

ANKARA PIYASASINDA SATILAN BAZI İŞLENMİŞ ET ÜRÜNLERİNİN NİTRAT  
VE NİTRİT İÇERİKLERİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Yusuf Şanlı<sup>1</sup>

Sezai Kaya<sup>2</sup>

Determination of the Nitrate and Nitrite contents in some meat products obtained from  
Ankara markets

**Summary:** *In this study, the nitrate and nitrite contents of a total of 93 meat products obtained from 8 companies in Ankara were analysed. The analysed products were Salami (23), sausage (26), Turkish dry fermented sausage (30), pastırma (11) and jellied tripe (3). The analyses were carried out using a method dependent on reduction in a cadmium column and spectrophotometric measurements. It was found that both nitrate and nitrite were present in all of the samples. The results of individual analyses showed that nitrate concentrations were between 5.39-862.4 ppm and nitrite concentrations were between 4.0-180.0 ppm.*

*As a result of statistical analyses carried out and taking into account the type of meat sample, the average nitrate and nitrite concentrations as ppm were 214.19,64.45 in salami; 143.63,94.25 in sausage; 155.87,30.93 in turkish dry fermented sausage; 28.62,79.79 in pastırma and 15.33,61.37 in jellied tripe, respectively.*

*Statistical analyses of the results indicated that there were no significant differences between the nitrate and nitrite levels of the some types of products produced by different companies.*

*Taking into account the data obtained from scientific literature, it can be seen that the companies which produce these meat products use nitrate and nitrite compounds during production and the levels in this study were at a level harmful to the consumer.*

1 Prof. Dr. A.Ü. Veteriner Fakültesi, Farmakoloji-Toksikoloji Ana Bilim Dalı, Ankara.

2 Doç. Dr. A.Ü. Veteriner Fakültesi, Farmakoloji-Tok-ikoloji Ana Bilim Dalı, Ankara.

**Özet:** Bu çalışma kapsamında, Ankara piyasasından sağlanmış 8 firmaya ait salam (23), sosis (26), sucuk (30), pastırma (11) ve jöle işkembe (3)'den oluşan toplam 93 adet işlenmiş et ürününün nitrat ve nitrit içerikleri araştırıldı. Kadmiyum redüksiyon kolonu ile indirgeme ve spektrofotometrik ölçüm esasına dayanan bir yöntemle gerçekleştirilen analizler sonucunda örneklerin hepsinde nitrit ve nitrat varlığı saptanmıştır. Bireysel analiz sonuçlarına göre nitrat içeriği yoğunluğunun 5.39-862.4 ppm ve nitrit değerlerinin de 4.0-180.0 ppm düzeyleri arasında değiştiği belirlenmiştir.

Et ürünü çeşidi dikkate alınarak yapılan değerlendirmeler sonunda ppm esasına göre ortalama nitrat ve nitrit içeriği düzeyleri sırasıyla salamda 214.19,64.45; sosiste 143.63,94.25; sucukda 155.87,30.93; pastırmada 28.62,79.79 ve jöle işkembede 15.33,61.37 olarak hesaplanmıştır.

Farklı firmalar tarafından üretilen et ürünleri çeşidine göre yapılan istatistik analizler sonucunda aynı çeşitten ürünlerin nitrat ve nitrit değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Çalışmayla sağlanan bulguların literatür verileriyle karşılaştırılması sonucunda ülkemizde işlenmiş et ürünü hazırlayan belli başlı firmalarda ürün ayrımı gözetilmeksizin, üretim aşamasında insan sağlığı için sakıncalı sayılabilecek düzeylerde nitrattı ve nitritli bileşiklerin kullanıldığı ortaya çıkmıştır.

## Giriş

Ekosistemleri oluşturan doğal çevrede ve bütün canlılarda değişen yoğunluklarda nitrat ve nitrit varlığına rastlanır. Doğadaki azot dolanımına bağlı olarak ortaya çıkan bu olgu, büyük ölçüde bitkisel ve hayvansal dokuları oluşturan azotlu yapıların bakteriyel etkinliklerle doğal bozulma uğramasından kaynaklanır (2,10).

Özellikle azotlu bileşiklerden oluşan yapay gübre tüketimi, tarımsal mücadele uygulamaları ile insan, hayvan, bitki, endüstriyel atık ve atıklar dolanımının boyutlarını önemli derecede etkiler. Böylesine insan etkinliklerinin yoğun olduğu yörelerde bulunan ekosistemler ve canlılar sakıncalı boyutlarda nitrat ve nitritlerle kirlenirler (4, 9).

Nitratlı ve nitritli artık ve atıklar, yüksek yoğunluklarda nitrat içeren bitkiler ile içme suları insan ve hayvanlar için sürekli nitrat ve nitrit alım kaynaklarını oluştururlar (19, 42).

Sağlıklı insan ve hayvanların sindirim kanalında bulunan nitratlı bileşikler yedirilerek yapılan metabolizma denemelerinde şekillenen nitrit iyonlarından bir bölümünün hidroksilamin ve amonyaka çevrildikten sonra emildiği anlaşılmıştır (19).

İşlenmiş et ürünleri, süt ve süt ürünleri, lahana, ıspanak, gibi sebze çeşitleri ve bazı içme ve kullanma suları insanlar için başlıca nitrat ve nitrit kaynağını oluştururlar (5, 9, 39, 43). Özellikle sucuk, salam ve pastırma gibi işlenmiş et ürünlerine koruyucu, renk verici ve aroma oluşturuca amaçlarla bilinçli olarak katılan nitratlı ve nitritli bileşikler insanlarda karşılaşılan akut ve kronik zehirlenme nedenlerinin başında gelir (24).

İşlenmiş et ürünleri üzerinde açıkça olumlu etkileri görülen nitratlı ve nitritli bileşikler, farklı amaçlarla 1926 yılından bu yana kullanılmaktadır. Hatta 1950'li yıllarla birlikte giderek yaygınlaşan bu uygulama şekli Belçika, Fransa, Batı Almanya, İrlanda, İtalya, İngiltere, Hollanda, Avusturya, Finlandiya, Lüksemburg, İsveç, Norveç, Danimarka ve İsviçre gibi Avrupa ülkeleri ile Japonya, Kanada, Amerika ve Türkiye'de belirtilen bileşiklerin et endüstrisinde kullanımı yasallaştırılmıştır (38, 43). Böylece, ülkelere göre az çok değişmekle beraber işlenmiş et ürünlerine 500 ppm (mg/kg) dolayında sodyum nitrat veya 200 ppm kadar sodyum nitrit ya da eşdeğeri bileşiklerin katılması rutin hale gelmiştir (26).

Yüksek yoğunluklarda nitratlı ve nitritli bileşikleri içeren besin maddeleri tüketici durumdaki insanlarda akut ve kronik zehirlenme riski yaratır. Akut zehirlenmelerde klinik semptomların ortaya çıkışı ve şiddeti methemoglobinemi olgusunun gelişmesiyle yakından ilgilidir. Nitrit iyonları hemoglobinin yapısında bulunan ferro şeklindeki demiri ferri demire indirgeyerek methemoglobin şekillenmesine neden olur. Böylece, eritrositler, dönüşümlü olarak oksijen bağlama ve taşıma niteliğini kaybederler (43). Bu nedenle akut olarak zehirlenmiş insanlarda kusma, huzursuzluk ve siyanozis ile ilgili belirtiler klinik tabloya hakim olur (9, 38, 39).

İlk kez dimetilnitrozamin bileşiğinin ratlarda karaciğer kanserine neden olduğu gerçeğinin anlaşılmasından sonra, farklı türden deney hayvanlarında kanser meydana getiren 100'den fazla N-nitrozo bile-

şiği incelenmiştir. Aynı gruptan bileşiklerin insanlarda da kanserojen etkili olabileceği göz önünde tutularak, doğal çevrede, besin çeşitlerinde ve biyolojik ortamlarda şekillenme olasılıkları ve başlıca bulaşma kaynakları yoğun biçimde araştırılmıştır (1, 11, 13, 24, 29).

