

T.C.  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

NİTRİT, GLUKONO DELTA LAKTON VE ASKORBİK ASİDİN SUCUĞUN  
BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN YANIT YÜZEYİ YÖNTEMİ  
İLE MODELLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

720818

HAZIRLAYAN: Mustafa Tahsin YILMAZ  
DANIŞMAN : Doç. Dr. Ömer ZORBA

VAN- 2002

T.C.  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

NİTRİT, GLUKONO DELTA LAKTON VE ASKORBİK ASİDİN SUCUĞUN  
BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN YANIT YÜZEYİ YÖNTEMİ  
İLE MODELLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Mustafa Tahsin YILMAZ

VAN- 2002

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Ömer ZORBA danışmanlığında, Mustafa Tahsin YILMAZ tarafından hazırlanan "Nitrit, Glukono Delta Lakton ve Askorbik Asidin Sucuğun Bazı Özellikleri Üzerindeki Etkisinin Yanıt Yüzeyi Yöntemi İle Modellenmesi" isimli bu çalışma 26/07/2002 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Ömer ZORBA..... İmza: 


Üye: Doç. Dr. İsmail DOĞAN..... İmza: 

Üye: Doç. Dr. Sema AĞAOĞLU..... İmza: 

Üye:..... İmza:.....

Üye:..... İmza:.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 14/08/2002 Gün ve 2002/158...sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İzd. Doç. Dr. Ömer KÖSE  
Enstitü Müdürü V.  


## ÖZET

### NİTRİT, GLUKONO DELTA LAKTON VE ASKORBİK ASİDİN SUCUĞUN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN YANIT YÜZEYİ YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ

YILMAZ, Mustafa Tahsin  
Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ömer ZORBA  
Temmuz 2002, 42 Sayfa

Bu araştırmada nitrit, glukono delta lakton (GDL) ve askorbik asidin sucuğun peroksit, pH, nitrit, lipoliz, su, protein, proteoliz, randıman ve yağ oranı ile duyuşal özellikleri üzerindeki etkileri, yanıt yüzey yöntemine göre Box-Behnken dizaynı kullanılarak araştırılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; ilave edilen katkıların (nitrit, GDL ve askorbik asit) peroksit, proteoliz, protein, ve yağ miktarı üzerine etkileri ve duyuşal özelliklerden koku, yabancı tat ve aroma üzerindeki etkileri önemli bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Nitrit ve askorbik asidin kalıntı nitrit niceliği üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ( $P<0.01$ ) bulunurken, nitrit, GDL ve askorbik asidin su üzerine etkisi önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. Nitritin pH üzerinde önemli ( $P<0.05$ ), GDL'nin ise çok önemli ( $P<0.01$ ) bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır.

İlave edilen katkılar arasında askorbik asidin nitriti en iyi indirgeyen bileşik olduğu belirlenmiştir. GDL'nin nitriti çok düşük bir düzeyde indirgediği, ancak bu etkinin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ( $P>0.05$ ). GDL'nin pH'yı önemli ( $P<0.01$ ) ölçüde düşürdüğü, su ve randıman üzerine ise daha çok GDL ve askorbik asidin etkili olduğu bulunmuştur. Lipoliz üzerine ise GDL x askorbik asit interaksiyonunun etkili olduğu belirlenmiştir. Duyusal özelliklerden sucuğun tadı, tekstürü ve ağızda bıraktığı his üzerinde nitrit ve nitrit x askorbik asit interaksiyonunun etkisi önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur.

147.56 ppm nitrit, % 0.167 GDL ve 565 ppm askorbik asidin kalıntı nitrit niceliği üzerine etkisi optimum olarak saptanmış ve model tarafından optimum kalıntı nitrit miktarı da 0.75 ppm olarak tespit edilmiştir. Optimum pH için 500 ppm askorbik asit, 115 ppm'in altında nitrit, ve maksimum % 0.09 GDL kullanılması gerektiği belirlenmiştir. Su için optimal koşulların sağlanabilmesi için 500 ppm askorbik asit kullanıldığında 75-500 ppm nitrit, % 0-0.44 GDL kullanılması gerektiği saptanmıştır. Ancak daha hızlı kuruma ve olgunlaşmanın sağlanabilmesi için kullanım sınırlarını aşmakla beraber 600 ppm askorbik asit ilavesi, 83-189 ppm nitrit ve % 0-0.201 GDL seviye aralıklarının uygun olduğu tespit edilmiş ve sucuğun daha kısa sürede olgunlaşması için askorbik asidin mutlak surette katılmasının gerekliliği saptanmıştır. Ayrıca; yüksek konsantrasyonda nitrit kullanımının duyuşal özellikleri olumsuz etkilediği, yüksek nitrit konsantrasyonlarında askorbik asit kullanımının, bu olumsuz etkiyi artırdığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yanıt yüzey, Box-Behnken, sucuk, nitrit, glukono delta lakton, askorbik asit, pH, proteoliz, lipoliz, peroksit.

## ABSTRACT

### RESPONSE SURFACE MODELLING FOR THE EFFECT OF NITRITE, GLUCONO DELTA LACTONE AND ASCORBIC ACID ON VARIOUS CHARACTERISTICS OF TURKISH STYLE FERMENTED SAUSAGE (SUCUK)

YILMAZ, Mustafa Tahsin  
Msc, Food Engineering Science  
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ömer ZORBA  
July 2002, 42 Pages

In this research, the effects of nitrite, glucono delta lactone and ascorbic acid on peroxide, residual nitrite, lipolysis, moisture content, protein, proteolysis, weigh loss, fat ratio and sensory properties of the sausage were investigated by using Box-Behnken design of Response Surface Methodology.

According to the results, the effects of nitrite, glucono delta lactone and ascorbic acid were not statistically significant on peroxide value, protein, proteolysis, fat ratio, odor, foreign flavor ( $P>0.05$ ). The effects of nitrite and ascorbic acid on the reduction of nitrite level were found significant ( $P<0.01$ ), as well as the effects of nitrite, glucono delta lactone and ascorbic acid were significant ( $P<0.05$ ) on the moisture content. The effects of residual nitrite and GDL on pH were found significant at ( $P<0.05$ ) and ( $P<0.01$ ) levels, respectively.

Among the ingredients, ascorbic acid was the best compound reduction of residual nitrite but GDL didn't have the same effect. Besides, GDL decreased pH effectively. GDL and ascorbic acid had significant effect ( $P<0.05$ ) on the moisture content and weight loss. Interaction between GDL and ascorbic acid were effective on lipolysis. The effect of nitrite and nitrite x ascorbic acid interaction on flavor, texture and mouthfeel were significant ( $P<0.05$ ).

147.56 ppm nitrite, % 0.167 GDL and 565 ppm ascorbic acid were optimum levels given by Box-Behnken model to get 0.75 ppm residual nitrite. In order to provide optimum pH level, 500 ppm ascorbic acid, nitrite under 115 ppm and maximum 0.09 %GDL were desired. 75-200 ppm nitrite and 0-0.44 % GDL was optimum levels for moisture content provided that 500 ppm ascorbic acid was used. However, according to Box-Behnken model 83-189 ppm nitrite, 0-0.201% GDL and 600 ppm ascorbic acid were found optimum level to carry out rapid drying and ripening of sausage even though the level of ascorbic acid was more than usual addition level. Consequently, ascorbic acid level was crucial ingredient for ripening of the sausage. High concentrations of nitrite effected sensorial characteristics negatively and ascorbic acid augmented this negative effect.

**Key Words:** Response surface, Box-Behnken, sausage, nitrite, glucono delta lactone, ascorbic acid, pH, proteolysis, lipolysis, peroxide.

## ÖN SÖZ

Nitrit, et ürünlerine kürlenme maddesi olarak katılmaktadır. Özellikle antimikrobiyal etkisi ve üründe arzu edilen rengi sağlaması nedeniyle et ürünlerinde vazgeçilemez bir katkı maddesidir. Ancak kullanılan nitritin kanserojen etkisi bulunmakta, bu nedenle sağlık riski taşımaktadır. Nitritin hem vazgeçilmez bir katkı maddesi olması hem de sağlık riski taşıması nedeniyle miktarının azaltılmasına yönelik çalışmalar sürdürülmekte ve ülkeler de bu konuda mevzuat değişiklikleri yapmaktadır.

Askorbik asidin ise antioksidant etkisinin yanı sıra nitriti indirgeyici etkisi de bulunmaktadır. Ayrıca çeşitli organik asitlerin de bu yöndeki etkileri konusunda araştırmalar devam etmektedir.

Bu araştırmada askorbik asit ve GDL'nin kalıntı nitrit niceliğini indirgemedeki kombine etkisinin varlığı Box-Behnken dizaynı kullanılarak araştırılmaya çalışılmış, ayrıca kullanılan faktörlerin her bir parametre üzerindeki optimum değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Kaliteli bir sucuk üretimi için her şeyden önce sucuğun olgunlaştırılma koşulları önem taşımaktadır. Bundan dolayı, her türlü sıcaklık, nem ve hava sirkülasyonunu sağlayabilen sucuk kurutma kabininin dizayn edilmesinde ve bu araştırmanın her aşamasında benden yardımını esirgemeyen başta sayın hocam Doç.Dr. Ömer ZORBA'ya, istatistiksel planlama ve uygulamada yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Kazım KARA'ya, araştırmanın yürütülmesi aşamasında yardımlarını gördüğüm Araş. Gör. Hüseyin GENÇCELEP, Araş. Gör. Şükrü KURT, Araş. Gör. Ali Çağrı KARA, Araş. Gör. Ali KARA, Araş. Gör. Raciye MERAL ve Araş. Gör. Eda ÖNDÜL'e ayrıca sağladığı maddi destekten dolayı da YYÜ Araştırma Fonu Başkanlığına teşekkür ederim.

Mustafa Tahsin YILMAZ

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Materyal	10
3.2. Yöntem	10
3.2.1. Sucuk Üretimi	10
3.2.2. Fiziksel-Kimyasal analizler	11
3.2.2.1. Peroksit tayini	11
3.2.2.2. pH tayini	11
3.2.2.3. Nitrit tayini	11
3.2.2.4. Lipoliz tayini (Serbest yağ asitliği)	11
3.2.2.5. Su Tayini	12
3.2.2.6. Protein tayini	12
3.2.2.7. Proteoliz tayini (Protein olmayan azot)	12
3.2.2.8. Yağ tayini	12
3.2.2.9. Kül tayini	13
3.2.3. Teknolojik analizler	13
3.2.3.1. Randıman	13
3.2.4. Duyusal analizler	13
3.2.5. İstatistiksel analizler	13
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	15
4.1. Et Analizleri	15
4.2. Fiziksel-Kimyasal Analizler	15
4.2.1. Peroksit	15
4.2.2. pH	16
4.2.3. Kalıntı Nitrit Niceliği	17
4.2.4. Lipoliz (Serbest Yağ Asitliği)	21
4.2.5. Su oranı	23
4.2.6. Protein oranı	25
4.2.7. Proteoliz (Protein Olmayan Azot) oranı	25
4.2.8. Yağ oranı	28
4.3. Teknolojik Analizler	30
4.3.1. Randıman	30
4.4. Duyusal Özellikler	32
4.4.1. Tekstür	32
4.4.2. Koku	32
4.4.3. Tat	33

4.4.4. Ağızda bıraktığı his	34
4.4.5. Yabancı tat ve aroma	34
5. SONUÇ	36
KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ	42





## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.1. pH üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi.	17
Şekil 4.2. Kalıntı nitrit niceliği üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi.	20
Şekil 4.3. Lipoliz (serbest yağ asitliği) oranı üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi.	22
Şekil 4.4. Su oranı üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi.	24
Şekil 4.5. Proteoliz (protein yapısında olmayan azot) oranı üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi.	27
Şekil 4.6. Yağ oranı üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi.	29
Şekil 4.7. Randıman üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi.	31

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4.1. Ete ait kimyasal analiz sonuçları	15
Çizelge 4.2. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun peroksit değeri üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	15
Çizelge 4.3. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun pH değeri üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	16
Çizelge 4.4. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun kalıntı nitrit niceliği üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	19
Çizelge 4.5. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun lipoliz oranı üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	21
Çizelge 4.6. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun su oranı üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	23
Çizelge 4.7. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun protein oranı üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.8. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun proteoliz oranı üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	26
Çizelge 4.9. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun yağ oranı üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.10. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun randıman değeri üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.11. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun tekstürü üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.12. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun kokusu üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.13. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun tadı üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.14. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun ağızda bıraktığı his üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.15. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun yabancı tat ve aroması üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları	35

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

$X_1$	Nitrit konsantrasyonu
$X_2$	Glukono delta lakton oranı
$X_3$	Askorbik asit konsantrasyonu
$X_1 * X_1$	Nitritin kuadratik etkisi
$X_2 * X_2$	Glukono delta laktonun kuadratik etkisi
$X_3 * X_3$	Askorbik asitin kuadratik etkisi
$X_1 * X_2$	Nitrit x glukono delta lakton interaksiyonu
$X_1 * X_3$	Nitrit x askorbik asit interaksiyonu
$X_2 * X_3$	Glukono delta lakton x askorbik asit interaksiyonu

### Kısaltmalar

YYY	Yanıt Yüzey Yöntemi
RSM	Response Surface Metodu
GDL	Glukono Delta Lakton
NPN	Non Protein Nitrojen (protein olmayan azot)
FFA	Free Fatty Acid (serbest yağ asitliği)
SD	Serbestlik Derecesi
K.O.	Kareler Ortalaması
F	F Değeri

## 1. GİRİŞ

Sucuk, başta Türkiye olmak üzere Orta Doğu ülkeleri ve Avrupa' da yaygın bir tüketim alanına sahiptir ve üretildiği bölgeye göre birtakım değişiklikler arz etmektedir. Bilindiği gibi sucuk; sığır, koyun, keçi, manda ya da malak gibi hayvanların etlerine ya da bu hayvanların etlerinin belirli orandaki karışımına tuz, şeker, baharat ve nitrit gibi belirli kürlenme maddeleri katıldıktan sonra kıyılan, kılıflara doldurulan ve bunu müteakip fermentasyon ve kurutmaya maruz bırakılan fermente bir et ürünüdür.

Tatlandırıcılar, baharatlar, lezzet vericiler, emülsifiye ve stabilize ediciler, kürlenme maddeleri, polifosfatlar, antioksidantlar ve antimikrobiyal maddeler sucuk üretiminde kullanılan başlıca katkılardır. Kürlenme ajanı olarak kullanılan sodyum ve potasyum nitrit, aynı zamanda antimikrobiyal etkisinden dolayı da kullanılmaktadır (Townsend ve Olson, 1987).

Et ürünlerinde, *Clostridium botulinum*, *Clostridium putrificum* ve *Clostridium sporogenes* gibi toksin oluşturarak gıda zehirlenmesine yol açan mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal madde olarak kullanılan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) ve nitritler'e ( $\text{NO}_2^-$ ) alternatif olarak daha üstün vasıflı ve kullanılmasında herhangi bir sakınca olmayan madde bulunmadığı için, bazı sakıncaları olmasına rağmen bu maddelerin kullanımı mecbur hale gelmektedir (Gökalp ve ark., 1997). Coşkun (1998) tarafından bildirildiğine göre nitrit bu antimikrobiyal etkiyi, anaerobik mikroorganizmaların ATP üretmek amacıyla kullandığı ferrodoksin ve hidrojenaz enzimlerini inaktive ederek göstermektedir. Demir ve sülfat gruplarını içeren bu enzimlerle, nitrit kolaylıkla reaksiyona girmekte ve bu enzimler inaktive olmaktadır.

Kürlenerek üretilen et ürünlerinde, nitrit ve nitratların kanserojenik etkilerini belirleyebilmek amacıyla 1950'li yıllardan beri pek çok araştırma yapılmasına ve nitrit-nitrata alternatif 700'den fazla kimyasal bileşik analize tabi tutulmasına rağmen kanserojenik oluşum bakımından nitrat ve nitritlerden daha iyi sonuç veren bileşiğe rastlanamadığı ifade edilmektedir (Gökalp, 1985). Tek başına nitritin işlevlerini yerine getirebilecek bir kimyasal maddenin henüz mevcut olmadığı ifade edilmektedir (Colmenero ve ark., 2001).

Katılan nitrat ve nitritin önemli bir fonksiyonu; indirgenme sonucu oluşan nitrit oksitin miyoglobininle birleşerek nitrosomiyoglobine dönüşmesi ve sonuç olarak kürlenmiş etlerde arzu edilen pembemsi rengi oluşturmasıdır (Gökalp, 1983). Renk gelişimine olan katkılarının ilaveten antioksidant ve antimikrobiyal etkilerinden dolayı nitrit ve nitratlar yaygın kullanım alanına sahiptirler (Gökalp ve ark., 1997). Türk gıda mevzuatında et ürünlerine nitritin katılma miktarı 200 mg/kg olarak, nitratın katılma miktarı ise 500 mg/kg olarak sınırlanmıştır (Özçelik, 1982). Sucuktaki ortalama kalıntı nitrit ve nitrat niceliklerinin ise sırasıyla 20.93 ppm ve 229.87 ppm düzeyinde olduğu saptanmıştır (Kayaardı, 1998).

