

Dokusal Özelliklerin Belirlenmesinde Akustik Yayılım Tekniğinin Kullanılması

Arş.Gör. Nesli SÖZER, Prof.Dr. Ahmet KAYA
Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
27310 Gaziantep

ÖZET

Tüketicilerin çıtır/gevrek gıdalara olan ilgisinin yüksek olmasından dolayı, bu kavramlara yönelik yeni ölçüm metodları geliştirilmeye başlanmıştır. Bu makalede konuyla ilgili varolan literatür değişik bakış açısıyla tekrar ele alınmıştır. Özellikle aletsel ve duyuşal ölçümlerin gıda kalitesi açısından önemine dikkat çekmek hedeflenmiştir. Çıtırılık ve gevrekliğin takibinde kullanılan akustik yayılım metodunda çok fazla veri elde edilmesine karşın nasıl yorumlanacağı, nelerle ilişkilendirileceği bilinmemektedir. Yazarlar, öncelikle bu metodun detaylı bir şekilde öğrenilip yaygınlaşmasıyla bu eksiğin kapanacağına inanmaktadırlar.

Anahtar kelimeler: dokusal özellik, gevreklik, akustik.

ABSTRACT

New measurement techniques have been developed due to increasing interest of consumers to crispy products. In this paper, the existing literature reviewed again with a different approach. It is aimed to take attention to the importance of instrumental and sensorial measurements related to food quality. In fact acoustic emission technique that is used to measure crispness result in a wide range of data, it still not known how to analyze. The authors believe that this lack of knowledge can be closed by learning and working more on this method.

Keywords: textural properties, crispness, acoustic.

GİRİŞ

Ses, bir çeşit enerjidir. Ses dalgaları, mevcut basıncın negatif ve pozitif iniş çıkışlarına bağlı olarak değişmesiyle oluşur. Frekans; ses tonunun yüksekliğini belirleyen, basıncıdaki değişim hızına denir. Frekans birimi hertz (Hz) dir. 1 Hz 1 saniyede 1 basınç değişimine karşılık gelir. Frekans ve ses tonu birbirleriyle doğru orantılıdır. İşitme aralığı 20Hz ile 20kHz arasındadır. Basıncıdaki değişikliklerin yüksekliği ses düzeyini belirleyip, birimi paskal (Pa) dir. İnsanlar, 0.00002 ve 200 Pa arasındaki basınca dayanabilirler. Her bir kırılma olayında ses yayılımıyla birlikte gerilmeye bir düşüş gözlenir. Ses ve kuvvet verileri birbiriyle alakalıdır; kuvvet aniden değişirse ses basıncında sapma görülür.

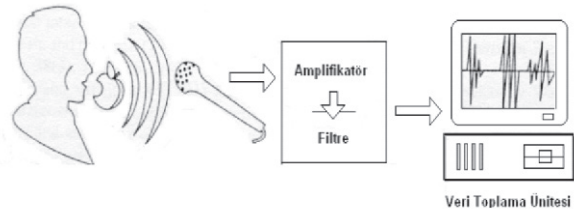
Kırılma sesin kaynağıdır; dolayısıyla yayılan sesin incelenmesi kırılma olayının nasıl meydana geldiği hakkında bilgi verir. Sesin incelenmesiyle çıtır ve gevrek gıdaların dokusal özellikleri belirlenebilir (Koenders, 2004).

Akustik yayılımlar, gıda tekstürünün kabulü açısından önemli bir göstergedir. Gıda malzemelerini öğütürken veya ısırırken çıkardığımız birçok ses, gıdaların kalitesi ve kabul edilebilirliğiyle ilgilidir. Çalışmalar göstermektedir ki; yeme esnasında oluşan sesler, duyuşal algılamada önemli bir referanstır. İşitsel algılamaların en az tat ve dokusal algılamalar kadar önemli olduğu çalışmalarda belirtilmiştir (Lee ve ark., 1990). Çıtırılık, gevreklik ve kırılma gibi dokusal parametreler daha çok işitsel algılamayla ilgilidir. Özellikle gevrek/çıtır gıda ürünleri için beklenen ses elde edilemezse, tüketici tarafından düşük kaliteli, bayat veya kabul edilemez olarak adlandırılır (Szczesniak, 1990).

