

**T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI  
2015-YL-011**

**BİLGİSAYAR KONTROLLÜ ISITMA SİSTEMİNDE  
HOMOJEN SICAKLIK DAĞILIMININ TESTİ VE  
TASARIMIN GELİŞTİRİLMESİ**

**Ahmet GÜNGÖR**

**Tez Danışmanı:  
Doç. Dr. Saadettin YILDIRIM**

**AYDIN**



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

Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Ahmet GÜNGÖR tarafından hazırlanan Bilgisayar Kontrollü Isıtma Sisteminde Homojen Sıcaklık Dağılımının Testi ve Tasarımın Geliştirilmesi Başlıklı tez, 11.12.2014 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan	: Doç. Dr. Saadettin YILDIRIM	Ziraat Fak.	.....
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Erkan ŞİMŞEK	Aydın MYO	.....
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Taner AKBAŞ	Aydın MYO	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun .....Sayılı kararıyla ..... tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Aydın ÜNAY

Enstitü Müdürü



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

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

11/12/2014

Ahmet GÜNGÖR



## ÖZET

# BİLGİSAYAR KONTROLLÜ ISITMA SİSTEMİNDE HOMOJEN SICAKLIK DAĞILIMININ TESTİ VE TASARIMIN GELİŞTİRİLMESİ

Ahmet GÜNGÖR

Yüksek Lisans Tezi, Tarım Makinaları Anabilim Dalı  
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Saadettin YILDIRIM  
2015, 115 sayfa

Bu tezin temel amacı su ve perlitten oluşan köklendirme ortamında hem dikey hem de yatay yönde ısı dağılımını belirlemektir. İkinci amaç ise köklendirme ortamında daha iyi ısı dağılımını elde etmek için alternatif bir sıcak su borulu ısıtma sistemi tasarımı yapmaktır. Bu nedenle, sıcak su borulu ısıtma sistemi tasarlanmış, yapılmış ve test edilmiştir. Her iki sistemin ısı dağılımı test sonuçları karşılaştırılmıştır. İki ısıtma sisteminin tesadüfi tam blok deneme deseni, üç köklendirme derinliğini, üç sıcaklık (18, 22, 26 °C) ve üç nem seviyelerini (%40, %60, %80) kapsamaktadır. Bu nedenle 54 farklı deneme test edilmiştir. İki sistem arasındaki sensör okumalarındaki farklılıkları belirlemek için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Deneme desenindeki tüm okumalar arasındaki ilişkide farklılığı belirlemek için varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Sonuçlar, her iki ısıtma sisteminde zamana bağlı sıcaklıkta dalgalanmalarının olduğunu göstermiştir. Ancak, sıcak su borulu sistemde dalgalanma sayılarının düşük olduğu gözlenmiştir. Gerçek zamanlı bilgisayar kontrollü köklendirme sistemleri için köklendirme ortamının ısıtılmasında sıcak su borulu sistemin kullanılması önerilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Köklenme, Köklendirme otomasyonu, Otomatik kontrol





## ABSTRACT

### DESIGN DEVELOPMENT AND TESTING OF HEATING SYSTEM OF COMPUTER CONTROLLED HEATING SYSTEM FOR HOMOGENEOUS TEMPERATURE DISTRIBUTION

Ahmet GÜNGÖR

M.Sc. Thesis, Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Assist. Doç. Dr. Saadettin YILDIRIM

2015, 115 pages

The main objective of this thesis was to determine heat distribution in both vertical and horizontal direction of rooting media mainly consisted of water and perlite substance. The second objective was to design an alternative hot-water piping system to obtain better heat distribution through the rooting media. Therefore, the hot-water piping system were designed, built and tested. The heat distribution test results of both systems were compared. The randomized, complete block experimental design included two heating systems, three rooting depths, three temperature levels (18, 22, 26 °C) and, three humidity levels (%40, %60, %80). Therefore 54 different treatments were tested. To determine the differences between the two systems, the independent samples t-tests were applied on sensor readings obtained from both systems. Analyses of Variance (ANOVA) were performed to determine the significance of each variable involved in the experimental design. The results showed that there were time-dependent fluctuations in temperature for both heating system. However, the low numbers of fluctuation in the hot water-piping system were observed. Heating of rooting media through the hot water-piping system was suggested for the real-time computer-controlled rooting systems.

**Key words:** Rooting, rooting automation, automatic control



## ÖNSÖZ

Ülkemiz açısından ekonomik öneme sahip bazı meyve türlerinde çelikle çoğaltılmasında çelikle köklenme yüzdesi istenilen seviyelerde değildir. Köklendirme işlemlerinde yüksek başarı oranı ve kalite en önemli unsurlardır. Köklenme başarısı ve kalitesi çelik tipi, çelik alma zamanı ve çelik alınan ana bitkinin yaşı gibi faktörlerin yanı sıra köklendirme ortamının nemi ve sıcaklığına bağlıdır. Gerçek zaman ölçümlerine dayalı bilgisayar destekli geri beslemeli otomatik kontrollü köklendirme sisteminin sıcaklık dağılımının tespit edilmesi ve sıcaklık dağılımının homojen olması üretilen fidanların köklenmesi ve kök kalitesini muhtemelen artıracaktır.

Bu çalışmada ortam sıcaklığının homojenliğini ölçen sensör sistemi tasarımı ve su ısıtmalı sistemin tasarımı gerçekleştirilmiştir. Ortam sıcaklığının homojenliğinin sağlanabilmesi ülkemiz fidancılığına katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada başından sonuna kadar desteğini ve zamanını esirgemeyen, her konuda yardımcı olan ve yönlendiren danışman hocam sayın Doç.Dr. Saadettin YILDIRIM'a teşekkür ederim.

ZRF-13051 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığına teşekkür ederim.

Tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen mesai arkadaşlarım Öğr.Gör. Murat ÇAĞLAR, Öğr.Gör. Ali TOSUN, Öğr.Gör. Hasan ULUKAN ve Öğr.Gör. Alpaslan BAŞARIK'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında bana sabır gösterip her türlü desteğini esirgemeyen eşim Emel GÜNGÖR'e, moral ve neşe kaynağım oğlum Hüseyin'e teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI .....	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT .....	ix
ÖNSÖZ .....	xi
SİMGELER DİZİNİ.....	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xxi
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	2
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	5
3.1. Materyal .....	5
3.1.1. Bilgisayar Destekli Otomatik Köklendirme ve Kontrol Sistemi .....	5
3.1.2. Kontrol Ünitesi .....	5
3.1.3. Köklendirme Masası .....	6
3.1.4. Isıtma Sistemi .....	6
3.1.5. Sulama Sistemi .....	9
3.1.6. Sensörler.....	10
3.1.7. Datalogger .....	11
3.2. Yöntem .....	11
3.2.1. Elektrikli Alttan Isıtma Sistemi .....	11
3.2.2. Sulu Alttan Isıtma Sistemi.....	12
3.2.3. Ortam Sıcaklığının Homojenliğini Ölçen Sensör Sisteminin Tasarımı ....	14
3.2.4. Otomatik Köklendirme Sisteminde Yapılan Denemeler .....	16
3.2.5. İstatistiksel Analiz.....	17

4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	18
4.1. 18°C ve %40 Nem Denemeleri.....	18
4.2. 18°C ve %60 Nem Denemeleri.....	28
4.3. 18°C ve %80 Nem Denemeleri.....	38
4.4. 22°C ve %40 Nem Denemeleri.....	48
4.5. 22°C ve %60 Nem Denemeleri.....	58
4.6. 22°C ve %80 Nem Denemeleri.....	68
4.7. 26°C ve %40 Nem Denemeleri.....	78
4.8. 26°C ve %60 Nem Denemeleri.....	88
4.9. 26°C ve %80 Nem Denemeleri.....	98
5. SONUÇ .....	110
KAYNAKLAR.....	111
ÖZGEÇMİŞ.....	115

## **SİMGELER DİZİNİ**

PID	Proportional-Integral-Derivative
PLC	Programmable Logic Controller
PT100	Platinum Resistance Thermometer





## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Köklendirme Masası .....	6
Şekil 3.2. Isıtma kabloları .....	7
Şekil 3.3. Sıcak su kazanı.....	7
Şekil 3.4. Isıtıcı .....	8
Şekil 3.5. Devir Daim Pompası.....	8
Şekil 3.6. Isıtma Boruları .....	9
Şekil 3.7. Selonid vana.....	9
Şekil 3.8. PT100 Sıcaklık Sensörü .....	10
Şekil 3.9. SM100 Nem Sensörü .....	10
Şekil 3.10. Hioki LR8400-20 .....	11
Şekil 3.11. Elektrikli alttan ısıtma sisteminin kontrol şeması .....	12
Şekil 3.12. Alttan ısıtma borusunun yerleştirilmesi .....	13
Şekil 3.13. Sulu borulu alttan ısıtma sisteminin kontrol şeması.....	14
Şekil 3.14. Ortam sıcaklık dağılımı ölçüm sistemi .....	15
Şekil 3.15. Katman yükseklikleri .....	15
Şekil 3.16. Her bir katmandaki sensör yerleşimi.....	16
Şekil 4.1. 18 °C – %40 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri .....	18
Şekil 4.2. 18 °C ve %40 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri .	19
Şekil 4.3. 18 °C – %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sistemde alt katmandaki sıcaklık eğrileri.....	20
Şekil 4.4. 18 °C – %40 18 °C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri .....	20
Şekil 4.5. 18 °C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	21
Şekil 4.6. 18 °C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	22

Şekil 4.7. 18 °C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	23
Şekil 4.8. 18 °C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	23
Şekil 4.9. 18 °C ve %60 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri.....	28
Şekil 4.10. 18 °C ve %60 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri	29
Şekil 4.11. 18 °C ve %60 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri.....	30
Şekil 4.12. 18 °C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri.....	30
Şekil 4.13. 18°C ve %60 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	31
Şekil 4.14. 18 °C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	32
Şekil 4.15. 18 °C ve %60 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	33
Şekil 4.16. 18°C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	33
Şekil 4.17. 18 °C ve %80 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri.....	38
Şekil 4.18. 18 °C ve %80 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri	39
Şekil 4.19. 18 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri.....	40
Şekil 4.20. 18 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri.....	40
Şekil 4.21. 18°C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	41
Şekil 4.22. 18 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	42
Şekil 4.23. 18 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	43

Şekil 4.24. 18°C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	43
Şekil 4.25. 22°C ve %40 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri .....	48
Şekil 4.26. 22°C ve %40 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri	49
Şekil 4.27. 22°C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sensör ölçümlerinin sıcaklık eğrileri .....	50
Şekil 4.28. 22°C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri.....	50
Şekil 4.29. 22°C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	51
Şekil 4.30. 22°C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	52
Şekil 4.31. 22°C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	53
Şekil 4.32. 22°C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	53
Şekil 4.33. 22°C ve %60 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri .....	58
Şekil 4.34. 22°C ve %60 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri	59
Şekil 4.35. 22°C ve %60 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri.....	60
Şekil 4.36. 22°C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri.....	60
Şekil 4.37. 22°C ve %60 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	61
Şekil 4.38. 22°C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	62
Şekil 4.39. 22°C ve %60 Nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	63
Şekil 4.40. 22°C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	63

- Şekil 4.41. 22 °C ve %80 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri..... 69
- Şekil 4.42. 22 °C ve %80 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri 69
- Şekil 4.43. 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri ..... 70
- Şekil 4.44. 22 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri ..... 71
- Şekil 4.45. 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri ..... 72
- Şekil 4.46. 22 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri ..... 72
- Şekil 4.47. 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri ..... 73
- Şekil 4.48. 22 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri ..... 74
- Şekil 4.49. 26 °C ve %40 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri..... 79
- Şekil 4.50. 26 °C ve %40 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğriler 79
- Şekil 4.51. 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri ..... 80
- Şekil 4.52. 26 °C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri ..... 81
- Şekil 4.53. 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri ..... 82
- Şekil 4.54. 26 °C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri ..... 82
- Şekil 4.55. 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri ..... 83
- Şekil 4.56. 26 °C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri ..... 84
- Şekil 4.57. 26 °C ve %60 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri..... 89
- Şekil 4.58. 26 °C ve %60 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğriler 89

Şekil 4.59. 26°C ve %60 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri.....	90
Şekil 4.60. 26°C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri.....	91
Şekil 4.61. 26°C ve %60 nem değerinde elektrikli atlan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	92
Şekil 4.62. 26°C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	92
Şekil 4.63. 26°C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	93
Şekil 4.64. 26°C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	94
Şekil 4.65. 26°C ve %80 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri .....	99
Şekil 4.66. 26°C ve %80 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri	100
Şekil 4.67. 26°C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sensör ölçümlerinin sıcaklık eğrileri .....	101
Şekil 4.68. 26°C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sensör ölçümlerinin sıcaklık eğrileri .....	101
Şekil 4.69. 26°C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	102
Şekil 4.70. 26°C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri.....	103
Şekil 4.71. 26°C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	104
Şekil 4.72. 26°C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri.....	104



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Köklendirme ortam sıcaklıkları için belirlenen kazan suyu sıcaklıkları .....	13
Çizelge 3.2. Denemelerde Kullanılan Sıcaklık ve Nem Değerleri.....	16
Çizelge 4.1. 18 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde t-testi analizi .....	24
Çizelge 4.2. 18 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri .....	26
Çizelge 4.3. 18 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi.....	27
Çizelge 4.4. 18 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi .....	27
Çizelge 4.5. 18 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde t-testi analizi .....	34
Çizelge 4.6. 18 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri .....	36
Çizelge 4.7. 18 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi.....	37
Çizelge 4.8. 18 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi .....	38
Çizelge 4.9. 18 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde t-testi analizi .....	44
Çizelge 4.10. 18 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri .....	46
Çizelge 4.11. 18 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi.....	47
Çizelge 4.12. 18 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi .....	48
Çizelge 4.13. 22 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde t-testi analizi.....	54

Çizelge 4.14. 22 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri .....	56
Çizelge 4.15. 18 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi.....	57
Çizelge 4.16. Çizelge 4.16 22 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi .....	57
Çizelge 4.17. 22 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde t-testi analizi.....	64
Çizelge 4.18. 22 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri .....	66
Çizelge 4.19. 22 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi.....	67
Çizelge 4.20. 22 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi.....	68
Çizelge 4.21. 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde t-testi analizi.....	75
Çizelge 4.22. 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri...	76
Çizelge 4.23. 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi.....	77
Çizelge 4.24. 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi.....	78
Çizelge 4.25. 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde t-testi analizi.....	85
Çizelge 4.26. 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri...	86
Çizelge 4.27. 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi.....	87
Çizelge 4.28. 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi.....	88



Çizelge 4.29. 26 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde t-testi analizi .....	95
Çizelge 4.30. 26 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri...	96
Çizelge 4.31. 26 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi.....	97
Çizelge 4.32. 26 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi .....	98
Çizelge 4.33. 26 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde t-testi analizi .....	105
Çizelge 4.34. 26 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri.....	107
Çizelge 4.35. 26 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi.....	108
Çizelge 4.36. 26 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi .....	109



## 1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler hayatımızın önemli bir parçası haline gelmiştir. Her alanda olduğu gibi tarım alanında da teknolojik gelişmeler mevcuttur. Otomasyon sistemlerinin yayılması tarım alanında da kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Bilindiği gibi meyve türlerinde iki çoğalma tekniği vardır. Bunlar generatif ve vejetatif üretilmektedir. Meyve türlerinde çekirdekleri ekilerek yapılan çoğaltmada ekilen türün özelliklerini göstermeyebilir. Genaratif üretimle standart üretim yapılamamaktadır. Standart üretim yapılabilmesi için vejetatif üretim tekniği kullanılmalıdır. Vejetatif üretim, çoğalma yöntemleri içinde en ekonomik ve kolay olanıdır.

Ülkemizde birçok meyve türü bulunmakta ve yetiştiriciliği yapılmaktadır. Üstün özelliklere sahip anaçların yetiştirilmesinde çelikle çoğaltma yöntemi kullanılmaktadır. Fakat meyve türlerinin bazılarında çelikle çoğaltma yüzdesi düşük seviyelerdedir. Bundan dolayı çelikle çoğaltma üzerinde birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara göre bitkilerin köklenmesi sırasında nem, sıcaklık, ışık ve köklendirme ortamının köklenme üzerine önemli etkileri vardır. Klasik yöntemlerle yapılan çelikle çoğaltma yönteminde nem, sıcaklık, ışık vb. parametreler tam yerine getirilmediğinden köklenme yüzdesi ve kalitesi düşüktür. Köklendirmede köklenme oranı, kalitesi ve verimin artırılması için sıcaklık ve nemin optimum seviyede kontrol edilmesi gerekir.

Çelikle köklendirme yapılan köklendirme tezgâhlarında alttan ısıtma sistemi kullanılmaktadır. Farklı türlerde olabilecek ısıtma sistemlerinden ikisi, elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemidir. Isıtma sistemlerinde tezgâh altlarına yerleştirilen ısıtma boruları köklendirme ortam sıcaklığını ayarlanan değerde tutarak köklenmeyi sağlar. Isıtma borularının yerleştirilmesi iki şekilde olmaktadır. Bunlar salyangoz tipi ve firkete tipidir. Salyangoz tipi yerleştirmede tabanın her yerinde yaklaşık olarak aynı ortalama sıcaklık görülür. Firkete tipi yerleştirmede su giriş sıcaklığı logaritmik bir azalma gösterir. Köklenme ortamında köklenmenin meydana geleceği derinlikte sıcaklığın homojen olması köklenmenin tüm çeliklerde aynı olmasını sağlayacaktır. Bu nedenle yapılan bu tez çalışmasında bilgisayar kontrollü elektrikli alttan ısıtma sisteminde köklendirme ortamının sıcaklık dağılımını tespit edilmesi ve sistemin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bir vejetatif çoğaltma yöntemi olan çelikle çoğaltmada, bir gövde, kök veya yaprak ana bitkiden kesilmekte ve uygun çevre koşullarında kök ve sürgün vermesi sağlanmaktadır. Bu şekilde oluşan bağımsız yeni birey ana bitkideki tüm özellikleri aynen taşımaktadır. Çelikle çoğaltma, herdem yeşil, geniş ve iğne yapraklı bitki türlerinde olduğu kadar, yapraklarını döken meyve ağaçları ve çalı türlerinin de önemli ve pratik çoğaltma yöntemidir (Hartmann ve Kestler, 1974).

Çelikle çoğaltma klonal rejenerasyon yeteneği olan bitkiler için en ucuz ve en pratik yöntemdir. Gövde çelikleri ile çoğaltmada istenilen şey, çelikten yeni bir kök sisteminin oluşmasıdır. Çünkü çelik üzerinde sürgünlerin meydana gelmesini sağlayacak tomurcuklar zaten bulunmaktadır (Çelik, 1992).

Çelikle çoğaltmada, çelik alınan ana bitkinin yaşı, çeliğin alınma zamanı, çelik tipi ve boyu, çelik üzerinde vejetatif göz veya yaprağın olup olmaması, ana bitki veya çeliğin su ve besin maddesi içeriği gibi faktörlerin başarıyı etkilediği kaydedilmiştir

Bitkilerde su, hem miktar hem de kalite açısından oldukça önemlidir. Su, toprakta bulunan bitki için gerekli olan besin maddelerini eriyik halinde bulundurur. Bitki, kökleri yardımıyla hem suyu hem de suda erimiş halde bulunan besin maddelerini bünyesine alarak büyüme faaliyetlerini gerçekleştirir (Anonim, 2013). Bu amaçla toprağa istenilen zamanda ve miktarda suyu uygun yöntemlerle verilmesi işleme sulama denir.

Bazı araştırmacılar, çeliklerin dikildiği ortam türünün, sıcaklık ve nem içeriğinin de köklenmede etkili olduğunu vurgulamışlardır. Özellikle yarı odun veya yeşil çeliklerle çoğaltmada; çeliğin köklenme süresince canlı kalabilmesi ve maksimum yenilenme yeteneğini elde edebilmesi için (özellikle zor köklenen tür ve çeşitlerde) su, sıcaklık, ışık ve köklenme ortamı gibi bazı koşulların optimum düzeyde tutulması gereklidir (Ünsal, 2012). Bu da otomasyonu zorunlu kılmaktadır. Otomasyon, bir imalat dizinini, her noktasında insanın işe karışmasına gerek kalmaksızın yapan, denetleyen ve özgün olarak negatif bir geri besleme sistemi kullanan kontrol sistemidir (Yule, 1989).

Çeliği köklenme süresince sabit tutmak, çelik için gerekli nemi sağlamak ve çeliğin tabanına hava girişine izin vermek gibi önemli görevleri bulunan köklendirme ortamının çok değişik tipleri bulunmaktadır. Bunlar; peat yosunu, kum, vermikulit ve perlit ile bunların değişik oranlardaki karışımlarıdır. Perlit iyi bir köklendirme ortamı olup kolay ve ucuza temin edilebilmesi nedeniyle daha çok tercih edilmektedir (Ünsal, 2012).

Perlit Al, Na ve P silikatlarından oluşmuş volkanik bir cam köpüğüdür. Doğada çıkarılan ve perlit elde edilmesinde kullanılan volkanik kayalar. Öncelikle öğütülür, sonra 900-1000 °C gibi yüksek sıcaklıklarda tutulur. Bu sıcaklıklarda içerdiği suyun genişlemesi sonucu oluşan silis kürecikleri perlitli oluşturur. Perlitli oluşturan bu silis küreciklerinin rengi beyazdır, hafif, steril ve nötr karakterdedir (Çoşgun, 1998).

Isı iletkenliği çok düşük olan perlitin tanecikleri elektriksel yük taşımadığından su ve besin elementleri bitki kökleri tarafından kolayca alınabilir. Ayrıca kimyasal ve biyolojik ayrışma göstermediğinden yapısı değişmez. Sıkışmadığından köklü çelik ve fideler perlitten kök kaybına uğramadan kolayca çıkarılabilir (Gül, 2008).

Toprak sıcaklığı, toprakta meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayları kontrol eden etmenlerden biridir. Çeliklemede toprak sıcaklığı verim için önemli bir faktördür. 5 °C'nin altındaki sıcaklıklarda çoğu bitkinin kök gelişimi durmaktadır.(Dinç ve Şenol, 1998) Genellikle sıcaklığın artmasıyla birlikte aktivitelerde hızlanmaktadır. Uygun sıcaklık değeri köklendirmede gelişmeyi hızlandırmaktadır. Ayrıca kök gelişimi ile topraktaki bitki besin elementlerinin çözünebilirlik ve bitki tarafından alınabilirlikleri üzerinde de sıcaklığın önemli etkileri bulunmaktadır.

Çelikle üretim yapılan köklendirme tezgâhlarında alttan ısıtma sistemi iki şekilde yapılmaktadır. Bunlar elektrikli alttan ısıtma ve sulu alttan ısıtma sistemleridir. Elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde ısıtma kablosu ve ısı boruları köklendirme ortamının altına yerleştirilir. Sulu ısıtma sistemlerinde ısı boruları iki şekilde yerleştirilir. Bunlar salyangoz ve firkete tipidir. Salyangoz tipi yerleştirmede zeminin her yerinde yaklaşık olarak aynı ortalama sıcaklık görülür. Firkete tipi yerleştirmede su giriş sıcaklığı logaritmik bir azalma gösterir (Doğan ve Çalışır, 2012).

Çelikle çoğaltılma konusunda çalışma yapan araştırmacılar farklı sonuçlar elde etmişler (Ünal vd., 1992; Özkan ve Arslan, 1996; Şenel, 2002; Koyuncu vd., 2003; Yıldız ve Koyuncu, 2000). Bu farklı sonuçlar çelik tipi, çelik alma zamanı, çelik alınan ana bitkinin yaşı gibi faktörler yanında çevresel faktörlerin kontrol edilmesine bağlı olduğunu bildirmişler. Yıldız ve Koyuncu (2000) alt ısıtmasız ortamda, odun çeliklerinde köklenme oranının, hormon tipi ve konsantrasyonuna bağlı olarak % 60 ile % 19 arasında değiştiğini, alt ısıtmalı ortamda ise köklenme oranının % 89'a kadar çıktığını belirtmişler. Ünal vd. (1992) düşük köklenme oranı (% 14.4) elde etmişlerdir. Yine odun çelikleriyle yapılan diğer çalışmalarda başarı oranı, Karadeniz ve Şişman (2004) tarafından % 23.4, Koyuncu vd. (2004) tarafından ise % 33.3 olarak bildirmişlerdir. Yeşil çeliklerle yapılan çalışmalarda ise Koyuncu vd. (2004) karadutta köklenme olmadığını bildirirken Özkan ve Arslan (1996) 6000 ppm IBA uygulamasıyla %55, Erdoğan ve Aygün (2006) ise % 60 oranında başarı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Erdoğan ve Aygün (2006) aynı hormon türü ve aynı dozlar arasında bile köklenme yüzdesi açısından önemli farklılıklar olduğunu belirterek, bunun köklenme koşullarının farklılığından kaynaklanmış olabileceğinin ifade etmişlerdir.

Çelik yastıklarında ortamın gündüz 21-27 °C ve gece 16-21 °C olması genellikle uygundur. Çeliklerin taban kısmında sıcaklığı 21 °C dolayında tutan termostatlı ısıtma sistemlerinin kullanılmasıyla köklendirmeden daha olumlu sonuçlar elde edilmektedir (İnan, 2002).

Adventif kök oluşumu esnasında köklenme ortamının sıcaklığı ve nem durumunun başarıyı etkileyen en önemli faktörler arasında olduğu eskiden beri bilinmektedir (Alexandrow 1988, Kaşka ve Yılmaz 1987, Yıldız ve Koyuncu 2000). Köklendirme ortamının sıcaklığı ve nemi ne kadar başarı ile kontrol edilebilirse köklenmede başarı oranı da muhtemelen o derece artacaktır.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Bu çalışmada 108O424 nolu Tübitak Projesinde tasarlanmış olan bilgisayar destekli otomatik köklendirme sistemi kullanılmıştır (Yıldırım vd.,2011).

##### **3.1.1. Bilgisayar Destekli Otomatik Köklendirme Sistemi**

Otomatik sistem işleyişindeki tüm işlemlerin koordine edilmesi, veri kazanımı ve sistemdeki bütün işlemlerin otomasyonu için bir bilgisayar ve bir görsel ölçme ve kontrol yazılımı, PLC ünitesi, nem sensörü, sıcaklık sensörü, selonoid vana, damla sulama hattı ve damlatıcılardan oluşmaktadır.

İzleme ve kontrol sistemi, köklendirme masalarındaki sensörlerden gelen sıcaklık ve nem verilerine bağlı olarak her masanın ısıtma ve sulama sistemlerini kontrol ederken aynı zamanda deney sisteminin anlık olarak gözlenebilmesine ve verilerin sürekli olarak kayıt altına alınmasına olanak sağlamaktadır. Çelik kök bölgesinde sıcaklık ve nem sensörleri ölçümleri ile alınan sıcaklık ve nem verileri PID tabanlı bir kontrolörde işlenerek, damla sulama ve ısıtma sistemlerinin regüle edilmesini sağlamaktadır. Yazılım programı ile elektronik veri kazanım ünitesi üzerinden nem ve sıcaklık sensörü ölçümleri yapılarak, ortam nem ve sıcaklık durumu grafiksel olarak ekrandan anlık olarak gözetlenebilmektedir. PLC sayısal çıkışları üzerinden selonoid vana ve ısıtıcı kontrol edilmektedir. Yine vana ve ısıtıcıların sistemdeki konumları (açık ya da kapalı) ekrandan denetlenebilmektedir. Ayrıca köklendirme ortamının nem ve sıcaklık değerleri Excel dosyasına aktarılıp saklanmaktadır. Köklendirme ortamının alttan ısıtılmasında elektrikli ve sulu ısıtma yöntemi seçilmiştir.

##### **3.1.2. Kontrol Ünitesi**

Kontrol ünitesi olarak bilgisayarla haberleşebilen PLC (Programmable Logic Controller) kullanılmıştır. PLC ünitesi olarak üzerinde 40 dijital giriş/çıkış ve 24 analog giriş ünitesi bulunan Siemens marka S7-300 model PLC kullanılmıştır. PLC'nin analog girişlerinden 10'ar tanesi köklendirme masasının sıcaklık ölçümü ve nem ölçümü için kullanılmıştır. 1'er tanesinde ortam sıcaklığı, ortam bağıl

nemi, seyyar sıcaklık ölçümü ve güç analizörü için kullanılmaktadır. Dijital çıkışlardan 10 tanesi köklendirme masası sıcaklık kontrol rölesi kontrolü ve 10 tanesinde köklendirme masası sulama sistemi kontrol rölesi kontrolünde kullanılmaktadır.

### 3.1.3. Köklendirme Masası

Köklendirme masasının boyutları en, boy ve yükseklik olarak 1000x1000x800mm ve derinliği 300mm'dir. Şekil 3.1'de köklendirme masası görülmektedir.



Şekil 3.1. Köklendirme masası

Köklendirme masasında ortamın ısı kaybını önlemek için tavanın tabanında ve etrafında ısı yalıtımı vardır. Köklendirme masasında ortamın ısıtılması tavanın tabanından yapılmaktadır.

### 3.1.4. Isıtma Sistemi

Isıtma sistemi özellikle kış aylarında büyük önem kazanmaktadır. Farklı türlerde olabilecek olan ısıtma sistemlerinden iki tanesi ayrı ayrı kullanılmıştır. Birincisi Enerji kaynağı olarak elektrikten faydalanılacak bir sistem olan alttan ısıtma kablosu kullanılmıştır. Alttan ısıtma kabloları istenilen boyutlarda kesilebilen ve kolaylıkla istenilen şekle getirilebilen kablolardır. Isıtma sistemi kabloları, nemli ve insanların çalıştığı bir ortamda kullanılacağından dolayı elektrik kazalarına karşı önlem olarak 50 Volt AC besleme gerilimi ile çalışmaktadır. Isıtma kabloları her masa için 200 watt gücünde ve 10 metre uzunluğunda kullanılmaktadır.



Elektrikli alttan ısıtma sisteminde kullanılan ısıtma kablosu Şekil 3.2’de görülmektedir.



Şekil 3.2. Isıtma kabloları

Köklendirme ortamında ikinci ısıtma sistemi olarak sulu sistem kullanılmıştır. Isıtma sistemi sıcak su kazanı, devir daim pompası ve alttan ısıtma borularından oluşmaktadır. Sulu ısıtma sisteminde kullanılan 180 litrelik ısıtma kazanı Şekil 3.3.’te görülmektedir.



Şekil 3.3. Sıcak su kazanı

Kazan içindeki suyu ısıtılmasını sağlayan ısıtıcı (rezistans) magnezyum tozu ile sarılmış bobin şeklinde bir rezistans yuvası olan teneke kaplı bakır bir borudan oluşmaktadır. Termostat kılıfı ve anot destek parçası ile beraber bir kaide üzerine

lehimlenmiştir. Kazan suyu sıcaklığını kontrol etmek için ısıtıcı üzerine bağlı bimetallic termostat bulunmaktadır. Termostat üzerinde kazan suyu sıcaklığının ayarlandığı sıcaklık ayar düğmesi bulunmaktadır. (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Isıtıcı

Köklendirme masalarının ısıtılmasında kullanılacak olan sıcak suyun boru içerisinden dolaşımını sağlamak için Welko marka devirdaim pompası kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Devirdaim pompası

Köklendirme masasının ısıtılmasında kullanılan alttan ısıtma boruları esnek yapıda olduğundan istenilen şekle getirilerek kullanılabilir (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Isıtma boruları

### 3.1.5. Sulama Sistemi

Köklendirme ortamının nemlendirilmesi amacıyla bir damla sulama sistemi vardır. Damla sulama sistemi, selenoid vana, sulama boruları ve damlaticılardan oluşmuştur. Kontrol ünitesi tarafından kontrol edilen selenoid vana ile köklendirme ortamının nemi istenilen seviyelerde tutulması sağlanmaktadır. Köklendirme masalarında kullanılan selenoid vana Şekil 3.7 'da görülmektedir.



Şekil 3.7. Selenoid vana

### 3.1.6. Sensörler

Köklendirme masalarının sıcaklık ve nem değerlerini ölçmek için her bir masa için bir tane olmak üzere sıcaklık ve nem sensörleri kullanılmaktadır. Bu sensörler direkt olarak kontrol sistemine entegre edilerek köklenme ortamının nem ve sıcaklıklarını sürekli olarak ölçerek veri sağlamaktadır. Sıcaklık sensörü olarak PT100 (Platinum Resistance Thermometers) kullanılmaktadır (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. PT100 sıcaklık sensörü

Köklendirme ortam nemi Waterscout SM100 nem sensörü ile ölçülmektedir (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. SM100 nem sensörü

### 3.1.7. Datalogger

Denemelerde kullanılan Hioki LR8400-20 modeli datalogger sıcaklık ve nem ölçümü gerçekleştirme özelliğine sahiptir (Şekil 3.10.). Datalogger, standart 30 analog kanallı, standart 8 kanal puls ve dijital girişe sahiptir. Scale özelliği sayesinde analog çıkışlı sensörleri kendi biriminde gözleme imkânı sağlamaktadır. Termokupl ile sıcaklık ölçümü ve otomatik termokupl tanıma özelliği (K, J, E, T, N, R, S, B, W) vardır. Nem ölçümü ve otomatik nem sensörü algılamayı gerçekleştirebilmektedir. Gerçek Zamanlı bilgisayara, USB belleğe ya da CF karta kayıt yapılabilmektedir. Dahili USB ve LAN ara yüzü mevcuttur.



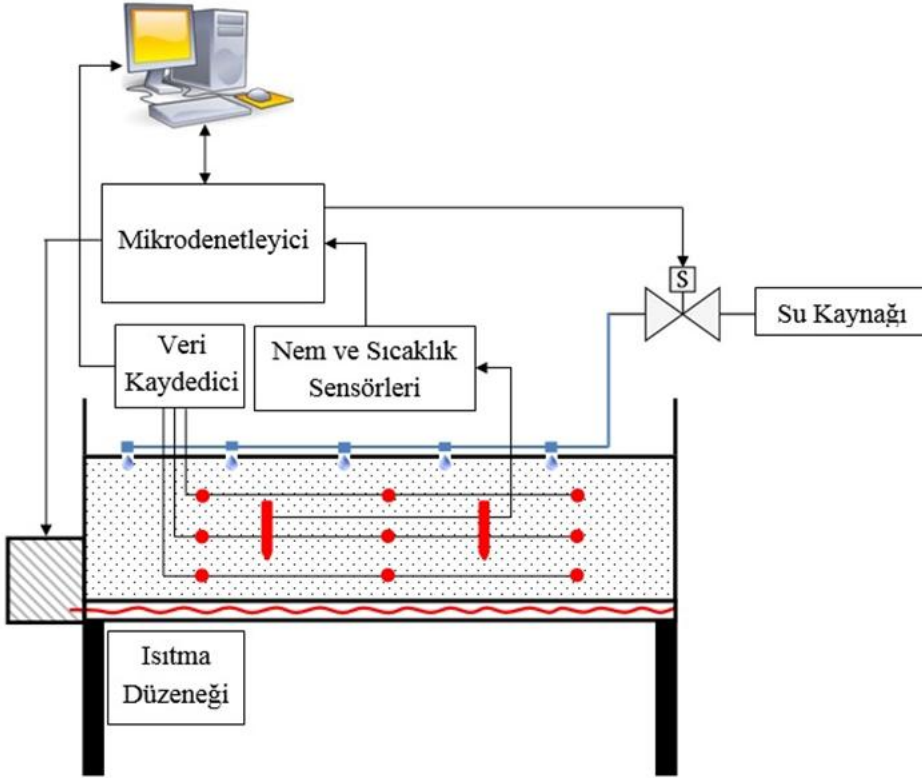
Şekil 3.10. Hioki LR8400-20

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Elektrikli Alttan Isıtma Sistemi

Elektrikli alttan ısıtma sistemi bir tane sıcaklık sensörü, bir tane mikro denetleyici ve ısıtma kablosundan oluşmaktadır. Köklenme masalarında kullanılan ısıtıcı yüzeyleri oluşturan ısıtma kabloları salyangoz tipi yöntemine göre masalarının altına yerleştirilmiştir. Sıcaklık sensör ile ölçülür ve sıcaklık istenen değere ulaştığı zaman ısıtma sistemi devre dışı bırakılır. Isıtma sisteminin tekrar devreye girebilmesi için köklendirme ortamının sıcaklık değeri ayarlanan sıcaklık değerinin altına düşmesi gerekmektedir. Isıtma sisteminin kontrol panosu

bilgisayara bağlıdır. Bilgisayardaki kontrol yazılımı ile sensör ile ölçülen sıcaklık değerleri bilgisayarda saklanabilmektedir. Köklendirme ortamının sıcaklığı bilgisayar ekranından izlenebilmektedir. Elektrikli alttan ısıtma sisteminin kontrol şeması Şekil 3.11'deki gibidir



Şekil 3.11. Elektrikli alttan ısıtma sisteminin kontrol şeması

### 3.2.2. Sulu Borulu Alttan Isıtma Sisteminin Tasarımı

Sulu borulu alttan ısıtma sistemi bir adet kazan, bir adet elektrikli su ısıtıcısı, bir adet bimetallic termostat, bir adet devirdaim motoru ve ısı borusundan oluşmaktadır. 180 litre su kapasiteli kazan içerisinde bulunan termostat kontrollü elektrikli su ısıtıcı ile sıcak su elde edilmektedir. Kazanın sıcak su çıkışına bağlı devirdaim motoru ile sıcak su alttan ısıtma borusundan dolaşarak köklendirme masasında perlit ortam sıcaklığı ayarlamaktadır. Alttan ısıtma boruları salyangoz

tipi yerleştirme yöntemine göre köklendirme masasının tabanına yerleştirilmiştir (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Alttan ısıtma borusunun yerleştirilmesi

Yapılan denemelerde bimetalli termostat ile kazan suyu sıcaklığının istenilen değerlerde tutulamamıştır. Bimetalli termostat yerine PT100 sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Kontrol ünitesine bağlı PT100 sıcaklık sensörü ve elektrikli su ısıtıcısı ile kazan su sıcaklığı istenilen değerde tutulmuştur.