Yapılan birçok araştırma sonucunda tuzuklerde izin verilen miktarlarda katıldığı takdirde nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) ve nitritin ( $\text{NO}_2^-$ ), süt çocukları ve çok genç hayvanlar haricinde, insan ve çeşitli laboratuvar hayvanları üzerinde zehirleyici etkisinin olmadığı ifade edilmektedir (Gökalp, 1984). Ancak insan sağlığı

üzerindeki asıl tehlike, nitrat ve nitritin indirgenmesiyle oluşan nitrit oksitin, ürün içerisinde ya da midedeki asidik koşullar altında sekonder aminlerle reaksiyona girmesiyle ortaya çıkmaktadır. Sonuçta N-nitrosaminler oluşmaktadır (Gökalp, 1984). N-nitrosamin oluşumunun kalıntı nitrit seviyesine bağlı olduğu, bu seviyeyi azaltmanın da karsinogenik bileşiklerin oluşum riskini yaklaşık % 80 oranında azalttığı ifade edilmekte ve bunda da askorbatların ve tokoferolün önemli bir katkısı olduğu ifade edilmektedir (Foegeding ve ark., 1996; Colmenero ve ark., 2001). Bu nedenle kalıntı nitrit miktarının azaltılması son derece hayati bir önem arz etmektedir.

Sucuk gibi fermente et ürünlerinde temel işlem teknolojisi fermentasyondur. Gelişmiş teknolojilerde, bu tip et ürünlerinde fermentasyon işlemi, ete ilave edilen starter kültürlerle sağlanmaktadır. Ülkemizde sucuk üretiminde genel olarak ürünün doğal florasındaki laktik asit bakterilerinden istifade edilmekle birlikte, starter kültür kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Son yıllarda, özellikle yarı fermente et ürünlerinde olgunlaşmayı hızlandırmak amacıyla, bir gıda asitlendiricisi olan glukono delta lakton (GDL) kullanımı yaygınlaşmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş, 1992).

Et ürünlerine GDL, ürünün çeşidine bağlı olarak 100 kg et için 28 g'dan 440 g'a kadar katılabilmektedir (Gökalp ve ark., 1997). Soyutemiz ve Özenir (1996) tarafından bildirildiğine göre Reuter, et ürünlerinde kullanılan nitrit miktarını azaltabilmek için nitrit kütleme tuzuyla birlikte GDL'nin kullanılması gerektiğini ve GDL'nin renk oluşumuna zararı olmadan bunu sağlayabileceğini belirtmiştir.

Sucuklarda GDL kullanımı, ürünün pH'sını 6 saat gibi kısa bir süre içerisinde 5.2' ye kadar düşürerek ürünün daha hızlı şekilde kurummasını ve olgunlaşmasını sağlamaktadır. Böylece olgunlaşmanın başlangıcında meydana gelen hızlı pH düşüşüyle laktik asit bakterilerine seleksiyon avantajı sağlamaktadır. Ayrıca pH'nın düşmesiyle nitritin nitrit okside indirgenmesi kolaylaşmakta, ancak GDL ile üretilen sucuklarda tat ve aroma profilinde bazı olumsuzluklar ortaya çıkabilmektedir (Gökalp ve ark., 1997).

Fermente et ürünleri üretiminde GDL kullanılırken bazı hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Her şeyden önce sucuklara GDL katıldığında nitrat yerine nitrit kullanılmalı, olgunlaşma sırasında yeterince düşük sıcaklıklarda çalışılmalıdır. Sucuklara nitrat katıldığında GDL ile çalışılıyorsa pH'nın çabuk düşmesi sonucu renk yetersizliği görülmekte, % 1'den fazla kullanıldığında ise ekşimsi bir tat oluşmaktadır (Yıldırım, 1992).

Potasyum sorbat, sodyum askorbat, tokoferol ve C vitamininin kürlenmiş balık ve turşularda oluşan nitrosaminin başlıca kaynağı olan nitriti indirgediği belirlenmiştir. Sodyum askorbat'ın hafif asidik ortamında sekonder aminlerden daha hızlı bir şekilde nitritle reaksiyona girerek nitrosamin oluşumunu engellediği bildirilmiştir (Altuğ ve ark., 1995). Askorbik asidin de pH'yı düşürücü etkisinin yanı sıra, yine GDL gibi nitriti azaltıcı etkisi bulunmaktadır. Ayrıca katılan askorbatların nitrosamin oluşumunu azaltıcı etkilerinin de bulunduğu bildirilmiştir (Gökalp ve ark., 1997). Kürlenmiş et ürünlerinde nitrit ve nitrosamin miktarlarının azaltılması için 500 mg/kg askorbik asidin kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Soyutemiz ve Özenir, 1996). Buna ilaveten askorbik asit ve tuzları, kürlenmiş et renginin kararlılığını sağlamakta ve ışıkla meydana gelebilecek renk kayıplarından ürünü korumaktadır (Vural ve Öztan, 1992). Askorbik asit bu fonksiyonunu, ürünün

işlenmesi sırasında nitritlerle reaksiyona girerek nitrit oksitin ortaya çıkmasını ve myogloblin ile kolayca birleşmesini sağlayarak gerçek' ştırmektedir. Bunun sonucu olarak kürlleme zamanı kısalmakta, daha homojen bir renk ve görünüm elde edilmektedir (Şahin ve Ertaş, 1978).

Son yıllarda, gıda sanayiinde uygulanacak çeşitli faktörlerin matematiksel olarak modellenmesi, yani sınırlı sayıdaki gözlemlerle elde edilen sonuçlardan belirli bir matematiksel ifade elde edilmesi konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Matematiksel modelleme, konuyla ilgili deneysel çalışmaları yapma imkanının kısıtlı olduğu durumlarda, ya da çok fazla sayıda tekrerrür gerektiren şartlarda büyük fayda sağlamaktadır (Devres ve Pala, 1993). Matematiksel modellemenin bir uygulama alanı olan "Yanıt Yüzey Yöntemi " (Response Surface Methodology; RSM), çeşitli faktörler altında elde edilen farklı gözlemler arasındaki bağıntıların incelenmesi için gereklidir. Ayrıca gıda sanayiinde, ürün geliştirme ve diğer alanlarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu metot, oldukça az sayıda deneysel veri kullanılarak gerçekte test edilmesi zor veya olanaksız olan değerler ve bunların kombinasyonları hakkında geçerli sayılabilecek tahminlerin yürütülmesine olanak sağlamaktadır. Günümüzde bilinen klasik metotların yanıt veremediği alanlarda önemini ve işlevini göstermektedir. Mümkün olan en az sayıda gözlem kullanılarak maksimum sonucun elde edilmesini sağlayan yanıt yüzey yönteminin geçerliliği, araştırmalara ve uygulamalara olan katkısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmada da nitrit miktarında azalma sağlayacağı düşünülerek katılan askorbik asit ve GDL'nin uygun oranları yanıt yüzey yöntemi kullanılarak elde edilmeğe çalışılmıştır.

Bu araştırmada, sucuğun çeşitli fiziksel, kimyasal ve teknolojik özellikleri üzerinde GDL, nitrit ve askorbik asidin etkisi araştırılmış, bu etkiler yanıt yüzey yöntemi (YYY) kullanılarak modellenmiş ve en uygun muamele kombinasyonları saptanmaya çalışılmıştır. Ayrıca askorbik asit ve GDL kullanımı ile nitrit seviyesinin düşürülebilme olanakları araştırılmıştır. Nitrit oranının düşürülmesinin sucuğun çeşitli özellikleri üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Kürlenmiş et ürününün ortalama 200 gramından alınacak örnekte nitrit miktarı 10 mg'dan ve nitrat miktarı da 20 mg' dan daha çok olmamalıdır. Kalıntı nitrit ve nitrat miktarı için fermente et ürünleri ve ısıtılmış- kür edilmiş et ürünlerinde Murmann tarafından bildirildiğine göre 100 ppm'den, çiğ jambonlarda ise Wirth tarafından bildirildiğine göre 150 ppm'den fazla olmaması gerektiği ifade edilmektedir ( Soyutemiz ve Özenir, 1996).

Bacon haricinde nitrit ve nitrat kullanılarak işlenen et ürünlerinde, nitrosamin miktarı yok denecek kadar az ya da insan sağlığını etkileyecek dozlardan çok daha az miktardadır. Diğer yandan N-nitrosaminler, vücutta biriken bir etkiye sahiptir. Bunların, vücutta sentezlenebildiği gibi, dışarıdan da vücuda alınabildiği bildirilmiştir (Gökalp, 1985). Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) belirlediği normlara göre; her kg vücut ağırlığı başına alınabilecek en yüksek dozun  $\text{NaNO}_3$  ya da  $\text{KNO}_3$  için 5 mg ve  $\text{NaNO}_2$  ya da  $\text{KNO}_2$  için ise 0.4 mg olduğu belirtilmektedir (Gökalp, 1983).

Biyojenik aminler, fermentasyon sırasında aminoasitlerin dekarboksilasyonu ile oluşan nitrojenli temel bileşikleridir. Histamin, putresin, kadaverin, tiramin, triptamin,  $\beta$ -feniletilamin, spermin ve spermidin en önemli biyojenik aminlerdir. Bunlardan putresin ve kadaverin, nitritle reaksiyona girerek karsinojenik nitrozaminleri oluşturabilmektedir. Bununla birlikte nitrit ve askorbik asit biyojenik amin oluşumunu azaltmaktadır. Ayrıca askorbik asit, nitrit ve nitratlarla hızlı bir şekilde reaksiyona girerek toksik olan azot monoksit gazının açığa çıkmasını sağlamaktadır (Bozkurt ve Erkmən, 2002; Townsend ve Olson, 1987). Potasyum sorbat kullanıldığı zaman, nitriti indirgemekte böylece karsinojenik N-nitrosamin oluşumunu azaltmaktadır. Ancak bu sefer de sıvı bir ortamda sodyum nitritle sorbik asit reaksiyona girebilmekte ve ısı yoluyla mutajenleri oluşturabilmektedir. Bu amaçla belirli seviyelerde askorbik asit kullanımıyla mutajen oluşumu engellenebilmektedir (Binstok ve ark., 1999).

Askorbik asit, mutajenleri önleme fonksiyonuna ek olarak indirgeyici ve antioksidant etkisinden dolayı gıda ingredientleri olarak yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Askorbik asit, bu antioksidant etkisini pro-oksidant maddeleri inaktive ederek ve reaktif oksijen radikallerini bünyesinde tutarak göstermektedir. Bununla birlikte  $\text{Cu}^{+2}$  ve  $\text{Fe}^{+3}$  gibi metal iyonları tarafından katalize edildiği zaman oksidatif etki göstermektedir (Lee ve ark., 1999).

Escalante ve ark. (2001), modifiye atmosferde paketlenen köftelerin renk ve lipid oksidasyonu üzerine askorbik asidin etkisini araştırdıkları bir çalışmada, askorbik asidin lipid oksidasyonunu engellemede ...mamen etkisiz kaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca askorbik asidin kullanılan konsantrasyonlarının önemli olduğunu ve sonucu etkilediğini vurgulamışlardır. 50 mg/kg askorbik asidin kıyılmış etlerde lipid peroksidasyonunu artırdığını belirtirken, 500 mg/kg askorbik asidin azalttığını ifade etmişlerdir. Eğer daha yüksek konsantrasyonları kullanılırsa antioksidant etki göstermektedir. Sonuç olarak, askorbik asidin oksidant ya da antioksidant etkisi, konsantrasyonuna, ortamdaki metal iyonları varlığına ve tokoferol içeriğine göre değişim göstermektedir. Askorbik asit, ister etin kendi içeriğinde olsun ister post-

mor em dönemde ete dışarıdan ilave edilsin, yüksek miktarlarda olduğu zaman antioksidatif etki göstermektedir. Yani 200-300 mg/kg' a kadar olan seviyelerde askorbik asit oksidatif etkisini gösterirken, daha yüksek miktarlarda antioksidant etki göstermektedir (Grau ve ark., 2001; Escalante ve ark., 2001).

Grau ve ark. (2001), dondurulmuş tavuk etlerinde kolesterol oksidasyonu üzerine yağ kaynağı,  $\alpha$ - tokoferol ve askorbik asidin etkilerini araştırmış ve sonuç olarak askorbik asidin prooksidant etkisini, pişirilmemiş ürünlerde az da olsa önemli bulmuşlar ve bunun nedenini, kasta askorbik asidin düşük miktarlarda bulunmasına bağlamışlardır. Askorbik asit piliç kas dokularında kendiliğinden sentezlenmekte ve düşük miktarda (40-65 mg/kg) oluşabilmektedir. Ancak pişirilmiş ürünlerde söz konusu prooksidant etkiye rastlanamamıştır. Çünkü pişirme sırasında askorbik asit degradasyona uğramaktadır. Bu durumun, askorbik asidin metal iyonları varlığında ısı ile okside olmasından kaynaklandığı ve bu degradasyonun da ortamdaki metal iyonu çelatlının varlığına bağlı olduğu ifade edilmektedir. Örneğin  $Cu^{+2}$  askorbik asidi  $Fe^{+3}$ 'den 80 kat daha fazla katalizleme gücüne sahipken,  $Fe^{+3}$ -EDTA kompleksi de  $Fe^{+3}$ 'den 4 kat daha fazla katalizleme gücüne sahiptir (Lee ve ark.,1999; Grau ve ark., 2001).

Sodyum askorbat, sodyum eritorbat ve askorbik asit gibi kürlenmeyi hızlandırıcı maddeler aynı zamanda tütüleme ve pişirme proseslerini hızlandırabilmektedirler. Sodyum asit pirofosfat ve glukono delta lakton da bu amaç için kullanılabilir. Ancak GDL'nin kuru ve yarı kuru sucuklardaki kullanımı % 1 ile sınırlandırılmıştır. % 1 GDL ilavesi ile pH 0.5 birim düşürülebilmektedir (Townsend ve Olson,1987).

Et ürünlerine GDL katılması, antimikrobiyal amaçla katılan nitriti 1/3 oranında azaltmaktadır. Acı ve beyaz bir toz formunda olan GDL, glikozun başka bir formu olup, fonksiyonunu sulu ortamda hidroliz olarak glukonik aside dönüşmek suretiyle göstermektedir. Asit ile lakton arasındaki dengenin kurulmasıyla sonuçlanan dönüşümle birlikte pH düşmektedir (Özian, 1999). Buna ilaveten glukono delta lakton bakteriyel kontaminasyon riskini azaltmak ve ürün tekstürünü geliştirmek amacıyla da salam ve sosislere katılma' adır (Lemay ve ark., 2000). Düşük miktarlarda GDL, işlem gören gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır ve herhangi bir sağlık problemine yol açmamaktadır. Gıdalara katılan GDL'nin bir başka fonksiyonu da pH'yı düşürmesi sonucu, nitritten nitrosomiyogloblin oluşumunu ve nitrit kaybını arttırmasıdır (Juncher ve ark., 2000).

Gıda araştırmalarında araştırma sonuçlarının maksimum düzeyde pratiğe aktarılabilmesi için, mümkün olduğunca fazla sayıda denemelerin yapılması ve fazla sayıdaki faktörlerin etkisinin araştırılması gerekmektedir. Bu da oldukça uzun, kapsamlı ve zaman alıcı araştırmalar yapılmasını gerektirmektedir. Daha fazla deneme ünitesinden çok daha az sayıda deneme yapılabilmesi için çeşitli matematiksel modeller geliştirilmiştir. Bu amaca uygun olarak son derece kullanışlı bir yöntem olan yanıt yüzey yöntemi üzerinde son yıllarda özellikle gıda teknolojisi alanında çok fazla çalışma yapılmaktadır (Devres ve Pala, 1993; Almalı, 1998).

Gacuka ve Singh (1984) tarafından bildirildiğine göre, yanıt yüzey yöntemi ilk olarak Box ve Wilson tarafından geliştirilmiş ve tanımlanmıştır. Yine Gacuka ve Singh (1984) tarafından bildirildiğine göre; Bradley, yanıt yüzey yönteminde kullanılan matematiksel ve istatistiksel araçları izah eden bir makale yayınlamış,



bunu takiben Bradley ve Hunter bazı yanıt yüzey dizayn modellerinin istatistiksel analizleri ile ilgili bir seri çalışma yapmışlardır.

40 yıldan fazla bir zamandır birçok bilim dalında başarıyla kullanılan yanıt yüzey yönteminin (YYY), kapsamlı bir şekilde Henika tarafından açıklandığı, 1970'den bu yana bu metodun başta Henika olmak üzere gıda sanayiinde pek çok araştırmacı tarafından oldukça yaygın bir şekilde kullanıldığı Almalı (1998) tarafından bildirilmektedir.

Walker ve Parkhurst (1984), klasik yöntemlerle tahmin edilemeyen oldukça az sayıda deneysel kombinasyon kullanarak gerçekte test edilemeyen faktör değerleri ve bunların kombinasyonları hakkındaki tahminlerin yanıt yüzey yöntemi ile yapılabileceğini belirtmektedir. Kara ve ark. (2000), buna ek olarak bu yolla elde edilen kontür haritalarından sonuca gidilebildiğini bildirmişlerdir. Ürün geliştirme ve problem çözme birimlerinde yanıt yüzey yönteminin oldukça önemli olduğu ve güvenilir sonuçlar verdiği bildirilmektedir (Walker ve Parkhurst, 1984).

