

Et Ürünlerimizin Su Aktivitesi (a_w) Değerlerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma

Doç. Dr. Yalçın YILDIRIM*

ÖZET

Su aktivitesi değeri, et veya mamüllerinde bulunan mikroorganizmaların faaliyetleri için kullanabildikleri suyun miktarıdır. Su aktivitesi, ortamdaki buhar basıncının aynı ısıdaki maksimal buhar basıncına bölünmesiyle elde edilen bir rakamdır. Su aktivitesi değerinin şimdiye kadar et ürünleri teknolojisinde ve gıda kontrolunda kullanılmayışının veya hiç olmazsa pH değeri kadar önem verilmeyişinin nedenini, su aktivitesini ölçen basit aletlerin bulunmayışına ve yeteri derecede tanınmamasına bağlamak gerekir. Basit şekilde su aktivitesi değerini ölçen aletlerle, fabrikalar ürünlerini kendileri kontrol edip stabiliteyi üzerinde karar verebilirler.

Yaptığımız araştırmada kendi ürettiğimiz ve piyasadan satın aldığımız et ürünlerinden sucuk, salam, sosis ve pastırmada rutubet, tuz, pH, su aktivitesi ve ayrıca su aktivitesinin hesaplama yoluyla değeri bulunmuştur. Alınan neticelere göre, piyasada bulunan sucuk ve pastırmaların dayanıklı et mamulleri grubuna girdiği ve soğukta saklanmalarına gerek olmadığı görülmüştür. Salam ve sosis gibi ürünlerin ise çabuk bozulabilir et ürünleri oldukları ve $+10^{\circ}\text{C}$ veya daha altında saklanmaları gerekmektedir. Netice olarak, et ürünlerinin stabilite kontrolunda su aktivitesi ve pH değerlerinin yeterli kriterler olarak tüm gıda kontrolu yapan laboratuvarlarda kullanılması önerilmiştir.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchungen Über Die Feststellung der a_w – Wert von türkischen Fleischerzeugnissen

Der a_w – Wert dient als Masszahl des für Mikroorganismen verfügbaren Wassers in einem Fleischerzeugnis und definiert als Quotient des vorliegenden Wasserdampfdruckes zum maximal möglichen Wasserdampfdruck bei einer Temperatur.

Wenn die Wasseraktivitaet bisher in der Technologie der Fleischwarenherstellung und in der Lebensmittelüberwachung weniger beachtet worden ist als z.B. der pH – Wert, dann war das sowohl auf den Mangel an geeigneten Messgeraeten als auch das Fehlen fundierter Grundlagen zurückzuführen. Mit einer einfacher und dennoch ausreichend zuverlässigen a_w – Wert – Messer kann unter Praxisbedingungen der a_w – Wert von Fleisch und Fleischwaren gemessen werden.

* Y. YILDIRIM: Bursa Üniv. Veteriner Fak. Besin Kontrolü ve Teknolojisi Bölümü

Bei dieser Untersuchung wurden die Feuchtigkeit, Salzgehalt, pH — Wert, a_w — Wert sowie rechnerisch a_w — Wert der türkischen Fleischprodukte (Sucuk, Salam, Sosis, Pastırma), die zur Teil in der Fleischabteilung des Flakültaets hergestellt und zur Teil vom Markt gekauft waren, festgestellt.

Nach den erzielten Ergebnissen waren alle Muster von pastırma und Sucuk, die in unserm Laboratorium analiziert sind, Lagerfaehig. Waehrend der Lagerung dieser Fleischprodukte ist keine Kühlung erforderlich.

Salam und Sosis wurden als "leicht verderblich" gefunden. Bei der Lagerung der beiden Wurstarten ist unter $+ 10^{\circ}C$ Kühlung erforderlich.

Auf Grund dieser Untersuchung konnte gefolgert werden, dass der a_w — Wert und pH — Wert bei der stabilitaet Kontrolle als ausreichende Kriterien sind und mit Erfolg in jeden Laboratorium verwendet werden können.

1. GİRİŞ

Et ürünlerinin standarda uygun ve kontrol altında üretilebilmesi, üretim safhalarının ölçülebilir rakamlarla ifade edilmesiyle mümkündür. Bu amaç için bir çok rakamlar saptanmıştır. Genel olarak et ürünleri üretiminde, olgunlaşma odasının ısı ve rutubet oranının ölçülmesinin yanısıra, o ürünün pH — değerinin bilinmeside git-tikçe önem kazanmaktadır. Ancak, et ürünlerinin ölçülebilir daha başka değerleri de vardır. Bu değerlerin en önemlilerinden biri hiç kuşkusuz su aktivitesi (a_w) değeridir.

Henüz kısa bir süre öncesine kadar ilkel yöntemlerle üretilen et ürünleri, son zamanlarda yapılan araştırmalarla kontrol altında ve standart şekilde mamül hale getirilebilmektedir. Üretimin kontrol altına alınması, uygulanan teknolojik yöntemlerin hangi fiziksel değerlerde gerçekleştiğinin bilinmesiyle mümkündür. Standart bir üretim yapmak için de, gelişmiş alet ve cihazlara gereksinim vardır. Hassas ölçü aletlerinin var olmasıyla, üretimin kontrol altında ve standart şekilde yapılabilmesi sağlanır.

Et ürünlerinin üretiminde fiziksel değerler çok önem taşır. Bu değerlerin kolay taşınabilir aletlerle hassas ölçülmesi gerekir. Fiziksel kriterler olarak ısı, rutubet, hava cereyanı, ışık kuvveti, pH ve su aktivitesini gösterebiliriz. Üretim tamamlandıktan sonra o ürünün saklanma derecesi ve dayanma süresi üzerinde karar verebilmek için pH ve su aktivitesi değerlerinin bilinmesi gereklidir. Şimdiye kadar et ve ürünlerinin saklanması veya kontrolünde su aktivitesine pH — değeri kadar önem verilme-yişinin nedenini daha çok su aktivitesini ölçen emin ve pratik aletlerin bulun-mayışına bağlamak mümkündür.

Çalışmamızda, et ürünlerinin stabilitesi üzerinde karar verilirken pH — ile birlikte başarıyla kullanılan su aktivitesi ve ölçüm yöntemlerinin ülkemiz et ürünlerindeki değerleri bulunmuştur. Bu gaye için, piyasadan değişik firmalara ait sucuk, so-sis, salam ve pastırma numuneleri satın alınmış ve fakültemiz et ünitesinde standart yöntemlerle üretilen aynı cins ürünlerle birlikte su aktivite ve pH değerleri saptan-mıştır. Elde edilen değerler, literatürde bildirilen kriterlerle mukayese edilerek, söz konusu ürünlerin stabilite yönünden sınıflandırılması yapıp, saklanma koşulları bu-lunmuştur.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

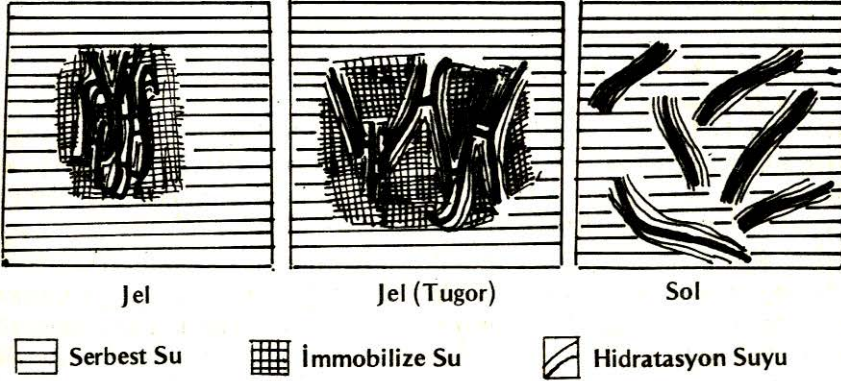
2.1. Eterde Suyun Bulunuş Şekilleri:

Kas etlerinde suyun bulunuş şekilleri, kesin sınır ile ayrılamamasına rağmen 3 şekilde olmaktadır^{5,7,12,13}.

