

**TÜBİTAK**

2007-159



**TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU**  
THE SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

**Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu**  
Agriculture, Forestry & Veterinary Sciences Research Grant Group

Q/ 89923

**Proje No: 106O246**

**Ohmik Isıtmanın Bazı Meyve Suları ve Konsantrelerinde  
*Alicyclobacillus acidoterrestris* Üzerine Etkisi**

Dr. Ayşe Handan BAYSAL  
Yrd.Doç.Dr. Filiz İÇİER

AĞUSTOS 2007

İZMİR

## Önsöz

Araştırma konusu “Ohmik Isıtmanın Bazı Meyve Suları ve Konsantrelerinde *Alicyclobacillus acidoterrestris* Üzerine Etkisi” dir. Bu çalışmada laboratuvar tipi olarak dizayn edilmiş ohmik ısıtma düzeneğinde, ohmik ısıtmanın bazı meyve suları ve konsantrelerinde (elma ve portakal) uygulanması ve ohmik ısıtmanın uygulama sırasında voltaj gradyeni, sıcaklık ve süre gibi farklı parametreler kullanılarak *Alicyclobacillus* sporlarının canlılığı üzerine etkisi mikrobiyolojik analizle belirlenmiştir. Elde edilen literatür bilgisi ışığında sıcak dolumla pastörizasyonda 88-96°C’de 2 dakikalık ısısal işleme dayanıklı, düşük düzeyde bile kontamine olduğunda ısısal işlemden sonra bozulmaya neden olan bu mikroorganizma grubunun meyve suyu ve konsantreleri gibi asidik gıdaların kalitesinin belirlenmesinde *B. coagulans* kadar hedef mikroorganizma olarak düşünülmesi gerekliliği ve ürüne koruyucu madde ilave etmeksizin ya da ısısal işlem uygulama sıcaklık ve/veya süresini artırmak yerine, günümüzde gıda üreticilerinin tüketici açısından daha sağlıklı, güvenilir ve kaliteli ürün isteği nedeniyle önem kazanan minimum işlem uygulamaları arasında yer alan ohmik ısıtmanın kullanılarak bu bakterilerin elimine edilmesi bu araştırma projesinin temel konusunu oluşturmaktadır. Araştırmanın amacı, minimal işlem ve alternatif teknoloji ohmik ısıtmanın bozulma etmeni *A. acidoterrestris* üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve daha sonra bu meyve sularında koruma yöntemi olarak kullanılabilirliğini araştırmaktır. Bu proje, ucuz bir yatırım maliyeti gerektiren ohmik ısıtmanın küçük ve orta ölçekteki işletmeler tarafından daha sağlıklı, güvenilir ve minimal işlenmiş meyve suyu ürünlerinin üretilmesinde kullanımını teşvik etmesi beklenmektedir. Literatürde bu konuda bir çalışmaya rastlanmadığı için ilk verileri oluşturmaktadır. Ohmik ısıtmanın bozulma etmeni *A. acidoterrestris* üzerindeki etkisi laboratuvar bazında yapılan uygulama ile saptanmıştır. Gerçekleştirilen projede elde edilen sonuçlar, ohmik ısıtmanın endüstriyel boyutta tasarlanması veya ön ısıtma ve pastörizasyon hatlarında kullanılabilirliği için gerekli koşulların belirlenmesinde temel oluşturacaktır.

“Ohmik Isıtmanın Bazı Meyve Suları ve Konsantrelerinde *Alicyclobacillus acidoterrestris* Üzerine Etkisi” (Proje no: TOVAG-106 O 246) TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	7
ABSTRACT.....	8
1. GİRİŞ.....	9
2. GENEL BİLGİLER.....	9
2.1. Isısal İşlemler.....	12
2.2. İnaktivasyon Kinetikleri.....	12
2.3. Ohmik Isıtma.....	13
2.4. <i>Alicyclobacillus</i> Türlerinin İzolasyon ve Sayım Yöntemleri.....	14
2.5. <i>Alicyclobacillus</i> Sporlarının Isısal Direnci.....	14
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	18
3.1. Gereç.....	18
3.1.1. Meyve suyu.....	18
3.1.2. Test mikroorganizma.....	18
3.1.3. Besiyerleri.....	18
3.1.4. Ohmik Isıtma Ekipman.....	18
3.2. Yöntem.....	19
3.2.1. pH ölçümü.....	19
3.2.2. Titre edilebilir asitlik tayini.....	19
3.2.3. Toplam şeker miktarı tayini.....	19
3.2.4. Suda çözünür kuru madde tayini.....	19
3.2.5. Yoğunluk ölçümleri.....	19
3.2.6. Sistemin dezenfeksiyonu.....	19
3.2.7. İnokulumların hazırlanması ve örneklere inokülasyonu.....	19
3.2.8. Isıtma Uygulaması.....	20
3.2.9. Mikrobiyolojik Analiz.....	20
3.2.10. D-değeri.....	21
3.2.11. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM).....	21
3.2.12. İstatistiksel Yöntemler.....	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	22
4.1. Ohmik Isıtma.....	22
5. SONUÇ.....	47
REFERANSLAR.....	47

## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
2.1. Meyve suları ve konsantrelerinde <i>Alicyclobacillus</i> türlerinin izolasyonu ve sayımı için kullanılan besiyerleri ve inkübasyon koşulları.....	16
2.2. <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının farklı pH ve briksteki meyve sularında ısısız dirençleri (DİNÇER ve ark. 2001; VIEIRA ve ark. 2002'den düzenlenmiştir).....	17
3.1. Çalışmada kullanılan Ohmik ve konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma parametreleri. <sup>a</sup> .....	20
4.1. Kullanılan meyve suyu ve meyve suyu konsantrelerinin özellikleri ( $\pm$ SD) <sup>b</sup> .....	22
4.2. Elma ve portakal sularında farklı voltaj gradyanlarında ve sıcaklık değerlerinde ohmik ısıtma uygulaması sonucunda elde edilen <i>D</i> - değerleri.....	35
4.3. Elma ve portakal suyu konsantrelerinde farklı voltaj gradyanlarında ve sıcaklık değerlerinde ohmik ısıtma uygulaması sonucunda elde edilen <i>D</i> - değerleri.....	35
4.4. Elma suyunda konvansiyonel ve ohmik ısıtma uygulanan <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının <i>D</i> -değerleri. <sup>a, b, c</sup> .....	43
4.5. Portakal suyunda konvansiyonel ve ohmik ısıtma uygulanan <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının <i>D</i> -değerleri. <sup>a, b, c</sup> .....	43
4.6. Elma konsantresinde konvansiyonel ve ohmik ısıtma uygulanan <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının <i>D</i> -değerleri. <sup>a, b, c</sup> .....	43
4.7. Portakal konsantresinde konvansiyonel ve ohmik ısıtma uygulanan <i>Alicyclobacillus acidoterrestris</i> sporlarının <i>D</i> -değerleri. <sup>a, b, c</sup> .....	43

## ŞEKİL LİSTESİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
<b>3.1.</b> Ohmik Isıtma Sisteminin Şematik Gösterimi.....	18
<b>4.1.</b> Elma suyunda (pH=3,757) ohmik ısıtma (30V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK A.1.1-3).....	23
<b>4.2.</b> Elma suyunda (pH=3,757) ohmik ısıtma (40 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK A.2.1-3).....	24
<b>4.3.</b> Elma suyunda (pH=3,757) ohmik ısıtma (50 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK A.3.1-3).....	25
<b>4.4.</b> Portakal suyunda (pH=3,637) ohmik ısıtma (30 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı: $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK A.4.1-3).....	26
<b>4.5.</b> Portakal suyunda (pH=3,637) ohmik ısıtma (40 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı: $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK A.5.1-3).....	27
<b>4.6.</b> Portakal suyunda (pH=3,637) ohmik ısıtma (50 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı: $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK A.6.1-3).....	28
<b>4.7.</b> Elma suyu konsantrisinde (pH=3,937) ohmik ısıtma (30 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı: $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK A.7.1-3).....	29
<b>4.8.</b> Elma suyu konsantrisinde (pH=3,937) ohmik ısıtma (40 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı: $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK A.8.1-3).....	30
<b>4.9.</b> Elma suyu konsantrisinde (pH=3,937) ohmik ısıtma (50 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı: $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log$	

$(N/N_0) = E.t$ (EK A.9.1-3).....	31
<b>4.10.</b> Portakal suyu konsantresinde (pH=3,023) ohmik ısıtma (30 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı: $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK A.10.1-3).....	32
<b>4.11.</b> Portakal suyu konsantresinde (pH=3,023) ohmik ısıtma (40 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı: $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK A.11.1-3).....	33
<b>4.12.</b> Portakal suyu konsantresinde (pH=3,023) ohmik ısıtma (50 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı: $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK A.12.1-3).....	34
<b>4.13.</b> Su banyosunda elma suyu, portakal suyu ve konsantrelerinin ısınma eğrileri....	36
<b>4.14.</b> Elma suyunda (pH=3,757) konvansiyonel ısıtma (30V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK B.1.1-3).....	37
<b>4.15.</b> Portakal suyunda (pH=3,637) konvansiyonel ısıtma (30 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı: $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK B.2.1-3).....	38
<b>4.16.</b> Elma suyu konsantresinde (pH=3,937) konvansiyonel ısıtma (30 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı: $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK B.3.1-3).....	39
<b>4.17.</b> Portakal suyu konsantresinde (pH=3,023) konvansiyonel ısıtma (30 V/cm) uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a) $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$ 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı: $N_0$ , (b) $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c) $\log (N/N_0) = E.t$ (EK B.4.1-3).....	40
<b>4.18.</b> Elma ve Portakal sularında ohmik ısıtma uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının termal ölüm süresi eğrileri.	41
<b>4.19.</b> Elma suyu ve Portakal suyu konsantrelerinde ohmik ısıtma uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> sporlarının termal ölüm süresi eğrileri.	42
<b>4.20.</b> Elma suyunda ısıtma uygulanmamış (A) ve 80°C'de 20 dakika konvansiyonel ısıtma (su banyosunda) uygulanmış (B) <i>A. acidoterrestris</i> DSM 3922 sporlarının Taramalı Elektron Mikroskop (Scanning Electron Microscopy, SEM) görüntüleri....	45
<b>4.21.</b> Elma suyunda 90°C'de 20 dakika konvansiyonel ısıtma uygulanmış (A), 90°C'de sırasıyla 30V/cm (B) ve 50 V/cm voltaj gradyent (C) değerlerinde 20 dakika ohmik ısıtma uygulanmış <i>A. acidoterrestris</i> DSM 3922 sporlarının Taramalı Elektron Mikroskop (Scanning Electron Microscopy, SEM) görüntüleri. Spor kılıflarındaki değişim ve deformasyonu görülmektedir.....	46

## OHMİK ISITMANIN BAZI MEYVE SULARI VE KONSANTRELERİNDE *Alicyclobacillus acidoterrestris* ÜZERİNE ETKİSİ

### ÖZET

Bu çalışmada gıda sanayinde kullanım alanı bulan ve pilot çapta çalışmaları süren ohmik ısıtma sisteminin, meyve suyu ve konsantreleri gibi asidik ürünlerde bozulmaya neden olan *Alicyclobacillus acidoterrestris* sporlarının herhangi bir kimyasal ve katkı maddesi kullanmaksızın elimine edilmesinde etkinliğini araştırmak amaçlanmıştır. Elde edilen canlı kalma eğrilerinin çoğunluğunun regresyon katsayısı ( $R^2$ ) 0,96'nın üzerinde çıkmıştır. Elma suyu, portakal suyu ve konsantrelerinde ohmik ısıtma ile *A. acidoterrestris* DSM3922 sporlarının sayısının logaritmik azalmasında tek başına voltaj gradyanı (30, 40 ve 50 V/cm), sıcaklık (70, 80 or 90°C) ve sürenin (0, 10, 15, 20, 30 dakika) etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Ohmik ısıtma uygulanmış elma suyu, portakal suyu ve konsantrelerinde *A. acidoterrestris* sporlarının sayısının logaritmik azalmasına ilişkin "voltaj gradyanı×sıcaklık" ve "sıcaklık×süre" etkileşiminin  $P<0,05$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Elma suyu konsantrelerinde sporların logaritmik azalmasında "voltaj gradyanı×süre", "voltaj gradyanı×sıcaklık×süre" etkileşimi önemli bulunmasına karşın, portakal suyu konsantrelerinde *A. acidoterrestris* sporlarının sayısının logaritmik azalmasına ilişkin bu parametreler arasındaki etkileşim istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ). *A. acidoterrestris* DSM 3922 suşunun ohmik ısıtmaya karşı direncinin saptanması amacıyla yapılan bu çalışmada 30 V/cm voltaj gradyanında,  $D$ -değeri 70°C'de 32,16-97,1 dakika, 80°C'de 8,8-17,3 dakika ve 90°C'de 5,2-9,7 dakika arasında;  $z$ -değeri ise 6,95-13,16°C arasında saptanmıştır. 40 V/cm voltaj gradyanında ve 50 V/cm voltaj gradyanında ohmik ısıtma uygulamaları sonunda ise sırasıyla  $D_{70°C}=30,9-70,4$  dakika,  $D_{80°C}=8,6-18,8$  dakika ve  $D_{90°C}=6,5-12,3$  dakika arasında ( $z$ -değeri=8,95-21,65°C),  $D_{70°C}=24,9-35,2$  dakika,  $D_{80°C}=8,2-12,8$  dakika ve  $D_{90°C}=4,3-8,7$  dakika arasında ( $z$ -değeri=13,51-14,33°C) bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: *Alicyclobacillus acidoterrestris*, ohmik ısıtma, meyve suyu, meyve konsantresi, spor, inaktivasyon, alternatif ısıtma



## EFFECTS OF OHMIC HEATING ON *Alicyclobacillus acidoterrestris* IN VARIOUS FRUIT JUICES AND CONCENTRATES

### ABSTRACT

In this study the effectiveness of ohmic heating that has uses in food industry and studies in pilot plant scale for eliminating *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores causing spoilage in acidic products such as fruit juice and concentrates. The efficacy of ohmic heating for reducing spore levels of *Alicyclobacillus acidoterrestris* DSM3922, a thermoacidophilic sporeforming bacterium, in commercial pasteurized apple and orange juices, and concentrates was investigated. All experiments were duplicated and repeated three times. The viability of spores treated with ohmic heating at different voltage gradients was significantly reduced. Regression coefficient ( $R^2$ ) of survival curves were in most cases greater than 0.96. The effects of voltage gradient (30, 40 and 50 V/cm), temperature (70, 80 or 90°C) and heating time (0, 10, 15, 20, 30 minutes) on logarithmic reduction of *A. acidoterrestris* DSM3922 spores during ohmic heating in apple, orange juices and concentrates alone were found statistically significant ( $P < 0.05$ ). "Voltage gradient $\times$ temperature" and "temperature $\times$ time" interactions in related to logarithmic reduction of *A. acidoterrestris* spores were significant at levels of  $P < 0.05$ . Although the effects of "voltage gradient $\times$ time" and "voltage gradient $\times$ temperature $\times$ time" interactions in related to logarithmic reduction of *A. acidoterrestris* spores in apple juice concentrates were found significant ( $P < 0.05$ ), the effects of these interactions in orange juice concentrates were not found significant ( $P > 0.05$ ). In this study that is carried out in order to evaluate the resistance of *A. acidoterrestris* DSM 3922 strain to ohmic heating at 30 V/cm voltage gradient,  $D$ -values at 70, 80 and 90°C were found in the ranges of 32.16-97.1, 8.8-17.3 and 5.2-9.7 minutes, respectively with the range of  $z$ -value 6.95-13.16°C. At 40 V/cm and 50 V/cm voltage gradients of ohmic heating the ranges  $D_{70^\circ\text{C}}=30.9-70.4$ ,  $D_{80^\circ\text{C}}=8.6-18.8$ ,  $D_{90^\circ\text{C}}=6.5-12.3$  minutes ( $z$ -value=8.95-21.65°C) and  $D_{70^\circ\text{C}}=24.9-35.2$ ,  $D_{80^\circ\text{C}}=8.2-12.8$ ,  $D_{90^\circ\text{C}}=4.3-8.7$  ( $z$ -value=13.51-14.33°C) were found, respectively.

Keywords: *Alicyclobacillus acidoterrestris*, ohmic heating, fruit juice, fruit concentrate, spore, inactivation, alternative heating

## 1. GİRİŞ

Oda sıcaklığında depolanan meyve suları sahip oldukları düşük pH ve uygulanan ısısal işlem sonucu dayanıklı hale gelmektedir. Çoğu bakteriyel sporlar pH seviyesi 4,0'ün altında olan meyve suyu ve konsantrelerinde çimlenemediği ve gelişemediğinden genellikle bu ürünlerde ısıya dirençli küf türleri canlı kalabilmekte ve gelişerek bozulmaya neden olabilmektedir. Ancak son yıllarda yapılan bazı araştırmalarda meyve sularında pH 3,7 veya daha düşük pH değerlerinde bazı spor oluşturan bakterilerin de bu tür gıdalara uygulanan pastörizasyon işlemine dirençli olduğu ve bozulmaya neden olabileceği bildirilmektedir. *Alicyclobacillus acidocaldarius* ve *Alicyclobacillus acidoterrestis* olarak tanımlanan bu bakterilerin pH 3,7'nin altındaki seviyelerde gelişebilmesi, normal meyve ürünlerine uygulanan pastörizasyon işlemi sonunda canlı kalması meyve suyu sanayii açısından bu mikroorganizmalara olan dikkati artırmıştır. Bu mikroorganizma sporlarının elimine edilmesi için gerekli olan ısısal işlem ürünün kalitesi üzerinde olumsuz etkilere yol açacağından bu bakterinin gelişmesinin önlenmesi ya da elimine edilmesi amacıyla organik asitler, koruyucu maddeler, dezenfektanlar, yüksek hidrostatik basınç, ultrafiltrasyon ve radyasyon uygulamaları gibi alternatif yöntemlerden yararlanmak üzere araştırmalar yapılmaktadır. Ancak meyve sularının genel tanımlanmasında "fiziksel yöntemlerle muhafaza edilen" ifadesi kullanıldığından birçok ülkede meyve sularının korunmasında koruyucu maddelerin kullanımına izin verilmemektedir. Dünyadaki teknik gelişmelere paralel olarak gıda işleme yöntemlerinde de yeni tekniklerin geliştirilmesi yönünde gerçekleştirilen çalışmalar bu tekniklerin endüstriyel olarak sağladığı avantajlar nedeniyle hız kazanmıştır. Ayrıca tüketicilerin, üreticilerden işlenmiş gıda ürünlerinde kullanılan kimyasal katkı maddelerinin kullanımını azaltmaları yönündeki talebi minimum fiziksel gıda işleme yöntemlerine olan ilgiyi artırmakta ve dolayısıyla bu yöntemlerle ilgili araştırmaların gerçekleştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Minimum gıda işleme yöntemlerinden biri olan ohmik ısıtma, gıda maddesi ile temas halinde olan elektrotlardan alternatif akım geçirilmesi prensibine dayanmaktadır. Elektrik akımının homojen ve ani olarak ısı jenerasyonuna yol açması sonucu gıda maddesi içerisinde hacimsel sıcaklık artışı sağlanır. Diğer ısı transferi işlemlerine göre daha kontrollü, hızlı ve homojen ısınma sağlanır. Özellikle pompalanabilir sıvı gıdaların ısıtılması, pastörizasyonu ve sterilizasyonu gibi işlemlerde alternatif ısıtma yöntemi olarak kullanılabilir. Bu projede, büyük bir pazar payına sahip olan meyve suyu ve konsantre ürünlerinde kalitenin belirlenmesinde *Bacillus coagulans* kadar hedef mikroorganizma olarak düşünülmesi gereken *A. acidoterrestis*'in gıda işleme yöntemleri açısından yeni bir teknoloji olan ohmik ısıtma ile inaktivasyonunu sağlamak ve bu yöntemin ürünün mikrobiyal açıdan korunmasındaki etkinliğini belirlemek amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Meyve suları %80-95 oranında su içerir ve meyveler gibi vitamin, mineral madde, şeker ve meyve asitlerince zengin gıdalardır. Bu nedenle de meyve suları mikroorganizmaların gelişmesi için son derece uygun bir ortam oluştururlar. Meyve suları konsantre edilerek hem daha dayanıklı hem de daha kolay taşınabilir bir ürün halinde muhafaza edildikleri gibi, aseptik koşullarda depolanarak veya tüketici ambalajlarında pastörize edilerek muhafaza edilebilirler. Meyve suları ve meyve suyuna işlenecek meyve konsantreleri kimyasal koruyucu kullanılmadan fiziksel yöntemlerle muhafaza edildikleri halde, meyve bazlı içecek üretiminde kullanılacak olan konsantre ve pulpların muhafazasında kimyasal koruyucular kullanılabilir (ACAR, 1999). pH değeri 4'ün altında olan meyve sularında bu pH değerlerinde bozulmaya neden olan küf ve mayalar uygulanan pastörizasyon işlemi ile elimine edilebilmekte ve meyve sularının raf ömrü arttırılmaktadır. Pastörizasyon genellikle ısıya duyarlı olan laktik asit bakterileri, mayalar ve bazı küfleri öldürmek için yeterli olmakla

birlikte, bu işlem sonunda ısıya dirençli bazı küf türleri canlı kalabilmekte ve gelişerek bozulmaya neden olabilmektedir. Yüksek ısısal dirence sahip aerobik sporlu *Bacillus* türleri, çok yönlü metabolik mekanizmaya ve güçlü sakkarolitik ve proteolitik aktiviteye sahip olmaları nedeniyle gıdalarda bozulmaya neden olan önemli bir gruba oluşturmaktadırlar (DEAK ve Timar, 1988). Bakteri sporlarının çoğu pH'sı 4'ün altında olan meyve suları ve diğer asidik gıdalarda çimlenememekte ve gelişmemektedir. Termofilik *Bacillus* cinsi içinde yer alan asidürik özelliğe sahip fakültatif termofilik *Bacillus coagulans* hariç diğer bacillus türleri özellikle alkali veya nötr ortamlara adapte olmuştur (DEAK ve Timar, 1988; SLEPECKY and Hemphill, 1990). Ancak son yıllarda yapılan araştırmalarda meyve suyu gibi asit gıdalara uygulanan pastörizasyon işlemine dirençli pH=4,0'ün altında gelişebilen *B. coagulans* dışında bazı asidofilik bakteri sporlarının pH=3,7 veya daha düşük pH değerlerinde gelişerek özellikle bazı meyve sularında ve domates suyunda bozulmaya neden olabildiği saptanmıştır (CERNY, 1984; SPLITTSTOESSER ve ark., 1994; MCINTYRE ve ark., 1996; YAMAZAKI ve ark., 1996; PETTIPHER ve ark., 1999; SPLITTSTOESSER ve ark., 1998). 1982 yılında Almanya'da elma suyu ve ABD'de meyve suyu karışımının bozulmasına neden olan izolatların tam olarak tanısı yapılamamakla birlikte, bu izolatların zengin besi ortamlarında gelişemeyen ve pH=5'in altında gelişmeyi tercih eden asidofilik *Bacillus* türlerine benzediği ifade edilmiştir (CERNY ve ark., 1984, SPLITTSTOESSER ve ark., 1994; MCINTYRE ve ark., 1996). Bir çalışmada vişne ve portakal suyundan asidofilik bir *Bacillus* türü izole etmişler ve sporlarının sıcak doluyla pastörizasyon işlemine 88-96°C'de 2 dakikalık ısısal işleme dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada pastörizasyondan sonra meyve suyunda canlı kalabilen asidofilik, spor oluşturan mikroorganizmanın meyve sularında düşük pH'da gözle görülür bir gelişme göstererek istenmeyen koku oluşumuna neden olduğu bildirilmiştir (MCINTYRE ve ark. 1995). Splittstoesser ve arkadaşları (1998) ise ticari olarak elde edilmiş elma suyu ve sıcak dolmuş elma-kızılcık karışımından bir *Bacillus* türü izole etmişlerdir. 1990'dan sonra, *Alicyclobacillus* türleri ve bu türlerin meyve suyu ve konsantrelerinde neden olduğu bozulmalarla ilgili çalışmalar hız kazanmış ve elde edilen sonuçlar asidofilik spor oluşturan bu bakteri türlerinin meyve suları ve konsantrelerinde tehlike olduğunu göstermektedir.

Gıda endüstrisinde 57 şirket arasında aside toleranslı spor oluşturan mikroorganizmaların önemini belirlemek için gerçekleştirilen bir araştırma sonucunda 34 (% 60) şirketin katılımı ile elde edilen sonuca göre 12 (%35) şirketin *A. acidoterrestris* sporlarının neden olduğu bozulma ile karşılaştıkları saptanmıştır (WALLS ve CHUYATE, 2000). Orr ve Beuchat (2000) çeşitli dezenfektanların 23°C'de 10 dakika uygulanmasının beş farklı suş karışımından oluşan *A. acidoterrestris* sporları üzerine etkisini incelediği bir çalışmada 200 ppm klor ( $Cl_2$ ), % 0,2'lik  $H_2O_2$  çözeltisi ve 500 ppm asitlendirilmiş sodyum klorit ( $NaClO_2$ ) kullanıldığında bu mikroorganizmanın spor sayısında sırasıyla 2,2; 0,4 ve 0,1 logaritmik ünitelik azalma olduğunu belirlemişlerdir. Aynı araştırmacıların bu mikroorganizma sporları ile gerçekleştirdikleri diğer bir çalışmanın sonucuna göre ise 1000 ppm klor veya %4'lük  $H_2O_2$  uygulandığında sporların sayısında 5 logaritmik üniteden daha fazla azalma olduğu ifade edilmiştir (ORR ve ark. 2000). Bununla birlikte tüketicilerin işlenmiş gıda üreticilerinin gıdalarda kimyasal katkı maddelerinin kullanımını azaltmaları yönündeki eğilimi minimum fiziksel gıda işleme yöntemlerine olan ilgiyi artırmakta dolayısıyla bu konuda araştırmaların yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

*Alicyclobacillus* sporları ile yapılan ısısal direnç çalışmaları genel olarak bu mikroorganizma türlerinin ticari meyve sularına uygulanan ısısal işlemde sonra canlı kalabildiğini göstermektedir (SPLITTSTOESSER ve ark., 1994; PETTIPHER ve ark., 1997; PONTIUS ve ark., 1998; SPLITTSTOESSER ve ark., 1998; KOMITOPOULOU ve ark., 1999; EIROA ve ark. 1999; MURAKAMI ve ark., 1998; PREVIDI ve ark., 1997). *Alicyclobacillus* türlerinin

ısısal direnci ile ilgili olarak yapılan bu çalışmalar göstermektedir ki bu mikroorganizma türlerinin kontrolü için belirli bir sıcaklıkta D değerinin 5 katı kadar süre yani 5 logaritmik ünitelik azalmaya neden olabilecek bir ısısal işlem gerekmektedir. Çoğu meyve suyu ve konsantreleri asidik ürünlerdir (pH<4.7), bu nedenle meyve suyu sanayii bu ürünleri pastörize etmek için bir süre sıcak dolum yapılması ve soğutulması (hot-fill and hold, 88-96°C/2 dakika) şeklinde bir işlem uygulamaktadır. Bu tipik sıcak dolum pastörizasyon uygulama sıcaklığından daha yüksek bir sıcaklık olan 97°C'de *A. acidoterrestris* sporlarının D değeri 8-9 dakika olarak belirlenmiştir (PONTIUS ve ark., 1998). Bu sonuçlar *Alicyclobacillus* sporlarının sıcak dolumla pastörizasyonda 88-96°C'de 2 dakikalık ısısal işleme dayanıklı olduğunu, meyve suyu veya konsantresine işlenecek olan hammaddenin bu mikroorganizma sporları ile düşük düzeyde bile kontamine olduğunda ısısal işlemden sonra bozulmaya neden olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla meyve suyu işleyen fabrikalarda ısısal işlemden önce *Alicyclobacillus* sporlarının üründe ya yeterince düşük sayılarda olduğundan emin olmak, ya sayısını azaltmak için ısısal işlem uygulama sıcaklık ve/veya süresini artırmak ya da etkisini kontrol altına alabilmek için ürüne koruyucu madde ilave etmek gerekecektir. Ancak meyve sularının genel tanımlanmasında "fiziksel yöntemlerle muhafaza edilen" ifadesi kullanıldığından birçok ülkede meyve sularının korunmasında koruyucu maddelerin kullanımına izin verilmemekte ve bu nedenle gıda üreticilerinin minimum fiziksel gıda işleme yöntemlerine olan ilgisi her geçen gün artmakta dolayısıyla bu konuda araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Minimum gıda işleme yöntemlerinden biri olan ohmik ısıtma, gıda maddesinin içinden alternatif elektrik akımının geçirilmesi ve elektrik enerjisinin ısı enerjisine ani ve homojen olarak dönüşmesi prensibine dayanır. Bu konuda yapılan ilk çalışma 1930 yılında "Electropure" denilen sütün elektriksel yöntemlerle pastörizasyonunu uygulayan sistem olmasına rağmen, teknolojik yetersizlikler nedeniyle sistem üzerinde çalışılmamış ve endüstriye de uygulanamamıştır. Yeni elektrot materyallerinin tasarımı, elektronikteki gelişmeler, kontrol sistemlerinin geliştirilmesi, kısacası teknolojik gelişime paralel olarak 1990 yılından sonra bu konu üzerinde çalışmalar hızla artmıştır. APV, Raztek gibi firmalar tarafından ticari patentleri alınmıştır. A.B.D., İngiltere, İtalya ve Japonya gibi ülkelerde endüstriyel uygulamalarına geçilmiştir. Ohmik ısıtmanın gıda sanayiinde kullanımının ilk başladığı yıllarda Stirling (1987), Biss ve ark. (1989) sistemin dizaynı ve tanıtımı konusunda daha sonra birçok araştırmacı tarafından yararlanılacak önemli çalışmalarda bulunmuşlardır. Bu tarihten itibaren ohmik ısıtma konusunda yapılan birçok çalışma ohmik ısıtmanın sistem optimizasyonu çalışmaları (SASTRY ve Palaniappan, 1992; QIHUA ve ark., 1993; WANG ve Sastry, 1993 a, b), gıdaların bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri (HALDEN ve ark., 1990; PALANIAPPAN ve Sastry, 1991a; KIM ve Pyun, 1995; SUNG ve ark., 1995; MIZRAHI, 1996; BAZHAL ve Vorobiev, 2000; ELIOT-GODEREAUX ve ark. 2001; CASTRO ve ark., 2003) ve ohmik ısıtmanın modellenmesi (DE ALWIS ve Fryer, 1990, 1992; SASTRY, 1992; FRYER ve ark., 1993; QUARINI, 1995; ZHANG ve Fryer, 1995; SASTRY ve Salengke, 1998; DAVIES ve ark., 1999; LACEY ve ark., 1999; BENABDERRAHMANE ve Pain, 2000; İÇİER ve Ilıcalı, 2004, 2005 a,b) üzerinde durmuştur. Birçok çalışmada ohmik ısıtmanın meyve suyu ve konsantreleri, uzun ömürlü süt, puding, çorba, sos, sıvı yumurta ürünleri, bira ve şaraba ürününün organoleptik özelliklerini bozmadan uygulanabilecek hızlı, homojen ve etkin bir işlem olduğu vurgulanmaktadır (VAKARCHUK, 1992; SPERBER, 1993; WORNALL, 1994; STIRLING ve Tempest, 1995; HONG ve ark., 1998; PERENNOU, 1998; REZNICK, 1998; FARR, 1999; JAMIESON ve Williamson, 1999; ANONYMOUS, 2000; REZNICK, 2000; TEWARI ve Maurice, 2000; MERMELSTEIN, 2001). Ancak son üç yıldır yapılan çalışmalara bakıldığında ohmik ısıtmanın enzimler ve mikroorganizmalar üzerine de etkili olduğu dikkat çekmektedir. Ancak

literatürde bu konuda çok sınırlı bilgi vardır. Castro ve ark. (2004), İçier ve ark. (2006) ohmik ısıtmanın enzimleri geleneksel ısıtma yöntemlerine göre daha kısa sürede ve başarılı bir şekilde inaktive edebildiğini belirtmişlerdir. Uemura ve Isobe (2003) ise yaptığı çalışmada *Bacillus subtilis* sporlarının yüksek sıcaklıkta (120°C) ve yüksek basınç altında 1 s'den daha kısa bir sürede inaktive edilebildiğini ve bu işlemin geleneksel ısıtma yöntemine göre daha az askorbik asit ve aroma kaybına neden olduğunu rapor etmiştir.