Üç ayrı faktörün üç ayrı seviyesi kullanılmak istendiğinde normalde  $3^3=27$  denemenin yapılması gerektiği bir araştırmada, RSM deseni kullanılarak 15 denemede sonuca gidilebilmektedir (Walker ve Parkhurst, 1984). Yani iki bağımsız değişkenden daha fazlasının kullanıldığı denemelerde en az  $3^n$  sayıda faktöriyel deneme, çok fazla deneme noktası ve bunun sonucu olarak aşırı bir deneme maliyeti getirmektedir. Deneme noktalarını azaltmak için "Composite" dizaynlar geliştirilmiştir.  $2^n$  faktöriyel dizaynına, ikinci derece bir model oluşturmak amacıyla ilave deneme noktaları eklenmekte ( $2n + 1$ ) ve bu suretle composite dizaynlar oluşturulmaktadır. Örneğin üç seviyeli bir faktöriyel dizaynda  $3^3=27$  deneme noktası kullanılacaksa bir composite dizaynda  $2^n + (2n + 1) = 15$ ; ( $n=3$ ) deneme noktası kullanılmaktadır (Gacuka ve Singh, 1984). Yine aynı şekilde yapılacak bir gıda araştırmasında dört ayrı faktör üç ayrı seviyede denemek istendiğinde yapılması gereken deneme sayısı  $4^3 = 64$  olmakta ancak bugün yanıt yüzey yönteminin de bir uygulama alanı olan "kısmi faktöriyel deneysel düzenekler" kullanılarak deneme sayısı önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Yanıt yüzey yönteminin temel aldığı ilke, kullanılan her bir faktöre bağlı olarak tepkinin gösterdiği değişimin saptanmasına dayanmaktadır. Bu yönüyle yanıt yüzey yöntemi özellikle çoklu değişkenlerin kullanıldığı kimya, ziraat ve gıda mühendisliği alanlarında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (İbanoğlu ve Tekin, 2000).

Yanıt yüzey yönteminin çeşitli dizaynları mevcuttur. En çok kullanılan iki dizaynı ise "central composite" ve "Box-Behnken" dizaynlarıdır. Central composite dizaynı, her bir faktörün beş seviyesini kullanırken Box-Behnken dizaynı her bir faktörün üç seviyesini kullanmaktadır. Central composite dizaynı, birkaç merkezi nokta ve yıldız noktası eklemek suretiyle oluşmaktadır. Örneğin bir faktörün beş seviyesi kullanıldığında bu seviyeler  $-a, -1, 0, 1$  ve  $a$  şeklinde kodlanmakta,  $-a$  ve  $a$  minimum ve maksimum noktalar,  $-1, 1$  düşük ve yüksek seviyeyi,  $0$  ise orta seviyeyi göstermektedir. Bununla birlikte Box-Behnken dizaynları, central composite dizaynlarından daha az deneme noktası ve sadece üç seviye kullanılması yönüyle farklıdır. Ancak, Box-Behnken dizaynları üç faktörün kullanıldığı dizaynlarda başarıyla kullanılmaktadır.

Bautista ve ark. (1997), hindi karkaslarına fekal yoldan bulaşan bakterileri inhibe etmek amacıyla klorin, laktik asit, TSP (trisodyum fosfat) ve ticari fosfat

karışımını (Avgard™) central composite dizayn kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak % 4.25 (w/w) laktik asidin total mikrobiyal yükü belirli ölçüde indirgediğini ve koliform mikroorganizmaların ise, % C 'den fazlasını inhibe ettiğini tespit etmişlerdir. Klorin, TSP ve Avgard™ konsantrasyonunun mikrobiyal yükü önemli derecede ( $P<0.02$ ) etkilemediğini ortaya koymuşlardır.

Lemos ve ark. (1999), tavuk etinin ağırlık kazanımını sağlamak, depolama sırasında ağırlık kaybını azaltmak ve pişirme kaybını azaltmak için tuz konsantrasyonu, polifosfat konsantrasyonu ve marinasyon zamanının optimizasyonunu yanıt yüzey yöntemini kullanarak tespit etmişlerdir. Sonuç olarak tavuk göğüs etinin marinasyon işlemini gerçekleştirmek için 8-12 saat marinasyon süresi, % 3-4 tuz konsantrasyonu ve % 2-3 polifosfat konsantrasyonunu, tavuk bacak etinin marinasyonunu gerçekleştirmek için ise 4-8 saat marinasyon süresi, % 3-4 tuz konsantrasyonu ve yaklaşık % 2 polifosfat konsantrasyonunu tavsiye etmişlerdir.

Rhee ve ark. (1999), yanıt yüzey yöntemini kullanarak çoklu regresyon analiziyle ikinci derece polinomial denklemlerini elde etmişlerdir. Mısır nişastası ve yağsız et karışımının genişleme oranı ve kesme direnci üzerine, yemin su oranı, proses sıcaklığı ve pervane hızının etkisini belirlemek amacıyla central composite dizaynını kullanmışlardır. Bu çalışmada % 26.5 nem içeriğine sahip yem, 148 °C işlem sıcaklığı ve 134 rpm pervane hızının optimum değerler olduğunu tespit etmişlerdir.

Özellikle son yıllarda et teknolojisi alanında da yanıt yüzey yönteminden istifade edilmektedir.

Lyons ve ark. (1999), az yağlı sucukların tekstürel özellikleri üzerine % 35 protein içerikli peyniraltı suyu protein konsantresi (WPC: % 0-12), carrageenan (% 0-3) ve tapyoka nişastasının (% 0- 3) etkisini araştırmış ve bu etkileri central composite rotatable dizaynını kullanarak modellemişlerdir. Kuru tapyoka nişastasıyla (% 1.5-2) kombine halde WPC (% 8-10) ve carrageenan'ın (% 1.5-2) düşük yağlı sucukların tekstürünün gelişiminde öncelikli etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

Pietrasik (1999), ezilerek haşlanmış sucukların rengi ve tekstürel özellikleri üzerine protein, yağ ve modifiye nişastanın etkilerini, central composite rotatable dizaynını kullanarak değerlendirmişlerdir. Renk parametreleri üzerinde yalnız değişen yağ oranının etkili olduğu belirlenmiştir.

Jakobsen ve Bertelsen (2000), taze sığır kasının (*M. longissimus dorsi*) yağ oksidasyonu ve renk stabilitesi üzerine sıcaklık, depolama zamanı ve modifiye atmosferin etkilerini belirlemek amacıyla yanıt yüzey yöntemini kullanmışlardır. Bu araştırmada et renginin muhafazası ve yağ oksidasyonunun en aza indirgenmesinde sıcaklık ve zamanın en önemli iki faktör olduğu, modifiye atmosferdeki oksijen içeriğinin daha az etkili olduğu belirlenmiştir.

Devlieghere ve ark. (2000), daha önce yaptıkları çalışmada et ürünlerini saprofit mikroorganizmalara karşı korumak için modifiye atmosfer koşullarındaki sıcaklık, su aktivitesi ve çözündürülmüş karbondioksitin etkilerini araştırmışlar ve daha sonra modeli genişleterek bu üç faktöre ek olarak sodyum laktatın da etkisini araştırmışlardır. *Lactobacillus sake* subsp. *carosum*'un maksimum spesifik üreme oranı ( $\mu_{max}$ ) ve lag fazını ( $\lambda$ ) değerlendirmek amacıyla yanıt yüzey denklemlerini

kullanmışlar ve bu denklemlerle Ratkowsky modellerini mukayese etmişlerdir. Genel olarak yanıt yüzeyi modellerinin deneysel verileri en iyi şekilde değerlendirdiğini bildirmişlerdir. Ancak düşük su aktivitesi ve yüksek sodyum laktat konsantrasyonlarında  $\mu_{max}$  değerlendirildiğinde, yanıt yüzeyi modellerinin anlamsız sonuçlar verdiğini saptamışlardır. Sonuçta sodyum laktatın raf ömrünü önemli oranda uzattığını ve CO<sub>2</sub> ile sinerjist etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Pietrasik ve Li-Chan (2002), pişirilerek iç sıcaklığı 70°C'ye getirilmiş domuz eti jellerinin su bağlama, tekstür ve renk özellikleri üzerine tuz, mikrobiyal transglutaminaz (MTG) ve ısıtma sıcaklığının interaktif etkilerini belirlemişlerdir. Bu amaçla yanıt yüzey yöntemini kullanmışlar ve sonuç olarak düşük tuz içerikli jellerin sertlik, çiğneme ve elastikiyet özelliklerinde bir azalma meydana geldiğini saptamışlardır. Tuz seviyeleri aynı zamanda jel rengini de etkilemiştir. MTG ilavesi pişme kaybını azaltmış, jel sertliği ve çiğnenebilirliği artırmıştır. Ancak düşük tuz içerikli ürünlerde bu parametreler üzerinde yüksek tuz içerikli ürünlerdeki kadar etkili olmadığı saptanmıştır. Ayrıca ısıtma sıcaklığının da çok az bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Pappa ve ark. (2000), kuyruk yağına alternatif olarak zeytin yağı ile üretilmiş Frankfurter tipi et ürünlerinde tuz, zeytin yağı ve pektin seviyesinin optimizasyonu üzerinde çalışmışlar ve bu amaçla Box-Behnken deneysel dizaynını kullanmışlardır. Sonuç olarak yüksek pektin seviyesine sahip muamelelerin en yüksek ( $P<0.05$ ) jel ayırımını gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, yüksek tuz içerikli ve düşük yağlı frankfurterler, çok sert yapı göstermiş ve sonuç olarak tuzluluk oranları da önemli derecede artmıştır ( $P<0.05$ ). Halbuki yüksek pektin seviyesine sahip olanlar oldukça yumuşak bir yapı göstermiş ve krema tadını andırır bir tat vermiş, sonuç itibarıyla koku yönünden en kötü dereceyi almıştır.

Yanıt yüzey yöntemi et teknolojisi yanında başta hububat teknolojisi olmak üzere diğer gıda teknolojisi alanlarında ve mikrobiyoloji alanında da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Toufeili ve ark. (1994), metil selüloz, yumurta albümini ve arap zampının jelatinize edilmiş mısır nişastası ve jelatinize edilmiş pirinç unu içeren bir formülasyondan üretilen glutensiz yayvan ekmeğin duyusal özellikleri üzerine etkilerini "rotatable central composit dizaynı" kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuçta arap zampının duyusal özellikleri fazla etkilemediği, ancak metilselüloz ve yumurta albüminin ürünün duyusal özelliklerini belirleyen başlıca bileşenler olduğu belirtilmiştir. 3 g arap zampı, 2.10-4.12 g metilselüloz ve 2.18-4.10 g yumurta albümini seviyesi, optimal ölçütlerde çatlama sıklığı, tabaka ayrılması, yuvarlanabilirlik, yırtılma kalitesi, ilk ısırma sertliği, çiğneme sertliği ve yapışkanlık özelliği vermiştir. Yüksek seviyede (4.63 g) arap zampı daha yapışkan ürün elde edilmesine yol açmış, ancak düşük seviyedeki arap zampı (1.37 g) daha az yapışkan özellik ve kötü derecede bir yuvarlanabilirlik özelliği göstermiştir.

Doğan ve Walker (1999), RSM deneysel dizaynını fırın sıcaklığı (145,160 ve 175 °C), fan hızı (35,45 ve 55 Hz) ve pişme süresinin (12,16,20 dak) kek hacmi, kabuk rengi ve kırıntı sertliği üzerine etkisini araştırmak için kullanmışlardır. Araştırmacılar, pişme kaybı, hacim, sertlik ve renk için 165 °C fırın sıcaklığı, 50 Hz fan hızı ve 16 dakikalık pişme süresini optimum olarak belirlemişlerdir. Bu optimum

pişirme koşullarını kullanarak kontrol grubu kekleriyle aynı rengi yakalamışlar, ancak kontrol grubu keklerine oranla daha düşük hacim ve daha sert bir yapı elde etmişlerdir.

Buchanan ve Phillips (1990), *Listeria monocytogenes* Scot A'nın tryptose phosphate broth içerisindeki gelişme kinetiği üzerine sıcaklık, pH, NaCl, NaNO<sub>2</sub> ve atmosferin etkilerini ve interaksyonlarını nicel olarak değerlendirmek için central composite dizaynını kullanmışlardır. *L. Monocytogenes*'in gelişimini tahminleyen kübik bir modeli oluşturmak amacıyla yanıt yüzey yöntemini kullanmış ve sonuçları bu metotla değerlendirmişlerdir.

Oscar (1999), brain heart infusion broth (BHIB) kullanarak *Salmonella typhimurium*'un lag zamanı ve spesifik üreme oranı üzerine sıcaklık, pH ve ilk gelişme pH'sının etkisini araştırmıştır. Bu çalışmada sıcaklığın altı (15-40°C), pH'nın üç (5.2-7.4) ve ilk gelişme pH'sının dört (5.7-8.6) seviyesini kullanarak tam faktöriyel dizayn ile yanıt yüzeyi modellemesi yapmıştır. İlk gelişme pH aralığının (5.7-8.6) *Salmonella typhimurium*'un sonraki gelişme kinetiği üzerine, önemli etkisi olmadığını tespit etmiştir.

Buchanan ve ark. (1993), *Escherichia coli* 0157: H7'nin kombine üç suşunun gelişimi üzerine sıcaklık, başlangıç pH'sı, NaCl konsantrasyonu ve oksijen mevcudiyetinin etkisini tespit etmek için yanıt yüzey yöntemini kullanmışlardır. Ayrıca "Gompertz" fonksiyonu kullanarak meydana getirdikleri gelişme eğrilerini yanıt yüzey analizlerine tabi tutmuşlar ve böylece en etkili yanıt yüzey modelinin bir kuadratik modelle kombine haldeki logaritmik dönüşümünü temel alan model olduğunu tespit etmişlerdir. Elde ettikleri bu modeller sayesinde *Escherichia coli* 0157: H7'nin gelişimi üzerinde etkili dört değişkenin etkisini hızlı bir şekilde belirleyebilmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada üretilip denemeye alınan sucukların üretiminde kullanılan materyaller öncelikle Van olmak üzere Türkiye piyasasından temin edilmiştir. Hammadde olarak orta yaşlı sığır eti ve genç koyun kuyruk yağı kullanılmıştır. Sucuk üretiminde Gökalp ve ark. (1997) tarafından bildirilen sucuk formülasyonu kullanılmıştır. Formülasyon % 90 kırmızı et, % 10 kuyruk yağı, % 2 tuz, %1 sarımsak, % 0.7 kırmızı biber, % 0.5 toz karabiber, % 0.9 kimyon, % 0.25 yenibahar ve % 0.5 fosfattan ( $K_2HPO_4$ ) oluşmaktadır. Kuru, fermente ve kür edilmiş et ürünleri endüstrisinde kullanılan 'SPelite' markalı starter kültür (*Lactobacillus sake*, *Pediococcus pentosaceus*, *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus xylosus* ve *Candida famata*), Rhodia Texel Co. (Fransa) firmasından sucuk dolumunda kullanılan kalojen kılıflar Aksun Gıda Ürünleri Pazarlama San. ve Tic. Ltd. Şti.'den (İstanbul) temin edilmiştir. Denemede, analitik saflıkta kimyasal maddeler kullanılmıştır.

Sucukların kontrollü fermentasyon ve olgunlaşma koşullarını sağlamak amacıyla 6 m<sup>3</sup> hacminde, yalıtımlı, istenen sıcaklık, nispi nem ve hava sirkülasyonunun bir mikroişlemciyle sağlanabildiği krom-nikel fermentasyon kabini tasarlanmış, imal edilmiş ve bu araştırmaya için kullanılmıştır.

#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. Sucuk üretimi

Denemede orta yaşlı kasaplık hayvanlardan elde edilen ve rigor mortis evresini tamamlamış yaklaşık % 13-14 yağlı sığır eti ve genç yaştaki koyun kuyruk yağı kullanılmıştır. Et ve kuyruk yağı, kuşbaşı haline getirildikten sonra et karıştırma makinesine konulmuş ve karıştırılmıştır. Bu esnada karışım haline getirilmiş baharat ilave edilmiş ve tekrar karıştırılmıştır. Daha sonra iri aynalı kıyma makinesinden geçirilerek kıyma haline getirilmiştir. 15 ayrı kısma ayrılarak yanıt yüzey yönteminde belirlenen nitrit seviyeleri ayrı ayrı ilave edilmiş ve tekrar homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Daha sonra bu muamele kombinasyonları  $4 \pm 1$  °C' deki soğuk depoda 12 saat bekletilmiş ve starter kültür ilave edildikten sonra tekrar 4 saat süreyle aynı depoya konulmuştur. Her bir muameleye, modele göre gerekli miktarda GDL ve askorbik asit ilave edilmiş ve derhal kıyma makinesiyle dolum işlemi gerçekleştirilmiştir. Dolum işleminde 35 kalibre kalojen sucuk kılıfı kullanılmıştır. Hazırlanan sucuk batonları su ile yıkanmış ve oluşan hava kabarcıklarının boşaltılması için toplu iğne ile delinmiştir (Gökalp ve ark., 1997). Sucuk batonları fermentasyon kabini içinde olgunlaştırılmıştır. İlk gün (0. gün) % 87 ( $\pm 1$ ) nispi rutubet ve 19 ( $\pm 1$ )°C sıcaklıkta olgunlaştırma işlemine başlanmış, takip eden günlerde nispi rutubet her gün bir birim düşürülerek, en son gün % 75 ( $\pm 1$ ) nispi rutubet ortamı sağlanmıştır. Sıcaklık ise 4. günden itibaren 18 °C' de tutulmuştur.

