

## TANE RUTUBET MİKTARININ CİN MISIRIN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ<sup>1</sup>

### EFFECT OF KERNEL MOISTURE CONTENT ON THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PORCORN

Mehmet CEYLAN, Erşan KARABABA

Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü 33342, Çiflikköy - MERSİN

**ÖZET:** Çalışmada, Antalya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden ve Adana'daki bir yetiştiriciden sağlanan 6 adet cın mısır çeşit ve hattı kullanılmıştır. Tüm cın mısır örnekleri 10 farklı rutubete (% 9,10,11,12,13,14,15,16,17,18) tavlınmıştır. Örnekler geleneksel ve mikrodalga yöntemi kullanılarak patlatılmıştır. Analizlerde ikinci derece regresyon eşitlikleri kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucu her çeşit de geleneksel ve mikrodalga yöntemi ile patlatılan mısır örneklerinin yayılma hacmi ve patlamamış tane sayısı oranına ait regresyon katsayıları ( $a$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ), determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) ve optimum rutubet miktarları hesaplanmıştır. Tüm örneklerde ve patlatma yöntemlerinde yayılma hacim değerlerine ve patlamamış tane sayısına ait determinasyon katsayıları ( $R^2$ ) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yayılma hacmi kriteri için hesaplanan optimum rutubet miktarları çeşitlere göre geleneksel yöntemde %12.38-13.93, mikrodalga yönteminde %12.56-13.28 arasında değişmiştir. Minimum patlamamış tane sayısının oluştuğu optimum rutubet miktarları geleneksel yöntemde %11.13-13.83, mikrodalga yönteminde ise % 11.07- 12.84 arasında değişim göstermiştir. En yüksek teknolojik kaliteyi sağlamak için geleneksel yöntemde ortalama optimum rutubet miktarı %12.85, mikrodalga yönteminde %12.50 olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Mikrodalga, cın mısır, tane rutubeti

**ABSTRACT:** In this study, six popcorn variety and lines were obtained from Antalya Agricultural Research Institute and a popcorn grower in Adana. The popcorn samples were tempered 10 different moisture contents (9,10,11,12,13,14,15,16,17,18%) and popped using microwave and conventional method. Quadratic regression equations were used in analysis. According to statistical analysis, regression coefficients of expansion volume and unpopped kernel ratio ( $a$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ), determination coefficients ( $R^2$ ) and optimum moisture contents of all popcorns popped with microwave and conventional method were calculated. Determine coefficients relating to expansion volume and unpopped kernel ratio ( $R^2$ ) were statistically significant at all popcorn samples and both methods. The calculated moisture contents for maximum expansion volume were ranged from 12.38 to 13.93 % in conventional popping, 12.56 to 13.28 % in microwave popping depending upon the variety of popcorn. Optimum moisture content for minimum unpopped kernel ratio ranged from 11.13-13.83 % in conventional popping and 11.07-12.84 % in microwave popping. Optimum moisture content to obtain maximum technologic quality of popcorn were calculated 12.85 % in conventional popping, 12.50 % in microwave popping.

**Key Words:** Microwave popping, popcorn quality, popcorn moisture content

### GİRİŞ

Patlamış mısır cın mısırın patlatılması ile elde edilen çerezlik bir gıdadır. Mısır patlağı olarak da bilinmektedir. Ülkemizde büyük çapta patlamış mısır üretimi yapan işletmeler bulunmamakla beraber seyyar satıcılarda, sinema, tiyatro ve dinlenme tesislerinde satılmaktadır.

Mısır tanesine ısı uygulandığı zaman tane bünyesinde bulunan su buharlaşır ve nişasta taneciklerinin içerisine geçer. Belirli bir basınca ulaştıktan sonra kabuk parçalanır, böylelikle mısır patlar veya açılır. Tüm mısır tipleri patlamaz, çünkü patlamaya uygun mısırların endosperminin büyük kısmı camsı yapıdadır. Camsı endospermde protein matriksi ile nişasta tanecikleri arasında hava boşluğu çok az olduğundan suyun buharlaşması sonucu oluşan basınç kabuğu parçalamaya yeter. Hava boşlukları mevcut olduğu zaman basınç kabuğu parçalayamaz veya çok az açar. Patlama olayı, tanedeki buhar basıncının 135 psia ulaştığı 177 °C 'de meydana gelir. Bu teoriye göre, tane içerdiği su miktarı patlama olayında büyük bir role sahiptir. Bundan dolayı mısır tanelerinin maksimum yayılma hacmi verecekleri optimum rutubet miktarına sahip olmaları önemlidir (HOSENEY ve ark. 1983).

Cın mısırın patlamasında ki tek etken tane içindeki bağlı suyun buhara dönüşmesi değildir. Mısırın diğer tiplerinde de aynı oranda rutubet içermesine rağmen patlamazlar. Bu durumda tane endosperminin yapısı da önemlidir.