Hidratasyon suyu (bağlı su),

İmmobilize su,

Serbest su.



Şekil: 1

Ette Suyun Bulunuşunun Basit Olarak Şematize Edilmiş Şekilleri
(R. Hamm, 1972)

Suyun et proteininin hidrofil gruplarına monomoleküler bir tabaka şeklinde ve sıkıca bağlanmasıyla hidratasyon suyu oluşur. Hidratasyon suyunun oluşması için, proteinin polipeptid zincirindeki bazı amino asitlerin varlığı şarttır. Su ve proteinin birbirine sıkıca bağlanması, su moleküllerinin dipol karakterde oluşu ve proteini oluşturan amino asitlerde HN_2^- , SH^- , OH^- , COOH^- , CO^- , NH^- grupları gibi bir seri polar grupların bulunmasından kaynaklanmaktadır. Peptid bağlarının karbonil ve amino grupları dissosiyasyon değildir. Proteinin dissosiyasyon gruplarından su dipolları, aynı küçük bir miktar gibi çekilerek, su moleküllerinin yüklü olmayan hidrojenleri üzerinden bağlanırlar⁷. Monomoleküler tabaka şeklinde oluşan bağlı su, toplam suyun % 4 kadar kısmını teşkil etmektedir. Ancak, proteine bağlı bu tabakanın üstüne ikinci bir su molekülleri tabakası daha sıkıca bağlanabilmekte ve toplam suyun tekrar % 4-6'sını oluşturmaktadır¹³. Hidratasyon suyunun özellikleri, kristaller halinde donmuş suyun özelliklerine benzemektedir. Normal suya nazaran daha az çözücü özelliği ile buhar basıncı vardır. Donma noktası daha düşüktür. Proteinden ayrılması çok güçtür^{7,13}.

Ette bulunan suyun önemli kısmı hidratasyon suyu gibi proteine bağlı olmayıp, immobilize haldedir. İmmobilize su moleküllerinin bağlanma enerjileri, protein moleküllerinin hidrofil grubuna uzaklıklarına göre farklı olmaktadır. Serbest suyun, hangi koşullarda immobilize su şekline geçtiği kesin olarak bilinmemesine rağmen, hücrenin membransel tabakalarında, protein filamentlerinde ve peptid bağlarının elektrostatik uçlarında immobilize olduğu bildirilmektedir. Kasta var olan serbest suyun büyük kısmı immobilize haldedir. Yani et kesilince su dışarı akmamaktadır.

Ancak etin üzerine tatbik edilen belli bir basınçtan sonra su dışarı sızmaktadır. İmmobilize su, etten sızmaz ve basınçla zor ayrılabilir^{7.13.34}.

Serbest su, hücreler arasında bulunmakta ve çok zayıf bağlandığından kolayca dışarı sızabilmektedir. Örneğin, donmuş etin çözünmesinde dışarı sızan su, serbest sudur. Et veya ürünlerinin kurutulmalarında serbest su önemli rol oynamaktadır. Ette, serbest su ve immobilize suyun beraber ele alınmaları gerekir. Biri azalıyorsa, diğeri çoğalmaktadır. Diğer bir deyişle aralarında negatif bir ilişki mevcuttur¹³. Serbest su, normal suyun özelliklerini taşımakta ve dolayısıyla donma noktaları veya buhar basınçları arasında fark bulunmamaktadır^{7.12}.

2.2. Su Aktivitesi ve Besin Kontrolunda Kullanılışı:

Su aktivitesi değimi, ilk defa 1953 yılında kullanılmıştır³². Besinlerimizin üretim ve değerlendirilmesinde pH ile aynı oranda önem taşıyan su aktivitesi, genel olarak toplam suyun kimyasal veya fiziksel olarak bağlı olmayan kısmı veya aynı ısıda, ortamda bulunan suyun buhar basıncının doymuş buhar basıncına bölümüyle elde edilen bir değer olarak tanımlanmaktadır^{9.12.14.24.28.30.31.34}. Diğer taraftan, besinlerimizde bulunan ve % 70-75'i su olan mikroorganizmalar yaşamlarını devam ettirebilmeleri için buldukları et veya ürünlerdeki mevcut suyun yalnız serbest olanını yani su aktivitesi değeri adı altında ölçülebilen kısmını kullanabilmektedirler^{12.14.24.27}. Et ve ürünlerinin bakteriyel bozulmalara veya zehirlenmelere neden olmaları, ancak o besin maddesindeki su aktivitesi değerinin, söz konusu bakterilerin madde değişimini mümkün kılacak oranda olmasına bağlıdır^{27.29}.

Su aktivitesi değeri 0,0 ile 1,0 arasında değişen rakamlardan oluşmaktadır. Distile su, tuz ve diğer suda çözünen maddeleri içermediğinden su aktivitesi değeri 1,0 dır. Buna karşılık, tamamen sudan yoksun bir gıda maddesinin su aktivitesi değeri 0,0 dır^{4.15.37}. Besinlerdeki toplam su ile su aktivitesi arasındaki ilişki, birini ölçerek diğeri üzerinde karar verebilecek kadar sıkı değildir⁹. Etlerin birçok konserveleme yöntemleri (kurutma, tuzlama, salamuralama, dondurma v.b.) su aktivitesi değerinin azalmasına neden olur^{12.14.25.27.32.42}.

Et ve ürünlerinde su aktivitesi değerinin ölçülmesi her geçen gün daha fazla önem kazanmakta ve özellikle fermente sucukların olgunlaşma durumu ve dayanma sürelerinin saptanmasında kullanılması, ısrarla önerilmektedir^{8.14.26.38.42}. Bazı ülkeler, belli su aktivitesi ve pH değerine sahip et ürünlerinin yeteri derecede olgunlaşma devresi geçirdiklerini benimsemekte ve değerlendirmelerini bu iki kritere göre yapmaktadırlar. Örneğin, Norveç'te kutu içerisinde olmayan donmamış et ürünleri "çabuk bozulabilir" kabul edilmekte ve eğer bu besin maddelerinde, pH— değeri 4,5 ve su aktivitesi de 0,90'nın üzerinde ise soğukta saklanmaları koşulu öngörülmektedir³³. Amerika Birleşik Devlet'lerinde besin zehirlenmelerine neden olabilen stafillakok, salmonella ve klostridiya cinslerine ait bakterilerin belli pH ve su aktivitesi değerlerinde yaşayamadıkları saptandıktan sonra, fermente sucukların kontrolunda bu iki kriter devamlı olarak kullanılmakta ve pH değeri 5,0, su aktivitesi 0,90'nın altında bir değerde olan ürünlerde, bu gibi bakterilerin üreyemedikleri kabul edilmektedir. Hatta, A.B.D. lerine dışarıdan giren paketlenmiş fermente sucuklarda su aktivitesi değeri 0,90 olarak aranmaktadır²⁷.

