

T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEPOLAMA SÜRESİNİN BAZI MEYVELERİN ISI VE ELEKTRİKSEL  
İLETKENLİKLERİNE ETKİSİNİN SAPTANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ayça AÇIKGÖZ

TARIM MAKİNELERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof.Dr.Birol KAYIŞOĞLU

TEKİRDAĞ-2009

Her hakkı saklıdır

**Prof.Dr.Birol KAYIŞOĞLU** danışmanlığında, **Ayça AÇIKGÖZ** tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından. Tarım Makineleri Anabilim Dalı'nda **Yüksek Lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

Juri BaŐkanı : Prof.Dr.Birol KAYIŞOĞLU

*İmza :*

Üye : Prof.Dr.Bahattin AKDEMİR

*İmza :*

Üye : Yrd.Doç.Dr.Figen DAĞLIOĞLU

*İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun **14/08/2009** tarih ve **32/12** sayılı kararıyla onaylanmıŐtır.

Prof.Dr. Orhan DAĞLIOĞLU  
**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### DEPOLAMA SÜRESİNİN BAZI MEYVELERİN ISI VE ELEKTRİKSEL İLETKENLİKLERİNE ETKİSİNİN SAPTANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ayça AÇIKGÖZ

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım makineleri Anabilim Dalı

Danışman : Prof.Dr.Birol KAYIŞOĞLU

Bu çalışmada, 2 elma ve 1 portakal çeşidinin oda koşullarında bekletilmesi sırasında ısı ve elektriksel iletkenliklerinin değişimleri saptanmıştır. Ayrıca, elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde miktarı arasındaki ilişki de araştırılmıştır. Meyvelerin ısı iletkenlikleri sırasıyla, Washington portakalda 0.415 ile 0.536  $Wm^{-1}C^{-1}$ , Starkimson Delicious elmada (kırmızı elma) 0.417 ile 0.447  $Wm^{-1}C^{-1}$  ve Starkspur Golden Delicious elmada 0.370 ile 0.431  $Wm^{-1}C^{-1}$  arasında değişmiştir. Bekleme süresine bağlı olarak ısı iletim katsayıları da artmıştır. Elektriksel iletkenlik değerleri, Washington portakalda 2.27 ile 3.73  $mScm^{-1}$ , Starkimson Delicious elmada (kırmızı elma) 2.39 ile 1.80  $mScm^{-1}$  ve Starkspur Golden Delicious elmada 2.35 ile 1.78  $mScm^{-1}$  arasında değişmiştir. Portakalda bekleme süresi sonunda elektriksel iletkenlik değeri artarken, her iki elma çeşidinde de, oransal olarak az olmakla birlikte, düşme görülmüştür. Elektriksel iletkenlik değerleri ile toplam çözünmüş madde miktarı (TDS) arasında, 3 meyvede de, önemli bir ilişki olduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Isı iletim Katsayısı, Elektriksel iletkenlik, TDS, Meyvelerde ısı iletkenliği, meyvelerde elektriksel iletkenlik.

2009, 19 sayfa

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### A RESEARCH ON DETERMINATION OF EFFECT OF DURATION TIME ON THERMAL AND ELECTRICAL CONDUCTIVITIES OF SOME FRUITS

Ayça AÇIKGÖZ

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Farm Machinery

Supervisor : Prof.Dr.Birol KAYIŞOĞLU

In this study, during the waiting room, the thermal and electrical conductivity of 2 apples and 1 orange varieties were determined. Also, the relationship between electrical conductivity and the total amount of dissolved substances were investigated. The thermal conductivity of fruits has changed, between 0.415 with 0.536  $Wm^{-1}C^{-1}$  in Washington orange, between 0.447 and 0.417  $Wm^{-1}C^{-1}$  in Starkimson Delicious apples (red apple) and between 0.431 and 0.370  $Wm^{-1}C^{-1}$  in Starkspur Golden Delicious apples, respectively. The thermal conductivity of fruits has increased depending on waiting time. Electrical conductivity values were between 3.73 and 2.27  $mScm^{-1}$  in Washington orange, between 2.39 and 1.80  $mScm^{-1}$  in Starkimson Delicious apples (red apple) and between 2.35 and 1.78  $mScm^{-1}$  in Golden Delicious apples Starkspur, respectively. In the waiting period, while the value of electrical conductivity of orange was increasing, in both apple varieties, the proportion is less, were falling. Between electrical conductivity values and the total amount of dissolved substances (TDS), an important relationship has been identified in all fruits.

**Key Words:** Thermal Conductivity, Electrical Conductivity, TDS, Thermal Conductivity of Fruits, Electrical Conductivity of Fruits.

**2009 , 19 pages**

# İÇİNDEKİLER

|   | Sayfa no |
|---|----------|
| ÖZET  | i        |
| ABSTRACT  | ii       |
| İÇİNDEKİLER   | iii      |
| ŞEKİLLER DİZİNİ   | v        |
| ÇİZELGELER DİZİNİ   | vi       |
| 1. GİRİŞ  | 1        |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ  | 3        |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM   | 6        |
| 3.1. Materyal   | 6        |
| 3.1.1. Denemelerde kullanılan ürünler   | 6        |
| 3.1.2. Isı iletkenlik katsayısını ölçen KD2 marka ölçüm cihazı                                      | 6        |
| 3.1.3. Elektriksel iletkenlik ölçüm cihazı  | 8        |
| 3.1.4. Araştırmada kullanılan diğer materyaller   | 8        |
| 3.2. Yöntem   | 8        |
| 3.2.1. Meyvelerin ısı iletkenlik katsayılarının ölçülmesi   | 8        |
| 3.2.2. Meyvelerin elektriksel iletkenliklerinin ve toplam çözünmüş madde (TDS) miktarlarının ölçümü | 9        |
| 3.2.3. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi   | 9        |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI  | 10       |
| 4.1. Isı iletim katsayıları   | 10       |
| 4.1.1. Portakalın ısı iletim katsayısı  | 10       |
| 4.1.2. Starkimson Delicious elmanın (kırmızı elma) ısı iletim katsayısı                             | 11       |
| 4.1.3. Starkspur Golden Delicious elmanın (sarı elma) ısı iletim katsayısı                          | 12       |
| 4.2. Elektriksel iletkenlik ve toplam çözünür madde (TDS) değerleri                                 | 13       |
| 4.2.1. Portakalın elektriksel iletkenlik ve TDS değerleri   | 13       |
| 4.2.2. Starkimson Delicious elmanın (kırmızı elma) elektriksel iletkenlik ve TDS değerleri          | 15       |
| 4.2.3. Starkspur Golden Delicious elmanın (sarı elma) elektriksel iletkenlik ve TDS değerleri       | 16       |
| 5. SONUÇ VE TARTIŞMA  | 18       |
| 6. KAYNAKLAR  | 19       |
| ÖZGEÇMİŞ  | 21       |
| TEŞEKKÜR  | 22       |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|   | <b>Sayfa no</b> |
|---|-----------------|
| Şekil 1.1. Isı geçişi   | 1               |
| Şekil 3.1. KD2 marka ısı iletkenlik ölçüm cihazı  | 6               |
| Şekil 3.2. MI806 model elektriksel iletkenlik ölçüm cihazı seti   | 7               |
| Şekil 3.3. Meyvelerde ısı iletkenliği ölçümü  | 8               |
| Şekil 4.1. Washington portakalın oda koşullarında bekletilme süresi ve ısı iletim katsayısı arasındaki ilişki                 | 10              |
| Şekil 4.2. Starkimson Delicious elmanın oda koşullarında bekletilme süresi ve ısı iletim katsayısı arasındaki ilişki          | 11              |
| Şekil 4.3. Starkspur Golden Delicious elmanın oda koşullarında bekletilme süresi ve ısı iletim katsayısı arasındaki ilişki    | 11              |
| Şekil 4.4. Washington portakalda elektriksel iletkenlik ile bekleme süresi arasındaki ilişki                                  | 12              |
| Şekil 4.5. Portakalda elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde miktarı (TDS) arasındaki ilişki                         | 13              |
| Şekil 4.6. Starkimson Delicious elmanın elektriksel iletkenlik ile bekleme süresi arasındaki ilişki                           | 13              |
| Şekil 4.7. Starkimson Delicious elmanın elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde miktarı (TDS) arasındaki ilişki       | 14              |
| Şekil 4.8. Starkspur Golden Delicious elmanın elektriksel iletkenlik ile bekleme süresi arasındaki ilişki                     | 15              |
| Şekil 4.9. Starkspur Golden Delicious elmanın elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde miktarı (TDS) arasındaki ilişki | 15              |

