

Kurutma Sürecindeki Bazı Tarımsal Ürünlerin Elektriksel İletkenlik, Nem ve Sıcaklık Değerleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi*

Muammer ERDEN¹, Bülent COŞKUN²

¹Adnan Menderes Üniversitesi Sultanhisar MYO, Aydın

²Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Aydın
mbulentco@yahoo.com

Özet: Bu çalışmada tarımsal ürünlerden domates, biber ve patlıcanın güneşte kurutma sürecindeki elektriksel iletkenlik, nem ve sıcaklık değerleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Ayrıca çalışmada hava sıcaklığı, rüzgâr hızı, bağıl nem ve güneş ışınımı gibi meteorolojik değerlerin kuruma sürecinde ürünlere olan etkisi incelenmiştir. Denemelerde Dorit çeşidi domates, Demre Sivrisi çeşidi biber, Aydın Siyahı çeşidi patlıcan kullanılmıştır. Ürünler bazı ön işlemler uygulandıktan sonra güneşte kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Denemeler mevsim koşullarının uygun olması sebebiyle yaz sonu (15 Ekim-18 Ekim) ve yaz başlangıcı (24 Mayıs-25 Mayıs) olmak üzere 2 farklı zaman periyodunda gerçekleştirilmiştir. Dönemlere göre elektriksel iletkenlik ile ürün nemi arasında domateste $R^2=0.904$, $R^2=0.964$; biberde $R^2=0.728$, $R^2=0.735$; patlıcanda $R^2=0.685$, $R^2=0.889$ arasında değişkenlik gösteren doğrusal bir ilişkinin olduğu, elektriksel iletkenlik ve ürün sıcaklığı ile meteorolojik değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Elektriksel iletkenlik, Güneşte kurutma, Nem, Sıcaklık

Determination of the Relationships among Electrical Conductivity, Humidity and Temperature Values of some Agricultural Products during the Process of Drying

Abstract: In this study; electrical conductivity, humidity and temperature values of tomato, pepper and aubergine during sun drying process were measured and the relationships among those values have been investigated. Besides, meteorological values like air temperature, wind speed, relative humidity and sun radiation were measured and their effect on products during drying process were analysed. Species of Dorit tomato, Demre Sivrisi pepper and Aydın Siyahı aubergine have been used in experiments. Drying process have been started after some preprocesses on products had been implemented. Due to the convenient season conditions, drying experiments have been performed in two separate time periods namely the end of summer (15 October – 18 October) and beginning of summer (24 May- 25 May). As a result, it has been ascertained that the periodical linear relationships were found between electrical conductivity and product humidity is $R^2=0,904$, $R^2=0,964$ for tomato; $R^2=0,728$, $R^2=0,735$ for pepper; $R^2=0,685$, $R^2=0,889$ for aubergine, No meaningful correlation was found among the electrical conductivity, product temperature and meteorological variables.

Key Words: Electrical conductivity, Sun drying, Humidity, Temperature

GİRİŞ

Tarımsal ürünlerin işlenmesi, değerlendirilmesi ve pazara sunulması süreçlerinde, ürünlerin biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin bilinmesi, bu ürünlerin değerlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. (Vardar, 1997). Organik tarımın güncelliğinin ön plana çıkması ve mevsim dışı üretilen ürünlere olan talebin azalması kurutulmuş ürünlerin önemini arttırmaktadır.

Kurutularak tüketilen ürünlerin fiziksel özelliklerinin bilinmesi bu açıdan önemli olmaktadır. Elektriksel özellikler ürün işleme ve değerlendirme tekniği ile bazı fiziko-mekanik özelliklerin belirlenmesi açısından önemlidir. Elektriksel direnç yardımı ile pamukta lif uzunluğu ölçümü yapılabilmekte ve iyilik derecesi saptanabilmektedir. Elektrostatik özelliklerden yararlanılarak ürünlerin bir başka karışımdan ayrılması

