

AMBALAJLAMA İŞLEMİNİN EKMEĞİN SU AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF PACKAGING ON WATER ACTIVITY OF BREAD

M. Fatih ERTUGAY*

¹Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

ÖZET: Bu çalışmada, normal oda şartlarına (22.1°C, %43.7 nispi nem) 72 saat ambalajlı ve ambalajsız olarak depolanan ekmeklerin kabuk ve iç kısımlarının su aktivitesi değerleri incelenmiştir. PA / PE (20/70) poşet ile ambalajlanarak depolanan ekmeklerin su aktivite değerleri, ambalajsız olanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Ambalajlama işlemi ekmeklerin başlangıçta sahip oldukları su aktivite değerlerini önemli düzeyde ($P < 0.01$) düşürmediği için ekmeklerin bayatlamalarını da geciktirmiştir.

ABSTRACT: In this study, water activity values of stored breads which were packed and nonpacked in the room conditions at 72 hours were determined. It was obtained that water activity values of packed breads were higher than nonpacked breads. The packaging processes has affected the water activity values of the breads in accordance with the beginning as decreasing. Therefore, this processes has delayed stale of the breads.

GİRİŞ

Gıda teknolojisinin pek çok uygulamasında, gıdadaki su, gıdayı çevreleyen atmosfer ile dengede değildir. Bu gibi durumlarda gıdanın su içeriği zamanla değişmekte ve bu değişim gıdanın stabilitesini önemli ölçüde etkilemektedir (Certel ve Ertugay, 1996). Gıdalardaki serbest su ile su aktivitesi arasında da doğrusal bir ilişki mevcut olduğundan, depolama sırasında su aktivitesinde de değişimler gözlenebilmektedir. Bu dalgalanmalar, özellikle depolama sırasında gıdaların depolama stabilitelelerini ve raf ömürlerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Ayrıca, su aktivitesi gıdaların su içeriğine nazaran, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile daha yakından ilgilidir. Renk, yapı ve stabilitedeki değişimler, işlenmiş ve işlenmemiş tüm gıdaların kabul edilebilirliği, su aktivitesindeki dalgalanmalardan etkilenmektedir (Rockland ve Nishi 1980). Aynı zamanda su aktivitesi enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını, diğer kimyasal reaksiyonları (Labuza 1980) ve yağ asidi oksidasyonunu da etkilemektedir (Bolin 1980).

Su aktivitesi, gıdalardaki gerek mikrobiyal gerekse kimyasal değişimlerin kontrol edilmesinde önemli bir gösterge olarak kullanılmaktadır. Bunun için gıdaların su aktivitelerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar son derece önem arz etmektedir.

Gıdaların su aktivitesinin belirlenmesinde, grafik interpolasyonu, bitermal denge, manometrik, isopiestic, elektro higrometrik, donma noktası depresyonu, şebnem noktası, kitle etkisi, teorik ve kimyasal yöntemler olmak üzere bir çok metot kullanılmaktadır (Certel ve Ertugay 1996).

Ertugay (1996), Kırık, Lancer, arpa, çavdar, yulaf ve mısırın su aktivite değerlerini elektro-higrometrik yöntem kullanarak incelenmiş ve en yüksek değere arpanın sahip olduğunu tespit etmiştir. Başka bir çalışmada da, vakuma ihtiyaç duymayan, lineer kalibrasyon eşitliği veren, 0.40-0.98 su aktivitesi aralığında ölçüm

* E-posta:fertugay@gmail.com

Czuchajowska ve Pomeranz (1989), depolama periyodu boyunca ambalajlı ekmeklerin kabuk ve kabuğa yakın bölgelerinin su aktivitelerini incelemişler ve ekmeğin kabuk kısımlarının su aktivitesi ve nem değerlerinin depolama boyunca yükseldiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmaya benzer bir çalışmada da, yoğrulmuş hamur, fermente edilmiş hamur ve ekmeğin kabuklarının su aktiviteleri incelenmiştir. (Czuchajowska ve ark., 1989). Ayrıca, Stamenova ve Vangelov (1984), ekmekleri termo-stabil polietilen fim (25-30µm) ile paketlenmişler ve bu işlemin ekmeğin bayatlamasını geciktirdiğini tespit etmişlerdir. Aynı zamanda ambalajlama işlemi ve çeşitli ambalaj materyallerinin ekmeğin kalite özellikleri üzerinde etkileri de araştırılmıştır (Ortola vd. 1989, Weisel vd., 1991, Davidou vd., 1996)

