



**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI
ZTM-YL-2008-0002**

**KURUTMA SÜRECİNDEKİ
BAZI TARIMSAL ÜRÜNLERİN
ELEKTRİKSEL İLETKENLİK, NEM VE SICAKLIK
DEĞERLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN
BELİRLENMESİ**

Muammer ERDEN

**DANIŞMAN
Prof. Dr. M. Bülent COŞKUN**

AYDIN – 2008

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI
ZTM-YL-2008-0002

KURUTMA SÜRECİNDEKİ
BAZI TARIMSAL ÜRÜNLERİN
ELEKTRİKSEL İLETKENLİK, NEM VE SICAKLIK
DEĞERLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN
BELİRLENMESİ

Muammer ERDEN

DANIŞMAN
Prof. Dr. M. Bülent COŞKUN

AYDIN - 2008

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Muammer ERDEN tarafından hazırlanan “Kurutma Sürecindeki Bazı Tarımsal Ürünlerin Elektriksel İletkenlik, Nem ve Sıcaklık Değerleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi ” başlıklı tez, 26.06.2008 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Unvanı Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan: Prof. Dr. M. Bülent COŞKUN	ADÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü	
Asil Üye: Doç. Dr. İbrahim YALÇIN	ADÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü	
Asil Üye: Doç. Dr. İsmail BÖĞREKÇİ	ADÜ Aydın Meslek Yüksekokulu	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu yüksek lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulununsayılı kararıyla.....tarihinde onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü
Ünvanı Adı Soyadı

İntihal Beyan Sayfası

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Adı Soyadı : Muammer ERDEN

İmza :

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**KURUTMA SÜRECİNDEKİ BAZI TARIMSAL ÜRÜNLERİN
ELEKTRİKSEL İLETKENLİK, NEM VE SICAKLIK DEĞERLERİ
ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN BELİRLENMESİ**

Muammer ERDEN

Adnan Menderes Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Bülent COŞKUN

Tarımsal ürünlerin işlenmesi, değerlendirilmesi ve pazara sunulması süreçlerinde, ürünlerin biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin bilinmesi, bu ürünlerin değerlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Organik tarımın güncelliğinin ön plana çıkması ve mevsim dışı üretilen ürünlere olan rağbetin azalması kurutulmuş ürünlerin önemini arttırmaktadır. Kurutularak tüketilen ürünlerden olan domates, biber ve patlıcan'ın kurutma sürecindeki bazı fiziksel özelliklerinin bilinmesi bu açıdan önemli olmaktadır. Bu ürünlerin işlenmesi ve pazara sunulması sırasında önemli bir veri kaynağı olan nem özelliğinin özellikle ürünün elektriksel iletkenliği ile ilişkilerinin bilinmesi gereklidir. Elektriksel iletkenlik değerleri, ürünlerin ambalajlanması, paketlenmesi ve bu amaçlarla kullanılacak makinaların tasarımında bir veri kaynağı olması sebebiyle önemlidir. Bu çalışmada tarımsal ürünlerden domates, biber ve patlıcanın kurutma sürecindeki elektriksel iletkenlik, nem ve sıcaklık değerleri ölçülmüş ve bu değerler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Ayrıca çalışmada hava sıcaklığı, rüzgâr hızı, bağıl nem ve güneş ışınımı gibi meteorolojik değerler ölçülerek kuruma sürecindeki ürünlere etkisi incelenmiştir. Denemelerde Dorit çeşidi domates, Demre Sivrisi çeşidi biber, Aydın Siyahı çeşidi patlıcan kullanılmıştır. Kurutma öncesi ürünlere bazı ön işlemler uygulandıktan sonra kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurutma denemeleri 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. Sonuç olarak; 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, elektriksel iletkenlik ve ürün sıcaklığı ile meteorolojik değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

2008, 88 sayfa**Anahtar Sözcükler**

Elektriksel iletkenlik, Kurutma, Nem, Sıcaklık

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

**DETERMINATION OF THE RELATIONSHIPS AMONG
ELECTRICAL CONDUCTIVITY, HUMIDITY AND TEMPERATURE
VALUES OF SOME AGRICULTURAL PRODUCTS
DURING THE PROCESS OF DRYING**

Muammer ERDEN

Adnan Menderes University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Prof. Dr. M. Bülent COŞKUN

Knowledge of biological, chemical and physical characteristics of agricultural products takes and important role in cultivation, evaluation and marketing processes of those products. Up to dateness of organic agriculture and decrease in demand for unseasoned products raises the importance of dried products. Thus, knowledge of some physical features about drying processes of major products like tomato, pepper and aubergine is important. It is necessary to know the relationship between electrical conductivity and humidity feature, which is a major data source, during the process of cultivation and marketing of those products. Electrical conductivity values have a significant role in packing of products and designing of packing machines as a data source. In this study; electrical conductivity, humidity and temperature values of tomato, pepper and aubergine which are in drying process were measured and relationships between those values have been searched. Besides, meteorological values like air temperature, wind speed, relative humidity and sun radiation were measured and their effect on products which are in drying process were analysed. Species of Dorit tomato, Demre Sivrisi pepper and Aydin Siyahi aubergine have been used in experiments. Drying process have been realised after some preprocesses on products had been implemented. Due to the convenient season conditions, drying experiments have been realised in two separate time periods which are 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 relationships 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 and there is no relationship between electrical conductivity, product temperature and meteorological variables.

2008, 88 pages**Key Words**

Electrical conductivity, Drying, Humidity, Temperature

ÖNSÖZ

Tez çalışmasına başlarken biyolojik malzemelerin özelliklerinin ve bu özelliklerden yararlanılarak imal edilecek makinaların tasarımında gerekli olan birçok veri kaynağının bu kadar yararlı ve derin bir konu olduğunu tahmin bile edemezdim. Ama konuya girdikçe biyolojik ürünlerden maksimum yararlanabilmek için bu ürünlerin bütün özelliklerinin bilinmesi gerektiğini ve son derece karmaşık bir yapıya sahip olduklarını öğrendim. Tez çalışmam sırasında gerçekten zorlandığım, sıkıldığım anlar da oldu; fakat bu zamanın sonunda son nokta olan bugünlere gelmek bütün sıkıntılarımı unutturdu. Bu tez umarım araştırmaya meraklı herkesin yararlanabileceği bir kaynak olur.

Tez çalışmam sırasında gösterdiği anlayış ve yapmış olduğu yardımlarıyla kalmayıp, hayatımın her aşamasında, bana olan güvenini ve desteğini hiçbir zaman üzerimden eksik etmeyen, saygı değer hocam Sayın Prof. Dr. M. Bülent COŞKUN' a, üzerinde çalışmış olduğum her konuda ve karşılaştığım her sorunumda moral ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen hocalarım Sayın Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN ve Sayın Doç. Dr. İbrahim YALÇIN' a, denemelerimde kullandığım cihazların temininde göstermiş olduğu ilgi ve yardımlarından dolayı Sayın Doç. Dr. Mustafa ÇETİN' e, hayatımın her anında bana destek olan ve beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan Sayın Ceren PİRKOCA' ya, desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen ve bugünlere gelmemde büyük katkıları olan aileme ve emeği geçen herkese teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	i
İNTİHAL BEYAN SAYFASI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
EKLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Biyolojik malzeme	1
1.1.1. Biyolojik malzemelerin elektriksel özellikleri	3
1.1.1.1. İletken materyallerde elektriksel iletkenlik.....	4
1.1.1.2. Yalıtkan materyallerde elektriksel iletkenlik.....	6
1.2. Kurutma	7
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. İklim ve coğrafi koşullar	13
3.1.2. Ürünlerin özellikleri	14
3.1.3 Denemede kullanılan cihazlar.....	15
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Kurutma öncesi hazırlık aşaması	17
3.2.2. Kurutma aşaması	17
3.2.3. Kurutma sonrasında hesaplama ve analiz aşaması	19
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	21
4.1. Bulgular	21
4.1.1. Deneme sürecinde ölçülen meteorolojik değerler	21
4.1.2. Ürünlerin ölçülen kütle değerleri	23
4.1.3. Ürünlerin ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri	25
4.1.4. Ürünlerin ölçülen sıcaklık değeri.....	26
4.1.5. Ürünlerin hesaplanan nem değerleri.....	27

4.1.6. Elektriksel iletkenlik ile ürün parametreleri arasındaki ilişkiler.....	28
4.1.6.1. Elektriksel iletkenlik ile ürün nemi arasındaki ilişkiler.....	29
4.1.6.2. Elektriksel iletkenlik ile ürün sıcaklığı arasındaki ilişkiler	30
4.1.7. Elektriksel iletkenlik ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişkiler	31
4.1.7.1. Elektriksel iletkenlik ile bağıl nem arasındaki ilişkiler.....	31
4.1.7.2. Elektriksel iletkenlik ile hava sıcaklığı arasındaki ilişkiler	32
4.1.7.3. Elektriksel iletkenlik ile rüzgâr hızı arasındaki ilişkiler.....	33
4.1.7.4. Elektriksel iletkenlik ile güneş ışınımı arasındaki ilişkiler	34
4.1.8. Elektriksel iletkenlik ile diğer parametreler arasındaki ilişkiler	35
4.1.8.1. Elektriksel iletkenlik ile ürün nemi ve ürün sıcaklık değerleri arasındaki ilişkiler	35
4.1.8.2. Elektriksel iletkenlik ile meteorolojik değerler arasındaki ilişkiler	37
5. SONUÇ.....	38
KAYNAKLAR.....	41
EKLER.....	46
ÖZGEÇMİŞ.....	88

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Malzemelerin sınıflandırılması.....	1
Şekil 1.2 İletkenlik ölçümünde kullanılan direnç köprüsü	5
Şekil 1.3 Empedans analizörü	7
Şekil 3.1 Kondüktivimetre	15
Şekil 3.2 Anemometre	16
Şekil 4.1 Ortalama hava sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi.....	21
Şekil 4.2 Ortalama güneş ışınımı değerlerinin zamanla değişimi	22
Şekil 4.3 Ortalama hava bağıl nemi değerlerinin zamanla değişimi	22
Şekil 4.4 Ortalama rüzgâr hızı değerlerinin zamanla değişimi	23
Şekil 4.5 Ürünlerin kütle değişimi.....	24
Şekil 4.6 Ürünlerin elektriksel iletkenlik değişimi	25
Şekil 4.7 Ürünlerin sıcaklık değişimleri	26
Şekil 4.8 Ürünlerin nem değişimleri.....	28
Şekil 4.9 Ürün nemi ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki	29
Şekil 4.10 Ürün sıcaklığı ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki	30
Şekil 4.11 Bağıl nem ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki	31
Şekil 4.12 Hava sıcaklığı ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki.....	32
Şekil 4.13 Rüzgâr hızı ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki	33
Şekil 4.14 Güneş ışınımı ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki	34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Biyolojik malzemenin özellikleri.....	2
Çizelge 3.1 Aydın iline ait uzun yıllık bazı meteorolojik değerler	13
Çizelge 3.2 Denemede kullanılan ürünlerin Aydın ilindeki üretim alanları ve üretim miktarları.....	14
Çizelge 3.3 Denemede kullanılan ürünlerin ilk ve son nem değerleri.....	14
Çizelge 3.4 Kondüktivimetrenin iletkenlik ölçüm aralığı.....	15
Çizelge 3.5 Kondüktivimetrenin sıcaklık ölçüm aralığı	15
Çizelge 3.6 Kurutma öncesi yapılan işlemler.....	17
Çizelge 3.7 Ölçüm değerlerinin kaydedilmesinde kullanılan çizelge formatı	18
Çizelge 3.8 Meteorolojik değerlerin kaydedilmesinde kullanılan çizelge formatı.....	18
Çizelge 4.1 Varyans analizi	35
Çizelge 4.2 Çoklu regresyon analizi sonuçları.....	36
Çizelge 4.3 Çoklu regresyon analizi sonuçları.....	37

EKLER DİZİNİ

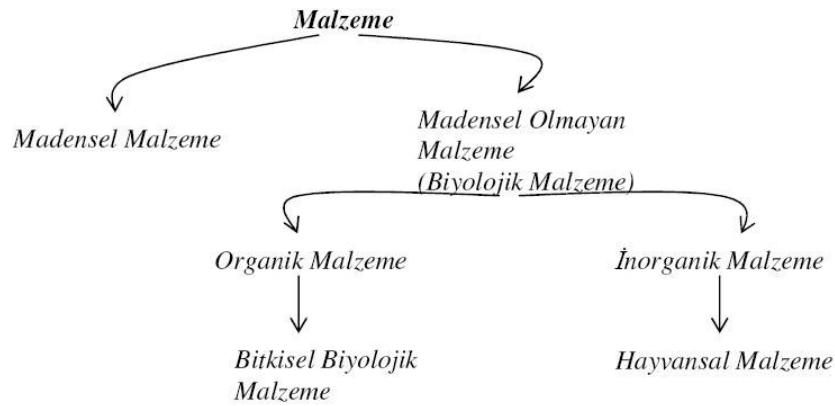
Ek 1. Deneme süresince ölçülen meteorolojik değerler.....	47
Ek 2. Domatesin kütle değeri	48
Ek 3. Biberin kütle değeri	51
Ek 4. Patlıcanın kütle değeri.....	54
Ek 5. Domates örneklerinin zamana bağlı elektriksel iletkenlik değerleri	57
Ek 6. Biber örneklerinin zamana bağlı elektriksel iletkenlik değerleri	60
Ek 7. Patlıcan örneklerinin zamana bağlı elektriksel iletkenlik değerleri	63
Ek 8. Domates örneklerinin zamana bağlı ürün sıcaklığı değerleri.....	66
Ek 9. Biber örneklerinin zamana bağlı ürün sıcaklığı değerleri.....	69
Ek 10. Patlıcan örneklerinin zamana bağlı ürün sıcaklığı değerleri	72
Ek 11. Domates örneklerinin zamana bağlı nem değerleri	75
Ek 12. Biber örneklerinin zamana bağlı nem değerleri	78
Ek 13. Patlıcan örneklerinin zamana bağlı nem değerleri	81
Ek 14. Farklı ürün ve dönemler için ortalama elektriksel iletkenlik ve diğer parametre değerleri.....	84

1. GİRİŞ

1.1. Biyolojik malzeme

Genel olarak malzeme, bir amacı gerçekleştirmek için kullanılan madde olarak anlaşılır. Malzeme yelpazesi içinde madensel olan ve madensel olmayan malzeme grupları vardır. Madensel olmayan; doğada var olan, tarım yoluyla üretimi yapılan malzemelere biyolojik malzemeler denmektedir. Biyolojik malzemeler organik ve inorganik olarak ikiye ayrılırlar (Anonim, 2008-a).

Temel olarak malzemeyi Şekil 1.1 deki gibi sınıflandırmak mümkündür (Anonim, 2008-a).



Şekil 1.1 Malzemelerin sınıflandırılması

Birim alandan elde edilen ürünlerin nitelik ve nicelik olarak iyileştirilmesi için tarımsal faaliyetler sırasında yürütülen tüm işlemler için geçerli olmak üzere ürünlerin her türlü özelliklerinin saptanması günümüzde daha da önem kazanmıştır (Vardar, 1997). Bu özellikler fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler olarak gruplandırılabilir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1 Biyolojik malzemenin özellikleri (Alayunt, 2000)

Fiziksel Özellikler					Kimyasal Özellikler	Biyolojik Özellikler
Temel Ölçüler	Mekanik Özellikler	Termik Özellikler	Optik Özellikler	Elektriksel Özellikler		
-Şekil, boyutlar -Kütle, hacim - Yoğunluk - Yüzey alanı -Yıgın özellikleri (Tabii yığılma açısı,yıgın yoğunluğu, yıgın-boşluk oranı v.b.)	-Statik ve dinamik yük altındaki davranışlar (kopma direnci, kopma enerjisi v.b.) - Akıcılık özelliği (Kohezyon, sıkışabilirlik, sürtünme direnci, akma sınırı v.b.) -Aerodinamik ve hidrodinamik özellikler	- Özgül ısı -Isı iletkenliği -Isısal genleşme -Isı yayımı v.b.	- Renk -Dış Görünüş -Yansıma-Geçirgenlik-Soğurma Özelliği	-İletkenlik - Direnç -Dielektrik Özellikleri	-Asit Miktarı -Şeker Miktarı - Su Miktarı - Öz Miktarı - pH değeri	-Olgunlaşma Derecesi -Mum Tabakası -Doku Özellikleri - Asimilasyon - Solunum - Doku - Tat -Biyokimyasal Maddelere Karşı Davranış

Biyolojik malzemelerin biçim, boyut, hacim, yüzey alanı, özgül kütle, porozite, renk ve görünüş gibi özellikleri makina tasarımında ya da materyallerin iletimindeki davranışlarının belirlenmesinde önemli olan fiziksel özelliklerden bazılarıdır. Materyallerin ısıtılması, soğutulması, kurutulması ve dondurulmasında göz önüne alınması gereken özgül ısı, ısı iletkenlik, ısısal genleşme ve ısı yayılımı ısı özellikleridir. Elektrik iletkenliği, kapasitans, empedans, dielektrik gibi özellikler elektriksel özellikler olup, materyallerin zedelenme ve nem tayini gibi pek çok işleminde kullanılmaktadır. Renk, dış görünüş, ışığı yansıtma geçirme, soğurma gibi özellikler optik özelliklerdir. Bu özellikler tarımsal ürünlerin sınıflandırılması, olgunluğunun, yüzey renk özelliklerinin ve iç yapılarının belirlenmesinde kullanılabilir (Güner, 2003).