### 3.2.2. Fiziksel-kimyasal analizler

#### 3.2.2.1. Peroksit tayini

Serbest yağ asidi tayini için kullanılan yağ ekstraksiyon işlemlerinin aynı uygulanmıştır. Elde edilen yağ örneği bir erlene konulmuş ve üzerine 30 ml glacial asetik asit-kloroform çözeltisi (60:40  $\text{CH}_3\text{COOH}:\text{CHCl}_3$  v/v) ilave edilerek yağın iyice çözülmesi sağlanmıştır. Üzerine 0.5 ml doymuş potasyum iyodür (KI) ilave edildikten sonra ağzı kapatılmış ve 5 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Daha sonra üzerine 30 ml saf su ilave edildikten sonra 0.01 N sodyum tiyosülfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) ile açık sarı renk elde edilinceye kadar titre edilmiş ve harcanan miktar formülasyonda yerine konularak peroksit sayısı tespit edilmiştir (Gökalp ve ark., 1995).

#### 3.2.2.2. pH tayini

$10 \pm 0.001$  g örnek tartılıp bir behere konulmuş ve üzerine 100 ml saf su ilave edilmiştir. Bir bagetle örnek iyice parçalandıktan sonra pH metre (Hanna Instruments-8521) uygun tampon çözeltilerle standardize edilmiştir. pH metrenin elektrodu direkt olarak behere daldırılmış ve 0.01 hassasiyette pH değeri okunup kaydedilmiştir (Gökalp ve ark., 1995).

#### 3.2.2.3. Nitrit tayini

$10 \pm 0.001$  g örnek tartılmış ve bir behere konulmuştur. Üzerine 5 ml disodyum tetra borat dekahidrat ( $\text{Na}_2\text{BO}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) çözeltisi ilave edildikten hemen sonra 50 ml kaynar su ilave edilmiş ve  $70^\circ\text{C}$ ' deki su banyosuna konularak 15 dakika bekletilmiştir. Yaklaşık  $30^\circ\text{C}$ 'ye soğutulduktan sonra 2 ml potasyum ferrosiyanür trihidrat  $\text{K}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ve 2 ml çinko asetat dihidrat çözeltileri ( $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ilave edilerek proteinlerin çöktürülmesi sağlanmıştır. Örnek dikkatli bir şekilde Whatman 42 no'lu filtre kağıdından süzülmüş ve filtrat saf su ile seyreltilmiştir. Daha sonra üzerine sülfanilamid ( $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$ ), HCl ve N-1-naftiletilediamin dihidroklorür ( $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot 2\text{HCl}$ ) çözeltileri ilave edilmiştir. Son olarak örnek, spektrofotometrenin (Jenway 6405 UV/Vis. Spectrophotometer) kuvetine aktarılmış ve 538 nm dalga boyunda kör denemeye karşı absorbans okunmuştur. Okunan absorbans değeri formülde yerine konularak nitrit miktarı tespit edilmiştir (Anonim, 1978).

#### 3.2.2.4. Lipoliz (serbest yağ asitliği) tayini

Lipoliz tayini için Gökalp ve ark., (1995) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilmiştir. Bu amaçla sucuk örnekleri cam tüplere konulduktan sonra üzerlerine kaynar saf su ilave edilmiş ve 2 saat  $80^\circ\text{C}$ ' deki su banyosunda yağın iyice çözülmesi için bekletilmiştir. Daha sonra tüpler ısıtma mekanizmalı santrifüje

(Gerber, Almanya) yerleştirilmiş ve 10 dakika yağın iyice tüp üzerine toplanması için santrifüj edilmiştir. Üstte biriken yağ enjektörle çekilmiş ve elde edilen yağ 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan NaOH miktarı formülasyonda yerine konularak oleik asit cinsinden serbest yağ asitliği (FFA) tespit edilmiştir.

### 3.2.2.5. Su tayini

Önceden kurutulup darası alınmış ve desikatörde muhafaza edilmiş alüminyum kaplara  $10 \pm 0.001$  g örnek tartılmış ve  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de 18 saat süreyle sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutulmaya bırakılmıştır. Kurutulmuş örnekler desikatörde soğutulduktan sonra tartılarak % su oranı hesaplanmıştır (Gökalp ve ark., 1995).

### 3.2.2.6. Protein tayini

$0.5 \pm 0.001$  g örnek Kjeldahl balonuna konulmuş ve üzerine 2 adet Kjeldahl tableti ve 12 ml konsantre  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ilave edilmiştir. Balon içeriği gri beyaz renk alana kadar yakılmıştır. Balonlar soğumaya terk edildikten sonra üzerine 75 ml saf su ve 50ml %33'lük NaOH ilave edilmiştir. Diğer taraftan 250 ml'lik bir erlene 25 ml borik ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) asit ve birkaç damla karışık indikatör (brom krezol yeşili-metil kırmızısı) ilave edilmiştir. Balon ve erlen Kjeldahl ünitesinin distilat kısmına yerleştirilmiş ve erlendeki hacim 150 ml oluncaya kadar distilasyona devam edilmiştir. Erlen içerisinde toplanan distilat 0.1 N HCl ile titre edilerek titrasyonda harcanan miktar formülde yerine konulmuş ve % azot değeri tespit edilmiştir. Bu değer 6.25 katsayısı ile çarpılarak protein oranı tespit edilmiştir (Gökalp ve ark., 1995).

### 3.2.2.7. Proteoliz (protein olmayan azot) tayini

$10 \pm 0.001$  g örnek tartılmış ve blendere (Waring, U.S.A.) konulmuştur. Üzerine 20 ml saf su ilave edilmiştir. İlk aşamada suda çözünen azotun suya geçmesi için 18000 rpm'de 20 saniye homojenize edilmiştir. Daha sonra üzerine 30 ml % 5'lik triklor asetik asit ( $\text{CCl}_3\text{COOH}$ ) ilave edilmiş ve 1 dakika aynı hızda homojenize edilerek proteinlerin çöktürülmesi sağlanmıştır. Homojenat, proteinlerin iyice çökmesinin sağlanması için 2 saat bekletildikten sonra Whatman 42 no'lu filtre kağıdından süzülerek berrak renkte bir filtrat elde edilmiştir. Elde edilen filtratın azot miktarı Kjeldahl yöntemiyle tespit edilmiş ve bu değer toplam azot miktarına oranlanarak protein olmayan azot (NPN) miktarı belirlenmiştir (Yetim, 2001).

### 3.2.2.8. Yağ tayini

Etüvde kurutulup darası alınmış Soxhlet timbilleri desikatörde soğutulmuş ve  $0.0001$  g hassasiyetle tartılmıştır. Kartuşlara  $3 \pm 0.001$  g örnek tartılmış, kurutma

dolabında 65-70 °C'de 10 saat kurutulduktan sonra timbillere dietil eter (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O<sub>6</sub>) ilave edilmiştir. Timbiller ekstraksiyon ünitesine yerleştirildikten sonra 2 saatlik ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon sonrası timbiller 100 °C'de etüvde kurutulmuş ve desikatörde soğutulmuştur. Timbiller tartıldıktan sonra timbildeki yağ ağırlığı örnek ağırlığına bölünüp 100 ile çarpılarak % yağ oranı tespit edilmiştir (Gökalp ve ark., 1995).

### 3.2.2.9. Kül tayini

Et materyalinin özelliğini tanımlamak amacıyla kül tayini yapılmıştır. Önceden kurutulup darası alınmış ve desikatörde muhafaza edilmiş porselen krozelere 0.001 g hassasiyetle 5-10 g et örneği tartılmış ve 100 °C'de 10 saat etüvde kurutulduktan sonra kül fırınında 525 °C'de yakma işlemi uygulanmıştır. Daha sonra krozeler desikatörde soğutulduktan sonra tartılarak % kül oranı bulunmuştur (Gökalp ve ark., 1995).

### 3.2.3. Teknolojik analizler

#### 3.2.3.1. Randıman

Sucuk batonları 12. gün sonunda tartılarak ağırlıkları kaydedilmiş ve ilk günkü ağırlıklarına oranlanarak randıman hesaplanmıştır.

#### 3.2.4. Duyusal analizler

Duyusal özellikler, 5 bölmeli hedonic skala kullanılarak 9 panelist tarafından tat, koku, tekstür, yabancı tat-aroma ve ağızda bıraktığı his parametrelerine göre değerlendirilmiştir (Gökalp ve ark., 1995).

### 3.2.5. İstatistiksel analizler

Ürün geliştirme amacıyla kullanılan yanıt yüzey yöntemine (YYY) göre Box-Behnken Modeli esas alınarak deneme gerçekleştirilmiştir. Merkezî bir dizayn şekli olan bu yöntemle göre, merkezle birlikte 15 deneme noktası dikkate alınmıştır. Merkezde 3 nokta olacak şekilde model düzenlenmiş ve deneme iki tekerrürlü olarak planlanıp yürütülmüştür.

İkinci derece polinomiyal denklem kullanılarak her bir faktör değerlendirilmiştir.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ i < j}}^3 \sum_{j=1}^3 \beta_{ij} X_i X_j + \epsilon$$



Burada  $\beta_0, \beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$  sabit ve modelin regresyon katsayısıdır,  $X_i$  ve  $X_j$  bağımsız değişkenlerin seviyeleridir.  $\mathcal{E}$  ise; ortalaması 0, varyansı  $\sigma^2$  olan normal dağılıma ait hata terimini göstermektedir. Nitrit, GDL ve askorbik asit olmak üzere üç değişkenli, ikinci derece bir modelin bu denemeye uyumu yapıp sonuçta lineer, kuadratik ve ikili kombinasyonların interaksiyon etkileri ve önemlilik dereceleri paket programı (SAS 6.12) kullanılarak belirlenmiştir. X dizayn matrisi ve Y yanıt vektörüne göre, En Küçük Kareler eşiği  $b = (X'X)^{-1} X'Y$  şeklinde olmaktadır.

Denemede esas alınan model denkleminin  $X_1, X_2, X_3$ 'e göre kısmi türevleri alınıp sıfıra eşitlenerek optimum yanıtı veren kombinasyonlar elde edilmeye çalışılmış ve bu amaçla nitritin 0, 100, 200 ppm, GDL'nin % 0, 0.25, 0.5 ve askorbik asidin 0, 250, 500 ppm seviyeleri kullanılmıştır.



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Et Analizleri

Hammaddeden alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Ete ait kimyasal analiz sonuçları

	Su (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)	pH
Sığır Eti	71.9	13.5	14.52	1.09	5.51

### 4.2. Fiziksel-Kimyasal Analizler

#### 4.2. 1. Peroksit değeri

Denemeye esas olan 3 merkez noktalı Box-B hnen dizaynına göre yapılan yanıt yüzey analizi sonucunda nitrit, GDL ve askorbik asidin peroksit değeri üzerindeki etkisini açıklayan polinomiyal model; ait eşitlik aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$Y = 11.203 - 0.574X_1 - 1.179X_2 + 1.939X_3 + 2.48 X_1^2 - 0.022X_2^2 - 0.13X_3^2 - 1.555 X_1X_2 - 1.505 X_1X_3 - 4.050X_2X_3$$

Nitrit, GDL ve askorbik asidin, sucuğun peroksit değeri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun peroksit değeri üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	33.670	0.707
X <sub>1</sub> (Nitrit)	1	5.280	0.111
X <sub>2</sub> (GDL)	1	22.241	0.467
X <sub>3</sub> (Askorbik asit)	1	60.183	1.263
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	45.460	0.954
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.004	0.000
X <sub>3</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.124	0.003
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	19.344	0.406
X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	1	18.214	0.382
X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>	1	131.269	2.755
Uyum Eksikliği	3	42.610	0.878
Hata	20	47.642	
Genel	29		

Çizelge 4.2'den de görülebileceği gibi, sucuğun peroksit değeri üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin lineer, kuadratik ve interaksiyon etkileri önemli bulunmamıştır ( $P>0.05$ ).

Askorbik asidin peroksit değerini artırıcı etkisi olmakla birlikte, bu etkinin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Bu artışın askorbik asidin prooksidant etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Askorbik asit belirli seviyelere kadar bu etkiyi gösterebilmektedir. Grau ve ark. (2001), askorbik asidin 200-300 mg/kg' a kadar prooksidant etki gösterirken daha yüksek miktarlarda antioksidant etki gösterdiğini ifade etmektedirler (Grau ve ark., 2001).

114.83 ppm nitrit, % 0.362 GDL ve 167.78 ppm askorbik asidin model tarafından belirlenen optimum peroksit değerinin (10.56) elde edilebilmesi için uygun olduğu saptanmıştır. Ancak sucuğun uzun süre bekletildiği dikkate alırsa askorbik asit miktarının artırılması gerektiği söylenebilir.

#### 4.2.2. pH

pH üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik aşağıdaki gibi bulunmuştur.

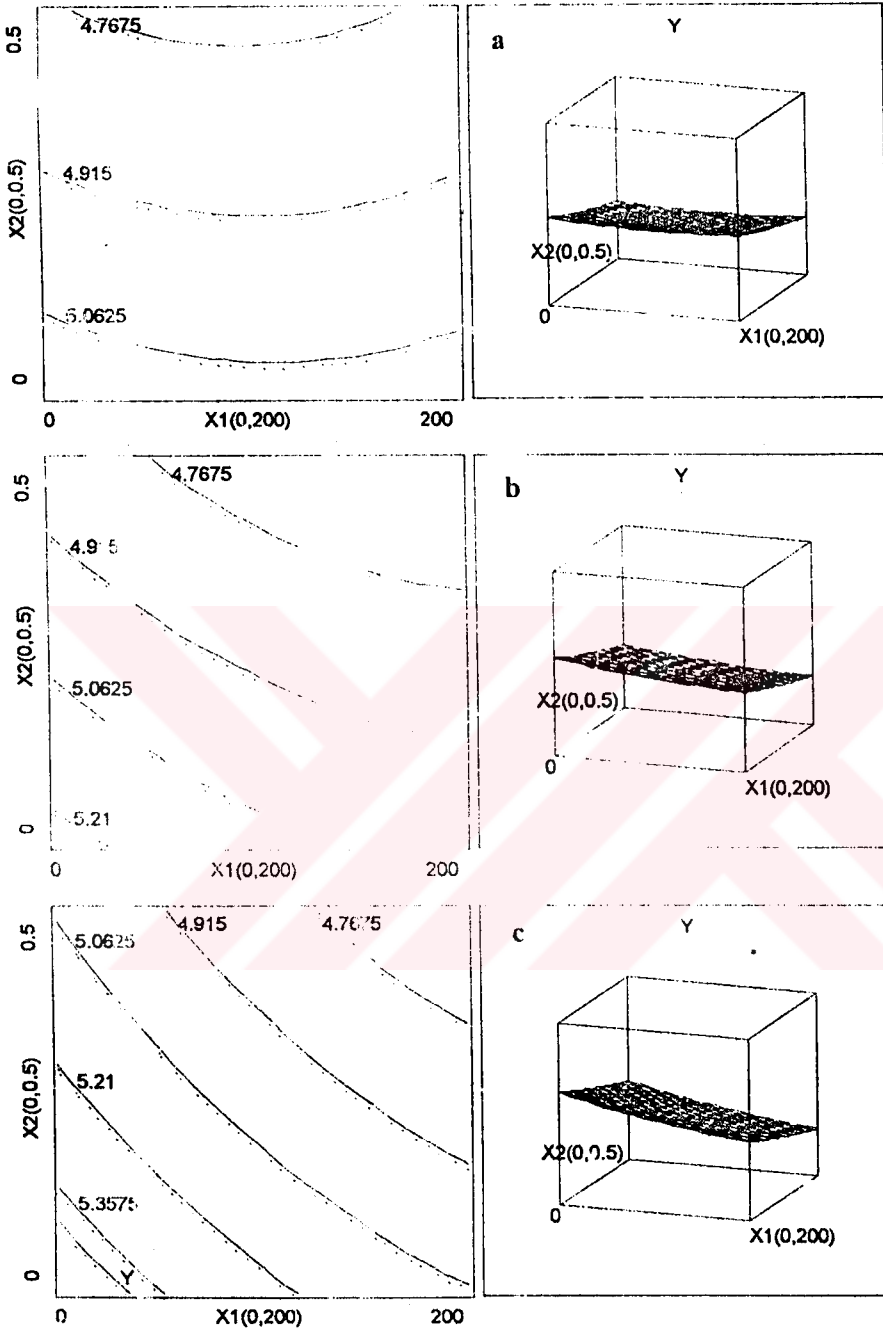
$$Y = 4.89 - 0.1034X_1 - 0.1975X_2 + 0.0054X_3 + 0.041X_1^2 + 0.019X_2^2 + 0.068X_3^2 + 0.008X_1X_2 - 0.1X_1X_3 - 0.017X_2X_3.$$

Farklı seviyelerde ilave edilen nitrit, GDL ve askorbik asidin, sucuğun pH değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun pH değeri üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	0.1077	3.210 *
X <sub>1</sub> (Nitrit)	1	0.171	5.108 *
X <sub>2</sub> (GDL)	1	0.624	18.622 **
X <sub>3</sub> (Askorbik asit)	1	0.047	1.395
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.012	0.371
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.003	0.081
X <sub>3</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.035	1.035
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.001	0.016
X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.080	2.387
X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.002	0.068
Uyum Eksikliği	3	0.020	0.562
Hata	20	0.034	
Genel	29		

\*\* :  $P<0.01$ , \* :  $P<0.05$



Şekil 4.1. pH üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi.  
a: 0 ppm, b: 250 ppm, c: 500 ppm askorbik asit.