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmada ekmeğin yapımında materyal olarak Tip 1 un, tuz ve yaş maya, su aktivitesi analizlerinde ambalaj materyali olarak, 6,5 g/m² su buharı ve 60 cm³/m² bar oksijen geçirgenliğine sahip poliamid (PA) / polietilen (PE) karışımı (20/70) torba kullanılmıştır. Ayrıca, su aktivitesi analizlerinde analitik derecede saf kimyasallar kullanılmıştır.

Yöntem

Ekmeğin Pişirme Denemeleri

Ekmeğin pişirme denemelerinde katkısız direkt hamur yapımını esas alan AACC metodu modifiye edilerek uygulanmıştır (Anonymous 1972). Buna göre, 5 kg una %4 maya, %1 rafine tuz ve %1 oranında ekmeğin katı maddesi katılmış ve hamur olgunlaşmaya kadar yoğrulmuştur. Hamur 200'er gramlık parçalara bölümdükten sonra 15 dakika fermentasyon dolabında 25°C'de %90 nispi nemde dinlendirildikten sonra şekil verilip tavalara dizilmiştir. Son olarak aynı şartlardaki fermentasyon dolabında 30 dakika son fermentasyona bırakılmıştır. Dinlendirilen ve kabaran hamurlar 270°C'de 20 dakika tablalı fırında pişirilmiştir.

Su Aktivitesi Ölçümleri

Su aktivitesi ölçümlerine başlamadan önce fırından çıkan ekmekler 1 saat soğumaya bırakıldıktan sonra ambalajlanmıştır. Su aktivitesi ölçümleri elektrohidrometrik yöntemle 20°C sıcaklığındaki klima dolabında ağız lastik tıpalı cam tüplere tam olarak doldurulmuş örneklerde, nem ve ısıya duyarlı sensorlar ve bilgisayar yardımıyla yapılmıştır. Ölçümler, örnekler cam tüplere konulduktan 24 saat sonra, bir başka ifadeyle sistem termodinamik olarak nem ve ısı dengese ulaştıktan sonra yapılmıştır. Ölçümlerden önce sensorlar doymuş NaCl çözeltisiyle kalibre edilmiş ve ölçümler 5'er dakika arayla tekrarlanıp, 60 dakika sonraki ölçümler değerlendirilmiştir (Münzing 1987, Ertugay 1996).

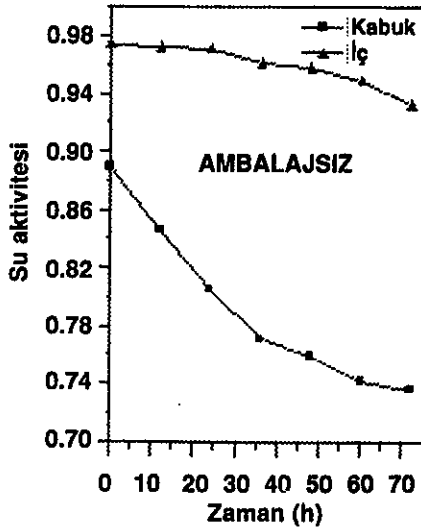
İstatistiksel Analizler

Araştırma 2 x 2 x 7 faktöriyel düzende Tam Şansa Bağlı Deneme planında 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

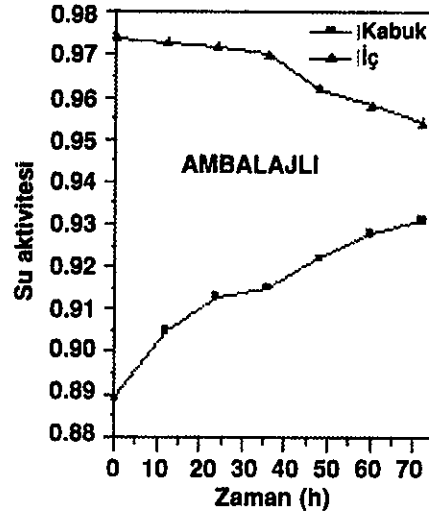
ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Ambalajlı ve ambalajsız ekmeklerin kabuk ve iç kısımlarının su aktivite değerlerine karşılık depolama süreleri grafik edilerek, depolama periyodu boyunca su aktivite değerlerindeki değişim incelenmiştir (Şekil 1,2)