<sup>1</sup> Bu çalışma Mehmet CEYLAN'ın Yüksek Lisans Tezinden alınmıştır.

Her tür mısır aynı kalitede mısır patlağı vermez. Mısırın teknolojik olarak kalitesinin belirlenmesinde en önemli kriterler yayılma hacmi ve patlamamış tane sayısıdır. Yayılma hacmi 1 gram mısırın patlatıldıktan sonraki hacmi olarak tanımlanır. Patlamamış mısır satıcıları mısırı ağırlık esasına göre alırlar ve mısır patlağını ağırlık esasına göre değil de hacim esasına göre satarlar. Ayrıca mısır patlağının yapısı (sertlik ve gevreklik) yayılma hacmi ile pozitif ilişkilidir. En iyi ticari mısır 30-40 mL yayılma hacmine sahiptir (WATSON ve RAMSTAD1994). Patlamamış tane, diğer önemli ve arzu edilmeyen bir kalite faktörüdür. Bu kriter tane patlatma işleminden sonra patlamayan veya çok az açılmış (7.14 mm'lik elekten geçen) tane olarak tanımlanır. Patlamamış taneler yayılma hacmine olumsuz etki ederler ve kusurlu olarak sınıflandırılırlar (SONG ve ark. 1991).

Cin mısır farklı yöntemler kullanılarak mısır patlağı haline getirilir. Bu yöntemler sıcak hava patlatma (geleneksel) yöntemi, yağ ile patlama yöntemi ve mikrodalga yöntemidir. Son yıllarda mikrodalga'nın geliştirilmesi ile birlikte bu teknolojinin çeşitli gıda ürünlerinde kullanılması artmıştır. Mikrodalga fırınları kullanılarak da mısır patlağı elde edilmektedir, fakat bu yöntemde karşılaşılan en önemli sorunlar düşük yayılma hacmi, patlamamış tane sayısının fazlalığı ve mısır patlaklarının kavrulmasıdır (SCHIFMANN 1986).

METZGER ve arkadaşları (1989) yaptıkları çalışmada yağlı patlatma için maksimum yayılma hacmi 43.6 cm<sup>3</sup>/g ve geleneksel yöntem için aynı çeşit ve optimum rutubette maksimum yayılma hacmini 55.3 cm<sup>3</sup>/g olarak bulmuşlardır. MOHAMED ve arkadaşları (1993), DOFING ve arkadaşlarının (1990) yaptığı çalışmaya paralel olarak 18 cin mısır hibridi kullanarak yaptığı çalışmada, mikrodalga ile patlatma ve yağ ile patlatma arasında farkın bulunduğunu ve mikrodalga ile elde edilen hacmin daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Bu amaçla mikrodalgaya uygun cin mısır hibritlerinin ıslahı üzerine çalışmalar yapılması gerektiğini açıklamışlardır.

Maksimum yayılma hacmini elde etmek için gerekli optimum rutubet miktarı metottan metoda değişmektedir. METZGER ve arkadaşlarının (1989) yaptıkları çalışmada sıcak hava ile patlatmada optimum rutubet miktarını %13.5 ve yağlı patlatmada ise %14 olarak bulmuşlardır. Ayrıca rutubet miktarının %10'nun altında ve %16'nın üstünde olduğu zaman yayılma hacmi azaldığını göstermişlerdir. LIN ve ANANTHESWARAN'ın (1988) yaptıkları çalışmaya göre mikrodalga ile patlatmada maksimum yayılma hacmine ulaşmak için gerekli rutubet miktarı % 12,5-13,5 arasında değişmektedir. Fakat minimum patlamamış tane sayısı daha farklı rutubet değerinde elde edilmiştir (%10,0-10,9). SONG ve ECKHOFF (1994) farklı tane iriliklerinde maksimum yayılma hacmini sağlamak için gerekli rutubet miktarını incelemişlerdir. 5.95, 5.56, 5.16, 4.76 ve 4.36 mm elek üzerinde kalan mısır tanelerinin maksimum yayılma hacmine ulaşması için gerekli rutubet miktarlarını sırası ile % 13.18, 12.91, 12.85, 13.58 ve 13.47 olarak bulmuşlardır.

Bu çalışmanın amacı; geleneksel ve mikrodalga yönteminde en yüksek yayılma hacmi ve patlamamış tane sayısına ulaşmak için gerekli optimum rutubet miktarlarının saptanmasıdır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Bu çalışmada Antalya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden (Ant-601, Ant-602, Ant-Pop hatları ve Ant-Cin 98 çeşidi) ve Ziraat Mühendisi Öner Uruk'dan sağlanan (Okur 83 ve Okur 370 hatları) cin mısır çeşit ve hatları kullanılmıştır.