## 2.1. Isısal İşlemler

Isısal işlemlerle gıdaların muhafazasında asıl amaç ortamdaki mikroorganizmaların öldürülmesidir. Ancak ısısal işleme mikroorganizmalar öldürülürken, gıdanın fiziksel kalitesinin korunabilmesi ve besin değerindeki kayıpların minimum düzeyde tutulması da amaçlanmaktadır. Gıdaların muhafazasında uygulanan ısısal işlemler, mikroorganizmaları öldürerek gıdayı mikrobiyolojik açıdan daayanıklı hale getirirken gıdanın yapısında bulunan enzimleri de inaktive etmektedir. Isısal işlemler sırasında gıdaların beslenme değerini veya duyuşal özelliklerini etkileyen bazı değışimler de olmaktadır. Bu değışimler sonucunda gıdanın bileşiminde bulunan vitaminler parçalanabilmekte ve gıdanın renk, tat veya yapısında bozulmalar görülebilmektedir (ACAR, 1999).

Isısal işlemlerin mikroorganizmalar üzerindeki öldürücü etkisi farklı şekillerde açıklanmaktadır. Ancak en fazla kabul gören açıklamaya göre, mikroorganizmaların yapılarında bulunan proteinler ve yaşamsal önemi bulunan enzimler ısı etkisi ile denatüre olmakta ve bunun doğal bir sonucu olarak ta ölüm gerçekleşmektedir. Mikroorganizmaların ısısal dirençlerine vejetatif hücre veya spor formunda olmaları, ortamın pH'sı ve bileşimi (su, nem, tuz, şeker, protein, yağ oranları ve kimyasal koruyucu maddeler gibi), mikroorganizmaların yaşı, uygulanan sıcaklık, süre ve öldürülmesi amaçlanan mikroorganizma sayısı gibi faktörler etki etmektedir. Mikroorganizmaların ısısal dirençleri, içerisinde buldukları ortamın pH değeriyle yakından ilişkili olduğu için, gıdaların ısısal işlemlerle muhafazasında gıdanın pH değeri en önemli kriter olarak ortaya çıkmaktadır. Genel olarak mikroorganizmaların ısısal direnci, optimum gelişme pH'ları civarında en yüksek düzeydedir ve pH değeri optimumdan uzaklaştıkça ısısal direnç azalmaktadır (ACAR, 1999; JAY, 1992).

## 2.2. İnaktivasyon Kinetikleri

Sabit sıcaklıkta canlı kalan mikroorganizma sayısının logaritması zamana karşı çizildiğinde doğrusal ilişki vermektedir. Bu nedenle mikroorganizmaların ısısal işleme öldürülmeleri birinci mertebeden reaksiyon kinetiği izlemektedir (Denklem 2.1.).

$$N = N_0 e^{-kt} \quad (2.1.)$$

$N_0$ , başlangıçtaki canlı mikroorganizma sayısı

$N$ , t süresi sonundaki canlı mikroorganizma sayısı

$k$ , birinci derece reaksiyon hız sabiti (mikrobiyal inaktivasyon için)

$t$ , ısısal uygulama süresi

Mikrobiyolojik çalışmalarda mikroorganizmaların termal inaktivasyonunu birinci mertebeden reaksiyon kinetiklerini desimal logaritmik azalma şeklinde ifadesi tercih edilmektedir (Denklem 2.2. STUMBO, 1973; ETSY ve Myer, 1922; GEANKOPLIS, 1993).

$$N = N_0 10^{-(t/D_T)} \quad (2.2.)$$

*D*-değeri belirli bir sıcaklıkta canlı hücre veya sporların %90'ının öldürülmesi için gerekli ısısal işlem süresidir ve belirli bir sıcaklıkta logaritmik canlı kalma eğrisinin (termal ölüm oranı) yarı logaritmik çizgede bir logaritmik çevrimi geçmesi için gerekli ısısal işlem süresidir (GEANKOPLIS, 1993; JAY, 1998). Bakteriyel vejetatif hücrelerin ve sporların ısısal direncini desimal azalma süresi bir başka ifade ile canlı hücre veya spor sayısının  $10^4$ 'den  $10^3$ 'e azalma süresidir (*D*-değeri). Canlı mikroorganizma sayısının logaritması zamana karşı grafikte çizildiğinde eğimi *D*-değerini veren bir doğru elde edilmektedir (Denklem 2.3.).

$$D = \frac{2,303}{k} \quad (2.3.)$$

*z*-değeri, mikroorganizmanın termal ölüm süresini bir logaritmik çevrim kısaltmak için, sıcaklığın ne kadar yükseltilmesi gerektiğini göstermektedir (Denklem 2.4.) (JAY, 1998).

$$z = \frac{T_1 - T_2}{\left( \log \frac{D_2}{D_1} \right)} \quad (2.4.)$$

### 2.3. Ohmik Isıtma

Ohmik ısıtma literatürde Joule ısıtma, elektriksel direnç ısıtma, direkt direnç ısıtma, elektro-ısıtma, elektro-iletim ısıtma gibi adlarla da anılmaktadır. Ohmik ısıtma, APV'nin geliştirmiş olduğu patentli sisteme vermiş olduğu isimdir. Ancak birçok çalışmada Ohmik ısıtma terimi tercih edilmektedir. Ohmik ısıtma adını Ohm Kanunundan almaktadır. Akım, voltaj ve direnç arasındaki ilişki Ohm Kanunu olarak bilinmektedir. (Denklem 2.5.). Ohm kanununa göre; akım ve direnç her bir rezistansa karşı I.R düşüşü oluşturur ve dirence bağlı olarak bu değerler değişebilir.

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.5.)$$

Ohmik ısıtma, gıda maddesi ile temas halinde olan elektrotlardan alternatif akım geçirilmesi ve iletkenlik özelliğine sahip olan gıda maddesinin direnç olarak kullanılması prensibine dayanmaktadır. Gıda maddesinin elektrik akımına karşı göstermiş olduğu direnç, gıda içerisinde ısı jenerasyonuna yol açmakta başka bir ifade ile elektriksel enerji ısı enerjisine dönüşmektedir (SASTRY, 1989). Oluşan homojen ısı jenerasyonu özellikle sıvı gıdalarda homojen ısı dağılımı ve dolayısı ile homojen sıcaklık dağılımına neden olmaktadır. Gıda maddesinden geçen akıma bağlı olarak oldukça hızlı bir ısıtma gerçekleşmektedir. Pratikte frekans değiştiricisine gerek kalmadan, düşük frekanstaki alternatif akım (50 ve 60 Hz) uygulaması ile ısıtma gerçekleştirilebilmektedir. Bu özelliği nedeni ile düşük maliyete sahip güç kaynağında çalışılan düşük frekans aralığı gıdalar içerisindeki elektrokimyasal reaksiyonların oluşumunun en az gerçekleştiği bölgedir (TEMPEST, 1995). Ticari sistemlerde elektroliz oluşumu nedeniyle oluşabilecek metal geçişi geliştirilmiş elektrotlar kullanılmak suretiyle önlenmiştir (REZNICK, 1996).

#### 2.4. *Alicyclobacillus* Türlerinin İzolasyon ve Sayım Yöntemleri

Bu güne kadar gerçekleştirilen çalışmalarda toprak, termal sular, kaplıca suları ve çeşitli meyve sularından değişik *Alicyclobacillus* türleri izole edilmiştir (DİNÇER ve ark. 2001). Darland ve Brock (1971) pH'sı 2,5-3,3 ve sıcaklığı 44°-72°C arasında değişen termal sulardan 14 termofilik asidofilik bakteri izolatu elde etmişler, optimum gelişme pH'sı 3-4 ve sıcaklığı 60-65°C olduğu belirlenen bu türlerin izolasyonunda farklı oranlarda glukoz ve yeast extract ilave edilen Basal Medium (0,2 g (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,5 g MgSO<sub>4</sub>, 0,25 g CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, 3 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 1000 ml destile su) ya da WGY (basal medium, %1 glucose, %0,1 yeast extract) besiyeri kullanmışlardır. Deinhard ve ark. (1987a, b) topraktan ve elma suyundan *Alicyclobacillus* türlerini izole etmek amacıyla *Bacillus acidocaldarius* medium (BAM, 0,25 g CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, 0,5 MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 0,2 g (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 3,0 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 1 g yeast extract, 5 g glucose, 1 ml iz element çözeltisi, pH:4,0) ve SM-Medium (SMM, 3 g yeast extract içeren BAM, pH:4,3) kullanmışlardır (DEINHARD ve ark. 1987b). BAM agarda 50°C'de 6 gün inkübasyon süresi sonunda yuvarlak, krem rengi-beyaz, ışığı geçiren opak 3-5 mm çapındaki tipik *Alicyclobacillus* kolonileri gelişmiştir. Splittstoesser ve ark. (1994a), McIntyre ve ark. (1996) ve Yamazaki ve ark. (1996) çeşitli meyve suyu ve bunların karışımlarından pH'sı 3,5-4,0 olan Potato Dextrose Agar (PDA) kullanarak farklı inkübasyon sıcaklıklarında *Alicyclobacillus* türlerini izole etmeyi başarmışlardır. Diğer bazı araştırmacılar tarafından kullanılan besiyerleri arasında K-Agar (2,5 g yeast extract, 5 g peptone, 1 g glucose, 1 g tween 80, 14 g agar, 1000 ml destile su, pH:3,7) ve ALI Agar yer almaktadır (DİNÇER ve ark. 2001). Tablo 1'de meyve suları ve konsantrelerinde günümüze kadar gerçekleştirilen araştırmalarda *Alicyclobacillus* türlerinin izolasyonu ve sayımı için kullanılan besiyerleri ve inkübasyon koşulları düzenlenmiştir.

#### 2.5. *Alicyclobacillus* Sporlarının Isısal Direnci

*A. acidoterrestris* sporlarının çeşitli meyve suları ile meyve asidi çözeltilerinde, farklı pH ve briks değerlerindeki ısısal dirençleri Tablo 2'de özetlenmiştir. *Alicyclobacillus* sporları ile yapılan ısısal direnç çalışmaları genel olarak bu mikroorganizma türlerinin ticari meyve sularına uygulanan ısısal işlemde sonra canlı kalabildiğini göstermektedir (SPLITTSTOESSER ve ark., 1994a; PETTIPHER ve ark., 1997; PREVIDI ve ark., 1997; MURAKAMI ve ark., 1998; PONTIUS ve ark., 1998; SPLITTSTOESSER ve ark., 1998; KOMITOPOULOU ve ark., 1999; EIROA ve ark., 1999). Tablo 2'de de görüldüğü gibi Concord üzüm suyunda briks değerindeki artış *A. acidoterrestris* sporlarının ısısal direncinin yükselmesine neden olmuştur. Yapılan başka bir çalışmada ise pH 3,7'den 3,1'e düştüğünde *A. acidoterrestris* sporlarının ısısal direncinin azaldığı ve ortamda bulunan asit tipinin de ısısal direnci etkilediği saptanmıştır (Tablo 2). Çoğu meyve suları ve konsantreleri asidik ürünlerdir ve bu nedenle de meyve suyu sanayiinde bu ürünlere pastörizasyon amacıyla sıcak dolum uygulanır (88-96°C / 2 dakika). Ancak pH'sı malik asitle 3,1 ve 3,7'ye ayarlanmış model meyve suyunda yapılan bir çalışmada *A. acidoterrestris* sporlarının D-değerlerinin 97°C'de sırasıyla 8 ve 9 dakika olduğu bildirilmiştir (PONTIUS ve ark., 1998). Bu sonuçlar *Alicyclobacillus* sporlarının sıcak dolunda uygulanan 88-96°C'de 2 dakikalık ısısal işleme dayanıklı olduğunu ve bu mikroorganizma sporlarının meyve suyu veya konsantresine işlenecek olan hammaddede düşük düzeyde bulunması durumunda bile ısısal işlemde sonra canlı kalabileceğini göstermektedir. *Alicyclobacillus* türlerinin ısısal direnci ile ilgili çalışmalar bu mikroorganizma türlerinin kontrolü için 5D'lik, diğer bir ifade ile *Alicyclobacillus* sporlarının sayısında 5 logaritmik ünitelik azalma sağlayacak bir ısısal işlem gerektiğini ortaya koymaktadır (PONTIUS ve ark., 1998, SPLITTSTOESSER ve ark., 1998). *Alicyclobacillus* türlerinin pastörizasyon ve sıcak-dolum işlemlerinde canlı kalmasının nedeni hala açıklanamamıştır (SPLITTSTOESSER ve ark., 1994). pH, çözünür katı madde içeriği ve

sıcaklık gibi çevresel faktörler sporların ısısal direncini etkilemektedir (CHANG ve Kang, 2004). Splittstoesser ve ark. (1998) ısısal direnç üzerinde çözünür katı madde içeriğinin etkisini göstermek için gerçekleştirdiği çalışmada üzüm suyu ve elma suyunda 18°Briks çözünür katı madde içeriğinin *A. acidoterrestriis* üzerinde inhibe edici etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Genel olarak elde edilen bu sonuçlar açık olarak konsantrelerde sporların elimine edilmesinin, meyve sularındaki kadar zor olduğunu, böylece daha yüksek çözünür katı madde içeren meyve suyunda sporların ısısal uygulamalara direncinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.

*Alicyclobacillus* cinsine ait türlerin ısısal direnci yaklaşık 88-91°C arasında pH ile etkilenmektedir (JENSEN, 1999). Bu sıcaklıklarda, yarım ünitelik bir pH artışı *D*-değerinin 2 katına ulaşmasına neden olmaktadır. Pontius ve ark. (1998) sıcaklık ve pH ısıya üzerinde önemli bir etkiye sahipken mevcut organik asidin tipinin, *A. acidoterrestriis* sporlarının ısısal direnci üzerinde belirgin bir etkiye sahip olmadığını ileri sürmüştür. Sporların direnci, optimum gelişme için gerekli olan pH'daki bir artışla artmaktadır (CHANG ve Kang, 2004). Sporların ısısal duyarlılığı 85° ve 97°C arasındaki sıcaklıklarda daha fazla etkilenirken, pH değeri ile daha az etkilenmiştir (SILVA ve ark., 1999).

Isıtma ortamının pH'sını azaltmanın *A. acidoterrestriis* sporlarının ısısal uygulama sırasında elde edilen *z*-değerlerini belirgin olarak etkilemediği gözlenmiştir (MURAKAMI ve ark., 1998).

Bakteri sporlarının ısısal direncini ısıya dayanıklı proteinler ve enzimler, dehidrasyon, dipikolinik asit, mineralizasyon gibi birçok faktör etkileyebilmektedir (DE ROSA ve ark., 1971; CHANG ve Kang, 2004). Hücre zarının merkezindeki lipidler ( $\omega$ -siklohegzan yağ asidi içeriği yüksek bir açil zinciri serbest yağ asidi tarafında bulunan) ısısal dirence de yardımcı olabilmektedir (KANNENBERG ve ark., 1984; MOORE ve ark., 1997). Bundan başka, bu zincirlerin yoğunluğu da hücre zarının geçirgenliğini etkilemektedir. *Alicyclobacillus* türlerinin termal stabilitesi nedeniyle potansiyel endüstriyel uygulamaya sahip olabilen yüksek sıcaklık ve düşük pH koşullarında stabil olan enzimleri de büyük ilgi çekmektedir (MATZKE ve ark., 1997; FULL ve Poralla, 1999; MATZKE ve ark., 2000; ECKERT ve ark. 2002).

Demineralizasyon ve remineralizasyon bakteriyel sporların ısısal duyarlılığında, demineralize olan sporların ısısal duyarlılığında bir azalma şeklinde olmak üzere büyük bir rol oynamaktadır (ALDERTON ve ark., 1964). Demineralize olmuş bakteriyel sporların ısısal direnci,  $Ca^{2+}$  veya  $Mn^{2+}$  gibi divalent katyonlarla remineralizasyon ile artırılabilir (CHANG ve Kang, 2004). Bununla birlikte Silva ve Gibbs (2001) tarafından *Alicyclobacillus* sporlarının hassasiyeti üzerine yapılan bir çalışmada sporulasyon için kullanılan besiyerine  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  ve  $Sr^{2+}$  gibi divalent katyonların ilave edilmesi meyve ürünlerindeki sporların ısısal direncini etkilememiştir. Bu bulguların aksine iki diğer çalışma farklı pH değerlerinin sporların hızlı demineralizasyonuna neden olduğunu bildirmiştir. Bu iki katyona *A. acidoterrestriis* sporlarının bağlanma karakteristiklerinin düşük pH koşullarında daha güçlü olduğunu ve böylece sporların ısıya daha duyarlı hale geldiği belirtilmiştir. (ALDERTON ve ark., 1964; BENDER ve Marquis, 1985). Kalsiyum-dipikolinik asit (Ca-DPA) konsantrasyonunda küçük değişme ve divalent katyonlara güçlü bir şekilde bağlanma yeteneğinin, *A. acidoterrestriis* sporlarının spesifik ısısal direnci ile ilişkili olduğu da düşünülmektedir (YAMAZAKI ve ark., 1997; CHANG ve Kang, 2004).



**TABLO 2.1.** Meyve suları ve konsantrelerinde *Aticyclobacillus* türlerinin izolasyonu ve sayımı için kullanılan besiyerleri ve inkübasyon koşulları.

Meyve suyu	Besiyeri	Besiyeri pH'sı	İnkübasyon koşulları		Kaynak
			Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	
Elma ve elma/kızılçık suyu	PDA	3,5	30	5-7	SPLITTSTOESSER ve ark. 1994
Portakal ve elma suyu	OSA	4,0	44	2	PETTIPHER ve ark. 1997
Elma, portakal, greyfurt, üzüm, mango, papaya, şeftali, ananas, domates suları ve seyreltilmiş meyve suyu konsantresi	BAM	4,0	50	1-2	PINHATTI ve ark. 1997
Meyve suyu	MEA		50	1	PREVIDI ve ark. 1997
Elma ve üzüm suları	PDA	5,6	43	5-7	SPLITTSTOESSER ve ark. 1998
Portakal ve armut suyu, portakal suyu nektarı	ALI-Agar	3,5	45	1-2	WISSE ve Parish 1998
Portakal suyu, cupuacu ekstraktı, kuşüzümü konsantresi	Modifiye edilmiş BAM	4,0	45	3	SILVA ve ark. 1999
Portakal suyu	BAM	4,0	44	2	EIORA ve ark. 1999
Elma suyu	OSA	4,0	44	2	
Portakal suyu	K-Agar	3,7	43	5	WALLS ve Chuyate 2000
Elma ve portakal içecekleri	PDA	nr <sup>a</sup>	55	2	PALOP ve ark. 2000
Elma suyu	Modifiye edilmiş yeast peptone glucose agar	4,0	40 veya 45	3	YAMAZAKI ve ark. 2000
Cupuacu nektarı	K-Agar	3,7	44	2	LEE ve ark. 2002
Elma suyu	OSA	3,7	43	2	
	OSA	nr	44	2	VIERIA ve ark. 2002
	BAM	4,0	46	3	BAHÇECİ ve ark. 2003

<sup>a</sup> nr-belirtilmemiştir.

**TABLO 2.2. *A. acidoterrestris* sporlarının farklı pH ve briksteki meyve sularında ısıl dirençleri (DİNÇER ve ark. 2001; VIEIRA ve ark. 2002'den düzenlenmiştir).**

MEYVE SUYU	ÇÖZÜNÜR KURU MADDE (%BRIKS)	PH	<i>A. acidoterrestris</i> SUŞU	SICAKLIK (°C)	D-DEĞERİ ± SD (DAK.) <sup>a</sup>	z- DEĞERİ (°C)	KAYNAK
Elma suyu	11,4	3,5	VF	85	56 ± 14,00	7,7	SPLITTSTOESSER ve ark. 1994
	nr <sup>a</sup>	3,51	Z CRA 7182	90	23 ± 7,50	12,2	
				95	2,80 ± 0,70		
Portakal suyu içeceği	5,3	4,1		80	41,15 ± 0,24	9,5	KOMITPOULOU ve ark. 1999
	9	3,15	DSM 2498	90	7,38 ± 0,85		
				95	2,30 ± 2,30		
Portakal suyu	nr <sup>b</sup>	3,90	Z CRA 7182	85	5,3 ± nr <sup>b</sup>	7,9	BAUMGART ve ark. 1997
	nr <sup>b</sup>	3,30	WAC	90	50,00 ± nr <sup>b</sup>		
				95	16,9 ± nr <sup>b</sup>		
Üzüm suyu	15,8	3,30		80	2,7 ± nr <sup>b</sup>	12,9	KOMITPOULOU ve ark. 1999
	nr <sup>b</sup>	3,42	Z CRA 7182	90	54,3 ± 0,42		
				95	10,30 ± 0,30		
Cupuacu ekstraktı	11,3	3,60	NCIMB 13137	85	3,59 ± 0,04	7,2	SPLITTSTOESSER ve ark. 1994
	nr <sup>b</sup>	3,42	Z CRA 7182	90	57 ± 13,00		
				95	16 ± 4,10		
Cupuacu ekstraktı	11,3	3,60	NCIMB 13137	80	2,40 ± 0,90	11,6	KOMITPOULOU ve ark. 1999
	nr <sup>b</sup>	3,42	Z CRA 7182	90	37,87 ± 0,20		
				95	5,95 ± 0,32		
Cupuacu ekstraktı	11,3	3,60	NCIMB 13137	85	1,85 ± 0,05	9,0	SILVA ve ark. 1999
	nr <sup>b</sup>	3,42	Z CRA 7182	90	17,5 ± 1,10		
				95	5,35 ± 0,57		
Cupuacu ekstraktı	11,3	3,60	NCIMB 13137	85	2,82 ± 0,27	9,0	SILVA ve ark. 1999
	nr <sup>b</sup>	3,42	Z CRA 7182	90	0,57 ± 0,03		
				95	0,57 ± 0,03		

<sup>a</sup> SD= Standart Sapma, <sup>b</sup> nr-belirtilmemiştir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Gereç

##### 3.1.1. Meyve suyu

Araştırmada materyal olarak kullanılan pastörize edilmiş elma ve portakal suları (Dimes<sup>TR</sup>) piyasadan satın almak sureti ile temin edilmiştir. Elma ve portakal suyu konsantreleri ise Dimes Gıda Sanayii A.Ş. tarafından hammadde desteği şeklinde temin edilmiştir.

##### 3.1.2. Test mikroorganizma

Test mikroorganizması olarak kullanılan *A. acidoterrestriis* type strain DSM 3922 Prof.Dr. Karl PORALLA (Fakültät für Biologie, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Tübingen, Germany) tarafından sağlanmıştır.

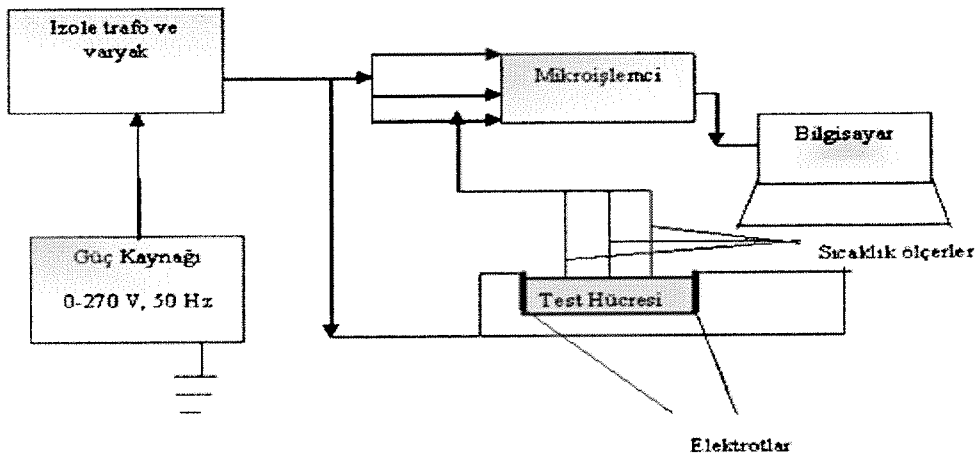
##### 3.1.3. Besiyerleri

Bu araştırmada mikroorganizma kültürlerinin saklanması, inokulumlarının hazırlanması, denemeler sırasındaki mikroorganizma sayımlarında kullanılan besiyerleri şunlardır: Nutrient Agar (Difco), Potato Dextrose Agar (Difco), Malt Extract Agar (Difco), Orange Serum Agar (Difco), Tryptone Soy Agar (Difco), K medium (1,25 g yeast extract, 2,5 g peptone, 7,5 g agar, 0,5 g glucose, 0,5 ml Tween 80, 1 lt distile su; 10 ml % 12,5'luk malik asit çözeltisi), *Bacillus acidocaldarius* medium (BAM, 0,25 g CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O; 0,5 MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; 0,2 g (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 3,0 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 1 g yeast extract; 5 g glucose; 1 ml iz element çözeltisi; 1 lt distile su, pH=4,4). İz element çözeltisi 0,28 g FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (Merck), 1,25 MgCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O g (Merck), 0,48 g ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (Merck) 1 lt deiyonize su içermektedir.

Denemelerde kullanılan besiyerleri gerekli sıcaklık ve sürelerde otoklavda (Hirayama) sterilize edildikten sonra kullanılmıştır.

##### 3.1.4. Ohmik Isıtma Ekipman

Isıtma işlemi için Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde kurulmuş bulunan statik ohmik ısıtma sistemi kullanılmıştır (Şekil 3.1).



ŞEKİL 3.1. Ohmik Isıtma Sisteminin Şematik Gösterimi

Ohmik ısıtma sistemi, güç kaynağı, varyak, mikroişlemci sistemi, test hücresi ve kişisel bilgisayardan oluşmaktadır. Sistemde bulunan mikroişlemci, ısıtma sırasında 1 s zaman aralığında voltaj, akım ve sıcaklık değerlerini kaydetmektedir. 0-240 V ve 50 Hz'de çalışan güç kaynağına bağlı varyak ünitesi ile sisteme istenen voltaj değeri uygulanabilmektedir. Test hücresi 2,5 cm iç çaplı silindirik pyrex cam haznedan oluşmaktadır. Hücre içerisindeki sıvı süspansiyon, farklı voltaj gradyanı değerleri uygulanarak ısıtılabilir. Test hücresinin farklı noktalarında sıcaklık sensörleri yardımıyla sıcaklık artışı gözlemlenebilir. Sistem hakkında geniş bilgi İçier (2003)'de bulunmaktadır.

### **3.2. Yöntem**

#### **3.2.1. pH ölçümü**

Besiyerlerinin hazırlanmasında ve ürünün pH değerleri pH metre (Hanna Instruments HI221) kullanılarak belirlenmiştir.

#### **3.2.2. Titre edilebilir asitlik tayini**

Örneklerdeki toplam asitlik fenolftalein indikatörü eşliğinde normalitesi belirli NaOH ile titrasyonla belirlenmiştir. Asitlik g malik asit/100 ml cinsinden ifade edilmiştir.

#### **3.2.3. Toplam şeker miktarı tayini**

Örneklerde Lane-Eynon volumetrik yöntemine göre şeker analizi yapılmıştır (Cemeroğlu, 1992).

#### **3.2.4. Suda çözünür kuru madde tayini**

Örneklerdeki çözünür kuru madde miktarı (°Briks) refraktometre (Mettler Toledo RE50) ile belirlenmiştir.

#### **3.2.5. Yoğunluk ölçümleri**

Örneklerin yoğunluklarını belirlemek için, hassas derecelendirilmiş mezürde birim hacimlerinin ağırlıkları ölçülmüştür. Yoğunluk değerleri kg/m<sup>3</sup> olarak ifade edilmiştir.

#### **3.2.6. Sistemin dezenfeksiyonu**

Ohmik ısıtma ekipmanında bulunan örneklerle denemeler sırasında temas edecek olan test hücresi her deneme öncesinde 200 ppm aktif klor içeren sodyum hipoklorit çözeltisi ile (20 dakika) sanitize edilmiştir. Sanitasyondan sonra steril su ile çalkalanan ve yıkanan test hücresinden sanitasyon etkinliğini belirlemek amacı ile belirli yüzey alanından swabla örnek alınmış ve toplam canlı sayımı gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.7. İnokulumların hazırlanması ve örneklere inokülasyonu**

*A. acidoterrestis* kültürleri % 10'luk tartarik asitle pH'sı 3,7'ye ayarlanmış orange serum agar (OSA) besiyerinde 43°C'de 2 gün inkübasyon geliştirilerek 4°C'de stok kültür olarak saklanmıştır. Sporulasyonu sağlamak için geliştirilmiş bu kültürlerden potato dextrose agar (pH=5.6) besiyerinin yüzeyine yayma plak yöntemiyle ekim yapılarak, sporulasyon için 43°C'de 7 gün inkübe edilmiştir (hücrelerin en az % 80'inin sporlandığı ana dek). Sporulasyon mikroskopik inceleme ile kontrol edilmiştir. Sporlar potato dextrose agar besiyerinde gelişmiş olan kültürlerden steril swabla 5 ml steril su içeren tüplere aktarılmış, *A. acidoterrestis* suşunu içeren tüm petri plaklarından elde edilen spor süspansiyonları santrifüjlenerek (4,000 x g / 20 dakika / 4°C) steril suda tekrar süspanse edilmiştir. Hazırlanan süspansiyon dört kez santrifüj edildikten (4,000 x g / 10 dakika / 4°C) sonra elde edilen

pelletler steril fosfat tampon çözeltisinde (pH=7,0) süspansiyon edilmiştir. Mililitresinde belirli sayıda spor içeren süspansiyonlar denemelerde kullanılmaya dek -20°C’de muhafaza edilmiştir. Spor süspansiyonu *Alicyclobacillus* içermeyen ticari pastörize elma ve portakal suları ile konsantrelerine yaklaşık 10<sup>5</sup>-10<sup>6</sup> spor/ml olacak şekilde inoküle edilmiştir. Hazırlanan süspansiyonlar hemen ohmik ısıtma sisteminde ısıtmaya tabi tutulmuştur. Isıtma ortamı olarak kullanılan elma ve portakal suları ile konsantrelerinde *Alicyclobacillus* aranması/sayımı yapılmıştır (Bkz. 3.2.9)

### 3.2.8. Isıtma Uygulaması

Ohmik ısıtma işleminde elma, portakal suyu ve konsantreleri 30, 40 ve 50 V/cm voltaj gradyanı değerlerinde ayrı ayrı 70, 80 ve 90°C’lere ısıtılmış ve bu sıcaklıklarda 0-30 dak arasında (0, 10, 20 ve 30 dakika) tutma sürelerinde tutulmuştur (Tablo 3.1.). Ohmik ısıtma uygulamasından hemen sonra örnekler buz-su karışımında soğutulmuştur. Isıtma işleminin geleneksel yöntemle göre etkinlik farkını tespit etmek amacıyla aynı şekilde hazırlanan meyve suyu ve konsantre örnekleri su banyosunda 70°C’ye ısıtılarak belirtilen sürelerde (0, 10, 20 ve 30 dakika) sabit sıcaklıkta tutulmuş ve ardından ohmik ısıtılmış örneklerde olduğu şekilde canlı kalan spor sayısının belirlenmesi için mikrobiyolojik analiz uygulanmıştır.

**TABLO 3.1.** Çalışmada kullanılan Ohmik ve konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma parametreleri.<sup>a</sup>

Isıtma Tipi	Isıtma Ortamı	Sıcaklık (°C)	Voltaj Gradyanı (V/cm)	Süre (dakika)
Ohmik Isıtma	Elma suyu	70, 80, 90	30, 40, 50	0, 10, 15, 20, 30
	Portakal suyu	70, 80, 90	30, 40, 50	0, 10, 15, 20, 30
	Elma suyu konsantresi	70, 80, 90	30, 40, 50	0, 10, 15, 20, 30
	Portakal suyu konsantresi	70, 80, 90	30, 40, 50	0, 10, 15, 20, 30
Konvansiyonel ısıtma	Elma suyu	70	30, 40, 50	0, 10, 15, 20, 30
	Portakal suyu	70	30, 40, 50	0, 10, 15, 20, 30
	Elma suyu konsantresi	70	30, 40, 50	0, 10, 15, 20, 30
	Portakal suyu konsantresi	70	30, 40, 50	0, 10, 15, 20, 30

<sup>a</sup> Isıtma denemeleri 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

### 3.2.9. Mikrobiyolojik Analiz

Canlı kalan *A. acidoterrestis* sporlarının sayısının belirlenmesi için örneklerden steril fosfat tampon çözeltisinde desimal seri dilüsyonlar hazırlandıktan sonra BAM besiyerine yayma plak yöntemiyle (0,1 veya 0,5 ml inokulum) çift paralelli ekim yapılmış ve ekim yapılan petripler 43°C’de 2-5 gün inkübasyona bırakılmıştır.