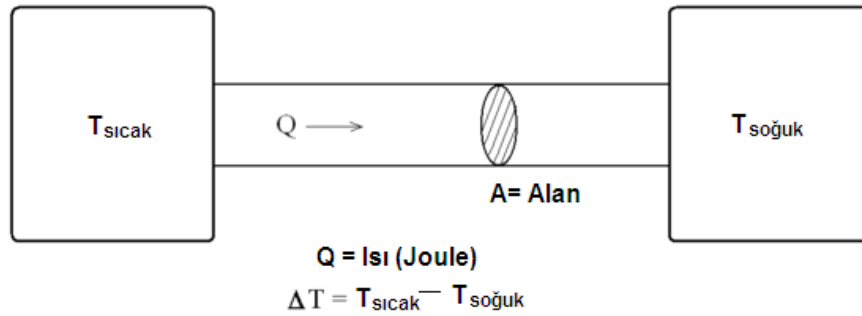
## ÇİZELGELER DİZİNİ

|  | <b>Sayfa no</b> |
|--|-----------------|
| Çizelge 4.1. Washington portakalın ısı iletim katsayıları  | 10              |
| Çizelge 4.2. Starkimson Delicious elmanın (kırmızı elma) ısı iletim katsayıları                                  | 11              |
| Çizelge 4.3. Starkspur Golden Delicious elmanın (sarı elma) ısı iletim katsayıları                               | 12              |
| Çizelge 4.4. Portakalın elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde (TDS) miktarları                         | 13              |
| Çizelge 4.5. Starkimson Delicious elmanın elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde (TDS) miktarları       | 15              |
| Çizelge 4.6. Starkspur Golden Delicious elmanın elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde (TDS) miktarları | 16              |

## 1. GİRİŞ

Tarımsal ürünlerin ısı ve elektriksel iletkenliklerinin saptanması, onların bu özelliklerini etkileyen birçok faktörün değişimini anlamak ve tahminde bulunmak için büyük önem taşımaktadır. Bu ürünlerin sıcaklığı, nem içeriği, yoğunluğu, kimyasal bileşimleri ve olgunluk durumları gibi birçok özellik, ısı ve elektriksel iletkenlikleri üzerinde önemli rol oynamaktadır. Bu özelliklerdeki değişim ve iletkenlik katsayıları arasındaki ilişkilerden yararlanarak ürünlerin hasat zamanlarının tahmini, uygun depolama süreleri ve depolama koşullarını saptamak mümkündür. Ayrıca, ürün kalitesinin belirlenmesinde, hastalıkların tahmininde de bu özelliklerin değişiminden yararlanılmaktadır. Örneğin, hayvancılıkta da sütün elektriksel iletkenlik değerinden yararlanarak, inekte mastitis hastalığı olup olmadığı anlaşılabilir.

Bu araştırmada ölçülecek ısı iletkenliği, materyalin ısıyı iletme yeteneği olarak tanımlanabilir. Şekil 1.1'de görüleceği gibi, materyalin birim kesitinden birim zamanda geçen ısı miktarıdır (Dağsöz, 1995).



Şekil 1.1. Isı geçişi

Isı iletkenlik katsayısının bulunmasına yarayan bağıntı, Fourier Yasasından geliştirilmiştir ve aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir;

$$k = \frac{\Delta Q}{A \Delta t} \frac{x}{\Delta T} \quad (1)$$

Burada,

$k$  : Isı iletim katsayısı,  $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$

$\Delta Q$  : ısı geçişi, Joule

$x$  : Isı geçişinin olduğu kesitin uzunluğu, m

$A$  : Isı geçişinin olduğu kesit alanı,  $\text{m}^2$

$\Delta t$  : Isı geçiş zamanı, s

$\Delta T$  : İki bölge arasındaki sıcaklık farkı, K



Materyallerin ısı iletim katsayıları onların özelliklerine bağı olarak farklı yöntemlerle ölçülmektedir. Bu çalışmada ısı iletim katsayısını ölçmek için KD2 Model ölçüm cihazı kullanılmıştır.

Elektriksel iletkenlik, bir malzemenin elektrik akımını iletme yeteneğidir. Elektriksel öz direncin tersi olarak da tanımlanabilir. Malzemelerin elektriksel iletkenliklerinin derecesi serbest elektron sayısı ve atomları arasındaki mesafeye göre değişir. Serbest elektronları fazla olan malzemeler iyi iletkenlerdir. Elektriksel öz direnç aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmaktadır (Mohsenin, 1983);

$$\rho = R \frac{A}{l} \quad (2)$$

Burada;

$\rho$  : Elektriksel öz direnç, ohm.m

R : Malzemenin direnci, ohm

A : Kesit alanı, m<sup>2</sup>

l : Uzunluk, m

Elektriksel iletkenlik ( $\sigma$ ) ise  $1/\rho$  olarak ifade edilir ve birimi ohm<sup>-1</sup>m<sup>-1</sup>'dir. Uygulamada ohm<sup>-1</sup>, Siemens (S) olarak adlandırılır ve elektriksel iletkenlik Sm<sup>-1</sup> olarak ifade edilir. Ölçülen iletkenlik değerinin büyüklüğüne göre bu birimlerin alt ve üst katları da kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, iki tür elma ve bir tür portakalın oda koşullarında bekleme zamanına bağı olarak, elektriksel ve ısı iletim katsayılarındaki değişimin saptanması ve modellenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, bu katsayıların ürünlerdeki toplam çözünmüş madde miktarları (TDS) ile ilişkisi de araştırılmıştır. Böylece, bu ürünlerin depolama koşulları ve süreleri konusunda tahminde bulunmak mümkün olacaktır. Çalışma, Giriş, Önceki Çalışmalar, Araştırma Sonuçları, Sonuç ve Kaynaklar bölümlerinden oluşmaktadır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Abhayawick ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada kuru soğanda nem içeriğine bağlı olarak ısı iletkenliği ve kapasitesini saptamışlardır. Isı iletkenliği 0.12 ile 0.54 W/mK, ısı kapasitesi 0.87 ile 4.01 kJ/kgK arasında bulunmuştur. Araştırmacılar her iki özelliğinde nem içeriği ile birlikte doğru orantılı olarak arttığını belirtmişlerdir.

Montoya ve ark. (1994 a) yaptıkları araştırmada, farklı koşullarda depolanan avakado meyvesinde elektriksel iletkenlik ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, ürünün zarar görmeden depolanacağı eşik elektriksel iletkenlik değerinin 0.24 S/m olduğunu ve pazara transfer için de en uygun sıcaklığın 20 °C olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Montoya ve ark. (1994 b) yaptıkları diğer bir araştırmada, hasattan sonra 5 gün içinde elektriksel iletkenliğin düzgün bir şekilde arttığını, daha sonra artışın hızlanarak 7. Günde en yüksek değerine ulaştığını belirtmişlerdir. Olgunlaşmanın en fazla olduğu 10. günde elektriksel iletkenlikte bir düşme olduğunu gözlemişlerdir. Bu sonuçlar avokadonun olgunlaşmasını basit ve hızlı bir şekilde ölçmek için bir olgunlaşma indeksi geliştirmeye yardımcı olmuştur.

Ya Ling Ve ark. (2001), serada yetiştirilen domateslerin kök bölgelerindeki tuzluluk ve mineral maddelerin değişiminin, domatesin elektriksel iletkenliğine etkilerini araştırmışlardır. Ayrıca, bu faktörlerin verim üzerine etkilerini de belirlemişlerdir. Kök bölgesindeki çevre etmenlerinin değişiminin elektriksel iletkenlik ve verim üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Wang ve Brennan (1992), yaptıkları çalışmada, patatesin nem içeriğine bağlı olarak ısı iletkenliğini saptamışlardır. Araştırmacılar, nem içeriğinin azalmasıyla birlikte ısı iletkenliğinin de azaldığını, ancak ısı iletim katsayısının sıcaklıktan çok az etkilendiğini, en uygun modelin Yarı-logaritmik (Semi-logaritmik) model olduğunu belirtmişlerdir.

Drusas ve Saravacos (1985), domates salçasının farklı konsantrasyonlarda ısı iletkenliği ve termal difüzyon katsayılarını saptamışlardır. Araştırmacılar ürünlerdeki katı konsantrasyonunun ve sıcaklığın artışıyla birlikte ısı iletkenliğinin azaldığını belirtmişlerdir. Belirlenen aralıklarda ısı iletkenliği 0.460-0.660 Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Araştırmacılar, 35° Brix ve 20 °C sıcaklıkta termal difüzyon katsayısının 1.42x10<sup>-7</sup> m<sup>2</sup>s<sup>-1</sup> olduğunu belirtmişlerdir.

