

Hamburgerlerin Mikrobiyolojik Özelliklerine Sodyum Tripolifosfatın, Depolama Sıcaklığının ve Depolama Süresinin Etkisi Üzerinde Araştırma

A. Hamdi ERTAŞ — Ayla SOYER

Ankara Univ. Zir. Fak., Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü — ANKARA

ÖZET

—10°C de ve —20°C de 60 gün süre ile depolanan hamburgerlerde sodyum tripolifosfatın (% 0,1; % 0,2; % 0,3) mikrobiyolojik etkisi araştırılmıştır.

Hamburgelerin toplam mezofil aerobik, psikrofilik ve koliform grubu bakterî sayılarına sodyum tripolifosfat düzeyinin etkisinin olmadığı, depolama sıcaklığı ve depolama süresi interaksiyonunun etkisinin önemli ($P < 0,01$) olduğu belirlenmiştir. Her üç grup bakterî yükündeki yıkım, —20°C de depolamada daha fazla olmuştur.

SUMMARY

EFFECTS OF SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE, STORAGE TEMPERATURE AND STORAGE TIME ON THE MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF HAMBURGERS

GERS

Microbiological effects of sodium tripolyphosphate (0.1 %; 0.2 %; 0.3 %) were investigated on hamburgers which were stored at —10°C and —20°C for 60 days.

No significant bacterial inhibition by sodium tripolyphosphate levels was observed on mesophilic, psychrotrophic and coliform bacterial numbers but the interaction of storage temperature and storage time affected significantly ($p < 0.01$) on these bacteria. The reduction of these bacterial numbers at —20°C was higher than at —10°C.

1. GİRİŞ

Et ürünlerinde sağladıkları kalite ve ekonomik avantajlar nedeniyle fosfatların, ürünlerde katkı maddesi olarak kullanımına izin verilmekte (ANONİM, 1982; 1990) ve fosfatlar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Fosfatlar, işlenmiş et ürünlerinde su bağlama kapasitesi, emülsiyon stabilitesi, verim, renk, tekstür, tat vb. terimlerle ifade edilen kalite faktörlerinin geliştirilmesinde etkili olmaktadır (SHULTS ve Ark., 1972; SEMAN ve Ark., 1980; PUOLANNE ve TERRELL, 1983; MATLOCK ve Ark., 1984a, 1984b; MOLINS ve Ark., 1987a.)

Fosfatlarla ilgili çalışmaların çoğunluğu, ürünün fiziksel ve kimyasal özelliklerine olan etkisi üzerinde yoğunlaşmakta olup, antibakteriyel etkileri üzerine olan çalışmalar daha azdır (TOMPKIN, 1984). MOLINS ve Ark., (1985a) na göre et ürünlerinde fosfat katılmasının mikrobiyolojik yönden etkisi hâlâ tartışılan bir konu olmasına karşın TOMPKIN (1984), üründe ve laboratuvar ortamlarında fosfatların antimikrobiyel etkisinin olduğunu ve belirli koşullar altında antimikrobiyel aktivite gösterdiğini belirtmektedir. Çeşitli fosfatların antimikrobiyel özelliklerinin farklı olduğu ve farklı mikroorganizma türlerinin fosfatlara değişik duyarlılık gösterdikleri belirlenmiştir (POST ve Ark., 1963; ELLIOT ve Ark., 1964; FIRSTENBERG-EDEN ve Ark., 1981; NIELSEN ve ZEUTHEN, 1983; TOMPKIN, 1984 MADRIL ve SOFOS, 1985). Nitekim, ticari polifosfat karışımlarının et ürünlerindeki belirli bakterilerin gelişimini inhibe ettiği ve polifosfat solüsyonlarına daldırılan tavuk karkaslarında bakteriyel sayının azaldığı bildirilmekte (SPENCER ve SMITH, 1962; STEINHAEUER ve BANWART, 1963; FOSTER ve MEAD, 1976) ve % 3'lük polifosfat solüsyonunun tavuk etindeki gram pozitif mikrokok ve stafilokokların kontrolünde etkili olduğu, fakat gram negatif çubukların artışını önlemediği belirtilmektedir (CHEN ve Ark., 1973). FOSTER ve MEAD (1976) ise tavuk göğüs kıymasında % 0,35'lik polifosfat konsantrasyonunun 2°C ve —20°C de depolama süresince salmonellanın canlılığını azalttığını fakat 1°C ve —5°C de azaltmadığını bildirmektedir.