Şekil 1'de ambalajsız olarak depolanan ekmeklerin kabuk ve iç kısımlarının su aktivite değerlerinin değişimi görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, ambalajsız olarak depolanan ekmeklerin hem kabuk hem de iç kısımlarının su aktivite değerleri depolama periyodu boyunca azalma göstermiştir. Bu azalma eğimi kabuk kısmında daha belirgin iken iç kısımda biraz daha azdır. Kabuk bölgesi çevre atmosferle direkt temasta olduğu için sistem-çevre etkileşimi daha büyük boyutta gerçekleşmiş ve bunun sonucu olarak da kabuk bölgelerindeki



Şekil 1. Ambalajsız olarak depolanan ekmeklerin su aktivitesi değişimi



Şekil 2. Ambalajlı olarak depolanan ekmeklerin su aktivitesi değişimi

su baharı molekülleri çevre atmosfere hızlı bir şekilde transfer olmuştur. Ekmeğin ambalajsız olması ve çevre atmosferinin nispi neminin de %43.7 gibi düşük bir değere sahip olması meydana gelen su buharı moleküllerinin transferinin daha kolay ve hızlı olmasına sebep olmuştur. Çünkü sistem ile çevre arasındaki su buharı basınç farkı ne kadar fazla ise bu meydana gelecek su molekülü transferi de o kadar çabuk gerçekleşmektedir (Çengel ve Boles, 1996). Ekmeğin iç kısımları ise kabuk bölgelerine oranla 0-24 saat arası, başlangıçtaki su aktivitesi değerlerini hemen hemen korumuş, fakat 24 saatten sonra iç kısımda su aktivitesi değerleri yavaş yavaş azalmıştır. Bu olay, ekmeğin iç kısımlarının daha az su kaybettiğini göstermektedir. Bunun nedeni ise, ekmeğin iç kısımlarındaki su moleküllerinin ilk önce kabuk bölgesine daha sonra da çevre atmosfere transfer olması için gerekli olan mesafenin artmasıdır.

Şekil 2'de ise, ambalajlı olarak depolanan ekmeklerin su aktivite değerlerinin değişimi görülmektedir. Ambalaj materyalinin su buharı ve oksijen geçirgenliği fazla olmadığı için, ambalaj materyali ekmeğe kapalı bir ortam sağlamak ve buna bağlı olarak da ekmeklerin kabuk kısımlarından su kaybını önlemekte, hatta kabukta su aktivitesini artırmaktadır. Şekilden de görüldüğü gibi, ekmeklerin iç kısımlarının su aktivite değerleri azalırken, kabuk kısımlarının su aktivite değerleri artmıştır. Kabuk bölgesindeki su aktivite değerlerinin artması, iki sebepten kaynaklanabilir. Birincisi, ekmeğin ambalajlı oluşu, dolayısıyla çevre atmosfer ile nem alışverişine kapalı oluşu, ikincisi ise, iç kısımlardaki su moleküllerinin su buharı basıncı farkından dolayı kabuğa doğru transfer olmasıdır. Kabuk bölgesine taşınan su molekülleri ambalaj materyalinin bariyer özelliğinden dolayı kabukta tutulmakta ve böylece kabuk kısmının su aktivite değeri yükselmektedir. Czuchajowska ve Pomeranz (1989), polietilen torba ile ambalajladıkları ekmekleri 168 saat $21 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de depolamışlar ve ekmeklerin kabuk kısımlarındaki su aktivitesi değişimlerinde benzer eğilimler elde etmişlerdir.

Ekmeerde yapılan su aktivitesi değerleri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 1'de gösterilmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, varyasyon kaynaklarından ambalaj (A), örnek alma bölgesi (B) ve süre (C), ekmeklerin su aktivite değerleri üzerine istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) derecede etkili bulunmuştur.

