



EZGİ PARIN

Mersin Üniversitesi

**Gıda Mühendisliği
Yüksek Lisans**

2019 Kasım

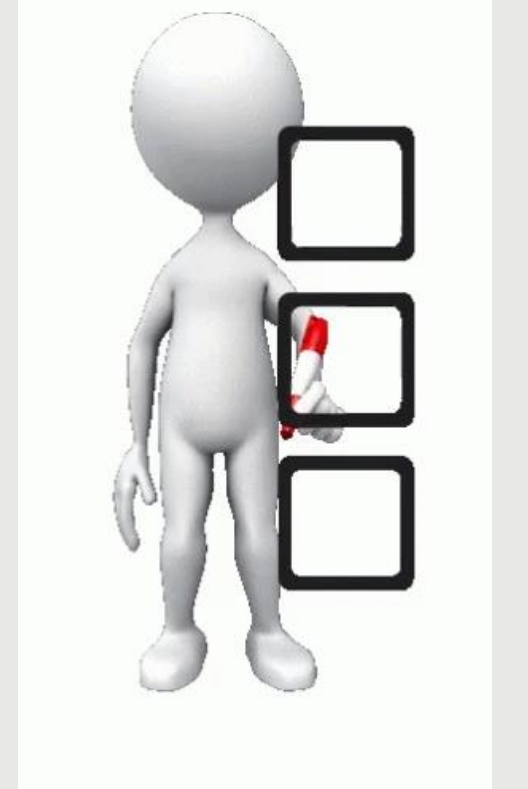
**FISTIK EZMESİNİN MİKRODALGA VE RADYO
FREKANSI İLE ISINMA HIZI VE
HOMOJENLİĞİNİN DENEYSEL OLARAK
KARŞILAŞTIRILMASI**

EZGİ PARIN

Danışman: Prof. Dr. Tunç Koray PALAZOĞLU

İçerik

- Giriş
 - Yer fıstığı ezmesi ve Üretimi
 - Dielektrik Isıtma ve Etki Mekanizması
 - Dielektrik Özellikler ve Etki Eden Faktörler
 - Dielektrik Isıtmanın Gıda Alanında Uygulamaları
- Materyal ve Yöntem
- Bulgular ve Tartışma
- Sonuçlar ve Öneriler



Çalışmanın Amacı ve Motivasyonu

- Yer fıstığı ezmesi radyo frekans ve mikrodalga ile ısıtılarak ısınma hızı ve homojenliği deneysel olarak karşılaştırmak ve ürün için hangi prosesin daha uygun olduğu belirlemektir.
- Belirlenen koşullar sayesinde gıda sanayideki radyo frekans ve mikrodalga uygulamalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



Yer Fıstığı Ezmesi

- Zengin diyet lifi içeriđi
- E vitamini kaynađı
- Niasin ve tiamin
- Protein açısından zengin
- Sodyum, Magnezyum , Kalsiyum içerir.
- Tip II diyabeti önler
- Alzheimer hastalığını önler.
- Kolon, prostat ve meme kanserini önler.
- Safra taşı riskini azaltır.
- Kan şekeri düzeyini düzenler.

Polmak GOLD Krem fıstık	
Enerji ve Besin Ögeleri	(100 gr için)
Kalori	580 kcal
Toplam Yağ	42.8 gr
Doymuş yağ asitleri	9.4 gr
Toplam Karbonhidrat	30.6 gr
Şekerden	20.5 gr
Diyet lifi	4.3 gr
Protein	22 gr
Sodyum	0.28 mg

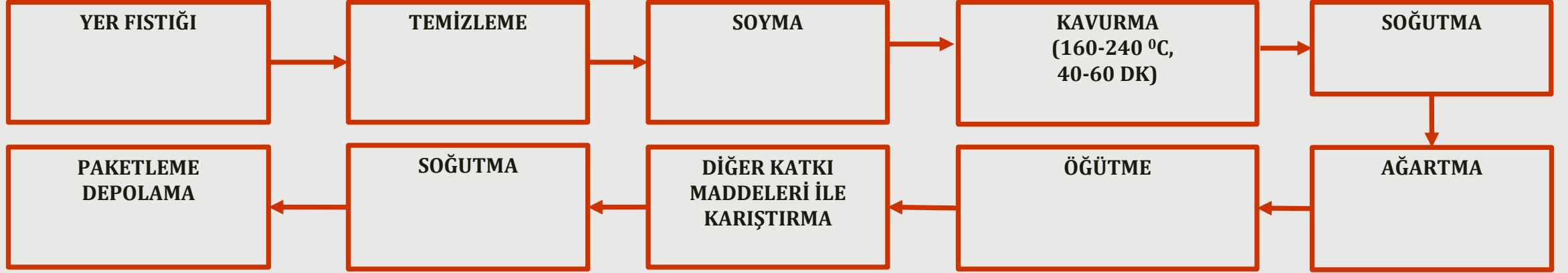
□ *Salmonella* Kontaminasyonu

- 2007'de Peter Pan markası tarafından üretilen fıstık ezmelerinde, bulaşıcı ve ateşli hastalığa yol açan *Salmonella* saptandığını duyurdu.
- Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), 2111 koduyla ürettiği tüm fıstık ezmelerini geri çağırıldığını bildirdi.

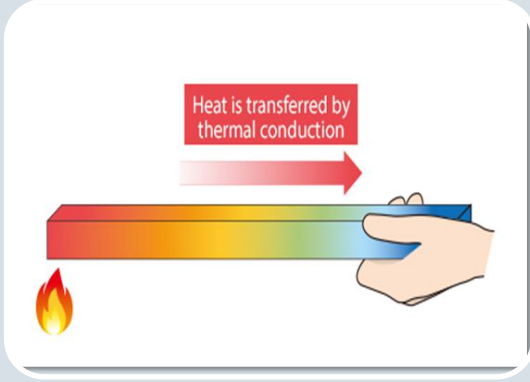
Korean Scientists Report Second 'Kill Step' for Salmonella in Peanut Butter



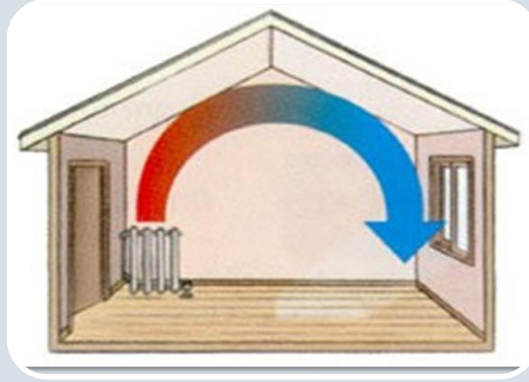
Yer Fıstığı Ezmesi Üretimi



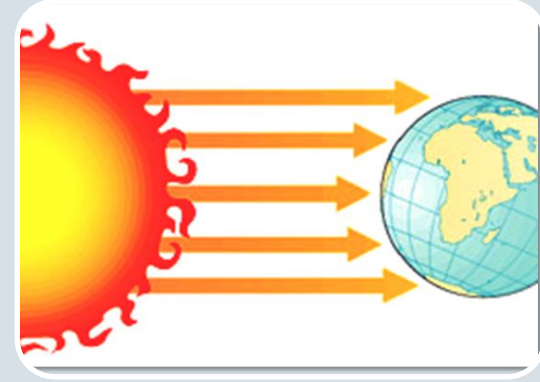
Gıdalarda Isı Transferi



Kondüksiyon
gıdanın birbiriyle
temas halindeki
parçacıkları
arasında
meydana
gelmektedir.