Isıl işlem uygulanarak üretilmiş ve vakum paketli olarak 5°C de depolanmış bratwurstlar-

da, depolama süresince % 0,5 düzeyindeki sodyum asit pirofosfat, sodyum tripolifosfat, tetrasodyum pirofosfat ve sodyum polifosfat, önemli bir bakteriyel inhibisyona neden olmakta fakat sodyum asit pirofosfat 24°C nin üzerindeki sıcaklıklarda aerobik ve anaerobik bakterileri (*Cl. sporogenes* de dahil) önemli düzeyde inhibe etmektedir (MOLINS ve Ark., 1985b). Ayrıca, sodyum nitritle beraber ve tek başına kullanılan % 0,5 düzeyindeki sodyum asit pirofosfat ve sodyum tripolifosfatın ısı işlem uygulanmış vakum paketli bratwurstlarda, 5°C de depolamada, aerobik bakteri sayısı üzerine etkisinin olmadığı fakat anaerobik bakteri sayısını ve Clostridiumları azalttığı (MOLINS ve Ark., 1986), ısı işlem uygulanmamış ve 5°C de 7 gün süre ile muhafaza edilen bratwurstlarda ise % 0,5 düzeyindeki sodyum tripolifosfat, tetrasodyum pirofosfat, sodyum polifosfat ve sodyum asit pirofosfatın aerobik mezofil ve psikrofil bakteriler üzerine etkisinin olmadığı belirtilmektedir (MOLINS ve Ark., 1985a).

Dört ticari fosfat ve bir nötral pirofosfatın üç farklı düzeyi (% 0,30; 0,45; 0,60) ile ısı işlem uygulanarak hazırlanan sosislerin, 5°C de 21 gün ve 20-22°C de 48 saat depolanmaları sonrasında, fosfat içermeyen örneklerin, fosfat içerenlere göre daha fazla sayıda mezofilik ve fakültatif anaerob bakteri içerdiği ve en yüksek fosfat düzeyinin en az bakteri sayısına neden olduğu, dolayısıyla sosislerin raf ömrünü arttırmada fosfat çeşidinin değil, fosfat düzeyinin daha önemli olduğu belirtilmektedir (MARCY ve Ark., 1988).

MADRIL ve SOFOS (1985), değişik fosfatlardan sadece sodyum asit pirofosfatın (SAPF), % 1,25 NaCl içeren kıyma et ürünlerinin antimikrobiyel özelliklerini önemli ölçüde düzelttiğini fakat SAPF'in antimikrobiyel etkisinin ürünlerdeki pH düşüşünden dolayı mı ve/veya fosfatın spesifik etkisinden dolayı mı olduğunu açık olmadığını belirtirlerken, yine aynı araştırmacılar NaCl, SAPF ve pH interaksyonunu incelemişler ve sodyum asit pirofosfatlı örneklerin antimikrobiyel özelliklerinin pH düşüşü ve formülasyondaki fosfat varlığının her ikisinin etkisinden dolayı olduğunu bildirmişlerdir (MADRIL ve SOFOS, 1986).

MOLINS ve Ark., (1987b), ayrı ayrı % 0,4 düzeyinde sodyum tripolifosfat, tetrasodyum pirofosfat ve üç ticari fosfat preparatı ile hazırladıkları sığır eti köftelerinin -20°C de 90 gün süre ile muhafazası sırasında, fosfatların mikrobiyolojik etkilerini araştırmışlar ve donmuş depolama süresince fosfatların mezofil, psikrofil ve laktik asit bakteri sayıları üzerine azaltıcı bir etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır.

Günümüzde, et ürünlerine katılabilecek maksimum fosfat miktarı, son ürün ağırlığının % 0,5'ini geçmemektedir (ANONİM, 1982; 1990). Bu düzeyin etlerin kalite özelliklerini düzeltten bir sınır olduğu araştırmalarla ortaya konulmuş ancak kullanımının mikrobiyolojik bir temele dayanmadığı ifade edilmektedir (TOMPKIN, 1984).

Bu çalışmada, et ürünlerinde yaygın bir şekilde kullanılan fosfatlar içerisinde başta gelen sodyum tripolifosfat (SOFOS, 1985)'in % 0,1, % 0,2 ve % 0,3'lük düzeylerini içeren hamburgerler hazırlanmış ve -10 ± 1°C ve -20 ± 1°C de 60 gün süreyle depolanmışlardır. Sodyum tripolifosfat düzeyinin, donmuş depolama sıcaklığının ve süresinin hamburgerlerin toplam aerobik mezofil, toplam psikrofil ve koliform grubu bakteri sayıları üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Hamburgerlerin hazırlanmasında, % 71 sığır kıyma (yaklaşık % 22 yağlı), % 10 galeta unu, % 7 soğan, % 2 tuz, % 0,5 kırmızı biber, % 0,5 karabiber ve % 9 buz kullanılmıştır. Buzun dışındaki maddeler karıştırma makinasında karıştırılmış ve karışım dört gruba ayrılmıştır. Grubun biri kontrol olarak ayrılmış, diğer üç gruba sırasıyla ayrı ayrı % 0,1, % 0,2 ve % 0,3 oranında STPF toz halde ilave edilmiş ve her gruba ayrı ayrı buz ilave edilerek kuterden geçirilmiştir. Böylece elde edilen dört grup hamburger hamurları (her grup hamburger 4'er kg'dır) yaklaşık 50 g ağırlıkta ve 9 cm. çapta olacak şekilde şekillendirme masinasında şekillendirilmişlerdir. Her grup ayrı ayrı tavalara alınarak -22°C de 24 saat dondurulmuştur. Daha sonra her bir grup kendi içerisinde iki alt gruba ayrılmış ve alt gruplardaki hambur-

gerler, aralarında selofan kağıt olacak şekilde alüminyum folye ile paketlenmiş ve $-10 \pm 1^\circ\text{C}$ de ve $-20 \pm 1^\circ$ de ayrı ayrı depolanmışlardır.

