Durá *et al.* (2004), karbonhidrat kaynağı olarak laktoz, dekstrin ve glukoz ve starter kültür olarak *L. sakei*, *P. pentosaceus*, *S. xylosus* ve *S. carnosus* bakterilerine ilaveten *Debaryomyces* spp. mayasını kullanarak ürettikleri fermente sosislerde D- ve L-laktik

asit miktarlarının üretim boyunca (35 gün) arttığını sadece *Debaryomyces* spp. kullanılmayan örnekte D-laktik asit miktarının kurutma aşamasının yarısından sonra (21 gün) azaldığını belirlemişlerdir. Diğer çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışmamızda da laktik asit oluşumu en fazla üretimin 3., 5. ve 7. günlerinde olmuştur.

4.9 Asetik Asit Miktarı

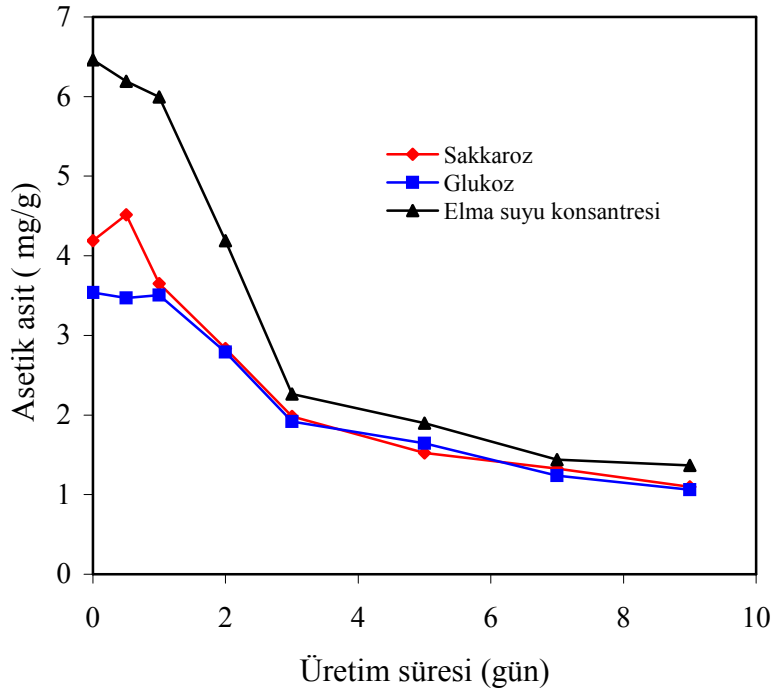
Sucuk örneklerinde üretim boyunca asetik asit miktarlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.9'da ve Şekil 4.10'da verilmiştir. Sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi kullanılan sucukların asetik asit miktarları 0. gün sırasıyla 4,19, 3,54 ve 6,46 mg/g olarak belirlenmiş, fermantasyon ve kuruma süresince düşüş göstermiş ve 9. gün sırasıyla 1,10, 1,06 ve 1,37 mg/g olarak belirlenmiştir. Sucuklarda asetik asit miktarında görülen değişimlere hem üretim süresi hem de karbonhidrat kaynağının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$).

Çizelge 4.9 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında asetik asit miktarında meydana gelen değişimler (mg/g)

Üretim süresi (gün)	Sucuk grubu			
	Sakkaroz	Glukoz	Elma suyu konsantresi	Ortalama
0	4,19±1,10aA	3,54±0,78aA	6,46±0,06aA	4,73±0,64
0,5	4,52±1,61bA	3,47±0,60bAB	6,19±0,06aA	4,73±0,72
1	3,65±0,83bAB	3,51±0,43bAB	5,99±0,37aA	4,38±0,54
2	2,83±1,13aABC	2,79±0,71aAB	4,19±1,32aB	3,27±1,05
3	1,98±0,33aABC	1,92±0,58aAB	2,26±0,48aB	2,06±0,46
5	1,52±0,61aBC	1,64±0,64aAB	1,90±0,45aB	1,69±0,56
7	1,33±0,25aC	1,24±0,99aB	1,44±0,50aB	1,33±0,58
9	1,10±0,56aC	1,06±0,79aB	1,37±0,81aB	1,18±0,72
Ortalama	2,64±0,80	2,40±0,69	3,73±0,49	

A,B,C : İlgili sütunda değişik harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0,01$).

a,b : İlgili satırda değişik harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir ($P<0,01$).



Şekil 4.10 Sucuktaki asetik asit miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi

Sucuk örneklerinde asetik asit miktarlarında gözlenen değişim incelendiğinde, başlangıç örneklerde en yüksek asetik asit miktarı elma suyu konsantresi içeren örneklerde bulunmuştur. Sakkaroz ve glukoz içeren örneklerin asetik asit miktarları birbirine yakın olmuştur. Fermantasyon sırasında asetik asit miktarları giderek azalmış ve 4,73 mg/g'dan 3. günde 2,06 mg/g'a inmiştir. 3. ve 9. gün arasında asetik asit miktarlarındaki azalma devam etmiş ve 9. günde en az düzeye ulaşmıştır (1,33 mg/g). Fermente et ürünlerinde asetik asit, laktik asitten sonra karbonhidrat fermantasyonuyla en çok meydana gelen ikinci organik asittir (Kandler 1983, Demeyer *et al.* 1986, Durá *et al.* 2004). Bununla birlikte çalışmamızda asetik asit miktarları fermantasyon ve kuruma sırasında önemli düzeylerde azalma göstermiştir. Bu azalma sakkaroz içeren örneklerde %74 düzeyinde, glukoz içeren örneklerde %70 düzeyinde ve elma suyu konsantresi içeren örneklerde %79 düzeyinde olmuştur. Bunun nedeni ortamdaki laktik asit bakterileri asetik asidi diğer kimyasal reaksiyonlarda kullanmış olabilir. Nitekim Hierro *et al.* (1997), kuru fermente sosislerde mikrobiyal ve et endojen enzimlerinin lipolize etkisini inceledikleri çalışmalarında *Lactobacillus* spp. starterlerini içeren gruplarda asetik asit miktarını 5 günlük fermantasyonda 10 mg/100g KM'den 30 mg/100g KM'ye arttığını bulmuşlardır. Buna karşın, daha sonra asetik asit miktarında 8-10 mg/100mg