### 3.2.10. D- değeri

*A. acidoterrestis* sporlarının canlı kalma eğrileri, ısıtma ortamında (elma veya portakal suyu ve konsantresinde) canlı kalan sporların oluşturduğu koloni sayısının (cfu/ml) logaritması ısıtma süresine karşı grafiğe aktarılarak elde edilmiştir. D-değerleri canlı kalma eğrisinden elde edilen doğrunun eğiminden hesaplanmıştır. Sonuçların elde edilmesinde kullanılan inaktivasyon denklemleri aşağıda verilmektedir.

$$N = N_0 e^{Bt} \quad (3.1.)$$

$N_0$ , 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı

$$\log\left(\frac{N}{N_0}\right) = At + C \quad (3.2.)$$

C, 0. dakikadaki  $\log(N/N_0)$

$N_0$ , örnekteki mikroorganizma sayısı

$$\log\left(\frac{N}{N_0}\right) = Et \quad (3.3.)$$

$N_0$ , 0. dakikadaki mikroorganizma sayısı

$$D = \frac{2,303}{k} \quad (3.4.)$$

### 3.2.11. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) fotoğraflarını elde etmek için sporlar santrifüjlenerek (4,000 x g / 10 dakika) süpernatant ayrılarak sporlar 0,1 M fosfat-tamponlu tuz çözeltisinde (PBS, pH=7,3) 3 kez yıkandıktan sonra 0,1 M PBS içerisinde %2 glutaraldehit ve %2 paraformaldehit ile 4°C'de 1 gece sabitlenmiştir. Sporlar PBS ile yıkandıktan sonra 0,1 M PBS'de %1 osmium tetroxide ile sabitlenmiş ve bir seri konsantrasyondaki etil alkol çözeltisinde (30, 50, 70, 95%, and saf etil alkol) dehidre edilmiştir. Dehidre edilmiş örnekler standart işlemler kullanılarak sıvı CO<sub>2</sub>'le kritik kuruma noktasına getirilmiştir. Daha sonra örnekler alimünyum örnek stublarının yüzeyine elektriksel olarak iletken karbon kullanılarak aktarılmış ve iyonlaşan plazma olarak argon gazı kullanarak altınla sputter kaplanmıştır. Sporların topografik 3 boyutlu görüntüleri İYTE-Malzeme Araştırma Merkezi (MAM)'nde kurulmuş bulunan taramalı elektron mikroskobu XL-30S FEG (Phillips) kullanılarak elde edilmiştir.

### 3.2.12. İstatistiksel Yöntemler

Deney sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi varyans analizi ile yapılmıştır. Önemli çıkan faktörlerin ortalamaları en küçük önemli farklılık testi ile karşılaştırılmıştır. Mikroorganizmanın inaktivasyon kinetiği SPSS 10.0 paket programı (SPSS 10.0 Statistical Package Program) kullanılarak lineer olmayan regresyon analizleri uygulanarak belirlenmiştir (SPSS, 2001).

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan elma suyu, portakal suyu ve konsantrelerinin bazı özellikleri Tablo 4.1.'de verilmiştir.

**TABLO 4.1.** Kullanılan meyve suyu ve meyve suyu konsantrelerinin özellikleri ( $\pm$  SD)<sup>b</sup>.

Özellik	Elma Suyu	Portakal Suyu	Elma Suyu Konsantresi*	Portakal Suyu Konsantresi*
pH	3,757 $\pm$ 0,006	3,637 $\pm$ 0,023	3,937 $\pm$ 0,021	3,023 $\pm$ 0,085
Suda çözünür kuru madde ( $^{\circ}$ Briks)	11,167 $\pm$ 0,115	11,700 $\pm$ 0,346	34,900 $\pm$ 0,781	27,800 $\pm$ 0,435
Su aktivitesi ( $a_w$ )	0,99 $\pm$ 0,00	0,99 $\pm$ 0,00	0,953 $\pm$ 0,008	0,955 $\pm$ 0,005
Asitlik (%)	0,23 $\pm$ 0,22	0,33 $\pm$ 0,15	0,45 $\pm$ 0,26	6,42 $\pm$ 0,43
Toplam şeker miktarı	10,673 $\pm$ 0,149	11,030 $\pm$ 0,234	32,442 $\pm$ 0,571	26,800 $\pm$ 0,465

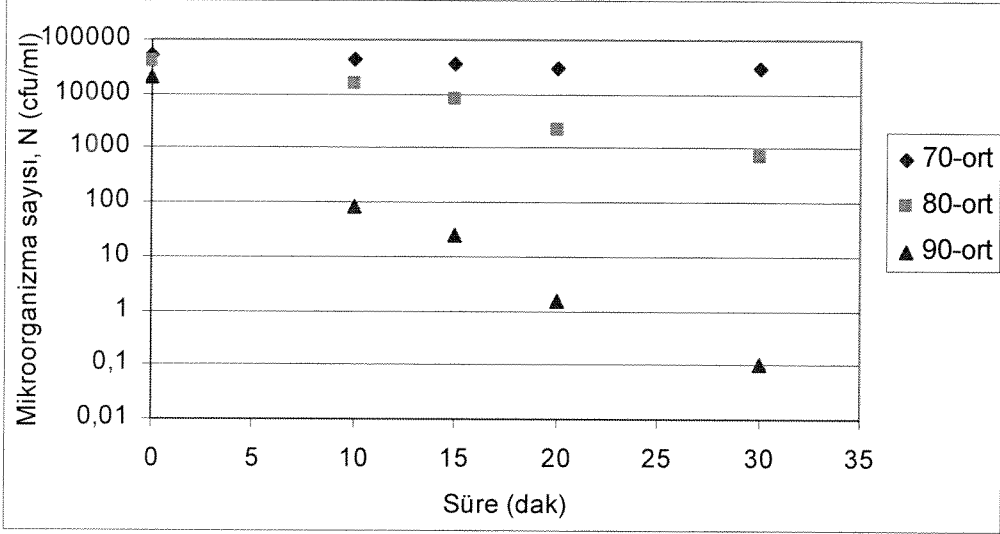
<sup>a</sup> SD= Standart Sapma.

\* Konsantreler steril deiyonize su ile aseptik olarak (1:1) oranında seyreltilmiştir.

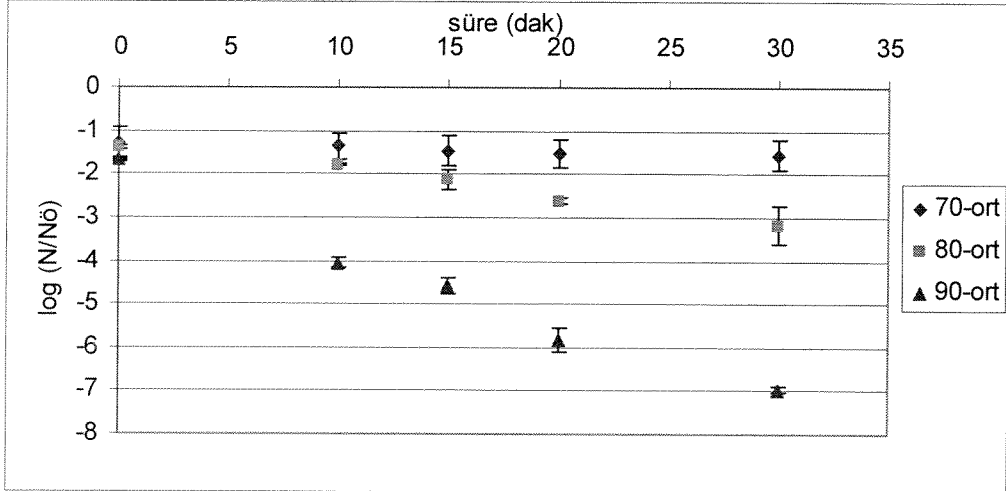
### 4.1. Ohmik Isıtma

Şekil 4. 1-6'da elma ve portakal suyunda farklı voltaj gradyanlarında (30, 40 ve 50 V/cm), 70, 80 ve 90°C sıcaklık değerlerinde ve farklı tutma sürelerinde (0, 10, 15, 20 ve 30 dakika) ohmik ısıtma uygulanmış *A. acidoterrestris* sporlarının canlı kalma eğrileri görülmektedir. Elde edilen canlı kalma eğrilerinin çoğunluğunun regresyon katsayısı ( $r^2$ ) 0,96'nın üzerinde çıkmıştır (EK. A.1.1-6.3.). Elma ve portakal suyunda ohmik ısıtma ile *A. acidoterrestris* sporlarının sayısının logaritmik azalmasında tek başına voltaj gradyanı, sıcaklık ve sürenin etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ; EK C.1, 2). Ohmik ısıtma uygulanmış elma ve portakal sularında *A. acidoterrestris* sporlarının sayısının logaritmik azalmasına ilişkin "voltaj gradyanı  $\times$  sıcaklık", "voltaj gradyanı  $\times$  süre", "voltaj gradyanı  $\times$  sıcaklık  $\times$  süre" ve "sıcaklık  $\times$  süre" etkileşiminin  $P<0,05$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (EK C.1, 2).

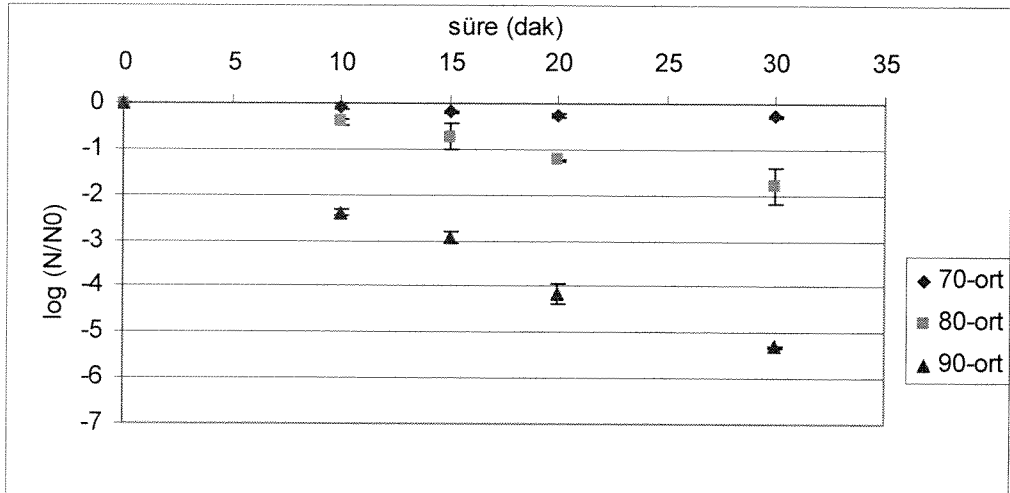
Şekil 4. 7-12'de elma ve portakal suyu konsantrelerinde farklı voltaj gradyanlarında (30, 40 ve 50 V/cm), 70, 80 ve 90°C sıcaklık değerlerinde ve farklı tutma sürelerinde (0, 10, 15, 20 ve 30 dakika) ohmik ısıtma uygulanmış *A. acidoterrestris* sporlarının canlı kalma eğrileri görülmektedir. Elde edilen canlı kalma eğrilerinin çoğunluğunun regresyon katsayısı ( $r^2$ ) 0,96'nın üzerinde çıkmıştır (EK. A.7.1-12.3). Elma ve portakal suyu konsantrelerinde ohmik ısıtma ile *A. acidoterrestris* sporlarının sayısının logaritmik azalmasında tek başına voltaj gradyanı, sıcaklık ve sürenin etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ; EK C.3, 4). Ohmik ısıtma uygulanmış elma ve portakal suyu konsantrelerinde *A. acidoterrestris* sporlarının sayısının logaritmik azalmasına ilişkin "voltaj gradyanı  $\times$  sıcaklık" ve "sıcaklık  $\times$  süre" etkileşiminin  $P<0,05$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (EK C.3, 4). Elma suyu konsantrelerinde sporların logaritmik azalmasında "voltaj gradyanı  $\times$  süre", "voltaj gradyanı  $\times$  sıcaklık  $\times$  süre" etkileşimi önemli bulunmasına karşın, portakal suyu konsantrelerinde *A. acidoterrestris* sporlarının sayısının logaritmik azalmasına ilişkin bu parametreler arasındaki etkileşim istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ; EK C.3, 4).



(a)



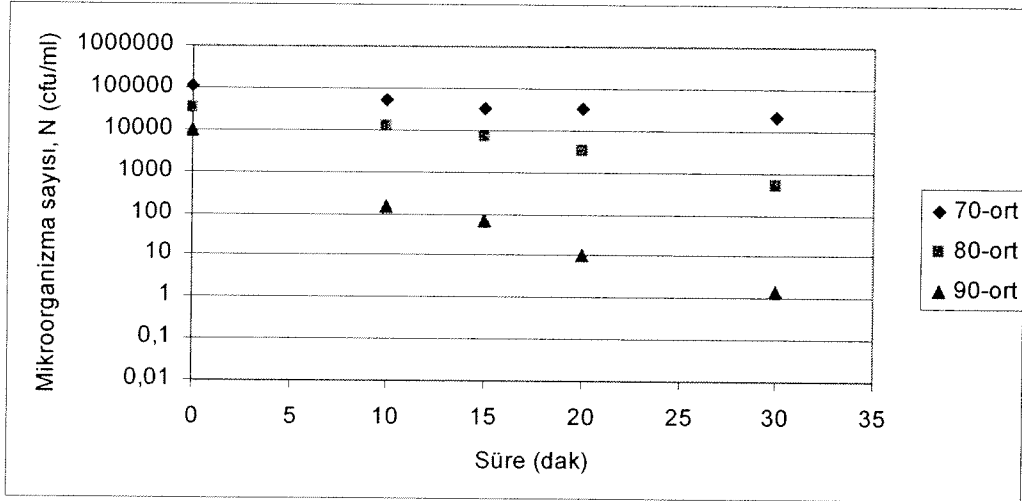
(b)



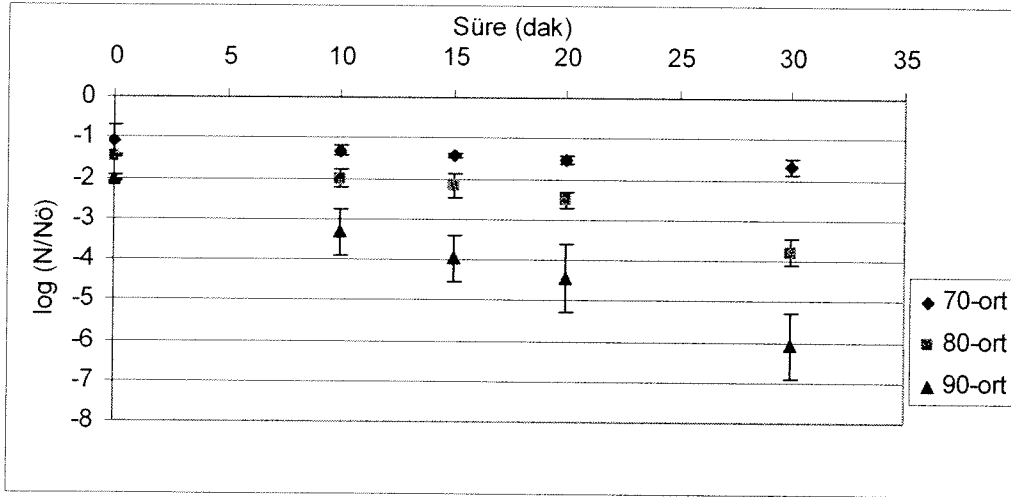
(c)

**ŞEKİL 4.1.** Elma suyunda (pH=3,757) ohmik ısıtma (30V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestis* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı :  $N_0$ , (b)  $\log(N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log(N/N_0) = E.t$  (EK A.1.1-3).

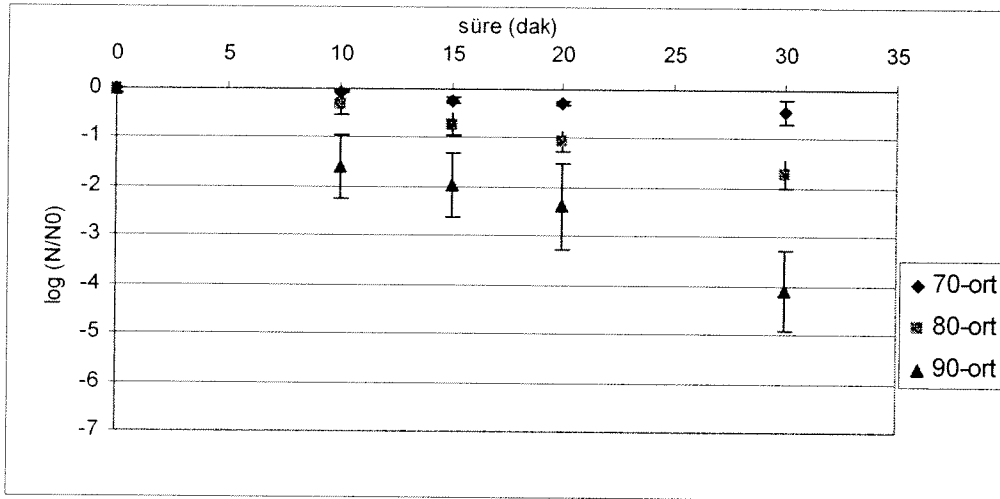




(a)

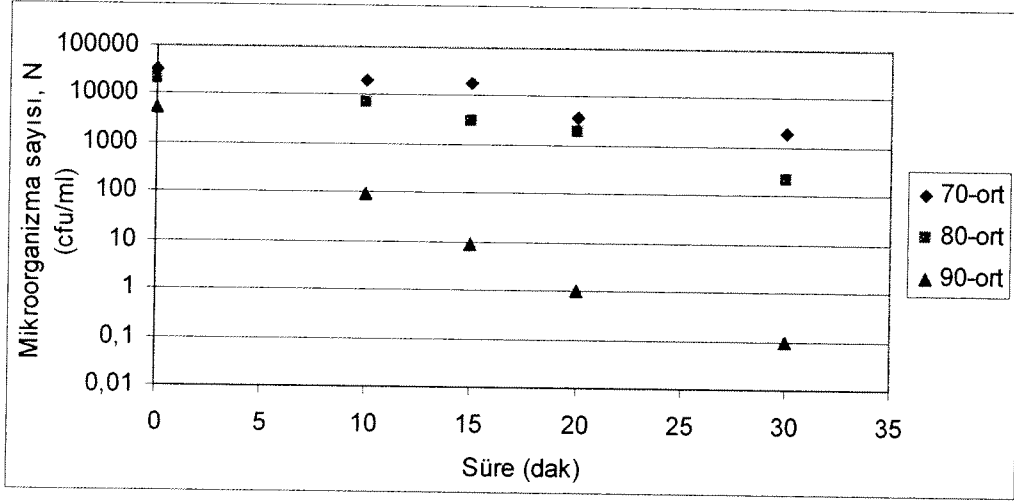


(b)

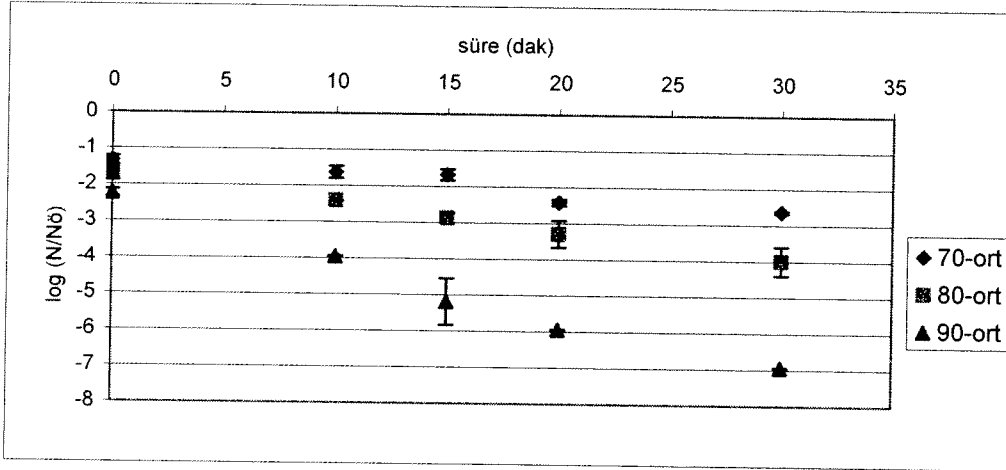


(c)

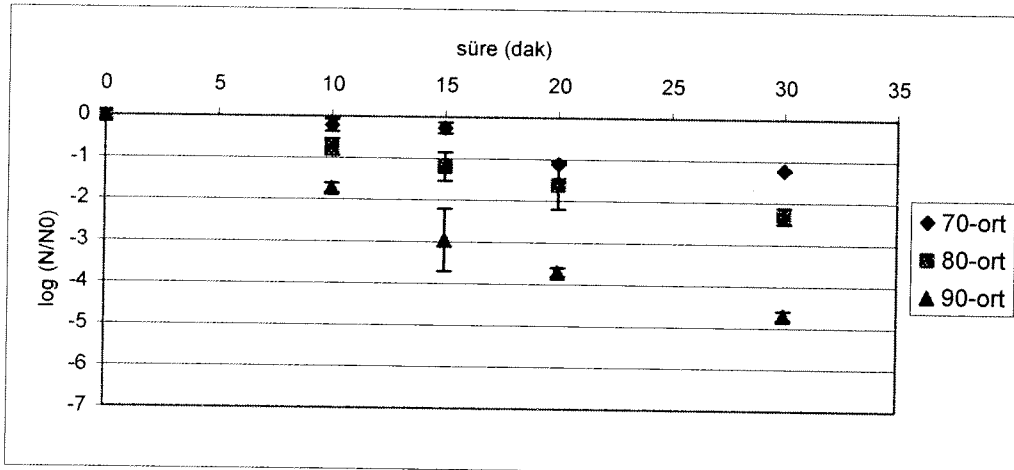
**ŞEKİL 4.2.** Elma suyunda (pH=3,757) ohmik ısıtma (40 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestris* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{-Bt}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı :  $N_0$ , (b)  $\log(N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log(N/N_0) = E.t$  (EK A.2.1-3).



(a)

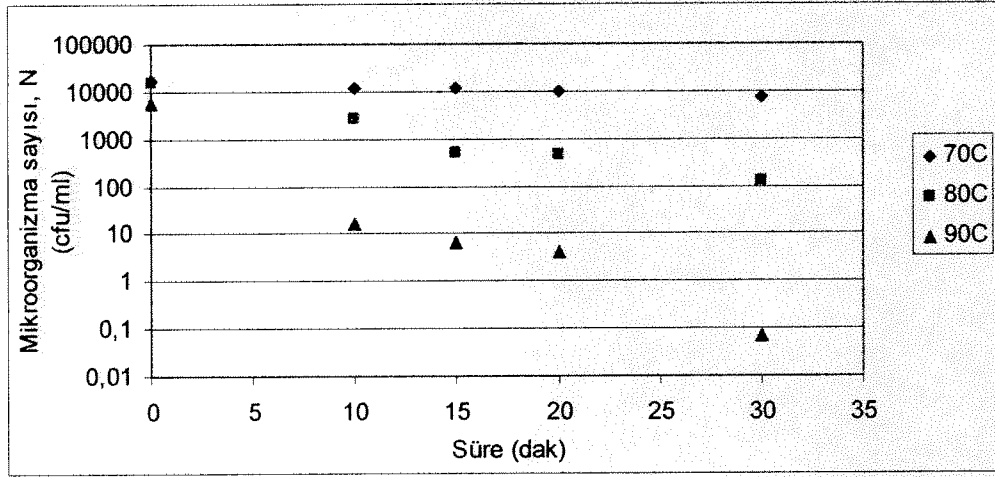


(b)

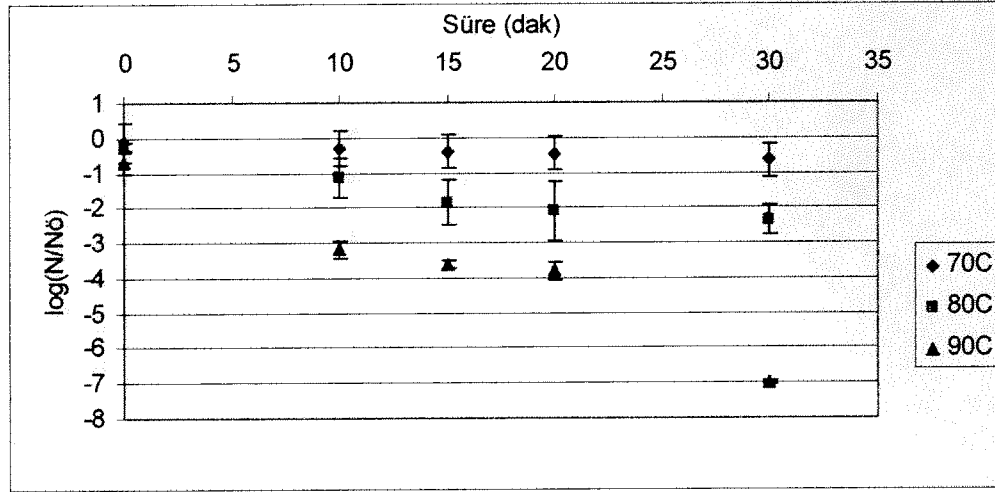


(c)

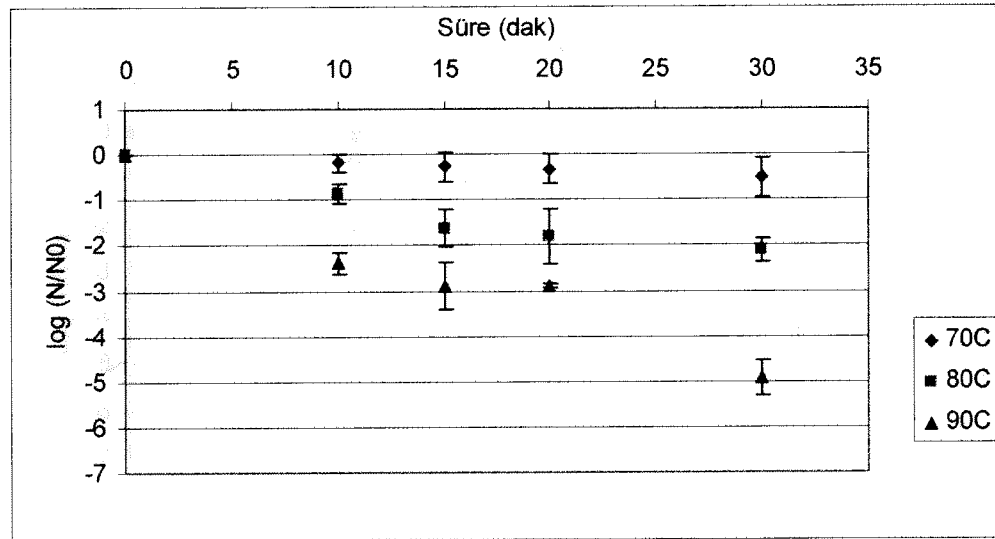
**ŞEKİL 4.3.** Elma suyunda (pH=3,757) ohmik ısıtma (50 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestri* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı :  $N_0$ , (b)  $\log(N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log(N/N_0) = E.t$  (EK A.3.1-3).



(a)

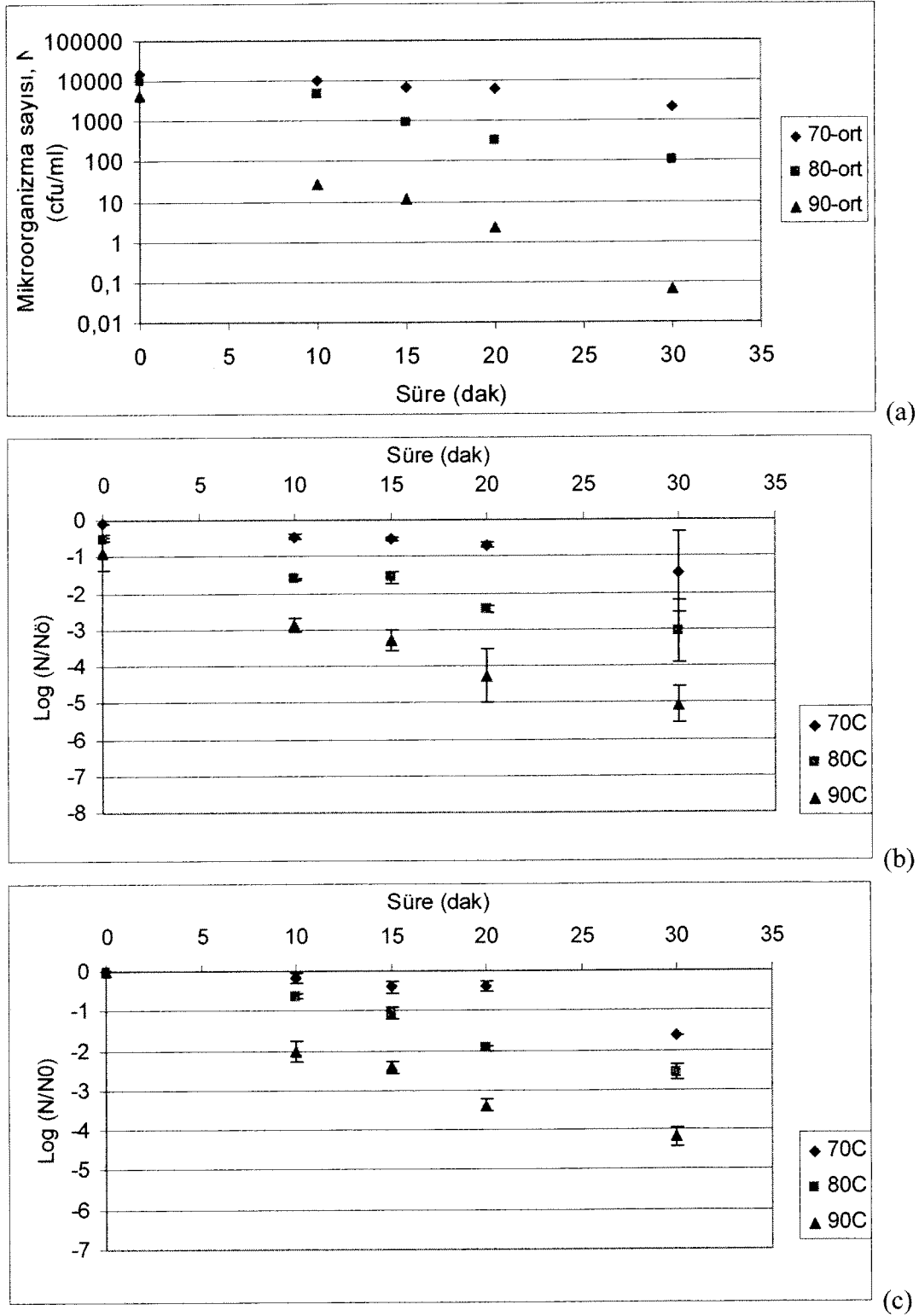


(b)

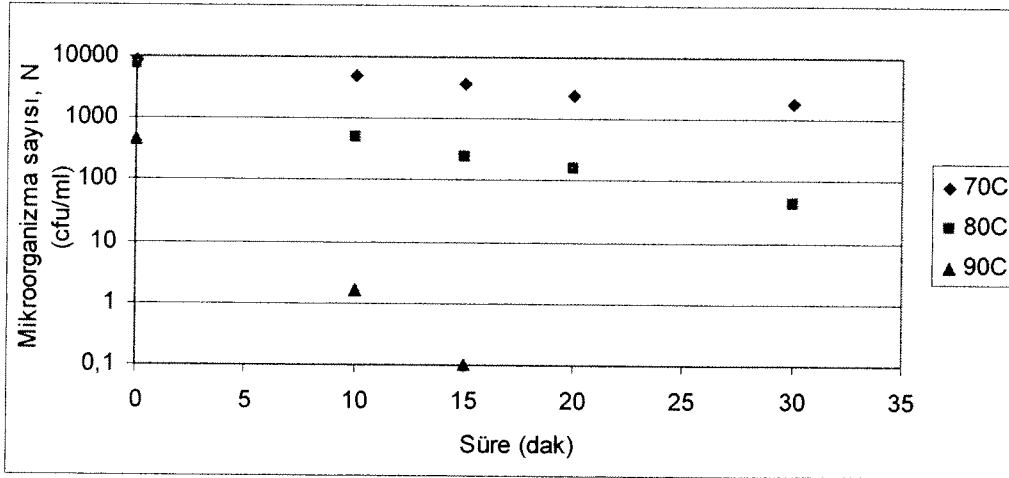


(c)

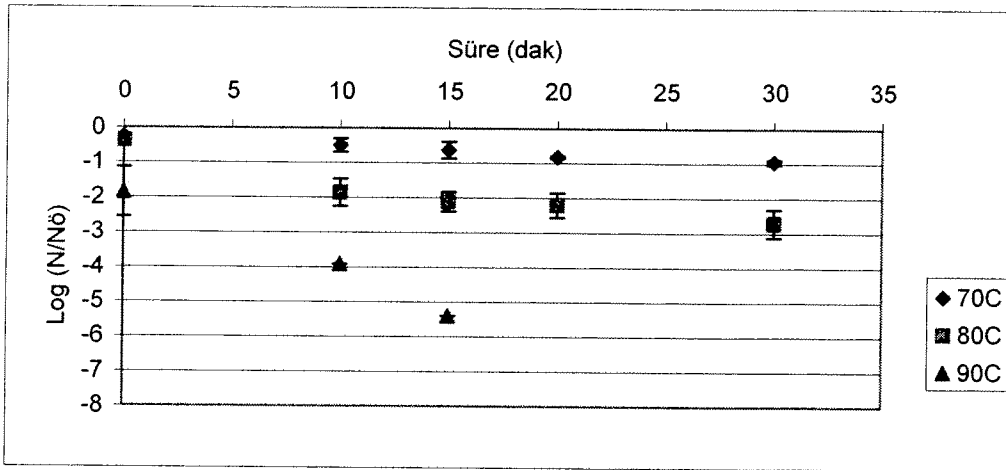
**ŞEKİL 4.4.** Portakal suyunda (pH=3,637) ohmik ısıtma (30 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestis* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 \exp(-Bt)$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı:  $N_0$ , (b)  $\log(N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log(N/N_0) = E.t$  (EK A.4.1-3).