da uygulamada yer almaktadır. Elektriksel yüklenmelerle tohumlarda böcek ve mantarlar yok edilebilmektedir. Tarımsal ürünlerin ısıtılması ve kurutulması işlemlerinde elektriksel yüklenme kapasiteleri (dielektriksel kapasite) farklarından yararlanılmaktadır. Özellikle elektriksel iletkenlik ve kapasite bazı tarım ürünlerinin nem içeriğinin belirlenmesinde de kullanılmaktadır (Moser, 1983; Mohsenin, 1986; Yağcıoğlu, 1998; Alayunt, 2000). Bu özelliklerden elektriksel iletkenlik değerleri ürünlerin ambalajlanması, paketlenmesi ve bu amaçlarla kullanılacak makinaların tasarımında bir veri kaynağı olması sebebiyle önemlidir. (İçier ve ark., 2005-a, 2005-b). Biyolojik malzemelerde elektriksel özellikler, elektriksel direnç, iletkenlik, dielektrisite olarak sıralanabilir. Elektriksel iletkenlik, elektriksel geçirgenlik olarak ta adlandırılır. Materyal boyutuna bağlı olan özgül direncin tersi elektriksel iletkenliktir (Zor, 2007). İletken materyallerde elektriksel iletkenlik (σ)

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (1)$$

$$\rho = \frac{V.A}{I.L} \quad (2)$$

biçiminde ifade edilir (Sze, 1985).

Burada;

ρ = Özdirenç ($\Omega.m$)

A = İletkenin kesit alanı (m^2)

I = Akım (Amper)

L = İletkenin uzunluğu (m)

V = İletken boyunca uygulanan elektriksel potansiyel (Volt)

Bu çalışmada tarımsal mekanizasyonda halen kullanılmakta olan sistemlerin performans değerlerinin yükseltilmesi ve gelecekte kullanılması düşünülen mekatronik ve otomasyon sistemlerinin ortaya konulmasına yardımcı olmak ve gıda sanayine veri alt yapısı oluşturmak amacıyla kurutma sürecindeki bazı tarımsal ürünlerin elektriksel iletkenliklerinin saptanması ayrıca nem, sıcaklık gibi fiziksel parametreler ile elektriksel iletkenlik değerleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Denemelerde yörede yetiştirilen domates, biber ve patlıcan kullanılmıştır. Bu ürünler klasik kurutma

işleminde uygulanan hazırlık aşamalarından geçirilmiş ve dilimlere ayrıldıktan sonra doğal ortamda güneşte maya bırakılmışlardır. Mevsim koşullarının uygun olması sebebiyle yaz sonu (I. Dönem 15 Ekim-18 Ekim 2007) ve yaz başlangıcı (II. Dönem 24 Mayıs-25 Mayıs 2008) olmak üzere 2 dönemde kurutma işlemi gerçekleştirilmiş olup, bu süreçler içerisinde ürünlerin elektriksel iletkenlik, sıcaklık ve nem değerlerinin yanı sıra denemenin yapıldığı ortamın sıcaklık, hava bağıl nemi, güneş ışınımı ve rüzgâr hızı gibi parametrelerinin ölçümü de yapılmıştır. Denemelerde temel materyal olarak Aydın ilinde yaygın olarak üretilen Dorit çeşidi domates, Demre sivrisi biber ve Aydın Siyahı patlıcan çeşitleri kullanılmıştır.

Denemelerde, ürünlerin elektriksel iletkenliklerinin ve sıcaklık değerlerinin ölçülmesinde Lutron marka CD-4303HA model kondüktivimetre, denemenin yapıldığı kurutma ortamına gelen güneş ışınım şiddeti Apogee marka DRM-FQ model radyasyon ölçer ve ortamdaki rüzgâr hızını 0 – 30 m/s değerleri aralığında ölçebilen Velocicalc marka anemometre kullanılmıştır.

Yöntem

Deneme, kurutma öncesi hazırlık aşaması, kurutma aşaması ve kurutma sonrası hesaplama ve analiz aşaması olmak üzere üç aşamada gerçekleşmiştir. Bu ürünlerin kurutma işlemine hazırlanmaları Çizelge 1' deki ön işlemlere göre yapılmıştır. (Ertekin, 2002).