Toplam mezofil aerobik bakteri (TMAB) ve psikrofil bakteri (PB) sayılarının belirlenmesi için plate count agar kullanılmış ve plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. TMAB sayısının saptanması için petripler 25°C de 72 saat, PB sayısının saptanması için 7°C de 10 gün inkübe edilmiştir (SPECK, 1976; DÜITSCHAEVER ve Ark., 1973). Koliform grubu bakterilerin sayımında ise violet red bile agar kullanılmış ve ekimi yapılan petripler 35°C de 24 saat inkübe edilmiştir (CRAVEN ve MERCURI, 1977; MERCURI ve COX, 1979).

Deneme tekerrürlü olarak planlanmış ve analizler, başlangıç (0. gün) ve 15'er gün ara ile 60. güne kadar yapılmıştır. Her periyotta, 4 gruptan tesadüfi 2'şer hamburger paralelli olarak analiz edilmiş ve sonuçlar bunların ortalaması olarak verilmiştir.

Eldedilen sonuçlar, varyans analizi ve Duncan testi ile değerlendirilmiştir (DÜZGÜNEŞ ve Ark., 1987).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kontrol ve % 0,1; % 0,2; % 0,3 sodyum tripolifosfat (STPF) içeren hamburger gruplarında başlangıçta saptanan rutubet, protein ve

yağ miktarları ile pH değerleri çizelge 1'de belirtilmiştir.

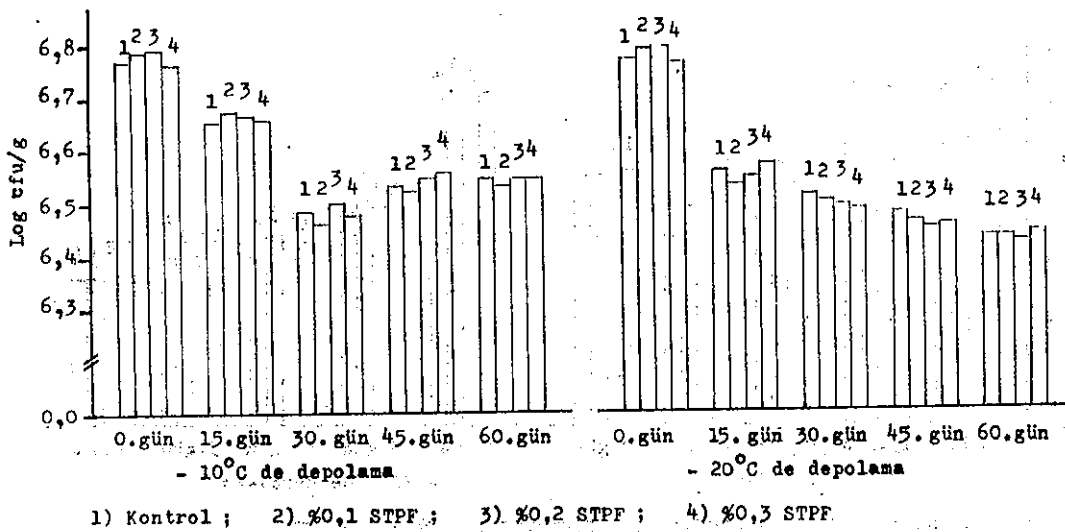
Çizelge 1. Hamburgerlerin Rutubet, Protein ve Yağ Miktarları ile pH Değerleri.

| Örnek | Rutubet (%) | Protein (%) | Yağ (%) | pH |
|------------|-------------|-------------|---------|------|
| Kontrol | 60,46 | 15,83 | 21,02 | 5,95 |
| % 0,1 STPF | 60,45 | 15,56 | 20,61 | 5,98 |
| % 0,2 STPF | 60,71 | 15,46 | 20,83 | 6,16 |
| % 0,3 STPF | 60,63 | 15,15 | 20,58 | 6,22 |

3.1. Toplam Mezofil Aerobik Bakteri Sayısı

Hamburger örneklerinin ortalama TMAB sayılarının STPF düzeyi ile depolama sıcaklığı ve süresine göre değişimi, çizelge 2'de ve şekil 1'de topluca verilmiştir.

Başlangıç periyodunda (0. gün) kontrol grubu hamburgerlerde $5,9 \times 10^6$ adet/g (log 6,770 cfu/g); % 0,1 STPF içeren hamburgerlerde $6,9 \times 10^6$ adet/g (log 6,785 cfu/g); % 0,2 STPF içeren hamburgerlerde $6,15 \times 10^6$ adet/g (log 6,788 cfu/g) ve % 0,3 STPF içeren hamburgerlerde $5,8 \times 10^6$ adet/g (log 6,763 cfu/g) olarak belirlenen TMAB sayıları, -10°C de depolamada, depolamanın 30. gününe kadar bir



Şekil 1. Hamburgerlerde depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak STPF düzeyinin TMAB sayısına etkisi.