Tüm bu özelliklerde hedeflenen nokta, tasarlanacak ya da uygulamada kullanılan sistemlerin performans değerlerinin yükseltilmesine, dolayısıyla elde edilen ürünlerin nitelik ve nicelik olarak iyileştirilmesine olanak sağlamaktır.

Biyolojik-teknik özellikler, ürünlerin elde edilmesinde ve sonrasında da özellikle sınıflandırma ve depolama sırasında önem taşımaktadır. Hasat sırasında olgun ürünlerin seçimi, sınıflandırmada kaliteli ürünlerin seçimi ve depolamada ise bozulmaya karşı dayanıklı ürünlerin seçimi için bu özelliklerden yararlanılmaktadır. Biyolojik malzemenin teknik özelliklerinin bilinmesi, hasat, taşıma, iletim, sınıflandırma, doldurma, boşaltma, paketleme gibi işlemlerde kullanılacak tarımsal araç ve makinaların tasarımında, iş başarılarının belirlenmesinde, ürün işleme, ürün kalite kontrolü aşamalarında ve son olarak tüketiciye sunulan ürünün kalitesinin korunmasında önem taşımakta ve belirleyici olmaktadır (Yurtlu ve Erdoğan, 2005).

Genel olarak mekanik hasat sistemlerinin tasarımında mekanik özelliklerden, ürün işleme sanayisinde ise termik özelliklerden yararlanır. Optik özelliklerden, ürünlerin farklı dalga boylarında ışık geçirgenliği, yutma ve yansıtma özellikleri yardımıyla ayırma, sınıflandırma ve olgunluk saptamada yararlanır. Meyve olgunluğu esas alınarak ayırma işleminde ise elektriksel özellikler ön plandadır (Vardar, 1997).

1.1.1. Biyolojik malzemelerin elektriksel özellikleri

Elektriksel iletkenlik, ürün işleme ve değerlendirme proseslerinde bilinmesi gereken önemli parametrelerden bir tanesidir (İçier ve Ilıcalı, 2005-a, 2005-b). Elektrik akımı bir alandan geçen yüklerin akış hızıdır (Sankır, 2006). Materyalin elektrik akımını iletebilme yeteneğine ise elektriksel iletkenlik özelliği denir. Elektriksel iletkenlik, elektriksel geçirgenlik olarak ta adlandırılır. Materyal boyutuna bağlı olan özgül direncin tersi elektriksel iletkenliktir (Zor, 2007).

Malzemelerin yüzey özelliklerinin elektriksel iletkenliğe spesifik etkileri vardır (Eckertova, 1986). Her malzeme spesifik bir öz dirence sahiptir ve bu parametre malzemenin özelliklerine ve sıcaklığa bağlıdır. Çok iyi iletkenler çok düşük

özdirence (yüksek iletkenliğe), yalıtkanlar ise çok yüksek özdirence (düşük iletkenliğe) sahiptir (Sankır, 2006).

Biyolojik malzemelerde elektriksel özellikler, elektriksel direnç, iletkenlik, dielektrisite olarak sıralanabilir. Elektriksel özellikler ürün işleme ve değerlendirme tekniği ile bazı fiziko-mekanik özelliklerin belirlenmesi açısından önemlidir. Elektriksel direnç yardımı ile pamukta lif uzunluğu ölçümü ve iyilik derecesinin saptanması gerçekleştirilebilmektedir. 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).

1.1.1.1. İletken materyallerde elektriksel iletkenlik

Elektriksel iletimi tanımlayan temel denklem Ohm yasasıdır, buna göre direnç R_e (Ω) şöyle verilir:

$$R_e = \frac{V}{I} \quad (1.1)$$

Burada;

V = İletken boyunca uygulanan elektriksel potansiyel (Volt)

I = Akım (Amper)

Belirli bir kesit alanı ve uzunluğa sahip olan bir iletken malzemenin direnci ise şu denklemle verilir:

$$R_e = \rho \frac{L}{A} \quad (1.2)$$

Burada;

$\rho = \text{Özdirenç } (\Omega.m)$

$A = \text{İletkenin kesit alanı } (m)$

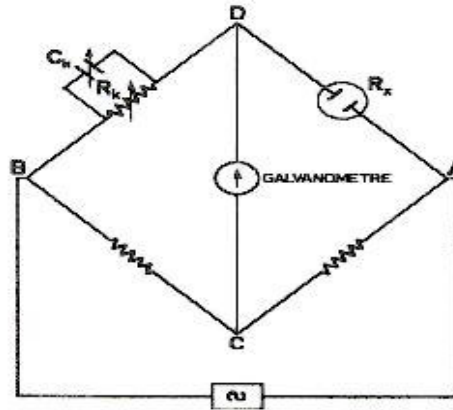
$L = \text{İletkenin uzunluğu } (m)$

İletkenlik (σ), özdirençin tersidir ve (S/m) (metre başına siemens) olarak yazılır (Birdoğan, 2007).

İletkenlik, $\sigma = \frac{1}{\rho}$ biçiminde ifade edilir (Sze, 1985). (1.3)

Elektriksel iletkenlik teorileri, yukarıdaki eşitliklerde malzeme sabitlerinin niteliğini, doğasını ve büyüklüğünü tanımlamaya çalışır. Taşıyıcı konsantrasyon ve mobilite'nin, sıcaklığın, bileşiğin, yapısal bozukluğun ve elektrik alanın bir fonksiyonu olarak nasıl değiştiğiyle ilgilenir (Ersoy, 2004).

Genel olarak, karşılıklı konumlandırılmış iki iletken plaka arasında kalan akışkanın üzerinden sabit gerilim altında geçen akımın yardımıyla direncinin, dolayısıyla iletkenliğinin ölçülmesi olanaklıdır. İletkenlik Şekil 1.2' deki gibi bir elektronik devreyle ölçülür (Anonim, 2007-b).



Şekil 1. 2 İletkenlik ölçümünde kullanılan direnç köprüsü

İki platin (Pt) levha arasına yerleştirilen akışkan, elektronik devreye bağlanır. A ve B noktaları arasına 50-1000 Hz frekanslı bir alternatif akım uygulanır. Değişken direncinin ayarlanması ile D ve C noktalarından akımın geçmemesi yani galvanometrenin sıfır göstermesi sağlanır. Alternatif sinyalin uygulanması elektrotlarda ortaya çıkan elektrolizle madde kaybını en aza indirir. Alternatif akımın bir yarı çevriminde bir yönde yürüyen elektroliz, akımın ikinci yarı çevriminde geriye döndürülür ve böylece elektrolizle kaybedilen madde yeniden kazanılmış olur. Devre üzerindeki dirençler ölçülerek aşağıdaki eşitlikler yardımı ile öz direnç ve iletkenlik belirlenir (Anonim, 2007-b).

$$\rho = \frac{R_{AC} \cdot R_k}{R_{BC}} \quad (1.4)$$

Burada;

R_{AC} = A – C noktaları arasındaki direnç

R_{BC} = B – C noktaları arasındaki direnç

R_k = B – D noktaları arasındaki direnç

Bu ilkeyi esas alarak, farklı iletkenlik ölçüm cihazları geliştirilmiştir. Bu cihazlardan bir tanesi kondüktivimetredir.

1.1.1.2. Yalıtkan materyallerde elektriksel iletkenlik

Dielektrik ile yalıtkan aynı anlama gelmektedir. Dielektrik yani yalıtkan maddeler elektrik akımına çok yüksek direnç gösteren maddelerdir. Materyale, dışarıdan bir elektrik alan uygulandığı zaman enerji depolama yeteneğine sahipse materyal “dielektrik materyal” olarak sınıflandırılabilir. Dielektrik sabiti bir alanın etkisi altında dış elektrik bölgede ne kadar enerji saklandığını ve malzeme içerisinde ne kadar enerji kaybolduğunu gösterir. Materyalin dielektrik sabiti iki elektrik yükü arasındaki elektrostatik kuvveti azaltan bir miktardır (Göver, 1996).

Dielektrik materyaller elektriği iletmezler, ancak uygulanan elektrik alandan etkilenirler. Elektrik alan etkisinde, elektron ve atomlar yer değiştirir.

Bunun sonucunda elektrik yük merkezleri kayar ve elektriksel kutuplanma oluşur. Oluşan elektriksel dipoller, dielektrik materyal yüzeyinde elektriksel yük birikimi sağlar (Erdoğan, 1997). Dielektrik sabiti, katı malzemelerin (Örneğin; yalıtkanlar) en önemli özelliklerinden biridir (İyibakanlar ve Oktay, 2007).

Katı materyallerin dielektrik sabitlerinin ölçülmesi için empedans analizörü denen bir cihazdan yararlanır (Şekil 1.4).



Şekil 1.3 Empedans Analizörü

Bu cihazda, katı materyalin dielektrik sabitlerinin ölçümü, kapasitans ve kayıp faktörü değerlerine dayanarak bulunmaktadır (İyibakanlar ve Oktay, 2007). Bir empedans analizöründe elektriksel ölçümler için; mV ve nA düzeylerinde ölçüm yapabilen bir akım – voltaj ölçüm sistemi, frekans ve voltaja bağlı olarak kapasitans, empedans ve indüktans ölçüm sistemleri bulunmaktadır. Tüm bu sistemlerden elde edilen ölçüm sonuçları gerek cihaz üzerinden gerekse masaüstü bir bilgisayar aracılığı ile kontrol edilebilmekte ve değerlendirilebilmektedir. Bu sistemler bağımsız olarak veya birlikte kullanılarak değişik fiziksel şartlara sahip materyallerin davranışları incelenebilmektedir (Anonim, 2008-b).

1.2. Kurutma

Kurutma, gıda maddelerinin korunmasında başvurulan en önemli yöntemlerden biridir. Kurutma ile sürecin bir sonraki adımında işlenecek veya pazara sunulacak ürünün istenilen şartlara getirilmesi, gıda maddelerinin bozulmadan uzun süre saklanması, sterilize edilmesi, çözeltilerden bazı ürünlerin elde edilmesi ve malzemelerin taşınmasında kütlenin azaltılması mümkündür (Özbalta ve Güngör, 1998).

Tarımsal ürünlerin uzun süre muhafaza edilebilmesi için birçok teknikler mevcuttur. Bu teknikler arasında kurutma, soğutma, kimyasal maddelerle işleme tabi tutma sıralanabilir. Bunların içinde uygulama alanı en geniş olan kurutmadır. Kurutma işlemi bir ısı ve kütle transferi olayı olup güneş enerjisi ile tarım ürünlerini kurutma, en eski gıda saklama yöntemlerinden birisi olarak bilinmektedir (Akyurt vd., 1971). Tarımsal ürünlerin kontrollü şartlar altında kurutulması oldukça büyük öneme sahiptir. Kurutma sistemlerin tasarlanması ve tasarımların geliştirilmesi amacıyla ürünlerin kuruma davranışlarının açıklanması gerekmektedir (Ertekin ve Yıldız, 2001).

Meyve ve sebzelere üretildikleri mevsim dışında kalan dönemlerde veya hiç üretimi yapılmayan bölge ve ülkelerde tüketilmek veya özel durumlarda kullanılmak amacıyla farklı muhafaza teknikleri uygulanmaktadır. Meyve ve sebze muhafaza etme yöntemlerinden biri olan kurutma ile ürünün, mikrobiyolojik ve enzimsel değişimleri önlenmekte veya sınırlandırılmaktadır (Heybeli ve Ertekin, 2007).

Kuruma sürecinin temel hedefi ürün içindeki suyun (nem) uzaklaştırılmasıdır. Nem iki ayrı gruba ayrılır: bağıl nem ve bağıl olmayan nem. Katı içinde sıvı formda hapsedilmiş olarak bulunan neme bağıl nem denir ve bu nemin buhar basıncı saf suyunkinden daha azdır. Bağıl nemin, katı içinde aşırı miktarda bulunması durumundaki fazla neme de bağıl olmayan nem adı verilir (Strumillo and Kudra 1986).

Kuruma sürecindeki ürünlere pek çok etken rol oynamakta olup, bu etkenlerden en önemlileri sıcaklık ve nem oranıdır (Lievense, 1991). Kuruma sürecindeki malzeme ile çevresindeki hava arasındaki nem alışverişi, kuruma sürecinde geçen zaman dikkate alınarak incelenir. Kuruma sürecinde; malzemenin nemi ile kuruma süresi, kuruma hızı ile malzeme nemi, kuruma hızı ile kuruma süresi ve malzeme sıcaklığı ile malzeme nemi arasındaki ilişkiler dikkate alınmalıdır (Yağcıoğlu, 1999).

Kuruma süreçleri, genellikle ürünleri daha kısa sürede kurutabilmek için yüksek enerji maliyetleri ile karşımıza çıkmaktadır. Ancak yüksek sıcaklıklarda özellikle biyolojik ürünlerin kurutulmasında ürün aktivitesi düşmektedir (Yüzgeç, 2005).

Kurutma sürecinin enerji maliyetini minimize etmek, ürün kalitesini istenen seviyede tutmaya çalışmak ve arzu edilen nem kesri değerine en kısa sürede ulaşabilmek için öncelikle bir optimizasyon probleminin tanımlanması gerekmektedir. Tanımlanan optimizasyon probleminin çözüm sınırları belirlenmeli ve bu sınırlar dâhilinde çözüme ulaşılması hedeflenmelidir (Yüzgeç, 2005).

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.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Heybeli ve Ertekin (2007), Denemelerinde kurumayı etkileyen fiziksel faktörler üzerinde çalışmışlar ve bu faktörlerin sıcaklık, bağıl nem, hava hızı ve atmosferik basınç olduğunu, ayrıca bu etkilerin kurutma şartlarını karşılayacak şekilde seçilmesinin ve kullanılmasının, son ürün kalitesinde ve kurutucu performansında oldukça etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Zor (2007), “Maddenin Elektriksel İletkenlik Özellikleri” adlı yayınında katıların elektriksel iletkenlikleri hakkında bilgiler vermiş olup, genel olarak elektriksel iletkenlik ölçümlerinin ohm yasasına dayandığını belirtmiştir. Dirençli bir cismin uçları arasına voltaj uygulandığında, o dirençten geçen bir akım olduğunu, bu direncin, maddenin bir özelliği olarak kullanılmayacağını, ancak dirençli maddenin geometrisinin de önemli olduğunu belirtmiştir. Bu bakımdan elektriksel iletkenliğin belirlenmesinde, maddenin geometrisine bağlı olmayan ve onun bir özelliği olan özdirencin kullanılması gerektiğinin belirtmiştir.

İçier ve Ilıcalı (2005-a), “The effects of concentration on electrical conductivity of orange juice concentrates during ohmic heating” adlı çalışmasında gıdalardaki elektriksel iletkenliğin, ohmik ısıtma etkisi altında değişimini araştırmışlar ve ürünlerdeki sıcaklık değişimlerinin elektriksel iletkenliğin değişiminde çok önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca günümüzde özellikle gıda maddelerinin elektriksel iletkenliklerinin ve diğer fiziksel parametreler ile ilişkilerinin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmaların sayısında ciddi artışlar gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Hoffmann ve Staller (2004), “Lebensmittelqualität – elektrochemisch betrachtet” adlı yayınlarında elektro – kimya açısından gıdaların kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarında, biyolojik ürünlerin elektriksel iletkenlik değerlerinin, ürünlerin kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve ürünlerin membranlarında meydana gelen zarar derecesinin elektriksel iletkenlik testi ile belirlenebildiğini, ayrıca meyvelerin olgunlaşma aşamalarının elektriksel iletkenlik yöntemiyle takip edilebileceğini belirtmişlerdir.