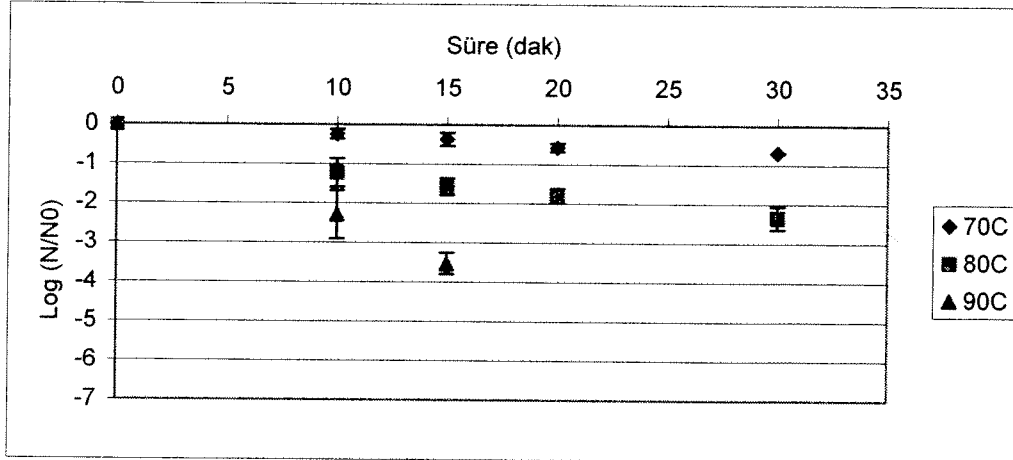
**ŞEKİL 4.5.** Portakal suyunda (pH=3,637) ohmik ısıtma (40 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestriis* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{-Bt}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı:  $N_0$ , (b)  $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log (N/N_0) = E.t$  (EK A.5.1-3).



(a)

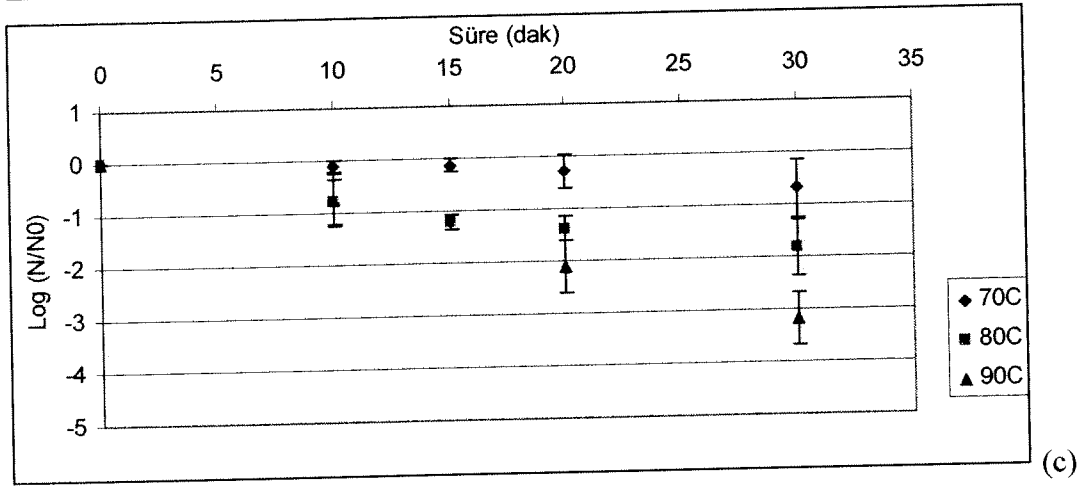
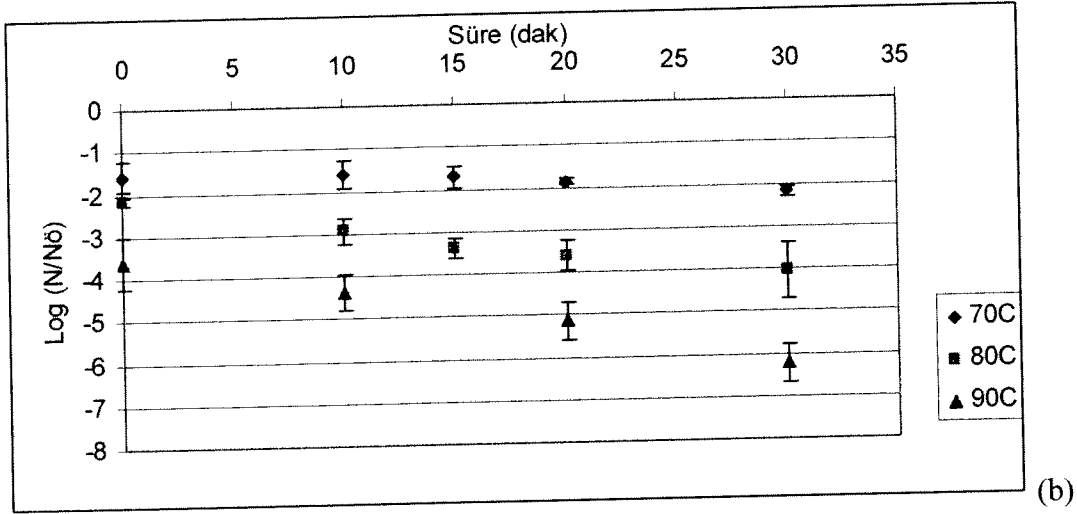
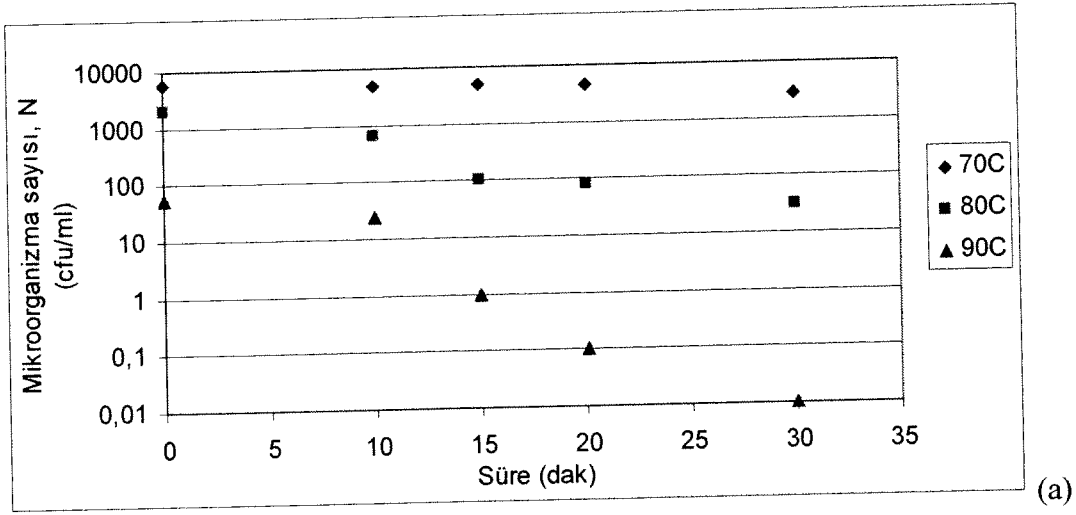


(b)

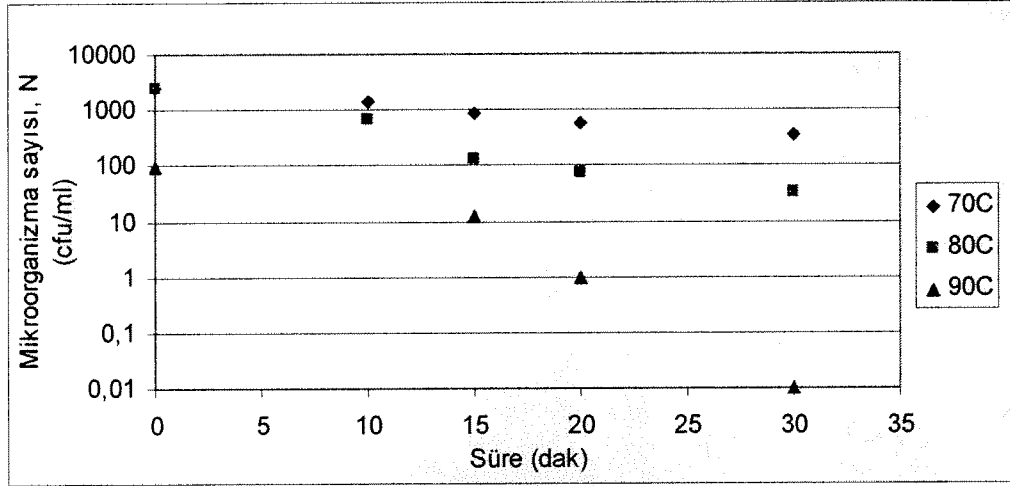


(c)

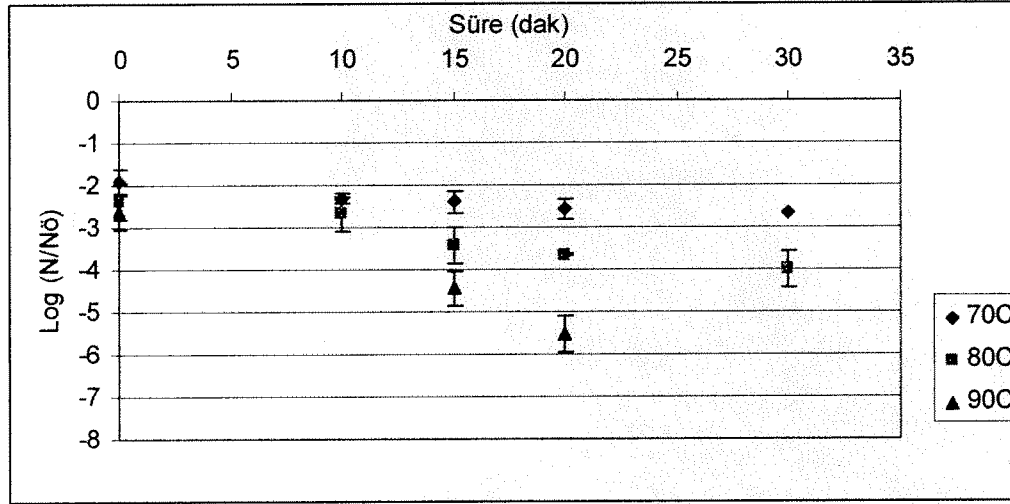
**ŞEKİL 4.6.** Portakal suyunda (pH=3,637) ohmik ısıtma (50 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestis* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{-Bt}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı:  $N_0$ , (b)  $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log (N/N_0) = E.t$  (EK A.6.1-3).



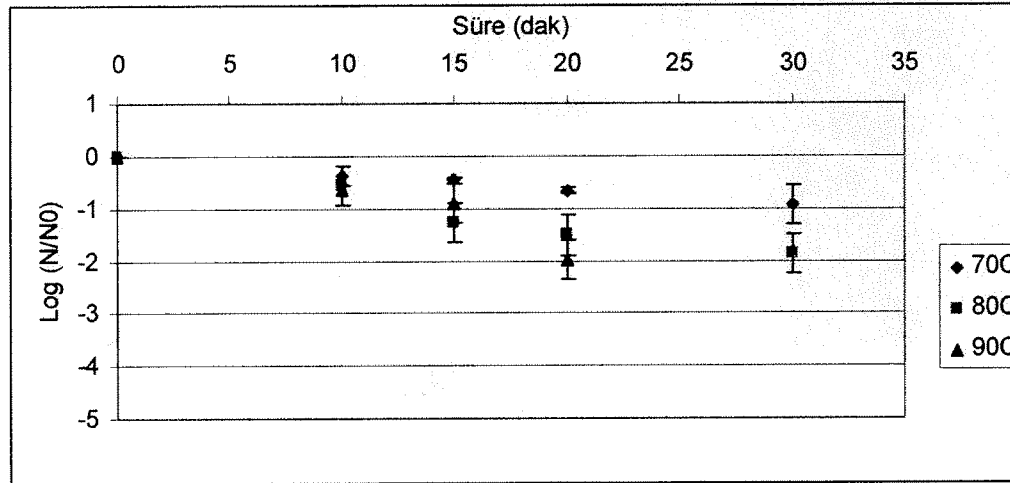
**ŞEKİL 4.7.** Elma suyu konsantrisinde (pH=3,937) ohmik ısıtma (30 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestris* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{-Bt}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı:  $N_0$ , (b)  $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log (N/N_0) = E.t$  (EK A.7.1-3).



(a)

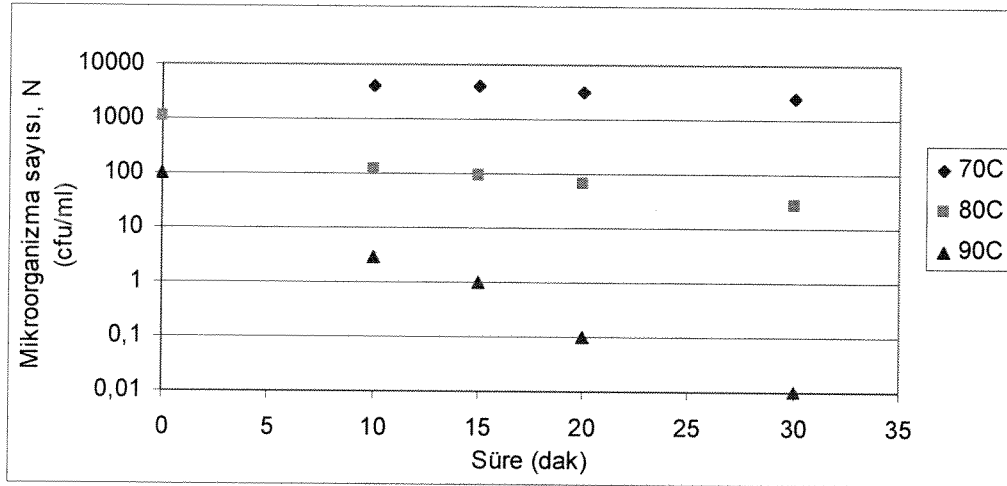


(b)

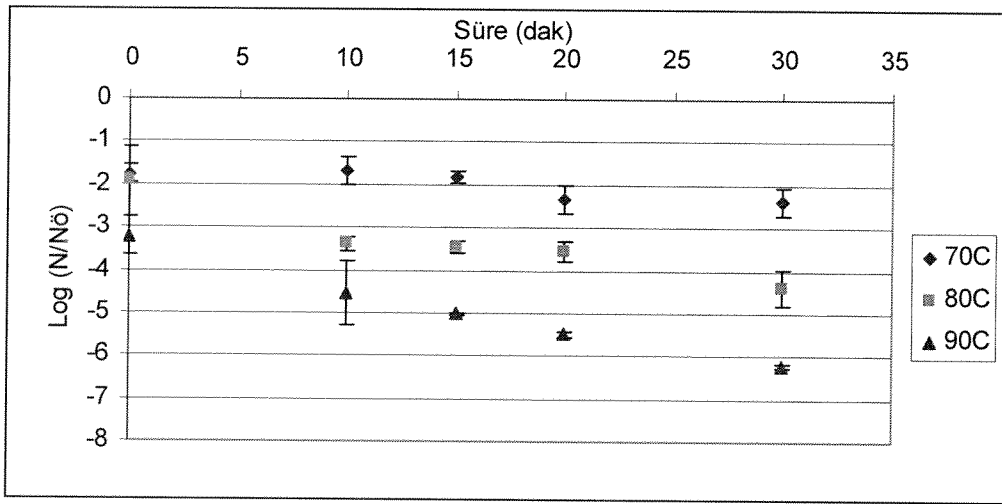


(c)

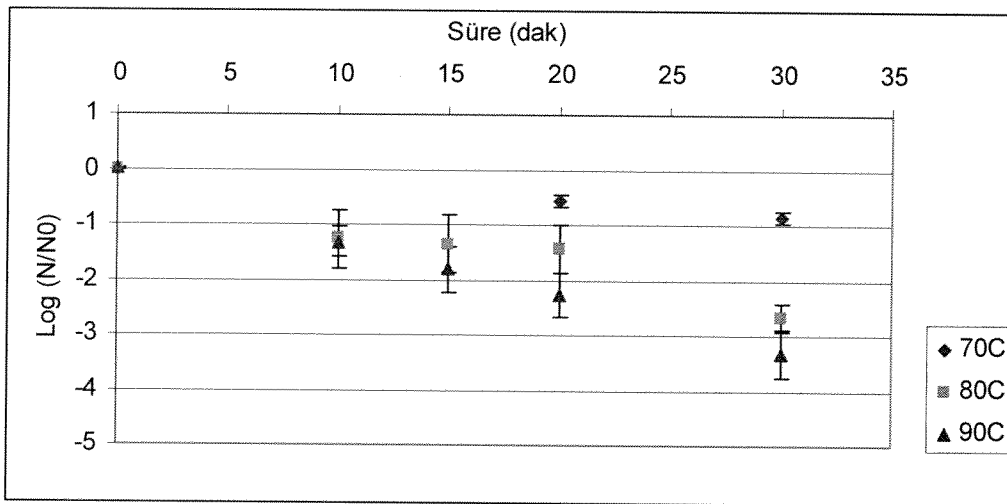
**ŞEKİL 4.8.** Elma suyu konsantrisinde (pH=3,937) ohmik ısıtma (40 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestris* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı:  $N_0$ , (b)  $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log (N/N_0) = E.t$  (EK A.8.1-3).



(a)



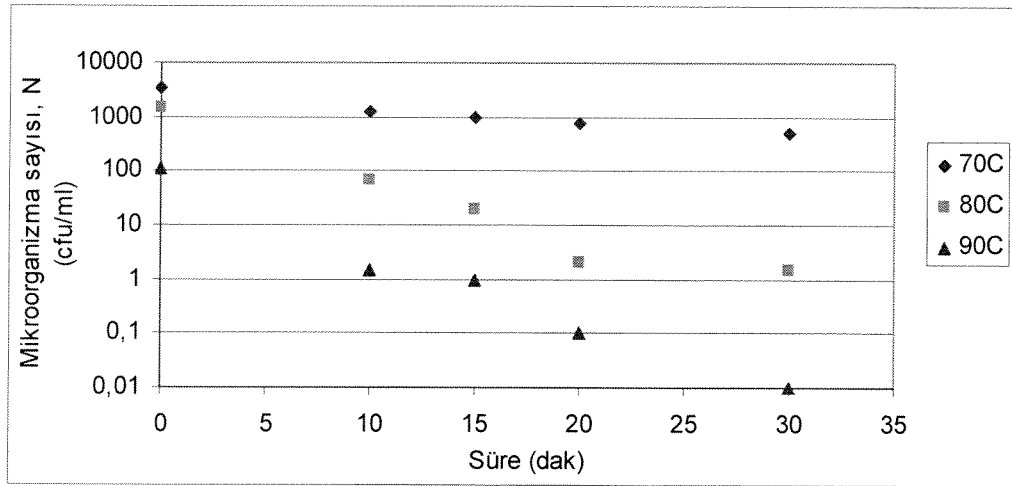
(b)



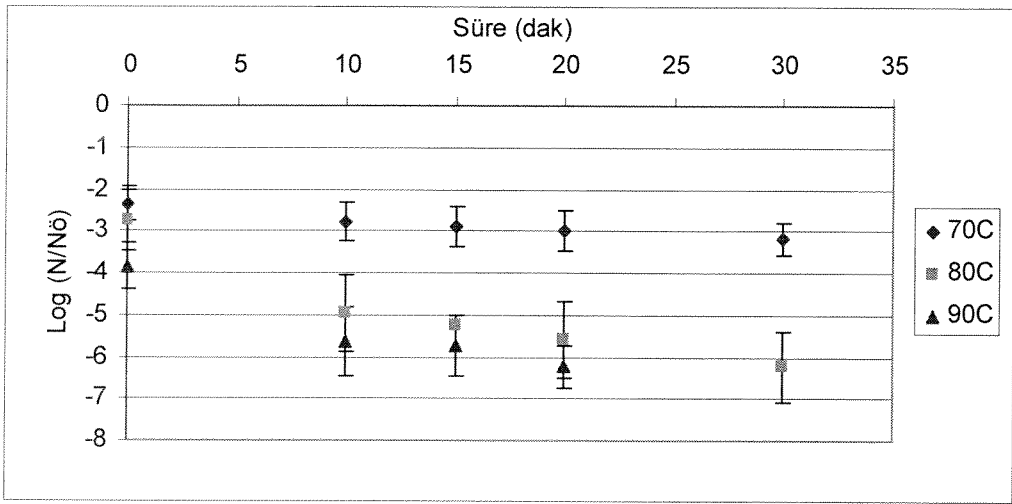
(c)

**ŞEKİL 4.9.** Elma suyu konsantresinde (pH=3,937) ohmik ısıtma (50 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestris* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı:  $N_0$ , (b)  $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log (N/N_0) = E.t$  (EK A.9.1-3).

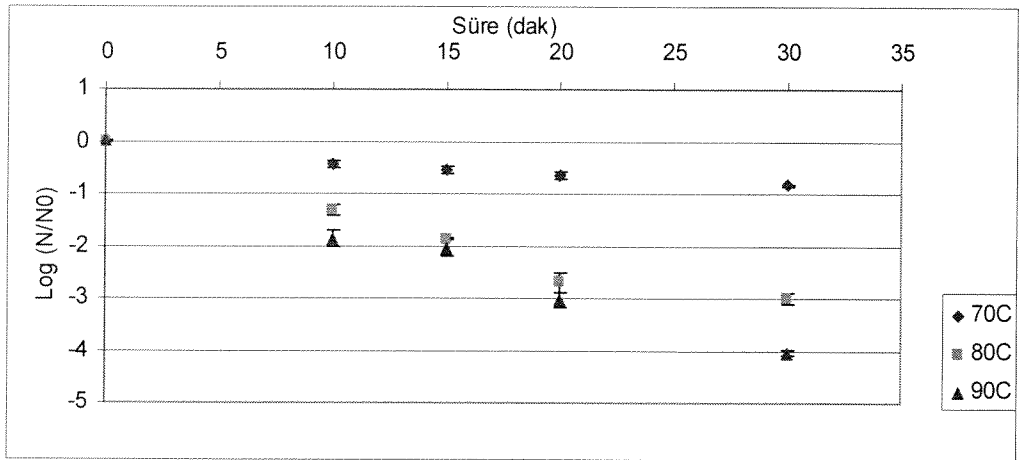




(a)

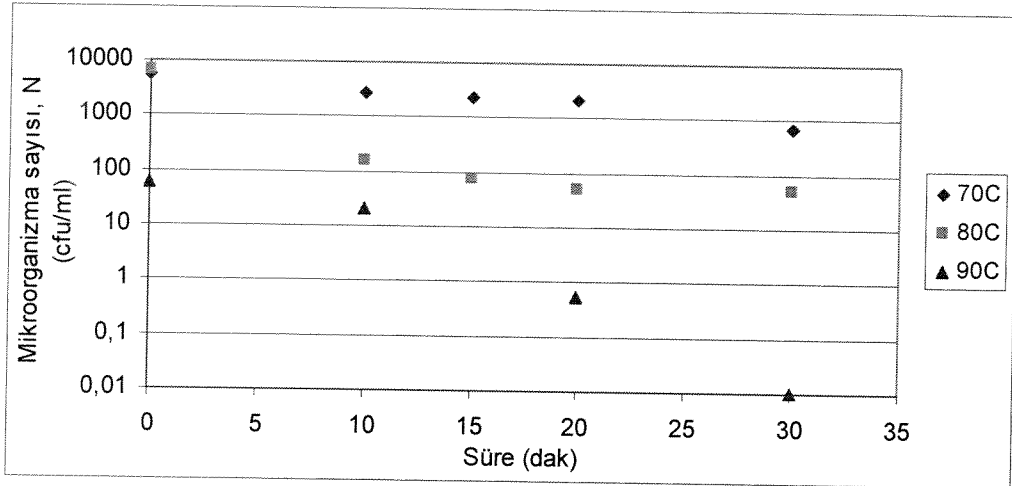


(b)

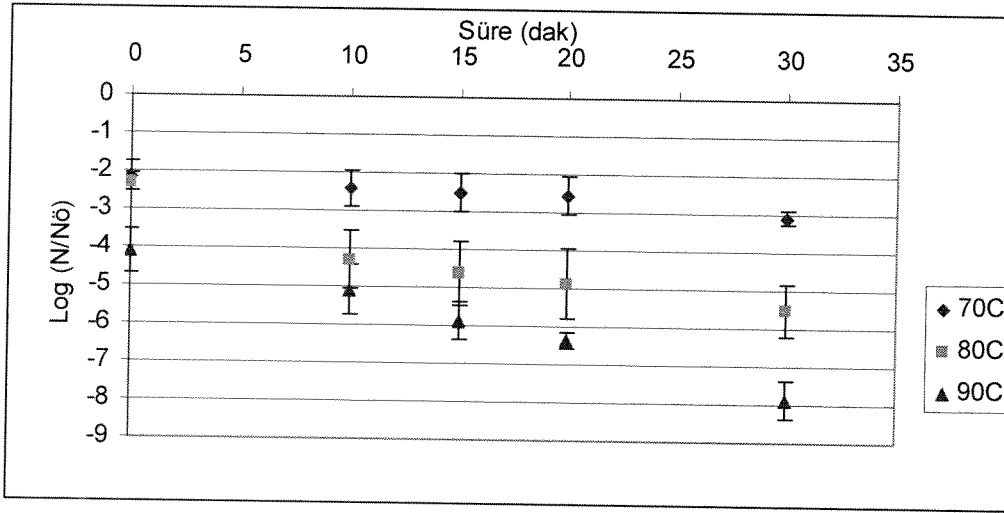


(c)

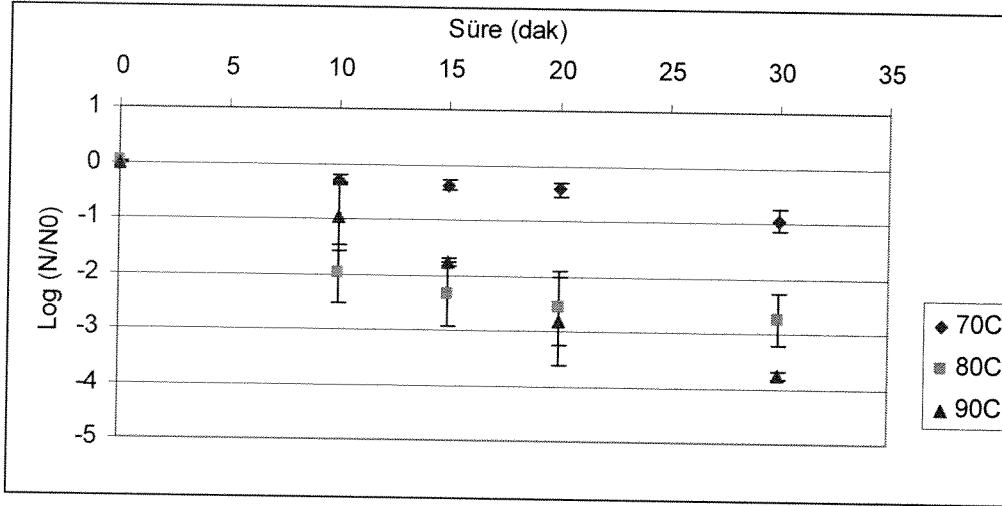
**ŞEKİL 4.10.** Portakal suyu konsantresinde (pH=3,023) ohmik ısıtma (30 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestris* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{-Bt}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı:  $N_0$ , (b)  $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log (N/N_0) = E.t$  (EK A.10.1-3).