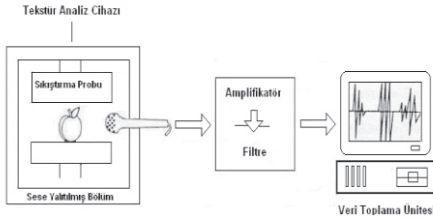
Ses, ses kaynağından çıkan titreşimlerin ortamda yayılmasıyla oluşur. Ses kaynağı, ısırırken veya yerken parçalamaya çalıştığımız üründür. Tipik olarak ses dalgası havada ilerlerken, yeme esnasında oluşan sesler ağız ve kulak boşluğunda yol alır. Ağız içerisinde yeme esnasında oluşan ses dalgaları işitme kanalından geçerek kulak zarını titreştirerek, kemik köprü ile (örs-üzengi-çekici) iç kulağa iletilir. İç kulağa, salyangoz içerisinde bulunan sıvıların buradaki sinir hücrelerini uyarmasını sağlayarak beynimiz tarafından sesin şiddeti ve frekansı algılanır. Ses kaynağından çıkan titreşimler, ortamdaki parçacıkların hareketlenmesiyle enerjinin taşınmasını sağlar. Bu hareket, denge halindeki bir molekülün etrafındaki titreşimin diğerine aktarılmasıyla bir basınç dalgası oluşturur. Bu basınç dalgası, bir mikrofon aracılığı ile kaydedilir (Speaks, 1999). Gıdaların parçalanması sırasında açığa çıkan seslerin hava-kemik kanalıyla insanlar tarafından nasıl algılandığı konusunda çalışmışlar yapılmaktadır (Vickers, 1987; Lee ve ark., 1988; Dacremont ve ark., 1991). Gıda bilimlerinde, ses yayılım tekniği kırılma gıda malzemelerine uygulanan bir metottur.

Gıdaların kırılırken çıkardığı ses yayılımı ve duyuşal çıtırılık/gevreklik ile ilgili ilk çalışmalar Drake tarafından yapılmıştır (Drake, 1963). Sonuç olarak özellikle ses yüksekliğinin gıda malzemesinin yapısına bağlı olarak değişiklik gösterdiğini bulmuştur. Drake'nin konuyla ilgili yaptığı çalışmalar sonraları (Sagara ve ark., 1969; Drake ve Halldin 1974; Christensen ve Vickers, 1981) için öncülük yapmıştır. Literatürde akustik yayılım iki farklı şekilde ölçülebilir. Bunlardan birincisi yapıyı bozarak diğeriyse yapıyı bozmadan yapılan testlerdir. Gıdanın yapısı bozularak yapılan testlerde, gıdalar daha sonraki dokusal analizler için kullanılamaz. İkinci metod olan, yapıya zarar vermeden yapılan testler genellikle meyve ve sebzelerin olgunlaşmasını takip etmede kullanılır. Bu metotta dışardan verilen ses, gıda malzemesi içerisinde ilerlerken engellere çarptıktan sonra yansıttığı doğal frekansları ölçülür.

Akustik yayılım, malzeme içerisinde enerjinin hızlı bir şekilde açığa çıkmasıyla oluşan elastik dalgalar bütünüdür. Akustik yayılım tekniği, gerilim altında deformasyona uğrayan malzemeleri inceleme açısından etkili bir yöntemdir. Gıda malzemesine kuvvet uygulayarak ses üretilir. Ürünün hücre duvarları çatırdayarak kopar ve enerji açığa çıkar. Havada veya başka bir ses ortamında ilerleyen bu enerji kayıt edilip, incelenir. Yapının bozulmasına dayanan testler iki şekilde oluşur: ya ürüne dişler tarafından bir kuvvet uygulanır ve çıkan sesler kaydedilir (çiğneme veya ısırma esnasında) ya da aletsel koparma veya sıkıştırma uçlarıyla (aletsel elamanlarla).



Çizelge 1. Akustik yayılım test düzeneği (a).

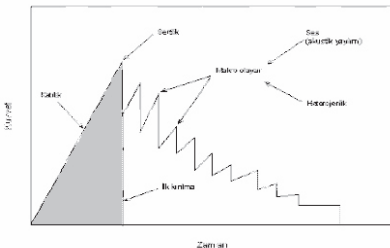


Çizelge 2. Akustik yayılım test düzeneği (b).