Donsi ve ark. (1996). Elma ve patates örneklerinin ısı iletkenliklerini ölçmüşlerdir. Ortalama 30 °C sıcaklıkta yaptıkları çalışmada, nem içeriğinin azalmasıyla birlikte her iki üründe de ısı iletkenlik katsayılarının azaldığını belirtmişlerdir.

Sarang ve ark. (2008) yaptıkları bir araştırmada direnç ısıtması esnasında bazı meyvelerin elektriksel iletkenliklerini saptamışlardır. 25 °C ile 140 °C arasında yapılan bu ölçümlerde, elektriksel iletkenlik değerleri golden elmada 0.067-0.571, kırmızı elmada 0.075-0.577, şeftalide 0.170-1.299, armutta 0.084-0.642, ananasta 0.037-0.575, çilekte 0.186-1.276 arasında bulunmuştur. Sıcaklık değerleri arttıkça, elektriksel iletkenlik değerleri de artmıştır.

Zhu ve ark. (2008) yaptıkları bir araştırmada yüksek basıncın bazı ürünlerde ısı iletkenliğine etkilerini araştırmışlardır. 5-25 °C arasında ve 350 MPa basınca kadar yapılan bu çalışmada, basıç ve sıcaklığın artmasıyla birlikte taze patates, tavukgöğsü ve kaşar peynirinde ısı iletkenliğinin de arttığını belirtilmiştir. Isı iletkenliğinin bu her iki faktöre karşı da çok duyarlı olduğunu belirten araştırmacılar, basıncın fonksiyonu olarak ısı iletkenliğinin en doğru şekilde polynominal modelle ifade edilebileceğini vurgulamışlardır.

Alagusundram ve ark. (1991), arpa, mercimek ve bezelyenin yığın halindeki durumda ısı iletim katsayısını ölçmüşlerdir. %9 ile %23 arasında 5 farklı nem içeriğinde ve -28 ile 29 °C sıcaklık aralığında 5 farklı sıcaklıkta yapılan çalışmada, arpada 0.169 ile 0.232, mercimekte 0.187 ile 0.249, bezelyede 0.187 ile 0.257  $Wm^{-1}K^{-1}$  arasında ısı iletim katsayısı değerleri ölçmüşlerdir. Araştırmacılar ürünlerdeki nem içeriğinin artışıyla birlikte ısı iletim katsayısını da arttığını bildirmişlerdir.

Chandra ve Muir (1971), buğdayda yaptıkları bir çalışmada küflü buğdaylarda ısı iletim katsayısının küfsüz buğdaylara göre %15 daha az olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, araştırmacılar düşük sıcaklıklarda nem ile ısı iletim katsayısı arasındaki korelasyonun düşük ve doğrusal olmadığını belirtmişlerdir.

Sharma ve Thompson (1973), sorgumun 21-38 °C sıcaklıklar arasında ısı iletim katsayısını ölçmüşlerdir. Bu sıcaklıklar arasında %22.5 nem oranında ısı iletim katsayısının 0.0969 ile 0.1332  $Wm^{-1}K^{-1}$  arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Yang ve ark. (2003), işlenmemiş çeltiğin 3 ile 69 °C sıcaklık ve %9.2-17.0 nem aralığında ısı iletkenlik katsayısını saptamışlardır. Araştırmacılar, sıcaklık artışıyla birlikte dikkate değer şekilde ısı iletkenlik katsayısının da arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca, nem ile ısı iletim katsayısının doğrusal olarak arttığını belirtmişlerdir.

Singh ve Goswami (2000), kimyon tohumlarının ısısız özelliklerini araştırdıkları bir çalışmada, ölçümlerini -50 ile 50 °C sıcaklık, %1.8 ile 20.5 nem oranları arasında yapmışlardır. %7.8 nem oranında ve -50 ile +50 oC sıcaklıklar arasında ısısız difüzyon katsayısının  $6.53 \cdot 10^{-8} m^2s^{-1}$  ile  $16.64 m^2s^{-1}$  arasında değiştiğini ve sıcaklıkla birlikte katsayının da arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca, nem oranındaki artışla birlikte bu katsayının azaldığını belirtmişlerdir.

Kayışoğlu ve ark. (2004), buğday, arpa, mısır ve ayçiçeği tohumlarının ısı iletim katsayılarını ölçmek için yaptıkları çalışmada, bütün tohumların ısı iletim katsayılarının nem oranından önemli ölçüde etkilendiklerini ve nem oranı arttıkça ısı iletim katsayısının da arttığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, ısı iletim katsayısı ile nem arasında doğrusal bir ilişki olduğunu bildirerek, belirlenen modellerde beklenen ve gözlenen değerler arasındaki bağıl hata katsayısının çok düşük olduğunu bildirmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Denemelerde kullanılan ürünler

Denemelerde 1 portakal, 2 elma türü kullanılmıştır. Bu meyvelerin özellikleri aşağıda verilmiştir;

###### *Washington Portakal*

Koyu portakal rengi, hafif pürüzlü, Yuvarlak oval arası stil ucunda bir göbek bulunur. Meyve çapı 75 - 80 mm, Meyve ağırlığı 200 - 250 gr, Usare (öz suyu) miktarı %33 civarındadır. Çekirdeksiz bir portakal türüdür.

###### *Starkrimson Delicious*

Meyvesi iri, konik biçimde ve orta kısmı geniştir. Koyu kırmızı morumsu renkte, düzgün şekilli, çok iyi kaliteli olup, soğuk depoda Nisana kadar saklanabilir. Meyve sapı kısa ve kalındır. Meyve eti beyaz, sulu ve tatlıdır. Dayanıklı bir çeşit olup soğuk hava tesislerinde uzun süre muhafaza edilir. Ülkemizde elma yetiştirilen bütün bölgelere uygundur.

###### *Starkspur Golden Delicious elma*

Ağacı yarı bodur, dik ve biraz açık gelişir. Spur bir çeşittir ve dolayısıyla standart çeşitlere oranla daha sınırlı ve kapalı gelişir. Çok büyük ağaçlar oluşturmaz. Eylül ayının ikinci haftasında toplanır. Meyveleri iri altın sarısı renktedir. Meyve eti beyazımsı sarı tatlı sulu ve aromalıdır. Uygun şartlarda meyveleri Mart ayının sonuna kadar saklanabilir. Ortalama 78 mm genişlikte, sap hariç 72 mm. uzunlukta olup yaklaşık 200 gram ağırlığındadır. Ülkemizde elma yetiştirilen bütün bölgelere uygundur. Çok verimli bir çeşittir.

##### 3.1.2. Isı iletkenlik katsayısını ölçen KD2 marka ölçüm cihazı

Araştırmada ısı iletkenlik katsayısını ölçmek amacıyla KD2 marka ölçüm cihazı kullanılmıştır. Taşınabilir olan bu cihaz, iğne tipli 60 mm uzunluğunda, 1.28 mm çaplı ölçüm probuna sahiptir. 3.0 V CR2 tip lityum iyon pille çalışmaktadır. Çalışma ortam sıcaklığı -20 ve 60 °C, ölçüm sınırları  $0.02-2 \text{ Wm}^{-1}\text{C}^{-1}$  (ısı iletkenliği),  $0.5-50 \text{ m}^{\circ}\text{CW}^{-1}$  (Termal Direnç) arasında, ölçüm duyarlılığı da  $\pm \%5$  civarındadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. KD2 marka ısı iletkenlik ölçüm cihazı

KD2 ölçüm cihazının probu hem ısıtma hem de termo eleman içermektedir. Ölçme işlemine başlangıcında mikro işlemci ısının sabitlenmesi için 30 saniye bekler ve daha sonra probun içindeki dirence bilinen sahip ısıtıcıya 30 saniye boyunca belirli bir akım uygular. Mikroişlemci ısıtıcıya sağlanan enerji miktarını hesaplar. 30 saniye boyunca mikroişlemci bilgileri kaydederken prob içindeki termo eleman değişen ısıyı ölçer. Daha sonra akım kesilir, 30 saniye süresince zamana bağlı ısı düşüşü kaydedilir. Okuma işleminin sonunda işlemci zaman ve veriye göre ısıdaki değişiklikleri kullanarak termal iletkenliği ve direnci hesaplar.

Termal iletkenlik,  $k$ ; bu okuma işlemlerinden sonra aşağıdaki bağıntı ile bulunmaktadır (Mohsenin, tarih; Lewis, tarih) ;

$$k = \frac{q}{4\pi m}$$

Burada; termal iletkenlik,  $k$  ( $\text{Wm}^{-1}\cdot\text{C}^{-1}$ ); harcanan enerji miktarı,  $q$  (W); sıcaklık düşüşünün ( $\Delta T$ ) zamanın logaritmasına ( $\ln t$ ) göre çizilen grafiğin eğimi,  $m$ 'dir.