Güner (2003), yaptığı çalışmada biyolojik malzemelerin fiziksel, mekanik, ısı, elektrik ve optik özellikler olarak gruplandırılabilceğini belirtmiştir. Ayrıca, biyolojik malzemelerin elektriksel iletkenliği, kapasitans, empedans, dielektrik gibi elektriksel özelliklerinin, materyallerin zedelenme ve nem tayini gibi pek çok işleminde yararlanılabileceğini ve bu özelliklerin tarımsal ürünlerin bazı özelliklerinin belirlenmesinde kullanılabileceğini belirtmiştir.

Alayunt (2000), “Biyolojik Malzeme Bilgisi” adlı yayınında biyolojik materyallerin teknik özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerektiğini böylece tarım alet ve makinalarının imalatında, ürün işleme, ürün kalite kontrolü, ilgili makinaların iş başarılarının belirlenmesinde ve en son aşamadaki ürünün kalitesinin iyileştirilmesinde büyük ölçüde önem taşıdığını belirtmiştir. Tarımsal ürünlerinin elektriksel özellikleri, içerdikleri nem miktarıyla yakından ilgili olduğunu ve bu özelliklerin bir ya da bir kaçından yararlanılarak, ürünün nem içeriği bulunabileceğini belirtmiştir.

Vardar (1997), Çeşitli tarımsal ürünlerde elektriksel özelliklerin saptanması üzerine yaptığı araştırmada; bazı tarımsal ürünlerin elektriksel iletkenlik ve brix değerlerini tespit etmiş olup, ürünlerin brix değerlerinin elektriksel iletkenlik üzerine etkisinin olup olmadığını incelemiştir. Elektriksel iletkenlik değerleri tespit edilen ürünleri sınıflandırarak, meyvesi ağaçta oluşan ürünlerden elmalar ile turunçgiller arasında ve meyvesini toprak üzerinde oluşturan ürünlerden domates ile hıyar arasında elektriksel iletkenliğin ayırt edici bir özellik olduğunu, meyvesini toprak altında oluşturan ürünlerden havuç’un en düşük elektriksel iletkenliğe sahip olduğunu belirtmiştir.

Lievense (1991), yaptığı çalışmada, biyolojik ürünlerin kurutma koşullarına karşı çok hassas davranış gösterdiklerinden dolayı, kurutma süreçlerindeki ürünlerin hangi özelliklerinin kaliteyi etkilediğini iyi tespit etmek gerektiğini ve ürün kalitesi üzerinde pek çok etkenin rol oynadığını, bu etkenlerden en önemlilerinin sıcaklık ve nem oranının olduğunu belirtmiştir.

Mohsenin (1986), “Physical Properties of Plant and Animal Materials.Gordon and Breach Science Publishers” adlı yayınında farklı elektriksel iletkenliğe sahip ürünlerin, bir taşıyıcı bant ve elektrod sisteminin yardımıyla birbirlerinden ayrılabilceğini, böylece farklı elektriksel iletkenliğe sahip ürünlerin birbirleri arasında sınıflandırılabilceğini belirtmiştir. Tarım ürünlerinin elektriksel özellikleri, özellikle işleme ve değerlendirme tekniğı açısından son derece önemli olduğunu, elektriksel iletkenlik ve kapasitenin bazı tarım ürünlerinin nem içeriğinin belirlenmesinde kullanıldığını belirtmiştir.

Eckertova (1986), malzemelerin elektriksel iletkenlik değeri; malzemelerin boyutundan, hal değışimlerinden, sıcaklık değışimlerinden ve bağıl nemden, ortamda bulunan hava akımından etkilenererek değışim gösterdiğini ayrıca malzemelerin yüzey özelliklerinin yarıiletkenlerde de çok önemli olduğunu ve elektriksel iletkenliklerin üzerinde önemli etkileri olduğunu, bu etkilerin yarıiletkendeki büyük bir derinliğe yüzey yükünün girmesiyle oluşan alan nedeniyle meydana geldiğini ve böylece elektriksel taşınma olaylarını (yani yük taşıyıcılarının taşınmasını) etkilediğini belirtmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırma, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü olanaklarından yararlanılarak yürütülmüştür. Denemelerde yörede yetiştirilen domates, biber ve patlıcan kullanılmıştır. Bu ürünler klasik kurutma işleminde uygulanan hazırlık aşamalarından geçirilmiş ve dilimlere ayrıldıktan sonra doğal ortamda kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır. Mevsim koşullarının uygun olması sebebiyle yaz sonu (15 Ekim-18 Ekim 2007) ve yaz başlangıcı (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.

3.1.1. İklim ve coğrafi koşullar

Kurutmanın gerçekleştirildiği ve ölçümlerin yapıldığı bölgenin coğrafi konumu ve iklim özellikleri şöyledir; Deneme bölgesi 37° ve 38° kuzey enlemleri ile 27° ve 29° doğu boylamları arasında olup bölgede ılıman Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir (Yalçın, 1999).

Araştırmanın yapıldığı kurutma dönemlerinde Aydın Meteoroloji İstasyonu'nda kaydedilen uzun yıllık sıcaklık, nem, güneş ışınımı ve rüzgâr hızı gibi meteorolojik değerler Çizelge 3.1' de verilmiştir (Anonim, 2007-a).

Çizelge 3.1 Aydın iline ait uzun yıllık bazı meteorolojik değerler

YILLAR	AYLAR	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Bağıl Nem (%)	Ortalama Güneş Işınımı (W/m ²)	Ortalama Rüzgâr Hızı (m/s)
2007	Mayıs	22,5	52	521,1	2,5
	Ekim	19,7	64,5	314,2	1,0
2008	Mayıs	21,2	47,4	519,3	1,5

3.1.2. Ürünlerin özellikleri

Denemelerde temel materyal olarak Aydın ilinde yaygın olarak üretilen Dorit çeşidi domates, Demre sivrisi biber ve Aydın Siyahı patlıcan çeşitleri kullanılmıştır (Anonim, 2002; Anonim, 2006; Anonim, 2007-c).

Denemelerde satışa hazır halde bulunan ürünler kullanılmıştır. Bu ürünlerin Aydın ilindeki üretim alanları ve üretim miktarlarının yıllar itibari ile Çizelge 3.2' de verilmiştir (Anonim, 2008-c,d).

Çizelge 3.2 Denemede kullanılan ürünlerin Aydın ilindeki üretim alanları ve üretim miktarları

YIL	2003		2004		2005		2006	
	Alan (ha)	Üretim (ton)	Alan (ha)	Üretim (ton)	Alan (ha)	Üretim (ton)	Alan (ha)	Üretim (ton)
AYDIN								
Domates	3451	136810	3845	154970	3695	161413	3190	144698
Biber	1771	46556	1712	47335	1617	44733	1571	43345
Patlıcan	1309	43285	1312	43869	1121	36275	862	28164

Genellikle kuru olarak tüketilecek sebze ve meyvelerin %60-80'lik ilk nem içeriğinden %10-25'lik son nem içeriğine kadar kurutulmaları gerekmektedir (Ertekin, 2002). Materyal olarak ele alınan ürünlerin değişik çalışmalarda bulunan ilk ve son nem değerleri Çizelge 3.3' de verilmiştir (Ertekin, 2002).

Çizelge 3.3 Denemede kullanılan ürünlerin ilk ve son nem değerleri

Ürün	İlk Nem İçeriği (%)	Son Nem İçeriği (%)
Domates	93	7
Biber	80	10
Patlıcan *	80	10

* Biberle aynı değerler alınmıştır.

3.1.3. Denemede kullanılan cihazlar

Ürünlerin elektriksel iletkenliklerinin ve sıcaklık değerlerinin ölçülmesinde Lutron marka CD-4303HA model kondüktivimetre kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Kondüktivimetre

Şekil 3.1’de görülen kondüktivimetrenin ölçüm aralığı 199,9 μ S, 1,999 mS ve 19,99 mS’ dir. Kondüktivimetreye ait ölçüm aralıklarını gösteren değerler Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4 Kondüktivimetrenin iletkenlik ölçüm aralığı

Ölçüm Aralığı	Ölçüm Değeri	Hassasiyet	Doğruluk
200 μ S	0,1 ile 199,9 μ S	0,1 μ S	\pm (2 % Tüm Ölçekler +1 d)
2 mS	0,2 ile 1,999 mS	0,001 mS	
20 mS	2 ile 19,99 mS	0,01 mS	

Kondüktivimetre elektriksel iletkenliğin yanı sıra ürün sıcaklıklarını da ölçebilmektedir. 0 – 60 °C dereceleri arasında sıcaklık ölçümü yapabilen Kondüktivimetrenin sıcaklık ölçüm aralığı Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5 Kondüktivimetrenin sıcaklık ölçüm aralığı

Ölçüm Aralığı	0° C - 60° C / 32° F - 140° F
Hassasiyet	0,1° C / 0,1° F
Doğruluk	0,8° C / 1,5° F

Denemenin yapıldığı kurutma ortamına gelen güneş ışınım şiddeti Apogee marka DRM-FQ model radyasyon ölçerle ölçülmüştür.

Ortamdaki rüzgâr hızı, 0 – 30 m/s aralığında rüzgâr hızı değerlerini ölçebilen Velocicalc marka anemometre ile ölçülmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Anemometre

Denemenin yapıldığı andaki dış ortam sıcaklığı ve bağıl nem değerlerinin belirlenmesinde La Crosse marka dijital nem ve sıcaklık ölçer kullanılmıştır.

Deneme başlangıcında ürünlerin ilk kütlelerinin ve kuruma sürecindeki ürünlerin son kütlelerinin belirlenmesinde 0,01g hassasiyetle ölçüm yapabilen Denver marka hassas terazi kullanılmıştır.

Gerekli ölçümlerin yapılabilmesi için materyallerin parçalanmasında mikser ve parçalanmış ürünleri içine koymak için beher kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Denemeler iki farklı dönemde yapılmıştır. Birinci dönem denemeleri 15 – 18 Ekim 2007 tarihleri arasında, ikinci dönem denemeleri ise 24 – 25 Mayıs 2008 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Deneme süreci; kurutma öncesi hazırlık aşaması, kurutma aşaması ve kurutma sonrası hesaplama ve analiz aşaması olmak üzere üç aşamada gerçekleşmiştir.

3.2.1. Kurutma öncesi hazırlık aşaması

Denemelerde kullanılan domates, biber ve patlıcan pazara hazır haldeyken temin edilmiştir. Bu ürünlerin kurutma işlemine hazırlanmaları için bazı ön hazırlık işlemleri uygulanmıştır. Bu işlemler Çizelge 3.6’ da verilmiştir (Ertekin, 2002).

Çizelge 3.6 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

Ön işlem uygulanan ürünlere numara sırası verilerek kütleleri hassas terazi yardımıyla ölçülüp kaydedilmiştir. Deneme öncesi kütleleri belirlenen ürünler kurumaya bırakılmıştır. Ürünlerin ne kadar sürede kuruyacağı bilinmediği için, I. dönemde 100 adet domates, 70’er adet biber ve patlıcan ile kurutmaya başlanırken, II. dönemde hava sıcaklığının daha yüksek olması dikkate alınarak 60 adet domates, 50’şer adet biber ve patlıcan ile kurutma yapılmıştır.

3.2.2. Kurutma aşaması

Güneşte kurumaya bırakılan ürünlerden 3 saatte bir, numara sırasına göre her ürün grubundan 3’er tane örnek alınmak suretiyle kütle ölçümleri 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Ürünlerin ölçülen kütle değerleri Çizelge 3.7’deki formata uygun biçimde kaydedilmiştir. Daha sonra bu değerlerin ortalamaları alınmıştır. Sıra numarası gelen ürün dışındaki diğer materyaller kurumaya devam etmiştir. Ölçümler sırasında ilk önce getirilen materyallerin kütleleri ölçüldükten sonra tek tek mikserden geçirilerek parçalanmıştır.

Parçalanmış örnek bir beher içine konulmuştur. Beher içerisindeki homojen ürünün önce sıcaklık değeri ardından da elektriksel iletkenlik değeri kondüktivimetre yardımıyla saptanmıştır. Sıcaklık ve elektriksel iletkenliği ölçmeye yarayan elektrod sistemi beher içerisinde bulunan ürün konsantrasyonuna daldırılmış, cihazın dijital göstergesi sabitlenene kadar beklenmiştir. Her ürün grubundaki örneklere ait ürün sıcaklık ve elektriksel iletkenlik değerleri ölçülerek Çizelge 3.7 deki formata uygun biçimde kaydedilmiştir. Ayrıca örneklerin alındığı saat diliminde kurutma ortamındaki dış ortam sıcaklığı, bağıl nem, ortama gelen ışınım şiddeti ve rüzgâr hızı değerleri ölçülüp Çizelge 3.8’deki formata göre kaydedilmiştir.

Çizelge 3.7 Ölçüm değerlerinin kaydedilmesinde kullanılan çizelge formatı

DÖNEM		.....			
TARİH		.....			
Örnek Sayısı	Kümülatif Zaman(h)		0	3	6	.....
	İlk Kütle(g)					
1	22,85	22,85				
2	27,54	27,54				
3	29,37	29,37				
4	29,92			22,28		
5	40,88			35,16		
6	30,41			24,64		
7	23,73				16,10	
8	27,89				19,06	
9	27,58				19,04	
.....
.....
.....

Çizelge 3.8 Meteorolojik değerlerin kaydedilmesinde kullanılan çizelge formatı

DÖNEM	TARİH	Zaman (Saat)	Kümülatif Zaman (saat)	Sıcaklık (°C)	Güneş Işınımı (W/m ²)	Rüzgâr Hızı (m/s)	Hava Bağıl Nemi (%)	
I. D Ö N E M	15.10.2007	12:00	0	26,8	1381	0,35	32	
		15:00	3	....	....	....	....
		18:00	6	....	....	....	....
		21:00	9	....	....	....	....
		24:00	12	....	....	....	....
	16.10.2007	03:00
		06:00
		09:00

3.2.3. Kurutma sonrası hesaplama ve analiz aşaması

Denemeler 15 Ekim 2007 ve 24 Mayıs 2008 günü saat 12:00'de başlamış olup, kesintisiz bir şekilde her üç saatte bir ölçümler yapılarak ürünlerdeki kütle kaybının durduğu veya çok az miktarda sapmalar gösterdiği durumda bitirilmiştir. Denemelerde kullanılan biber ve patlıcan'ın içerdikleri nem değerlerinin domatese göre düşük olmasından dolayı daha kısa bir sürede kuruyarak belirlenen nem değerlerine gelmiş ve I. dönemde, 17 Ekim 2007 saat 18:00'de, II. dönemde 25 Mayıs 2008 saat 18:00'de kuruma tamamlanmıştır. Domates ise içerdği nem miktarının diğer ürünlere göre fazla olması sebebiyle kuruma süreci biraz daha uzun sürmüş olup I. dönem için 18 Ekim 2007 saat 21:00'de ve II. dönem 25 Mayıs 2008 saat 21:00'de kuruma süreci tamamlanmıştır. Denemelerden sonraki süreç içerisinde, ölçülen kütle kayıpları kullanılarak ürün nem değerleri tespit edilmiştir.

Nem miktarının belirlenmesinde “Yaş baz” (yb), “Kuru baz” (kb) olmak üzere iki tanımdan biri kullanılmaktadır. Yaş baza göre nem, üründeki su kütlesinin, ürünün tüm kütlesine oranı olarak tanımlanır (Anonymous, 1983).

$$\%M_{yb} = \frac{W_s}{W_s + W_k} \cdot 100 \quad (3.1)$$

Burada;

M_{yb} = Yaş baza göre yüzde nem içeriği (%),

W_s = Ürünün su kütlesi (g),

W_k = Ürünün son kütlesi (g)'dir.

(3.1) eşitliği kullanılarak, ürünlerin nem miktarları hesaplanmıştır. Bunun için ürünlerin ilk ağırlıkları tartılarak (W_s+W_k) bulunmuştur. Her 3 saatin sonunda, ölçümleri yapılacak ürünler tekrar tartılarak, son ağırlıkları ($W_{s1}+W_{k1}$) tespit edilmiştir. Böylece ürünlerdeki su kütlesi yani $W_s = (W_s+W_k) - (W_{s1}+W_{k1})$ değerleri hesaplanarak eşitlikte yerine koyulmuş ve ürünlerin nem miktarları hesaplanmıştır.