azalış göstermiş ve daha sonraki periyotlarda ise tekrar artmaya başlamıştır. Fakat bu artış başlangıçtaki TMAB sayısı düzeyinin oldukça altında kalmıştır. Nitekim 30. günde kontrol; % 0,1; % 0,2 ve % 0,3 STPF içeren gruplarda sırasıyla $3,05 \times 10^6$; $2,9 \times 10^6$; $3,15 \times 10^6$ ve $3,0 \times 10^6$ adet/g olarak belirlenen TMAB sayıları 60. günde sırasıyla $3,5 \times 10^6$; $3,4 \times 10^6$; $3,5 \times 10^6$ ve $3,5 \times 10^6$ adet/g olarak saptanmıştır. Buna karşın, -20°C de depolamada, depolama süresi boyunca bütün hamburger gruplarında TMAB sayısında bir yıkım gözlenmiş ve 60. günde kontrol; % 0,1; % 0,2 ve % 0,3 STPF içeren hamburgerlerde TMAB sayıları sırasıyla $2,7 \times 10^6$; $2,7 \times 10^6$; $2,65 \times 10^6$ ve $2,75 \times 10^6$ adet/g olarak belirlenmiştir.

Gerek çizelge 2, gerekse şekil 1'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi her periyotta belirlenen TMAB sayıları, değişik STPF düzeyli hamburgerlerde birbirine yakın, ancak depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak farklı değerlerde belirlenmiştir. Yapılan istatistik kontrolde, TMAB sayısına STPF düzeyinin etkisinin olmadığı, buna karşın depolama sıcaklığı X depolama süresi interaksyonunun etkisinin önemli ($p < 0,01$) olduğu belirlenmiştir (çizelge 2).

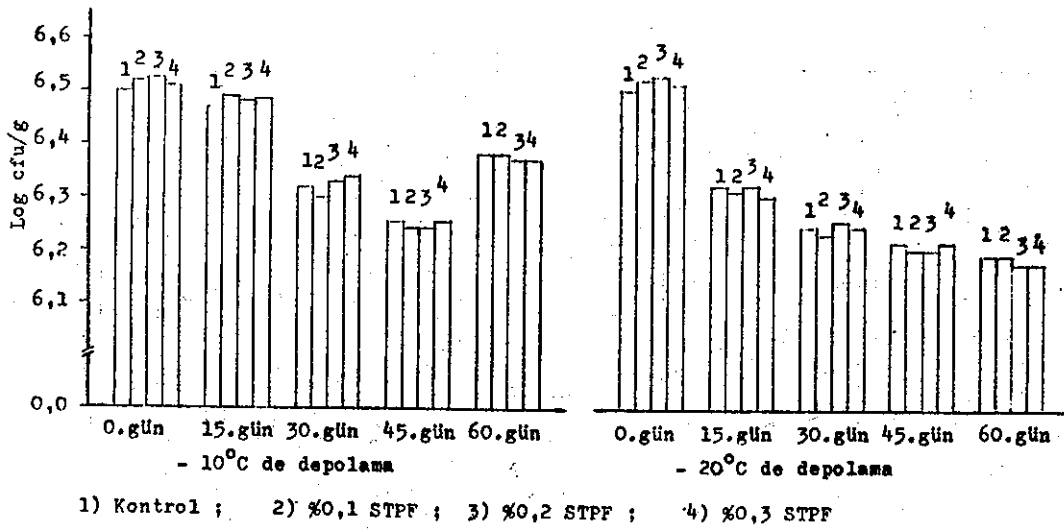
3.2. Psikrofil Bakteri Sayısı

Hamburger örneklerinin ortalama PB sayılarının STPF düzeyi ile depolama sıcaklığı ve

süresine göre değişimi, çizelge 3 ve şekil 2'de topluca verilmiştir. Başlangıçta (0. gün) kontrol grubu hamburgerlerde $3,15 \times 10^6$ adet/g (log 6,498 cfu/g); % 0,1 STPF içeren hamburgerlerde $3,3 \times 10^6$ adet /g (log 6,518 cfu/g); % 0,2 STPF içeren hamburgerlerde $3,35 \times 10^6$ adet/g (log 6,525 cfu/g ve % 0,3 STPF içeren hamburgerlerde $3,25 \times 10^6$ adet/g (log 6,511 cfu/g) olarak belirlenen PB sayıları, -10°C de depolamada, depolamanın 45. gününe kadar bir azalış göstermiş; daha sonraki dönemde ise artmaya başlamıştır. Fakat bu artış başlangıç ve 15. gündeki PB sayısı düzeyinin oldukça altında kalmıştır. Nitekim 45. günde kontrol; % 0,1; % 0,2 ve % 0,3 STPF içeren hamburgerlerde sırasıyla $1,8 \times 10^6$; $1,75 \times 10^6$; $1,75 \times 10^6$ ve $1,8 \times 10^6$ adet/g olarak belirlenen PB sayıları, 60. günde sırasıyla $2,4 \times 10^6$; $2,4 \times 10^6$; $2,35 \times 10^6$ ve $2,35 \times 10^6$ adet/g olarak saptanmıştır.