Mısır örnekleri 35 °C' de rutubet düzeyleri yaklaşık % 9 olana kadar kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra, cam kavanozlara alınıp istenilen rutubet düzeylerine (% 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18) göre tavlama yapılmıştır. Tavlama, su püskürtülerek verilmiştir. Kavanozların ağızları streç film kullanılarak su çıkışına izin vermeyecek şekilde kapatılmıştır. Örnekler buzdolabına (+4 °C) konulmuştur. Suyun tanelere homojen bir şekilde dağılmasını sağlamak için tavlama işlemi ilk bir hafta boyunca iyice çalkalanmıştır (ELGÜN ve ER-TUGAY 1995). Örnekler 45 gün buzdolabında (+4°C) bekletilmiştir.

### Rutubet Miktarı Tayini

Mısır örnekleri tüm tane olarak, kabın büyüklüğüne göre 25-40 g alınmıştır ve 130-133 °C' de bulunan etüvde 38 ± 2 saat kurumaya bırakılmıştır. Uygulama iki gece bir gündüz olacak şekilde yapılmıştır (ANONYMOUS-1983).

## Patlatma İşlemi

### Sıcak Hava İle Patlatma (Geleneksel Yöntem)

Piyasadan temin edilen POP201 (Automatic Hot Air Corn Popper, Popcorn Popper PP-201 Model, 1200W, maksimum sıcaklık 226 °C) cihaz kullanılarak patlatma işlemi yapılmıştır. Her patlatma işleminde 25 g örnek kullanılmıştır ve işlem 5 kez tekrarlanmıştır. Patlatma işleminden önce taneler sayılmıştır. Patlatma işlemine son tanenin patlamasından 5 saniye sonra son verilmiştir. Patlatma işleminden sonra 1000 ml'lik ölçü silindiri kullanılarak patlamış örneklerin hacmi ölçülmüştür (METZGER ve ark. 1989).

### Mikrodalga İle Patlatma

Bu işlem için Arçelik MD-572 model (1330 W, 50 Hz, 2450 MHz, 230 W) mikrodalga fırını kullanılmıştır. İşlem sırasında mikrodalga fırınının gücü 850 Watt'a ayarlanmıştır. Gerçek gücü SCHIFMANN (1987) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak 715 Watt olarak hesaplanmıştır. Bu yöntemle göre, bir behere 1000 mL  $10 \pm 2$  °C'de bulunan su mikrodalga fırınına yerleştirilmiş ve 60 saniye süre sonunda sıcaklık artışından gerçek güç hesaplanmıştır. Her patlatma işlemi standart hale getirmek için, günün ilk patlatma işleminden önce 100 mL su 4 dakika ısıtılmıştır. Ayrıca her testten sonra fırının tabanına su püskürtülüp ve 7-8 dakika kapağı açık bırakılmıştır. Testler sırasında fırının sıcaklığını yaklaşık 35°C'dir. Her testte 15 gram örnek kullanılmış ve tane sayısı kaydedilmiştir. Örnek 1000 mL beher içerisine konulmuştur (LIN ve ANANTHESWARAN 1988). Beherin merkezine bir başka beher (80 mL) ters olarak yerleştirilmiştir. Böylece patlamış mısır taneleri merkezde toplanmamış ve patlamış mısır tanelerinin kavrulması engellenmiştir. Beherin ağzı mikrodalgaya uygun streç film ile kaplanmış ve film üzerinde hava çıkışını sağlamak için 5-6 delik açılmıştır. Beher, mikrodalga fırınının merkezine yerleştirilmiş ve 2 dakika ısıtılmıştır. 8 mm elek kullanılarak patlamamış taneler ayrılmış ve sayılmıştır. Hacim 1000 mL'lik mezür kullanılarak ölçülmüştür.

### Kalite Ölçümleri

Yayıma hacmi ve patlamamış tane sayısı oranı aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (Mohamed ve ark. 1993).

$$\text{Yayıma Hacmi (ml/g)} = \left[ \frac{\text{Toplam Hacim}}{\text{Örnek Ağırlığı}} \right]$$

$$\% \text{ Patlamamış Tane Sayısı} = 100 \times \left[ \frac{\text{Toplam Patlamamış Tane Sayısı}}{\text{Toplam Tane Sayısı}} \right]$$