Çizelge 4.3'den de anlaşıldığı gibi, pH üzerinde nitritin lineer etkisi önemli ( $P < 0.05$ ), glukono delta laktonun lineer etkisi çok önemli ( $P < 0.01$ ) bulunmuştur. Bu parametreye ait kontür haritaları ve yanıt yüzeylerini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 4.1' de verilmiştir.

Şekil 4. 1 a' dan görüldüğü üzere; askorbik asit katılmadığı zaman, nitrit ve GDL miktarının artmasıyla birlikte az miktarda da olsa pH düşmektedir. Şekil 4.1a ve 4.1b'deki kontür ve grafikler incelendiğinde artan nitrit ve GDL seviyeleriyle birlikte 250 ppm askorbik asit seviyesindeki pH düşüşü, 0 ppm seviyesine oranla daha hızlı olmaktadır. Askorbik asidin 500 ppm seviyesinde artan nitrit ve GDL konsantrasyonlarıyla birlikte kontürlerin dikleştiği ve pH düşüşünün daha hızlı olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.1c).

Genel olarak nitrit ve askorbik asit ilavesi pH düşüşünü hızlandırmıştır. Ancak pH düşüşünde glukono delta laktonun çok daha etkili olduğu saptanmıştır. Bu durum, glukono delta laktonun glukonik aside dönüşümü ile açıklanabilmektedir. Nitelikim, GDL'nin sulu ortamda hızlı bir şekilde glukonik aside dönüşerek pH'yı düşürdüğü bildirilmektedir (Gökalp ve ark.,1997). % 1 GDL ilavesi ile, pH'nın 0.5 birim düştüğü ifade edilmektedir (Rust,1987). Nitritin ise dolaylı bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Bozkurt ve Erkmən (2002), nitrit, nitrat,  $\alpha$ -tokoferol, askorbik asit gibi katkıların biyojenik amin oluşumunu azalttığını saptamışlardır. Biyojenik aminler bazik karakterli bileşiklerdir. Nitritin bu etkisi nedeniyle, sucuk pH'sının da düşmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Askorbik asit kullanılmadığı durumda GDL kullanılmamalıdır. Aksi takdirde pH optimum sınırların dışına çıkmaktadır. Optimum pH için 500 ppm askorbik asit seviyesinde, maksimum % 0.09 GDL kullanılmalıdır. Bu şartlarda kullanılması gereken nitrit miktarı da 115 ppm'in altına indirilebilir.

#### 4.2.3. Kalıntı nitrit niceliği

Kalıntı nitrit niceliği üzerine nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$Y = 1.211 + 1.1775X_1 + 0.0525X_2 - 1.163X_3 + 0.361X_1^2 - 0.461X_2^2 + 0.646X_3^2 + 0.0387X_1X_2 - 1.19X_1X_3 - 0.298 X_2X_3$$

Farklı seviyelerde ilave edilen nitrit, GDL ve askorbik asidin, nitrit niceliği üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelge 4.4'de görülebileceği gibi, kalıntı nitrit niceliği üzerinde nitrit ve askorbik asidin lineer etkisi çok önemli ( $P < 0.01$ ), askorbik asidin kuadratik etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) ve nitrit x askorbik asit etkisi çok önemli ( $P < 0.01$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun kalıntı nitrit niceliği üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	6.883	9.727 **
X <sub>1</sub> (Nitrit)	1	22.184	31.350 **
X <sub>2</sub> (GDL)	1	0.044	0.062
X <sub>3</sub> (Askorbik asit)	1	21.669	30.622 **
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.963	1.360
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	1.573	2.222
X <sub>3</sub> *X <sub>3</sub>	1	3.082	4.356 *
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.012	0.017
X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	1	11.400	16.111 **
X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.714	1.009
Uyum Eksikliği	3	3.033	10.204 **
Hata	20	0.707	
Genel	29		

\*\* : P<0.01, \* : P<0.05

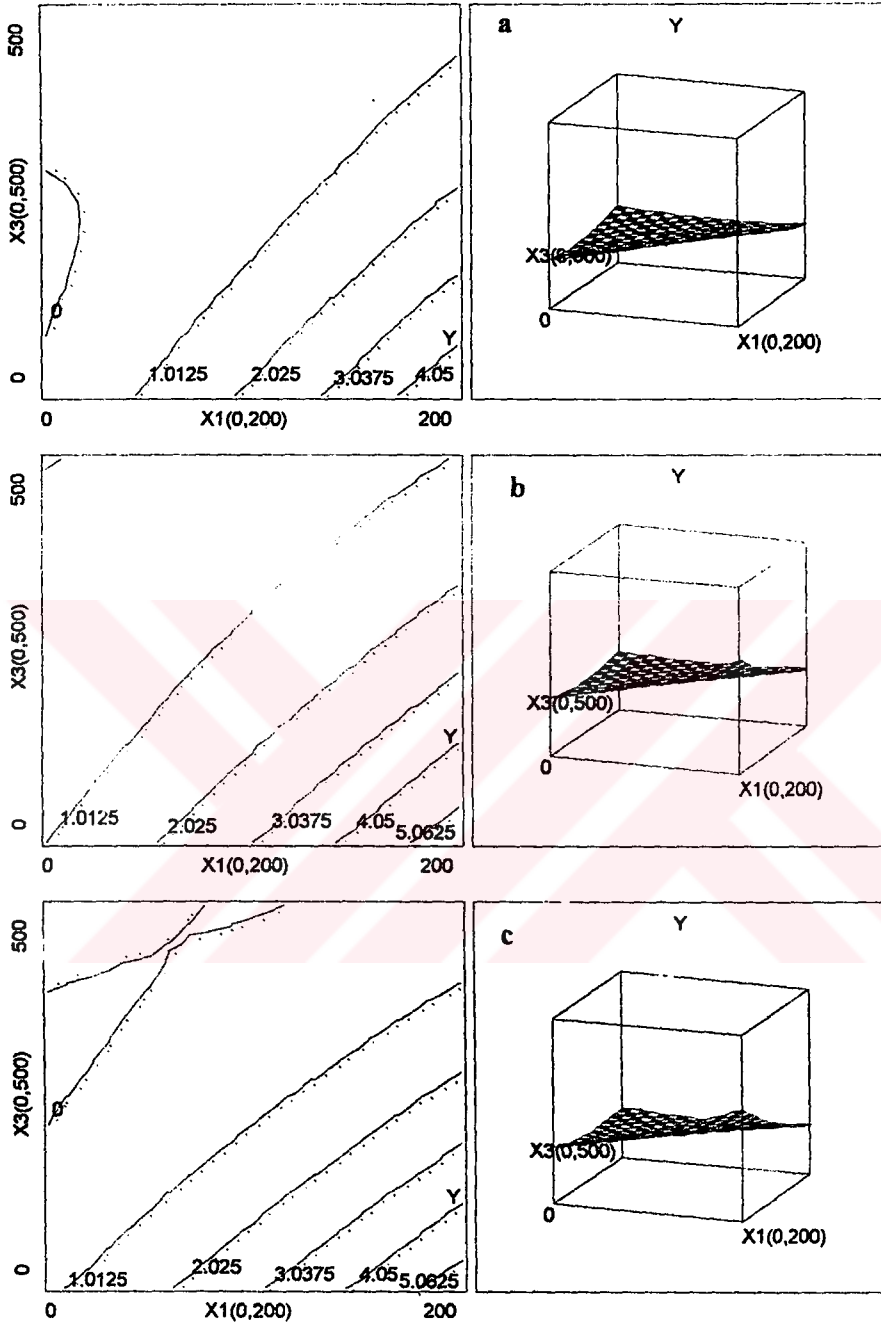
Elde edilen analiz sonuçlarına göre çizilmiş olan kontür haritaları ve yanıt yüzeylerini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 4.2' de verilmiştir. Şekilden, askorbik asit miktarı arttıkça kalıntı nitrit miktarının da azaldığı görülmektedir. Bu durumun, askorbik asidin nitros asidi daha etkin bir şekilde nitrit okside indirgemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Vural ve Öztan (1996), normal tepkimede 3 mol nitros asitten 2 mol nitrit oksit oluşurken, askorbik asit ilavesiyle 3 mol yerine 2 mol nitros asidin aynı işlevi görebileceğini ifade etmektedirler.

Nitrit oranı arttıkça, doğal olarak kalıntı nitrit miktarının da önemli (P<0.01) ölçüde arttığı saptanmıştır (Çizelge 4.4). Bu durum Şekil 4.2 a,b,c' de kontür haritaları ve kontür grafiklerinden de görülebilmektedir. Ancak 200 ppm nitrit ilavesinde dahi kalıntı nitrit niceliğinin 6 ppm 'in altında olduğu belirlenmiştir.

GDL ilavesinin kalıntı nitrit niceliğini azaltıcı bir etkisi olduğu, ancak bu etkinin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır (P>0.05).

Nitrit en üst seviyede (200 ppm) ilave edilse bile, kalıntı nitrit niceliğinin 6 ppm' in altında olduğu saptanmıştır. 200 ppm nitrit, 0 ppm askorbik asit ilave edildiğinde kalıntı nitrit niceliği 5.08 ppm iken, 250 ppm askorbik asit ilavesi bu değeri 2.75 ppm' e düşürmüştür. Aynı şartlarda 500 ppm askorbik asit ilavesinin kalıntı nitrit niceliğini 1 ppm' in altına düşürdüğü belirlenmiştir. Askorbik asit ve askorbatların nitrosamin oluşum reaksiyonlarını da engellediği ifade edilmekte, bunların kullanımı ile nitrit miktarında önemli bir azalma sağlanabileceği bildirilmektedir (Colmenero ve ark., 2001).

Model tarafından kalıntı nitrit niceliği için belirlenen optimum değerler 147.56 ppm nitrit, % 0.167 GDL ve 565 ppm askorbik asit olarak saptanmıştır. Bu kombinasyon ile model tarafından bulunan optimum kalıntı nitrit miktarı da 0.75 ppm olarak tespit edilmiştir. GDL kullanılmaması durumunda dahi askorbik asit ilavesinin kalıntı nitrit miktarını önemli ölçüde düşürdüğü saptanmıştır.



Şekil 4.2. Kalıntı nitrit niceliği üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi.  
a: % 0, b: % 0.25, c: %0.5 GDL.

#### 4.2.4. Lipoliz (Serbest yağ asitliği)

Nitrit, GDL ve askorbik asidin lipoliz üzerine etkisini, kullanılan Box-Behnken dizaynına göre açıklayan polinomial modele ait eşitlik aşağıdaki gibidir.

$$Y = 3.324 + 0.005X_1 - 0.0859X_2 - 0.05X_3 + 0.028X_1^2 - 0.08X_2^2 + 0.0296X_3^2 - 0.131X_1X_2 + 0.00075X_1X_3 - 0.3035X_2X_3$$

Çizelge 4.5'de ilave edilen nitrit, GDL ve askorbik asidin lipoliz üzerine olan etkilerine ait varyans analiz tablosu gösterilmektedir.

Çizelge 4.5. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun lipoliz değeri üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

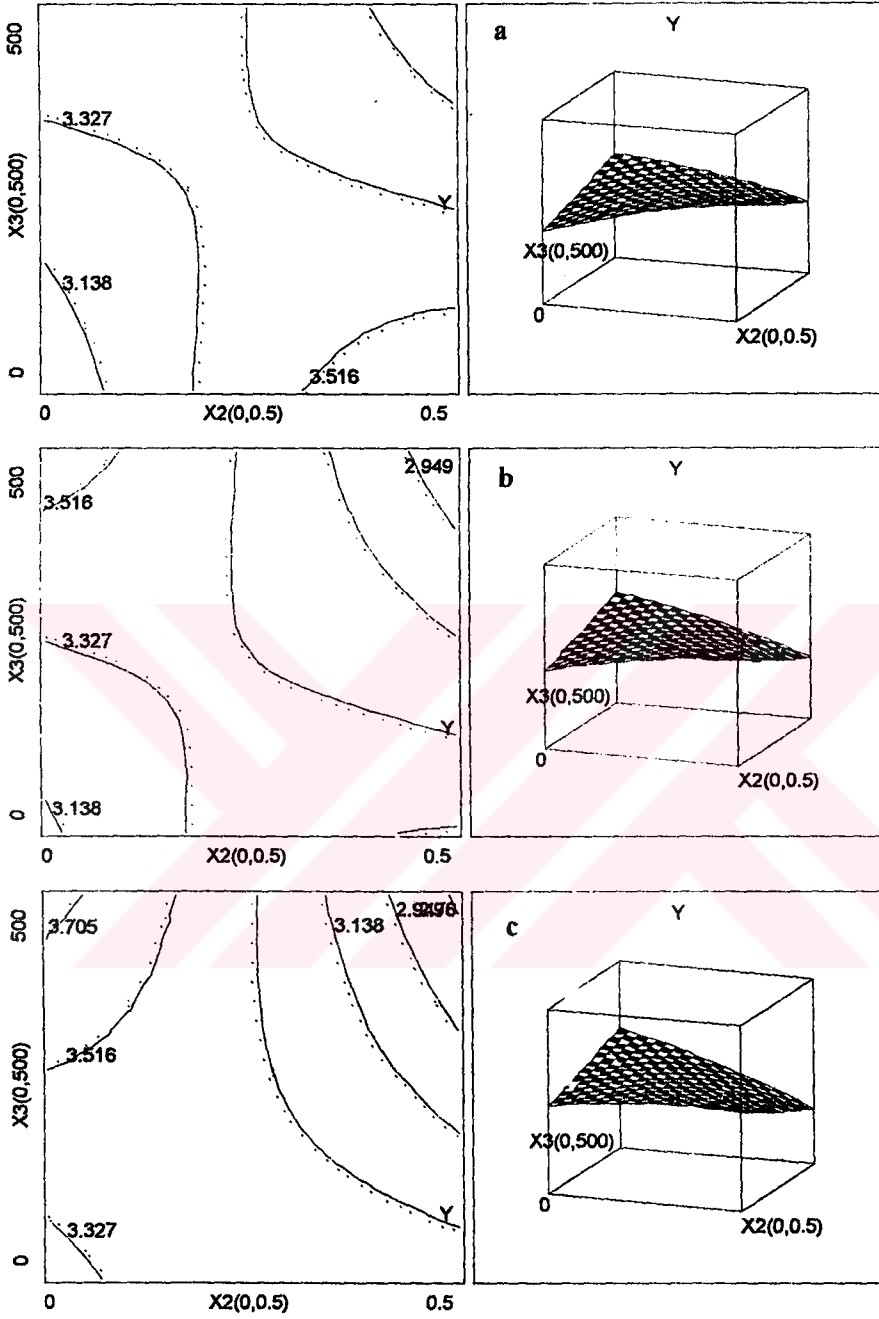
Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	0.128	0.882
X <sub>1</sub> (Nitrit)	1	0.0004	0.0029
X <sub>2</sub> (GDL)	1	0.1182	0.8499
X <sub>3</sub> (Askorbik asit)	1	0.0400	0.2877
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.0057	0.0410
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.0546	0.3927
X <sub>3</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.0065	0.0467
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.1370	0.9856
X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.0000	0.0000
X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.7369	5.3003 *
Uyum Eksikliği	3	0.269	2.316
Hata	20	0.139	
Genel	29		

\*: P<0.05

Çizelge 4.5.'den de görüldüğü gibi, lipoliz değeri üzerinde GDL x askorbik asit etkileşimini önemli (P<0.05) bulunmuştur. Elde edilen analiz sonuçlarına göre çizilmiş olan kontür haritaları ve yanıt yüzeylerini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 4.3' de verilmiştir.