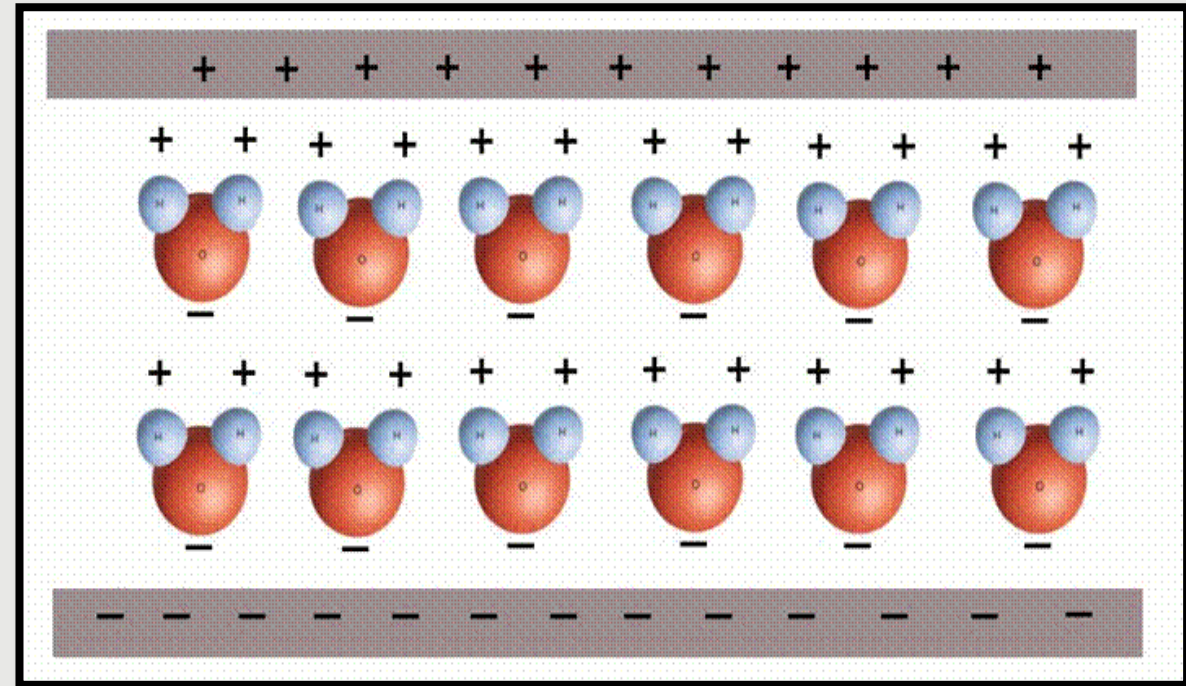
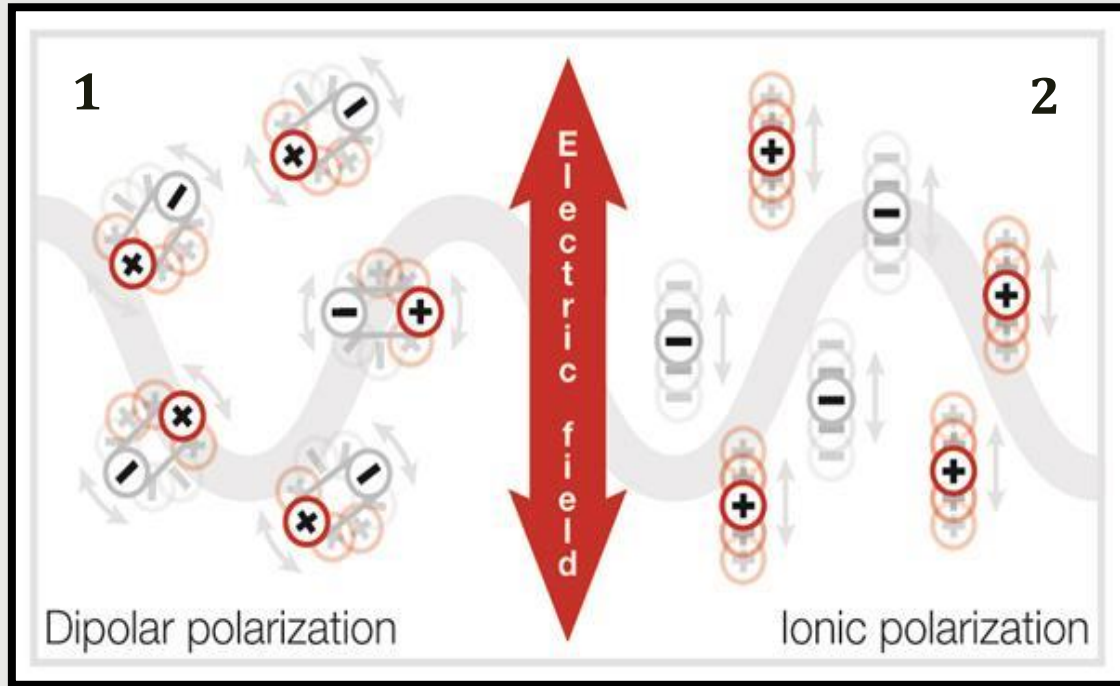
Konveksiyon
ısı geçişi ise
farklı
sıcaklıklardaki,
yüzey ve yüzeyi
çevreleyen
hareketli bir
ortam arasında
olmaktadır.



Radyasyon
(ışırma)
enerjinin ışık
hızında boş bir
ortam içinde
akmasıdır.

Dielektrik Isıtma ve Etki Mekanizması

- Elektromanyetik alternatif alan ile gıdalarda bulunan dipoller ve iyonik yükler arasında interaksiyon meydana getirerek ürün içerisinde hacimsel ısı oluşumu sağlayan ısıtma teknolojisidir.
- Dielektrik ısıtma mekanizması; dipolar polarizasyon¹ ve iyonik kondüksiyon² ile gerçekleşmektedir.



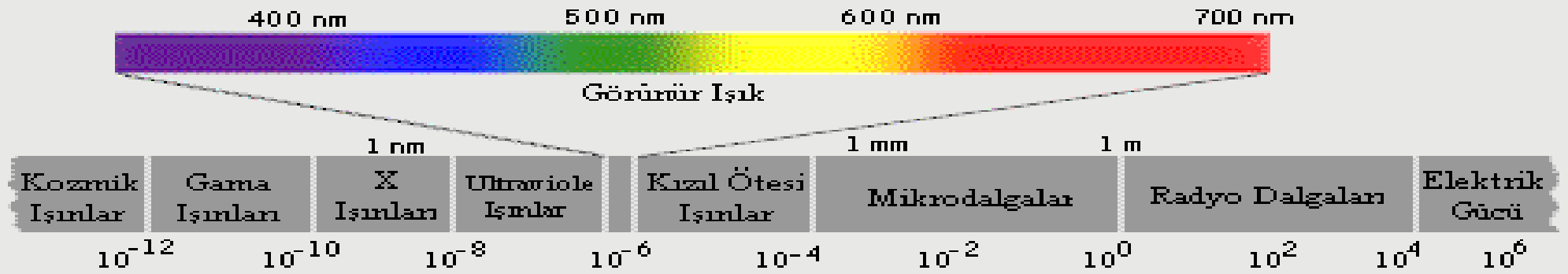
Dielektrik Isıtma

Radyo frekans

- 1-300 MHz
- 13.56, 27.12, 40.68 MHz (US FCC)
- Penetrasyon derinliği ↑

Mikrodalga

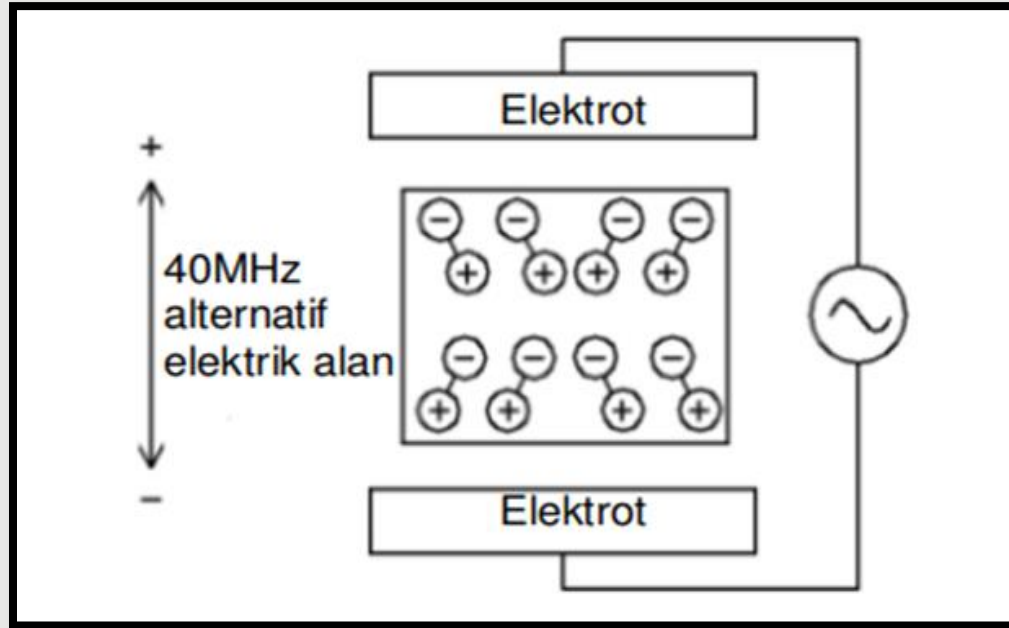
- 300 MHz-300 GHz
- 915 MHz, 2450 MHz, 5.8 GHz, 24,412 GHz (US FCC)
- Penetrasyon derinliği ↓



Dielektrik Isıtma

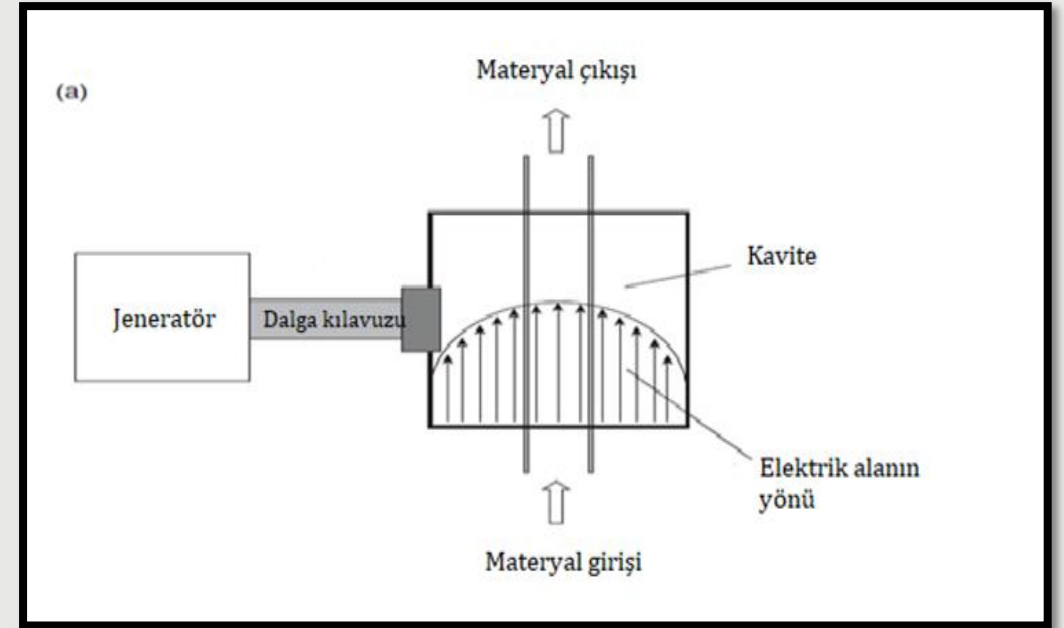
Radyo frekans

- Cihaz, yüksek frekanslı bir elektrik alanı oluşturmak için iki elektrotla donatılmıştır.