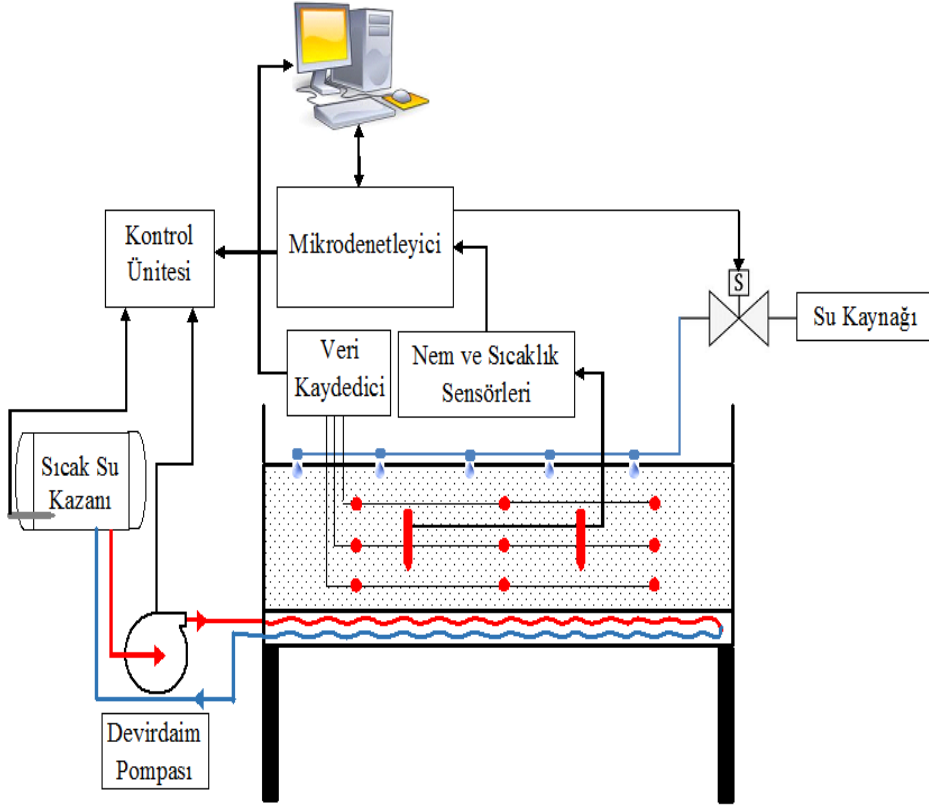
Köklendirme ortam sıcaklığının denemelerdeki değerlerde tutulması için belirlenen kazan suyu sıcaklık değerleri Çizelge 3.1'deki gibidir.

Çizelge 3.1. Köklendirme ortam sıcaklıkları için belirlenen kazan suyu sıcaklıkları

Perlit Ortam Sıcaklığı	18 °C	22 °C	26 °C
Kazan Suyu Sıcaklığı	27 °C	32 °C	37 °C

Köklendirme ortam sıcaklığına bağlı olarak devir daim motoru sıcak su dolaşımını sağlamaktadır. Perlit sıcaklığı istenilen değer altına indiğinde, kontrol ünitesi ile devirdaim motoru çalışmaktadır. Köklendirme ortam sıcaklığı istenilen değere ulaştığında ise kontrol ünitesi devirdaim motorunu durdurmaktadır.

Kontrol ünitesi, bilgisayar destekli otomatik köklendirme sistemine bağlanmıştır. Sulu borulu alttan ısıtma sisteminin kontrol şeması Şekil 3.13'teki gibidir.



Şekil 3.13. Sulu borulu alttan ısıtma sisteminin kontrol şeması

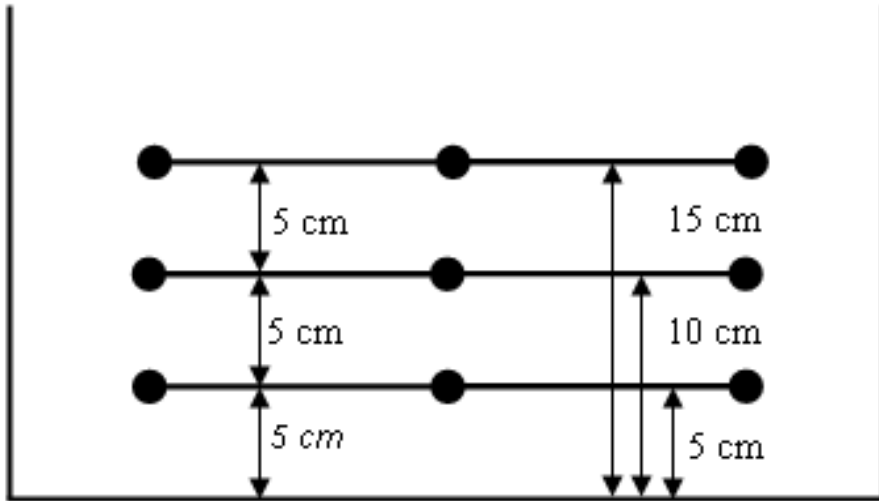
### 3.2.3. Ortam Sıcaklığının Homojenliğini Ölçen Sensör Sisteminin Tasarımı

Köklenme ortamında sıcaklık dağılımının ölçülmesi ve homojenliğinin tespit edilmesi amacıyla 27 adet PT100 sıcaklık sensörü ve üç katmandan oluşan bir sistem tasarlanmıştır. (Şekil 3.14) Katmanların köklendirme masası tabanına göre yükseklikleri Şekil 3.15'teki gibidir. Katmanlarda bulunan dokuz sensörün alt, orta ve üst katmanlardaki numaralandırılması, birbirlerine ve köklendirme masası kenarlarına olan uzaklıkları Şekil 3.16'daki gibidir. 27 sıcaklık sensörlerinden alınan ölçümler datalogger ile USB flash belleğe kaydedilmiştir. Kaydedilen veriler datalogger ait program ile Excel dosyasına aktarılmıştır.

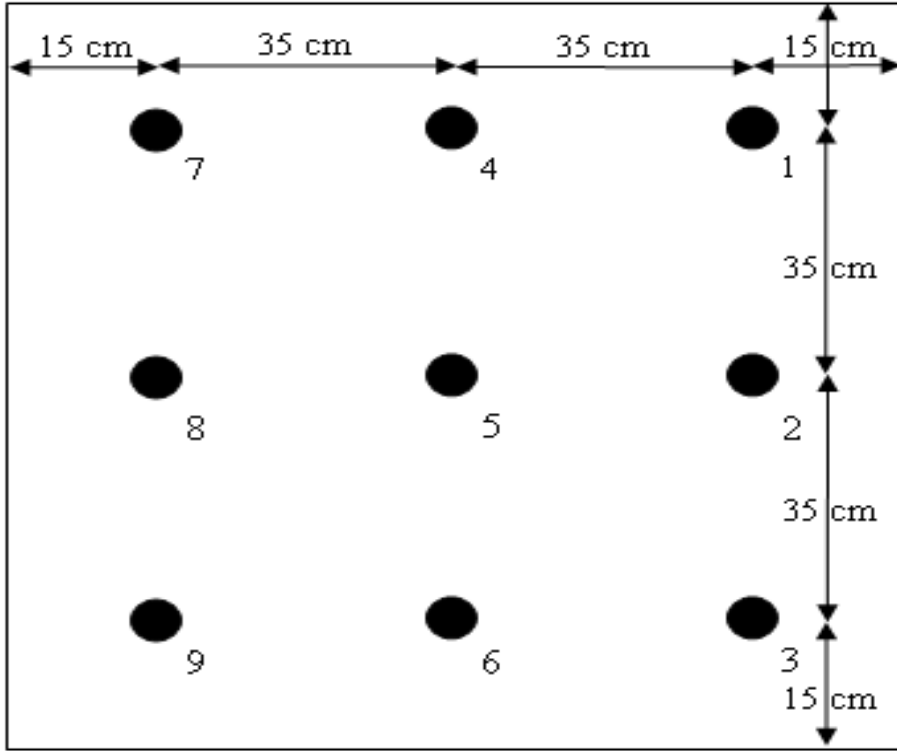




Şekil 3.14. Ortam sıcaklık dağılımı ölçüm sistemi



Şekil 3.15. Katman yükseklikleri



Şekil 3.16. Her bir katmandaki sensör yerleşimi

### 3.2.4. Otomatik Köklendirme Sisteminde Yapılan Denemeler

Denemelerde elektrikli ve sulu borulu alttan ısıtma sistemlerinde ortam olarak perlit kullanılmıştır. Denemelerde köklendirmede kullanılan köklendirme masasının sıcaklık dağılımının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Denemeler üç farklı nem değeri ve üç sıcaklık değerinde olmak üzere ölçümler gerçekleştirilmiştir. Denemelerde seçilen sıcaklık ve nem değerleri çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemelerde kullanılan sıcaklık ve nem değerleri

Sıcaklık ( °C )			Nem (tarla kapasitesi)		
18	22	26	40	60	80

### 3.2.5. İstatistiksel Analiz

Denemelerde elektrikli ve sulu sistemlerde sensörlerden okunan sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla öncelikle elde edilen değerlerin normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Normallik varsayımının karşılanması üzerine iki sistem arasındaki farklılığı test etmek için bağımsız örneklem t-testi (independent sample t-test) yapılmıştır.

Denemelerde her iki sistem için ayrı ayrı tüm sensörler arasında sıcaklık değerleri bakımından farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler varyans analizi (repeated measures for a nova) yapılmıştır. 27 adet sensörün tamamı analiz kapsamına alınarak test edildi.

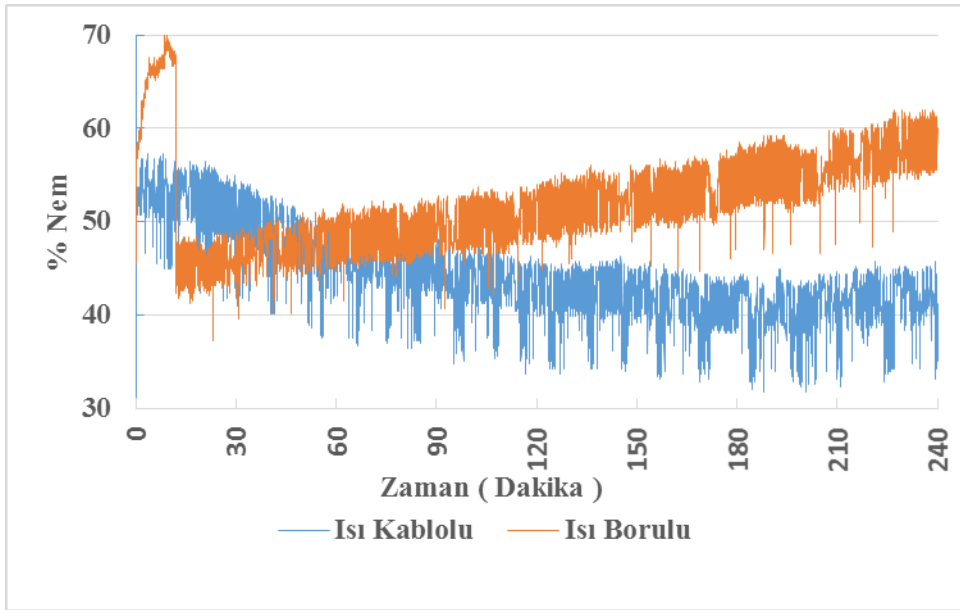
Denemelerde her iki sistem için ayrı ayrı üç derinlik katmanında (alt, orta ve üst) bulunan 9 adet sensörün her biri için bulunduğu katman için gösterdiği sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (anova) testi yapılmıştır. Katmanlar arasında anlamlı farklılık bulunması durumunda farklılığın hangi katmanlardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla schefel testi yapılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Elektrikli ve sulu borulu alttan ısıtma sistemlerinde üç derinlik katmanı (alt, orta, üst), 3 köklendirme ortam sıcaklık değeri (18, 22, 26 °C) ve 3 köklendirme ortam nem düzeyinde (%40, %60 ve %80) sıcaklık değerleri ölçülüp datalogger tarafından kaydedilmiştir. Köklendirme ortamının sıcaklık dağılımları tespit edilmiştir.

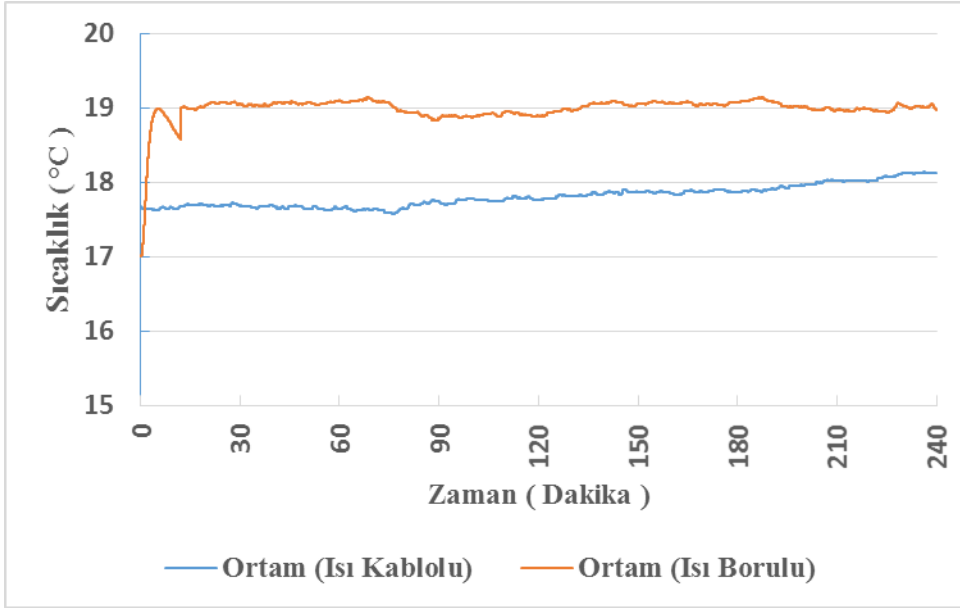
### 4.1. 18°C ve %40 Nem Denemeleri

18°C ve %40 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının nem değerleri Şekil 4.1’de ve laboratuvar ortamının sıcaklık ölçümleri 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1. 18°C ve %40 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri

Şekil 4.1’de ısıtma kablolu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik nem içeriği verileri incelendiğinde en düşük nem içeriği %31,82, en yüksek nem içeriği %57,35 ve ortalama nem içeriği %44,31 (standart sapma = 4,70.) olarak tespit edilmiştir. Isıtma borulu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik veriler incelendiğinde en düşük nem içeriği %37,28 en yüksek nem içeriği %70,16 ve ortalama nem içeriği %52,24.(standart sapma = 5,10.) olarak tespit edilmiştir.

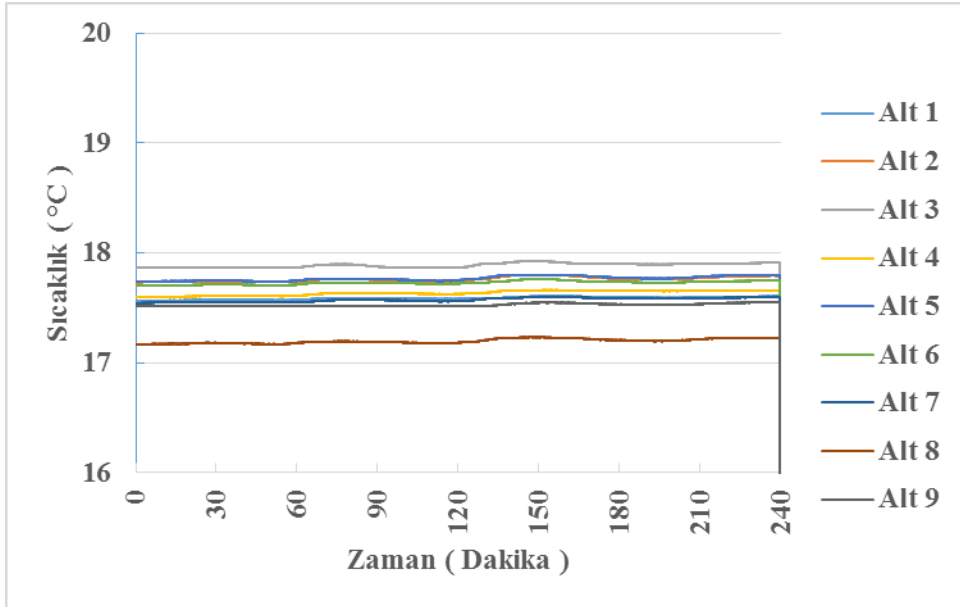


Şekil 4.2. 18 °C ve %40 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri

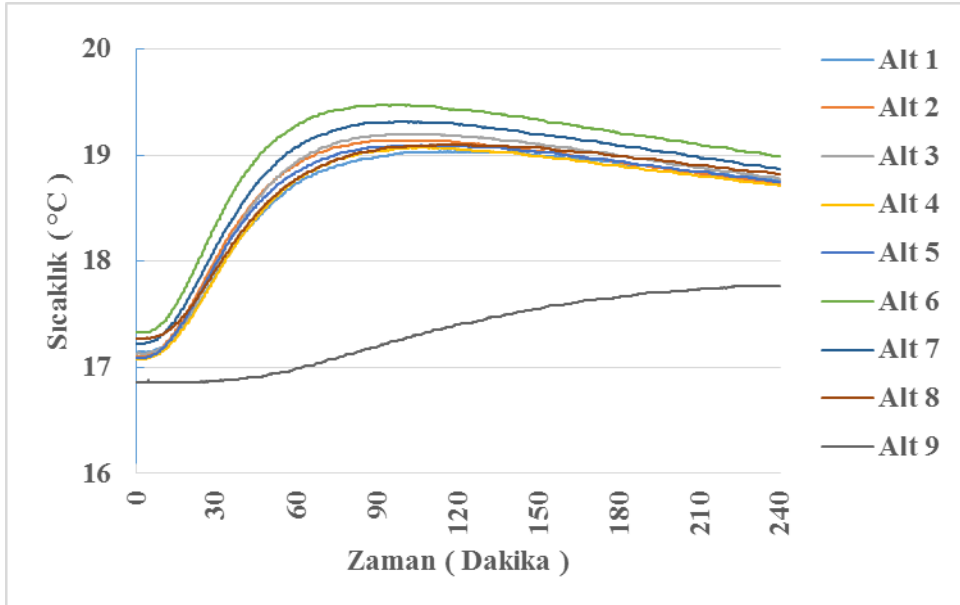
Şekil 4.2’de elektrikli alttan ısıtma masasında denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 17,58 °C, en yüksek sıcaklık değeri 18,14 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 17,81 °C (standart sapma = 0,14.) olarak tespit edilmiştir. Sulu alttan ısıtma masasında yapılan denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 17,00 °C, en yüksek sıcaklık değeri 19,14 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 18,99 °C (standart sapma = 0,17) olarak tespit edilmiştir.

18°C ve %40 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının alt katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.3 ve 4.4’te verilmiştir.

Şekil 4.3.’te elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-8 numaralı sensörden 17,17 °C ve maksimum sıcaklık Alt-3 numaralı sensörden 17,92 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 17,63 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,20 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. 18 °C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri

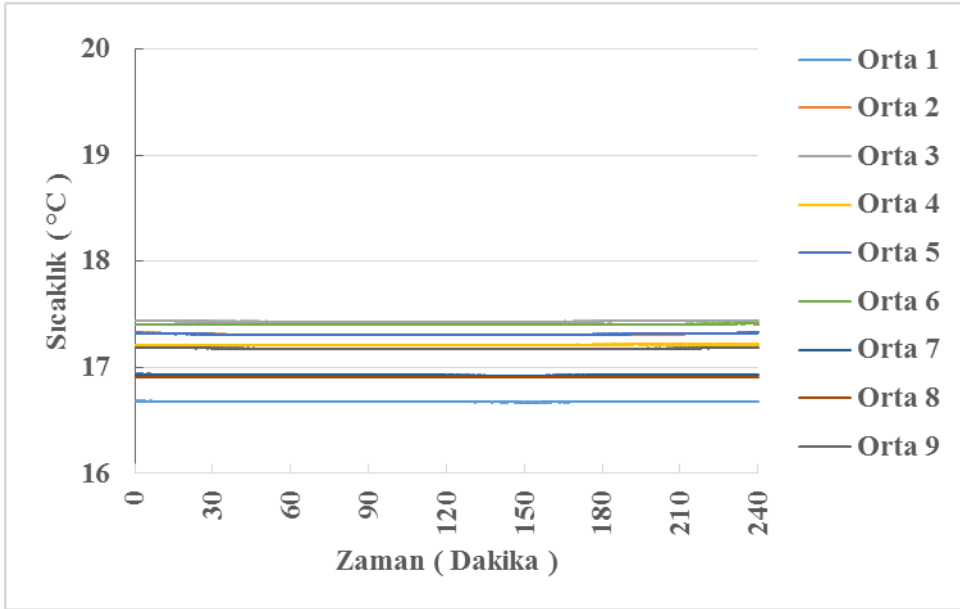


Şekil 4.4. 18 °C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.4'te sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-9 numaralı sensörden 16,86 °C ve maksimum sıcaklık Alt-6 numaralı sensörden 19,47 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 18,62 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,49 olarak tespit edilmiştir.

18°C ve %40 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının orta katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.5 ve 4.6'da verilmiştir.

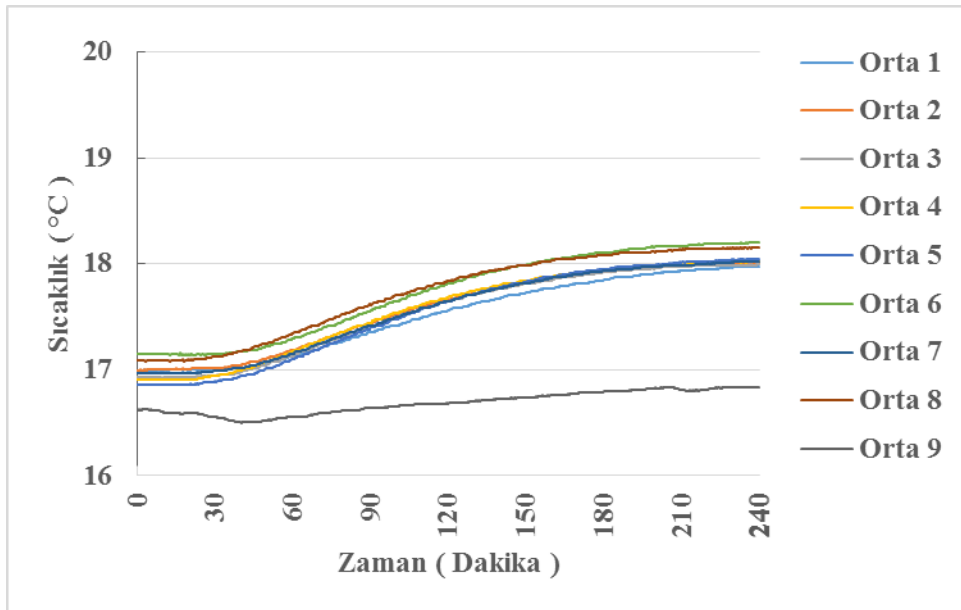
Şekil 4.5'te elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 16,66 °C ve maksimum sıcaklık Orta-3 numaralı sensörden 17,44 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 17,15 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,26 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. 18°C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.6'da sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-9 numaralı sensörden 16,50 °C ve maksimum sıcaklık Orta-6 numaralı sensörden 18,20 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması

17,49 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,31 olarak tespit edilmiştir.



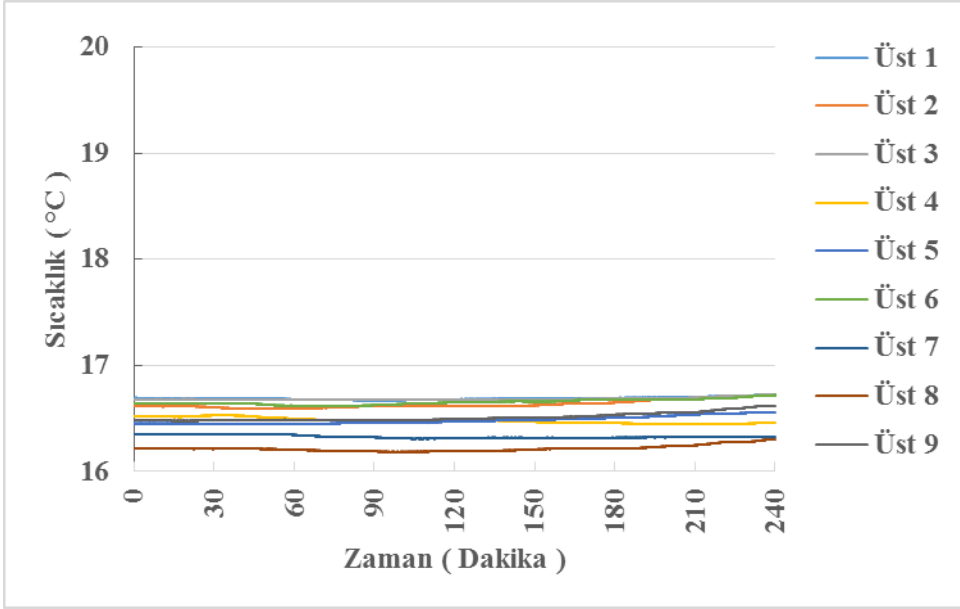
Şekil 4.6. 18 °C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri

18 °C ve %40 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının üst katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.

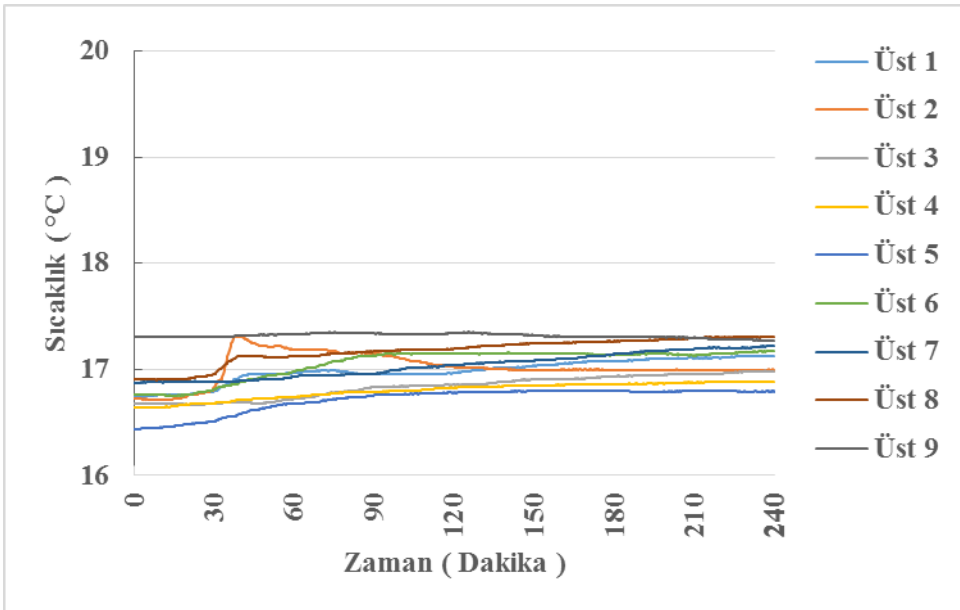
Şekil 4.7'de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-8 numaralı sensörden 16,18 °C ve maksimum sıcaklık Üst-1 numaralı sensörden 17,92 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 16,52 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,17 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.8'de sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-5 numaralı sensörden 16,43 °C ve maksimum sıcaklık Üst-9 numaralı sensörden 17,35 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 16,99 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,19 olarak tespit edilmiştir.





ekil 4.7. 18 °C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri



Şekil 4.8. 18 °C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri

Grafiklerde görüldüğü üzere elektrikli alttan ısıtma sisteminde sensörlerin ölçtüğü sıcaklık değerleri ayarlanan sıcaklık değerinin altında kalmıştır. Ayrıca ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanmalar göstermektedir. Katmanlar arasındaki sıcaklık değerleri arasında da fark vardır.

Sulu ısıtma sisteminde ise ayarlanan sıcaklık değerinin üstünde bir sıcaklık değeri göstermiştir. Ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanma sayısı azdır. Bunun nedeni laboratuvar ortam sıcaklık değeri ayarlanan köklendirme ortam sıcaklık değerinden daha yüksek olmasıdır. Ayrıca katmanlar arası sıcaklık değerleri arasındaki fark elektrikli alttan ısıtma sistemine göre daha azdır.

Elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerindeki sensörler tarafından ölçülen sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla t-testi (independent sample t-testi) yapılmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1.18 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde t-testi analizi

Sensör	Isıtma Sistemi	N	ort	ss	sd	T	p
Alt 1	Elektrikli	14400	17,801	,1946	28798	-40,513	,000**
	Sulu	14400	18,665	,5380			
Alt 2	Elektrikli	14400	18,435	,2322	28798	-13,666	,000**
	Sulu	14400	18,737	,5455			
Alt 3	Elektrikli	14400	18,550	,2472	28798	-9,587	,000**
	Sulu	14400	18,773	,5727			
Alt 4	Elektrikli	14400	17,897	,2081	28798	-34,824	,000**
	Sulu	14400	18,662	,5521			
Alt 5	Elektrikli	14400	18,421	,2254	28798	-13,276	,000**
	Sulu	14400	18,713	,5448			
Alt 6	Elektrikli	14400	18,252	,2199	28798	-34,897	,000**
	Sulu	14400	19,040	,5642			
Alt 7	Elektrikli	14400	17,926	,1952	28798	-43,312	,000**
	Sulu	14400	18,889	,5638			
Alt 8	Elektrikli	14400	17,991	,2046	28798	-35,048	,000**
	Sulu	14400	18,731	,5284			
Alt 9	Elektrikli	14400	17,678	,1539	28798	24,638	,000**
	Sulu	14400	17,341	,3327			
Orta 1	Elektrikli	14400	16,710	,0009	28798	-59,837	,000**

	Sulu	14400	17,504	,3559			
<b>Orta 2</b>	Elektrikli	14400	17,254	,0048	28798	-22,666	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,566	,3703			
<b>Orta 3</b>	Elektrikli	14400	16,914	,0098	28798	-42,441	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,537	,3940			
<b>Orta 4</b>	Elektrikli	14400	17,122	,0079	28798	-29,197	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,561	,4037			
<b>Orta 5</b>	Elektrikli	14400	17,179	,0174	28798	-21,967	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,533	,4318			
<b>Orta 6</b>	Elektrikli	14400	17,078	,0069	28798	-43,421	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,719	,3961			
<b>Orta 7</b>	Elektrikli	14400	16,942	,0060	28798	-42,495	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,554	,3868			
<b>Orta 8</b>	Elektrikli	14400	16,874	,0133	28798	-58,401	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,717	,3870			
<b>Orta 9</b>	Elektrikli	14400	17,002	,0111	28798	81,045	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	16,686	,1039			
<b>Üst 1</b>	Elektrikli	14400	17,150	,0009	28798	40,809	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	16,986	,1077			
<b>Üst 2</b>	Elektrikli	14400	17,045	,0050	28798	5,092	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,019	,1394			
<b>Üst 3</b>	Elektrikli	14400	16,731	,0073	28798	-25,813	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	16,835	,1076			
<b>Üst 4</b>	Elektrikli	14400	16,994	,0060	28798	69,616	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	16,798	,0754			
<b>Üst 5</b>	Elektrikli	14400	17,040	,0000	28798	75,680	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	16,717	,1146			
<b>Üst 6</b>	Elektrikli	14400	16,869	,0178	28798	-36,335	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,060	,1397			
<b>Üst 7</b>	Elektrikli	14400	16,956	,0097	28798	-18,006	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,034	,1160			
<b>Üst 8</b>	Elektrikli	14400	16,903	,0047	28798	-60,930	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,173	,1186			
<b>Üst 9</b>	Elektrikli	14400	17,040	,0000	28798	-385,070	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,316	,0192			

\* .05 düzeyinde, \*\* .01 düzeyinde anlamlılık göstermektedir

Çizelge 4.1 incelendiğinde tüm sensörler için elektrikli ve sulu ısıtma sistemleri tarafından ölçülen sıcaklık değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir  $p<.01$ . Elde edilen sonuçlara göre iki sistem arasındaki farklılık anlamlıdır. Her bir sensöre ait iki sistem tarafından ölçülen değerlere bakıldığında tüm sensörler için elektrikli sistemin ortalama sıcaklık değeri sulu sistemin ortalama sıcaklık değerinden daha düşüktür. Çalışmada, her iki ısıtma sisteminde

27 adet sensörün tamamı için ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2.18 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri

Sensör	n	Elektrikli		Sulu	
		ort	ss	ort	ss
<b>Alt 1</b>	14400	17,5855	,01532	17,6407	,26436
<b>Alt 2</b>	14400	17,7593	,01782	17,8092	,24591
<b>Alt 3</b>	14400	17,8875	,01713	17,9331	,23189
<b>Alt 4</b>	14400	17,6336	,01995	17,6867	,25627
<b>Alt 5</b>	14400	17,7652	,01801	17,8139	,24005
<b>Alt 6</b>	14400	17,7259	,01818	17,7929	,31303
<b>Alt 7</b>	14400	17,5723	,01890	17,6394	,31369
<b>Alt 8</b>	14400	17,1968	,01780	17,2748	,35469
<b>Alt 9</b>	14400	17,5262	,01302	17,5177	,08559
<b>Orta 1</b>	14400	16,6717	,00424	16,7128	,19813
<b>Orta 2</b>	14400	17,3130	,00580	17,3250	,09969
<b>Orta 3</b>	14400	17,4339	,00487	17,4387	,09101
<b>Orta 4</b>	14400	17,2120	,00400	17,2296	,11812
<b>Orta 5</b>	14400	17,3137	,00510	17,3243	,10781
<b>Orta 6</b>	14400	17,4007	,00252	17,4166	,11247
<b>Orta 7</b>	14400	16,9283	,00381	16,9595	,16159
<b>Orta 8</b>	14400	16,9058	,00494	16,9461	,19689
<b>Orta 9</b>	14400	17,1727	,00458	17,1479	,10855
<b>Üst 1</b>	14400	16,6876	,01367	16,7024	,07072
<b>Üst 2</b>	14400	16,6289	,03488	16,6491	,09674
<b>Üst 3</b>	14400	16,6821	,01233	16,6899	,04283
<b>Üst 4</b>	14400	16,4793	,02634	16,4932	,07594
<b>Üst 5</b>	14400	16,4811	,03393	16,4943	,06611
<b>Üst 6</b>	14400	16,6526	,02400	16,6736	,09688
<b>Üst 7</b>	14400	16,3247	,01623	16,3589	,15783
<b>Üst 8</b>	14400	16,2132	,02745	16,2612	,21259
<b>Üst 9</b>	14400	16,5100	,03883	16,5518	,17945

Çizelge 4.2’de görüldüğü üzere elektrikli ısıtma sisteminde bulunan 27 adet sensörün ölçmüş olduğu sıcaklık değerleri birbirinden farklıdır. Oluşan bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.3. 18 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	f	P
Elektrikli	Ölçümler arası	4210036,518	14400	4210036,518	15006284,95384	,000**
	Ölçüm	95839,744	1,840	52074,940		
	Hata	91,961	26500,203	,003		
Sulu	Ölçümler arası	4225002,687	14400	4225002,687	268686,6966764	,000**
	Ölçüm	98275,349	1,333	73725,718		
	Hata	5266,605	19193,665	,274		

Analiz sonuçlarına göre her iki ısıtma sisteminde de 27 adet sensörün ölçtüğü değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Oluşan farklılığın hangi sensörlerden kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan ikili karşılaştırma analizi sonrasında tüm sensörlerin ikili olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklı ölçümler yaptığı belirlenmiştir. Bunun yanında her bir katmanda bulunan 9 adet sensörün alt, orta ve üst katmanda ölçtükleri değerler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (Anova) yapılmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 18 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi

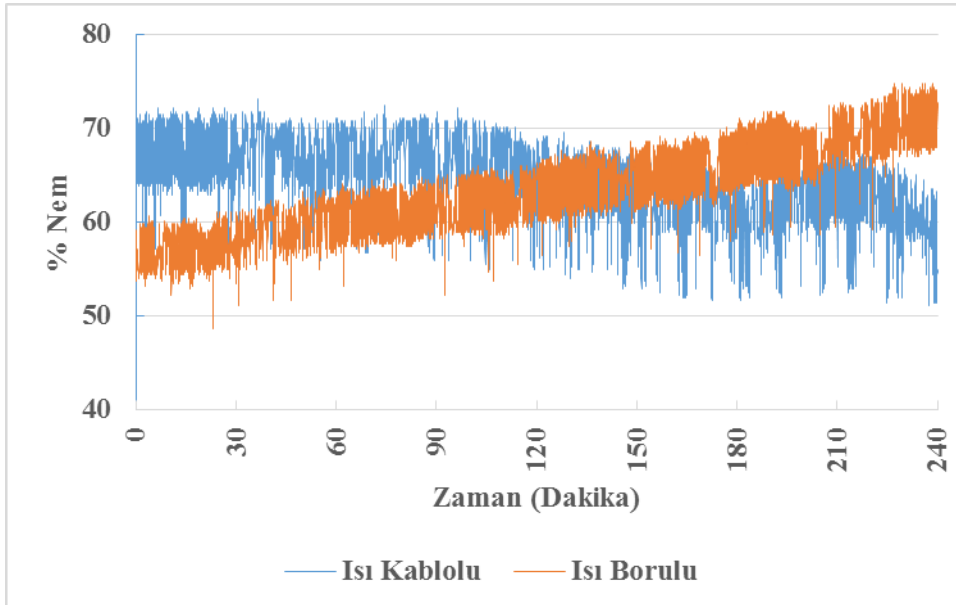
	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P
Elektrikli	Katmanlar arası	434,146	2	217,073	17194,211	,000**
	Katmanlar içi	27,232	2157	,013		
	Toplam	461,377	2159			
Sulu	Katmanlar arası	1064,677	2	532,339	3733,566	,000**
	Katmanlar içi	307,549	2157	,143		
	Toplam	1372,226	2159			

Yapılan analiz sonucunda her iki ısıtma sisteminde de tüm sensörlerin farklı katmanlarda gösterdiği sıcaklık değerleri arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur. Oluşan farklılığın hangi katmanlardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Scheffle testi sonucuna göre her bir katman için ölçülen sıcaklık değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

#### 4.2. 18°C ve %60 Nem Denemeleri

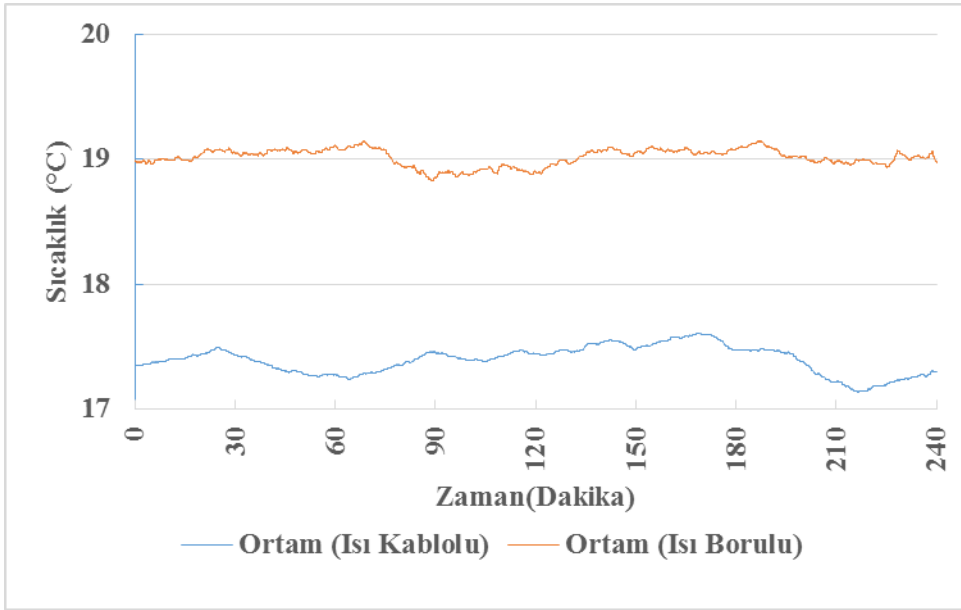
18°C ve %60 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının nem değerleri Şekil 4.9'da ve laboratuvar ortamının sıcaklık ölçümleri 4.10'da verilmiştir.