Nitrozamin türevlerinin in vitro koşullarda oluşumunu açıklamağa yönelik yapılmış araştırmalarda nitroz aside dönüşmüş olarak bulunan nitritlerin dimetilamin, etilamin, morfolin ve propilamin gibi sekonder aminler ve N-substitue olmuş amidler ile kolayca tepkimeye girerek bu tür bileşiklerin şekillendiği anlaşılmıştır (24, 29).

Sekunder aminler başta olmak üzere, ön madde durumundaki diğer bileşiklerin et, balık, süt, kahve, kakao, tütün ve alkollü içkilerden suya kadar çok çeşitli hayvansal ve bitkisel kökenli besin maddelerinde yaygın olarak bulunduğu bilinmektedir (32, 33, 43). Öte yandan, doğal çevrenin oluşumuna katılan maddelerden nitrat ve nitritli bileşiklerin kaçınılmaz bir şekilde bütün canlı organizmalara geçtiği ve dolayısıyla besinlerimizin önlenemez kirleticileri konusunda oldukları da bir gerçektir (3, 8, 9, 15, 34, 35).

Yukarıda kısaca özetlenen gerçekler karşısında, hazırlanma şekilleri, ve doğal içeriklerinden başka, koruyucu, özgül renk oluşturu ve aroma verici amaçlarla nitratlı ve nitritli bileşikler ile zengin sekonder amin kaynağı oluşturan baharatların katılması nedenleriyle işlenmiş et ürünlerinin zengin birer N-nitrozo bileşikler kaynağı oluşturabileceklerine inanılmaktadır (11, 28, 43). Gerçekten de son yıllarda konuya ilişkin olarak yapılmış olan çok sayıdaki araştırmalarla (1, 17, 22, 24, 27, 35, 37) sağlanan sonuçlar bu görüşleri doğrular niteliktedir. Belirtilen sakıncalı durum, pekçok ülkede fark edildikten sonra işlenmiş et ürünlerinde nitrat ve nitritli bileşiklerin kullanılıp kullanılmayacağı hususu güncel bir tartışma haline gelmiştir. Buna bağlı olarak bazı ülkelerde kullanımı tümüyle yasaklanırken, bazılarında da önemli derecede kısıtlanmıştır (41-43).

Bu araştırma kapsamında, Ankara piyasasından sağlanan salam, sosis, sucuk ve pastırma gibi işlenmiş et ürünlerinde nitrat ve nitrit içeriğinin araştırılması; böyle ürünlerden doğabilecek toksisite ve kanserojenik etki risklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Metot

*Analiz materyali:* Ankara piyasasından ve Et ve Balık Kurumundan sağlanan 23 salam, 26 sosis, 30 sucuk, 11 pastırma ve 3 jöle

işkembe olmak üzere toplam 93 adet işlenmiş et ürünü örneği nitrat ve nitrit içeriği analizlerinde kullanıldı.

### *Ayırıcılar*

1- *Amonyum klorür tampon çözeltisi* (pH: 7.5-7.9): 10 g amonyum klorür 100 ml damıtık suda çözdürülüp, 20 ml % 25'lik amonyum hidroksit çözeltisi katılarak pH'sı 9.5'a ayarlandı ve hacmi deiyonize su ile 200 ml'ye tamamlandı. Bu çözelti, analizler aşamasında 1 / 10 oranında seyreltilerek kullanıldı.

2- *Çinko sülfat çözeltisi*: 120 g 7 Mol. suya sahip çinko sülfat litrelik bir balon jodede bir miktar deiyonize suda çözdürülerek hacmi 1 litreye ulaştırıldı.

3- *Sodyum hidroksit çözeltisi*: Arı sodyum hidroksidin damıtık suda % 2'lik çözeltisi kullanıldı.

4- *Kadmiyum sülfat çözeltisi* (0.14 M): Litrede 37 g 3 Cd SO<sub>4</sub> 8H<sub>2</sub>O içeren sulu çözelti hazırlandı.

5- *Çinko granülü*: B.D.H.

6- *Sülfanilamid çözeltisi*: 2.5 g sülfanilamid 175 ml su ve 20.75 ml glasiyal asetik asit karışımında çözdürülüp, koyu renkli şişeye doldurularak soğutucuda saklandı.

7- *N-(1-naftil) etilendiamin dihidroklorür çözeltisi (NED)*: % 60'luk asetik asit içerisinde % 0.1'lik olarak hazırlanan ayıraç, koyu renkli şişelerde ve soğutucuda korundu. Analizler süresince bu çözelti her hafta yenilendi.

8- *Renk ayıracı*: Analizler sırasında kullanılmak üzere, her analiz örneği için 5 ml sülfanilamid ve 2 ml de NED çözeltisi karıştırılmak suretiyle hazırlandı.

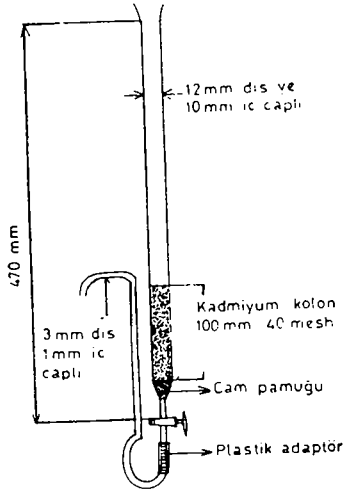
9- *Sodyum nitrat standard çözeltisi* (1 mg / ml'lik stok çözelti): 105°C'da 1 saat süreyle kurutulmuş arı NaNO<sub>3</sub>'den hassas bir şekilde 100 mg tartılıp, 100 ml'lik bir balon jodede bir miktar suda çözdürülüp, 10 ml NH<sub>4</sub>Cl tampon çözeltisi katıldıktan sonra su ile hacmi 100 ml'ye tamamlandı. Soğutucuda 1 hafta süreyle dayanıklı olan bu çözeltiden günlük olarak 0.5 ml alınıp 100 ml'ye seyreltilmek suretiyle 5 mikrogram / ml yoğunluklu çalışma standardı hazırlandı.

10- *Sodyum nitrit standard çözeltisi (1 mg / ml'lik stok çözelti):* 105 'C'da 1 saat süreyle kurutulan arı  $\text{NaNO}_2$ 'den 100 mg tartılıp 100 ml'lik balon jode bir miktar deiyonize suda çözdürüldükten sonra 20 ml  $\text{NH}_4\text{Cl}$  tampon çözeltisi katılarak su ile hacmin 100 ml'ye tamamlandı. Normal soğutucuda 1 hafta dayanıklı olan bu çözeltiden günlük analizler aşamasında 0.5 ml alınıp suyla 100 ml'ye seyreltilmek suretiyle 5 mikrogram / ml'lik çalışma standardı hazırlandı.

11- 0.1 N hidroklorik asit çözeltisi: Derişik  $\text{HCl}$ 'den 4.14 ml alınıp damıtık suyla 500 ml'ye seyreltilmek suretiyle hazırlandı.

*Aygitlar:*

- 1- Kadmiyum indirgeme kolonu (Şekil 1).
- 2- Spektrofotometre: Beckman B Model
- 3- Deiyonize su cihazı.
- 4- Homojenizatör: Virtis-23 Model.
- 5- Sıcak su banyosu ve gerekli cam malzemeler.