### İstatistiksel Analiz

Çalışmadan elde edilen değerlerde STATISTICA for Windows (STATSOFT 1995) istatistik programı kullanılarak regresyon analizleri yapılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Tane rutubet miktarının etkisini analiz etmek için, çeşitlerin yayılma hacmi ve patlamamış tane sayısı oranına ait ikinci derece regresyon eşitlikleri kullanılmıştır. İkinci dereceden eşitliğin kullanılmasının nedeni, hem düşük ve hem de yüksek rutubetlerde yayılma hacmi değerlerinin azalması ve patlamamış tane sayısı oranının artmasıdır. Yapılan istatistiksel analiz sonucu her çeşit de geleneksel ve mikrodalga yöntemi ile patlatılan mısır örneklerinin yayılma hacmi ve patlamamış tane sayısı oranına ait regresyon katsayıları ( $a$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ), determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) ve optimum rutubet miktarları Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1. Farklı Yöntemlerle Patlatılmış Cin Mısır Çeşitlerinin Yayılma Hacmi ve Patlamamış Tane Sayılarının İkinci Derece Denklemlerine ait Regresyon, Determinasyon Katsayıları ve Optimum Rutubet Miktarları<sup>1</sup>**

	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	Optimum RM
<b>Yayılma Hacmi (mL/g)</b>					
<b>Ant-601</b>					
Geleneksel	-12.94	6.17	-0.25	0.843*	12.49
Mikrodalga	-43.74	10.25	-0.39	0.951*	13.28
<b>Ant-602</b>					
Geleneksel	-13.915	8.05	-0.32	0.955*	12.38
Mikrodalga	-12.06	6.15	-0.25	0.966*	12.56
<b>Ant-Cin 98</b>					
Geleneksel	-34.91	10.48	-0.41	0.996*	12.71
Mikrodalga	-53.67	12.94	-0.49	0.975	13.09
<b>Ant-Pop</b>					
Geleneksel	-34.39	9.73	-0.38	0.835*	12.87
Mikrodalga	-40.78	10.38	-0.41	0.786*	12.65
<b>Okur 83</b>					
Geleneksel	-23.58	7.99	-0.29	0.851*	13.78
Mikrodalga	-23.63	7.49	-0.282	0.981*	13.28
<b>Okur370</b>					
Geleneksel	-108.08	19.67	-0.71	0.977*	13.93
Mikrodalga	-36.90	9.12	-0.354	0.926*	12.88
<b>Patlamamış Tane Sayısı (%)</b>					
<b>Ant 601</b>					
Geleneksel	19.43	-2.49	0.10	0.779*	12.81
Mikrodalga	61.97	-8.27	0.34	0.755*	12.27
<b>Ant 602</b>					
Geleneksel	14.51	-1.91	0.07	0.785	13.83
Mikrodalga	62.82	-9.37	0.42	0.870*	11.26
<b>Ant-Cin 98</b>					
Geleneksel	6.11	-0.93	0.04	0.954*	11.13
Mikrodalga	47.66	-6.92	0.29	0.899*	12.02
<b>Ant-Pop</b>					
Geleneksel	10.94	-1.37	0.05	0.825*	12.47
Mikrodalga	98.78	-13.85	0.54	0.830*	12.84
<b>Okur 83</b>					
Geleneksel	42.53	-6.35	0.25	0.947*	12.85
Mikrodalga	57.03	-7.30	0.29	0.986*	12.77
<b>Okur 370</b>					
Geleneksel	27.58	-3.62	0.14	0.851*	12.94
Mikrodalga	36.99	-4.91	0.22	0.861*	11.07

<sup>1</sup> İkinci dereceden denklem  $Y = a + b_1X + b_2X^2$ , RM=Rutubet Miktarı (%)

\*İstatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 1'de belirtilen yayılma hacmine ait "a" katsayıları tümü negatiftir. Bu sonuç rutubet miktarının seçilmiş minimum değer % 9'dan daha düşük değerlerde de yayılma hacmindeki azalmanın devam edeceğini göstermektedir. Bunun tam tersi olarak patlamamış tane sayısı oranına ait "a" katsayıları pozitifdir. Bu sonuç;

yayılma hacmindeki azalmaya karşılık patlamamış tanelerin sayısındaki artışı ifade etmektedir. Regresyon katsayısı olan "b" regresyon eşitliğinde bağımsız değişkenin bir birim artmasını veya azalmasını gösterir. Çalışmada bulunan "b" katsayıları incelendiğinde, eşitliğin doğrusal kısmında bulunan "b<sub>1</sub>" katsayıları yayılma hacmi için pozitif, patlamamış tane sayısı için negatiftir. Bu sonuç rutubet miktarı artışı ile yayılma hacminin arttığı ve patlamamış tane sayısının azaldığını göstermektedir. Eşitliğin quadratik kısmında ise "b<sub>2</sub>" katsayıları yayılma hacmi için negatif, patlamamış tane sayısı için pozitif bulunmuştur. Bu sonuç, tane rutubet miktarının belirli bir seviyenin altında ve üstünde olduğu durumlarda cin mısır örneklerinin teknolojik özelliklerinin azaldığını göstermektedir.

