

A.Ü. Veteriner Fakültesi Besin Kontrolu ve Teknolojisi Kürsüsü
Prof. Dr. Zeki Tolgay

ET VE ÜRÜNLERİNİN SU AKTİVİTESİ (a_w) DEĞERLERİ VE ÖNEMİ

Doç. Dr. Yalçın Yıldırım*

aw - Wert Von Fleisch und Fleischerzeugnissen und Ihre Bedeutung

Zusammenfassung: Die Wasseraktivitaet (a_w -Wert) von Fleisch und Fleischerzeugnissen findet zunehmend Beachtung, da der a - Wert die Vermehrung, Stoffwechselaktivitaet sowie auch das Überleben und die Resistenz von Mikroorganismen beeinflusst und folglich für die Konservierung von Lebensmitteln oft von wesentlicher und mitunter von entscheidender Bedeutung ist. Der a - Wert dient als Messzahl des für Mikroorganismen verfügbaren Wassers in einem Fleischerzeugnis und ist definiert als Quotient des vorliegenden Wasserdampfdruckes zum maximal möglichen Wasserdampfdruck bei einer Temperatur.

Die Wasseraktivitaet ist vor allem wichtig für Fleischwaren, und zwar sowohl für die Technologie als auch für die Haltbarkeit. Besonders bei der Rohwurstherstellung spielt der a_w -Wert, neben dem pH-Wert, eine grosse Rolle. Die Haltbarkeit von Fleisch und Fleischwaren kann durch den a_w -Wert und den pH-Wert eingeschätzt werden bzw. lassen sich die erforderlichen Kühltemperaturen aus diesen beiden werten ableiten.

Özet: Et ve ürünlerinin su aktivitesi (a_w) değerinin bilinmesi günden güne önem kazanmaktadır. Çünkü gıda maddelerinde bulunan mikroorganizmaların yaşamları, çoğalmaları ve madde değişimi yapabilmeleri su aktivitesi değeri ile yakından ilişkilidir. Hatta et ürününün su aktivitesi ile pH değerleri saptanarak o ürünün dayanıklılığı üzerinde karar vermek olasıdır.

Su aktivitesi değeri, belli bir sıcaklıkta bulunan gıda maddesinin buhar basıncının, aynı ısıdaki en yüksek buhar basıncına bölümüyle elde edilir. Bu

* Doç. Dr. Yalçın Yıldırım: Bursa Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Besin Kontrolü ve Teknolojisi Bölümü

değer, et veya ürünlerinde mikroorganizmalar tarafından kullanabilen suyun ölçüsüyle ifade edilmektedir. Bundan dolayı, su aktivitesi ve pH-değerleri bilinen bir mamülün saklanma derecesi ve dayanıklılığı hakkında karar vermek geniş ölçüde söz konusu olmaktadır.

Giriş

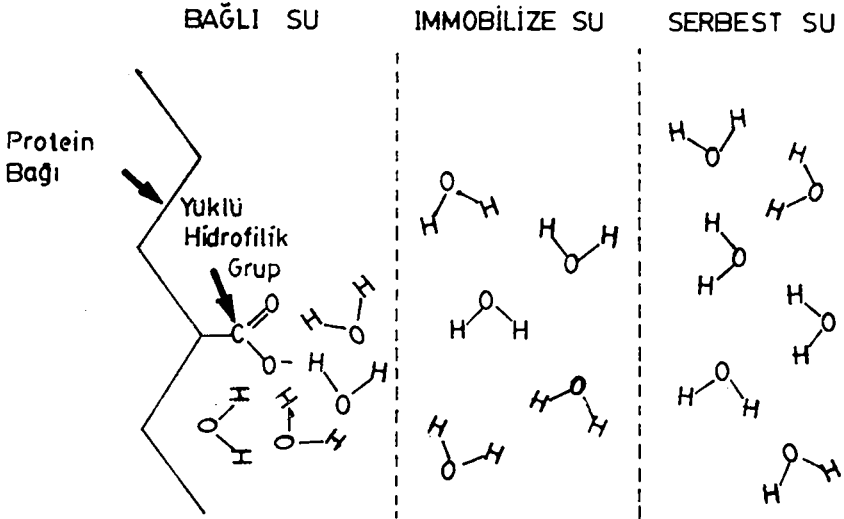
Su aktivitesi değeri ilk defa Scott (1953) tarafından kullanılan bir deyim olup kısaca (Wa) harfleriyle gösterilmektedir.