2.3. Su Aktivitesi ile Mikroorganizmalar Arasındaki İlişki:

Mikroorganizmaların besin maddesinden kullanabilecekleri suyu alabilmeleri, diğer bir deyişle besinlerimizde mikroorganizmaların üreyebilmeleri, ortamdaki suyu emebilme kuvvetinin yeterli derecede olmasıyla yani besin maddesinin sulu fazında-

TABLO: 1 – MİKROORGANİZMALARIN ÜREMELERİ İÇİN GEREKLİ MİNİMAL SU AKTİVİTESİ DEĞERLERİ (RODEL UND KRISPIEN, 1977)

a_w	Bakteriler	Küfler	Mantarlar
0,98	Clostridium (1), Pseudomonas*	—	—
0,97	Clostridium (2)	—	—
0,96	Flavobacterium, Klebsiella, Lactobacillus*, Proteus*, Pseudomonas*, Shigella	—	—
0,95	Alcaligenes, Bacillus, Citrobacter, Clostridium (3), Enterobacter, Escherichia, Proteus, Pseudomonas, Salmonella, Serratia, Vibrio	—	—
0,94	Lactobacillus, Microbacterium, Pediococcus, Streptococcus*, Vibrio*	—	—
0,93	Lactobacillus*, Streptococcus	—	Rhizopus, Mucor
0,92	—	Rhodotorula, Pichia	—
0,91	Corynebacterium, Staphylococcus (4), Streptococcus*	—	—
0,90	Lactobacillus*, Micrococcus, Pediococcus, Vibrio*	Hansenula, Saccharomyces	—
0,88	—	Candida, Debaryomyces, Hanseniaspora, Torulopsis	Cladosporium
0,87	—	Debaryomyces*	—
0,87	Staphylococcus (5)	—	Paecilomyces
0,80	—	Saccharomyces*	Aspergillus, Penicillium, Emericella, Eremascus
0,75	Halophile Bakterien	—	Aspergillus*, Wallemia
0,70	—	—	Eurotium*, Chrysosporium
0,62	—	Saccharomyces*	Eurotium*, Monascus

(*): Bazı türler; (1): Cl. botulinum Typ C; (2): Cl. botulinum Typ E ve Cl. perfringens'in bazı türleri; (3): Cl. botulinum Typ A ve Cl. perfringens (4): anaerob; (5): aerob. a_w : Su aktivitesi

ki ozmotik basıncın, bakterilerin suyu emebilme gücünden daha az olmasıyla gerçekleşir. Değişik mikroorganizmaların, farklı suyu emme kuvvetleri vardır. Her mikroorganizma veya grupları üreyebilmeleri için besin maddesinin sulu fazındaki ozmotik basıncı aşması gerekir. Bu durum, her mikroorganizmanın belli minimal su aktivitesi değeri bulunduğunu, bu değer in altında artık o mikroorganizmanın yaşayamayacağını gösterir. Böylece, besin maddelerinin su aktivitesi değeri saptanmasıyla, depolanması sırasında hangi mikroorganizmalarla karşılaşacağı önceden bilinir^{19.22.31.34}.

Yarı sterilize edilmiş et konservelerinde ısıya karşı dirençli enterokokların üremeleri, su aktivitesi değerinin azaltılmasıyla engellenebilmektedir. Su aktivitesi değeri 0,95 veya altında olan yarım sterilize edilmiş "Schinken" konservelerinde, normal koşullarda uygulanan sterilizasyon derecesinde yaşamlarını sürdürebilen sporlu bakterilerin artık çoğalamadıkları saptanmıştır³⁶.

Su aktivitesinin trişinler üzerine etkisini incelemek için hazırlanan fermente sucuklarda 0,93 ile 0,94 arasındaki su aktivitesinde trişinlerin yaşayamadığının belirlenmesine karşılık, kuru salamura edilmiş ve havada kurutulmuş trişinli etlerde aynı değer 0,87 olarak saptanmıştır^{17.18.19}. Fermente sucuklarda trişinlerin yaşam sınırı 0,93 su aktivitesi birimi olarak bildirilmesine rağmen, pratikte kullanma sınırı 0,90 olarak önerilmiştir^{18.20}.

Hayvansal orijinli yağların su aktivitesi değerinin bilinmesi yalnız teknolojik (tuzlama, kurutma v.s.) işlemler sırasında bakteri faaliyetleri için önemli olmayıp, aynı zamanda oksidatif ve enzimatik bozulmalar için de önem taşımaktadır. Taze yağ dokusu, çok az su içermesine rağmen, su aktivitesi değeri (0,97 — 0,99) oldukça yüksektir ve taze et gibi çabuk bozulur. Ancak, teknolojik işlem görmüş yağların su aktivitesi, içerdikleri çok az su nedeniyle çabucak 0,72'ye kadar düşerek depolama süreleri uzamaktadır. Karkaslar üzerinde bulunan kabuk yağları veya et ürünlerinin dış tarafında bulunan yağlar, soğutulduklarında çabuk kurduğundan su aktivitesi değeri düşer ve dolayısıyla bu gibi ürünlerin bozulmaları gecikir³⁵.

Et ürünlerinde, su aktivitesi değeri ile donma ısısı arasında yakın bir ilişki vardır. Su aktivitesi değerinin azalması donma noktasına kadar olan sıcaklıkta, derece başına yaklaşık 0,00015 birim değerde olmaktadır³¹. Isı, donma noktasının altına düştüğünde su aktivitesi değeri derece başına 0,008 biriminde azalmaktadır. Bu değer donma derecesi üstündeki sıcaklıkta su aktivitesi düşüş değerinden, 50 kat daha fazladır. Dolayısıyla, besin maddelerinde su aktivitesinin + 5°C ile + 25°C ler arasında saptanmasıyla elde edilen rakamlar arasındaki fark, önemli sayılmayacak kadar küçüktür^{11.31}.

Besin maddelerinin su aktivitesi değeri, gerek aletle ölçülebilmekte ve gerekse hesaplama yoluyla rutubet ve tuz oranından çıkarılmaktadır^{4.12.22}. Bu amaç için çeşitli firmalar tarafından birçok su aktivitesi ölçü aleti yapılmış ve piyasaya sürülmüştür. Hesaplama yoluyla su aktivitesi değeri, bazı cep hesap makinalarıyla da mümkün olabilmektedir¹². Hesaplama yoluyla saptanan su aktivitesi değeri ile aletle ölçülen değerler arasında önemli bir fark olmadığı bildirilmektedir^{21.23}. Hesaplama yoluyla saptanan su aktivitesi değerinin, aletle ölçülen değerden yüksek çıkmasının nedeni, hesaplama su aktivitesi yapılırken bulunan su miktarı içerisinde mikroorganizmaların faydalanmadığı bağlı suyun da var olmasından ileri gelmektedir¹².

3. ÖZEL ÇALIŞMALAR

Çalışmalarımızda bölümümüz ét ünitesinde standart şekilde üretilen sucuk, pastırma, sosis ve salam gibi et ürünlerine ait 10'ar (toplam 40) numuneyle, piyasadan satın alınan değişik firmalara ait yine 10'ar (toplam 40) numuneden su aktivitesi, pH, rutubet, tuz oranları saptanmış ve hesapla su aktivitesi değeri bulunmuştur.