Tüm örneklerde ve patlatma yöntemlerinde yayılma hacim değerlerine ait determinasyon katsayıları ( $R^2$ ) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Determinasyon katsayısı bağımlı değişkende (yayılma hacmi ve patlamamış tane sayısı) görülen değişimin yüzde olarak ne kadarının bağımsız değişkende (tane rutubet miktarı) görülen değişimden kaynaklandığının ölçüsüdür. Determinasyon katsayıları 0.786-0.996 arasında değişim göstermiştir. En yüksek katsayı Ant-Cin 98 çeşidinin geleneksel yöntemle patlatılmasında bulunmuştur. Ant-Cin 98, Ant 602 ve Okur 370 örneklerinin her iki yöntemde de rutubet miktarlarındaki değişimler yayılma hacmine diğer örneklerde görülen değişimden daha fazla etkili olmuştur. En düşük determinasyon katsayısı mikrodalga ile patlatılan Ant-Pop hattında bulunmuştur. Ant-Pop örneği her iki yöntemde de en düşük determinasyon katsayılarına sahiptir. Tüm mısır örneklerinde ve patlatma yöntemlerinde patlamamış tane sayısına ait determinasyon katsayıları ( $R^2$ ) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Genel olarak, patlamamış tane sayılarına ait  $R^2$  değerleri yayılma hacmine ait değerlerden daha düşüktür. Bu da rutubetteki değişim patlamamış tane sayısını yayılma hacmine göre daha az etkilediğini göstermektedir. En yüksek  $R^2$  değerleri mikrodalga ile patlatma yönteminde Okur 83 hattında, geleneksel yöntemde ise Ant-Cin 98 çeşidinde saptanmıştır.

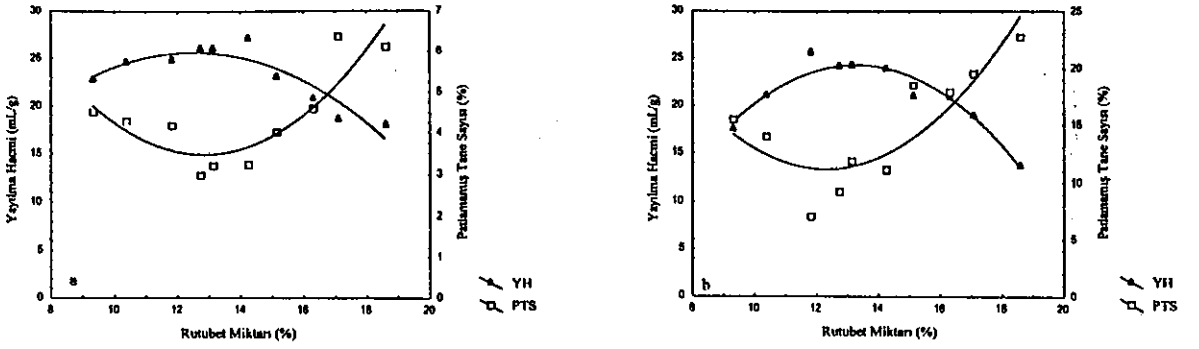
Geleneksel ve mikrodalga yöntemleri ile patlatılan 6 adet cin mısır örneğindeki farklı rutubetlerin yayılma hacimleri ve patlamamış tane sayıları üzerine etkisi Şekil 1-6'da verilmiştir. Optimum rutubet miktarları, her cin mısır çeşidinde kullanılan patlatma yöntemleri için bulunan ikinci derece denklemlerin birinci türevleri sıfıra eşitlenerek bulunmuştur. Yayılma hacmi kriteri için hesaplanan optimum rutubet miktarları geleneksel yöntemde %12.38-13.93, mikrodalga yönteminde %12.56-13.28 arasında değişmiştir. Bu sonuç SONG ve ECKHOFF'un (1994) yaptıkları çalışma ile uyum göstermektedir. Geleneksel yöntemde en yüksek optimum rutubet miktarı Okur 370 hattında bulunmuştur. Ant 601 ve Okur 83 mikrodalga yönteminde en yüksek optimum rutubet miktarına (%13.28) sahip örneklerdir. Geleneksel yöntemde ortalama optimum rutubet miktarı %13.04, mikrodalga yönteminde %12.96 olarak hesaplanmıştır.

Minimum patlamamış tane sayısının olduğu optimum rutubet miktarları geleneksel yöntemde %11.13-13.83, mikrodalga yönteminde ise % 11.07- 12.84 arasında değişim göstermiştir. Tüm çeşitlerin ortalama optimum rutubet miktarı geleneksel yöntem için %12.67, mikrodalga yöntemi için ise %12.03 olarak bulunmuştur.