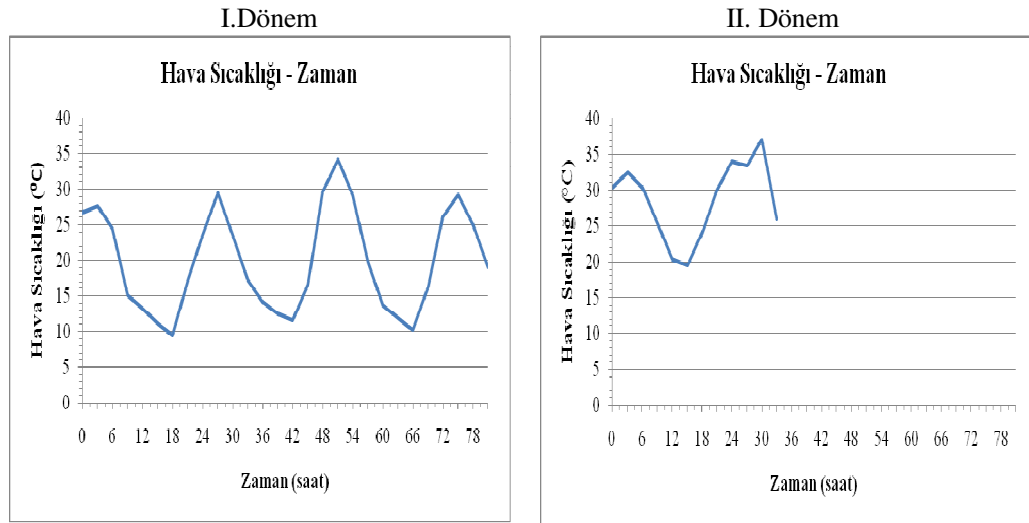
Elde edilen değerler, kütle kaybı ve nem değeri biçiminde bulgular bölümünde verilmiştir. Bu aşamada, ölçümle bulunan elektriksel iletkenlik, ürün sıcaklığı ve hesaplamalar ile bulunan ürün nem değeri arasındaki istatistiksel ilişkiler Excel programında araştırılmıştır. Ayrıca elektriksel iletkenlik, ürün nemi ve ürün sıcaklığı üzerine meteorolojik faktörlerin etkisinin olup olmadığı istatistiksel olarak araştırılmış ve bulgular sonuçlar bölümünde sunulmuştur. İstatistik hesaplamalarda JMP, Version 6. SAS istatistik programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. Deneme süresince ölçülen meteorolojik değerler

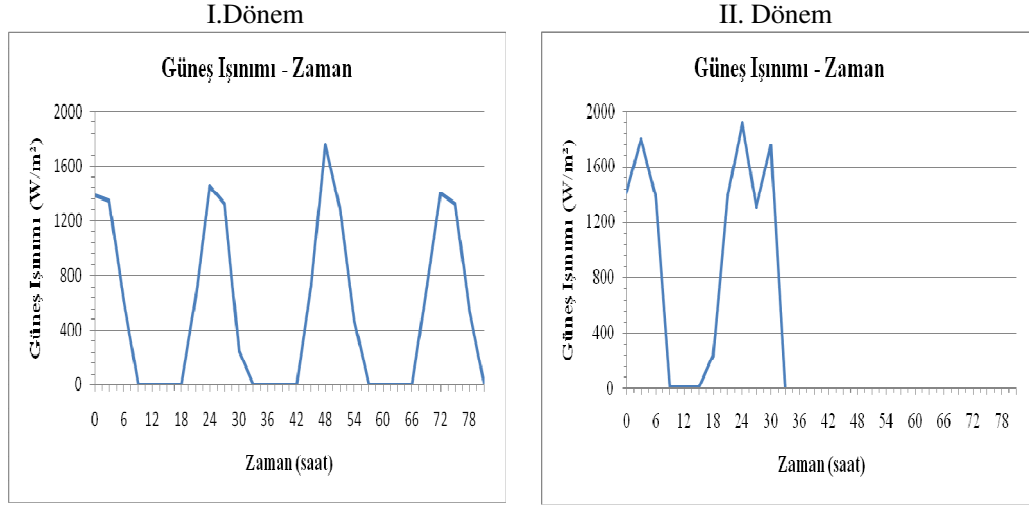
Denemeler süresince hava sıcaklığı, denemenin yapıldığı alana gelen güneş ışınımı, ortamdaki rüzgâr hızı ve havanın bağıl nem değerleri ölçülmüştür. 15 Ekim-18 Ekim 2007 ve 24 Mayıs-25 Mayıs 2008 tarihlerinde yapılan denemelerde her üç saatte bir ölçülmüş olan meteorolojik değerler Ek 1’de verilmiştir. Ölçülen hava sıcaklığı ortalama değerlerinin zamana göre değişimi Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Ortalama hava sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi

Şekil 4.1’de I. dönemdeki hava sıcaklığının II. döneme oranla daha düşük seviyelerde seyrettiği, I. dönemde en düşük sıcaklığın 9,4°C, en yüksek sıcaklığın 34,2°C olduğu, II. dönemde ise en düşük sıcaklığın 19,5°C, en yüksek sıcaklığın 37°C olduğu görülmektedir.

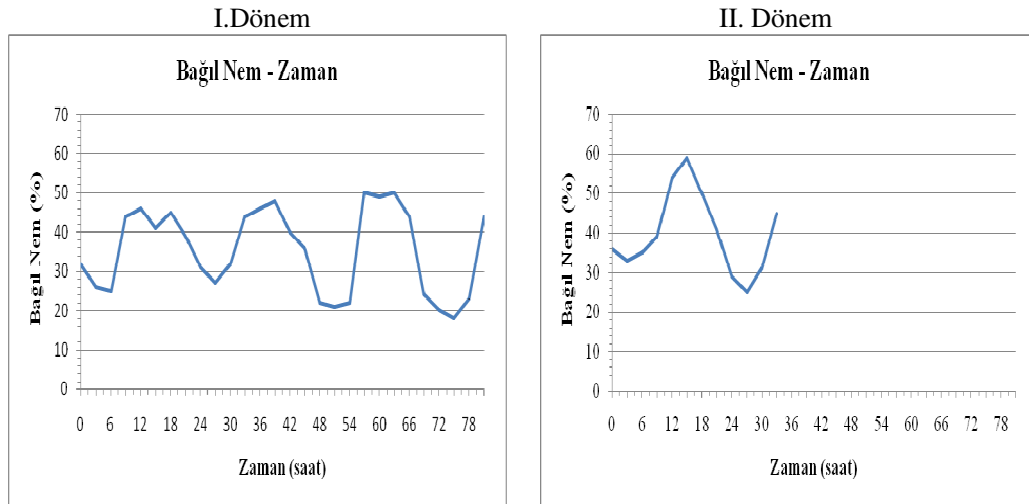
Denemelerde farklı dönemlerde ölçülen ortalama güneş ışınımı değerlerinin zamana göre değişimi Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Ortalama güneş ışınımı değerlerinin zamanla değişimi

Şekil 4.2’de II. dönemdeki güneş ışınım şiddetinin I. dönemdeki güneş ışınım şiddetine oranla daha yüksek seviyelerde olduğu, I. dönemde en yüksek güneş ışınım şiddeti 1760 W/m^2 iken II. dönemde 1910 W/m^2 olduğu görülmektedir.

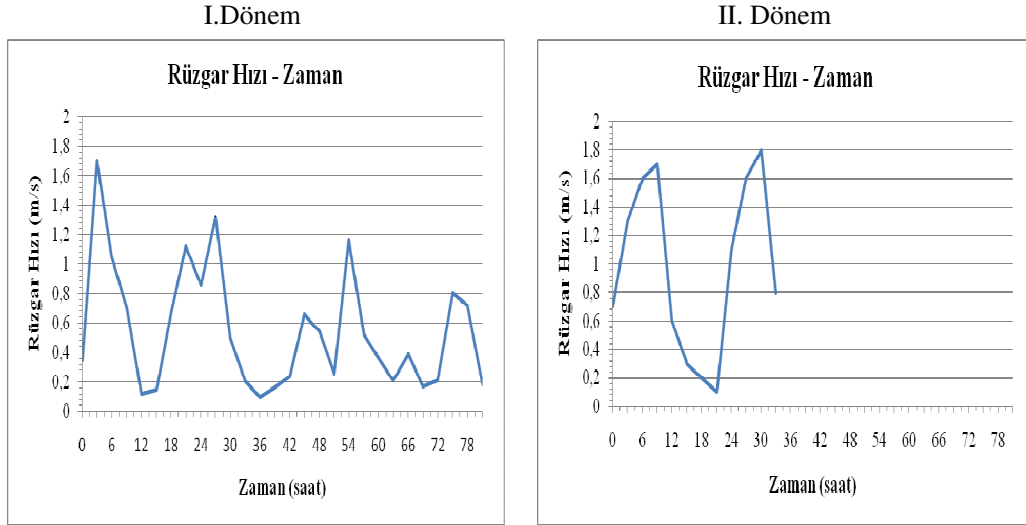
Denemelerde farklı dönemlerde ölçülen ortalama hava bağıl nemi değerlerinin zamana göre değişimi Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3 Ortalama hava bağıl nemi değerlerinin zamanla değişimi

Şekil 4.3’te II. dönemde ölçülen hava bağıl nem değerlerinin, I. dönemde ölçülen hava bağıl nem değerlerine oranla biraz daha yüksek olduğu görülmektedir.

I. dönemde en yüksek nem değeri %50 iken II. dönemde en yüksek nem değeri %59 olduğu görülmektedir. Denemelerde farklı dönemlerde ölçülen ortalama rüzgâr hızı değerlerinin zamana göre değişimi Şekil 4.4’de verilmiştir.



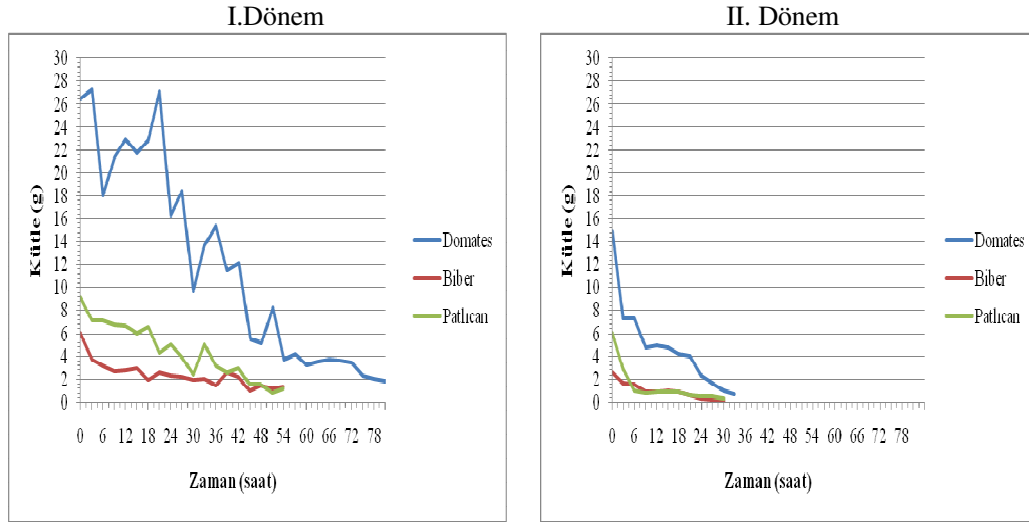
Şekil 4.4 Ortalama rüzgâr hızı değerlerinin zamanla değişimi

Şekil 4.4’de I. Dönemde ölçülen rüzgâr hızı değerlerinde en yüksek değer 1,7 m/s iken II. dönemde en yüksek rüzgâr hızı değeri 1,8 m/s olduğu görülmektedir. II. dönemde ki deneme süresince genel olarak rüzgâr hızının I. döneme göre daha fazla olmasının kuruma süresinin kısalmasına etkisi olduğu söylenebilir.

4.1.2. Ürünlerin ölçülen kütle değerleri

Denemelerde kullanılan tarımsal ürünlerin içerdikleri nem miktarlarının farklı olmasından dolayı kuruma zamanları birbirinden farklılık göstermiştir. Dilimlenmiş halde kurutulan tarımsal ürünlerin, denemenin sonlandırıldığı andaki sayıları dikkate alındığında I. dönemde 84 adet domates, 57’ şer adet biber ve patlıcan kullanılırken, II. dönemde 36 adet domates, 33’ er adet biber ve patlıcan kullanılmıştır.

Denemeler süresince domatesin zamana bağlı kütle değişimi Ek 2’de, biberin zamana bağlı kütle değişimi Ek 3’de, patlıcanın zamana bağlı kütle değişimi Ek 4’te verilmiştir. Ürünlerin ortalama kütle değerlerinin zamana bağlı değişimleri Şekil 4.5’te verilmiştir.



Şekil 4.5 Ürünlerin kütle değişimleri

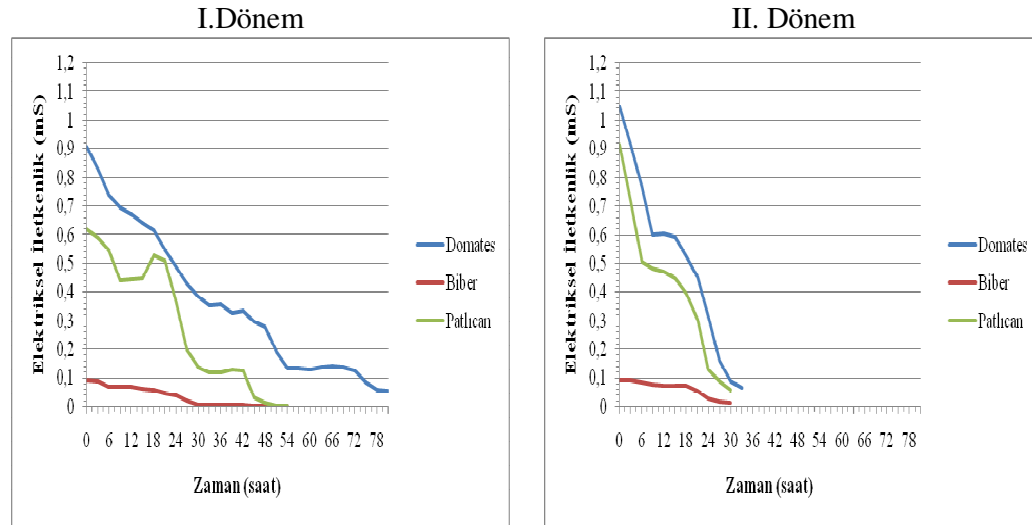
Şekil 4.5 incelendiğinde domateslerin kuruma süresinin I. dönemde 81 saat, II. dönemde 33 saat olduğu görülür. Küçük değişimler görülmekle birlikte zaman içerisinde domatesin kütlesinde özellikle denemelerin ilk saatlerinde hızlı kayıplar olduğu gözlenmektedir. Bu kayıplar II. dönemde çok daha fazla olmaktadır. Deneme başlangıçlarında başlangıç kütle değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılığın sebebi, dilimlenen ürünlerin boyutlarının birbirinden farklı olmasındandır. Kütle kayıplarından hareket ederek ürün nemine ulaşılacağı için bu farklılık istatistiksel değerlendirmelerde önem taşımamaktadır.

Kurutma sürecindeki biberlerin kuruma süresinin I. dönemde 54 saat, II. dönemde 30 saat olduğu görülmektedir. Biber kütlelerindeki azalma, kurutmaya başlandığı andan itibaren hızla artmaya başlamıştır. Biberlerin kütle azalmaları gündüz saatlerinde hızla artarken, akşam saatlerinde oldukça düştüğü hatta kütle azalmasının durma noktasına geldiği gözlenmiştir.

Patlıcanların kuruma süresi I. dönemde 54 saat, II. dönemde 30 saat olduğu görülür. I. Dönemde kütle kaybı yavaş bir azalma gösterirken, II. Dönemdeki kütle kaybı daha hızlı ve daha kısa bir sürede olduğu görülmektedir.

4.1.3. Ürünlerin ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri

Güneşte kurumaya bırakılan ürünlerin zamana bağlı elektriksel iletkenlik değişimleri Ek 5, Ek 6 ve Ek 7’da verilmiştir. Ürünlerin ortalama elektriksel iletkenlik değerlerinin zamana bağlı değişimleri Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6 Ürünlerin elektriksel iletkenlik değişimleri

Şekil 4.6 incelendiğinde her iki dönemde denemelerin başladığı andan itibaren kurumaya bırakılan domateslerin elektriksel iletkenlik değerlerinin devamlı bir azalış gösterdiği görülmektedir. 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. II. Dönemde üründeki elektriksel iletkenlik değerinin daha hızlı düştüğü görülmektedir. Ayrıca denemenin son saatlerine doğru ürünler iyice kurumaya başlamasından dolayı elektriksel iletkenlik değerinin çok az seviyelerde değişim gösterdiği hatta sabit kaldığı görülmektedir.