Mikrodalga

- Mikrodalga ısıtma, mikrodalga enerjisinin jeneratörden bir dalga kılavuzu vasıtasıyla yönlendirildiği bir kavite içinde gerçekleşir.



Dielektrik Özellikler ve Etki Eden Faktörler

Dielektrik özellik ?

Geçirgenlik

•Maddenin yük akışına karşı gösterdiği direncin ölçüsü

Dielektrik sabiti ϵ'

•Materyalin elektromanyetik enerjiyi saklama yeteneğinin bir ölçüsü

Dielektrik kayıp faktörü ϵ''

•Materyalin elektromanyetik enerjiyi ısıya yayabilme yeteneğinin bir ölçüsü

Penetrasyon derinliği

•Emilen elektromanyetik dalgaların gücünün % 36.9 olduğu derinliği

- Etkileyen faktörler
- Frekans
- Sıcaklık
- Nem
- Yoğunluk
- Gıdanın geometrisi
- Gıdanın bileşimi

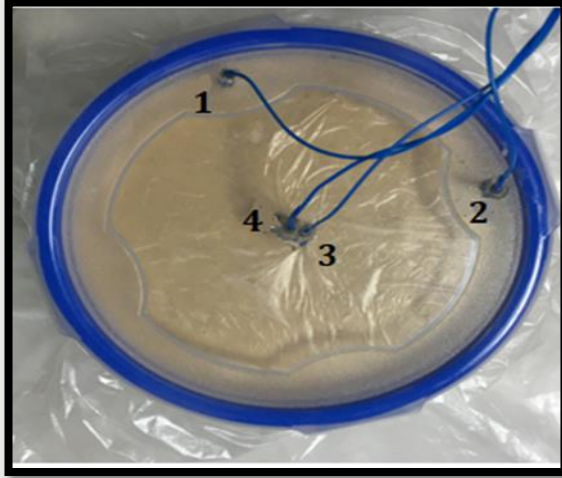
Yerfıstığı ezmesi	27.12 MHz		915 MHz	
Sıcaklık	ϵ'	ϵ''	ϵ'	ϵ''
20	3.26	0.09	2.9	0.3
30	3.32	0.08	3.0	0.3
40	3.39	0.07	3.0	0.3
50	3.43	0.07	3.1	0.3
60	3.48	0.06	3.1	0.3
70	3.52	0.05	3.1	0.3

Dielektrik Isıtmanın Gıda Alanında Uygulamaları



Materyal ve Yöntem

- Materyal
- Gold marka yer fıstığı ezmesi (551 g \pm 4,41)



Polipropilen (PP)
Silindirik Kap



Probların konumu	Ürün içerisindeki derinlik (mm)
1.Kenar, derin	32
2.Kenar, yüzeye yakın	17
3.Merkez, derin	32
4.Merkez, yüzeye yakın	17

Yöntem

Isıtma İşlemi İçin Parametrelerin Belirlenmesi

Radyo frekans (27.12 MHz)

- Min. 118 mm ve mak.148 mm
- 118-127 mm aralığındaki elektrot mesafesinde yapılan ön denemelerde üründe yanmalar ve homojen olmayan bir ısınma gerçekleşmiştir.
- Üst sınır için; elektrot mesafesi arttıkça işlem süresi de arttığından 137 mm üstündeki ile yapılan ön denemelerde işlem fazla uzun sürmektedir.
- 127, 132 ve 137 mm**

Mikrodalga (915 MHz)

- Mak.5 kW
- 1 kW güç seviyesinde yapılan ön denemelerde üründe bölgesel yanmalar gerçekleştiğinden döner tabla kullanılmıştır.
- Alt sınır için ; güç seviyesi azaldıkça işlem süresi arttığından dolayı 0,5 kW olarak belirlenmiştir.
- 1; 0,75 ; 0,50 kW**

Ön Denemeler



Yer Fıstığı Ezmesinin Isıtma İşlemine Hazırlanması

Radyo frekans (27.12 MHz)

Mikrodalga (915 MHz)

Yer fıstığı ezmesi kavanozu 50 °C'deki su banyosuna bırakılır

15 dakika sonra deney kabının yarısına kadar aktarılır ve ezmenin miktarı kaydedilir

+4 °C'de bekletildikten sonra ara yüzeye ince bir poşet yerleştirilir

Kabın kalan üst kısmına kapak seviyesine kadar tekrar 50 °C'deki yer fıstığı ezmesi aktarılarak üst yüzeye ince bir poşet yerleştirilir

Prob yerleştirilmiş olan polipropilen kapak ile dikkatlice kapatılır.

24 saat boyunca 20 °C'deki iklimik test kabininde bekletilir.

Radyo Frekans ile Isıtma İşlemi

Isıtma işlemine başlamadan önce radyo frekans cihazı 1 saat önceden çalıştırılır ve istenilen elektrot mesafesinde dengeye gelmesi beklenir.

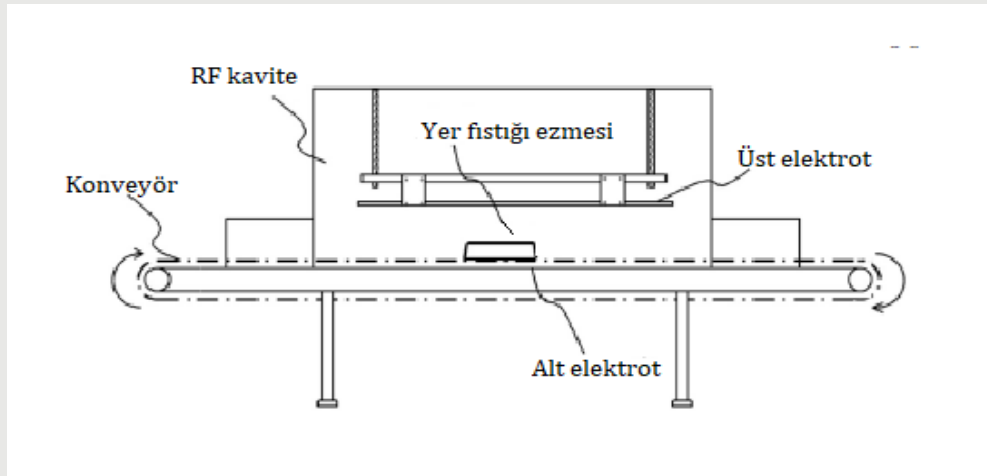
Anod akım değeri sabitlendiğinde klimatik test kabiniinde 20 °C'de muhafaza edilen ürün hızlı bir şekilde fırın içerisine bandın orta noktasına yerleştirilir.

Fiber optik prob lar ürün çıkış noktasından geçirilerek sıcaklık ölçüm cihazına tanımlanır.

Sisteme enerji verilir ve ısıtma süresince ürünün 4 farklı noktadaki sıcaklıkları saniyede bir veri alınarak kaydedilir.

Üründe en geç ısınan nokta 70 °C'ye ulaştığında enerji kesilir.

Ürünün sıcaklığı düşmeden hızlı bir şekilde termal kamera ile üst ve ara yüzeyden görüntü alınarak kaydedilir.



Mikrodalga ile Isıtma İşlemi

Klimatik test kabiniinde 20 °C'de 24 saat muhafaza edilen yer fıstığı ezmesi hızlı bir şekilde kavitenin merkezinde bulunan tabla üzerine yerleştirilir.

Problar kavitenin kapağındaki 25 mm'lik delikten geçirilir ve sıcaklık ölçüm cihazına tanımlanır.

Ürün kavitenin merkezinde bulunan düzeneğin üzerindeki döner tablaya yerleştirilir ve kapağı kapatılır.

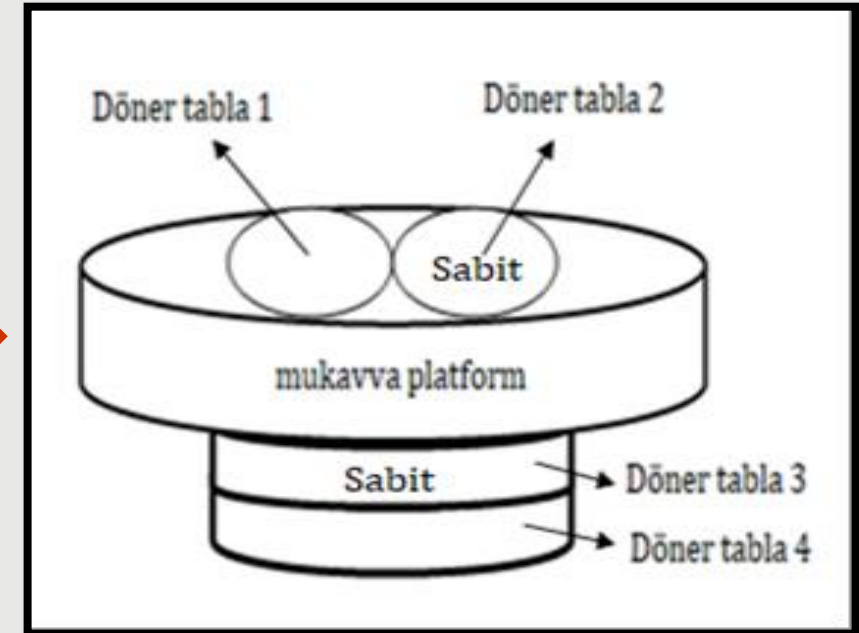
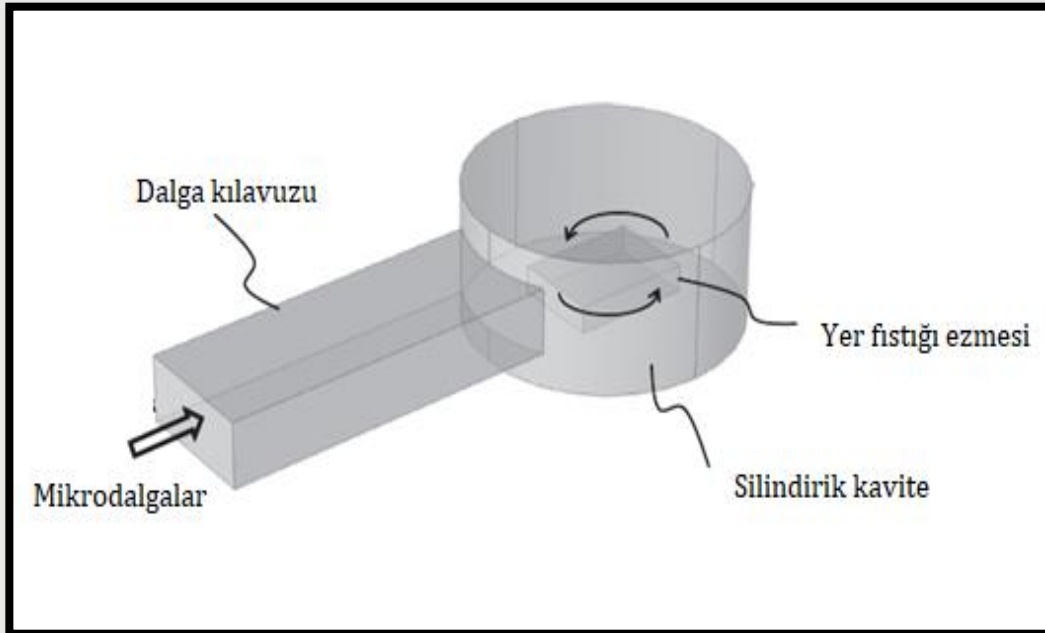
Sistem belirlenen güç seviyesinde çalıştırılır.

