

## **Mikrodalga ve Kızılötesi-Mikrodalga Kombinasyonu ile Pişirilen Kekin Dielektrik Özelliklerinin İncelenmesi**

Özge Şakıyan<sup>1</sup>, Venkatesh Meda<sup>2</sup>, Gülüm Şumnu<sup>1\*</sup>, Serpil Şahin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ODTÜ, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara,

<sup>2</sup> Saskatchewan Üniv., Ziraat ve Biokaynaklar Müh. BIm, Saskatoon, Kanada

\* gulum@metu.edu.tr

### **Özet**

Mikrodalga ile işlem sırasında gıdanın davranışını anlamak için dielektrik özellikler kullanılabilir. Dielektrik özellikler, gıda ile yüksek frekanslı elektromanyetik enerji arasındaki etkileşimin seviyesini etkilediği için mikrodalgaya tabi tutulacak gıdaların tasarımında önemlidirler. Bu çalışmada mikrodalga ve kızılötesi-mikrodalga kombinasyon fırınlarında pişirme sırasında farklı kek formülasyonlarının dielektrik özelliklerinin değişiminin belirlenmesi hedeflenmiştir. Deneyler sırasında kullanılan kek hamuru % 100 kek unu, % 100 şeker, % 12 yağsız süt tozu, % 9 yumurta beyazı tozu, % 3 tuz, % 5 kabartma tozu ve % 90 su içermektedir. Yağ formülasyona değişik miktarlarda (% 0, % 25) eklenmiştir. Emülgatör, (Purawave veya Lecigran) formülasyona % 3'lük konsantrasyonla eklenmiştir. Yağ ikamesinin etkilerini çalışmak amacıyla kek hamuruna yağ yerine % 25 maltodekstrin veya simplekse eklenmiştir. Dielektrik özelliklerin belirlenmesi için dielektrik probu ve network analizörü kullanılmıştır. İncelenen örneklerin dielektrik sabiti ve kayıp faktörü formülasyona ve pişirme süresine bağlı bulunmuştur. Pişirme süresindeki artış bütün formülasyonların dielektrik sabitinin ve kayıp faktörünün azalmasına neden olmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Kek, dielektrik sabiti, dielektrik kayıp faktörü, kızıl ötesi, mikrodalga ile pişirme

### **Giriş**

Kolay ve çabuk bir metot olması, ürünün etkili bir şekilde ısınmasını sağlaması ve enerji tasarrufu nedeniyle, mikrodalga enerjisi kullanarak gıdaları işleme alanında son yıllarda oldukça büyük bir artış olmuştur. Bu artış sadece endüstri alanında değil evlerimizde de gözlenmektedir.

Mikrodalga ile pişirilen ürünlerde düşük hacim, sert tekstür, gıda yüzeyinde istenmeyen düzeyde nem, esmerleşme reaksiyonlarının eksikliği ve buna bağlı olarak tat ve koku gelişiminin eksikliği, fazla nem kaybı gibi bazı sorunlarla karşılaşılmaktadır (1). Bu sorunları çözmek amaçlı önerilen yeni bir yöntem olarak mikrodalga enerjisi ve halojen lambasını birleştiren fırın gösterilebilir

(2). Mikrodalga ile pişirilen gıdalarda gözlenemeyen esmerleşme reaksiyonları ve kabuk oluşumu kızıl ötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırında sorun olmaktan çıkmaktadır.

Dielektrik özellikler, gıda ile mikrodalga enerjisinin interaksyonunu açıklamakta önemli bir rol alan elektriksel özelliklerdir. Mikrodalga ile pişirilen gıdanın ısınma mekanizmasını anlayabilmek için dielektrik özelliklerinin bilinmesi şarttır. Dielektrik özellikler dielektrik sabiti ve dielektrik kayıp faktörüdür. Dielektrik sabiti gıdanın mikrodalgayı depolama yeterliliğinin göstergesidir. Dielektrik kayıp faktörü ise gıdanın mikrodalga enerjisini ısıya dönüştürme yeteneğinin göstergesidir (3).