(a)

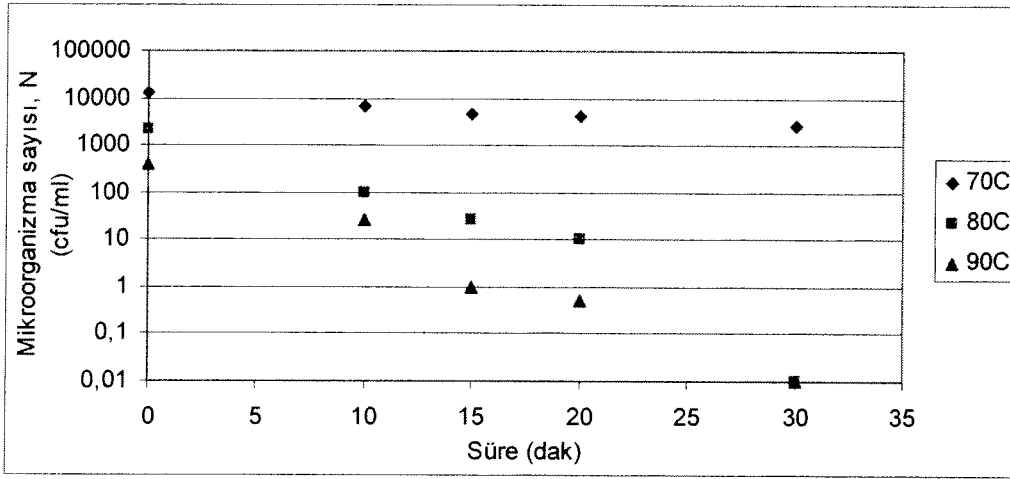


(b)

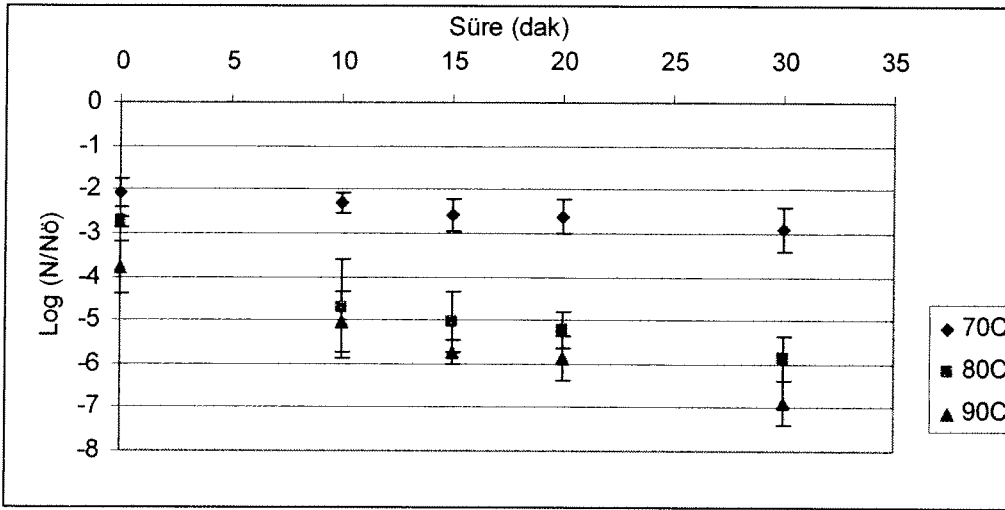


(c)

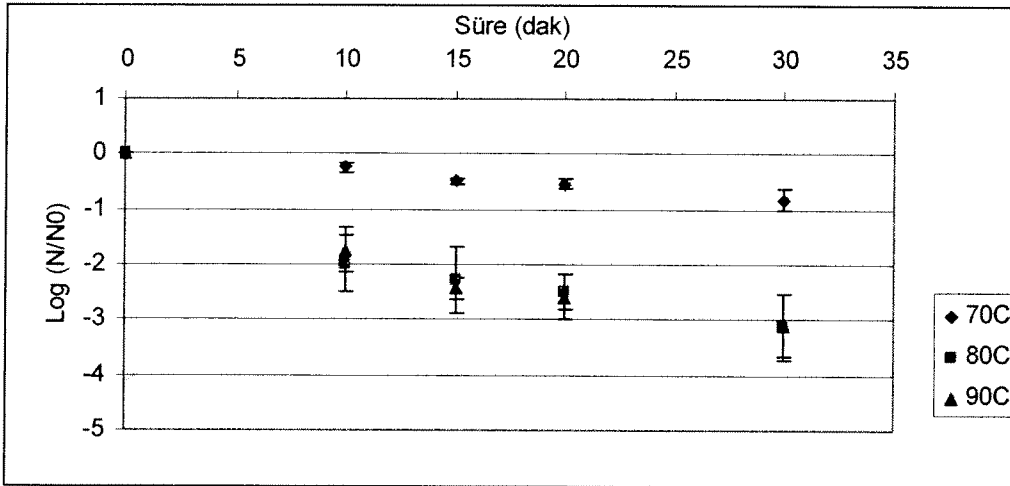
**ŞEKİL 4.11.** Portakal suyu konsantresinde (pH=3,023) ohmik ısıtma (40 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestriis* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı:  $N_0$ , (b)  $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log (N/N_0) = E.t$  (EK A.11.1-3).



(a)



(b)



(c)

**ŞEKİL 4.12.** Portakal suyu konsantrisinde (pH=3,023) ohmik ısıtma (50 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestis* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı:  $N_0$ , (b)  $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log (N/N_0) = E.t$  (EK A.12.1-3).

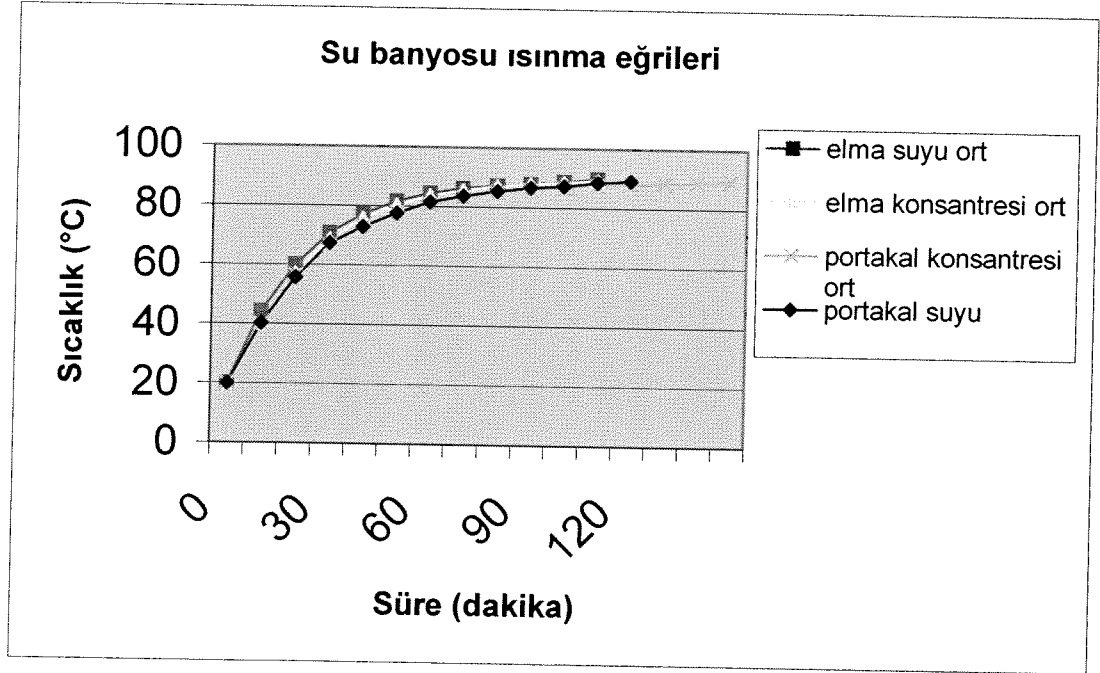
**TABLO 4.2.** Elma ve portakal sularında farklı voltaj gradyanlarında ve sıcaklık değerlerinde ohmik ısıtma uygulaması sonucunda elde edilen *D*-değerleri.

Voltaj Gradyanı	<i>D</i> -değerleri (dakika)											
	30 V/cm				40 V/cm				50 V/cm			
	Elma Suyu	$R^2$	Portakal Suyu	$R^2$	Elma Suyu	$R^2$	Portakal Suyu	$R^2$	Elma Suyu	$R^2$	Portakal Suyu	$R^2$
70	97,09	0,91	58,48	0,99	70,43	0,94	51,81	0,91	24,88	0,81	40,49	0,97
80	17,33	0,97	12,24	0,89	18,80	0,96	11,79	0,96	12,77	0,99	11,43	0,91
90	5,24	0,97	5,97	0,93	7,52	0,98	6,51	0,95	5,87	0,97	4,29	0,99

**TABLO 4.3.** Elma ve portakal suyu konsantrelerinde farklı voltaj gradyanlarında ve sıcaklık değerlerinde ohmik ısıtma uygulaması sonucunda elde edilen *D*-değerleri.

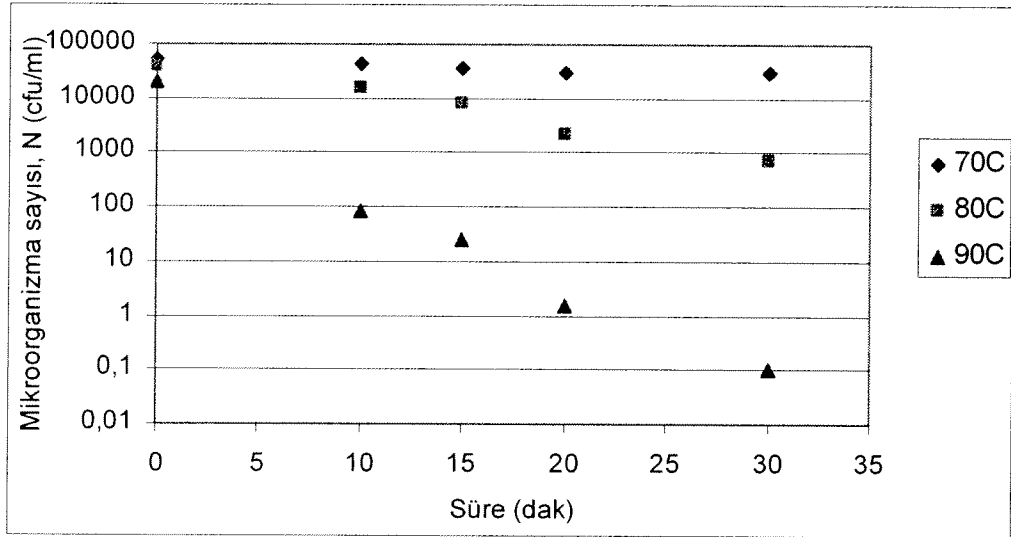
Voltaj Gradyanı	<i>D</i> -değerleri (dakika)											
	30 V/cm				40 V/cm				50 V/cm			
	Elma Konsantresi	$R^2$	Portakal Konsantresi	$R^2$	Elma Konsantresi	$R^2$	Portakal Konsantresi	$R^2$	Elma Konsantresi	$R^2$	Portakal Konsantresi	$R^2$
70	54,95	0,95	32,16	0,91	30,96	0,99	35,72	0,66	35,21	1	35,97	0,98
80	15,04	0,98	8,80	0,93	14,58	0,94	8,62	0,98	11,46	0,93	8,20	0,81
90	9,67	0,81	7,03	0,97	12,29	0,87	7,92	0,93	8,728	0,99	8,18	0,83

Ohmik ısıtmanın termal veya / ve elektriksel etkisinin incelenmesi açısından su banyosu ile ısıtma işlemi karşılaştırma amacıyla kullanılmıştır. Ohmik ısıtmanın termal etkisinin yanı sıra elektriksel herhangi bir etki olup olmadığının tespit edilebilmesi amacıyla aynı sıcaklık geçmişine sahip eşdeğer ısıtma uygulaması amaçlanmıştır. Bu nedenle, su banyosunda ohmik ısıtmaya eşdeğer hızda ısıtma sağlanabilecek tek voltaj gradyanının 30 V/cm olduğu tespit edilmiştir. Daha yüksek voltajlardaki eşdeğer sıcaklık geçmişleri aynı koşullarda sağlanamamıştır (Şekil 4.13).

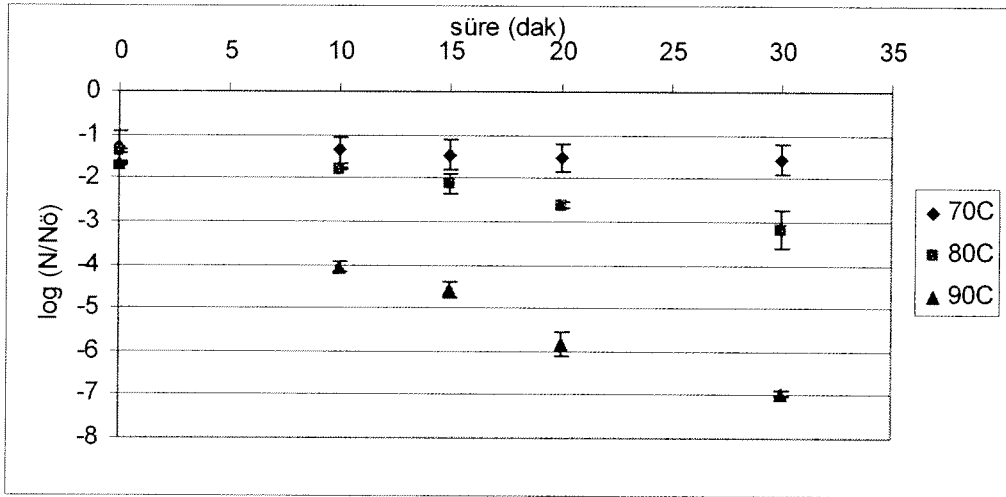


**ŞEKİL 4.13.** Su banyosunda elma suyu, portakal suyu ve konsantrelerinin ısınma eğrileri.

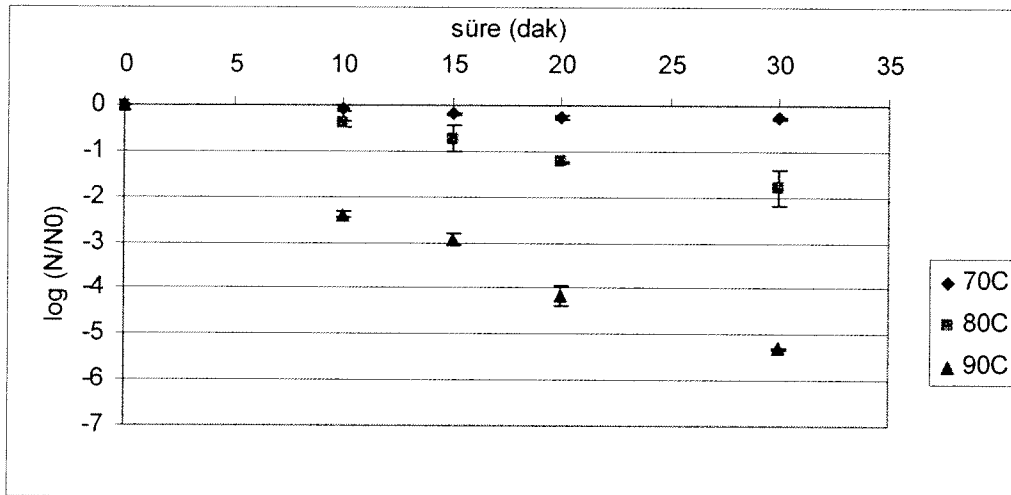
#### Konvansiyonel Isıtma



(a)

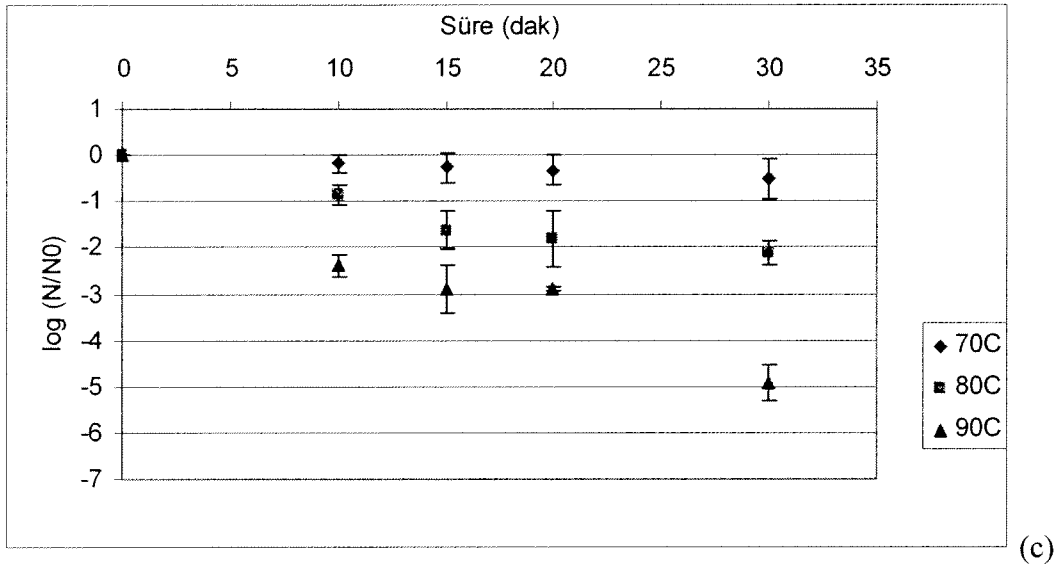
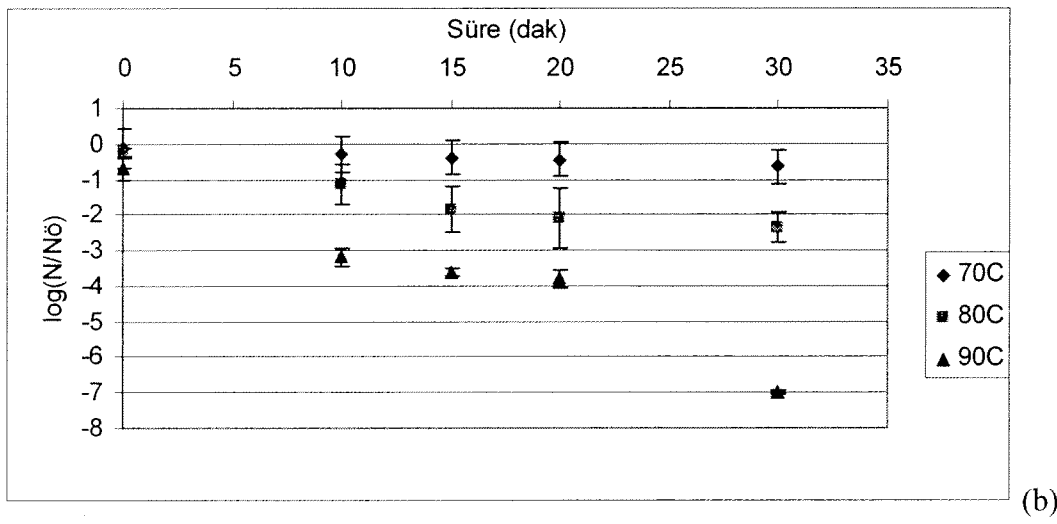
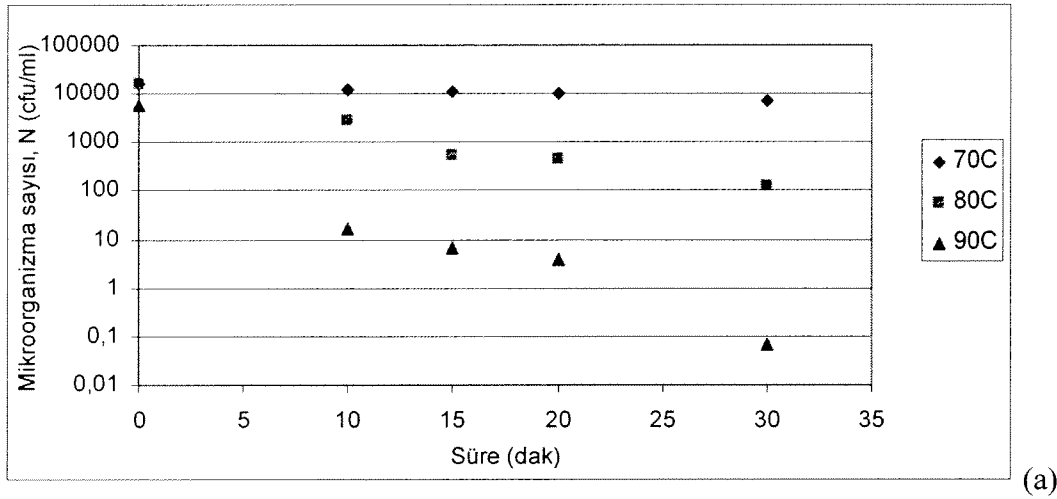


(b)

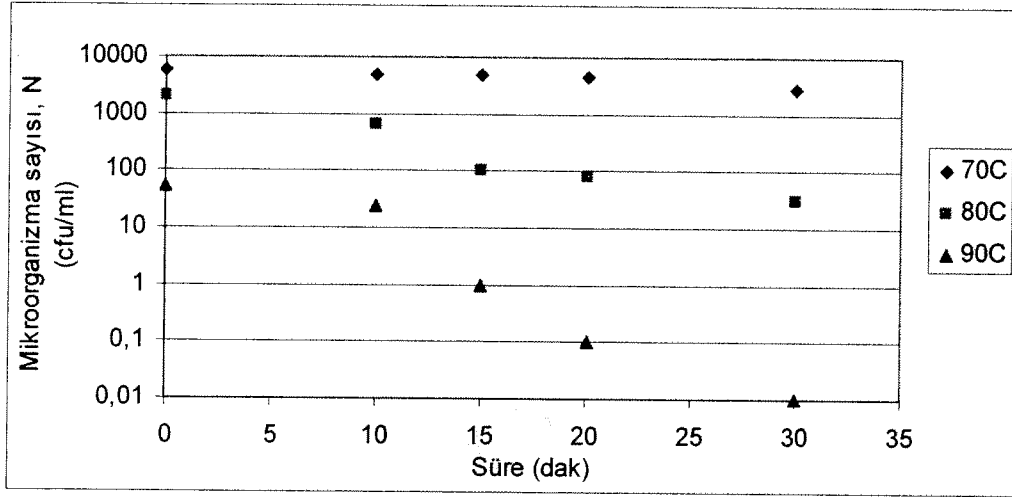


(c)

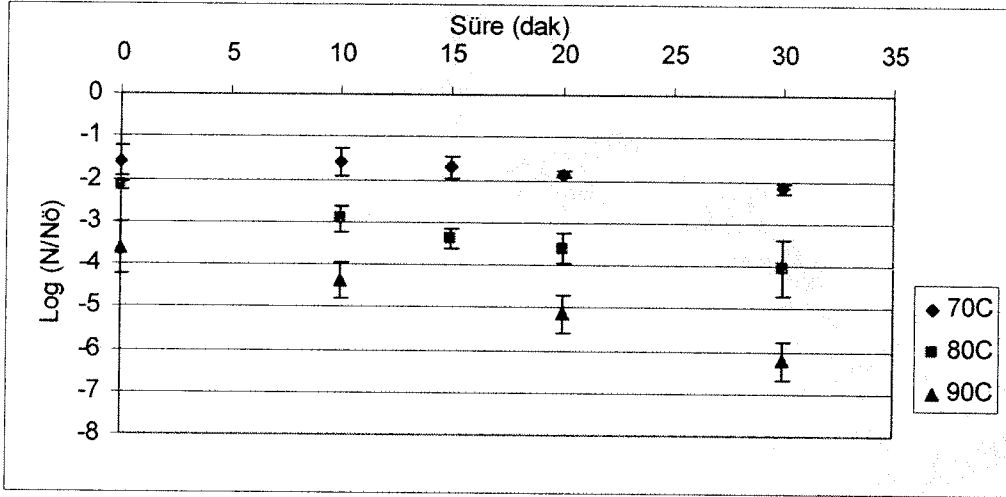
**ŞEKİL 4.14.** Elma suyunda (pH=3,757) konvansiyonel ısıtma (30V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestis* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 \cdot (\exp)^{-Bt}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı :  $N_0$ , (b)  $\log(N/N_0) = A \cdot t + C$ , (c)  $\log(N/N_0) = E \cdot t$  (EK B.1.1-3).



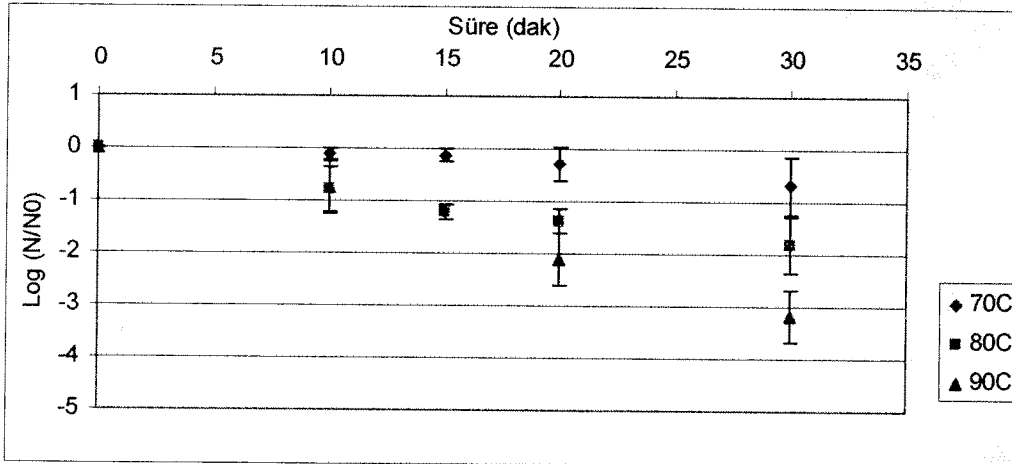
**ŞEKİL 4.15.** Portakal suyunda (pH=3,637) konvansiyonel ısıtma (30 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestris* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{-Bt}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı:  $N_0$ , (b)  $\log(N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log(N/N_0) = E.t$  (EK B.2.1-3).



(a)



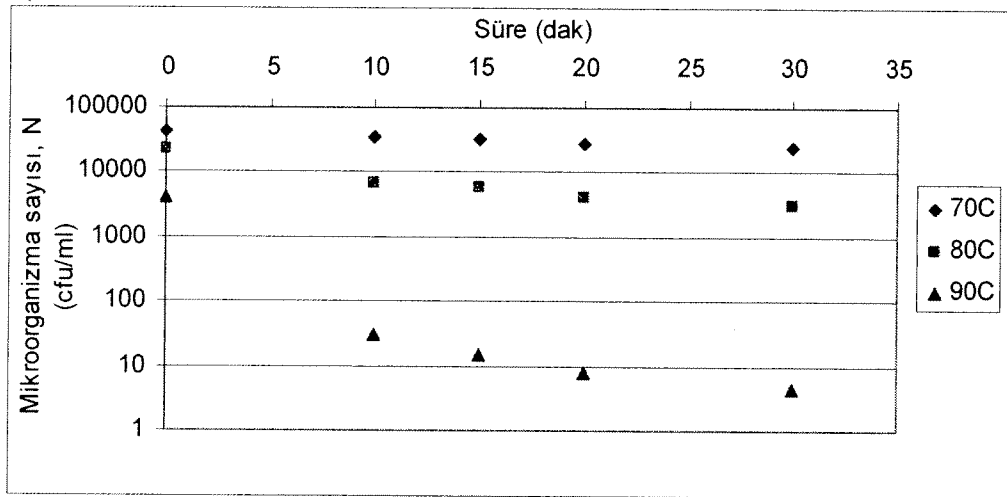
(b)



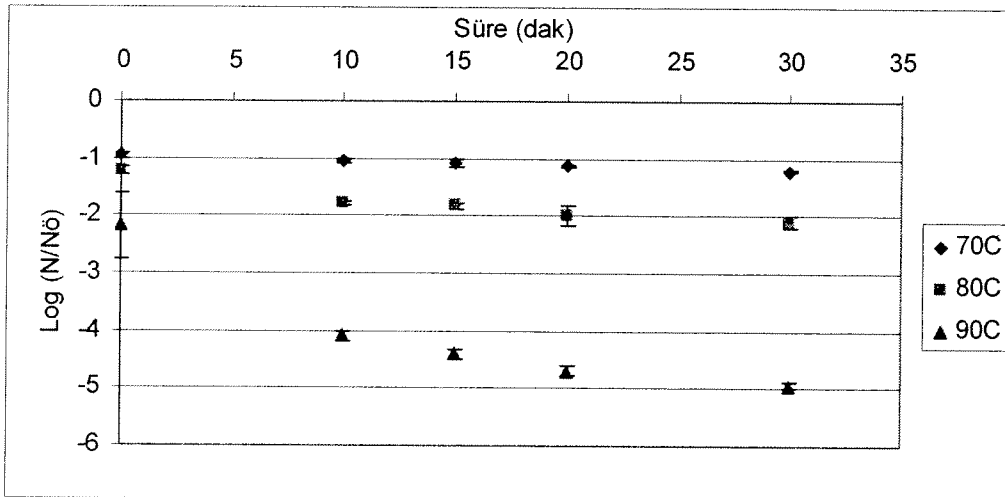
(c)

**ŞEKİL 4.16.** Elma suyu konsantresinde (pH=3,937) konvansiyonel ısıtma (30 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestis* sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı:  $N_0$ , (b)  $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log (N/N_0) = E.t$  (EK B.3.1-3).

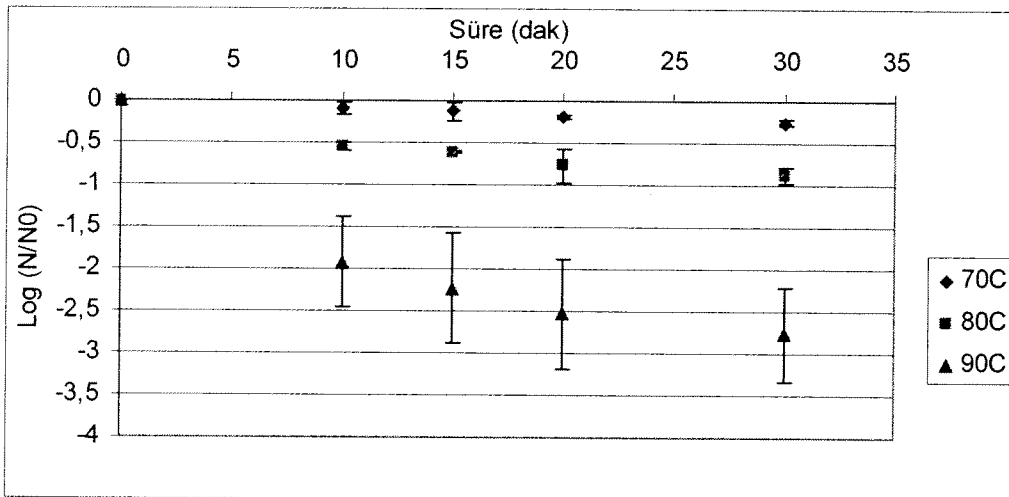




(a)



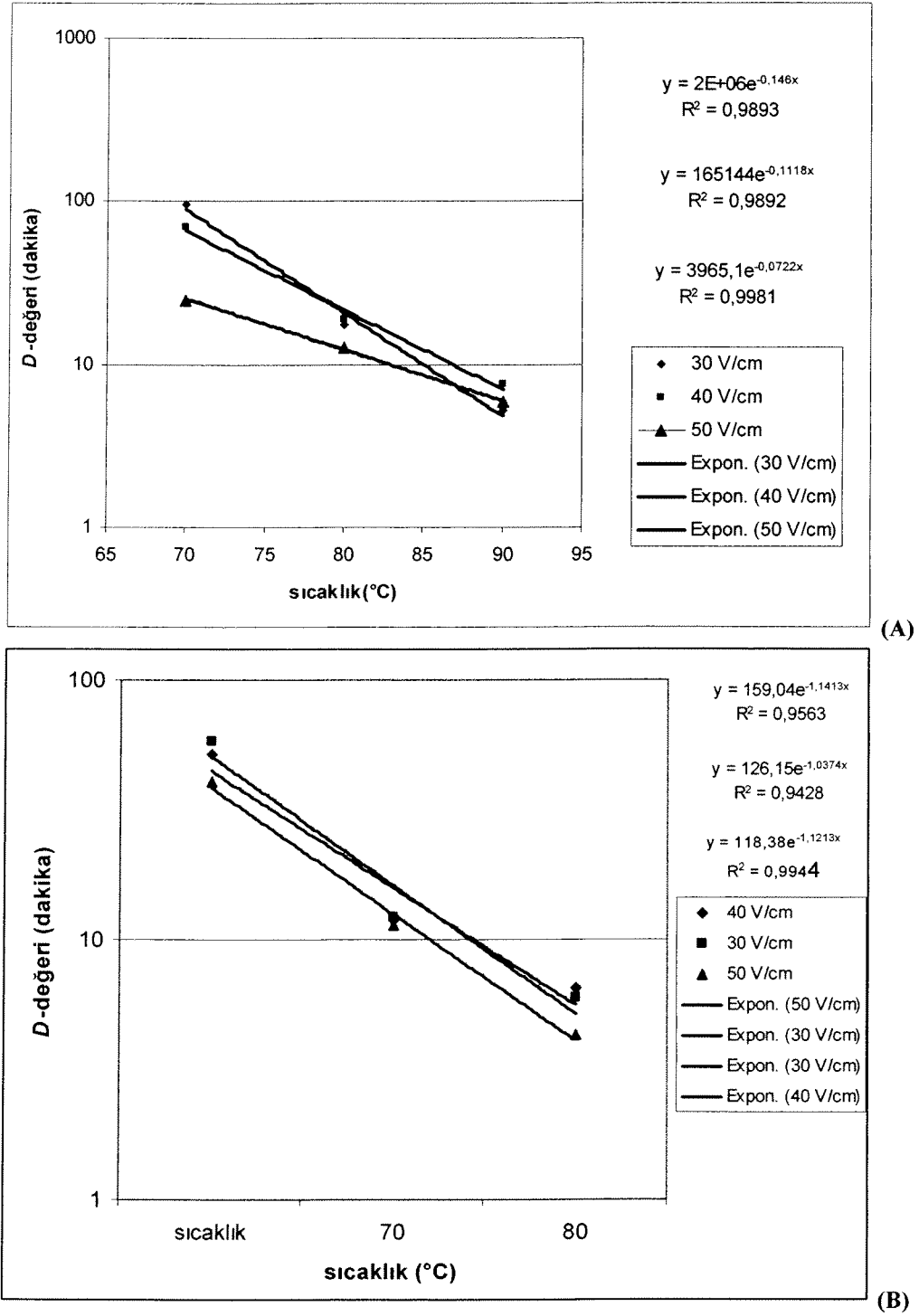
(b)