Buna karşın -20°C de depolamada, depolama süresi boyunca bütün hamburger gruplarında PB sayısında - TMAB sayılarında olduğu gibi - bir yıkım gözlenmiş ve 60. günde kontrol; % 0,1; % 0,2 ve % 0,3 STPF içeren hamburgerlerde PB sayıları sırasıyla $1,55 \times 10^6$; $1,55 \times 10^6$; $1,5 \times 10^6$ ve $1,5 \times 10^6$ adet/g olarak belirlenmiştir.

Gerek çizelge 3'ün gerekse şekil 2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, depolama



Şekil 2. Hamburgerlerde depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak STPF düzeyinin PB sayısına etkisi.

Çizelge 2. STPF Dizeyine, Farklı Depolama Sıcaklığı ve Süresine Bağlı Olarak Hamburgerlerde Belirlenen Ortalama TMAB Sayıları (adet/g) ve Bunların Log₁₀ Değerleri.

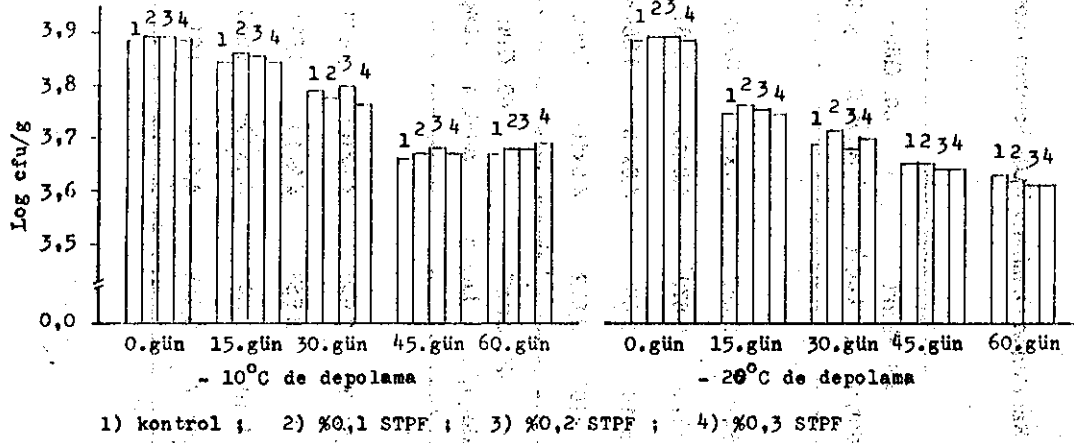
| | 0. Gün ^a | | 15. Gün ^b | | 30. Gün ^{c,d,e} | | 45. Gün ^{d,e} | | 60. Gün ^{d,e} | |
|------------|------------------------|-------|------------------------|-------|--------------------------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|
| | adet/g | Log/g | adet/g | Log/g | adet/g | Log/g | adet/g | Log/g | adet/g | Log/g |
| —10°C de | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 5,9 x 10 ⁶ | 6,770 | 4,5 x 10 ⁶ | 6,653 | 3,05 x 10 ⁶ | 6,484 | 3,4 x 10 ⁶ | 6,531 | 3,5 x 10 ⁶ | 6,544 |
| % 0,1 STPF | 6,1 x 10 ⁶ | 6,785 | 4,7 x 10 ⁶ | 6,672 | 2,9 x 10 ⁶ | 6,462 | 3,3 x 10 ⁶ | 6,518 | 3,4 x 10 ⁶ | 6,531 |
| % 0,1 STPF | 6,15 x 10 ⁶ | 6,788 | 4,65 x 10 ⁶ | 6,667 | 3,15 x 10 ⁶ | 6,498 | 3,5 x 10 ⁶ | 6,544 | 3,5 x 10 ⁶ | 6,544 |
| % 0,2 STPF | 5,8 x 10 ⁶ | 6,763 | 4,6 x 10 ⁶ | 6,662 | 3,0 x 10 ⁶ | 6,477 | 3,6 x 10 ⁶ | 6,556 | 3,5 x 10 ⁶ | 6,544 |
| —20°C de | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 5,9 x 10 ⁶ | 6,770 | 3,6 x 10 ⁶ | 6,556 | 3,25 x 10 ⁶ | 6,511 | 3,0 x 10 ⁶ | 6,477 | 2,7 x 10 ⁶ | 6,431 |
| % 0,2 STPF | 6,1 x 10 ⁶ | 6,785 | 3,4 x 10 ⁶ | 6,531 | 3,15 x 10 ⁶ | 6,498 | 2,9 x 10 ⁶ | 6,462 | 2,7 x 10 ⁶ | 6,431 |
| % 0,3 STPF | 6,15 x 10 ⁶ | 6,788 | 3,5 x 10 ⁶ | 6,544 | 3,1 x 10 ⁶ | 6,491 | 2,8 x 10 ⁶ | 6,447 | 2,65 x 10 ⁶ | 6,423 |
| % 0,3 STPF | 5,8 x 10 ⁶ | 6,763 | 3,7 x 10 ⁶ | 6,568 | 3,05 x 10 ⁶ | 6,484 | 2,85 x 10 ⁶ | 6,454 | 2,75 x 10 ⁶ | 6,439 |

a,b,c,d,e,f,g : Aynı harfleri taşıyan gruplar arasındaki fark önemli değildir (P > 0,05).