Çizelge 1. Kurutma öncesi yapılan işlemler

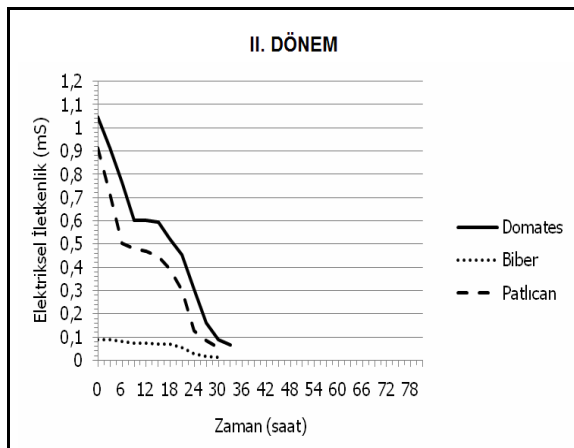
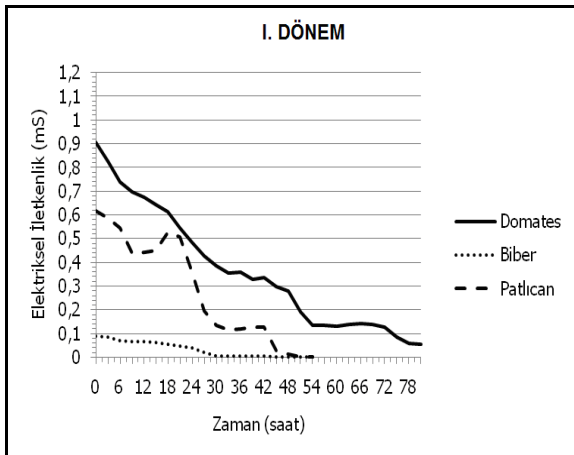
Ürünler	Hazırlıklar
Yeşil Biber	-Yıkama - 20 mm uzunluğunda dilimleme -Sap kısmını ayıklama
Patlıcan	-Yıkama -Çap 20 mm olacak şekilde dilimleme -Haşlama (Kaynar suda 5 dakika bekletme)
Domates	-Yıkama -Çap 40 - 50 mm olacak şekilde dilimleme

Güneşte kurumaya bırakılan ürünlerden 3 saatte bir, numara sırasına göre her ürün grubundan 3'er tane örnek alınmak suretiyle kütle ölçümleri yapılmış, sonra tek tek mikserden geçirilerek parçalanmış ve her ürün grubundaki örneklerle ait ürün sıcaklık ve elektriksel iletkenlik değerleri ölçülmüştür.

Ayrıca örneklerin alındığı saat diliminde kurutma ortamındaki dış ortam sıcaklığı, bağıl nem, ortama gelen ışınım şiddeti ve rüzgâr hızı değerleri belirlenmiştir. Ölçülen kütle kayıpları kullanılarak ürün nem değerleri yaş baza göre tespit edilmiştir. (Anonymous, 1983). Ölçümle bulunan elektriksel iletkenlik, ürün sıcaklığı ve hesaplamalar ile bulunan ürün nem değeri arasındaki ilişkiler; ayrıca elektriksel iletkenlik, ürün nemi ve ürün sıcaklığı üzerine meteorolojik faktörlerin etkisinin olup istatistiksel olarak araştırılmıştır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Ürünlerin ortalama elektriksel iletkenlik değerlerinin zamana bağlı değişimleri Şekil 1'de verilmiştir.