3.1. Materyal:

Fakültemiz et ünitesinde üretilen ürünlerden sucuğun bileşimi, % 80 sığır eti, % 20 kabuk ve kuyruk yağı, % 2 tuz, % 0,05 sodyum nitrat, % 5 şeker, % 1 kırmızı biber, % 1 kimyon, % 4 karabiber ve % 0,5 yenibahardan oluşmaktaydı⁴⁰. Sucuk hamuru barsaklara doldurulduktan sonra ısı 24°C, relatif rutubeti % 96 ve hava cereyanı 0,5 — 1,5 m/sn olan olgunlaşma odasına asılarak 24 saat bekletildiler. Sonra olgunlaşma odasının ısı 2.3.4. günler için 22°C, 20°C ve 18°C ye kadar düşürüldü. Aynı şekilde relatif rutubet oranı % 90, % 85 ve % 80 indirildi. Hava cereyanı hızı değiştirilmedi. Olgunlaşma odasının ısı ve rutubet oranı son gün aynen 4. gün-deki gibi muhafaza edildi³⁹. Analizler olgunlaşmanın 6. gününde yapıldı.

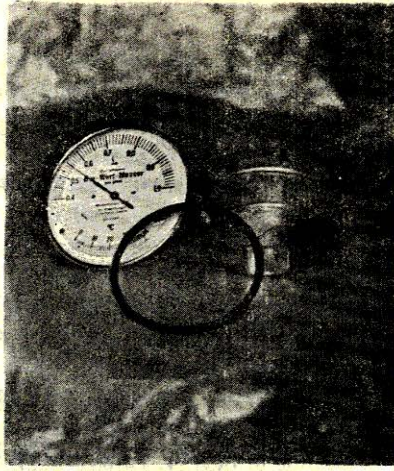
Salam ve sosis hamurlarının bileşimleri ise şöyle idi: % 80 et, % 20 yağ, % 2,5 patates nişastası, % 2,5 tuz, % 0,05 sodyum nitrat, % 0,02 sodyum nitrit, % 0,03 askorbik asit, % 9,5 şeker, % 1,5 kırmızıbiber, % 3 zencefil, % 1 kişniş, % 3 karabiber ve % 10 oranında buz⁴¹. Kuter'den geçirilen sosis hamuru karışımı, barsaklara doldurularak sıcaklığı 78°C olan dumanlama odasında 1,0 — 1,5 saat tutuldu. Daha sonra 80°C de, 30 dakika süre ile haşlanan sosisler, soğuk duştan geçirildikten sonra analiz yapmak için laboratuvara götürüldüler. Barsaklara doldurulmuş salam hamuru, üretimlerinde sosislerden farklı olarak dumanlama odasında 2,0 — 2,5 saat ve haşlama kazanında 45 — 60 dakika süreyle tutulmuşlardır^{10.16}.

Pastırma üretimi için ayrılan etler, ağırlıklarına göre % 4 — 6 tuz ve % 0,05 sodyum nitrat karışımıyla bir hafta kuru salamuraya tabi tutulmuşlardır. Sonra, ısı 20°C ile 28°C ve relatif rutubeti % 75 — 95 arasında değişen odada 10 gün süre ile kurutuldular. Aynı odada hava cereyanı hızı 0,5 — 1,5 m/sn. idi. Sonra çemenlenip, 1 gün daha kurutulan pastırmalar, üretimlerinin 19. gününde analize tabi tutuldular⁴¹.

3.2. Metod:

Su aktivitesi değerinin saptanması "luft GmbH, Stuttgart" firmasının "a_w — Wert — Messer" aletiyle yapılmıştır. Alet, 2 kısımdan oluşmaktadır. Altta, numunenin konduğu kısım bulunmakta ve bunun üzerini, içinde ölçüm kısmı ile derecesi bulunan ve aynı zamanda kapak görevini yapan 2 nci kısım örtmektedir. Üzeri cam olan kapak kısmının içerisinde 0°C — 40°C arasında ısıyı ölçen kapillar bir termometre ile 0.4 — 1.0 arasında su aktivitesini ölçebilen bir skala vardır. Su aktivitesi ölçümü, polyamid iplikçiğinden faydalanılarak olmaktadır. Çelikten yapılan aletin 2 kısmı arasına, ölçüm sırasında hava girmemesini sağlamak amacıyla lastik conta konmuştur. Aletin ayarlanması sulu tuz çözeltisiyle olmaktadır.

Aletle ölçüm yapabilmek için, önce ayarı yapılır. Sonra ısı ölçü aletinin ısıyla eşitlenmiş olan numuneden aletin alt kabına 1-2 cm. yüksekliğe kadar konup, araya lastik conta takılarak kapak kısmı kapatılır. 3-4 saat sonra aletin üstündeki skaladan değer okunur. Ölçüm + 20°C de yapıyorsa, okunan değer aynen ya-



Resim: 1— Su Aktivitesi Ölçüm Aleti

zılır. Ölçüm $+ 20^{\circ}\text{C}$ nin altında yapılıyorsa, bulunan rakamdan derece başına 0,002 çıkarılır. Eğer ölçüm 20°C nin üstünde yapılıyorsa bu defa derece başına 0,002 bulunan rakama eklenir.

pH tayininde "Emaf" marka yerli bir alet kullanılmıştır. Deneylerimizde kullandığımız numuneleri tuz ve rutubet miktarı tayinleri 1 ve 36 No'lu literatürden faydalanılarak yapılmıştır.

Tuz ve rutubet oranından su aktivitesini hesaplama yöntemi, 12 No'lu literatürden alınmıştır.

Bütün analizler 3 defa tekrarlanmış ve ortalamaları değerlendirilmeye alınmıştır. Deneylerden elde edilen neticeleri karşılaştırmak için "t" testi uygulanmıştır^{2,3}. İstatistiki değerlendirilmeler yapılırken "Victor, model 210" marka hesap makinasından yararlanılmıştır.

3.3. Bulgular:

Fakültemiz et ünitesinde üretilen ve piyasadan toplanan numunelere ait su aktivitesi, rutubet, tuz, pH ve hesaplama su aktivitesi neticeleri 2 No'lu tabloya, kendi ürünlerimiz ile piyasa ürünlerini karşılaştırmak için uygulanan "t" testi ve elde edilen sonuçlar ise 3 No'lu tabloya çıkarılmıştır.

3.3.1. Sucuk ve Bulguları:

Deneme ve piyasa sucuklarında ortalama rutubet miktarı sırasıyla $\% 34.00 \pm 2.08$ ve $\% 25.00 \pm 4.16$ olarak bulunmuştur. Numunelerin ortalama değerleri arasındaki fark $\% 5.92$ olup, istatistiki yönden $\% 1$ güven eşiğinde önem arz etmektedir. Deneme sucuklarında en yüksek ve en düşük rutubet miktarları arasında $\% 5.73$ oranında fark olmasına karşılık, aynı değer piyasa sucuklarında $\% 13.42$ olarak saptanmıştır.

Deneme sucuklarında ortalama tuz oranı $\% 2.35 \pm 0.40$ 'tır. En yüksek değer ile en düşük değer arasındaki fark $\% 1.40$ olarak bulunmuştur. Piyasadan alınan sucuklarda ortalama tuz oranı $\% 2.71 \pm 0.32$ olup, en yüksek değer ile en düşük değer arasındaki fark $\% 1.0$ 'dır. Ortalama değerler arasındaki fark 2.12 olarak $\% 5$ güven eşiğinde önemlilik arz etmektedir.