Şekil 4.9'da ısıtma kablolu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik nem içeriği verileri incelendiğinde en düşük nem içeriği %51,04, en yüksek nem içeriği %73,06 ve ortalama nem içeriği %64,54 (standart sapma = 3,92) olarak tespit edilmiştir. Isıtma borulu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik veriler incelendiğinde en düşük nem içeriği %48,69 en yüksek nem içeriği %74,68 ve ortalama nem içeriği %63,40 (standart sapma = 4,52) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.9. 18°C ve %60 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri

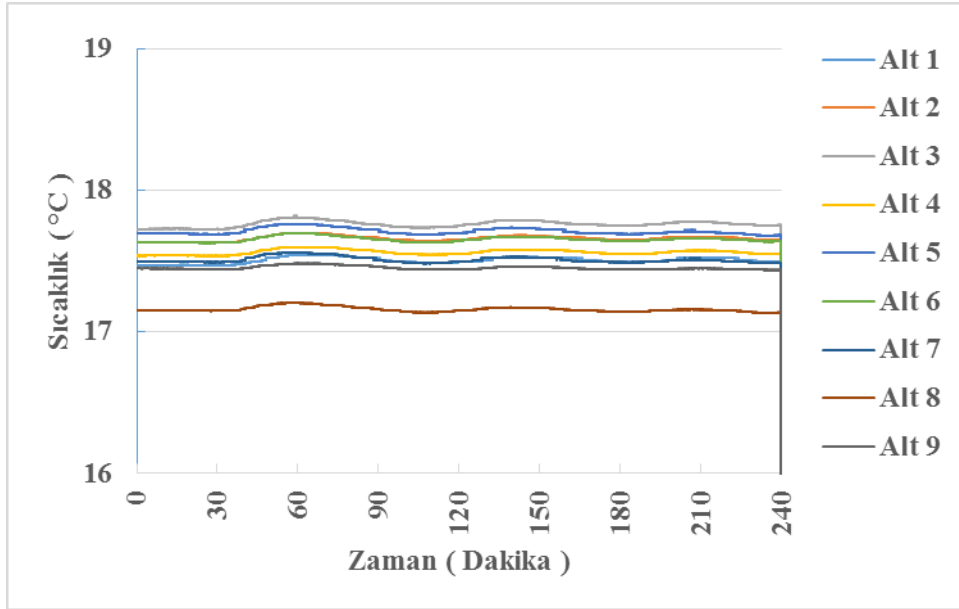
Şekil 4.10'de elektrikli alttan ısıtma masasında denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 17,14 °C, en yüksek sıcaklık değeri 17,61 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 17,39°C.(standart sapma = 0,11) olarak tespit edilmiştir. Sulu alttan ısıtma masasında yapılan denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 18,83 °C, en yüksek sıcaklık değeri 19,14 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 19,01 °C (standart sapma = 0,07) olarak tespit edilmiştir.



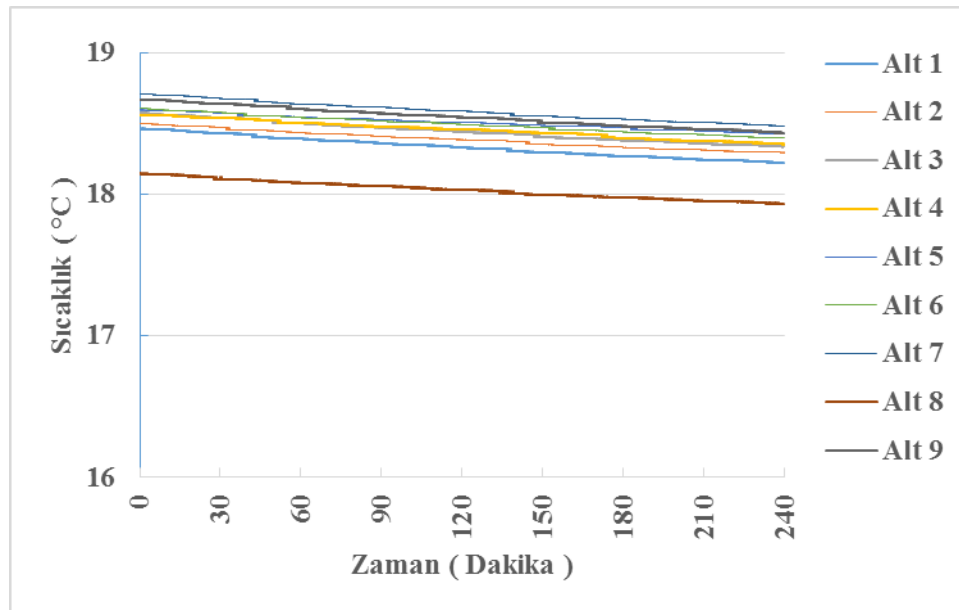
Şekil 4.10. 18 °C ve %60 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri

18°C ve %60 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının alt katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.11 ve 4.12'de verilmiştir

Şekil 4.11'te elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-8 numaralı sensörden 17,13 °C ve maksimum sıcaklık Alt-3 numaralı sensörden 17,82 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 17,55 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,18 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.11. 18 °C ve %60 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri



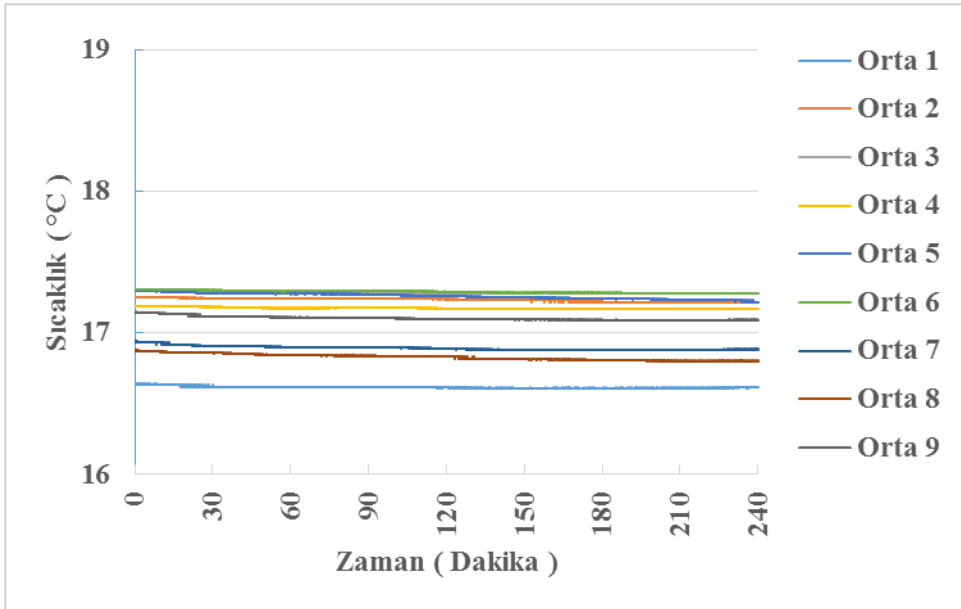
Şekil 4.12. 18 °C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri



Şekil 4.12.'de sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-8 numaralı sensörden 17,93 °C ve maksimum sıcaklık Alt-7 numaralı sensörden 18,71 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 18,42 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,17 olarak tespit edilmiştir.

18°C ve %60 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının orta katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.13 ve 4.14'da verilmiştir.

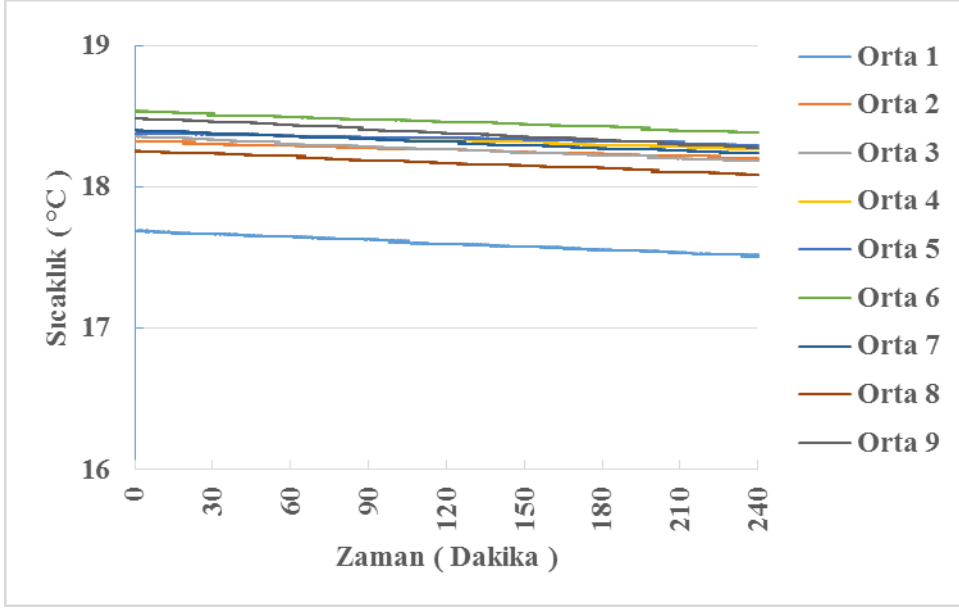
Şekil 4.13.'de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 16,61 °C ve maksimum sıcaklık Orta-3 numaralı sensörden 17,31 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 17,08 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,24 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. 18°C ve %60 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.14.'te sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 17,51°C ve maksimum sıcaklık Orta-6 numaralı sensörden 18,54 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması

18,24 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,25 olarak tespit edilmiştir.

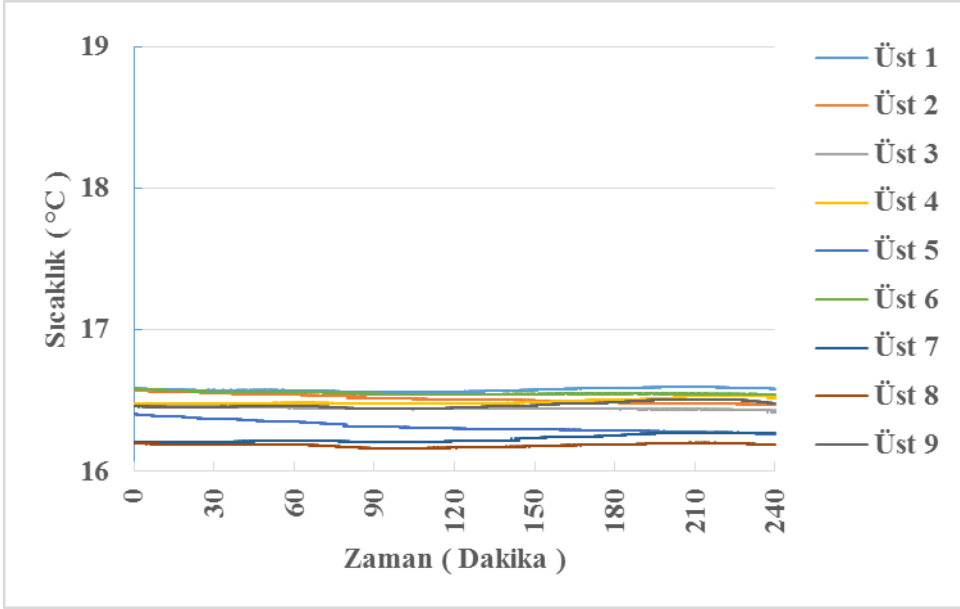


Şekil 4.14. 18 °C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri

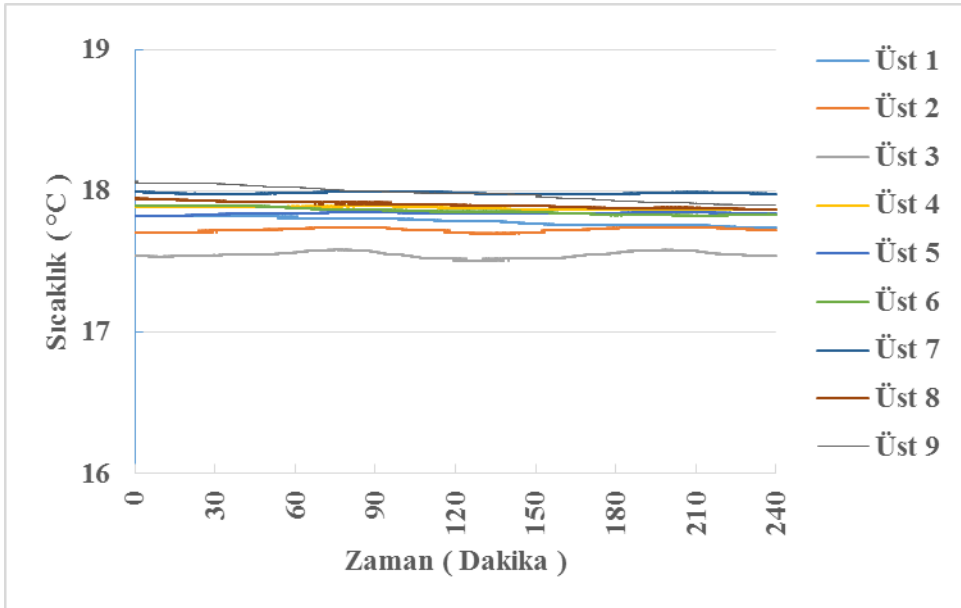
18°C ve %60 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının üst katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.15 ve 4.16'da verilmiştir.

Şekil 4.15'te elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-8 numaralı sensörden 16,16 °C ve maksimum sıcaklık Üst-1 numaralı sensörden 17,60 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 16,42 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,14 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.16.'da sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-3 numaralı sensörden 17,51°C ve maksimum sıcaklık Üst-9 numaralı sensörden 18,07 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 17,84 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,14 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.15. 18 °C ve %60 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri



Şekil 4.16. 18°C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri

Grafiklerde görüldüğü üzere elektrikli alttan ısıtma sisteminde sensörlerin ölçtüğü sıcaklık değerleri ayarlanan sıcaklık değerinin altında kalmıştır. Ayrıca ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanmalar göstermektedir. Katmanlar arasındaki sıcaklık değerleri arasında da fark vardır.

Sulu ısıtma sisteminde ise ayarlanan sıcaklık değerinin üstünde bir sıcaklık değeri göstermiştir. Ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanma sayısı azdır. Bunun nedeni laboratuvar ortam sıcaklık değeri ayarlanan köklendirme ortam sıcaklık değerinden daha yüksek olmasıdır. Ayrıca katmanlar arası sıcaklık değerleri arasındaki fark elektrikli alttan ısıtma sistemine göre daha azdır.

Elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerindeki sensörler tarafından ölçülen sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla t-testi (independent sample t-testi) yapılmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. 18 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde t-testi analizi

Sensör	Isıtma Sistemi	n	ort	ss	sd	T	p
Alt 1	Elektrikli	14400	17,506	,0205	28798	-1344,724	,000**
	Sulu	14400	18,335	,0711			
Alt 2	Elektrikli	14400	17,660	,0202	28798	-1376,641	,000**
	Sulu	14400	18,389	,0602			
Alt 3	Elektrikli	14400	17,762	,0252	28798	-1114,107	,000**
	Sulu	14400	18,447	,0695			
Alt 4	Elektrikli	14400	17,564	,0191	28798	-1692,381	,000**
	Sulu	14400	18,459	,0605			
Alt 5	Elektrikli	14400	17,712	,0206	28798	-1845,507	,000**
	Sulu	14400	18,511	,0477			
Alt 6	Elektrikli	14400	17,653	,0199	28798	-1601,011	,000**
	Sulu	14400	18,497	,0601			
Alt 7	Elektrikli	14400	17,511	,0194	28798	-1886,284	,000**
	Sulu	14400	18,590	,0658			
Alt 8	Elektrikli	14400	17,158	,0198	28798	-1618,626	,000**
	Sulu	14400	18,033	,0618			
Alt 9	Elektrikli	14400	17,451	,0141	28798	-1875,593	,000**
	Sulu	14400	18,549	,0688			
Orta 1	Elektrikli	14400	16,617	,0066	28798	-2251,229	,000**
	Sulu	14400	17,601	,0520			

<b>Orta 2</b>	Elektrikli	14400	17,233	,0097	28798	-3407,696	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,265	,0350			
<b>Orta 3</b>	Elektrikli	14400	17,284	,0065	28798	-2369,425	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,269	,0495			
<b>Orta 4</b>	Elektrikli	14400	17,176	,0071	28798	-3904,566	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,333	,0349			
<b>Orta 5</b>	Elektrikli	14400	17,260	,0216	28798	-4039,029	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,344	,0239			
<b>Orta 6</b>	Elektrikli	14400	17,293	,0101	28798	-3192,233	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,463	,0428			
<b>Orta 7</b>	Elektrikli	14400	16,894	,0149	28798	-3333,627	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,320	,0491			
<b>Orta 8</b>	Elektrikli	14400	16,829	,0198	28798	-3126,939	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,173	,0476			
<b>Orta 9</b>	Elektrikli	14400	17,105	,0139	28798	-2462,839	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,386	,0608			
<b>Üst 1</b>	Elektrikli	14400	16,577	,0133	28798	-4744,747	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,788	,0276			
<b>Üst 2</b>	Elektrikli	14400	16,514	,0279	28798	-4761,564	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,725	,0124			
<b>Üst 3</b>	Elektrikli	14400	16,443	,0087	28798	-5471,264	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,548	,0226			
<b>Üst 4</b>	Elektrikli	14400	16,494	,0190	28798	-7619,806	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,882	,0108			
<b>Üst 5</b>	Elektrikli	14400	16,318	,0377	28798	-4731,729	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,840	,0082			
<b>Üst 6</b>	Elektrikli	14400	16,550	,0110	28798	-5392,067	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,859	,0270			
<b>Üst 7</b>	Elektrikli	14400	16,231	,0231	28798	-8658,105	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,988	,0076			
<b>Üst 8</b>	Elektrikli	14400	16,184	,0130	28798	-8555,515	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,905	,0203			
<b>Üst 9</b>	Elektrikli	14400	16,468	,0238	28798	-3181,473	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,981	,0519			

\* .05 düzeyinde, \*\* .01 düzeyinde anlamlılık göstermektedir

Çizelge 4.5 incelendiğinde tüm sensörler için elektrikli ve sulu ısıtma sistemleri tarafından ölçülen sıcaklık değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir  $p < .01$ . Elde edilen sonuçlara göre iki sistem arasındaki farklılık anlamlıdır. Her bir sensöre ait iki sistem tarafından ölçülen değerlere bakıldığında tüm sensörler için elektrikli sistemin ortalama sıcaklık değeri sulu sistemin ortalama sıcaklık değerinden daha düşüktür. Çalışmada, her iki ısıtma sisteminde 27 adet sensörün tamamı için ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.6'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. 18 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri

Sensör	n	Elektrikli		Sulu	
		ort	ss	ort	ss
<b>Alt 1</b>	14400	17,5058	,02050	18,3354	,07114
<b>Alt 2</b>	14400	17,6605	,02016	18,3891	,06023
<b>Alt 3</b>	14400	17,7615	,02517	18,4474	,06946
<b>Alt 4</b>	14400	17,5637	,01910	18,4589	,06053
<b>Alt 5</b>	14400	17,7117	,02062	18,5105	,04767
<b>Alt 6</b>	14400	17,6530	,01989	18,4970	,06006
<b>Alt 7</b>	14400	17,5112	,01944	18,5896	,06580
<b>Alt 8</b>	14400	17,1583	,01983	18,0334	,06178
<b>Alt 9</b>	14400	17,4509	,01413	18,5487	,06881
<b>Orta 1</b>	14400	16,6172	,00661	17,6012	,05203
<b>Orta 2</b>	14400	17,2332	,00974	18,2646	,03499
<b>Orta 3</b>	14400	17,2836	,00651	18,2686	,04946
<b>Orta 4</b>	14400	17,1757	,00705	18,3331	,03486
<b>Orta 5</b>	14400	17,2596	,02164	18,3443	,02388
<b>Orta 6</b>	14400	17,2932	,01011	18,4626	,04278
<b>Orta 7</b>	14400	16,8941	,01494	18,3198	,04910
<b>Orta 8</b>	14400	16,8287	,01977	18,1728	,04764
<b>Orta 9</b>	14400	17,1053	,01388	18,3860	,06084
<b>Üst 1</b>	14400	16,5769	,01331	17,7878	,02758
<b>Üst 2</b>	14400	16,5142	,02789	17,7245	,01236
<b>Üst 3</b>	14400	16,4430	,00872	17,5483	,02262
<b>Üst 4</b>	14400	16,4941	,01900	17,8822	,01081
<b>Üst 5</b>	14400	16,3176	,03774	17,8404	,00818
<b>Üst 6</b>	14400	16,5505	,01100	17,8594	,02697
<b>Üst 7</b>	14400	16,2314	,02313	17,9882	,00761
<b>Üst 8</b>	14400	16,1841	,01303	17,9045	,02031
<b>Üst 9</b>	14400	16,4680	,02384	17,9813	,05186

Çizelge 4.6’de görüldüğü üzere elektrikli ısıtma sisteminde bulunan 27 adet sensörün ölçmüş olduğu sıcaklık değerleri birbirinden farklıdır. Oluşan bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. 18 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	f	P
<b>Elektrikli</b>	Ölçümler arası	4169705,072	14400	4169705,072	12285898,426	,000
	Ölçüm	96632,482	2,083	46386,445		
	Hata	113,253	29996,071	,004		
<b>Sulu</b>	Ölçümler arası	4752007,648	14400	4752007,648	2205334,845	,000
	Ölçüm	36120,726	1,110	32545,199		
	Hata	235,838	15980,924	,015		

Analiz sonuçlarına göre her iki ısıtma sisteminde de 27 adet sensörün ölçtüğü değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Oluşan farklılığın hangi sensörlerden kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan ikili karşılaştırma analizi sonrasında tüm sensörlerin ikili olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklı ölçümler yaptığı belirlenmiştir. Bunun yanında her bir katmanda bulunan 9 adet sensörün alt, orta ve üst katmanda ölçtükleri değerler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (Anova) yapılmıştır (Çizelge 4.8).

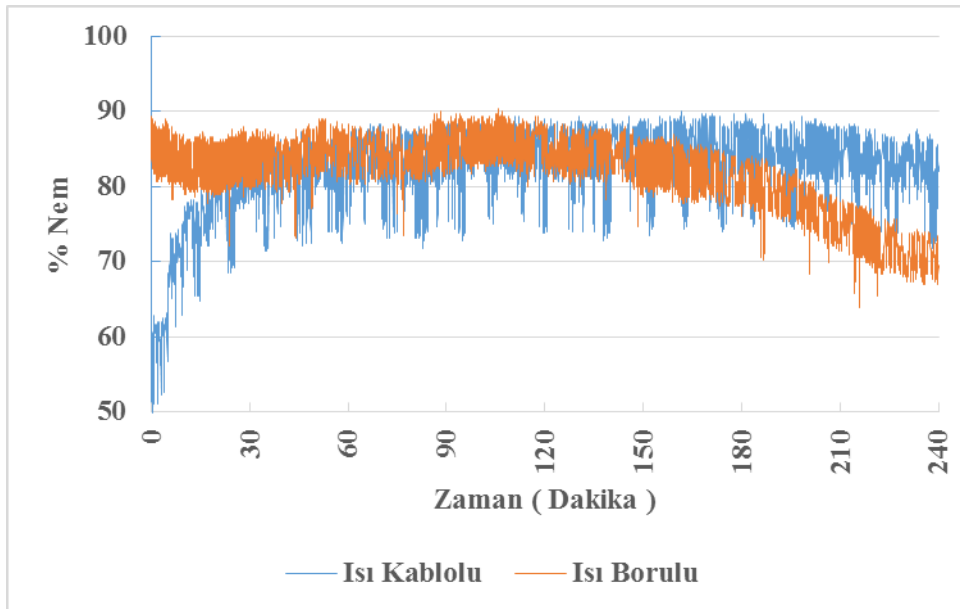
Yapılan analiz sonucunda her iki ısıtma sisteminde de tüm sensörlerin farklı katmanlarda gösterdiği sıcaklık değerleri arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur. Oluşan farklılığın hangi katmanlardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Scheffle testi sonucuna göre her bir katman için ölçülen sıcaklık değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.8 18 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P
Elektrikli	Katmanlar arası	7938,995	14400	3969,498	18574660,894	,000
	Katmanlar içi	9,231	43197	,000		
	Toplam	7948,227	43199			
Sulu	Katmanlar arası	4193,479	14400	2096,740	737533,432	,000
	Katmanlar içi	122,805	43197	,003		
	Toplam	4316,284	43199			

### 4.3. 18°C ve %80 Nem Denemeleri

18°C ve %80 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının nem değerleri Şekil 4.17.'de ve laboratuvar ortamının sıcaklık ölçümleri 4.18'de verilmiştir.



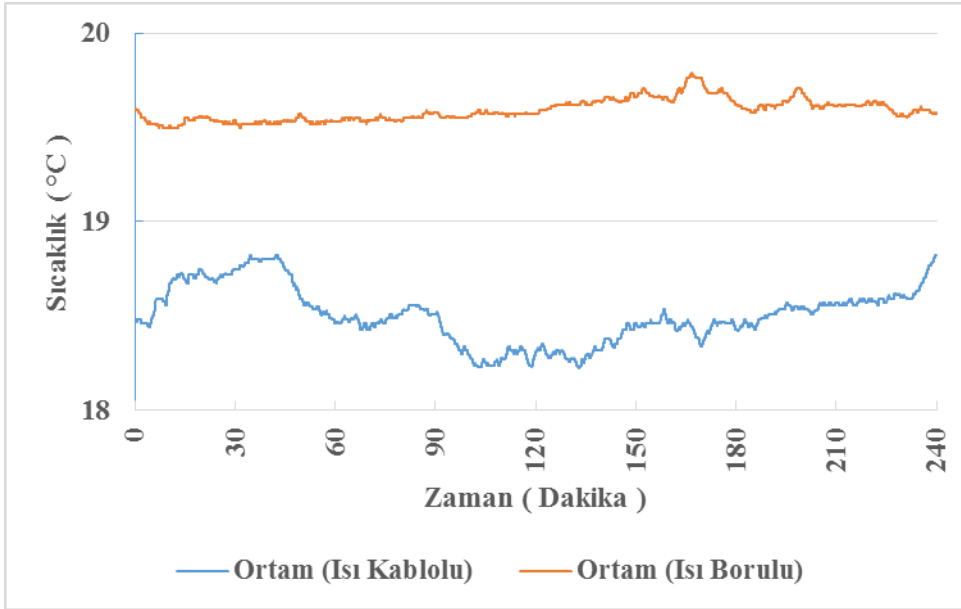
Şekil 4.17. 18 °C ve %80 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri

Şekil 4.17'de ısıtma kablolu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik nem içeriği verileri incelendiğinde en düşük nem içeriği %49,86, en yüksek nem içeriği



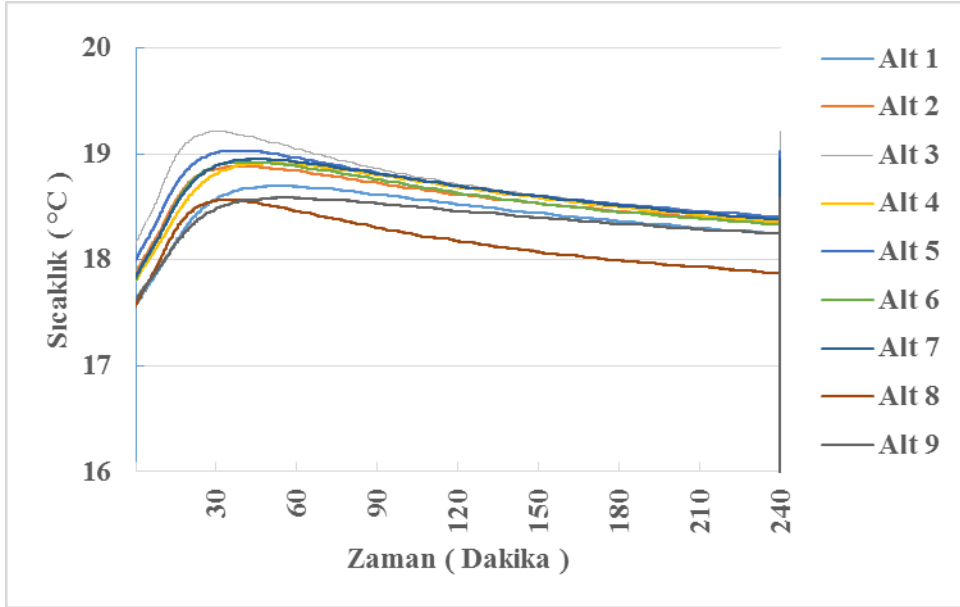
%90,09 ve ortalama nem içeriği %82,33.(standart sapma = 5,46.) olarak tespit edilmiştir. Isıtma borulu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik veriler incelendiğinde en düşük nem içeriği %63,83, en yüksek nem içeriği % 90,44 ve ortalama nem içeriği %81,99 .(standart sapma = 4,86.) olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.18’de elektrikli alttan ısıtma masasında denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 18,22 °C, en yüksek sıcaklık değeri 18,82 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 18,51 °C (standart sapma = 0,15.) olarak tespit edilmiştir. Sulu alttan ısıtma masasında yapılan denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 19,50 °C, en yüksek sıcaklık değeri 19,79 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 19,59 °C (standart sapma = 0,06.) olarak tespit edilmiştir.