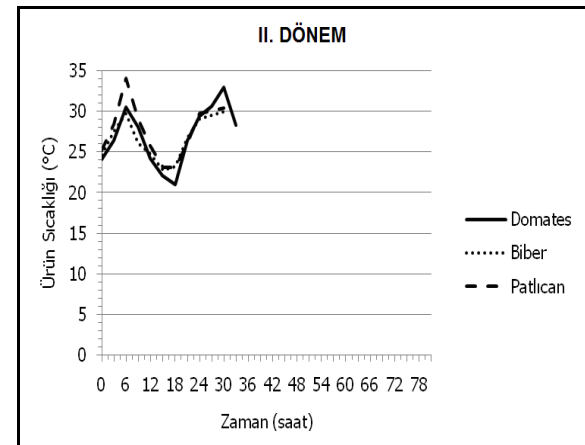
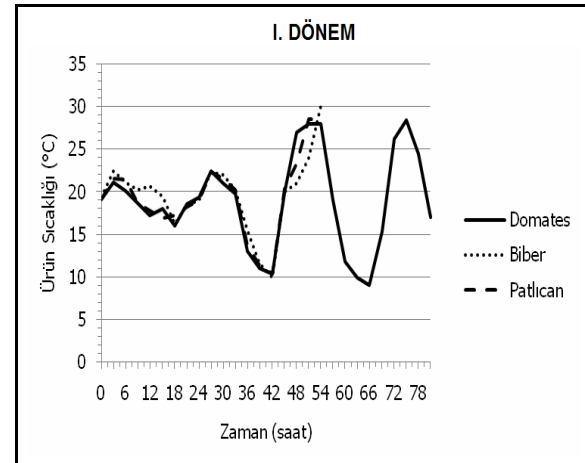


Şekil 1. Ürünlerin elektriksel iletkenlik değişimleri

Domatesler I. dönemde 0,9 mS iletkenlik değeri ile kurutulmaya başlanmış ve toplamda 81 saatlik süre

sonunda iletkenlik değeri 0,054 mS değerine düşmüştür. II. dönemde 1,12 mS ile kurutmaya başlanan domatesin iletkenlik değeri 33 saat sonunda 0,055 mS değerine düşmüştür. Biberlerin elektriksel iletkenlik değerlerinin oldukça düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Biberler I. dönemde 0,0910 mS iletkenlik değeri ile kurutulmaya başlanmış ve toplamda 54 saatlik süre sonunda iletkenlik değeri 0,0008mS değerine düşmüştür. II. dönemde 0,0911 mS ile kurutmaya başlanan biberin iletkenlik değeri 30 saat sonunda 0,0115 mS değerine düşmüştür. Patlıcanın başlangıç iletkenlik değerleri, I. dönemde 0,6193 mS, II. dönemde 0,9136 mS olduğu görülmektedir. İletkenlik değerleri I. dönemde 54 saatlik kurutma sürecinin sonunda 0,0012 mS, II. dönemde 30 saatlik kuruma sürecinin sonunda 0,0567 mS değerlerine kadar düştüğü görülmektedir.

Ürünlerin ortalama sıcaklık değerlerinin zamana bağlı değişimleri Şekil 2'de verilmiştir.

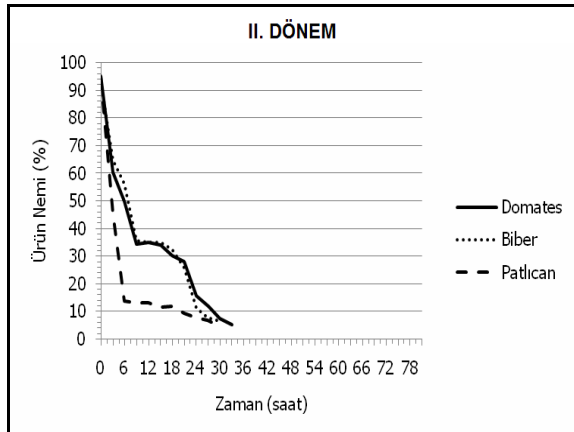
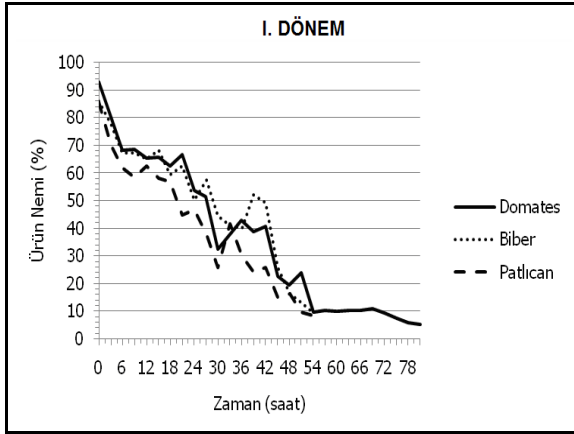