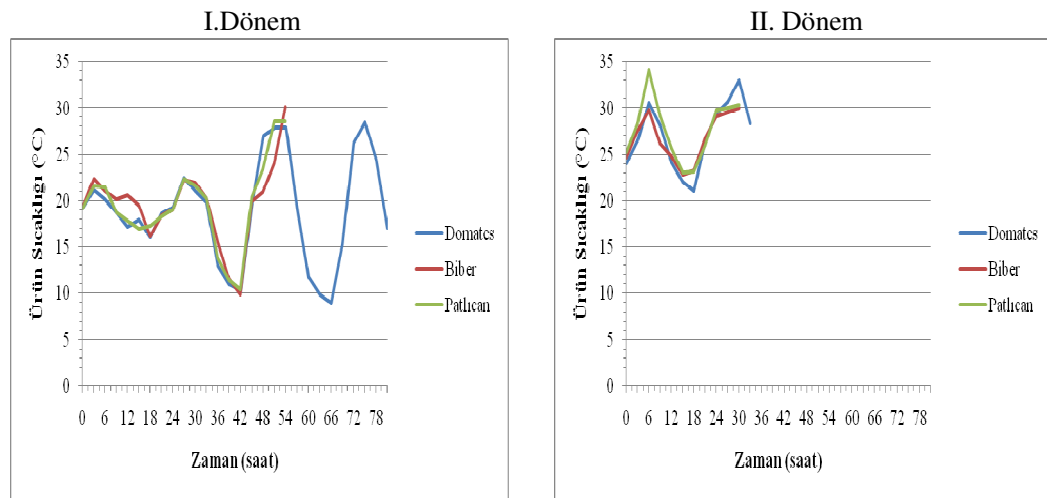
Biberlerin elektriksel iletkenlik değerlerinin oldukça düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Farklı dönemlerde biberin ortalama elektriksel iletkenlik değerlerinin zamanla azaldığı görülmektedir.

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. Kuruma sürecinin son saatlerinde ürünün elektriksel iletkenlik değerlerinin oldukça düştüğü hatta sifıra çok yakın değerlerde olduğu görülmektedir.

Patlıcanların ortalama elektriksel iletkenlik değerlerinin zamanla azaldığı, bu azalmanın I. dönemde daha hızlı olduğu görülmektedir. 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.

4.1.4. Ürünlerin ölçülen sıcaklık değerleri

Güneşte kurumaya bırakılan domateslerin elektriksel iletkenliklerinin ölçümleri yanı sıra aynı zamanda ürünün sıcaklıkları da ölçülmüştür. Kuruma sürecindeki ürünlerin belirlenen ürün sıcaklık değerleri Ek 8, Ek 9 ve Ek 10'da verilmiştir. Ürünlerin ortalama sıcaklık değerlerinin zamana bağlı değişimleri Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7 Ürünlerin sıcaklık değişimleri

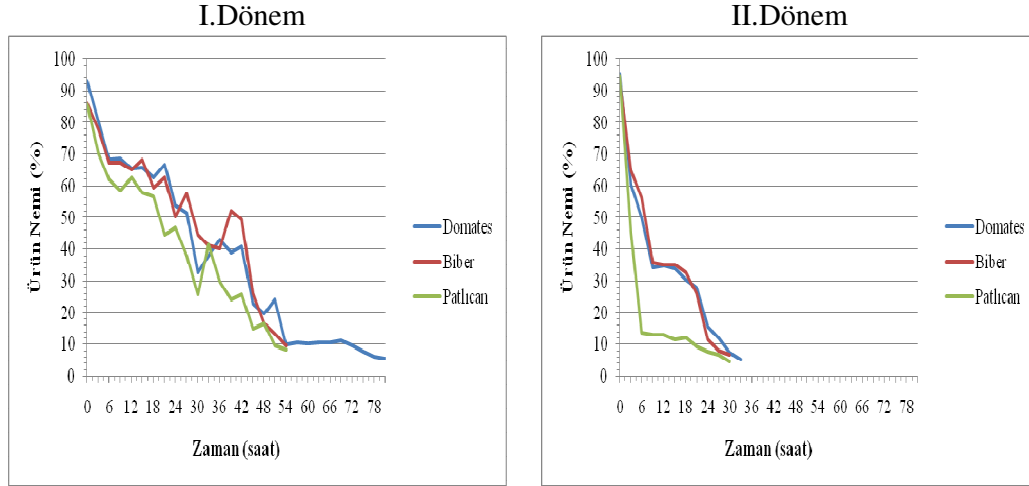
Şekil 4.7 incelendiğinde domates ürün sıcaklık ortalamalarının mevsimsel sebeplerden dolayı II. dönemde, I. döneme göre daha yüksek seyrettiği görülmektedir. Zaman içerisinde ürün sıcaklıklarının değişimine bakıldığında gece gündüz periyoduna paralel değişimlerin olduğu söylenebilir. I. Dönemde en düşük sıcaklığın 9°C iken en yüksek sıcaklığın 28,4°C olduğu, II. dönemde ise en düşük sıcaklığın 24,07°C iken en yüksek sıcaklığın 33,03°C olduğu görülmektedir.

Biber ürün sıcaklık ortalamalarının hava sıcaklığı ile paralel bir değişim gösterdiği görülmektedir. Akşam saatlerinde hava sıcaklığının düşmesinden dolayı ürün sıcaklıklarının da düştüğü ancak bu düşüşün hava sıcaklıklarının daha düşük seyrettiği I. dönemde daha fazla olduğu görülmektedir. II. dönemdeki ürün sıcaklıklarının I. döneme oranla daha yüksek seviyelerde olduğu gözlenmektedir. En yüksek ürün sıcaklık değerleri I. dönemde 30,16°C iken II. dönemde 30,03°C, en düşük ürün sıcaklık değerleri ise I. dönemde 9,93°C, II. dönemde 22,83°C olduğu görülmektedir.

Patlıcanda, hava sıcaklığı arttıkça ürün sıcaklıklarının da arttığı, bu artışın II. dönemde daha fazla olduğu görülmektedir. En yüksek ürün sıcaklık değerleri I. dönemde 28,56°C iken II. dönemde 34,07°C olduğu görülmektedir.

4.1.5. Ürünlerin hesaplanan nem değerleri

Güneşte kurumaya bırakılan ürünlerin kuruma sürecindeki nem değerleri her 3 saatte bir alınan 3 ayrı örnek yardımıyla 3.2.3. bölümünde belirtilen hesaplama yöntemlerine uygun biçimde belirlenmiştir. Ürünlerin zamana bağlı nem değerleri Ek 11, Ek 12 ve Ek 13'de verilmiştir. Ortalama ürün nem değerlerinin zamana bağlı değişimleri Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8 Ürünlerin nem değişimleri

Şekil 4.8’de domatesin ortalama nem değerlerinin devamlı bir azalış gösterdiği 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. II. dönemdeki hava sıcaklığının ve rüzgâr hızı değerlerinin I. döneme göre daha yüksek olmasından dolayı II. dönemdeki nem değerlerindeki azalmanın daha hızlı olduğu görülmektedir.

Biberlerin nem değerlerinin kurumaya başladığı andan itibaren hızla düşüş gösterdiği görülmektedir. Bu düşüş I. dönemde daha yavaş olurken, II. dönemde daha hızlı olduğu görülmektedir. Biberin ilk nem değerleri I. Dönemde % 86,01 iken II. dönemde % 93,43 olduğu, I. dönemde 54 saatin sonunda %9,48 nem seviyesine, II. dönemde 30 saatin sonunda %6,63 nem seviyesine geldiği görülmektedir.

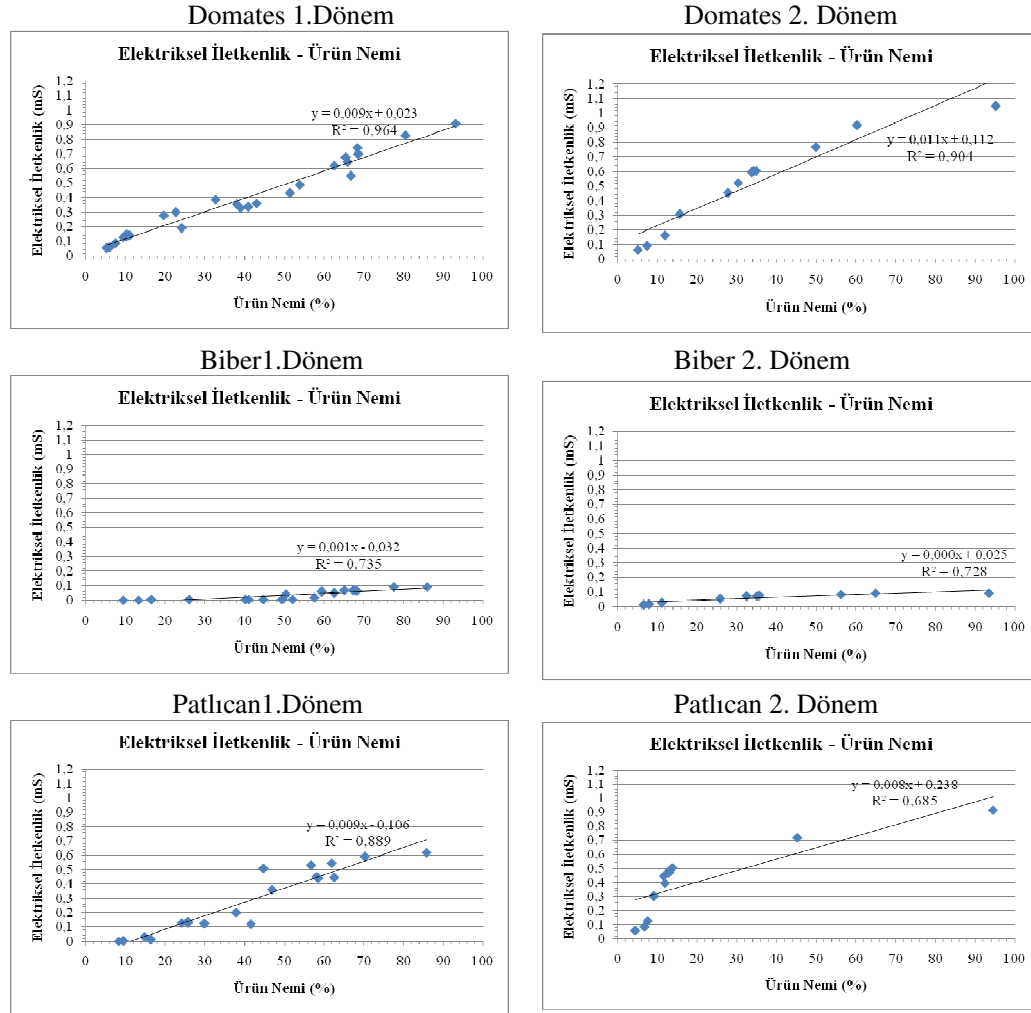
Patlıcanlar, I. dönemde %85,77 olan ilk nem değerinden 54 saatin sonunda %8,26 son değerine, II. dönemde ise %94,48 olan ilk nem değerinden 30 saatin sonunda %4,53 son nem değerine geldiği görülmektedir.

4.1.6. Elektriksel iletkenlik ile ürün parametreleri arasındaki ilişkiler

Farklı ürün ve dönemler için Ek 2’den Ek 13’e kadar verilen parametrelerin ortalama değerleri ile Ek 1’de verilen meteorolojik veriler kullanılarak elektriksel iletkenlik ve diğer parametreler arasında istatistiksel ilişkilerin olup olmadığı araştırılmıştır.

4.1.6.1. Elektriksel iletkenlik ve ürün nemi arasındaki ilişkiler

Farklı ürün ve dönemler için elektriksel iletkenlik ve ürün nemi arasındaki ilişkiler Şekil 4.9'da verilmiştir.



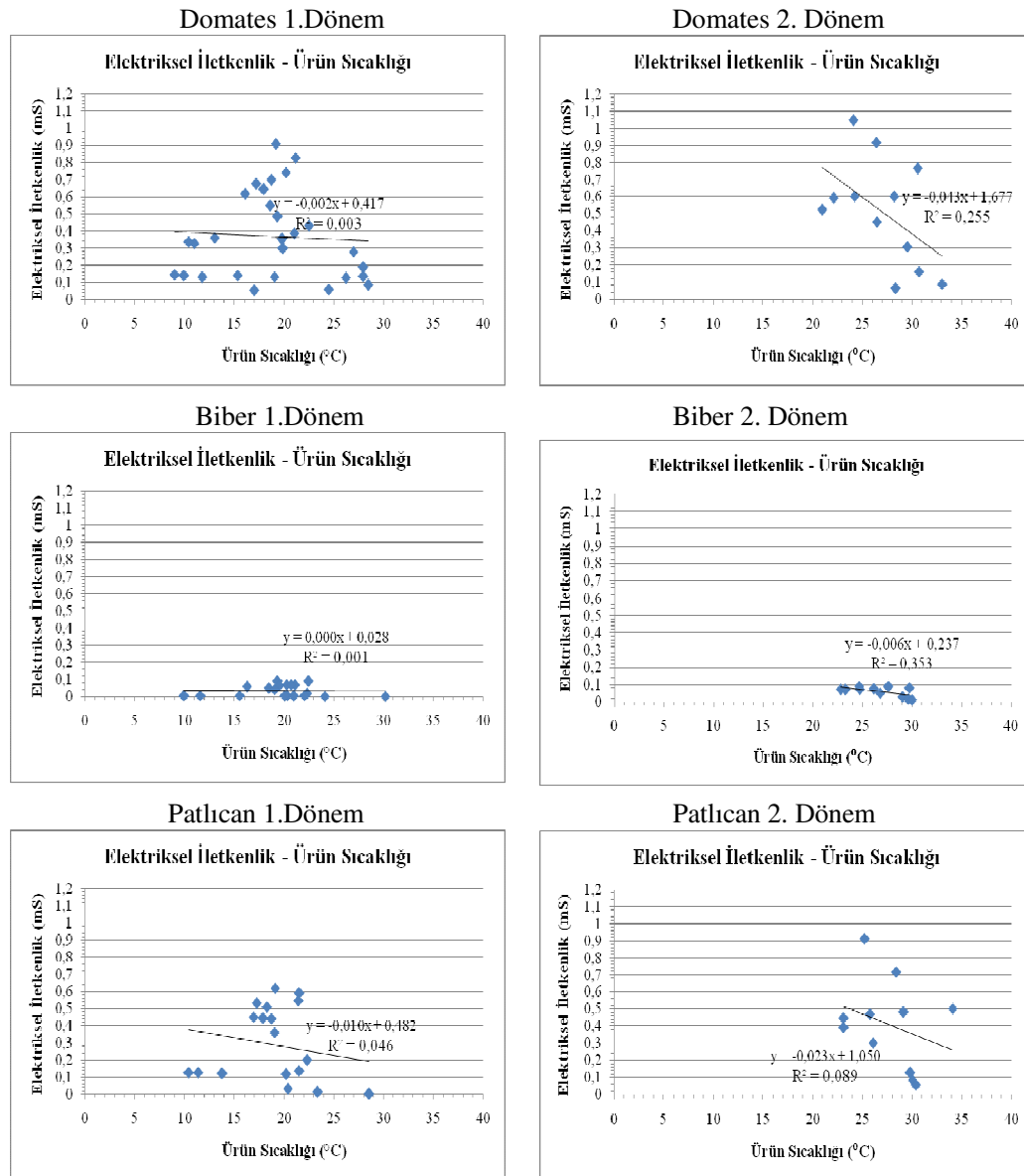
Şekil 4.9 Ürün nemi ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki

Şekil 4.9 incelendiğinde her 3 üründe, elektriksel iletkenlik değeri ile ürün nemi arasında yüksek seviyede 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.

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.

4.1.6.2. Elektriksel iletkenlik ve ürün sıcaklığı arasındaki ilişkiler

Farklı ürün ve dönemler için elektriksel iletkenlik ve ürün sıcaklığı arasındaki ilişkiler Şekil 4.10'da verilmiştir.



