İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DEKİ GELENEKSEL AHŞAP ÇERÇEVE SİSTEM KONUT YAPILARINDA DIŞ DUVARLARIN ISIL VE NEMSEL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Seda Nur ALKAN

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Bilimleri Doktora Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fatih YAZICIOĞLU

HAZİRAN 2023

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DEKİ GELENEKSEL AHŞAP ÇERÇEVE SİSTEM KONUT YAPILARINDA DIŞ DUVARLARIN ISIL VE NEMSEL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Seda Nur ALKAN
(502152421)

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Bilimleri Doktora Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fatih YAZICIOĞLU

HAZİRAN 2023

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

HYGROTHERMAL PERFORMANCE ASSESSMENT OF EXTERIOR WALLS OF TRADITIONAL TIMBER FRAMED HOUSES IN TÜRKİYE

Ph.D. THESIS

Seda Nur ALKAN
(502152421)

Department of Architecture

Construction Sciences Programme

Thesis Advisor: Doç. Dr. Fatih YAZICIOĞLU

JUNE 2023

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 502152421 numaralı Doktora Öğrencisi Seda Nur ALKAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "TÜRKİYE'DEKİ GELENEKSEL AHŞAP ÇERÇEVE SİSTEM KONUT YAPILARINDA DIŞ DUVARLARIN ISIL VE NEMSEL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :	**Doç. Dr. Fatih YAZICIOĞLU** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Prof. Dr. Seden ACUN ÖZGÜNLER** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Prof. Dr. Özkan ŞENGÜL İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Erkan AVLAR Yıldız Teknik Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Nilhan VURAL Karadeniz Teknik Üniversitesi	.....

Teslim Tarihi : 4 Nisan 2023
Savunma Tarihi : 21 Haziran 2023

Çok kıymetlim büyükbabam Ahmet Yazıcı anısına…

Onu her daim sevgi ve saygıyla yad ediyorum.

ÖNSÖZ

Saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Fatih YAZICIOĞLU'na her daim bilgi ve tecrübesini esirgemeden paylaştığı için sonsuz teşekkür ederim. Bu çalışma boyunca zorlu aşamalarda her zaman çözüm odaklı fikirleriyle araştırmanın gelişmesine sunduğu kıymetli katkılar için minnettarlığımı ifade etmek isterim.

Jüri üyesi saygı değer hocalarım Prof. Dr. Özkan ŞENGÜL ve Doç. Dr. Erkan AVLAR'a, yoğun çalışma programları içinde çalışmanın ilerlemesi ve gelişmesi için emek vererek; araştırma sürecine bilgi ve tecrübeleri ile çok kıymetli katkılar sağladıkları için çok teşekkür ederim.

Jüri üyesi hocalarımdan olan ancak yakın bir zamanda kendisini kaybettiğimiz saygı değer Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Cem ALTUN'u şükran ve rahmetle anıyorum. Jüri üyeliği süresince her daim bilgi ve tecrübesini paylaşmış ve çalışmanın ilerlemesine çok kıymetli katkılar sağlamıştır.

Akademisyen kimliğiyle her daim örnek aldığım; bilgi ve tecrübesini paylaşarak bana bu yolda ışık tutan kıymetli hocam Prof. Dr. Halit Yaşa ERSOY'a çok teşekkür ederim.

Akademisyen olmam için yola çıktığımda, ilk adımlarımı atarken bana desteğini esirgemeyen ve bu alanda ilerlemem için beni cesaretlendiren değerli hocam rahmetli Prof. Dr. Ahmet EYÜCE'ye minnettarlığımı ifade ederken kendisini saygıyla anıyorum.

İTÜ Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Laboratuvarı'nda gerçekleştirilen deneylerde bilgi ve tecrübesine ihtiyaç duyduğum her zaman bana yardımcı olarak çalışmaya katkı sağlayan Prof. Dr. Seden Acun ÖZGÜNLER ve Doç. Dr. Mehmet Serkan YATAĞAN'a çok teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarımda desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Nazife ÖZER'e çok teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarımda yardımları için İbrahim Öztürk'e çok teşekkür ederim.

İTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde taş türlerinin incelenmesi ve kullanılması gereken taşların belirlenmesi sürecinde bilgi ve tecrübelerini paylaşarak kıymetli katkılar sunan Dr. Orhan YAVUZ'a çok teşekkür ederim.

Sıcak oda deneylerinin gerçekleştirildiği TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı Müdürlüğü Laboratuvarı ve deney süreçlerini takip ederek bilgi ve tecrübelerini paylaşan yalıtım teknikeri Osman AYDOĞDU ve İsmail YILDIRIM'a yardımları için çok teşekkür ederim.

Ahşap yapı malzemelerinin temini sürecinde yardımlarından dolayı Ahmet ÇAVUŞOĞLU nezdinde Güven Kereste'ye çok teşekkür ederim.

Okil markasına, kerpiç sıva ile ilgili bilgi ve tecrübelerini paylaştıkları için çok teşekkür ederim.

Duvar örneklerinin inşasında görev alan Aziz, Veli ve Şenol ustalarıma katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Çok kıymetlim, rahmetli büyükbabam Ahmet YAZICI'ya, kendime olan inancımın ortaya çıkmasını sağlayan daimi desteği için minnettarım.

Annem Neriman ALKAN, babam Ahmet ALKAN, kız kardeşim Dr. Ece Seren ALKAN ve sevdiklerime her zaman yanımda oldukları ve desteklerini esirgemedikleri için çok teşekkür ederim.

İTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne çok teşekkür ederim. Bu çalışma; İTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimince desteklenmiştir. Proje numarası: 42955

Bu tez çalışmasının, bu ve benzeri konularda yapılacak çalışmalara ışık tutarak literatüre katkı sağlamasını temenni ederim.

Mart 2023

Seda Nur ALKAN
(Yüksek Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **ix**
İÇİNDEKİLER ..... **xi**
KISALTMALAR ..... **xv**
SEMBOLLER ..... **xvii**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xix**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xxiii**
ÖZET..... **xliii**
SUMMARY ..... **xlv**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı 2
1.2 Hipotez ve Araştırma Soruları 4
1.3 Çalışmanın Yöntemi ve Uygulanması 5
1.4 Anlam ve Önemi 10
1.5 Özgün Değeri 11
1.6 Yaygın Etki 11
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI **13**
2.1 Türkiye'deki Geleneksel Ahşap Çerçeve Konut Yapıları 13
2.2 Isıl ve Nemsel Performans Araştırmaları 16
3. TÜRKİYE'DEKİ GELENEKSEL AHŞAP KONUT DIŞ DUVAR SİSTEMLERİ **23**
3.1 Geleneksel Ahşap Konut Dış Duvar Sistemleri 23
3.1.1 Ahşap yığma (çantı) duvar 24
3.1.1.1 Kütük yığma 24
3.1.1.2 Blok yığma 24
3.1.2 Ahşap çerçeve (Karkas/İskelet/Çatma) duvar 27
3.1.2.1 Ahşap çerçeve kerpiç dolgu 29
3.1.2.2 Ahşap çerçeve tuğla dolgu 30
3.1.2.3 Ahşap çerçeve taş dolgu 31
3.1.2.4 Ahşap çerçeve ahşap dolgu 32
3.1.2.5 Ahşap çerçeve ağaç dalı dolgu 33
3.1.2.6 Ahşap çerçeve kaplamalı 33
3.1.3 Karma sistemler 34
3.2 Geleneksel Ahşap Çerçeve Konut Dış Duvar Yapımında Kullanılan Malzemeler 34
3.2.1 Ahşap 35
3.2.2 Harman tuğlası 38
3.2.3 Kerpiç 38
3.2.4 Taş (Doğal taş yapı malzemesi) 40
3.2.5 Bağdadi (çıta + sıva) 42
3.2.6 Kerpiç (çamur/toprak) sıva 42

3.2.7 Kireç sıva 43
3.3 Vaka Çalışması Kapsamında Duvar Tiplerinin Tasarlanması 44
3.3.1 Duvar tiplerinin tasarımı için literatür taraması 44
3.3.1.1 Fındıklı 45
3.3.1.2 Safranbolu 47
3.3.1.3 Sivrihisar 48
3.3.1.4 Zeyrek 50
3.3.2 Duvar tiplerinin tasarımı: 150 cm x 150 cm duvar tiplerinin belirlenmesi 51
3.3.2.1 Fındıklı 54
3.3.2.2 Safranbolu 54
3.3.2.3 Sivrihisar 54
3.3.2.4 Zeyrek 55
3.3.3 Vaka Çalışması Kapsamında Tasarlanan Duvar Tiplerinin Yapımında Kullanılan Malzemelerin Özelliklerinin Laboratuvar Çalışmaları ile Tespit edilmesi 59
3.3.3.1 Görünür yoğunluk 60
3.3.3.2 Kılcal su emme katsayısı 61
3.3.3.3 Açık gözeneklilik 63
3.3.3.4 Su buharı difüzyon direnç faktörü 63
3.3.3.5 Higroskopik sorpsiyon 65
4. DIŞ DUVARLARDA ISIL VE NEMSEL (HİGROTERMAL) PERFORMANSIN BELİRLENMESİ İÇİN ÖLÇÜTLER 67
4.1 Dış Duvarlarda Isı 69
4.2 Dış Duvarlarda Nem 71
4.3 Geleneksel Ahşap Çerçeve Konut Yapılarının Dış Duvarlarının Isıl ve Nemsel Performansı 73
4.4 Isıl ve Nemsel Performans Analiz Yöntemleri 81
4.4.1 Hesaplama yöntemi 83
4.4.2 Sayısal Yöntem: Bilgisayarlı benzetim yöntemi (Higrotermal simülasyon araçları) 84
4.4.3 Laboratuvar ortamında yapılan deneyler 87
4.4.4 Yerinde ölçüm yöntemi 89
5. TÜRKİYE'DEKİ GELENEKSEL AHŞAP ÇERÇEVE SİSTEM KONUT YAPILARININ DIŞ DUVARLARININ ISIL VE NEMSEL PERFORMANSLARININ SAYISAL VE DENEYSEL YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ 91
5.1 Duvar Modelleri 91
5.2 Deneysel Çalışma ve Bilgisayarlı Benzetim Çalışması: Mahfazalı Sıcak Oda ve DELPHIN Sonuçlarının Karşılaştırılması 95
5.2.1 Mahfazalı sıcak oda ölçümleri 96
5.2.2 Karşılaştırmalı Analiz için DELPHIN Bilgisayarlı Benzetim Çalışmaları 100
5.2.3 Karşılaştırmalı sonuçların değerlendirilmesi 103
5.3 İklim Verileri ile DELPHIN Bilgisayarlı Benzetim Çalışmaları 111
5.3.1 Fındıklı 113
5.3.2 Safranbolu 189
5.3.3 Sivrihisar 293
5.3.4 Zeyrek 398

5.3.5 İklim verileri ile DELPHIN bilgisayarlı benzetim çalışmalarının sonuçlarının değerlendirilmesi 494
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 511
KAYNAKLAR 515
EKLER 527
ÖZGEÇMİŞ 535

KISALTMALAR

TSE **:** Türk Standardları Enstitüsü

RH **:** Bağıl nem

SEMBOLLER

A : Alan
CO_2 : Karbondioksit
d : Kalınlık
KCI : Potasyum klorür
m : Kütle
N : Kılcal su emme katsayısı
NACI : Sodyum klorür
p : Barometrik basınç
R_D : Su buharının gaz sabiti
T : Sıcaklık
t : Zaman
U : Yapı bileşeninin ısıl geçirgenlik katsayısı
V : Hacim
W : Su buharı geçirgenliği
ρ : Yoğunluk
δ : Su buharı geçirgenliği
λ : Isıl iletkenlik hesap değeri
μ : Su buharı difüzyon direnç faktörü
ψ : Hacimce yüzde rutubet muhtevası
u : Kütlece yüzde rutubet muhtevası

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Malzemelerin fiziksel özellikleri. **66**
Çizelge 4.1 : Derece gün bölgelerine göre maksimum değer kabul edilmesi TS825'te tavsiye edilen dış duvar ısıl geçirgenlik katsayıları. **70**
Çizelge 4.2 : Küf duyarlılık sınıfları ve malzeme grupları. **79**
Çizelge 5.1 : Simülasyon çalışmalarında tanımlanan malzemeler. **101**
Çizelge 5.2 : Sayısal ağ tanımlaması deneme çalışması verileri. **103**
Çizelge 5.3 : Mahfazalı sıcak oda deneyleri ve DELPHIN sonuçları. **104**
Çizelge 5.4 : Sıcaklık değerleri sonuçları. **106**
Çizelge 5.5 : FM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **115**
Çizelge 5.6 : FM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **115**
Çizelge 5.7 : FM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **117**
Çizelge 5.8 : FM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **118**
Çizelge 5.9 : FM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **120**
Çizelge 5.10 : FM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **121**
Çizelge 5.11 : FM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **124**
Çizelge 5.12 : FM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **125**
Çizelge 5.13 : FM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **126**
Çizelge 5.14 : FM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **128**

Çizelge 5.15 : FM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **129**
Çizelge 5.16 : FM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **131**
Çizelge 5.17 : Fındıklı modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri. **187**
Çizelge 5.18 : SAM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **190**
Çizelge 5.19 : SAM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **191**
Çizelge 5.20 : SAM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **193**
Çizelge 5.21 : SAM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **194**
Çizelge 5.22 : SAM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **196**
Çizelge 5.23 : SAM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **197**
Çizelge 5.24 : SAM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **200**
Çizelge 5.25 : SAM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **201**
Çizelge 5.26 : SAM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **203**
Çizelge 5.27 : SAM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **204**
Çizelge 5.28 : SAM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **206**
Çizelge 5.29 : SAM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **207**
Çizelge 5.30 : Safranbolu modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri. **290**
Çizelge 5.31 : SİM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **295**

Çizelge 5.32 : SİM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **296**
Çizelge 5.33 : SİM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **298**
Çizelge 5.34 : SİM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **299**
Çizelge 5.35 : SİM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **301**
Çizelge 5.36 : SİM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **302**
Çizelge 5.37 : SİM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **304**
Çizelge 5.38 : SİM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **306**
Çizelge 5.39 : SİM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **307**
Çizelge 5.40 : SİM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **309**
Çizelge 5.41 : SİM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **310**
Çizelge 5.42 : SİM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **312**
Çizelge 5.43 : Sivrihisar modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri. **395**
Çizelge 5.44 : ZM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **400**
Çizelge 5.45 : ZM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **401**
Çizelge 5.46 : ZM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **403**
Çizelge 5.47 : ZM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **404**
Çizelge 5.48 : ZM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. **406**

Çizelge 5.49 : ZM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. ..... **407**
Çizelge 5.50 : ZM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. ..... **409**
Çizelge 5.51 : ZM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. ..... **411**
Çizelge 5.52 : ZM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. ..... **412**
Çizelge 5.53 : ZM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. ..... **414**
Çizelge 5.54 : ZM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. ..... **415**
Çizelge 5.55 : ZM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.. ..... **417**
Çizelge 5.56 : Zeyrek modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri. **491**

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Çalışmanın kapsamı ve senaryo. **4**
Şekil 1.2 : Çalışmanın akışı. **6**
Şekil 3.1 : Türkiye'deki geleneksel ahşap konut yapılarının taşıyıcı sisteme göre sınıflandırılması. **24**
Şekil 3.2 : Ahşap yığma duvar, köşe geçme örnekleri. **25**
Şekil 3.3 : Serender örneği, Rize. **26**
Şekil 3.4 : Serender strüktürel özellikleri. **27**
Şekil 3.5 : Safranbolu evleri. **30**
Şekil 3.6 : Tuğla dolgu duvar örgü çeşitleri. **30**
Şekil 3.7 : Fındıklı, Rize'de göz dolma örneği. **31**
Şekil 3.8 : Muskalı dolma duvar örgüsü. **32**
Şekil 3.9 : Ahşap çerçeve ahşap dolgu dikme bağlantı örnekleri. **32**
Şekil 3.10 : Ahşap çerçeve ağaç dalları ile dolgu. **33**
Şekil 3.11 : 19. yüzyıl sonunda Beylerbeyi'nde inşa edilen ahşap konut örneği. **34**
Şekil 3.12 : Rize'den alınıp incelenen rastgele numune örnekleri. **42**
Şekil 3.13 : Köseoğlu Osman Cengiz Evi, Güney cephe. **45**
Şekil 3.14 : Aydınoğlu Evi, Kuzey cephe. **46**
Şekil 3.15 : Şevket Bey Konağı, Kuzey cephe. **47**
Şekil 3.16 : Safranbolu cephe örnekleri **47**
Şekil 3.17 : Safran Konak. **48**
Şekil 3.18 : İbrahim Bulgurcu Evi, Güneydoğu cephesi. **49**
Şekil 3.19 : Zaimoğlu Konağı, Güneydoğu cephe. **49**
Şekil 3.20 : Zeyrek'te konut duvarı. **50**
Şekil 3.21 : Ahşap çerçeve yapı sistemleri. **51**
Şekil 3.22 : İstanbul'da bir cephe örneği. **51**
Şekil 3.23 : İncelenen örneklerin ahşap alan ve dolgu alanı oranları. **53**
Şekil 3.24 : Tasarlanan duvar iskelet ve katmanları. **56**
Şekil 3.25 : Tasarlanan duvar tiplerinin ahşap alan ve dolgu alanı oranlar. **57**
Şekil 3.26 : Pilot çalışma kapsamında tasarlanan duvar tipleri. **58**
Şekil 3.27 : Pilot çalışma kapsamında yapılan DELPHIN simülasyon sonuçları. **59**
Şekil 3.28 : Etüvde numunelerin kurutulması. **61**
Şekil 3.29 : Kılcal su emme deneyinde 48 saat sonunda kerpiç numune (üstten görünüş). **62**
Şekil 4.1 : Yapılarda tipik nem kaynakları. **72**
Şekil 4.2 : Ahşap malzemede küf oluşumu için uygun olası sıcaklık ve bağıl nem koşullarını gösteren matematiksel model. **77**
Şekil 4.3 : Farklı küf indeksi değerlerinde küf oluşumu için gerekli sıcaklığa bağlı kritik bağıl nem değerleri. **78**
Şekil 4.4 : Farklı malzeme hassasiyet sınıfları için yüzey sıcaklığının bir fonksiyonu olarak kritik yüzey bağıl nemi. **80**
Şekil 4.5 : DELPHIN ve WUFI yazılımlarının karşılaştırması. **86**

Şekil 4.6 : DELPHIN benzetim süreci şeması. **87**
Şekil 4.7 : Mahfazalı sıcak oda (solda) ve kalibre edilmiş sıcak oda (sağda). **88**
Şekil 5.1 : Vaka çalışması aşamaları. **91**
Şekil 5.2 : Fındıklı Model 1 duvar tipleri. **92**
Şekil 5.3 : Fındıklı Model 2 duvar tipleri. **92**
Şekil 5.4 : Safranbolu Model 1 duvar tipleri. **93**
Şekil 5.5 : Safranbolu Model 2 duvar tipleri. **93**
Şekil 5.6 : Sivrihisar Model 1 duvar tipleri. **94**
Şekil 5.7 : Sivrihisar Model 2 duvar tipleri. **94**
Şekil 5.8 : Zeyrek Model 1 duvar tipleri. **95**
Şekil 5.9 : Zeyrek Model 2 duvar tipleri. **95**
Şekil 5.10 : Sıcak oda deney süreci. **99**
Şekil 5.11 : FM1.1 ve FM1.2 için belirlenen ölçüm noktaları. **113**
Şekil 5.12 : FM1.1 19 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **114**
Şekil 5.13 : FM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **114**
Şekil 5.14 : FM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **116**
Şekil 5.15 : FM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **116**
Şekil 5.16 : FM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **117**
Şekil 5.17 : FM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **118**
Şekil 5.18 : FM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **119**
Şekil 5.19 : FM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **119**
Şekil 5.20 : FM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **120**
Şekil 5.21 : FM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **121**
Şekil 5.22 : FM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **122**
Şekil 5.23 : FM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **122**
Şekil 5.24 : FM2.1 ve FM2.2 için belirlenen ölçüm noktaları. **123**
Şekil 5.25 : FM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **123**
Şekil 5.26 : FM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **124**
Şekil 5.27 : FM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **125**
Şekil 5.28 : FM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **126**
Şekil 5.29 : FM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **127**
Şekil 5.30 : FM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **127**
Şekil 5.31 : FM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **128**
Şekil 5.32 : FM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **129**
Şekil 5.33 : FM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **130**
Şekil 5.34 : FM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **130**
Şekil 5.35 : FM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **131**
Şekil 5.36 : FM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **132**
Şekil 5.37 : FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **133**
Şekil 5.38 : FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **133**
Şekil 5.39 : FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **134**
Şekil 5.40 : FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **135**
Şekil 5.41 : FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **136**
Şekil 5.42 : FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **136**

Şekil 5.43 : FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **137**
Şekil 5.44 : FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **138**
Şekil 5.45 : FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **139**
Şekil 5.46 : FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **139**
Şekil 5.47 : FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **140**
Şekil 5.48 : FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **141**
Şekil 5.49 : FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **142**
Şekil 5.50 : FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **142**
Şekil 5.51 : FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **143**
Şekil 5.52 : FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **144**
Şekil 5.53 : FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **145**
Şekil 5.54 : FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **145**
Şekil 5.55 : FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **146**
Şekil 5.56 : FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **147**
Şekil 5.57 : FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **148**
Şekil 5.58 : FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **148**
Şekil 5.59 : FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **149**
Şekil 5.60 : FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **150**
Şekil 5.61 : FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **151**
Şekil 5.62 : FM1.2 20°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **151**
Şekil 5.63 : FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **152**
Şekil 5.64 : FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **153**
Şekil 5.65 : FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **154**
Şekil 5.66 : FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **154**
Şekil 5.67 : FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **155**

Şekil 5.68 : FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nemısıl iletkenlik grafiği. **156**
Şekil 5.69 : FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklıkbağıl nem grafiği. **157**
Şekil 5.70 : FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nemısıl iletkenlik grafiği. **157**
Şekil 5.71 : FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklıkbağıl nem grafiği. **158**
Şekil 5.72 : FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nemısıl iletkenlik grafiği. **159**
Şekil 5.73 : FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklıkbağıl nem grafiği. **160**
Şekil 5.74 : FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nemısıl iletkenlik grafiği. **160**
Şekil 5.75 : FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklıkbağıl nem grafiği. **161**
Şekil 5.76 : FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nemısıl iletkenlik grafiği. **162**
Şekil 5.77 : FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklıkbağıl nem grafiği. **163**
Şekil 5.78 : FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nemısıl iletkenlik grafiği. **163**
Şekil 5.79 : FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklıkbağıl nem grafiği. **164**
Şekil 5.80 : FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nemısıl iletkenlik grafiği. **165**
Şekil 5.81 : FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklıkbağıl nem grafiği. **166**
Şekil 5.82 : FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nemısıl iletkenlik grafiği. **166**
Şekil 5.83 : FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklıkbağıl nem grafiği. **167**
Şekil 5.84 : FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nemısıl iletkenlik grafiği. **168**
Şekil 5.85 : FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklıkbağıl nem grafiği. **169**
Şekil 5.86 : FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nemısıl iletkenlik grafiği. **169**
Şekil 5.87 : FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklıkbağıl nem grafiği. **170**
Şekil 5.88 : FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nemısıl iletkenlik grafiği. **171**
Şekil 5.89 : FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklıkbağıl nem grafiği. **172**
Şekil 5.90 : FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nemısıl iletkenlik grafiği. **172**
Şekil 5.91 : FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklıkbağıl nem grafiği. **173**
Şekil 5.92 : FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nemısıl iletkenlik grafiği. **174**

Şekil 5.93 : FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **175**
Şekil 5.94 : FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **175**
Şekil 5.95 : FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **176**
Şekil 5.96 : FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **177**
Şekil 5.97 : FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **178**
Şekil 5.98 : FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **178**
Şekil 5.99 : FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **179**
Şekil 5.100 : FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **180**
Şekil 5.101 : FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **181**
Şekil 5.102 : FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **181**
Şekil 5.103 : FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **182**
Şekil 5.104 : FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **183**
Şekil 5.105 : FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **184**
Şekil 5.106 : FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **184**
Şekil 5.107 : FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **185**
Şekil 5.108 : FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **186**
Şekil 5.109 : SAM1.1 ve SAM1.2 için belirlenen ölçüm noktaları. **189**
Şekil 5.110 : SAM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **190**
Şekil 5.111 : SAM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **191**
Şekil 5.112 : SAM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **192**
Şekil 5.113 : SAM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **192**
Şekil 5.114 : SAM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **193**
Şekil 5.115 : SAM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **194**
Şekil 5.116 : SAM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **195**
Şekil 5.117 : SAM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **195**
Şekil 5.118 : SAM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **196**
Şekil 5.119 : SAM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **197**
Şekil 5.120 : SAM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **198**
Şekil 5.121 : SAM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **198**
Şekil 5.122 : SAM2.1 ve SAM2.2 için belirlenen ölçüm noktaları. **199**
Şekil 5.123 : SAM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **199**
Şekil 5.124 : SAM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **200**
Şekil 5.125 : SAM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **201**
Şekil 5.126 : SAM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **202**

Şekil 5.127 : SAM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **202**
Şekil 5.128 : SAM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **203**
Şekil 5.129 : SAM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **204**
Şekil 5.130 : SAM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **205**
Şekil 5.131 : SAM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **205**
Şekil 5.132 : SAM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **206**
Şekil 5.133 : SAM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **207**
Şekil 5.134 : SAM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **208**
Şekil 5.135 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **209**
Şekil 5.136 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **209**
Şekil 5.137 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **210**
Şekil 5.138 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **211**
Şekil 5.139 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **212**
Şekil 5.140 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **212**
Şekil 5.141 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **213**
Şekil 5.142 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **214**
Şekil 5.143 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **215**
Şekil 5.144 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **215**
Şekil 5.145 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **216**
Şekil 5.146 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **217**
Şekil 5.147 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **218**
Şekil 5.148 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **218**
Şekil 5.149 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **219**
Şekil 5.150 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **220**
Şekil 5.151 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **221**
Şekil 5.152 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **221**
Şekil 5.153 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık bağıl nem grafiği. **222**
Şekil 5.154 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **223**
Şekil 5.155 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **224**

Şekil 5.156 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **224**
Şekil 5.157 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **225**
Şekil 5.158 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **226**
Şekil 5.159 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **227**
Şekil 5.160 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **227**
Şekil 5.161 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **228**
Şekil 5.162 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **229**
Şekil 5.163 : SAM1.2. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **230**
Şekil 5.164 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **230**
Şekil 5.165 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **231**
Şekil 5.166 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **232**
Şekil 5.167 : SAM1.2. 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **233**
Şekil 5.168 : SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **233**
Şekil 5.169 : SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **234**
Şekil 5.170 : SAM1.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **235**
Şekil 5.171 : SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **236**
Şekil 5.172 : SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **236**
Şekil 5.173 : SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **237**
Şekil 5.174 : SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **238**
Şekil 5.175 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **239**
Şekil 5.176 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **239**
Şekil 5.177 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **240**
Şekil 5.178 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **241**
Şekil 5.179 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **242**
Şekil 5.180 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **242**

Şekil 5.181 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **243**
Şekil 5.182 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **244**
Şekil 5.183 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **245**
Şekil 5.184 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **245**
Şekil 5.185 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **246**
Şekil 5.186 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **247**
Şekil 5.187 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **248**
Şekil 5.188 : SAM2.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **248**
Şekil 5.189 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **249**
Şekil 5.190 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **250**
Şekil 5.191 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği. **251**
Şekil 5.192 : SAM1.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **251**
Şekil 5.193 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **252**
Şekil 5.194 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **253**
Şekil 5.195 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **254**
Şekil 5.196 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **254**
Şekil 5.197 : SAM1.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **255**
Şekil 5.198 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **256**
Şekil 5.199 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **257**
Şekil 5.200 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **257**
Şekil 5.201 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği. **258**
Şekil 5.202 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **259**
Şekil 5.203 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **260**
Şekil 5.204 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **260**
Şekil 5.205 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **261**

Şekil 5.206 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **262**
Şekil 5.207 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **263**
Şekil 5.208 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **263**
Şekil 5.209 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **264**
Şekil 5.210 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **265**
Şekil 5.211 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği. **266**
Şekil 5.212 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **266**
Şekil 5.213 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **267**
Şekil 5.214 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **268**
Şekil 5.215 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **269**
Şekil 5.216 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **269**
Şekil 5.217 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **270**
Şekil 5.218 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **271**
Şekil 5.219 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **272**
Şekil 5.220 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **272**
Şekil 5.221 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği. **273**
Şekil 5.222 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **274**
Şekil 5.223 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **275**
Şekil 5.224 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **275**
Şekil 5.225 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **276**
Şekil 5.226 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **277**
Şekil 5.227 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **278**
Şekil 5.228 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **278**
Şekil 5.229 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **279**
Şekil 5.230 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **280**

Şekil 5.231 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği. **281**
Şekil 5.232 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **281**
Şekil 5.233 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **282**
Şekil 5.234 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **283**
Şekil 5.235 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **284**
Şekil 5.236 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **284**
Şekil 5.237 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **285**
Şekil 5.238 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **286**
Şekil 5.239 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **287**
Şekil 5.240 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **287**
Şekil 5.241 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği. **288**
Şekil 5.242 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **289**
Şekil 5.243 : SİM1.1 ve SİM1.2 için belirlenen ölçüm noktaları. **294**
Şekil 5.244 : SİM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **294**
Şekil 5.245 : SİM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **295**
Şekil 5.246 : SİM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **296**
Şekil 5.247 : SİM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **297**
Şekil 5.248 : SİM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **297**
Şekil 5.249 : SİM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **298**
Şekil 5.250 : SİM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **299**
Şekil 5.251 : SİM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **300**
Şekil 5.252 : SİM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **300**
Şekil 5.253 : SİM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **301**
Şekil 5.254 : SİM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **302**
Şekil 5.255 : SİM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **303**
Şekil 5.256 : SİM2.1 ve SİM2.2 için belirlenen ölçüm noktaları. **303**
Şekil 5.257 : SİM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **304**
Şekil 5.258 : SİM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **305**
Şekil 5.259 : SİM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **305**
Şekil 5.260 : SİM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **306**
Şekil 5.261 : SİM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **307**
Şekil 5.262 : SİM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **308**
Şekil 5.263 : SİM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **308**
Şekil 5.264 : SİM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **309**
Şekil 5.265 : SİM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **310**
Şekil 5.266 : SİM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **311**
Şekil 5.267 : SİM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **311**
Şekil 5.268 : SİM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **312**