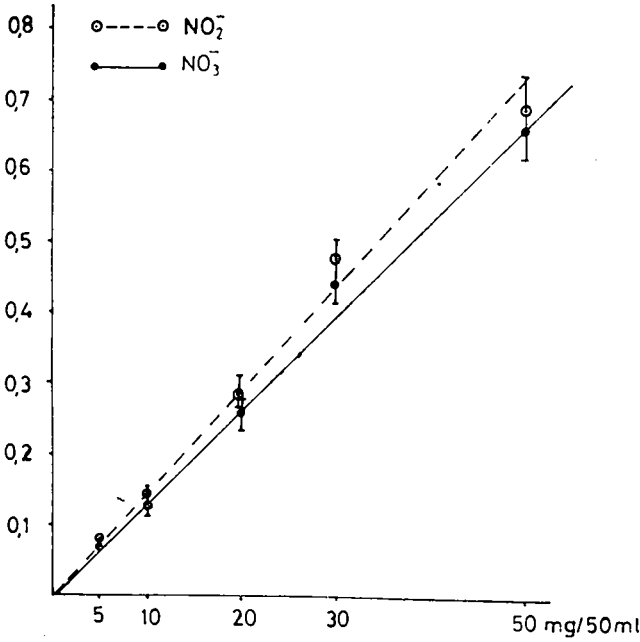
Şekil 1: Kadmiyum indirgeme kolonu  
(Cadmium reducing column)

### Metot

İşlenmiş et ürünlerinde bulunan nitrat ve nitrit içeriklerinin analizi amacıyla Sen ve Donaldson (34) tarafından önerilen yöntem laboratuvar koşullarımıza göre uyarlandı. Standard kalibrasyon eğrisi ve kadmiyum indirgeme kolonunun hazırlanması, örneklerden nitrat ve nitrit içeriklerinin ekstraksiyonu ile ölçüm aşamalarından oluşan yöntemin analiz işlemleri aşağıdaki başlıklar altında özetlenmiştir.

a) *Sodyum nitrit standard eğrisinin hazırlanması*: 50 ml'lik ölçü silindirlerine ayrı ayrı 0.0, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0 ve 10.0 ml hacimlerinde sodyum nitrit çalışma standardı ölçülerek, her birinin üzerine 9 ml amonyum klorür, 5 ml % 60'lık asetik asit çözeltisi katıldı. Bunların da üzerine en kısa sürede ayrı ayrı 7 ml renk ayırıcı katılarak deiyonize su ile hacimleri 50 ml ye ulaştırıldıktan sonra, renk gelişmesi için karanlık odada 25 dakika bekletildi. Bu sürede sonunda standard katılmadan hazırlanan çözelti kör olarak kullanılmak suretiyle diğer çözeltilerin absorbanı spektrofotometrede 500 nm'de okundu. Bulunan değerler esas alınarak milimetrik kâğıtta 50 ml hacimde mikrogram olarak bulunan sodyum nitrit yoğunluğuna karşı okunan absorbanlar işaretlenerek kalibrasyon eğrisi hazırlandı (Şekil 2).

b) *Kadmiyum indirgeme kolonunun hazırlanması*: 500 ml kadmiyum sülfat çözeltisi içeren bir erlenmayere yeterli kadar çinko granülü konularak 7 saat süreyle bekletildi. Bu süre sonunda sıvı içeriği döküldü ve çinko granülleri iki kez 500 ml damıtık su ile yıkandı. Erlenmayere 200 ml kadar damıtık su konularak su altında çalışmak koşuluyla çinko granülleri üzerinde biriken süngerimsi yapıdaki kadmiyum presipitatu ayrıldı. Kadmiyum içeriği karıştırıcı kabına aktarılarak su içeriğiyle birlikte 5-10 saniye süreyle yüksek devirde karıştırıldı. Islak halde iken uygun elekten geçirilerek 40 mesh çaplı partiküller elde edildi. Uygun bir beherglas içerisinde aralıklarla çalkalanarak 0.1 N HCl ile yıkandı ve asit içerisinde bir gece bırakıldı. Belirtilen işlemten sonra seyreltik asit içeriği dökülerek damıtık su ile yıkama işlemi iki kez tekrarlandı. İndirgeme kolonunun hazırlanması için Şekil 1'de görülen kolonun alt ucuna küçük bir cam pamuğu yumuşu yerleştirildi. Kolon suyla doldurulduktan sonra ortalama 12 cm yüksekliğe kadar kadmiyum katmanı oluşturacak şekilde süngerimsi kadmiyum tozu eklendi. Kolon musluğu ılımlı bir akıntı sağlayacak şekilde açılmak suretiyle kadmiyum katmanının



Şekil 2: Nitrit ve Nitrat standart eğrileri  
(Standart calibration curve of nitrate and nitrite)

yerleşmesi sağlandı. Daha sonra kadmiyum katmanının üst kısmına da uygun bir cam pamuğu yumağı yerleştirildi. Böylece hazırlanan kolondan sırayla 25 ml 0.1 N HCl ve iki kez de 25 ml'lik amonyum klorür tampon çözeltisi geçirilmek suretiyle etkinlik rejenere edildi. Kullanıldığı sürece damıtık suyla dolu tutulan kolon, günlük analizlerden önce yukarıda belirtildiği şekilde tekrar rejenere edilerek indirgeme işleminde kullanıldı. Etkili bir indirgeme işleminin sağlanabilmesi için kolondan geçen sıvı akış hızı 4.6 ml/dakika olacak şekilde ayarlandı.

c) *Kolon etkinliğinin ölçülmesi:* Bu amaçla belli hacimlerdeki sodyum nitrat çalışma standardının sodyum nitrite indirgenme oranları esas alındı. Şöyle ki; 0.0, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0 ve 10.0 ml sodyum nitrat çalışma standardından ayrı ayrı 50 ml'lik ölçü silindirlerine konularak hacimleri deiyonize su ile 10 ml'ye ulaştırıldı. Hepsine de 5 ml tampon çözeltisi katıldıktan sonra indirgeme kolonundan geçirdi. İndirgenmiş çözeltiye 5 ml asetik asit ve 7 ml de renk ayırıcı



katıldıktan sonra toplam hacmi deiyonize su ile 50 ml'ye ulaştırıldı. Karışım iyice çalkalandıktan sonra renk gelişmesi için karanlık odada 25 dakika bekletildi. Bu süre sonunda elde edilen renkli çözeltilerin absorpsiyonu kör örneğine karşı okunmak suretiyle sodyum nitrit standard eğrisi çizildi (Şekil 2). Kullanılan çözeltilerin sodyum nitrat miktarı esas alınarak, kolon verimliliğinin % 90'ın üstünde bulunduğu koşullarda örneklerin analizine geçildi. Daha düşük bulunduğu durumlarda ise rejenerasyon işlemi tekrarlandı.

d) *Ekstraksiyon ve arıtma işlemi*: Hassas bir şekilde tartılan 100 g nümune ufak parçalara bölündükten sonra 5 dakika süreyle homojenize edildi. Homojenizatör kabında 5 g homojenizat tartılarak üzerine 35 ml deiyonize su ve 2 ml de % 2'lik sodyum hidrosit çözeltisi katılıp 5 dakika yüksek devirde karıştırıldı. Elde edilen karışımın pH'sı ölçüldü. pH değeri düşük bulunan örnekler için pH: 7-8 arasında kalacak şekilde dikkatlice % 2'lik sodyum hidrosit çözeltisi katıldı. Daha sonra 100 ml'lik ölçü kabına aktarılan sıvı içerik, ısı 50-60 °C arasında tutulan bir sıcak su banyosuna yerleştirildi ve karışım ısısının da aynı dereceye ulaşması için 30 dakika kadar bekletildi. Bu süre sonunda analiz örneğine 5 ml çinko sülfat çözeltisi katılarak 50 °C'da 10 dakika süreyle tutuldu. Soğuk su banyosunda oda ısısına kadar soğutulan örnek sıvı içeriğinin hacmi deiyonize su ile 100 ml'ye tamamlandı. İyice karıştırıldıktan sonra süzülde. Elde edilen ilk 10 ml'lik filtrat atıldı ve geri kalan filtratın sodyum nitrit içeriği aynı gün ölçüldü.