Isıtma süresince dört noktadan saniyede bir veri alınarak kaydedilir.

Üründe en geç ısınan nokta 70 °C'ye ulaştığında enerji kesilir.

Ürünün sıcaklığı düşmeden hızlı bir şekilde termal kamera ile üst ve ara yüzeyden görüntü alınarak kaydedilir.

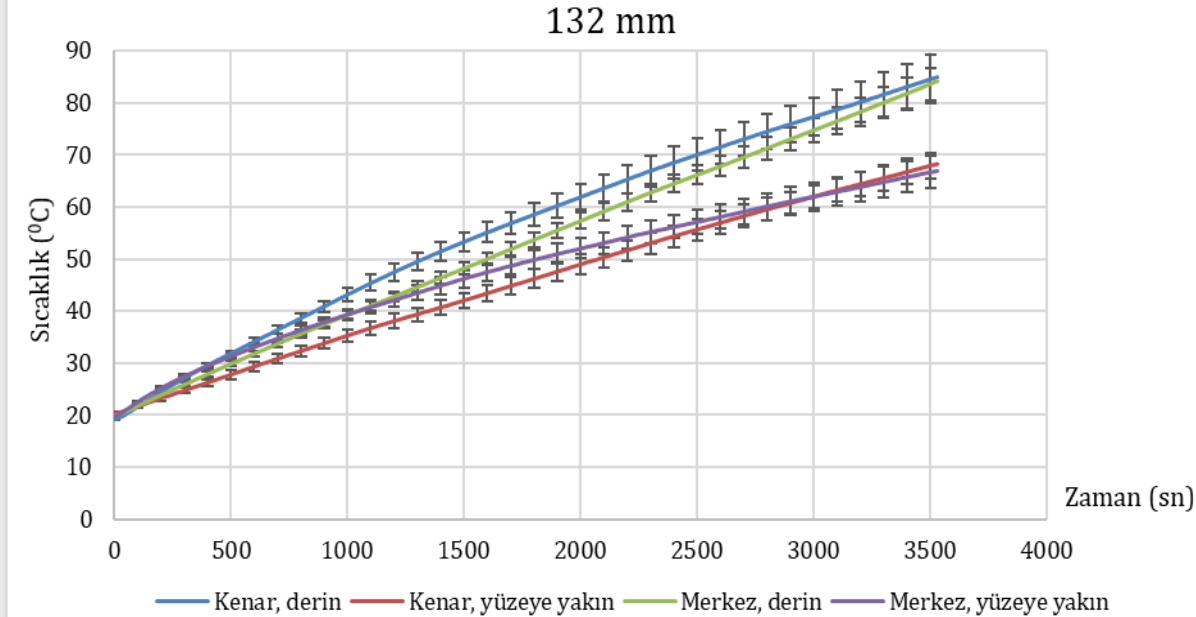
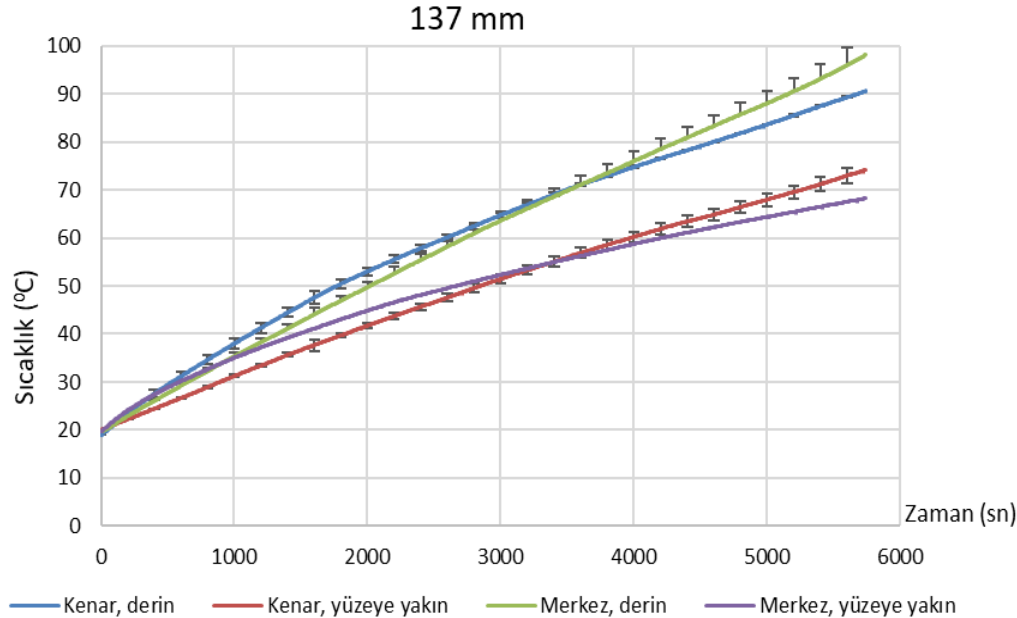
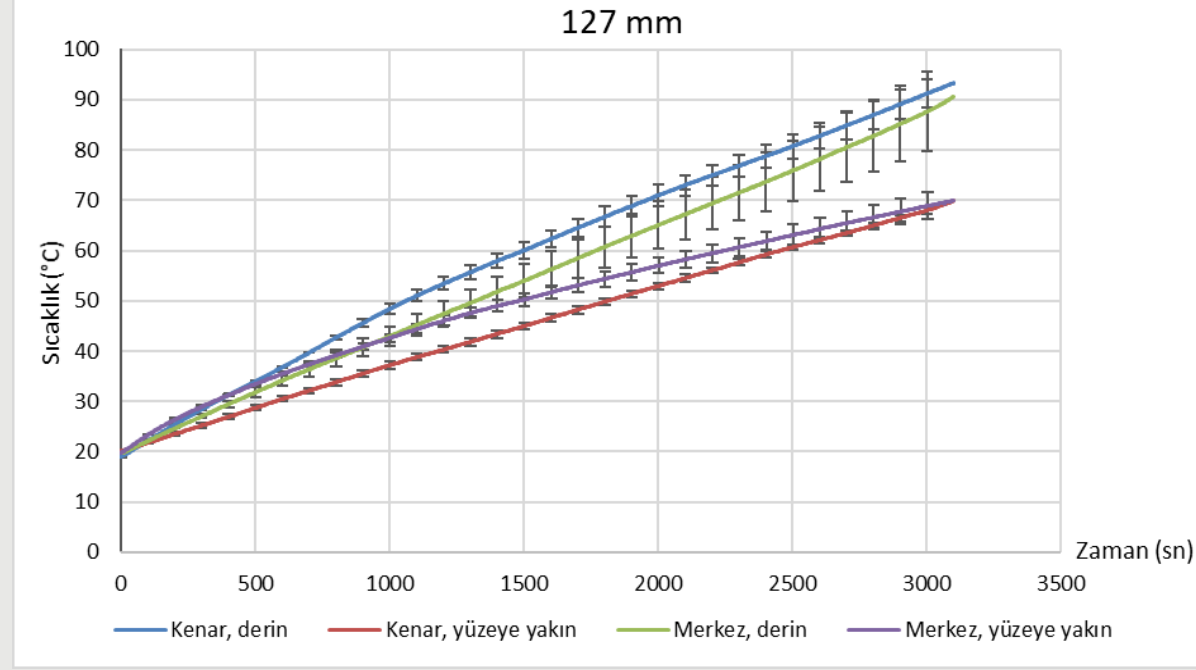
Mikrodalga ile Isıtma İşlemi