Şekil 5.269 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **313**
Şekil 5.270 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **314**
Şekil 5.271 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **315**
Şekil 5.272 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **315**
Şekil 5.273 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **316**
Şekil 5.274 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **317**
Şekil 5.275 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **318**
Şekil 5.276 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **318**
Şekil 5.277 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği. **319**
Şekil 5.278 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **320**
Şekil 5.279 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **321**
Şekil 5.280 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **321**
Şekil 5.281 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **322**
Şekil 5.282 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **323**
Şekil 5.283 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **324**
Şekil 5.284 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **324**
Şekil 5.285 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **325**
Şekil 5.286 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **326**
Şekil 5.287 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği. **327**
Şekil 5.288 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **327**
Şekil 5.289 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **328**
Şekil 5.290 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **329**
Şekil 5.291 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **330**
Şekil 5.292 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **330**
Şekil 5.293 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **331**

Şekil 5.294 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **332**
Şekil 5.295 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **333**
Şekil 5.296 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **333**
Şekil 5.297 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği. **334**
Şekil 5.298 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **335**
Şekil 5.299 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **336**
Şekil 5.300 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **336**
Şekil 5.301 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **337**
Şekil 5.302 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **338**
Şekil 5.303 : SİM1.2. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **339**
Şekil 5.304 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **339**
Şekil 5.305 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **340**
Şekil 5.306 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **341**
Şekil 5.307 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği. **342**
Şekil 5.308 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **342**
Şekil 5.309 : SİM1.2. 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **343**
Şekil 5.310 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **344**
Şekil 5.311 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **345**
Şekil 5.312 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **345**
Şekil 5.313 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **346**
Şekil 5.314 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **347**
Şekil 5.315 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **348**
Şekil 5.316 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **348**
Şekil 5.317 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği. **349**
Şekil 5.318 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **350**

Şekil 5.319 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **351**
Şekil 5.320 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **351**
Şekil 5.321 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **352**
Şekil 5.322 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **353**
Şekil 5.323 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **354**
Şekil 5.324 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **354**
Şekil 5.325 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **355**
Şekil 5.326 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **356**
Şekil 5.327 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği. **357**
Şekil 5.328 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **357**
Şekil 5.329 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **358**
Şekil 5.330 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **359**
Şekil 5.331 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **360**
Şekil 5.332 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **360**
Şekil 5.333 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **361**
Şekil 5.334 : SİM2.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **362**
Şekil 5.335 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **363**
Şekil 5.336 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **363**
Şekil 5.337 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **364**
Şekil 5.338 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **365**
Şekil 5.339 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **366**
Şekil 5.340 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **366**
Şekil 5.341 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **367**
Şekil 5.342 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **368**
Şekil 5.343 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **369**

Şekil 5.344 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **369**
Şekil 5.345 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **370**
Şekil 5.346 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **371**
Şekil 5.347 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **372**
Şekil 5.348 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **372**
Şekil 5.349 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **373**
Şekil 5.350 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **374**
Şekil 5.351 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **375**
Şekil 5.352 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **375**
Şekil 5.353 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **376**
Şekil 5.354 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **377**
Şekil 5.355 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **378**
Şekil 5.356 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **378**
Şekil 5.357 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **379**
Şekil 5.358 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **380**
Şekil 5.359 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **381**
Şekil 5.360 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **381**
Şekil 5.361 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **382**
Şekil 5.362 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **383**
Şekil 5.363 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **384**
Şekil 5.364 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **384**
Şekil 5.365 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **385**
Şekil 5.366 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **386**
Şekil 5.367 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **387**
Şekil 5.368 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **387**

Şekil 5.369 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **388**
Şekil 5.370 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **389**
Şekil 5.371 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **390**
Şekil 5.372 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **390**
Şekil 5.373 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **391**
Şekil 5.374 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **392**
Şekil 5.375 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **393**
Şekil 5.376 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **393**
Şekil 5.377 : ZM1.1 ve ZM1.2 için belirlenen ölçüm noktaları. **399**
Şekil 5.378 : ZM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **399**
Şekil 5.379 : ZM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **400**
Şekil 5.380 : ZM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **401**
Şekil 5.381 : ZM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **402**
Şekil 5.382 : ZM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **402**
Şekil 5.383 : ZM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **403**
Şekil 5.384 : ZM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **404**
Şekil 5.385 : ZM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **405**
Şekil 5.386 : ZM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **405**
Şekil 5.387 : ZM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **406**
Şekil 5.388 : ZM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **407**
Şekil 5.389 : ZM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **408**
Şekil 5.390 : ZM2.1 ve ZM2.2 için belirlenen ölçüm noktaları. **408**
Şekil 5.391 : ZM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **409**
Şekil 5.392 : ZM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **410**
Şekil 5.393 : ZM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **410**
Şekil 5.394 : ZM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **411**
Şekil 5.395 : ZM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **412**
Şekil 5.396 : ZM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **413**
Şekil 5.397 : ZM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **413**
Şekil 5.398 : ZM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri. **414**
Şekil 5.399 : ZM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **415**
Şekil 5.400 : ZM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri **416**
Şekil 5.401 : ZM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri. **416**
Şekil 5.402 : ZM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri **417**
Şekil 5.403 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **418**
Şekil 5.404 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **419**
Şekil 5.405 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **420**
Şekil 5.406 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **420**

Şekil 5.407 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **421**
Şekil 5.408 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **422**
Şekil 5.409 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **423**
Şekil 5.410 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **423**
Şekil 5.411 : ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **424**
Şekil 5.412 : ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **425**
Şekil 5.413 : ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **426**
Şekil 5.414 : ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **426**
Şekil 5.415 : ZM1.1. 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **427**
Şekil 5.416 : ZM1.1. 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **428**
Şekil 5.417 : ZM1.1. 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **429**
Şekil 5.418 : ZM1.1. 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **429**
Şekil 5.419 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **430**
Şekil 5.420 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **431**
Şekil 5.421 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **432**
Şekil 5.422 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **432**
Şekil 5.423 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **433**
Şekil 5.424 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **434**
Şekil 5.425 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **435**
Şekil 5.426 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **435**
Şekil 5.427 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **436**
Şekil 5.428 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **437**
Şekil 5.429 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **438**
Şekil 5.430 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **438**
Şekil 5.431 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **439**

Şekil 5.432 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **440**
Şekil 5.433 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **441**
Şekil 5.434 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **441**
Şekil 5.435 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **442**
Şekil 5.436 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **443**
Şekil 5.437 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **444**
Şekil 5.438 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **444**
Şekil 5.439 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **445**
Şekil 5.440 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **446**
Şekil 5.441 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **447**
Şekil 5.442 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **447**
Şekil 5.443 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **448**
Şekil 5.444 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **449**
Şekil 5.445 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **450**
Şekil 5.446 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **450**
Şekil 5.447 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **451**
Şekil 5.448 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **452**
Şekil 5.449 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **453**
Şekil 5.450 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **453**
Şekil 5.451 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **454**
Şekil 5.452 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **455**
Şekil 5.453 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **456**
Şekil 5.454 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **456**
Şekil 5.455 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **457**
Şekil 5.456 : ZM2.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **458**

Şekil 5.457 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **459**
Şekil 5.458 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **459**
Şekil 5.459 : ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **460**
Şekil 5.460 : ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **461**
Şekil 5.461 : ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **462**
Şekil 5.462 : ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **462**
Şekil 5.463 : ZM1.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **463**
Şekil 5.464 ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **464**
Şekil 5.465 : ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **465**
Şekil 5.466 : ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **465**
Şekil 5.467 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **466**
Şekil 5.468 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **467**
Şekil 5.469 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **468**
Şekil 5.470 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **468**
Şekil 5.471 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **469**
Şekil 5.472 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **470**
Şekil 5.473 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **471**
Şekil 5.474 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **471**
Şekil 5.475 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **472**
Şekil 5.476 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **473**
Şekil 5.477 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **474**
Şekil 5.17 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **474**
Şekil 5.479 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **475**
Şekil 5.480 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **476**
Şekil 5.481 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **477**

Şekil 5.482 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **477**
Şekil 5.483 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **478**
Şekil 5.484 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **479**
Şekil 5.485 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **480**
Şekil 5.486 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **480**
Şekil 5.487 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **481**
Şekil 5.488 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **482**
Şekil 5.489 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **483**
Şekil 5.490 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **483**
Şekil 5.491 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği. **484**
Şekil 5.492 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **485**
Şekil 5.493 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği. **486**
Şekil 5.494 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **486**
Şekil 5.495 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği. **487**
Şekil 5.496 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **488**
Şekil 5.497 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği. **489**
Şekil 5.498 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği. **489**

TÜRKİYE'DEKİ GELENEKSEL AHŞAP ÇERÇEVE SİSTEM KONUT YAPILARINDA DIŞ DUVARLARIN ISIL VE NEMSEL PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Dış duvarlar, iç ve dış çevreyi birbirinden ayıran bir sınır oluşturarak hem atmosferik koşullara hem de iç çevredeki kullanıcı ve kullanım kaynaklı oluşan iç ortam hava koşullarının etkisi altında bir arayüz oluştururlar. Hem iç hem de dış ortam koşullarına maruz kalan dış duvarların iç ortamda istenilen kullanıcı konfor koşullarını sağlayabilmesi öncelikli konulardan biridir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde, dış duvarın ısıl ve nemsel performansı kritik öneme sahiptir. Isıl ve nemsel performans; ışıma, iletim ve taşıma yolu ile ısı akışını; buhar difüzyonu ve sıvı taşınımı ile buhar akışını; doğal, dışsal ve mekanik kuvvetlerle oluşan hava akışını incelemektedir.

Türkiye, tarihsel süreç içinde pek çok farklı kültüre ev sahipliği yapmıştır. Bunun bir yansıması olarak, zengin bir konut kültürüne sahiptir. Bu kültürün önemli bir parçası olan geleneksel ahşap çerçeve konut yapıları, ısıl ve nemsel performansın kapsadığı konular ve önemi dikkate alındığında öncelikli incelenmesi gereken başlıklardan biridir. Mimari, tarihi, kültürel ve sosyal değere sahip olan bu yapıların değerlerinin korunarak gelecek nesillere aktarılması noktasında, dış duvarlarının ısıl ve nemsel performansının iyi olması; bu yapıların enerji etkinliklerinin arttırılmasına katkı sağlaması, ısı ve nem etkisiyle oluşabilecek ve yapının yaşam ömrünü olumsuz etkileyebilecek sonuçları engellemesine katkı sunabilir. Bu hususta yola çıkılarak, mevcut durum tespitlerinin yapılması ve gerekli olan durumlarda iyileştirme önerilerinin değerlendirilmesi aşamalarında ısıl ve nemsel performans araştırmaları halihazırda devam eden ve/veya yapılacak olan koruma/restorasyon/ rekonstrüksiyon çalışmalarına veri sağlaması bakımından önemlidir.

Bu çalışmanın amacı; Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapılarının dış duvar sistemlerinin sayısal ve deneysel yöntemlerle ısıl ve nemsel performansının değerlendirilip koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmalarında performans iyileştirme için yapı fiziksel koşulların gözetilerek gerekli yaklaşımların ve müdahale stratejilerinin geliştirilmesidir. Bu amaç doğrultusunda, Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarının dış duvar sistemlerini temsil edebilecek ve en çok örneği görülen 4 farklı duvar tipi belirlenmiştir. Belirlenen 4 tip duvar için 2 farklı model, her model içinse 2 farklı duvar katmanlaşması tespit edilmiştir. Belirlenen duvar modellerinin ısıl ve nemsel performans değerlendirmesinin sayısal değerlendirmesi DELPHIN yazılımı ile, deneysel değerlendirmesi ise TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı Müdürlüğü Laboratuvarı'nda bulunan mahfazalı sıcak oda cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Bu noktada, ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için belirlenen tipler üzerinden tasarlanacak duvar modelleri için mahfazalı sıcak oda ölçüleri olan 150 cm x 150 cm deney alanı sınır olarak kabul edilmiş ve duvar modelleri bu ölçü doğrultusunda tasarlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında, duvar katmanlaşmalarına göre belirlenen malzemelerin DELPHIN yazılımına işlenmek

üzere ısıl iletkenlik değeri Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde ölçtürülmüş, gerekli diğer fiziksel özelliklerinin belirlenmesine yönelik deneyler İTÜ Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada, TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı Müdürlüğü Laboratuvarı'nda, seçilen 4 duvar modeli inşa edilmiş ve mahfazalı sıcak oda deneyleri yapılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sıcaklık ve U değerleri ile ilgili veriler, bu duvar modellerinin aynı koşullar altında yapılan DELPHIN simülasyon sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Sonraki aşamada ise, tasarlanan tüm duvar modellerinin DELPHIN yazılımı ile her örneğin bulunduğu ilin iklim verileriyle simülasyonu yapılarak; sıcaklık, bağıl nem ve ısıl iletkenlik değerleri incelenmiştir.

Bu çalışmada, Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve dış duvar sistemleri incelenerek bu tipleri temsil edebilecek örneklerin ısıl ve nemsel performansı sayısal ve deneysel yöntemlerle değerlendirilmiştir. Elde edilen bilgiler doğrultusunda, DELPHIN yazılımının mevcut durum tespiti ve eğer gerekli ise iyileştirme önerilerinin değerlendirilmesi noktasında bir araç olarak kullanılmasının önemli bir veri sağlayacağı öngörülmüştür. Bununla birlikte, kapsamlı çalışmalar için deneysel yöntemlere başvurulmasının önemli olduğu görülmektedir. Çalışma, geleneksel ahşap çerçeve sistem konutların koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmalarında kullanılmak üzere ön değerlendirme ve tespit noktasında çalışmalara kılavuz olabilecek veri sağlamıştır.

HYGROTHERMAL PERFORMANCE ASSESSMENT OF EXTERIOR WALLS OF TRADITIONAL TIMBER FRAMED HOUSES IN TÜRKİYE

SUMMARY

Türkiye has a unique range of traditional architecture that consists of significant examples of wooden material and methods of construction varied according to geographical, social, economic, and cultural characteristics. They are hybrid constructions whereby an infilled timber-framed system is erected on the masonry walls. Most constructed traditional timber-framed houses in Türkiye may be grouped into four types according to infill materials as follows: (1) timber-framed adobe infill, (2) timber-framed brick infill, (3) timber-framed stone infill, and (4) veneered timber-framed (unfilled timber-framed). The construction is composed of rectangular studs of pinewood/beech tree/oak/ash tree, and infill material of adobe, brick, and stone. Wooden diagonals are constructed to cope with the dynamic loads particularly earthquake and wind for stability and durability in the long term. Due to the physical characteristics of wooden materials, they are affected directly by temperature and moisture. Hence, hygrothermal performance plays significant role for traditional timber houses regarding historical, architectural, cultural, and social values, durability and energy efficiency. Traditional timber-framed houses, which are significant architectural examples in Türkiye, are one of the crucial topics in terms of hygrothermal performance. In order to transfer them to the next generations, hygrothermally well performed walls may contribute to energy efficiency and protect negative effects of moisture-based problems by conserving their values. Based on these issues, hygrothermal performance analysis of these buildings are important to provide data for ongoing and/or will be planned conservation/restoration/reconstruction projects in terms of determination of current situation and/or improvement strategies. Hygrothermal performance can be comprehensively defined as the evaluation of the energy, humidity, and air balance of the building elements. In other words, hygrothermal performance are explained as the movement of heat, air, and moisture.

The exterior walls act as an interface between the interior and exterior environment. The exterior walls both expose to atmospheric conditions and indoor weather conditions. The fundamental factors to supply the climatic comfort conditions in the indoor environment are the heat and moisture permeability, heat storage and air permeability of the exterior wall. Considering these situations, hygrothermal performance of exterior wall, which is focused on the air, heat, and temperature effects on wall, is crucial to investigate the behavior of wall.

The aim of this research is to evaluate the hygrothermal performances of traditional timber-framed houses' exterior walls in Türkiye to create a base case scenario of hygrothermal behavior as a datum for conservation and restoration projects. The method of this research is conducted on three main parts: (1) a comprehensive literature review, (2) experimental study and (3) numerical study. The first phase of

the research is started with a comprehensive literature review. The purpose of this phase is to contribute to create theoretical data about the hygrothermal performance analysis and the wall specimens' design. Literature review generates the theoretical knowledge about the hygrothermal performance analysis and inputs about wall assembly design criteria. Based on the results of literature review; the system, and layers of external wall of traditional timber framed houses in Türkiye were examined. The ratio of wooden and infill materials of the selected façade examples in the literature were calculated to design the wall assembly as case study. Among the hygrothermal performance assessments, numerical method, as the most advantageous in terms of time and budget, is mostly preferred. The experimental method, on the other hand, is the second widely used method. Although it is more advantageous in terms of time compared to the in-situ measurement method, it is more costly than the numerical method. In the literature, generally the experimental method is applied together with the numerical method to evaluate the accuracy and reliability of the research data by comparing the results.

Accordingly, hygrothermal performance analysis of the traditional timber framed system exterior wall was examined by numerical and experimental method within the context of this research. DELPHIN was applied for the numerical analysis of the wall assembly. DELPHIN is one of the most applied simulation tools for hygrothermal performance analysis. DELPHIN is created by the IBK Institut für Bauklimatik (Building Climate Control, Technische Universität Dresden, Faculty of Architecture). DELPHIN has capability to make analysis about the heat, moisture, air, and salt transport in building materials. It is a user-friendly simulation tool that can be applied for examination of hygrothermal performance, moisture-based problem, insulation proposals, thermal performance improvement etc. The guarded hot box was applied for experimental analysis. The experimental study has two phases: (1) material properties analysis and (2) guarded hot box analysis. Material properties analysis was conducted on Istanbul Technical University Faculty of Architecture Construction Materials Lab. The laboratory analysis about bulk density, water uptake coefficient, open porosity, vapor diffusion resistance factor (μ value) and hygroscopic sorption (RH= 80%) values of the materials were realized in Istanbul Technical University Faculty of Architecture Construction Materials Lab. Thermal conductivity of the materials was measured by Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi. The tested materials were randomly selected. Even hygroscopic sorption values (RH= 80%) of the materials were found by the analysis, these values cannot be changed in DELPHIN. Therefore, the selected materials were determined depending on the closer hygroscopic sorption value (RH= 80%) found by the material properties analysis. After finding the material properties by the laboratory analysis, the similar materials of DELPHIN library were edited according to these values. Other material properties seen on DELPHIN library screen were kept as it is defined.

Within the scope of the experimental study, the major phase is to design wall specimen. To investigate the system and the layers of the traditional timber framed houses' exterior wall in Türkiye, a comprehensive literature review was conducted. Specific exterior wall examples were selected to calculate the system configuration and the ratio of wooden and infill material or unfilled parts. Afterwards, depending on this data the wall specimens were designed as 150 cm x 150 cm which is the dimensions of guarded hot box in the Turkish Standards Institution Construction Materials Fire and Acoustic Laboratory.

Guarded hot box analysis was realized in the Turkish Standards Institution Construction Materials Fire and Acoustic Laboratory. In the hot box phase, the sample to be tested was placed in the designated area between the hot and cold chambers with known ambient temperatures, and it is carried out while powering the part on the hot chamber side at steady-state air and surface temperatures. After finishing the wall assembly construction, the wall assembly was waited to get dry naturally. Then the wall assembly was put in drying oven for 7 days till its weight got stabilized. Afterwards, the wall assembly was kept under the room conditions for 1 day. Following, thermocouples were installed on the walls and the wall assembly was installed to guarded hot box between two climatic chambers. The warm climatic chamber was arranged as T_{warm}: 20°C, and the cold climatic chamber was arranged as T_{cold}: 0°C. The climatic chambers were automatically controlled to keep constant temperature value. The relative humidity of the chambers was set as 50%. The durations of the tests were changed depending on the wall assembly. The outputs of the laboratory measurements were applied for the validation of DELPHIN simulation tool for the hygrothermal performance analysis of the wall assembly. The measurement points for simulation were determined as same with hot box apparatus measurement points. For simulation process in DELPHIN, a dialog for automatic discretization should be created. In this dialog, the construction was discretized as minimum element size 1 mm, maximum element size 50 mm and stretch factor 1.6. The dialog generated a grid for calculation. Boundary conditions were arranged as same with guarded hot box analysis for comparison of the data. DELPHIN simulations were realized under the steady state conditions to compare guarded hot box analysis with DELPHIN hygrothermal modelling. Therefore, boundary conditions were determined same as with guarded hot box analysis conditions which is advised in TS EN ISO 8990. Indoor environment was arranged as T_{indoor}: 20°C, RH_{indoor}: 50%, outdoor environment was arranged as $T_{outdoor}$: 0°C, $RH_{outdoor}$: 50%. The initial temperature was set at 20 ºC and the relative humidity at 50%. The orientation of the wall assembly was arranged to 0 Deg for North and the inclination to 0 Deg for Section A-A and Section E-E, 90 Deg for Section B-B, Section C-C, Section D-D and Section E-E. Because of the elimination of complex effects, it was supposed that the wall assembly is facing northwards. The durations of the simulations were arranged same as the duration of the guarded hot box measurements.

The evaluation includes the comparison of guarded hot box analysis and DELPHIN hygrothermal modelling. The temperature and U-value of these analysis were compared for validation of the data. U value is calculated according to the national standard of thermal insulation requirements for buildings in Türkiye, TS825. Firstly, temperature values of guarded hot box analysis and DELPHIN numerical modelling were examined. Total of 18 measurements points locating symmetrically inside and outside of the wall assembly supplied data. Then, U-value of the walls measured by the guarded hot box apparatus and thermal conductivity values as outputs of DELPHIN simulations were analyzed. Here, depending on the thermal conductivity values of the walls, U-values were calculated.

The results shows that experimental study has a critical to accuracy of numerical modelling for hygrothermal performance evaluation. Particularly, material variations create unexpected impacts on the wall layers. The intersection and interaction points of different materials are needed to deeply analysis by experimental and numerical methods. For temperature values, mostly, the simulated values have good agreements with measured values on the wooden parts of the wall assembly. Contrary, the

differences between the measured and simulated values of infill and unfilled parts of the wall assembly are subjected to discuss. Moreover, faulty workmanship and its effects on the differences between the simulated values and measured values need to be examined.

In the second step, hygrothermal performances of the wall specimens over 2 years (01.01.2014 - 01.01.2016) were investigated by DELPHIN simulation tool. The evaluation of data is based on the analysis of temperature, relative humidity, and U-value. The findings indicate that when factors such as construction details, materials, and climatic conditions are varied, there may be humidity-based problems in the selected examples. In that case, intersection points of materials, layers, and their relationships should be re-evaluated to improve the hygrothermal performances of the selected walls for conservation and restoration projects.

Within the scope of this study, material properties were assigned for the simulations by editing determined values of the selected materials in DELPHIN library. The simulation data was applied to compare guarded hot box analysis and numerical modelling. In that case, the material properties play crucial roles as being same with the constructed wall specimen and the simulated wall assembly for certain data. It gives opportunity to examine the results regarding accuracy and validation. It creates a data for analysis of hygrothermal performance of the wall assembly with same inputs by two different method application. For the further studies, this consideration is required to be applied for different types of wall assemblies to clarify the impacts of material variations, interactions, and intersections of different materials.

The results of both guarded hot box analysis and DELPHIN modelling show that U value of the wall assembly cannot achieved the recommended value in TS825. Considering this result, it is critical to improve the U value of the wall assembly by conserving its historical, architectural, cultural, and social values. Because of it requires a comprehensive study, insulation proposals for the improvement are not discussed in this research. Merely, it may be important to specify the beneficials of natural based insulation materials for these types of improvements. Besides, to preserve the originality and uniqueness of the outer surface the walls, it is crucial to consider insulation material application to the inside of the walls. However, moisture-based problems in the long-term require to be analyzed in detail.

This research contributes to make discussions about the hygrothermal performances of traditional timber framed exterior walls in Türkiye and also applicability of simulation tools with experimental methods. The expected outcome of this research is to generate a significant source to be applied for the conservation/restoration/reconstruction projects of traditional timber framed houses as a tool. Especially, with this work it is expected to create a comprehensive data for moisture-based problem analysis. Additionally, field measurements of specific buildings may be applied for comparison of experimental and numerical studies for the further studies.

1. GİRİŞ

Tüm dünyada artan enerji tüketimi; fosil yakıt kullanımı ve sera gazı üretimini arttırmakta, küresel ölçekte geri dönüşü olmayan başta iklim değişiklikleri olmak üzere pek çok olumsuzluğa neden olmaktadır. Yapılan araştırmalar, tüketilen enerjinin büyük kısmının yapı sektörü kaynaklı olduğunu göstermektedir. Küresel ölçekte üretilen enerjinin %80'i kentler tarafından tüketilirken, %40'ı ise yapılar tarafından kullanılmaktadır (Annibaldi ve diğ, 2020). Dünya genelinde enerjinin %50'si ve suyun %42'si bina yapımı veya kullanımı süreçlerinde tüketilirken; Avrupa Birliği ülkelerinde ise enerji tüketiminin %40'tan fazlası, CO_2 salınımının %30'u ve sentetik atıkların %40'ı yapı sektörü kaynaklıdır (Çelebi, 2018). Veriler dikkate alındığında, yapı sektörünün enerji tüketimindeki rolünün ne kadar önemli olduğu dikkat çekmektedir. Bu nedenle; yapıların enerji tüketimi noktasında olumsuz etkilerini en aza indirmek, kritik bir mesele olarak karşımıza çıkmaktadır. Binalarda ısı kaybı değerlendirildiğinde; %40'ının duvarlar, %30'unun pencereler, %17'sinin hava sızıntıları, %7'sinin çatılar ve %6'sının bodrum kat kaynaklı olduğu görülmektedir (Aksoy, 2008). Bu değerlendirmeye istinaden, yapılarda en çok ısı kaybına ve dolayısıyla enerji tüketimine sebep olan yapı elemanının duvarlar olduğu sonucuna varılmaktadır. Eldeki veriler ışığında, mevcut yapıların özellikle duvarlardan kaynaklı enerji etkinliğinin iyileştirilmesi önemlidir. Mevcut yapıların yenilenmesi, yapı stokunun enerji tüketimini azaltmada etkili rol oynamaktadır (Coupillie ve diğ, 2017). Bölgeye ve yaş sınırına bağlı olarak tarihi ve geleneksel yapılar, yapı stokunun %10 ila %40'lık kısmını oluşturmaktadır (Webb, 2017).

Türkiye'de geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapısı için koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmaları gerek teorik gerekse pratikte devam etmekte ve/veya planlanmaktadır. Bu durum dikkate alındığında; yapı kabuğunun büyük bir kısmını oluşturan dış duvarların ısıl ve nemsel performansının iyi olması, uzun dönemde bu yapıların enerji etkinliklerinin arttırılmasına katkı sağlamasının yanı sıra; ısı ve nem etkisiyle oluşabilecek ve yapının yaşam ömrünü olumsuz etkileyebilecek sonuçları engellemeye yardımcı olabilir.

Türkiye'de geleneksel mimarlık örneklerinin tarihi, kültürel, mimari ve sosyal değerleri göz önünde bulundurulduğunda bu yapıların belgelenmesi, korunması ve gelecek kuşaklara aktarılmasının altı önemle çizilmektedir. Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapıları, özellikle koruma ve restorasyon alanında yapılan pek çok çalışmanın konusu olmuştur. Yapılan bu çalışmalar, belgeleme ve koruma alanında yapılması gerekenlere dikkat çekmekte ve önerilerde bulunmaktadır. Türkiye'deki geleneksel yapılar, sahip oldukları özellikleriyle sürdürülebilir binalardır (Çelebi, 2018). Geleneksel yapılar; yapım yöntemleri, yerel ve doğal malzeme seçimi, iklim koşullarına ve çevresel şartlara uyum ve duyarlılık, kullanıcı gereksinimlerine cevap veren tasarım kriterlerine sahip olması gerekçeleriyle sürdürülebilir yapılar kapsamında değerlendirilmekle birlikte enerji etkinliklerinin iyileştirilip tarihi, kültürel, mimari ve sosyal değerleri korunarak gelecek kuşaklara aktarılması vurgulanan güncel araştırma konularından biridir. Ahşap çerçeve sistemler, kolaylıkla sürdürülebilir ve çevre dostu yapılar olarak geliştirilebilmektedir (Rahim ve diğ, 2021). Bu açıdan değerlendirildiğinde, Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistemlerin potansiyeli azımsanamayacak derecede önemlidir.

Literatürde, Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapıları ile ilgili sismik performans analizi hakkında yapılan çalışmaların geniş yer tuttuğu görülmektedir. Buna ek olarak, ısıl performans değerlendirmelerinin yapıldığı çalışmalar da mevcuttur. Isıl ve nemsel performans analizi ile ilgili ülkemizde yapılan çalışmaların sayısının az olmasının yanı sıra, incelenen yapılar çoğunlukla çağdaş mimarlık örneklerinden seçilmiştir. Geleneksel ahşap çerçeve sistemlerle ilgili bu konuda kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamış, Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarının dış duvar tiplerinin ısıl ve nemsel performansını inceleyen çalışmaların eksikliği gerekçesiyle bu tez çalışmasının literatüre katkı sağlaması amaçlanmıştır. Literatürdeki çalışmaların değerlendirildiği analize, literatür araştırması başlığı altında yer verilmiştir.