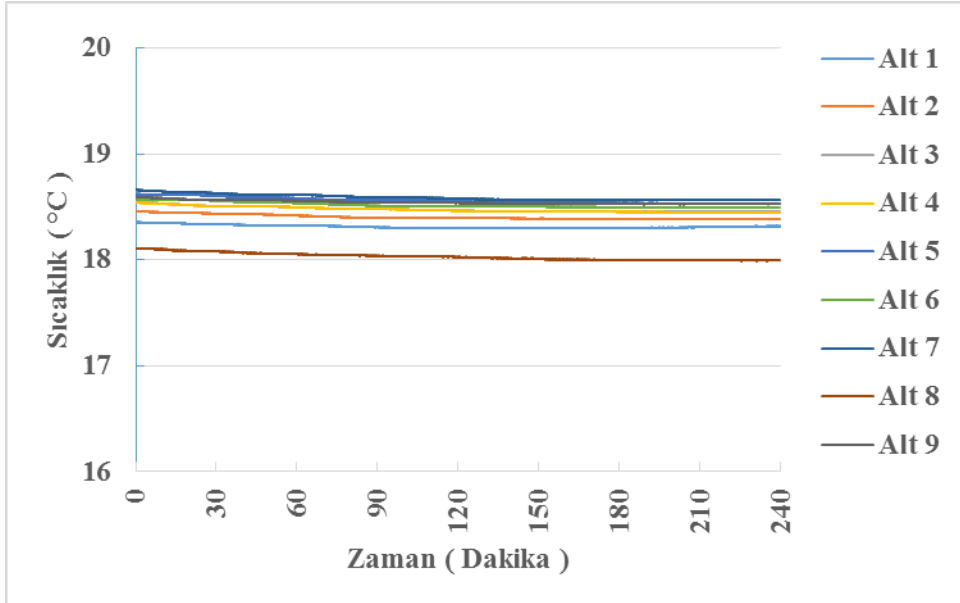


Şekil 4.18. 18 °C ve %80 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri

18 °C ve %80 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının alt katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.19 ve 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.19. 18 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri

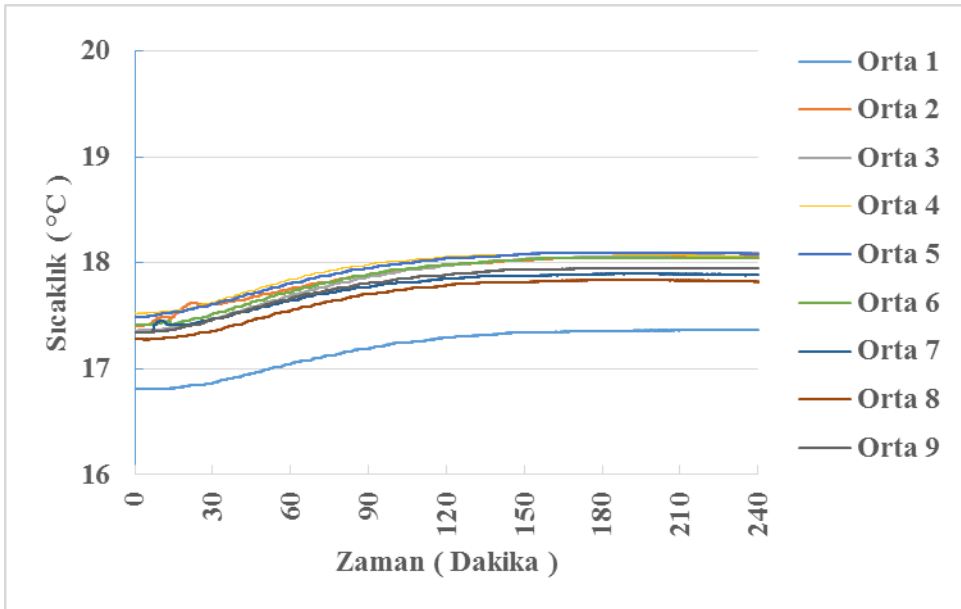


Şekil 4.20. 18 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri

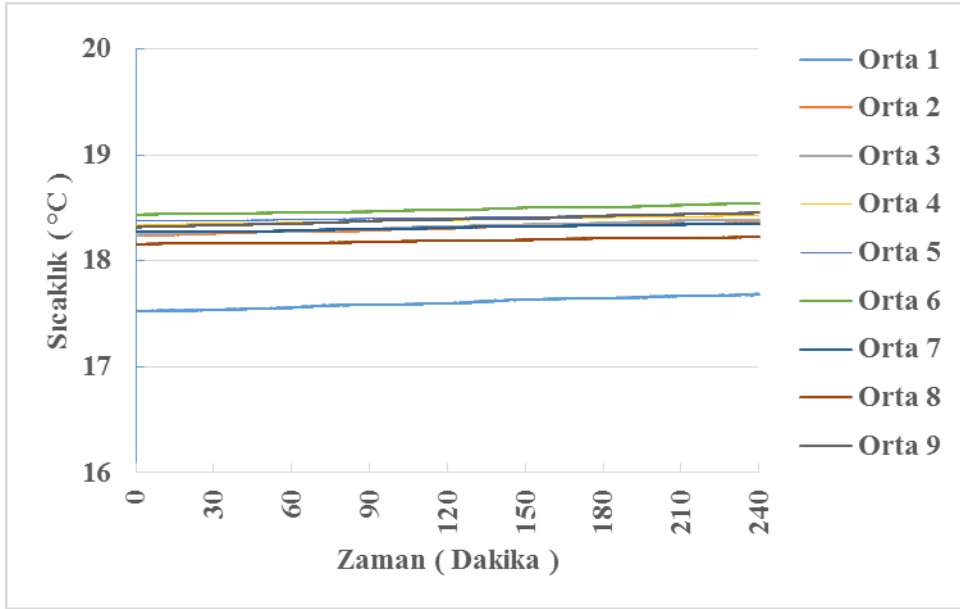
Şekil 4.19'da elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-1-8 numaralı sensörden 17,56 °C ve maksimum sıcaklık Alt-3 numaralı sensörden 19,21 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 18,54 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,18 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.20.'de sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-8 numaralı sensörden 17,99°C ve maksimum sıcaklık Alt-7 numaralı sensörden 18,66 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 18,43 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,17 olarak tespit edilmiştir.

18 °C ve %80 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının orta katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.21 ve 4.22'de verilmiştir.



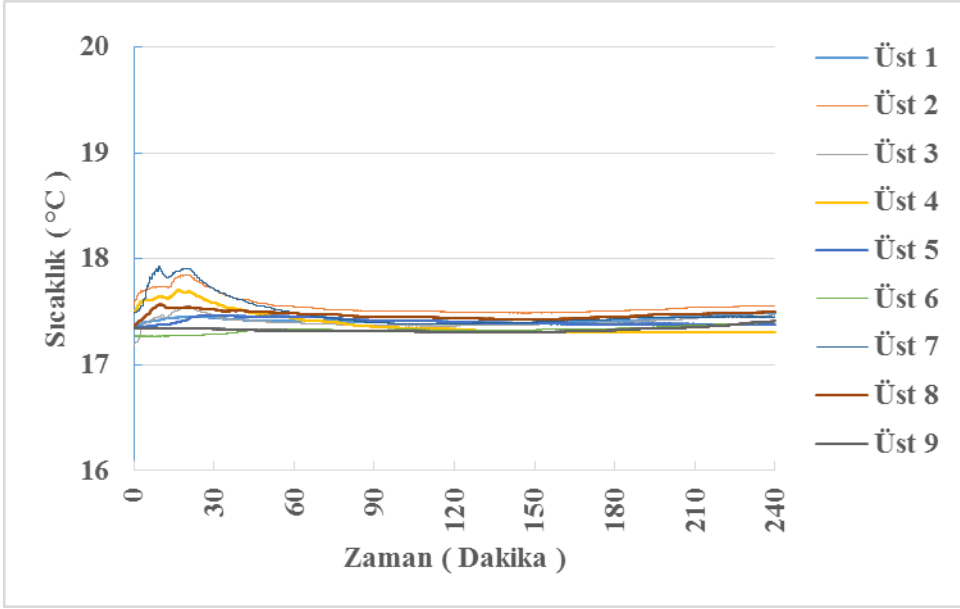
Şekil 4.21. 18 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri



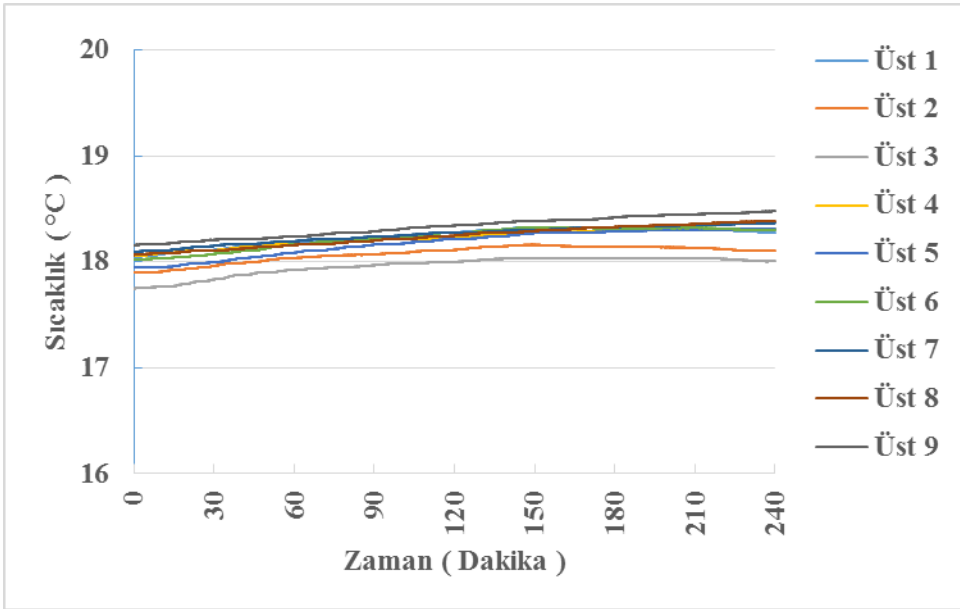
Şekil 4.22. 18 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.21’de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 16,81 °C ve maksimum sıcaklık Orta-3 numaralı sensörden 18,09 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 17,77 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,23 olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.22.’de sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 17,52°C ve maksimum sıcaklık Orta-6 numaralı sensörden 18,54 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 18,27 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,26 olarak tespit edilmiştir.

18 °C ve %80 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının üst katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.23 ve 4.24’te verilmiştir.



Şekil 4.23. 18 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri



Şekil 4.24. 18 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.23.'te elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-3 numaralı sensörden 17,18 °C ve maksimum sıcaklık Üst-7 numaralı sensörden 17,93 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 16,42 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,07 olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.24.'te sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-3 numaralı sensörden 17,74°C ve maksimum sıcaklık Üst-9 numaralı sensörden 18,48 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 18,19 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,11 olarak tespit edilmiştir.

Grafiklerden görüldüğü üzere elektrikli alttan ısıtma sisteminde sensörlerden sıcaklık değerleri ayarlanan sıcaklık değerlerinin üstünde fazla dalgalanma olmamıştır. Ayrıca katmanlar arasındaki sıcaklık değerleri arasında farklılık vardır.

Sulu ısıtma sisteminde ölçülen sıcaklık değeri ayarlanan sıcaklık değerine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Ayrıca katmanlar arasındaki sıcaklık dağılımı daha azdır.

Elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerindeki sensörler tarafından ölçülen sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla t-testi (independent sample t-testi) yapılmıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. 18 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde t-testi analizi

Sensör	Isıtma Sistemi	N	ort	ss	sd	T	p
Alt 1	Elektrikli	14400	18,441	,2105	28798	73,049	,000**
	Sulu	14400	18,312	,0154			
Alt 2	Elektrikli	14400	18,585	,1981	28798	110,865	,000**
	Sulu	14400	18,401	,0235			
Alt 3	Elektrikli	14400	18,735	,2593	28798	118,303	,000**
	Sulu	14400	18,478	,0235			
Alt 4	Elektrikli	14400	18,611	,2214	28798	72,999	,000**
	Sulu	14400	18,476	,0251			
Alt 5	Elektrikli	14400	18,677	,2179	28798	64,098	,000**
	Sulu	14400	18,559	,0286			
Alt 6	Elektrikli	14400	18,593	,2221	28798	42,047	,000**

	Sulu	14400	18,514	,0256			
<b>Alt 7</b>	Elektrikli	14400	18,638	,2199	28798	27,161	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,588	,0294			
<b>Alt 8</b>	Elektrikli	14400	18,170	,2286	28798	72,402	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,031	,0314			
<b>Alt 9</b>	Elektrikli	14400	18,389	,1734	28798	-105,875	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,543	,0169			
<b>Orta 1</b>	Elektrikli	14400	17,193	,1955	28798	-243,535	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,603	,0502			
<b>Orta 2</b>	Elektrikli	14400	17,888	,1910	28798	-256,494	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,304	,0367			
<b>Orta 3</b>	Elektrikli	14400	17,861	,2405	28798	-225,342	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,320	,0422			
<b>Orta 4</b>	Elektrikli	14400	17,942	,1860	28798	-281,946	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,383	,0276			
<b>Orta 5</b>	Elektrikli	14400	17,931	,1975	28798	-288,272	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,409	,0238			
<b>Orta 6</b>	Elektrikli	14400	17,871	,2148	28798	-338,713	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,484	,0315			
<b>Orta 7</b>	Elektrikli	14400	17,755	,1736	28798	-379,335	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,310	,0263			
<b>Orta 8</b>	Elektrikli	14400	17,681	,1923	28798	-314,740	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,189	,0231			
<b>Orta 9</b>	Elektrikli	14400	17,787	,2002	28798	-352,362	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,386	,0404			
<b>Üst 1</b>	Elektrikli	14400	17,422	,0268	28798	-1122,754	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,237	,0829			
<b>Üst 2</b>	Elektrikli	14400	17,554	,0868	28798	-543,790	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,076	,0756			
<b>Üst 3</b>	Elektrikli	14400	17,406	,0459	28798	-689,531	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	17,962	,0852			
<b>Üst 4</b>	Elektrikli	14400	17,386	,1145	28798	-730,816	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,222	,0756			
<b>Üst 5</b>	Elektrikli	14400	17,407	,0295	28798	-758,316	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,179	,1187			
<b>Üst 6</b>	Elektrikli	14400	17,330	,0317	28798	-1038,295	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,230	,0991			
<b>Üst 7</b>	Elektrikli	14400	17,490	,1369	28798	-583,728	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,257	,0786			
<b>Üst 8</b>	Elektrikli	14400	17,470	,0335	28798	-904,735	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,239	,0964			
<b>Üst 9</b>	Elektrikli	14400	17,330	,0238	28798	-1203,780	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,330	,0968			

\* .05 düzeyinde, \*\* .01 düzeyinde anlamlılık göstermektedir

Çizelge 4.9 incelendiğinde tüm sensörler için elektrikli ve sulu ısıtma sistemleri tarafından ölçülen sıcaklık değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir  $p < .01$ . Elde edilen sonuçlara göre iki sistem arasındaki farklılık anlamlıdır. Her bir sensöre ait iki sistem tarafından ölçülen değerlere bakıldığında tüm sensörler için elektrikli sistemin ortalama sıcaklık değeri sulu sistemin ortalama sıcaklık değerinden daha düşüktür. Çalışmada, her iki ısıtma sisteminde 27 adet sensörün tamamı için ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. 18 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri

Sensör	n	Elektrikli		Sulu	
		ort	ss	ort	ss
<b>Alt 1</b>	14400	18,4405	,21048	18,3121	,01540
<b>Alt 2</b>	14400	18,5850	,19812	18,4007	,02346
<b>Alt 3</b>	14400	18,7348	,25926	18,4782	,02347
<b>Alt 4</b>	14400	18,6112	,22142	18,4756	,02509
<b>Alt 5</b>	14400	18,6766	,21789	18,5592	,02861
<b>Alt 6</b>	14400	18,5927	,22209	18,5144	,02562
<b>Alt 7</b>	14400	18,6384	,21994	18,5882	,02945
<b>Alt 8</b>	14400	18,1704	,22864	18,0312	,03139
<b>Alt 9</b>	14400	18,3894	,17339	18,5431	,01689
<b>Orta 1</b>	14400	17,1934	,19555	17,6032	,05019
<b>Orta 2</b>	14400	17,8884	,19098	18,3041	,03666
<b>Orta 3</b>	14400	17,8615	,24053	18,3201	,04219
<b>Orta 4</b>	14400	17,9417	,18596	18,3834	,02758
<b>Orta 5</b>	14400	17,9310	,19751	18,4089	,02380
<b>Orta 6</b>	14400	17,8712	,21483	18,4840	,03149
<b>Orta 7</b>	14400	17,7548	,17357	18,3097	,02625
<b>Orta 8</b>	14400	17,6808	,19230	18,1888	,02309
<b>Orta 9</b>	14400	17,7865	,20025	18,3864	,04036
<b>Üst 1</b>	14400	17,4223	,02677	18,2369	,08285
<b>Üst 2</b>	14400	17,5545	,08682	18,0762	,07561
<b>Üst 3</b>	14400	17,4056	,04591	17,9619	,08524
<b>Üst 4</b>	14400	17,3865	,11450	18,2221	,07561
<b>Üst 5</b>	14400	17,4065	,02948	18,1792	,11866
<b>Üst 6</b>	14400	17,3295	,03173	18,2296	,09906
<b>Üst 7</b>	14400	17,4895	,13690	18,2574	,07857
<b>Üst 8</b>	14400	17,4696	,03351	18,2391	,09641
<b>Üst 9</b>	14400	17,3302	,02382	18,3300	,09678



Çizelge 4.10'da görüldüğü üzere elektrikli ısıtma sisteminde bulunan 27 adet sensörün ölçmüş olduğu sıcaklık değerleri birbirinden farklıdır. Oluşan bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. 18 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	f	P
<b>Elektrikli</b>	Ölçümler arası	4618539,819	14400	4618539,819	138451,701	,000
	Ölçüm	94928,395	1,577	60178,883		
	Hata	9872,569	22713,515	,435		
<b>Sulu</b>	Ölçümler arası	4820922,795	14400	4820922,795	267563,814	
	Ölçüm	16693,288	1,102	15151,548		
	Hata	898,353	15864,165	,057		

Analiz sonuçlarına göre her iki ısıtma sisteminde de 27 adet sensörün ölçtüğü değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Oluşan farklılığın hangi sensörlerden kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan ikili karşılaştırma analizi sonrasında tüm sensörlerin ikili olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklı ölçümler yaptığı belirlenmiştir. Bunun yanında her bir katmanda bulunan 9 adet sensörün alt, orta ve üst katmanda ölçtükleri değerler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (Anova) yapılmıştır (Çizelge 4.12).

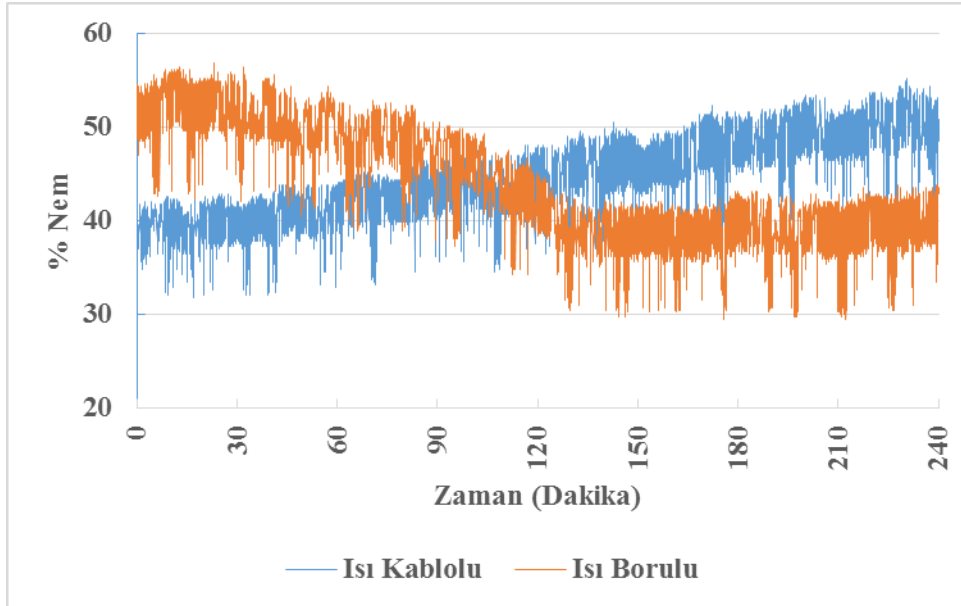
Yapılan analiz sonucunda her iki ısıtma sisteminde de tüm sensörlerin farklı katmanlarda gösterdiği sıcaklık değerleri arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur. Oluşan farklılığın hangi katmanlardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Scheffle testi sonucuna göre her bir katman için ölçülen sıcaklık değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. 18 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P
Elektrikli	Katmanlar arası	12693,951	2	6346,976	228693,401	,000
	Katmanlar içi	1198,855	43197	,028		
	Toplam	13892,806	43199			
Sulu	Katmanlar arası	4367,347	2	2183,673	680923,357	
	Katmanlar içi	138,530	43197	,003		
	Toplam	4505,876	43199			

#### 4.4. 22°C ve %40 Nem Denemeleri

22°C ve %40 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının nem değerleri Şekil 4.25.'te ve laboratuvar ortamının sıcaklık ölçümleri 4.26'da verilmiştir.

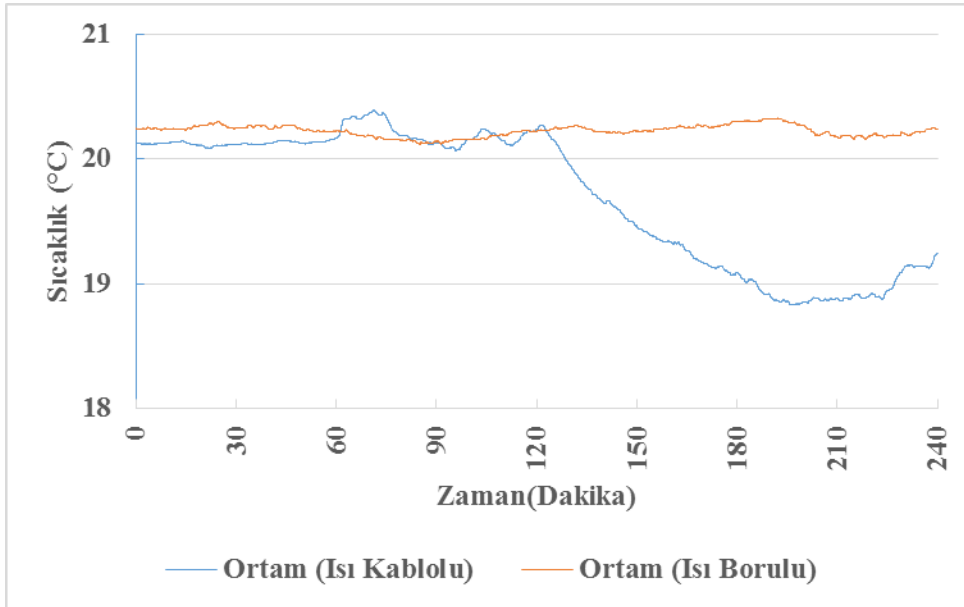


Şekil 4.25. 22 °C ve %40 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri

Şekil 4.25.'te ısıtma kablolu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik nem içeriği verileri incelendiğinde en düşük nem içeriği %31,82, en yüksek nem içeriği

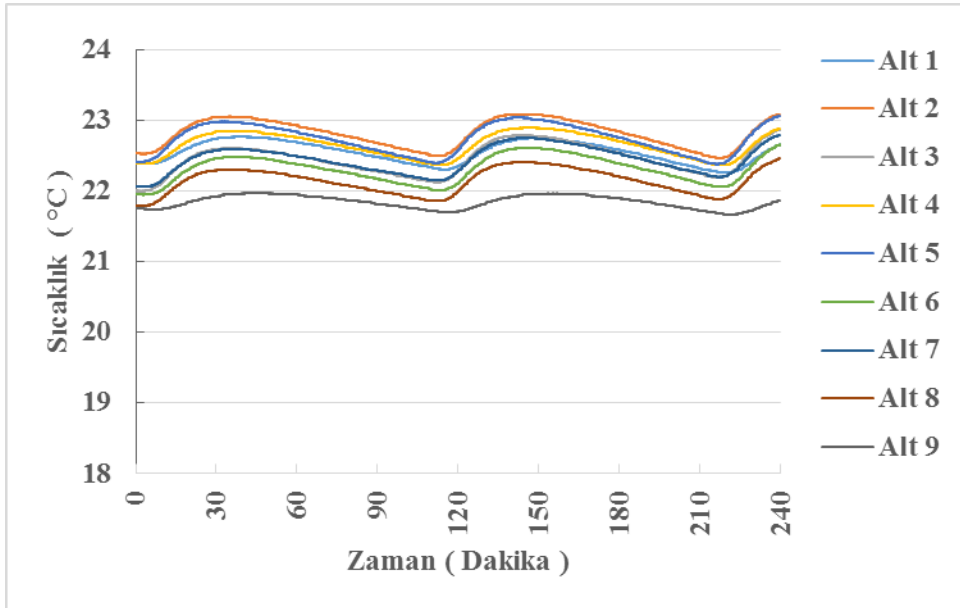
%55,23 ve ortalama nem içeriği %44,70.(standart sapma =4,20.) olarak tespit edilmiştir. Isıtma borulu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik veriler incelendiğinde en düşük nem içeriği %.29,4110, en yüksek nem içeriği %.56,7401 ve ortalama nem içeriği %.43,9408 (standart sapma = 5,9067) olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.26.'da elektrikli alttan ısıtma masasında yapılan denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 18,83 °C, en yüksek sıcaklık değeri 20,39 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 19,70 °C .(standart sapma = 4,20.) olarak tespit edilmiştir. Sulu alttan ısıtma masasında yapılan denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 20,11 °C, en yüksek sıcaklık değeri 20,33 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 20,23 °C (standart sapma = 0,05.) olarak tespit edilmiştir.

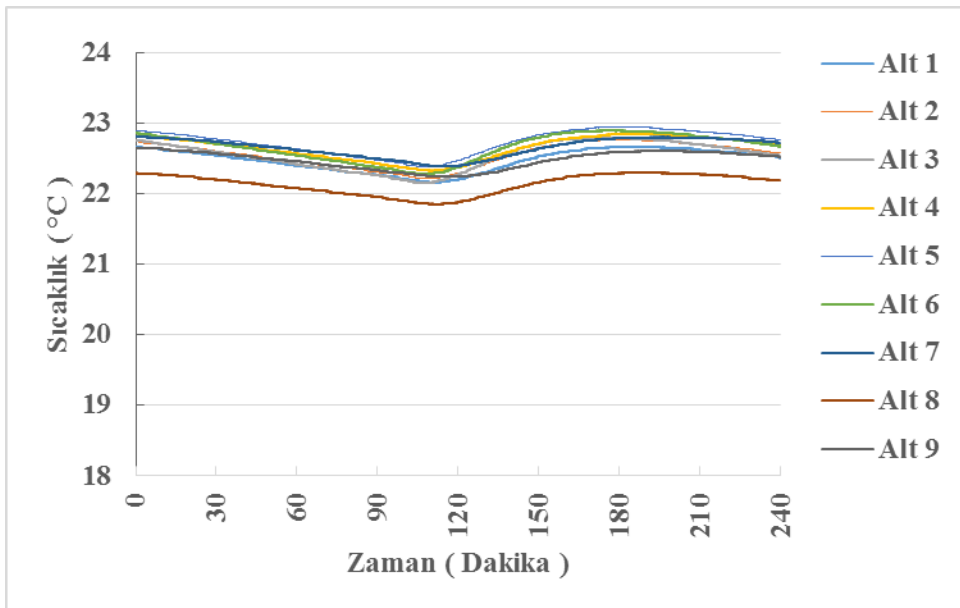


Şekil 4.26. 22 °C ve %40 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri

22 °C ve %40 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının alt katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.27 ve 4.28'de verilmiştir.



Şekil 4.27. 22 °C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sensör ölçümlerinin sıcaklık grafikleri

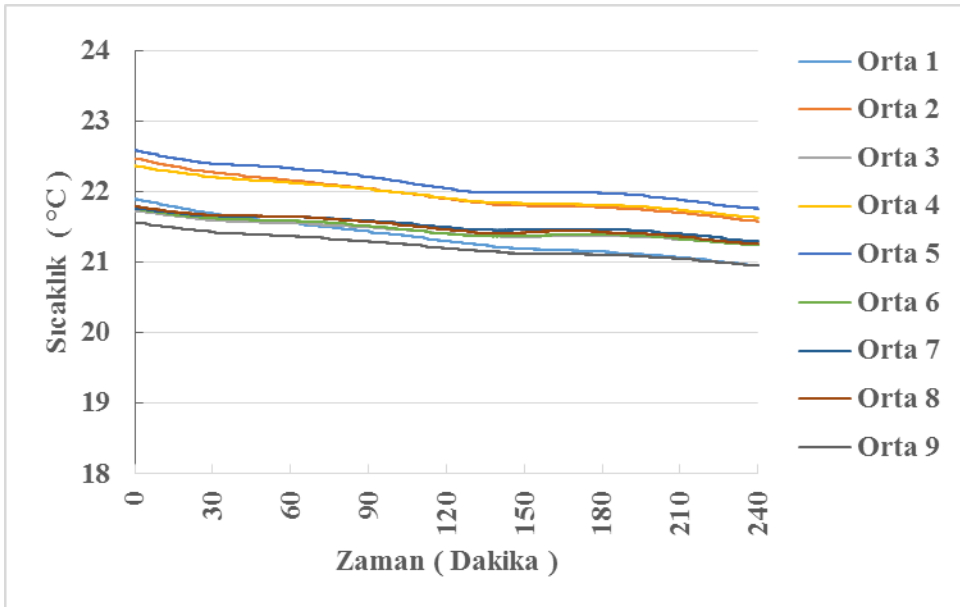


Şekil 4.28. 22 °C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.27’de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-9 numaralı sensörden 21,67 °C ve maksimum sıcaklık Alt-2 numaralı sensörden 23,09 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 22,44 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,31 olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.28.’de sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-8 numaralı sensörden 21,85°C ve maksimum sıcaklık Alt-5 numaralı sensörden 22,94 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 22,54 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,18 olarak tespit edilmiştir.

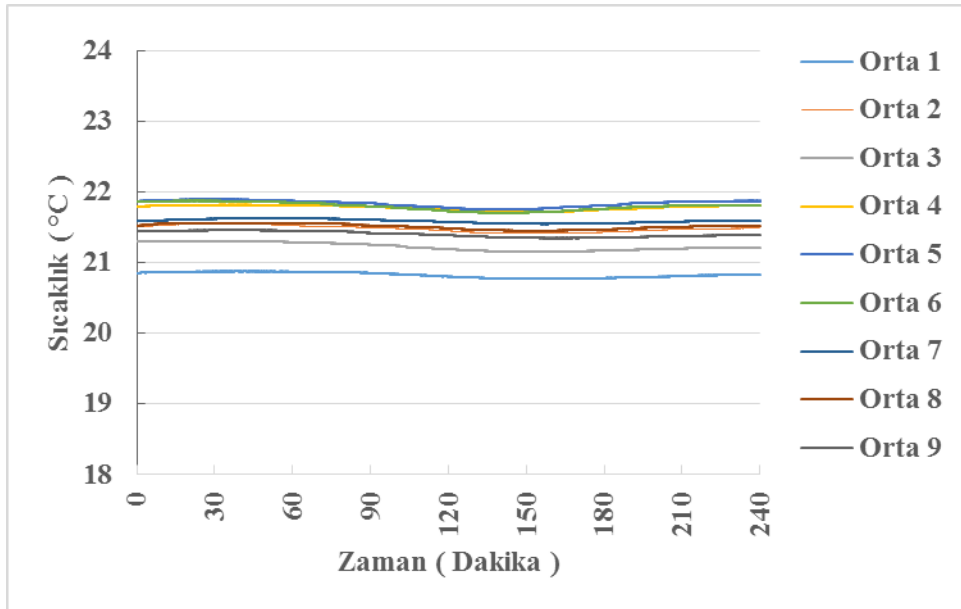
22°C ve %40 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının orta katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.29 ve 4.30’da verilmiştir.

Şekil 4.29’da elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 20,95 °C ve maksimum sıcaklık Orta-5 numaralı sensörden 22,59 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 21,62 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,31 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.29. 22 °C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri

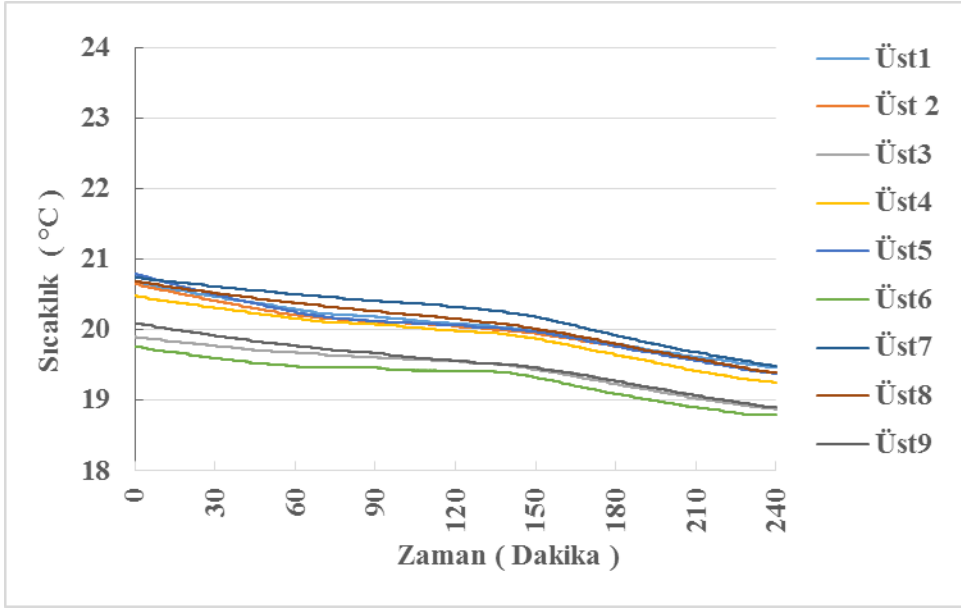
Şekil 4.30.'da sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden  $20,77^{\circ}\text{C}$  ve maksimum sıcaklık Orta-5 numaralı sensörden  $21,90^{\circ}\text{C}$  olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması  $21,50^{\circ}\text{C}$  ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,32 olarak tespit edilmiştir.



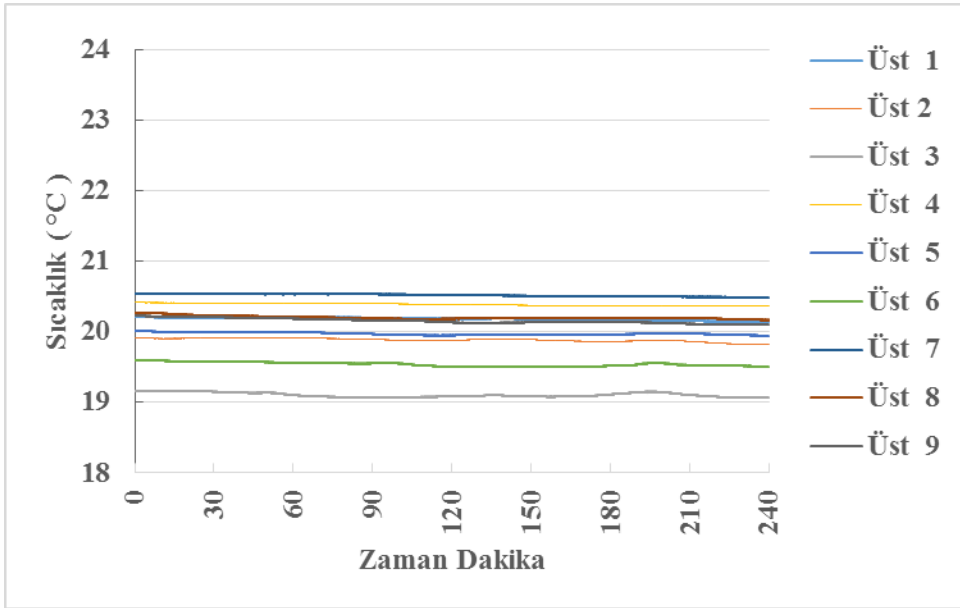
Şekil 4.30.  $22^{\circ}\text{C}$  ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri

$22^{\circ}\text{C}$  ve %40 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının üst katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.31 ve 4.32'de verilmiştir.

Şekil 4.31.'de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-6 numaralı sensörden  $18,79^{\circ}\text{C}$  ve maksimum sıcaklık Üst-5 numaralı sensörden  $20,80^{\circ}\text{C}$  olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması  $19,85^{\circ}\text{C}$  ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,33 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.31. 22°C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri



Şekil 4.32. 22°C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri

Grafiklerde görüldüğü üzere elektrikli alttan ısıtma sisteminde sensörlerin ölçtüğü sıcaklık değerleri ayarlanan sıcaklık değerine yakın değerler görülmüştür. Ayrıca ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanmalar göstermektedir. Katmanlar arasındaki sıcaklık değerleri arasında da fark vardır.

Sulu ısıtma sisteminde ise ayarlanan sıcaklık değerine daha yakın bir sıcaklık değeri göstermiştir. Ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanma sayısı azdır. Ayrıca katmanlar arası sıcaklık değerleri arasındaki fark elektrikli alttan ısıtma sistemine göre daha azdır.

Elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerindeki sensörler tarafından ölçülen sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla t-testi (independent sample t-testi) yapılmıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. 22 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde t-testi analizi

Sensör	Isıtma Sistemi	n	ort	ss	sd	T	p
Alt 1	Elektrikli	14400	22,551	,1535	28798	39,524	,000**
	Sulu	14400	22,478	,1591			
Alt 2	Elektrikli	14400	22,817	,1960	28798	120,560	,000**
	Sulu	14400	22,556	,1710			
Alt 3	Elektrikli	14400	22,455	,2117	28798	-39,044	,000**
	Sulu	14400	22,549	,1964			
Alt 4	Elektrikli	14400	22,655	,1698	28798	1,925	,000**
	Sulu	14400	22,651	,1619			
Alt 5	Elektrikli	14400	22,741	,2069	28798	3,921	,000**
	Sulu	14400	22,732	,1728			
Alt 6	Elektrikli	14400	22,316	,1891	28798	-154,589	,000**
	Sulu	14400	22,662	,1912			
Alt 7	Elektrikli	14400	22,448	,1887	28798	-108,564	,000**
	Sulu	14400	22,657	,1338			
Alt 8	Elektrikli	14400	22,146	,1781	28798	4,497	,000**
	Sulu	14400	22,137	,1437			
Alt 9	Elektrikli	14400	21,845	,0921	28798	-486,972	,000**
	Sulu	14400	22,480	,1264			
Orta 1	Elektrikli	14400	21,352	,2545	28798	245,080	,000**
	Sulu	14400	20,827	,0364			
Orta 2	Elektrikli	14400	21,962	,2374	28798	238,937	,000**
	Sulu	14400	21,481	,0431			
Orta 3	Elektrikli	14400	21,452	,1206	28798	200,015	,000**



	Sulu	14400	21,229	,0578			
<b>Orta 4</b>	Elektrikli	14400	21,960	,1953	28798	107,76	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,781	,0361			
<b>Orta 5</b>	Elektrikli	14400	22,127	,2192	28798	154,719	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,839	,0467			
<b>Orta 6</b>	Elektrikli	14400	21,467	,1302	28798	-282,061	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,800	,0551			
<b>Orta 7</b>	Elektrikli	14400	21,532	,1151	28798	-60,921	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,592	,0288			
<b>Orta 8</b>	Elektrikli	14400	21,512	,1356	28798	-,375	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,513	,0371			
<b>Orta 9</b>	Elektrikli	14400	21,230	,1606	28798	-125,262	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,403	,0403			
<b>Üst 1</b>	Elektrikli	14400	20,062	,3247	28798	-44,154	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,182	,0237			
<b>Üst 2</b>	Elektrikli	14400	20,010	,3222	28798	47,554	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,882	,0252			
<b>Üst 3</b>	Elektrikli	14400	19,461	,2865	28798	148,401	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,104	,0315			
<b>Üst 4</b>	Elektrikli	14400	19,916	,3389	28798	-167,307	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,390	,0181			
<b>Üst 5</b>	Elektrikli	14400	20,039	,3577	28798	22,258	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,972	,0202			
<b>Üst 6</b>	Elektrikli	14400	19,316	,2709	28798	-96,966	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,537	,0282			
<b>Üst 7</b>	Elektrikli	14400	20,220	,3609	28798	-100,241	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,522	,0180			
<b>Üst 8</b>	Elektrikli	14400	20,095	,3599	28798	-36,148	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,204	,0236			
<b>Üst 9</b>	Elektrikli	14400	19,526	,3236	28798	-232,510	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,156	,0348			

\* .05 düzeyinde, \*\* .01 düzeyinde anlamlılık göstermektedir

Çizelge 4.13 incelendiğinde tüm sensörler için elektrikli ve sulu ısıtma sistemleri tarafından ölçülen sıcaklık değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir  $p<.01$ . Elde edilen sonuçlara göre iki sistem arasındaki farklılık anlamlıdır. Her bir sensöre ait iki sistem tarafından ölçülen değerlere bakıldığında tüm sensörler için elektrikli sistemin ortalama sıcaklık değeri sulu sistemin ortalama sıcaklık değerinden daha düşüktür. Çalışmada, her iki ısıtma sisteminde 27 adet sensörün tamamı için ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. 22 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri

Sensör	n	Elektrikli		Sulu	
		ort	ss	ort	ss
<b>Alt 1</b>	14400	22,5512	,15352	22,4784	,15909
<b>Alt 2</b>	14400	22,8170	,19602	22,5557	,17097
<b>Alt 3</b>	14400	22,4550	,21167	22,5489	,19639
<b>Alt 4</b>	14400	22,6548	,16984	22,6510	,16190
<b>Alt 5</b>	14400	22,7411	,20693	22,7323	,17281
<b>Alt 6</b>	14400	22,3158	,18910	22,6622	,19119
<b>Alt 7</b>	14400	22,4481	,18871	22,6573	,13377
<b>Alt 8</b>	14400	22,1459	,17809	22,1373	,14372
<b>Alt 9</b>	14400	21,8450	,09209	22,4798	,12645
<b>Orta 1</b>	14400	21,3523	,25446	20,8273	,03635
<b>Orta 2</b>	14400	21,9616	,23743	21,4811	,04309
<b>Orta 3</b>	14400	21,4523	,12059	21,2294	,05779
<b>Orta 4</b>	14400	21,9596	,19529	21,7813	,03610
<b>Orta 5</b>	14400	22,1275	,21919	21,8385	,04671
<b>Orta 6</b>	14400	21,4672	,13025	21,7995	,05506
<b>Orta 7</b>	14400	21,5320	,11508	21,5922	,02883
<b>Orta 8</b>	14400	21,5123	,13557	21,5127	,03710
<b>Orta 9</b>	14400	21,2299	,16062	21,4028	,04032
<b>Üst 1</b>	14400	20,0621	,32472	20,1819	,02370
<b>Üst 2</b>	14400	20,0101	,32224	19,8821	,02518
<b>Üst 3</b>	14400	19,4608	,28650	19,1044	,03154
<b>Üst 4</b>	14400	19,9164	,33891	20,3896	,01812
<b>Üst 5</b>	14400	20,0389	,35768	19,9724	,02022
<b>Üst 6</b>	14400	19,3165	,27089	19,5366	,02816
<b>Üst 7</b>	14400	20,2200	,36091	20,5219	,01802
<b>Üst 8</b>	14400	20,0953	,35994	20,2040	,02364
<b>Üst 9</b>	14400	19,5257	,32363	20,1564	,03481

Çizelge 4.14'te görüldüğü üzere elektrikli ısıtma sisteminde bulunan 27 adet sensörün ölçmüş olduğu sıcaklık değerleri birbirinden farklıdır. Oluşan bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. 15 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	f	P
<b>Elektrikli</b>	Ölçümler arası	176464814,760	14400	176464814,760	669564,106	<b>,000**</b>
	Ölçüm	489224,871	1,288	379978,166		
	Hata	10520,798	18538,826	,568		
<b>Sulu</b>	Ölçümler arası	6560816,176	14400	6560816,176	2585856,557	<b>,000**</b>
	Ölçüm	463809,930	1,135	408750,558		
	Hata	2582,664	16338,569	,158		

Analiz sonuçlarına göre her iki ısıtma sisteminde de 27 adet sensörün ölçtüğü değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Oluşan farklılığın hangi sensörlerden kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan ikili karşılaştırma analizi sonrasında tüm sensörlerin ikili olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklı ölçümler yaptığı belirlenmiştir. Bunun yanında her bir katmanda bulunan 9 adet sensörün alt, orta ve üst katmanda ölçtükleri değerler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (Anova) yapılmıştır (Çizelge 4.16).

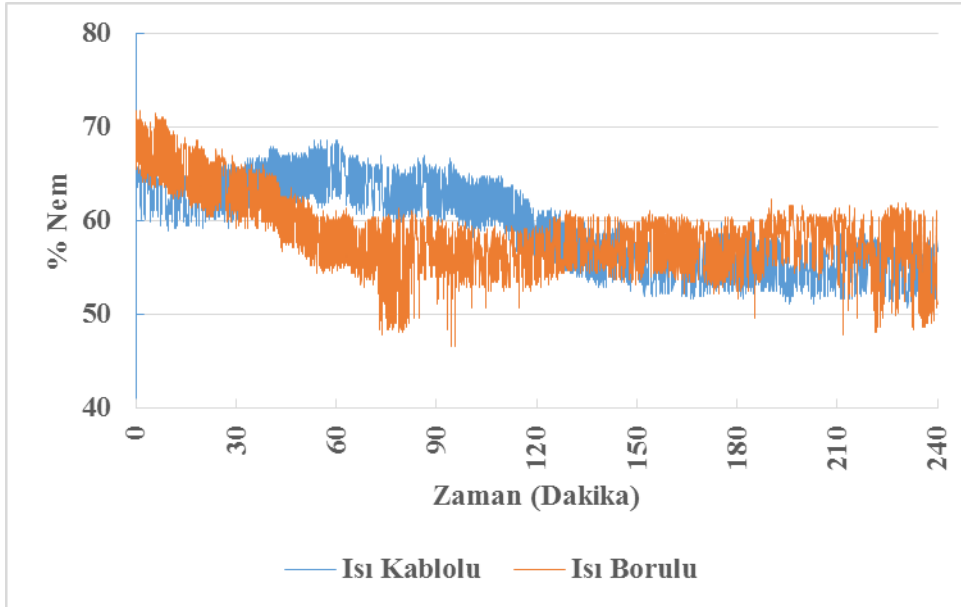
Çizelge 4.16. 22 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P
<b>Elektrik</b>	Katmanlar arası	44630,534	14400	22315,267	345509,959	<b>,000**</b>
	Katmanlar içi	2789,942	43197	,065		
	Toplam	47420,476	43199			
<b>Sulu</b>	Katmanlar arası	40401,137	14400	20200,568	2228697,066	<b>,000**</b>
	Katmanlar içi	391,531	43197	,009		
	Toplam	40792,668	43199			

Yapılan analiz sonucunda her iki ısıtma sisteminde de tüm sensörlerin farklı katmanlarda gösterdiği sıcaklık değerleri arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur. Oluşan farklılığın hangi katmanlardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Scheffle testi sonucuna göre her bir katman için ölçülen sıcaklık değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

#### 4.5. 22 °C ve %60 Nem Denemeleri

22 °C ve %60 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının nem değerleri Şekil 4.33.'te ve laboratuvar ortamının sıcaklık ölçümleri 4.34'te verilmiştir

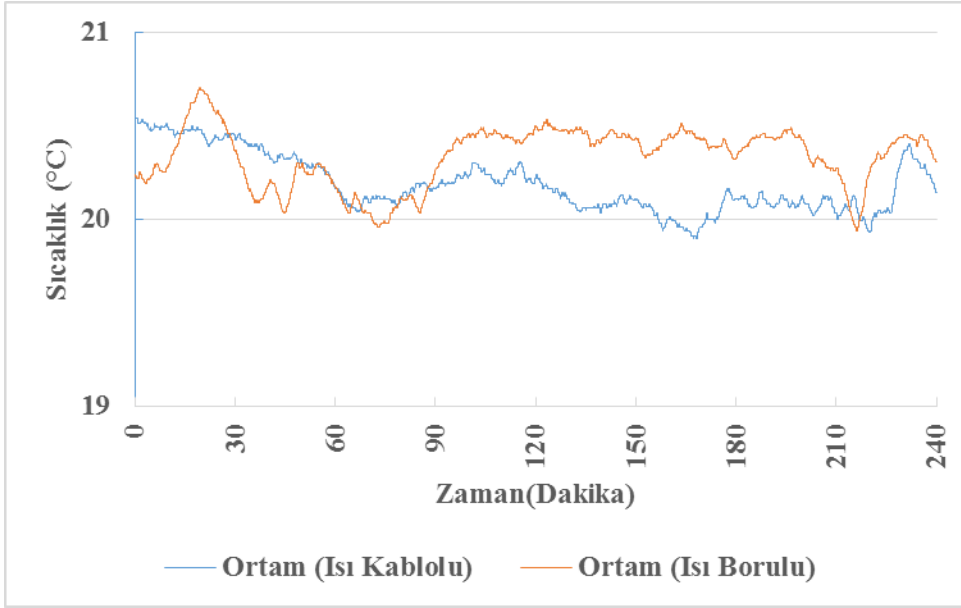


Şekil 4.33. 22 °C ve %60 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri

Şekil 4.33.'te ısıtma kablolu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik nem içeriği verileri incelendiğinde en düşük nem içeriği %50,75, en yüksek nem içeriği %68,56 ve ortalama nem içeriği %59,47.(standart sapma = 4,35.) olarak tespit edilmiştir. Isıtma borulu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik veriler incelendiğinde en düşük nem içeriği %46,65 en yüksek nem içeriği %71,76. ve ortalama nem içeriği %58,51.(standart sapma = 3,90.) olarak tespit edilmiştir.

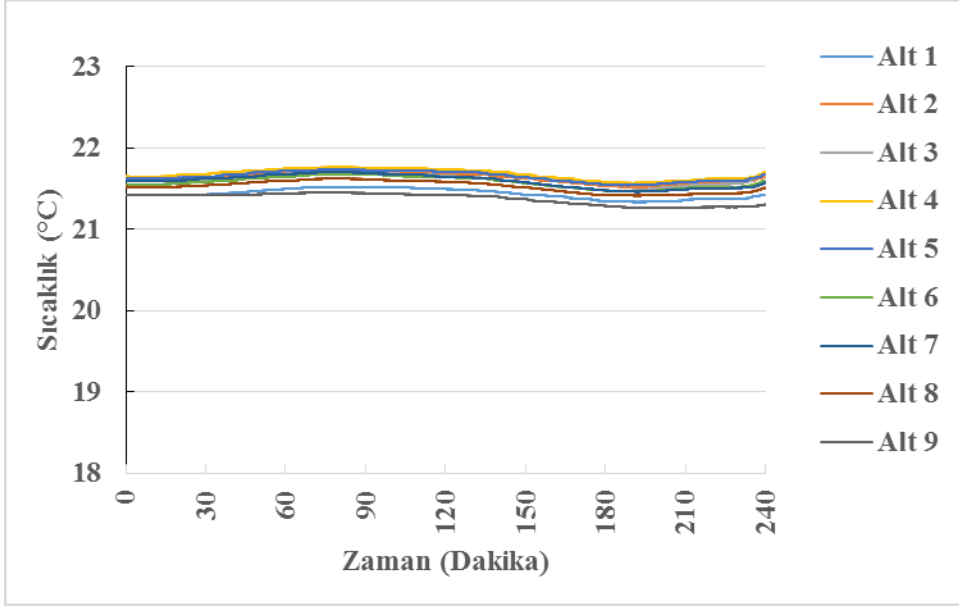
Şekil 4.34'te elektrikli alttan ısıtma masasında denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 19;90

°C, en yüksek sıcaklık değeri 20,54 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 20,19 °C olarak (standart sapma = 3,90.) tespit edilmiştir. Sulu alttan ısıtma masasında denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 19,94 °C en yüksek sıcaklık değeri 20,70 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 20,34 °C (standart sapma 0,16.) olarak tespit edilmiştir.

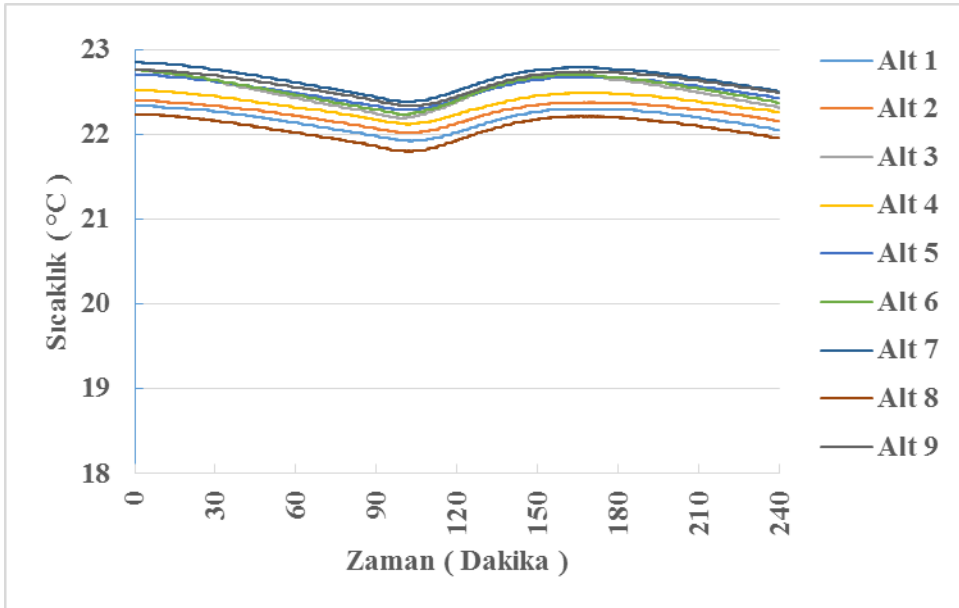


Şekil 4.34. 22 °C ve %60 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri

22 °C ve %60 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının alt katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.35 ve 4.36'da verilmiştir.



Şekil 4.35. 22 °C ve %60 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri

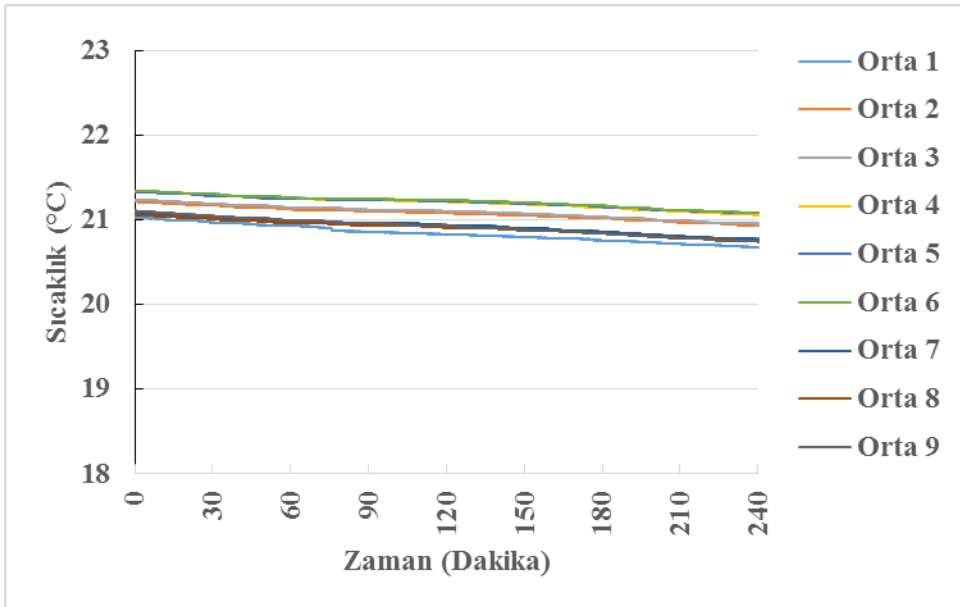


Şekil 4.36. 22 °C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri

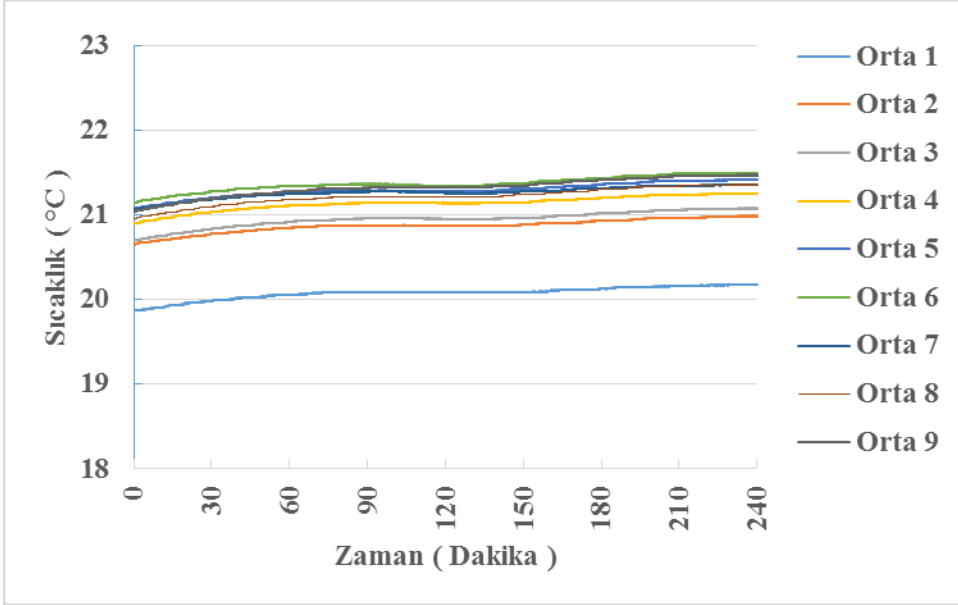
Şekil 4.35.'te elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-9 numaralı sensörden 21,26 °C ve maksimum sıcaklık Alt-4 numaralı sensörden 21,77 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 21,56 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,10 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.36.'da sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-8 numaralı sensörden 21,80 °C ve maksimum sıcaklık Alt-7 numaralı sensörden 22,86 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 22,41 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,20 olarak tespit edilmiştir.

22 °C ve %60 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının orta katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.37 ve 4.38'de verilmiştir.



Şekil 4.37. 22 °C ve %60 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri



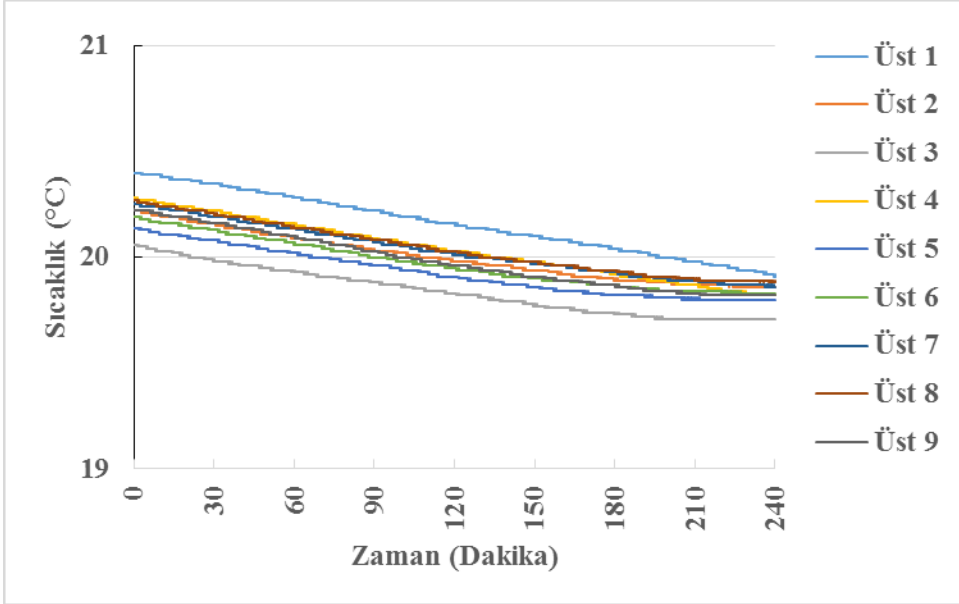
Şekil 4.38. 22 °C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.37’de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 20,67 °C ve maksimum sıcaklık Orta-6 numaralı sensörden 21,35 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 21,05 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,15 olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.38’de sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 19,87 °C ve maksimum sıcaklık Orta-6 numaralı sensörden 21,50 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 21,06 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,41 olarak tespit edilmiştir.

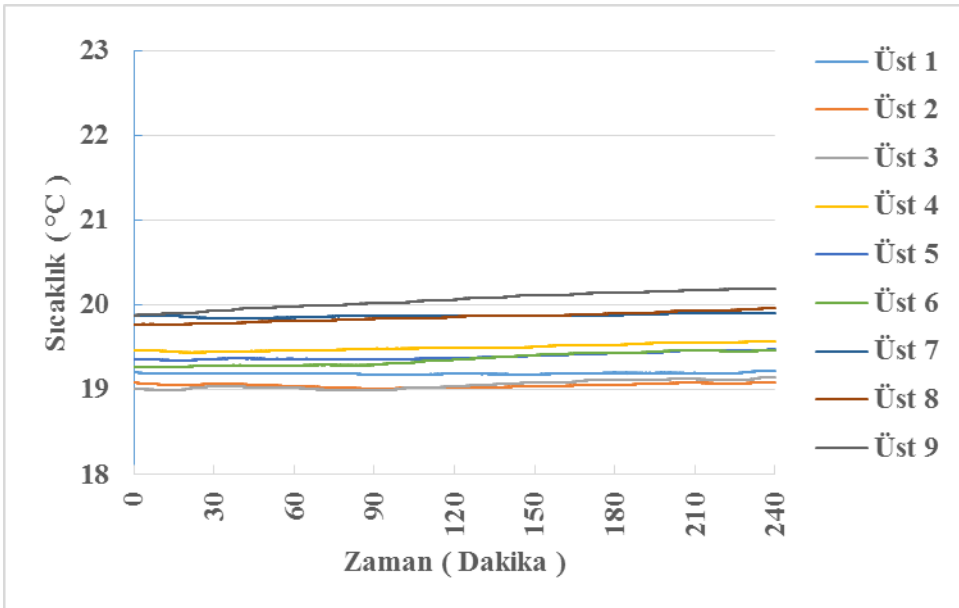
22 °C ve %60 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının üst katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.39 ve 4.40’da verilmiştir.

Şekil 4.39’de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-3 numaralı sensörden 19,71 °C ve maksimum sıcaklık Üst-1 numaralı sensörden 20,40 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 20,00 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,09 olarak tespit edilmiştir.





Şekil 4.39. 22 °C ve %60 Nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri



Şekil 4.40. 22 °C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.40'da sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-3 numaralı sensörden 18,99 °C ve maksimum sıcaklık Üst-9 numaralı sensörden 20,19 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 19,48 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,37 olarak tespit edilmiştir.

Grafiklerde görüldüğü üzere elektrikli alttan ısıtma sisteminde sensörlerin ölçtüğü sıcaklık değerleri ayarlanan sıcaklık değerinin altında kalmıştır. Ayrıca ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanmalar göstermektedir. Katmanlar arasındaki sıcaklık değerleri arasında da fark vardır.

Sulu ısıtma sisteminde ise ayarlanan sıcaklık değerine yakın bir sıcaklık değeri göstermiştir. Ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanma sayısı azdır.. Ayrıca katmanlar arası sıcaklık değerleri arasındaki fark elektrikli alttan ısıtma sistemine göre daha azdır.

Elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerindeki sensörler tarafından ölçülen sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla t-testi (independent sample t-testi) yapılmıştır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. 22 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde t-testi analizi

Sensör	Isıtma Sistemi	N	ort	ss	sd	T	p
Alt 1	Elektrikli	14400	21,437	,0594	28798	-658,126	,000**
	Sulu	14400	22,173	,1205			
Alt 2	Elektrikli	14400	21,629	,0607	28798	-590,967	,000**
	Sulu	14400	22,259	,1126			
Alt 3	Elektrikli	14400	21,599	,0732	28798	-626,053	,000**
	Sulu	14400	22,507	,1579			
Alt 4	Elektrikli	14400	21,680	,0641	28798	-625,050	,000**
	Sulu	14400	22,365	,1148			
Alt 5	Elektrikli	14400	21,651	,0624	28798	-784,707	,000**
	Sulu	14400	22,542	,1210			
Alt 6	Elektrikli	14400	21,580	,0667	28798	-714,008	,000**
	Sulu	14400	22,534	,1459			
Alt 7	Elektrikli	14400	21,594	,0781	28798	-837,893	,000**
	Sulu	14400	22,654	,1301			
Alt 8	Elektrikli	14400	21,525	,0696	28798	-453,654	,000**

	Sulu	14400	22,071	,1265			
<b>Alt 9</b>	Elektrikli	14400	21,375	,0692	28798	-1034,752	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	22,602	,1242			
<b>Orta 1</b>	Elektrikli	14400	20,842	,0979	28798	760,271	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,077	,0707			
<b>Orta 2</b>	Elektrikli	14400	21,075	,0743	28798	224,477	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,875	,0771			
<b>Orta 3</b>	Elektrikli	14400	21,096	,0772	28798	148,654	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,951	,0883			
<b>Orta 4</b>	Elektrikli	14400	21,203	,0732	28798	71,396	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,138	,0818			
<b>Orta 5</b>	Elektrikli	14400	21,210	,0681	28798	-99,338	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,298	,0811			
<b>Orta 6</b>	Elektrikli	14400	21,220	,0713	28798	-165,888	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,372	,0838			
<b>Orta 7</b>	Elektrikli	14400	20,931	,0858	28798	-367,731	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,268	,0685			
<b>Orta 8</b>	Elektrikli	14400	20,908	,0833	28798	-298,208	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,222	,0949			
<b>Orta 9</b>	Elektrikli	14400	20,922	,0992	28798	-336,486	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,329	,1055			
<b>Üst 1</b>	Elektrikli	14400	20,161	,1406	28798	822,366	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,195	,0102			
<b>Üst 2</b>	Elektrikli	14400	20,002	,1101	28798	1018,494	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,048	,0226			
<b>Üst 3</b>	Elektrikli	14400	19,841	,1083	28798	792,380	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,057	,0483			
<b>Üst 4</b>	Elektrikli	14400	20,038	,1348	28798	461,294	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,499	,0387			
<b>Üst 5</b>	Elektrikli	14400	19,927	,1071	28798	556,364	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,396	,0409			
<b>Üst 6</b>	Elektrikli	14400	19,969	,1121	28798	547,354	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,362	,0717			
<b>Üst 7</b>	Elektrikli	14400	20,032	,1176	28798	158,422	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,875	,0178			
<b>Üst 8</b>	Elektrikli	14400	20,043	,1181	28798	169,638	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,858	,0551			
<b>Üst 9</b>	Elektrikli	14400	19,984	,1286	28798	-56,236	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,058	,0932			

\* .05 düzeyinde, \*\* .01 düzeyinde anlamlılık göstermektedir

Çizelge 4.17 incelendiğinde tüm sensörler için elektrikli ve sulu ısıtma sistemleri tarafından ölçülen sıcaklık değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir  $p < .01$ . Elde edilen sonuçlara göre iki sistem arasındaki farklılık anlamlıdır. Her bir sensöre ait iki sistem tarafından ölçülen değerlere bakıldığında tüm sensörler için elektrikli sistemin ortalama sıcaklık değeri sulu sistemin

ortalama sıcaklık değerinden daha düşüktür. Çalışmada, her iki ısıtma sisteminde 27 adet sensörün tamamı için ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. 22 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri

Sensör	n	Elektrikli		Sulu	
		ort	ss	ort	ss
<b>Alt 1</b>	14400	21,4366	,05937	22,1733	,12048
<b>Alt 2</b>	14400	21,6289	,06066	22,2590	,11264
<b>Alt 3</b>	14400	21,5990	,07318	22,5070	,15792
<b>Alt 4</b>	14400	21,6796	,06412	22,3646	,11481
<b>Alt 5</b>	14400	21,6515	,06243	22,5417	,12099
<b>Alt 6</b>	14400	21,5798	,06669	22,5344	,14591
<b>Alt 7</b>	14400	21,5938	,07810	22,6536	,13013
<b>Alt 8</b>	14400	21,5248	,06961	22,0706	,12648
<b>Alt 9</b>	14400	21,3754	,06923	22,6017	,12422
<b>Orta 1</b>	14400	20,8418	,09792	20,0766	,07072
<b>Orta 2</b>	14400	21,0755	,07431	20,8751	,07713
<b>Orta 3</b>	14400	21,0964	,07717	20,9511	,08835
<b>Orta 4</b>	14400	21,2031	,07319	21,1378	,08179
<b>Orta 5</b>	14400	21,2099	,06805	21,2975	,08109
<b>Orta 6</b>	14400	21,2202	,07131	21,3723	,08381
<b>Orta 7</b>	14400	20,9315	,08585	21,2681	,06852
<b>Orta 8</b>	14400	20,9078	,08333	21,2217	,09494
<b>Orta 9</b>	14400	20,9225	,09920	21,3285	,10550
<b>Üst 1</b>	14400	20,1606	,14059	19,1946	,01017
<b>Üst 2</b>	14400	20,0020	,11006	19,0484	,02256
<b>Üst 3</b>	14400	19,8405	,10831	19,0573	,04832
<b>Üst 4</b>	14400	20,0383	,13480	19,4992	,03867
<b>Üst 5</b>	14400	19,9270	,10706	19,3956	,04093
<b>Üst 6</b>	14400	19,9694	,11210	19,3625	,07169
<b>Üst 7</b>	14400	20,0319	,11764	19,8748	,01784
<b>Üst 8</b>	14400	20,0426	,11810	19,8584	,05512
<b>Üst 9</b>	14400	19,9837	,12859	20,0582	,09325

Çizelge 4.18’de görüldüğü üzere elektrikli ısıtma sisteminde bulunan 27 adet sensörün ölçmüş olduğu sıcaklık değerleri birbirinden farklıdır. Oluşan bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. 22 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	f	P
<b>Elektrikli</b>	Ölçümler arası	169334958,134	14400	169334958,134	3308840,557	<b>,000**</b>
	Ölçüm	169042,079	1,258	134367,709		
	Hata	735,616	18114,746	,041		
<b>Sulu</b>	Ölçümler arası	6341073,951	14400	6341073,951	3826175,667	<b>,000**</b>
	Ölçüm	596417,194	1,177	506695,701		
	Hata	2244,490	16948,656	,132		

Analiz sonuçlarına göre her iki ısıtma sisteminde de 27 adet sensörün ölçtüğü değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Oluşan farklılığın hangi sensörlerden kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan ikili karşılaştırma analizi sonrasında tüm sensörlerin ikili olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklı ölçümler yaptığı belirlenmiştir. Bunun yanında her bir katmanda bulunan 9 adet sensörün alt, orta ve üst katmanda ölçtükleri değerler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (Anova) yapılmıştır (Çizelge 4.20).

Yapılan analiz sonucunda her iki ısıtma sisteminde de tüm sensörlerin farklı katmanlarda gösterdiği sıcaklık değerleri arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur. Oluşan farklılığın hangi katmanlardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Scheffle testi sonucuna göre her bir katman için ölçülen sıcaklık değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. 22 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi

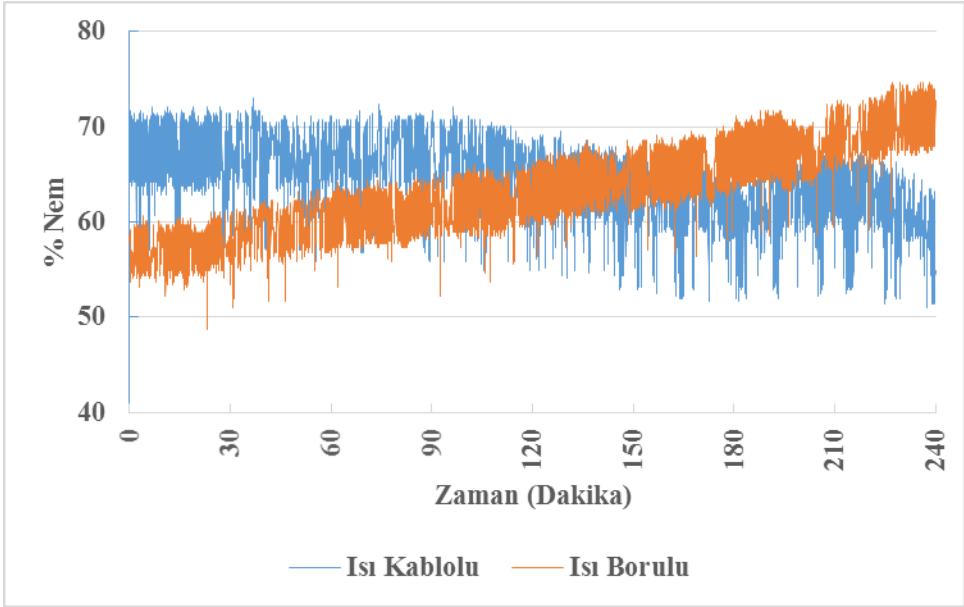
	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P
Elektrikli	Katmanlar arası	11740,574	14400	5870,287	535611,551	,000**
	Katmanlar içi	473,438	43197	,011		
	Toplam	12214,011	43199			
Sulu	Katmanlar arası	67422,268	2	33711,134	5154526,404	,000**
	Katmanlar içi	282,513	43197	,007		
	Toplam	67704,781	43199			

#### 4.6. 22 °C ve %80 Nem Denemeleri

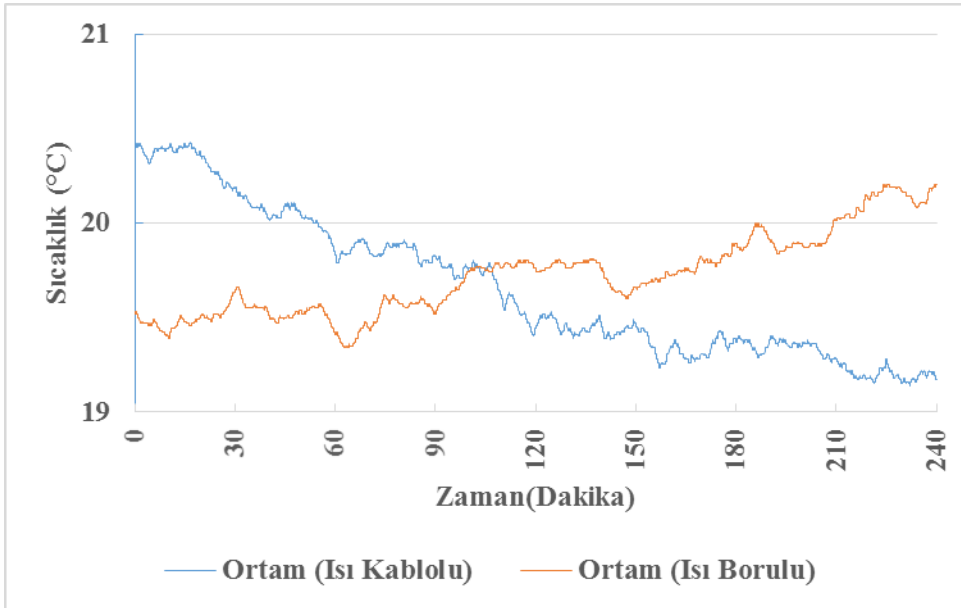
22 °C ve %80 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının nem değerleri Şekil 4.41.'de ve laboratuvar ortamının sıcaklık ölçümleri 4.42'de verilmiştir

Şekil 4.41.'de ısıtma kablolu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik nem içeriği verileri incelendiğinde en düşük nem içeriği %75,34, en yüksek nem içeriği %91,82 ve ortalama nem içeriği %83 (standart sapma = 3,17) olarak tespit edilmiştir. Isıtma borulu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik veriler incelendiğinde en düşük nem içeriği %29,41, en yüksek nem içeriği %20,20. ve ortalama nem içeriği 19,72.(standart sapma = 0,21) olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.42'da elektrikli alttan ısıtma masasında denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 19,14. °C, en yüksek sıcaklık değeri 20,43 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 19,66 °C (standart sapma = 0,38)olarak tespit edilmiştir. Sulu alttan ısıtma masasında yapılan denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 19,34 °C, en yüksek sıcaklık değeri 20,20 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 19,72 °C (standart sapma = 0,21) olarak tespit edilmiştir.