Su aktivitesi, gıda maddelerinin üretim ve değerlendirilmesinde pH ile aynı değer taşıyan bir kriterdir. Bu değer besinlerimizde bulunan mikroorganizmaların metabolizma ve üreme faaliyetleri için kullanabildiği suyun ölçülmesiyle elde edilir. Bundan dolayı su aktivitesi gıda maddelerinde mikrobiyolojik yönden stabilite endikatörü olarak kabul edilmekte ve gıda teknolojisinde çok önemli bir yeri olmaktadır.

Bilindiği gibi, kas etinde suyun bulunuşu 3 şekilde olmaktadır.

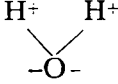
- Bağlı su,
- İmmobilize su,
- Serbest su,

Her ne kadar bu 3 türlü suyun bağlanışları kesin olarak bilinmiyorsa da basit olarak şekil (1) de olduğu gibi şematize edilmektedir.



Şekil 1. Ette bulunan suyun bağlanışlarının şematize edilmiş şekilleri.

Su molekülleri, elektron dağılımı nedeniyle dipol karakterdedir. Yani her su molekülünün bir pozitif ve negatif tarafı vardır.

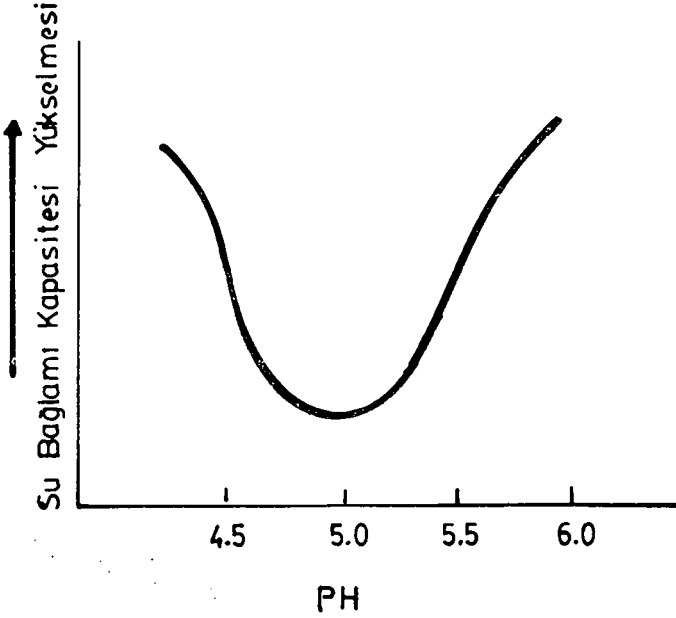


Bu özelliklerinden dolayı su molekülleri, kas proteininin elektrik yüklü hidrofilik gruplarına bağlanabilirler. Kastaki toplam suyun % 4-5 ini oluşturan böyle sulara "Bağlı Su" adı verilmekte ve çok şiddetli mekanik veya fiziksel zorlamalarda dahi çözülmemektedirler.

Diğer su molekülleri, bağlı suya bir tabaka halinde tutunurlar. Bu tutunma bağlı suya yakın su moleküllerinde kuvvetli, uzaktakilerde ise zayıftır. "İmmobilize Su" adı altında bilinen böyle suların oranı, kasın üzerindeki fiziksel gücün miktarına göre artmakta veya azalmaktadır. İmmobilize sularda moleküllerin dizilişi, bağlı sulardaki kadar düzenli olmamakla birlikte, "Serbest Su" lardaki kadar da düzensiz değildir. Etteki mevcut immobilize su miktarı etin pH'sına, myoflamentlerdeki yüklü grupların dağılımına ve bunlar arasındaki boşluk miktarına bağlıdır. Etin olgunlaşması sırasında görülen pH düşmesi proteindeki su bağlantısı için elverişli reaktif grupların azalmasına neden olur. Reaktif grupların azalması, kas proteininde pH'nın "İso elektrik nokta" ya yaklaşmasından ileri gelir. Bu noktada (+) ve (-) gruplar eşittir.

Bu durum immobilize su oranının azalmasına neden olur (Şekil 2).