1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı

Çalışmanın konusu, Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konutların dış duvarlarının ısıl ve nemsel performanslarının sayısal ve deneysel yöntemlerle incelenmesidir.

Bu çalışmanın amacı; Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapılarının dış duvar sistemlerinin sayısal ve deneysel yöntemlerle ısıl ve nemsel performansının değerlendirilerek koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmalarında performans iyileştirme için yapı fiziksel koşulların gözetilerek yaklaşımların ve müdahale stratejilerinin geliştirilmesidir. Çalışmanın geleneksel ahşap çerçeve sistem konutların koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmalarında kullanılmak üzere veri sağlaması, tespit noktasında çalışmalara yön vererek kılavuz olması hedeflenmektedir.

Bu kapsamda, belirlenen geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapılarının duvar kesitlerinin ısı ve nem açısından değerlendirilmesinin yanı sıra; elde edilen verilerin duvar kesitinde ısı ve nem kaynaklı su buharı yoğuşması sonucu meydana gelebilecek fiziksel, kimyasal ve biyolojik hasarların oluşumunun engellenmesi noktasında alınması gereken önemler için de bir kaynak olması amaçlanmaktadır. Bu sayede, hem yapı ömrünün uzamasına katkı sağlanacak hem de yapı kullanımında ısıl ve nemsel performansın değerlendirilmesine/iyileştirilmesine yönelik çalışmalara veri sağlaması nedeniyle enerji tasarrufuna katkı sunması planlanmaktadır.

Çalışmanın konusu ve amacı doğrultusunda kapsamı belirlemek için, ulaşılması beklenen ana ve alt hedefler aşağıda maddeler halinde özetlenmektedir:

I. Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem dış duvar sistemlerinin belirlenmesi,

a. Türkiye'deki farklı coğrafi bölgelerde inşa edilen ahşap çerçeve sistem duvar tiplerinin belirlenmesi,

b. Belirlenen tipler kapsamında duvar detaylarının tespit edilmesi,

- Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapılarını, en çok kullanılan dolgu malzemelerini dikkate alarak 4 başlık altında incelemek mümkündür. Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapılarını temsil edecek örnekler arasında; Fındıklı, Rize (ahşap-taş), Safranbolu, Karabük (ahşap-kerpiç), Sivrihisar, Eskişehir (ahşap-tuğla) ve Zeyrek, İstanbul (ahşap-kaplamalı) sıralanabilir.

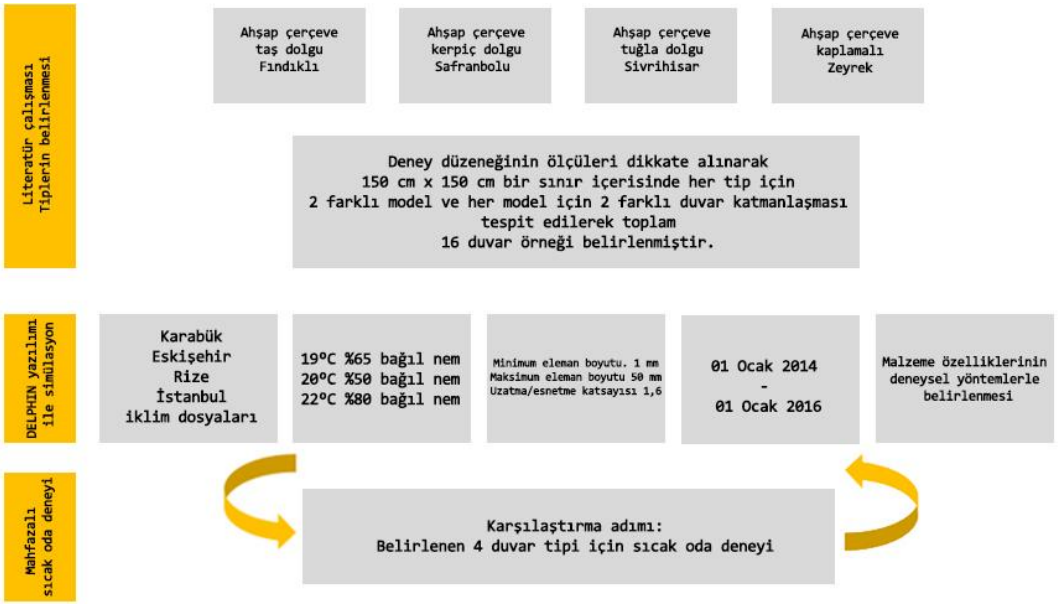
II. Seçilen bu örneklerin ısıl ve nemsel performans analizlerinin sayısal ve deneysel yöntemlerle yapılması;

a. Laboratuvar çalışması ile duvar katmanlaşması doğrultusunda belirlenen malzemelerin fiziksel özelliklerinin tespit edilerek sayısal yöntemle simülasyon (bilgisayarlı benzetim) çalışmasının yapılması için gerekli verilerin elde edilmesi,

b. DELPHIN yazılımı kullanılarak simülasyon çalışmalarının gerçekleştirilmesi,

c. Laboratuvar ortamında 1:1 ölçekli duvarların inşa edilerek mahfazalı sıcak oda düzeneği ile deneylerin yapılması.

Şekil 1.1'de çalışmanın kapsamı ve kapsamın gerçekleştirilmesi için tasarlanan senaryo görselleştirilmiştir.



Şekil 1.1 : Çalışmanın kapsamı ve senaryo.

1.2 Hipotez ve Araştırma Soruları

Bu çalışmanın hipotezi; "Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapılarının ısıl ve nemsel performans analizleri yapıldığında, elde edilen sonuçlar koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmalarında ısı ve nem kaynaklı olumsuz etkilerin değerlendirilerek çözümüne yönelik dikkate alınması gerekenler için veri sağlayıp bu alanda yapılan araştırmalara kılavuzluk edebilir." olarak açıklanabilir. Bu hipotezi doğrulamak için cevaplanması gereken araştırma soruları sırasıyla aşağıdaki gibi sıralanabilir:

I. Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapılarının dış duvar tipleri nelerdir?

Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapılarının ısıl ve nemsel performans analizlerinin yapılabilmesi için öncelikli olarak Türkiye'deki yapı kültüründe oluşturulmuş mevcut ahşap çerçeve sistem konut yapılarındaki dış duvar tiplerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, öncelikle kapsamlı bir literatür taraması yapılarak Türkiye'deki ahşap çerçeve sistem konut tiplerinin coğrafi olarak dağılımlarının belirlenmesine ve detaylarının tespit edilmesine çalışılmıştır.

II. Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapılarının dış duvar tiplerinin ısıl ve nemsel performansı nasıl analiz edilebilir?

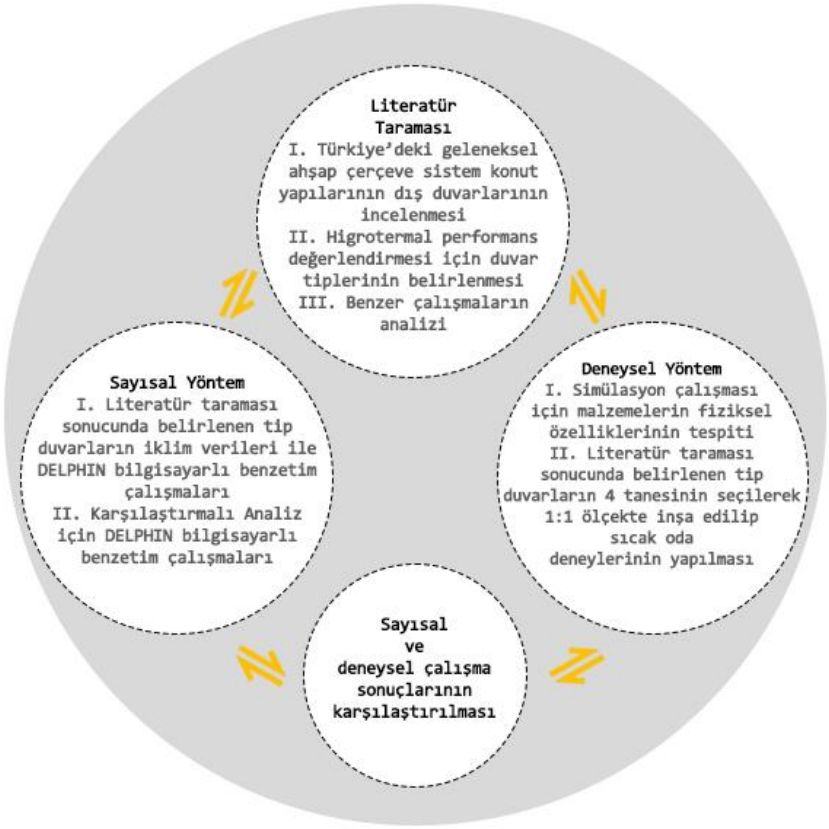
Bir önceki adımda tespit edilen geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapılarının dış duvar tiplerinin çalışmanın amacında belirtilen ısıl ve nemsel performanslarının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, belirlenmiş farklı dış duvar tipleri seçilerek ısıl ve nemsel performansın tespit edilmesi için sayısal yönteme dayalı DELPHIN yazılımı ile simülasyon çalışması; yanı sıra belirlenen tip duvarlar için 1:1 ölçekli duvarların inşa edilerek ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için sıcak oda düzeneği ile deneyleri gerçekleştirilmiştir.

III. Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapılarının dış duvar tiplerinin ısıl ve nemsel performansı neden önemlidir?

Türkiye'deki konut kültürünün önemli örneklerinden olan geleneksel ahşap çerçeve sistem konutların ısıl ve nemsel performansları değerlendirildiği takdirde elde edilen veriler doğrultusunda mevcut yapıların ısı ve nem kaynaklı hangi etkilere maruz kaldığı tespit edilebilecek. Bu etkilerin sebep olduğu olumsuzlukların önüne geçilmesi noktasında, koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmalarında kullanılmak üzere veri sağlayıp tespit noktasında çalışmalara yön vererek kılavuz olabileceği için önemlidir.

1.3 Çalışmanın Yöntemi ve Uygulanması

Çalışmanın amaç ve kapsamı dikkate alındığında, detaylı bir araştırma yöntemi ile incelenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu doğrultuda çalışma; literatür araştırması, sayısal ve deneysel araştırma yöntemleri çerçevesinde yürütülmüştür. Şekil 1.2'de çalışmanın çatkısı görselleştirilerek sunulmuştur.



Şekil 1.2 : Çalışmanın akışı.

Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için literatür araştırması, sayısal ve deneysel araştırma yöntemlerini kapsayan 3 aşamalı ve çoğu noktada birbiriyle eş zamanlı olarak yürütülmesi gereken bir metodun uygulanmasına karar verilmiştir.

Literatür taraması, gerekli duyulan teorik bilginin edinilmesine katkı sağlamasının yanı sıra, güncel araştırmaların da takip edilebilmesi için araştırma boyunca süreklilik arz etmektedir. Literatür taraması, 2 başlık altında yapılmıştır: Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapıları, ısıl ve nemsel performans araştırmaları. Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarının araştırılması için yapılan literatür taraması, çoğunlukla ulusal kaynakların taranmasına yönelik olmakla birlikte bu alanda yazılmış yüksek lisans ve doktora çalışmaları ağırlıklı olarak incelenmiştir. Dış duvarların ısıl ve nemsel performans değerlendirilmesi ile ilgili ulusal ve uluslararası çalışmalarda ülkemizde bu alanda yapılan araştırmaların eksikliği dikkat çekmektedir. Buna ek olarak, özelikle ısıl ve nemsel performans değerlendirme yöntemlerine yönelik uluslararası kaynaklar incelenerek araştırmanın sağlıklı yürütülmesi için aşamalar detaylı planlanmıştır.

Literatür çalışması kapsamında elde edilen bilgiler çerçevesinde ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için hesaplama, sayısal yöntem, laboratuvar ortamında yapılan deneyler (testler) ve yerinde ölçüm (alan ölçümleri) olmak üzere 4 farklı yöntemin uygulandığı tespit edilmiştir. Bu yöntemler içinde sayısal yöntem (simülasyon/bilgisayar benzetimi); araştırmalarda en çok kullanılan, zaman ve bütçe açısından en avantajlı olduğu belirlenmiş yöntemdir. Laboratuvar ortamında yapılan deneyler ise ikinci olarak en çok kullanılan yöntemdir, zaman açısından yerinde ölçüm metoduna kıyasla daha avantajlı olmasına karşın sayısal yönteme göre daha maliyetlidir. Literatürde, çoğunlukla laboratuvar ortamında yapılan deneyler sayısal yöntem ile birlikte uygulanarak verilerin kıyaslanıp araştırma sonuçlarının doğruluğu ve güvenirliliği değerlendirilmektedir. Sayısal yöntem ile oluşturulan temsili modelin, verilerin doğrulanması için deneysel ölçümler ile karşılaştırılması gereklidir (Busser ve diğ, 2019). Hesaplama yönteminin ise kısıtlı veriler sağlaması nedeniyle kapsamlı bir ısıl ve nemsel performans analizi için tek başına yeterli olmadığı literatürde yer alan çalışmalarda vurgulanmıştır. Elde edilen bilgiler ışığında, bu çalışmada ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için sayısal yöntem ve laboratuvar ortamında yapılan deney yönteminin birlikte kullanılmasına karar verilmiştir. Bu noktada, laboratuvar ortamında elde edilen verilerin önemli ve özgün bir kaynak oluşturacağı öngörülmektedir. Hens (2002) hazırladığı raporun kazanımları arasında ısı, hava ve nem ile ilgili deneysel çalışmaların daha iyi altyapı oluşturduğunu belirtmiştir. Bu çalışma kapsamında, belirlenen geleneksel ahşap çerçeve sistem dış duvar tiplerinin uzun dönem ısıl ve nemsel performansının deneysel yöntem ile değerlendirilmesinin zaman ve maliyet açısından zorlukları tespit edilmesi gerekçesiyle yaygın olarak örneklerinin görüldüğü ahşap çerçeve taş dolgu, ahşap çerçeve kerpiç dolgu, ahşap çerçeve tuğla dolgu ve ahşap çerçeve kaplamalı olmak üzere 4 dış duvar tipi için birer örneğin deneysel yöntem ile mahfazalı sıcak oda düzeneği kullanılarak ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Yanı sıra, daha çok duvar tipinin ısıl ve nemsel performansının değerlendirilmesinin yapılarak sonuçların kılavuz bilgiler sağlaması amacıyla 4 dış duvar tipi için belirlenen katmanlaşmalar doğrultusunda tespit edilen dış duvar örneklerinin tamamı, en çok kullanılan bilgisayar benzetimi araçlarından biri olan DELPHIN yazılımı ile simülasyon çalışması yapılarak ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi sayısal yöntemle incelenmiştir. TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı Müdürlüğü Laboratuvarı'nda bulunan mahfazalı sıcak oda düzeneğinde 150 cm x 150 cm bir alanda duvarın ısıl ve nemsel

performans deneyi gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle, vaka çalışması kapsamında duvar örneklerinin ölçüleri 150 cm x 150 cm olarak tasarlanmıştır. Isıl ve nemsel performans değerlendirmesi yapılacak olan duvar örnekleri opak olarak tasarlanmış, saydam yüzeyler bu çalışmada dikkate alınmamıştır. Bunun gerekçeleri şu şekildedir:

- Buhar difüzyonu, duvarın opak kısımlarında meydana gelmektedir (Altun, 1997). Bu nedenle, saydam yüzeyler ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi yapılacak duvar örneklerinin incelendiği bu çalışmada kapsam dışı bırakılmıştır.

- Ayrıca, sıcak oda deneyleri için başvurulan TS EN ISO 8990 standardında belirtildiği üzere pencereler, özel deney süreçlerine tabii tutulmaları gerektiği için bu çalışma kapsamında tasarlanan deney numunelerinde kapsam dışı bırakılmıştır.

Çalışma kapsamında tasarlanan 16 dış duvar örneğinin yatay düzlem ve düşey düzlemlerde belirlenen kritik noktalarından geçen kesitler DELPHIN yazılımı ile modellenmiştir. Sayısal ve deneysel yöntemin birlikte kullanılması sayesinde hem verilerin doğruluğu araştırılmış hem de farklı katmanlaşmaların olduğu dış duvar tipleri için çok sayıda analiz yapılmıştır.

Çalışmanın ilk adımı olarak, ısıl ve nemsel performans analizi için Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarının dış duvar sistemleri belirlenmiştir. Belirlenen 4 sistem için mevcut durumda farklı dış duvar katmanlaşması olduğu saptanmış ve elde edilen veriler doğrultusunda dış duvar tipleri tespit edilmiştir. Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarının dış duvar örneklerinin seçilerek farklı tiplerde örneklerin ısıl ve nemsel performansının değerlendirilmesinin nedeni; seçilen duvar tipleri arasında ısıl ve nemsel performans bakımından bir karşılaştırma yapmak değil, mevcut durumda Türkiye'de örnekleri olan ahşap çerçeve dış duvarların ısıl ve nemsel performansının incelenmesidir. Bu noktada, seçilen dış duvar örneklerinin mevcut durumun analizini yapabilmeye olanak tanıyabilmesi için en çok örneği görülen duvar tipleri ve katmanlaşmalarının tespitine önem verilmiş ve vaka çalışması bu durum dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Tespit edilen dış duvar detaylarına uygun olarak duvarların modellemesi DELPHIN yazılımı ile gerçekleştirilmiş; malzemelerin fiziksel özellikleri ile ilgili bilgiler, yapılan deneylerden elde edilen veriler ışığında yazılıma işlenmiştir. Süreçte dış ortam tanımlaması için ihtiyaç duyulan iklimsel veriler, seçilen her bir il için TMY (Typical Meteorological Years) formatında Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiş

ancak iklim verilerinin düzenlenmesi için kullanılan CCMEditor isimli programda hata oluşması nedeniyle bu veriler kullanılamamış, illere ait iklimsel veriler climate.onebuilding.org adresinden temin edilerek kullanılmıştır. İç ortam sıcaklık ve nem değerleri ise TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, DELPHIN bilgisayar benzetimi yazılımında ön tanımlı şartlar ve literatürde yer alan çalışmalardaki değerler doğrultusunda işlenmiştir. Hesaplama için oluşturulacak sayısal ağ için eleman boyutları, yapılan pilot çalışmalarla belirlenmiştir. Benzetim sürecinin en az 1 yıl olmasının öneminin vurgulanması gerekçesiyle, çalışmada yapılan simülasyonlar 2014 - 2016 yıllarını kapsayan 2 yıllık süreç için yapılmıştır.

İkinci adımı ise, ülkemizde en çok örneklerinin görüldüğü ahşap çerçeve taş dolgu, ahşap çerçeve kerpiç dolgu, ahşap çerçeve tuğla dolgu ve ahşap çerçeve kaplamalı olmak üzere 4 dış duvar tipi için birer örneğin 1:1 modelleri yapılarak laboratuvar ortamında mahfazalı sıcak oda düzeneği ile ısıl ve nemsel performansların incelenmesidir. Sıcak oda düzeneği ile ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için "TS EN ISO 8990 Isı yalıtımı- Kararlı durum ısı iletim özelliklerinin tayini- Kalibre edilmiş ve mahfazalı sıcak kutu (ISO 8990:1994)" standardı incelenmiştir. Bu standartta iki yöntem belirtilmiştir: kalibre edilmiş sıcak oda (kutu) ve mahfazalı sıcak oda (kutu); bu yöntemlerle homojen ve/veya heterojen duvarlar için gerçek ölçülerinde değerlendirme yapılabileceği belirtilmiştir (TSE 2002). Bu çalışma kapsamında deneylerin gerçekleştirilmesinin planlandığı TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı Müdürlüğü Laboratuvarı'nda bulunan sıcak oda düzeneği; mahfazalı sıcak odadır. İstanbul, Tuzla'da yer alan tesis incelenmiş; deneyin nasıl ve ne kadar sürede gerçekleştirileceği hakkında bilgi edinilmiştir. TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı Müdürlüğü Laboratuvarı'nın akredite olması ve 150 cm x 150 cm boyutlarında bir alanın ısıl ve nemsel performansının değerlendirilmesine olanak sağlaması nedeniyle sıcak oda deneyleri için tercih edilmiştir.

Son olarak, bu iki değerlendirme yönteminden elde edilen verilerin birbirleri ile olan ilişkisi incelenerek doğruluğu değerlendirilmiştir. Her iki çalışmadan elden edilen veriler karşılaştırılarak, sonuçlar arasındaki fark % olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışma kapsamında sayısal ve laboratuvar ortamında yapılan deney yöntemi birlikte kullanılmıştır. Literatürde yer alan çalışmalarda, sayısal değerlendirme yönteminin doğruluğunu gösteren veriler elde edilmiş olsa da genel yaklaşım; sayısal verilerin laboratuvar ortamında yapılan deney ve/veya yerinde ölçüm yöntemiyle elde

edilen verilerle karşılaştırılması yönündedir. Bu çalışmada olduğu gibi yapı bileşenleri homojen olmadığında, ısıl ve nemsel performansın doğru değerlendirilmesi için farklı yöntemlerin birlikte kullanılması gerekmektedir. Sayısal değerlendirmeler, bir yanıtı temsil etmekle birlikte bu yöntemlerin deneysel doğrulamalarla tamamlanması gerekmektedir (Asdrubali ve Baldinelli, 2011).

1.4 Anlam ve Önemi

Bu araştırma, Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapıları ile ilgili halihazırda devam eden ve/veya yapılması planlanan koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmalarında dış duvarların ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi kapsamında başvurulabilecek temel verileri sağlaması öngörüldüğü için önemli bir çalışma olarak ortaya konmaktadır. Uzmanlar, yapıların nem hasarlarından sonraki yenileme ve iyileştirme sürecinde, güvenilir ve ekonomik çözümler sunabilecek kılavuzlara ihtiyaç duymaktadır (Rode, 2001). Venedik Tüzüğü (1964) kapsamında koruma ve onarıma katkı sağlayabilecek tüm bilim ve tekniklere başvurulması tavsiye edilmiştir. Yapılan çalışmanın disiplinler arası bir bakış açısıyla veriler sunması nedeniyle literatüre katkılar sunacağı öngörülmektedir.

Yapılan çalışmanın en temel amaçlarından biri, Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarının dış duvarlarının ısıl ve nemsel performanslarını inceleyerek mevcut durumun tespit edilmesidir. Bu sayede; koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon projelerinde, elde edilen veriler doğrultusunda yapıların uzun vadede ısıl ve nemsel performansını olumsuz etkileyen su buharı yoğuşması sonucu oluşabilecek biyolojik, fiziksel, kimyasal bozulmaların önüne geçilerek yapının ömrünün uzamasına katkı sağlanmasının yanı sıra; enerji etkinliğinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesi noktasında bilgi sağlayacaktır. Ayrıca; Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve dış duvarların inşası için kullanılan ahşap başta olmak üzere, kerpiç, kireç ve kerpiç sıva gibi malzemeler nem ve ısıdan doğrudan etkilenmektedirler. Bu durum dikkate alındığında bu duvarların ısıl ve nemsel performansının incelenmesi ve buna dair verilerin değerlendirilmesi önem kazanmaktadır.

1.5 Özgün Değeri

Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarıyla ilgili pek çok alanın farklı bakış açılarıyla yaptığı belgeleme, koruma, restorasyon çalışmaları literatürde geniş yer tutmaktadır. Bu yapıların yapısal özellikleri ve yapı elemanları ile ilgili çalışmalar, konu ile ilgili literatürün önemli kaynakları arasındadır. Ancak, mevcut durumda bu yapıların ısıl ve nemsel performanslarının değerlendirilip tespit edildiği; koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmalarına yön vererek kılavuzluk edebilecek bir araştırmanın literatürde yer almadığı tespit edilmiştir. Bu konuyu inceleyen bir çalışmaya ulaşılamaması gerekçesiyle bu tez çalışmasının literatüre katkı sağlaması hedeflenmektedir. Bu araştırma, Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapıları ile ilgili halihazırda devam eden ve/veya yapılması planlanan koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmalarında başvurulabilecek verileri sağlaması öngörüldüğü için özgün ve önemli bir çalışma olarak ortaya konmaktadır. Belgelemenin yanı sıra; yapı fiziği, malzeme bilgisi gibi farklı alanların kesişim noktasında disiplinler arası bir konu, amaç ve yöntemi olması nedeniyle özgündür.

1.6 Yaygın Etki

Bu araştırmada elde edilen veriler, ısıl ve nemsel performansın iyileştirilmesine yönelik yapılacak çalışmalarda kullanılabilecek ve neticesinde bu yapıların enerji etkinliklerinin arttırılmasına yönelik araştırmalar için kılavuz oluşturacaktır. Isı ve nem kaynaklı ısıl ve nemsel performansı olumsuz etkileyen durumlara maruz kalan yapıların sağlamlığı olumsuz etkilenmekte ve deprem yükleri altında beklenen performansı gösterememesine neden olabilmektedir. Geleneksel ahşap çerçeve yapıların büyük bölümünde kullanılan malzemenin ahşap olduğu ve bu nedenle ısı ve nemden doğrudan etkilendiği dikkate alındığında; bu konunun koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmaları için önemli olduğu saptanmıştır. Ayrıca; tarihi, sosyal, kültürel ve mimari değerlerin bir yansıması olan bu yapılarla ilgili yapılan koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmalarına sağlayacağı verilerle onların nesilden nesile aktarılmasına katkısının olacağı öngörülmektedir. Çalışmanın ısıl ve nemsel performansın öneminin vurgulanması ve süreç içinde konu ile ilgili elde edilen veriler doğrultusunda yapılan çalışmalara sağladığı katkı dikkate alınarak bir farkındalık oluşturmakla birlikte, bu konuda gerekli kriterleri içeren kanuni düzenlemelerin yapılmasına gereksinim olduğuna dikkat çekeceği düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tez çalışması süresince konu ile ilgili ulusal ve uluslararası kitaplar, makaleler, tezler, bildiriler, standartlar vb. kaynaklar incelenmiş ve bu kaynaklardan elde edilen literatür araştırmasının sonuçları; tarihsel süreçteki gelişimlerin ele alındığı Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapıları ve ısıl ve nemsel performans araştırmaları olarak özet halinde sunulmuştur.

2.1 Türkiye'deki Geleneksel Ahşap Çerçeve Konut Yapıları

İnsan, temel ihtiyaçlarından biri olan barınma için tarihsel süreç içinde çeşitli çözümler üretmiştir. İlk barınma örnekleri arasında; mağaralar, ağaç altları ve kavuklarında yapılan ilkel çözümler sıralanabilir. Yerleşik hayata geçiş ile birlikte taş, ahşap, toprak gibi doğadaki malzemelerin o günün teknolojisi kullanılarak barınma ihtiyacına cevap vermesinin yanında sosyal yapı, çevresel etmenleri de dikkate alan örnekler ortaya çıkmıştır. Barınma ihtiyacıyla başlayan konut kültürünün, toplumsallaşmanın etkisiyle tarihsel akış içinde gelişim gösterdiği görülmektedir.

Türkiye'de ahşap, geleneksel yapı malzemesi olarak yüzyıllar boyunca kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalarda; Türklerin Anadolu'ya gelip göçebe hayattan yerleşik hayata geçmesinden sonra ahşabı yapı malzemesi olarak kullanmaya başladığı ve yüzyıllar içinde ahşap yapı ile ilgili gelişmiş yöntem ve teknikler kullandıkları tespit edilmiştir. Türkiye'deki ahşap yapıların geleneksel konut mimarisinin önemli örneklerini oluşturduğu görülmektedir. Türkiye'deki geleneksel konut mimarisi tarihsel süreç içinde farklı yaklaşımlar doğrultusunda; Osmanlı Evi, Türk Evi, Anadolu Evi, Hayatlı Türk Evi olarak tanımlanmıştır. Türk evi; Osmanlı devletinin sınırları içinde Rumeli ve Anadolu Bölgelerinde ortaya çıkarak gelişmiş ve 500 sene boyunca kendi özellikleriyle oluşmuş bir ev tipidir (Eldem, 1984). Kuban (1995) Geleneksel Türk Evi; geleneksel Türk Ailesinin yaşam kültürü ve törelerine göre şekil ve plan özellikleri olan, yüzyıllarca Türk insanının gereksinimlerine cevap veren konut tipidir. Cerasi (1998) Osmanlı evini 17. yüzyıldan itibaren imparatorluğun güçlü katalizörlüğü ile oluşan çoklu etnik toplumu bağdaştırıcı bir ürün olarak ifade ederek,

Osmanlı evinin özgün niteliklerini “plan ve konumlandırma”, “oda konsepti”, “ahşap strüktür, çatı örtüsü ve temel yapımı” olarak üç başlıkta sıralamıştır. Şahin Güçhan (2018) Osmanlı İmparatorluğu’nun 17. yüzyılda, İstanbul’dan başlayarak Anadolu ve diğer imparatorluk sınırları içinde yayılan Osmanlı Evi olarak bilinen kendine özgü ahşap yapım sistemini oluşturduğunu belirtmiştir. Bektaş (2020) Türk evinin Osmanlı yaşam kültürünü ve ortak yaşam değerlerini barındırdığını vurgulamıştır.

Türkiye’deki geleneksel konut yapıları ile ilgili yapılan sınıflandırmaların başında sofa ve avlu ile olan ilişkilere göre yapılan değerlendirmeler, belirleyici ve önemli bir yer tutmaktadır. Eyüce (2005), “Geleneksel Türk evi, sofası ve avlusu ile var olan bir evdir.” diyerek geleneksel Türk evinde özellikle sofanın mekan düzenlenmesindeki rolünü vurgulamıştır. Sergah, sergi, divanhane, hayat vb. isimler de verilen sofa; ev içindeki dolaşımın sağlandığı, toplanma mekanı işlevi de olan odalar arasındaki ilişkilerin kurulmasını sağlayan ortak mekandır (Küçükerman, 2007). Geleneksel Türk Evi tanımı için önemli bir yeri olan sofa, plan tipleri sınıflamasında belirleyici bir rol üstlenmektedir. Bu noktada, Bektaş (2020) Sedad Hakkı Eldem’in yaptığı sınıflandırmanın günümüzde de geçerliliğini koruduğunu vurgulayarak, Türk Evi plan tiplerinin çözümlerini sofasız, dış sofalı, iç sofalı ve orta sofalı olarak listelemiştir.