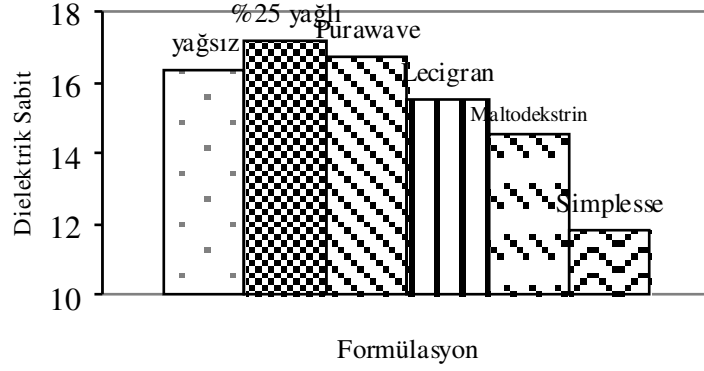
Bu çalışmada mikrodalga ve kızılötesi-mikrodalga kombinasyonu fırınlarında pişirme sırasında farklı kek formülasyonlarının dielektrik özelliklerinin değişiminin belirlenmesi hedeflenmiştir. Kek hamuru örnekleri için formülasyon ve pişirme süresinin etkileri incelenmiştir.

### **Materyal ve Yöntem**

Deneyler sırasında %100 kek unu, %100 şeker, %12 yağsız süt tozu, %9 yumurta beyazı tozu, %3 tuz, %5 kabartma tozu ve %90 su içeren kek hamuru kullanılmıştır. Yüzdeler un bazındadır. Yağ formülasyona farklı oranlarda eklenmiştir (%0, %25). Emülgatör olarak Purawave (P) (Puratos, Belçika) veya Lecigran (L) (Cargill, ABD) kullanılmış ve karışıma %3 oranında eklenmiştir. Yağ ikamesi olarak maltodekstrin (MD) (Sigma, Almanya) veya simplese (S) (Cp Kelco, ABD) kullanılarak formülasyona % 25 oranında eklenmiştir. Hazırlanan farklı formülasyonlardaki kek hamurları % 50 güçte çalıştırılan mikrodalga fırında (2-3 dk) ve % 60 alt halojen, % 60 üst halojen ve % 50 mikrodalga kombinasyonu ile çalıştırılan kızıl ötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırında (3,5-5 dk) pişirilmiştir. Dielektrik özelliklerin belirlenmesi için dielektrik probu ve network analizörü kullanılmıştır. Gözenekliliğin belirlenmesi için sıkıştırma yöntemi kullanılmıştır.

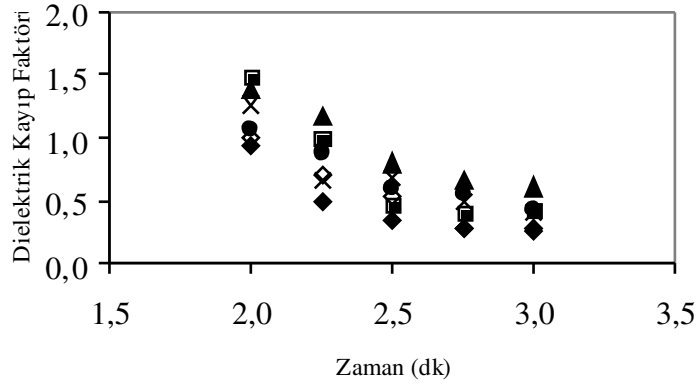
### **Bulgular ve Tartışma**

Kek formülasyonlarının dielektrik özellikler üzerine etkili olduğu bulunmuştur (Şekil 1). Yağsız ve % 25 yağ içeren formülasyonlardaki örneklerle kıyaslandığında simplese içeren kek hamurlarının dielektrik özelliklerinde belirgin bir şekilde azalma kaydedilmiştir. Bu azalmanın nedeni simplese eklenmesinin neden olduğu gözeneklilik artışıdır.