Et veya ürünlerindeki toplam suyun en büyük kısmını "Serbest Su" adı altında bilinen kısım oluşturur. Serbest su molekülleri sadece kapillar güçle tutunurlar. Bunların dağılımı, yüklü gruplara bağlı olmaksızın gerçekleşmektedir. Etteki serbest suyun oluşumu şöyle izah edilebilir: Toplam suyun bir kısmının, kimyasal yolla protein - su bağlantısından dolayı immobilize olması ve bu arada protein - su bağlantısı nedeniyle oluşan bağlanma enerjisi, su moleküllerinin protein molekülünün hidrofik gruplarına uzaklıklarına göre etkilenmesine neden olur. Bu şekilde meydana gelen bağlı ve immobilize suyun dışında kalan kısım serbest sudur ve toplam suyun, aktif kısmını oluşturmaktadır. Yani, et veya ürünlerinde var olan mikroorganizmalar bu suyu kullanırlar. Çözülebilir maddelerin (Tuz, şeker v.s.) katılmasıyla oluşan konsantrasyonun artması, serbest suyun azalmasına neden olur. Aynı durum, ürünlerin dondurulmasında oluşan buz kristalleri nedeniyle de söz konusudur.



Şekil 2. Etin pH sınırını immobilize suya etkisi

Su Aktivitesi Değerinin Saptanması Neden Önemlidir?

Su aktivitesi, ölçüm esnasında ortamda bulunan su buharı basıncının yine aynı ısıdaki en yüksek su buharı basıncına bölümüyle elde edilir.

$$a_w = \frac{P}{P_s}$$

a_w = Gıda maddelerinde mikroorganizmalar tarafından kullanılabilir su miktarı,

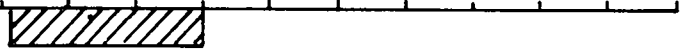
P = Gıda maddesinde bulunan su buharı basıncı,

P_s = Maksimal su buharı basıncı (doymuş buhar basıncı).

(P ve P_s aynı ısıdaki değerler olması gerekir)

Su aktivitesinin rakamsal değeri 0,0 ile 1,0 arasında değişir. Çünkü, içerisinde tuz veya diğer çözünmüş maddeleri içermeyen distile suyun, su aktivitesi değeri 1,0 dır. İçerisinde hiç su bulunmayan bir maddenin su aktivitesi değeri ise 0,0 dır. Bu değer et ve mamülleri için 0,70 ile 0,99 arasında değişmektedir. Yine aynı şekilde taze etin

aw değeri 0,99 ve fermente sucukların 0,70 ile 0,91 arasında değişmektedir (Tablo 1).

Su Aktivitesi Değeri										
1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
										
Taze et	0.99 (0.99 bis 0.98)									
Kızartılmış salamura et	0.97 (0.98 bis 0.96)									
Haşlanmış sucuklar	0.97 (0.98 bis 0.93)									
Karaciğer sucuğu	0.96 (0.97 bis 0.95)									
Kan sucuğu	0.96 (0.97 bis 0.86)									
Çiğ salamura et	0.92 (0.96 bis 0.80)									
Çiğ sucuklar	0.91 (0.91 bis 0.70)									

Tablo 1. Bazı et ve ürünlerinin su aktivitesi değerleri

Su aktivitesi değerinin bilinmesi özellikle et mamüllerinin teknolojisi ve dayanıklılığı için gereklidir. Fermente sucukların hazırlanmasında su aktivitesi değeri pH ile birlikte çok önem taşır. Et ve mamüllerinin su aktivitesi değerlerinin bilinmesiyle, hangi ısıda ne kadar süre ile saklanabilecekleri hakkında önceden bilgi sahibi olunur. Bir gıda maddesinin bozulabilme derecesi, o gıda maddesinin bileşimine ve yapısına bağlı olarak daha çabuk veya daha yavaş olabilmektedir. Örneğin, Norveç'te 15 Kasım 1969 tarihinden itibaren kutu içerisinde olmayan donmamış et ürünleri "çabuk bozulabilir" kabul edilmekte ve eğer bu gıda maddelerinde pH - değeri 4,5, su aktivitesi değeri 0,90'nın üzerinde iseler soğukta muhafazaları ön görülmektedir. Bu sınır değerler, gıda maddelerinin bozulmasını ve gıda zehirlenmesi yapan bakterilerin çoğalmasını etkileyen önemli faktörlerdir. Amerika Birleşik Devlet'lerinde gıda zehirlenmelerine neden olan Stafilokok'ların belli pH ve su aktivitesi değerlerinde yaşayamadıkları saptandıktan sonra, çiğ sucukların kontrolünde bu iki kriter devamlı olarak kullanılmaktadır. Örneğin, pH'sı 5,0 ve su aktivitesi 0,90'nın altında olan et ürünlerinin belli bir olgunlaşma devresi geçirdikleri ve bu değerlerde Stafilokok, Salmonella ile Clostridien gibi gıda zehirlenmelerine yol açan bakterilerin gelişmelerinin önlenmesi kabul edil-