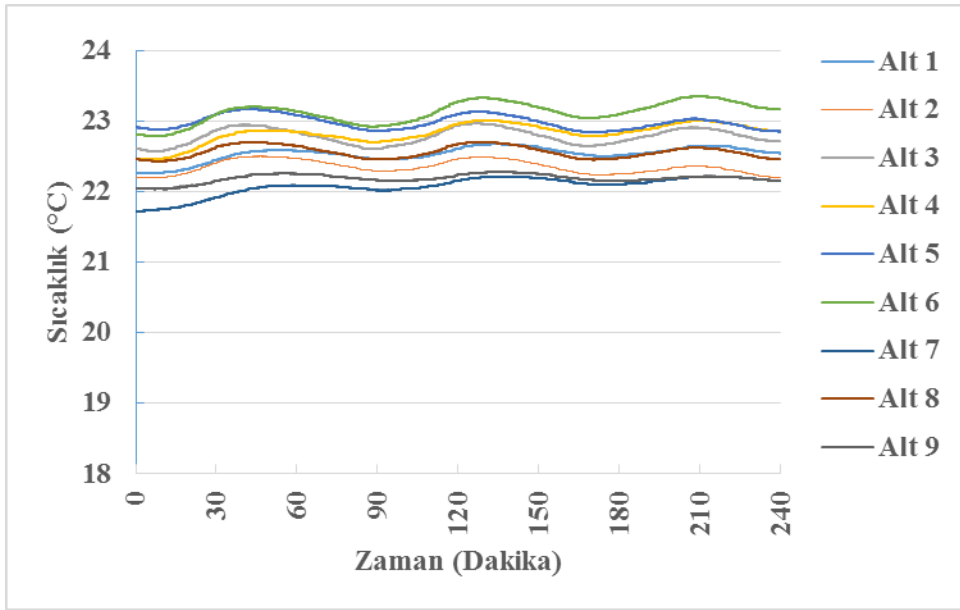
Şekil 4.41. 22 °C ve %80 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri



Şekil 4.42. 22 °C ve %80 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri

22 °C ve %80 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının alt katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.43 ve 4.44'te verilmiştir.

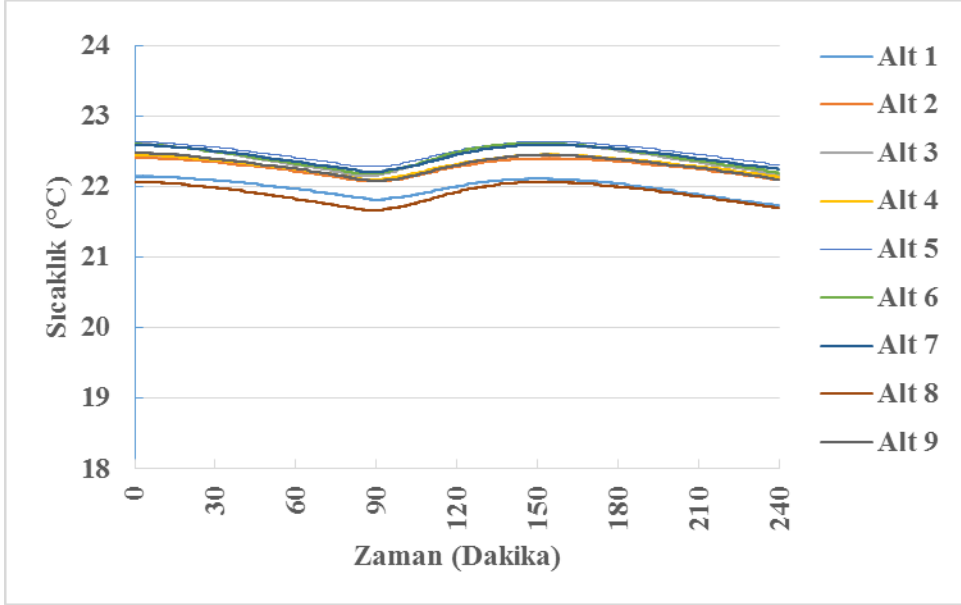
Şekil 4.43'te elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-7 numaralı sensörden 21,72 °C ve maksimum sıcaklık Alt-6 numaralı sensörden 23,35 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 22,61 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,36 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.43. 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.44'te sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-8 numaralı sensörden 21,67 °C ve maksimum sıcaklık Alt-5 numaralı sensörden 22,64 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 22,29 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,21 olarak tespit edilmiştir.



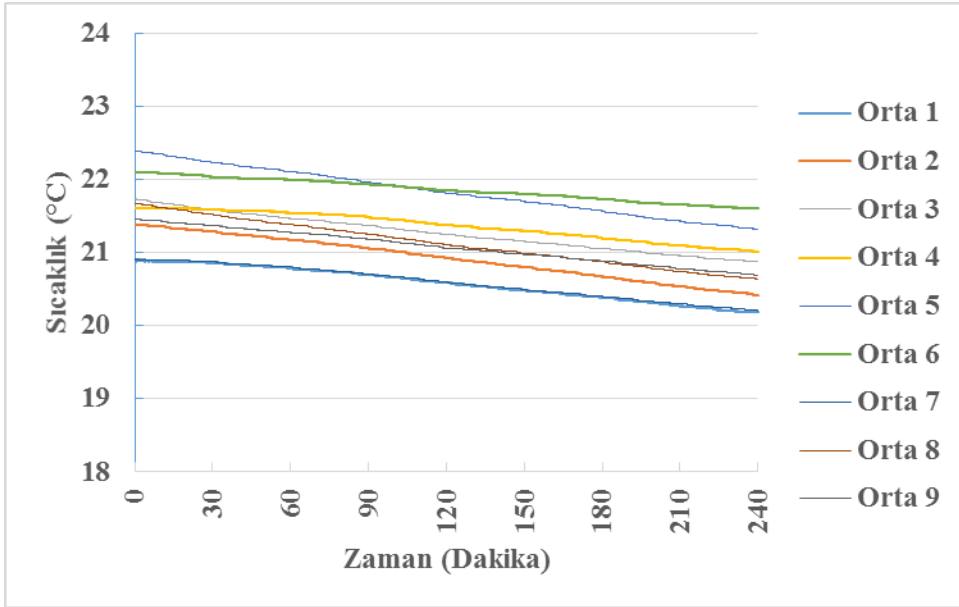


Şekil 4.44. 22 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri

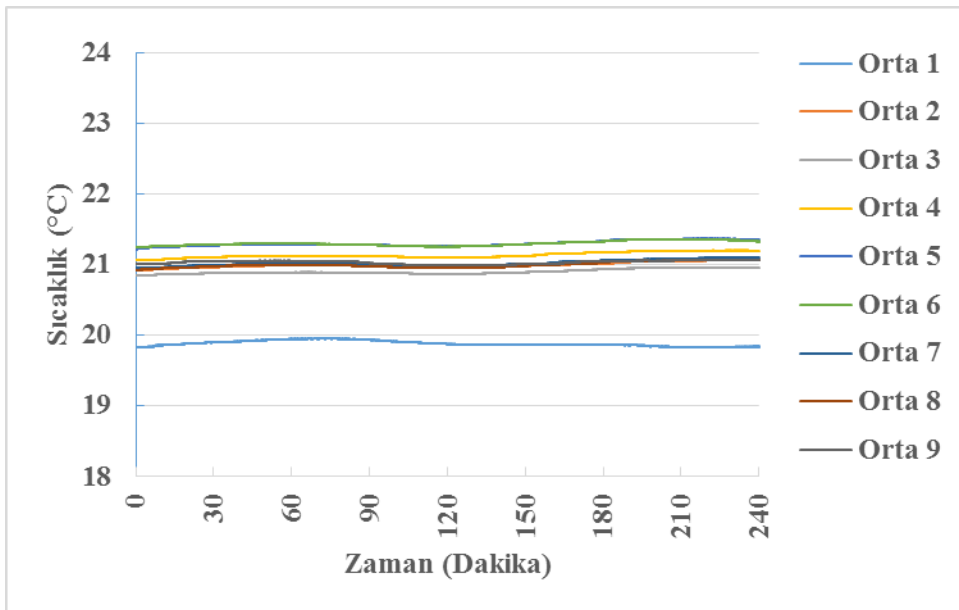
22 °C ve %80 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının orta katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.45 ve 4.46'da verilmiştir.

Şekil 4.45'te elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 20,18 °C ve maksimum sıcaklık Orta-5 numaralı sensörden 22,39 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 21,18 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,46 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.46'da sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 19,83°C ve maksimum sıcaklık Orta-5 numaralı sensörden 21,37 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 20,95 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,42 olarak tespit edilmiştir.



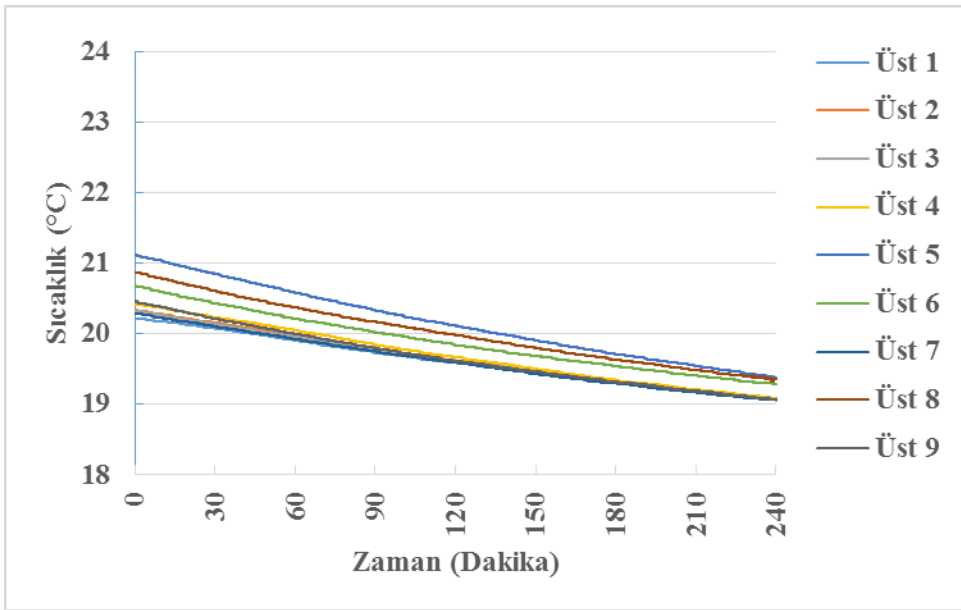
Şekil 4.45. 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri



Şekil 4.46. 22 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri

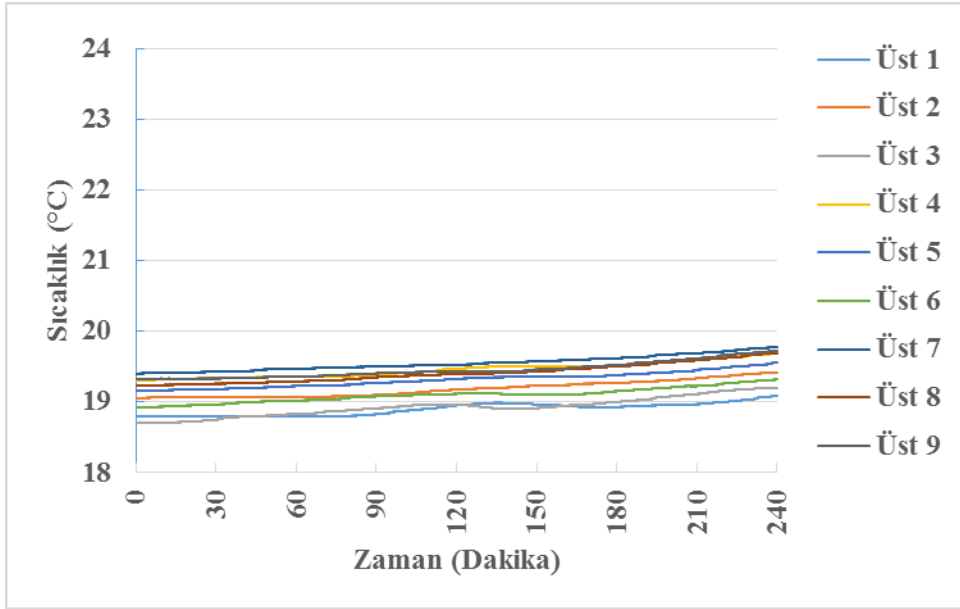
22 °C ve %80 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının üst katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.47 ve 4.48'de verilmiştir.

Şekil 4.47'de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-2 numaralı sensörden 19,05 °C ve maksimum sıcaklık Üst-5 numaralı sensörden 21,12 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 19,77 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,20 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.47. 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.48'de sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-3 numaralı sensörden 18,70 °C ve maksimum sıcaklık Üst-7 numaralı sensörden 19,78 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 19,25 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,24 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.48. 22 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri

Grafiklerde görüldüğü üzere elektrikli alttan ısıtma sisteminde sensörlerin ölçtüğü sıcaklık değerleri ayarlanan sıcaklık değerinin üstünde değerler ölçmüşlerdir. Ayrıca ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanmalar göstermektedir. Katmanlar arasındaki sıcaklık değerleri arasında da fark vardır.

Sulu ısıtma sisteminde ise ayarlanan sıcaklık değerine yakın sıcaklık değeri göstermiştir. Ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanma sayısı azdır. Ayrıca katmanlar arası sıcaklık değerleri arasındaki fark elektrikli alttan ısıtma sistemine göre daha azdır.

Elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerindeki sensörler tarafından ölçülen sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla t-testi (independent sample t-testi) yapılmıştır (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde t-testi analizi

Sensör	Isıtma Sistemi	n	ort	ss	sd	T	p
Alt 1	Elektrikli	14400	22,539	,1020	28798	432,237	,000**
	Sulu	14400	21,988	,1139			
Alt 2	Elektrikli	14400	22,353	,0921	28798	63,163	,000**
	Sulu	14400	22,279	,1046			
Alt 3	Elektrikli	14400	22,786	,1132	28798	237,479	,000**
	Sulu	14400	22,421	,1459			
Alt 4	Elektrikli	14400	22,831	,1390	28798	352,717	,000**
	Sulu	14400	22,316	,1072			
Alt 5	Elektrikli	14400	22,985	,0989	28798	391,645	,000**
	Sulu	14400	22,493	,1138			
Alt 6	Elektrikli	14400	23,128	,1502	28798	410,467	,000**
	Sulu	14400	22,434	,1366			
Alt 7	Elektrikli	14400	22,083	,1294	28798	-243,246	,000**
	Sulu	14400	22,440	,1193			
Alt 8	Elektrikli	14400	22,567	,0858	28798	521,103	,000**
	Sulu	14400	21,906	,1256			
Alt 9	Elektrikli	14400	22,192	,0586	28798	-108,474	,000**
	Sulu	14400	22,310	,1175			
Orta 1	Elektrikli	14400	20,571	,2228	28798	364,348	,000**
	Sulu	14400	19,885	,0364			
Orta 2	Elektrikli	14400	20,917	,2866	28798	-32,010	,000**
	Sulu	14400	20,994	,0364			
Orta 3	Elektrikli	14400	21,264	,2441	28798	176,030	,000**
	Sulu	14400	20,902	,0349			
Orta 4	Elektrikli	14400	21,360	,1898	28798	138,132	,000**
	Sulu	14400	21,137	,0384			
Orta 5	Elektrikli	14400	21,831	,3105	28798	204,026	,000**
	Sulu	14400	21,299	,0397			
Orta 6	Elektrikli	14400	21,853	,1493	28798	434,357	,000**
	Sulu	14400	21,299	,0336			
Orta 7	Elektrikli	14400	20,587	,2197	28798	-235,845	,000**
	Sulu	14400	21,026	,0400			
Orta 8	Elektrikli	14400	21,124	,2987	28798	51,129	,000**
	Sulu	14400	20,996	,0386			
Orta 9	Elektrikli	14400	21,074	,2243	28798	22,139	,000**
	Sulu	14400	21,032	,0232			
Üst 1	Elektrikli	14400	19,611	,3412	28798	244,080	,000**
	Sulu	14400	18,896	,0840			
Üst 2	Elektrikli	14400	19,649	,3784	28798	141,801	,000**
	Sulu	14400	19,183	,1115			

Üst 3	Elektrikli	14400	19,651	,3590	28798	226,491	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	18,928	,1343			
Üst 4	Elektrikli	14400	19,702	,3969	28798	71,646	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,456	,1050			
Üst 5	Elektrikli	14400	20,162	,5038	28798	197,475	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,315	,1054			
Üst 6	Elektrikli	14400	19,891	,3993	28798	231,488	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,097	,0998			
Üst 7	Elektrikli	14400	19,617	,3621	28798	21,370	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,550	,1009			
Üst 8	Elektrikli	14400	20,019	,4350	28798	161,707	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,407	,1299			
Üst 9	Elektrikli	14400	19,671	,3989	28798	62,414	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,455	,1112			

\* .05 düzeyinde, \*\* .01 düzeyinde anlamlılık göstermektedir

Çizelge 4.21 incelendiğinde tüm sensörler için elektrikli ve sulu ısıtma sistemleri tarafından ölçülen sıcaklık değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir  $p < .01$ . Elde edilen sonuçlara göre iki sistem arasındaki farklılık anlamlıdır. Her bir sensöre ait iki sistem tarafından ölçülen değerlere bakıldığında tüm sensörler için elektrikli sistemin ortalama sıcaklık değeri sulu sistemin ortalama sıcaklık değerinden daha düşüktür. Çalışmada, her iki ısıtma sisteminde 27 adet sensörün tamamı için ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri

sensör	n	Elektrikli		Sulu	
		ort	ss	ort	ss
<b>Alt 1</b>	14400	22,5387	,10201	21,9880	,11386
<b>Alt 2</b>	14400	22,3527	,09209	22,2794	,10464
<b>Alt 3</b>	14400	22,7860	,11318	22,4206	,14589
<b>Alt 4</b>	14400	22,8314	,13896	22,3155	,10720
<b>Alt 5</b>	14400	22,9850	,09891	22,4929	,11380
<b>Alt 6</b>	14400	23,1280	,15018	22,4335	,13662
<b>Alt 7</b>	14400	22,0834	,12943	22,4402	,11926
<b>Alt 8</b>	14400	22,5668	,08581	21,9062	,12562
<b>Alt 9</b>	14400	22,1917	,05857	22,3104	,11754
<b>Orta 1</b>	14400	20,5708	,22280	19,8854	,03644
<b>Orta 2</b>	14400	20,9168	,28659	20,9938	,03636
<b>Orta 3</b>	14400	21,2635	,24408	20,9018	,03488
<b>Orta 4</b>	14400	21,3596	,18979	21,1368	,03837

<b>Orta 5</b>	14400	21,8312	,31048	21,2991	,03966
<b>Orta 6</b>	14400	21,8532	,14932	21,2992	,03363
<b>Orta 7</b>	14400	20,5870	,21969	21,0259	,04003
<b>Orta 8</b>	14400	21,1239	,29873	20,9956	,03859
<b>Orta 9</b>	14400	21,0738	,22428	21,0322	,02320
<b>Üst 1</b>	14400	19,6107	,34124	18,8959	,08398
<b>Üst 2</b>	14400	19,6489	,37841	19,1827	,11152
<b>Üst 3</b>	14400	19,6515	,35897	18,9280	,13432
<b>Üst 4</b>	14400	19,7016	,39686	19,4565	,10504
<b>Üst 5</b>	14400	20,1620	,50381	19,3149	,10542
<b>Üst 6</b>	14400	19,8913	,39925	19,0975	,09980
<b>Üst 7</b>	14400	19,6168	,36212	19,5499	,10088
<b>Üst 8</b>	14400	20,0192	,43503	19,4074	,12986
<b>Üst 9</b>	14400	19,6705	,39894	19,4551	,11123

Çizelge 4.22’de görüldüğü üzere elektrikli ısıtma sisteminde bulunan 27 adet sensörün ölçmüş olduğu sıcaklık değerleri birbirinden farklıdır. Oluşan bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.23’te verilmiştir.

Çizelge 4.23. 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi

	<b>Varyansın kaynağı</b>	<b>Kareler toplamı</b>	<b>sd</b>	<b>Kareler ortalaması</b>	<b>f</b>	<b>P</b>
<b>Elektrikli</b>	Ölçümler arası	174508112,546	14400	174508112,546	565011,551	<b>,000**</b>
	Ölçüm	563923,716	1,039	542573,290		
	Hata	14371,277	14965,605	,960		
<b>Sulu</b>	Ölçümler arası	6248769,536	14400	6248769,536	3454462,094	<b>,000**</b>
	Ölçüm	631170,270	1,422	443849,395		
	Hata	2630,864	20475,911	,128		

Analiz sonuçlarına göre her iki ısıtma sisteminde de 27 adet sensörün ölçtüğü değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Oluşan farklılığın hangi sensörlerden kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan ikili karşılaştırma analizi sonrasında tüm sensörlerin ikili olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklı ölçümler yaptığı belirlenmiştir. Bunun yanında her bir katmanda bulunan 9 adet sensörün alt, orta ve üst katmanda ölçtükları değerler arasında anlamlı bir farklılık

olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (Anova) yapılmıştır (Çizelge 4.24 ).

Çizelge 4.24 22 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P
Elektrikli	Katmanlar arası	64164,183	14400	32082,091	545342,188	,000
	Katmanlar içi	2541,249	43197	,059		
	Toplam	66705,431	43199			
Sulu	Katmanlar arası	71815,864	2	35907,932	5046577,765	,000
	Katmanlar içi	307,360	43197	,007		
	Toplam	72123,224	43199			

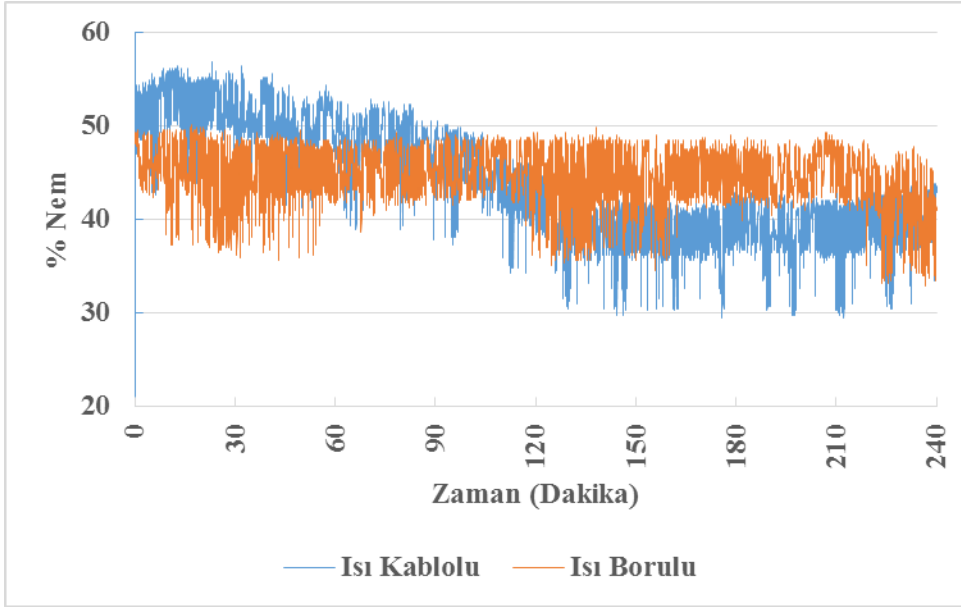
Yapılan analiz sonucunda her iki ısıtma sisteminde de tüm sensörlerin farklı katmanlarda gösterdiği sıcaklık değerleri arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur. Oluşan farklılığın hangi katmanlardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Scheffle testi sonucuna göre her bir katman için ölçülen sıcaklık değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

#### 4.7. 26 °C ve %40 Nem Denemeleri

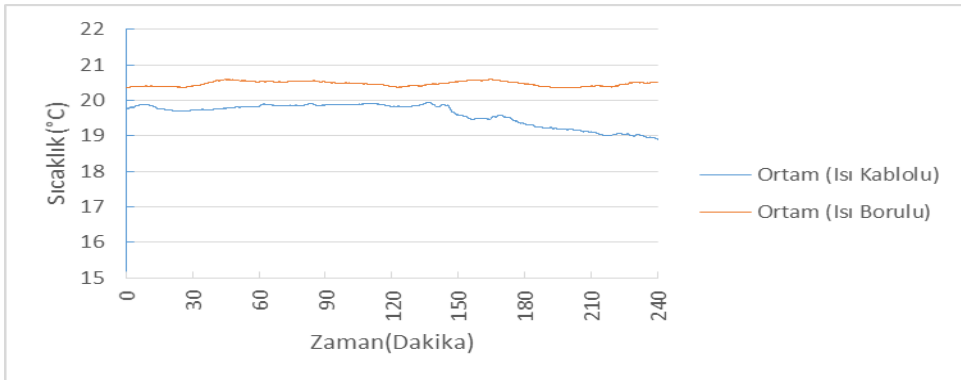
26 °C ve %40 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının nem değerleri Şekil 4.49.'da ve laboratuvar ortamının sıcaklık ölçümleri 4.50'de verilmiştir

Şekil 4.49.'da ısıtma kablolu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik nem içeriği verileri incelendiğinde en düşük nem içeriği %29,41 en yüksek nem içeriği %56,74 ve ortalama nem içeriği %43,94 ( standart sapma 5,91.) olarak tespit edilmiştir. ısıtma borulu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik veriler incelendiğinde en düşük nem içeriği %32,90, en yüksek nem içeriği %50,16 ve ortalama nem içeriği %44,72.( standart sapma 2,93.) olarak tespit edilmiştir





Şekil 4.49. 26 °C ve %40 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri

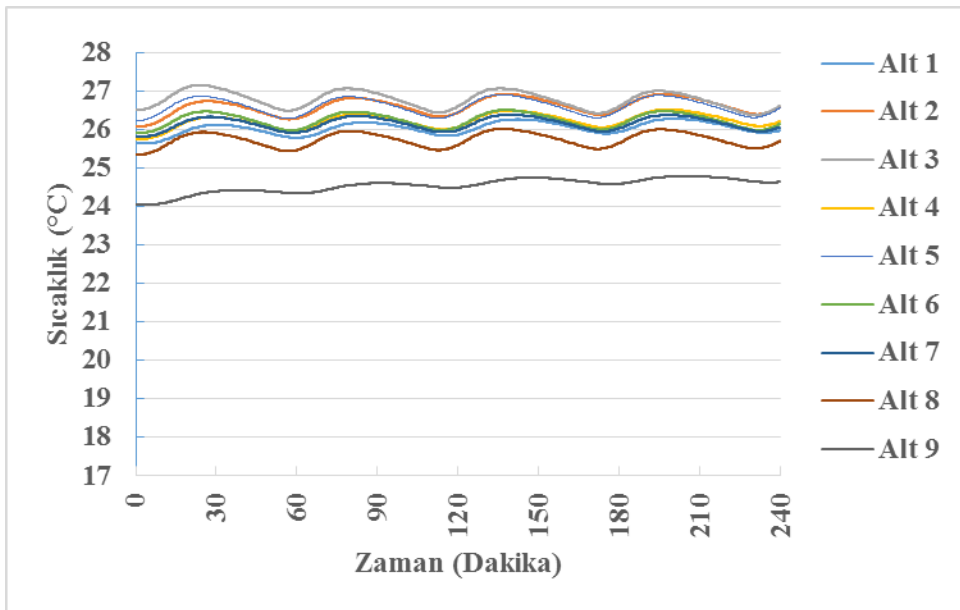


Şekil 4.50. 26 °C ve %40 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri

Şekil 4.50'de elektrikli alttan ısıtma masasında denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 18,88. °C, en yüksek sıcaklık değeri 19,95 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 19,61 °C olarak (standart sapma = 0,31) tespit edilmiştir. Sulu alttan ısıtma masasında yapılan denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 20,35. °C, en yüksek sıcaklık değeri 20,60 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 20,47 °C (standart sapma = 0,07)olarak tespit edilmiştir.

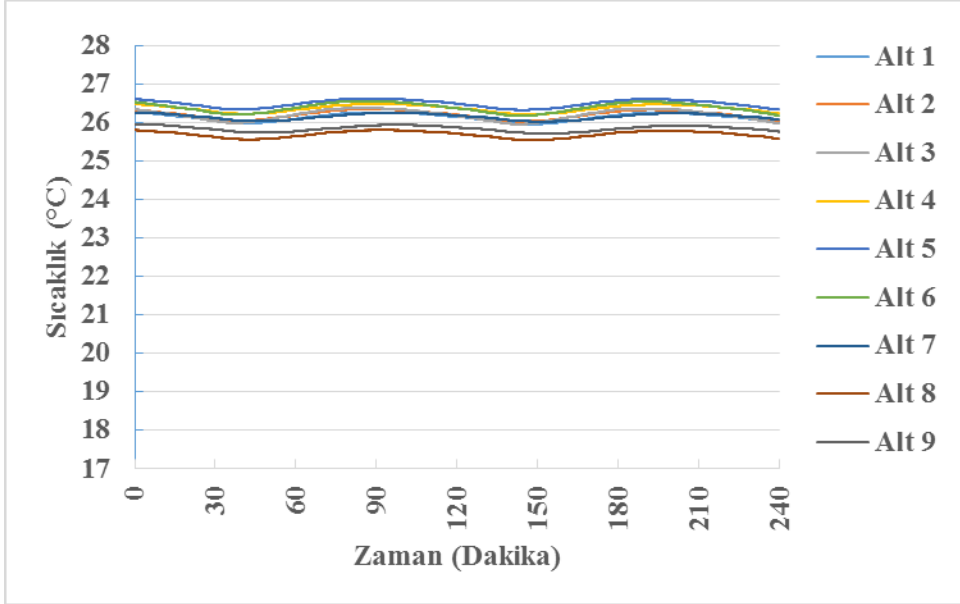
26 °C ve %40 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının alt katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.51 ve 4.52’de verilmiştir.

Şekil 4.51’de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-9 numaralı sensörden 24,04 °C ve maksimum sıcaklık Alt-3 numaralı sensörden 27,16 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 26,11 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,67 olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 4.51.** 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.52’de sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-8 numaralı sensörden 25,55 °C ve maksimum sıcaklık Alt-5 numaralı sensörden 26,63 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 26,17 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,26 olarak tespit edilmiştir.

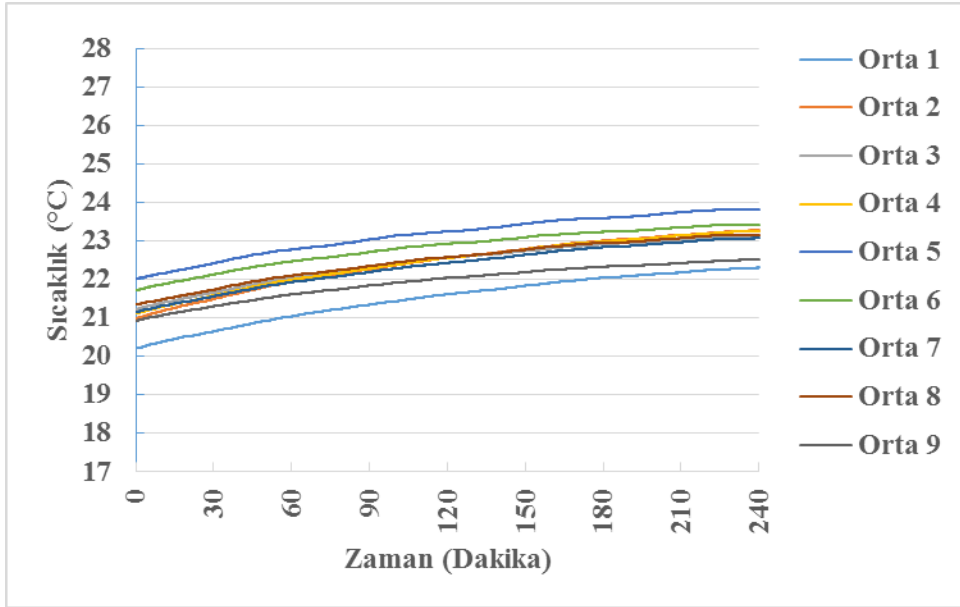


**Şekil 4.52.** 26 °C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri

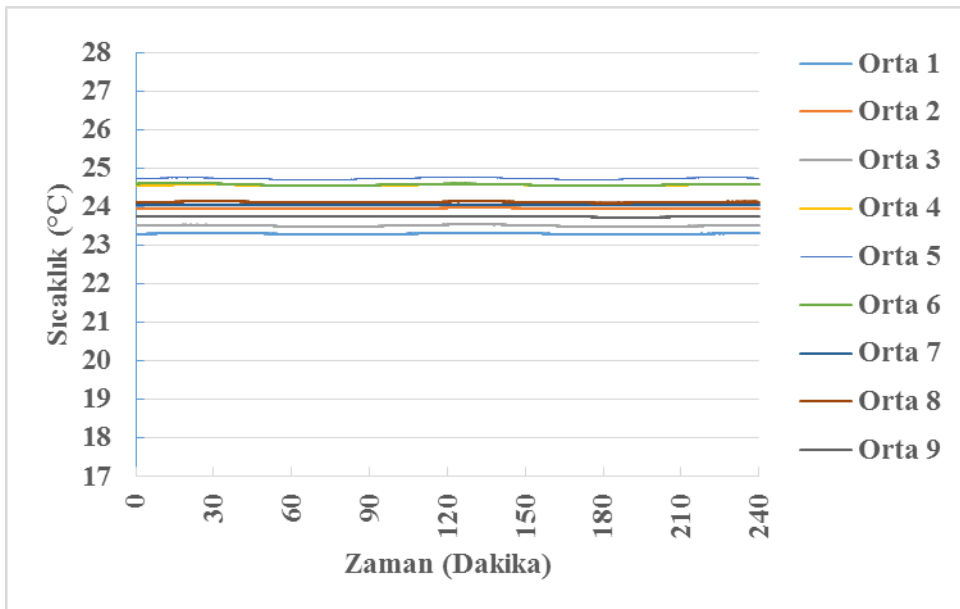
26 °C ve %40 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının orta katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.53 ve 4.54'te verilmiştir.

Şekil 4.53'te elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 20,21 °C ve maksimum sıcaklık Orta-5 numaralı sensörden 23,83 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 22,39 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,47 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.54'te sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 23,28 °C ve maksimum sıcaklık Orta-5 numaralı sensörden 24,77 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 24,07 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,50 olarak tespit edilmiştir.