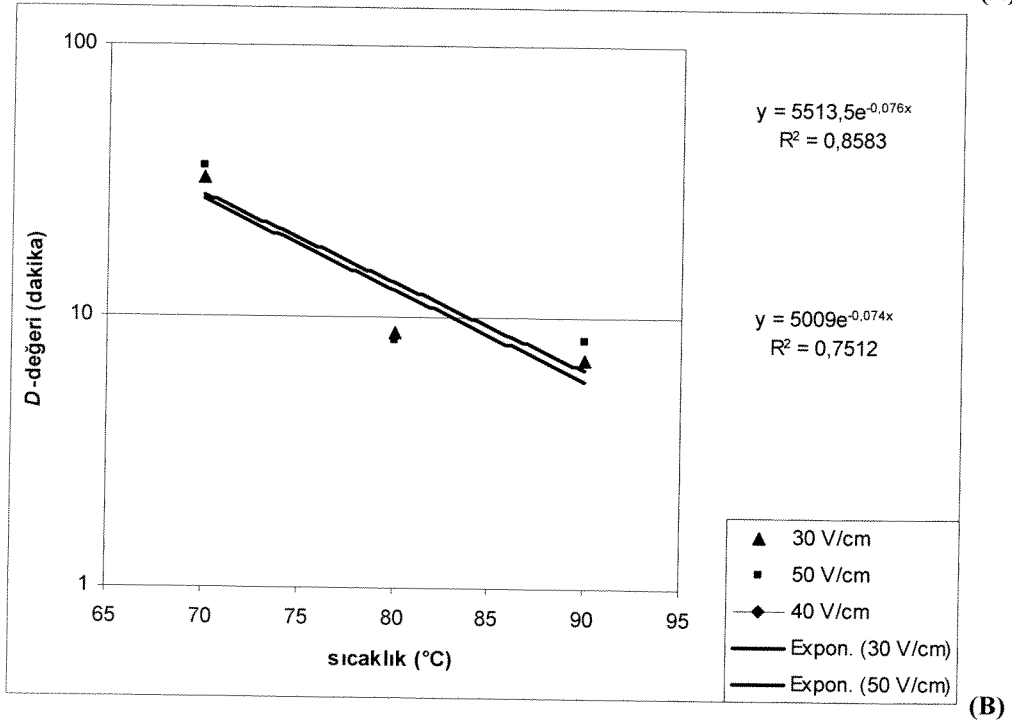
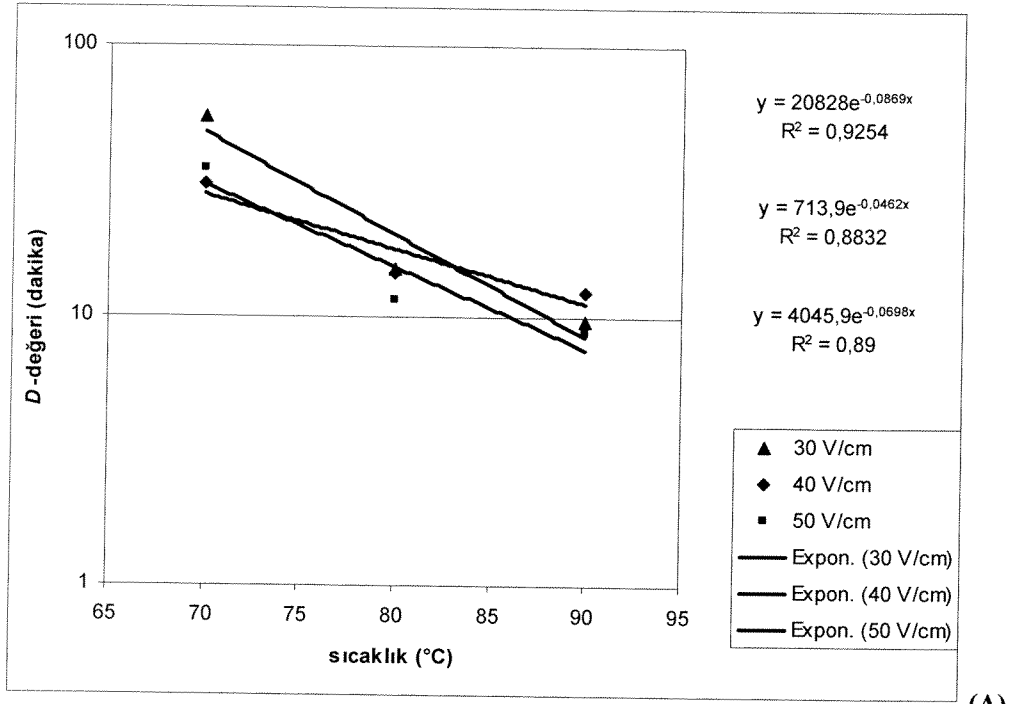
(c)

**ŞEKİL 4. 17.** Portakal suyu konsantresinde (pH=3,023) konvansiyonel ısıtma (30 V/cm) uygulanmış *A. acidoterrestri*s sporlarının canlı kalma eğrileri. Her noktadaki veri ortalama±standart sapma canlı kalan spor sayısını temsil etmektedir. Kullanılan denklemler: (a)  $N=N_0 (\exp)^{-Bt}$  0. dakikadaki mikroorganizma sayısı:  $N_0$ , (b)  $\log (N/N_0) = A.t+C$ , (c)  $\log (N/N_0) = E.t$  (EK B.4.1-3).

Şekil 4.18 ve 4. 19'da elma suyu, portakal suyu ve konsantrelerinde farklı voltaj gradyanlarında, 70, 80 ve 90°C sıcaklıklarda ohmik ısıtma uygulanmış *A. acidoterrestris* sporlarının termal ölüm süresi eğrileri (Termal ölüm süresi doğrusunun eğimi=-1/z) verilmiştir.



**ŞEKİL 4.18.** Elma ve Portakal sularında ohmik ısıtma uygulanmış *A. acidoterrestris* sporlarının termal ölüm süresi eğrileri.



**ŞEKİL 4.19.** Elma suyu ve Portakal suyu konsantrlerinde ohmik ısıtma uygulanmış *A. acidoterrestis* sporlarının termal ölüm süresi eğrileri.

Şekillerden de görüldüğü gibi düşük z-değerine sahip olan *A. acidoterrestis* sporlarının ısısal direnci daha az iken, z-değeri büyük olan *A. acidoterrestis* sporlarının ısısal dirençleri daha yüksektir (Şekil 4.18, 4.19).

**TABLO 4.4.** Elma suyunda konvansiyonel ve ohmik ısıtma uygulanan *A. acidoterrestris* sporlarının *D*-değerleri.<sup>a, b, c</sup>

	<i>ohmik ısıtma</i> <sup>b</sup>		<i>konvansiyonel ısıtma</i> <sup>c</sup>	
	<i>D</i> -değeri (dk)	R <sup>2</sup>	<i>D</i> -değeri (dk)	R <sup>2</sup>
70	97,091	0,9099	97,08738	0,9099
80	17,331	0,9718	17,33102	0,9718
90	5,238	0,9668	5,238345	0,9668
<i>z</i> -değeri (°C)	6,95	0,9893		

<sup>a</sup> Değerler üç farklı ısıtma uygulamasının ortalaması olarak verilmiştir.

<sup>b</sup> 30 V/cm ohmik ısıtmaya karşılık gelen konvansiyonel ısıtma

<sup>c</sup> 30 V/cm ohmik ısıtma

**TABLO 4.5.** Portakal suyunda konvansiyonel ve ohmik ısıtma uygulanan *A. acidoterrestris* sporlarının *D*-değerleri.<sup>a, b, c</sup>

Sıcaklık (°C)	<i>ohmik ısıtma</i> <sup>b</sup>		<i>konvansiyonel ısıtma</i> <sup>c</sup>	
	<i>D</i> -değeri (dk)	R <sup>2</sup>	<i>D</i> -değeri (dk)	R <sup>2</sup>
70	58,482	0,9962	58,4795	0,9962
80	12,239	0,8939	12,2399	0,8939
90	5,967	0,9290	5,9666	0,9290
<i>z</i> -değeri (°C)	0,88	0,9563		

<sup>a, b, c</sup> Tablo 4.4. 'tekinin aynısıdır.

**TABLO 4.6.** Elma konsantresinde konvansiyonel ve ohmik ısıtma uygulanan *A. acidoterrestris* sporlarının *D*-değerleri.<sup>a, b, c</sup>

Sıcaklık (°C)	<i>ohmik ısıtma</i> <sup>b</sup>		<i>konvansiyonel ısıtma</i> <sup>c</sup>	
	<i>D</i> -değeri (dk)	R <sup>2</sup>	<i>D</i> -değeri (dk)	R <sup>2</sup>
70	54,9445	0,81218	54,94505	0,81218
80	15,0375	0,9464	15,03759	0,9464
90	9,67119	0,9854	9,67118	0,9854
<i>z</i> -değeri (°C)	11,51	0,9254		

<sup>a, b, c</sup> Tablo 4.4. 'tekinin aynısıdır.

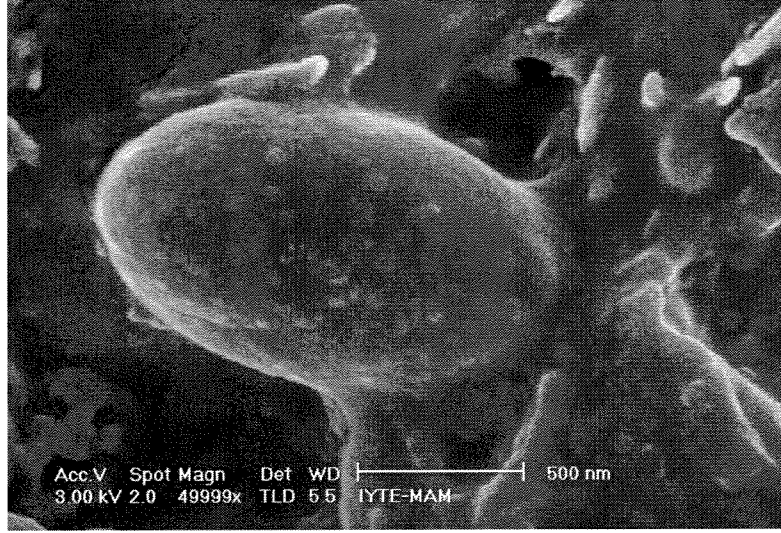
**TABLO 4.7.** Portakal konsantresinde konvansiyonel ve ohmik ısıtma uygulanan *A. acidoterrestris* sporlarının *D*-değerleri.<sup>a, b, c</sup>

Sıcaklık (°C)	<i>ohmik ısıtma</i> <sup>b</sup>		<i>konvansiyonel ısıtma</i> <sup>c</sup>	
	<i>D</i> -değeri (dk)	R <sup>2</sup>	<i>D</i> -değeri (dk)	R <sup>2</sup>
70	32,1558	0,9082	113,6364	0,9949
80	8,80284	0,9273	28,81844	0,828
90	7,02734	0,9677	8,718396	0,7225
<i>z</i> -değeri (°C)	13,16	0,8583	17,53	0,9854

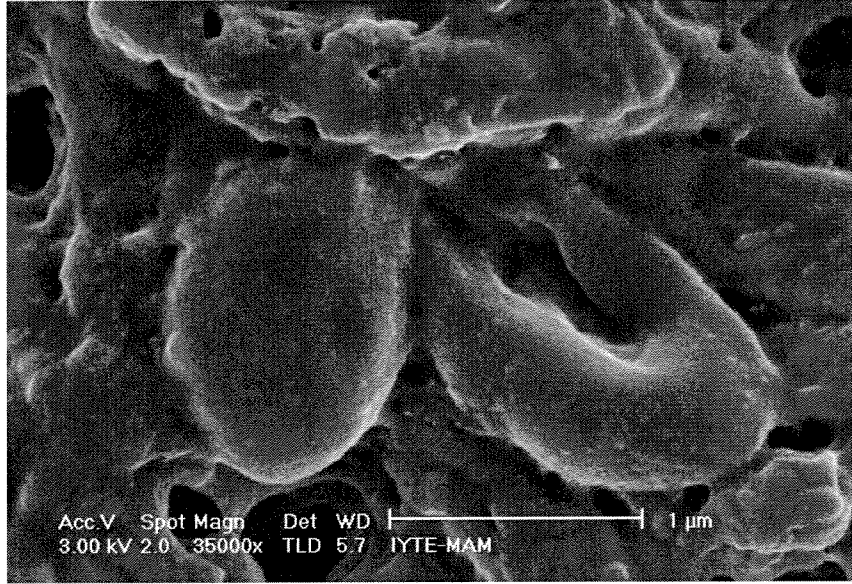
<sup>a, b, c</sup> Tablo 4.4. 'tekinin aynısıdır.

Yapılan çalışmalarda *A. acidoterrestris* sporlarının *D*-değeri, diğer termofilik mikroorganizmalarla karşılaştırıldığında daha düşüktür.  $D_{90^{\circ}\text{C}}=10\text{-}54$  dakika, *z*-değeri ise  $6\text{-}11^{\circ}\text{C}$  olarak belirlenmiştir (PALOP ve ark, 2000). *A. acidoterrestris* DSM 2498 suşunun ısısız direncinin saptanması amacıyla yapılan bir çalışmada mikroorganizmanın *D*-değeri  $85^{\circ}\text{C}$ 'de  $60,8\text{-}94,5$  dakika,  $90^{\circ}\text{C}$ 'de  $10,0\text{-}20,6$  dakika ve  $95^{\circ}\text{C}$ 'de  $2,5\text{-}8,7$  dakika arasında; *z*-değeri ise  $7,2\text{-}11,3^{\circ}\text{C}$  arasında saptanmıştır. *A. acidoterrestris* DSM 3922 suşunun ohmik ısıtmaya karşı direncinin saptanması amacıyla yapılan bu çalışmada ise  $30\text{ V/cm}$  voltaj gradyanında, *D*-değeri  $70^{\circ}\text{C}$ 'de  $32,16\text{-}97,1$  dakika,  $80^{\circ}\text{C}$ 'de  $8,8\text{-}17,3$  dakika ve  $90^{\circ}\text{C}$ 'de  $5,2\text{-}9,7$  dakika arasında; *z*-değeri ise  $6,95\text{-}13,16^{\circ}\text{C}$  arasında saptanmıştır.  $40\text{ V/cm}$  voltaj gradyanında ve  $50\text{ V/cm}$  voltaj gradyanında ohmik ısıtma uygulamaları sonunda ise sırasıyla  $D_{70^{\circ}\text{C}}=30,9\text{-}70,4$  dakika,  $D_{80^{\circ}\text{C}}=8,6\text{-}18,8$  dakika ve  $D_{90^{\circ}\text{C}}=6,5\text{-}12,3$  dakika arasında (*z*-değeri= $8,95\text{-}21,65^{\circ}\text{C}$ ),  $D_{70^{\circ}\text{C}}=24,9\text{-}35,2$  dakika,  $D_{80^{\circ}\text{C}}=8,2\text{-}12,8$  dakika ve  $D_{90^{\circ}\text{C}}=4,3\text{-}8,7$  dakika arasında (*z*-değeri= $13,51\text{-}14,33^{\circ}\text{C}$ ) saptanmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre *A. acidoterrestris* DSM 2498 suşunun azaltılmasında ohmik ısıtma, konvansiyonel ısıtmaya göre daha etkili olmuştur. Ohmik ısıtma ile elde edilen *D*- ve *z*- değerleri, konvansiyonel ısıtma uygulanan meyve suları ve konsantrelerinde elde edilenlerinkinden daha düşük bulunmuştur. Bunun sebebi konvansiyonel ısıtmada sıcaklık etkisine ek olarak ohmik ısıtmada voltaj gradyanının bir başka ifade ile elektriksel etkinin varlığı olabilir. Ohmik ısıtma termal prosesler gibi mikroorganizmaları ısı ile inaktive etmektedir. Düşük frekansta ( $50\text{-}60\text{ Hz}$ ) ilave olarak termal olmayan elektroporasyon tipi etkileri olduğu da rapor edilmiştir. Literatürde mikroorganizmaların inaktivasyonunda ohmik ısıtmanın etkisini belirlemek için birçok araştırma mevcuttur (PALANIAPPAN ve Sastry, 1990; PALANIAPPAN ve ark., 1990, 1992; KIM ve ark., 1996 a, b; CHO ve ark., 1996, 1999; MAINVILLE ve ark., 2001; UEMURA ve Isobe, 2002, 2003; PARK ve ark., 2003; CASTRO ve ark., 2004; LEIZERSON ve Shimoni, 2005 a, b). Palaniappan ve ark. (1990, 1992) ohmik ısıtma veya konvansiyonel ısıtma uygulanan *Bacillus subtilis* sporları üzerine ohmik ısıtmanın etkisini belirlemek için gerçekleştirdikleri çalışmada,  $92,3^{\circ}\text{C}$ 'de ohmik ısıtılan sporların konvansiyonel ısıtma uygulanan bakteri sporlarından belirgin olarak daha düşük *D* değerlerine sahip olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar ohmik ısıtma sırasındaki spor inaktivasyonunun termal etkiye bağlı olduğu, fakat elektrik akımı nedeniyle ilave bir ölüm etkisi olduğu sonucuna varmışlardır. Leizeron ve Shimoni (2005 a) portakal suyunda ohmik ısıtmanın etkilerini araştırmak için gerçekleştirdikleri çalışmada  $90^{\circ}$ ,  $120^{\circ}$  ve  $150^{\circ}\text{C}$  sıcaklıklarda sırasıyla  $1,13$ ;  $0,85$  ve  $0,68$  saniye ohmik ısıtma uygulamasının ürünlerdeki bakteri, maya ve küfün tamamen inaktive olmasını sağladığını ve mikroorganizmaların sayılarının yaklaşık olarak  $2\text{-}3$  logaritmik ünite azalma gösterdiğini ifade etmişlerdir. Leizeron ve Shimoni (2005 a) yaptıkları bu çalışmada mikroorganizmaların inaktivasyonunu sadece ısıya atfetmişlerdir. Araştırmacıların elde ettikleri sonuçlar mikroorganizmaların inaktivasyonunda en önemli parametrenin termal uygulamanın çeşidi önemsenmeksizin termal etki olduğunu göstermektedir. Bunların aksine, Palaniappan ve arkadaşları (1992) konvansiyonel veya ohmik ısıtma ile muamele edilen maya hücrelerinin ölüm hızları arasında belirgin bir fark olmadığını bildirmiştir. Bu araştırmacılar *Zygosaccharomyces bailii* ve *Escherichia coli* hücrelerini içeren süspansiyonlara ohmik ısıtma uyguladıkları çalışmada termal ölüm koşullarında elektrik tarafından olan herhangi bir letal etkinin ısı ile üretilen letal etkiye göre önemsiz olduğunu bulmuşlardır. Cho ve arkadaşları (1999) %  $0,1$  NaCl çözeltisi içerisinde  $88^{\circ}\text{C}\text{-}99^{\circ}\text{C}$  sıcaklık aralıklarında gerçekleştirdikleri konvansiyonel ve ohmik ısıtma uygulamalarının *Bacillus subtilis* sporları ( $10^7$  cfu/ml) üzerindeki etkisini inceledikleri bir çalışmada elde edilen logaritmik canlı kalma eğrileri ve hesaplanan *D* değerlerine dayanarak bu bakteri sporları için ohmik ısıtmanın konvansiyonel ısıtmadan belirgin olarak daha yüksek lethalliteye sahip olduğunu saptamışlardır.

Konvansiyonel ve ohmik ısıtma uygulamalarının *A. acidoterrestris* sporları üzerindeki etkisi ve sporların yapısal bütünlüğündeki değişiklikleri elektron mikroskop görüntülerinde açık bir şekilde görülmektedir (Şekil ).



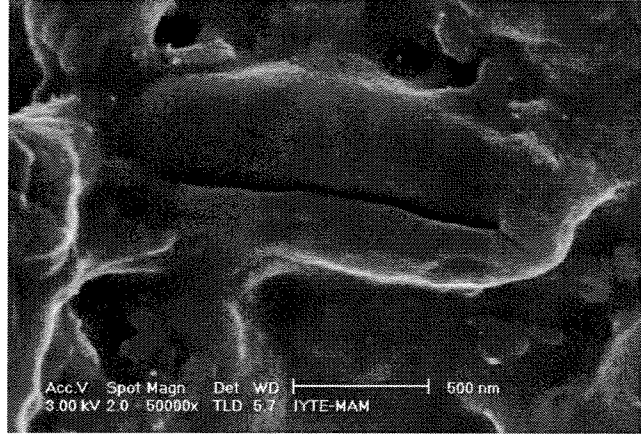
(A)



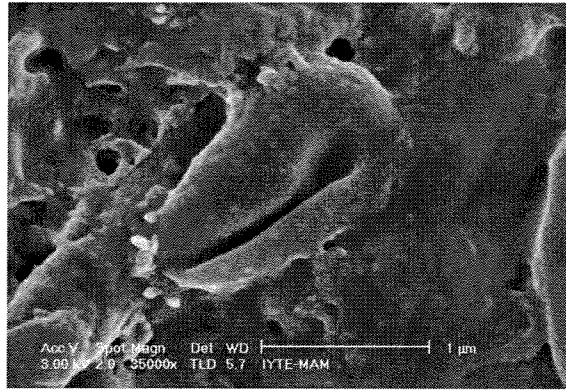
(B)

**ŞEKİL 4.20.** Elma suyunda ısıtma uygulanmamış (A) ve 80°C'de 20 dakika konvansiyonel ısıtma (su banyosunda) uygulanmış (B) *A. acidoterrestris* DSM 3922 sporlarının Taramalı Elektron Mikroskop (Scanning Electron Microscopy, SEM) görüntüleri.

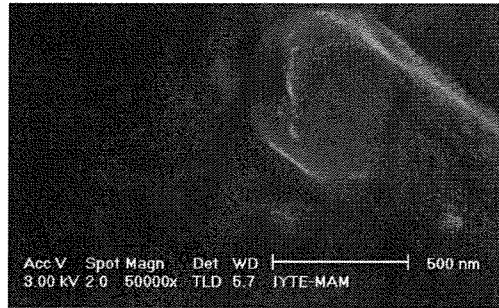
Elma suyunda ısıtma uygulanmamış ve 80°C'de 20 dakika konvansiyonel ısıtma uygulanmış *A. acidoterrestris* sporlarının taramalı elektron mikroskopta elde edilen görüntülerinde sporlar üzerindeki ısıtmanın etkisi ve ısıtma uygulamasının sonucunda sporlarda oluşan değişim açık bir şekilde görülmektedir (Şekil 4.18).



(A)



(B)



(C)

**ŞEKİL 4.21.** Elma suyunda 90°C’de 20 dakika konvansiyonel ısıtma uygulanmış (A), 90°C’de sırasıyla 30V/cm (B) ve 50 V/cm voltaj gradyent (C) değerlerinde 20 dakika ohmik ısıtma uygulanmış *A. acidoterrestris* DSM 3922 sporlarının Taramalı Elektron Mikroskop (Scanning Electron Microscopy, SEM) görüntüleri. Spor kılıflarındaki değişim ve deformasyon görülmektedir.

Ohmik ısıtmada başlıca kritik proses faktörü sıcaklıktır. Geleneksel termal proseslerde olduğu gibi, temel nokta minimum termal uygulamanın bölge (lerini) saptamaktır. Temel olarak, sadece 1 kritik faktör vardır: en soğuk noktanın sıcaklık-süre geçmişi. Ohmik bir prosesin sıcaklığı, bununla birlikte, belirgin olarak diğer faktörler tarafından etkilenmektedir. Isısal işlemlerde (proseslerde) uygulama süresi, kullanılan mikroorganizma cins, tür ve sayısı, uygulamanın gerçekleştirildiği ortam pH’sı ve ortam bileşimi gibi sıcaklığın dışındaki faktörlerin mikroorganizmaların inaktivasyonu üzerindeki etkisi ile ilgili ayrıntılı ve çok

sayıda literatür mevcuttur. Ancak günümüze dek gerçekleştirilmiş çalışmalarda ohmik ısıtmanın mikroorganizmaların inaktivasyonunda etkili olan diğer faktörlerle ilgili araştırma mevcut değildir.

Tüm bu literatür bilgisi ışığında ohmik ısıtma uygulamasının mikroorganizmaların inaktivasyonu üzerindeki etkisinin konvansiyonel ısıtma uygulamasının etkisine benzediği görülmektedir. Bazı uygulamalarda, ılımlı elektriksel ön işlemin daha sonra konvansiyonel ısıtma gibi uygulanacak olan yöntemin inaktivasyon etkinliğini artırdığı saptanmıştır. Elektrik alan varlığında laktik asit bakterisi fermantasyon üzerindeki olumlu etkilerinin de gözlemlendiği bu yöntem fermente gıdaların üretim süresini kısaltmak açısından da potansiyele sahiptir. Ohmik ısıtmanın hücreler üzerindeki gözenek oluşturma (pore-forming) mekanizmasının varlığı bazı araştırmacılar tarafından da ispatlanmıştır (IMAI et al., 1995; WANG, 1995; KULSHRESTHA ve Sastry, 1999).

## 5. SONUÇ

Elde edilen sonuçlardan da görüldüğü gibi ohmik ısıtma ile *A. acidoterrestri*s sporlarının inaktivasyonu konvansiyonel ısıtma uygulamasına kıyasla daha fazla olmuştur. Araştırmacılar bunun ısıtmanın ilk aşamasında spor ölüm hızının daha büyük olmasından kaynaklandığını ve inkübasyon süresinden hemen sonra canlı sporların sayısında daha fazla azalma olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca bakteriyel sporların inaktivasyonunun ohmik ısıtma sırasında başlıca termal etkiye bağlı olduğu fakat elektrik akımı nedeniyle ilave bir ölüm etkisi olduğu sonucuna varmışlardır. Konvansiyonel ve ohmik ısıtmayı karşılaştıran herhangi bir çalışmanın benzer sıcaklık koşulları altında yürütülmesi kritik derecede önemlidir. Bugüne dek gerçekleştirilen çoğu çalışmada örnek sıcaklığı belirtilmemiş veya sıcaklığın bir değişken olarak elimine edilmesinde başarısız olunmuştur. Ohmik ısıtmada başlıca kritik proses faktörü sıcaklıktır. Geleneksel termal proseslerde olduğu gibi, temel nokta minimum termal uygulamanın bölge (lerini) saptamaktır. Temel olarak, sadece 1 kritik faktör vardır: en soğuk noktanın sıcaklık-süre geçmişi. Ohmik ısıtma teknolojisi yüksek viskoziteye sahip (meyve pulpları ve pürelere gibi) ve parçacıklı sıvı gıdaların aseptik olarak işlenmesi açısından uygulanabilirliği söz konusu olan bir teknolojidir. Bu teknolojinin endüstriyel uygulaması tamamen mikroorganizmalar, enzimler ve biyolojik dokular üzerinde etkilerinin belirlenmesiyle, başka bir ifade ile deneysel veriler ve bunların doğruluğuna bağlı olacaktır. Elma suyu, portakal suyu ve konsantrelerinde *A. acidoterrestri*s DSM3922 sporlarının sayısının azaltılmasında ohmik ısıtmanın belirgin bir şekilde etkili olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık, voltaj gradyanının ve ısıtma süresindeki artışın spor sayılarının azaltılmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Genel olarak ısıtma sistemlerinin meyve sularında sahip oldukları yüksek su aktivitesi değeri nedeniyle, meyve konsantrelerine kıyasla sporların daha kolay inaktivasyonuna yol açtığı sonucuna varılabilir. Ancak bu çalışmada elma suyunda elde edilen düşük spor inaktivasyonu elma suyunun sahip olduğu düşük ısıl iletkenliği ile açıklanabilir. Bu çalışmada olumlu sonuçlar elde edilmiştir, ancak ohmik ısıtmada kullanılan bakteri türü ve suşu, sayısı, uygulamanın gerçekleştirildiği ortam pH'sı, su aktivitesi ve ortam bileşimi gibi sıcaklığın dışındaki diğer faktörlerin *Alicyclobacillus* inaktivasyonu üzerindeki etkisi ile ilgili daha kapsamlı ve ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmektedir. Ohmik ısıtma uygulamasından sonra depolama süresince canlı kalan mikroorganizmaların sayısının belirlenmesine ilişkin, ohmik ısıtmanın mikrobiyal inaktivasyon mekanizmalarını ve farklı ortamlarda farklı mikroorganizmalar üzerindeki etkilerinin daha fazla anlaşılması için daha kapsamlı araştırmaların yapılması gerekmektedir. Mevcut veri olmamasına karşılık, ohmik ısıtma ve diğer alternatif teknolojiler arasında kombinasyonlar oluşturmak da mümkün olabilir.



## REFERANSLAR

- ACAR J., Meyve-sebze ve ürünlerinde mikrobiyolojik bozulmalar ve muhafaza yöntemleri. Gıda Mikrobiyolojisi. Ünlütürk A. Turantaş F. (Eds.), İkinci Baskı. Mengi Tan Basımevi, Çınarlı, İzmir, (1999), p.317-358.
- ALDERTON G., Thompson P.A., Snell N., Heat adaptation and ion exchange in *Bacillus megaterium* spores, *Science*, 143, 141-43, (1964).
- ANONYMOUS. Zap! better-tasting UHT milks!, *Food Engineering*, 72, 14-5, (2000).
- BAHÇECİ K. S., Gökmen V., Serpen A., Acar J., The effects of different technologies on *Alicyclobacillus acidoterrestris* during apple juice production, *European Food Research and Technology*, 217, 249-52, (2003).
- BAUMGART J., Huseman M., Schimdt C., *Alicyclobacillus acidoterrestris*: occurrence, significance and detection in beverages and beverage base, *Flussiges Obst.*, 64, 178-80, (1997).
- BAZHAL M., Vorobiev E. Electrical treatment of apple cassettes for intensifying juice pressing, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 1668-74, (2000).
- BENABDERRAHMANE Y., Pain J.P., Thermal behavior of a solid/liquid mixture in an Ohmic heating sterilizer-slip phase model, *Chemical Engineering Science*, 55, 1371-84, (2000).
- BISS C.H., Coombes S.A., Skudder P.J., The development and application of ohmic heating for the continuous heating of particulate foodstuffs, In: Field R.W., Howell J.A. (Eds.), *Process Engineering in the Food Industry, Developments and Opportunities*, Elsevier, New York, 17-25, (1989).
- BLOCHER J.C., Busta F.F., Bacterial spore resistance to acid, *Food Technology*, 37, 87-9, (1983).
- BROWN K.L., Thorpe R.H., the effect of the pH on the heat resistance and recovery of bacterial spores, In Technical Memorandum, No. 185. Chipping Campden, Campden Food Preservation Research Association. (1978).
- CAMERON M.S., Leonard S.J., Barrett E.L., Effect of moderately acidic pH on heat resistance of *Clostridium sporogenes* spores in phosphate buffer and in buffered pea puree, *Applied and Environmental Microbiology*, 39, 943-49, (1980).
- CASTRO I., Macedo B., Teixeira J.A., Vicente A.A., The effect of electric field on important food-processing enzymes: comparison of inactivation kinetics under conventional and ohmic heating, *Journal of Food Science*, 69, 696-701, (2004).
- CASTRO I., Teixeira J.A., Salengke S., Sastry S.K., Vicente A.A., The influence of field strength, sugar and solid content on electrical conductivity of strawberry products, *Journal of Food Process Engineering*, 26, 17-30, (2003).
- CEMEROĞLU B., *Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Matotları*, Biltav yayınları, Ankara, (1992), p.263.
- CERNY G., Hennlich W., Poralla K., Spoilage of fruit juice by *bacilli*: isolation and characterization of the spoiling microorganism, *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 179, 224-27, (1984).
- CHANG S., Kang D., *Alicyclobacillus* spp. in the fruit juice industry: history, characteristics and current isolation/detection procedures, *Critical Reviews in Microbiology*, 30, 55-74, (2004).