mektedir. Hatta A.B.D. ne dışarıdan giren paketlenmemiş çiğ sucuklarda su aktivitesi değeri, 0,90 olarak aranan bir koşuldur.

Et Ürünlerinin Su Aktiviteleri ve pH - Değerlerine göre Sınıflandırılmaları:

Et ve ürünlerinin depolanmaları sırasında bozulma nedenleri bakteriyel, kimyasal veya fiziksel olabilmektedir. Bakteriyel bozulma, değişik faktörlere göre oluşmaktadır. Gıda maddelerinin bakteriyel bozulmalarına neden olan iç faktörler, o gıda maddesinin kimyasal bileşimine ve fiziksel durumuna bağlı olduğu gibi teknolojik olarak hazırlanmasıyla da ilişkilidir. Dış faktörler ise o gıda maddesinin saklandığı ısı derecesi, relatif rutubet oranı ve depolama sırasında ortamda bulunan oksijen basıncı ile ilişkilidir. Bunların dışında kalan diğer faktörler mikroorganizmaların üreme hızları, buldukları ortamda kullanabilecekleri besin yerleri ve o gıda maddesine ilave edilen bakteriyostatik maddelerdir. Gıda maddesinin bozulmasında yalnız ürünlerle ilgili faktörler rol oynamamakta, mikroorganizmaların primer veya sekonder kontaminasyonları da söz konusudur. Bozulma olayı, ürünün yüzeyindeki bakterilerin sayısına, mevcut bakterilerin protein ve karbonhidrat parçalayanların oranına ve bu bakterilerin çoğalabilmeleri için ortamın ısısı ile yüzeydeki su aktivitesi miktarına bağlı olarak gerçekleşmektedir.

Et ürünlerinin dayanıklılığını yani bozulabilmelerini önceden tahmin etmek o ürünün su aktivitesi, pH-değeri ve saklandığı ısı derecelerini saptamakla çoğu hallerde olasıdır. Yapılan çalışmalarla, belli su aktivitesi, pH-değeri ve saklanma derecelerinde hangi mikroorganizmaların söz konusu olacağı bilinmektedir (Tablo 2).

Hatta, bazı Alman et ürünlerinin su aktivitesi ve pH-değerleri ölçülerek tahmini dayanma süreleri belirlenmiştir. Kutu içerisinde saklanmayan Alman et ürünleri ölçülen su aktivitesi ve pH-değerlerine göre "Kolay Bozulan", "Bozulabilen" ve "Dayanıklı" olarak 3 grup altında toplanmıştır (Tablo 3).

Tabloda da görüldüğü gibi grup A yi oluşturan kolay bozulabilen gıda maddelerinin - 5 °C veya altında, grup B yi oluşturan et ürünlerinin tüketime kadar soğukta - 15 °C saklanmaları gerekmesine rağmen, grup C yi oluşturan gıda maddelerinde bu koşul yoktur. Bu gibi et ürünlerinin saklanmaları sırasında mikrobiyel bozulmaları söz konusu olmayıp, bozulmalar ekseriya kimyasal ve fiziksel olmaktadır. Bu durum kendini acılaşma ve renk değiştirme ile belli etmektedir.

Tablo 2. Bazı Mikroorganizmaların çoğalabilmeleri için Gerekli Minimum Su Aktivitesi Değerleri

Minimal Su Aktivitesi Değerleri	Bakteriler	Küfler	Mantar
0.96	Pseudomonas	—	—
0.95	Salmonella Escherichia, Bacillus, Clostridium	—	—
0.94	Lactobacillus, Pediococcus, Microbacterium	—	—
0.93	—	—	Rhizopus, Mucor
0.92	—	Rhodotoruia, Pichia	—
0.90	Micrococcus	Saccharomyces Hansenula	—
0.88	—	Candida, Torulopsis	—
0.87	—	Debaryomyces	—
0.86	Staphylococcus	—	—
0.85	—	—	Penicillium
0.75	Halophile Bakterien	—	—
0.65	—	—	Aspergillus
0.62	—	Zygosaccharomyces	—
0.60	—	—	Xeromyces