Cihazın termal direnç ölçüm aralığı daha fazla olduğundan, daha hassas veri elde etmek için ölçümler termal direnç modunda yapılmış, daha sonra termal iletkenlik değerlerine dönüştürülmüştür.

### 3.1.3. Elektriksel iletkenlik ölçüm cihazı

Bu amaçla Martini marka MI806 Model elektriksel iletkenlik ölçüm cihazı kullanılmıştır. Cihaz aynı zamanda pH, toplam çözünmüş madde miktarı (TDS) ve sıcaklık da ölçmektedir. Cihaz 0.00 ile 20.00 mS/cm aralıklarında, 0.1 mS/cm hassasiyetle ölçüm yapabilmektedir.



Şekil 3.2. MI806 model elektriksel iletkenlik ölçüm cihazı seti

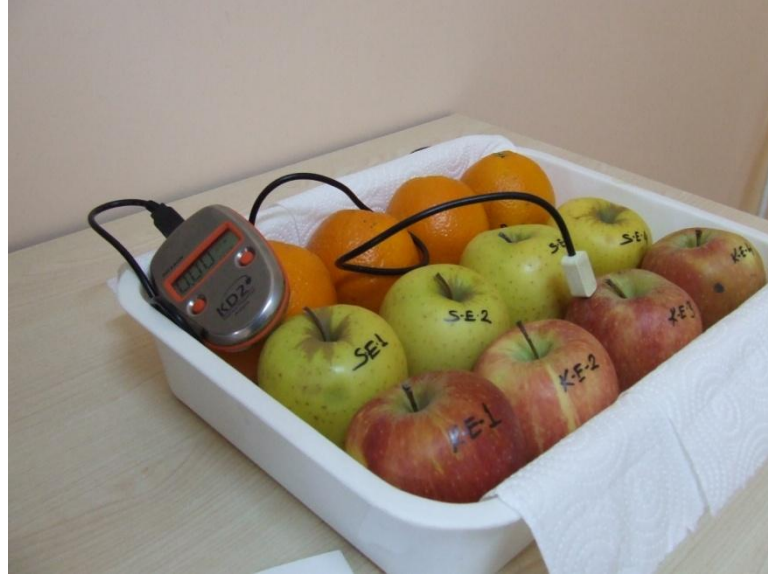
### 3.1.4. Araştırmada kullanılan diğer materyaller

Araştırmada elde edilen verilerin değerlendirilerek modellerin elde edilmesi amacıyla MS Excel programından yararlanılmıştır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Meyvelerin ısı iletkenlik katsayılarının ölçülmesi

Bu amaçla KD2 marka ısı iletkenlik ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçümler her meyve için 4 tekrarlı olarak yapılmış. Her ölçümde her meyvede 3 farklı noktadan ölçüm yapılmıştır. Oda koşullarında (20-25 °C arasında) yapılan ölçümler, başlangıçtan itibaren 4 gün aralıklarla yapılmıştır. Ölçümler meyvelerin bozulma aşamasına gelinceye kadar devam ettirilmiştir.



Şekil 3.3. Meyvelerde ısı iletkenliği ölçümü

### **3.2.2. Meyvelerin elektriksel iletkenliklerinin ve toplam çözünmüş madde (TDS) miktarlarının ölçümü**

Meyvelerin elektriksel iletkenlikleri MI806 MODEL ölçüm cihazıyla yapılmıştır. Bu cihazın ölçüm probu ısı iletkenlik ölçüm cihazının probu gibi meyvenin içerisine sokularak ölçüm yapmadığı için, elmalar püre haline getirilerek portakalın ise suyu sıkılarak suyunun elektriksel iletkenlikleri ölçülmüştür. Meyvelerde elektriksel iletkenlik ölçümleri sırasında yapısal bozukluklar meydana geldiğinden, tekerrürlerde aynı meyveler kullanılamamıştır. Aynı anda bu cihazla TDS miktarları da ölçülmüştür.

### **3.2.3. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi**

Bu amaçla MS Excel programından yararlanılmış. Sonuçlar modellenerek grafikler halinde değerlendirilmiş. Ürünlerin oda koşullarında depolanma sürelerine bağlı olarak ısı iletim katsayısının ve elektriksel iletkenlik değerlerindeki değişim yorumlanmıştır. Ayrıca, elektriksel iletkenlikle TDS arasındaki ilişki de araştırılmıştır. Modeller içinde en yüksek korelasyon katsayısının olduğu model seçilerek kullanılmıştır.



## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Isı iletim katsayıları

#### 4.1.1. Portakalın ısı iletim katsayısı

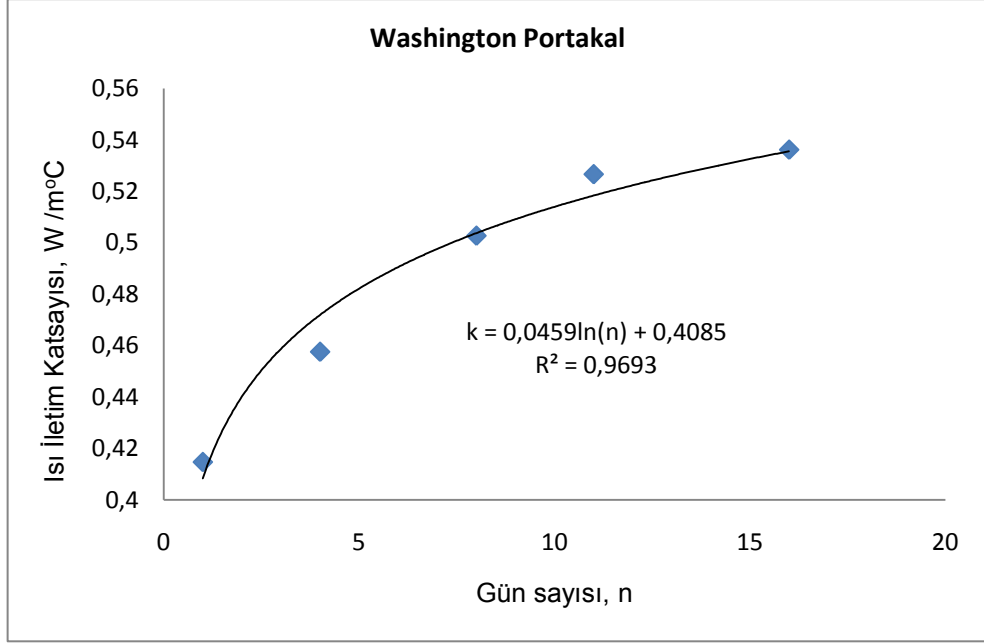
Portakalın bekletilme günlerine bağlı olarak ısı iletim katsayıları Çizelge 4.1’de verilmiştir. İlk gün yapılan ölçümden sonra 16. güne kadar 4 tekrarlı toplam 5 ölçüm yapılmıştır. Isı iletim katsayısının bekletilme süresi boyunca değişimi 0.415 ile 0.536  $Wm^{-1}C^{-1}$  arasında olmuştur. Genel olarak ortalama ısı iletim katsayısı 0.488  $Wm^{-1}C^{-1}$  olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Washington portakalın ısı iletim katsayıları

| Gün Sayısı      | Isı İletim Katsayısı ( $Wm^{-1}C^{-1}$ ) |              |              |              | ORT          |
|-----------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                 | 1  | 2            | 3            | 4            |              |
| 1               | 0,439                                    | 0,342        | 0,357        | 0,521        | <b>0,415</b> |
| 4               | 0,380                                    | 0,521        | 0,386        | 0,543        | <b>0,458</b> |
| 8               | 0,524                                    | 0,458        | 0,504        | 0,526        | <b>0,503</b> |
| 11              | 0,485                                    | 0,541        | 0,541        | 0,541        | <b>0,527</b> |
| 16              | 0,539                                    | 0,535        | 0,525        | 0,546        | <b>0,536</b> |
| <b>Ortalama</b> | <b>0,473</b>                             | <b>0,479</b> | <b>0,462</b> | <b>0,536</b> | <b>0,488</b> |

Oda koşullarında bekletilme süresi ile ısı iletim katsayısının değişimi arasındaki ilişki de Şekil 4.1’de verilmiştir. Bekletilme süresine bağlı olarak ısı iletim katsayısı artmıştır. Bu değişim en iyi logaritmik modelle ifade edilmiştir ( $R^2=0.97$ ).