TABLO 2 : DENEME VE PİYASADA SATILAN ET ÜRÜNLERİNİN ÖNEMLİ ÖZELLİKLERİNİN ANALİZ SONUÇLARI

SUCUK (Deneme)

Numune Sayısı	Rutubet %	Tuz %	pH	a_w^*	$a_w(H)^{**}$
1	37.12	2.33	4.18	0.93	0.96
2	33.29	2.20	4.70	0.91	0.96
3	32.41	2.70	4.50	0.88	0.95
4	33.56	2.70	4.10	0.92	0.94
5	32.19	2.40	4.70	0.89	0.95
6	35.51	2.20	4.80	0.93	0.96
7	32.21	1.70	5.10	0.91	0.96
8	37.94	2.30	4.90	0.93	0.96
9	35.12	1.90	5.00	0.93	0.96
10	32.49	3.10	5.20	0.92	0.94

SUCUK (Piyasa)

Numune Sayısı	Rutubet %	Tuz %	pH	a_w^*	$a_w(H)^{**}$
1	31.67	2.71	6.03	0.87	0.97
2	19.04	2.40	5.80	0.81	0.99
3	29.93	3.02	5.90	0.90	0.94
4	27.34	2.50	5.70	0.88	0.94
5	27.73	2.63	6.00	0.88	0.94
6	24.39	2.30	5.80	0.85	0.94
7	25.26	2.50	5.80	0.84	0.94
8	21.66	2.50	6.00	0.83	0.92
9	18.25	3.20	5.90	0.82	0.99
10	24.80	3.40	5.70	0.80	0.92

SALAM (Deneme)

Numune Sayısı	Rutubet %	Tuz %	pH	a_w^*	$a_w(H)^{**}$
1	61.18	2.10	7.10	0.94	0.97
2	61.73	2.10	6.40	0.97	0.97
3	65.51	1.90	6.90	0.97	0.98
4	42.00	2.10	6.30	0.96	0.98
5	62.36	2.00	6.60	0.96	0.98
6	62.09	1.85	6.30	0.95	0.96
7	63.15	1.80	6.30	0.96	0.98
8	62.39	1.90	6.10	0.95	0.98
9	60.70	1.80	6.70	0.95	0.98
10	60.91	1.85	6.70	0.94	0.98

SALAM (Piyasa)

Numune Sayısı	Rutubet %	Tuz %	pH	a_w^*	$a_w(H)^{**}$
1	55.91	2.04	6.63	0.95	0.98
2	51.16	2.10	6.30	0.95	0.98
3	55.43	2.39	6.50	0.95	0.97
4	51.75	1.90	6.50	0.94	0.98
5	51.63	3.20	5.60	0.95	0.96
6	53.42	2.30	6.50	0.93	0.96
7	93.50	2.50	6.20	0.93	0.95
8	51.89	2.60	6.30	0.96	0.97
9	49.41	2.70	6.50	0.94	0.97
10	53.74	1.70	6.30	0.94	0.98

SOSİS (Deneme)

Numune Sayısı	Rutubet %	Tuz %	pH	a_w^*	$a_w(H)^{**}$
1	60.79	2.50	6.60	0.94	0.97
2	62.54	1.70	6.30	0.96	0.98
3	60.48	1.76	6.64	0.97	0.98
4	64.46	2.10	6.70	0.95	0.98
5	61.78	2.10	6.20	0.96	0.98
6	62.33	1.90	6.60	0.95	0.98
7	61.27	2.15	6.10	0.95	0.98
8	59.27	1.80	6.00	0.95	0.98
9	61.71	1.80	6.20	0.96	0.98
10	56.39	1.70	6.40	0.97	0.98

SOSİS (Piyasa)

Numune Sayısı	Rutubet %	Tuz %	pH	a_w^*	$a_w(H)^{**}$
1	55.70	1.22	6.64	0.97	0.99
2	61.16	1.76	6.10	0.95	0.98
3	62.40	2.07	6.40	0.96	0.98
4	59.60	1.90	5.60	0.95	0.98
5	60.22	1.98	6.01	0.96	0.98
6	59.29	5.30	6.40	0.95	0.95
7	54.48	2.50	6.40	0.95	0.97
8	54.31	1.50	6.50	1.95	0.98
9	56.75	1.70	6.50	0.95	0.98
10	61.04	1.80	6.50	0.95	0.98

PASTIRMA (Deneme)

Numune Sayısı	Rutubet %	Tuz %	pH	a_w^*	$a_w(H)^{**}$
1	45.57	3.60	5.80	0.91	0.95
2	46.37	3.80	5.90	0.92	0.95
3	40.80	6.80	6.50	0.81	0.90
4	43.55	5.20	5.90	0.90	0.90
5	46.30	4.32	6.30	0.93	0.95
6	43.94	2.92	6.30	0.96	0.96
7	45.10	4.32	6.25	0.94	0.98
8	43.10	2.98	6.22	0.92	0.96
9	43.32	2.39	6.20	0.95	0.97
10	40.17	2.16	6.24	0.93	0.98

PASTIRMA (Piyasa)

Numune Sayısı	Rutubet %	Tuz %	pH	a_w^*	$a_w(H)^{**}$
1	43.43	5.67	6.18	0.88	0.92
2	44.06	4.90	5.80	0.86	0.99
3	42.66	6.15	6.45	0.85	0.92
4	44.18	6.00	5.70	0.84	0.92
5	43.55	5.20	5.90	0.87	0.93
6	38.50	6.20	5.90	0.82	0.90
7	55.40	5.50	5.70	0.87	0.94
8	45.90	6.40	5.80	0.86	0.92
9	38.14	5.70	6.10	0.84	0.89
10	38.78	7.20	5.80	0.80	0.89

 a_w^* = Su aktivitesi $a_w(H)^{**}$ = Su aktivitesinin hesapla bulunan değeri

TABLO: 3 – DENEME VE PİYASADA SATILAN ET ÜRÜNLERİNİN BAZI ÖNEMLİ ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI (%)

ÜRÜNLER ve ÖZELLİKLER	DENEME		PİYASA		FARK
	X	± S _x	X	± S _x	
SUCUK (n = 10)					
Rutubet %	34.18	± 2.08	25.00	± 4.16	5.92**
Tuz %	2.35	± 0.40	2.71	± 0.32	2.12*
pH	4.82	± 0.39	5.86	± 0.22	7.42**
a _w	0.91	± 0.01	0.85	± 0.00	6.00**
a _w (H)	0.95	± 0.00	0.95	± 0.00	0.00 ö.D.
SALAM (n = 10)					
Rutubet %	62.27	± 1.22	50.79	± 6.09	5.57**
Tuz %	1.94	± 0.14	2.34	± 0.42	2.85*
pH	6.54	± 0.30	6.33	± 0.33	0.54 ö.D.
a _w	0.95	± 0.01	0.94	± 0.01	0.00 ö.D.
a _w (H)	0.98	± 0.00	0.97	± 0.00	0.02 ö.D.
SOSİS (n = 10)					
Rutubet %	61.10	± 2.10	58.90	± 3.40	1.68 ö.D.
Tuz %	1.95	± 0.26	2.17	± 1.10	0.59 ö.D.
pH	6.37	± 0.22	6.30	± 0.14	0.56 ö.D.
a _w	0.96	± 0.01	0.95	± 0.00	0.00 ö.D.
a _w (H)	0.98	± 0.00	0.98	± 0.01	0.00 ö.D.
PASTIRMA (n = 10)					
Rutubet %	43.85	± 2.05	43.46	± 4.74	0.22 ö.D.
Tuz %	3.85	± 1.33	5.89	± 0.64	4.16**
pH	6.16	± 0.22	5.93	± 0.30	2.30*
a _w	0.91	± 0.04	0.85	± 0.00	6.00**
a _w (H)	0.95	± 0.00	0.92	± 0.00	1.00 ö.D.