Çizelge 3. STPF Düzeyine, Farklı Depolama Sıcaklığı ve Süresine Bağlı Olarak Hamburgerlerde Belirlenen Ortalama PB Sayıları (adet/g) ve Bunların Log₁₀ Değerleri.

| | 0. Gün ^a | | 15. Gün ^b | | 30. Gün ^{c,d} | | 45. Gün ^{e,f} | | 60. Gün ^{b,c} | |
|------------|----------------------|-------|----------------------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|
| | adet/g | Log/g | adet /g | Log/g | adet/g | Log/g | adet/g | Log/g | adet/g | Log/g |
| —10°C de | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 3,15x10 ⁶ | 6,498 | 2,95x10 ⁶ | 6,469 | 2,1 x10 ⁶ | 6,322 | 1,8 x10 ⁶ | 6,255 | 2,4 x10 ⁶ | 6,380 |
| % 0,1 STPF | 3,3 x10 ⁶ | 6,518 | 3,1 x10 ⁶ | 6,491 | 2,0 x10 ⁶ | 6,301 | 1,75x10 ⁶ | 6,243 | 2,4 x10 ⁶ | 6,380 |
| % 0,2 STPF | 3,35x10 ⁶ | 6,525 | 3,05x10 ⁶ | 6,484 | 2,15x10 ⁶ | 6,332 | 1,75x10 ⁶ | 6,243 | 2,35x10 ⁶ | 6,371 |
| % 0,3 STPF | 3,25x10 ⁶ | 6,511 | 3,08x10 ⁶ | 6,488 | 2,20x10 ⁶ | 6,342 | 1,8 x10 ⁶ | 6,255 | 2,35x10 ⁶ | 6,371 |
| —20°C de | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 3,15x10 ⁶ | 6,498 | 2,1 x10 ⁶ | 6,322 | 1,75x10 ⁶ | 6,243 | 1,65x10 ⁶ | 6,217 | 1,55x10 ⁶ | 6,190 |
| % 0,1 STPF | 3,3 x10 ⁶ | 6,518 | 2,05x10 ⁶ | 6,311 | 1,7 x10 ⁶ | 6,230 | 1,6 x10 ⁶ | 6,204 | 1,55x10 ⁶ | 6,190 |
| % 0,2 STPF | 3,35x10 ⁶ | 6,525 | 2,1 x10 ⁶ | 6,322 | 1,8 x10 ⁶ | 6,255 | 1,6 x10 ⁶ | 6,204 | 1,5 x10 ⁶ | 6,176 |
| % 0,3 STPF | 3,25x10 ⁶ | 6,511 | 2,0 x10 ⁶ | 6,301 | 1,75x10 ⁶ | 6,243 | 1,65x10 ⁶ | 6,217 | 1,5 x10 ⁶ | 6,176 |

a,b,c,d,e,f : Aynı harfleri taşıyan gruplar arasındaki fark önemli değildir (P > 0,05).



Şekil 3. Hamburgerlerde depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak STPF düzeyinin KGB sayısına etkisi.

nın her periyodunda farklı hamburger gruplarında belirlenen PB sayıları, değişik düzeylerde ancak depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak farklı değerlerde belirlenmiştir.

Yapılan istatistik kontrolde, PB sayısına STPF düzeyinin etkisinin olmadığı, buna karşın depolama sıcaklığı X depolama süresi interaksyonunun etkisinin önemli ($P < 0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

3.3. Koliform Grubu Bakteri Sayısı

Değişik düzeylerde STPF içeren ve farklı depolama sıcaklığı ve süresinde depolanan hamburgerlerde belirlenen ortalama KGB sayıları çizelge 4'de ve şekil 3'de verilmiştir.

Değişik düzeylerde STPF içeren hamburger gruplarında başlangıçta $7,7 \times 10^3$ adet/g ile $7,8 \times 10^3$ adet/g ($\log 3,886$ ile $\log 3,892$ cfu/g) arasında belirlenen KGB sayıları, gerek -10°C de gerekse -20°C de depolamada, depolama süresine bağlı olarak bir azalma göstermiştir. KGB sayılarındaki bu azalma, -20°C de depolamada daha fazla olmuştur. Nitekim depolamanın 60. gününde -10°C de depolanan hamburgerlerde KGB sayıları $4,7 \times 10^3$ ile $4,9 \times 10^3$ adet/g arasında, -20°C de depolananlarda ise $4,1 \times 10^3$ ile $4,3 \times 10^3$ adet/g arasında saptanmıştır.

Gerek çizelge 4'ün, gerekse şekil 3'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, her peri-

yotta belirlenen KGB sayılarının, değişik STPF düzeyli hamburgerlerde hemen hemen aynı, fakat depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak farklı düzeylerde olduğu görülmektedir.

Nitekim, yapılan istatistik kontrolde KGB sayısına, STPF düzeyinin etkisinin olmadığı, buna karşın depolama sıcaklığı X depolama süresi interaksyonunun etkisinin önemli olduğu ($P < 0,01$) belirlenmiştir (çizelge 3).