Gıda malzemesini ısıtırıp, çiğneyerek (çizelge 1) ya da belli bir kuvvet uygulayarak (çizelge 2) deforme ederken yayılan sesler amplifikatör ve tercihen filtreye bağlanmış bir mikrofon aracılığıyla bilgisayara kaydedilip uygun bir programla analiz edilir. Böylece gıda malzemesinden çıkan ses dalgaları, elektrik voltajına çevrilerelde edilen sinyaller kolaylıkla birbirinden ayırt edilebilirler. Sinyaller, amplifikatör aracılığıyla genişletildikten sonra, veriler hem bir ses kayıt cihazına hem de veri dosyası olarak bilgisayara kaydedilebilir. Eğer ses kayıt cihazına kaydedilirse, veriler hızlı Fourier dönüştürücülü (Fast Fourier Transformation (FFT)) sinyal analiz cihazları veya işitme spektrometreleriyle Fourier dönüştürme işlemi gerçekleştirilir. FFT ile ses dalgalarındaki önemli frekansları Hz cinsinden görebiliriz. Aynı zamanda bilgisayara kaydedilen veriler de uygun programlarla FFT'ye dönüştürülebilir (Lee ve ark., 1988, Dacremont ve ark. 1991, Dacremont 1995).

Mekanik testler sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan bir tanesi de test ortamını deney sırasında oluşabilecek veya zaten ortamda mevcut olan seslerden ayırt edebilmektir. Deney sırasında dışardan gelebilecek beklenenin dışındaki ses veya gürültüyü engellemek için test ortamının izole edilmesi gerekmektedir. Ses dalgasının genişliği, ses kaynağının ürettiği enerji miktarıyla ilgilidir. Yani eğer enerji miktarı yüksekse, ses aralığı geniş fakat düşükse, ses aralığı da küçük olacaktır. Ses şiddeti, belli bir alanda birim zamanda taşınan enerji miktarı olup, desibel (dB) ile ölçülür. Bireylerin, sesin yüksekliğiyle ilgili algılamaları özellikle yaş ve cinsiyet gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Dolayısıyla gıda malzemeleriyle ilgili daha fazla tarafsız sonuçlara ulaşmak için akustik ölçüm teknikleri iyi birer araçtır (Dacremont, 1995; Dacremont ve ark., 1991).

Çıtırılık ve gevrekliğin analiz edilmesinde hızlı fourier dönüştürücü (FFT) ile birlikte 'kırılma analizi' de kullanılır (Duizer ve ark., 1998). Kuvvet-zaman eğrilerine bakıldığında genellikle eğrinin kuvvetteki ilk düşmeden sonraki kısmı testere ağzına benzer inişli çıkışlı bir görünüm kazanır (Vincent, 1998). Kırılma analizleri, kuvvet-zaman veya kuvvet-deformasyon eğrilerindeki kuvvetteki ilk düşmeden sonraki inişli-çıkışlı kısmında analiz edilir (Çizelge 3.). Kantatif olarak kayma-gerilme kuvveti ile gıdaların dokusal özellikleri arasındaki ilişki bu şekilde belirlenir.



Çizelge 3. Kuvvet-zaman eğrisi.

Çıtırılık, gevreklik ve diğer ilgili dokusal terimler, tanımı, nedenleri ve nicel analizleri çok karışık olup, etkili bir şekilde çalışılmamıştır. Malzeme bilimi açısından çıtırılık ve gevrekliğin hem duyuşal olarak hem de aletsel olarak tanımlanması gerekmektedir. Genellikle, çıtırılık kuvvetteki ani düşme ve kırılmanın hızla ilerlemesiyle ilişkilidir ki bu da malzemenin kırılmalığının bir göstergesidir. Kırılmalan bir malzemede kuvvet

artınca, deformasyon da artar. Kuvvet deformasyon eğrisinin başlangıç kısmı malzemenin katılığı gibi malzeme özellikleriyle ve test numunesinin kalınlığı, yoğunluğu, şekli ve içerdiği hava miktarı gibi yapısal etkilere bağlıdır. Kırılma maksimum kuvvete ulaşıldıktan sonra gerçekleşir. Eğer malzeme kırılmalansa, kırılma hızla ilerler ve bu da kendini kuvvet-deformasyon eğrisinde yatay düşmelerle gösterir. Kuvvet- deformasyon eğrisindeki, kuvvetin artıp azaldığı her bir aralığa 'olay' denir. Eğer bu olaylar, büyük ve az sayıda olursa ürün kırılmalan, gevrek bir yapıdan sert bir yapıya doğru geçer. Tam tersi, olaylar küçük ve daha sık olursa, doku daha kolay parçalanabilen kırılmalan bir hal alır. Malzeme bilimleri açısından kırılma olayını açıklamak ve bir takım karışıklıkları önlemek için kırılma mekanizmasının nasıl olduğunu anlamak gerekir. Malzemeler kırılmalan iki önemli kriter vardır. Bunlardan bir tanesi malzemeyi bir arada tutan bağların kırılması ve ikincisiyse yeni yüzeylerin oluşması için yeterli enerjinin olmasıdır (Vincent, 1998). Günümüzde malzemelerin davranışlarını incelemeye ses dalgaları ve akustik yayılımlar araştırmacılar tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Bilimsel olarak açıklığa kavuşturulması gereken en önemli konu her bir akustik olayın ya da her bir ses pulsunun tek bir kırılma olayına karşılık gelip gelmemesidir. Bu da sadece akustik yayılımın; mühendislik alanında yapıya zarar vermeden malzemeleri ölçmede ya da belli bir kuvvet altında malzemelerin nasıl davrandığının anlaşılmasında kullanılabilmesiyle mümkün olabilir (Vincent, 1998).