Başlangıçta ısı iletim katsayısı hızlı bir artış göstermiştir. 8. günden daha sonra artışın hızı azalmış ve daha düzenli olmuştur. Oda koşullarında bekleme süresince ısı iletim katsayısındaki bu artışın nedeni, portakalın yapısında ve suyunda meydana gelen kimyasal değişikliklerden kaynaklanabilir.



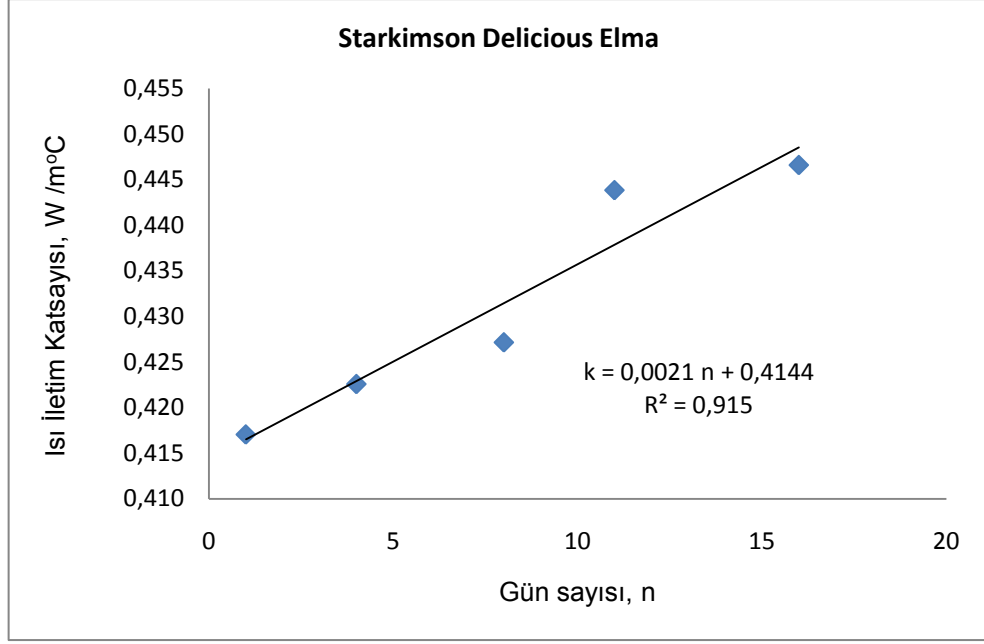
Şekil 4.1. Washington portakalın oda koşullarında bekletilme süresi ve ısı iletim katsayısı arasındaki ilişki

#### 4.1.2. Starkrimson Delicious elmanın (kırmızı elma) ısı iletim katsayısı

Şekil 4.2’de Starkrimson Delicious (kırmızı elma) elmanın ısı iletim katsayıları, bekletilme süresiyle ısı iletim katsayısı arasındaki ilişki Çizelge 4.2’de verilmiştir. Bu iki faktör arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur ( $R^2=0.92$ ). Bekleme süresi arttıkça ısı iletim katsayısı artmıştır. Isı iletim katsayısı değişimi, 0.417 ile 0.447  $Wm^{-1}C^{-1}$  arasında olmuştur. Portakala nazaran ısı iletim katsayısındaki artışın, oransal olarak daha az olduğu görülmektedir. Gün sayısı ile ısı iletim katsayısı arasındaki korelasyonu da daha zayıf olmuştur.

Çizelge 4.2. Starkrimson Delicious elmanın (kırmızı elma) ısı iletim katsayıları

| Gün Sayısı      | Isı İletim Katsayısı ( $Wm^{-1}C^{-1}$ ) |              |              |              | ORT          |
|-----------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                 | 1  | 2            | 3            | 4            |              |
| 1               | 0,427                                    | 0,403        | 0,455        | 0,383        | <b>0,417</b> |
| 4               | 0,404                                    | 0,414        | 0,449        | 0,423        | <b>0,423</b> |
| 8               | 0,410                                    | 0,439        | 0,427        | 0,433        | <b>0,427</b> |
| 11              | 0,463                                    | 0,446        | 0,426        | 0,441        | <b>0,444</b> |
| 16              | 0,459                                    | 0,442        | 0,420        | 0,465        | <b>0,447</b> |
| <b>Ortalama</b> | <b>0,433</b>                             | <b>0,429</b> | <b>0,435</b> | <b>0,429</b> | <b>0,431</b> |



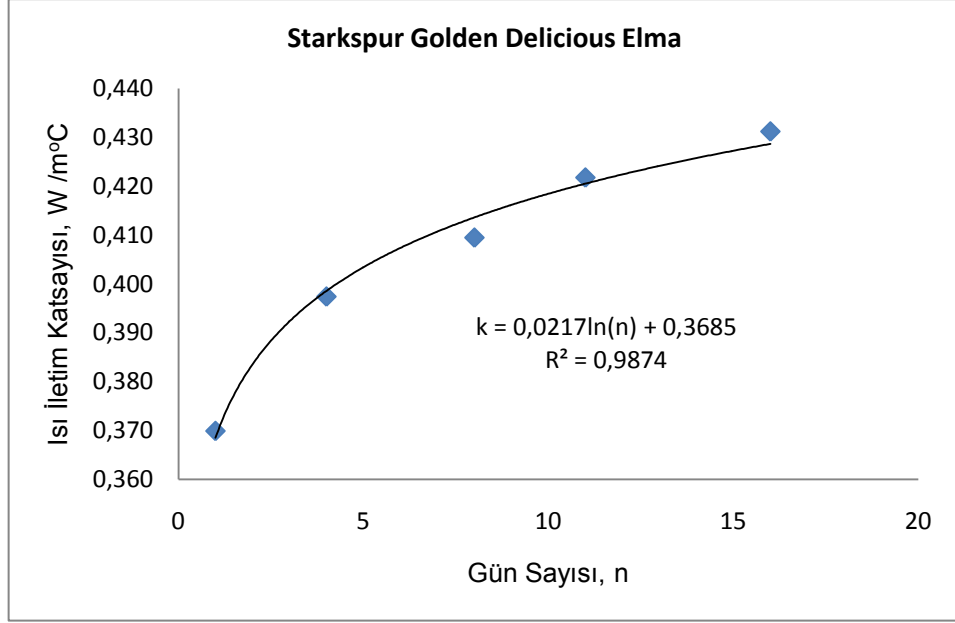
Şekil 4.2. Starkimson Delicious elmanın oda koşullarında bekletilme süresi ve ısı iletim katsayısı arasındaki ilişki

#### 4.1.3. Starkspur Golden Delicious elmanın (sarı elma) ısı iletim katsayısı

Starkspur Golden Delicious elmanın (sarı elma) oda koşullarındaki bekleme süresiyle ısı iletim katsayısı arasındaki ilişki en iyi Logaritmik Modelle tanımlanmıştır (Şekil 4.3). Isı iletim katsayıları ise Çizelge 4.3’ de verilmiştir. Isı iletim katsayısı ilk 4 günde keskin bir artış gösterirken, daha sonra bu artışın hız yavaşlamış ve düzenli hale gelmiştir. Isı iletim katsayısı bekletilme dönemi boyunca 0.370 ile 0.431  $Wm^{-1}C^{-1}$  arasında değişmiştir.

Çizelge 4.3. Starkspur Golden Delicious elmanın (sarı elma) ısı iletim katsayıları

| Gün Sayısı      | Isı İletim Katsayısı ( $Wm^{-1}C^{-1}$ ) |              |              |              | ORT          |
|-----------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                 | 1  | 2            | 3            | 4            |              |
| 1               | 0,358                                    | 0,364        | 0,380        | 0,378        | <b>0,370</b> |
| 4               | 0,412                                    | 0,395        | 0,373        | 0,410        | <b>0,397</b> |
| 8               | 0,407                                    | 0,405        | 0,407        | 0,420        | <b>0,410</b> |
| 11              | 0,437                                    | 0,397        | 0,413        | 0,441        | <b>0,422</b> |
| 16              | 0,417                                    | 0,405        | 0,463        | 0,441        | <b>0,431</b> |
| <b>Ortalama</b> | <b>0,406</b>                             | <b>0,393</b> | <b>0,407</b> | <b>0,418</b> | <b>0,406</b> |



Şekil 4.3. Starkspur Golden Delicious elmanın oda koşullarında bekletilme süresi ve ısı iletim katsayısı arasındaki ilişki