Osmanlı konut mimarisi, hakim olduğu değişik coğrafyalarda farklı konut geleneklerinden ve yapı tekniklerinden etkilenmiş olsa da plan tipolojisi, malzeme, kullanılış biçimi, mekan tasarımı ve bezeme olarak özgün ve karmaşık yapı teknikleriyle ağırlıklı ahşap taşıyıcı sistem kullanılan bir konut mimarisi üretmiştir (Kuban, 2010). Türkiye’deki geleneksel konut mimarisinde kullanılan malzemeler araştırıldığında ahşabın tek başına kullanıldığı örneklere az rastlanılsa da ahşabın taş, tuğla ve kerpiç ile birlikte kullanıldığı ahşap çerçeve sistem örneklerinin sayısı fazladır. Taş, tuğla, kerpiç malzemelerin kullanımı yerel kaynaklara göre çeşitlilik ve değişkenlik göstermektedir (Şahin Güçhan, 2018). Yağışın fazla olmasının bir sonucu olarak sık ormanlık alanların bulunduğu Karadeniz Bölgesi’nde ahşabın temel yapı malzemesi olarak kullanıldığı örneklerin sayısı fazladır. Bu bölgede çoğunlukla, ahşabın taş ile birlikte kullanıldığı özgün yapı örnekleri bulunmaktadır. Doğu ve Güneydoğu Bölgesi’nde karasal iklim koşullarına bağlı olarak ahşabın yerini temel yerel yapı malzemesi olarak taş almış; iklimsel koşullara uygun ve kullanıcı ihtiyaçlarına cevaplar verebilecek biçimde geleneksel mimarlık örnekleri inşa edilmiştir. Akdeniz, Ege, Marmara ve İç Anadolu Bölgeleri’nde ise çoğunlukla

ahşabın taş, tuğla ve kerpiç ile birlikte kullanıldığı ahşap çerçeve sistem yapı örneklerine rastlanılmaktadır. Kuzey Anadolu Bölgesi'nde ahşap yığma ve ahşap çerçeve sistem taş ve ahşap dolgu, dış duvar sıvalı, sıvasız ve ahşap kaplama; Kuzey Anadolu Bölgesi batı ve iç bölgeler ile Marmara Bölgesi güneyi ve Orta Anadolu Bölgesi'nde ahşap çerçeve sistem kerpiç ve tuğla dolgu, dış duvar sıvalı; Batı ve Güney Anadolu Bölgesi'nde ahşap çerçeve taş veya kerpiç dolgu bağdadi sıvalı, İstanbul ve çevre yerleşimlerde dolgusuz ahşap üzeri ahşap kaplama olarak geleneksel ahşap yapı sistemleri dört başlıkta sınıflandırılabilir (Çobancaoğlu, 2003). Özetle, Osmanlı İmparatorluğu'nun sınırları içinde, geleneksel konut tipi yerel koşullar doğrultusunda farklılaşarak malzeme ve mimari özellikler bakımından özgün örneklerin ortaya çıktığı söylenebilir. Türkiye'deki ahşap çerçeve sistem konut yapılarının mimari özellikleri, yapım yöntemleri ve yapı malzemeleri ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır (Bayram, 2014; Develi, 2008; Sümerkan, 1990). Bu araştırma sürecinde yapılan çalışmaların çoğunlukla belgeleme ve koruma alanında yoğunlaşması ve bu kapsamda yapılması gerekenlere dikkat çekerek önerilerde bulunduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan literatür taraması sırasında, Türkiye'nin deprem kuşağında yer almasına bağlı olarak Türkiye'deki ahşap çerçeve sistem konut yapıları ile ilgili sismik performans analizi yapılan çalışmaların literatürde geniş yer tuttuğu görülmektedir. Bu çalışmalar çoğunlukla geleneksel ahşap yapıların deprem davranışlarının analizi üzerinde yoğunlaşmaktadır (Meral, 2021; Aktaş, 2011; Doğan, 2010, Köylü, 2008; Şahin Güçhan, 2007; Doğangün ve diğ, 2006; Sarı Aksoy, 2003). 1999 yılında Türkiye'de meydana gelen depremden sonra yapılan araştırmalarda geleneksel yapıların hasar almadığı ancak günün teknolojisi kullanılarak inşa edilen yapılarda yıkıma varan hasarlar olduğu sonucuna varılmıştır (Köylü, 2008). Geçmişten günümüze ülkemizde depremle ilgili pek çok yasal düzenleme yapılmıştır. Bu düzenlemeleri Alyamaç ve Erdoğan (2005) şu şekilde sıralamıştır; 1940 - Zelzele Mıntıkalarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi, 1944 - Zelzele Mıntıkaları Muvakkat Yapı Talimatnamesi, 1949 - Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği, 1953 - Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1962 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY), 1968 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY), 1975 - Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY), 1998 - Afet

Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY). 2007 yılında Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) yürürlüğe girmiş ve ahşap yapılara ilişkin; taşıyıcı duvarların plan düzleminde simetrik olması ve tüm katlarda taşıyıcı duvarların üst üste gelmesi, taşıyıcı duvarlarda ahşap iskeletin en fazla 1.5 m aralıklarla yerleştirilen dikmelerle inşa edilmesi, dikmelerin yatay elemanlarla dikdörtgen ve bu dikdörtgenlerin de çapraz elemanlarla üçgen bölümlere ayrılması, tek katlı yapılarda; dikme, taban-başlık kirişleri ve çapraz elemanların en kesit boyutlarının en az 10 cm x 10 cm, iki katlı ahşap yapılarda; dikme, taban-başlık kirişleri ve çapraz elemanların en kesit boyutlarının en az 12 cm x 12 cm, ara kirişlerin en kesit boyutlarının en az 6 cm x 12 cm olması gerektiği açıklanarak, ahşap taşıyıcı duvarlarda oluşturulan üçgen bölümlerin hafif tuğla, kerpiç, ahşap yonga veya uygun yalıtım maddeleri ile doldurulup, duvar yüzeylerinin ahşap ya da diğer kaplama malzemeleri ile kaplanabileceği veya rabitz teli ahşap çıta ya da kamış ile bitirilebileceği ifade edilen yönetmelik, 2019 tarihinde yürürlükten kaldırılarak yerine "Deprem Etkisi Altında Ahşap Bina Taşıyıcı Sistemlerin Tasarımı İçin Özel Kurallar" başlığı ile ahşap yapıların tasarım ilkelerinin açıklandığı Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir (Saatci, 2020). Yanı sıra, Türkiye'de ahşap yapılar için uygulanması gereken hesap ve yapım kuralları TS 647'de yer almaktadır. Geleneksel ahşap karkas yapılarda depremlerin neden olduğu hasarlar ve hasarlara yönelik alınan önlemlerle deprem mevzuatı arasındaki ilişkiler araştırıldığında, 1940 yılına kadar deprem mevzuatının olmaması ya da deprem mevzuatı yayımlandıktan sonra bir süre mevzuatta eksikliklerin olması ve süreç içinde mevzuatlarda yapılan iyileştirmelere rağmen deprem mevzuatına uyulmaması ve mevzuata uygun yapıların inşa edilmemesi önemli nedenler olarak ifade edilmiştir (Avlar ve Yıldırım, 2021).

2.2 Isıl ve Nemsel Performans Araştırmaları

Isıl ve nemsel performans; yapı elemanlarının uzun süreli ısı ve neme bağlı performansının değerlendirilmesi ve hizmet süresinin belirlenmesi açısından önemlidir. Yapı kabuğunda ısı ve nem kontrolü ile ilgili bir hata olması enerji kullanımının artması, yapı malzemesinin bozulması ve mantar gibi istenmeyen biyolojik yapıların üremesine neden olabilmektedir. Literatür incelendiğinde, ısıl ve nemsel performans ile ilgili çok sayıda çalışma yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu

çalışmalar genellikle enerji etkin bir yapı kabuğu tasarımı için kullanılan farklı yalıtım malzemelerinin ısıl ve nemsel performans analizi üzerine yoğunlaşmaktadır.

Isıl ve nemsel performans hakkında yapılan araştırmalarda deneysel çalışma süreçlerinin uzun ve zorlu olduğu dikkate alınarak genellikle simülasyon araçları kullanımına ağırlık verildiği dikkat çekmektedir. Higrotermal simülasyon araçları pek çok çalışmanın konusudur (Defo ve diğ, 2022; Hejazi ve diğ, 2019; Barreira ve diğ, 2013; Delgado ve diğ, 2013). Farklı higrotermal simülasyon araçları kullanılarak sonuçlarının karşılaştırıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yanı sıra, çalışmalarda higrotermal simülasyon araçları ile yapılan değerlendirmelerden elde edilen veriler deneysel çalışma verileri ile karşılaştırılarak incelenmiştir (Chbani Idrissi ve diğ, 2021; Pihelo ve Kalamees, 2016; Kalamees ve Kurnitski, 2010; Kalamees ve Vinha, 2003; Zarr ve diğ, 1995). Bu araştırmalarda çoğunlukla, kullanılan simülasyon araçlarının yapı bileşenlerinin higrotermal performansını değerlendirmede başvurulabilecek bir yöntem olduğu sonucuna varılmaktadır.

Ahşap çerçeve sistemlerin ısıl ve nemsel performansının değerlendirildiği çalışmalar literatürde yer almaktadır. Özellikle ahşap çerçeve sistemler ve onların yalıtımları hakkında yapılan araştırmaların sayısı oldukça fazladır (Schjøth Bunkholt ve diğ, 2021; Fu ve diğ, 2020; Cabrera ve diğ, 2019; Martinez, 2017). Bu çalışmalarda temel amacın yalıtım malzemesinin ısıl ve nemsel performans üzerindeki etkilerinin incelenmesi olduğu görülmektedir.

Literatürde sıcak oda tasarımı, inşası ve kalibrasyonu ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda genel yaklaşım, sıcak oda düzeneğinin doğru sonuçlar elde edilen bir yöntem olduğu yönündedir. Bu çalışmalardan birinde Tejeda-Vázquez ve diğ. (2021) sıcak oda tasarım, kalibrasyon ve testlerini yaparak sonuçları değerlendirmiştir.

University of Perugia, Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde tasarlanıp inşa edilen sıcak oda düzeneğinde alüminyum çerçeveli bir pencerenin ısıl geçirgenliği EN ISO 8990, ASTM C1363-05 ve GOST 26602.1-99 standartlarında tarif edilen üç farklı yaklaşımla değerlendirilmiş; kalibrasyon, ölçüm değerlendirilmesi ve belirsizliklerine odaklanılarak karşılaştırması yapılmıştır (Asdrubali ve Baldinelli, 2011).

12 tane ahşap esaslı duvar deney setinin ısı transferi ve nem içeriği ayarlı sıcak oda deneyleri ve MOIST ile yapılan simülasyon çalışmalarından elde edilen verilerle

karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Karşılaştırmalar sonucunda iki yöntemden elde edilen sonuçların birbiri ile çelişkili olmadığı ifade edilmiştir (Zarr ve diğ, 1995).

Ahşap çerçeve sıva kaplamalı bir duvarın hygIRC, DIM3.1 veya DELPHIN 4.1, MOIST ve WUFI yazılımları kullanarak küf oluşumunu engelleme potansiyeli uzun dönem performans kriteri olarak belirlenip bu higrotermal bilgisayar araçlarının uygulanabilirliği değerlendirilmiş; ısıl değerlerin benzer olmasına karşın nem dağılımlarının farklılıklar gösterdiği sonucuna varılmıştır (Nofal ve diğ, 2001).

"Hygrothermal calculations and laboratory tests on timber-framed wall structures" başlıklı makalede farklı yalıtım malzemesi ve buhar kesicilerle tasarlanan 3 farklı ahşap çerçeve dış duvar tipinin ısıl ve nemsel performansları, 3 farklı ısıl ve nemsel performans değerlendirme aracı (1D-HAM, MATCH, WUFI 2D) ve laboratuvar testleri ile incelenmiş; sonuçlar karşılaştırılmıştır. Buna göre; bazı durumlarda ölçülen ve hesaplanan değerler arasında farklılıklar olsa dahi kullanılan programların ısı iletimi ve buhar difüzyonu dikkate alınarak yapı elemanlarının nemsel davranışlarının değerlendirilmesinde yararlı araçlar olduğu görülmüştür (Kalamees ve Vinha, 2003).

"What are the hygrothermal consequences of applying exterior air barriers in timber frame construction in Europe?" başlıklı çalışmada, çeşitli ahşap çerçeve dış duvar sistemlerinin higrotermal performansı; farklı Avrupa iklim koşulları, yalıtım malzemesi, dış duvar hava sızdırmaz malzemeler ve kötü işçilik gibi parametreler dikkate alınarak DELPHIN 5 simülasyon programı ile incelenmiş ve etkileri açıklanmıştır (Langmans ve Roels, 2015).

"The effect of thermal transmittance of building envelope and material selection of wind barrier on moisture safety of timber frame exterior wall" başlıklı araştırmada, yüksek yalıtımlı ahşap çerçeve dış duvarlarda potansiyel higrotermal riskleri ve etkileri soğuk iklim koşulları altında DELPHIN bilgisayar benzetimi aracı kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada; yapıdaki nem güvenliği ve enerji etkinliği için mühendislerin ve tasarımcıların bilgisayar benzetimi araçlarını kullanmalarının önemi ifade edilmiştir (Pihelo ve Kalaames, 2016).

12 farklı tip ahşap çerçeve sistem duvar örneğinin ısı transfer kapasitesini incelemek amacıyla yapılan araştırma kapsamında teorik hesaplama ve sıcak oda deneyi sonuçlarının verileri karşılaştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada, deney verileri ile hesaplanan değerlerin birbirine yakın olduğu sonucuna varılmıştır (Liu ve diğ, 2018).

Fransa'nın Cahors bölgesinde bulunan tarihi yapıların enerji tüketimini azaltmak ve yapılardaki ısıl konforu sağlamak amacıyla yapılacak olan iyileştirme çalışması kapsamında farklı yalıtım malzemelerinin uygulanması durumunda ısıl ve nemsel performans analizi DELPHIN simülasyon programı ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, biyo bazlı yalıtım malzemelerinin mineral yünlere kıyasla ısıl ve nemsel performansının daha iyi olduğu kanısına varılmıştır (Claude ve diğ, 2019).

Isıl ve nemsel performans analizi konusunda ülkemizde yapılan çalışmaların sayısının az olmasının yanı sıra, ısıl performans ile ilgili birtakım çalışmalar olmasına rağmen geleneksel ahşap çerçeve sistemlerle ilgili ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi hakkında detaylı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Literatürde yer alan bu çalışmalardan başlıcaları açıklanmıştır.

Tarihi kagir yapılarda nem problemleri, tespiti ve çözümüne yönelik izlenecek yöntemlere ilişkin yapılan "Kagir Tarihi Yapılarda Nem Problemlerinin Teşhis ve Çözümü" başlıklı yüksek lisans çalışması kapsamında uygulanabilecek akış şeması belirlenmiş ve Üsküdar Mihrimah Sultan Sıbyan Mektebi'nde alan çalışması gerçekleştirilmiştir (Kuzuimamlar, 1995).

"Yapı düşey kabuk bileşenlerinin performans belirlenmesi sürecinde ısı ve nem geçişi ölçümünde kullanılabilecek bir yöntem önerisi" başlıklı doktora tez çalışması kapsamında yapı düşey dış kabuk bileşenlerinin ısıl ve nemsel performansını değerlendirmek üzere, bilgisayar destekli bir deney cihazı geliştirilerek yeni bir yöntem önerilmiştir (Çiçek, 2002).

"Yapı İç Ortam Nemine Etki Eden Faktörlere Yönelik Bir Bilgisayar Programı "Ilıman – Nemli İklim Bölgesi Örneği"" başlıklı doktora çalışması kapsamında ılıman – nemli iklim bölgelerinde yapı iç ortamında nem etkilerinin belirlenmesinde, mimari tasarım ve inşa sürecinde kullanılarak tasarımcı ve kullanıcıyı yönlendirebilecek bir bilgisayar programı oluşturulmuştur (Engin, 2005).

"Examination of Dampness Problems of a Historic House" başlıklı yüksek lisans tezi kapsamında İzmir, Basmane semtinde tarihi bir konut yapısındaki nemsel sorunları incelemek amacıyla duvar yüzeylerinde elektrik iletkenliği ve infrared termal ölçümler yapılarak nem miktarı ve sıcaklık değerleri araştırılmıştır (Yardım, 2006).

“Yapılarda Su ve Isı Etkenleri, Oluşturduğu Sorunlar, Nedenleri ve Çözüm Önerileri” başlıklı yüksek lisans tez çalışması kapsamında yapılarda su ve ısı etkenleri ile neden olan sorunlar incelenerek su ve ısı etkenlerinin yapılarda, kullanıcılar üzerinde, ülke ölçeğinde, doğal ve yapma çevrede problem oluşturmaması ya da olan problemlerin çözülebilmesi için başvurulabilecek ürün ve çözümler araştırılmıştır (Güzelçoban, 2007).

Ahşap iskelet sistemde, farklı özellikteki malzemelerle oluşturulan kesitlerin belirlenen noktalarda ısı ve nem geçişi incelenmiştir (Yücel Dalkıran, 2008).

“Su Buharı Difüzyonu Ve Isı Yalıtım Malzemelerinin Buhar Geçirgenlikleri Üzerine Deneysel Bir Çalışma” başlıklı yüksek lisans tez çalışması kapsamında yalıtım malzemeleri ve bu malzemelerin ısı ve nem etkisi ile ilgili davranışları araştırılmıştır. Konuya ilişkin ilgili standartlar incelenerek nem geçirgenlik özelliklerinin tespiti için bu standartlar doğrultusunda bir ölçme cihazı tasarlanıp imal edilmiş, TS-EN 12086 standardına uygun olarak deneyler gerçekleştirilmiş ve karşılaştırmalı sonuçlar değerlendirilmiştir (Alan, 2010).

“Pomza Taşı Agregalı Beton Bloklarla Yapılan Dış Duvarların Isıl ve Nemsel Performansı, Yaşam Dönemi Boyunca Enerji ve Ekonomik Etkinliği” başlıklı 107M532 numaralı TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu Projesi kapsamında gerçekleştirilen çalışmada pomza taşı agregalı beton blokların ve bu bloklarla yapılan duvarların ısıl ve nemsel performans analizi için deneysel ölçümler, bloklarda yer alan boşlukların ısıl davranış üzerindeki etkisini ve bu bloklarla yapılan duvarların enerji etkinliğini incelemiştir. Bu kapsamda, Fluent, WUFI ve EnergyPlus programları ile bilgisayar ortamında benzetim çalışmaları ve alan incelemeleri yapılarak pomza taşı agregalı bloklarla yapılan dış duvarların yaşam dönemi enerji ve ekonomik etkinliği araştırılmıştır (Kuş ve diğ, 2010).

“Urfa ili geleneksel konut yapılarının malzeme ve plan tipi farklılıklarının iklimsel performans açısından değerlendirilmesi” başlıklı yüksek lisans tez çalışması kapsamında Urfa ilinde en çok kullanılan Urfa taşı (kalker), betonarme karkas (gazbeton duvar) ve kerpiç malzemelerle inşa edilmiş konut yapılarında yerinde sıcaklık ve nem ölçümleri yapılmış; ölçümlerden elde edilen veriler karşılaştırılarak değerlendirilmiştir (Karaçizmeli, 2011).

“Betonarme Düşey Yapı Kabuğunda Yalıtımın Yerinin ve Kalınlığının, Nem Denetimi Açısından Deneysel ve Sayısal Değerlendirmesi” başlıklı doktora çalışması kapsamında betonarme düşey yapı kabuğu bileşenlerinde Türkiye iklim koşullarında deneysel ve sayısal yöntem kullanarak ısı ve nem geçişi araştırılmıştır (Umaroğulları, 2011).

“Bina Kabuğunun Dış Duvarları ve Ara Kesitlerinde Isıl ve Nemsel Performansın Kızılötesi Termografi ile Değerlendirilmesi Üzerine Bir Alan Çalışması” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında, İstanbul’da yer alan farklı işlevlerdeki iskelet taşıyıcı sistemle, çok katlı ve ayrık nizamda 2005 yılından sonra inşa edilmiş binaların dış duvar sistemlerinde oluşan nem, hava sızıntısı, ısı köprüsü ve yoğuşma gibi ısıl ve nemsel performans etkenleri iç ve dış ortamdan görsel analiz ve kızılötesi termografi yöntemi ile incelenmiştir (Sarıtabak, 2012).

“Dış Cephe Bitirme Sistemlerinde Isı Yalıtımının Sıcaklık ve Nem Performansına Etkisinin İncelenmesi” başlıklı yüksek lisans tezinde tuğla, gazbeton, bimsblok gibi Türkiye’de sıklıkla kullanılan kagir dolgu malzemeleri ile inşa edilen duvar sistemlerinde dış yüzeyden uygulanan yalıtım uygulamasında dolgu malzemesi ve yalıtım malzemesi değiştirildiğinde sıcaklık, nem ve su içeriğindeki değişim; Edirne ili meteorolojik verileri kullanılarak WUFI® 2D-3 bilgisayar benzetim programı ile incelenmiştir (Chasan, 2013).

“Bina Kabuğunun Nemsel-Isıl Performansının Bilgisayar Benzetimi ile Belirlenmesi” isimli araştırmada yazılımların doğru ve etkin kullanımının yaygınlaştırılması için önemli konular incelenmiş; yapısal elemanların bütünleşik ısıl ve nemsel performansını değerlendiren yazılımlar ve özellikleri açıklanmış, bu yazılımlardan WUFI 2D ile yapılan bir tip duvar örneği detaylandırılarak yazılımların kullanımı örneklendirilmiştir (Edis ve Kuş, 2014).

“Kalker Taş Duvarlarda Sıcaklık ve Nem Performansının İncelenmesi” başlıklı çalışmada geleneksel konutlarda kagir yığma taş duvar kesitinin Edirne meteorolojik verileri kullanarak, WUFI 2D-3 simülasyon programı ile yıllık sıcaklık, su ve nem değerleri araştırılmıştır (Mıhlayanlar ve Umaroğulları, 2016).

“Mevcut Binaların Cephelerinde Dıştan Isı Yalıtımı Uygulamalarının İstanbul’da Alanda İncelenmesi ve Isıl ve nemsel Performansın Benzetimle Değerlendirilmesi” başlıklı yüksek lisans tezinde İstanbul Çapa’daki binaların dış duvarları ile ilgili

yapılan araştırmalardan yola çıkılarak oluşturulan örnek duvar kesitlerinin ısıl ve nemsel performansları WUFI 2D 3.3 yazılımı kullanılarak benzetim yöntemi ile değerlendirilmiştir (Ekşi, 2016).

"Yapılarda Nem ve Isı Değişkenliğinin Malzeme Üzerinedeki Etkileri ve Yapı Elemanlarının Uğradıkları Deformasyonlar" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında yapı elemanlarında ısı ve nem kaynaklı oluşan bozulmalar ve yalıtım ile ilgili bilgi sunularak tasarımcı, uygulayıcı ve kullanıcı için bu konuların çözümü hakkında izlenebilecek yollar ve çözüm önerileri değerlendirilmiştir (Yavan, 2017).

"Ahşap Dış Duvarların İstanbul'daki Uygulamalar Üzerinden İncelenmesi, Isıl ve Nemsel Performansın Benzetim ile Değerlendirilmesi" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında ahşap çerçeveli duvar ve çapraz tabakalı masif ahşap duvarların ısıl ve nemsel performanslarını incelemek amacıyla İstanbul-Riva'da yapılan alan çalışmasında tespit edilen 5 farklı tip ahşap duvar örneği WUFI-2D benzetim aracı kullanılarak belirlenen parametreler kapsamında incelenmiştir (Samancı, 2019).

Karadeniz Bölgesi'ndeki geleneksel ahşap yapısı çerçevesinde su ve ısının tanımlanarak yapıya girişi ve verdikleri hasarlar açıklanmış; buna yönelik alınması gereken tedbirler incelenmiştir (Serdar, 2019).

"Geleneksel Ahşap Evlerde Su ve Nem Kaynaklı Bozulmalar Üzerine Bir Araştırma: Taraklı Örneği" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında geleneksel ahşap konut yapılarında su ve nem kaynaklı bozulmalar irdelenmiş, bu kapsamda Taraklı geleneksel ahşap konut yapıları hakkında üç adet tescilli ev üzerinden araştırılmış ve bunlardan biri seçilerek su ve nem kaynakları bozulmaların nedeni ve çözümüne ilişkin yaklaşımlar değerlendirilmiştir (Tunca, 2019).

"An Investigation of Transient Water Vapor Migration in Building External Walls" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında yapı malzemesi olarak tuğla, beton ve gaz beton ve yalıtım malzemeleri olarak XPS, EPS, MW kullanılarak yalıtımın farklı konumlandırılması ile tasarlanan farklı duvar kesitleri; Glaser Yöntemi ve WUFI bilgisayar benzetimi kullanılarak ısıl ve nemsel performansı incelenmiştir (Turgut, 2019).

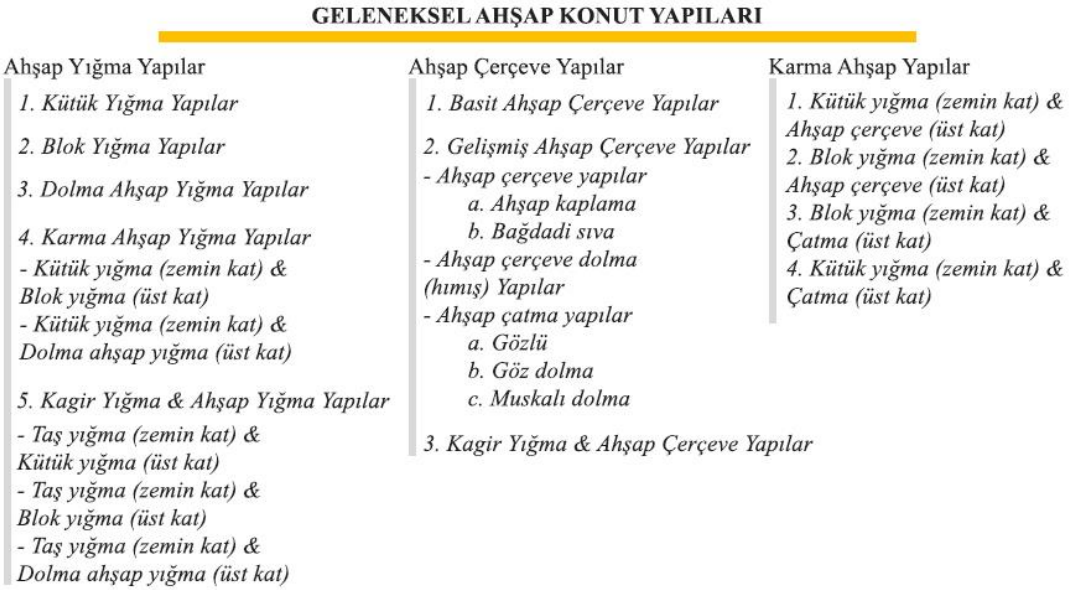
3. TÜRKİYE'DEKİ GELENEKSEL AHŞAP KONUT DIŞ DUVAR SİSTEMLERİ

Türkiye; farklı topografya, iklim, sosyal-kültürel-tarihi değerler, yerel malzemeler vb. özellikleri olan 7 bölgeden oluşmaktadır. Bu özellikler, geleneksel tasarım ve yapım tekniklerinde farklılaşmalar yaratan ayrıcalıklı unsurlar olarak değerlendirilmektedir.

Bu bölümde; Türkiye'deki geleneksel ahşap konut dış duvar sistemleri ve bu duvar sistemlerinin yapımında kullanılan malzemeler incelendikten sonra bu bilgiler doğrultusunda, tez kapsamında vaka çalışması olarak incelenen duvar tiplerinin tasarlanması ve malzeme özelliklerinin tespiti ile ilgili araştırmalar yer almaktadır.

3.1 Geleneksel Ahşap Konut Dış Duvar Sistemleri

Duvar sistemleri, geleneksel ahşap konut yapılarında önemli bir taşıyıcı eleman rolü üstlenirler ve yapılar buna göre biçimlendirilirler. Bu nedenle, öncelikle taşıyıcı sistemleri bilmek duvar sistemlerini anlamak için elzemdir. Türkiye'deki geleneksel ahşap konutlar taşıyıcı sistemlerine göre; ahşap yığma sistemler, ahşap çerçeve (karkas/iskelet/çatma) sistemler ve karma sistemler olmak üzere üç başlıkta incelenebilir. Avlar (1995) Türkiye'deki geleneksel ahşap konut yapılarının taşıyıcı sisteme göre sınıflandırılmasını açıklamıştır. Şekil 3.1'de bu sınıflandırmaya göre oluşturulmuş görsel yer almaktadır.



Şekil 3.1 : Türkiye'deki geleneksel ahşap konut yapılarının taşıyıcı sisteme göre sınıflandırılması.

3.1.1 Ahşap yığma (çantı) duvar

Ahşap yığma sistemler, ahşap yapı elemanlarının yatayda birbiri üzerine konulması yöntemiyle dikme kullanılmaksızın inşa edilir. Ahşap yığma yapılar, genellikle ormanlık alanların sık olduğu ve/veya ahşabın kolay elde edilebildiği köy evlerinde tercih edilmekle birlikte çoğunlukla örnekleri Doğu Karadeniz Bölgesi'nde görülmektedir.