GDL ve askorbik asidin yalnız başına ilavesinin lipoliz oranı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı (P>0.05), ancak, askorbik asidin GDL ile birlikte kullanımının lipoliz oranını önemli (P<0.05) ölçüde düşürdüğü saptanmıştır. Bazı aroma bileşenlerinin oluşumunda lipolitik aktivitenin etkili olduğu bilinmektedir (Toldrá, 1998). Bu nedenle bazı organoleptik özellikler açısından belirli ölçüde lipolitik aktivite arzu edilmektedir (Zalacain ve ark., 1995). Modelden elde edilen optimum lipoliz oranı % 3.34 olarak tespit edilmiştir. Bu değeri elde etmek için ilave edilmesi gereken nitrit, GDL ve askorbik asit miktarları sırasıyla 52.43 ppm, % 0.21 ve 254 ppm olarak saptanmıştır.





Şekil 4.3. Lipoliz (serbest yağ asitliği) değeri üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi. a: 0 ppm, b: 100 ppm, c: 200 ppm nitrit.

#### 4.2.5. Su oranı

Nitrit, GDL ve askorbik asidin sucuğun su oranı üzerindeki etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$Y = 43.523 + 0.7575X_1 - 0.764X_2 - 0.714X_3 - 1.67X_1^2 - 0.747X_2^2 - 1.4X_3^2 - 0.9175X_1X_2 - 0.2675X_1X_3 - 0.246X_2X_3$$

Farklı seviyelerde ilave edilen nitrit, GDL ve askorbik asidin, sucuğun su oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun su oranı üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	7.638	4.526 *
X <sub>1</sub> (Nitrit)	1	9.181	5.440 *
X <sub>2</sub> (GDL)	1	9.348	5.539 *
X <sub>3</sub> (Askorbik asit)	1	8.165	4.838 *
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	20.130	11.928 **
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	4.124	2.444
X <sub>3</sub> *X <sub>3</sub>	1	14.470	8.574 **
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	6.734	3.991
X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.572	0.339
X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.485	0.288
Uyum Eksikliği	3	1.927	1.171
Hata	20	1.687	
Genel	29		

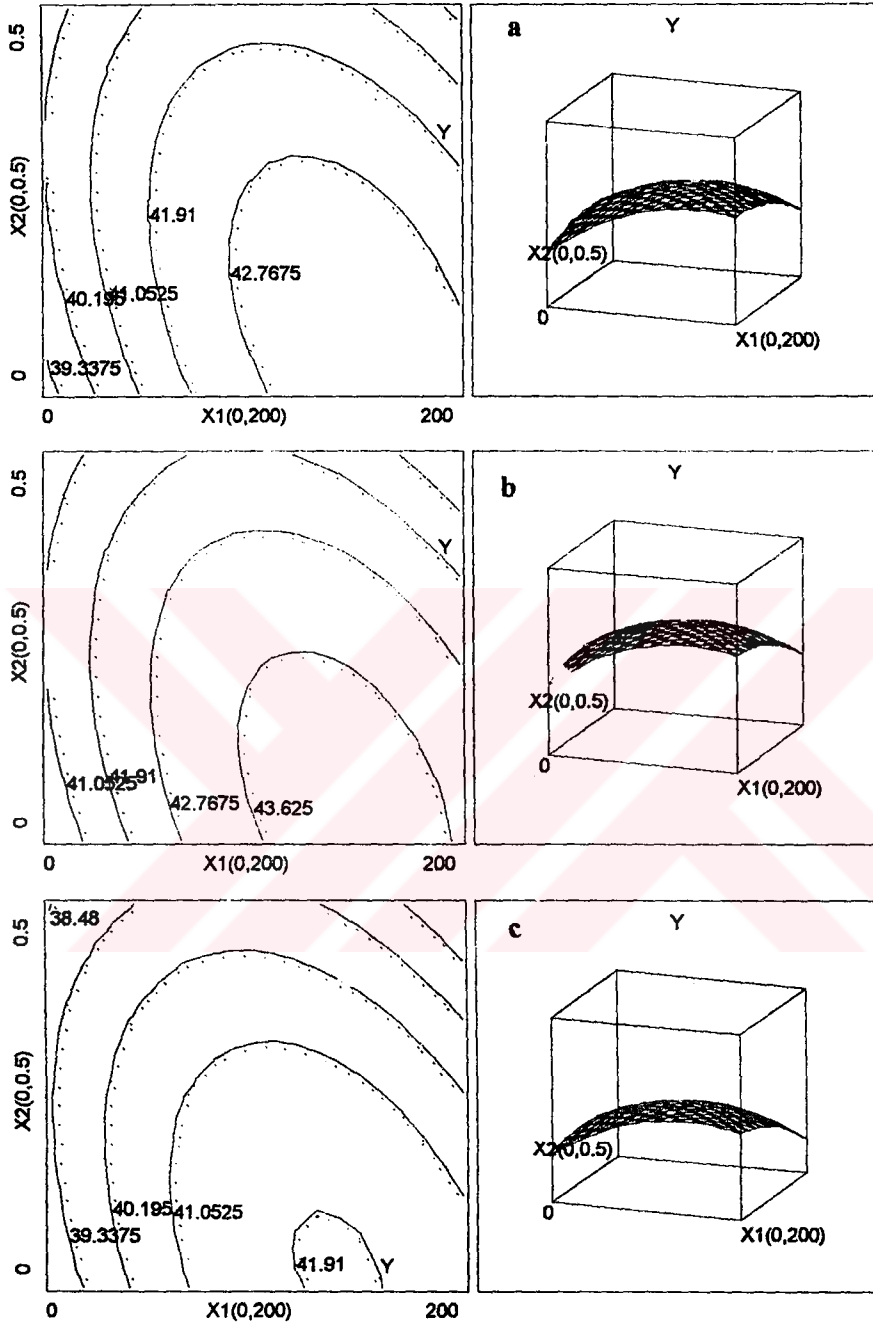
\*\* : P<0.01, \* : P<0.05

Çizelge 4.6'da görülebileceği gibi, su oranı üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin lineer etkileri önemli (P<0.05), nitrit ve askorbik asidin kuadratik etkisi çok önemli (P<0.01) bulunmuştur. Sucukların su oranı üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asit etkilerine ait grafik ve bu grafiklerin kontür haritaları Şekil 4.4'de verilmiştir.

Şekil 4.4 ve Çizelge 4.6 birlikte incelendiğinde genel olarak ilave edilen nitritin su oranını artırdığı, GDL ve askorbik asidin ise bu değeri düşürdüğü görülmektedir.

Su oranında optimal koşulların sağlanabilmesi için 500 ppm askorbik asit kullanıldığında, 75-200 ppm nitrit ve % 0- 0.44 GDL kullanılması gerektiği saptanmıştır. 600 ppm askorbik asit ilavesi, kullanım sınırlarını aşmakla beraber 83-189 ppm nitrit ve % 0 - 0.201 GDL seviyesiyle optimum su oranının elde edildiği tespit edilmiştir.

Sucuğun daha kısa sürede olgunlaşması için askorbik asidin mutlak surette katılması gerektiği belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Su oranı üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi.

a: 0 ppm, b: 250 ppm, c: 500 ppm askorbik asit.

#### 4.2.6. Protein oranı

Nitrit, GDL ve askorbik asidin protein oranı üzerindeki etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıda belirtilmiştir.

$$Y = 24.895 - 0.305X_1 - 0.0537X_2 + 0.368X_3 - 1.24X_1^2 + 0.97X_2^2 + 0.225X_3^2 + 0.446X_1X_2 + 0.741X_1X_3 + 0.263X_2X_3$$

Farklı seviyelerde ilave edilen nitrit, GDL ve askorbik asidin, protein oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun protein oranı üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	3.387	1.296
X <sub>1</sub> (Nitrit)	1	1.4 <sup>ns</sup>	0.569
X <sub>2</sub> (GDL)	1	0.046	0.018
X <sub>3</sub> (Askorbik asit)	1	2.176	0.832
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	11.343	4.339
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	6.957	2.662
X <sub>3</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.376	0.144
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	1.593	0.610
X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	1	4.396	1.682
X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.557	0.213
Uyum Eksikliği	3	7.453	4.234 *
Hata	20	2.614	
Genel	29		

Çizelge 4.7'de görülebileceği gibi, protein oranı üzerinde faktörlerin lineer, kuadratik ve interaksiyon etkileri önemli bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Ancak modelden elde edilen sonuca göre protein oranı için optimum değer % 24.84 olarak bulunmuştur. Bunu sağlayan değerler, nitrit için 75.41 ppm, GDL için % 0.288 ve askorbik asit için ise 174.4 ppm olarak tespit edilmiştir. Bütün kombinasyonlarda T.S.-1070 sucuk standardında 1. sınıf sucuklar için protein oranının en az % 22 olması gerektiği bildirilmektedir. Modele göre bütün kombinasyonların protein oranı bakımından TS 1070'e göre 1. sınıf sucuk özelliği gösterdiği anlaşılmaktadır (Anonim, 1983).

#### 4.2.7. Proteoliz (Protein olmayan azot; NPN) oranı

Denemeye esas olan dizayna göre yapılan yanıt yüzey analizi sonucunda nitrit, GDL ve askorbik asidin proteoliz oranı üzerindeki etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıdaki gibidir.

$$Y = 0.178 - 0.0026X_1 + 0.0013X_2 - 0.0046X_3 + 0.0052X_1^2 - 0.0066X_2^2 - 0.0073X_3^2 - 0.0035X_1X_2 + 0.0016X_1X_3 - 0.00525X_2X_3$$

Farklı seviyelerde ilave edilen nitrit, GDL ve askorbik asidin, proteoliz oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8' de verilmiştir.

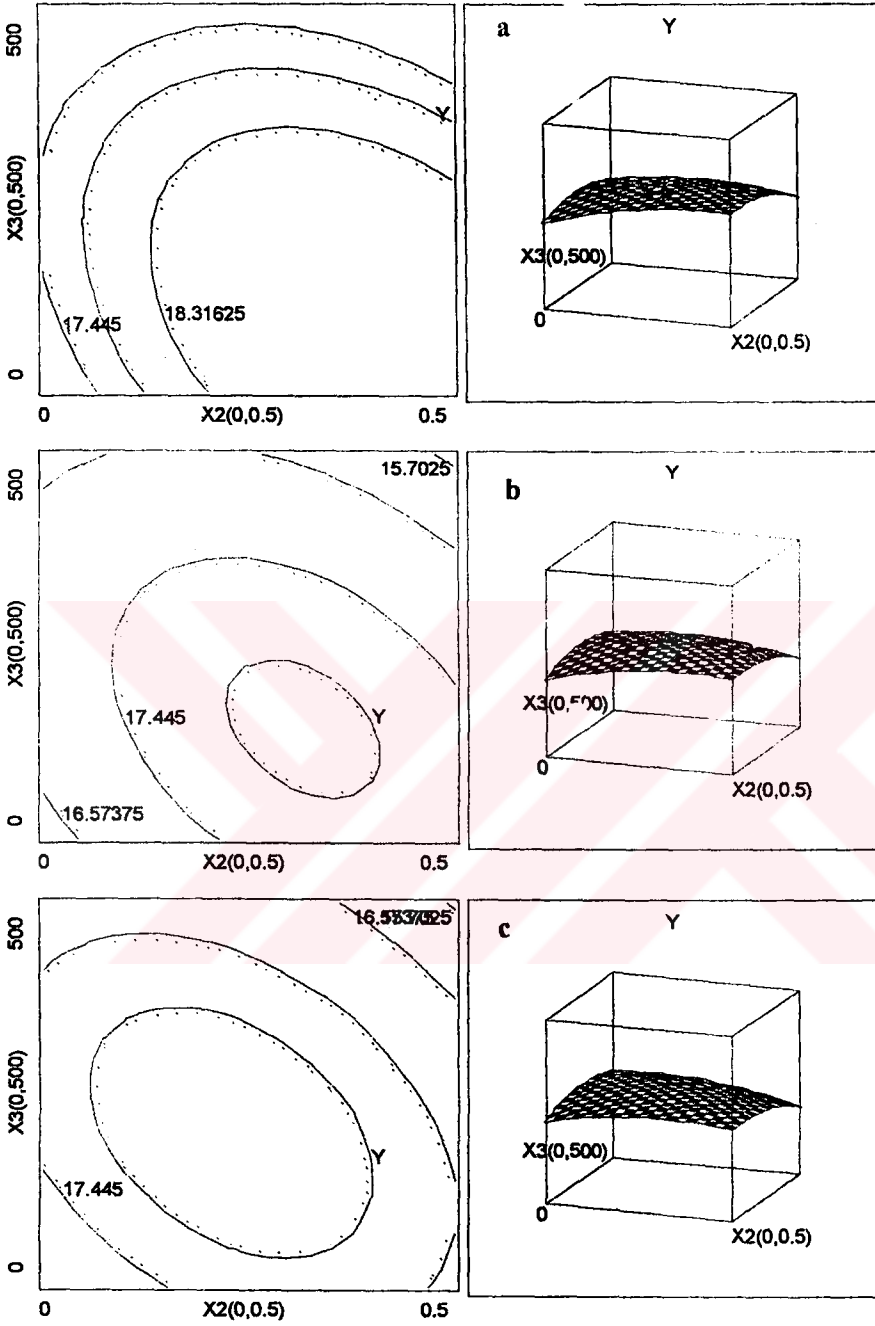
Çizelge 4.8. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun proteoliz oranı üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	0.00020	0.6416
X <sub>1</sub> (Nitrit)	1	0.00012	0.37450
X <sub>2</sub> (GDL)	1	0.00003	0.08100
X <sub>3</sub> (Askorbik asit)	1	0.00035	1.13930
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.00021	0.66490
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.00032	1.04380
X <sub>3</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.00039	1.25070
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.00010	0.31760
X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.00002	0.06850
X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.00022	0.71460
Uyum Eksikliği	3	0.00014	0.4071
Hata	20	0.00031	
Genel	29		

Çizelge 4.8'den anlaşılacağı gibi, proteoliz oranı üzerinde faktörlerin lineer, kuadratik ve interaksiyon etkisi önemli bulunmamıştır. Bu parametreye ait kontür haritaları ve yanıt yüzeylerini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 4.5' de verilmiştir.

Proteoliz, proteolitik aktiviteyi ifade etmektedir. Bu aktivite, etin doğal yapısında bulunan veya ete bulaşan ya da starter olarak ete ilave edilen mikroorganizmaların bünyesindeki proteolitik enzimler tarafından sağlanmaktadır. Etteki aroma maddelerinin bir kısmının kaynağı da proteolitik aktivitedir (Toldrá, 1998). Proteolitik enzimlerin, etin olgunlaşmasında da önemli etkileri bulunmaktadır (Bandman, 1987). Ancak proteoliz ile biyojenik aminler arasında ilişki olduğu hususunda bazı çelişkiler mevcuttur. Cid ve ark. (1999a), iki parametre arasında önemli korelasyon olduğunu ifade ederken Cid ve ark. (1999b), ise iki parametre arasında önemli bir ilişki bulamadıklarını belirtmektedirler. Genel olarak bu hususta belirli kaygılar mevcuttur. Bu nedenle proteolizin belirli bir seviyeden fazla olması arzu edilmemektedir.

Şekil 4.5'de görüldüğü üzere bu araştırmada, denenen koşullarda model tarafından optimum proteoliz oranı % 17.9 olarak bulunmuştur. Bu proteoliz oranı için ilave edilmesi gereken nitrit, GDL ve askorbik asit düzeyleri sırasıyla 135 ppm, % 0.28 ve 166.6 ppm olarak saptanmıştır.



Şekil 4.5. Proteoliz oranı üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi.  
a: 0 ppm, b: 100 ppm, c: 200 ppm nitrit.