ö.D. : Önemli Değil

(*) : P < 0.05

(**) : P < 0.01

a_w : Su Aktivitesi

a_w (H) : Su Aktivitesinin hesapla bulunan değeri

X : Aritmetik Ortalama

S_x : Standart Sapma

Ortalama pH derecesi deneme sucuklarda 4.82 ± 0.39 , piyasa numunelerinde 5.86 ± 0.22 ' dir. Numunelerin ortalama değerleri arasında bulunan fark 11.55 olup, % 1 güven eşiğinde önemlidir.

Su aktivitesinin deneme sucuklarındaki ortalama değeri 0.91 ± 0.01 dir. Aynı değer piyasa sucuklarında 0.85 ± 0.00 olarak bulunmuştur. Ortalama değerler arasındaki fark 6.00 dir ve % 1 güven eşiğinde önem arz etmektedir.

Hesapla saptanan su aktivitesinin deneme ve piyasa sucuklardaki değerleri 0.95 ± 0.00 olup, ortalama değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

3.3.2. Salam ve Bulguları:

Deneme salamlarına ait rutubet ve tuz miktarları ortalamaları sırasıyla $\% 62.27 \pm 1.22$ ve $\% 1.94 \pm 0.14$ bulunurken, aynı rakamlar piyasadan satın alınan örneklerde $\% 50.79 \pm 6.09$ ve $\% 2.34 \pm 0.42$ olarak saptanmıştır. Numunelerin rutubet ortalama değerlerinin arasındaki fark 5.57 olup, % 1 güven eşiğinde önemlilik

arzettmektedir. Yine, aynı şekilde tuz ortalama değerleri arasındaki farkta 2.85 olarak saptanmış ve % 5 güven eşiğinde önemli çıkmıştır. Deneme salamlarında ortalama pH derecesi 6.54 ± 0.30 ve su aktivitesi değeri 0.95 ± 0.01 olarak bulunmasına karşılık, aynı değerler piyasa örneklerinde 6.33 ± 0.33 ve 0.94 ± 0.01 olarak saptanmıştır. Numunelerin ortalama değerleri arasında önemli bir fark yoktur. Hesapla bulunan su aktivitesi değerleri, aletle ölçülen değerlerin biraz daha üstünde bulunmasına rağmen, ortalama değerler arasında herhangi bir fark görülmemiştir.

3.3.3. Sosis ve Bulguları:

Deneme sosislerinde ortalama rutubet miktarı % 61.10 ± 2.10 ve tuz oranı % 1.95 ± 0.26 olarak bulunmuştur. Aynı değerler piyasa sosisleri için % 58.90 ± 3.40 ve % 2.17 ± 1.10 olarak saptanmıştır. Bulunan bu değerlerin ortalamaları arasındaki fark önemli çıkmamıştır. Numunelerin kendi aralarındaki rutubet ve tuz oranları dağılımı homojenlik arzettmektedir.

Deneme sosislerinde pH ve su aktivitesi değerlerinin 6.37 ± 0.22 ve 0.96 ± 0.01 olarak bulunmasına karşılık, piyasa sosislerinde aynı değerler 6.30 ± 0.14 ve 0.95 ± 0.00 olarak saptanmıştır. Numunelerin ortalama değerleri arasında önemli bir fark çıkmamıştır. Aynı, durum hesapla saptanan su aktivitesi değerleri içinde geçerlidir.

3.3.4. Pastırma ve Bulguları:

Deney ve piyasadan satın alınan pastırmalara ait ortalama rutubet miktarları % 43.85 ± 2.00 ve 43.46 ± 4.47 olarak bulunmuştur. Numunelerin ortalama değerleri arasındaki fark önemli çıkmamıştır. Pastırmaların ortalama tuz oranları ise deneme pastırmalarında % 3.85 ± 1.33 ve piyasadan temin edilenlerde % 5.89 ± 0.64 tür. Aradaki fark, % 1 güven eşiğinde önemli bulunmuştur. Deneme pastırmalarının rutubet oranlarının kendi aralarındaki dağılımı büyük ölçüde homojenlik göstermektedir. Piyasadan temin edilen pastırmalarda ise en az rutubet oranı % 38.50 ve en çok % 55.40 olarak saptanmıştır.

Deneme pastırmalarında pH ve su aktivitesi ortalama değerleri 6.16 ± 0.22 ve 0.91 ± 0.04 olarak bulunmuştur. Aynı değerler piyasadan temin edilen pastırmalarda 5.93 ± 0.30 ve 0.85 ± 0.00 olarak saptanmıştır. Numunelerin ortalama pH — değerleri arasındaki fark % 5 güven eşiğinde ve su aktiviteleri arasındaki fark % 1 güven eşiğinde önemli çıkmıştır.

3.4. Tartışma:

3.4.1. Sucuk ve Tartışması:

Deneme ve piyasa sucuklarının ortalama rutubet değerleri arasında bulunan ve % 1 güven eşiğinde önemlilik arzeden fark, piyasa sucuklarının satış mağazalarında bekleme süresine bağlı olarak fazla kurumalarından ileri gelmektedir. Gerek deneme ve gerekse piyasa sucuklarının rutubet miktarları, gıda maddeleri mevzuatı'na göre normal sınırlar arasındadır⁶.

Genellikle sucuk hamuruna % 2 oranında katıldığı^{39,40} gözönüne alınırsa, numunelerde bulunan ortalama tuz miktarları yüksek çıkmamıştır^{30,40}. Piyasa sucuklarında bulunan % 3'ün üzerindeki tuz miktarları, aynı numunelerin su aktivitesi değerlerinin, diğerlerine oranla daha düşük çıkmasına neden olmuştur^{12,14,25,27}.

Deney sucuklarında 4.82 ± 0.39 olarak bulunan pH derecelerinin kendi aralarındaki dağılımın dikkate alınmayacak kadar küçük çıkması, olgunlaşmanın düzenli, usulüne uygun ve standart oluşuna bağlamak gerekir^{39,40,41}.

Su aktivitesi değerlerinin kendi aralarındaki dağılımı, deney sucuklarında düzenli olmasına rağmen, piyasa numuneleri ortalama değerinden daha fazla çıkmıştır. Bu durum, piyasa sucuklarının deneme sucuklarına nazaran fazla kuruyarak, sucukta arta kalan suyu daha konsantrale hale geçirip, su aktivite değerinin düşmesine neden olmasından ileri gelmektedir.

Sucuklarda saptanan pH ve su aktivitesi değerleri, çabuk olgunlaşma devresi geçiren fermente sucuklar için verilen pH: 4.8 – 5.2 ve su aktivitesi 0.90 – 0.95 değerleri ile dayanıklı et ürünleri için verilen pH ≤ 5.2 ve su aktivitesi ≤ 0.95 sınır değerlerine uymaktadır^{25,26,37}. Sucuklarda yalnız pH değerinin 5.0'in veya su aktivitesinin 0.91'in altında bulunması "dayanıklı sucuk" özelliği için yeterli kriterler olduğunu gözönünde bulundurursak, hem piyasa ve hem de deneme sucuklarının soğukta saklanmalarına gerek yoktur²⁶. Ancak, piyasada bulunan sucukların hangi koşullarda üretildiği kesin olarak bilinmediğinden, dayanıklılıkları üzerinde önceden karar vermek her zaman mümkün değildir. Bu durumda, her sucuk üretiminden sonra, su aktivite ve pH değerlerinin ölçülerek ona göre saklanma koşulları ve dayanma süreleri üzerinde karar vermek daha güvenilir olacaktır. Standart şekilde üretim yapabilen işletmeler için, bu değerlerin bir defa ölçülmesi ve ona göre karar verilip uygulanması mümkündür.