KM düzeyinde azalmalar olduğunu, bunun da asetik asidin diğer kimyasal reaksiyonlara katılmasından dolayı olabileceğini bildirmişlerdir. Durá *et al.* (2004), karbonhidrat kaynağı olarak laktoz, dekstrin ve glukoz ve starter kültür olarak *L. sakei*, *P. pentosaceus*, *S. xylosus* ve *S. carnosus* bakterilerine ilaveten *Debaryomyces* spp. mayasını kullanarak ürettikleri fermente sosislerde asetik asit miktarının kurutma aşamasının yarısına (21 gün) kadar arttığını, bundan sonra *Debaryomyces* spp.'nin kullanılmadığı ve *Debaryomyces* spp.'nin 15×10^6 kob/g düzeyinde kullanıldığı örneklerde azaldığını ve *Debaryomyces* spp.'nin 5×10^6 kob/g düzeyinde kullanıldığı örnekte ise üretimin sonuna kadar değişmediğini belirlemişlerdir. Literatürde bazı çalışmalarda asetik asit miktarı fermente sosis örneklerinde fermantasyon süresince artış göstermektedir (Johansson *et al.* 1994, Bello and Sanchez-Fuertes 1997, Mateo *et al.* 1996, Antara *et al.* 2002, Antara *et al.* 2004, Visessanguan *et al.* 2004, Visessanguan *et al.* 2006). Çalışmamızda ise asetik asit miktarı zamanla azalmaktadır.

4.10 Piruvik Asit Miktarı

Sucuk örneklerinde üretim boyunca piruvik asit miktarlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.10'da ve Şekil 4.11'de verilmiştir. Sucuklarda üretim süresince piruvik asit miktarı giderek azalmış ve piruvik asit miktarına hem üretim süresinin hem de karbonhidrat kaynağının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0,01$). Sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi kullanılan sucukların piruvik asit miktarları 0. gün sırasıyla 9,85, 7,95 ve 10,50 mg/100g olarak ve 9. gün sırasıyla 3,65, 3,40 ve 0,00 mg/100g olarak belirlenmiştir. Son ürünün piruvik asit miktarına bakıldığında, elma suyu konsantresi kullanılan sucuk örneğinde 5. günden itibaren fermantasyonda ara ürün olan piruvik asidin tamamının laktik asite dönüştüğü söylenebilir.

Çizelge 4.10 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında piruvik asit miktarında meydana gelen değişimler (mg/100g)

Üretim süresi (gün)	Sucuk grubu			
	Sakkaroz	Glukoz	Elma suyu konsantresi	Ortalama
0	9,85±1,06aA	7,95±1,63aA	10,50±5,09aA	9,43±2,59
0,5	7,10±1,70aAB	6,85±1,20aA	6,65±0,21aB	6,87±0,24
1	5,65±0,49aB	5,50±0,57aAB	5,70±0,57aB	5,62±0,21
2	3,95±0,64aC	3,85±0,35aB	4,20±0,42aB	4,00±0,47
3	2,45±1,06aC	3,00±0,85aB	1,75±0,64aC	2,40±0,85
5	2,05±1,34aC	3,00±0,57aB	0,00bD	1,68±0,64
7	2,10±1,27aC	3,40±0,99bB	0,00cD	1,83±0,75
9	3,65±3,18aC	3,40±1,13aB	0,00bD	2,35±1,44
Ortalama	4,60±0,80	4,62±0,91	3,60±0,81	

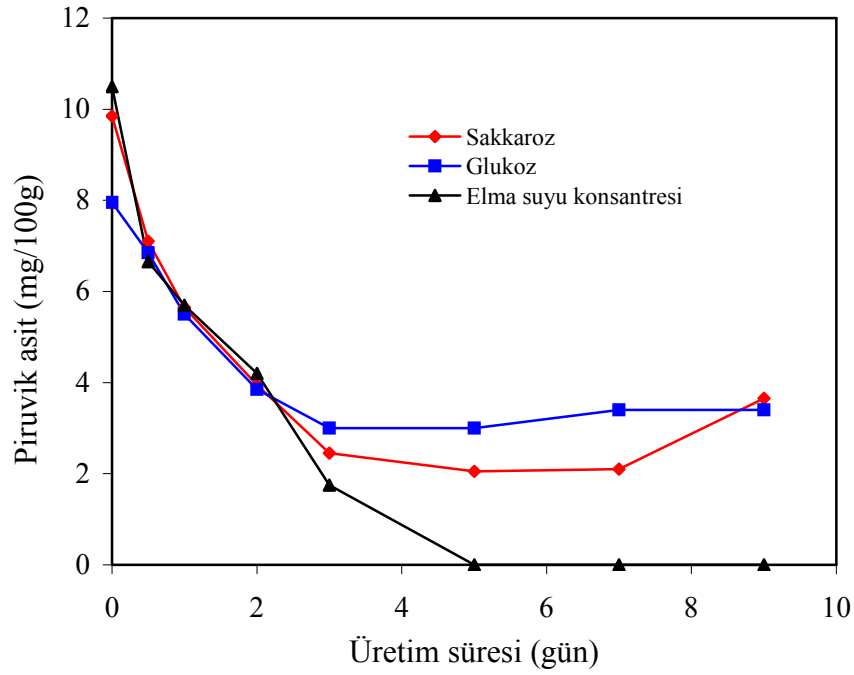
A,B,C,D : İlgili sütunda değişik harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir (P<0,01).

a,b,c : İlgili satırda değişik harf taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir (P<0,01).

Sakkaroz ve glukoz kullanılan sucuk örneklerinde üretimin ilk 24 saatinde meydana gelen piruvik asit miktarları arasındaki fark önemli bulunmazken (P>0,01), sakkaroz içeren örneklerde 2. günden itibaren piruvik asit miktarlarında meydana gelen azalış önemli bulunmuştur (P<0,01). Diğer yandan karbonhidrat kaynağı olarak elma suyu konsantresi kullanılan sucuklarda piruvik asit miktarındaki azalma üretimin 12. saatinde önemli düzeyde olmuş (P<0,01), 2. günden itibaren piruvik asit miktarı giderek azalmıştır. Elma suyu konsantresi kullanılan sucuk örneğinde üretimin 5. gününden itibaren diğer sakkaroz ve glukoz içeren örneklerle arasındaki fark önemli bulunmuştur (P<0,01).