Elde edilen sonuçlar, STPF'in hamburgerlerin TMAB, PB ve KGB sayılarına önemli bir etkisinin olmadığını, buna karşın gerek depolama sıcaklığının gerekse depolama süresinin etkisinin olduğunu ($P < 0,01$) ve -20°C de depolamada her üç grup bakterisi yükünde de 60 günlük depolama süresince devamlı bir yıkım olmasına karşın -10°C de depolamada, TMAB sayısında depolamanın 30. gününe kadar, PB ve KGB sayısında depolamanın 45. gününe kadar bir yıkım, daha sonra ise az da olsa bir artış olduğunu göstermiştir. Nitekim, MOLINS ve Ark. (1987b), farklı polifosfat kaynaklarının -20°C de 90 gün depolama süresince sığır eti köftelerinin TMAB ve PB sayısı üzerindeki etkisinin olmadığını belirtmekte ve 90 günlük süre içerisinde belirledikleri TMAB ve PB sayıları, bulgularımızla uyum göstermektedir.

Çizelge 4. STPF Düzeyine, Farklı Depolama Sıcaklığı ve Süresine Bağlı Olarak Hamburgerlerde Belirlenen Ortalama KGB Sayıları (adet/g) ve Bunların Log₁₀ Değerleri.

| | 0. Gün ^a | | 15. Gün ^{b,c} | | 30. Gün ^{b,c} | | 45. Gün ^d | | 60. Gün ^d | |
|------------|---------------------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
| | adet/g | Log/g | adet/g | Log/g | adet/g | Log/g | adet/g | Log/g | adet/g | Log/g |
| -10°C de | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 7,7x10 ³ | 3,886 | 7,0x10 ³ | 3,845 | 6,2x10 ³ | 3,792 | 4,6x10 ³ | 3,662 | 4,7x10 ³ | 3,672 |
| % 0,1 STPF | 7,8x10 ³ | 3,892 | 7,3x10 ³ | 3,863 | 6,0x10 ³ | 3,778 | 4,7x10 ³ | 3,672 | 4,8x10 ³ | 3,681 |
| % 0,2 STPF | 7,8x10 ³ | 3,892 | 7,2x10 ³ | 3,857 | 6,4x10 ³ | 3,806 | 4,8x10 ³ | 3,681 | 4,8x10 ³ | 3,681 |
| % 0,3 STPF | 7,7x10 ³ | 3,886 | 7,0x10 ³ | 3,845 | 5,8x10 ³ | 3,763 | 4,7x10 ³ | 3,672 | 4,9x10 ³ | 3,690 |
| -20°C de | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 7,7x10 ³ | 3,886 | 5,6x10 ³ | 3,748 | 4,9x10 ³ | 3,690 | 4,5x10 ³ | 3,653 | 4,3x10 ³ | 3,633 |
| % 0,1 STPF | 7,8x10 ³ | 3,892 | 5,8x10 ³ | 3,763 | 5,2x10 ³ | 3,716 | 4,5x10 ³ | 3,653 | 4,2x10 ³ | 3,623 |
| % 0,2 STPF | 7,8x10 ³ | 3,892 | 5,7x10 ³ | 3,756 | 4,8x10 ³ | 3,681 | 4,4x10 ³ | 3,643 | 4,1x10 ³ | 3,613 |
| % 0,3 STPF | 7,7x10 ³ | 3,886 | 5,6x10 ³ | 3,748 | 5,0x10 ³ | 3,699 | 4,4x10 ³ | 3,643 | 4,1x10 ³ | 3,613 |

a,b,c,d,e,f : Aynı harfleri taşıyan gruplar arasındaki fark önemli değildir (p > 0.05).