Tablo 3. Su Aktivitesi ve pH- değerlerine göre Et Mamüllerinin dayanma sürelerinin gruplandırılması ve saklama dereceleri

Dayanıklılık grupları	Kriterler	Saklanma Isısı
Grup A "Kolay bozulanlar"	a_w -değeri $\geq 0,95$ pH- değeri $\geq 5,2$	$\leq + 5^\circ\text{C}$
Grup B "Bozulabilirler"	a_w -değeri $\leq 0,95 \geq 0,91$ pH- değeri $\leq 5,2 \leq 5,0$	$\leq + 10^\circ\text{C}$
Grup C	a_w -değeri $\leq 0,95$ ve pH- değeri $\leq 5,2$ veya yalnız a_w -değeri $< 0,91$ veya yalnız pH- değeri $< 5,0$	Soğukta saklanmaları gerekli değildir.

Grup A'nın kapsamına giren ürünler 4-6 ve grup B ye giren ürünler ise 10 günden fazla depo edilmemeleri gerekirken grup C yi oluşturan ürünler uzun süre saklanabilmektedirler.

Et ürünlerini her ne kadar dayanıklılıklarına göre 3 grup altında toplandıkları bildirilmekte ise de, aynı ürün çeşitli firmalar tarafından değişik teknolojik yöntemlerle üretildiğinden, devamlı aynı grup altında değerlendirmek doğru olmamaktadır. Ancak, ürünlerin tüketime sevkedilmeden önce saptanacak su aktivitesi ve pH-değerlerine göre gruplandırılması her zaman olasıdır.

Et ve Ürünlerinin Su Aktivitesi Değeri Üzerine Isının Etkisi

Su Aktivitesi ölçen aletlerde genel prensip, ölçümü yapılacak gıda maddesinin hava gecirmeyecek şekilde alete konulması ve belli ısıda gıda maddesinin rutubeti ile bulunduğu ortamın rutubetinin eşit olmasını sağlayarak ölçümü esasına dayanmaktadır. Su aktivitesini ölçen aletlerin ayda bir kere kontrol edilerek ayarlanmaları gerekmektedir. Bu kontrol önceden hazırlanan doymuş tuz çözeltileri yardımıyla olur. Tuz çözeltilerinin $- 25^{\circ}\text{C}$ deki su aktiviteleri değerleri saptanmıştır. Bazı laboratuvarlarda et veya ürünlerinin su aktiviteleri $- 25^{\circ}\text{C}$ de ölçülmektedir. Bu gıda maddelerinin su aktivitesi değerleri aynen tuz çözeltilerinde olduğu gibi ısıya bağlı olarak değişmesine rağmen, ölçüm işlemi ekseriya depo edildikleri veya doğrudan buldukları oda sıcaklığında saptanmaktadır. Bundan dolayı 25°C veya $- 25^{\circ}\text{C}$ de saptanan su aktivitesi değerinin düşük ısılardan ne olacağı üzerinde çalışmalar yapılmış ve değişim miktarları belirlenmiştir (Tablo 4). Ölçüm ekseriya oda sıcaklığında yapıldığından 20°C esas olarak alınmıştır.

Tablo 4. Su aktivitesi Değerinin Sıcaklık Derecelerine Göre Değişim Miktarları.

15°C = - 0,010		21°C = + 0,002
16°C = - 0,008		22°C = + 0,004
17°C = - 0,006		23°C = + 0,006
18°C = - 0,004		24°C = + 0,008
19°C = - 0,002		25°C = + 0,010
	20°C = + 0,00	

Araştırmacılara göre, et ve ürünleri çoğu kez $+ 8^{\circ}\text{C}$ de veya daha az sıcaklıkta depo edildiğinden su aktivitesi değerlerinin yalnız $+ 25^{\circ}\text{C}$ de saptanmaması, ölçüm işleminin depo edildikleri ısı derecesinde de yapılmasının gerektiğini bildirmelerine rağmen, diğer bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda $+ 25^{\circ}\text{C}$ de ve $+ 5^{\circ}\text{C}$ de aynı et veya ürünlerinden yapılan su aktivitesi tayinleri arasında 0,0022 birimlik bir fark bulmuş ve bunu önemli görmemişlerdir. Yine bazı araştırmacılar, mezofil mikroorganizmaların en fazla üreme gösterdiği sıcaklıktaki su aktivitesinin, pratik olarak ısıya bağlı olmadığını bildirmektedirler.