Piruvik asit, karbonhidrat metabolizmasında ara ürün olarak oluşmaktadır ve bakteriyel fermantasyonda nadiren son üründe birikmektedir (Andersen and Ten Cate 1965, Girard 1992, Caplice and Fitzgerald 1999). Nitekim, bulgularımızda son üründe belirlenen piruvik asit miktarları elma suyunda tamamen harcanmış, diğer gruplarda ise oldukça düşük düzeylere azalmıştır (Çizelge 4.10). Erginkaya (1993), çalışmasında farklı firmalara ait fermente sucuk örneklerinin organik asit miktarlarını iyon kromatografi yöntemi kullanarak belirlemiş ve sadece 4 sucuk örneğinde piruvik asit yaş örnek üzerinden 0,13-0,24 g/kg olarak bulunmuştur. Başka bir çalışmada karbonhidrat kaynağı olarak %1,8 dekstrin, %1 laktoz ve %0,8 glukoz içeren İspanyol kuru fermente

sosiste (salchichón) üretim sırasında startersız kontrol grubu örneklerde piruvik asit miktarı mg/100g kuru madde olarak 0. gün 0,66, 5. gün 0,96, 15. gün 3,12 ve 22. gün 4,00 bulunmuştur. Burada üretim sırasında piruvik asit miktarında gözlenen artış, kullanılan fazla miktardaki karbonhidrat kaynaklarının mikroorganizmalarca farklı düzeylerde fermentasyona uğratılması sonucu ara ürün olan piruvik asit miktarının artması ile açıklanabilir. (Bruna *et al.* 2001).



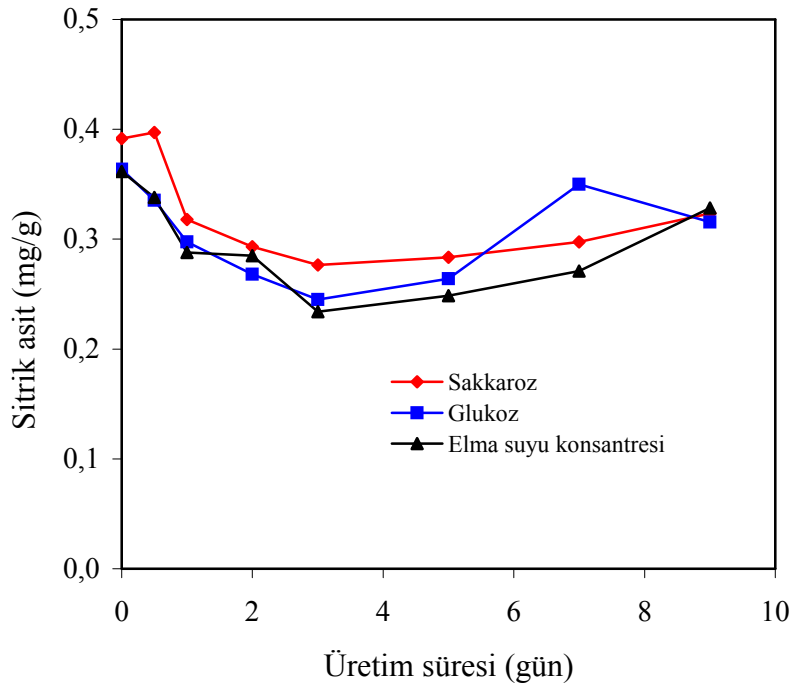
Şekil 4.11 Sucuktaki piruvik asit miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi

4.11 Sitrik Asit Miktarı

Sucuk örneklerinde üretim boyunca sitrik asit miktarlarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.11’de ve Şekil 4.12’de verilmiştir. Sucuklarda üretim süresince sitrik asit giderek azalmış, 5. günden itibaren tekrar artış göstermiştir ve sitrik asit miktarına üretim süresinin etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0,01$). Sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi kullanılan sucukların sitrik asit miktarları 0. gün sırasıyla 0,39, 0,36 ve 0,36 mg/g, 5. gün sırasıyla 0,28, 0,26, 0,25 mg/g ve 9. gün sırasıyla 0,32, 0,32 ve 0,33 mg/g olarak belirlenmiştir. Sucuklarda sitrik asit miktarındaki değişime farklı karbonhidrat kaynağı kullanımının etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0,01$).

Çizelge 4.11 Farklı karbonhidrat kaynakları kullanılan sucuklarda üretim sırasında sitrik asit miktarında meydana gelen değişimler (mg/g)

Üretim süresi (gün)	Sucuk grubu			
	Sakkaroz	Glukoz	Elma suyu konsantresi	Ortalama
0	0,39±0,13	0,36±0,14	0,36±0,10	0,37±0,12
0,5	0,40±0,10	0,34±0,11	0,34±0,02	0,36±0,08
1	0,32±0,10	0,30±0,08	0,29±0,07	0,30±0,08
2	0,29±0,09	0,27±0,07	0,29±0,09	0,28±0,08
3	0,28±0,07	0,25±0,08	0,23±0,12	0,25±0,09
5	0,28±0,10	0,26±0,08	0,25±0,09	0,27±0,09
7	0,30±0,04	0,35±0,08	0,27±0,10	0,31±0,07
9	0,32±0,04	0,32±0,07	0,33±0,15	0,32±0,09
Ortalama	0,32±0,08	0,30±0,09	0,29±0,09	



Şekil 4.12 Sucuktaki sitrik asit miktarına farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi

Yapılan bir çalışmada karbonhidrat kaynağı olarak %1,8 dekstrin, %1 laktoz ve %0,8 glukoz içeren İspanyol kuru fermente sosiste (salchichón) üretim sırasında startersiz kontrol grubu örneklerde sitrik asit miktarı mg/100g kuru madde olarak 0. gün 9,21, 5. gün 14,98, 15. gün 36,87 ve 22. gün 38,74 bulunmuştur (Bruna *et al.* 2001).

4.12 Organik Asitlerin Geri Kazanımı (Recovery) Değerleri

Sucuklarda bulunan laktik, asetik ve sitrik asite ait recovery ve varyasyon katsayısı değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Piruvik asit için recovery testi, piruvik asidin çok az miktarlarda tespit edilmesinden dolayı yapılmamıştır. Recovery ve varyasyon katsayısı değerleri “3.3.9 Recovery (geri kazanım) testi” bölümünde verilen 3.1 ve 3.2 formülleri ile hesaplanmıştır. Recovery değerleri %90’nın üzerinde bulunmuştur.