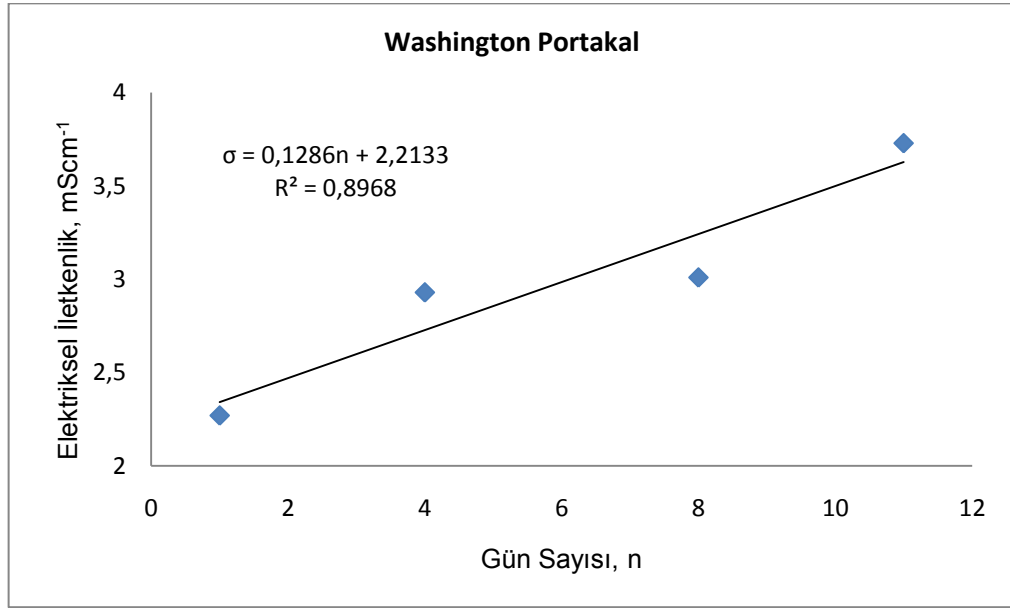
## 4.2. Elektriksel iletkenlik ve toplam çözünür madde (TDS) değerleri

### 4.2.1. Portakalın elektriksel iletkenlik ve TDS değerleri

Portakalın elektriksel iletkenliği ile saklama gün sayısı arasındaki ilişkinin grafiği Şekil 4.4'de verilmiştir. Bu iki faktör arasında en uygun modelin doğrusal ilişki modeli olduğu saptanmakla beraber, bu modelde bile korelasyonun hayli düşük olduğu gözlemlenmiştir ( $R^2=0.90$ ). Bu durum, bekledikçe portakalın farklı bölgelerinde oluşan kimyasal değişimlerin homojen yapıyı bozmasından kaynaklanabilir. Bu tür değişimlerden elektriksel iletkenlik ısı iletiminden daha fazla etkilenmektedir (Mohsenin, 1983). Oda koşullarında 11 günlük bekleme sürecinde elektriksel iletkenlik 2.27 ile 3.73  $mScm^{-1}$  arasında artış göstermiştir.

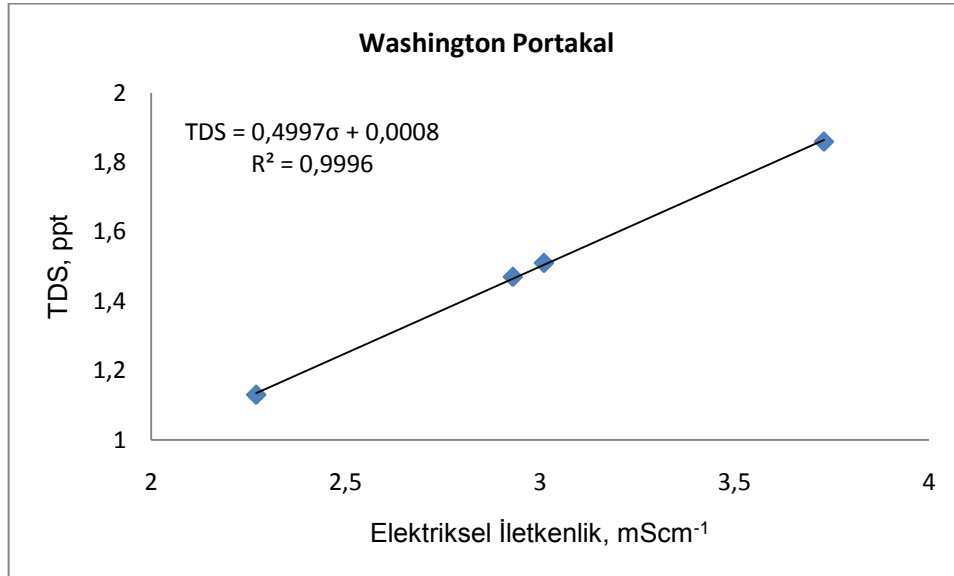
Çizelge 4.4. Portakalın elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde (TDS) miktarları

|                 | EC<br>$mScm^{-1}$ | TDS<br>ppt  |
|-----------------|-------------------|-------------|
| 1               | 2,27              | 1,13        |
| 4               | 2,93              | 1,47        |
| 8               | 3,01              | 1,51        |
| 11              | 3,73              | 1,86        |
| <b>Ortalama</b> | <b>2,99</b>       | <b>1,49</b> |



Şekil 4.4. Washington portakalda elektriksel iletkenlik ile bekleme süresi arasındaki ilişki

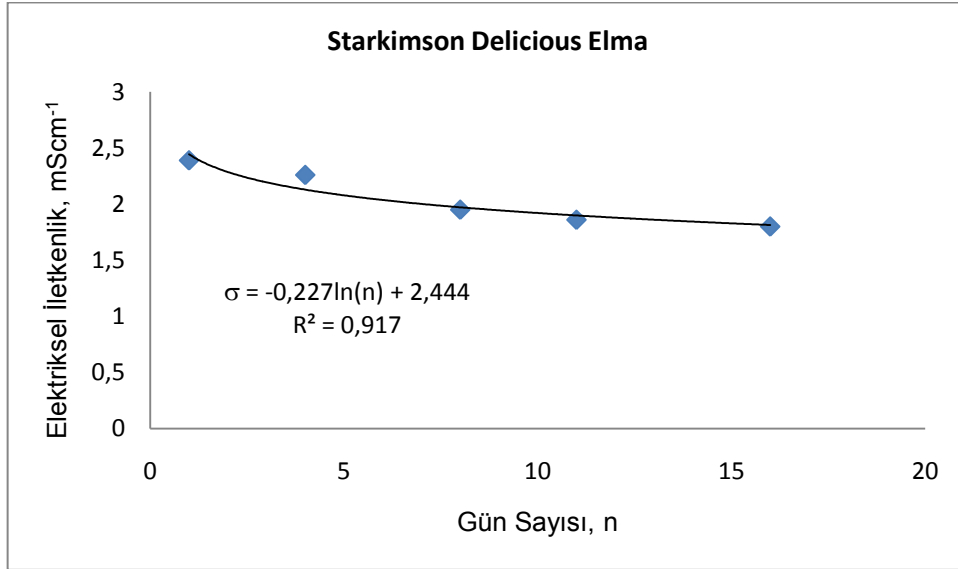
Toplam çözünmüş madde (TDS) ile elektriksel iletkenlik arasında hayli yüksek bir korelasyonla ( $R^2=0.999$ ) doğrusal ilişki olduğu saptanmıştır (Şekil 4.5). Elektriksel iletkenlik değerinin toplam çözünmüş madde tayininde kullanılması oldukça elverişli bir yöntem olacaktır. TDS değerleri 1.13 ile 1.86 ppt arasında olmuştur.



Şekil 4.5. Portakalda elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde miktarı (TDS) arasındaki ilişki

#### 4.2.2. Starkrimson Delicious elmanın (kırmızı elma) elektriksel iletkenlik ve TDS değerleri

Starkrimson Delicious elmanın elektriksel iletkenlik ve bekleme süresi arasındaki ilişki Şekil 4.6’da verilmiştir. Portakalın aksine az da olsa bekleme süresine bağlı olarak elektriksel iletkenlik değerinde bir azalma olmuştur.