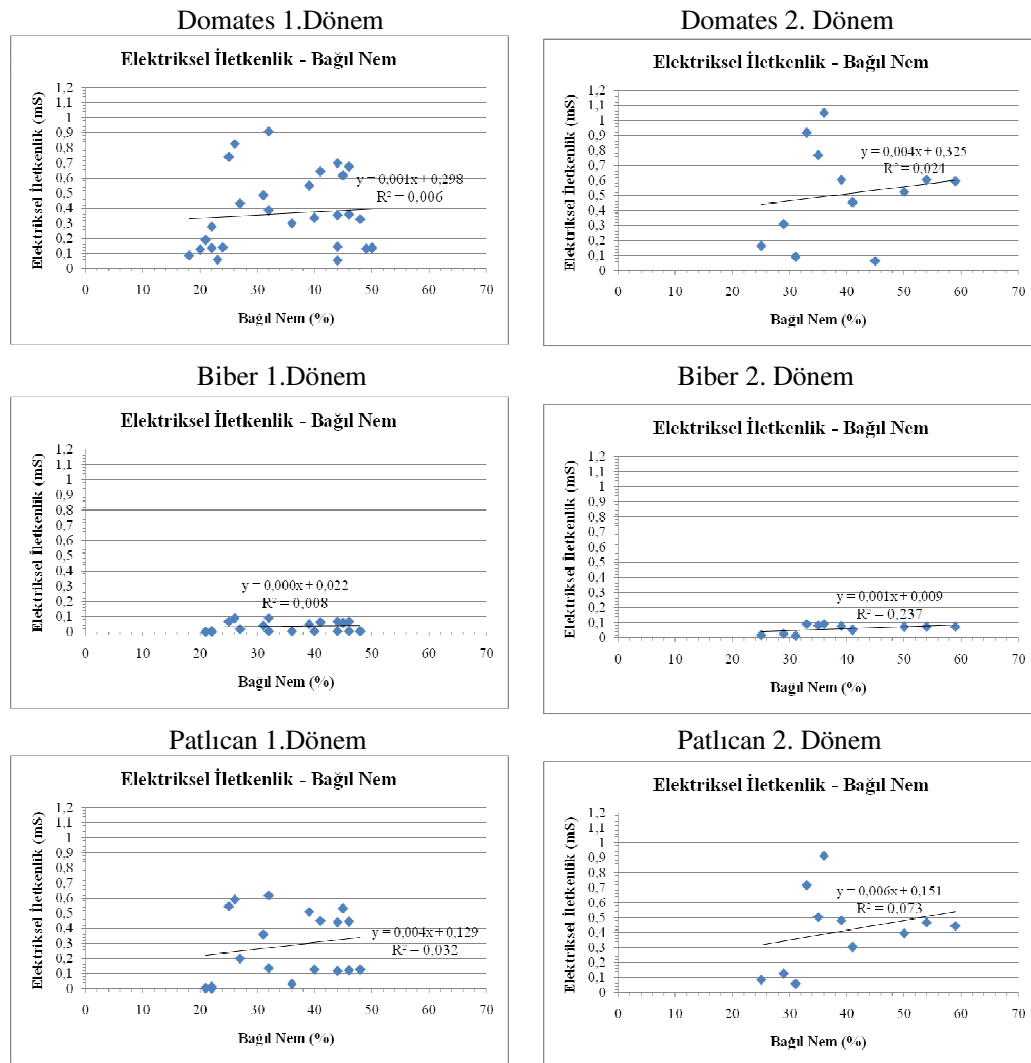
Şekil 4.10 Ürün sıcaklığı ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki

Şekil 4.10 incelendiğinde farklı ürünlerin farklı dönemlerdeki elektriksel iletkenlik değerleri ile ürün sıcaklıkları arasında kayda değer bir ilişkinin bulunmadığı görülür.

4.1.7. Elektriksel iletkenlik ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişkiler

4.1.7.1. Elektriksel iletkenlik ve bağıl nem arasındaki ilişkiler

Farklı ürün ve dönemler için elektriksel iletkenlik ve bağıl nem arasındaki ilişkiler Şekil 4.11’de verilmiştir.



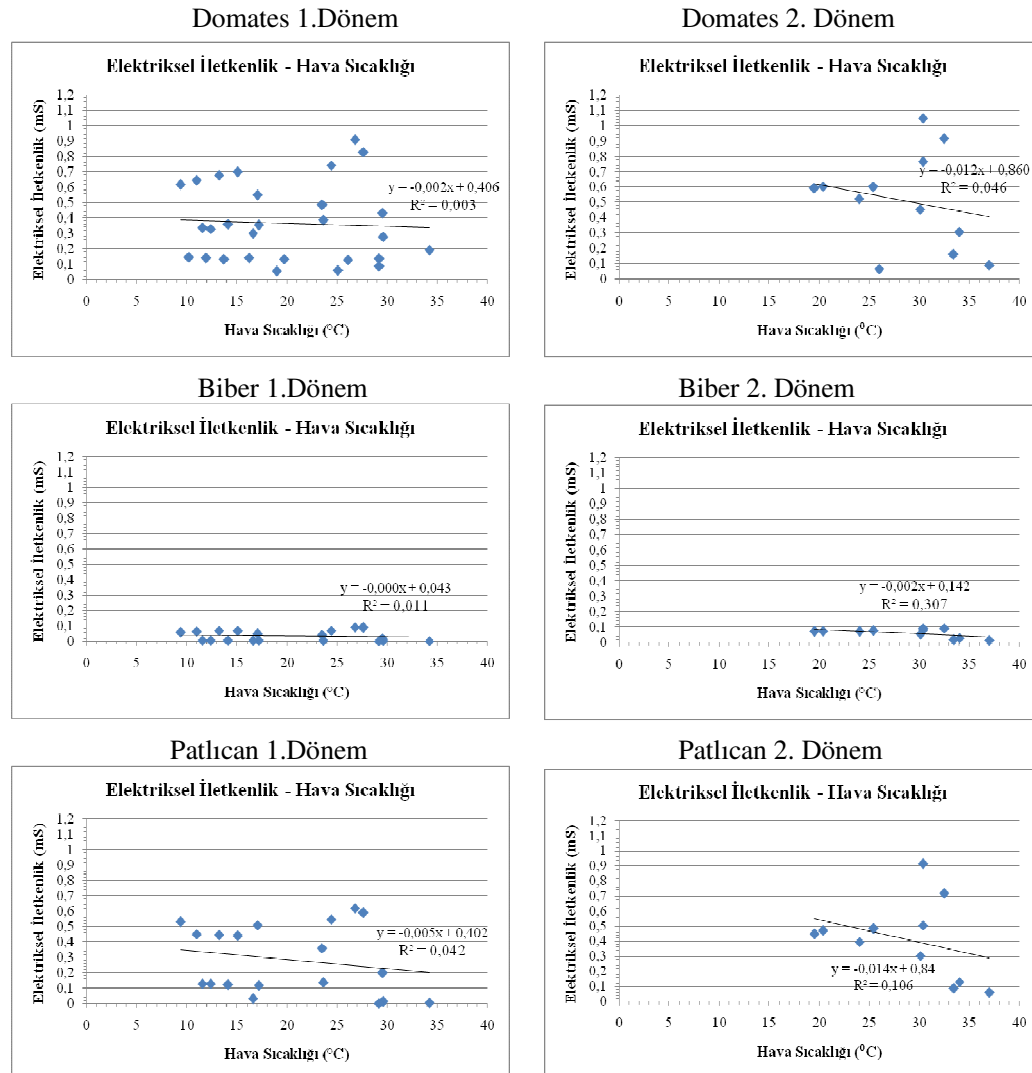
Şekil 4.11 Bağıl nem ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki

Şekil 4.11 incelendiğinde domateste I. dönemdeki ilişki düzeyinin $R^2=0,006$ iken II. dönemde $R^2=0,024$ olduğu, biberde I. dönemdeki ilişki düzeyinin $R^2=0,008$ iken, II. dönemde $R^2=0,237$ değerinde olduğu, patlıcan da ise I. dönemdeki ilişki düzeyinin $R^2=0,032$ iken II. dönemde $R^2=0,073$ olduğu görülmektedir.

Bu sonuçlardan dolayı farklı ürünlerin farklı dönemlerdeki elektriksel iletkenlik değerleri ile bağıl nem arasında kayda değer bir ilişkinin bulunmadığı görülür.

4.1.7.2. Elektriksel iletkenlik ve hava sıcaklığı arasındaki ilişkiler

Farklı ürün ve dönemler için elektriksel iletkenlik ve hava sıcaklığı arasındaki ilişkiler Şekil 4.12’de verilmiştir.

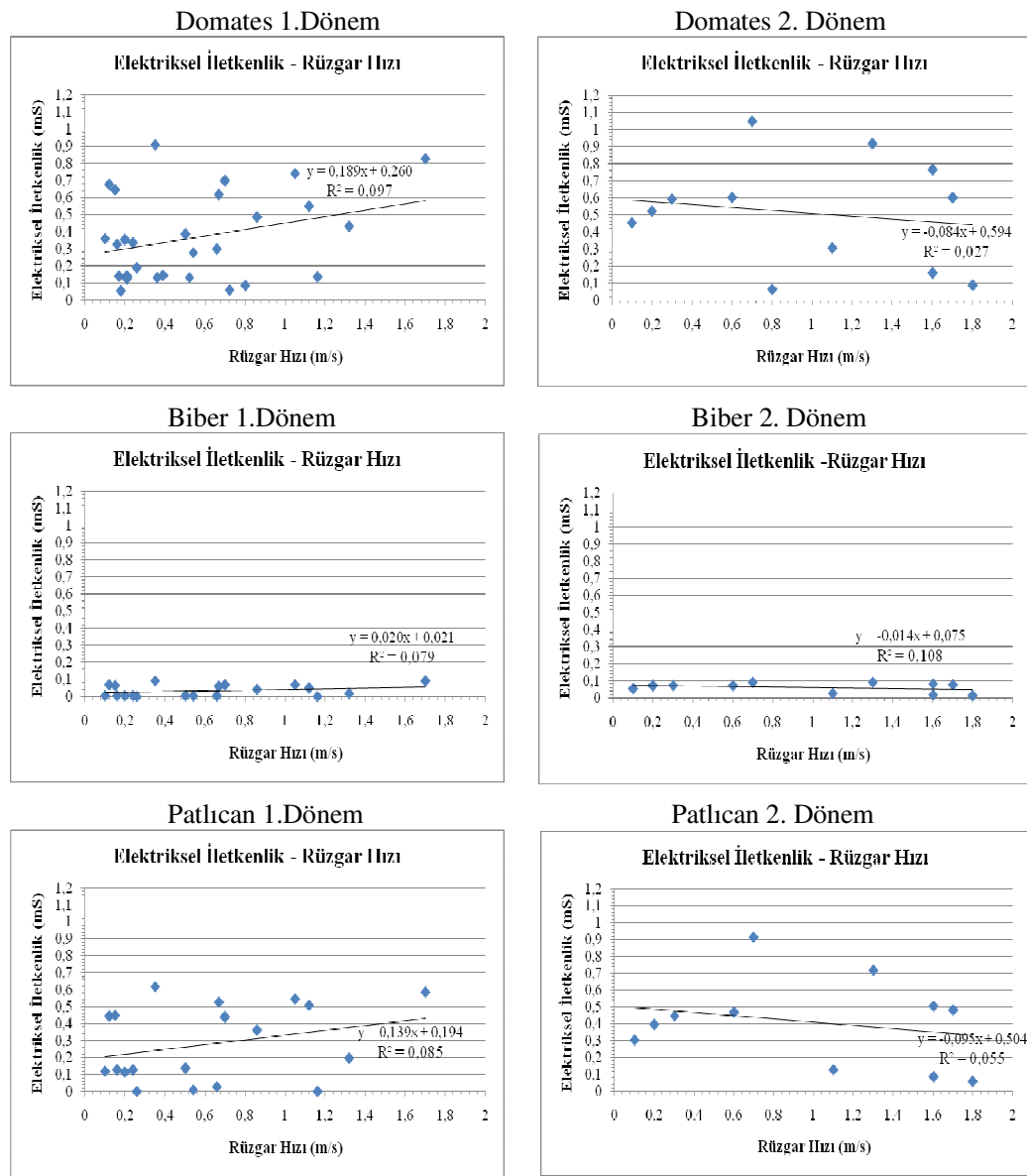


Şekil 4.12 Hava sıcaklığı ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki

Şekil 4.12 incelendiğinde farklı ürünlerin elektriksel iletkenlik değerleri ile hava sıcaklığı arasındaki ilişkiler incelendiğinde, ilişki düzeylerinin çok düşük olmasından dolayı ürünlerin, farklı dönemlerde bile olsa elektriksel iletkenlik değerleri ile hava sıcaklığı arasında kayda değer bir ilişkinin bulunmadığı görülür.

4.1.7.3. Elektriksel iletkenlik ve rüzgâr hızı arasındaki ilişkiler

Farklı ürün ve dönemler için elektriksel iletkenlik ve rüzgâr hızı arasındaki ilişkiler Şekil 4.13’de verilmiştir.

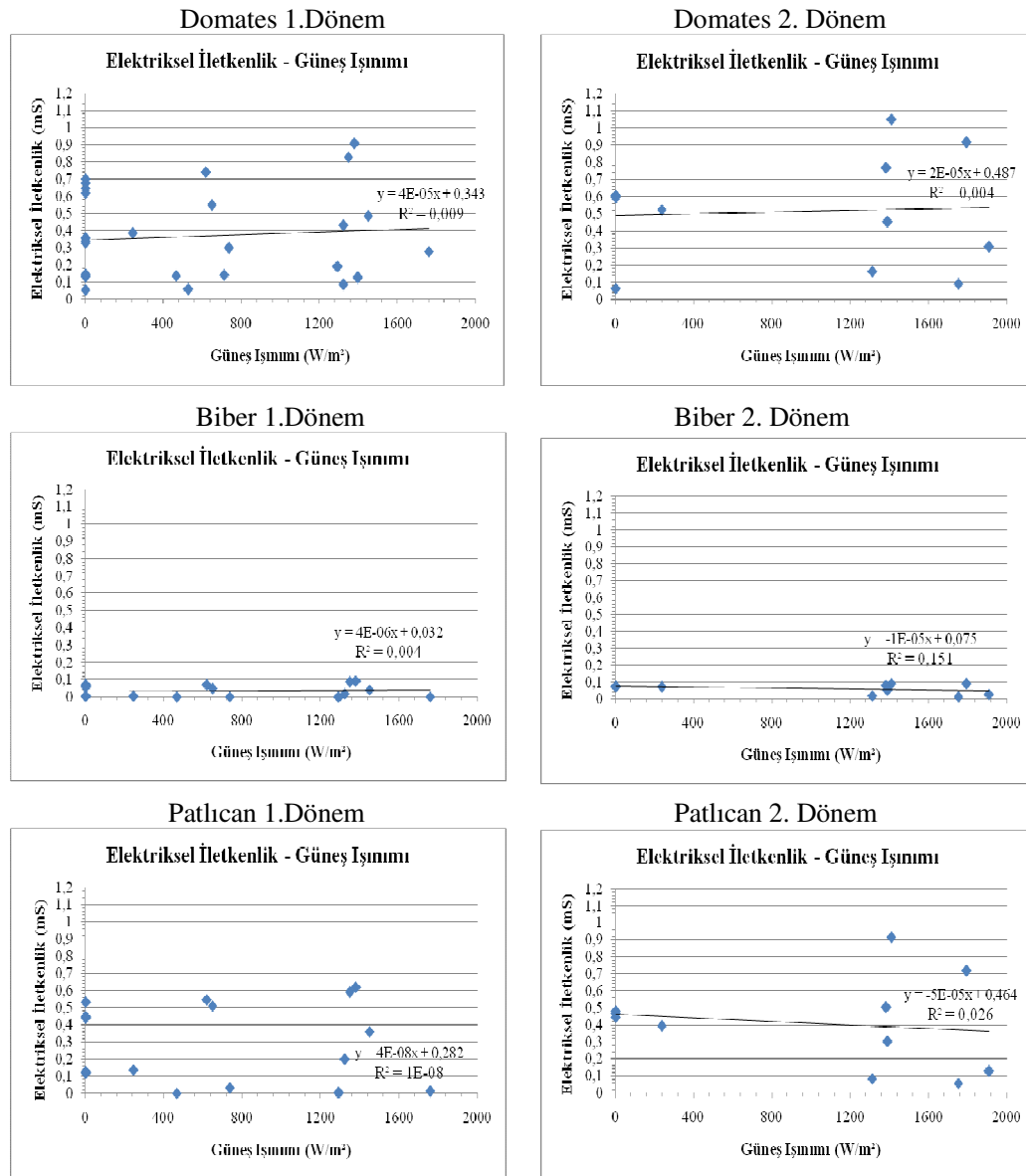


Şekil 4.13 Rüzgâr hızı ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki

Şekil 4.13 incelendiğinde farklı ürünlerin elektriksel iletkenlik değerleri ile rüzgâr hızı arasındaki ilişkiler incelendiğinde, ilişki düzeylerinin çok düşük olmasından dolayı ürünlerin, farklı dönemlerde bile olsa elektriksel iletkenlik değerleri ile rüzgâr hızı arasında kayda değer bir ilişkinin bulunmadığı görülür.