Çizelge 4.12 Laktik, asetik ve sitrik asit recovery değerleri (%)

Bileşen	Örnek miktarı (g)	Standart eklenmemiş materyaldeki bileşen miktarı (mg)	Eklenen standart miktarı (mg)	Standart eklenmiş materyaldeki bileşen miktarı (mg)	Recovery (%)	*Recovery ortalaması (%)
Laktik asit	5,05	61,9	60	116,8	91,5	91,6±0,18
	4,91	60,78	30	88,3	91,7	
Asetik asit	5,05	9,6	10	19,35	97,5	95,8±2,58
	4,91	9,4	5	14,1	94,0	
Sitrik asit	5,00	1,5	1,5	2,9	93,3	90±5,24
	5,00	1,5	0,75	2,15	86,7	

*Recovery ortalaması±varyasyon katsayısı şeklinde verilmiştir.

4.13 Duyusal Değerlendirme

Araştırmada karbonhidrat kaynağı olarak sakkaroz, glukoz ve elma suyu konsantresi kullanılan çiğ ve pişmiş sucuklara ait duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Çiğ sucuğa ait duyusal değerlendirme sonuçları

Sucuk grubu	Koku	Renk	Tat	Tekstür	Genel beğeni
Sakkaroz	8,11±0,00	7,39±0,39	8,00±0,16	8,28±0,08	8,17±0,08
Glukoz	8,28±0,08	8,00±0,16	7,78±0,16	7,94±0,08	7,83±0,08
Elma suyu konsantresi	8,33±0,16	8,00±0,00	8,33±0,00	8,00±0,31	8,50±0,08

Her bir değer, 9 panelistin ortalaması ve iki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir.

Çizelge 4.14 Pişmiş sucuğa ait duyuşal değerlendirme sonuçları

Sucuk grubu	Koku	Renk	Tat	Tekstür	Genel beğeni
Sakkaroz	8,22±0,16	7,56±0,16	8,22±0,16	7,61±0,08	8,00±0,16
Glukoz	8,17±0,24	7,72±0,08	8,11±0,16	8,17±0,08	8,11±0,16
Elma suyu konsantresi	8,56±0,31	8,83±0,08	8,83±0,24	8,78±0,00	8,78±0,31

Her bir değer, 9 panelistin ortalaması ve iki tekerrür ortalaması olarak verilmiştir.

Çiğ ve pişmiş sucuğa ait duyuşal değerlendirme sonuçları, elma suyu konsantresi kullanılan sucuk örneğinin panelistler tarafından koku, renk, tat, tekstür ve genel beğeni özellikleri açısından diğer sucuk örneklerine kıyasla daha yüksek puanlar aldığını göstermektedir.

Soyer (2005), karbonhidrat kaynağı olarak %0,5 sakkaroz kullandığı ve farklı yağ oranlarında ve 20-22°C’de ürettiği fermente sucuklarda asidik flavor ve genel beğeni puanlarının %10 yağ içeren grupta en yüksek bulunduğunu ifade etmiştir. Yine Papadima and Blaukas (1999), %20 yağ ilave edilen Yunan fermente sosilerinin duyuşal özelliklerinin en iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Farklı karbonhidrat kaynakları içeren sucuklara panelistlerin verdiği puanlar birbirine yakın olmuştur. Koku, renk, tat, tekstür ve genel beğeni yönlerinden gerek çiğ sucuklar gerekse pişmiş sucuklar oldukça iyi (7,78’in üstünde) puanlar almışlardır.

5. SONUÇ

Sucuk üretiminde kullanılan karbonhidrat kaynakları kullanılan starter kültürlerine göre değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada, farklı karbonhidrat kaynaklarının (glukoz, sakkaroz ve elma suyu konsantresi) fermente sucuk üretimi sırasında oluşan organik asitlere ve diğer bazı kalite özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca elma suyu konsantresinin karbonhidrat kaynağı olarak sucuk üretiminde kullanılabilirliği incelenmiştir.

Farklı karbonhidrat kaynakları ile üretilen tüm sucuk örneklerinde yapıdaki kurumaya bağlı olarak nem miktarında ve a_w değerinde azalma görülmüştür. Nem miktarındaki düşüşe paralel olarak da protein, yağ ve kül miktarlarında artışlar meydana gelmiştir.

Sucuk örneklerinin pH değerlerinde mikroorganizmaların faaliyetleri sonucu düşüş meydana gelmiş, pH'daki düşüşe paralel olarak da titrasyon asitliği ve başlıca organik asit olan laktik asidin miktarlarında artışlar meydana gelmiştir. Asetik asit miktarı üretim süresince azalmış fakat literatürde bazı çalışmalarda asetik asit miktarı fermente sosis örneklerinde üretim süresince artış göstermiştir. Çalışmamızda asetik asit miktarındaki azalmanın nedeni de ortamdaki laktik asit bakterilerinin asetik asidi diğer kimyasal reaksiyonlarda kullanmış olmaları şeklinde açıklanabilir. Piruvik asit miktarı üretim süresince azalmış, bu azalmanın da fermantasyonda ara ürün olan piruvik asidin laktik aside dönüşmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Sitrik asit miktarı zamanla azalmış ve üretim sonunda tekrar artmıştır.

Sucuk örneklerinin çiğ ve pişmiş olarak duyuşal değerlendirilmesi sonucunda örneklerin panelistler tarafından yüksek puanlar alarak beğenildiği belirlenmiş ve en yüksek puanları elma suyu konsantresi katılan sucuk örneği almıştır.

Elma suyu konsantresi kullanılan örneklerin pH değeri, titrasyon asitliği ve organik asit miktarları diğer karbonhidrat kaynaklarının (sakkaroz ve glukoz) kullanıldığı örnekler