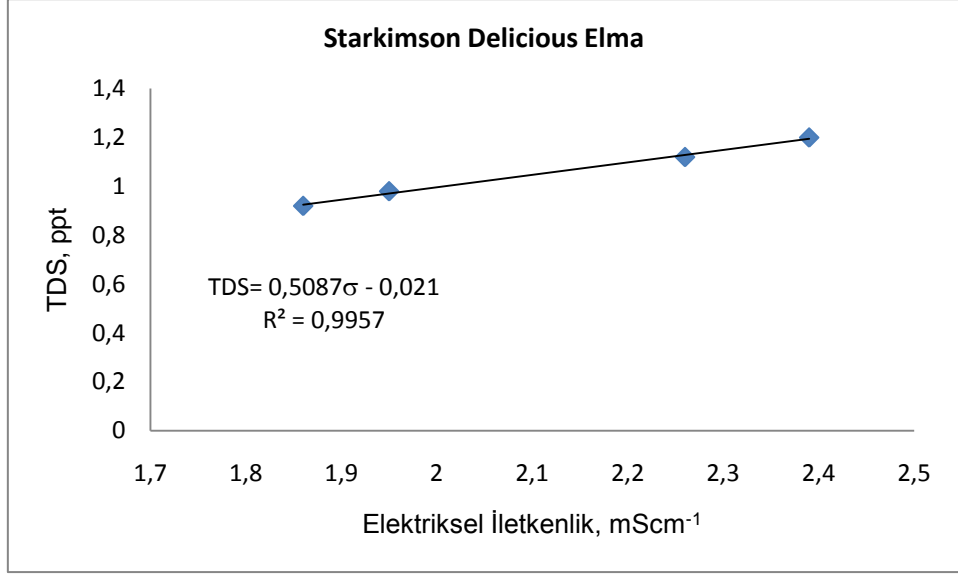
Şekil 4.6. Starkrimson Delicious elmanın elektriksel iletkenlik ile bekleme süresi arasındaki ilişki

En uygun modelin logaritmik model olduğu saptanmıştır ( $R^2=0.92$ ). Elektriksel iletkenlik katsayısı 2.39 ile 1.80 mScm<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Oda koşullarında yaklaşık 16 gün bekleme süresinde elektriksel iletkenlik değerinde geniş aralıklarda bir değişim olmadığı görülmektedir. Bu durum Şekil 4.6’da verilen grafik değerlerinde de açıkça görülmektedir.

Starkrimson Delicious elmanın TDS değerleri 1.2 ile 0.95 ppt arasında değişmiştir (Çizelge 4.5). Elektriksel iletkenlik ile TDS değerleri arasında, portakalda olduğu gibi hayli yüksek bir doğrusal ilişki bulunmuştur ( $R^2=0.995$ ).

Çizelge 4.5. Starkrimson Delicious elmanın elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde (TDS) miktarları

|                 | EC<br>mScm <sup>-1</sup> | TDS<br>ppt  |
|-----------------|--------------------------|-------------|
| <b>1</b>        | 2,39                     | 1,2         |
| <b>4</b>        | 2,26                     | 1,12        |
| <b>8</b>        | 1,95                     | 0,98        |
| <b>11</b>       | 1,86                     | 0,92        |
| <b>16</b>       | 1,8                      | 0,95        |
| <b>Ortalama</b> | <b>2,05</b>              | <b>1,03</b> |



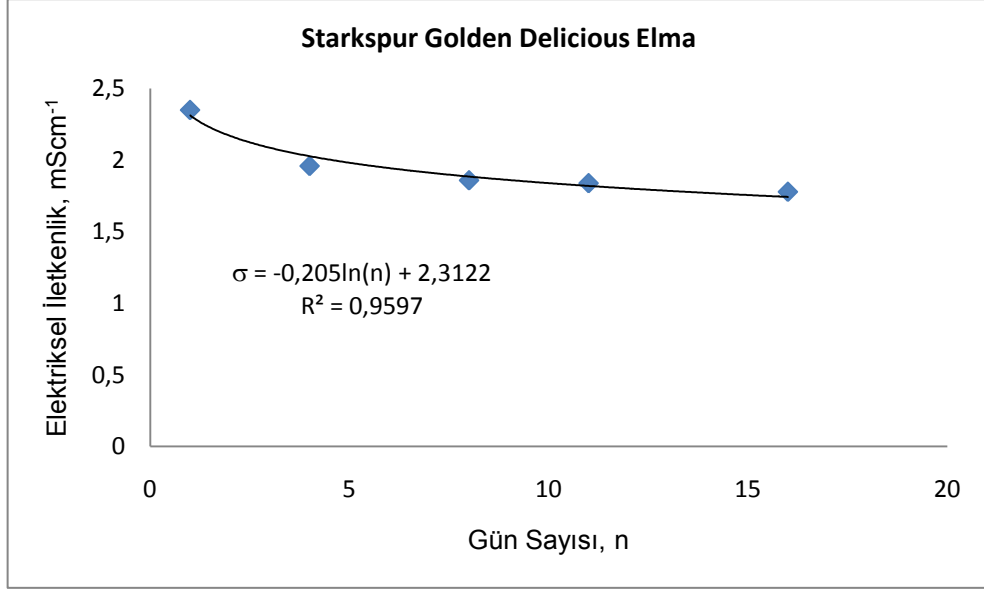
Şekil 4.7. Starkimson Delicious elmanın elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde miktarı (TDS) arasındaki ilişki

#### 4.2.3. Starkspur Golden Delicious elmanın (sarı elma) elektriksel iletkenlik ve TDS değerleri

Starkspur Golden Delicious elmanın bekletilme gününe karşılık elektriksel iletkenliğindeki değişim Şekil 4.8’de verilmiştir. Starkimson elmaya göre bu iki faktör arasında daha sıkı bir ilişki olduğu görülmektedir. En uygun model olan logaritmik modelde  $R^2=0.96$  olarak bulunmuştur. Bu elmada da çok fazla olmamakla birlikte elektriksel iletkenlikte bir azalma meydana gelmiştir. Depolama süresince elektriksel iletkenlik değeri 2.35 den 1.78 mScm<sup>-1</sup> değerine düşmüştür (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Starkspur Golden Delicious elmanın elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde (TDS) miktarları

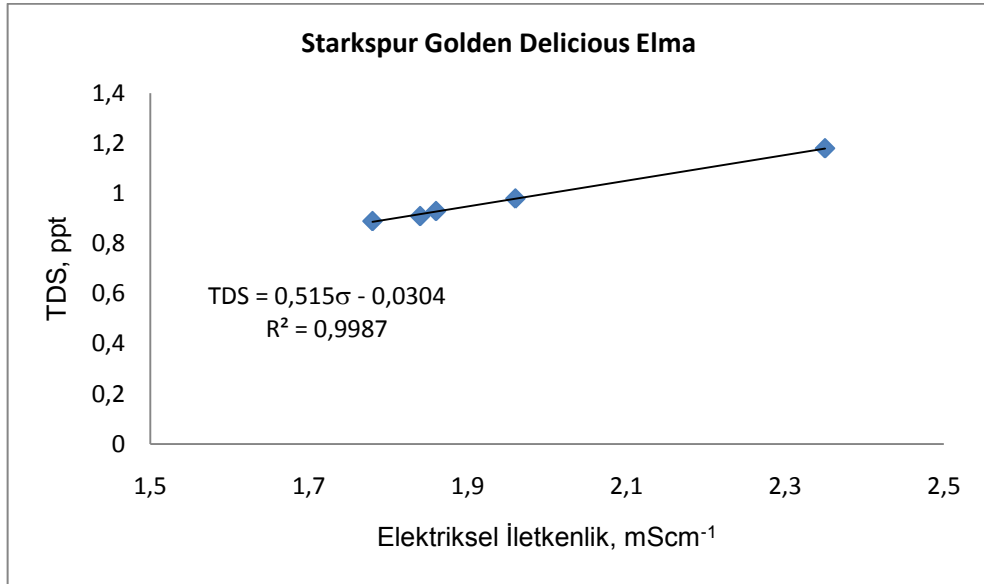
|                 | EC<br>mScm <sup>-1</sup> | TDS<br>ppt  |
|-----------------|--------------------------|-------------|
| <b>1</b>        | 2,35                     | 1,18        |
| <b>4</b>        | 1,96                     | 0,98        |
| <b>8</b>        | 1,86                     | 0,93        |
| <b>11</b>       | 1,84                     | 0,91        |
| <b>16</b>       | 1,78                     | 0,89        |
| <b>Ortalama</b> | <b>1,96</b>              | <b>0,98</b> |



Şekil 4.8. Starkspur Golden Delicious elmanın elektriksel iletkenlik ile bekleme süresi arasındaki ilişki

Toplam çözünmüş madde miktarı (TDS) ile elektriksel iletkenlik arasında çok yüksek bir doğrusal ilişki ( $R^2=0.998$ ) bulunmuştur.

Depolama süresi boyunca TDS değerleri 1.18 ile 0.89 ppt arasında azalarak değişmiştir.