e) *Sodyum nitrit ölçümü*: Örnek filtratından 5 ml (1-10 ml arasında) ölçülerek 50 ml'lik ölçü silindire aktarıldı. Üzerine 9 ml amonyum klorür tamponu, 5 ml % 60'lık asetik asit ile 7 ml renk ayırıcı katıldı. Karışımın hacmi deiyonize su ile 50 ml'ye tamamlandıktan sonra karıştırıldı ve renk gelişmesi için 25 dakika bekletildi. Bu süre sonunda filtrat yerine deiyonize su kullanılarak hazırlanan kör örneğine karşı analiz örneklerinin absorpsiyonu ölçüldü. Kaydedilen absorpsiyon değeri sodyum nitrit için hazırlanmış standard kalibrasyon eğrisine uygulanmak suretiyle, analizde kullanılan filtrat hacminin karşılığı olan nitrit miktarı mikrogram olarak saptandı. Analiz aşamasında yapılan sulandırma faktörleri de dikkate alınarak, analiz örneğinin sodyum nitrit içeriği aşağıdaki formül yardımıyla ppm veya mg / kg cinsinden hesaplandı.

$$\text{ppm NaNO}_2 = \frac{100 \times \text{standard kalibrasyon eğrisinden okunan NaNO}_2 \text{ miktarı (mikrogram / 50 ml yoğunluk)}}{\text{gram cinsinden analiz örneği} \times \text{ml cinsinden analizde kullanılan filtrat miktarı}}$$

f) *Sodyum nitrat ölçümü*: Ekstraksiyon aşamasında elde edilen filtrattan 5 ml alınarak (1-10 ml arasında) aynı hacimdeki amonyum klorür tampon çözeltisiyle karıştırıldı. Daha önce hazırlanarak etkinliği denenmiş indirgeme kolonundan geçirildi. Tutulan sodyum nitrat artıklarının da sürüklenebilmesi için kolondan 15 ml deiyonize su geçirildi. Elde edilen eluat ve yıkama sıvıları 50 ml'lik ölçü silindirinde birleştirilerek üzerine 5 ml % 60'lık asetik asit çözeltisi ve 7 ml de renk ayırıcı katıldı. Daha sonraki aşamalar önceki bölümlerde tekrarlanmak suretiyle elde edilen renkli çözeltinin absorbansı kör deneyine karşı okundu. Kaydedilen absorbans değeri sodyum nitrat standard eğrisine uygulanarak ölçüme esas alınan örnek eluatının içerdiği total nitrit yoğunluğu (indirgenen NO<sub>3</sub>, var olan NO<sub>2</sub>) saptandı. Böylece bulunan total nitrit miktarından, önceden saptanan serbest nitrit miktarı çıkardıldı. Nitrata ekimolar çevirmeyi sağlamak için son bulunan değer 1.348 faktörü ile çarpıldı ve aşağıdaki formülden yararlanılarak örnekteki nitrat yoğunluğu ppm cinsinden hesaplandı.

$$\text{ppm NaNO}_3 : \frac{100 \times \text{mikrogram cinsinden bulunan NaNO}_2 \text{ (var olan + indirgenmiş olan)}}{\text{gram cinsinden analiz örneği} \times \text{ml olarak alınan filtrat}} - \text{mg serbest NaNO}_3 \times 1.348$$

### Bulgular

Nitrat ve nitrit içeriği yönünden analizi gerçekleştirilen 93 adet işlenmiş et ürünü örneğinin üretici firmalara ve çeşidine göre dağılımı ile örnekleme dönemi tarihleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Örneklerin hepsinde nitrat ve nitrit varlığı saptanmıştır. Bireysel analiz sonuçlarının ürün ayrımı yapılmaksızın en düşük ve en yüksek değerler bakımından incelenmesiyle nitrat yoğunluğunun 5.39-862.4 ppm ve nitrit yoğunluğunun da 4-180.0 ppm düzeyleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Böylece en düşük ve en yüksek nitrat yoğunluğu değerleri arasında 160 ve nitrit değerleri arasında da 45 katına varan ayrımların bulunduğu farkedilmiştir.

Tablo 1. İşlenmiş et ürünü örneklerinin üretici firmalara örnekleme tarihi ve ürün çeşitlerine göre dağılımı

Firmalar	İşlenmiş Et Ürünü Çeşitleri ve Sayıları					
	Örnekleme tarihi	Salam	Sosis	Sucuk	Pastırma	Jöle İşkembe
Ankara Salam-Sosis Fabrikası	22.6.1983-13.11.1983	7	6			
Apikoğlu Et Sanayi İstanbul	22.6.1983-2.1984			6		
Başkent Salam-Sosis Fabrikası	3.5.1983-16.2.1984	5	6			
Beşler Et Sanayi Kayseri	22.6.1983-26.12.1983			5	6	
Coşkun Et ve Mamulleri Sanayi-İstan.	1.6.1985-2.1984	5	6			
Etsan-TAŞ Erzincan	Mayıs-Aralık 1983			3		
Et ve Balık Kurumu Ankara	5.8.1983-5.1984	6	8	10		3
Harmancı Et Sana. Kayseri	22.6.1983-16.1.1984			6	5	

Bireysel analiz sayısının fazla olması ve oldukça geniş değer limitleri arasında dağılım göstermesi nedeniyle, her birinin ayrı ayrı verilmesi yerine belli değer gruplarında toplanarak, Tablo 2'de görüldüğü gibi frekans çizelgesi haline getirilmiştir. Tablo 2 hazırlanırken bireysel değerlerin rastlantı sıklığı dikkate alınarak 200 ppm'e kadar olan sonuçlar için 10 ppm'lik ve daha yüksek sonuçlar için de 25, 50, 100 ve 463 ppm'lik frekans grupları oluşturulmuştur.

Yoğunluk değerlerinin dağılımı bakımından Tablo 2'deki verilerin incelenmesiyle bireysel nitrat analizi sonuçlarından % 31.16'sının 100 ppm'in altında, % 37.64'ünün 100-200 ppm'lik, % 22.58'inin 200-400 ppm'lik değerler arasında kaldığı ve % 6.46'sının da 400 ppm den daha yüksek düzeylerde bulunduğu anlaşılmıştır. Bireysel nitrit analizi sonuçlarının ise; % 86.04'ünün 100 ppm'in altında ve % 11.82'sinin de 100-200 ppm'lik düzeyler arasında kaldığı belirlenmiştir. Ancak her bir örnekte bulunan nitrat değerleri de nitrit eşdeğeri olarak ele alınıp tepkimeye girebilen eşdeğer total nitrit içeriği yönünden değerlendirildiğinde, analiz örneklerinden % 48.60'

Tablo 2. İşlenmiş et ürünlerinde saptanan nitrat ve nitrit değerlerinin yoğunluk gruplarına göre dağılımı.

Yoğunluk grupları ppm veya mg / kg	İşlenmiş Et Ürünü Çeşitleri									
	Salam		Sosis		Sucuk		Pastırma		J. İşkembe	
	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>
4.0- 10.0		1		1	1	5		1		1
11.0- 20.0	1	1		1	4	4		3		1
21.0- 30.0		3		4	4	7		1		1
31.0- 40.0	1	1		5	1	6		2		
41.0- 50.0		3		2	1	2		3		
51.0- 60.0		2	1	2		1	1		2	
61.0- 70.0	1	3	1	1			3			
71.0- 80.0		2		1			3		1	
81.0- 90.0		1		3	2		1			
91.0-100.0		3	2	3						
101.0-110.0		1	3				1			
111.0-120.0		1	1			1	1			
121.0-130.0			1		1	1				
131.0-140.0			1		1					
151.0-160.0				1	1	1				
161.0-170.0	2		1		1	1				
171.0-180.0		2	2	1		1				
181.0-190.0	3		2		3					
191.0-200.0	3				1					
201.0-225.0	3		2							
226.0-250.0	4		3	1	3					
251.0-300.0	2				3					
301.0-400.0			2							
401.0-863.0	4				2					
Toplam	24	24	22	26	29	30	10	10	3	3

mın 100 ppm'den düşük, % 24.73'ünün 100-200 ppm arasında ve % 26.67 sinin de 200 ppm'den daha fazla total nitrit içerdiği anlaşılmıştır.