ile paralellik gösterdiğinden elma suyu konsantresinin sucukta alternatif bir karbonhidrat kaynağı olarak kullanılması sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Acton, J.C., Dick, R.L. and Norris, E.L. 1977. Utilization of various carbohydrates in fermented sausage. *Journal of Food Science*, 42, 174-178.
- Ammor, M.S. and Mayo, B. 2007. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: An update. *Meat Science*, 76, 138-146.
- Andersen, G. and Ten Cate, L. 1965. Zuckerzusatz und pH-wert-senkung bei der Rohwurstherstellung. *Fleischwirtschaft*, 45, 599-601.
- Anonim. 2002. Türk Sucuğu TS 1070. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2009. Web Sitesi. <http://www.setbir.org.tr>. Erişim Tarihi: 14.01.2009.
- Antara, N.S., Sujaya, I.N., Yokota, A., Asano, K., Aryanta, W.R. and Tomita, F. 2002. Identification and succession of lactic acid bacteria during fermentation of 'urutan', a Balinese indigenous fermented sausage. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18, 255-262.
- Antara, N.S., Sujaya, I.N., Yokota, A., Asano, K. and Tomita, F. 2004. Effects of indigenous starter cultures on the microbial and physicochemical characteristics of urutan, a Balinese fermented sausage. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 98(2), 92-98.
- Anonymous. 2000. Official Methods of Analysis. Horwitz, W. (Ed.), 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Ashoor, S.H. and Welty, J. 1984. Determination of organic acids in foods by high-performance liquid chromatography: Lactic acid. *Journal of Chromatography*, 287, 452-456.
- Astiasarán, I., Villanueva, R. and Bello, J. 1990. Analysis of proteolysis and protein insolubility during the manufacture of some varieties of dry sausage. *Meat Science*, 28, 111-117.
- Bello, J. and Sanchez-Fuertes, M.A. 1997. Development of mathematical model to describe the acidification occurring during the ripening of dry fermented sausage. *Food Chemistry*, 59(1), 101-105.
- Bozkurt, H. and Erkmen, O. 2007. Effects of some commercial additives on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). *Food Chemistry*, 101, 1465-1473.
- Bruna, J.M., Ordóñez, J.A., Fernandez, M., Herranz, B. and Hoz, L. 2001. Microbial and physico-chemical changes during the ripening of dry fermented sausages superficially inoculated with or having added an intracellular cell-free extract of *Penicillium aurantiogriseum*. *Meat Science*, 59, 87-96.
- Caplice, E. and Fitzgerald, G.F. 1999. Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 50, 131-149.
- Cenci-Goga, B.T., Ranucci, D., Miraglia, D. and Cioffi, A. 2008. Use of starter cultures of dairy origin in the production of *Salame nostrano*, an Italian dry-cured sausage. *Meat Science*, 78, 381-390.
- Coppola, R., Giagnacovo, B., Iorizzo, M. and Grazia, L. 1998. Characterization of lactobacilli involved in the ripening of soppressata molisana, a typical southern Italy fermented sausage. *Food Microbiology*, 15, 347-353.

- Dainty, R. and Blom, H. 1995. Flavour chemistry of fermented sausages, In: Fermented Meats. Campbell-Platt, G. and Cook, P.E. (Eds.), Blackie Academic and Professional, pp 176-193, Glasgow, UK.
- Dainty, R.H., Shaw, B.G. and Roberts, T.A. 1983. Microbial and chemical changes in chill-stored red meats. In: Food Microbiology: Advances and Prospects. Roberts, T.A. and Skinner, F.A. (Eds.), Academic Press, pp 151-178, London, New York.
- Dalmış, Ü. 2007. Sucukta üretim ve depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimler. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 155 s., Ankara.
- Dalmış, Ü. and Soyer, A. 2008. Effect of processing methods and starter culture (*Staphylococcus xylosus* and *Pediococcus pentosaceus*) on proteolytic changes in Turkish sausages (sucuk) during ripening and storage. Meat Science, 80, 345-354.
- De Ketelaere, A., Demeyer, D., Vandekerckhove, P. and Vervaeke, I. 1974. Stoichiometry of carbohydrate fermentation during dry sausage ripening. Journal of Food Science, 39, 297-300.
- Delaquis, P.J., Fontaine, J., Dussault, F. and Champagne C.P. 1993. Maple syrup as carbohydrate source in dry sausage fermentation. Journal of Food Science, 58(5), 981-990.
- Demeyer, D. 1982. Stoichiometry of dry sausage fermentation. Antonie van Leeuwenhoek, 48, 414-416.
- Demeyer, D. I., Verplaetse, A. and Gistelinck, M. 1986. Fermentation of meat: an integrated process. Proc. Eur. Meet. Meat Res. Work, 32nd, Ghent, 241-247.
- Dezacki, W. 1979. Some basic facts about dry sausage. Fleischwirtschaft, 59(2), 218-220.
- Diñçer, B. 1985. Olgunlaşma sırasında sucukların besin öğelerindeki değişiklikler. A.Ü. Vet. Fak. Dergisi, 32(1), 178-186.
- Durá, M.A., Flores, M. and Toldrá, F. 2004. Effect of *Debaryomyces* spp. on the proteolysis of dry-fermented sausages. Meat Science, 68, 319-328.
- Egan, A.F. 1983. Lactic acid bacteria of meat and meat products. Antonie van Leeuwenhoek, 49, 327-336.
- Erdoğrul, Ö. ve Ergün, Ö. 2005. Kahramanmaraş piyasasında tüketilen sucukların bazı fiziksel, kimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik özellikleri. İ.Ü. Vet. Fak. Dergisi, 31(1), 55-65.
- Erginkaya, Z. 1993. Fermente sucuklarda organik asit miktarlarının belirlenmesi. Gıda, 18(6), 373-376.
- Ertaş, A.H. 1985. Et ürünlerinin üretim teknikleri ve mikroorganizmalar. Kükem, 8(2), 131-134.
- Fernández, M., Ordóñez, J.A., Bruna, J.M., Herranz, B. and Hoz, L. 2000. Accelerated ripening of dry fermented sausages. Trends in Food Science and Technology. 11, 201-209.
- Filiz, N. 1996. Yüksek ısı uygulaması ile üretilen Türk sucuklarında starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar. Doktora tezi. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 63 s., Bursa.
- García Fontán, M.C., Lorenzo, J.M., Parada, A., Franco, I. and Carballo, J. 2007. Microbiological characteristics of “androlla”, a Spanish traditional pork sausage. Food Microbiology, 24, 52-58.