Soğuk Havanın Su Aktivitesi Üzerine Etkisi

Genel olarak bir et mamülünün su aktivitesi değeri, önemli ölçüde içerdiği tuz oranına yani sulu fazdaki tuz konsantrasyonuna bağlı olmasının yanısıra hazırlanmaları esnasında bu ürüne ilave edilen diğer yardımcı maddelerin çözeltide bulunmasına da bağlıdır. Et ve Ürünlerinde tuzun, su aktivitesi üzerine etkisinin değişik ısılarda incelenmesi gerekir.

Et mamüllerinin sulu fazında bulunan tuz konsantrasyonu ile o mamülün donma noktası arasında da sıkı bir ilişki vardır. Isının düşmesiyle et veya ürünlerinde az da olsa bir miktar su aktivitesi azalması görülmektedir. Isıya çok az bağımlı olarak oluşan su aktivitesindeki azalma olayı, protein ile su molekülü arasındaki bağlama enerjisinin etteki su moleküllerinin kinetik enerjisi ile ilişkili olmasıyla izah edilmektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi, et veya ürünlerinde su aktivitesinin oluşmasında toplam suyun yalnız aktif kısmı, yani serbest su söz konusudur. Isının artmasıyla, su molekülünün kinetik enerjisi büyümekte ve bunu takiben serbest su oranı çoğalmaktadır. Böylece, sulu fazdaki tuz konsantrasyonu azalmakta ve etkisi altında bulunduruğu su aktivitesi değeri yükselmektedir.

Ortamın ısısının düşmesiyle et veya ürünlerinin serbest su oranı azalarak tuz konsantrasyonunun artmasına neden olur. Bu sırada serbest su, moleküllerindeki kinetik enerjisinin azalması neticesinde protein molekülüne bağlanarak kısmen ortamdaki kaybolur. Dolayısıyla, su aktivitesi değerinde de bir düşme görülür. Bu düşüş o mamülün donmasına kadar devam eder. Yapılan araştırmalara göre donma başladıktan sonraki düşmeler, derece başına yaklaşık 0,00015 birim değerdedir.

Bütün bu açıklamalarda görüldüğü gibi, ± 25 °C de ölçülen su aktivitesi değerleri ile daha düşük derecelerde saptanan su aktivitesi değerleri arasında bulunan çok az fark neticeyi büyük oranda etkilememekte ve $+ 25$ °C de saptanan değer o mamülün donma noktasına kadar olan ölçümler için genelleştirilebilmektedir.

Donma Noktasının Altındaki Isının Su Aktivitesi Üzerine Etkisi

Et veya ürünlerinde ısı, donma noktasının altına düştüğünde su aktivitesi daha hızlı olarak azalmasına devam eder. Azalma hızı ortalama her derece başına 0,008 su aktivitesi birimi kadardır. Bu miktar, donma noktası üstündeki derecelerde görülen su aktivitesi düşme

miktarından 50 misli daha fazladır. Çünkü, et veya mamüllerinde donma noktasının altında oluşan buzun buhar basıncı, etin içinde bulunan fakat buz haline geçen çözelti ile eşit duruma gelir.

Donan ürünün su aktivitesi değerini saptamak için, ölçüm yapılan donma ısısındaki buzun buhar basıncı ile gıda maddesinde bulunan kısmın buhar basıncını eşit olarak kabul etmek gerekir.

Et ürünlerinin donma noktası, sulu fazda içerdikleri yüksek tuz konsantrasyonu nedeniyle daha düşüktür. Tablo 5 de görüldüğü gibi, bu ürünlerin su aktivitesi değerleri, donma noktasına kadar ısıya bağımlı olarak çok önemsiz oranda değişmektedirler.