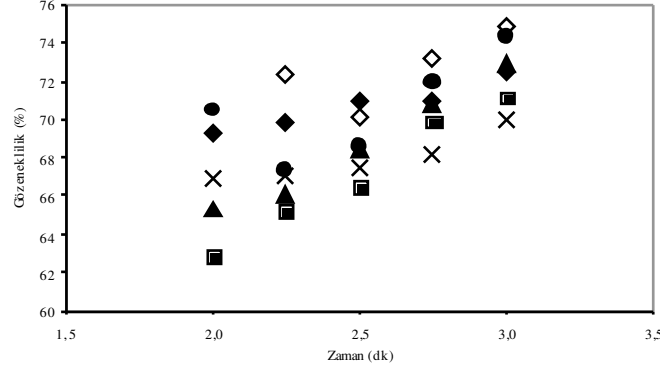


Şekil 1. Oda sıcaklığındaki farklı formülasyondaki kek hamurlarının dielektrik sabitinin değişimi

Yağ eklenmesinin mikrodalga fırında pişirilen kek örneklerinin dielektrik kayıp faktörü değerlerini artırdığı gözlenmiştir (Şekil 2). Bunun nedeni yağ ilavesinin örneklerin gözenekliliğinde azalmaya neden olmasıdır (Şekil 3). Purawave eklenmesinin mikrodalga fırında pişirilen kek örneklerinin dielektrik sabitinin artmasına neden olurken lecigran eklenmesinin % 25 yağ içeren örneklerle oranla azalmasına neden olduğu gözlenmiştir.



Şekil 2. Mikrodalga fırında pişirilen farklı formülasyondaki keklerin dielektrik kayıp faktörünün değişimi ◆ yağsız, ■ %25 yağlı ▲ %25 yağ + %3 P, x ▲ %25 yağ + %3 L, ● %25 MD, ◇ %25 S



Şekil 3. Mikrodalga fırında pişirilen farklı formülasyondaki keklerin porozite değişimi. ♦ yağsız, ■ %25 yağlı ▲ %25 yağ + %3 P, x ▲ %25 yağ + %3 L, • %25 MD, ◇ %25 S

Formülasyonun yanısıra mikrodalga fırında pişirilen kek örneklerinin dielektrik özellikleri pişirme süresine de bağlı bulunmuştur (Şekil 2). Pişirme süresindeki artış bütün formülasyonlarda dielektrik sabitinin ve kayıp faktörünün azalmasına neden olmuştur. Dielektrik özelliklerdeki bu azalmanın nedeni pişirme süresi arttıkça yapı içindeki hava miktarının artması ve böylece havanın katkısının artmasıdır. Bu durum porozitenin de artmasıyla sonuçlanmaktadır (Şekil 3). Benzer ilişkiler kızıl ötesi ve mikrodalga kombinasyonlu fırında pişirilen keklerde de gözlenmiştir.

## Sonuç

İncelenen örneklerin dielektrik sabitinin ve kayıp faktörünün formülasyona ve pişirme süresine bağlı olduğu bulunmuştur. Pişirme süresindeki artış tüm formülasyonlarda dielektrik özelliklerin azalmasına neden olmuştur. Pişirme sırasında dielektrik özelliklerdeki değişim gözeneklilik değişimi ile açıklanabilmektedir.

## Kaynaklar

1. Bell DA, Steinke LW. 1991. Evaluating structure and texture effects of metylcellulose gums in microwave baked cakes. Cereal Foods World, 36: 941-944.
2. Keskin SO, Sumnu G ve Sahin S. 2004. Bread baking in halogen lamp-microwave combination oven. Food Research International, 37(5) 489-495.
3. Calay RK, Newborough M, Probert D ve ark. 1995. Predictive equations for dielectric properties of foods. International Journal of Food Science and Technology, 29: 699-713.