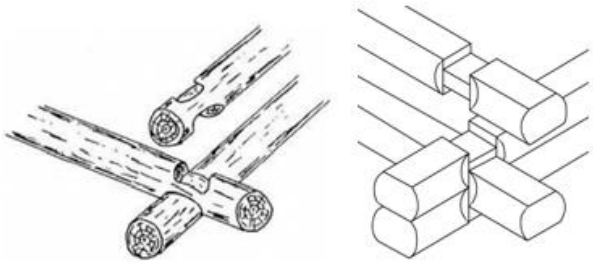
3.1.1.1 Kütük yığma

Ahşap yığma duvarların en basit örneği olan bu sistem, ormandan elde edilen kütüklerin birbirleri üzerine konması ile inşa edilir (Şekil 4.2). Birbirlerine ters yönde yığılan kütüklerin kertilip birbirleri üzerine yerleştirilmesiyle oluşan bu duvar sisteminin örnekleri genellikle sık ormanlık alanların olduğu Karadeniz Bölgesi'nde görülmektedir.

3.1.1.2 Blok yığma

İnşa yöntemi, kütük yığma sistem ile benzer olan blok yığma duvarlarda ahşap elemanların birbirleri üzerine daha düzgün şekilde yerleştirilebilmesi için birleşme yüzeyleri farklı şekillerde profilendirilmiştir (Şekil 3.2). Bu profiller sayesinde, kütük yığma sistemde kütükler arasında oluşan boşluklar oluşmamakta ve daha düzgün bir

duvar yüzeyi elde edilmektedir. Bu sistemle yapılan duvar kalınlıkları 8-24 cm arasında değişkenlik gösterebilmektedir (Eskiçırak, 2009).

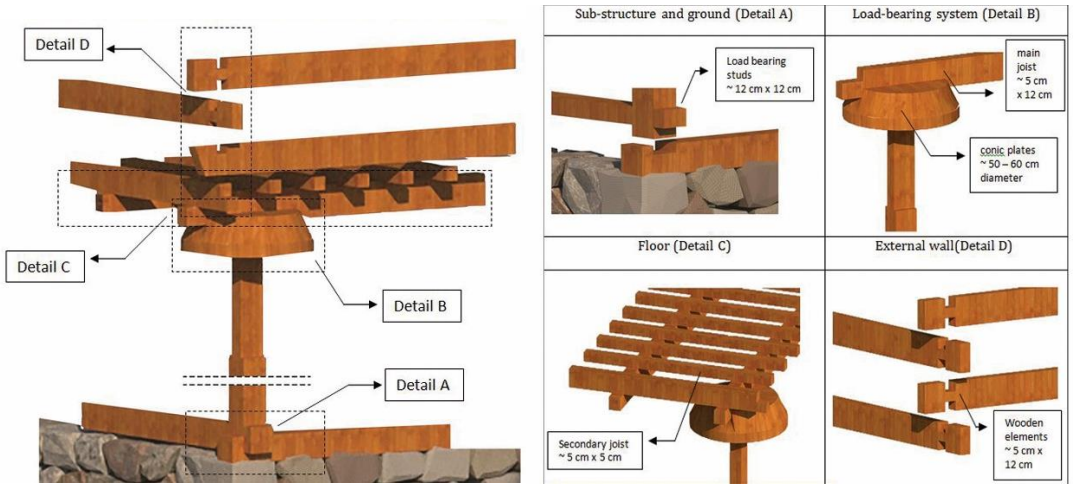


Şekil 3.2 : Ahşap yığma duvar, köşe geçme örnekleri (Tunçkol, 2012).

Serender: Blok yığma duvar örneklerinin yaygın kullanımını Doğu Karadeniz Bölgesi'nde serenderlerde görmek mümkündür. Serender, çevresel faktörlerin yapı tasarımını nasıl etkilediğinin incelenebileceği özgün örneklerden biridir. Türkiye'de farklı coğrafi bölgelerde serendi, seren, serende, serenti, serenter, serentir ve serentire olarak isimlendirilmekle birlikte Rize'de yerel halk tarafından nayla olarak da anılmaktadır. Türkçe'de serender, kelime olarak direk manasına gelmektedir. Yapı olarak serenderin soğuk yer manası vardır. Serender, özgün olarak evin dışında arsanın sokak tarafında eve 5 m mesafede inşa edilen çoğunlukla ambar kimi zamansa dinlenme ya da misafirhane olarak kullanılan yapıdır (Karpuz, 1999). Farklı ülkelerde ambar olarak kullanılan ahşap strüktür ve yapım türleri açısından benzer geleneksel yapılara rastlamak mümkündür; bu yapılar Norveç'te "loft", İsveç'te "Sami Storehouse", İspanya'da "Hórreos" olarak isimlendirilmektedir. Serender türleri, genellikle dikme sayısına göre sınıflandırılmaktadır. Eruzun (1977) serender türlerini şu şekilde sınıflandırıldığını açıklamıştır; 4 dikme ile inşa edilenler küçük, 6 ya da 8 dikmeden inşa edilenler orta, 10-12 dikmeden inşa edilenler büyük olarak isimlendirilmektedir. Nadiren de olsa, Rize'de 2 ya da 3 katlı serender örnekleri görülmektedir (Karpuz, 1999). Günümüzde, Rize'nin bir köyü olan Fındıklı pek çok serender örneğine ev sahipliği yapmaktadır (Şekil 3.3).

Şekil 3.3 : Serender örneği, Rize.

En az 4, çoğunlukla 6 direk üzerine inşa edilen serenderlerde direkler birbirine yerel dilde "boğaz açma" denen özgün bir tasarımla kenetlenir. Çoğunlukla kalın kesitli olan bu direkler, aşağıdan yukarıya doğru incelen bir yapıya sahip olduklarından statik yüklere karşı dayanıklılık göstermektedirler. Serender inşasında kullanılan direklerin tepe noktası, 50-60 cm çapında konik ya da silindirik başlık (tekerlek) ile bitirilmektedir. Bu sayede, sıçan gibi hayvanların ambara tırmanmaları önlenmiştir (Madran ve Özgönül, 2005). Rüzgar gibi dinamik yükler karşısında yapıya yöresel olarak yanlama adı verilen ahşaptan yapılmış payandalar destek sağlamaktadırlar. Serenderi özgün kılan bir diğer önemli husus da inşası sırasında çivi kullanılmaması ve her bir parçasının birbirine geçme olarak kenetlenmesidir. Yapının bütünlüğünü ve sağlamlığını koruyabilmesi ve dengede kalabilmesi için yanlamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer özgünlükler ise; yarı açık döşeme düzlemi, dış duvar sistemindeki yarı açık yapısı ve üzerindeki süslemelerdir. Döşeme sisteminin depolanan yiyeceklerin ağırlığını, dış duvarları ve çatı yüklerini taşıyabilecek kadar sağlam inşa edilmesi gerekmektedir. Döşeme sistemi ahşap bir platform ile oluşturulmaktadır; bu platform, dikmeler arasındaki açıklığı geçen genellikle 10 cm x 10 cm'lik ana kirişler ile desteklenmektedir. Direklerin hemen üzerine gelen kısımları ise karşı yönden gelen kirişin çentikli kısmını yerleştirmek için çentiklenmiştir. Son olarak, bir yönde ikinci bir çentikli kiriş yerleştirilir. Bu sayede, karşı yönlü kirişlerin birbirine bağlı kalması ile güçlü bir çerçeve oluşturmaktadır. Şekil 3.4'te serenderin bahsedilen özelliklerini anlatan bir görsel bulunmaktadır.



Şekil 3.4 : Serender strüktürel özellikleri (Yazıcıoğlu ve Alkan, 2020).

3.1.2 Ahşap çerçeve (Karkas/İskelet/Çatma) duvar

Ahşap çerçeve sistemler, düşey ve yataydaki ahşap yapı elemanları aracılığıyla yüklerin zemine iletmesiyle çalışır. Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistemler, yöresel farklılaşmalar olmakla birlikte ağırlıklı olarak hımış tekniğinin örnekleridirler. Türkçe'de hımış olarak isimlendirilen bu yapılar, yığma taş duvarlar üzerinde ahşap çerçeve sistem olarak inşa edilmiştir. Tarih boyunca, farklı dolgu malzemelerinin ahşap çerçeve sistem ile birlikte kullanıldığı yapı geleneği dünyanın bazı yerlerinde çeşitlilik göstererek Roma'dan günümüze kadar var olmuştur (Bağbancı ve Köprülü Bağbancı, 2018). Bu yapım tekniği İngiltere'de "half-timbered;" Almanya'da "fachwerk;" Fransa'da "colombage;" Hindistan'da "dhajji-dewari;" ve Afrika'nın güneyinde ve merkezinde "bahareque" olarak adlandırılmıştır (Gülkan ve Langenbach, 2004).

Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapıları; çoğunlukla 12 cm x 12 cm, 15 cm x 15 cm, 20 cm x 25 cm, 25 cm x 25 cm alt ve üst taban, yaklaşık 80 cm - 150 cm mesafede 10 cm x 10 cm, 12 cm x 12 cm, 15 cm x 15 cm, 20 cm x 20 cm dikmelerin yaklaşık 45 cm ile 90 cm aralıkla ara dikmelerle bölünüp genellikle deprem gibi yatay yüklere karşı açıları 60º - 45º arasında değişen payandalarla inşa edilen örneklerdir. Ara dikme ölçüleri köşe dikmelerin ölçüsüne göre değişse de genellikle 5 cm x 10 cm'dir. Ara dikmeler arası mesafe, kullanılan dolgu malzemesi, köşe dikmeler arası mesafe, pencere boyutları gibi etkenlere göre değişiklik göstermektedir.

Türkiye'de geleneksel ahşap çerçeve duvar sistemleri; ahşap eleman kurgusu, dolgu malzemesi, yöresel farklılaşma gibi etkenler dikkate alınarak çeşitli yaklaşımlarla gruplandırılmıştır.

Türkiye'de geleneksel ahşap çerçeve duvar sistemlerinde, tek tabanlı ve çift tabanlı ahşap çerçeve dizgesi ve çatma dizgesi olarak farklı oluşturulan örnekler görülmektedir. Tek tabanlı ve çift tabanlı ahşap çerçeve dizgesi genellikle Trakya ve Anadolu'daki örneklerde kullanılırken, çatma dizgesi Doğu Karadeniz Bölgesi'ne özgüdür (Avlar, 1995). Çatma dizgesi, kısa mesafelerle yerleştirilen dikmeler ve yatayda bölüntüyü sağlayan ahşap elemanlarla yükün aktarılmasıdır. Bu prensiple oluşturulan özgün sistemler, göz dolma ve muskalı dolma olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemlerle ilgili detaylı bilgi ahşap çerçeve taş dolgu başlığı altında açıklanacaktır.

Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarında oluşturulan ahşap çerçeve; kerpiç, tuğla, taş, ahşap ve ağaç dalları ile doldurularak dış duvar sistemleri inşa edilmiştir. Bu sistem, duvar yüzeyinde kullanılan tekniklere göre; ahşap çerçeve sistemin arasının kerpiç, tuğla, taş veya ağaç ile dolgu yapılması, ahşap çerçeve sistemin arasının kerpiç, tuğla, taş veya ağaç ile düzgün olmayan şekilde doldurularak bağdadi sıvanması ya da ahşap kaplanması ve ahşap çerçeve sistemin belli modüler (panel) kurgu sistemi ile inşa edilip arasının ahşap ya da taş ile dolgu yapılması şeklinde alt gruplara ayrılmıştır (Çobancaoğlu, 2003).

- Ahşap çerçeve sistemin arasının kerpiç, tuğla, taş veya ağaç ile dolgu yapılması; bu sistemde ahşap çerçeve arası kerpiç, tuğla, taş veya ağaç ile doldurulduktan sonra dış yüzeyler genellikle sıva veya sık ormanlık alanların bulunduğu bölgelerde ahşap ile kaplanmıştır. Dış yüzeylerin sıvanmadığı durumlarda ahşap ve dolgu işçiliklerinin oldukça özenli yapılarak cepheye bir ahenk katıldığı görülmektedir. İç yüzeylerde ise genellikle bağdadi sıva tekniği ile yüzeyler kaplanmıştır. Bağdadi sıvanın yapılmadığı durumlarda iç yüzeyin kireç sıva ile kaplanarak bitirildiği örneklere de rastlanmaktadır.
- Ahşap çerçeve sistemin arasının kerpiç, tuğla, taş veya ağaç ile düzgün olmayan şekilde doldurularak bağdadi sıvanması ya da ahşap kaplanması; bu sistem de aynı şekilde inşa edilmekte, sadece işçiliğine daha az özen gösterildiği ve bu nedenle iç ve dış yüzeyin çoğunlukla bağdadi tekniğiyle sıvandığı örneklerdir.

- Ahşap çerçeve sistemin belli modüler (panel) kurgu sistemi ile inşa edilip arasının ahşap ya da taş ile dolgu yapılması; Doğu Karadeniz Bölgesi özgün yapı sistemi olan ve blok ahşap dolgu, göz dolma ve muskalı dolma olarak üç tip örneği olan bir sistemdir.
- Ahşap çerçeve sistemin arasının boş bırakılarak dış yüzeyin ahşap kaplanarak iç yüzeyin bağdadi sıva ile bitirilmesi; bu tip sistemin örnekleri İstanbul ve yakın çevresinde görülmektedir. Bu sistemde dikmeler arası doldurulmamış; dış yüzey ahşap, iç yüzey bağdadi sıva ile kaplanmıştır. Bu sistemle oluşturulan ahşap çerçevede, yatayda kuşakların da sıklıkla kullanıldığı örnekler görmek mümkündür.

Türkiye'deki geleneksel ahşap konut yapılarını dolgu malzemeleri dikkate alarak incelediğimizde; ahşap çerçeve kerpiç dolgu, ahşap çerçeve tuğla dolgu, ahşap çerçeve taş dolgu, ahşap çerçeve ahşap dolgu, ahşap çerçeve ağaç dalı dolgu ve ahşap çerçeve kaplamalı olarak altı gruba ayırmak mümkündür.

3.1.2.1 Ahşap çerçeve kerpiç dolgu

Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarında en çok kullanılan dolgu malzemesinden biri olan kerpiç dolgu örneklerini hemen her bölgede görmek mümkündür. Ahşap yapı elemanlarıyla oluşturulan çerçeve sistem, kerpiç malzeme ile doldurulduktan sonra yüzeylerin kerpiç sıva üzeri kireç sıva ve/veya bağdadi sıva ya da dış yüzeyin sıvasız olarak bırakıldığı örnekler olarak inşa edilmişlerdir (Şekil 3.5).

Özellikle, ormanlık alanların azaldığı İç Anadolu Bölgesi'nde ucuz ve kolay elde edilebilmesi nedeniyle dolgu malzemesi olarak kerpiç tercih edilmiştir. Safranbolu, ahşap çerçeve kerpiç dolgu sistemin çoğunlukla kullanıldığı Karabük ilçesidir. Safranbolu'da konut yapılarında çoğunlukla zemin kat moloz taş duvar, üst katlarda kerpiç dolgulu ahşap çerçeve sistem dış duvarların olduğu görülmektedir (Kaya, 1996). Safranbolu'daki ahşap çerçeve sistem konut yapılarının dış duvarları yaşama katında çoğunlukla kerpiç dolgulu olup çamur harcı ile sıvanmaktadır (Kaya ve diğ, 2001).

Şekil 3.5 : Safranbolu evleri (Aktaş, 2011).

3.1.2.2 Ahşap çerçeve tuğla dolgu

Ahşap çerçeve kerpiç dolgu ile birlikte en sık örneklerine rastlanan ahşap çerçeve tuğla dolgu sistemler, genellikle 20-35 cm ara dikmelerin arasına düz, çapraz veya balık sırtı şeklinde tuğlaların yerleştirilmesiyle inşa edilir (Şekil 3.6). Ara dikme aralıklarının çoğunlukla 60- 90 cm, bazen daha geniş aralıklı örneklerin olduğu görülebilmektedir. Ahşap çerçeve tuğla dolgu örneklerin çoğunlukla dış yüzeyi sıvanmadan bırakıldığı için tuğla örgünün görünüşüne dikkat edildiği gözlemlenmektedir. Ayrıca, bu durumda duvarda su kaynaklı hasarlar oluşmaması için tuğla örgüsünün suyun uzaklaşmasına yardımcı olacak şekilde yapılması önemli bir detaydır.

Ahşap çerçeve tuğla dolgu duvarlar çoğunlukla dış yüzeyi sıvanmadan bırakılmış örnekler olsa da kerpiç sıva üzeri kireç sıva, bağdadi sıva tekniklerinden bir ya da birkaçının birlikte kullanıldığı yapılar da mevcuttur.

Şekil 3.6 : Tuğla dolgu duvar örgü çeşitleri (Avlar, 1995).

3.1.2.3 Ahşap çerçeve taş dolgu

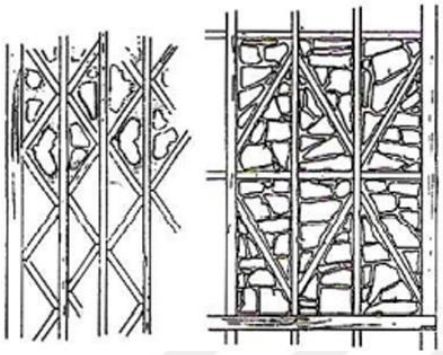
Ahşap çerçeve taş dolgu, taşın ahşap ile birlikte kolay işlenebilme özelliği olması nedeniyle ormanlık alanların sık olduğu, ahşap elemanların çok bulunduğu yörelerde genellikle tercih edilmektedir. Bu bölgelerin başında Doğu Karadeniz gelmektedir ve bölgede ahşap çerçeve taş dolgu duvar sisteminin özgün örnekleri bulunmaktadır. Bu sistemler, göz dolma ve muskalı dolma olarak iki gruba ayrılmaktadır.

Göz dolma; yaklaşık 25-35 cm'lik mesafede yerleştirilen dikmelerin, yatayda ahşap elemanlarla bölünerek oluşturulan yaklaşık 17 cm x 21 cm, 17 cm x 22 cm, 20 cm x 20 cm, 21 cm x 21 cm, 22 cm x 22 cm gibi değişen ölçülerde kare veya kareye yakın bölmelerin genellikle dereden toplanan taşlarla doldurularak inşa edilmiş özgün dış duvar sistemidir (Şekil 3.7). Taşlar, tek parça olabildiği gibi istenilen boyutta bulunamadığı durumlarda bölmeler birden fazla taş ile doldurulmuştur. Taşların birleşimi kil harcı ya da kireç harcı ile sağlanmaktadır.

Şekil 3.7 : Fındıklı, Rize'de göz dolma örneği.

Yaklaşık 15-25 cm'lik mesafede yerleştirilen dikmeler 45° ya da 30°'lik açılarla yerleştirilen ahşap elemanlarla bölünerek taş ile doldurulduğu dış duvar örnekleri ise muskalı dolma olarak isimlendirilmektedir (Şekil 3.8). Muskalı dolma sistemde,

dikmeler arasındaki mesafenin göz dolmaya göre 20-35 cm daha geniş bırakıldığı örneklere de rastlanmaktadır. Ahşap geçme yerine çivi ile bağlantılar kullanılmakta, taş örgüsü göz dolmadaki gibi hassasiyet gerektirmediği için daha hızlı inşa edilmeye olanak sağlamaktadır. Yanı sıra, oluşturulan üçgen bölmeler deprem gibi yatay yükler karşısında yapının mukavemetini arttırmaktadır.

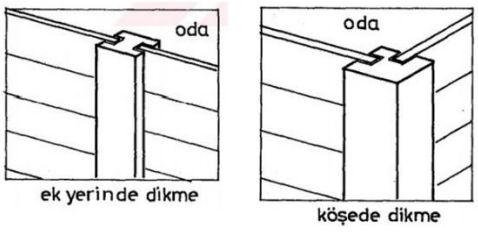


Şekil 3.8 : Muskalı dolma duvar örgüsü (Keleş, 2010).

Göz dolma ve muskalı dolma tekniği ile yapılan duvarlarda dış yüzey genellikle kaplanmazken iç yüzeylerin çoğunlukla ahşap kaplama ya da bağdadi sıva tekniği ile bitirildiği örnekler mevcuttur. Dış yüzeylerin bağdadi sıva ile kaplandığı örnekler çakatura olarak adlandırılır. Bazı muskalı dolma tekniğinde, dikmeler haricinde kalan dış yüzeylerin sıvanıp beyaz kireç badana ile boyanarak özgün bir cephe görüntüsü oluşturduğu görülmektedir.

3.1.2.4 Ahşap çerçeve ahşap dolgu

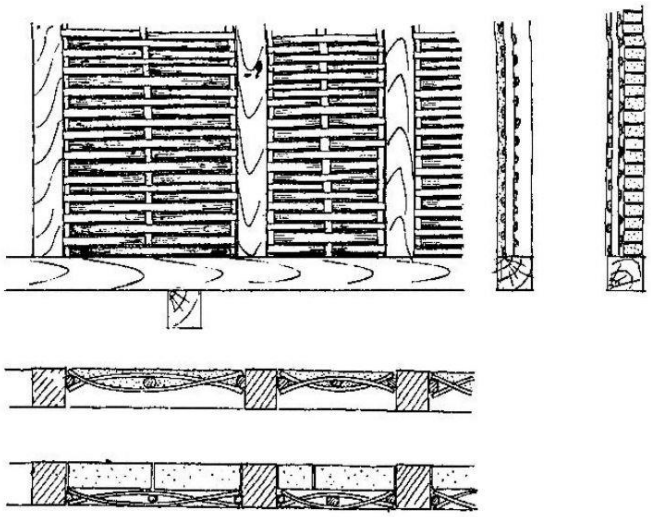
Ahşap çerçeve ahşap dolgu sistemde duvarlar, 100 cm veya daha sık aralıklarla yerleştirilen dikmelerin arasının yaklaşık 3 cm ila 6 cm kalınlığında, 30-40 cm genişliğinde çoğunlukla yatay olmak üzere düşey ya da yaklaşık 45° eğimle yerleştirilen ahşap elemanlarla örülerek inşa edilir. Bu sistemde dikmelere ahşap elemanların geçme yöntemi ile yerleştirilebilmesi için dikmelerde kanallar açılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 : Ahşap çerçeve ahşap dolgu dikme bağlantı örnekleri (Sümerkan, 1990).

3.1.2.5 Ahşap çerçeve ağaç dalı dolgu

Ahşap çerçeve sistemin yaklaşık 2-3 cm'lik dalların örülerek doldurulması ile inşa edilen bu sistemde örülen ağaç dalları sıva yapılacak yüzeye yakın olur (Şekil 3.10). Bazı durumlarda örülen ağaç dalları ile birlikte ahşap çerçevenin tuğla ya da kerpiç ile doldurulduğu örneklere de rastlanmaktadır.



Şekil 3.10 : Ahşap çerçeve ağaç dalları ile dolgu (Başlılar Altun, 2008).

3.1.2.6 Ahşap çerçeve kaplamalı

Ahşap çerçeve sistemin herhangi bir dolgu malzemesi kullanmadan dış yüzeyinin ahşap kaplama, iç yüzeyinin ise genellikle bağdadi tekniğiyle bitirildiği örneklerdir (Şekil 3.11). Bu sistemde inşa edilmiş örneklere İstanbul ve yakın çevresinde rastlanmaktadır.

Ahşap strüktür yapılarını, özellikle 19. yüzyılda Avrupa'dan etkilenmiş İstanbul mimarisi ile onun etkisinde kalan eyaletlerdeki mimari ve yerel gelenekleri devam ettiren konut mimarisi olarak ikiye ayırmak mümkündür (Kuban, 1966). İstanbul'daki konut yapılarının tarihçesi ile ilgili ayrıntılı tespitlerde bulunma olanağı, günümüze aktarılan yapıların az olması nedeniyle zordur. 17. ve 18. yüzyıl öncesine ait ahşap yapı geleneğini yansıtan örnekler yok olmuş, tarihi saptanabilen en eski yapı örneği Anadoluhisarı'ndaki Amcazade Hüseyin Paşa Yalısı'nın harabe haldeki divanhanesi olmakla birlikte sonraki dönemlere ait detaylı bilgilere; 18. yüzyıldan itibaren yabancı ressamların resimleri, 19. yüzyıl ikinci yarsında fotoğraflar ve gezgin betimlemelerinin yanında günümüze kalan birkaç örnek ışığında ulaşılmaktadır (Kuban, 2010). İstanbul'da, 17. yüzyılda sıvasız tuğla veya kerpiç dolgulu ahşap çerçeve sistem konut

yapıları çoğunlukta iken 18. yüzyılda cephelerin sıvandığı örnekler görülmekte, 19. yüzyılın ikinci yarısı itibariyle endüstrileşmeyle birlikte dolgusuz ve cephelerin dış yüzeylerinin ahşap kaplama ile bitirildiği yapılar inşa edilmiştir.

Şekil 3.11 : 19. yüzyıl sonunda Beylerbeyi'nde inşa edilen ahşap konut örneği (Acar, 2015).

Dış yüzeylere uygulanan ahşap kaplama 19. yüzyıl itibariyle çoğunlukla yalı baskı ya da binili tekniğiyle uygulanmıştır. İç yüzeylerde ise bağdadi tekniği kullanılmıştır. İstanbul'da sarayların dışındaki yapıların duvarlarının iç yüzeylerinde ekonomik olması nedeniyle bağdadi çıtası üzerine horasan harcı ve kireç badana sıklıkla uygulanmıştır (Acar, 2015).

3.1.3 Karma sistemler

Ahşap yığma veya ahşap çerçeve sistemlerden en az iki tipinin birlikte kullanılarak yapının inşa edildiği örneklerdir. Karma sistem daha çok malzeme uyumsuzluğundan ya da yapan elin ustalığından ortaya çıkmıştır (Eskiçırak, 2009).

3.2 Geleneksel Ahşap Çerçeve Konut Dış Duvar Yapımında Kullanılan Malzemeler

Bu çalışma kapsamında seçilen geleneksel ahşap çerçeve dış duvar örneklerinde kullanılan malzemeler ahşap (sarıçam, kestane, meşe), harman tuğlası, kerpiç, taş, bağdadi (çıta + sıva), kireç sıva, kerpiç (çamur/toprak) sıva olarak tespit edilmiştir.

3.2.1 Ahşap

Yapıda taşıyıcı ya da bitirme malzemesi olarak kullanılabilen ahşap; ağaçtan elde edilen, boşluklu, heterojen, lifli, anizotrop yapıda ve organik bazlıdır. Ağacın canlı bir organizma olması nedeniyle ondan elde edilen ahşabın yapı malzemesi olarak kullanılırken özelliklerinin iyi bilinmesi, yapının ve yapı elemanlarının performansı bakımından önemli bir unsurdur.

Ağaç, 3 ana kısımdan oluşur; toprağa tutunmasını sağlayan, ihtiyacı olan besinleri ve suyu bünyesine almasını sağlayan kök; kökten gelen besin ve suyu yapraklara ileten, ağaca etkiyen yükler karşısında yapısal bütünlüğünü korumasını sağlayan gövde ve fotosentezle besin üretilip ağaçta büyüme ve dallanmanın görüldüğü taç. Ağaç; makroskobik, mikroskobik, kimyasal ve ultramikroskobik yapı olarak incelenebilmektedir. Ağacın makroskobik yapısı; çıplak gözle veya optik mikroskop altında incelenebilen özelliklerini oluşturur. Mikroskobik yapısı; hücre çeperinde oluşan özellikleri, boyuna ve enine uzanan hücrelerin mikroskobik yapılarını kapsar. Kimyasal ve ultramikroskobik yapısı ise; selüloz, hemiselüloz, lignin, pektin ve hücre çeperi oluşumunu içermektedir.

Renk, koku, yoğunluk, özgül ağırlık, boşluk oranı, nem oranı, genleşme-büzülme, ısıl iletkenlik, ses iletkenlik, elektrik iletkenlik, dayanıklılık ahşabın fiziksel özelliklerini belirler. Ahşabın lifli yapısı fiziksel özelliklerini belirlemede önemli rol oynar; rutubet, lif doygunluğunun üstünde ise mukavemet azalır. Ahşabın yoğunluğu arttıkça mukavemeti artarken ısı arttıkça mukavemeti azalır, ayrıca doğal kusurlar da ahşabın mukavemetinin azalmasına sebep olur (Saydamer, 2014). Ahşabın özellikleri incelendiğinde pek çok malzemenin aksine, ahşap ısı etkisiyle nerdeyse genleşmez ve yapısındaki su kurudukça güçlenir. Ahşabın ısıl iletkenlik katsayısı düşüktür; kıyaslanacak olursa, çelik 1650 kat, mermer 90 kat ve cam 23 kat daha hızlı ısı iletirken, ahşabın ısısının artması ve/veya azaltılması için çok fazla enerji gerekir (Özen, 2001). Isıl iletkenlik katsayısı düşük olması nedeniyle ahşap ısıyı az ileterek yalıtkan özellik gösterir. Ahşabın türüne ve lif yapısına bağlı olarak ses ve ısı iletkenliği değişiklik göstermektedir. Ahşap içindeki hava boşluğu fazla olan düşük yoğunluklu bir malzeme olması sebebiyle ısı enerjisini soğurma kapasitesi düşük olmasına bağlı olarak ısıl kütlesi düşük bir yapı malzemesidir (Silver ve McLean, 2014).

Ahşabın kimyasal yapısı içinde selüloz, lignin, hemiselüloz ve bazı türlerinde bunlara ek olarak silikat asit, albümin, şeker, reçine, nişasta, bulunmaktadır. Hücre duvarı; karbon (C) %50, oksijen (O) %43, hidrojen (H) %6, azot (N) %1; odun kısmı; selüloz %40-50, hemiselüloz %15-35, lignin %20-35, ekstraktif %1-3, kül %0,1-0,5 bileşenlerinden oluşmaktadır (Samancı, 2019). Selüloz yumuşak yapısı sayesinde ahşaba yükler karşısında çekme/eğilme özelliği kazandırırken, lignin ise ahşaba sertlik kazandırarak basınca karşı dayanıklılık sağlar (Yaman, 2007).