Analiz örneklerinde bulunan nitrat ve nitrit içeriğinin ortalama düzeylerini belirleyebilmek amacıyla, bireysel analiz sonuçları et ürünü çeşidine göre gruplandırılarak istatistik yönden değerlendirilmiştir. Hesaplanan ortalama yoğunluk değerleri ve standard hataları Tablo 3'de sıralanmıştır. Bu tabloda toplanan verilerin gerek ayrı ayrı ortalama nitrat ve nitrit yoğunlukları ve gerekse tepkimeye girebilecek eşdeğer total nitrat içeriği yönünden karşılaştırılmasıyla, salam örneklerinin en fazla nitrit içerdiği, bunu sırasıyla sosis, sucuk, pastırma ve jöle işkembe örneklerinin izlediği belirlenmiştir. Aynı tabloda sucuk ve pastırma örneklerine ilişkin total nitrit içeriğinin salam ve sosis örneklerine yakın düzeyde hesaplanmış olması dikkat çekici bulunmuştur.

Tablo 3. İşlenmiş et ürünü örneklerinde saptanan ortalama nitrat ve nitrit yoğunlukları.

Ürün çeşitleri	Nitrat içeriği (ppm)			Nitrit içeriği (ppm)		
	$\bar{X}$	S	% V	$\bar{X}$	S	% V
Salam	214.19	180.28	84.17	64.45	180.28	89.63
Sosis	143.63	146.74	102.19	94.25	73.76	78.22
Sucuk	155.87	202.86	130.12	30.93	38.56	124.79
Pastırma	28.62	4.48	17.22	79.79	13.73	16.92
Jöle işkembe	15.33	8.36	18.96	61.37	11.61	54.71

Farklı firmalar tarafından üretilen işlenmiş et ürünlerinde bulunan nitrat ve nitrit içerikleri arasındaki ayrımın ortaya konulabilmesi amacıyla bireysel analiz sonuçları firmalara ve ürün çeşitlerine göre gruplandırılarak istatistik yönden değerlendirilmiştir. Böylece her firma tarafından üretilen ürün çeşitlerine göre hesaplanan ortalama nitrat ve nitrit yoğunlukları Tablo 4'de gösterilmiştir. Gerek tablo 4'de verilen ortalama nitrat ve nitrit değerleri ve gerekse tepkimeye girebilen eşdeğer nitrit düzeyi yönünden yapılan karşılaştırmalar sonucunda, farklı firmalar tarafından üretilen aynı çeşitten ürünlerin nitrat ve nitrit içerikleri arasında önemli farklılıkların bulunmadığı anlaşılmıştır.

Tablo 4: Farklı firmalar tarafından üretilen işlenmiş et ürünü çeşitlerinde hesaplanan ortalama nitrat ve nitrit yoğunlukları (ppm veya mg / kg olarak)

Üretici firmalar		İşlenmiş et ürünü çeşitleri									
		Salam		Sosis		Sucuk		pastırma		Jöle işkembe	
		No <sub>3</sub>	No <sub>2</sub>	No <sub>3</sub>	No <sub>2</sub>	No <sub>3</sub>	No <sub>2</sub>	No <sub>3</sub>	No <sub>2</sub>	No <sub>3</sub>	No <sub>2</sub>
Ankara Salam-Sosis Fabrikası	̄	281.3	52.3	153.8	60.3						
	S	174.1	59.2	35.6	17.3						
	% V	61.9	113.2	23.1	28.6						
	Min.	32.3	4.2	104.4	38.6						
	Max.	563.4	180.0	213.5	84.4						
Apikoğlu Et Sanayi İstanbul	̄					20.8	18.1				
	S					14.8	8.2				
	% V					3.8	25.0				
	Min.					5.3	6.0				
	Max.					51.1	28.0				
Başkent Salam-Sosis Fb. Ankara	̄	188.9	39.0	180.4	60.9						
	S	12.2	9.9	34.3	26.4						
	% V	6.4	25.6	19.1	44.0						
	Min.	168.5	25.4	227.2	23.4						
	Max.	206.7	51.3	227.3	90.4						
Beşler Et Sanayi Kayseri	̄					148.8	21.4	90.9	41.5		
	S					64.2	10.7	18.5	12.8		
	% V					2.2	2.0	20.4	12.8		
	Min.					19.5	10.9	68.4	33.7		
	Max.					187.4	41.4	116.4	48.2		

Tablo 4'ün devamı

Coşkun Et ve Mamülleri San. İst.	$\bar{X}$	223.0	92.0	169.0	42.9						
	S	19.4	4.9	56.5	177.8						
	% V	8.7	5.3	33.4	414.4						
	Min.	192.3	74.3	96.3	8.3						
	Max.	246.6	102.5	241.5	94.7						
Ersan TAŞ Erzincan	$\bar{X}$					146.8	21.4				
	S					5.6	5.3				
	% V					3.8	25.0				
	Min.					20.33	16.9				
	Max.					36.4	28.4				
Et ve Ealık Kurumu	$\bar{X}$	234.3	98.5	169.2	94.3	258.8	31.0			61.4	15.3
	S	163.4	40.6	101.2	73.2	203.8	14.2			11.6	8.37
	% V	69.7	41.2	59.8	78.2	78.0	46.0			18.9	54.7
	Min.	16.8	68.0	59.3	27.0	27.6	8.0			52.4	4.0
	Max.	447.4	180.0	394.9	232.0	862.4	54.0			77.8	24.0
Harmancı Et Sanayi Kayseri	$\bar{X}$					252.7	127.1	68.6	15.7		
	S					33.3	52.3	8.9	4.3		
	% V					13.2	41.2	12.9	27.7		
	Min.					190.1	20.4	56.6	10.0		
	Max.					291.1	176.1	81.3	22.6		

### Tartışma ve Sonuç

Çeşitli besin maddelerinde bulunan nitrat ve nitrit içeriklerinin ölçülmesi amacıyla ya nitritin nitrate oksitlenmesi ya da nitratın nitrite indirgenmesi esaslarına dayanan iki farklı yöntem seçeneğine başvurulur. Bunlardan total nitrat ölçümü esasına dayanan yöntemlerin özellikle düşük düzeylerde nitrat ve çözünebilir organik madde içeren örneklerde hatalı sonuçlar verme olasılığının yüksek olması nedeniyle, son yıllarda nitrit ölçümü esasına dayanan yöntemlere daha fazla itibar edilmektedir (40). Bu nedenle bütün dünyada yaygın biçimde kullanılmaktadır (43).

Total nitrit ölçümünde kullanılan yöntemlerde ilke olarak bakır, çinko, hidrazin sülfat ve kadmiyum gibi çeşitli indirgeyici ajanlar kullanılarak ortamdaki nitrat içeriği nitrite indirgenir. Böylece oluşturulan total nitrat içeriği diazolama ve kenetleme belirteçleriyle renkli komplekslere dönüştürülmek suretiyle spektrofotometrik ölçümlerde kullanılır. Ancak yukarıda sıralanan indirgeyici ajanların çoğunluğu ya yetersiz indirgeyici etkinlik gösterebilmekte ya da nitriti amonyaka kadar indirgeyebilmektedir. Bu alanda yapılmış araştırmaların hemen hepsinde süngerimsi kadmiyum ile yapılan indirgeme işleminin en güvenli seçeneği oluşturduğu görüşünde birleşmektedir (20, 30, 40).

Bu araştırma kapsamında işlenmiş et ürünlerinde bulunan nitrat ve nitrit içeriğinin ölçümü için Sen ve Donaldson (34) tarafından önerilen bir yöntem seçilmiştir. Laboratuvar koşullarımıza göre bazı uyarlamalar yapılan bu yöntemde nitrat içeriğinin nitrite indirgenmesi amacıyla süngerimsi kadmiyum ile hazırlanmış indirgeme kolonu kullanılmıştır. Özellikle pH 9.5-9.7 değerleri arasında kolondan geçen ekstrakt sıvısının akış hızı 4.6 ml / dakika olacak şekilde ayarlandığında ve her kullanımdan sonra kolon rejenere edildiğinde ortamdaki nitratın % 98-100 oranında nitrite indirgendiği geri alım denemeleriyle doğrulanmıştır (21).