#### 4.2.8. Yağ oranı

Denemeye esas olan dizayna göre yapılan yanıt yüzey analizi sonucunda nitrit, GDL ve askorbik asidin yağ oranı üzerindeki etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$Y = 23.286 + 0.053X_1 + 0.047X_2 + 0.994X_3 + 1.964X_1^2 + 1.145X_2^2 + 1.217X_3^2 + 0.706X_1X_2 + 0.1525X_1X_3 - 0.521X_2X_3$$

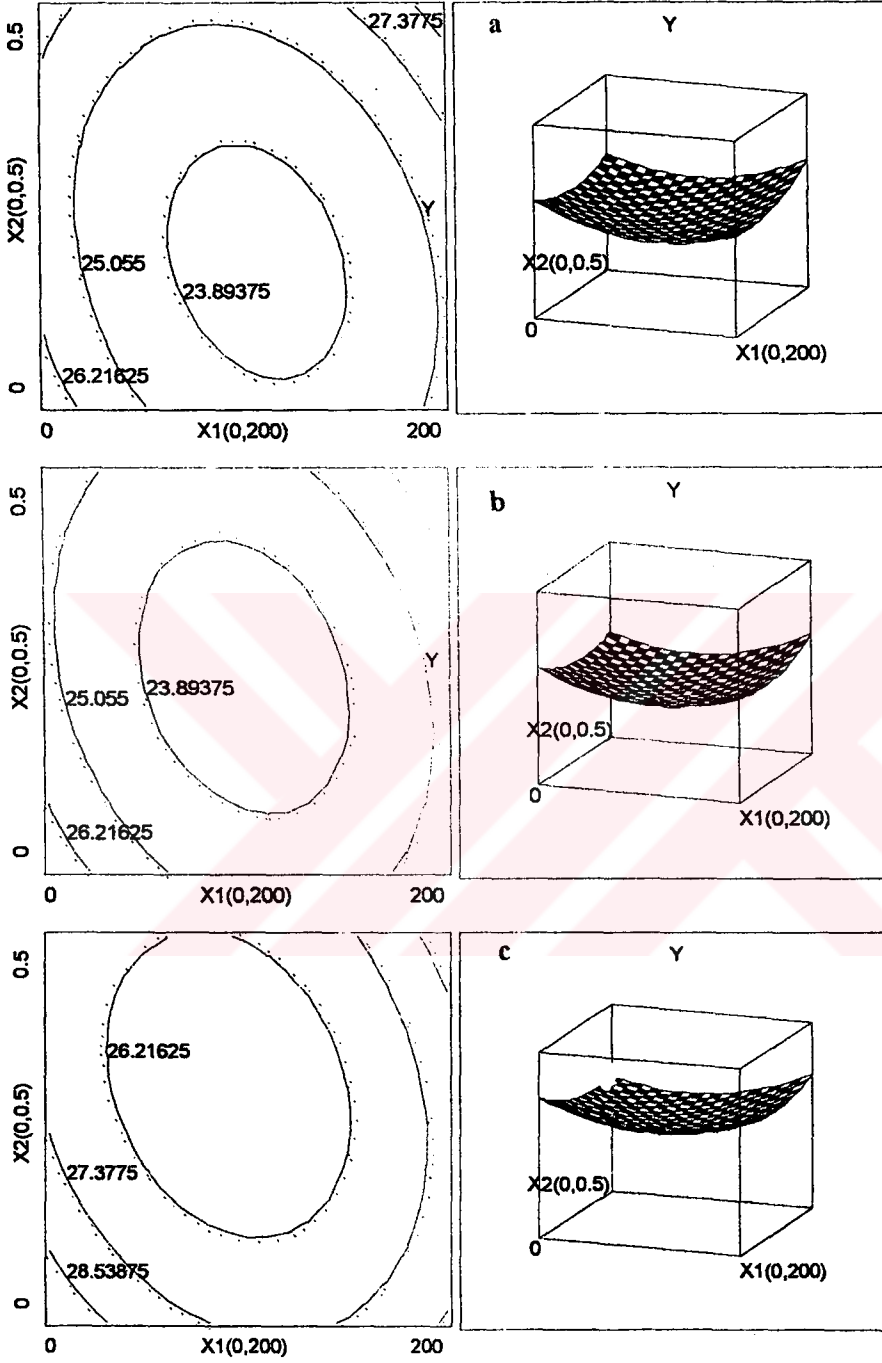
Farklı seviyelerde ilave edilen nitrit, GDL ve askorbik asidin, yağ oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun yağ oranı üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	7.274	1.052
X <sub>1</sub> (Nitrit)	1	0.045	0.007
X <sub>2</sub> (GDL)	1	0.036	0.005
X <sub>3</sub> (Askorbik asit)	1	15.821	2.289
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	28.489	4.122
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	9.688	1.402
X <sub>3</sub> *X <sub>3</sub>	1	10.931	1.581
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	3.990	0.577
X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.186	0.027
X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>	1	2.174	0.315
Uyum Eksikliği	3	0.989	0.124
Hata	20	6.912	
Genel	29		

Nitrit, GDL ve askorbik asidin, yağ üzerine lineer kuadratik ve interaksiyon etkileri önemli (P>0.05) bulunmamıştır (Çizelge 4.9). Yağ parametresine ait kontür haritaları ve yanıt yüzeylerini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 4.6' da verilmiştir.

Yağ oranı, su oranı ile genel olarak ters bir eğilim göstermiştir. Bu beklenen bir durumdur. Bu koşullarda sucuk örneklerine ait kontür ve grafikler (Şekil 4.6) incelendiğinde, TS 1070 sucuk standardına göre tüm sucukların yağ oranı bakımından 1. sınıf sucuk özelliği gösterdiği saptanmıştır. Bu standarda göre 1. sınıf sucukların içerebileceği yağ oranının en fazla % 30 olabileceği belirtilmektedir. (Anonim, 1983). Model tarafından optimum % 23.17 yağ oranını sağlamak için ilave edilmesi gereken optimum katkı miktarları; nitrit için 102 ppm, GDL için % 0.218 ve askorbik asit için 140.53 ppm olarak saptanmıştır.



Şekil 4.6. Yağ oranı üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi.

a: 0 ppm, b: 250 ppm, c: 500 ppm askorbik asit.



### 4.3. Teknolojik Analizler

#### 4.3.1. Randıman

Denemeye esas olan dizayna göre yapılan yanıt yüzey analizi sonucunda nitrit, GDL ve askorbik asidin randıman değeri üzerindeki etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$Y = 64.411 - 0.424X_1 - 1.2263X_2 - 1.646X_3 + 0.359 X_1^2 - 0.249X_2^2 + 0.0048X_3^2 - 1.1475X_1X_2 - 0.5237X_1X_3 - 0.63X_2X_3$$

Farklı seviyelerde ilave edilen nitrit, GDL ve askorbik asidin, randıman değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9' da verilmiştir.

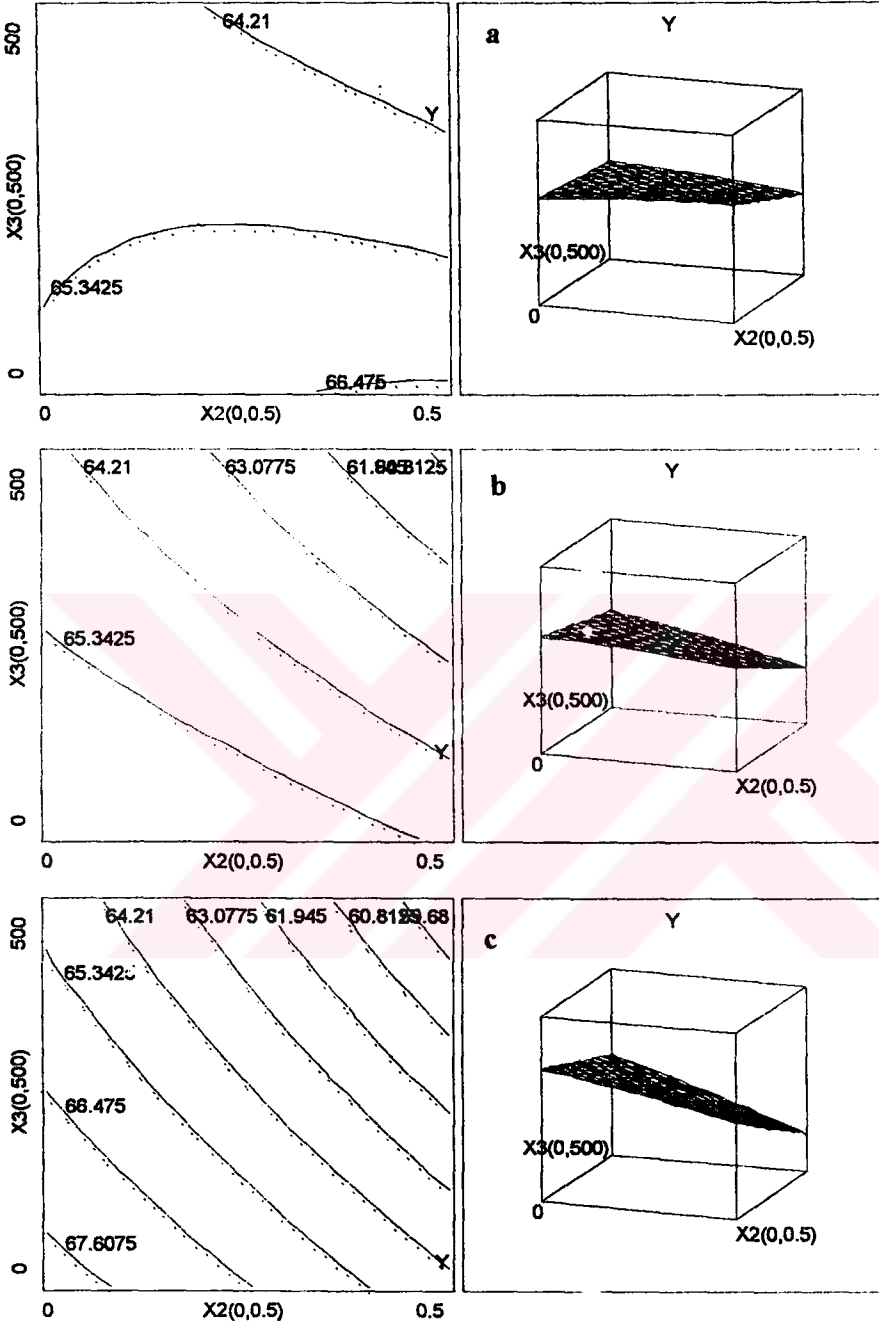
Çizelge 4.10. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun randıman değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	9.9175	2.1327
X <sub>1</sub> (Nitrit)	1	2.8815	0.6197
X <sub>2</sub> (GDL)	1	25.5530	5.4951 *
X <sub>3</sub> (Askorbik asit)	1	43.3952	9.3319 **
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.9559	0.2056
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.4577	0.0984
X <sub>3</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.0002	0.0000
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	10.5341	2.2653
X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.1945	0.4719
X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>	1	3.1752	0.6828
Uyum Eksikliği	3	0.2862	0.0528
Hata	20	4.6500	
Genel	29		

\*\* : P<0.01, \* : P<0.05

Çizelge 4.10'dan, randıman değeri üzerinde GDL'nin lineer etkisi önemli (P<0.05), askorbik asidin ise çok önemli (P<0.01) bulunmuştur. Bu parametreye ait kontür haritaları ve yanıt yüzeylerini gösteren üç boyutlu grafikler Şekil 4.7' de verilmiştir.

Şekil 4.7 a, b ve c de kontür haritalarına bakıldığı zaman, artan GDL ve askorbik asit seviyesiyle birlikte randımanda azalma olduğu görülmektedir. GDL ve askorbik asidin birlikte kullanımının randımanı düşürdüğü saptanmıştır. Randıman ile su oranının bire bir örtüşmemesinin, ortamdaki rutubet dalgalanmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim sucuk yüzeyinde sürekli olarak nem dengesi sağlanmakta; genelde sucuktan ortama, ortam rutubeti düştüğü zaman ise ortamdan sucuğa sürekli nem geçişi olmakta, bu denge belirli bir zaman almaktadır.



Şekil 4.7. Randıman üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin etkisi.  
a: 0 ppm, b: 100 ppm, c: 200 ppm nitrit..

#### 4.4. Duyusal Özellikler

##### 4.4.1. Tekstür

Farklı seviyelerde ilave edilen nitrit, GDL ve askorbik asidin, panelistler tarafından duyusal olarak değerlendirilen sucuğun tekstürü üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11' de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun tekstürü üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	0.359	2.350
X <sub>1</sub> (Nitrit)	1	0.303	1.977
X <sub>2</sub> (GDL)	1	0.281	1.836
X <sub>3</sub> (Askorbik asit)	1	0.002	0.013
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	1.077	7.037 *
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.018	0.118
X <sub>3</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.364	2.376
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.270	1.765
X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	1	1.015	6.635 *
X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.014	0.089
Uyum Eksikliği	3	0.235	1.702
Hata	20	0.153	
Genel	29		

\*: P<0.05

Çizelge 4.11'den, tekstür üzerinde nitritin kuadratik etkisi ve nitrit x askorbik asit interaksiyonunun etkisi önemli (p<0.05) bulunmuştur. İlave edilen nitritin kuadratik etkisinin incelenmesi sonucu, nit. ün belirli bir seviyeden sonra katılmasının sucuğun tekstürü üzerinde olumsuz bir etkiye neden olduğu saptanmıştır.

##### 4.4.2. Koku

Farklı seviyelerde ilave edilen nitrit, GDL ve askorbik asidin, sucuğun kokusu üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12' de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun kokusu üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	0.251	1.069
X <sub>1</sub> (Nitrit)	1	0.757	3.225
X <sub>2</sub> (GDL)	1	0.563	2.397
X <sub>3</sub> (Askorbik asit)	1	0.027	0.116
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.619	2.639
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.097	0.413
X <sub>3</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.020	0.085
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.013	0.055
X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.106	0.451
X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.106	0.451
Uyum Eksikliği	3	0.046	0.1723
Hata	20	0.234	
Genel	29		

Çizelge 4.12'den koku üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir (P>0.05).

#### 4.4.3. Tat

Farklı seviyelerde ilave edilen nitrit, GDL ve askorbik asidin, sucuğun tadı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13' de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun tadı üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	0.353	2.772 *
X <sub>1</sub> (Nitrit)	1	0.191	1.502
X <sub>2</sub> (GDL)	1	0.053	0.415
X <sub>3</sub> (Askorbik asit)	1	0.059	0.461
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	1.062	8.329 *
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.004	0.035
X <sub>3</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.026	0.203
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.056	0.440
X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	1	1.602	12.568 *
X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.128	1.000

Çizelge 4.13. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun tadı üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları (devam)

Uyum Eksikliği	3	0.145	1.172
Hata	20	0.127	
Genel	29		

\*:  $P < 0.05$

Tat üzerinde nitrit, nitritin kuadratik etkisi ve nitrit x askorbik asit interaksyonunun etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.13). Belirli bir seviyeden sonra nitritin tat üzerinde olumsuz bir etki yaptığı saptanmıştır. Ayrıca yüksek nitrit seviyesinde yüksek konsantrasyonda askorbik asit kullanımının tat üzerinde oldukça olumsuz bir etkiye neden olduğu saptanmıştır.

#### 4.4.4. Ağızda bıraktığı his

Sucuğun ağızda bıraktığı his üzerinde farklı seviyelerde ilave edilen nitrit, GDL ve askorbik asidin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14' de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin sucuğun ağızda bıraktığı his üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	0.294	2.363
$X_1$ (Nitrit)	1	0.289	2.325
$X_2$ (GDL)	1	0.139	1.117
$X_3$ (Askorbik asit)	1	0.053	0.426
$X_1 * X_1$	1	1.068	8.590 **
$X_2 * X_2$	1	0.050	0.402
$X_3 * X_3$	1	0.033	0.263
$X_1 * X_2$	1	0.154	1.239
$X_1 * X_3$	1	0.769	6.186 *
$X_2 * X_3$	1	0.065	0.521
Uyum Eksikliği	3	0.210	1.928
Hata	20	0.124	
Genel	29		

\*\* :  $P < 0.01$ , \* :  $P < 0.05$

Çizelge 4.14'den görülebileceği gibi, sucuğun ağızda bıraktığı his üzerinde nitritin kuadratik etkisi çok önemli ( $P < 0.01$ ) ve nitrit x askorbik asit interaksyonunun etkisi önemli ( $P < 0.05$ ) bulunmuştur. Nitritin belirli bir seviyeden sonra katılmasının sucukta olumsuz bir etki yaptığı, askorbik asidin bu etkiyi artırdığı belirlenmiştir.

#### 4.4.5. Yabancı tat ve aroma

Farklı seviyelerde ilave edilen nitrit, GDL ve askorbik asidin, yabancı tat ve aroma üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15' de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı seviyelerde nitrit, GDL ve askorbik asit ilavesinin suçuğun yabancı tat ve aroması üzerindeki etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O.	F
Model	9	2.349	0.261
X <sub>1</sub> (Nitrit)	1	0.608	2.084
X <sub>2</sub> (GDL)	1	0.045	0.155
X <sub>3</sub> (Askorbik asit)	1	0.238	0.814
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.976	3.344
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.027	0.092
X <sub>3</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.018	0.063
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.120	0.411
X <sub>1</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.281	0.964
X <sub>2</sub> *X <sub>3</sub>	1	0.017	0.059
Uyum Eksikliği	3	0.260	0.087
Hata	20	5.578	0.328
Genel	29	5.838	

Sucukta panelistler tarafından belirlenen yabancı tat ve aroma üzerinde nitrit, GDL ve askorbik asidin istatistiksel olarak önemli ( $P>0.05$ ) bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.15). İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte belirli, yüksek bir nitrit seviyesinden sonra yabancı tat-aromanın hissedilmeye başlandığı, kuadratik etkilerin incelenmesinden anlaşılmıştır.

## 5. SONUÇ

İlave edilen katkıları arasında askorbik asidin nitriti önemli derecede indirgediği tespit edilmiştir. Nitrit en yüksek seviyede (200 ppm) kullanıldığında, 250 ppm askorbik asit kullanıldığı zaman bu değerin 2.75 ppm'e, 500 ppm kullanıldığı zaman ise 1 ppm'in altına düştüğü saptanmıştır. Kullanılan nitrit miktarı arttıkça doğal olarak kalıntı nitrit miktarında da artma gözlenmiştir. Ancak, nitrit en yüksek konsantrasyonunda kullanılsa dahi, sonuç olarak 6 ppm' in altına düştüğü saptanmıştır. Model tarafından tespit edilen 0.75 ppm kalıntı nitrit niceliğini sağlamak için belirlenen optimum değerler; nitrit için 147.56 ppm, GDL için % 0.167 ve askorbik asit için 565 ppm olarak tespit edilmiştir.