Şekil 4.9. Starkspur Golden Delicious elmanın elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş madde miktarı (TDS) arasındaki ilişki



## 5. SONUÇ VE TARTIŞMA

2 çeşit elma ve 1 çeşit portakal ile oda koşullarında, bekleme süresinin ısı ve elektriksel iletkenliğine etkilerini saptamak amacıyla yapılan çalışmada, elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Isı iletim katsayıları her 3 meyvede de zamana bağlı olarak artış göstermiştir. Bu artışlar portakal ve Starkspur Golden Delicious elmada logaritmik olurken, Starkrimson Delicious elmada doğrusal olmuştur. Bekleme zamanı ve ısı iletim katsayıları arasındaki korelasyonlar da yüksek olmuştur. Abhayawick ve ark. (2002), tarımsal ürünlerin ısı iletkenliklerinin nem ile doğru orantılı olarak arttığını bildirmiştir. Meyvelerin bekleme süresinde sularını bırakmaları ve dokular arasındaki su artışı ısı iletkenliklerinin artmasına neden olabilmektedir. Bu çalışmada, ısı iletkenliklerindeki artışın nedeni bu olabilir.
- Bekleme süreleri meyvelerin elektriksel iletkenlik değerleri üzerinde aynı etkiyi göstermemiştir. Portakalda elektriksel iletkenlik artarken, her iki elma çeşidinde de bekleme süresi boyunca iletkenlik azalmıştır. Ancak, bu azalmanın oranı düşük olmuştur. Mohsenin (1983) yaptığı çalışmada meyvelerin berelenmiş ya da berelenmemiş olma durumuna göre bekleme süresince elektriksel iletkenliklerinin arttığını ya da azaldığını saptamıştır. Özellikle berelenmemiş meyvelerde elektriksel iletkenliğin azaldığını bildirmiştir. Benzer sonuçlar bu çalışmada da bulunmuştur.
- Toplam çözünmüş madde oranı (TDS) ile elektriksel iletkenlik değerleri arasında, her üç meyvede de çok sıkı doğrusal ilişki olduğu görülmüştür. Bu nedenle elektriksel iletkenlik değerlerinden elde edilen modellerden yararlanarak, toplam çözünmüş madde miktarının saptanması mümkün olmaktadır. Bir çok çalışmada TDS değerlerinden yararlanarak çözünmüş madde miktarlarını tahmin etmek mümkün olmuştur. Örneğin, Çil (2002) elektriksel iletkenlik ve TDS değerleri yardımıyla Aksaray ilindeki içme sularının kalitelerini belirlemiştir.

Tez çalışması sonucunda, üzerinde ölçüm yapılan meyvelerin pazardan alındıktan sonra, oda koşullarında bekleme koşullarının, onların elektriksel ve ısı iletkenliklerinden faydalanarak, saptanması mümkün olmuştur. Pazardan alındıktan sonra meyveler oda koşullarında yaklaşık 16 gün bekletilebilmiştir. Bu süre içerisinde elde edilen modellerden

yararlanarak, yapılacak iletkenlik ölçümleri yardımıyla hangi günde olduklarını tahmin etmek mümkün olacaktır.

Bu çalışmanın depolama koşullarını ve sürelerini değiştirerek, daha farklı meyve türlerinde yapılması, çalışmalara meyvelerin mineral madde içeriklerindeki ve fiziksel yapısındaki değişimlerin katılması ve bu değişimlerin elektriksel ve ısı iletkenliklerindeki değişimlerle ilişkilendirilmesi ile daha kapsamlı sonuçlar elde edilmesi mümkün olacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- Abhayawick L, Laguerre J.C, Tauzin V, Duquenoy A (2002). Physical Properties of three onion varieties as affected by the moisture content, *Journal of Food Engineering*, Vol.55, Page: 253-262.
- Alagusundaram, K, Jayas, D.S, Muir W.E, White N.D.G (1991) Thermal Conductivity of bulk barley, lentils, and peas. *Transactions of The ASAE* 34 (1991) 1784-1788.
- Chandra, S., and Muir, W.E (1971). Thermal properties of spring wheat at low temperatures. *Transactions of The ASAE* 14 (1971) 644-646.
- Çil O. H. Ş (2002). Aksaray iline içme suyu sağlayan bazı kaynaklarda su kalite parametrelerinin incelenmesi, *Çevkor*, Cilt 11, Sayı 42, Sayfa 40-44
- Dağsöz A.K (1995). Isı geçişi, Beta Basım Yayım dağıtım A.Ş., Yayın No: 599, Teknik Dizisi: 27, ISBN 975-486-494-2, İstanbul.
- Donsi G, Ferrari G, Nigro R (1996). Experimental determination of thermal conductivity of apple and potato at different moisture content, *Journal of Food Engineering*, Volume 30, Issues 3-4, Pages 263-268
- Drusas A. E., Saravacos G. D (1985). Thermal conductivity of tomato paste, *Journal of Food Engineering*, Volume 4, Issue 3, Pages 157-168
- Kayıoğlu, B, Kocabıyık H, Akdemir B (2004). The Effect of Moisture Content on Thermal Conductivities of Some Cereal Grains, *Journal of Cereal Science*, 39-(2004)-147-150
- Mohsenin N.N (1983). *Elektromagnetic radiation properties foods and agricultural materials*, ordon and breach Science Publishers, ISBN 0-677-06190-0, New York.
- Montoya M. M, De La Plaza J. L, López-Rodriguez V (1994 a). Electrical Conductivity of Avocado Fruits During Cold Storage and Ripening, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, Volume 27, Issue 1, Pages 34-38
- Montoya M. M, De La Plaza J. L, López-Rodriguez V (1994 b). Relationship Between Changes in Electrical Conductivity and Ethylene Production in Avocado Fruits, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, Volume 27, Issue 5, Pages 482-486.
- Sarang S, Sastry S.K, Knipe L (2008). Electrical conductivity of fruits and meats during ohmic heating, *Journal of Food Engineering*, 87(2008), Page. 351-356
- Sharma, D.K, Thompson T.L (1973). Specific heat and thermal conductivity of sorghum. *Transactions of The ASAE* 16 (1973) 114-117.
- Singh, K.K, Goswami T.K (2000). Thermal properties of cumin seed, *Journal of Food Engineering*, 45(2000), Page. 181-187
- Wang N, Brennan J.G (1992). Thermal conductivity of potato as a function of moisture content, *Journal of Food Engineering*, Volume 17, Issue 2, , Pages 153-160
- Ya Ling Li, Stanghellini C, Challa H (2001). Effect of electrical conductivity and transpiration on production of greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* L.), *Scientia Horticulturae*, Volume 88, Issue , Pages 11-29
- Yang W, Siebenmorgen T.J, , Thielen T.P.H, Cnossen A.G (2003). Effect of glass transition on thermal conductivity of rough rice, *Biosystem Engineering* (2003), 84 (2), Page. 193-200
- Zhu S, Marcotte M, Ramaswamy H, Shao Y, Le-Bail A (2008). Evaluation and comparison of thermal conductivity of food materials at high temperature, *Food and Bioproducts*, 86(2008), Page. 147-153.

## **ÖZGEÇMİŞ**

03.11.1982 yılında dünyaya gelen Ayça AÇIKGÖZ, ilk, orta ve lise öğretimini İstanbul'da tamamlamıştır. 2002-2003 eğitim-öğretim yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesine girmiştir. Bu fakültenin Tarım Makineleri Bölümünü 2006-2007 eğitim öğretim yılında birincilikle bitiren AÇIKGÖZ, aynı yıl Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalında Prof.Dr.Birol KAYIŞOĞLU'nun danışmanlığında yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Tez aşamasında "Depolama süresinin bazı meyvelerin ısı ve elektriksel iletkenliklerine etkisinin saptanması üzerine bir araştırma" konulu tezi yürüterek bitirmiştir.

## TEŞEKKÜR

Tezimin yürütülmesi sırasında bana desteklerini esirgemeyen, başta danışmanım Prof.Dr.Birol KAYIŞOĞLU olmak üzere, Tarım Makineleri Bölümü öğretim üyeleri Prof.Dr.Poyraz ÜLGER, Prof.Dr.Bülent EKER, Prof.Dr.Bahattin AKDEMİR, Doç.Dr.Türkan AKTAŐ, Yrd.Doç.Dr.Cihangir SAĞLAM, Yrd.Doç.Dr.Fulya TORUK, Yrd.Doç.Dr.Yılmaz BAYHAN, Yrd.Doç.Dr.Erkan GÖNÜLOL, Yrd.Doç.Dr.İlker ÇELEN'e ve bölümdeki diğer öğretim elemanlarına, ayrıca laboratuvar çalışmalarım sırasında büyük yardımlarını gördüğüm Zir.Yük.Müh.Figen TAŐÇI DURGUT'a teşekkür ederim.

Ayrıca, tüm yaşamım ve eğitimim sırasında benden desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan aileme de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayça AÇIKGÖZ