- CONDON S., Sala F.J., Heat resistance of *Bacillus subtilis* in buffer and foods of different pH, *Journal of Food Protection*, 55, 605-08, (1992).
- COOK A.M., Gilbert R.J., Factors affecting the heat resistance of *Bacillus stearothermophilus* spores II. The effect of sporulating conditions and nature of the heating medium. *Journal of Food Technology*, 3, 295-302, (1968).
- DARLAND G., Brock T.D., *Bacillus acidocaldarius* sp.nov., an acidophilic thermophilic spore-forming bacterium, *Journal of Genetic Microbiology*, 67, 9-15, (1971).
- DAVIES, L.J., Kemp M.R., Fryer P.J., The geometry of shadows: effects of inhomogeneities in electrical field processing, *Journal of Food Engineering*, 40, 245-58, (1999).
- DE ALWIS A.A.P., Fryer P.J., A finite-element analysis of heat generation and transfer during Ohmic heating of foods, *Chemical Engineering Science*, 45, 1547-59, (1990).
- DE ALWIS A.A.P., Fryer P.J., Mathematical modeling of the Ohmic heating process. In: Process Engineering in the Food Industry-2. Convenience Foods and Quality Assurance, (Eds.) R.W. Field and J.A. Howell, Elsevier Applied Science, 45-58, (1992).
- DE ROSA M., Gambacorta A., Minale L., Cyclohexane fatty acids from a thermophilic bacterium, *Chemical Communications*, 1334, (1971).
- DEAK T., Timar E., Simplified identification of aerobic spore formers in the investigation of foods, *International Journal of Food Microbiology*, 6, 115-25, (1988).
- DEINHARD G., Blanz P., Poralla K., Altan E., *Bacillus acidoterrestris* sp. nov., a new thermo tolerant acidophile isolated from different soils, *Systematic and Applied Microbiology*, 10, 47-53, 1987.
- DİNÇER H., Turantaş F., Ünlütürk A., *Alicyclobacillus* : özellikleri, izolasyonu, sayım yöntemleri ve meyve suyu sanayiinde önemi, *Gıda*, 6, 73-9, (2001).
- ECKERT K., Zielinski F., Leggio L.L., Schneider E., Gene cloning, sequencing and characterization of a family 9 endoglucanase (Cela) with and unusual pattern of activity from the thermoacidophile *Alicyclobacillus acidocaldarius* ATCC27009, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60, 428-36, (2002).
- EIROA M.N.U., Junqueira V.J.A., Schmidt F.L., *Alicyclobacillus* in orange juice: Occurrence and heat resistance of spores, *Journal of Food Protection*, 62 (8), 883-6, (1999).
- ELIOT-GODOREAUX S.C., Zuber F., Goullieux A., Processing and stabilization of cauliflower by Ohmic heating technology, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2, 279-87, (2001).
- ETSY J.R., MYER K.F., The heat resistance of the spores of *C. botulinum* and allied anaerobes, *Journal of Infectious Diseases*, 34, 650-63, (1922).
- FARR D.R., New processes and products for the next millennium, *Indian Dairyman*, 51, 7-11, (1999).
- FRYER P.J., de Alwis A.A.P., Koury E., Stapley A.G.F., Zhang L., Ohmic processing of solid-liquid mixtures: heat generation and convection effects, *Journal of Food Engineering*, 18, 101-125, (1993).
- FULL C., Poralla K., Conserved Tyr residues determine functions of *Alicyclobacillus acidocaldarius* sequalene-hopene cyclase, *FEMS Microbiology Letters*, 183, 221-224, (1999).
- GEANKOPLIS C., *Transport Processes and Unit Operations*, 3rd ed. Prentice-Hall, USA, PP.520-83., Chap. 9, (1993).

- HALDEN K., de Alwis A.A.P., Fryer P.J., Changes in the electrical conductivity of foods during Ohmic heating, *International Journal of Food Science and Technology*, 25, 9-25, (1990).
- HONG H.D., Kim, S. S., Kim K., T., Choi H.D., Changes in heating profiles of apple juice by ohmic heating, *Hanguk Nongwhahak Hoechi, (from English summary)*, 41, 431-6, (1998).
- INUKAI S. Matsuda N., Factors affecting heat resistance of bacterial spores. 1. Effect of pH on heat resistance of genus *Bacillus* spores, *Kansume Jiho* 59, 219-25 (in Japanese) (1980).
- İÇİER F., Bazı gıdaların ohmik ısıtılmasının deneysel ve kuramsal olarak incelenmesi. Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir. (2003).
- İÇİER F., İlıcalı C., The effects of concentration on electrical conductivity of orange juice concentrates during ohmic heating, *European Food Research and Technology*, 220, 406-14, (2005b).
- İÇİER F., İlıcalı C., Electrical conductivity of apple and sourcherry juice concentrates during ohmic heating, *Journal of Food Process Engineering*, 27, 159-180, (2004).
- İÇİER F., İlıcalı C., The use of tylose as a food analog in ohmic heating studies, *Journal of Food Engineering*, 69, 67-77, (2005a).
- İÇİER F., Yildiz H., Baysal T., Peroxidase inactivation and colour changes during ohmic blanching of pea puree, *Journal of Food Engineering*, 74, 424-9, (2006).
- JAMIESON L., Williamson P., The potential of electro-technologies for the processing of foods, *Food Science and Technology-Today*, 13, 97-101, (1999).
- JAY J.M., *Modern Food Microbiology*, 4th Ed., New York, London: Chapman and Hall. (1992).
- JENSEN N., *Alicyclobacillus*-a new challenge for the food industry, *Food Australia*, 51,33-6, (1999).
- KANNENBERG E., Blume E., Poralla K., Properties of  $\omega$ -cyclohexane fatty acids in membranes, *FEBS Letters*, 172, 331-34, (1984).
- KIM J., Pyun Y., Extraction of soy milk using ohmic heating, Abstract. 9<sup>th</sup> Congress of Food Science and Technology, Budapest, Hungary, (1995).
- KOMITOPOULOU 1994
- KOMITOPOULOU E., Boziaris I.S., Davies E.A., Delves-Roughton J., Adams M.R., *Alicyclobacillus acidoterrestris* in fruit juices and its control by nisin, *International Journal of Food Science and Technology*, 34, 81-5, (1999).
- LACEY A.A., Tzanetis D.E., Vlamos P.M., Behavior of a non-local reactive convective problem:modelling Ohmic heating of foods, *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics*, 52, 623-44, (1999).
- LEIZERSON S., Shimoni E., Effect of ultrahigh-temperature continous ohmic heating treatment on fresh orange juice, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 3519-24, (2005a).
- LEIZERSON S., Shimoni E., Stability and sensory shelf life of orange juice pasteurized by continous ohmic heating, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4012-18, (2005b).
- LOWICK J.A., Anema P.J., Effect of pH on the heat resistance of *Clostridium sporogenes* spores in minced meat, *Journal of Applied Bacteriology*, 35, 119-21, (1972).

- MATZKE J., Herrmann A., Schneider E., Bakker E.P., Gene cloning, nucleotide sequence and biochemical properties of a cytoplasmic cyclomaltodextrinase (neopullulanase) from *Alicyclobacillus acidocaldarius*, reclassification of a group of enzymes, *FEMS Microbiology Letters*, 183, 51-61, (2000).
- MATZKE J., Schwermann B., Bakker E.P., Acidostable and acidophilic proteins: the example of the  $\alpha$ -amylase from *Alicyclobacillus acidocaldarius*, *Comparative Biochemistry and Physiology*, 118A, 475-79, (1997).
- McINTYRE S., Ikawa J.Y., Parkinson N., Haglund J., Lee J., Characteristics of an acidophilic *Bacillus* strain isolated from shelf-stable juices, *Journal of Food Protection*, 58, 319-21, (1995).
- MERMELSTEIN N.H., High temperature, short time processing, *Food Technology*, 55, 65, 66, 68, 70, 78, (2001).
- MIZRAHI S., Leaching of soluble solids during blanching of vegetables by Ohmic heating, *Journal of Food Engineering*, 29, 153-66, (1996).
- MONTVILLE T.J., Saper G.M., Thermal resistance of spores from pH elevating strains of *Bacillus licheniformis*, *Journal of Food Science*, 46, 1710-12, (1981).
- MOORE B.S., Walker K., Tornus I., Handa S., Poralla K., Floss H.G., Biosynthetic studies of  $\omega$ -cycloheptyl fatty acids in *Alicyclobacillus cycloheptanicus*. Formation of cycloheptanecarboxylic acid from phenylacetic acid, *Journal of Organic Chemistry*, 62, 2173-85, (1997).
- MURAKAMI M., Tedzuka H., Yamazaki K., Thermal resistance of *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores in different buffers and pH, *Food Microbiology*, 15, 577-82, (1998).
- ORR R.V., Beuchat L.R., Efficacy of disinfectants in killing spores of *Alicyclobacillus acidoterrestris* and performance of media for supporting colony development by survivors, *Journal of Food Protection*, 63, 1117-22, (2000).
- ORR R.V., Robert L., Shewfelt C.J.H., Sebat T., Beuchat L.Y.R., Detection of guaiacol produced by *Alicyclobacillus acidoterrestris* in apple juice by sensory and chromatographic analyses, and comparison with spore and vegetative cell populations, *Journal of Food Protection*, 63, 1517-22, (2000).
- PALANIAPPAN S., Richter E.R., Sastry S.K., Effects of electricity on microorganisms: A review, *Journal of Food Processing and Preservation*, 14, 393-414, (1990).
- PALANIAPPAN S., Sastry S.K., Effects of electroconductive heat treatment and electrical pretreatment on thermal death kinetics of selected microorganisms, *Biotechnology and Bioengineering*, 39(2), 225-32, (1992).
- PALANIAPPAN S., Sastry S.K., Electrical conductivity of selected juices: influences of temperature, solids content, applied voltage, and particle size, *Journal of Food Process Engineering*, 14, 247-60, (1991a).
- PALOP A., Alvarez I., Razo J., Condon S., Heat resistance of *Alicyclobacillus acidocaldarius* in water, various buffers, and orange juice, *Journal of Food Protection*, 61, 1377-80, (2000).
- PALOP A., Raso J., Pagan R., Condon S. Sala F.J., Influence of pH on heat resistance of *Bacillus licheniformis* in buffer and homogenized foods, *International Journal of Food Microbiology*, 29, 1-10, (1996).

- PERENNOU H., Alternatives to traditional heat treatments, *Revue Laitiere Francaise (from English summary)*, 578, 18-9, (1998).
- PETTIPHER, G. L., Osmundson, M. E., Murphy, J. M., Methods for the detection and enumeration of *Alicyclobacillus acidoterrestris* and investigation of growth and taint in fruit juice and fruit-containing drinks, *Letters in Applied Microbiology*, 24, 185-9, (1997).
- PONTIUS A. J., Rushing J.E., Foegeding P.M., Heat resistance of *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores as affected by various pH values and organic acids, *Journal of Food Protection*, 61, 41-6, (1998).
- PREVIDI M.P., Quintavalla S., Lusardi C., Vicini E., Heat resistance of *Alicyclobacillus* spores in fruit juices, *Industria Conserve*, 72, 353-58, (1997).
- QIHUA T., Jindal, V.K. van Winden, J., Design and performance evaluation of an Ohmic heating unit for liquid foods, *Computers and Electronics in Agriculture*, 9, 243-53, (1993).
- QUARINI G.L., Thermal hydraulic aspects of the Ohmic heating process, *Journal of Food Engineering*, 24, 561-74, (1995).
- REZNICK D., Electroheating technology promises to send shock waves through the food processing industry, In: [www.raztek.com/news.html](http://www.raztek.com/news.html) (unpublished), (1998).
- REZNICK D., Electroheating, In: [www.raztek.com/electroheating.html](http://www.raztek.com/electroheating.html) (unpublished). (2000)
- SALA F.J., Ibarz P., Palop A., Raso J., Condon S., Sporulation temperature and heat resistance of *Bacillus subtilis* at different pH values, *Journal of Food Protection*, 58, 239-43, (1995).
- SASTRY S.K., A model for heating of liquid-particle mixtures in a continuous flow Ohmic heater, *Journal of Food Process Engineering*, 15, 263-78, (1992).
- SASTRY S.K., Palaniappan S., Mathematical modeling and experimental studies on Ohmic heating of liquid-particle mixtures in a static heater, *Journal of Food Process Engineering*, 15, 241-61, (1992).
- SASTRY S.K., Salengke S., Ohmic heating of solid-liquid mixtures: a comparison of mathematical models under worst-case heating conditions, *Journal of Food Process Engineering*, 21, 441-458, (1998).
- SILVA F.V.M., Gibbs P., *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores in fruit products and design of pasteurization processes, *Trends in Food Science and Technology*, 12, 68-74, (2001).
- SILVA F.V.M., Gibbs P., Vieira M.C., Silva C.L.M., Thermal inactivation of *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores under different temperature, soluble solids and pH conditions for the design of fruit processes, *International Journal of Food Microbiology*, 51, 95-103, (1999).
- SLEPECKY R.A., Hemphill H.E., *The genus Bacillus-Nonmedical*, The Prokaryotes, Balows, A., Trüper, H.G., Dworkin, M., Harder, W. and Schleifer, K. H. (Eds.) 2nd Ed. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, NY, (1990), Ch. 76, p.1663-1696.
- SPERBER, B., 1993. Ohmic- a shock to the system, *Food Processing-USA*, 53, 97-9.
- SPLITTSTOESSER D.F., Churey J.J., Lee C.Y., Growth characteristics of aciduric sporeforming *Bacilli* isolated from fruit juices, *Journal of Food Protection*, 57, 1080-3, (1994).
- SPLITTSTOESSER D.F., Lee C. Y., Churey J.J., Control of *Alicyclobacillus* in the juice industry, *Dairy, Food and Environmental Sanitation*, 18, 585-7, (1998).
- SPLITTSTOESSER D.F., Worobo R.W., Churey J.J., Food safety and you: *Alicyclobacillus*: an emerging problem for New York's processors of fruit juices, *Venture*, 1, (1998).
- SPSS Statistical Package, (2001). SPSS for Windows. Ver. 11.0.1 Chicago, SPSS Inc.

- STIRLING R., Ohmic heating-a new process for the food industry, *Power Engineering Journal*, 365-371, (1987).
- STIRLING R., Tempest P., The development and applications of ohmic heating technology in food and beverage manufacturing, in Bridging 2000 and beyond-Joint Australia and New Zealand Institutes of Food Science and Technology 1995 Conference Proceedings, 33. (1995).
- STUMBO C.R., Death of bacteria subjected to moist heat. *Thermobacteriology in Food Processing*, (2<sup>nd</sup> ed.) Academic Press, New York, USA, Chapter 7.
- SUNG J.P., Dong K., Uemura K., Noguchi A., Influence of frequency on Ohmic heating of fish protein gel, *Journal of Japanese Society of Food Science and Technology (from English summary)*, 42, 569-74, (1995).
- TEMPEST P., *Ohmic Heating Systems*, in APV Processed Food Sector Process Manual Section-9, Electrical Heating, Issue 1, (1995), 54p.
- TEWARI G., Maurice T.J., Current trends in thermal and non-thermal food preservation, presented in ASAE Annual International Meeting, Wisconsin, 9-12 July 2000, ASAE Paper No 006022, 1-13, (2000).
- UEMURA K., Isobe S., Developing a new apparatus for inactivating *Bacillus subtilis* spore in orange juice with a high electric field AC under pressurized conditions, *Journal of Food Engineering*, 56, 325-9, (2003).
- VAKARCHUK L.T., Application of grape pulp maceration in rose winemaking technology, *Sadovodstvo-i-Vinogradarstvo-Moldavii, (from English summary)*, 1, 22-7, (1992).
- VIERIA M., Teixeira A.A., Silva F.M., Gaspar N. Silva C.L.M., *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores as a target for Cupuacu (*Theobroma grandiflorum*) nectar thermal processing: kinetic parameters and experimental methods, *International Journal of Food Microbiology*, 77, 71-81, (2002).
- WALLS I., Chuyate R., 2000. Spoilage of fruit juices by *Alicyclobacillus acidoterrestris*. *Food Australia*, 52, 286-8, (2000).
- WANG W.C., Sastry S.K., Salt diffusion into vegetable tissue as a pre-treatment for Ohmic heating: electrical conductivity profiles and vacuum infusion studies, *Journal of Food Engineering*, 20, 299-309, (1993a).
- WANG W.C., Sastry S.K., Salt diffusion into vegetable tissue as a pre-treatment for Ohmic heating: determination of parameters and mathematical model verification, *Journal of Food Engineering*, 20, 311-23, (1993b).
- WISSE C.A., Parish M.E., Isolation and enumeration of spore-forming, thermo-acidophilic, rod-shaped bacteria from citrus processing environments, *Dairy, Food and Environmental Sanitation*, 18, 504-9, (1998).
- WORNALL P. The fruit juice factory of the future. *Fruit Processing*, 4, 220-7, (1994).
- YAMAZAKI K., Teduka H., Shinano H., Influence of sporulation medium and divalent ions on the heat resistance of *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores, *Letters in Applied Microbiology*, 25, 153-6, (1997).
- YAMAZAKI K., Teduka H., Shinano H., Isolation and identification of *Alicyclobacillus acidoterrestris* from acidic beverages, *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 60, 543-5, (1996).
- ZHANG L., Fryer P.J., A comparison of alternative formulations for the prediction of electrical heating rates of solid-liquid food materials, *Journal of Food Process Engineering*, 18, 85-97, (1995).

**EK A.** Ohmik ısıtmaya ait inaktivasyonun belirlenmesi için grafik çiziminde kullanılan denklemler ve grafiklere ait regresyon katsayısı değerleri.

**EK A. 1.1.** Ohmik ısıtma (30 V/cm) elma suyu

<b><math>N=N_0(\exp)^{(Bt)}</math></b>			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	54500	-0,0248	0,9092
80	39000	-0,1286	0,9665
90	20350	-0,4386	0,9680

**EK A. 1.2.** Ohmik ısıtma (30 V/cm) elma suyu

<b><math>\log(N/N_0) = A \cdot t + C</math></b>			
örneğe göre ortalama			
Örnekteki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log(N/N_0)$ : C			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0103	-1,282	0,9099
80	-0,0577	-1,3822	0,9718
90	-0,1909	-1,6648	0,9668

**EK A. 1.3.** Ohmik ısıtma (30 V/cm) elma suyu

<b><math>\log(N/N_0) = E \cdot t</math></b>		<b>D değeri = 2,303/k</b>		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,0103	0,9099	-0,02372	97,091
80	-0,0577	0,9718	-0,13288	17,331
90	-0,1909	0,9668	-0,43964	5,238

**EK A. 2.1.** Ohmik ısıtma (40 V/cm) elma suyu

$N=N_0(\exp)^{(Bt)}$			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	$R^2$
70	111133	-0,0622	0,9069
80	32000	-0,1249	0,9538
90	9220	-3176	0,9594

**EK A. 2.2.** Ohmik ısıtma (40 V/cm) elma suyu

$\log(N/N_0) = A \cdot t + C$			
örneğe göre ortalama			
Örnekteki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log(N/N_0)$ : C			
Sıcaklık	A	C-exp	$R^2$
70	-0,0206	-1,095	0,973
80	-0,0655	-1,4623	0,9034
90	-0,1317	-2,0051	0,993

**EK A. 2.3.** Ohmik ısıtma (40 V/cm) elma suyu

$\log(N/N_0) = E \cdot t$		D değeri = $2,303/k$		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	$R^2$	k	D (dak)
70	-0,0142	0,9412	-0,0327	70,428
80	-0,0532	0,9627	-0,12252	18,797
90	-0,1329	0,9828	-0,30607	7,524



**EK A. 3.1.** Ohmik ısıtma (50 V/cm) elma suyu

<b><math>N=N_0 (\exp)^{(Bt)}</math></b>			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	33575	-0,0871	0,845
80	20783	-0,1372	0,9653
90	5142,5	-0,3885	0,9782

**EK A. 3.2.** Ohmik ısıtma (50 V/cm) elma suyu

<b><math>\log (N/N_0) = A \cdot t + C</math></b>			
örneğe göre ortalama			
örneklerdeki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log (N/N_0) : C$			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0422	-1,3408	0,8674
80	-0,0783	-1,6745	0,9981
90	-0,1703	-2,2337	0,9691

**EK A. 3.3.** Ohmik ısıtma (50 V/cm) elma suyu

<b><math>\log (N/N_0) = E \cdot t</math></b>		<b>D değeri = <math>2,303/k</math></b>		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,0402	0,8066	-0,09258	24,876
80	-0,0783	0,9981	-0,18032	12,772
90	-0,1703	0,9691	-0,3922	5,872

**EK A. 4.1. Ohmik ısıtma (30 V/cm) portakal suyu**

<b><math>N=N_0(\exp)^{(Bt)}</math></b>			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	16667	-0,0267	0,9897
80	15950	-0,1758	0,9468
90	5850	-0,3980	0,9216

**EK A. 4.2. Ohmik ısıtma (30 V/cm) portakal suyu**

<b><math>\log(N/N_0) = A \cdot t + C</math></b>			
örneğe göre ortalama			
örnekteki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log(N/N_0)$ : C			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0171	-0,1190	0,9962
80	-0,0817	-0,2445	0,8939
90	-0,1962	-0,7062	0,9454

**EK A. 4.3. Ohmik ısıtma (30 V/cm) portakal suyu**

<b><math>\log(N/N_0) = E \cdot t</math></b>		<b>D değeri = 2,303/k</b>		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,0171	0,9962	-0,03938	58,482
80	-0,0817	0,8939	-0,18816	12,239
90	-0,1676	0,9290	-0,38598	5,967

**EK A. 5.1. Ohmik ısıtma (40 V/cm) portakal suyu**

<b><math>N=N_0(\exp)^{(Bt)}</math></b>			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0\text{-exp}$	B	$R^2$
70	14617,0	-0,0474	0,9719
80	9866,7	-0,1520	0,9397
90	4483,3	-0,3833	0,9723

**EK A. 5.2. Ohmik ısıtma (40 V/cm) portakal suyu**

<b><math>\log(N/N_0) = A \cdot t + C</math></b>			
örneğe göre ortalama			
örnekteki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log(N/N_0) : C$			
Sıcaklık	A	C-exp	$R^2$
70	-0,0386	-0,0909	0,9106
80	-0,0877	-0,5089	0,9592
90	-0,1537	-0,8728	0,9428

**EK A. 5.3. Ohmik ısıtma (40 V/cm) portakal suyu**

<b><math>\log(N/N_0) = E \cdot t</math></b>		<b>D değeri = 2,303/k</b>		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	$R^2$	k	D (dak)
70	-0,0193	0,9131	-0,04445	51,811
80	-0,0848	0,9630	-0,19529	11,793
90	-0,1537	0,9486	-0,35397	6,506

**EK A. 6.1.** Ohmik ısıtma (50 V/cm) portakal suyu

$N=N_0(\exp)^{(Bt)}$			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	8650,0	-0,0565	0,9812
80	7250,0	-0,1900	0,9163
90	446,2	-0,6263	0,9992

**EK A. 6.2.** Ohmik ısıtma (50 V/cm) portakal suyu

$\log(N/N_0) = A \cdot t + C$			
örneğe göre ortalama			
örnekdeki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log(N/N_0)$ : C			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0247	-0,2570	0,9745
80	-0,0913	-0,3691	0,7989
90	-0,2270	-1,8513	0,9904

**EK A. 6.3.** Ohmik ısıtma (50 V/cm) portakal suyu

$\log(N/N_0) = E \cdot t$		D değeri = $2,303/k$		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,0247	0,9745	-0,05688	40,489
80	-0,0875	0,9116	-0,20151	11,429
90	-0,2331	0,9996	-0,53683	4,289

**EK A. 7.1. Ohmik ısıtma (30 V/cm) elma konsantresi**

<b><math>N=N_0(\exp)^{(Bt)}</math></b>			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	5500	-0,0173	0,8022
80	2000	-0,1505	0,9266
90	54	-0,2777	0,9115

**EK A. 7.2. Ohmik ısıtma (30 V/cm) elma konsantresi**

<b><math>\log(N/N_0) = A \cdot t + C</math></b>			
örneğe göre ortalama			
örnekteki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log(N/N_0)$ : C			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0156	-1,5831	0,8029
80	-0,0680	-2,1750	0,9591
90	-0,0826	-3,6352	0,9897

**EK A. 7.3. Ohmik ısıtma (30 V/cm) elma konsantresi**

<b><math>\log(N/N_0) = E \cdot t</math></b>		<b>D değeri = 2,303/k</b>		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,0665	0,9464	-0,15315	54,9445
80	-0,1034	0,9854	-0,23813	15,0375
90	-0,0182	0,81218	-0,041915	9,67119

**EK A. 8.1.** Ohmik ısıtma (40 V/cm) elma konsantresi

<b><math>N=N_0(\exp)^{(Bt)}</math></b>			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	2400	-0,0673	0,9888
80	2500	-0,1579	0,9416
90	92	-0,1938	0,8855

**EK A. 8.2.** Ohmik ısıtma (40 V/cm) elma konsantresi

<b><math>\log(N/N_0) = A \cdot t + C</math></b>			
örneğe göre ortalama			
örnekteki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log(N/N_0)$ : C			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0282	-1,9259	0,8859
80	-0,0573	-2,3757	0,9324
90	-0,1363	-2,6331	0,9812

**EK A. 8.3.** Ohmik ısıtma (40 V/cm) elma konsantresi

<b><math>\log(N/N_0) = E \cdot t</math></b>		<b>D değeri = 2,303/k</b>		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,0323	0,9896	-0,074387	30,9597
80	-0,0686	0,9415	-0,157986	14,5772
90	-0,0814	0,8737	-0,187464	12,285

**EK A. 9.1. Ohmik ısıtma (50 V/cm) elma konsantresi**

<b><math>N=N_0(\exp)^{(Bt)}</math></b>			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	6000	-0,0301	0,9559
80	1058	-0,1563	0,8720
90	99	-0,3197	0,9887

**EK A. 9.2. Ohmik ısıtma (50 V/cm) elma konsantresi**

<b><math>\log(N/N_0) = A \cdot t + C</math></b>			
örneğe göre ortalama			
örnekteki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log(N/N_0) : C$			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0186	-1,7620	0,6484
80	-0,0893	-1,9288	0,8681
90	-0,1087	-3,2112	0,9687

**EK A. 9.3. Ohmik ısıtma (50 V/cm) elma konsantresi**

<b><math>\log(N/N_0) = E \cdot t</math></b>		<b>D değeri = 2,303/k</b>		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,0284	1	-0,065405	35,211375
80	-0,0873	0,9298	-0,201052	11,454748
90	-0,1147	0,9917	-0,264154	8,718399

**EK A. 10.1.** Ohmik ısıtma (30 V/cm) Portakal konsantresi

<b><math>N=N_0(\exp)^{(Bt)}</math></b>			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	3450,0	-0,0720	0,9009
80	1457,5	-0,2633	0,9071
90	109,5	-0,3276	0,9677

**EK A. 10.2.** Ohmik ısıtma (30 V/cm) Portakal konsantresi

<b><math>\log(N/N_0) = A \cdot t + C</math></b>			
örneğe göre ortalama			
örnekdeki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log(N/N_0)$ : C			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0311	-2,3483	0,9081
80	-0,1357	-2,7462	0,8152
90	-0,1297	-3,8427	0,9091

**EK A. 10.3.** Ohmik ısıtma (30 V/cm) Portakal konsantresi

<b><math>\log(N/N_0) = E \cdot t</math></b>		<b>D değeri = <math>2,303/k</math></b>		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,0311	0,9082	-0,07162	32,1558
80	-0,1136	0,9273	-0,26162	8,80284
90	-0,1423	0,9677	-0,32772	7,02734



**EK A. 11.1. Ohmik ısıtma (40 V/cm) portakal konsantresi**

<b><math>N=N_0(\exp)^{(Bt)}</math></b>			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	5650,0	-0,0628	0,9500
80	6827,5	-0,2190	0,8625
90	58,0	-0,2610	0,9273

**EK A. 11.2. Ohmik ısıtma (40 V/cm) portakal konsantresi**

<b><math>\log(N/N_0) = A \cdot t + C</math></b>			
örneğe göre ortalama			
örnekteki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log(N/N_0)$ : C			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0280	-2,1354	0,9312
80	-0,1252	-2,3008	0,8247
90	-0,1193	-4,1212	0,9869

**EK A. 11.3. Ohmik ısıtma (40 V/cm) portakal konsantresi**

<b><math>\log(N/N_0) = E \cdot t</math></b>		<b>D değeri = 2,303/k</b>		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,1160	0,6608	-0,26715	35,7165
80	-0,1262	0,9775	-0,29064	8,620625
90	-0,0280	0,9312	-0,06448	7,92389

**EK A. 12.1.** Ohmik ısıtma (50 V/cm) portakal konsantresi

<b><math>N=N_0 (\exp)^{(Bt)}</math></b>			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	12860,0	-0,0580	0,9439
80	2082,5	-0,3604	0,9278
90	390,0	-0,3491	0,9814

**EK A. 12.2.** Ohmik ısıtma (50 V/cm) portakal konsantresi

<b><math>\log (N/N_0) = A . t + C</math></b>			
örneğe göre ortalama			
örnekteki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log (N/N_0) : C$			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0278	-2,0786	0,9810
80	-0,1219	-2,7435	0,8088
90	-0,1083	-3,7896	0,9703

**EK A. 12.3.** Ohmik ısıtma (50 V/cm) portakal konsantresi

<b><math>\log (N/N_0) = E . t</math></b>		<b>D değeri = 2,303/k</b>		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,0278	0,981	-0,064023	35,9715
80	-0,1219	0,8088	-0,280736	8,203437
90	-0,1222	0,829	-0,281427	8,18329

**EK B.** Konvansiyonel (su banyosunda) ısıtmaya ait inaktivasyonun belirlenmesi için grafik çiziminde kullanılan denklemler ve grafiklere ait regresyon katsayısı değerleri.

**EK B. 1.1.** Konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma (30 V/cm) elma suyu

$N=N_0 (\exp)^{(Bt)}$			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	54500	-0,0248	0,9092
80	39000	-0,1286	0,9665
90	20350	-0,4386	0,9680

**EK B. 1.2.** Konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma (30 V/cm) elma suyu

$\log (N/N_0) = A . t + C$			
örneğe göre ortalama			
Örnekteki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log (N/N_0)$ : C			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0103	-1,282	0,9099
80	-0,0577	-1,3822	0,9718
90	-0,1909	-1,6648	0,9668

**EK B. 1.3.** Konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma (30 V/cm) elma suyu

$\log (N/N_0) = E . t$		D değeri = $2,303/k$		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,0103	0,9099	0,023721	97,08738
80	-0,0577	0,9718	0,132883	17,33102
90	-0,1909	0,9668	0,439643	5,238345

**EK B. 2.1. Konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma (30 V/cm) portakal suyu**

$N=N_0(\exp)^{(Bt)}$			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	16667	-0,0267	0,9897
80	15950	-0,1758	0,9468
90	5850	-0,3980	0,9216

**EK B. 2.2. Konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma (30 V/cm) portakal suyu**

$\log(N/N_0) = A \cdot t + C$			
örneğe göre ortalama			
Örnekteki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log(N/N_0)$ : C			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0171	-0,1190	0,9962
80	-0,0817	-0,2445	0,8939
90	-0,1962	-0,7062	0,9454

**EK B. 2.3. Konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma (30 V/cm) portakal suyu**

$\log(N/N_0) = E \cdot t$		D değeri = $2,303/k$		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,0171	0,9962	0,039381	58,4795
80	-0,0817	0,8939	0,188155	12,2399
90	-0,1676	0,9290	0,385983	5,9666

**EK B. 3.1.** Konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma (30 V/cm) elma konsantresi

<b><math>N=N_0(\exp)^{(Bt)}</math></b>			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	5500	-0,0173	0,8022
80	2000	-0,1505	0,9266
90	54	-0,2777	0,9115

**EK B. 3.2.** Konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma (30 V/cm) elma konsantresi

<b><math>\log(N/N_0) = A \cdot t + C</math></b>			
örneğe göre ortalama			
Örnekteki mikroorganizma sayısı: $N_0$			
0. dakikadaki $\log(N/N_0)$ : C			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0156	-1,5831	0,8029
80	-0,0680	-2,1750	0,9591
90	-0,0826	-3,6352	0,9897

**EK B. 3.3.** Konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma (30 V/cm) elma konsantresi

<b><math>\log(N/N_0) = E \cdot t</math></b>		<b>D değeri = <math>2,303/k</math></b>		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,0182	0,81218	0,0419146	54,94505
80	-0,0665	0,9464	0,1531495	15,03759
90	-0,1034	0,9854	0,2381302	9,67118

**EK B. 4.1.** Konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma (30 V/cm) portakal konsantresi

<b><math>N=N_0(\exp)^{(Bt)}</math></b>			
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
Sıcaklık	$N_0$ -exp	B	R <sup>2</sup>
70	43167	-0,0204	0,9942
80	23067	-0,0793	0,8217
90	3965	-0,2839	0,7007

**EK B. 4.2.** Konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma (30 V/cm) portakal konsantresi

<b><math>\log(N/N_0) = A \cdot t + C</math></b>			
örneğe göre ortalama			
Örnekteki mikroorganizma sayısı : $N_0$			
0. dakikadaki $\log(N/N_0) : C$			
Sıcaklık	A	C-exp	R <sup>2</sup>
70	-0,0088	-0,9469	0,9949
80	-0,0347	-1,2207	0,8280
90	-0,1147	-2,1728	0,7225

**EK B. 4.3.** Konvansiyonel (su banyosunda) ısıtma (30 V/cm) portakal konsantresi

<b><math>\log(N/N_0) = E \cdot t</math></b>		<b>D değeri = 2,303/k</b>		
0. dakikadaki mikroorganizma sayısı : $N_0$				
her bir paralel kendi arasında				
Sıcaklık	E	R <sup>2</sup>	k	D (dak)
70	-0,0088	0,9949	0,020266	113,6364
80	-0,0347	0,828	0,079914	28,81844
90	-0,1147	0,7225	0,264154	8,718396

EK C. Ohmik ısıtmaya ait *A. acidoterrestris* sporlarının inaktivasyonu (log azalma), voltaj gradyanı, sıcaklık ve süre ilişkisinin SPSS İstatistik analiz sonuçları.