KAYNAKLAR

- ANONİM, 1982. Meat and poultry products phosphates and sodium hydroxide. USDA, Fed. Register, 47, 10779
- ANONİM, 1990. Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, T.C. Resmî Gazete, 7 Haziran 1990.
- CHEN, T.C., J.T. CULOTTA, W.S. WANG, 1973. Effects of water and microwave energy pre-cooking on microbiological quality of chicken parts. J. Food Sci., 38, 155.
- CRAVEN, S.E., A.J. MERCURI, 1977. Total aerobic and coliform counts in beef-soy and chicken-soy patties during refrigerated storage. J. Food Prot., 40, 112.
- DUITSCHAEVER, C.L., D.R. ARNOT, D.H. BULLOCK, 1973. Bacteriological quality of raw refrigerated ground beef. J. Milk Food Technol., 36, 375.
- DÜZGÜNEŞ, O., T. KESİCİ, O. KAVUNCU, F. GÜRBÜZ, 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II), A. Ü. Ziraat Fak., Yayın No, 1021, Ankara.
- ELLIOTT, R.P., R.P. STRAKA, J.A. GARIBALDI, 1964. Polyphosphate inhibition of growth of pseudomonads from poultry meat. Appl. Microbiol., 12, 517.
- FIRSTENBERG - EDEN, R., D.B. ROWLEY, E. G. SHAITTUCK, 1981. Inhibition of Moraxella - Acinetobacter cells by sodium phosphates and sodium chloride. J. Food Sci., 46, 579.
- FOSTER, R.D. G.C. MEAD, 1976. Effect of temperature and added polyphosphate on the survival of salmonella in poultry meat during cold storage. J. Appl. Bacteriol., 41, 505.
- MADRIL, M.T., J.N. SOFOS, 1985. Antimicrobial and functional effects of six polyphosphate in reduced NaCl comminuted meat products. Lebensm. Wissench and Technol., 18, 316.
- MADRIL, M.T., J.N. SOFOS, 1981. Interaction of reduced NaCl, Sodium acid pyrophosphate and pH on the antimicrobial activity of comminuted meat products. J. Food Sci., 51, 1147.
- MARCY, J.A., A.A. KRAFT, D.K. HOTCHKISS, R.A. MOLINS, D.G. OLSON, H.W. WALKER, K. MERKENICH, 1988. Effects of selected commercial phosphate products on the natural bacterial flora of a cooked meat system. J. Food Sci., 53, 391.
- MATLOCK, R.G., R.N. TERRELL, L.W. SAVELL, K.S. RHEE, T.R. DUTSON, 1984 a. Factors affecting properties of raw-frozen pork sausage patties made with various NaCl/phosphate combinations. J. Food Sci., 49, 1363.
- MATLOCK, R.G., R.N. TERRELL, L.W. SAVELL, K.S. RHEE, T.R. DUTSON, 1984 b. Factors affecting properties of precooked-frozen sausage patties made with various NaCl/phosphate combinations. J. Food Sci., 49, 1372.
- MERCURI, A.J., N.A. COX, 1979. Coliforms and Enterobacteriaceae isolates from selected foods. J. Food Proto., 42, 712.
- MOLINS, R.A., A.A. KRAFT, D.G. OLSON, 1985a. Effect of phosphates on bacterial growth in refrigerated uncooked bratwurst. J. Food Sci., 50, 531.
- MOLINS, R.A., A.A. KRAFT, H.W. WALKER, D.G. OLSON, 1985b. Effect of poly-and pyrophosphates on the natural bacterial flora and inoculated Cl. sporogenes PA 3679 in cooked vacuum packaged Bratwurst. J. Food Sci., 50, 876.
- MOLINS, R.A., A.A. KRAFT, D.G. OLSON, H.W. WALKER, D.K. HOTCHKISS, 1986. Inhibition of Cl. sporogenes PA 3679 and natural bacterial flora of cooked vacuum packaged by sodium acid pyrophosphate and sodium triphosphate with or without added sodium nitrite. J. Food Sci., 51, 726.
- MOLINS, R.A., A.A. KRAFT, H.W. WALKER, R.E. RUST, D.G. OLSON, K. MERKENICH, 1987a. Effect of inorganic polyphosphates on ground beef characteristics: some chemical, physical, and sensory effects on frozen beef patties. J. Food Sci., 52, 50.

- MOLINS, R.A., A.A. KRAFT, H.W. WALKER, R.E. RUST, D.G. OLSON, K. MERKEN-ICH, 1987b. Effect of inorganic polyphosphates on ground beef characteristics: microbiological effects on frozen beef patties. *J. Food Sci.*, 52, 46.
- NIELSEN, H.J.S., P. ZEUTHEN, 1983. Influence of phosphate and glucose addition on some important spoilage bacteria in vacuum packaged bologna-type sausage. *J. Food protect.*, 46, 1078.
- POST, F.J., G.B. KRISHNAMURTY, M.D. FLA-NAGAN, 1963. Influence of sodium hexametaphosphate on selected bacteria. *Appl. Microbiol.*, 11, 430.
- PUOLANNE, E.J., R.N. TERRELL, 1983. Effects of rigor - state, levels of salt and sodium tripolyphosphate on physical, chemical and sensory properties of frankfurters-type sausage. *J. Food Sci.*, 48, 1036.
- SEMAN, D.L., D.G. OLSON, R.W. MANDIGO, 1980. Effect of reduction and partial replacement of sodium on bologna characteristics and acceptability. *J. Food Sci.*, 45, 1116.
- SHULTS, G.W., D.R. RUSSEL, E. WIERBICKI, 1972. Effect of condensed phosphate on pH, swelling and water-holding capacity of beef. *J. Food Sci.*, 37, 860.
- SOFOS, J.N., 1985. Influence of sodium tripolyphosphate on the binding and antimicrobial properties of reduced NaCl-comminuted meat products. I. *Food Sci.*, 50, 1359.
- SPECK, M.L., 1976. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association, Inc., Washington.
- SPENCER, J. V., L.E. SMITH, 1962. The effect of chilling chicken fryers in a solution of polyphosphates upon moisture uptake, microbial spoilage, tenderness, juiciness and flavor. *Poultry Sci.*, 41, 1685.
- STEINHAEUER, J.E., G.J. BANWART, 1963. The effect of food grade polyphosphates on the microbial population of chicken meat. *Poult. Sci.*, 43, 618.
- TOMPKIN, R.B., 1984. Indirect antimicrobial effects in food phosphates. *J. Food Safety*, 6, 13.