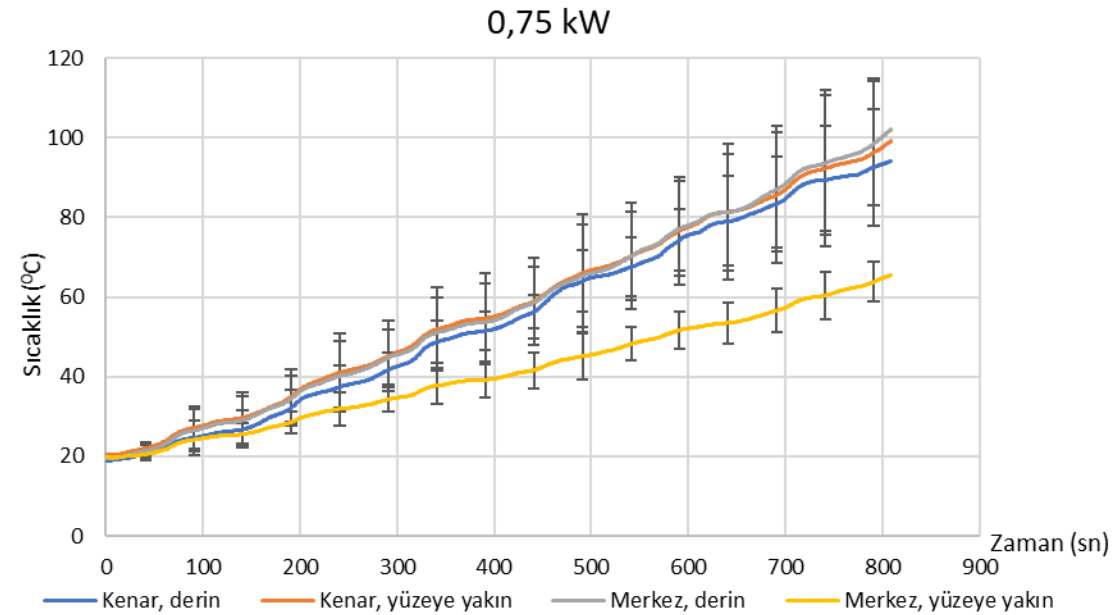
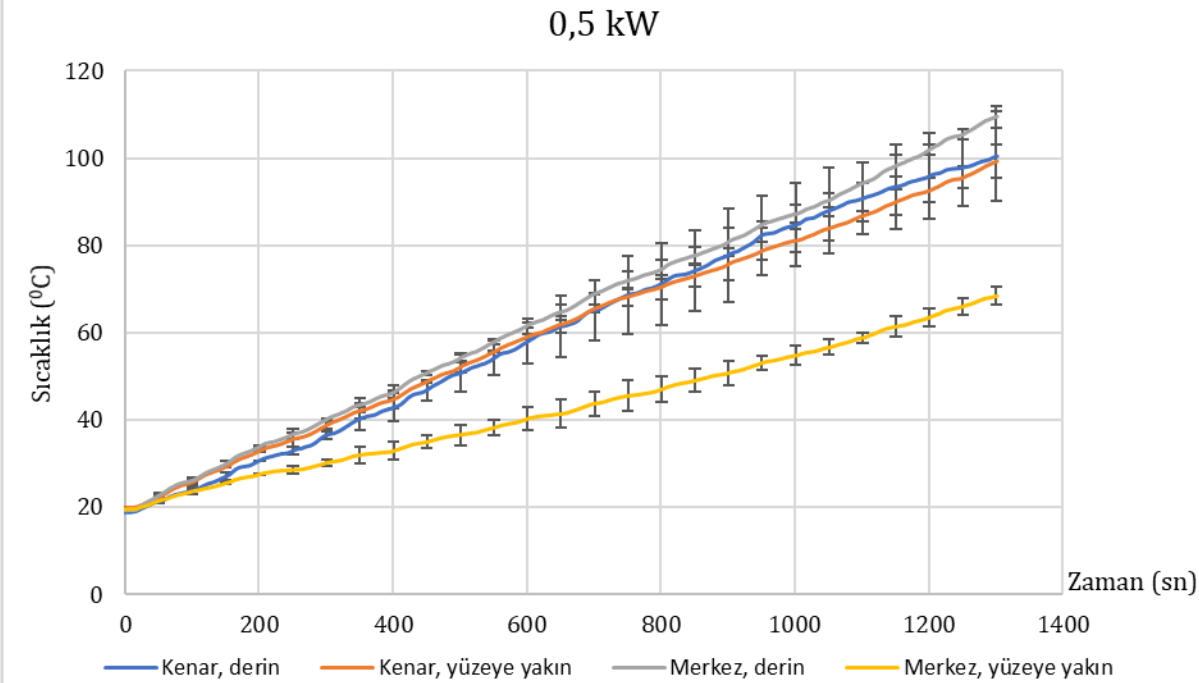
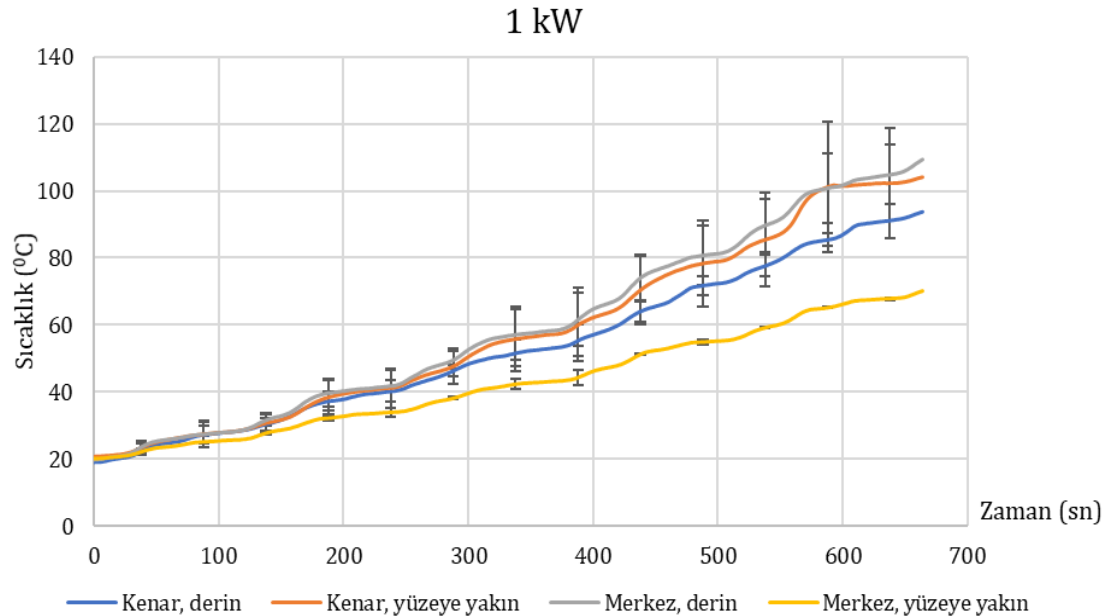
Bulgular ve Tartışma

1.Yerfıstığı Ezmesinin Sıcaklık Dağılımı

- ❑ **Radyo Frekans ile ısıtma**
- ❑ Sıcaklık-zaman grafikleri karşılaştırıldığında; dört noktanın sıcaklık dağılımının birbirine en yakın olduğu elektrot mesafesinin 127 ve 132 mm olduğu gözlemlenmiştir.
- ❑ 137 mm'de gerçekleştirilen deney hem uzun sürmüştür hem de sıcaklık dağılımı açısından homojen olmadığı düşünülmektedir.



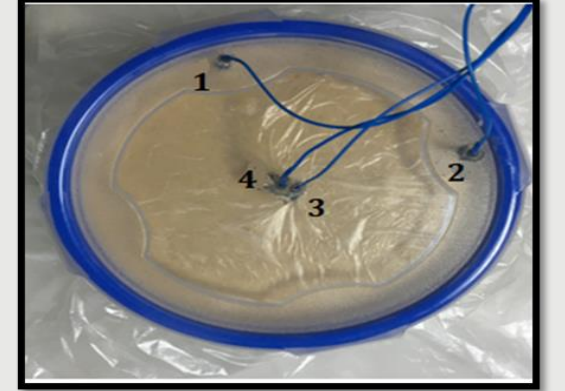
- **Mikrodalga ile ısıtma**
- Radyo frekans ile ısıtma işleminden farklı olarak döner tabla kullanılmış ve dönmenin ısıtma üzerine etkisi incelenmiştir.
- Dört noktanın sıcaklık dağılımının birbirine en yakın olduğu güç seviyesi 0,5 ve 0,75 kW olduğu gözlemlenmiştir.
- 1 kW güç seviyesinde gerçekleştirilen deney diğer güç seviyelerine göre hem kısa hem de sıcaklık dağılımı açısından homojen olmadığı düşünülmektedir.



2.Yer Fıstığı Ezmesinin İç Sıcaklık Profili

- **Radyo frekans;** en sıcak noktanın **merkez ve kenar konumda derinde (1 ve 3)** olduğu gözlemlenmiştir.
- **Mikrodalga;** en sıcak noktanın **merkez derin ve kenar yüzeye yakın (2 ve 3)** noktada olduğu gözlemlenmiştir.