3.4.2. Salam ve Tartışması:

Piyasadan satın alınan salamların rutubet miktarları, deneme salamlarına göre daha az olmasına rağmen, kendi aralarındaki dağılımı oldukça farklıdır. Piyasa salamlarının fazla kurumalarına paralel olarak tuz oranları az da olsa yüksek çıkmıştır. Numunelerin rutubet ve tuz ortalaması arasındaki farkın önemli çıkmasının nedenini, üretimleri ile tüketimi arasında satış mağazalarında daha uzun süre beklemelelerine bağlamak gerekir. Gerek piyasa ve gerekse deneme salamlarının üretim teknolojileri arasında büyük fark olmadığından, pH ve su aktivite ortalama değerlerinin farkları önemli çıkmamıştır.

Deneme ve piyasa salamlarında elde edilen değerleri, et ürünleri için verilen kriterlerle karşılaştırılırsa, her iki gruba dahil numunelerin "çabuk bozulabilir" ürünler olduğunu ve $\leq + 5^{\circ}\text{C}$ de saklanmaları gerektiğini görmekteyiz²⁶.

3.4.3. Sosis ve Tartışması:

Deneme ve piyasa sosislerinin ortalama rutubet, tuz, pH ve su aktiviteleri değerleri arasında önemli bir farkın bulunmamasını, üretim teknolojileri arasındaki benzerlik ile piyasada sosislerin diğer et ürünlerine göre daha çabuk satılmalarına bağlamak mümkündür.

Piyasa ve deneme sosislerinin pH ve su aktivite ortalama değerleri "çabuk bozulabilir" et ürünleri için verilen kriterler içerisine girmekte ve $\geq + 5^{\circ}\text{C}$ de saklanmaları gerekmektedir²⁶.

3.4.4. Pastırma ve Tartışması:

Piyasa ve deneme pastırmalarının ortalama rutubet değerleri farkları önemli bulunmamasına rağmen, piyasa örneklerinin kendi aralarındaki dağılımı homojen

değildir. 2 No'lu tabloda da görüldüğü gibi, piyasada bulunan pastırmaların üretiminde oldukça yüksek oranlarda tuz kullanılmaktadır. Bu durum, pastırma üretiminde kullanılan taze etin, ilkel sayılabilecek yöntemlerle kurutulmasının güç olmasından ve bu esnada ortaya çıkabilecek bozulmaların yüksek oranda tuz kullanılmasıyla engellenmek istenmesinden kaynaklanmaktadır.

Bursa piyasasında satılan pastırmaların büyük çoğunluğunun başka şehirlerden gelmesi ve üretim ile tüketimleri arasında diğer et ürünlerine nazaran oldukça uzun süre geçmesi, bu ürünlerin daha fazla kurumalarına ve dolayısıyla tuz konsantrasyonunun artarak, su aktivite değerlerinin düşmesine neden olmaktadır^{1,2,14,25,27}. Deneme pastırmalarında ortalama su aktivite değerinin yüksek çıkması, piyasa pastırmalarına oranla daha az tuz kullanılması ve üretimlerinin 19. gününde analize tabi tutulmasından ileri gelmektedir^{3,2,42}.

Gerek deneme ve gerekse piyasa pastırmalarından elde edilen değerler, "dayanıklı" et ürünleri için verilen pH ve su aktivitesi değerleri içerisinde girmekte ve soğukta saklanma koşulları yoktur^{2,5,26}. Ayrıca, saptanan su aktivitesi değerleri, normal olgunlaşma devresi geçiren dayanıklı et ürünleri için verilen 0.85 – 0.92 su aktivitesi değerlerine uygunluk göstermektedir^{3,7}.

4. Sonuç ve Öneriler:

Et ürünlerimizin su aktivite değerlerinin saptanması gayesiyle yapılan bu araştırmada sonuç ve öneriler şunlardır:

— Et ürünlerinin stabilitesini kontrolunda, pH ve su aktivitesi değerlerinin ölçülmesi basit ve külfetsiz olup, kısa zamanda sonuca varmaktadır.

— Gıdaların bakteriyolojik kontrolunda kullanılan besi yerleri fiatlarının son zamanlarda büyük oranlarda artması, ayrıca bakteriyolojik ekimlerin pahalı aletlere (otoklav, etüv v.s.) ve teknik personele gereksinim göstermesi, stabilite tayinine su aktivitesi ile pH oranlarını saptayarak gitmeyi avantajlı kılmaktadır.

— Piyasada bulunan et ürünlerimizden sucuk ve pastırmanın saptanan su aktivitesi ve pH değerlerine göre, dayanıklı mamüller grubuna girdikleri ve soğukta saklanmalarına gerek olmadığı neticesine varılmıştır.

— Sosis ve salam gibi et ürünlerimiz, elde edilen bulgulara göre + 10°C veya daha altında saklanmaları gerekmektedir.

— Piyasada satılan et ürünlerinin standart şekilde üretilmedikleri gözününde tutulursa, her parti üretim için ayrı, ayrı pH ve su aktivitesi değerlerinin saptanması ve sonra stabilite üzerinde karar verilmesi zorunluluğu vardır.

— Et ürünlerinde stabilite kontrolu yapan tüm laboratuvarlarda su aktivitesi ve pH tayini yapılarak kolayca neticeye gidileceğinden, bu yöntemlerin laboratuvarlara yerleştirilmesi gereklidir.

— Hesaplama yoluyla su aktivitesi tayininde rutubet ve tuz oranlarının saptanması zorunlu olduğundan, hata payı büyütmekte ve daha fazla zamana gereksinim olmaktadır.

KAYNAKLAR

1. ALPERDEN, İ. ve Ark. (1980): Marmara bölgesinden gıda maddelerinde yapılan taklit ve taşış üzerine bazı araştırmalar. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Yayın No.: 47.