4.1.7.4. Elektriksel iletkenlik ve güneş ışınımı arasındaki ilişkiler

Farklı ürün ve dönemler için elektriksel iletkenlik ve güneş ışınımı arasındaki ilişkiler Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14 Güneş ışınımı ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki

Şekil 4.14 incelendiğinde farklı ürünlerin elektriksel iletkenlik değerleri ile güneş ışıını arasındaki ilişkiler incelendiğinde, ilişki düzeylerinin çok düşük olmasından dolayı ürünlerin, farklı dönemlerde bile olsa elektriksel iletkenlik değerleri ile güneş ışıını arasında kayda değer bir ilişkinin bulunmadığı görülür.

4.1.8. Elektriksel iletkenlik ile diğer parametreler arasındaki ilişkiler

Denemelerde kullanılan ürünlerin, ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri ile denemelerde ölçülen ve hesaplanan tüm parametreler arasındaki ilişkiler, istatistiksel olarak çoklu regresyona tabi tutulmuşlardır. Çoklu regresyon analizinde kullanılan veriler Ek 14’de verilmiştir.

4.1.8.1. Elektriksel iletkenlik ile ürün nemi ve ürün sıcaklık değerleri arasındaki ilişkiler

Elektriksel iletkenlik değerleri ile ürün sıcaklığı ve ürün nemi değerleri arasındaki ilişkilerin belirlenebilmesi için her bir ürün ve dönem için varyans analizi yapılmıştır. Farklı ürün ve dönemlere göre varyans analizi için sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Varyans analizi

Dönem	Ürün	Kaynak	DF	SS	MS	F Ratio
I. D Ö N E M	Domates	Model	2	1,6745046	0,837252	349,5825
		Hata	25	0,0598752	0,002395	Prob > F
		Gözlem	27	1,7343797		<.0001
	Biber	Model	2	0,01287437	0,006437	40,7422
		Hata	12	0,00189598	0,000158	Prob > F
		Gözlem	14	0,01477035		<.0001
	Patlıcan	Model	2	0,62655216	0,313276	45,3943
		Hata	14	0,09661708	0,006901	Prob > F
		Gözlem	16	0,72316924		<.0001
II. D Ö N E M	Domates	Model	2	0,9959188	0,497959	49,5211
		Hata	9	0,0904996	0,010056	Prob > F
		Gözlem	11	1,0864184		<.0001
	Biber	Model	2	0,00705185	0,003526	18,8934
		Hata	8	0,00149298	0,000187	Prob > F
		Gözlem	10	0,00854483		0,0009
	Patlıcan	Model	2	0,48006886	0,240034	9,2443
		Hata	8	0,20772590	0,025966	Prob > F
		Gözlem	10	0,68779476		0,0083

Ürünlerin elektriksel iletkenlik değerleri ile ürün sıcaklığı ve ürün nemi değerleri arasındaki ilişkileri gösteren regresyon analizi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 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

Domatesin ürün sıcaklığı faktörünün, ürünün elektriksel iletkenlik değeri üzerine I. dönemde ($p>0.05=0.444$) ve II. dönemde ($p>0.05=0.2844$) istatistiksel olarak önemli etkisinin olmadığı görülmüştür.

Biberin I. döneminde ($p>0.05=0.1850$) ve II. döneminde ($p>0.05=0.0681$) ürün sıcaklığı faktörünün, elektriksel iletkenliği üzerine istatistiksel olarak önemli etkisinin olmadığı görülmüştür.

Patlıcanın ürün sıcaklığı faktörünün, I. dönemde ($p>0.05=0.7665$) ve II. dönemde ($p>0.05=0.5808$) ürünün elektriksel iletkenliği üzerine istatistiksel olarak önemli etkisinin olmadığı görülmüştür.

Farklı ürün ve dönemler için yapılan çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre ürünlerdeki nem değerlerinin, elektriksel iletkenlik değerlerine yüksek derecede etki ettiği görülmektedir.

4.1.8.2. Elektriksel iletkenlik ile meteorolojik değerler arasındaki ilişkiler

Elektriksel iletkenlik değerleri ile meteorolojik değerler arasındaki ilişkiler her bir ürün ve dönem için belirlenmiş olup, regresyon analizi sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Çoklu regresyon analizi sonuçları

Dönem	Ürün	Kaynak	N	DF	SS	F	Prob > F
I. D Ö N E M	Domates	Hava Sıcaklığı	1	1	0,05496569	0,9542	0,3388
		Rüzgâr Hızı	1	1	0,23706376	4,1154	0,0542
		Güneş Işınımı	1	1	0,13006568	2,2579	0,1465
		Bağıl Nem	1	1	0,06278852	1,0900	0,3073
	Biber	Hava Sıcaklığı	1	1	0,00016415	0,1447	0,7094
		Rüzgâr Hızı	1	1	0,00258407	2,2779	0,1535
		Güneş Işınımı	1	1	0,00097528	0,8597	0,3695
		Bağıl Nem	1	1	0,00036947	0,3257	0,5773
	Patlıcan	Hava Sıcaklığı	1	1	0,01496435	0,3359	0,5714
		Rüzgâr Hızı	1	1	0,15915186	3,5720	0,0796
		Güneş Işınımı	1	1	0,04777509	1,0723	0,3180
		Bağıl Nem	1	1	0,01983068	0,4451	0,5155
II. D Ö N E M	Domates	Hava Sıcaklığı	1	1	0,44729917	6,4065	0,0392
		Rüzgâr Hızı	1	1	0,02224270	0,3186	0,5901
		Güneş Işınımı	1	1	0,50656680	7,2554	0,0309
		Bağıl Nem	1	1	0,03664796	0,5249	0,4923
	Biber	Hava Sıcaklığı	1	1	0,00222208	3,1202	0,1278
		Rüzgâr Hızı	1	1	0,00019530	0,2742	0,6193
		Güneş Işınımı	1	1	0,00154709	2,1724	0,1909
		Bağıl Nem	1	1	0,00013218	0,1856	0,6816
	Patlıcan	Hava Sıcaklığı	1	1	0,16764544	2,1749	0,1907
		Rüzgâr Hızı	1	1	0,00675834	0,0877	0,7771
		Güneş Işınımı	1	1	0,13382626	1,7362	0,2357
		Bağıl Nem	1	1	0,02068262	0,2683	0,6230

Çizelge 4.3 incelendiğinde meteorolojik verilerin ürünlerdeki elektriksel iletkenliği etkilemediği görülmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, kurutmada en çok tercih edilen tarımsal ürünlerden domates, biber ve patlıcan kullanılmıştır. Ürünler klasik kurutma işleminde gerçekleştirilen dilimlere ayrıldıktan sonra doğal yöntemlerle kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır. Mevsim koşullarının uygun olması sebebiyle yaz sonu ve yaz başlangıcı olmak üzere 2 dönemde kurutma işlemi gerçekleştirilmiş olup, kuruma sürecindeki ürünlerin, 3 saat aralıklarla elektriksel iletkenlik, sıcaklık ve nem değerlerinin yanı sıra denemenin yapıldığı ortamın sıcaklığı, bağıl nemi, güneş ışınımı ve rüzgâr hızı gibi parametrelerinin ölçümü de yapılmıştır.

I. Deneme 15 – 18 Ekim 2007 tarihinde gerçekleşmiştir. Deneme dönemi içerisinde, hava sıcaklığı ortalaması $19,9^{\circ}\text{C}$, güneş ışınım değerinin ortalaması $544,57 \text{ W/m}^2$, rüzgâr hızı ortalaması $0,55 \text{ m/s}$ ve hava bağıl nemi ortalaması ise %35,32 olarak ölçülmüştür. I. dönemde, domates ilk nem değeri ortalaması %93,13'ten son nem değeri ortalaması %5,33'e, biber ilk nem değeri ortalaması %86,01'den son nem değeri ortalaması %9,48'e, patlıcan ilk nem değeri ortalaması %85,77'den son nem değeri ortalaması %8,26'ya düşmüştür. Denemede domatesin kuruma süresi 81 saat, biber ve patlıcanın 54 saat olarak belirlenmiştir. Ortalama elektriksel iletkenlik değerleri ise domatesin $0,907 \text{ mS}$ 'ten $0,054 \text{ mS}$ 'e, biberin $0,0910 \text{ mS}$ 'ten $0,0008$ 'e, patlıcanın ise $0,6193 \text{ mS}$ 'ten $0,0012 \text{ mS}$ 'e düştüğü belirlenmiştir.

II. Deneme 24 – 25 Mayıs 2008 tarihinde gerçekleşmiştir. Deneme periyodu içerisinde, hava sıcaklığı ortalaması $28,6^{\circ}\text{C}$, güneş ışınım değerinin ortalaması $933,25 \text{ W/m}^2$, rüzgâr hızı ortalaması $0,98 \text{ m/s}$ ve hava bağıl nemi ortalaması ise %39,75 olarak ölçülmüştür. II. Dönemde, domates ilk nem değeri ortalaması %95,15'ten son nem değeri ortalaması %5,12'ye, biber ilk nem değeri ortalaması %93,43'ten son nem değeri ortalaması %6,63'e, patlıcan ilk nem değeri ortalaması %94,48'den son nem değeri ortalaması %4,53'e düşmüştür. Denemede domatesin kuruma süresi 33 saat, biber ve patlıcanın 30 saat olarak belirlenmiştir. Ortalama elektriksel iletkenlik değerleri ise domatesin $1,0487 \text{ mS}$ 'ten $0,0650 \text{ mS}$ 'e, biberin $0,0911 \text{ mS}$ 'ten $0,0115$ 'e, patlıcanın ise $0,9136 \text{ mS}$ 'ten $0,0567 \text{ mS}$ 'e düştüğü belirlenmiştir.

I. dönemde sabah saatlerinde hava sıcaklığının ve güneş ışınım şiddetinin artmaya başlamasıyla birlikte ürünlerdeki kütle kayıplarının artmaya başladığı görülmektedir. Gün içinde sıcaklığın ve güneş ışınım şiddetinin en yüksek seviyeye geldiği saatlerde kütlelerdeki azalmanın çok hızlı olduğu görülmektedir. Denemenin akşam saatlerinde güneş ışığının olmamasından ve hava sıcaklığının düşmesinden dolayı ürünlerdeki kütle kaybı en aza inmekte hatta kütle kayıplarının durma seviyesine geldiği gözlenmektedir. Denemeler, ürünlerin kütle kaybının durduğu veya çok az değişim gösterdiği zamana kadar devam etmiştir.

II. Dönemde hava sıcaklığının yüksek olmasından dolayı denemeye başlandığı andan itibaren ürünlerindeki kütle kaybı hızla artmaya başlamıştır. Ürünlerdeki kütle kaybı, sıcaklıkla birlikte güneş ışınım şiddetinin ve rüzgâr hızının da gün içinde en üst seviyeye gelmesinden dolayı hızla artmaya devam etmiştir. Denemenin akşam saatlerinde de rüzgâr hızının fazla olmasından dolayı kütle kaybı artmaya devam etmiştir. Gündüz saatlerinde artan sıcaklık ve yüksek rüzgâr hızı değerlerinden dolayı ürünler hızla kütle kaybetmeye devam etmiştir. Deneme, başladığı andan itibaren kütle kayıplarının çok düşük seviyelerde azalma gösterdiği zamana kadar devam etmiştir.

Denemelerde kullanılan ürünlerin elektriksel iletkenlik değerlerine, ürün sıcaklığı, ürün nemi, hava sıcaklığı, rüzgâr hızı, bağıl nem ve güneş ışınım şiddeti değerlerinin etkisini araştırabilmek için, her iki deneme dönemindeki parametre değerleri, ürünlerin elektriksel iletkenlik değerleri ile çoklu regresyon analizine tabi tutulmuştur.

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, üründeki mevcut nem değerlerinin bilinmesinin yeterli olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

Akyurt, M., Sevilir, E., Söylemez, E., Selçuk, K., 1971.Güneş Enerjisi ve Bazı Yakıtlarla Meyve ve Sebze Kurutulması, TÜBİTAK, Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu, Proje no: TOAG-97, Ankara.

Alayunt, F,N., 2000. Biyolojik Malzeme Bilgisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 54, 132 p. Bornova-İzmir.

Anonim, 2002. Türk Standardı Tasarısı Domates TS 794 ICS 67.080.20 [www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/DTS/MevzuatDb/Domates.doc] Erişim Tarihi: 19.04.2008

Anonim, 2006. Türk Standardı Tasarısı Taze Biber TS 1205 Revizyon ICS 67.080.20 [http://www.aib.gov.tr/sirkuler/srkyms2006294.pdf] Erişim Tarihi: 19.04.2008.

Anonim, 2007-a. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü [www.meteor.gov.tr] Erişim Tarihi: 20.10.2007.

Anonim, 2007-b. [www.gazi.edu.tr/~mkaracan/enstrumental/iletkenlik] Erişim Tarihi: 24.10.2007.

Anonim, 2007-c. Türk Standardı Tasarısı Patlıcan TS 1255. ICS 67.080.20 [www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/DTS/TarimDb/teb08-32/ek_2.doc] Erişim Tarihi: 19.04.2008.

Anonim, 2008-a [www.dresref.googlepages.com/biyomatgerktap.pdf] Erişim Tarihi: 11.02.2008

Anonim, 2008-b [http://fizik.mu.edu.tr/aras/elektrik-optikk.htm] Erişim Tarihi: 07.01.2008

- Anonim, 2008-c. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri
[www.tuik.gov.tr] Erişim Tarihi: 03.03.2008.
- Anonymous, 2008-d. FAO Statistical Databases, Productstat,
[http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx] Erişim Tarihi: 05.03.2008.
- Anonymous, 1983. ASAE, Moisture Measurement-Peanuts. ASAE Standard of ASAE S.410.1. **Agricultural Engineering Yearbook of Standards**, 329-331.
- Birdoğan, S., 2007. Siyah Camların Elektriksel Ve Optik Özellikleri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 93s., Eskişehir.
- Eckertova, L. 1986. Physics of Thin Films. Plenum Press. Second Edition; 233-237.
- Erdoğan M., 1997. Malzeme Bilimi ve Mühendislik Malzemeler. Nobel Yayınevi, Ankara.
- Ersoy, T., 2004. Alt Tabaka Sıcaklığının Püskürtme Yöntemiyle Hazırlanan Çinko Oksit Filmlerin Elektriksel İletkenlik Ve Optiksel Özellikleri Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 64s., Ankara.
- Ertekin C., Yıldız O. 2001. Patlıcan Kurutmada Kurumanın Çeşitli Modeller İle Açıklanması. **Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi**, (13 – 15 Eylül 2001), 399 – 404s, Şanlıurfa.
- Ertekin, C. 2002. Bazı Sebze Ve Meyvelerin Kurutulması. Tarım Ürünleri Kurutma Çalışmayı.

- Göver, K., 1996. Bazı Endüstriyel Malzemelerin Mikrodalga Dielektrik Sabitinin Ölçülmesi. Uludağ üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 49s., Bursa.
- Güner, M., 2003. Fasülye, Barbunya ve Mercimeğin Yük Altındaki Mekanik Davranışlarının Belirlenmesi. **Tarım Bilimleri Dergisi**, 9 (2); 182-188.
- Heybeli, N. Ertekin, C., 2007. Elma Dilimlerinin İnce Tabaka Halinde Kuruma Karakteristiği. **Tarım Makinaları Bilimi Dergisi**, 3 (3); 179 – 187.
- Hoffmann, M., Staller, B., 2004. Lebensmittelqualität – elektrochemisch betrachtet. [<http://aid.de/fachzeitschriften/fachzeitschriften.cfm>], Erişim Tarihi: 11.04.2008.
- 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., Ilıcalı, C., 2005-b. Temperature dependent electrical conductivities of fruit purees during ohmic heating. **Food Research International.**, volume: 38. London.
- İyibakanlar, G., Oktay, A., 2007. Bazı Polimerlerin Dielektrik Özelliklerinin Frekansla Değişimlerinin İncelenmesi. **Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi**, Ocak 2007 cilt 3 sayı 1(11-19).
- Lievense, L.C., 1991. The Inactivation of Lactobacillus Plantarum During Drying. Ph.D. Thesis, Wageningen University.
- 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.
- Özbalta, N., Güngör, A. 1998. Kurutma Sistemlerinde Isı Pompası Kullanım Potansiyeli. Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü, 5-6, İzmir.
- Sankır, N. 2006. TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi [www.nsankir.etu.edu.tr/Fizik%20102-induktans.pdf], Erişim Tarihi: 24.01.2008.
- Strumillo, C., Kudra, T., 1986. Drying: Principles, Applications and Design. Gordon and Breach Science Publishers. New York.
- 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.
- Yağcıoğlu, A., 1999. Tarım Ürünlerini Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 536, Bornova-İzmir.
- Yalçın, İ., 1999. Değişik Toprak İşleme ve Pamuk Ekim Tekniklerinin Aydın Yöresi Koşullarına Uygulama Olanakları. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir.
- Yurtlu, Y.B., Erdoğan, D., 2005. Domates Çeşitlerinde Depolama Süresinin Bazı Mekanik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi. **Tarım Bilimleri Dergisi**, 11 (2); 201-206.