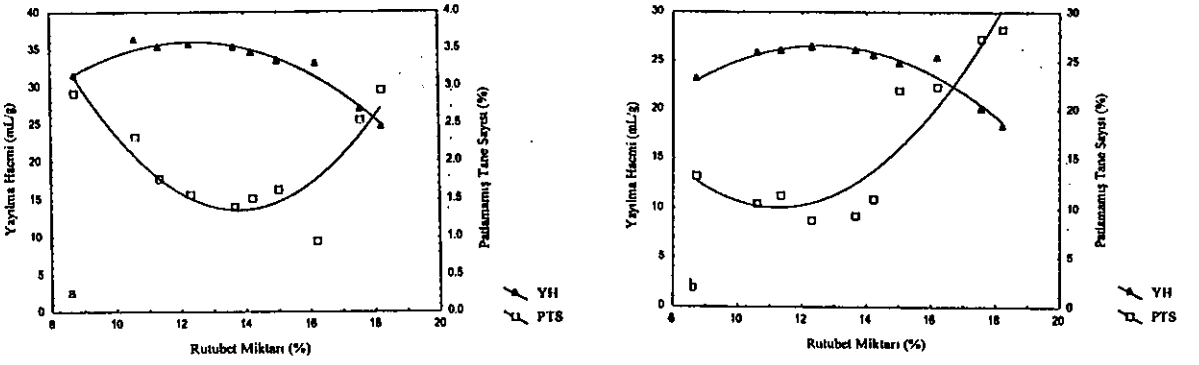
Maksimum yayılma hacmini elde etmek için gerekli optimum rutubet miktarı ile minimum patlamamış tane sayısına ulaşmak için gerekli rutubet miktarı arasında geleneksel yöntemde % 2.83 ve mikrodalga yönteminde % 7.17 oranında bir fark bulunmuştur. Düşük ve fazla rutubet miktarına sahip mısır örnekleri düşük yayılma hacmine ve fazla patlamamış tane sayısına sahiptirler. Cin mısırlarda her iki yöntemde de maksimum yayılma hacmi ve minimum patlamamış tane sayısına ulaşmak için taneler % 12.5-13.5 arasında rutubet içermelidir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

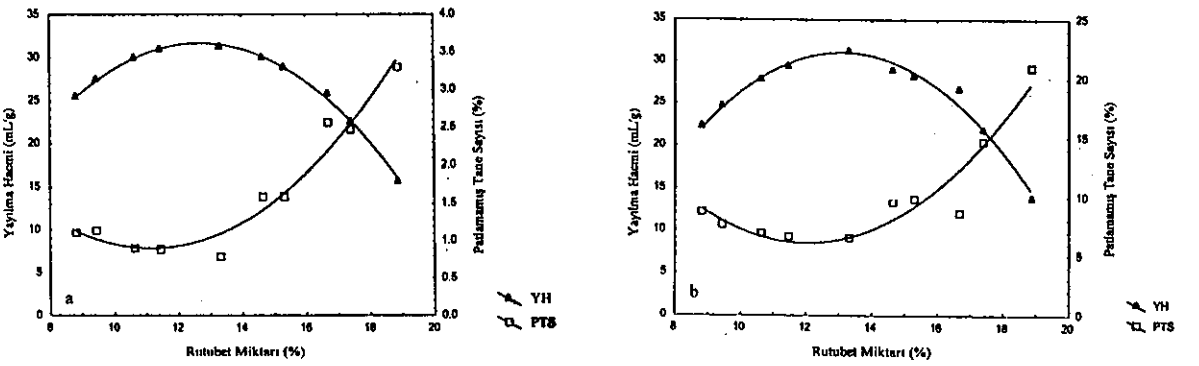
Mısırın patlama mekanizması incelendiği zaman, patlatma sırasında tanede bulunan su ısı uygulamasından dolayı aşırı ısınmakta ve su buharlaşmaktadır. Buharlaşan su nişasta taneciklerine nüfus etmektedir. Oluşan buhar basıncı belli bir seviyeye ulaştığı zaman kabuk parçalanmakta ve nişasta yayılmaktadır. Bu



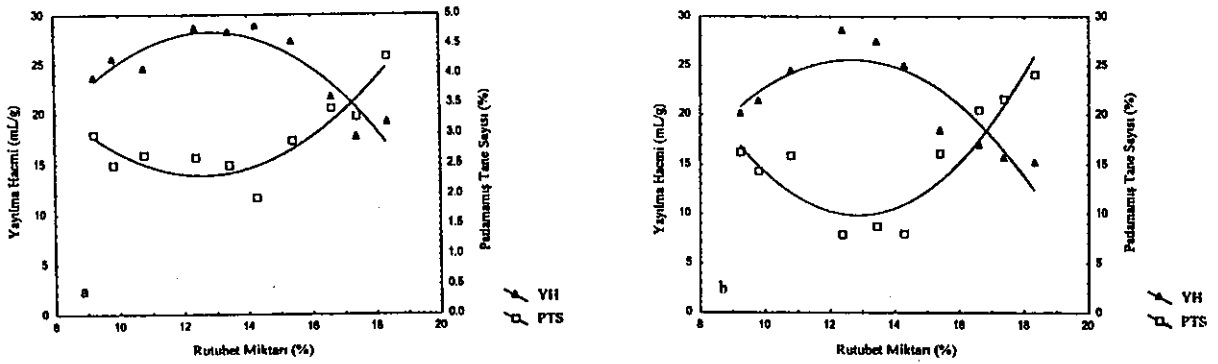
Şekil 1. Rutubet Miktarının Geleneksel ve Mikrodalga Patlama Yöntemlerinde Ant 601 Çeşidinin Yayılma Hacmi ve Patlamamış Tane Sayısı Üzerine Etkisi a) Geleneksel Yöntem b) Mikrodalga Yöntemi YH: Yayılma Hacmi PTS: Patlamamış Tane Sayısı