2. ARPACIK, R. (1979): Biyoistatistik Ders Notları Teksiri. Bursa Üniv. Veteriner Fak.
3. BOZYK—RUDZKI (1971): Qualitätskontrolle von Lebensmitteln VEB Fachbuchverlag Leipzig.
4. DEYMER, D. (1979): Comparison between calculated and measured values of wateractivity (a_w) in dry sausage. Fleischwirtschaft 7. 973.
5. FORREST—ABERLE—HEDRICK—JUDJE—MERKEL (1975): Principles of Food Science W.H. Freeman and Company San Francisco.
6. GÜLER, H. (1972): Gıda Maddeleri Mevzuatı Ayyıldız Matbaası A.Ş. Ankara.
7. HAMM, R. (1972): Kolloidchemie des Fleisches: Paul Parey Berlin.
8. KLETTNER, P.G. und W. RÖDEL (1977): "Überprüfung und Steuerung wichtiger Parameter bei der Rohwurstreifung" Mitteilungsblatt der Förderergesellschaft der Bundesanstalt für Fleischforschung Nr. 56, 3100.
9. KLETTNER, P.G. und W. RÖDEL (1978): "Überprüfung und Steuerung Wichtiger Parameter bei der Rohwurstreifung". Fleischwirtschaft 1. 57.
10. KOCH, H. (1978): "Die Fabrikation Feiner Fleisch und Wurstwaren". Verlagshaus Sponholz, Frankfurt am Main.
11. KRISPLEN, K. und W. RÖDEL (1976) "Bedeutung der Temperatur für den a_w — Wert von Fleisch und Fleischerzeugnissen". Fleischwirtschaft 5. 709.
12. KRISPIEN, K., W. RÖDEL und L. LEISTNER (1979): "Vorschlag zur Berechnung der Wasseraktivität (a_w — Wert) von Fleischerzeugnissen aus dem Gehalt von Wasser und Kochsalz". Fleischwirtschaft 8. 1173.
13. KRYLOWA, JASKOWSKAJA (1976): "Biochemie des Fleisches". VEB Fachbuchverlag Leipzig.
14. LEISTNER, L. und F. WIRTH (1971): "Die Wasseraktivität von Fleischwaren und deren Beeinflussung". Mitteilungsblatt der Förderergesellschaft der Bundesanstalt für Fleischforschung Nr. 34 1416.
15. LEISTNER, L., W. RÖDEL und F. WIRTH (1975): "Optimale Prozesssteuerung bei der Fleischwarenherstellung". Fleischwirtschaft 8.1055.
16. LIENHOP, E. (1967): "Handbuch der Fleischwarenherstellung". Verlag Günther Hempel Braunschweig.
17. LÖTZSCH, R. (1977): "Einfluss der Wasseraktivität (a_w — Wert) von Rohschinken auf das Überleben von Trichinen". Mitteilungsblatt der Förderergesellschaft der Bundesanstalt für Fleischforschung Nr. 58, 3218.
18. LÖTZSCH, R. (1977): "Einfluss der Wasseraktivität (a_w — Wert) von Rohwurstzeugnissen auf das Überleben von Trichinen. Mitteilungsblatt der Förderergesellschaft der Bundesanstalt für Fleischforschung Nr. 58, 3210.
19. LÖTZSCH, R. und L. LEISTNER (1979): "Überleben von Trichinella Spiralis in Rohwurst und Rohschinken in Abhängigkeit von der Wasseraktivität (a_w Wert)". Fleischwirtschaft 2, 231.
20. LÖTZSCH, R. und RÖDEL (1974): "Die Wasseraktivität (a_w — Wert) Maß für die Invasionsfähigkeit von Trichinen in Rohwurst". Mitteilungsblatt der Förderergesellschaft der Bundesanstalt für Fleischforschung Nr. 45, 2156.

21. MULTON, J.L., B. SAVET and H. BIZOT (1980): "A Fast Method For Measuring the Activity of Water of Water in Foods". Lebensmittel—Wissenschaft + Technologie 5. 271.
22. REICHERT, J.E., und A. STIEBING (1977): "Herstellung von Laengerfristig haltbaren Leberwurstkonserven durch Pasterurisieren infolge a_w — Wertsenkung". Fleischwirtschaft 5. 910.
23. RICHARD, M.B., OUAYLE, G., PHAM, T. et CHEFTEL, C.J. (1980): "Etude Comparative Critique de Trois Methodes de Mesure de l'Activite de l'Eau des Alimentes a Humidite Intermediare". Lebensmittel—Wissenschaft + Technologie 4. 169.
24. RÖDEL, W. (1973): "Der a_w — Wert ein Wichtiger Faktör für die Praxis der Fleischwarenherstellung". Mitteilungsblatt der Förderergesalchaft der Bundesanstalt für Fleischforschung Nr. 45, 2156.
25. RÖDEL, W. (1975): "Feststellung und Bedeutung des a_w — Wertes von Rohwurst für die Lebensmittelüberwachung". Fleischwirtschaft 4, 499.
26. RÖDEL, W. (1975): "Einteilung von Fleischerzeugnissen in Leicht Verderbliche, Verderbliche und Lagerfaehige Produkte auf Grund des pH — Wertes und a_w —Wertes". Mitteilungsblatt der Förderergesellschaft der Bundesanstalt für Fleischforschung Nr. 48 2428.
27. RÖDEL, W., und L. LEISTNER (1971): "Ein einfacher a_w — Wert — Messer für die Praxies". Fleischwirtschaft 12, 1800.
28. RÖDEL, W. und L. LEISTNER (1972): "Messung der Wasseraktivaet unter Praxisbedingungen". Metteilungsblatt der Förderergesellschaft der Bendesanstalt für Fleischforschung Nr. 38. 1722.
29. RÖDEL, W., und L. LEISTNER (1975): "Möglichkeiten und Grenzen der Fleischwarenherstellung als" Intermediate Moisture Foods". Metteilungsblatt der Förderergesellschaft der Bundesanstalt für Fleischforschung Nr. 50, 2613.
30. RÖDEL, W., und K. KRISPIEN (1977): "Veraenderungen des a_w — Wertes von Fleisch und Fleischerzeugnissen in Abhengigkeit von der Lagerungstemperatur". Mitteilungsblatt der Förderergesellschaft der Bundesanstalt für Fleischforschung Nr. 56, 3083.
31. RÖDEL, W., und K. KRISPIEN (1977): "Der Einfluss Von Kühl und Gefriertemperaturen auf die Wasseraktivaet (a_w — Wert) von Fleisch und Fleischerzeugnissen". Fleischwirtschaft 10, 1863.
32. RÖDEL, W., H. PONERT und L. LEISTNER (1975): "Verbesserter a_w — Wert — Messer zur Bestimmung der Wasseraktivaet (a_w — Wert) Von Fleisch und Fleischweren". Fleischwirtschaft 4. 557.
33. RÖDEL, W., H. PONERT und L. LEISTNER (1976): "Einstufun von Fleischerzeugnissen in Leicht Verderbliche und Lagerfaehige Produkte". Fleischwirtschaft 3. 417.
34. RÖDEL, W., K. KRISPIEN und L. LEISTNER (1979): "Messnung der Wasser aktivaet (a_w — Wert) Von Fleisch und Fleischerzeugnissen". Fleischwirtschaft 6.831.
35. RÖDEL, W., K. KRISPIEN und L. LEISTNER (1980): "Die Wasseraktivaet von Fetten Tierischer Herkunft". Fleischwirtschaft 4, 642.

36. VRCHLABSKY, J. und L. LEISTNER (1970): "Beeinflussung der Haltbarkeit von Fleischkonserven durch die Wasseraktivitaet des Füllgutes" Mitteilungsblatt der Förderergesellschaft der Bundesanstalt für Fleischforschung Nr. 29, 1075.
37. WIRTH, F., L. LEISTNER und W. RÖDEL (1975): "Physikalische Richwerte für die Fleischtechnologie". Fleischwirtschaft 11. 1517.
38. WIRTH, F. L. LEISTNER und W. RÖDEL (1976): "Richwerte der Fleischtechnologie". Verlagshaus Sponholz GmbH Frankfurt am Main.
39. YILDIRIM, Y. (1981): "Yeni bir yöntemle her mevsim standart sucuk üretimi Bursa Üniv. Vet. Fak. Dergisi. Bursa Üniv. Basimevi.
40. YILDIRIM, Y. (1977): "Yerli sucuklarımıza uygulanan değişik teknolojik yöntemlerin mikroflara ve kalite üzerine etkileri". F.Ü. Vet. Fak. Dergisi sayı 1-2, 52.
41. YILDIRIM, Y. (1977): "Et teknolojisi ders notları teksiri" Ankara Üniv. Vet Fak.
42. ANONİM (1970): "Verbesserung der Haltbarkeit von Fleischwaren durch Beeinflussung der Wasseraktivitaet". Mitteilungsblatt der Förderergesellschaft der Bundesanstalt für fleischforschung Nr. 29, 1067.