Yüzgeç, U. 2005. Kurutma Sürecinin Modellenmesi ve Akıllı Öngörülü Denetimi. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 195s., Kocaeli.

Zor, M. 2007 Maddenin Elektriksel İletkenlik Özellikleri. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.

EKLER

Ek 1. Deneme süresince ölçülen meteorolojik değerler

DÖNEM	TARİH	Zaman (Saat)	Kümülatif Zaman (saat)	Sıcaklık (°C)	Güneş Işınımı (W/m ²)	Rüzgâr Hızı (m/s)	Hava Bağlı Nemi (%)	
I. D Ö N E M	15.10.2007	12:00	0	26,8	1381	0,35	32	
		15:00	3	27,6	1350	1,7	26	
		18:00	6	24,4	618	1,05	25	
		21:00	9	15,1	1	0,7	44	
		24:00	12	13,2	1	0,12	46	
	16.10.2007	03:00	15	11	1	0,15	41	
		06:00	18	9,4	1	0,67	45	
		09:00	21	17,1	648	1,12	39	
		12:00	24	23,5	1451	0,86	31	
		15:00	27	29,5	1324	1,32	27	
		18:00	30	23,6	246	0,5	32	
		21:00	33	17,2	1	0,2	44	
	17.10.2007	24:00	36	14,1	1	0,1	46	
		03:00	39	12,4	1	0,16	48	
		06:00	42	11,6	1	0,24	40	
		09:00	45	16,6	736	0,66	36	
		12:00	48	29,6	1760	0,54	22	
		15:00	51	34,2	1293	0,26	21	
		18:00	54	29,2	466	1,16	22	
	18.10.2007	21:00	57	19,7	1	0,52	50	
		24:00	60	13,7	1	0,36	49	
		03:00	63	11,9	1	0,21	50	
		06:00	66	10,2	1	0,39	44	
		09:00	69	16,2	712	0,17	24	
		12:00	72	26,1	1398	0,21	20	
		15:00	75	29,2	1324	0,8	18	
	18:00	78	25,1	528	0,72	23		
	21:00	81	19	1	0,18	44		
Ortalama				19,9	544,57	0,55	35,32	
II. D Ö N E M	24.05.2008	12:00	0	30,4	1410	0,7	36	
		15:00	3	32,5	1794	1,3	33	
		18:00	6	30,4	1385	1,6	35	
		21:00	9	25,4	1	1,7	39	
		24:00	12	20,4	1	0,6	54	
	25.05.2008	03:00	15	19,5	1	0,3	59	
		06:00	18	24	238	0,2	50	
		09:00	21	30,1	1392	0,1	41	
		12:00	24	34	1910	1,1	29	
		15:00	27	33,4	1312	1,6	25	
		18:00	30	37	1754	1,8	31	
	21:00	33	26	1	0,8	45		
	Ortalama				28,6	933,25	0,98	39,75

Ek 4. Devamı

DÖNEM		I.Dönem					
TARİH		17.10.2007					
Örnek Sayısı	Kümülatif Zaman(h)	39	42	45	48	51	54
	İlk Kütle(gr)						
40	10,71	3,05					
41	10,99	2,28					
42	10,55	2,44					
43	11,01		1,74				
44	12,23		4,52				
45	11,24		2,74				
46	10,28			1,15			
47	10,10			2,40			
48	11,15			1,05			
49	8,96				1,26		
50	7,77				1,10		
51	10,83				2,26		
52	7,52					0,76	
53	6,77					0,59	
54	11,06					1,08	
55	8,42						0,82
56	11,18						2,17
57	8,01						0,58

Ek 6. Devamı

DÖNEM	I.Dönem					
TARİH	17.10.2007					
Örnek Sayısı	Kümülatif Zaman (saat)					
	39	42	45	48	51	54
40	0,0056					
41	0,0048					
42	0,0042					
43		0,0046				
44		0,0057				
45		0,0043				
46			0,0015			
47			0,0025			
48			0,0023			
49				0,0014		
50				0,0007		
51				0,0028		
52					0,0008	
53					0,0010	
54					0,0009	
55						0,0006
56						0,0008
57						0,0011

Ek 7. Devamı

DÖNEM	I.Dönem					
TARİH	17.10.2007					
Örnek Sayısı	Kümülatif Zaman (saat)					
	39	42	45	48	51	54
40	0,1288					
41	0,1366					
42	0,1204					
43		0,1168				
44		0,1426				
45		0,1244				
46			0,0279			
47			0,0358			
48			0,0257			
49				0,0116		
50				0,0096		
51				0,0118		
52					0,0024	
53					0,0016	
54					0,0028	
55						0,0008
56						0,0018
57						0,0011

Ek 9. Devamı

DÖNEM	I.Dönem					
TARİH	17.10.2007					
Örnek Sayısı	Kümülatif Zaman (saat)					
	39	42	45	48	51	54
40	11,6					
41	11,6					
42	11,6					
43		9,8				
44		10,0				
45		10,0				
46			20,0			
47			20,0			
48			20,1			
49				21,0		
50				21,0		
51				21,0		
52					24,1	
53					24,0	
54					24,1	
55						30,2
56						30,2
57						30,1

Ek 10. Devamı

DÖNEM	I.Dönem					
TARİH	17.10.2007					
Örnek Sayısı	Kümülatif Zaman (saat)					
	39	42	45	48	51	54
40	11,4					
41	11,4					
42	11,4					
43		10,4				
44		10,4				
45		10,4				
46			20,4			
47			20,3			
48			20,4			
49				23,4		
50				23,3		
51				23,4		
52					28,6	
53					28,5	
54					28,6	
55						28,5
56						28,5
57						28,6

Ek 12. Devamı

DÖNEM	I.Dönem					
TARİH	17.10.2007					
Örnek Sayısı	Kümülatif Zaman (saat)					
	39	42	45	48	51	54
40	52,50					
41	51,63					
42	52,26					
43		50,36				
44		55,95				
45		42,09				
46			21,05			
47			28,90			
48			28,06			
49				18,20		
50				9,62		
51				21,83		
52					15,78	
53					8,06	
54					16,03	
55						10,30
56						7,87
57						10,26

Ek 13. Devamı

DÖNEM	I.Dönem					
TARİH	17.10.2007					
Örnek Sayısı	Kümülatif Zaman (saat)					
	39	42	45	48	51	54
40	29,48					
41	20,75					
42	23,13					
43		15,80				
44		36,96				
45		24,38				
46			11,19			
47			23,76			
48			9,42			
49				14,06		
50				14,16		
51				20,87		
52					10,11	
53					8,71	
54					9,76	
55						6,18
56						11,36
57						7,24

Ek 14. Farklı ürün ve dönemler için ortalama elektriksel iletkenlik ve diğer parametre değerleri

ÖRNEK	DÖNEM	TARİH	Zaman	Kümülatif	Elektriksel	Sıcaklık	Ürün	Ürün	Rüzgâr	Güneş	Hava
			(saat)	Zaman (saat)	İletkenlik (mS)	(°C)	Nemi (%)	Sıcaklığı (°C)	Hızı (m/s)	Işınımı (W/m ²)	Bağlı Nemi (%)
D O M A T E S	I. D Ö N E M	15.10.2007	12.00	0	0,907	26,8	93,13	19,16	0,35	1381	32
			15.00	3	0,827	27,6	80,49	21,16	1,7	1350	26
			18.00	6	0,741	24,4	68,41	20,16	1,05	618	25
			21.00	9	0,697	15,1	68,61	18,73	0,7	1	44
			24.00	12	0,674	13,2	65,48	17,2	0,12	1	46
		16.10.2007	03.00	15	0,644	11	65,97	17,96	0,15	1	41
			06.00	18	0,615	9,4	62,55	16,06	0,67	1	45
			09.00	21	0,547	17,1	66,77	18,6	1,12	648	39
			12.00	24	0,485	23,5	53,83	19,33	0,86	1451	31
			15.00	27	0,429	29,5	51,48	22,5	1,32	1324	27
			18.00	30	0,385	23,6	32,68	21,03	0,5	246	32
			21.00	33	0,354	17,2	37,98	19,8	0,2	1	44
			24.00	36	0,359	14,1	43,08	13,03	0,1	1	46
		17.10.2007	03.00	39	0,327	12,4	38,98	11	0,16	1	48
			06.00	42	0,334	11,6	40,93	10,36	0,24	1	40
			09.00	45	0,299	16,6	22,62	19,86	0,66	736	36
			12.00	48	0,277	29,6	19,67	27	0,54	1760	22
			15.00	51	0,190	34,2	24,10	27,96	0,26	1293	21
			18.00	54	0,134	29,2	9,78	27,96	1,16	466	22
			21.00	57	0,133	19,7	10,36	19,03	0,52	1	50
			24.00	60	0,130	13,7	10,15	11,76	0,36	1	49
		18.10.2007	03.00	63	0,138	11,9	10,40	9,9	0,21	1	50
			06.00	66	0,143	10,2	10,38	9	0,39	1	44
			09.00	69	0,139	16,2	10,99	15,33	0,17	712	24
			12.00	72	0,125	26,1	9,45	26,2	0,21	1398	20

D O M A N T E S		15.00	75	0,084	29,2	7,49	28,46	0,8	1324	18		
		18.00	78	0,057	25,1	6,03	24,5	0,72	528	23		
		21.00	81	0,054	19	5,33	17,03	0,18	1	44		
	II.	24.05.2008	12.00	0	1,0487	30,4	95,15	24,07	0,7	1410	36	
			15.00	3	0,917	32,5	60,31	26,43	1,3	1794	33	
			18.00	6	0,766	30,4	49,85	30,57	1,6	1385	35	
			21.00	9	0,6023	25,4	34,18	28,17	1,7	1	39	
			24.00	12	0,6033	20,4	34,82	24,20	0,6	1	54	
		25.05.2008	03.00	15	0,5933	19,5	33,86	22,10	0,3	1	59	
			06.00	18	0,5233	24	30,32	21,00	0,2	238	50	
	B İ B E R	I.	15.10.2007	12.00	0	0,0910333	26,8	86,01	19,33	0,35	1381	32
				15.00	3	0,0883	27,6	77,66	22,46	1,7	1350	26
				18.00	6	0,069633	24,4	67,44	21,13	1,05	618	25
				21.00	9	0,069233	15,1	67,46	20,23	0,7	1	44
24.00				12	0,068967	13,2	65,03	20,7	0,12	1	46	
D Ö N E M		16.10.2007	03.00	15	0,0634	11	68,27	19,5	0,15	1	41	
			06.00	18	0,0574	9,4	59,34	16,26	0,67	1	45	
			09.00	21	0,048533	17,1	62,57	18,46	1,12	648	39	
			12.00	24	0,040867	23,5	50,35	19,06	0,86	1451	31	
			15.00	27	0,0191	29,5	57,65	22,33	1,32	1324	27	
			18.00	30	0,0056	23,6	44,67	22,03	0,5	246	32	
			21.00	33	0,0058	17,2	41,00	20,3	0,2	1	44	
			24.00	36	0,005333	14,1	40,16	15,53	0,1	1	46	
			03.00	39	0,0048667	12,4	52,13	11,6	0,16	1	48	
	06.00		42	0,004867	11,6	49,47	9,93	0,24	1	40		
	09.00		45	0,0021	16,6	26,00	20,03	0,66	736	36		

B İ B E R E M	17.10.2007	12.00	48	0,001633	29,6	16,55	21	0,54	1760	22	
		15.00	51	0,0009	34,2	13,29	24,06	0,26	1293	21	
		18.00	54	0,000833	29,2	9,48	30,16	1,16	466	22	
	II. D Ö N E M	24.05.2008	12.00	0	0,09113	30,4	93,43	24,73	0,7	1410	36
			15.00	3	0,09067	32,5	64,86	27,63	1,3	1794	33
			18.00	6	0,08207	30,4	56,31	29,77	1,6	1385	35
			21.00	9	0,077	25,4	35,75	26,17	1,7	1	39
			24.00	12	0,07393	20,4	35,12	24,77	0,6	1	54
		25.05.2008	03.00	15	0,07267	19,5	34,99	22,83	0,3	1	59
			06.00	18	0,0723	24	32,57	23,30	0,2	238	50
			09.00	21	0,05343	30,1	25,81	26,83	0,1	1392	41
			12.00	24	0,0282	34	11,23	29,10	1,1	1910	29
	15.00		27	0,01577	33,4	8,01	29,60	1,6	1312	25	
	18.00		30	0,01153	37	6,63	30,03	1,8	1754	31	
	P A T L İ C A N	15.10.2007	12.00	0	0,6193333	26,8	85,77	19,1	0,35	1381	32
			15.00	3	0,588333	27,6	70,27	21,53	1,7	1350	26
			18.00	6	0,546333	24,4	61,96	21,43	1,05	618	25
			21.00	9	0,44	15,1	58,54	18,76	0,7	1	44
24.00			12	0,444667	13,2	62,67	17,86	0,12	1	46	
I. D Ö N E M		16.10.2007	03.00	15	0,45	11	58,03	16,96	0,15	1	41
			06.00	18	0,528667	9,4	56,81	17,26	0,67	1	45
			09.00	21	0,509333	17,1	44,75	18,26	1,12	648	39
			12.00	24	0,360333	23,5	46,85	19,06	0,86	1451	31
			15.00	27	0,1976	29,5	37,92	22,33	1,32	1324	27
			18.00	30	0,136133	23,6	25,72	21,53	0,5	246	32
			21.00	33	0,1171	17,2	41,50	20,2	0,2	1	44
			24.00	36	0,1207	14,1	29,90	13,76	0,1	1	46
17.10.2007		03.00	39	0,1286	12,4	24,12	11,4	0,16	1	48	
		06.00	42	0,127933	11,6	25,71	10,4	0,24	1	40	
		09.00	45	0,0298	16,6	14,79	20,36	0,66	736	36	
		12.00	48	0,011	29,6	16,36	23,36	0,54	1760	22	

P A T Ö L I E C M A N			15.00	51	0,002267	34,2	9,53	28,56	0,26	1293	21
			18.00	54	0,001233	29,2	8,26	28,53	1,16	466	22
	II.	24.05.2008	12.00	0	0,913667	30,4	94,48	25,23	0,7	1410	36
			15.00	3	0,717	32,5	45,29	28,40	1,3	1794	33
			18.00	6	0,504	30,4	13,75	34,07	1,6	1385	35
			21.00	9	0,482667	25,4	13,01	29,13	1,7	1	39
			24.00	12	0,469	20,4	12,98	25,73	0,6	1	54
			03.00	15	0,446	19,5	11,59	23,10	0,3	1	59
	25.05.2008	06.00	18	0,393333	24	11,96	23,13	0,2	238	50	
		09.00	21	0,303333	30,1	9,20	26,07	0,1	1392	41	
		12.00	24	0,128333	34	7,65	29,80	1,1	1910	29	
		15.00	27	0,085667	33,4	6,82	30,03	1,6	1312	25	
		18.00	30	0,056733	37	4,53	30,4	1,8	1754	31	

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Muammer ERDEN
Doğum Yeri ve Tarihi : AYDIN/1980

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Tarım Makinaları Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi,
Fen Bilimleri Enstitüsü,
Tarım Makinaları Anabilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

- a) Yayınlar
 - SCI
 - Diğer
- b) Bildiriler
 - Uluslararası
 - Ulusal
- c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl :

İLETİŞİM

E-posta Adresi : muammererden@hotmail.com
Tarih : 07.07.2008