Ahşabın mekanik özellikleri; sertlik derecesi, basınç dayanımı, eğilme ve çekme direnci ve elastisite modülüdür. Ahşabın mekanik dayanımında lif yönü belirleyicidir; lif doğrultusunda mukavemet artarken liflere dik doğrultuda mukavemet azalır. Ahşap bünyesine su aldıkça şişerek hacmi genişler, bünyesinden su uzaklaştıkça da hacmi azalır; buna bağlı olarak mekanik özellikleri de değişiklik gösterir.

Ahşap, çekme kuvvetine karşı yüksek mukavemet gösterebilen ve bu nedenle tarih boyunca kirişlerde kullanılmış birkaç doğal malzemeden biridir (Salvadori, 1980). Ahşap; nem, sıcaklık, bakteri, mantar, böcek vb. canlılar, UV vb. ışınlar, sabit ve hareketli yükler, hava kirliği gibi nedenlerle bozulmaya uğramaktadır. Bakteri, mantar, böcek gibi canlılar çoğunlukla ahşabın yapısındaki nemin artmasına bağlı olarak ahşapta fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri olumsuz etkileyen hasarlar meydana getirebilirler.

Üretim ve kullanım aşamaları dikkate alındığında ahşap; karbon ayak izi ve atık miktarı konularında çevreye duyarlı tasarım anlayışına uygun, insan sağlığına zarar vermeyen, geri dönüşüme uygun ve doğa dostu bir yapı malzemedir.

Türkiye'de geleneksel ahşap yapılarda kullanılan ağaç türleri yerel şartlara göre farklılık göstermekle birlikte; ceviz, dişbudak, gürgen, sedir, söğüt, kavak, kayın, kestane, kızılağaç, meşe, karaçam, kızılçam, köknar, ladin, sarıçam, elma ve abanoz kullanılan ağaç türleri olarak sıralanabilir. Bu çalışma kapsamında ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için seçilen örneklerde kullanılan ahşap yapı malzemelerinin elde edildiği ağaç türleri kestane, meşe ve sarıçam olarak tespit edilmiştir. Türkiye'de doğal yayılış gösteren asli ağaç türlerinden meşe % 26.34, sarıçam % 6.80 ve kestane % 0.40 alan kaplamaktadır (Özkan, 2019).

Kestane (Castanea): Trakya ve Kuzey Karadeniz'de iyi gelişim gösteren kestane; sert, suya dayanıklı, cila ve boya tutma kapasitesi yüksek bir ağaçtır. Yeryüzünde 12 türü

bulunan kestane ağacının Türkiye'de doğal olarak yetişen sadece Anadolu Kestanesi (Castanea sativa Mill) türüdür ve genellikle Gürcistan sınırından başlayarak yaygın olarak Karadeniz'in sahil kısmına yakın yerlerde yetiştiği görülmektedir (Kerimoğlu, 2019). Kestane, zaman içinde ve su ile temas ettiğinde kararmasına ve pahalı olmasına rağmen kolay bulunabildiği için Doğu Karadeniz Bölgesi'nde taşıyıcı eleman, iç mekanlar ve duvar kaplama malzemesi olarak tercih edilmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde genellikle kestane ahşap yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır (Keleş, 2010; Çakır, 2000). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde taşıyıcı elemanlarda kullanılsa da uzun lifli ve kolay bükülebildiği için çoğunlukla doğramalarda ve dekoratif amaçlı kullanılmaktadır. Yanı sıra, su içerisinde yüksek dayanıklılığa sahip olan kestane; su altında, iskele ve tekne yapımında sıklıkla tercih edilmektedir.

Meşe: Anadolu'da yaygın bulunan ve çeşitlilik gösteren meşe; geniş yapraklı, kayın ailesinin ağaçlarındandır. Türkiye ormanlarının önemli ağaç cinslerinden biri olan ve 5,8 milyon hektarlık bir alanda 17 türle temsil edilen meşe, deniz seviyesinden 2300 metreye kadar geniş bir alanda saf ve/veya karışık orman oluşturabilmektedir (Akkemik, 2016). Türüne bağlı orta sert ve sert bir ağaç olan meşe açık kahverengidir. Dış ortam koşullarına ve rutubete karşı dayanıklı, elyafı sıkı ve pahalı olan meşe; taban, kiriş, döşeme, dikme ve doğrama olarak yapıda geniş bir kullanım alanına sahiptir. Türkiye'de geniş bir alanda kullanıldığı görülmektedir.

Sarıçam (Pinus sylvestris): Türkiye'de özellikle Doğu ve Kuzey bölgelerden İç Anadolu'ya kadar geniş bir alanda yetişen sarıçam; çevre koşullarına dayanıklı, kolay işlenebilen bir çam türü olarak geleneksel ahşap konut yapımında kullanımı yaygındır. Sarıçam; Sürmene, Trabzon'da deniz seviyesinden başlayarak güneyde Kayseri-Kahramanmaraş illeri arasına kadar uzanan geniş bir alanda saf orman oluşturmakta ya da Doğu Kayını, Meşe, Doğu Ladini, Göknar gibi türlerle de orman oluşturabilmektedir (Özkan, 2019). Kolay işlenen sarıçam; kağıt hamuru üretiminde, yonga levha, lif levha ve mobilya üretiminde, yapılarda taban, duvar, tavan kiriş ve kolon gibi taşıyıcı eleman olarak, kapı ve pencere doğramalarında, çatı konstrüksiyonlarında gergi, dikme, destek, kuşaklama, yanlama, aşık ve merteklerin üretimi gibi çok geniş kullanım alanına sahiptir (Sayan, 2016).

3.2.2 Harman tuğlası

Harman tuğlası; kil, killi toprak ve balçığın ayrı ayrı veya birlikte karıştırılarak harmanlanması; gerekirse kum, tuğla, kiremit tozu vb. malzemelerin de karıştırılıp pişirilerek yapılan tuğladır (Hasol, 2008). Yapımı, toprağın pişirilebilmesinin öğrenilmesine dayanan; tuğla hamurunun yoğrulması, geleneksel yöntemlerle kalıplarda şekillendirilip atmosfer şartlarında kurutulan harman tuğlası, pişirme işlemlerinin harman yerinde yapılması nedeniyle bu ismi almıştır (Çağlar, 2018). Kerpicin ısıl işlemlere tabii tutularak harman tuğlası olarak kullanımı M.Ö. 2500-1750 yıllara dayanmaktadır (Çağlar ve diğ, 2018).

Harman tuğlaları, basınç dayanımlarına göre az dayanımlı harman tuğlası ve orta dayanımlı harman tuğlası; biçimlerine göre dolu harman tuğlası (DOHT) ve delikli harman tuğlası (DEHT) olmak üzere sınıflandırılırlar (Döndüren 2008). Harman tuğlasının şekli dikdörtgenler prizması, kenarları ve yüzeyleri düzgün biçimli olmalıdır. Dolu harman tuğlalarının üst yüzünün ortasında, kenarlarına 20 mm'den az olmayacak uzaklıkta ve derinliği 10 mm'den fazla olmayan boşluk bulunabilir. Tuğla, yüksek yoğunluklu olması nedeniyle ısıl kütlesi yüksek bir malzemedir (Silver ve McLean, 2014).

Geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarının duvarlarında harman tuğlasının dolgu malzemesi olarak kullanıldığı görülmektedir. İlk yapı malzemelerinden biri olan harman tuğlasının günümüzde üretimi ve kullanımı oldukça azalmıştır.

3.2.3 Kerpiç

Barınma ihtiyacını karşılama sürecinde insan, taş ve ağaç kullanımının yanında bu malzemelerin az bulunduğu ya da bulunmadığı durumlarda, her yerde çok ve kolay bulunan toprağı, yapı malzemesi olarak kullanmıştır. Kerpiç, insanlığın şekillendirdiği en eski doğal yapı malzemelerinden biridir. Çatalhöyük'te duvarların, ahşap ve kerpicin birlikte kullanılarak inşa edildiği tespit edilmiştir (Öztürk, 2020). Çatalhöyük'te yapıların bitişik olarak inşa edilmesi sonucu sokakların oluşmadığı dışa kapalı olan yapıların taş temel kullanılmadan kerpiç tuğlalarla dörtgen planlı olarak inşa edildiği belirlenmiştir (Url-1). Kerpiç, 16. yüzyılda İstanbul'da yaygın olarak kullanılan yapı malzemelerindendir (Kuban, 2020).

Kâşgarlı Mahmud tarafından yazılan Dîvânu Lugâti't-Türk'te "Saman ve balçık karışımı ilkel tuğla" olarak tanımlanan kerpiç; Orta Türkçe'de "pışık", Çağatayca'da "kerpiç", Uygurca'da "kış" isimleriyle kaynaklara geçmiştir (Yıldırım, 2011).

Yapısını oluşturan her bir bileşenin doğadan elde edilmesi ve her aşamasında doğal yöntemlerin kullanılması, kerpicin diğer yapı malzemelerinden ayrıştığı yönler arasında sıralanabilir. Kerpiç, yerel koşullar çerçevesinde farklılıklar gösterse de temelde belli oranda kil içeren kumlu toprağın su ve yerel şartlara bağlı olarak ihtiyaç duyulan saman gibi katkı maddeleri ile karıştırılıp kaplara dökülmesinin ardından güneşte kurutularak elde edilen doğal yapı malzemesidir. Kerpiç, bitki atıklarından arındırılmış kil oranı fazla toprağa saman sapları vb. karıştırılarak stabilize edildikten sonra su katılıp kalıplara dökülen, önce gölgede sonra güneşte kurutularak elde edilen çiğ tuğladır (Hasol, 2008). Bir başka tanımıyla, tanelerin birbirine bağlanmasını sağlayacak miktarda kil içeren kumlu toprağa, saman vb. lif içeren katkı ve su eklenerek elde edilen harcın basit ahşap kalıplara dökülüp güneşte kurutulmasıyla oluşan yapı malzemesi kerpiç olarak adlandırılmakta; malzemenin özellikleri ise toprağın cinsine, su ve lif miktarına, kurutma yöntemi ve süresine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Çavuş ve diğ, 2015).

Kerpiç yapılar; yığma sistem kerpiç yapılar, kerpiç dolgulu ahşap çerçeve sistem (hımış) yapılar ve karma sistem kerpiç yapılar olarak sınıflandırılabilir. Türkiye'de geleneksel konut mimarisinde kullanılan kerpiç tuğla boyutları; duvar kalınlıkları, yerel şartlar ve zamana göre değişiklik göstermektedir. Kerpiç boyutları incelendiğinde, uzunluğunun 30-40 cm, genişliğinin ise 12-14 cm arasında değiştiği görülmektedir (Kafesçioğlu ve diğ, 1980). Kerpiç tuğla, boyutlarına göre birbirine kıyasla büyük olana ana ve küçük olana kuzu denilerek adlandırılmaktadır. Bölgesel farklılıklar olmasına rağmen ülkemizde sıklıkla kullanılan ana kerpiç boyutları; 30-35 cm x 30-35 cm x 10-12 cm, kuzular kerpiç boyutları; 30-35 cm x 15-17 cm x 10-12 cm'dir (Acun ve Gürdal, 2003).

Ülkemizde kerpiç kullanımı, karasal iklimin hakim olduğu İç ve Doğu Anadolu'da yaygın olarak görülmekle birlikte, kışın sert geçtiği bu bölgelerde kerpicin ısı tutuculuğu sayesinde önemli bir malzemedir (Kaya, 1996). Kerpicin ısıl iletkenlik değerinin düşük olmasının bir sonucu olan bu durum, yapıların kışın sıcak yazın serin olmasına olanak sağlamaktadır.

Kerpicin olumlu özellikleri arasında; ekonomik ve doğal bir yapı malzemesi olması, üretiminde güneş enerjisi ve insan gücü haricinde başka bir enerjiye ihtiyaç duyulmaması olarak sıralanabilir. Yanı sıra, gözenekli yapısı sayesinde iç ortamdaki havanın dış ortama geçişine izin vermesi mekanın hava kalitesinin artmasını sağlamakta; ısı tutucu özelliği sayesinde yapı içinde ısı ve nem dengesinin korunmasına yardımcı olmaktadır. Sıkıştırılmış toprak yapısı nedeniyle basınca karşı mukavemet gösterebilen kerpiç, yapısındaki saman katkısı ile elastik bir yapı kazanır ancak çekme kuvvetine karşı mukavemeti zayıftır.

İnşası iklimsel koşullara bağlı olan, suya karşı hassas, eğilme, darbe ve aşınmaya karşı dayanıksız, sürekli bakım ve onarım gerektiren bir malzeme olması kerpicin olumsuz özellikleri olarak sıralanabilir (Almaç, 2002). Suya karşı dayanımı düşük olan kerpiç, bünyesine nem ve/veya su temas ettiğinde yumuşayarak dağılır, sıcaklık 0°C'nin altına düştüğünde ise kerpiç boşluklarına emilen su donarak buz olur ve yaklaşık %9 oranında hacim artışı sonucu çatlaklar meydana gelir (Gürfidan, 2006).

Geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarının duvarlarında kerpicin dolgu malzemesi, sıva ve harçlarda kullanıldığı görülmektedir.

3.2.4 Taş (Doğal taş yapı malzemesi)

Doğal taşlar, bir ya da birden farklı mineralin bir araya gelmesiyle oluşmuş yapılardır. Taşları meydana getiren pek çok mineral olmakla birlikte kalsiyum bileşikleri (karbonat, sülfat) ve silisyum bileşikleri (kuvars, feldispat, mika vb.) olmak üzere başlıca iki gruba ayrılırlar (Eriç, 2016). Doğal taşlar, oluşumları gereği iç yapısında farklı özellikler gösterebilmektedirler; bu nedenle kullanım amacına göre özelliklerinin belirlenmesi önemlidir. Doğal taşlar oluşum biçimlerine göre magmatik, tortul, metamorfik; basınç mukavemetlerine göre çok az dayanıklı taşlar, az dayanıklı taşlar, orta dayanıklı taşlar, yüksek dayanıklı taşlar, çok yüksek dayanıklı taşlar; gözeneklilik derecesine göre çok fazla gözenekli, çok gözenekli, oldukça gözenekli, orta gözenekli, az gözenekli; dokudaki tane büyüklüğüne göre çok kaba taneli, kaba taneli, orta taneli, ince taneli, çok ince taneli olmak üzere sınıflandırılabilirler (Durmaz, 2019).

Kaynağında işlenen az sayıda malzemeden biri olan taş, yeraltı ocaklarından ve kaya yüzeylerinden çıkartılıp kesilerek, dilimlenerek, parçalanarak veya yontularak şekillendirilebilir. Basınca dayanıklı olan taş, çekme kuvvetine karşı dayanıklı

değildir. Bu özelliğiyle taş, yapı malzemesi olarak yük taşıyan taşıyıcı duvar, köprü, kolon ve temel yapımında kullanılmaktadır. Taş, yoğunluğu yüksek diğer bir deyişle malzemenin içindeki hava boşluğu az olması nedeniyle ısıl kütlesi yüksek bir yapı malzemesidir (Silver ve McLean, 2014). İklim koşulları ve çevresel faktörler dikkate alındığında dış ortam koşullarına en çok dayanıklılık gösteren doğal malzemelerin başında gelen taş, bu özelliğiyle kullanıldığı yapıların uzun yıllar boyunca varlığını sürdürmesini sağlamıştır. Kronolojik olarak taş kullanımı örnekleri birçok medeniyette farklı yöntemlerle görülmektedir; M.Ö. 13. yüzyılda Miken Sarayı'nda harçsız yapılan az şekillendirilmiş taş duvarların yapımında, M.Ö. Mısır'daki piramitlerde alçı ya da kireç harcıyla yapılmış bloklarda, M.Ö. 14. yüzyılda Yunan mabetlerinde kurşun kenetler kullanılarak yapılmış bloklarda, M.Ö. 15. yüzyılda Roma hamamlarının kubbelerinde açıklık geçmek için yapılmış bloklarda, M.S. 17-18. yüzyıl arasında şekillendirilerek yapılarda kullanılmıştır (Kaya, 1996).

Taşıyıcı eleman olarak taşın kullanıldığı duvar örneklerini, Anadolu genelinde görmek mümkündür ancak ana yapı malzemesi olarak taş; Ege ve Akdeniz sahillerinde, Güneydoğuda, Orta Anadolu'da ve Doğu Anadolu'da kullanılmaktadır (Kuban, 1966).

Doğal taşlar yapıda; temel ve duvar yapımında, kaplama, dolgu ve agrega malzemesi olarak kullanılmaktadır. Geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarının duvarlarında taşın dolgu malzemesi ve temel duvarı yapımında kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışma kapsamında doğal taş, geleneksel ahşap çerçeve duvarlarda dolgu malzemesi olarak kullanıldığı göz dolma ve muskalı dolma örnekleri üzerinden incelenmektedir. Bu örneklerde dolgu malzemesi olarak kullanılan doğal taş, inşa edilen yapının yakınındaki dere ve/veya dere kenarlarından toplanarak kullanılan bir malzemedir.

Bu çalışma kapsamında incelenecek vaka çalışması için belirlenen duvar örneğinde hangi taşın kullanılması gerektiğini belirleyebilmek için Rize'den rastgele alınan taşlar İTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Dr. Orhan Yavuz tarafından analiz edilmiş ve örneklerin granit olduğu saptanmıştır. Püskürük taş çeşidi olan granit bileşiminde, feldspat, kuvars ve mika bulunmaktadır. Taşa; feldspat sağlamlık, kuvars sertlik, mika esneklik verir (Eriç, 2016). Oldukça sert bir taş türü olan granitin işlenmesi zordur. Şekil 3.12'de incelenen numunelerden örnek görülmektedir.

Şekil 3.12 : Rize'den alınıp incelenen rastgele numune örnekleri.

3.2.5 Bağdadi (çıta + sıva)

Ahşap çerçeve sistemlerin iç ve/veya dış yüzeylerine sık aralıklarla çıtaların çakılıp sıvanması bağdadi olarak tanımlanmaktadır. Ahşap dikmelerin üzerine genellikle 1 cm kalınlığında, 2-3 cm genişliğinde çakılan çıta ya da kamışlar bağdadi çıta olarak isimlendirilir (Hasol, 2008). Bağdadi, genişliği 5-8 cm ve kalınlığı 1 cm olan kalın çıtalarla seyrek veya genişliği 2-3 cm ve kalınlığı 1 cm olan ince çıtalarla sık yapılabilmektedir (Saatci, 2020). Bağdadi tekniğinde çıtaların yatayda sık düzende yerleştirilmesi yapıya süneklik, sönüm, ani göçmenin engellenmesi ve yatay yüklere karşı mukavemet kazandırır (Köylü, 2008).

3.2.6 Kerpiç (çamur/toprak) sıva

Kerpiç sıva; kil, kum ve ufalanmış taşlardan meydana gelerek kerpiç ve taş duvarları bağlayıcı ve yapım sistemlerinde sıva olarak kullanılmıştır (Başlılar Altun, 2008). Bu karışıma saman eklenmesiyle samanlı harç elde edilmektedir. Kerpiç sıvaya saman gibi bitkisel liflerin katılması, sıvanın güçlenmesini sağlayarak çatlamasını engeller. Samanlı harç, Türkiye'deki geleneksel konutların duvarlarında sıva olarak kullanılmıştır (Coşkun, 2013).

Kerpiç sıvanın iyi bir şekilde karıştırılması için önce kuru olarak kum ve kilin karıştırılması daha sonra su ve saman gibi katkı maddelerinin eklenerek hazırlanması önemlidir. Kerpicin hammaddesini oluşturan ve en eski yapı malzemelerinden olan kil, kolay ulaşılabilmesi ve su ile iyi şekil verilebilmesi özelliğiyle geleneksel

yapılarda sıklıkla kullanılmış ancak, suya karşı dayanım gösterememesi nedeniyle alçı, kireç, tuğla tozu gibi katkılarla dayanıklılığının arttırılması amaçlanmıştır (Gür, 2019). Çamur sıva, kolay aşınır ve hasar görür bu nedenle sık bakım gerektir; ancak kolay bulunan ve iyi işçilik gerektirmeyen geleneksel bir malzemedir (Almaç, 2002).

Yığma kagir ya da ahşap çerçeve (çatkı) inşa edildikten sonra 2-3 cm kalınlığında çamur harç ile dış ve iç sıva yapılır ve üzerine kireç sıva ile ince sıva uygulanır; kireç sıva çamur sıva birbirleri ile uyum sağlamaktadırlar (Yergün, 2018).

3.2.7 Kireç sıva

Kireç, kireç taşının 850-1400°C arasında farklı derecelerde pişirilerek su ile karıştırıldığında türüne göre hava veya suda katılaşma özelliği olan inorganik esaslı bağlayıcı türüdür. İçindeki kil miktarına göre sadece havada katılaşan kava kireci (yağlı kireç) ve hem hava da hem de suda katılaşma özelliği gösteren su kireci (hidrolik kireç) olmak üzere ikiye ayrılabilir. Hava kireçleri suya karşı dayanıklılık gösteremezken, hidrolik kireçler su ile prizi gerçekleştiği için bu anlamda daha üstün özellik gösterirler. Suya karşı direnç gösteremeyen hava kireci, kum ve su ile karıştırılarak harç, sıva ve badanada kullanılabilir. Hidrolik kireçler ise killi kireç taşlarının yakılması ile elde edilir ve hava kirecine göre daha kolay priz yapan hidrolik esaslı bağlayıcıdır. Bu özellikleri dikkate alınarak; hava kireci yapıda suya maruz kalmayan daha çok iç ortamlarda, hidrolik kireç ise dış ortamlarda ve/veya suya maruz kalan ortamlarda kullanılabilir.

Kireç üretimi; kireç taşının yakılması (kalsinasyon) ve söndürme işlemi olmak üzere iki aşamalıdır. Kireç taşı yakıldığında ortama CO_2 çıkarak söndürülmemiş kireç (CaO) oluşur. Söndürülmemiş kireç, su ile birleştiğinde ısı çıkışı gerçekleşip hidrat hale gelerek sönmüş kireç ($Ca(OH)_2$) oluşur (Demirtaş, 2020). Kirecin söndürülebilmesi için kireç ağırlığının 1/3'ü kadar su gereklidir (Yergün, 2018).

Sönmüş kireç, kum ve su karışımından oluşan kireç sıva; uygulandıktan sonra içeriğindeki su fazlası buharlaşarak kurur ve sertleşerek mukavemet kazanır. Kireç, kagir malzeme ile yüksek aderans gösterir ve kireç harçları plastik özelliğe sahip olması nedeniyle kolay işlenebilen bir malzemedir (Mavi, 2000). Kireç harçları, büyük boşluklu yapıya sahip olmaları ve bu boşlukların toplam boşluk ile iyi bir oranda dengede olması nedeniyle nem ve buhar geçişi için engel oluşturmaz ve bu özelliğiyle çimento harçlarına üstünlük gösterir (Gür, 2019).

Anadolu'da geleneksel sivil mimari örneklerinde, kireç sıva yapımı için kireç çukurda söndürülüp dinlendirildikten sonra içine ince kum, kalburdan geçmiş ince saman veya keten lifi çok miktarda katılıp perdahlanmıştır (Yergün, 2018).

19. yüzyılın sonlarında çimento esaslı harçların kullanımına başlanınca kadar, yapıda ısı ve nem değişimi kaynaklı durumlara kolay uyum sağlayabilen bir malzeme olan kireç harcının tarihi yapılarda yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Doran ve Aktan, 2017).

3.3 Vaka Çalışması Kapsamında Duvar Tiplerinin Tasarlanması

Bu bölüm; duvar tiplerinin tasarlanabilmesi için yapılması gereken mevcut tespit ve analizini inceleyen literatür taramasını kapsayan "Duvar tiplerinin tasarımı için literatür taraması", yapılan literatür taraması sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda vaka çalışması için tasarlanan duvar tiplerinin açıklandığı "Duvar tiplerinin tasarımı: 150 cm x 150 cm duvar tiplerinin belirlenmesi" ve tasarlanan duvar tiplerinin katmanlaşması doğrultusunda malzemelerin ısıl ve nemsel performansın değerlendirilmesi için gerekli olan fiziksel özelliklerinin belirlendiği deneysel çalışmaların yer aldığı "Vaka çalışması kapsamında tasarlanan duvar tiplerinin yapımında kullanılan malzemelerin özelliklerinin laboratuvar çalışmaları ile tespit edilmesi" olmak üzere 3 alt başlıktan oluşmaktadır.

3.3.1 Duvar tiplerinin tasarımı için literatür taraması

Vaka çalışması kapsamında duvar tiplerinin tasarlanması için yapılan literatür taraması ile ilgili kaynaklardaki cephe örnekleri incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda, Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapılarının temsil edebilecek Fındıklı, Rize (ahşap çerçeve taş dolgu), Safranbolu, Karabük (ahşap çerçeve kerpiç dolgu), Sivrihisar, Eskişehir (ahşap çerçeve tuğla dolgu) ve Zeyrek, İstanbul (ahşap çerçeve kaplamalı) örnekler tespit edilerek bu örneklerdeki ahşap çerçeve sistem kurgusu ve duvar katmanlaşması ile ilgili veriler elde edilmiştir. Yanı sıra, bu örneklerin ahşap alan ve dolgu/dolgusuz alan oranlarının belirlenebilmesi için cephe analizi yapılmış, elde edilen sonuçlar açıklanmıştır.

3.3.1.1 Fındıklı

Bu çalışma kapsamında ahşap çerçeve taş dolgu konut örneklerinin ülkemizde en çok görüldüğü yerlerden biri olan Fındıklı, yapılan vaka çalışması kapsamında ahşap çerçeve taş dolgu duvar tiplerinin ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için seçilmiştir. Bu bağlamda, ısıl ve nemsel performans analizi için tasarlanacak duvar tipleri belirlenirken, cephe örneklerinin analizleri hakkında kaynak bilgi içeren tez çalışmaları incelenmiştir.

Cengiz (2015) "Doğu Karadeniz'de Kırsal Mimari: Rize - Fındıklı - Hara Köyü - Köseoğlu Osman Cengiz Evi" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasını yapmıştır. Çalışmada yer alan göz dolma tekniği ile inşa edilen yapının güney cephesinden bir bölüm incelenmiştir. İncelenen bölümde ahşap alan oranı %52.18, dolgu alan oranı %47.82 olarak hesaplanmıştır. Bahsi geçen yapı, temel ve bodrum kat yığma moloz taş, zemin kat göz dolma, ahşap dolma ve briket duvar olarak dört çeşit duvar tekniği ile inşa edilmiştir (Cengiz, 2015). Duvarda kullanılan ahşap elemanlar kestane ağacından olup; ana dikme kesitleri 13-17 cm arasında değişmekte, ana dikmeler yaklaşık 18 cm arayla 4-8 cm kesitli ikincil ahşap dikmelerle bölünmekte ve yatayda yaklaşık 18 cm aralıklarla ahşap elemanlarla oluşturulan gözler; tek parça dere taşı ile doldurulup boşluklar kireç sıva ile sıvanmış herhangi bir çivi kullanılmamıştır (Cengiz, 2015). 12-15 cm kalınlıktaki dış duvarların iç yüzeyleri odalarda farklılık göstermekle birlikte ahşap ile kaplanmış ya da çimento sıva ile sıvanmıştır (Cengiz, 2015). Şekil 3.13'te yapının güney cephesi görülmektedir.

Şekil 3.13 : Köseoğlu Osman Cengiz Evi, Güney cephe (Cengiz, 2015).

Güler (2012) “Doğu Karadeniz Kırsal Mimarisi Örneklerinden Rize-Fındıklı Aydınoğlu Evi Restorasyon Projesi” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasını yapmıştır. Çalışmada yer alan göz dolma tekniği ile inşa edilen yapının kuzey cephesinden bir bölüm incelenmiştir. İncelenen bölümde ahşap alan oranı %60.77, dolgu alan oranı %39.23 olarak tespit edilmiştir. Yapının iki girişi doğu ve batı cephelerinde yer almakta; yapı, moloz taş duvar, blok ahşap dolma duvar, göz dolma duvar ve beton blok (biriket) duvar olmak üzere 4 çeşit duvar tekniği ile inşa edilmiştir (Güler, 2012). 5-10 cm kesitli dikmeler yaklaşık 15-25 cm aralıklarla yerleştirilip yatayda 3-5 cm kalınlığındaki ahşap elemanlarla bölünerek oluşturulan gözler, dere taşları ile doldurulmuş; dış yüzeyde kireç harçlı derzle, iç yüzeyde ahşap çakılarak ya da kireç harçlı derzle sıvanarak 13-18 cm kalınlığında dış duvar inşa edilmiş ve duvarda ahşap eleman olarak kestane kullanılmıştır (Güler, 2012). Şekil 3.14’te yapının kuzey cephesi görülmektedir.

Şekil 3.14 : Aydınoğlu Evi, Kuzey cephe (Güler, 2012).

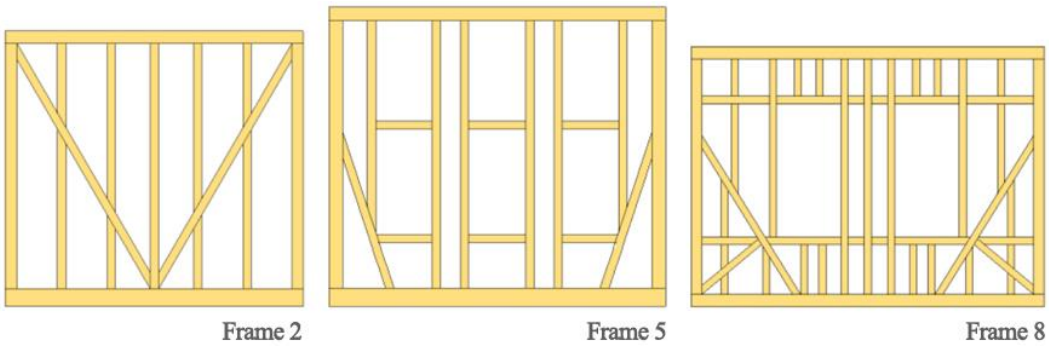
Keleş (2010) “Fotogrametrik Yöntemlerle Cephe Rölövesi Alımı: Şevket Bey Konağı Örneği” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasını yapmıştır. Çalışmada yer alan göz dolma tekniği ile inşa edilen yapının güney cephesinden bir bölüm incelenmiştir. İncelenen bölümde ahşap alan oranı %55.63, dolgu alan oranı %44.37 olarak tespit edilmiştir. Yapının girişi doğu cephesinden olup, yaşam katı dış duvarları göz dolma tekniği ile inşa edilmiştir (Keleş, 2010). Şekil 3.15’te yapının kuzey cephesi görülmektedir.