Tablo 6. Ette, donma noktası altında saptanan su aktivitesi değerleri

°C	a _w -Wert	°C	a _w -Wert	°C	a _w -Wert
-1	0.990	-11	0.899	-21	0.815
-2	0.981	-12	0.889	-22	0.807
-3	0.971	-13	0.881	-23	0.799
-4	0.962	-14	0.873	-24	0.792
-5	0.953	-15	0.864	-25	0.784
-6	0.943	-16	0.856	-26	0.776
-7	0.934	-17	0.847	-27	0.769
-8	0.925	-18	0.839	-28	0.761
-9	0.916	-19	0.831	-29	0.754
-10	0.907	-20	0.823	-30	0.746

Tablo 6. Değişik donma derecelerinde et ve ürünlerinde saptanan su aktivitesi değerleri

Isı °C	Et	Ürünlerin su aktivitesi değerleri			
		Haş. Sucuk	Pişırlm. Su.	Fermente S.	Kurutul Et
+25					
+5					
+0					
-1	0.993				
-2	0.981	0.980			
-3	0.971	0.971	0.970		
-4	0.962	0.962	0.962		
-5	0.953	0.953	0.953		
-10	0.907	0.907	0.907		
-15	0.964	0.864	0.864	0.880	
-20	0.823	0.823	0.823	0.823	0.820
-25	0.784	0.784	0.784	0.784	0.784

Her ürünün kendine ait donma derecesine kadar soğutulmasında su aktivitesi aynen ette olduğu gibi önemsiz değişmelerle kalmaktadır. Örneğin, haşlanmış sucuklarda -3 °C de 0,980 olan su aktivi-

tesisi değeri bu dereceye kadar çok az değişerek seyrederken, sonra yüksek bir hızla düşme göstermektedir. Yine aynı şekilde, 0,88 su aktivitesine sahip fermente sucuklar - 14 °C de donmaya başladık-tan sonra aynen ette veya diğer et ürünlerinde olduğu gibi su aktivitesi değerinde kuvvetli bir düşüş görülür.

Et veya ürünlerinin su aktivitesi değerlerinin donma noktasın-dan sonra kuvvetli oranda düşüş göstermesi ürünün sulu fazına bağ-lıdır. Donma esnasında, içinde tuzun çözüldüğü suyun bir kısmı kristalleşerek immobil hale geçmektedir. Böylece, tuzun çözülmesi için gerekli su ortamdan çekilmektedir. Etteki serbest suyun bir kıs-mının donması neticesinde ortamda bulunan tuz konsantrasyonu bu nedenle artmaktadır. Böylece ortamda yüksek konsantrasyonda tuz çözeltisi kalmakta ve oldukça düşük su aktivitesi değerine sahip ol-maktadır. Aynı durum, kurutulmuş etler için de söz konusudur. Şöy-leki, etin kurumasıyla ortamda bulunan serbest su miktarı azalmakta ve dolayısıyla tuz konsantrasyonu oranı artmaktadır. Bütün bunların sonucunda da su aktivitesi değeri düşüş göstermektedir.

Gerek donma ve gerekse kuruma esnasında mikroorganizmaların çoğalabilmeleri için ortamda su azaldığından, et veya ürünlerinin dayanma süreleri artmaktadır.

Literatür

- 1- **Deymer, D.** (1979): *Comparison between calculated and measured values of wateractivity (a_w) in dry sausage.* Fleischwirtschaft 7. 973
- 2- **Forest, Aberle, Hedrick, Judge, Merkel** (1975): *Principles of meat science* c. H. Freeman and company San Francisco
- 3- **Klettner, P.G. Und W. Rödel** (1978): *Überprüfung und Steuerung wichtiger Paramater bei der Rohwurstreifungg,* Fleischwirtschaft 1, 57
- 4- **Reichert, J.E. und A. Stiebin.** (1977): *Herstellung von laenger-fristig haltbaren Leberwurstkonserven durch Pasterurisieren infolge a_w - Wertstellung.* Fleischwirtschaft 5, 910
- 5- **Rödel, W. H, und K. Krispien** (1977): *Der Einfluss von Kühl- und Gefriertemperaturen auf die Wasseraktivitaet (a_w -Wert) von Fleisch und Fleischerzeugnissen* Fleischwirtschaft, 10, 1863

- 6- **Rödel, W.H., Ponert und L. Leistner.** (1976): *Einstufung von Fleischerzeugnissen in leicht verderbliche und lager fahige Produkte.* Fleischwirtschaft 13, 417
- 7- **Wirth, F., L, Leistner und W. Rödel.** (1975): *Richtwerte der Fleischtechnologie.* Verlagshaus Sponholz. Frankfurt

Yazı 22.4.1981 günü gelmiştir.