Sensör numarası	Konumu
1	Kenar, derin
2	Kenar, yüzeye yakın
3	Merkez, derin
4	Merkez, yüzeye yakın



3.Radyo Frekans ve Mikrodalga ile Isıtma İşlemlerinin Süreleri

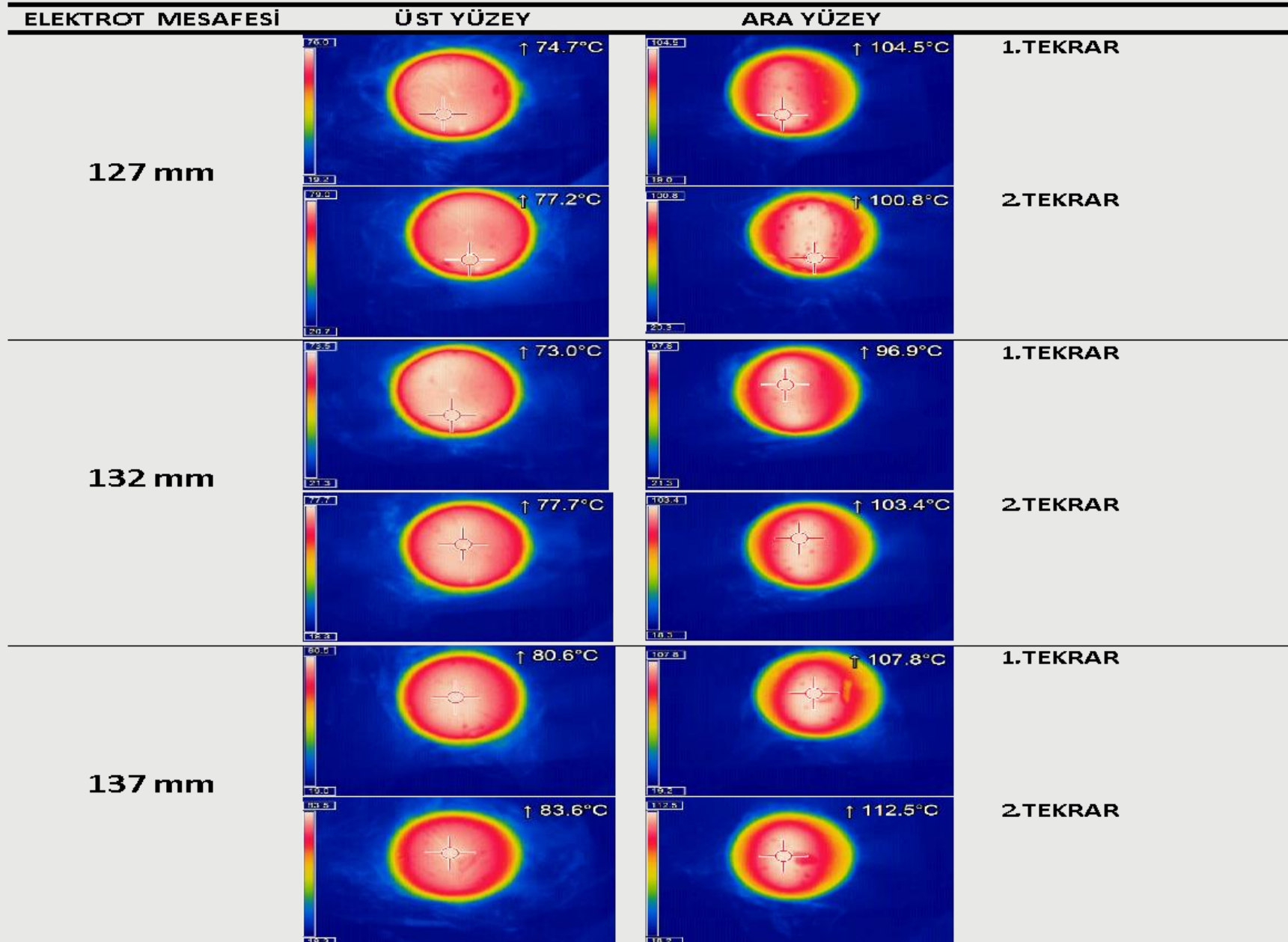
Radyo frekans	127 mm	132 mm	137 mm
Süre (dk)	52,83	59,7	97
Mikrodalga	1 kW	0,75 kW	0,5 kW
Süre (dk)	11,12	13,51	21,75

4.Homojenlik İndeksi

- RF ve MW teknolojileri ile yapılan ısıtma işlemlerinde ısıtmanın homojenliğini kontrol etmek için homojenlik indeksi (λ) tanımlanmıştır.
- Homojenlik indeksinin (λ) düşük olması homojen bir ısıtma gerçekleştiğinin bir göstergesidir.

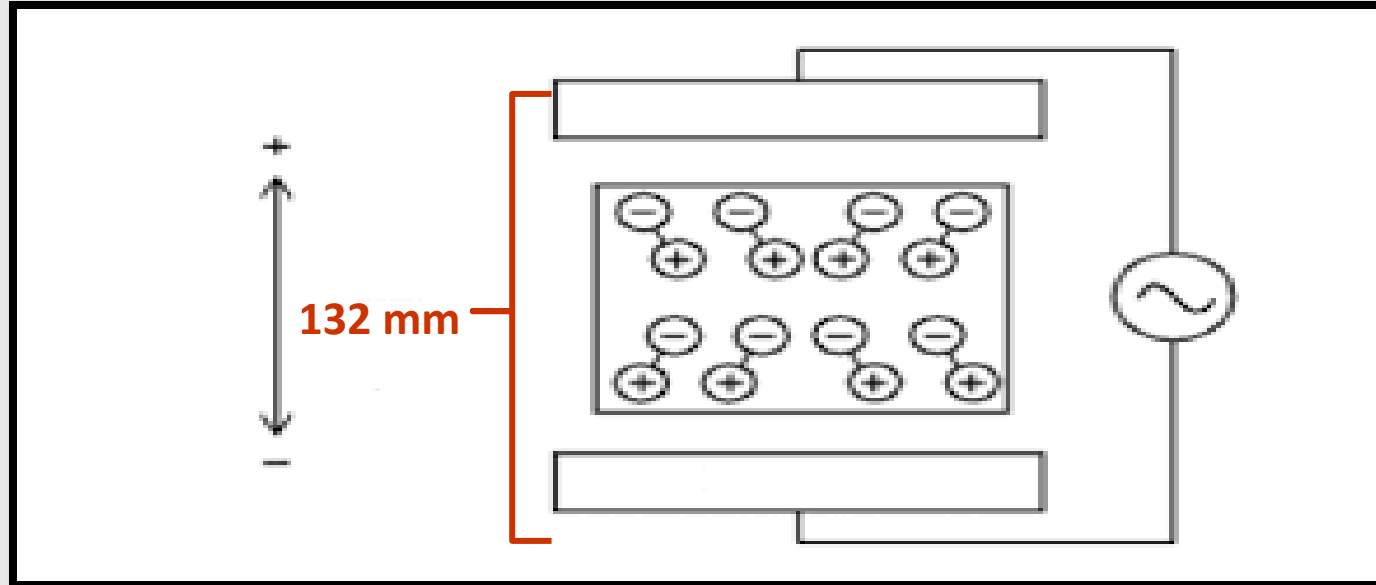
	MW			RF			
	0,5 kW	0,75 kW	1 kW	127 mm	132 mm	137 mm	KAYNAKLAR
Homojenlik indeksi	0,207	0,194	0,202	0,174	0,019	0,187	Wang ve ark., (2005)
	0,145	0,114	0,122	0,1	0,084	0,104	Palazoğlu ve Miran (2017)

5.Yer Fıstığı Ezmesinin Yüzey ve Ara-yüzey Sıcaklık Dağılımları

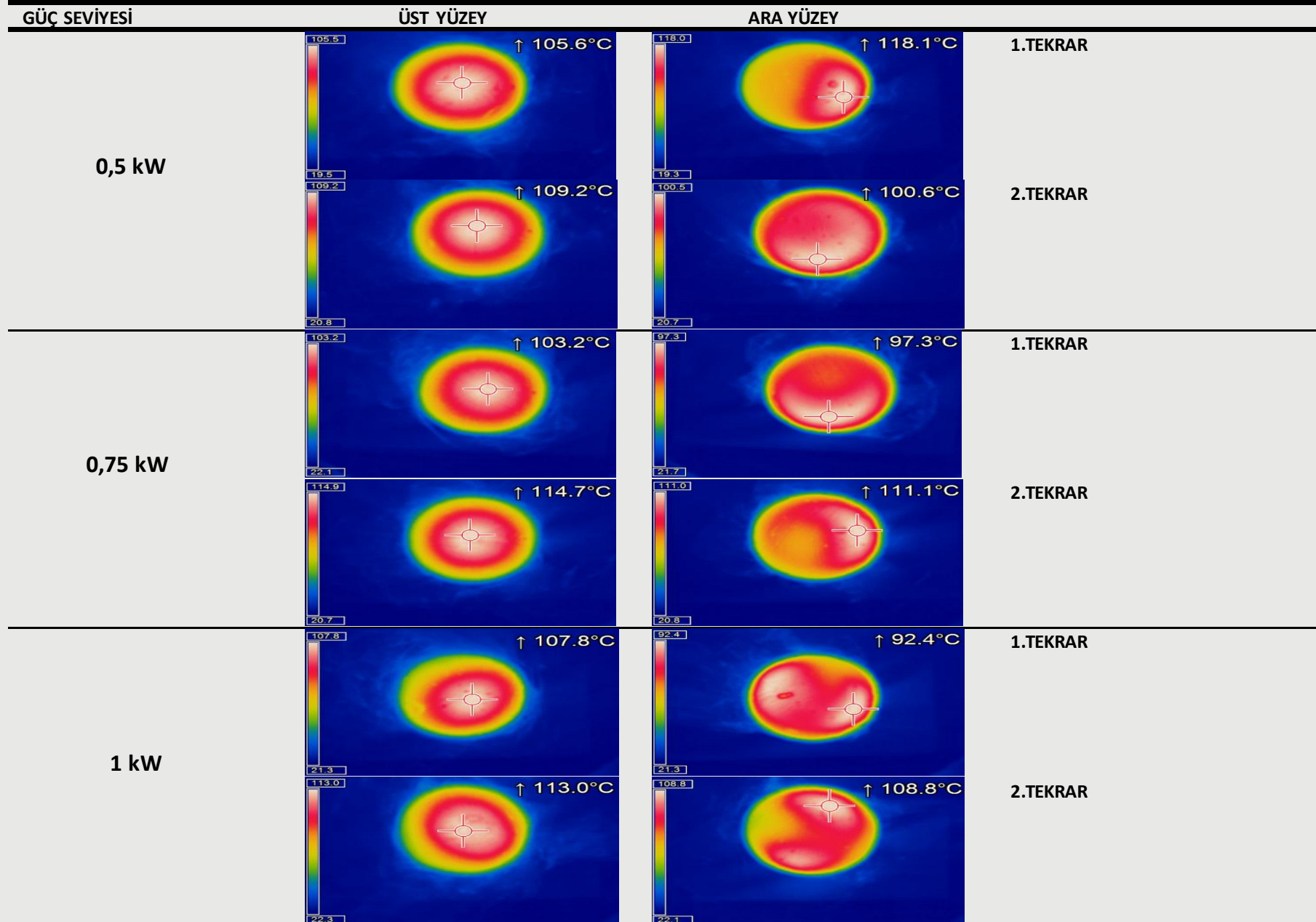


5.Yer Fıstığı Ezmesinin Yüzey ve Ara yüzey Sıcaklık Dağılımları

- Radyo frekans ile gerçekleşen deney sonuçlarına incelendiğinde tüm termal sıcaklık görüntüleri ara yüzey sıcaklıklarının üst yüzey sıcaklıklarından daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
- Termal sıcaklık verilerinde üst ve ara yüzeyde ölçülen sıcaklık farklarına bakıldığında en az sıcaklık farkına sahip olan elektrot mesafesi **132 mm** olduğu gözlemlenmiştir.
- Deneylerin tekrarları arasında yüzey ve ara yüzey sıcaklık dağılımı açısından bir benzerlik göstermektedir.