Şekil 2. Ürünlerin sıcaklık değişimleri

Şekil 2. incelendiğinde ürünlerde sıcaklık ortalamalarının mevsimsel sebeplerden dolayı II. dönemde, I. döneme göre daha yüksek seyrettiği görülmektedir. Zaman içerisinde ürün sıcaklıklarının değişiminin gece gündüz periyoduna paralel değişimlerin olduğu söylenebilir.

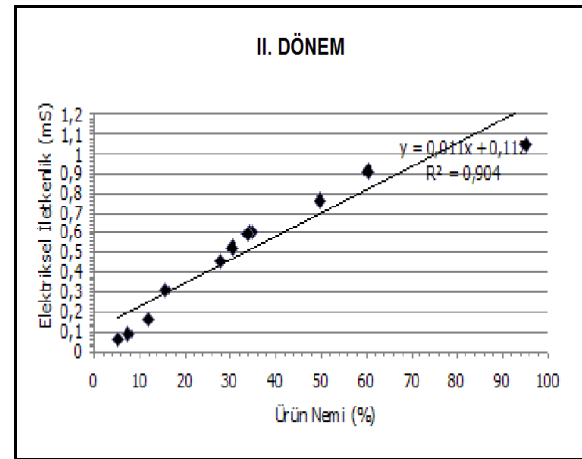
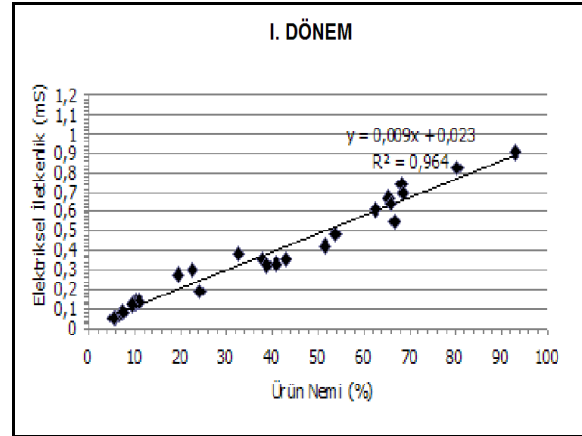
Ortalama ürün nem değerlerinin zamana bağlı değişimleri Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3'te domatesin ortalama nem değerlerinin kurumaya başladığı andan itibaren hızla düşüş görülmektedir. I. Dönemde % 93,13 olan ilk nem değeri 81 saatin sonunda % 5,33'e, II. dönemde % 95,15 olan ilk nem değeri 33 saatin sonunda % 5,12'ye düştüğü görülmektedir. Benzer davranışlar biber ve patlıcan içinde söylenebilir.