İlave edilen katkıları arasında GDL ve askorbik asidin pH'yı düşürdüğü, ancak GDL'nin daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan katılardan nitritin ise pH'yı dolaylı olarak etkilediği, ancak bu etkinin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı saptanmıştır. Optimum pH değerini sağlamak için model tarafından belirlenen seviyeler en fazla 115 ppm nitrit, % 0.09 GDL ve 500 ppm askorbik asit olarak bulunmuştur.

Sucukların su oranı üzerinde nitritin artırıcı, GDL ve askorbik asidin ise azaltıcı etkisi belirlenmiştir. Ancak yanıt yüzey yönteminin bir ayrıcalığı olarak araştırmada kullanılan sınırların dışında olmasına rağmen, 600 ppm askorbik asit, 83-189 ppm nitrit ve % 0 - 0.201 GDL seviyesinin su oranı üzerinde optimum bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur, ancak yüksek bir nitrit seviyesinden sonra, yüksek konsantrasyonda askorbik asit kullanımı tat üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmaktadır.

Peroksit değeri üzerine, nitrit, GDL ve askorbik asidin önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan önemli olmamakla birlikte askorbik asidin az da olsa peroksit sayısını artırdığı belirlenmiştir. Optimum peroksit değerini elde etmek için kullanılması gereken nitrit miktarı 114.83 ppm, GDL miktarı % 0.362 ve askorbik asit miktarı da 167.78 ppm olarak saptanmıştır.

GDL ve askorbik asidin interaksiyon etkileri lipoliz değerini düşürürken, GDL ve askorbik asidin tek başına ilavesi lipoliz oranını arttırmıştır. Model tarafından belirlenen optimum lipoliz oranı % 3.34 olarak belirlenmiş ve bu oranı sağlamak için 52.43 ppm nitrit, % 0.21 GDL ve 254 ppm askorbik asidin kullanılması gerektiği bulunmuştur.

Kullanılan faktörlerin proteoliz üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Optimum proteoliz değerinin elde edilmesi için kullanılması gereken kombinasyonda nitritin 135 ppm, GDL'nin % 0.28 ve askorbik asidin 166.6 ppm düzeylerinde olması gerektiği belirlenmiştir.

Yapılan araştırmada, kullanılan faktörlerin protein üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Ancak, kullanılabilecek bütün kombinasyonlarda TS 1070 sucuk standardına göre 1. sınıf sucuk için belirlenmiş olan protein niceliği sağlanmıştır. Modelden protein için optimum değer % 24.84 olarak tespit edilmiştir. Bu değeri elde etmek için kullanılması gereken optimum nitrit, GDL ve askorbik asit miktarları sırasıyla 75.41 ppm, % 0.288 ve 174.4 ppm olarak gözlemlenmiştir.

Randıman üzerine GDL ve askorbik asidin interaksiyon etkisinin düşürücü etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. GDL ve askorbik asidin ise tek başına randımanı düşürdüğü tespit edilmiştir.

Nitrit, GDL ve askorbik asidin yağ oranı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Protein oranında olduğu gibi yağ oranında da kullanılan her kombinasyon için TS 1070 sucuk standardına göre 1. sınıf sucuklardaki yağ standardının sağlandığı saptanmıştır. Model tarafından belirlenen optimum % 23.17 yağ oranının elde edilmesi için ilave edilmesi gereken katkı miktarları nitrit için 102 ppm, GDL için % 0.218, askorbik asit için ise 140.53 ppm olarak belirlenmiştir.

Yapılan duyu analizler sonucunda, sucuğun tadı ve tekstürü üzerinde nitritin kuadratik etkisi ve nitrit x askorbik asit interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur. İlave edilen nitritin kuadratik etkisinin incelenmesi sonucu, nitritin belirli bir seviyeden sonra katılmasının sucuğun tekstürü üzerinde olumsuz bir etkiye neden olduğu saptanmıştır. Ayrıca, nitritin yüksek konsantrasyonunda askorbik asit kullanıldığı zaman tat üzerine oldukça olumsuz bir etkinin olduğu tespit edilmiştir.

Koku üzerinde ise nitrit, GDL ve askorbik asidin istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Sucuğun ağızda bıraktığı his üzerinde nitrit'in kuadratik etkisi çok önemli ve nitrit x askorbik asit interaksiyonu önemli bulunmuştur. Nitritin belirli bir seviyeden sonra katılmasının sucukta olumsuz bir etki yaptığı, yine askorbik asidin bu etkiyi artırdığı belirlenmiştir.

Sucuk üzerinde yabancı tat ve aroma oluşumuna nitrit, GDL ve askorbik asidin istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı saptanmış, istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte belirli kuadratik etkilerin incelenmesiyle yüksek bir nitrit seviyesinden sonra yabancı tat-aromanın hissedilmeğe başladığı gözlenmiştir.



## KAYNAKLAR

- Almalı, M.N.,1998. *Yanıt Yüzeyi Metodu ve Optimum Yanıtın Bulunması Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Altuğ, T., Ova, G., Demirağ, K., Kurtean, Ü.,1995. *Gıda Kalite Kontrolü*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 29, İzmir.157s.
- Anonim, 1978. *TS 3137. Et ve Et mamullerindeki Nitrit Miktarı Tayini*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1983. *TS 1070. Türk Sucuğu*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Bandman, E., 1987. Proteins. Chap.3. *The Science of Meat and Meat Products* (Third Editon). Part 1. Ed. Price, J.F. and Schweigert, B.S. Food & Nutrition Press, Inc. Westport Connecticut 06880, USA. 638s.
- Bautista, D.A., Sylvester, N., Barbut, S., Griffiths, M.W., 1997. The Determination of Efficacy of Antimicrobial Rinses on Turkey Carcasses Using Response Surface Designs. *Food Microbiology*, **34**: 279-292.
- Binstok, G., Campos, C., Varela, Gerschenson, L.N., 1999. Sorbate-Nitrite Reactions in Meat Products. *Food Research International*, **31** (8) : 581-585.
- Bozkurt, H., Erkmen, O., 2002. Effects of Starter Cultures and Additives on the Quality of Turkish Style Sausage (Sucuk). *Meat Science*, **61**:149-156.
- Buchanan, R.L., Phillips, J.G.,1990. Response Surface Model for Predicting the Effects of Temperature pH, Sodium Chloride Content, Sodium Nitrite Concentration and Atmosphere on the Growth of *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*, **53** (5):370-376.
- Buchanan, R.L., Bagi, L.K., Goins, R.V., Phillips, J.G., 1993. Response Surface Models for the Growth Kinetics of *Esherichia coli* 0157:H7. *Food Microbiology*, **10** : 303-315.
- Cid, S.B., Schoppen, S., Pulido, M.I., Carou, M.C.V., 1999a. Relationship Between Biogenic Amine Contents and the Size of Dry Fermented Sausages. *Meat Science*, **51**: 305-311.
- Cid, S.B., Pulido, M.I., Carou, M.C.V., 1999b. Effect of Proteolytic Starter Cultures of *Staphylococcus* spp. on Biogenic Amine r'ormation During the Ripening of Dry Fermented Sausages. *International Journal of Food Microbiology*, **46**: 95-104.
- Colmenero, F. J., Carballo, J., Cofrades, S., 2001. Healtier Meat and Meat Products: Their Role As Functional Foods. *Meat Science*, **59**: 5-13.
- Coşkun, H.,1998. *Gıda Mikrobiyolojisi* (Ders notları, basılmamış).Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van.160s.
- Devlieghere, F., Geeraerd, A.H., Versyck, K.J., Bernaert, H., Impe, J.F.V., Debevere, J., 2000. Shelf life of Modified Atmosphere Packed Cooked Meat Products. Addition of Na-lactate as a Fourth Shelf Life Determinative Factor in a Model and Product Validation. *International Journal of Food Microbiology*, **58**:93-106.
- Devres, Y.O., Pala,M.,1993. Gıda Sanayiinde Matematiksel Modellemenin Önemi ve Uygulama Alanları. *Gıda*,**18** (3): 173-181.

- Doğan, İ.S., Walker, C.E., 1999. Effects of Impingement Oven Parameters on High-Ratio Cake Baking. *Cereal Foods World*, **44** (10): 710-714.
- Escalante, A.S., Djenane, D., Torrescano, G., Beltrán, J.A., Roncales, P., 2001. The Effects of Ascorbic Acid, Taurine, Carnosine and Rosemary Powder on Colour and Lipid Stability of Beef Patties Packaged in Modified Atmosphere. *Meat Science*, **58** : 421-429.
- Foegeding, E.A., Lanier, T.C., Hultin, H.O., 1996. Characteristics of Edible Muscle Tissues. *Food Chemistry* (Third Edition). Ed. Fennema, O.K., Dekker, M. Inc. New York BASEL. 1067 s.
- Gacuka, M.G., Singh, J., 1984. Response Surface Designs and Analysis. *Statistical Methods in Food and Consumer Research*, 214-275.
- Gökalp, H.Y., 1983. Et Ürünlerinde Nitrat, Nitrit Kullanımı ve Nitrit Zehirlenmesi. *Gıda*, **8** (5): 239-243.
- Gökalp, H.Y., 1984. N-Nitroso Bileşikleri, Kanserojenik Etkileri, Çeşitli Gıdaların N-Nitrosamin İçerikleri ve Çeşitli Kaynaklardan Bünyeye Alınan N-Nitrosamin Miktarları. *Gıda*, **6** (9):317-324.
- Gökalp, H.Y., 1985. Et Ürünlerine Katılan Nitrat, Nitrit Miktarının Azaltılması, N-Nitrosamin Oluşum Reaksiyonlarının Engellenmesi ve Gıdalarda N-Nitrosaminlerin Saptanması. *Gıda*, **3**: 161-167.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö., 1995. *Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fak., Yay. No: 751, 2. Baskı, Erzurum. 268s.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö., 1997. *Et Ürünleri İşleme Mühendisliği*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fak., Yay. No: 786, 2. Baskı, Erzurum. 561s.
- Grau, A., Codony, R., Grimpa, S., Baucells, M.D., Guardiola, F., 2001. Cholesterol Oxidation in Frozen Dark Chicken Meat: Influence of Dietary Fat Source, and  $\alpha$  - Tocopherol and Ascorbic Acid Supplementation. *Meat Science*, **57**: 197-208.
- İbanoğlu, Ş., Tekin, A.R., 2000. Yüzey Tepki Yönteminin Gıda Araştırmalarında Uygulanması. *Gıda Bilimi ve Teknolojisi*, **2** (5): 34-39.
- Jakobsen, M., Bertelsen, G., 2000. Colour Stability and Lipid Oxidation of Fresh Beef. Development of a Response Surface Model for Predicting the Effects of Temperature, Storage Time, and Modified Atmosphere Composition. *Meat Science*, **54** :49-57.
- Juncher, D., Vestergaard, C.S., Jensen, J.S., Weber, C.J., Bertelsen, G., Skibsted, L.H., 2000. Effects of Chemical Hurdles on Microbiological and Oxidative Stability of a Cooked Cured Emulsion Type Meat Product. *Meat Science*, **55**: 483-491.
- Kara, M.K., Demirulus, H., Aydın, A., 2000. Cevap Yüzeyi Yönteminin Farklı Kalınlıktaki Altlıkların Etlik Piliçlerin Gelişimine Etkisini Belirlemek İçin Kullanılması. *International Animal Nutrition Congress 2000*. 4-6 September 2000, Isparta: 626-632.
- Kayaardı, S. 1998. Manisa'da Tüketilen Sucuk, Salam, Sosislerin Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin İncelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Dergisi*, **4** (1-2): 32-38.

- Lee, B.J., Hendricks, D.G., Cornforth, D.P., 1999. A Comparison of Carnosine and Ascorbic Acid on Color and Lipid Stability in a Ground Beef Pattie Model System. *Meat Science*, **51**: 245-253.
- Lemay, M. J., Rodrigue, N., Gariépy, C., Saucier, L., 2000. Adaptation of *Lactobacillus alimentarius* to Environmental Stresses. *International Journal of Food Microbiology*, **55**: 249-253.
- Lemos, A.L.S.C., Nunes, D.R.M., Viana, A.G., 1999. Optimization of the Still-Marinating Process of Chicken Parts. *Meat Science*, **52**: 227-234.
- Lyons, P.H., Kerry, J.F., Morissey, P.A., Buckley., D.J., 1999. The Influence of Added Whey Protein/Carragenan Gels and Tapioca Starch on the Textural Properties of Low Fat Pork Sausages. *Meat Science*, **51**: 43-52.
- Oscar, T.P., 1999. Response Surface Models for Effects of Temperature, pH, and Previous Growth pH on Growth Kinetics of *Salmonella typhimurium* in Brain Heart Infusion Broth. *Journal of Food Protection*, **62** (2): 106-111.
- Özçelik, S., 1982. Bazı Gıdalarda Nitrit ve Nitrozaminlerin Oluşumu ve Sağlığa Zararlı Etkileri. *Gıda*, **4** (7): 183-188.
- Öztan, A., 1999. *Et Bilimi ve Teknolojisi*. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yay. No:19, 341s.
- Pappa, I.C., Bloukas, J.G., Arvanitoyannis, I.S., 2000. Optimization of Salt, Olive Oil and Pectin Level For Low-Fat Frankfurters Produced By Replacing Pork Backfat With Olive Oil. *Meat Science*, **56**:81-88.
- Pietrasik, Z., 1999. Effect of Content of Protein, Fat and Modified Starch On Binding Textural Characteristics, and Colour of Comminuted Scalded Sausages. *Meat Science*, **51** (1): 17-25.
- Pietrasik, Z., Li-Chan, E.C.Y., 2002. Response Surface Methodology Study on the Effects of Salt, Microbial Transglutaminase and Heating Temperature on Pork Batter Gel Properties. *Food Research International*, **35**: 387-396.
- Rhee, K.S., Cho, S.H., Paradahn, A.M., 1999. Expanded Extrudates From Corn Starch-Lamb Blends. Process Optimization Using Response Surface Methodology. *Meat Science*, **52**: 127-134.
- Rust, R.E., 1987 . Sausage Products. Chap.13. *The Science of Meat and Meat Products* (Third Editon). Ed. Price, J.F. and Schweigert, B.S. Food & Nutrition Press, Inc. Westport Connecticut 06880, USA. 638 s.
- SAS, 1998. *SAS/STAT Software: Hangen and Enhanced*. Sas, Inst. Inc. Cri. NCl.
- Soyutemiz, G.E., Özenir, A., 1996. Bursa'da Tüketilen Sucuk, Salam, Sosis ve Pastırmalardaki Kalıntı Nitrat ve Nitrit Miktarlarının Saptanması. *Gıda*, **21** (6):471-476.
- Şahin M. E., Ertaş, H., 1978. Et Renginde Stabilizör Olarak Askorbik Asit. *Gıda*, **3** (3) : 105-111.
- Toldrá, F., 1998. Proteolysis and Lipolysis in Flavour Development of Dry-Cured Meat Products. *Meat Science*, **49**: 101-110
- Toufeili, I., Dagher, S., Shadarevian, S., Noureddine, A., Sarakbi, M., Farran, M.T., 1994. Formulation of Gluten-Free Pocket-Type Flat Breads: Optimization of Methylcellulose, Gum Arabic, and Egg Albumen Levels by Response Surface Methodology. *Cereal Chemistry*, **71** (6):594-601.

- Townsend, W.E., Olson, D.G., 1987. Cured Meats and Cured Meat Products Processing. Chap.12. *The Science of Meat and Meat Products* (Third Editon). Ed. Price, J.F. and Schweigert, B S. Food & Nutrition Press, Inc. Westport Connecticut 06880, USA. 638 s.
- Ünlütürk, A., Turantaş, F., 1992. Türk Sucuğunda Glukono-Delta-Lakton ve Sakkarozun *Staphylococcus aureus*'un Gelişmesine Etkisi. *E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi*. Seri B: Cilt 10, Sayı:1, 141-157.
- Vural, H., Öztan, A., 1992. Fermente Et Ürünlerinde Nitrosomiyogloblin oluşumu ve Etkileyen Faktörler. *Gıda*, 17 (3): 191-196.
- Vural, H., Öztan, A., 1996. *Et ve Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Kılavuzu*. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yay. No:36, 236s.
- Walker, C.E., Parkhurst, A.M.,1984. Response Surface Analysis of Bake-lab Data With a Personel Computer. *Cereal Foods World*, 29 (10): 662.
- Yetim, H., 2001. *Gıda Analizleri*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fak., Ders Yay. No: 227, Erzurum. 158 s.
- Yıldırım, Y.,1992. *Et Endüstrisi*. Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fak.,Yıldırım Basımevi, 3. baskı, Ankara.711s.
- Zalacain, I., Zapelena, M.J., Astiasaran, I., Bello, J., 1995. Dry Fermente Sausages Elaborated with Lipase from *Candida cylindracea*. Comparison with Traditional Formulations. *Meat Science*, 40: 55-61.

## ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Ankara'da doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1999 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1999 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisans programına başladı. Halen yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.