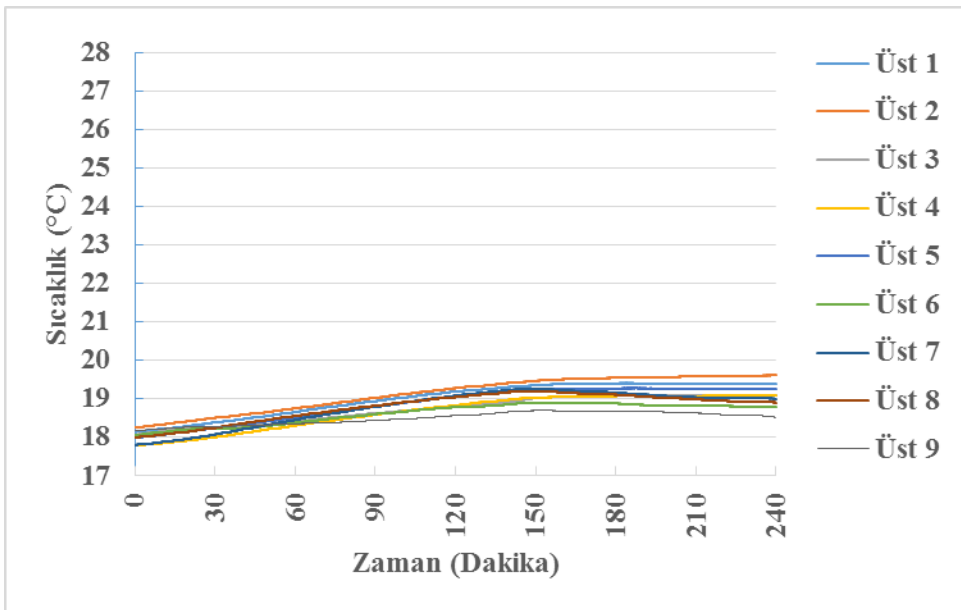
Şekil 4.53. 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri



Şekil 4.54. 26 °C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri

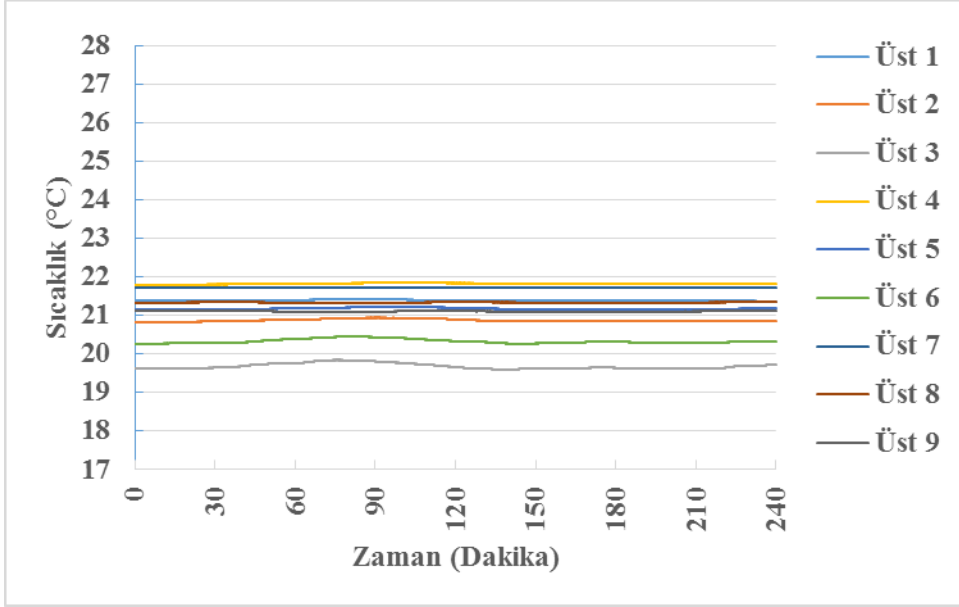
26 °C ve %40 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının üst katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.55 ve 4.56'da verilmiştir.

Şekil 4.55'te elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-4 numaralı sensörden 17,78 °C ve maksimum sıcaklık Üst-2 numaralı sensörden 19,61 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 18,79 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,20 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.55. 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.56'da sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-3 numaralı sensörden 19,59 °C ve maksimum sıcaklık Üst-4 numaralı sensörden 21,84 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 21,05 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,68 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.56. 26 °C ve %40 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri

Grafiklerde görüldüğü üzere elektrikli alttan ısıtma sisteminde sensörlerin ölçtüğü sıcaklık değerleri ayarlanan sıcaklık değerine yakın kalmıştır. Ayrıca ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanmalar göstermektedir. Katmanlar arasındaki sıcaklık değerleri arasında da fark vardır.

Sulu ısıtma sisteminde ise ayarlanan sıcaklık değerinin üstünde bir sıcaklık değeri göstermiştir. Ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanma sayısı azdır. Ayrıca katmanlar arası sıcaklık değerleri arasındaki fark elektrikli alttan ısıtma sistemine göre daha azdır.

Elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerindeki sensörler tarafından ölçülen sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla t-testi (independent sample t-testi) yapılmıştır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde t-testi analizi

Sensör	Isıtma Sistemi	N	ort	ss	sd	T	p
Alt 1	Elektrikli	14400	26,040	,1604	28798	-64,519	,000**
	Sulu	14400	26,140	,0961			
Alt 2	Elektrikli	14400	26,607	,2066	28798	207,004	,000**
	Sulu	14400	26,211	,1008			
Alt 3	Elektrikli	14400	26,779	,2235	28798	266,390	,000**
	Sulu	14400	26,204	,1315			
Alt 4	Elektrikli	14400	26,231	,1843	28798	-81,727	,000**
	Sulu	14400	26,371	,0890			
Alt 5	Elektrikli	14400	26,609	,2048	28798	59,219	,000**
	Sulu	14400	26,497	,0957			
Alt 6	Elektrikli	14400	26,248	,1788	28798	-81,347	,000**
	Sulu	14400	26,393	,1181			
Alt 7	Elektrikli	14400	26,161	,1594	28798	2,180	,000**
	Sulu	14400	26,158	,0740			
Alt 8	Elektrikli	14400	25,741	,1835	28798	26,192	,000**
	Sulu	14400	25,698	,0817			
Alt 9	Elektrikli	14400	24,548	,1871	28798	-777,289	,000**
	Sulu	14400	25,848	,0725			
Orta 1	Elektrikli	14400	21,503	,5984	28798	-360,142	,000**
	Sulu	14400	23,300	,0123			
Orta 2	Elektrikli	14400	22,425	,6505	28798	-282,945	,000**
	Sulu	14400	23,959	,0123			
Orta 3	Elektrikli	14400	22,437	,5367	28798	-240,344	,000**
	Sulu	14400	23,513	,0158			
Orta 4	Elektrikli	14400	22,446	,6096	28798	-418,078	,000**
	Sulu	14400	24,570	,0139			
Orta 5	Elektrikli	14400	23,156	,5166	28798	-368,179	,000**
	Sulu	14400	24,742	,0173			
Orta 6	Elektrikli	14400	22,817	,4823	28798	-438,589	,000**
	Sulu	14400	24,582	,0214			
Orta 7	Elektrikli	14400	22,340	,5489	28798	-374,586	,000**
	Sulu	14400	24,054	,0117			
Orta 8	Elektrikli	14400	22,483	,5218	28798	-377,790	,000**
	Sulu	14400	24,126	,0109			
Orta 9	Elektrikli	14400	21,937	,4442	28798	-490,306	,000**
	Sulu	14400	23,752	,0116			
Üst 1	Elektrikli	14400	19,012	,4171	28798	-684,346	,000**
	Sulu	14400	21,392	,0134			
Üst 2	Elektrikli	14400	19,137	,4374	28798	-475,554	,000**
	Sulu	14400	20,875	,0322			

<b>Üst 3</b>	Elektrikli	14400	18,733	,3391	28798	-328,460	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,681	,0708			
<b>Üst 4</b>	Elektrikli	14400	18,670	,4365	28798	-866,548	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,823	,0120			
<b>Üst 5</b>	Elektrikli	14400	18,876	,4244	28798	-651,076	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,180	,0177			
<b>Üst 6</b>	Elektrikli	14400	18,623	,2654	28798	-755,636	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,330	,0549			
<b>Üst 7</b>	Elektrikli	14400	18,786	,4485	28798	-787,736	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,730	,0070			
<b>Üst 8</b>	Elektrikli	14400	18,802	,3544	28798	-857,869	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,337	,0120			
<b>Üst 9</b>	Elektrikli	14400	18,498	,1603	28798	-1942,522	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,108	,0167			

\* .05 düzeyinde, \*\* .01 düzeyinde anlamlılık göstermektedir

Çizelge 4.25 incelendiğinde tüm sensörler için elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemleri tarafından ölçülen sıcaklık değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir  $p < .01$ . Elde edilen sonuçlara göre iki sistem arasındaki farklılık anlamlıdır. Her bir sensöre ait iki sistem tarafından ölçülen değerlere bakıldığında tüm sensörler için elektrikli sistemin ortalama sıcaklık değeri sulu sistemin ortalama sıcaklık değerinden daha düşüktür. Çalışmada, her iki ısıtma sisteminde 27 adet sensörün tamamı için ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri

Sensör	n	Elektrikli		Sulu	
		ort	ss	ort	ss
<b>Alt 1</b>	14400	26,0398	,16045	26,1403	,09608
<b>Alt 2</b>	14400	26,6072	,20660	26,2107	,10078
<b>Alt 3</b>	14400	26,7791	,22349	26,2035	,13150
<b>Alt 4</b>	14400	26,2312	,18429	26,3706	,08900
<b>Alt 5</b>	14400	26,6086	,20481	26,4971	,09572
<b>Alt 6</b>	14400	26,2479	,17876	26,3932	,11813
<b>Alt 7</b>	14400	26,1607	,15943	26,1575	,07398
<b>Alt 8</b>	14400	25,7415	,18355	25,6976	,08169
<b>Alt 9</b>	14400	24,5483	,18707	25,8477	,07245
<b>Orta 1</b>	14400	21,5034	,59841	23,2997	,01230
<b>Orta 2</b>	14400	22,4250	,65047	23,9590	,01232
<b>Orta 3</b>	14400	22,4375	,53670	23,5129	,01581
<b>Orta 4</b>	14400	22,4455	,60965	24,5701	,01386



<b>Orta 5</b>	14400	23,1557	,51660	24,7415	,01725
<b>Orta 6</b>	14400	22,8174	,48228	24,5818	,02143
<b>Orta 7</b>	14400	22,3402	,54886	24,0539	,01168
<b>Orta 8</b>	14400	22,4826	,52183	24,1258	,01092
<b>Orta 9</b>	14400	21,9366	,44420	23,7522	,01164
<b>Üst 1</b>	14400	19,0119	,41715	21,3920	,01342
<b>Üst 2</b>	14400	19,1369	,43738	20,8750	,03220
<b>Üst 3</b>	14400	18,7332	,33910	19,6814	,07079
<b>Üst 4</b>	14400	18,6696	,43654	21,8231	,01201
<b>Üst 5</b>	14400	18,8756	,42438	21,1802	,01775
<b>Üst 6</b>	14400	18,6235	,26542	20,3302	,05493
<b>Üst 7</b>	14400	18,7857	,44850	21,7302	,00704
<b>Üst 8</b>	14400	18,8022	,35438	21,3371	,01195
<b>Üst 9</b>	14400	18,4984	,16032	21,1076	,01671

Çizelge 4.26’da görüldüğü üzere elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde bulunan 27 adet sensörün ölçmüş olduğu sıcaklık değerleri birbirinden farklıdır. Oluşan bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	f	P
<b>Elektrik</b>	Ölçümler arası	195629999,787	14400	195629999,787	2325207,053	<b>,000**</b>
	Ölçüm	3548148,606	1,137	3121072,347		
	Hata	21972,147	16369,307	1,342		
<b>Sulu</b>	Ölçümler arası	8130660,068	14400	8130660,068	25912239,507	<b>,000**</b>
	Ölçüm	1804796,096	1,440	1253028,276		
	Hata	1002,895	20739,563	,048		

Analiz sonuçlarına göre her iki ısıtma sisteminde de 27 adet sensörün ölçtüğü değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Oluşan farklılığın hangi sensörlerden kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan ikili karşılaştırma analizi sonrasında tüm sensörlerin ikili olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklı ölçümler yaptığı belirlenmiştir. Bunun yanında her bir katmanda bulunan 9 adet sensörün alt, orta ve üst katmanda ölçtükları değerler arasında anlamlı bir farklılık

olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (Anova) yapılmıştır (Çizelge 28).

Çizelge 4.28 26 °C ve %40 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi

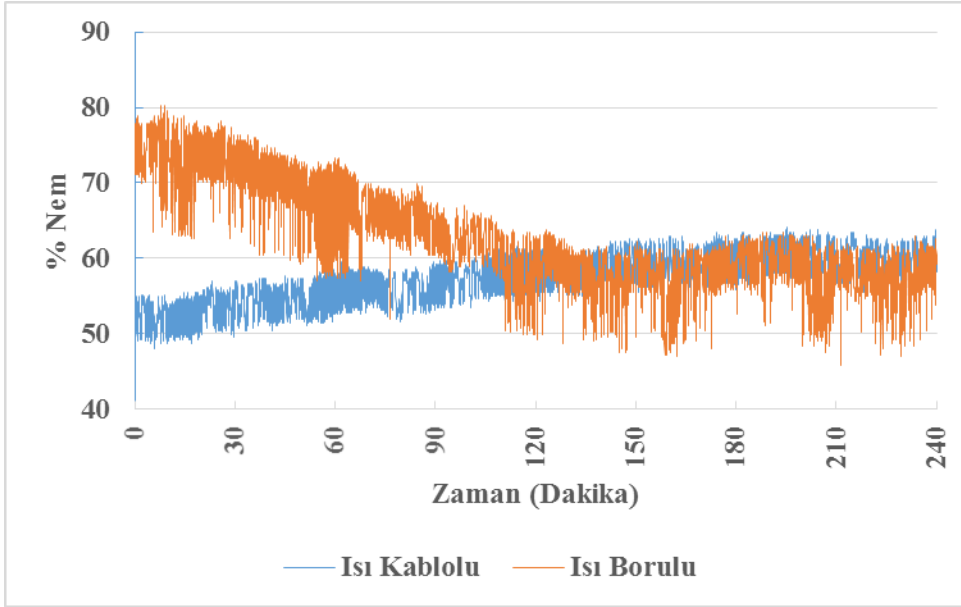
	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P
Elektrik li	Katmanlar arası	365654,126	14400	182827,063	983207,103	,000**
	Katmanlar içi	8032,469	43197	,186		
	Toplam	373686,595	43199			
Sulu	Katmanlar arası	164422,191	2	82211,096	25791106,126	,000**
	Katmanlar içi	137,694	43197	,003		
	Toplam	164559,885	43199			

Yapılan analiz sonucunda her iki ısıtma sisteminde de tüm sensörlerin farklı katmanlarda gösterdiği sıcaklık değerleri arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur. Oluşan farklılığın hangi katmanlardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Scheffle testi sonucuna göre her bir katman için ölçülen sıcaklık değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

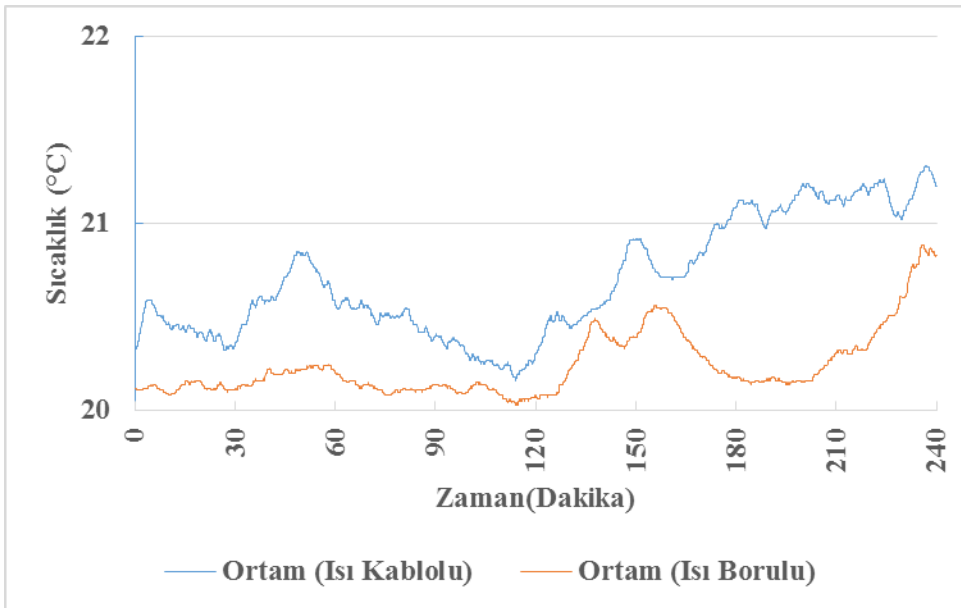
#### 4.8. 26 °C ve %60 Nem Denemeleri

26 °C ve %60 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının nem değerleri Şekil 4.57’de ve laboratuvar ortamının sıcaklık ölçümleri 4.58’de verilmiştir

Şekil 4.57’de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik nem içeriği verileri incelendiğinde en düşük nem içeriği %48,10, en yüksek nem içeriği %64,14 ve ortalama nem içeriği %57,43.(standart sapma = 3,12.) olarak tespit edilmiştir. Sulu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik veriler incelendiğinde en düşük nem içeriği %45,78, en yüksek nem içeriği %80,28 ve ortalama nem içeriği %62,76 (standart sapma = 6,50.) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.57. 26 °C ve %60 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri



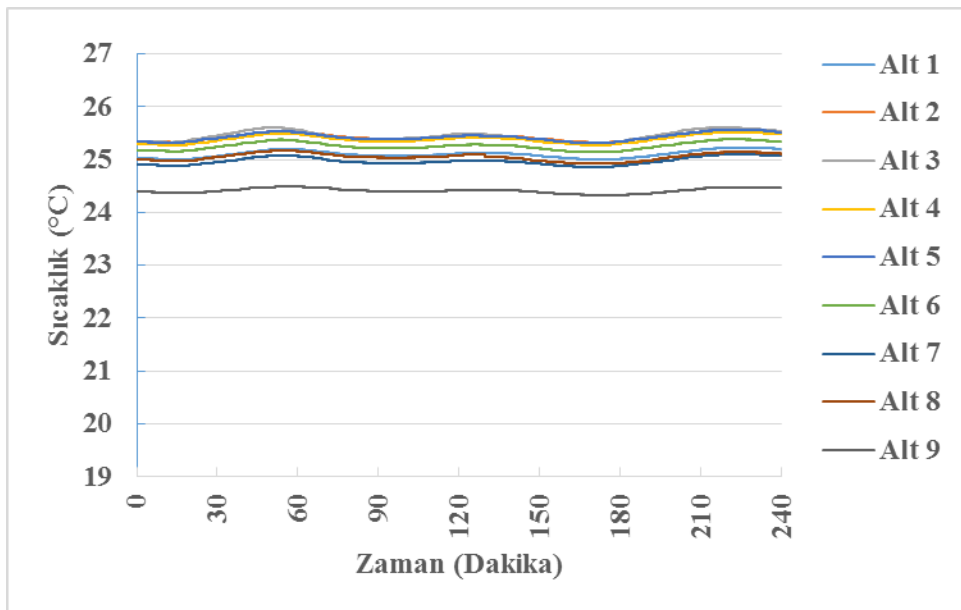
Şekil 4.58. 26 °C ve %60 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri

Şekil 4.58'de elektrikli alttan ısıtma masasında denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 20,16.°C, en yüksek sıcaklık değeri 21,31 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 20,69

°C (standart sapma = 0,31) olarak tespit edilmiştir. Sulu alttan ısıtma masasında yapılan denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 20,03.°C, en yüksek sıcaklık değeri 20,88 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 20,24 °C (standart sapma = 0,17)olarak tespit edilmiştir.

26 °C ve %60 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının alt katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.59 ve 4.60'da verilmiştir.

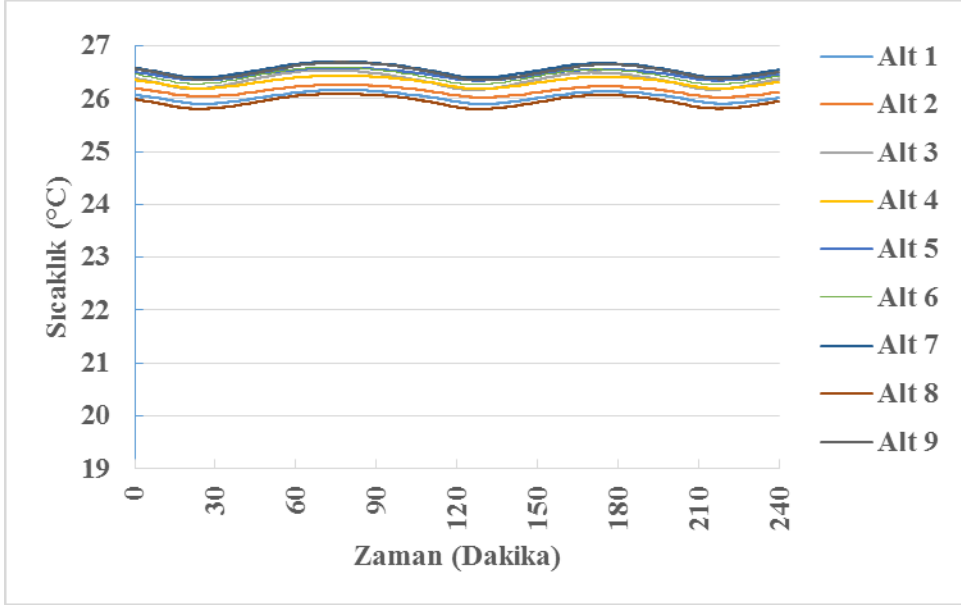
Şekil 4.59'da elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-9 numaralı sensörden 24,32 °C ve maksimum sıcaklık Alt-3 numaralı sensörden 25,60 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 25,17 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,34 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.59. 26 °C ve %60 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.60'da sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-8 numaralı sensörden 25,80 °C ve maksimum sıcaklık Alt-7 numaralı sensörden 26,70 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması

26,30 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,22 olarak tespit edilmiştir.

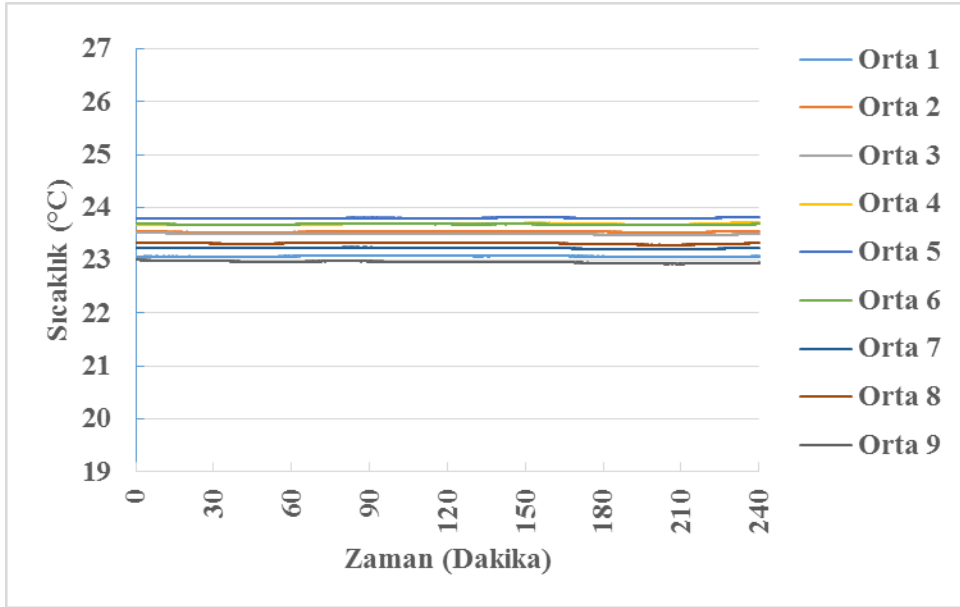


Şekil 4.60. 26 °C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sıcaklık eğrileri

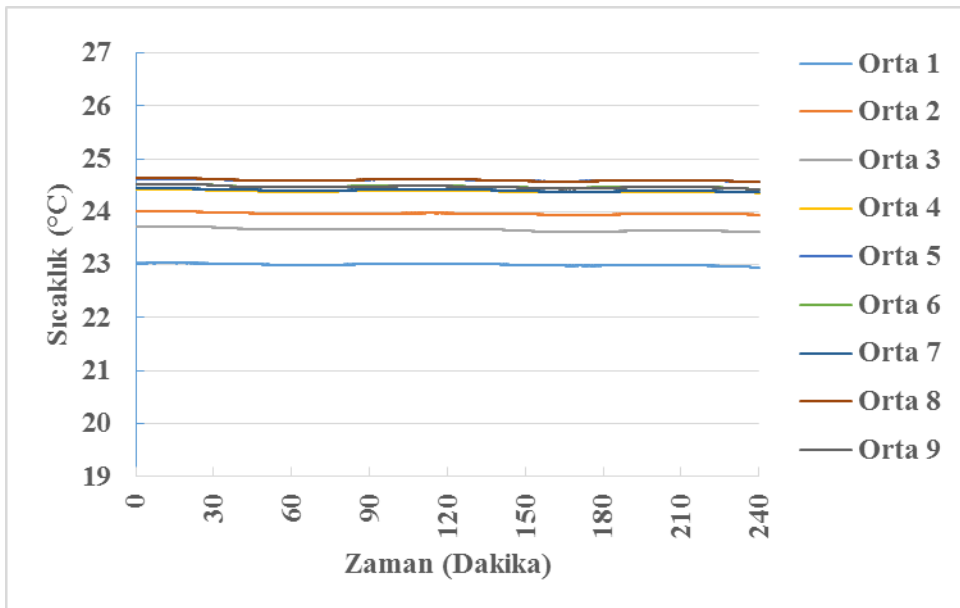
26 °C ve %60 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının orta katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.61 ve 4.62’de verilmiştir.

Şekil 4.61’de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-9 numaralı sensörden 22,93 °C ve maksimum sıcaklık Orta-5 numaralı sensörden 23,82 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 23,42 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,29 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.62’de sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 22,94 °C ve maksimum sıcaklık Orta-8 numaralı sensörden 24,64 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 24,17 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,54 olarak tespit edilmiştir.



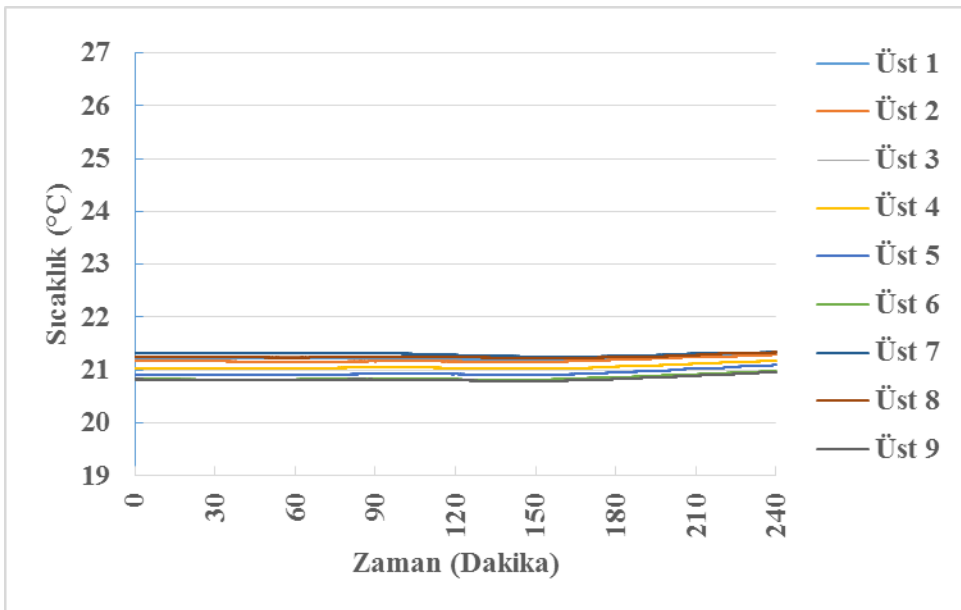
Şekil 4.61. 26 °C ve %60 nem değerinde elektrikli atlan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri



Şekil 4.62. 26 °C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri

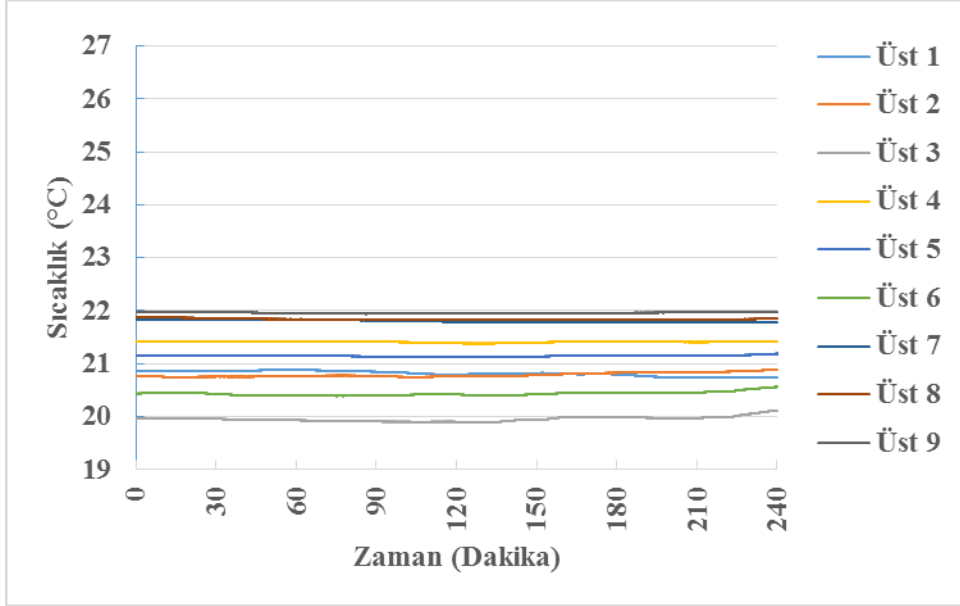
26 °C ve %60 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının üst katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.63 ve 4.64'te verilmiştir.

Şekil 4.63'te elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-9 numaralı sensörden 20,78 °C ve maksimum sıcaklık Üst-7 numaralı sensörden 21,34 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 21,05 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,19 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.63. 26 °C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.64'te sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-3 numaralı sensörden 19,89 °C ve maksimum sıcaklık Üst-9 numaralı sensörden 21,98 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 21,13 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,69 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.64. 26 °C ve %60 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri

Grafiklerde görüldüğü üzere elektrikli alttan ısıtma sisteminde sensörlerin ölçtüğü sıcaklık değerleri ayarlanan sıcaklık değerinin altında kalmıştır. Ayrıca ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanmalar göstermektedir. Katmanlar arasındaki sıcaklık değerleri arasında da fark vardır.

Sulu ısıtma sisteminde ise ayarlanan sıcaklık değerine yakın bir sıcaklık değeri göstermiştir. Ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanma sayısı azdır.

Elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerindeki sensörler tarafından ölçülen sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla t-testi (independent sample t-testi) yapılmıştır (Çizelge 4.29).



Çizelge 4.29. 26 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde t-testi analizi

Sensör	Isıtma Sistemi	N	Ort	ss	sd	T	p
Alt 1	Elektrikli	14400	25,101	,0677	28798	-1012,364	,000**
	Sulu	14400	26,028	,0865			
Alt 2	Elektrikli	14400	25,437	,0710	28798	-796,682	,000**
	Sulu	14400	26,141	,0788			
Alt 3	Elektrikli	14400	25,453	,0914	28798	-713,517	,000**
	Sulu	14400	26,349	,1197			
Alt 4	Elektrikli	14400	25,390	,0745	28798	-998,452	,000**
	Sulu	14400	26,311	,0817			
Alt 5	Elektrikli	14400	25,431	,0710	28798	-1152,044	,000**
	Sulu	14400	26,461	,0803			
Alt 6	Elektrikli	14400	25,257	,0720	28798	-1089,545	,000**
	Sulu	14400	26,423	,1063			
Alt 7	Elektrikli	14400	24,972	,0688	28798	-1552,531	,000**
	Sulu	14400	26,543	,1001			
Alt 8	Elektrikli	14400	25,048	,0693	28798	-898,911	,000**
	Sulu	14400	25,945	,0976			
Alt 9	Elektrikli	14400	24,413	,0466	28798	-2177,831	,000**
	Sulu	14400	26,512	,1059			
Orta 1	Elektrikli	14400	23,077	,0091	28798	444,010	,000**
	Sulu	14400	23,003	,0176			
Orta 2	Elektrikli	14400	23,540	,0094	28798	-2584,681	,000**
	Sulu	14400	23,965	,0173			
Orta 3	Elektrikli	14400	23,498	,0118	28798	-676,601	,000**
	Sulu	14400	23,664	,0270			
Orta 4	Elektrikli	14400	23,684	,0153	28798	-4117,999	,000**
	Sulu	14400	24,389	,0138			
Orta 5	Elektrikli	14400	23,798	,0108	28798	-4872,668	,000**
	Sulu	14400	24,595	,0164			
Orta 6	Elektrikli	14400	23,682	,0117	28798	-3764,839	,000**
	Sulu	14400	24,477	,0225			
Orta 7	Elektrikli	14400	23,228	,0096	28798	-6490,744	,000**
	Sulu	14400	24,406	,0195			
Orta 8	Elektrikli	14400	23,317	,0123	28798	-6415,990	,000**
	Sulu	14400	24,598	,0206			
Orta 9	Elektrikli	14400	22,969	,0201	28798	-5888,305	,000**
	Sulu	14400	24,471	,0230			
Üst 1	Elektrikli	14400	21,227	,0328	28798	851,764	,000**
	Sulu	14400	20,815	,0479			
Üst 2	Elektrikli	14400	21,183	,0374	28798	906,951	,000**
	Sulu	14400	20,787	,0368			

<b>Üst 3</b>	Elektrikli	14400	20,855	,0422	28798	1768,438	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	19,952	,0445			
<b>Üst 4</b>	Elektrikli	14400	21,056	,0409	28798	-1009,718	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,412	,0111			
<b>Üst 5</b>	Elektrikli	14400	20,943	,0515	28798	-446,881	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,143	,0148			
<b>Üst 6</b>	Elektrikli	14400	20,850	,0455	28798	854,817	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,431	,0374			
<b>Üst 7</b>	Elektrikli	14400	21,297	,0214	28798	-1940,639	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,799	,0225			
<b>Üst 8</b>	Elektrikli	14400	21,249	,0272	28798	-2352,862	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,841	,0130			
<b>Üst 9</b>	Elektrikli	14400	20,827	,0442	28798	-2967,916	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,957	,0115			

\* .05 düzeyinde, \*\* .01 düzeyinde anlamlılık göstermektedir

Çizelge 4.29 incelendiğinde tüm sensörler için elektrikli ve sulu ısıtma sistemleri tarafından ölçülen sıcaklık değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir  $p < .01$ . Elde edilen sonuçlara göre iki sistem arasındaki farklılık anlamlıdır. Her bir sensöre ait iki sistem tarafından ölçülen değerlere bakıldığında tüm sensörler için elektrikli sistemin ortalama sıcaklık değeri sulu sistemin ortalama sıcaklık değerinden daha düşüktür. Çalışmada, her iki ısıtma sisteminde 27 adet sensörün tamamı için ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.30’da verilmiştir.

Çizelge 4.30. 26 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri

Sensör	n	Elektrikli		Sulu	
		ort	ss	ort	ss
<b>Alt 1</b>	14400	25,1008	,06770	26,0275	,08652
<b>Alt 2</b>	14400	25,4366	,07100	26,1410	,07884
<b>Alt 3</b>	14400	25,4529	,09139	26,3486	,11975
<b>Alt 4</b>	14400	25,3904	,07451	26,3106	,08173
<b>Alt 5</b>	14400	25,4315	,07099	26,4606	,08033
<b>Alt 6</b>	14400	25,2573	,07195	26,4226	,10628
<b>Alt 7</b>	14400	24,9718	,06877	26,5432	,10011
<b>Alt 8</b>	14400	25,0483	,06927	25,9446	,09757
<b>Alt 9</b>	14400	24,4129	,04663	26,5121	,10585
<b>Orta 1</b>	14400	23,0768	,00906	23,0035	,01762
<b>Orta 2</b>	14400	23,5405	,00942	23,9647	,01730
<b>Orta 3</b>	14400	23,4979	,01183	23,6641	,02700

<b>Orta 4</b>	14400	23,6836	,01527	24,3894	,01378
<b>Orta 5</b>	14400	23,7977	,01082	24,5951	,01639
<b>Orta 6</b>	14400	23,6822	,01166	24,4775	,02251
<b>Orta 7</b>	14400	23,2285	,00963	24,4058	,01952
<b>Orta 8</b>	14400	23,3169	,01226	24,5982	,02059
<b>Orta 9</b>	14400	22,9687	,02014	24,4706	,02305
<b>Üst 1</b>	14400	21,2275	,03284	20,8151	,04792
<b>Üst 2</b>	14400	21,1834	,03744	20,7865	,03683
<b>Üst 3</b>	14400	20,8554	,04219	19,9522	,04445
<b>Üst 4</b>	14400	21,0556	,04087	21,4119	,01108
<b>Üst 5</b>	14400	20,9434	,05146	21,1429	,01484
<b>Üst 6</b>	14400	20,8498	,04545	20,4306	,03739
<b>Üst 7</b>	14400	21,2970	,02139	21,7989	,02249
<b>Üst 8</b>	14400	21,2493	,02724	21,8411	,01300
<b>Üst 9</b>	14400	20,8268	,04423	21,9571	,01150

Çizelge 4.30'da görüldüğü üzere elektrikli ısıtma sisteminde bulunan 27 adet sensörün ölçmüş olduğu sıcaklık değerleri birbirinden farklıdır. Oluşan bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. 26 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	f	P
<b>Elektrikli</b>	Ölçümler arası	209523945,299	14400	209523945,299	31365026,936	,000
	Ölçüm	1131265,393	1,761	642389,850		
	Hata	519,339	25357,017	,020		
<b>Sulu</b>	Ölçümler arası	8202906,370	14400	8202906,370	26416676,110	,000
	Ölçüm	1847209,208	1,346	1372069,554		
	Hata	1006,863	19385,289	,052		

Analiz sonuçlarına göre her iki ısıtma sisteminde de 27 adet sensörün ölçtüğü değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Oluşan farklılığın hangi sensörlerden kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan ikili karşılaştırma analizi sonrasında tüm sensörlerin ikili olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklı

ölçümler yaptığı belirlenmiştir. Bunun yanında her bir katmanda bulunan 9 adet sensörün alt, orta ve üst katmanda ölçtükleri değerler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (Anova) yapılmıştır (Çizelge 4.32 ).