Çalışma kapsamında analizi gerçekleştirilen örneklerin hepsinde nitrat ve nitrit varlığına rastlanmıştır (Tablo 2). İlk aşamada doğal çevrenin oluşumuna katılan bu bileşiklerin hayvansal kökenli besinlerde bulunması da normal bir olgu olarak kabul edilebilir (2, 10). Ancak, beş ayrı grupta toplanan analiz örneklerinde ortalama ürün değeri olarak 15.33-214.19 ppm arasında nitrat ve 30.93-79.79 ppm



düzeyleri arasında da nitrit saptanmış olması (Tablo 3), söz konusu ürünlerde olağan dışı nitrat ve nitrit varlığını vurgulamaktadır. Çünkü besin değeri olan normal hayvanlardan elde edilen et ve et ürünlerinde 0.2 mikrogram / g (0.2 ppm) dolayında doğal nitrat ve nitrit içeriği bulunabileceği kaydedilmektedir (8, 9, 43). Öte yandan, Wriğth ve Davison (44) tarafından gerçekleştirilen kronik toksisite denemelerinde 6-12 ay süreyle 0.0, 100.0 ve 150 mg / kg / gün dozlarında sürekli nitrat yedirilen sığırların etlerinde ortalama 2.5 ppm düzeyinde nitrat varlığı ölçülebilmştir. Dolayısıyla sürekli yüksek düzeylerde nitrat ve nitrit alımı sonucu et ürünlerine yansıyan bu bileşiklerin insan sağlığı açısından ihmal edilebilir düzeylerde kirlilik yarattığı kabul edilmektedir (8, 12, 42, 43).

Yukarıda özetlenen literatür bilgilerin ışığında analiz örneklerini oluşturan işlenmiş et ürünlerinde bulunan nitrat ve nitrit içeriklerinin hazırlanma aşamasında bilinçli olarak bu tür ürünlere katıldığı gerçeği kolayca değerlendirilebilir. Nitekim, bireysel analiz sonuçlarında 5.39 ppm'den daha düşük nitrat ve 4.0 ppm'den daha az nitrit değerlerine rastlanmamış olması ve ürünlerde saptanan ortalama nitrit değerlerinin doğal değerlerden 76.65-1070.95 kez ve nitrit değerlerinin de 154.65-498.95 kez daha yüksek bulunmuş olması bu durumu açıkça ortaya koymaktadır. Sorgulenen gerçekler ise, ülkemizde işlenmiş et ürünü hazırlayan belli başlı firmalarda üretim aşamasında ürün ayrımı gözetilmeksizin nitrat ve nitritli bileşiklerin aşırı ölçülerde kullanıldığını vurgulamaktadır.

İşlenmiş et ürünlerinde nitrat ve nitrit varlığının araştırılmasına yönelik yapılmış literatür kaynaklara göz atıldığında: Panalaks ve Ark (26)'ı Kanada'da üretilen 197 adet işlenmiş et ürünü örneğinde ortalama olarak 181 ppm (0-3467 ppm) nitrat ve 28 ppm (0-252 ppm) nitrit varlığı saptanmıştır. Cidoncha (7) tarafından gerçekleştirilen benzeri bir çalışmada İspanya'da üretilen 100 adet işlenmiş et ürünü örneğinden 31'inde 0.0-31.0 ppm değerleri arasında nitrit bulunmuştur. Buna karşın, Nordal ve Ark. (25)'i Norveç'te tüketilen koyun sosisi, kaynamış jambon ve cervales sosislerinden oluşan 43 örnekten 20'sinde 0-10 ppm arasında, 4'ünde 60 ppm ve koyun sosisinde de 140 ppm düzeyinde nitrit değeri ölçmüşlerdir. Aynı şekilde Cessario ve Ark. (6)'ı İtalya'da pazarlanan 90 adet mordatella sosisinde ortalama değer olarak 24.14 ppm nitrat ve 9.5 ppm nitrit varlığı saptamışlardır. Benzeri amaçla Japonya'da gerçekleştirilmiş bir araştırmada (23)'da jambon, sosis ve domuz pastırımalarından oluşan

toplam 64 adet örnekten 16'sında 1-10 ppm arasında nitrit varlığı belirlemişlerdir. Öte yandan, Schocken ve Ark. (31)'i Brezilya'da üretilen 3 ayrı markadan oluşan toplam 63 adet sosis, jambon ve pastırma örneklerinde 40-70 ppm arasında nitrit değeri ölçmüşlerdir. Nihayet, Tezcan (38) tarafından Türkiye'de gerçekleştirilmiş benzeri bir araştırmada ise, Et ve Balık Kurumu dahil 5 ayrı firmanın üretiminin temsil eden 50 adet sosis örneğinde nitrit içeriklerini saptamıştır. Çalışma sonuçlarına göre, E.B.K. sosis örneklerinde saptanan ortalama nitrit içeriği, Gıda Maddeleri Tüzüğünde öngörülen limitlerin altında kalırken, diğer firmalara ait örneklerde ölçülen ortalama değer olarak 262.5-335.2 ppm düzeyleri arasındaki nitrit yoğunluklarının aynı tüzükte öngörülen limitlerin çok üstünde bulunduğu kaydedilmektedir.

Bu çalışma kapsamında, işlenmiş et ürünü çeşitlerinde ortalama değer olarak saptanan nitrat ve nitrit yoğunlukları (Tablo 3 ve 4) diğer ülkelere ilişkin olarak verilen benzeri ürün değerleriyle karşılaştırıldığında; İspanya, Norveç, İtalya, Japonya ve Brezilya'da gerçekleştirilmiş araştırmaların sonuçlarından anormal sayılacak derecelerde yüksek olmasına karşın, Kanada ve Türkiye'de üretilen ürünlerde saptanan sonuçlarla büyük ölçüde uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Bu durum ise, Türkiye'de pazarlanan et ürünleri üretiminde sürekli olarak Gıda Maddeleri Tüzüğünde öngörülen musaade limitlerinin üstünde nitrat ve nitrit kullanıldığını vurgulamaktadır.

Analiz örneklerinde saptanan bireysel analiz sonuçlarından (Tablo 2) nitrat değerlerinin 5.39-862.4 ppm ve nitrit değerlerinin de 4.0-180.0 ppm arasında değişen önemli ayrımlara göstermesi ve % 52.6'sının da tepkimeye girebilir total nitrat içeriği bakımından pek çok ülkede yasal limit olarak uygulanan 200 ppm'lik limitin (6, 18, 26, 43) üstünde bulunması, üzerinde durulması gerekli olan önemli bir bulgu niteliğindedir. Çünkü bu durum Türkiye'de sürdürülen her çeşitten et ürünleri üretiminde ayırım gösterilmeksizin sakıncalı düzeylerde nitratlı ve nitritli bileşiklerin kullanıldığını ve etkin bir denetimin yapılmadığını ortaya koymaktadır.

Dünya Sağlık Örgütüncü (43) nitrat ve nitritlerin sakıncasınca günlük alım limitleri, doğal kaynaklardan gelenlere ek olarak nitratlar için 5 mg/kg ve nitritler için de 0.4 mg/kg olarak belirlenmiştir. Aynı örgüt tarafından getirilen uygulamalarda salam ve sosis gibi bazı işlenmiş et ürünlerine koruyucu ve teknolojik amaçlarla belli

oranlarda nitrat ve nitritlerin katılabileceği kabul edilmiştir. Ancak, böyle ürünlerin tüketiminden doğabilecek sağlık sakıncalarının önlenmesi için de, 100 g ürünün 50 mg'dan fazla nitrat veya 20 mg'dan daha fazla nitrit içeriğinin bulunmaması öngörülmüştür (8,43). Belirtilen uygulamalar daha sonraki yıllarda aynen benimsenmiştir (36, 37).