Şekil 3.15 : Şevket Bey Konağı, Kuzey cephe (Keleş, 2010).

3.3.1.2 Safranbolu

Bu çalışma kapsamında ahşap çerçeve kerpiç dolgu konut örneklerinin ülkemizde en sık görüldüğü başlıca yerlerden biri olan Safranbolu, yapılan vaka çalışması kapsamında ahşap çerçeve kerpiç dolgu duvar tiplerinin ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için seçilmiştir. Bu bağlamda, ısıl ve nemsel performans analizi için tasarlanacak duvar tipleri belirlenirken, cephe örneklerinin analizleri hakkında kaynak bilgi içeren tez çalışmaları incelenmiştir.

Aktaş (2011) "Evaluation of Seismic Resistance of Traditional Ottoman Timber Frame Houses" başlıklı doktora tez çalışmasında "hımış" tekniği ile inşa edilen Safranbolu evlerinden farklı geometrik kurgu ve malzeme örneği olan 1:1 ölçekli 8 adet çerçevenin dolgusuz ve dolgulu/kaplamalı şekilde deprem yükü altındaki davranışını araştırmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan 8 adet çerçeveden Frame 2, Frame 5 ve Frame 8 kodlu 3 tanesi seçilmiş; Frame 2 ahşap alan oranı %36.03, dolgu alan oranı %63.97, Frame 5 ahşap alan oranı %42.72, dolgu alan oranı %57.28, Frame 8 ahşap alan oranı %46.60, dolgu alan oranı %53.40 olarak hesaplanmıştır. Şekil 3.16'da incelenen örnekler görülmektedir.



Şekil 3.16 : Safranbolu cephe örnekleri (Aktaş, 2011).

Saatci (2020) “Türkiye’de Kullanılan Farklı Tipteki Geleneksel Ahşap Taşıyıcı Sistemlerin Yapı Davranışına Etkilerinin Karşılaştırmalı İncelenmesi” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasını yapmıştır. Çalışmada yer alan ahşap çerçeve kerpiç dolgu tekniği ile inşa edilen Safran Konak (eski adıyla Bağlar Köşkü) kuzeydoğu cephesinin giriş kat ve 1. Kat cephesi incelenmiştir. Giriş kat cephesinde ahşap alan oranı %39.88, dolgu alan oranı %60.12; 1. Kat cephesinde ahşap alan oranı %43.27, dolgu alan oranı %56.73 olarak tespit edilmiştir. Şekil 3.17’de Safran Konak’a ait bir fotoğraf yer almaktadır.

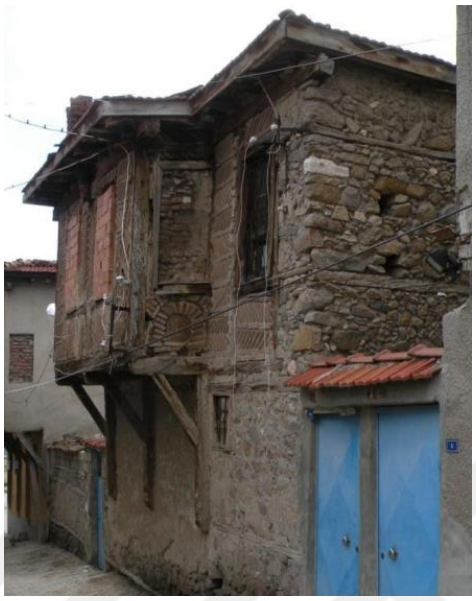
Şekil 3.17 : Safran Konak (Saatci, 2020).

3.3.1.3 Sivrihisar

Bu çalışma kapsamında ahşap çerçeve tuğla dolgu konut örneklerinin ülkemizde en çok görüldüğü yerlerden biri olan Sivrihisar, yapılan vaka çalışması kapsamında ahşap çerçeve tuğla dolgu duvar tiplerinin ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için seçilmiştir. Bu bağlamda, ısıl ve nemsel performans analizi için tasarlanacak duvar tipleri belirlenirken, cephe örneklerinin analizinde restorasyon alanında yapılmış tez çalışmaları incelenmiştir.

Demberel (2012) “Sivrihisar İbrahim Bulgurcu Evi Restorasyon Önerisi” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasını yapmıştır. Çalışmada yer alan ahşap çerçeve tuğla dolgu tekniği ile inşa edilen yapının güneydoğu, güneybatı ve kuzeybatı cephelerinden bir bölüm incelenmiş, güneydoğu cephesinde incelenen bölümde ahşap alan oranı %39.46, dolgu alan oranı %60.54, güneybatı cephesinde incelenen bölümde ahşap alan oranı %50.99, dolgu alan oranı %49.01, kuzeybatı cephesinde incelenen bölümde

ahşap alan oranı %28.57, dolgu alan oranı %71.43 olarak tespit edilmiştir. Cephelerin dış yüzeyleri sıvasız bırakılırken iç yüzeyler sıvalıdır (Demberel, 2012). Şekil 3.18'de yapının güneydoğu cephesi görülmektedir.



Şekil 3.18 : İbrahim Bulgurcu Evi, Güneydoğu cephesi (Demberel, 2012).

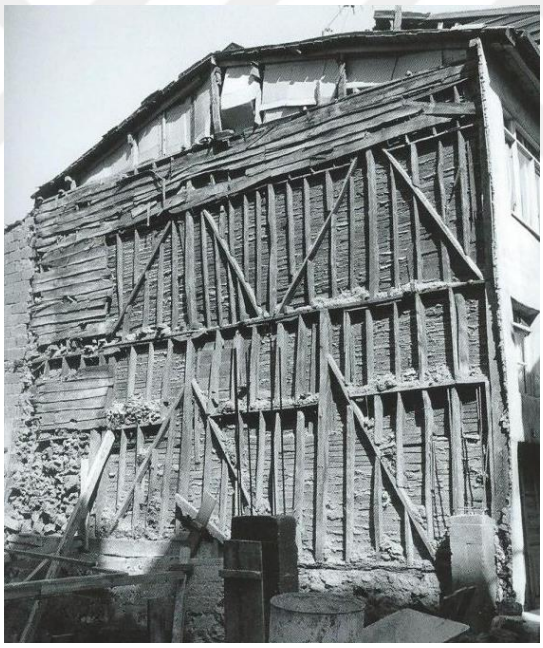
Uslu (2003) "The Restoration Project of Zaimoğlu Konağı in Sivrihisar" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasını yapmıştır. Çalışmada yer alan ahşap çerçeve tuğla dolgu tekniği ile inşa edilen yapının güneydoğu cephesinden bir bölüm incelenmiş, incelenen bölümde ahşap alan oranı %40.89, dolgu alan oranı %59.11 olarak tespit edilmiştir. Cephenin dış yüzeyi sıvasız bırakılırken, iç yüzeyi yaklaşık 3 cm kerpiç sıva üzerine yaklaşık 1 cm kireç sıva uygulaması ile bitirilmiştir (Uslu, 2003). Şekil 3.19'da yapının güneydoğu cephesi görülmektedir.

Şekil 3.19 : Zaimoğlu Konağı, Güneydoğu cephe (Uslu, 2003).

3.3.1.4 Zeyrek

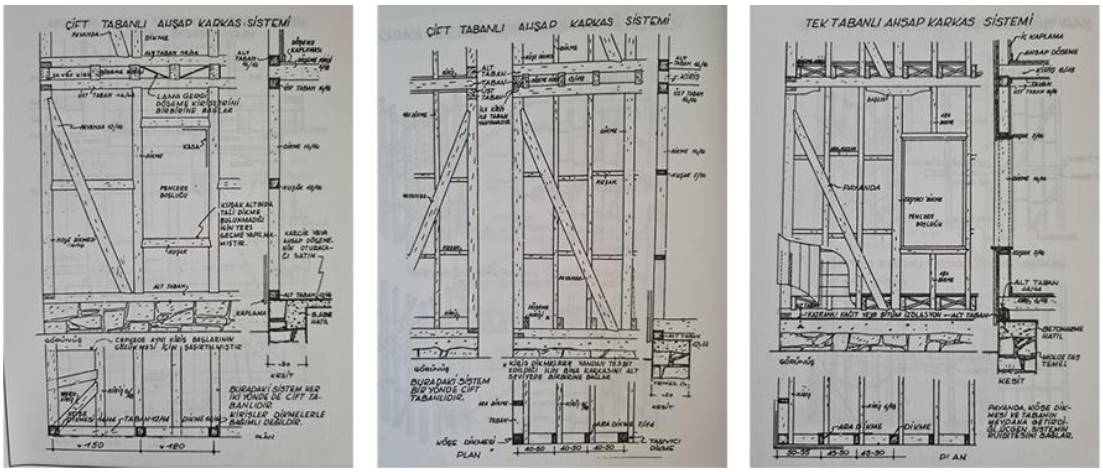
Bu çalışma kapsamında ahşap çerçeve kaplamalı konut örneklerinin ülkemizde en çok görüldüğü yerlerden biri olan Zeyrek, yapılan vaka çalışması kapsamında ahşap çerçeve kaplamalı duvar tiplerinin ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için seçilmiştir. Bu bağlamda, ısıl ve nemsel performans analizi için tasarlanacak duvar tipleri belirlenirken, cephe örneklerinin analizine olanak sağlayabilecek literatürde yer alan çalışmalar ve fotoğraflara dayanarak veriler incelenmiştir.

Acar (2015) "19. Yüzyılın İkinci Yarısında İstanbul'da Ahşap Yapım Sistemlerinin Değişimi: Gelenekselin Rasyonelleştirilmesi" başlıklı doktora tez çalışmasını yapmıştır. Çalışmada fotoğrafı yer alan ahşap çerçeve kaplamalı tekniği ile inşa edilen cephe örneği üzerinden kuramsal bilgilerle uyarlanan cephede ahşap alan oranı %25.61, dolgusuz alan oranı %74.39 olarak tespit edilmiştir. Şekil 3.20'de yapıdan bir fotoğraf yer almaktadır.



Şekil 3.20 : Zeyrek'te konut duvarı (Acar, 2015).

Eldem (2016) "Yapı" kitabında ahşap çerçeve yapı sistemlerine ait bilgiler incelenmiştir. Şekil 3.21'de soldan itibaren yer alan örneklerde sırasıyla ahşap alan oranı %35.88, dolgusuz alan oranı %64.12; ahşap alan oranı %43.63, dolgusuz alan oranı %56.37, ahşap alan oranı %43.89, dolgusuz alan oranı %56.11 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.21 : Ahşap çerçeve yapı sistemleri (Eldem, 2016).

Yazıcıoğlu (2021) tarafından fotoğraflanan İstanbul'da bir cephe örneği (Şekil 3.22) üzerinden kuramsal bilgilerle uyarlanan cepheden bir bölüm incelenmiş, ahşap alan oranı %32.13, dolgusuz alan oranı %67.87 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 3.22 : İstanbul'da bir cephe örneği (Yazıcıoğlu, 2021).

3.3.2 Duvar tiplerinin tasarımı: 150 cm x 150 cm duvar tiplerinin belirlenmesi

Duvar tiplerinin tasarımı üzerine yapılan literatür çalışmasından elde edilen veriler yukarıda açıklanmıştır. Bu veriler doğrultusunda incelenen örneklerin ahşap alan ve dolgu/dolgusuz alan oranları ile ilgili sonuçlar Şekil 3.23'te sunulmuştur. Bu oranlar, deney alanı için sınır oluşturan 150 cm x 150 cm boyutlarında 1:1 ölçekli duvar inşa

etmek için kullanılmıştır. Bu sınır içinde bu oranlar gözetilerek tasarlanan duvar örnekleri ile mevcut durumun analizi yapılabilmiş, gerçek duvar boyutlarındaki durumun değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Bu çalışma kapsamında ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi yapılan duvar tipleri tasarlanırken; Şekil 3.23'teki oranlar, literatürde tespit edilen duvar katmanlaşmaları, malzeme ve detaylar, Türkiye'de örnekleri en çok görülen ahşap çerçeve konut dış duvar tipleri, vaka çalışması için TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı Müdürlüğü Laboratuvarı'nda bulunan sıcak oda düzeneğinin deney alanı ölçüleri olan 150 cm x 150 cm boyutları dikkate alınmıştır. Her bir örnek tip için 2 farklı model ve her model için 2 farklı duvar katmanlaşması tasarlanmıştır.

	KAYNAK	CEPHE BİLGİSİ	CEPHE ALANI TOPLAM cm²	CEPHE ALANI PENCERESİZ cm²	DOLGU ALAN veya DOLGUSUZ ALAN cm²	AHŞAP ALAN cm²	DOLGU ALAN veya DOLGUSUZ ALAN %	AHŞAP ALAN %
FINDIKLI	Keleş (2010)	Güney cephesinden bölüm	165535.83	145375.83	64508.86	80866.97	44.37	55.63
	Güler (2012)	Kuzey cephesinden bölüm	78080	62834	24650	38184	39.23	60.77
	Cengiz (2015)	Güney cephesinden bölüm	89803	73675	35233.88	38441.12	47.82	52.18
ORTALAMA							43.81	56.19
	KAYNAK	CEPHE BİLGİSİ	CEPHE ALANI TOPLAM cm²	CEPHE ALANI PENCERESİZ cm²	DOLGU ALAN veya DOLGUSUZ ALAN cm²	AHŞAP ALAN cm²	DOLGU ALAN veya DOLGUSUZ ALAN %	AHŞAP ALAN %
SAFRANBOLU	Aktaş (2011)	Frame 2	120127.18	120127.18	76841.88	43285.3	63.97	36.03
	Aktaş (2011)	Frame 5	122100	100176	57382.82	42793.18	57.28	42.72
	Aktaş (2011)	Frame 8	125972	102572	54777.62	47794.38	53.40	46.60
	Saatci (2020)	Kuzeydoğu cephesi-Giriş Kat	170890.08	147613.68	88750.6	58863.08	60.12	39.88
	Saatci (2020)	Kuzeydoğu cephesi-1.Kat	183150	142200	80668.52	61531.48	56.73	43.27
ORTALAMA							58.30	41.70
	KAYNAK	CEPHE BİLGİSİ	CEPHE ALANI TOPLAM cm²	CEPHE ALANI PENCERESİZ cm²	DOLGU ALAN veya DOLGUSUZ ALAN cm²	AHŞAP ALAN cm²	DOLGU ALAN veya DOLGUSUZ ALAN %	AHŞAP ALAN %
SİVRİHİSAR	Demberel (2012)	Güneydoğu cephesinden bölüm	114688.56	94909.04	57455.2	37453.84	60.54	39.46
	Demberel (2012)	Güneybatı cephesinden bölüm	145500	114720	56222.99	58497.01	49.01	50.99
	Demberel (2012)	Kuzeybatı cephesinden bölüm	84000	84000	60000	24000	71.43	28.57
	Uslu (2003)	Güneydoğu cephesinden bölüm	270000	227388.91	134399.96	92988.95	59.11	40.89
ORTALAMA							60.02	39.98
	KAYNAK	CEPHE BİLGİSİ	CEPHE ALANI TOPLAM cm²	CEPHE ALANI PENCERESİZ cm²	DOLGU ALAN veya DOLGUSUZ ALAN cm²	AHŞAP ALAN cm²	DOLGU ALAN veya DOLGUSUZ ALAN %	AHŞAP ALAN %
ZEYREK	Acar (2015)	-	145250	145250	108054.9	37195.1	74.39	25.61
	Eldem (2016)	-	102267.8	82127.8	52657.7	29470.1	64.12	35.88
	Eldem (2016)	-	45892	45892	25868.2	20023.8	56.37	43.63
	Eldem (2016)	-	69583	58453	32798.45	25654.55	56.11	43.89
	Yazıcıoğlu (2021)	-	142912	142912	96999.63	45912.37	67.87	32.13
ORTALAMA							63.77	36.23

Şekil 3.23 : İncelenen örneklerin ahşap alan ve dolgu alanı oranları.

3.3.2.1 Fındıklı

Fındıklı örneklemini temsil etmek için yapılan literatür çalışması sonuçları dikkate alınarak; Model 1 için göz dolma, Model 2 için muskalı dolma sisteminde 150 cm x 150 cm boyutlarında duvarlar tasarlanmıştır (Şekil 3.24). Bu duvarlar için 2 farklı duvar katmanlaşması, literatürde en çok örneği görüldüğü şekilde belirlenmiştir. Fındıklı için Model 1 tipinin birinci katmanlaşma örneği, FM1.1; ikinci katmanlaşma örneği FM1.2; Model 2 tipinin birinci katmanlaşma örneği, FM2.1; ikinci katmanlaşma örneği FM2.2 olarak adlandırılmıştır. Duvar katmanları dıştan içe doğru; FM1.1: ahşap çerçeve taş dolgu 10 cm, ahşap kaplama 3 cm, FM1.2: ahşap çerçeve taş dolgu 10 cm, bağdadi çıta 1 cm, kireç sıva 2 cm, FM2.1: ahşap çerçeve taş dolgu 10 cm, ahşap kaplama 3 cm ve FM2.2: ahşap çerçeve taş dolgu 10 cm, bağdadi çıta 1 cm, kireç sıva 2 cm'dir.

3.3.2.2 Safranbolu

Safranbolu örneklemini temsil etmek için yapılan literatür çalışması sonuçları dikkate alınarak; Model 1 için payandalı, Model 2 için payandalı ve yatay kayıt kullanılarak ahşap çerçeve kerpiç dolgu 150 cm x 150 cm boyutlarında duvarlar tasarlanmıştır (Şekil 3.24). Bu duvarlar için 2 farklı duvar katmanlaşması literatürde en çok örneği görüldüğü şekilde belirlenmiştir. Safranbolu için Model 1 tipinin birinci katmanlaşma örneği, SAM1.1; ikinci katmanlaşma örneği SAM1.2; Model 2 tipinin birinci katmanlaşma örneği, SAM2.1; ikinci katmanlaşma örneği SAM2.2 olarak adlandırılmıştır. Duvar katmanları dıştan içe doğru; SAM1.1: kireç sıva 3 cm, kerpiç sıva 3 cm, ahşap çerçeve kerpiç dolgu 12 cm, bağdadi çıta 1 cm, kireç sıva 2 cm; SAM1.2: kireç sıva 3 cm, kerpiç sıva 3 cm, ahşap çerçeve kerpiç dolgu 12 cm, kireç sıva 2 cm; SAM2.1: kireç sıva 3 cm, kerpiç sıva 3 cm, ahşap çerçeve kerpiç dolgu 15 cm, bağdadi çıta 1 cm, kireç sıva 2 cm ve SAM2.2: kireç sıva 3 cm, kerpiç sıva 3 cm, ahşap çerçeve kerpiç dolgu 15 cm, kireç sıva 2 cm'dir.

3.3.2.3 Sivrihisar

Sivrihisar örneklemini temsil etmek için yapılan literatür çalışması sonuçları dikkate alınarak; Model 1 için payandalı ve yatay kayıt kullanılarak, Model 2 için payandalı ahşap çerçeve tuğla dolgu 150 cm x 150 cm boyutlarında duvarlar tasarlanmıştır (Şekil 3.24). Bu duvarlar için 2 farklı duvar katmanlaşması literatürde en çok örneği görüldüğü şekilde belirlenmiştir. Sivrihisar için Model 1 tipinin birinci katmanlaşma

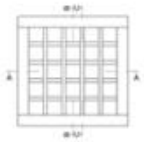
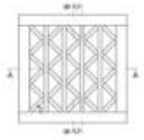
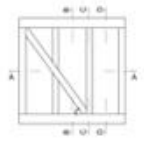
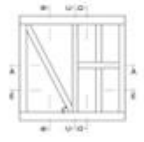
örneği, SİM1.1; ikinci katmanlaşma örneği SİM1.2; Model 2 tipinin birinci katmanlaşma örneği, SİM2.1; ikinci katmanlaşma örneği SİM2.2 olarak adlandırılmıştır. Duvar katmanları dıştan içe doğru; SİM1.1: ahşap çerçeve tuğla dolgu 12 cm, kireç sıva 2 cm; SİM1.2: kireç sıva 3 cm, kerpiç sıva 3 cm, ahşap çerçeve tuğla dolgu 12 cm, kireç sıva 2 cm; SİM2.1: ahşap çerçeve tuğla dolgu 15 cm, kireç sıva 2 cm ve SİM2.2: kireç sıva 3 cm, kerpiç sıva 3 cm, ahşap çerçeve tuğla dolgu 15 cm, kireç sıva 2 cm'dir.

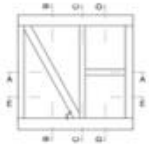
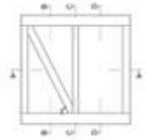
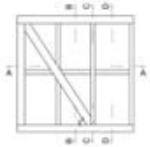
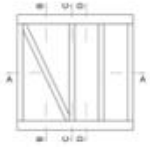
3.3.2.4 Zeyrek

Zeyrek örneklemini temsil etmek için yapılan literatür çalışması sonuçları dikkate alınarak; Model 1 için payandalı ve yatay kayıt kullanılarak, Model 2 için payandalı ahşap çerçeve kaplamalı 150 cm x 150 cm boyutlarında duvarlar tasarlanmıştır (Şekil 3.24). Bu duvarlar için 2 farklı duvar katmanlaşması literatürde en çok örneği görüldüğü şekilde belirlenmiştir. Zeyrek için Model 1 tipinin birinci katmanlaşma örneği, ZM1.1; ikinci katmanlaşma örneği ZM1.2; Model 2 tipinin birinci katmanlaşma örneği, ZM2.1; ikinci katmanlaşma örneği ZM2.2 olarak adlandırılmıştır. Duvar katmanları dıştan içe doğru; ZM1.1: ahşap kaplama 2 cm, ahşap çerçeve 10 cm, bağdadi çıta 1 cm, kireç sıva 2 cm; ZM1.2: ahşap kaplama 3 cm, ahşap çerçeve 10 cm, bağdadi çıta 1 cm, kireç sıva 2 cm; ZM2.1: ahşap kaplama 2 cm, ahşap çerçeve 14 cm, bağdadi çıta 1 cm, kireç sıva 2 cm ve ZM2.2: ahşap kaplama 3 cm, ahşap çerçeve 14 cm, bağdadi çıta 1 cm, kireç sıva 2 cm'dir.

Bu çalışma kapsamında vaka çalışması için tasarlanan duvar tipleri için literatür çalışması çerçevesinde ısıl ve nemsel performans değerlendirilmesinde etkili rolü olduğu gerekçesi ile ahşap alan ile dolgu/dolgusuz alan oranları analiz edilmiş; buna göre elde edilen sonuçlar doğrultusunda duvarlar tasarlanmıştır. Tasarlanan duvar tiplerinin iskelet ve katmanlaşması Şekil 3.24'te gösterilmiştir.

Literatür çalışması kapsamında incelenen örnekler ile vaka çalışması kapsamında tasarlanan duvarlara ait ahşap alan ve dolgu/dolgusuz alan oranları Şekil 3.25'te gösterilmiştir.

	DUVAR İSKELETİ		DUVAR KATMANLARI (dıştan içe doğru)
FINDIKLI		FM1.1	Ahşap çerçeve taş dolgu 10 cm, Ahşap kaplama 3 cm
		FM1.2	Ahşap çerçeve taş dolgu 10 cm, Bağdadi çıta 1 cm, Kireç sıva 2 cm
		FM2.1	Ahşap çerçeve taş dolgu 10 cm, Ahşap kaplama 3 cm
		FM2.2	Ahşap çerçeve taş dolgu 10cm, Bağdadi çıta 1 cm, Kireç sıva 2 cm
SAFRANBOLU		SAM1.1	Kireç sıva 3 cm, Kerpiç sıva 3 cm, Ahşap çerçeve kerpiç dolgu 12 cm, Bağdadi çıta 1 cm, Kireç sıva 2 cm
		SAM1.2	Kireç sıva 3 cm, Kerpiç sıva 3 cm, Ahşap çerçeve kerpiç dolgu 12 cm, Kireç sıva 2 cm
		SAM2.1	Kireç sıva 3 cm, Kerpiç sıva 3 cm, Ahşap çerçeve kerpiç dolgu 15 cm, Bağdadi çıta 1 cm, Kireç sıva 2 cm
		SAM2.2	Kireç sıva 3 cm, Kerpiç sıva 3 cm, Ahşap çerçeve kerpiç dolgu 15 cm, Kireç sıva 2 cm

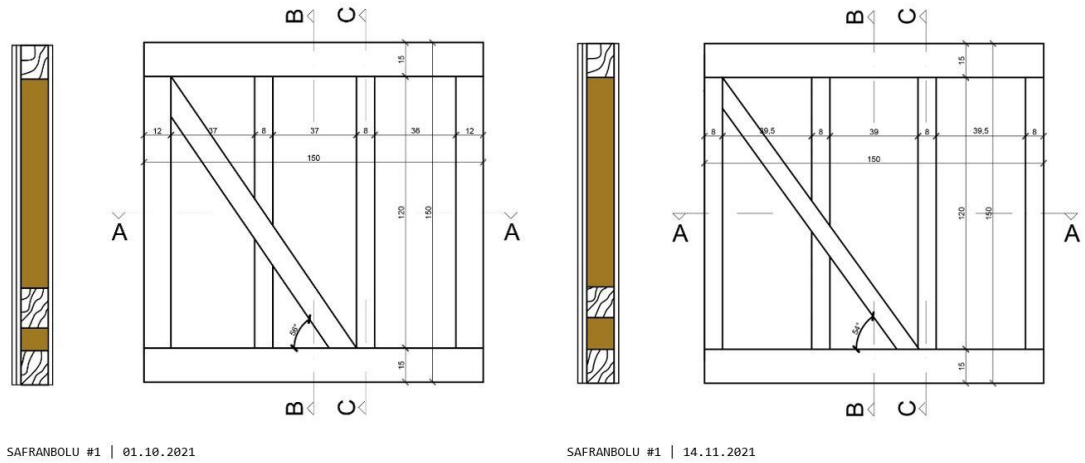
	DUVAR İSKELETİ		DUVAR KATMANLARI (dıştan içe doğru)
SİVRİSAR		SİM1.1	Ahşap çerçeve tuğla dolgu 12 cm, Kireç sıva 2 cm
		SİM1.2	Kireç sıva 3 cm, Kerpiç sıva 3 cm, Ahşap çerçeve tuğla dolgu 12 cm, Kireç sıva 2 cm
		SİM2.1	Ahşap çerçeve tuğla dolgu 15 cm, Kireç sıva 2 cm
		SİM2.2	Kireç sıva 3 cm, Kerpiç sıva 3 cm, Ahşap çerçeve tuğla dolgu 15 cm, Kireç sıva 2 cm
ZEYREK		ZM1.1	Ahşap kaplama 2 cm, Ahşap çerçeve dolgusuz 10 cm, Bağdadi çıta 1 cm, Kireç sıva 2 cm
		ZM1.2	Ahşap kaplama 3 cm, Ahşap çerçeve dolgusuz 10 cm, Bağdadi çıta 1 cm, Kireç sıva 2 cm
		ZM2.1	Ahşap kaplama 2 cm, Ahşap çerçeve dolgusuz 14 cm, Bağdadi çıta 1 cm, Kireç sıva 2 cm
		ZM2.2	Ahşap kaplama 3 cm, Ahşap çerçeve dolgusuz 14 cm, Bağdadi çıta 1 cm, Kireç sıva 2 cm

Şekil 3.24 : Tasarlanan duvar iskelet ve katmanları.