Çizelge 4.32 26 °C ve %60 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi

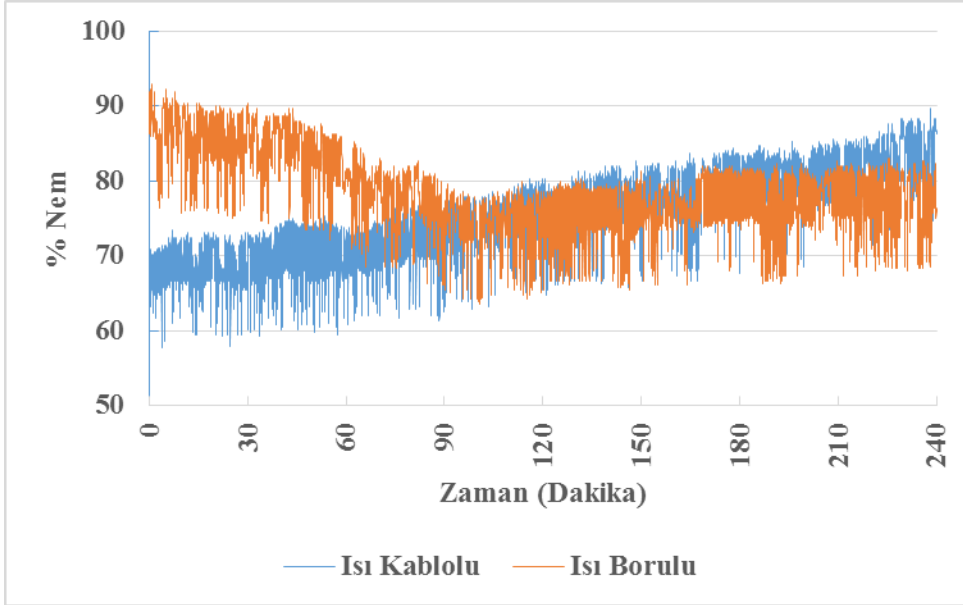
	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P
<b>Elektrikli</b>	Katmanlar arası	108088,410	14400	54044,205	28228270,393	,000
	Katmanlar içi	82,702	43197	,002		
	Toplam	108171,113	43199			
<b>Sulu</b>	Katmanlar arası	197295,496	2	98647,748	29322323,964	,000
	Katmanlar içi	145,326	43197	,003		
	Toplam	197440,822	43199			

Yapılan analiz sonucunda her iki ısıtma sisteminde de tüm sensörlerin farklı katmanlarda gösterdiği sıcaklık değerleri arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur. Oluşan farklılığın hangi katmanlardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Scheffle testi sonucuna göre her bir katman için ölçülen sıcaklık değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

#### 4.9. 26 °C ve %80 Nem Denemeleri

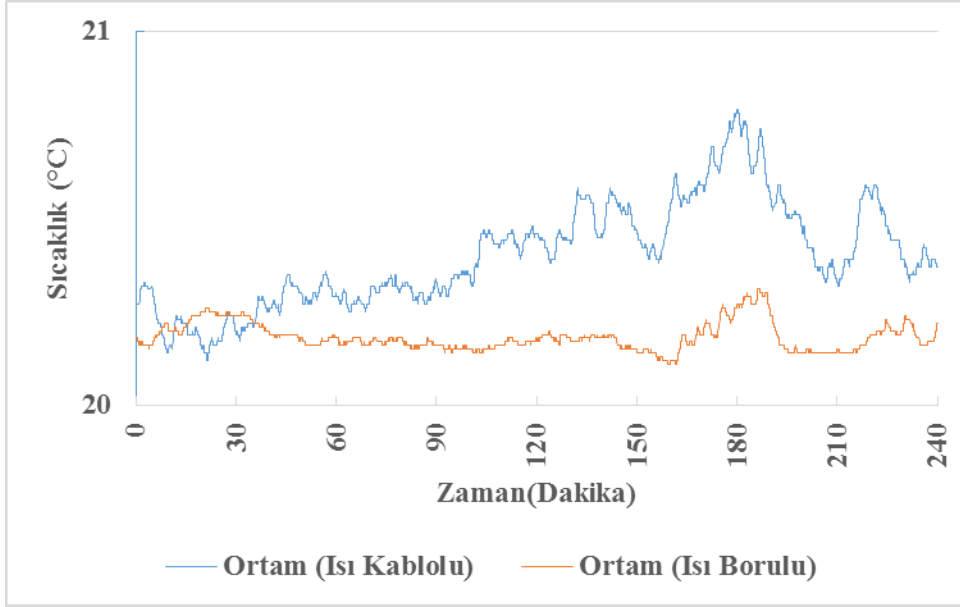
26°C ve %80 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının nem değerleri Şekil 4.65'te ve laboratuvar ortamının sıcaklık ölçümleri 4.66'da verilmiştir

Şekil 4.65'te elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik nem içeriği verileri incelendiğinde en düşük nem içeriği %57,65, en yüksek nem içeriği %89,75 ve ortalama nem içeriği %75,42 (standart sapma = 5,55) olarak tespit edilmiştir. Sulu alttan ısıtma köklendirme masasında 4 saatlik veriler incelendiğinde en düşük nem içeriği %63,51, en yüksek nem içeriği %92,86 ve ortalama nem içeriği %78,61 (standart sapma = 5,12) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.65. 26 °C ve %80 nem değerine ayarlanan masaların nem eğrileri

Şekil 4.66.'da elektrikli alttan ısıtma masasında denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 20,12 °C, en yüksek sıcaklık değeri 20,79 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 20,40 °C (standart sapma = 0,14) olarak tespit edilmiştir. Sulu alttan ısıtma masasında yapılan denemenin yapıldığı laboratuvar ortamının 4 saatlik sıcaklık verileri incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri 20,11. °C, en yüksek sıcaklık değeri 20,31 °C ve ortalama sıcaklık değeri ise 20,18 °C (standart sapma = 0,04) olarak tespit edilmiştir.

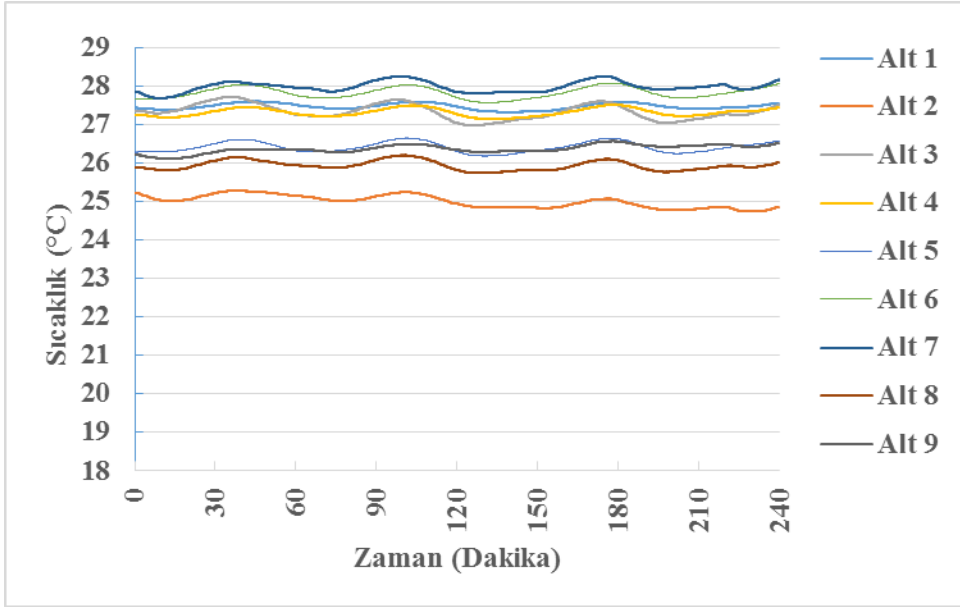


Şekil 4.66. 26 C ve %80 nem değerinde laboratuvar ortamının sıcaklık eğrileri

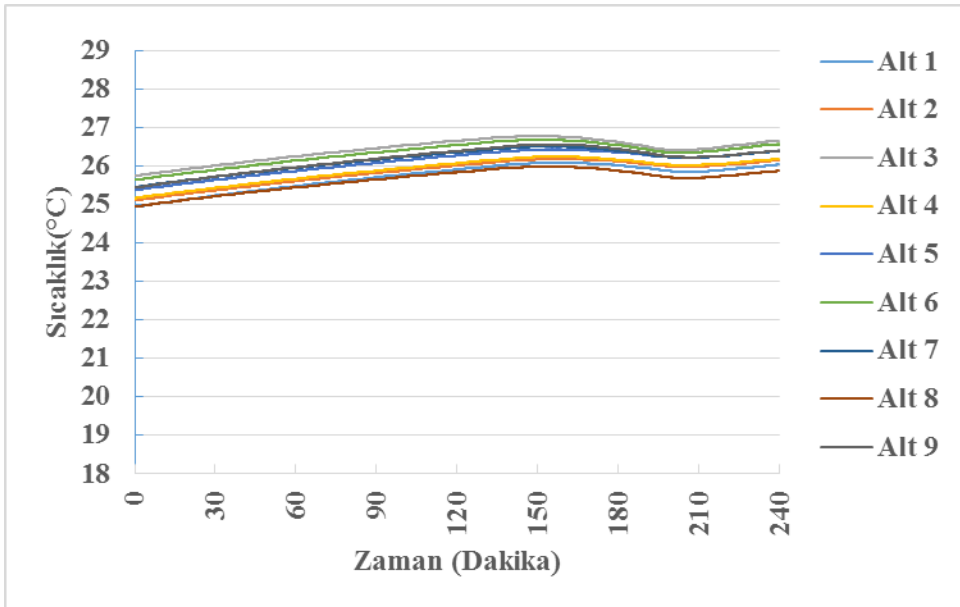
26 °C ve %40 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının alt katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.67 ve 4.68'de verilmiştir.

Şekil 4.67'de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-2 numaralı sensörden 24,74 °C ve maksimum sıcaklık Alt-7 numaralı sensörden 28,25 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 26,85 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,99 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.68'de sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Alt-1 numaralı sensörden 24,95 °C ve maksimum sıcaklık Alt-3 numaralı sensörden 26,79 °C olarak ölçülmüştür. Alt katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 26,04 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,27 olarak tespit edilmiştir.



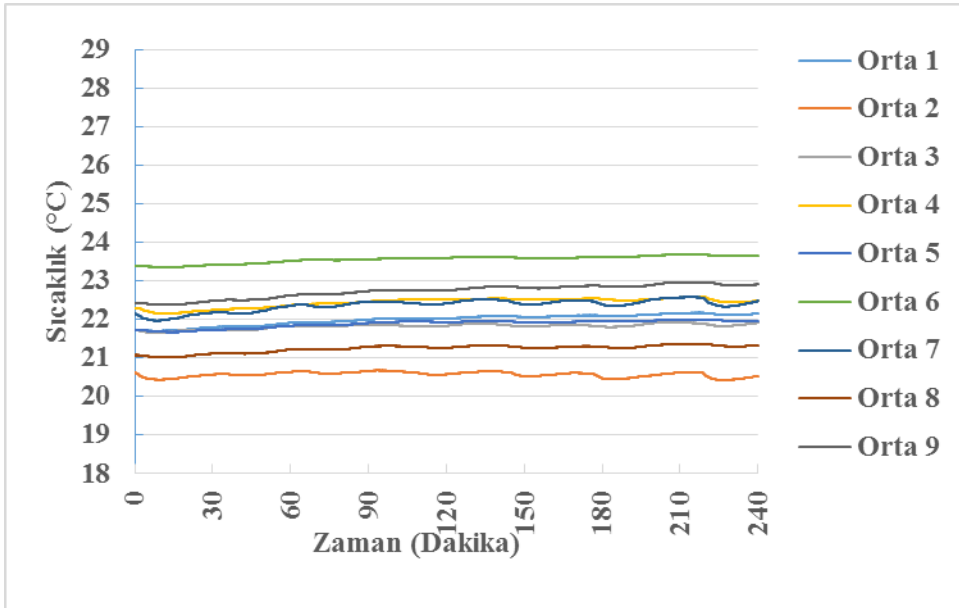
Şekil 4.67. 26 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sensör ölçümlerinin sıcaklık eğrileri



Şekil 4.68. 26 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde alt katmandaki sensör ölçümlerinin sıcaklık eğrileri

26 °C ve %80 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının orta katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.69 ve 4.70’de verilmiştir.

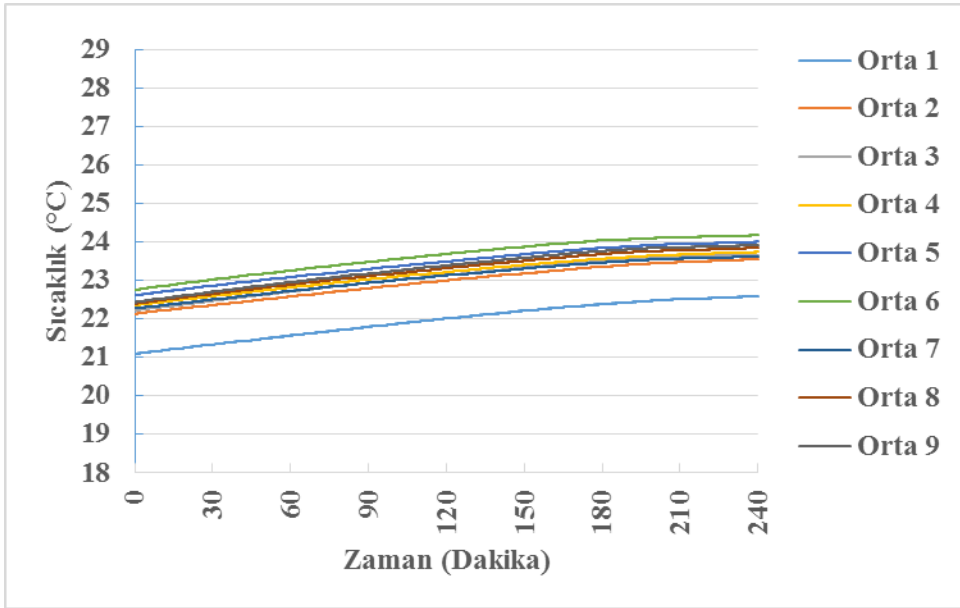
Şekil 4.69’da elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-2 numaralı sensörden 20,44 °C ve maksimum sıcaklık Orta-6 numaralı sensörden 23,68 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 22,07 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,86 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.69. 26 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.70’de sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Orta-1 numaralı sensörden 21,09 °C ve maksimum sıcaklık Orta-6 numaralı sensörden 24,19 °C olarak ölçülmüştür. Orta katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 23,10 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,47 olarak tespit edilmiştir.



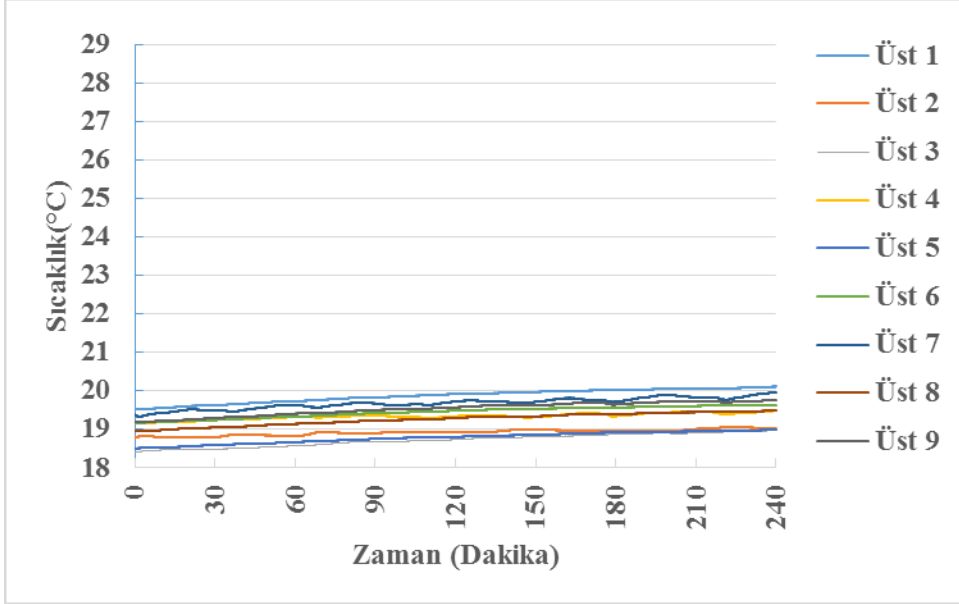


Şekil 4.70. 26 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde orta katmandaki sıcaklık eğrileri

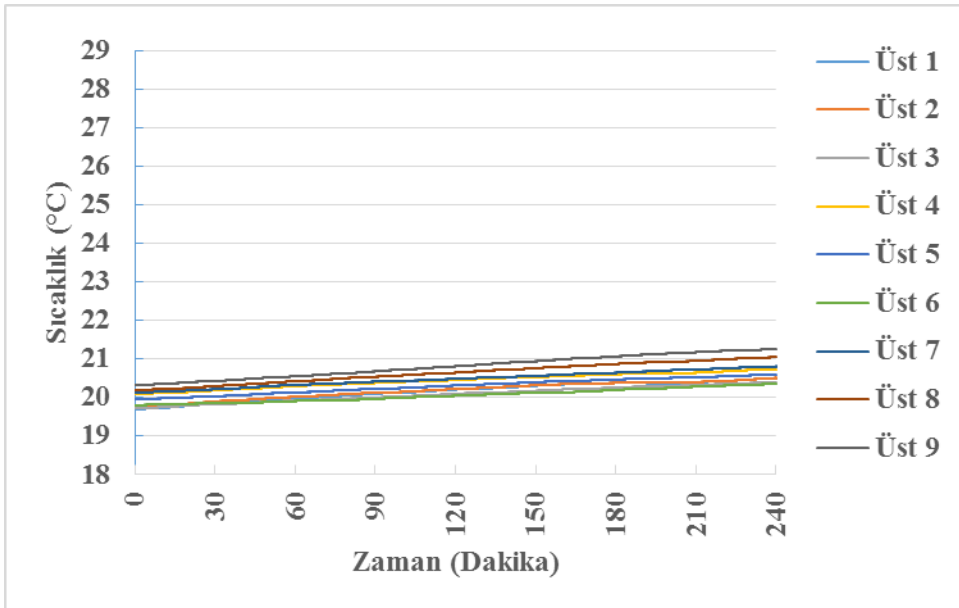
26 °C ve %80 nem değerine ayarlanan köklendirme masalarının üst katmanına yerleştirilen 9 adet sensörün 4 saatlik sıcaklık ölçümleri Şekil 4.71 ve 4.72’de verilmiştir.

Şekil 4.71’de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-3 numaralı sensörden 18,40 °C ve maksimum sıcaklık Üst-1 numaralı sensörden 20,11 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 19,28 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,40 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 4.72.’de sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-1 numaralı sensörden 19,69 °C ve maksimum sıcaklık Üst-9 numaralı sensörden 21,26°C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 20,35 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,26 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.71. 26 °C ve %80 nem değerinde elektrikli alttan ısıtma sisteminde üst



katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.72. 26 °C ve %80 nem değerinde sulu alttan ısıtma sisteminde üst katmandaki sıcaklık eğrileri

Şekil 4.71’de elektrikli alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-3 numaralı sensörden 18,40 °C ve maksimum sıcaklık Üst-1 numaralı sensörden 20,11 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 19,28 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,40 olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.72.’de sulu alttan ısıtma köklendirme masasında minimum sıcaklık Üst-1 numaralı sensörden 19,69 °C ve maksimum sıcaklık Üst-9 numaralı sensörden 21,26 °C olarak ölçülmüştür. Üst katmandaki tüm sensör ölçümlerinin ortalaması 20,35 °C ve tüm sensörlerin ortalama sıcaklıklarına göre standart sapması 0,26 olarak tespit edilmiştir.

Grafiklerde görüldüğü üzere elektrikli alttan ısıtma sisteminde sensörlerin ölçtüğü sıcaklık değerleri ayarlanan sıcaklık değeri civarındadır. Ayrıca ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanmalar göstermektedir. Katmanlar arasındaki sıcaklık değerleri arasında da fark vardır.

Sulu ısıtma sisteminde ise ayarlanan sıcaklık değerine daha yakın bir sıcaklık değeri göstermiştir. Ölçülen sıcaklık değerleri zamana bağlı olarak dalgalanma sayısı azdır. Ayrıca katmanlar arası sıcaklık değerleri arasındaki fark elektrikli alttan ısıtma sistemine göre daha azdır.

Elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerindeki sensörler tarafından ölçülen sıcaklık değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla t-testi (independent sample t-testi) yapılmıştır (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33. 26 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde t-testi analizi

Sensör	Isıtma Sistemi	n	ort	ss	sd	T	p
Alt 1	Elektrikli	14400	27,478	,0819	28798	615,713	,000**
	Sulu	14400	25,727	,3312			
Alt 2	Elektrikli	14400	25,005	,1613	28798	-285,780	,000**
	Sulu	14400	25,845	,3139			
Alt 3	Elektrikli	14400	27,343	,1993	28798	315,309	,000**
	Sulu	14400	26,433	,2832			
Alt 4	Elektrikli	14400	27,323	,1034	28798	524,412	,000**
	Sulu	14400	25,899	,3090			
Alt 5	Elektrikli	14400	26,417	,1337	28798	113,943	,000**
	Sulu	14400	26,101	,3046			

<b>Alt 6</b>	Elektrikli	14400	27,833	,1417	28798	559,721	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	26,335	,2883			
<b>Alt 7</b>	Elektrikli	14400	27,985	,1366	28798	678,486	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	26,160	,2926			
<b>Alt 8</b>	Elektrikli	14400	25,938	,1230	28798	112,149	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	25,645	,2890			
<b>Alt 9</b>	Elektrikli	14400	26,372	,1084	28798	69,344	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	26,183	,3082			
<b>Orta 1</b>	Elektrikli	14400	21,995	,1378	28798	8,586	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	21,961	,4552			
<b>Orta 2</b>	Elektrikli	14400	20,571	,0680	28798	-658,391	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	22,953	,4289			
<b>Orta 3</b>	Elektrikli	14400	21,826	,0636	28798	-340,267	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	23,082	,4386			
<b>Orta 4</b>	Elektrikli	14400	22,440	,1208	28798	-201,907	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	23,171	,4176			
<b>Orta 5</b>	Elektrikli	14400	21,889	,0968	28798	-432,024	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	23,443	,4207			
<b>Orta 6</b>	Elektrikli	14400	23,562	,0940	28798	-16,561	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	23,623	,4323			
<b>Orta 7</b>	Elektrikli	14400	22,367	,1503	28798	-194,226	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	23,076	,4114			
<b>Orta 8</b>	Elektrikli	14400	21,242	,0937	28798	-539,484	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	23,263	,4396			
<b>Orta 9</b>	Elektrikli	14400	22,731	,1704	28798	-149,393	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	23,331	,4507			
<b>Üst 1</b>	Elektrikli	14400	19,872	,1693	28798	-121,709	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,160	,2281			
<b>Üst 2</b>	Elektrikli	14400	18,924	,0760	28798	-683,982	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,184	,2077			
<b>Üst 3</b>	Elektrikli	14400	18,716	,1612	28798	-647,152	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,081	,1952			
<b>Üst 4</b>	Elektrikli	14400	19,340	,0771	28798	-662,439	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,438	,1834			
<b>Üst 5</b>	Elektrikli	14400	18,783	,1408	28798	-764,600	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,295	,1909			
<b>Üst 6</b>	Elektrikli	14400	19,449	,1408	28798	-335,079	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,054	,1647			
<b>Üst 7</b>	Elektrikli	14400	19,681	,1385	28798	-400,383	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,480	,1951			
<b>Üst 8</b>	Elektrikli	14400	19,264	,1541	28798	-552,560	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,639	,2557			
<b>Üst 9</b>	Elektrikli	14400	19,532	,1676	28798	-460,229	<b>,000**</b>
	Sulu	14400	20,807	,2870			

\* .05 düzeyinde, \*\* .01 düzeyinde anlamlılık göstermektedir

Çizelge 4.33 incelendiğinde tüm sensörler için elektrikli ve sulu ısıtma sistemleri tarafından ölçülen sıcaklık değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir  $p<.01$ . Elde edilen sonuçlara göre iki sistem arasındaki farklılık anlamlıdır. Her bir sensöre ait iki sistem tarafından ölçülen değerlere bakıldığında tüm sensörler için elektrikli sistemin ortalama sıcaklık değeri sulu sistemin ortalama sıcaklık değerinden daha düşüktür. Çalışmada, her iki ısıtma sisteminde 27 adet sensörün tamamı için ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.34’de verilmiştir.

Çizelge 4.34 26 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tüm sensörlerin ortalama ve standart sapma değerleri

Sensör	n	Elektrikli		Sulu	
		ort	ss	ort	ss
<b>Alt 1</b>	14400	27,4775	,08190	25,7269	,33122
<b>Alt 2</b>	14400	25,0047	,16134	25,8454	,31395
<b>Alt 3</b>	14000	27,3427	,19925	26,4329	,28317
<b>Alt 4</b>	14400	27,3229	,10338	25,8989	,30901
<b>Alt 5</b>	14400	26,4167	,13373	26,1009	,30457
<b>Alt 6</b>	14000	27,8331	,14170	26,3347	,28829
<b>Alt 7</b>	14400	27,9854	,13657	26,1599	,29257
<b>Alt 8</b>	14400	25,9385	,12298	25,6449	,28901
<b>Alt 9</b>	14000	26,3716	,10841	26,1827	,30824
<b>Orta 1</b>	14400	21,9950	,13784	21,9610	,45520
<b>Orta 2</b>	14400	20,5705	,06798	22,9529	,42886
<b>Orta 3</b>	14000	21,8256	,06360	23,0824	,43865
<b>Orta 4</b>	14400	22,4396	,12079	23,1710	,41763
<b>Orta 5</b>	14400	21,8890	,09677	23,4431	,42067
<b>Orta 6</b>	14000	23,5616	,09405	23,6226	,43228
<b>Orta 7</b>	14400	22,3670	,15032	23,0759	,41141
<b>Orta 8</b>	14400	21,2419	,09369	23,2627	,43963
<b>Orta 9</b>	14000	22,7314	,17042	23,3312	,45066
<b>Üst 1</b>	14400	19,8720	,16930	20,1601	,22815
<b>Üst 2</b>	14400	18,9235	,07602	20,1841	,20768
<b>Üst 3</b>	14000	18,7157	,16117	20,0808	,19518
<b>Üst 4</b>	14400	19,3396	,07707	20,4378	,18341
<b>Üst 5</b>	14400	18,7831	,14083	20,2946	,19089
<b>Üst 6</b>	14000	19,4489	,14075	20,0539	,16472
<b>Üst 7</b>	14400	19,6812	,13855	20,4796	,19509
<b>Üst 8</b>	14400	19,2640	,15411	20,6386	,25567
<b>Üst 9</b>	14000	19,5324	,16760	20,8070	,28698

Çizelge 4.34'te görüldüğü üzere elektrikli ısıtma sisteminde bulunan 27 adet sensörün ölçmüş olduğu sıcaklık değerleri birbirinden farklıdır. Oluşan bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.35. 26 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu ısıtma sistemlerinde tekrarlı ölçümler varyans analizi

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	f	P
Elektrikli	Ölçümler arası	200982797,320	14400	200982797,320	14431613,355	,000**
	Ölçüm	4015954,789	1,524	2635976,508		
	Hata	4006,879	21937,120	,183		
Sulu	Ölçümler arası	7725106,205	14400	7725106,205	5463079,482	,000**
	Ölçüm	2139320,237	1,747	1224299,451		
	Hata	5638,591	25160,570	,224		

Analiz sonuçlarına göre her iki ısıtma sisteminde de 27 adet sensörün ölçtüğü değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Oluşan farklılığın hangi sensörlerden kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan ikili karşılaştırma analizi sonrasında tüm sensörlerin ikili olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklı ölçümler yaptığı belirlenmiştir. Bunun yanında her bir katmanda bulunan 9 adet sensörün alt, orta ve üst katmanda ölçtükleri değerler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (Anova) yapılmıştır (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36 26 °C ve %80 nem değerinde elektrikli ve sulu alttan ısıtma sistemlerinde tek yönlü varyans analizi

	Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P
<b>Elektrikli</b>	Katmanlar arası	443564,264	14400	221782,132	12236907,019	<b>,000**</b>
	Katmanlar içi	782,904	43197	,018		
	Toplam	444347,168	43199			
<b>Sulu</b>	Katmanlar arası	232383,587	2	116191,793	944728,147	<b>,000**</b>
	Katmanlar içi	5312,784	43197	,123		
	Toplam	237696,371	43199			

Yapılan analiz sonucunda her iki ısıtma sisteminde de tüm sensörlerin farklı katmanlarda gösterdiği sıcaklık değerleri arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur. Oluşan farklılığın hangi katmanlardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Scheffle testi sonucuna göre her bir katman için ölçülen sıcaklık değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, laboratuvar ortamında yapılan denemelerde otomatik köklendirme sisteminde perlit ortam sıcaklık dağılımları gerçek zamanlı olarak sensörler tarafından ölçülmüş ve izlenmiştir.

Denemelerde sensörlerden alınan veriler incelendiğinde katmanlardaki sıcaklık değerlerinin set edilen sıcaklık değerine yakın olduğu görülmektedir. Elektrikli ve sulu borulu alttan ısıtma sistemlerinde köklendirme ortam sıcaklığı kontrol edilebilmektedir.

Elektrikli alttan ısıtma sisteminde ısınmanın orta noktadan olduğu sensör ölçümleri ile tespit edilmiştir. Elektrikli ısı kablolarının ısı dağılımının merkezden dışarıya doğru azalan yapıda olduğu ve sistem durdurulduğunda soğumanın hızlı olduğu ve ısıtma sisteminin sık devreye girdiği tespit edilmiştir. Isıtma sisteminin sık devreye girmesi köklendirme ortam sıcaklığında daha fazla dalgalanmalara neden olmuştur.

Sulu alttan ısıtma sisteminde ısınmanın masaya giriş noktasında daha fazla olduğu sensör ölçümleri ile tespit edilmiştir. Isı borusunun salyongoz tipi yerleştirme şeklinde yapıldığında sıcak su girişinin olduğu noktadan merkeze doğru azalan yapıda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ısıtma sistemi durdurulduğunda soğumanın daha yavaş olduğu ve ısıtma sisteminin daha az devreye girdiği gözlenmiştir. Isıtma sisteminin daha az devreye girmesi köklendirme ortam sıcaklığında daha az dalgalanmalara neden olmuştur.

Denemelerde alınan veriler ile yapılan analizlerin sonuçlarında her iki sistemde anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p < .01$ ). Bu ise köklendirme ortamındaki sıcaklığın eşit dağılmadığını göstermektedir.

Sonuç olarak otomatik köklendirme sisteminde sulu ısıtma sisteminin kullanılması önerilmektedir.



## KAYNAKLAR

- Alexandrow, A., 1988. Effect of temperature on the rooting of ripe wood mulberry cutting. **Plant Science**, XXV,2, pp. 56-68
- Anonim, (18.07.2013). Sulamanın önemi toprak bitki su ilişkisi [<http://hobibahcemiz.net/viewtopic.php?f=169&t=9015#p12560>], Erişim Tarihi: 15.01.2013.
- Cassell, D. K., Klute, A. 1986. Water potentials tensiometry. Amer. Soc. Agron. - Soil Sci. Soc. Amer., Agron. Monograph No. 9, Method of Soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods, pp. 563-596, Amerika.
- Çelik, A. 1992. Cevizlerin (*Juglans regia* L) çeliklerle üretilebilirlikleri üzerine bir araştırma. YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Van.
- Coşgun, S., 1998. Adi porsuk (*Taxus baccata* L.)'un çelikle üretilmesi üzerine araştırmalar, T. C. Orman Bakanlığı, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Rapor No. 1, Bolu.
- Doğan, V., Çalışır, O., 2012. Yerden ısıtma sistemlerinde hesap yönetimi. **TMMOB Makine Mühendisleri Odası. Tesisat Mühendisleri Dergisi**, 130: pp.41-50, Ankara
- Dinç, U., Şenol, S., 1998. Toprak Etüd ve Haritalama. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 161, Ders Kitapları Yayın No: A-50, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ofset Atölyesi. Adana.
- Erdoğan, V., Aygün, A., 2006. Kara dutun (*Morus nigra* L) yeşil çelikle çoğaltılması üzerine bir araştırma. **II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu**, (14-16 Eylül 2006), pp. 172-175, Tokat.
- Gül, A. 2008, Topraksız Tarım. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İzmir.
- Hansen, R. C., Short, T. H., Pasian, C. C., 1996. Experiences with precision control of microirrigation for container-grown nursery plants. ASAE

Paper No. 964008. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers, Presented at Phoenix, AZ., July 14-18.

- Hartmann, H.T., Kestler, D.E. 1974. Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği (Çevirenler: N. Kaşka, M. Yılmaz). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No:79, Adana.
- İnan, S. A. 2012. Meyve fidanı çoğaltılmasında kullanılan köklendirme seralarının otomasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Isparta.
- Karadeniz, T., Şişman, T., 2004. Beyaz dut ve kara dutun meyve özellikleri ve çelikle çoğaltılması. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu Kitabı, pp. 428-432, Trabzon.
- Kaşka, N., Yılmaz, M., 1987. Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No:52, Adana.
- Koyuncu, F., Emel, V., Çelik, M., 2003. Karadut (*Morus nigra* L) çeliklerinin köklenmesi üzerine araştırmalar. **Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu**, (23-25 Ekim 2003), Ordu.
- Özkan, Y., Arslan, A., 1996. Kara dut'un (*Morus nigra* L.) odun ve yeşil çelikle çoğaltılması üzerine araştırmalar. **Gaziosman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 13(1), pp. 15-27, Tokat.
- Şenel, E., 2002. Bazı dut türlerinin (*Morus ssp*) çelikle çoğaltılması üzerine bir araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Isparta.
- Ünal, A., Özçağırın R., Hepaksoy S., 1992. Karadut ve mordut çeşitlerinde odun çeliklerinin köklenmesi üzerinde bir araştırma. I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt 1, pp. 267-270, İzmir.
- Ünsal, G., 2012. Alıcın (*Crataegus orientalis* Pallas ex. Bieb. var. *Orientalis*) odun ve yarı odun çelikleriyle çoğaltılma performansının belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Tokat.

- Yaltırık, F., 1988. Dendroloji Ders Kitabı II. Angiospermae (Kapalı tohumlular) Bölüm 1. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını No:390, İstanbul.
- Yıldız, K., Koyuncu, F., 2000. Kara dutun (*M. nigra* L.) odun çelikleri ile çoğaltılması üzerine bir araştırma. **Derim**, 17(3): pp. 130-135, Antalya.
- Yıldırım, S., Yıldız, K., Zafer, N., 2011. Gerçek zaman ölçümlerine dayalı bilgisayar kontrollü geri geri beslemeli otomatik köklendirme sisteminin tasarımı geliştirilmesi ve karadutun çoğaltılmasında test edilmesi. 1080424 nolu Tübitak Projesi.
- Yılmaz, M., 1992. Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği, Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana.
- Yule, D., 1989. Temel Bilim Ansiklopedisi. Milliyet, pp.313, 314, İstanbul



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ahmet GÜNGÖR  
Doğum Yeri ve Tarihi : AYDIN-05.01.1979

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : K.O.Ü Teknik Eğitim Fakültesi  
Bölümü : Elektrik Öğretmenliği  
Yüksek Lisans Öğrenimi : A.D.Ü Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü  
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

### BİLİMSEL FAALİYETLERİ

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

### İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Adnan Menderes Üniversitesi/Aydın Meslek  
Yüksekokulu/Elektrik ve Enerji Bölümü/Elektrik Pr.-  
2012....2014  
Adnan Menderes Üniversitesi/Aydın Meslek  
Yüksekokulu/Elektrik Ve Enerji Bölümü/Elektrik Pr.-  
2004....2011  
ELTES ELEKTRİK 2005....2011

### İLETİŞİM

E-posta Adresi : ahmet.gungor@adu.edu.tr  
Tarih :05.09.2014