- Gençcelep, H. 2006. Sucuk üretiminde değişik starter kültürler ve farklı nitrit seviyelerinin biyojen amin oluşumu üzerine etkileri. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 130 s., Erzurum.
- Girard, J.P. 1992. Technology of Meat and Meat Products. Ellis Horwood Ltd., p.272. Chichester, England.
- González-Fernández, C., Santos, E.M., Rovira, J. and Jaime, I. 2006. The effect of sugar concentration and starter culture on instrumental and sensory textural properties of chorizo-Spanish dry-cured sausage. *Meat Science*, 74, 467-475.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö. 1993. Et ve Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniv., Ziraat Fak., Yayın no. 318, 287 s., Erzurum.
- Hammes, W.P. and Knauf, H.J. 1994. Starters in the processing of meat products. *Meat Science*, 36, 155-168.
- Heperkan, D. ve Sözen, M. 1988. Fermente et ürünleri üretimi ve mikrobiyal proseslerin kaliteye etkisi. *Gıda*, 13(5), 371-378.
- Hierro, E., de la Hoz, L. and Ordóñez, J.A. 1997. Contribution of microbial and meat endogenous enzymes to the lipolysis of dry fermented sausages. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 45, 2989-2995.
- Hugas, M. and Monfort, J.M. 1997. Bacterial starter cultures for meat fermentation. *Food Chemistry*, 59(4), 547-554.
- Incze, K. 1991. Raw fermented and dried meat products. European Meeting on Meat Research Workers, 37, Kulumbach, Germany.
- Incze, K. 1992. Raw fermented and dried meat products. *Fleischwirtschaft*, 72, 1-5.
- Jessen, B. 1995. Starter cultures for meat fermentations, In: *Fermented Meats*. Campbell-Platt, G. and Cook, P.E. (Eds.), Blackie Academic and Professional, pp 130-159, Glasgow, UK.
- Johansson, G., Berdague, J.L., Larsson, M., Tran, N. and Borch, E. 1994. Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during ripening of a fermented sausage with *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosus* as starter cultures. *Meat Science*, 38, 203-218.
- Kandler, O. 1983. Carbohydrate metabolism in lactic acid bacteria. *Antoine van Leeuwenhoek*, 49, 209-224.
- Karakaya, M. ve Göğüş, A.K. 1993. Sucuk üretiminde farklı karbonhidrat kaynaklarının kullanılma olanakları üzerinde araştırmalar. *Gıda*, 18(5), 319-323.
- Klement, J., Cassens, R. and Fennema, O. 1974. The effect of bacterial fermentation on protein solubility in a sausage model system. *Journal of Food Science*, 39, 833-835.
- Kröckel, L. 1995. Bacterial fermentation of meats, In: *Fermented Meats*. Campbell-Platt, G. and Cook, P.E. (Eds.), Blackie Academic and Professional, pp 69-109, Glasgow, UK.
- Lawrie, R.A. 1998. *Lawrie's Meat Science*. 6th ed., Woodhead Publishing Ltd., p.336, Cambridge, England.
- Lee, C.M., Trevino, B. and Chaiyawat, M. 1996. A Simple and Rapid Solvent Extraction Method for Determining Total Lipids in Fish Tissue. *J. AOAC International*, 79(2), 487-492.
- Leroy, F., Verluyten, J. and De Vuyst, L. 2006. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 106, 270-285.

- Lizaso, G., Chasco, J. and Beriain, M.J. 1999. Microbiological and biochemical changes during ripening of salchichon, a Spanish dry cured sausage. *Food Microbiology*, 16, 219-228.
- Lücke, F.K. 1985. Fermented Sausages, In: *Microbiology of Fermented Foods*, Vol. 2, Ed: B.J.B. Wood, p.41. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., Barking, Essex, England.
- Mateo, J., Domínguez, M.C., Aguirrezábal, M.M. and Zumalacárregui, J.M. 1996. Taste compounds in chorizo and their changes during ripening. *Meat Science*, 44(4), 245-254.
- McMeekin, T.A. 1982. Microbial spoilage of meats, In: *Developments in Food Microbiology 1*. Davies, R. (Ed.), Applied Science Publishers, pp. 1-40, London.
- Montel, M.C., Masson, F. and Talon, R. 1998. Bacterial role in flavour development. *Meat Science*, 49(1), 111-123.
- Ockerman, H.W. and Gökalp, H.Y. 1987. Manufacturing soudjouk, a fermented sausage product. *The National Provisioner*, 18, 16-21.
- Ordóñez, J.A., Hierro, E.M., Bruna, J. and Hoz, L. 1999. Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39(4), 329-367.
- Öztan, A. 2005. *Et Bilimi ve Teknolojisi*, Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, 495 s., Ankara.
- Papadima, S.N. and Bloukas, J.G. 1999. Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages. *Meat Science*, 51, 103-113.
- Rantsiou, K. and Cocolin, L. 2006. New developments in the study of the microbiota of naturally fermented sausages determined by molecular methods: A Review. *International Journal of Food Microbiology*, 108, 255-267.
- Santos, E.M., González-Fernández, C., Jaime, I. and Rovira, J. 1998. Comparative study of lactic acid bacteria house flora isolated in different varieties of 'chorizo'. *International Journal of Food Microbiology*, 39, 123-128.
- Sarıçoban, C. 2000. Sığır etine farklı oranlarda karıştırılan yumurta tavuğu etinin türk tipi sucuk üretiminde kullanılabilirlik imkanları üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 52 s., Konya.
- Soyer, A. 2002. Fermente et ürünlerinde kaliteyi etkileyen iç faktörler. *Gıda*, 27(1), 15-19.
- Soyer, A. 2005. Effect of fat level and ripening temperature on biochemical and sensory characteristics of naturally fermented Turkish sausages (sucuk). *European Food Research and Technology*, 221, 412-415.
- Soyer, A., Ertaş, A.H. and Üzümcüoğlu, Ü. 2005. Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuk). *Meat Science*, 69, 135-141.
- Tayar, M. 1989. Yerli sucuklarımızın pastörize olarak üretilmeleri üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 78 s., Bursa.
- Toldrá, F. 2006. Biochemistry of fermented meats, In: *Food Biochemistry and Food Processing*. Hui, Y.H. (Ed), Blackwell Publishing, pp 641-658, Iowa, USA.
- Visessanguan, W., Benjakul, S., Riebroy, S. and Thepkasikul, P. 2004. Changes in composition and functional properties of proteins and their contributions to Nham characteristics. *Meat Science*, 66, 579-588.

- Visessanguan, W., Benjakul, S., Smitinont, T., Kittikun, C., Thepkasikul, P. and Panya, A. 2006. Changes in microbiological, biochemical and physico-chemical properties of Nham inoculated with different inoculum levels of *Lactobacillus curvatus*. LWT, 39, 814-826.
- Vural, H. 1992. Türk fermente sucuk üretiminde starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 90 s., Ankara.
- Vural, H. 1998. The use of commercial starter cultures in the production of Turkish semi-dry fermented sausages. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A, 207, 410-412.
- Vural, H. ve Öztan, A. 1992. Türk sucuklarında ticari starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar. I. pH, titrasyon, asitliği, nem, su aktivitesi, nitrosomyoglobin dönüşüm oranı. Gıda, 17(1), 53-60.
- Yaman, A., Gökalp, H.Y. and Çon, A.H. 1998. Some characteristics of lactic acid bacteria present in commercial sucuk samples. Meat Science, 49(4), 387-397.
- Yıldırım, Y. 1984. Et Endüstrisi. 661 s., Bursa.