5.Yer Fıstığı Ezmesinin Yüzey ve Ara-yüzey Sıcaklık Dağılımları

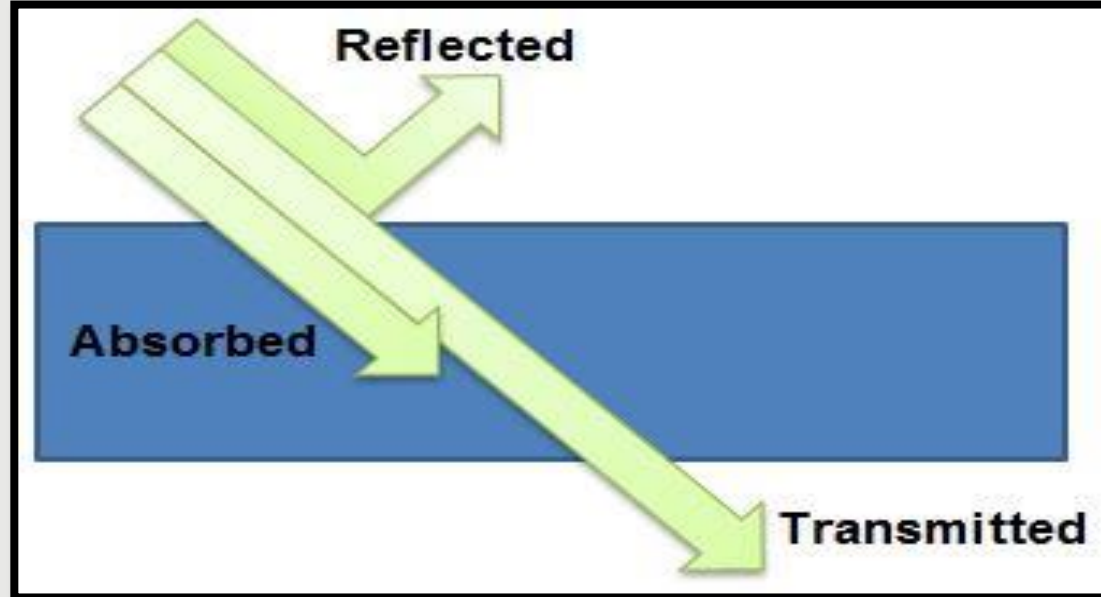


5.Yer Fıstığı Ezmesinin Yüzey ve Ara-yüzey Sıcaklık Dağılımları

- Termal sıcaklık verilerinde üst ve ara yüzeyde ölçülen sıcaklık farklarına bakıldığında en az sıcaklık farkına sahip olan güç seviyesinin **0,75 kW** olduğu gözlemlenmiştir.
- Mikrodalga ile farklı güç seviyelerinde ısıtılan örneklerin radyo frekans ile farklı elektrot mesafelerinde ısıtılan örneklere kıyasla geometrik merkezinin daha soğuk kaldığı görülmektedir.
- Mikrodalga gibi penetrasyon derinliği radyo frekansa göre daha az olan sistemlerle ısıtma yapıldığında silindire benzer gıdalarda köşelerin daha sıcak merkezin ise daha soğuk olduğu daha önceki çalışmalardan bilinmektedir.

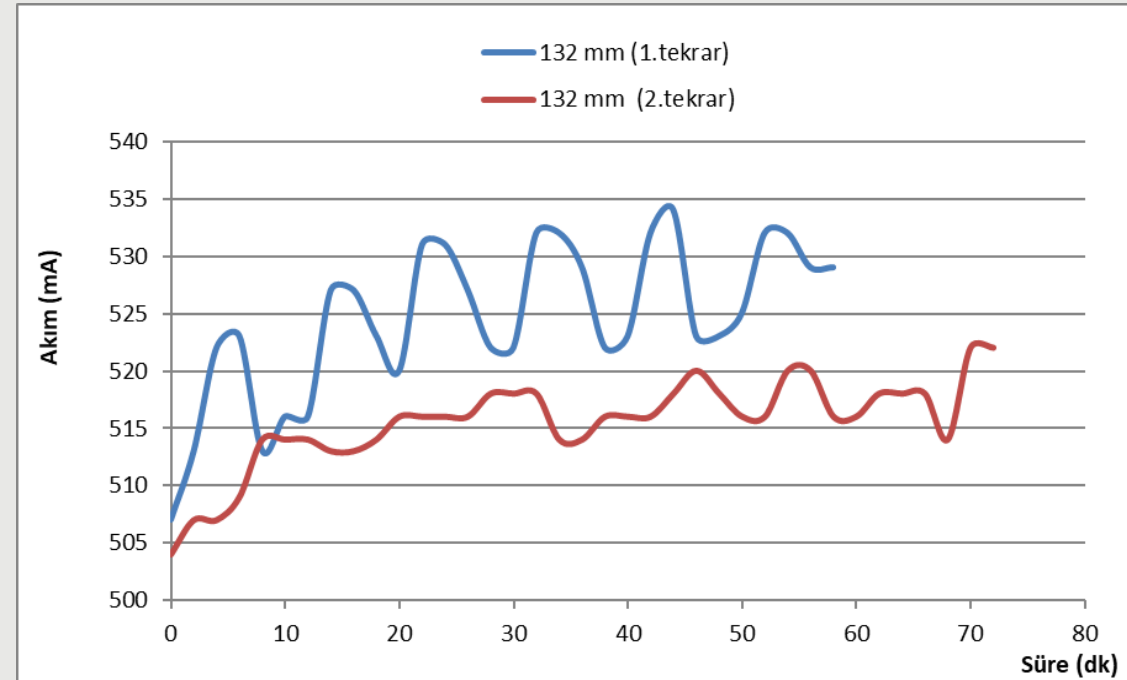
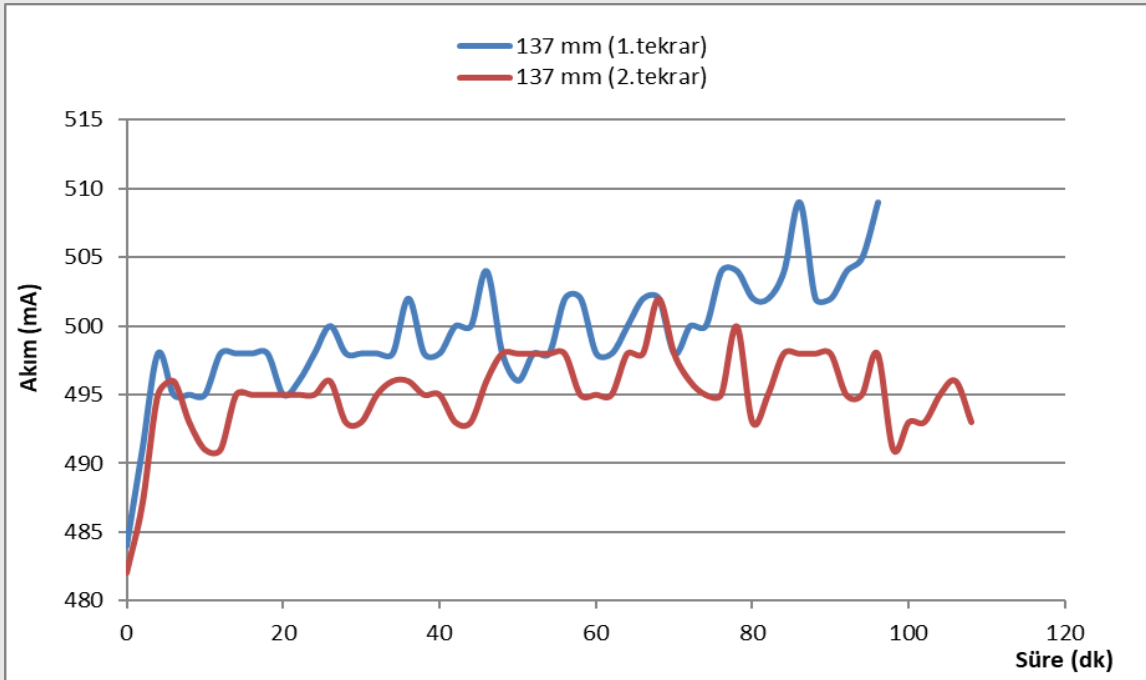
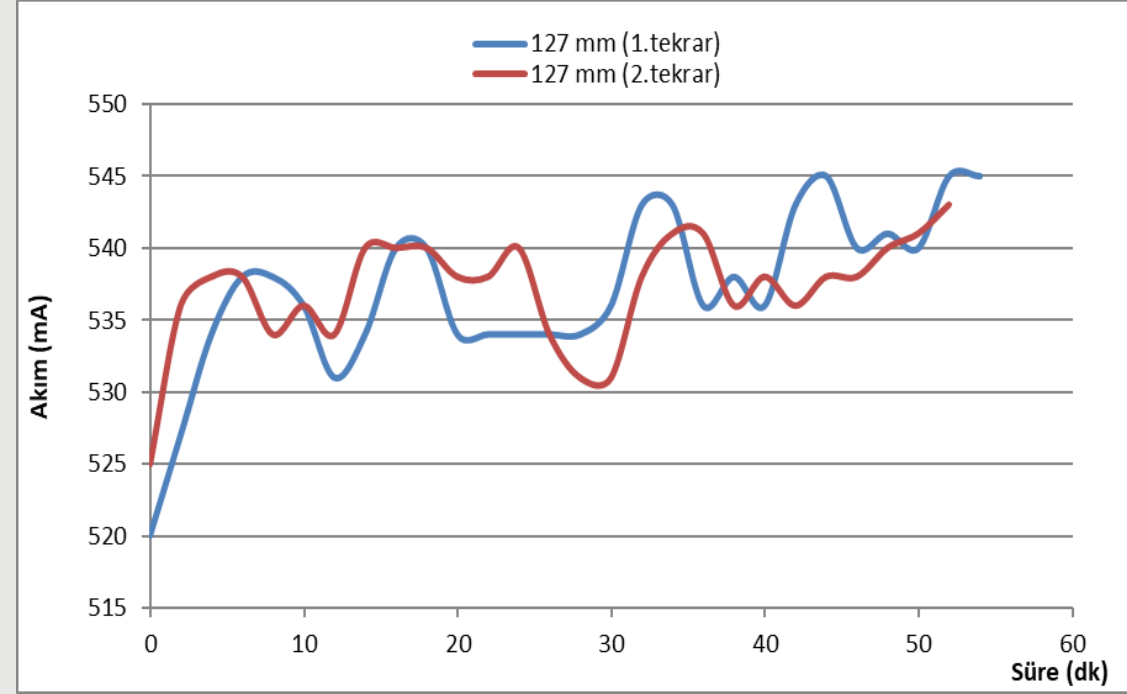
Güç Absorbsiyonu