Ambalaj x örnek alma bölgesi ve örnek alma bölgesi x süre interaksyonları, ekmeklerin su aktivite değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli ($P < 0.05$) bulunurken, ambalaj x süre interaksyonunu ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 1. Ekmeklerde yapılan su aktivitesi değerleri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Su Aktivitesi	
		KO	F
Ambalaj (A)	1	631.14	161.33**
Örnek Alma Bölgesi (B)	1	1635.12	417.96**
Süre (C)	6	23.05	5.89**
A x B	1	467.49	119.5**
B x C	6	33.78	8.63**
A x C	6	3.03	0.78
Hata	34	3.91	

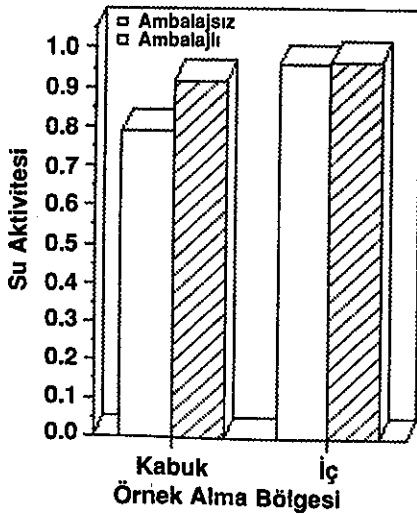
** P < 0.01 düzeyinde önemli

Su aktivitesi üzerine ambalaj x örnek alma bölgesi interaksyonunun etkisi Şekil 3'de görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, PA/PE poşetle ambalajlanan ekmeklerin hem kabuk hem de iç bölgelerinin su aktivite değerleri, ambalajlanmayan ekmeklerin kabuk ve iç kısımlarının sahip oldukları değerlere göre daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca, ekmeklerin iç kısımlarının nem içerikleri kabuk bölgelerine göre yüksek olduğu için, sahip oldukları su aktivite değerleri de buna bağlı olarak farklı olmaktadır.

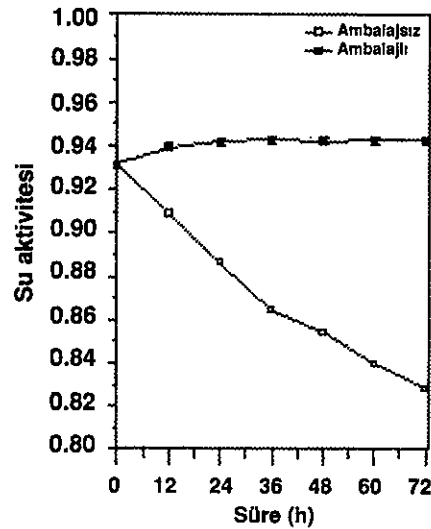
Su içeriği dolayısıyla su aktivitesi, ekmeğin depolanması sırasında amiloz kristallerinin retrogradasyonundan kaynaklanan bayatlama olayı üzerinde önemli etkiye sahiptir (Czuchajowska ve Pomeranz, 1989; Elgün ve Ertugay, 1997). Su içeriğinin yüksek olması, amiloz retrogradasyonunu geciktirdiği için ekmeğin bayatlanmasını da buna bağlı olarak yavaşlatmaktadır (Lemeste ve ark., 1992). Dolayısıyla, ambalajlama işlemi de ekmeğin bayatlanmasını geciktirmektedir (Stamenova ve Vangelov, 1984).

Şekil 4'de de, su aktivitesi üzerine ambalaj x süre interaksyonunun etkisi görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, depolama periyodu boyunca, ambalajsız olarak depolanan ekmeklerin su aktivitesi hızlı bir şekilde azalırken, ambalajlı olarak depolanan ekmeklerin su aktivitesi hemen hemen sabit kalmıştır. Bu da, PA/PE karışımından oluşan ambalaj materyalinin ekmekten çevreye doğru gerçekleşen su molekülü transferine karşı bariyer özelliğe sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

Şekil 5'te, ise, su aktivitesi üzerine örnek alma bölgesi x süre interaksyonunun etkisi görülmektedir. Burada, depolama periyodu boyunca ekmeklerin hem iç hem de kabuk bölgelerinin su aktivite değerleri azalma