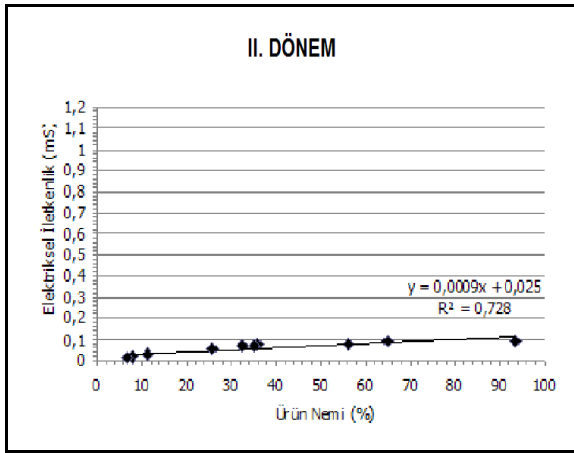
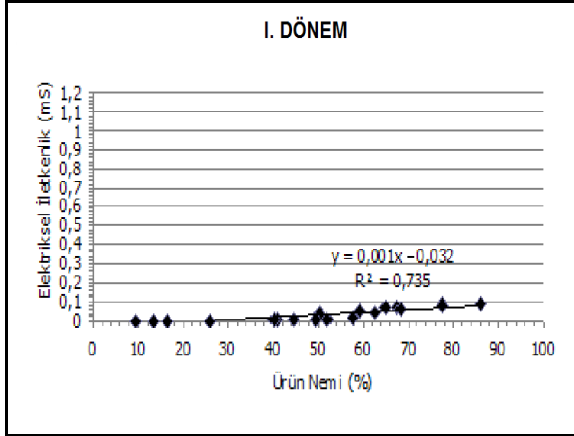
Şekil 3. Ürünlerin nem değişimleri

Farklı ürün ve dönemler için elektriksel iletkenlik ve ürün nemi arasındaki ilişkiler Şekil 4'den Şekil 6 ya kadar verilmiştir.



Şekil 4. Domatesin ürün nemi ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki

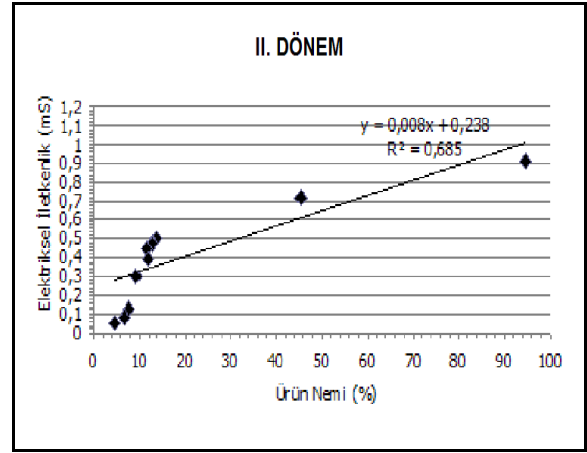
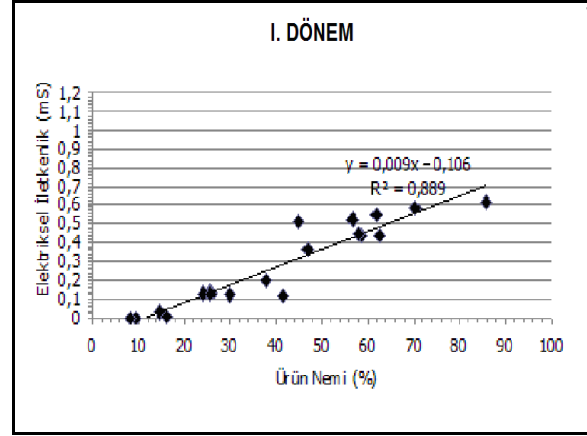
Şekil 4. incelendiğinde elektriksel iletkenlik değeri ile ürün nemi arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu ve farklı dönemlerde bile olsa ürünlerdeki nem değerlerinin, elektriksel iletkenlikleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu görülmektedir. Domatesin I. dönemdeki elektriksel iletkenlik ve ürün nemi arasındaki ilişki düzeyinin $R^2=0,964$ seviyesinde bulunduğu, II. dönemdeki ilişki düzeyinin $R^2=0,904$ olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Biberin ürün nemi ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki

Biberin I. dönemdeki ilişki düzeyi $R^2=0,735$, II. dönemdeki ilişki düzeyi $R^2=0,728$ olduğu görülmektedir.

Patlıcanın I. dönemdeki ilişki düzeyi $R^2=0,889$, II. dönemdeki ilişki düzeyi $R^2=0,685$ olduğu görülmektedir.



Şekil 6. Patlıcanın ürün nemi ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki

Ürünlerin elektriksel iletkenlik değerleri ile ürün sıcaklığı ve ürün nemi değerleri arasındaki ilişkileri gösteren regresyon analizi sonuçları ile de bu durum ortaya konulmuştur (Çizelge 2). Ürün sıcaklığının elektriksel iletkenlik üzerine etkisinin olmadığı görülmektedir.