Yukarıda özetlenen uluslararası uygulamalar da ülkemizde üretilen işlenmiş et ürünü çeşitlerinden büyük çoğunluğunun insan sağlığına aykırı bir durumda olduğunu ergilemektedir. Bununla beraber analiz örneklerinde saptanan ortalama değerler ve bunların tüketim boyutları göz önünde tutulduğunda, bugün için tüketici insanlarda akut bir zehirlenme riski oluşturmadıklarını ve kronik toksisite riskinin de ihmal edilebilir boyutlarda kaldığını belirtmek gerekir.

Nitrozamin türevlerinin güçlü birer kanserojenik madde oldukları anlaşıldıktan sonra (13, 14), oluşma yolları ve başlıca kaynaklarını belirlemeğe yönelik araştırmalar yoğunlaşmıştır (43). Amin-nitrit etkileşmesi sonucu in vivo ve in vitro koşullarda şekillenebildikleri saptanan bu gruptan bileşiklerin özellikle işlenmiş et ve balık ürünlerinde bulunabilecekleri anlaşılmıştır (24, 32, 33). Çünkü işlenmiş et ürünlerine koruyucu ve bazı teknolojik amaçlarla katılan nitratlı ve nitritli bileşikler ile baharat çeşitleri nitrozamin türevlerinin başlıca ön maddelerini oluşturmaktadır (11, 34, 35). Et ürünleri endüstrisinde karşılaşılan yaygın nitelikli bir sorun olarak kabul edilen bu sakıncalı durum, özellikle nitritlerin reaktif bir ön madde oluşturması, baharatların fazlaca sekonder amin içermesi (33), pişirme, tütsüleme ve kızartma gibi ısıl işlemlerin de katalitik etkisiyle nitrozamin türevlerinin şekillenmesine bağlanmaktadır (24, 27).

Yukarıdaki açıklamalardan da kolayca anlaşılacağı üzere, son 15-20 yıllık süreçte konuya ilişkin olarak ortaya konmuş bilimsel veriler işlenmiş et ürünlerine katılan nitratlı ve nitritli bileşiklerin doğrudan akut ve kronik etki yapmalarının ötesinde, oluşumuna katıldıkları nitrozamin türevleri aracılığıyla da geniş ölçekte kanserojen etki riski yarattıklarını doğrulamaktadır (1, 2, 8, 11, 26). Belirtilen gerçeğin anlaşılması üzerine, pek çok gelişmiş ülkede bu tür ürünlerde nitrozaminlerin şekillenme koşulları, rastlantı sıklığı ve kirlenme boyutlarını belirlemeğe yönelik çalışmalara hız verilmiştir (15, 43). Bu hususta da fikir sahibi olabilmek amacıyla günümüze değin yayınlanmış belli başlı araştırma sonuçları şöylece genelleştirilerek özetlenmiştir:

Çeşitli ülkelerde nitritli bileşikler katılmış pastırma örneklerinde 0.8–20 ppb N-nitrozodimetilamin, 0.2–4.43 ppb N-nitrozodietilamin, 0.6 ppb N-nitrozodibutilamin (32, 33), 0.6–31 ppb N-nitrozopiperidin ve 0.4–207 ppb yoğunlukları arasında da N-nitrozopirrolidin varlığı saptanmıştır (16, 27, 33.). Normal, frankfurter ve bologna tipi sosisler ile salam çeşitlerinde 0.1–80 ppb N-nitrozodimetilamin (24, 33, 41, 43) çeşitleri saptanırken, baharatlı jambon çeşitlerinde de 1.0–8.0 ppb N-nitrozodimetilamin, 4.0–8.0 N-nitrozopiperidin ve 6.0–54.0 ppb düzeyleri arasında da N-nitrozopirrolidin varlığına rastlanmıştır (16, 26, 27, 28).

Nitrozamin türevlerine yönelik olarak bütün dünyada beliren aşırı ürperti karşısında, ülkemizde tüketilen işlenmiş et ürünlerinden kaynaklanan belli düzeyde bir karsinojenik etki riskinin olup olmadığı hususunun ortaya konulabilmesi amacıyla, bu çalışmanın materyalini oluşturan analiz örnekleri üzerinde nitrozamin türevleri analizleri de gerçekleştirilmiştir (37). Ayrı bir yayın halinde değerlendirilmiş olan bu araştırma (37)'nin bireysel analiz sonuçlarına göre en düşük ve en yüksek değerler olarak 0.05–117.07 ppb arasında N-Nitrozodimetilamin (% 96.6), 0.02–73.17 ppb yoğunlukları arasında N-nitrozopiperidin (% 55.5), 0.02–65 ppb düzeylerinde N-nitrozopirrolidin (% 63.3), 0.02–8.16 ppb diğerleri arasında N-nitrozodimetilamin (% 43.3) ve 0.01–4.86 ppb düzeyleri arasında da N-nitrozopropilamin (% 30) varlığı saptanmıştır. Total nitrozamin içeriği olarak da salam 20.743 ppb, sucuk 17.747 ppb, jöle işkembe 10.479 ppb, sosis 9.241 ppb ve pastırma 2.272 ppb olarak hesaplanmıştır.

Çeşitli ülkelerde tüketilen işlenmiş et ürünlerinin nitrozamin içeriklerine ilişkin yukarıda toplanan rakamsal verileri, Ankara piyasasından sağlanan et ürünlerinin analiz bulgularıyla karşılaştırılması sonucunda analiz örneklerinde karşılaşılan kirlenme sıklığının (% 30–96.6) diğer ülkelerde karşılaşılanlara göre (% 10–90) daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Öte yandan ayrı ayrı nitrozamin türevleri için belirlenen en düşük ve en yüksek değerlerin literatürlerde belirtilen aynı konumdaki değerlerle yakın limitler içerisinde bulunduğu belirlenmiştir. Bu durum ise ülkemizde tüketime sunulan işlenmiş et ürünlerinin yüksek yoğunluklarda nitrath ve nitritli bileşiklerin kullanımına bağlı olarak sakıncalı düzeylerde nitrozamin türevleri içerebileceği gerçeğini vurgulamaktadır. Çünkü konuya

ilişkin yayınlanmış yabancı araştırmaların (1, 6, 8, 15, 22, 24, 34) hemen hepsinde benzeri bulgular tehlikeli olarak nitelendirilmektedir.

Sonuç olarak, çalışmayla sağlanan bulguların literatür verileri ışığında değerlendirilmesiyle, Ankara piyasasından sağlanan işlenmiş et ürünü örneklerinin hepsinde insan sağlığı açısından sakıncalı kabul edilebilen düzeylerde nitrat ve nitrit varlığı saptanmıştır. Bu durumun kaçınılmaz bir sonucu olarak, aynı ürün çeşitlerinde anlamlı yoğunluklarda kanserojen etkili nitrozamin türevlerinin şekillendiği belirlenmiştir. Önümüzdeki yıllarda aynı üretim teknolojisi ve denetim eksikliğinin devam etmesi halinde, bu tür ürünlerin tüketimine bağlı olarak geniş boyutlu ve sürekli bir sağlık sakıncası riskinin doğabileceği görüşüne varılmıştır.