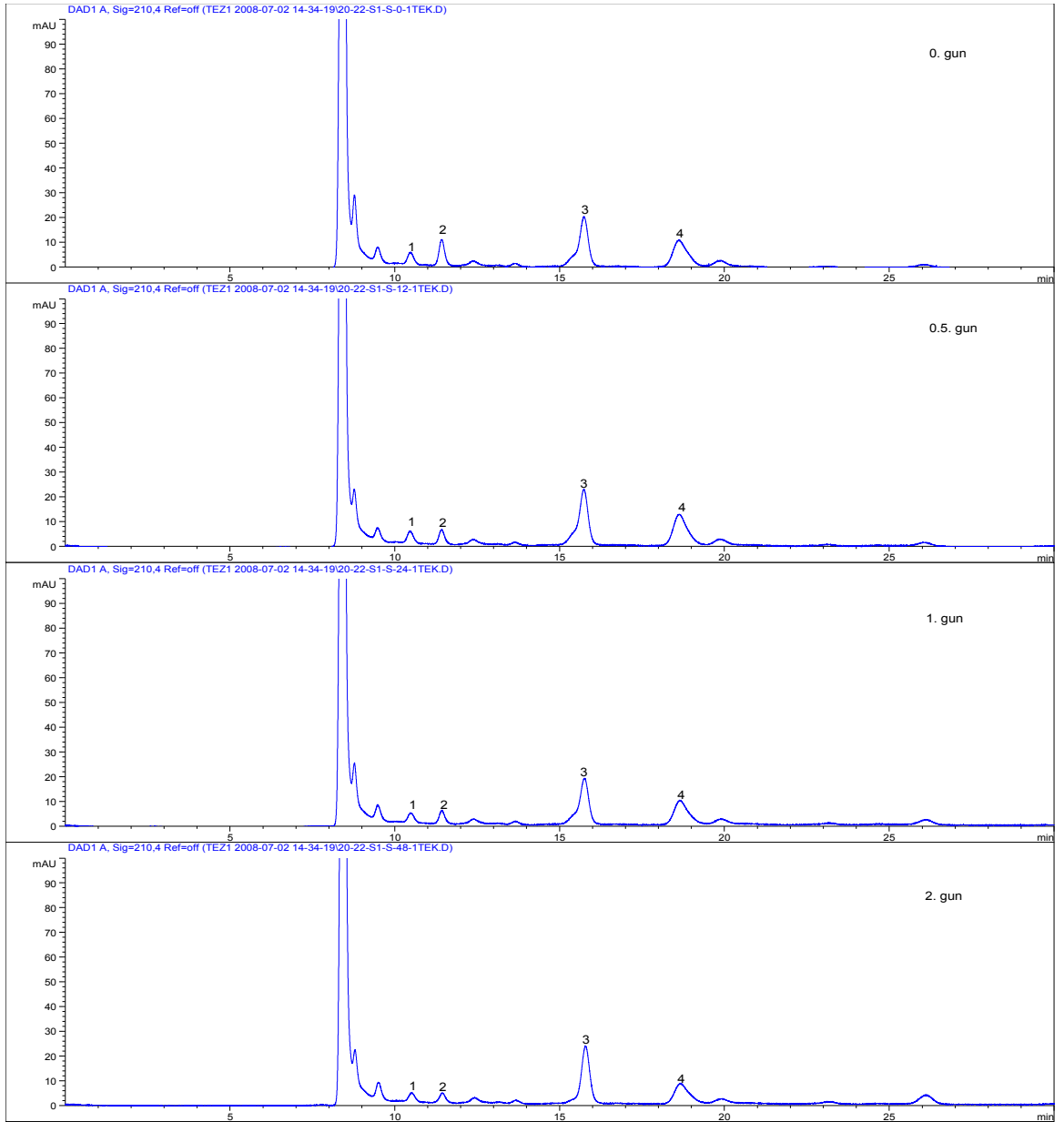
EKLER

EK 1 Sucukta üretim süresince belirlenen organik asitlere ait kromatogramlar

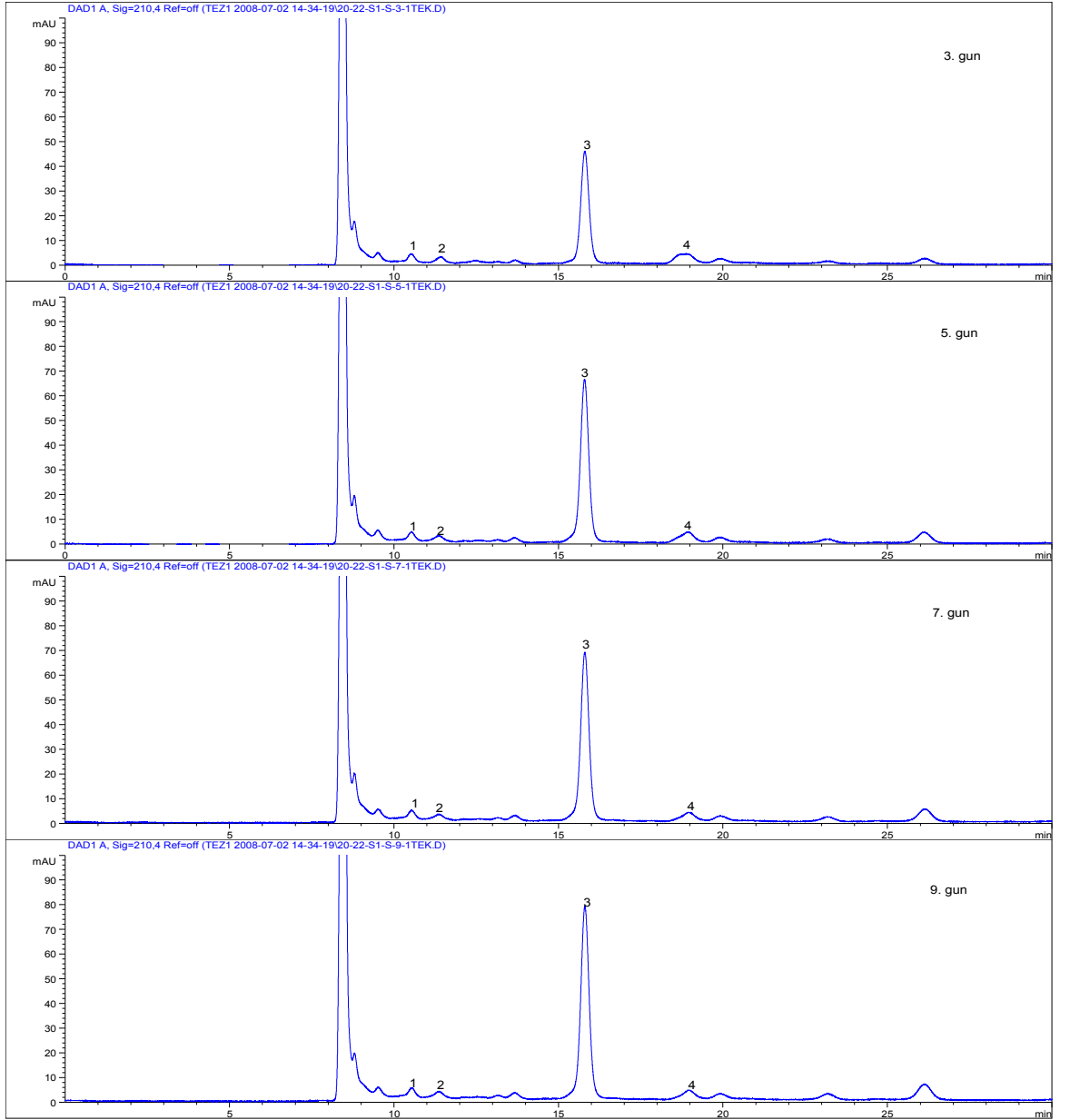
EK 2 Çiğ sucuk duyusal değerlendirme formu

EK 3 Pişmiş sucuk duyusal değerlendirme formu

EK 1 Sucukta üretim süresince belirlenen organik asitlere ait kromatogramlar



EK 1 Sucukta üretim süresince belirlenen organik asitlere ait kromatogramlar (Devam)



EK 2 iğ sucuk duyuusal değerlendirme formu

Panelistin Adı Soyadı:

Tarih:

***Formu doldurmadan önce “Notlar” kısmını okuyunuz.**

ÇIĞ SUCUK DEĞERLENDİRME FORMU

Örnek Kodu	Koku ¹	Renk ²	Tat ³	Tekstür ⁴	Genel beğeni ⁵

Puanlama 10-0 aralığında yapılacaktır. Değerlendirme puanınızı, ilgili özelliğin bulunduğu kutucuğa yazınız. 10; özelliğin en yoğun algılandığı puan, 0; özelliğin hiç algılanmadığı puandır.

Notlar

1. Dilimler halinde plastik kaplarda bulunan sucuklar, panelistlerce kapakları açılır açılmaz koklanarak, fermente veya asidik koku yönünden değerlendirilecektir. Panelistler, bir örneği kokladıktan sonra, su koklayarak bir önceki koku hissini etkisini azaltabilirler.
2. Örneklerin kesit yüzey renkleri bir arada değerlendirilir. Tipik doğal fermente sucuk rengi dikkate alınarak değerlendirme yapılır.
3. Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi yutulduktan (veya yutmadan ağızdan çıkarıldıktan) sonra algılanan asidik tat. Örnekler arasında, ağızındaki bir önceki tadın etkisini gidermek için bir parça ekmek ve sudan yararlanınız.
4. Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi, çiğnemeye karşı gösterdiği direnç yönünden değerlendirilir.
5. Yukarıda değerlendirilen dört özellik yönünden en beğenilenden en az beğenilene doğru puanlama yapılır.

Düşünceler:

EK 3 Pişmiş sucuk duyuşal değerlendirme formu

Panelistin Adı Soyadı:

Tarih:

***Formu doldurmadan önce “Notlar” kısmını okuyunuz.**

PIŞMIŞ SUCUK DEğERLENDİRME FORMU