EK C. 1. Elma suyunda ohmik ısıtmaya ait SPSS İstatistik analiz sonuçları.

### Univariate Analysis of Variance

#### Between-Subjects Factors

		N
VOLTAJG	30,00	45
	40,00	45
	50,00	45
SICAKLIK	70,00	45
	80,00	45
	90,00	45
SÜRE	,00	27
	10,00	27
	15,00	27
	20,00	27
	30,00	27

#### Descriptive Statistics

Dependent Variable: LOGAZALM

VOLTAJG	SICAKLIK	SÜRE	Mean	Std. Deviation	N
30,00	70,00	,00	-1,2820	,36153	3
		10,00	-1,3600	,29513	3
		15,00	-1,4724	,34224	3
		20,00	-1,5278	,32064	3
		30,00	-1,5549	,33697	3
		Total	-1,4394	,30031	15
	80,00	,00	-1,3822	,05408	3
		10,00	-1,7947	,02934	3
		15,00	-2,1163	,22618	3
		20,00	-2,6202	,07694	3
		30,00	-3,1791	,43889	3
		Total	-2,2185	,67757	15
	90,00	,00	-1,6648	,04837	3
		10,00	-4,0615	,12207	3
		15,00	-4,5842	,18647	3
20,00		-5,8227	,27481	3	
30,00		-6,9732	,06196	3	
Total		-4,6213	1,85848	15	
Total	,00	-1,4430	,25208	9	
	10,00	-2,4054	1,26645	9	
	15,00	-2,7243	1,44021	9	
	20,00	-3,3236	1,94501	9	
	30,00	-3,9024	2,42414	9	
	Total	-2,7597	1,77462	45	
40,00	70,00	,00	-1,0950	,40046	3
		10,00	-1,3274	,12655	3
		15,00	-1,4512	,05117	3
		20,00	-1,5207	,09328	3
		30,00	-1,6690	,21138	3
		Total	-1,4127	,27068	15
	80,00	,00	-1,4623	,02173	3
		10,00	-2,0132	,22051	3
		15,00	-2,1673	,30000	3
		20,00	-2,4985	,20000	3
		30,00	-3,7849	,30504	3
		Total	-2,3852	,82694	15

Descriptive Statistics

Dependent Variable: LOGAZALM

VOLTAJG	SICAKLIK	SÜRE	Mean	Std. Deviation	N	
40,00	90,00	,00	-2,0052	,07342	3	
		10,00	-3,3267	,58194	3	
		15,00	-3,9711	,58504	3	
		20,00	-4,4311	,82869	3	
		30,00	-6,0972	,79664	3	
		Total	-3,9663	1,48925	15	
	Total	,00	-1,5208	,44588	9	
		10,00	-2,2225	,93538	9	
		15,00	-2,5299	1,17188	9	
		20,00	-2,8168	1,35240	9	
		30,00	-3,8504	1,96777	9	
		Total	-2,5881	1,44191	45	
	50,00	70,00	,00	-1,3408	,12508	3
			10,00	-1,6287	,16607	3
			15,00	-1,6771	,15284	3
20,00			-2,4278	,08966	3	
30,00			-2,6399	,03620	3	
Total			-1,9429	,52853	15	
80,00		,00	-1,6745	,20157	3	
		10,00	-2,4133	,00854	3	
		15,00	-2,8677	,13976	3	
		20,00	-3,2922	,37275	3	
		30,00	-3,9924	,39883	3	
		Total	-2,8480	,84246	15	
90,00		,00	-2,2337	,10237	3	
		10,00	-3,9515	,01165	3	
		15,00	-5,1857	,64389	3	
		20,00	-5,9383	,00531	3	
		30,00	-6,9383	,00531	3	
		Total	-4,8495	1,70672	15	
Total		,00	-1,7497	,41155	9	
		10,00	-2,6645	1,02669	9	
		15,00	-3,2435	1,58177	9	
		20,00	-3,8861	1,59553	9	
		30,00	-4,5235	1,91388	9	
		Total	-3,2135	1,65828	45	
Total		70,00	,00	-1,2393	,29837	9
			10,00	-1,4387	,23060	9
			15,00	-1,5336	,21782	9
			20,00	-1,8254	,48375	9
			30,00	-1,9546	,55364	9
			Total	-1,5983	,44913	45
	80,00	,00	-1,5063	,16769	9	
		10,00	-2,0737	,29359	9	
		15,00	-2,3838	,41520	9	
		20,00	-2,8036	,42809	9	
		30,00	-3,6521	,49511	9	
		Total	-2,4839	,81364	45	
	90,00	,00	-1,9679	,25696	9	
		10,00	-3,7799	,45410	9	
		15,00	-4,5803	,68885	9	
		20,00	-5,3973	,84751	9	
		30,00	-6,6695	,58664	9	
		Total	-4,4790	1,69553	45	



### Descriptive Statistics

Dependent Variable: LOGAZALM

VOLTAJG	SiCAKLIK	SÜRE	Mean	Std. Deviation	N
Total	Total	,00	-1,5712	,38786	27
		10,00	-2,4308	1,05887	27
		15,00	-2,8325	1,38739	27
		20,00	-3,3421	1,64565	27
		30,00	-4,0921	2,05517	27
	Total	Total	-2,8537	1,64008	135

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: LOGAZALM

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	351,826 <sup>a</sup>	44	7,996	83,529	,000
Intercept	1099,420	1	1099,420	11484,827	,000
VOLTAJG	9,397	2	4,698	49,082	,000
SiCAKLIK	195,945	2	97,973	1023,448	,000
SÜRE	97,103	4	24,276	253,591	,000
VOLTAJG * SiCAKLIK	2,777	4	,694	7,252	,000
VOLTAJG * SÜRE	2,074	8	,259	2,708	,010
SiCAKLIK * SÜRE	41,357	8	5,170	54,004	,000
VOLTAJG * SiCAKLIK * SÜRE	3,173	16	,198	2,071	,016
Error	8,616	90	9,573E-02		
Total	1459,861	135			
Corrected Total	360,441	134			

a. R Squared = ,976 (Adjusted R Squared = ,964)

### Estimated Marginal Means

#### Grand Mean

Dependent Variable: LOGAZALM

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
-2,854	,027	-2,907	-2,801

### Post Hoc Tests

#### VOLTAJG

#### Homogeneous Subsets

LOGAZALM

Duncan<sup>a,b</sup>

VOLTAJG	N	Subset		
		1	2	3
50,00	45	-3,2135		
30,00	45		-2,7597	
40,00	45			-2,5881
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on Type III Sum of Squares  
The error term is Mean Square(Error) = 9,573E-02.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 45,000.
- b. Alpha = ,05.

SÜRE

Homogeneous Subsets

LOGAZALM

Duncan<sup>a,b</sup>

SÜRE	N	Subset				
		1	2	3	4	5
30,00	27	-4,0921				
20,00	27		-3,3421			
15,00	27			-2,8325		
10,00	27				-2,4308	
,00	27					-1,5712
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on Type III Sum of Squares  
The error term is Mean Square(Error) = 9,573E-02.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 27,000.
- b. Alpha = ,05.

SİCAKLİK

Homogeneous Subsets

LOGAZALM

Duncan<sup>a,b</sup>

SİCAKLİK	N	Subset		
		1	2	3
90,00	45	-4,4790		
80,00	45		-2,4839	
70,00	45			-1,5983
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on Type III Sum of Squares  
The error term is Mean Square(Error) = 9,573E-02.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 45,000.
- b. Alpha = ,05.

EK C. 2. Portakal suyunda ohmik ısıtmaya ait SPSS İstatistik analiz sonuçları.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
VOLTAJG	30,00	45
	40,00	45
	50,00	39
SICAKLIK	70,00	45
	80,00	45
	90,00	39
SURE	,00	27
	10,00	27
	15,00	27
	20,00	24
	30,00	24

Descriptive Statistics

Dependent Variable: LOGAZALM

VOLTAJG	SICAKLIK	SURE	Mean	Std. Deviation	N
30,00	70,00	,00	-,1198	,55945	3
		10,00	-,3037	,50353	3
		15,00	-,3823	,49541	3
		20,00	-,4440	,48839	3
		30,00	-,6373	,48144	3
		Total	-,3774	,46260	15
	80,00	,00	-,2445	,11176	3
		10,00	-,11140	,55969	3
		15,00	-,18620	,64082	3
		20,00	-,20672	,84464	3
		30,00	-,23548	,40878	3
		Total	-,15285	,92381	15
	90,00	,00	-,7062	,31294	3
		10,00	-,31726	,24581	3
		15,00	-,35990	,10697	3
20,00		-,38077	,27194	3	
30,00		-,70000	,06544	3	
Total		-,36571	2,08612	15	
Total	,00	-,3568	,42123	9	
	10,00	-,15301	1,34070	9	
	15,00	-,19478	1,45294	9	
	20,00	-,21063	1,54236	9	
	30,00	-,33307	2,86831	9	
	Total	-,18543	1,90055	45	
40,00	70,00	,00	-,0909	,01782	3
		10,00	-,4475	,07640	3
		15,00	-,5330	,04080	3
		20,00	-,6848	,08548	3
		30,00	-,14435	1,10648	3
		Total	-,6399	,62518	15
	80,00	,00	-,5089	,05732	3
		10,00	-,16087	,03000	3
		15,00	-,15697	,15379	3
		20,00	-,24493	,11507	3
		30,00	-,30695	,83788	3
		Total	-,18412	,95732	15

Descriptive Statistics

Dependent Variable: LOGAZALM

VOLTAJG	SICAKLIK	SURE	Mean	Std. Deviation	N	
40,00	90,00	,00	-,8728	,48480	3	
		10,00	-2,8862	,18766	3	
		15,00	-3,2924	,27193	3	
		20,00	-4,2597	,74997	3	
		30,00	-5,0590	,48480	3	
		Total	-3,2740	1,52378	15	
	Total	,00	-,4909	,41769	9	
		10,00	-1,6475	1,06136	9	
		15,00	-1,7984	1,21734	9	
		20,00	-2,4646	1,59442	9	
30,00		-3,1907	1,73192	9		
Total	-1,9184	1,52987	45			
50,00	70,00	,00	-,2570	,07473	3	
		10,00	-,5007	,19453	3	
		15,00	-,6259	,24038	3	
		20,00	-,8245	,03074	3	
		30,00	-,9515	,06853	3	
		Total	-,6319	,28093	15	
	80,00	,00	-,3691	,10839	3	
		10,00	-1,8611	,38942	3	
		15,00	-2,1166	,27929	3	
		20,00	-2,2088	,35389	3	
		30,00	-2,7159	,40178	3	
		Total	-1,8543	,86539	15	
	90,00	,00	-1,8513	,71196	3	
		10,00	-3,9165	,00004	3	
		15,00	-5,3936	,00001	3	
		Total	-3,7204	1,58147	9	
		Total	,00	-,8258	,85146	9
			10,00	-2,0927	1,50505	9
	15,00		-2,7120	2,12023	9	
	20,00		-1,5166	,79084	6	
	30,00		-1,8337	1,00017	6	
	Total		-1,8148	1,49818	39	
	Total	70,00	,00	-,1559	,29262	9
			10,00	-,4173	,28653	9
			15,00	-,5137	,29589	9
			20,00	-,6511	,29913	9
			30,00	-1,0108	,69932	9
Total			-,5498	,48245	45	
80,00		,00	-,3741	,14141	9	
		10,00	-1,5279	,47409	9	
		15,00	-1,8494	,42923	9	
		20,00	-2,2418	,49087	9	
		30,00	-2,7134	,59449	9	
		Total	-1,7413	,90809	45	
90,00		,00	-1,1434	,70499	9	
		10,00	-3,3251	,48580	9	
		15,00	-4,0950	,99375	9	
		20,00	-4,0337	,56201	6	
		30,00	-6,0295	1,10721	6	
		Total	-3,5244	1,73957	39	

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: LOGAZALM

VOLTAJG	SiCAKLiK	SURE	Mean	Std. Deviation	N
Total	Total	,00	-,5578	,60970	27
		10,00	-1,7568	1,28750	27
		15,00	-2,1527	1,62942	27
		20,00	-2,0932	1,41010	24
		30,00	-2,9040	2,12713	24
		Total	-1,8647	1,64753	129

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: LOGAZALM

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	332,612 <sup>a</sup>	42	7,919	45,936	,000
Intercept	499,891	1	499,891	2899,610	,000
VOLTAJG	5,728	2	2,864	16,612	,000
SiCAKLiK	200,340	2	100,170	581,034	,000
SURE	97,677	4	24,419	141,643	,000
VOLTAJG * SiCAKLiK	6,900	4	1,725	10,006	,000
VOLTAJG * SURE	1,664	8	,208	1,207	,305
SiCAKLiK * SURE	38,067	8	4,758	27,601	,000
VOLTAJG * SiCAKLiK * SURE	6,927	14	,495	2,870	,001
Error	14,826	86	,172		
Total	796,001	129			
Corrected Total	347,438	128			

a. R Squared = ,957 (Adjusted R Squared = ,936)

### Estimated Marginal Means

#### Grand Mean

Dependent Variable: LOGAZALM

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
-1,865 <sup>a</sup>	,037	-1,937	-1,792

a. Based on modified population marginal mean.

### Post Hoc Tests

#### VOLTAJG

#### Homogeneous Subsets

**LOGAZALM**

Duncan<sup>a,b,c</sup>

VOLTAJG	N	Subset
		1
40,00	45	-1,9184
30,00	45	-1,8543
50,00	39	-1,8148
Sig.		,281

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,172.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 42,805.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- c. Alpha = ,05.

**SİCAKLİK**

**Homogeneous Subsets**

**LOGAZALM**

Duncan<sup>a,b,c</sup>

SİCAKLİK	N	Subset		
		1	2	3
90,00	39	-3,5244		
80,00	45		-1,7413	
70,00	45			-,5498
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,172.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 42,805.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- c. Alpha = ,05.

**SURE**

**Homogeneous Subsets**

LOGAZALM

Duncan<sup>a,b,c</sup>

SURE	N	Subset			
		1	2	3	4
30,00	24	-2,9040			
15,00	27		-2,1527		
20,00	24		-2,0932		
10,00	27			-1,7568	
,00	27				-,5578
Sig.		1,000	,609	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,172.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 25,714.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- c. Alpha = ,05.

>Error # 2085

>The temporary period for running SPSS for Windows without a license has

>expired. Use the License Authorization Wizard to contact SPSS for a

>license code.

>This command not executed.

>Specific symptom number: 37

End of job: 0 command lines 1 errors 0 warnings 2 CPU seconds

**EK C. 3. Elma suyu konsantresinde ohmik ısıtmaya ait SPSS İstatistik analiz sonuçları.**

**Univariate Analysis of Variance**

**Between-Subjects Factors**

	N
VOLTAJG 30,00	42
40,00	39
50,00	45
SICAKLIK 70,00	45
80,00	45
90,00	36
SURE ,00	27
10,00	24
15,00	24
20,00	27
30,00	24

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: LOGAZALM

VOLTAJG	SICAKLIK	SURE	Mean	Std. Deviation	N
30,00	70,00	,00	-1,5831	,35775	3
		10,00	-1,5935	,33590	3
		15,00	-1,7094	,26667	3
		20,00	-1,8745	,07359	3
		30,00	-2,1679	,12032	3
		Total	-1,7857	,31362	15
	80,00	,00	-2,1750	,09351	3
		10,00	-2,9300	,30117	3
		15,00	-3,3980	,22863	3
		20,00	-3,6057	,33709	3
		30,00	-4,0386	,64958	3
		Total	-3,2295	,72966	15
	90,00	,00	-3,6352	,61203	3
		10,00	-4,3844	,43702	3
		20,00	-5,1520	,43702	3
30,00		-6,2310	,43702	3	
Total		-4,8506	1,08578	12	
Total		,00	-2,4644	,98209	9
40,00	70,00	10,00	-2,9693	1,24896	9
		15,00	-2,5537	,95117	6
		20,00	-3,5441	1,44699	9
		30,00	-4,1459	1,80518	9
		Total	-3,1770	1,43551	42
		80,00	,00	-1,9259	,31664
	10,00		-2,3138	,12139	3
	15,00		-2,3945	,27224	3
	20,00		-2,5846	,24269	3
	30,00		-2,6500	,42201	3
	Total		-2,3738	,36138	15
	,00		-2,3757	,42201	3
	10,00		-2,6849	,42201	3
	15,00		-3,4161	,42201	3
	20,00	-3,6468	,02812	3	
30,00	-4,0115	,42201	3		
Total	-3,2270	,70529	15		



Descriptive Statistics

Dependent Variable: LOGAZALM

VOLTAJG	SiCAKLIK	SURE	Mean	Std. Deviation	N
40,00	90,00	,00	-2,6331	,42201	3
		15,00	-4,4508	,42201	3
		20,00	-5,5300	,42201	3
		Total	-4,2046	1,31953	9
		Total	,00	-2,3116	,45848
	Total	10,00	-2,4994	,34415	6
		15,00	-3,4205	,94890	9
		20,00	-3,9205	1,31461	9
		30,00	-3,3307	,83580	6
		Total	-3,1244	1,04923	39
50,00	70,00	,00	-1,7620	,21609	3
		10,00	-1,6826	,32888	3
		15,00	-1,8367	,12974	3
		20,00	-2,3270	,32888	3
		30,00	-2,3798	,33545	3
	Total	-1,9976	,38641	15	
	80,00	,00	-1,9288	,81566	3
		10,00	-3,3901	,15318	3
		15,00	-3,4726	,14600	3
		20,00	-3,5677	,24157	3
		30,00	-4,4135	,42213	3
	Total	-3,3545	,90782	15	
	90,00	,00	-3,2112	,45705	3
		10,00	-4,5359	,73106	3
		15,00	-5,0264	,03739	3
		20,00	-5,4915	,05445	3
		30,00	-6,2310	,05445	3
	Total	-4,8992	1,09765	15	
	Total	,00	-2,3006	,83773	9
		10,00	-3,2029	1,30875	9
15,00		-3,4453	1,38491	9	
20,00		-3,7954	1,39613	9	
30,00		-4,3414	1,69035	9	
Total	-3,4171	1,45952	45		
Total	70,00	,00	-1,7570	,30130	9
		10,00	-1,8633	,41784	9
		15,00	-1,9802	,37429	9
		20,00	-2,2620	,37422	9
		30,00	-2,3992	,34650	9
	Total	-2,0524	,42525	45	
	80,00	,00	-2,1598	,50062	9
		10,00	-3,0017	,41133	9
		15,00	-3,4289	,25309	9
		20,00	-3,6067	,21064	9
		30,00	-4,1545	,48210	9
	Total	-3,2703	,77041	45	
	90,00	,00	-3,1598	,61656	9
		10,00	-4,4602	,54504	6
		15,00	-4,7386	,41376	6
		20,00	-5,3912	,35421	9
		30,00	-6,2310	,27853	6
	Total	-4,7094	1,15681	36	

Descriptive Statistics

Dependent Variable: LOGAZALM

VOLTAJG	SiCAKLiK	SURE	Mean	Std. Deviation	N
Total	Total	,00	-2,3589	,76367	27
		10,00	-2,9394	1,11450	24
		15,00	-3,2131	1,15253	24
		20,00	-3,7533	1,34208	27
		30,00	-4,0154	1,56515	24
	Total		-3,2465	1,33310	126

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: LOGAZALM

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	210,685 <sup>a</sup>	41	5,139	37,667	,000
Intercept	1340,468	1	1340,468	9825,700	,000
VOLTAJG	,364	2	,182	1,332	,269
SiCAKLiK	131,177	2	65,588	480,766	,000
SURE	48,376	4	12,094	88,650	,000
VOLTAJG * SiCAKLiK	3,111	4	,778	5,702	,000
VOLTAJG * SURE	1,037	8	,130	,950	,481
SiCAKLiK * SURE	12,044	8	1,506	11,035	,000
VOLTAJG * SiCAKLiK * SURE	2,109	13	,162	1,189	,302
Error	11,460	84	,136		
Total	1550,151	126			
Corrected Total	222,144	125			

a. R Squared = ,948 (Adjusted R Squared = ,923)

Estimated Marginal Means

Grand Mean

Dependent Variable: LOGAZALM

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
-3,246 <sup>a</sup>	,033	-3,312	-3,181

a. Based on modified population marginal mean.

Post Hoc Tests

VOLTAJG

Homogeneous Subsets

**LOGAZALM**

Duncan<sup>a,b,c</sup>

VOLTAJG	N	Subset	
		1	2
50,00	45	-3,4171	
30,00	42		-3,1770
40,00	39		-3,1244
Sig.		1,000	,517

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on Type III Sum of Squares  
The error term is Mean Square(Error) = ,136.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 41,857.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- c. Alpha = ,05.

**SİCAKLİK**

**Homogeneous Subsets**

**LOGAZALM**

Duncan<sup>a,b,c</sup>

SİCAKLİK	N	Subset		
		1	2	3
90,00	36	-4,7094		
80,00	45		-3,2703	
70,00	45			-2,0524
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on Type III Sum of Squares  
The error term is Mean Square(Error) = ,136.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 41,538.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- c. Alpha = ,05.

**SURE**

**Homogeneous Subsets**

LOGAZALM

Duncan<sup>a,b,c</sup>

SURE	N	Subset				
		1	2	3	4	5
30,00	24	-4,0154				
20,00	27		-3,7533			
15,00	24			-3,2131		
10,00	24				-2,9394	
,00	27					-2,3589
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,136.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 25,116.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

>Error # 2085

>The temporary period for running SPSS for Windows without a license has

>expired. Use the License Authorization Wizard to contact SPSS for a

>license code.

>This command not executed.

>Specific symptom number: 37

End of job: 0 command lines 1 errors 0 warnings 2 CPU seconds

EK C. 4. Portakal suyu konsantresinde ohmik ısıtmaya ait SPSS İstatistik analiz sonuçları.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

	N
VOLTAJG 30,00	42
40,00	45
50,00	45
SİCAKLİK 70,00	45
80,00	45
90,00	42
SURE ,00	27
10,00	27
15,00	27
20,00	27
30,00	24

Descriptive Statistics

Dependent Variable: LOGAZALM

VOLTAJG	SİCAKLİK	SURE	Mean	Std. Deviation	N
30,00	70,00	,00	-2,3483	,39693	3
		10,00	-2,7932	,45803	3
		15,00	-2,8916	,47993	3
		20,00	-3,0042	,47731	3
		30,00	-3,1780	,38360	3
		Total	-2,8431	,47122	15
	80,00	,00	-2,7462	,72368	3
		10,00	-4,9580	,90018	3
		15,00	-5,2290	,72368	3
		20,00	-5,5795	,92140	3
		30,00	-6,2310	,83306	3
		Total	-4,9487	1,40706	15
	90,00	,00	-3,8427	,54911	3
		10,00	-5,6419	,83306	3
		15,00	-5,7300	,70855	3
20,00		-6,2310	,49568	3	
Total		-5,3614	1,10033	12	
Total		,00	-2,9791	,83365	9
	10,00	-4,4644	1,44472	9	
	15,00	-4,6169	1,42664	9	
	20,00	-4,9382	1,58563	9	
	30,00	-4,7045	1,76994	6	
	Total	-4,3146	1,52864	42	
	40,00	70,00	,00	-2,1354	,38582
10,00			-2,4295	,49025	3
15,00			-2,5032	,47894	3
20,00			-2,5625	,50454	3
30,00			-3,0854	,17308	3
Total			-2,5432	,48045	15
80,00		,00	-2,3008	,23570	3
		10,00	-4,2925	,76167	3
		15,00	-4,6419	,83019	3
		20,00	-4,8805	,91853	3
		30,00	-5,5300	,70567	3
		Total	-4,3291	1,28763	15

Descriptive Statistics

Dependent Variable: LOGAZALM

VOLTAJG	SICAKLIK	SURE	Mean	Std. Deviation	N	
40,00	90,00	,00	-4,1212	,58094	3	
		10,00	-5,0795	,63715	3	
		15,00	-5,8805	,49568	3	
		20,00	-6,3805	,21142	3	
		30,00	-7,8805	,49568	3	
		Total	-5,8684	1,37625	15	
	Total	,00	-2,8525	1,02281	9	
		10,00	-3,9338	1,30217	9	
		15,00	-4,3419	1,57493	9	
		20,00	-4,6078	1,74951	9	
		30,00	-5,4986	2,12255	9	
		Total	-4,2489	1,75838	45	
	50,00	70,00	,00	-2,0786	,32343	3
			10,00	-2,3248	,23168	3
			15,00	-2,5715	,36707	3
20,00			-2,6149	,40976	3	
30,00			-2,8995	,50725	3	
Total			-2,4979	,43053	15	
80,00		,00	-2,7434	,10570	3	
		10,00	-4,7300	1,13140	3	
		15,00	-5,0310	,70568	3	
		20,00	-5,2300	,42429	3	
		30,00	-5,8805	,49568	3	
		Total	-4,7230	1,23233	15	
90,00		,00	-3,7896	,62140	3	
		10,00	-5,0310	,70569	3	
		15,00	-5,7300	,28283	3	
		20,00	-5,8805	,49568	3	
		30,00	-6,8805	,49568	3	
		Total	-5,4623	1,15377	15	
Total		,00	-2,8705	,82672	9	
		10,00	-4,0286	1,45184	9	
		15,00	-4,4442	1,49748	9	
		20,00	-4,5751	1,54567	9	
		30,00	-5,2202	1,84501	9	
		Total	-4,2277	1,60908	45	
Total		70,00	,00	-2,1874	,34339	9
			10,00	-2,5158	,41386	9
			15,00	-2,6554	,42529	9
			20,00	-2,7272	,45414	9
			30,00	-3,0543	,35170	9
			Total	-2,6280	,47652	45
	80,00	,00	-2,5968	,44374	9	
		10,00	-4,6601	,86799	9	
		15,00	-4,9673	,70329	9	
		20,00	-5,2300	,74818	9	
		30,00	-5,8805	,67198	9	
		Total	-4,6669	1,30680	45	
	90,00	,00	-3,9178	,52923	9	
		10,00	-5,2508	,69712	9	
		15,00	-5,7802	,46108	9	
20,00		-6,1640	,42828	9		
30,00		-7,3805	,70467	6		
Total		-5,5785	1,21475	42		

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: LOGAZALM

VOLTAJG	SiCAKLiK	SURE	Mean	Std. Deviation	N
Total	Total	,00	-2,9007	,86560	27
		10,00	-4,1423	1,36673	27
		15,00	-4,4676	1,44665	27
		20,00	-4,7071	1,57430	27
		30,00	-5,1957	1,87914	24
	Total		-4,2619	1,62507	132

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: LOGAZALM

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	315,242 <sup>a</sup>	43	7,331	21,008	,000
Intercept	2427,151	1	2427,151	6955,277	,000
VOLTAJG	2,344	2	1,172	3,359	,039
SiCAKLiK	207,211	2	103,605	296,893	,000
SURE	86,364	4	21,591	61,872	,000
VOLTAJG * SiCAKLiK	2,796	4	,699	2,003	,101
VOLTAJG * SURE	,884	8	,110	,316	,958
SiCAKLiK * SURE	21,645	8	2,706	7,753	,000
VOLTAJG * SiCAKLiK * SURE	,870	15	5,800E-02	,166	1,000
Error	30,709	88	,349		
Total	2743,581	132			
Corrected Total	345,951	131			

a. R Squared = ,911 (Adjusted R Squared = ,868)

### Estimated Marginal Means

#### Grand Mean

Dependent Variable: LOGAZALM

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
-4,262 <sup>a</sup>	,051	-4,364	-4,160

a. Based on modified population marginal mean.

### Post Hoc Tests

#### VOLTAJG

#### Homogeneous Subsets

**LOGAZALM**

Duncan<sup>a,b,c</sup>

VOLTAJG	N	Subset
		1
30,00	42	-4,3146
40,00	45	-4,2469
50,00	45	-4,2277
Sig.		,521

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,349.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 43,953.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- c. Alpha = ,05.

**SİCAKLİK**

**Homogeneous Subsets**

**LOGAZALM**

Duncan<sup>a,b,c</sup>

SİCAKLİK	N	Subset		
		1	2	3
90,00	42	-5,5785		
80,00	45		-4,6669	
70,00	45			-2,6280
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,349.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 43,953.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- c. Alpha = ,05.

**SURE**

**Homogeneous Subsets**



LOGAZALM

Duncan<sup>a,b,c</sup>

SURE	N	Subset			
		1	2	3	4
30,00	24	-5,1957			
20,00	27		-4,7071		
15,00	27		-4,4676		
10,00	27			-4,1423	
,00	27				-2,9007
Sig.		1,000	,145	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,349.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 26,341.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c. Alpha = ,05.

**TÜBİTAK  
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

<b>Proje No:</b> 106O246
<b>Proje Başlığı:</b> OHMİK ISITMANIN BAZI MEYVE SULARI VE KONSANTRELERİNDE <i>Alicyclobacillus acidoterrestris</i> ÜZERİNE ETKİSİ
<b>Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar:</b> Dr. Ayşe Handan DİNÇER BAYSAL Yrd.Doç.Dr. Filiz İÇİER
<b>Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:</b> İZMİR YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ, MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ, GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ, 35437, Gülbahçe Köyü, URLA, İZMİR
<b>Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:</b>
<b>Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:</b> 15 HAZİRAN 2006 – 15 HAZİRAN 2007
<b>Öz (en çok 70 kelime)</b> Bu çalışmada ohmik ısıtma sisteminin, <i>A. acidoterrestris</i> DSM3922 sporlarının elimine edilmesinde etkinliği araştırılmıştır. Elma, portakal suyu ve konsantrelerinde ohmik ısıtma ile sporların sayısının azaltılmasında tek başına voltaj gradyanı (30-50 V/cm), sıcaklık (70-90°C) ve sürenin (0-30 dakika) etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ). <i>A. acidoterrestris</i> DSM 3922 suşunun ohmik ısıtmaya karşı direncinin saptanması amacıyla yapılan bu çalışmada 30 V/cm voltaj gradyanında, $D_{70^{\circ}\text{C}}=32,16-97,1$ ; $D_{80^{\circ}\text{C}}=8,8-17,3$ ve $D_{90^{\circ}\text{C}}=5,2-9,7$ dakika arasında ( $z$ -değeri=6,95-13,16°C) saptanmıştır.
<b>Anahtar Kelimeler:</b> <i>Alicyclobacillus acidoterrestris</i> , ohmik ısıtma, meyve suyu, meyve konsantresi, spor, inaktivasyon, alternatif ısıtma
<b>Projeden Yapılan Yayınlar:</b> Projeden yayın yazılmış ve dergiye gönderilme aşamasındadır.