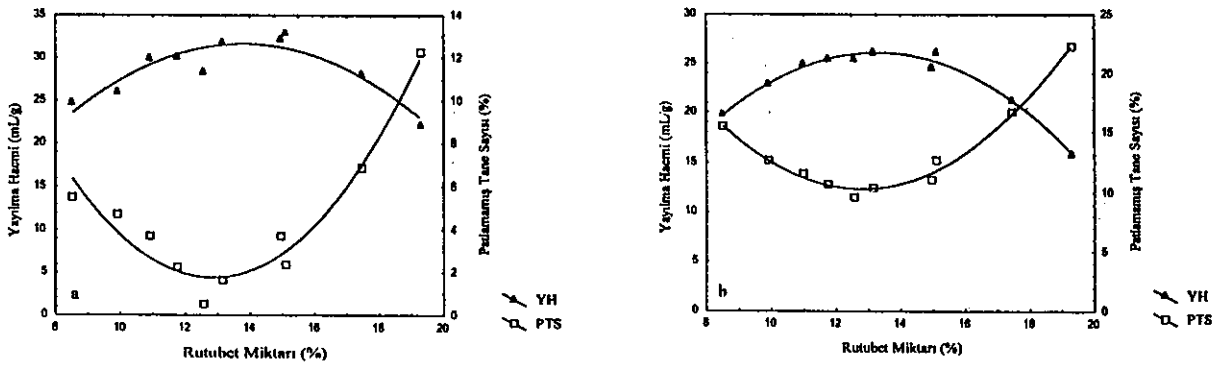
Şekil 2. Rutubet Miktarının Geleneksel ve Mikrodalga Patlama Yöntemlerinde Ant 602 Çeşidinin Yayılma Hacmi ve Patlamamış Tane Sayısı Üzerine Etkisi a) Geleneksel Yöntem b) Mikrodalga Yöntemi YH: Yayılma Hacmi PTS: Patlamamış Tane Sayısı



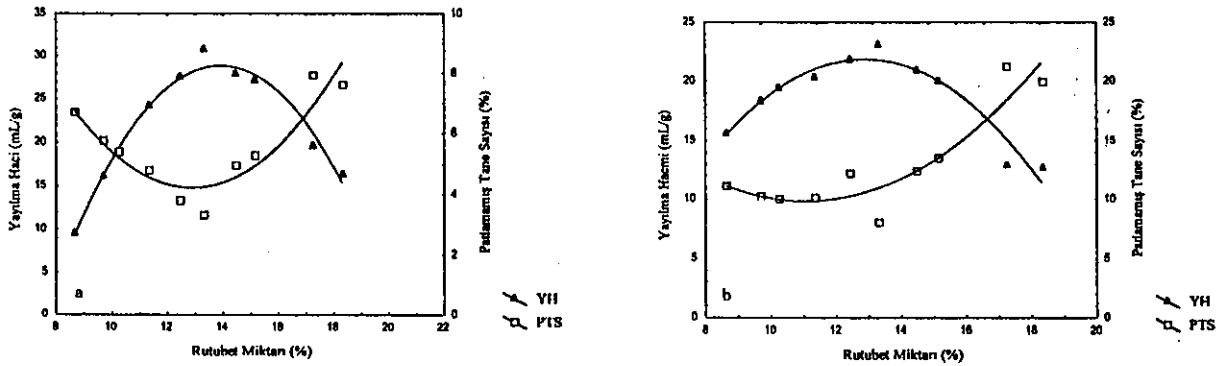
Şekil 3. Rutubet Miktarının Geleneksel ve Mikrodalga Patlama Yöntemlerinde Ant-Cin 98 Çeşidinin Yayılma Hacmi ve Patlamamış Tane Sayısı Üzerine Etkisi a) Geleneksel Yöntem b) Mikrodalga Yöntemi YH: Yayılma Hacmi PTS: Patlamamış Tane Sayısı