Ürünlerin farklı dönemlerdeki elektriksel iletkenlik değerleri ile havanın bağıl nemi, hava sıcaklığı, rüzgâr hızı ve güneş ışınımı arasında regresyon analizi yapılmış ancak önemli bir ilişki bulunamamıştır.

Çizelge 2. Çoklu regresyon analizi sonuçları

Dönem	Ürün	Kaynak	N	DF	SS	F	Prob > F
I. D Ö N E M	Domates	Ürün Nemi	1	1	1,6679403	696,4242	<.0001
		Ürün Sıcaklığı	1	1	0,0014489	0,6050	0,4440
	Biber	Ürün Nemi	1	1	0,00971563	61,4921	<.0001
		Ürün Sıcaklığı	1	1	0,00031249	1,9778	0,1850
	Patlıcan	Ürün Nemi	1	1	0,61512726	89,1331	<.0001
		Ürün Sıcaklığı	1	1	0,00063296	0,0917	0,7665
II. D Ö N E M	Domates	Ürün Nemi	1	1	0,71803053	71,4067	<.0001
		Ürün Sıcaklığı	1	1	0,01303125	1,2959	0,2844
	Biber	Ürün Nemi	1	1	0,00403095	21,5995	0,0016
		Ürün Sıcaklığı	1	1	0,00082943	4,4444	0,0681
	Patlıcan	Ürün Nemi	1	1	0,41854434	16,1191	0,0039
		Ürün Sıcaklığı	1	1	0,00859754	0,3311	0,5808

Denemeler sonucunda, dönemlere göre elektriksel iletkenlik ile ürün nemi arasında domateste $R^2=0.904$, $R^2=0.964$; biberde $R^2=0.728$, $R^2=0.735$; patlıcanda $R^2=0.685$, $R^2=0.889$ arasında değişkenlik gösteren bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Ürünlerin elektriksel iletkenlik ve ürün sıcaklığı ile meteorolojik değişkenler

arasında doğrusal bir ilişkinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak; farklı ürün ve dönemlerde yapılan denemelerde ürünlerin elektriksel iletkenliklerinin belirlenmesinde, ürünlerdeki mevcut nem değerlerinin bilinmesinin yeterli olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Alayunt, F.N., 2000. Biyolojik Malzeme Bilgisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 54, 132 p. Bornova-İzmir.
- Anonymous, 1983. ASAE, Moisture Measurement-Peanuts. ASAE Standard of ASAE S.410.1. Agricultural Engineering Yearbook of Standards, 329-331.
- Ertekin, C. 2002. Bazı Sebze Ve Meyvelerin Kurutulması. Tarım Ürünleri Kurutma Çalıştayı.
- İçier, F. Ilıcalı, C. 2005-a. The effects of concentration on electrical conductivity of orange juice concentrates during ohmic heating. European food research and technology, volume: 220 no: 3-4 Malaysia.
- İçier, F., C., Ilıcalı, 2005-b. Temperature dependent electrical conductivities of fruit purees during ohmic heating. Food Research International., volume: 38. London.
- Mohsenin, N. M., 1986. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, ISBN 0-677-21370-0: 891p, New York, USA.
- Moser, E., (Çeviren Özgüven) 1983. Biyolojik Malzemenin Teknik Özellikleri Çizelgeleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana.
- Sze, S. M. 1985. Physics of Semiconductors Devices. John Wiley and Sons. 523s. New York.
- Vardar, A. 1997. Çeşitli Tarımsal Ürünlerde Elektriksel Özelliklerin Saptanması Üzerine Bir Araştırma, Tekirdağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 42s, Tekirdağ.
- Yağcıoğlu, A., 1998. Ürün İşleme Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 517, Bornova-İzmir.
- Zor, M. 2007. Maddenin Elektriksel İletkenlik Özellikleri. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.