- Dielektrik ısıtma yöntemlerinde gıdada absorbe edilen enerji, gıdanın dielektrik özelliklerine bağlıdır.
- Dielektrik kayıp faktörü arttıkça, ürün tarafından absorbe edilen enerji daha hızlı bir şekilde ısıya dönüşmektedir .



Güç Absorbsiyonu

- İki tekrarlı yapılan deneylerin zamana karşı akım değerlerini tekrarları arasındaki farklılıkların sebepleri sıcaklığın artmasıyla yer fıstığı ezmesinin dielektrik özelliklerinin değişmesi ve bu değişimin ürünün absorbladığı gücü de etkilemesiyle açıklanabilir.



Güç Absorbsiyonu

- $P = V.I$
- $V=3000$ (Üretici firma tarafından)
- $I = I_{yüklü} - I_{yüksüz}$



Radyo Frekans Fırının Değer Göstergesi

- En yüksek güç değerini 127 mm elektrot mesafesinde elde edildiği gözlemlenmiştir.
- Yer fıstığı ezmesinin mikrodalga ile ısıtılmasında sistemin güç verimliliği hakkında bilgi sahibi olunmadığından radyo frekans bir karşılaştırma yapılmamıştır.

Elektrot mesafesi	İlk akım değerleri ort. (mA)	Son akım değerleri ort. (mA)	Güç ort. (W)
127 mm	522,5	544	43,4
132 mm	509	525,5	31,7
137 mm	488	499	27,9

Sonuçlar ve Öneriler

- Yapılan ısıtma işleminin homojen olması gıdanın kalitesi ve tüketici açısından oldukça önemlidir.
- Bu çalışma kapsamında **iki farklı sistem** ile ısıtma yapılmış bu sistemlerden gıda için **hızlı ve homojen** olan parametrenin hangisi olduğu belirlenmiştir.
- Homojenlik indeksi ,deney süresi, termal kamera ile alınan görüntüler incelendiğinde hacimsel olarak ısıtmaya olanak veren sistem ve parametre ; Radyo Frekans Sisteminde **132 mm** elektrot mesafesinde gerçekleşen ısıtma işleminin tüm deneyler içinde iyi bir sonuç verdiği düşünülmektedir.
- Seçilen sistem ve parametre geleneksel gıda işleme yöntemlerine alternatif bir çözüm olarak kullanılabilir.

Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma ile ,

- ☐ Homojen ve hızlı ısıtma amaçlanan gıdada uygun ısıl işlem prosesi belirlenebileceği,
- ☐ Gıdaya uygun mikrodalga ve radyo frekans fırın parametreleri belirlenebileceği,
- ☐ Geleneksel ısıtma yöntemlerinin yavaş ve homojen olmayan ısıtma işleminden dolayı sağladığı dezavantaj giderilerek gıdada ön ısıtma işlemi olarak kullanılmasına,
- ☐ Geleneksel ısıtma yöntemleri ile kombine bir sistem olarak gıda işlemede kullanılabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] Farag, K. W., Lyng, J. G., Morgan, D. J., & Cronin, D. A. (2008). Dielectric And Thermophysical Properties Of Different Beef Meat Blends Over A Temperature Range Of- 18 To+ 10 C. *Meat Science*, 79(4), 740-747.
- [2] Tuta, S. (2015). Yüksek Viskoziteli Akışkan Gıdaların Isıtılması İçin Sürekli Mikrodalga Sistemi Tasarımı ve Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi.
- [3] İnanoğlu, S. (2017). Mikrodalga-Vakum Kurutma Yönetiminin Adaçayının Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi.
- [4] Arıoğlu, H. (2003). Çukurova Bölgesinde Yerfıstığı Yetiştiriciliği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Tarla Bit. Adana.
- [5] Arıoğlu, H., Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Genel Yayın No: 220, 1999, Adana, 74-109 S.
- [6] Hepsağ, F. (2018). Osmaniye İlinde Üretilen Yer Fıstığı Ezmelerinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*
- [7] Özcan, M., And Seven, S. (2003). Physical And Chemical Analysis And Fatty Acid Composition Of Peanut, Peanut Oil And Peanut Butter From Çom And Nc-7 Cultivars. *Grasas Y Aceites*, 54(1), 12-18.
- [8] Şahin, G. (2014). Türkiye’de Yerfıstığı (*Arachis Hypogaea* L.) Yetiştiriciliği ve Bir Coğrafi İşaret Olarak Osmaniye Yerfıstığı. *Gaziantep University Journal Of Social Sciences*, 13(3), 619-644.
- [9] Akdere, U. (2015). TR 63 Bölgesi Doğa Sektör Raporu. 1 Temmuz 2019 tarihinde <http://www.dogaka.gov.tr> adresinden erişildi.
- [10] Palazoğlu, T. K., and Miran, W. (2017). Experimental Comparison of Microwave And Radio Frequency Tempering of Frozen Block Of Shrimp. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41, 292-300..
- [11] Kinn, T. P. (1947). Basic Theory and Limitations Of High Frequency Heating Equipment. *Food Technology*, 1(2), 161-173.
- [12] Koral, A. L. (1995). Proctor-Strayfield Magnatube Radio Frequency Tube Heating System. *Research and Development Associates for Military Food and Packaging Systems (USA)*.
- [13] Mujumdar, Arun S. (2006). *Handbook Of Industrial Drying*. Crc Press,
- [14] Kowalski, S. J. (Ed.). (2007). *Drying of porous materials* (p. 236). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- [15] Jojo, S., & Mahendran, R. (2013). Radio Frequency Heating And Its Application İn Food Processing: A Review. *International Journal Of Current Agricultural Research (IJCAR)*, 1(9), 042-046.
- [16] Datta, A. K., and Davidson, P. M. (2000). Microwave And Radio Frequency Processing. *Journal Of Food Science*, 65, 32-41.
- [17] Orsat, V., and Jusoh, Y. M. M. (2014). Electrical Conductivity Effect on Dielectric Properties and Radio-Frequency Heating. *Radio-Frequency Heating in Food Processing: Principles and Applications*, 73.
- [18] Vega-Mercado, H., Góngora-Nieto, M. M., and Barbosa-Cánovas, G. V. (2001). Advances in dehydration of foods. *Journal of food engineering*, 49(4), 271-289.
- [19] Sun, D. W., and Woods, J. L. (1993). The Moisture Content/Relative Humidity Equilibrium Relationship Of Wheat-A Review. *Drying Technology*, 11(7), 1523-1551.
- [20] George, R. M., and Burnett, S. A. (1991). General Guidelines for Microwaveable Products. *Food Control*, 2(1), 35-44.
- [21] Giese, J. (1992). *Advances in Microwave Food Processing*. *Food Technol*, 46 (9), 118-123.
- [22] Jiao, Y. (2014). Heating Behavior Study of Low Moisture Foods in Radio Frequency Treatments.. Doctoral Thesis. Washington State University.

TEŐEKKÜR

Araştırma projesi olarak **2018-1-TP2-2849** no'lu projeye destek sağladığı için **Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP)**'ne teőekkür ederim.

Bu çalışmanın devamlılığı için olanak sağlayan **Mühendislik Fakóltesi Gıda Mühendisliği Bölümüne**, başta bölüm başkanı **Prof. Dr. H. İbrahim EKİZ** olmak üzere tüm bölüm hocalarıma ve çalışanlarına katkılarından ve emeklerinden dolayı teőekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte tüm deneylerime katkı sağlayan, her anımda yanımda olan, bilgi ve tecrübesiyle eksiklerimi görmeme yardımcı olan **Prof. Dr. Tunç Koray Palazoğlu'na** ve doktora öğrencisi **Welat Miran'a** teőekkürlerimi sunarım.

DİNLEDİĞİNİZ İÇİN
TEŞEKKÜRLER