Örnek Kodu	Koku ¹	Renk ²	Tat ³	Tekstür ⁴	Genel beğeni ⁵

Puanlama 10-0 aralığında yapılacaktır. Değerlendirme puanınızı, ilgili özelliğin bulunduğu kutucuğa yazınız. 10; özelliğin en yoğun algılandığı puan, 0; özelliğin hiç algılanmadığı puandır.

Notlar

1. Dilimler halinde tabaklarda sunulan pişmiş sucuklar koklanarak, fermente veya asidik koku yönünden değerlendirilecektir. Panelistler, bir örneği kokladıktan sonra, su koklayarak bir önceki koku hissinin etkisini azaltabilirler.
2. Örneklerin kesit yüzey renkleri bir arada değerlendirilir. Tipik doğal fermente sucuk rengi dikkate alınarak değerlendirme yapılır.
3. Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi yutulduktan sonra algılanan asidik ve baharatsı tat yönlerinden değerlendirilir. Örnekler arasında, ağızınızdaki bir önceki tadın etkisini gidermek için bir parça ekmek ve sudan yararlanınız.
4. Arka dişlerle iyice çiğnenen küçük bir parça sucuk dilimi, çiğnemeye karşı gösterdiği direnç yönünden değerlendirilir.
5. Yukarıda değerlendirilen dört özellik yönünden en beğenilenden en az beğenilene doğru puanlama yapılır.

Düşünceler:

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Eda KURT

Doğum Yeri : Trabzon

Doğum Tarihi: 14.03.1984

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu: (Kurum ve Yıl)

Lise : Trabzon Kanuni Anadolu Lisesi (1995-2002)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği
Bölümü (2002-2006)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği
Anabilim Dalı (Eylül 2006-Nisan 2009)

Yayımları (SCI ve Diğer)

Özdemir, H., Soyer, A. ve **Kurt, E.** 2009. Meyve lifi ilavesinin sucuğun kalite özelliklerine etkisi. Dünya Gıda (basımda).

Kurt, E. and Soyer, A. 2009. Effect of different carbohydrate sources on acidification of fermented sucuk during ripening. 3rd International Congress on Food and Nutrition. April 22-25, 2009, Antalya-Turkey (poster olarak kabul edildi).