SONUÇ

Tüketici tarafından beğenirliliği yeme esnasında çıkarılan sese bağlı olan, çıtırılık ve gevreklik gibi dokusal parametreler birçok etkene bağlıdır. Bu parametrelerin duyuşal olarak algılanması da birçok dokusal özelliklerle ilgili olduğundan ve aynı zamanda karmaşık fiziksel, moleküler, yapısal, ve işlemsel özelliklerden de etkilendiği için bu konuda çok fazla detaylı bilgi bulunmamaktadır. Halen, duyuşal açıdan hangi faktörlerin çıtırılık/gevrekliği tanımlamada önemli olduğu belirsizdir. Bu zamana kadar, araştırmacılar gıdaların gözenekli yapıları ve gözenek alanları, kırılma kuvveti vb özellikleri ile gıdaların akustikliği arasında anlaşılabilir bir ilişki bulamamışlardır. Kırılmanın nerede başlayıp nerede bittiğinin ve bu arada nasıl bir yol izlediğinin tam olarak belirlenmesi, bu sırada açığa çıkan enerji ve ürünün yapısı arasında ilişki kurulmasıyla mümkün olabilir. Bu bağlamda, ileriki çalışmalar çıtırılık/gevreklik parametrelerinin duyuşal özelliklerin yanı sıra fiziksel özelliklerden de nasıl etkilendiğinin araştırılması ve arasında korelasyon kurulması gerekmektedir. Böylelikle, çalışmalarda daha standardize olmuş ölçüm metotları kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Christensen, C.M. ve Vickers, Z.M., 1981. Relationships of chewing sounds to judgments of food crispness. *Journal of Food Science*. 45: 574-578.
- Dacremont, C. 1995. Spectral composition of eating sounds generated by crispy, crunchy and crackly foods. *Journal of Texture Studies*. 26: 27-43.
- Dacremont, C., Colas, B. ve Sauvageot, F., 1991. Contribution of air- and bone-conduction to the creation of sounds perceived during sensory evaluation of foods. *Journal of Texture Studies*. 22: 443-446.
- Drake, B. K., 1963. Food crushing sounds-an introductory study. *Journal of Food Science* 25: 233-245.
- Drake, B.K. ve Halldin, L., 1974. Food crushing sounds: an analytic approach. *Rheol. Acta* 13: 608-612.
- Duizer, L.M., Campanella, O. H. ve Barnes, G.R.G., 1998. Sensory, instrumental and acoustic characteristics of extruded snack products. *Journal of Texture Studies*. 29: 397-411.
- Koenders, D., 2004. Influence of a sandwich structure on the mechanical attributes of foods with a crispy/crunchy crust, Master Tezi (P051-706), Wageningen University.
- Lee, W. E., Deibel, A. E., Glembin, C. T. ve Munday, E. G. 1988. Analysis of food crushing sounds during mastication: frequency-time studies. *Journal of Texture Studies*. 19: 27-38.
- Lee, W. E., Schweitzer, G.M., Morgan, G.M. ve Shepherd, D.C., 1990. Analysis of food crushing sounds during mastication: Total sound level studies. *Journal of Texture Studies*. 21: 165-178.
- Sagara, T., Saeki, R. ve Yamaguchi, M., 1969. Measurement and recording of crispness of pickled vegetables. *Journal of Food Science*. 16: 350-358.
- Speaks, C. E., 1999. Introduction to sound, 3. baskı, sayfa:2-43, 155. Singular publishing, San Diego
- Szczeszniak, A. S., 1990. Texture: Is it still an overlooked food attribute? *Food Technology* 44:86-95.
- Vickers, Z. M. 1987. Sensory, acoustical and force-deformation measurements of potato chip crispness. *Journal of Food Science*. 52: 138-140.
- Vincent, J., 1998. The quantification of crispness. *Journal of Science and Food Agriculture*. 78: 162-168.