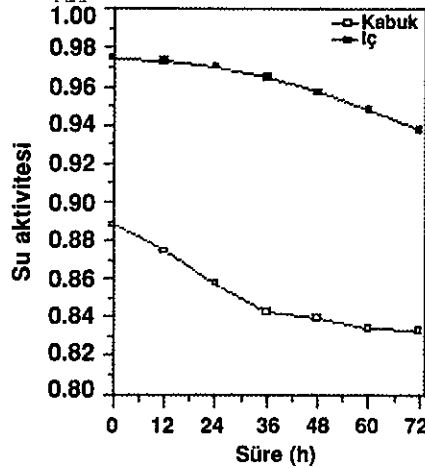


Şekil 3. Su aktivitesi üzerine ambalaj x örnek alma bölgesi interaksyonunun etkisi



Şekil 4. Su aktivitesi üzerine ambalaj x süre interaksyonunun etkisi

göstermiştir. Kabuk bölgelerinde 15.8 birim, iç bölgede ise 6.1 birimlik bir azalış göstermiştir. Bu da kabuk kısmının iç bölgelere nazaran, aynı zamanda periyodu boyunca, fazla su kaybettiğini göstermektedir. Kabuk çevre ve iç-kabuk etkileşimleri göz önüne alınırsa bu değişim daha kolay anlaşılabilir.



Şekil 5. Su aktivitesi üzerine örnek alma bölgesi x süre interaksyonunun etkisi

Sonuç olarak, PA/PE (20/70) ile ambalajlama işleminin, ekmeklerin su içeriklerini koruyarak daha taze ve yumuşak kalmasını, buna bağlı olarak da bayatlamayı geciktirdiği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1972. American Association of Cereal Chemists Approved Methods (AACC), Inc., St. aul, Minnesota 55/04, USA.
- Bolin, H.R., 1980. Relation of moisture to water activity in prunes and raisins, J. Food Sci. 45: 1190-1193.
- Certel, M., Ertugay, M.F., 1996. Gıdalarda su aktivitesinin kontrol ve belirleme yöntemleri-I, Gıda 21: 31-35.
- Certel, M., Ertugay, M.F., 1996. Gıdalarda su aktivitesinin termodinamiği, Gıda 21(3): 193-199.
- Czuchajawska, Z. Ve Pomeranz, Y., 1989. Differential scanning calorimetry, water activity and moisture contents in crumb center and near-crust zones of bread during storage Cereal 66 (4): 305-309.
- Czuchajawska, Z., Pomeranz, Y., ve Jeffers, H.C., 1989. Water activity and moisture content of dough and bread. Cereal Chem. 66(2): 128-132.
- Çengel, Y.A. ve Boles, M.A. 1996. Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik. McGraw-Hill-Literatür, İstanbul. Sayfa 858.
- Davidou, S., Meste, M., Debever, E., Bekaert, D., 1996. A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid. Food Hydrocolloids. 10 (4): 375-383.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z. 1997. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 718. Erzurum.
- Ertugay, M.F. 1996. Bazı Tahılların Su Aktivitesi, Nem Sorpsiyon İzotermi, İzosterik Isıları ve Serbest Enerji Değişimlerine Sıcaklığın Etkisi ve Sorpsiyon Verilerinin Farklı İzoterm eşitliklerine Uygunluklarının Belirlenmesi. Doktora tezi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum.
- Labuza, T.P., 1980. Effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. Food Tech. 34(4): 36.
- Mccune, T.D., Lang, K.W., Steinberg, M.P., 1981. Water activity determination with the proximity equilibration cell. J. Food Sci. 46: 1978.
- Müzing, K., 1987. Wasser, ein wichtiger physikalischer qualitätsfaktor bei Getreide, Getreide Mehl und Brot. 41(12): 362-365.
- Ortola, C., Barber, B, Pealez, M.T. Benetido de Barber, C., 1989. Storage of packaged white bread. I. Effects of reductions in water activity and control of microbial contamination on bread characteristics. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 29(3): 384-398.
- Rockland, B.L., Nishi, K.S., 1980. Influence of water activity on food product quality and stability. Food Teach. 4: 42.
- Stamenova, E. ve Vangelov, A., 1984. Effect of packaging bread in heat-sealable film on freshness retention. Nauchni. Trudove, Vissh Institut po Khsonitelna i Vkusova Promyshlennost. 31(1): 126.
- Weisel, C., Demak, M., Marcus, S., Goldstein, B.D. 1991. Soft plastic bread packaging: lead content and reuse by families. American Journal of Public Health. 81 (6): 756-758.