#### Kaynaklar

1. Arcos, J.H. (1978). *An overview part 1: Cancer: Chemical factors in the environment*. Intern. Laboratory, 8: 105-113.
2. Bolin, B. and Arrhenius, E. (1977). *An essential life factor a graving environmental hazard*. Report from Nobel Symposium No: 38, Ambio, 6 (2-3): 96-105.
3. Broekhoven, Z.W. and Davies, J.A.R. (1981). *The analysis of volatil N-nitrosamines in the rumen fluids of cows*. Neth. J. Agric. Sci., 29: 173-177.
4. Brown, J.R. and Smith, G.E. (1976). *Nitrate accumulation in vegetable crops as influenced by soil fertility practices*. Colombia University of Missouri, pp. 43.
5. Case, A.C. (1957). *Some aspects of nitrate intoxication in livestock*. J.A.V.M.A., 130: 323-329.
6. Cessario, G., Luppi, G. and Panizzi, A. (1978). *Nitrosamines in meat products containing nitrates and nitrites II*. Italian Mordatella Industria Alimentaria, 17 (1): 45-46.
7. Cidocha, F.S. (1971). *Problems of utilisation of nitrates and nitrites in the technology of meat products*. Alimentaria, 8: 40-43.
8. Committe on Food Protection (1973). *Toxicants occuring naturally in foods*. National Academy of Science, Washington D.C., 7-25.
9. Committe on Nitrate Accumulation (1972). *Accumulation of nitrate*. Washington D.C., National Academy of Science, 48.
10. Commoner, B. (1970). *Threats to the integrity of the nitrogen cycle*. In Singer, F.S. Ed. Global effect of environmental Pollution. N.Y. Springer Werlag, 70-95.
11. Cooper, P. (1976). *Ditary nitrosamines*. Ed. Cosmet. Toxicol., 14: 205-217.

12. Davison, K.L., Hansen, W., Krook, L., McEntec, K. and Writh, M.S. (1964). *Nitrate toxicity in dairy heifers*. 1: Effects of reproduction, growth, lactation and Vit. A nutrition. J. Dairy Sci., 47: 1065-1072.
13. Druckrey, H., Preussmenn, P., Ivankovic, S. and Schmahl, D. (1967). *Organotropic carcinogenic effects of 65 differen N-nitroso compounds in BD-rats*. Z. Krebsforsch., 69: 103-201.
14. Dutton, A.H., and Heath, D.F. (1956). *Demethylation of dimethylnitrosamine in rats and mice*. Nature (Lond.). 644-648.
15. Ember, L.R. (1980). *Nitrosamines: Assesing the relative risk*. Chem. Eng. News. March. 31: 20-26.
16. Fiddler, W., Pensabene, J.W., Doerr, R.C. and Wassermann, A.E. (1972). *Formation of N-nitrosodimethylamine from naturally occurring quaternary ammonium compounds and tertiary amines*. Nature (Lond) 236-307.
17. Hill, M.J. (1980). *Bacterial metabolism and human carcinogenesis*. Brit. Med. Bull., 36: 89-94.
18. Hoyem, T. (1977). *Nitrite can not to be recommendes in the U.S.A*. NINE Informasjon, 5: 55-59.
19. Ishigami, K. and Inoue, K. (1976). *Metabolizm of nitrate and methemoglebinemia in ruminant*. Res. Bull. Obiyiro Univ., 10: 45-55.
20. Kaam, L., McKeewn, G.G. and Marison-Smith, O. (1965). *New colorimetric method for the determination of the nitrate and nitrite content of baby foods*. J.A.O.A.C., 48: 892-897.
21. Kaya, S. (1984). *Yem ve yem hammaddeleri ile bazı biyolojik sıvılarda nitrat ve nitrit analizi*. A.Ü. Vet. Fak. Derg., 31 (1): 15-27.
22. Lijinsky, W. and Singer, G. (1974). *Formation of nitrosamines from tertiary amines and nitrous acid*. IARC Sci., Publ. No: 9: 111-114.
23. Maki, T. Tamura, Y, Shimamura, Y., Nishigaki, S. and Naoi, Y. (1977). *Hygienic studies on N-nitroso compounds*. 1. *Survey meat and fishh meat products for volatile N-nitroso compounds*. Annu. Report of Tokyo Metropolitan Research Laboratory of Public Health, 28 (1): 145-148.
24. Mirvish, S.S. (1977). *N-nitroso compounds, nitrite and nitrate: possible implications for the causation of human cancer*. Prog. Wat. Tech., 8 (4-5): 195-207.
25. Nordal, J. (1974). *Content of nitrate and nitrite in some norwegian meat products*. Norks. Veterinaertidsskrift, 86 (4): 22-30.
26. Panalaks, T., Iyengar, J.R. and Ser, N.P. (1973). *Nitrate, nitrite and dimethynitrosamine in cured meat products.*, J.A.O.A.C., 56 (3): 621-624.
27. Pensabene, J.W., Feinberg, J.I., Piotrowsky, E.G. and Fiddler, W. (1979). *Occurence and determination of N-nitrosoprolin and N-nitroso pyrrolidin in cured meat products*. J.F.D. Sci., 44 (6): 1700-1702.

28. **Preussmann, R.** (1978). *Toxicological aspect of food safety and carcinocity*. Arch. Toxicoll. Suppl., 1: 69-84.
29. **Sander, J. and Schweinberg, N.** (1972). *In vivo and in vitro experiments on the formation of N-nitroso compounds from amines or amides and nitrate or nitrite*. IARC. Sci. Publ., 3: 97-103.
30. **Schneider, N.R. and Yeary, R.A.** (1973). *Measurement of nitrite and nitrate in blood*. Am. J. Vet. Res., 34: 133-135.
31. **Schocken, R.P.I., Faleisos, RR., Sampaio, A.A. and Oliveira, M.O.** (1979). *Determination of nitrite and nitrate in commercial meat products*. Cientifica, 7: 111-114.
32. **Sen, N.P., Smith, D.C. and Schwinghamer, L.** (1969). *Formation of N-nitrosamines from secondary amines and nitrite in human and animal gastric juice*. Fed. Cosmet. Toxicol., 7: 301-307.
33. **Sen, N.P., Miles, W.F., Donaldson, B., Panalaks, T. and Iyengar, J.R.** (1973). *Formation of nitrosamines in a meat curing mixture*. Nature, 245: 104-105.
34. **Sen, N.P. and Donaldson, B.** (1978). *Improved colorimetric method for determining nitrate and nitrite in foods*. J.A.O.A.C., 61 (6): 1389-94.
35. **Sen, N.P., Seaman, J. and Miles, W.F.** (1979). *Volatil nitrosamines in various cured meat products. Effect of cooking and recent trends*. Agric. Food Cyem, 27 (6): 1354-1357.
36. **Şanlı, Y., İmren, H., Kaya, S., Koç, B. ve Kahraman, M.** (1983). *Isparta yöresindeki doğmuş buzağılarda görülen amarozis olguları ile gebe ineklerde karşılaşılan kronik nitrat zehirlenmeleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi*. A.Ü. Vet. Fak. Derg. 30 (4): 657-673.
37. **Şanlı, Y.** (1984). *Ankara piyasasında satılan bazı işlenmiş et ürünlerinde şekillenebilen nitrozamin türevleri üzerinde bir araştırma*. A.Ü. Vet. Fak. Derg., 31 (2): 260-280.
38. **Tezcan, İ.** (1977). *Sosislerde spektrofotometrik metodla kantitatif nitrit tayini üzerine bir araştırma*. Lalahan Zootečni Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Basım Servisi, pp. 1-27.
39. **Turner, C.A. and Keinholz, E.W.** (1964). *Nitrate Toxicity*. Feedstuffs, 27: 28-30.
40. **Usher, C.D. and Tellin, G.M.** (1975). *Analysis of nitrate and nitrite in feedstuffs. A Critical review*. J. Sci Food. Agric., 2: 1973-1805.
41. **Wasserman, A.E., Fiddler, W., Doerr, R.C., Osman, J.F. and Doolej, C.J.** (1972). *Dimethylnitrosamine in fransfurters*. Food Cosmet. Toxicol., 10: 681-684.
42. **Winter, A.J.** (1962). *Studies on nitrate metabolism in cattle*. Am. J. Vet. Res., 23: 500-505.
43. **World Health Organization** (1977). *Environmental health criteria 5: Nitrates, Nitrites and N-nitroso compounds*. Wold Healty Organization Publications. Geneva, pp. 107.
44. **Wright, M.J. and Davison, K.L.** (1964). *Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals*. In A.G. Normad Ed. In advance in agronomy. Academic Press. Newyork, pp. 197.