Şekil 4. Rutubet Miktarının Geleneksel ve Mikrodalga Patlama Yöntemlerinde Ant-Pop Çeşidinin Yayılma Hacmi ve Patlamamış Tane Sayısı Üzerine Etkisi a) Geleneksel Yöntem b) Mikrodalga Yöntemi YH: Yayılma Hacmi PTS: Patlamamış Tane Sayısı



Şekil 5. Rutubet Miktarının Geleneksel ve Mikrodalga Patlama Yöntemlerinde Okur 83 Çeşidinin Yayılma Hacmi ve Patlamamış Tane Sayısı Üzerine Etkisi a) Geleneksel Yöntem b) Mikrodalga Yöntemi YH: Yayılma Hacmi PTS: Patlamamış Tane Sayısı



Şekil 6. Rutubet Miktarının Geleneksel ve Mikrodalga Patlama Yöntemlerinde Okur 370 Çeşidinin Yayılma Hacmi ve Patlamamış Tane Sayısı Üzerine Etkisi a) Geleneksel Yöntem b) Mikrodalga Yöntemi YH: Yayılma Hacmi PTS: Patlamamış Tane Sayısı

nedenle tanenin içerdiği rutubet miktarı oluşan basıncın büyüklüğüne etki etmektedir. Ancak çok düşük (% 9'dan az) ve yüksek rutubet (%15'den fazla) içeriklerinde ise kalite olumsuz yönde etkilenmiştir. Geleneksel yöntemde maksimum yayılma hacmine ulaşmak için optimum rutubet miktarı çeşitler arasında % 12.38-13.93 ve mikrodalga yönteminde ise % 12.56- 13.28 arasında değişmiştir. Çeşitlerde minimum patlamamış tane sayısına ulaşmak için gerekli optimum rutubet miktarları, maksimum yayılma hacmine ulaşmak için gerekli rutubet miktarına yakındır.

## KAYNAKLAR

- ANONYMOUS 1983. Mısır-Rutubet Miktarı Tayini. Türk Standartları Enstitüsü. 1. Baskı, Nisan.
- DOFING, S. M, THOMAS-COMPTON, M. A. and BUCK, J. S.,1990. Genotype X Popping Method Interaction for Expansion Volume in Popcorn. *Crop Science*, 30, 62-65.
- ELGÜN, A. ve ERTUGAY, Z., 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi. İkinci Baskı. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. No:297, Ders Kitapları Serisi No:52, Erzurum.
- HOSENEY, R. C., ZELEZNAK, K. and ABDELRAHMAN, A., 1983. Mechanism of Popcorn Popping. *Journal of Cereal Science*, 1, 43-52.
- LIN, Y. E. AND ANANTHESWARAN, R. C., 1988. Studies on Popping of Popcorn in A Microwave Oven. *Journal of Food Science*, 53(6), 1746-1749.
- METZGER, D. D, HSU, K. H, ZIEGLER, K. E. AND BERN, C. J., 1989. Effect of Moisture Content on Popcorn Popping Volume for Oil and Hot-Air Popping. *Cereal Chemistry*, 66 (3), 247-248.
- MOHAMED , A. A, ASHMAN, R. B. AND KIRLEIS, A. W., 1993. Pericarp Thickness and Other Kernel Physical Characteristics Relate to Microwawe Popping Quality of Popcorn. *Journal Food Science*, 58 (2), 342-346.
- SCHIFMANN , R. F., 1986. An Evaluation of Performance Characteristics of Packaged Microwave Popcorn Products. *Microwave World*, 7 (2),5. In:" Lin, Y. E. and Anantheswaran, R. C., 1988. Studies on Popping of Popcorn in A Microwave Oven. *Journal of Food Science*, 53(6), 1746-1749".
- SCHIFMANN, R. F., 1987. Performance Testing of Products in Microwave Ovens. *Microwave World*, 8 (1),7. In:" Mohamed , A. A, Ashman, R. B. and Kirleis, A. W., 1993. Pericarp Thickness and Other Kernel Physical Characteristics Relate to Microwawe Popping Quality of Popcorn. *Journal Food Science*, 58 (2), 342-346.
- SONG, A. AND ECKHOFF, S. R., 1994. Optimum Popping Moisture Content for Popcorn Kernels of Different Sizes. *Cereal Chemistry*, 71 (5), 458-460.
- SONG, A., ECKHOFF, S. R., PAULSEN, M. AND LITCHFIELD, J. B., 1991. Effects of Kernel Size and Genotype on Popcorn Popping Volume and Number of Unpopped Kernels. *Cereal Chemistry*, 68 (5), 464-467.
- STATSOFT, 1995. Statistica for Windows Release 5.0, Statsoft Inc., Tulsa, OK,USA.
- WATSON, S. A. AND RAMSTAD, P. E., 1994. Corn Chemistry and Technology. American Association Of Cereals Chemists, Inc St. Paul, Minnesota, USA.