		CEPHE ALANI TOPLAM (cm²)	DOLGU veya DOLGUSUZ ALAN	AHŞAP ALAN	DOLGU veya DOLGUSUZ ALAN %	AHŞAP ALAN %	LİTERATÜR ORTALAMA DOLGU veya DOLGUSUZ ALAN%	LİTERATÜR ORTALAMA AHŞAP ALAN%
FINDIKLI	MODEL 1	22500.00	10000.00	12500.00	44.44	55.56	43.81	56.19
	MODEL 2	22500.00	8132.36	14367.64	36.14	63.86	-	-
SAFRANBOLU	MODEL 1	22500.00	12865.22	9634.78	57.18	42.82	58.30	41.70
	MODEL 2	22500.00	13113.05	9386.95	58.28	41.72		
SİVRİHİSAR	MODEL 1	22500.00	13224.72	9275.28	58.78	41.22	60.02	39.98
	MODEL 2	22500.00	13355.75	9144.25	59.36	40.64		
ZEYREK	MODEL 1	22500.00	14307.01	8192.99	63.59	36.41	63.77	36.23
	MODEL 2	22500.00	14426.66	8073.34	64.12	35.88		

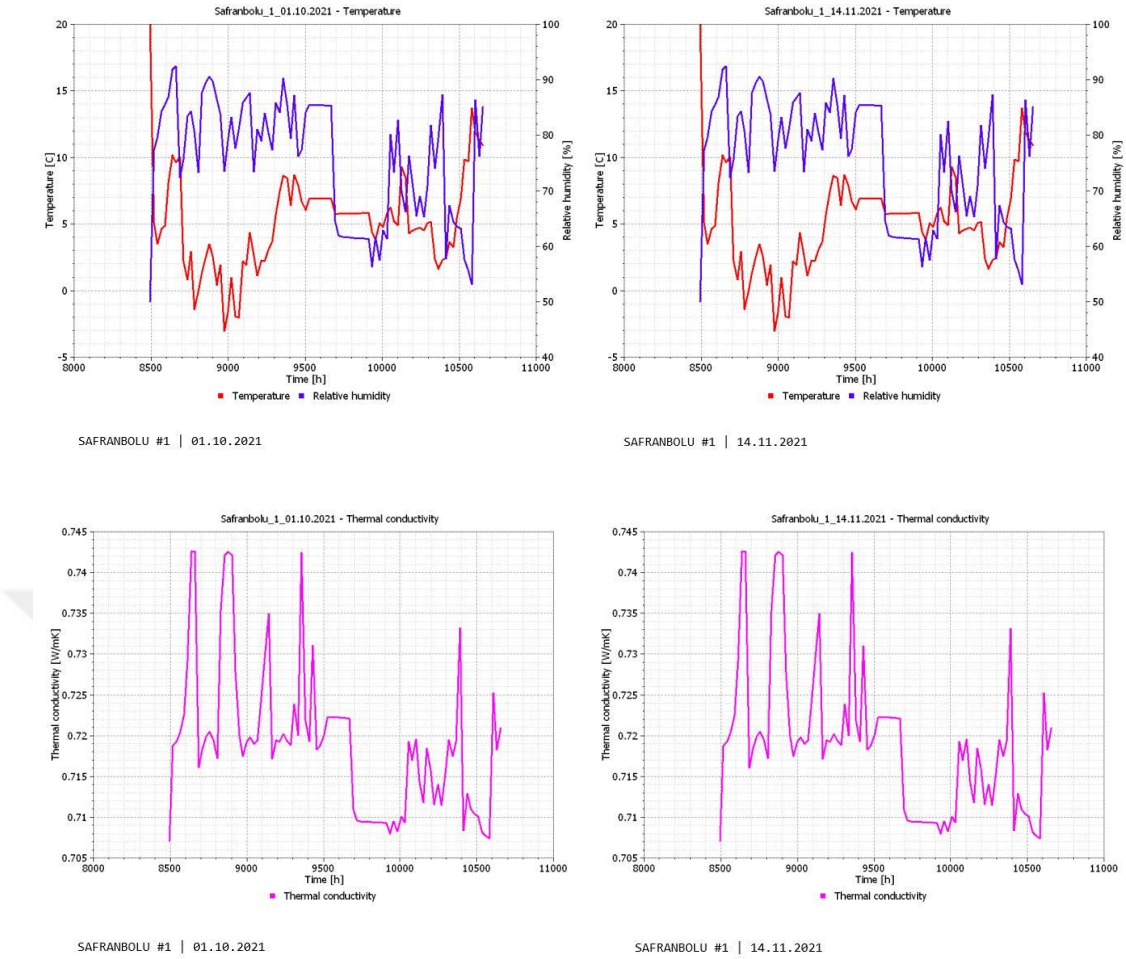
Şekil 3.25 : Tasarlanan duvar tiplerinin ahşap alan ve dolgu alanı oranlar.

Vaka çalışması için tasarlanan duvar tipleri ile incelenen örnekler arasındaki ahşap alan ve dolgu/dolgusuz alan farkı %1'i aşmayacak şekilde belirlenmiştir. Bununla ilgili, DELPHIN ile bir pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. 150 cm x 150 cm boyutlarında ahşap alan ve dolgu/dolgusuz alan farkının %5.14 olduğu durumda düşeyden geçen BB kesitinde aynı şartlarda yapılan çalışmanın sonuçları değerlendirilmiştir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26 : Pilot çalışma kapsamında tasarlanan duvar tipleri.

Sıcaklık - bağıl nem ve ısıl iletkenlik değeri grafikleri incelendiğinde sonuçlarda bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir (Şekil 3.27). Bu sonuç dikkate alınarak, vaka çalışması kapsamında tasarlanan duvar tiplerinin mevcut durumu değerlendirmek için uygun olabileceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 3.27 : Pilot çalışma kapsamında yapılan DELPHIN simülasyon sonuçları.

3.3.3 Vaka Çalışması Kapsamında Tasarlanan Duvar Tiplerinin Yapımında Kullanılan Malzemelerin Özelliklerinin Laboratuvar Çalışmaları ile Tespit edilmesi

Bu çalışma kapsamında seçilen geleneksel ahşap çerçeve dış duvar örneklerinde kullanılan malzemeler ahşap (kestane, meşe, sarıçam), harman tuğlası, kerpiç, granit, bağdadi (çıta + sıva), kireç sıva, kerpiç sıva olarak tespit edilmiştir. Belirlenen duvar tiplerinin ısıl ve nemsel performanslarının bilgisayarlı benzetiminin DELPHIN yazılımı ile gerçekleştirilebilmesi için duvar yapımında kullanılan malzemelerin fiziksel özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu noktada malzemelerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için laboratuvar koşullarının el verdiği ölçüde deneyler gerçekleştirilmiştir. Bunun sonucunda, deneylerden elde edilen veriler direkt olarak DELPHIN yazılımında kullanılmak üzere işlenirken, deneylerden elde edilemeyen veriler DELPHIN yazılımının malzeme kütüphanesinden edinilmiştir.

Belirlenen duvar tiplerini oluşturan katmanlar doğrultusunda laboratuvar çalışması ile fiziksel özellikleri tespit edilebilecek malzemeler; sarıçam, kestane, meşe, harman tuğlası, kerpiç ve granittir. Bağdadi için kullanılan çıta sarıçamdan olacağı için sarıçam özellikleri dikkate alınacaktır. Bağdadi için kullanılan sıva, kireç sıva ile aynı olacaktır. Duvar katmanlaşmasındaki bağdadi sıva, kireç sıva ve kerpiç sıva için fiziksel özellik değerleri, DELPHIN yazılımındaki malzeme kütüphanesinde yer alan benzer malzeme atanarak simülasyonlar yapılmıştır.

Malzemelerin özellikleri ile ilgili görünür yoğunluk (kuru birim hacim kütlesi), kılcal su emme katsayısı, açık gözeneklilik (görünür porozite), su buharı difüzyon direnç faktörü ve higroskopik sorpsiyon (%80 bağıl nemde) değerlerinin belirlenmesi için yapılan deneyler, İTÜ Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Malzemelerin ısıl iletkenlik değerlerinin belirlenmesi için yapılması gereken deney, mevcut laboratuvar şartları altında İTÜ laboratuvarlarında gerçekleştirilememiştir. Isıl iletkenlik değerinin belirlenmesi için gerekli deneylerin Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yapılabileceği tespit edilmiş, ölçümler burada yaptırılmıştır.

Deneyleri yapılacak olan malzemeler rastgele yöntemle temin edilmiştir. Ahşap elemanlar, rastgele kereste olarak İstanbul'da satış yapan Güven Kereste'den temin edilmiştir. Harman tuğlası ve kerpiç tuğla için Eskişehir'de üretim yapan bir firmanın ürünleri, İstanbul'daki bir satıcıdan temin edilmiştir. Granit örnekleri, Şile'de doğal olarak bulunduğu yerden toplanarak temin edilmiştir.

Deneysel çalışmalardan elde edilen veriler, DELPHIN yazılımındaki malzeme kütüphanesinde benzer malzemeler seçilerek işlenmiş; laboratuvar şartları dahilinde tespit edilemeyen özellikler için seçilen benzer malzemenin değerleri sabit tutularak işleme alınmıştır.

3.3.3.1 Görünür yoğunluk

Numunelerin görünür yoğunluk değerlerini belirlemek için TS EN 1936 standardından yararlanılmıştır. Görünür yoğunluk değeri tespiti için numuneler, sabit kütleye ulaşana kadar 100°C etüvde kurutma işlemine tabii tutulduktan sonra oda sıcaklığına gelinceye kadar desikatörde soğutulmuşlardır (Şekil 3.28).

Şekil 3.28 : Etüvde numunelerin kurutulması.

Oda sıcaklığına ulaşılan numunelerin kuru kütlesi (md), 0.01 grama duyarlı hassas terazide tartılarak, boyutları ise 0,1 mm duyarlılıkta tayin edebilen ölçü aleti ile belirlenerek kaydedildi. Görünür yoğunluk, kuru numune kütlesinin görünür hacmine oranı şeklinde denklem 3.1 yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\rho_b = \frac{m_d}{a_d.b_d.l_d} = \frac{m_d}{V_d} \quad (3.1)$$

Formülde;

ρ_b: Numunenin görünür yoğunluğu (kg/m^3),

a_d, b_d, l_d: Kuru deney numunesinin boyutları (m),

m_d: Deney numunesinin kuru kütlesi (kg),

V_d: Deney numunesinin kuru hacmi (m^3) değerlerini ifade etmektedir.

3.3.3.2 Kılcal su emme katsayısı

Kılcal su emme katsayısını belirlemek için TS EN 1925 standardından yararlanılmıştır. Kılcal su emme katsayısının belirlenmesi için numuneler, sabit kütleye ulaşana kadar 100°C etüvde kurutma işlemine tabii tutulduktan sonra oda sıcaklığına gelinceye kadar desikatörde soğutulmuşlardır. Oda sıcaklığına ulaşıldığında, numunelerin kuru kütlesi (md) 0.01 grama duyarlı hassas terazide tartılarak kaydedilmiştir. Bir gün süreyle ortama bırakılan numuneler tekrar tartılmıştır. Numuneler, alt yüzeylerine altlarında kısmen mesnet görevi görecek olan dayanakların üzerine yerleştirilerek suyun tam olarak temas edebilmesi için (3 ± 1) mm yüksekliğe kadar su dolu kaba yerleştirilmiş ve kronometre çalıştırılmıştır. Her tartım işleminden önce, numunelerin suyla temas eden yüzeyindeki su damlacıkları nemli bir bezle alınarak ölçümün sağlıklı yapılması

sağlanmıştır. Tartımdan hemen sonra numuneler hızlıca kaba geri konmuş ve belirlenen zamanda aynı işlemler tekrar edilmiştir. Bu işlemler gerçekleştirilirken belirlenen sürelere uyulabilmesi için numuneler belli bir sıraya konarak işlemler uygulanmıştır. Kılcal su emme katsayısının belirlenmesi için yapılan deney sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda, kılcal su emme katsayısı denklem 3.2 ile hesaplanır.

$$N = \frac{m_i - m_d}{A.\sqrt{t_i}} \qquad (3.2)$$

Formülde;

N : Numunenin kılcal su emme katsayısı ($kg/m^2s^{½}$),

m_d : Deney numunesinin kuru kütlesi (kg),

m_i : Deney numunesinin deneydeki su emmiş kütlesi (kg),

A : Suya batırılmış yüzeyin alanı (m^2),

t_i : Deney başlangıcından ardışık m_i kütlelerinin ölçüldüğü süreler (s) değerlerini ifade etmektedir.

Kerpiç tuğla numunelerinde yapılan ön deneylerde dağılmalar meydana gelmiştir. Numunelerde, çatlamalar (Şekil 3.29) ve çatlayan kısımlardan parça kopmaları meydana geldiği gözlemlenmiş, bu nedenle bu numune için kılcal su emicilik katsayısı ve açık gözeneklilik değerleri belirlenememiştir. Kerpiç tuğla için bu değerler, DELPHIN kütüphanesindeki benzer malzeme değerleri olarak tanımlanmıştır.

Şekil 3.29 : Kılcal su emme deneyinde 48 saat sonunda kerpiç numune (üstten görünüş).

3.3.3.3 Açık gözeneklilik

Numunelerin açık gözeneklilik değerlerini belirlemek için TS EN 1936 standardından yararlanılmıştır. Açık gözeneklilik değerinin belirlenmesi için atmosfer basıncı altında su emme deneyinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Numuneler, sabit kütleye ulaşana kadar 100°C etüvde kurutma işlemine tabii tutulduktan sonra oda sıcaklığına gelinceye kadar desikatörde soğutulmuşlardır. Oda sıcaklığına ulaşıldığında, numunelerin kuru kütlesi (md) 0.01 grama duyarlı hassas terazide tartılarak kaydedilmiştir. Bir gün süreyle ortama bırakılan numuneler tekrar tartılmıştır. Sonrasında numuneler, yavaşça üzeri tamamen su ile örtülecek şekilde kaba yerleştirilmiş ve kronometre çalıştırılmıştır. 24 saat sonunda, numunelerin suya doymuş kütleleri (ms) ve su içindeki kütleleri (mh) 0.01 grama duyarlı hassas terazide tartılarak kaydedilmiştir. Numunelerin açık gözeneklilik değerleri denklem 3.3 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$P_o = \frac{m_s - m_d}{m_s - m_h} \tag{3.3}$$

Verilen eşitlikte;

p_o : Numunenin açık gözenekliliği (m^3/m^3),

m_d : Kuru deney numunesinin kütlesi (m^3),

m_s : Suya doygun deney numunesinin kütlesi (m^3),

m_h : Suya doygun deney numunesinin su içindeki kütlesi (m^3) değerlerini ifade etmektedir.

Açık gözenekliliğin birimi % değeri olarak hesaplanmaktadır ancak DELPHIN yazılımında bu değer m^3/m^3 olarak istendiği için formül buna göre düzenlenerek hesaplamalar yapılmıştır.

3.3.3.4 Su buharı difüzyon direnç faktörü

Su buharı difüzyon direnç faktörü verilerini elde etmek için TS EN 12086 ve TS EN ISO 12572 standartları dikkate alınarak kuru kap yöntemine göre su buharı geçirgenlik deneyi yapılmıştır. Deneyin gerçekleştirildiği kaplar içerisine nem çekici malzeme olarak $CaCl_2$ kullanılmıştır. Deney için kullanılan desikatör koşulları 20-23°C sıcaklık ve %95-100 bağıl nemdir. Deney süresince numuneler, 5 haneli hassas tartı ile tartılmıştır. Meşe, kestane, harman tuğlası ve kerpiç tuğla numunelerinde kaplarda

çatlama gerçekleştiği ve kap içerisinde çözelti oluştuğu durumda deney sonlandırılmıştır. Deney süreleri bu durum dikkate alınarak belirlenmiştir. Deneylerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda numunelerin su buharı difüzyon direnç faktörü değeri (μ), denklem 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 ve 3.8 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\mu = \frac{\delta_a}{\delta} \tag{3.4}$$

$$\delta_{air} = \frac{0.083}{R_D\, x\, T}\, x\, \frac{p_0}{p}\, \left(\frac{T}{273}\right)^{1.81} \tag{3.5}$$

$$\delta = W \text{ x } d \tag{3.6}$$

$$W = \frac{G}{A \text{ x } \Delta_p} \tag{3.7}$$

$$\Delta_{m_{12}} = \frac{m_1 - m_2}{t_1 - t_2} \tag{3.8}$$

Verilen eşitlikte;

μ: Su buharı difüzyon direnç faktörü (-),

δ_a: Havanın su buharı geçirgenliği (mg/(mhPa))

δ: Su buharı geçirgenliği (mg/(mhPa))

p_0: Standart barometrik basınç = 1 013,25 (hPa)

R_D: Su buharının gaz sabiti = 462 x 10^{-8} (Nm/(mgK))

T: Termodinamik sıcaklık (K)

p: Barometrik basınç (hPa)

W: Su buharı geçişi (mg/(m^2·h·Pa))

d: Numunenin ortalama kalınlığı (m)

G: Her bir deney numunesi için art arda beş Δ_{12} değerinin ortalaması (mg/saat)

Δ_{12}: Tek bir belirleme için zaman başına kütle değişimi (mg/saat)

m_1: t_1 anındaki deney numunesinin kütlesi (mg)

m_2: t_2 anındaki deney numunesinin kütlesi (mg)

t_1 ve t_2: Ardışık tartım süreleri (saat)

A: Numunenin alanı (m^2)

Δ_p: Su buharı basınç farkı (Pa) değerlerini ifade etmektedir.

3.3.3.5 Higroskopik sorpsiyon

Bu deney için TS EN ISO 12570 ve TS EN ISO 12571 standartlarından yararlanılmıştır. DELPHIN yazımı için gerekli olan veri, %80 bağıl nemdeki higroskopik sorpsiyon değeridir. Ancak, bu bağıl nem durumu için tariflenen bir deney koşulu olmadığından bu değeri elde etmek için standartta belirtilen %75 ve %85 bağıl nem koşulları sağlanmış ve bu değerlerin ortalaması alınarak malzemelerin %80 bağıl nemde higroskopik sorpsiyon değeri bulunmuştur.

Desikatör içinde gerekli bağıl nemi sağlamak için uygun doygun sulu çözeltiler standartta açıklandığı şekilde oluşturulmuştur. %75 bağıl nem koşullarını oluşturmak için 100°C suya her 100 ml başına 39,12 g NACI olmak üzere, desikatördeki çözelti yüksekliğini standartta belirtildiği üzere 30 mm – 50 mm arasında sağlamak için 100°C'de 1000 ml suya 391,2 g NACI kullanılarak bir çözelti hazırlanmış ve desikatöre konmuştur. %85 bağıl nem koşullarını oluşturmak için 20°C suya her 100 ml başına 34,7 g KCI olmak üzere, desikatördeki çözelti yüksekliğini standartta belirtildiği üzere 30 mm – 50 mm arasında sağlamak için 20°C'de 1000 ml suya 347 g KCI kullanılarak bir çözelti hazırlanmış ve desikatöre konmuştur.

Her bir malzemeden 3 adet olacak şekilde 5 cm x 5 cm x5 cm boyutlarında 10 g'dan az olmayacak şekilde hazırlanan numuneler, sabit ağırlığa ulaşana kadar etüvde 100°C'de kurutma işlemine tabii tutulduktan sonra çözeltiyle hazırlanan uygun bağıl nem ortamındaki desikatöre yerleştirilmiş ve periyodik aralıklarla 5 haneli hassas tartı ile tartımlar gerçekleştirilmiştir.

Hacimce yüzde rutubet muhtevası, ψ, her numune için denklem 3.9 ve 3.10 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$u = \frac{(m - m_d)}{m_d} \tag{3.9}$$

$$\Psi = u \frac{\rho_b}{\rho_w} \tag{3.10}$$

Verilen eşitlikte;

u: Kütlece yüzde rutubet muhtevası (kg/kg),

m: Numune kütlesi (kg),

m_d: Kuru deney numunesinin kütlesi (kg)

ψ: Hacimce yüzde rutubet muhtevası (m^3/m^3),

ρ_b: Numunenin görünür yoğunluğu (kg/m^3)

ρ_w: Suyun yoğunluğu = 997,6 (kg/m^3) değerlerini ifade etmektedir.

DELPHIN yazılımı, higroskopik sorpsiyon değerinin değiştirilmesine izin vermediği için bulunan higroskopik sorpsiyon değerleri işlenememiştir. Ancak; bu değerler, DELPHIN kütüphanesinden seçilerek düzenlenen malzemeler için dikkate alınmış; bu değerlere yakın malzemeler seçilmesine özen gösterilmiştir.

Yapılan deneyler sonucunda sarıçam, kestane, meşe, harman tuğlası, kerpiç ve granitin görünür yoğunluk, kılcal su emme katsayısı, açık gözeneklilik, su buharı difüzyon direnç faktörü ve higroskopik sorpsiyon (%80 bağıl nemde) değerleri Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 : Malzemelerin fiziksel özellikleri.

Malzeme	Görünür yoğunluk (kg/m^3)	Kılcal su emme katsayısı (kg/m2s^{½})	Açık gözeneklilik (m^3/m^3)	Su buharı difüzyon direnç faktörü (-)	Higroskopik sorpsiyon %80 bağıl nemde (m^3/m^3)	Isıl iletkenlik (W/mK)
*Sarıçam	800.1306	0.0200	0.0376	164.6604	0.0727	0.1823
Meşe	597.7784	0.0628	0.0703	65.7873	0.0750	0.1560
Kestane	599.8727	0.0885	0.0976	60.5147	0.0738	0.2082
Taş	2413.9096	0.0207	0.0159	298.9307	0.0006	2.1892
Harman tuğlası	1655.5502	2.9999	0.2956	16.5792	0.0010	ölçülemedi
Kerpiç tuğla	1619.8099	-	-	17.2425	0.0141	0.1290

Deneylerden elde edilen sonuçlar, virgülden sonra 4 basamak dikkate alınarak hesaplanmıştır.
*Sarıçam numuneleri çıralı çam olması nedeniyle değerlerin literatürdeki örneklerden farklılık gösterdiği değerlendirilmektedir.

Bilgisayarlı benzetim programına işlenecek olan ilgili veriler kg ve m türünden olması gerektiği için deneylerde g ve mm cinsinden yapılan ölçümler, hesaplamalar için kg ve m türüne dönüştürülmüştür. Deneylerden elde edilen veriler ve deney sürecine ait görseller EK A'da yer almaktadır.

4. DIŞ DUVARLARDA ISIL VE NEMSEL (HİGROTERMAL) PERFORMANSIN BELİRLENMESİ İÇİN ÖLÇÜTLER

İç ve dış çevreyi birbirinden ayırarak sınır oluşturan dış duvarlar, iç ve dış ortam arasında bir arayüz görevi görerek hem atmosferik koşullara maruz kalmakta hem de iç çevredeki kullanıcı ve kullanım kaynaklı oluşan iç ortam hava koşullarının etkisi altındadır. Dış duvardan beklenilen, olabildiğince az ısı ileterek ısı kaybına neden olmaması ve iç ortamda oluşan buharı yoğuşmadan dış ortama iletmesidir (Umaroğulları, 2011). İç ortamda istenilen iklimsel konfor koşullarının oluşabilmesi için dış duvarın ısı ve nem geçirgenliği, ısı depolama ve hava geçirgenlik özellikleri öncelikli unsurlardandır. Bu durum dikkate alındığında, dış duvarların ısıl ve nemsel performansı kritik bir öneme sahiptir. Dış duvarlarda ısı ve nem hareketlerine etkiyen unsurlar; dış etkenler, iç etkenler ve malzeme özelliklerine ek olarak, duvar yönü, kalınlığı ve malzeme sıralaması olarak açıklanmaktadır (Turgut, 2019). Dış duvarlar için tasarım kararları, malzeme bileşen ve özellikleri, kalınlıkları, bir araya gelip sıralanışları, birleşim detayları; ısıl ve nemsel performans için başlıca rol oynayan etkenlerdir (Samancı, 2019).

Yapı fizikçileri ısıl ve nemsel özellikleri; ısı, hava ve nem hareketi olarak ifade etmektedirler (Kumaran, 2001). Bu unsurların yapının enerji etkinliğine olan etkisini değerlendirmek için ısıl ve nemsel performans analizi kritik bir rol üstlenmektedir. Duvarlardaki ısı ve nem akışının davranışları, maruz kaldıkları iklim koşullarından etkilenerek enerji tüketimini, iç hava kalitesini ve yaşam döngüsünü etkiler (Tejeda-Vázquez ve diğ, 2021). Isıl ve nemsel performans, en geniş kapsamlı tanımı ile yapının enerji, nem ve hava dengesinin değerlendirilmesi olarak açıklanabilinir. Isıl ve nemsel performans; ışıma, iletim ve taşıma yolu ile ısı akışını; buhar difüzyonu ve sıvı taşınımı ile buhar akışını; doğal, dışsal ve mekanik kuvvetlerle oluşan hava akışını incelemektedir (Delgado ve diğ, 2013). Isıl performans gereklilikleri; ısıtma istenen dönemde en az ısı kaybı, soğutma istenen dönemde en az ısı kazancı, ısı depolama özelliği, iç yüzey sıcaklığının istenen düzeyde tutulabilmesi, yüksek ve düşük sıcaklıklara karşı dayanım, ısıl deformasyona karşı dayanım; nemsel performans

gereklilikleri; duvar bünyesinde nem birikimi sonucunda meydana gelen fiziksel, kimyasal, biyolojik vb. değişim, bozulma ve hasarların oluşmaması, duvar yüzeyinde nemin birikmesi sonucu görsel bozulmaların olmaması olarak sıralanabilir (Altun, 1997). Isıl ve nemsel performans; yapı elemanlarının uzun süreli ısı ve neme bağlı performansının değerlendirilmesi ve hizmet süresinin belirlenmesi açısından önemlidir.

Isıl kalite ve dayanıklılık açısından yapı performansı; ısı, hava ve nem hareketinden doğrudan etkilenmektedir; ısıl kalite U değeri ile değerlendirilirken dayanıklılık biyolojik atak (küf, böcek, çürüme vb.), kimyasal atak (korozyon vb.) ve mekanik bozulmaların (ısıl ve nemsel basınç ve gerilmelere, tuz saldırısı, don vb.) tehdidi altındadır (Hens, 2002). Enerji etkin yapılar için bir kriter olmasının yanında ısıl ve nemsel performans, hasta bina konusunda da önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapı kabuğunda zararlı nem birikimi nedeniyle yerel koşullara bağlı olarak biyolojik, kimyasal ve/veya fiziksel bozulmalar meydana gelebilmektedir (Nofal ve diğ, 2001). Yapı kabuğunda nem kontrolü ile ilgili bir sorun olması enerji kullanımının artmasına, yapı malzemelerinde bozulmaya ve mantar gibi biyolojik yapıların üremesine sebebiyet oluşturabilmektedir (Zarr ve diğ, 1995). Biyolojik büyüme (küf ve odun çürüğü mantarları), korozyon ve duvarda donma-çözülme olayları gibi patolojik durumlar, yapısal bütünlüğü bozarak; aralarında tarihi özelliği olabilen yapı ve yapı malzemelerinde kalıcı kayıplara neden olmakla birlikte kullanıcı sağlığını da etkilemektedir (Gutland ve diğ, 2021). Kullanıcı sağlık ve konfor koşulları, hem kullanılan mekanın hem de yüzeyin bağıl nem değerinin önerilen limit değerlerde kontrol edilmesini gerektirmektedir (Trechsel, 2001). Isıl ve nemsel performans, kullanıcı sağlığı ve konfor koşullarını üzerinde doğrudan etkiler göstermektedir. Kişilerin konfor ortamı vücut ısısının 37.5°C'de sabit kaldığı şartlarda sağlanabilmektedir. Bunun sağlanabilmesi konfor sıcaklığına bağlıdır. Konfor sıcaklığını; hava sıcaklığı, hava hareketi ve nem belirler. Konfor koşullarının sağlanabilmesi için hava sıcaklığının 18-32°C, ortalama rüzgar esme hızı 6m/s'den az (Umaroğulları, 2011), bağıl nemin %40 - %70 arasında olması gerekmektedir (Silver ve McLean, 2014).

Yapılarda ısıl ve nemsel performans kaynaklı hasarları değerlendirmek ve bu sorunlara çözüm bulmak karmaşık süreçler gerektirse de ısıl ve nemsel performans değerlendirme yöntemleri sundukları veriler doğrultusunda mevcut durumun analizi

ve çözümüne yönelik önerilerin yapılabilmesini mümkün kılmıştır. Dış duvarların ısıl ve nemsel performansını değerlendirmek için dış duvarlarda ısı ve nem durumunu incelemek ve buna bağlı olarak uygun yöntemler kullanarak araştırılması önemlidir.

4.1 Dış Duvarlarda Isı

Dış duvarlarda ısı, mevsim geçişleri kaynakları ve/veya gün içindeki iç ve dış ortam sıcaklık farklılıkları nedeniyle yüksek sıcaklıktaki ortamdan düşük sıcaklıktaki ortama doğru hareket eder. Dış duvarlarda gerçekleşen ısı geçişi; duvar katmanlarının bir araya gelişi, malzemelerin özellikleri ve detayın nasıl tasarlandığıyla ilişkili olarak ışınım (radyasyon), iletim (kondüksiyon) ve taşınım (konveksiyon) olmak üzere üç yolla meydana gelir. Isının maddesel bir ortama ihtiyaç duymaksızın elektromanyetik dalgalar şeklinde yayılması ısının ışınım yolu ile taşınması olarak tanımlanmaktadır. Buna örnek olarak; güneşin dünyayı ısıtması, ocağın üzerindeki tencere vb. cisimleri ısıtması söylenebilir. Isı ışınımı ile gerçekleşen ısı geçişinde; ışınım katsayısı, yüzey sıcaklığı, emicilik, yansıtıcılık faktörler etkilidir. Isınan maddenin tanecikleri arasında gerçekleşen titreşim hareketi ile ısının yayılması, iletim yolu ile yayılmadır. Sıcak çay ile dolu bir bardağın içindeki kaşığın ısınması bu tür ısı geçişine örnek olarak gösterilebilir. Birden fazla katmandan oluşan duvarlarda ısı iletiminin gerçekleşmesinde yoğunluk, kalınlık, gözeneklilik, nem miktarı ve ısıl iletkenlik katsayısı belirleyici unsurlardandır (Samancı, 2019). Bir yüzey ile ona temas eden hareket halindeki bir akışkan, farklı sıcaklık değerine sahip ise ısı geçişi taşınım yolu ile meydana gelir. Isıya maruz kalan bir çaydanlık içindeki suyun kaynaması taşınım yoluyla ısı geçişine örnek olarak verilebilir.

Doğal çevre ile mimari tasarım ürünü olan yapma çevre arasında arayüz oluşturan duvarlar için öncelikli olarak beklenen performanslardan biri, ısıl performanstır. Doğal çevredeki atmosfer koşulları, mevsimsel farklılıklar, yön, coğrafi konum gibi etkilere en çok maruz kalan yapı elemanlarından biri olan dış duvarların bu etkiler karşısında farklı davranışlar göstermesiyle ilişkili olarak ısıl performansı doğrudan etkilenmektedir. Bu nedenle, tüm bu parametreler dikkate alınarak doğal çevre ile yapma çevre arasında sıcaklık farkı oluştuğunda buna bağlı olarak ısıl sorunlar ve etkileşimli olarak da nemsel sorunlar gündem olabilmektedir (Toydemir ve diğ, 2011). Dış duvarlar; ısıl geçirgenlik katsayısı, ısıl kapasitesi ve pencere, kapı ya da duvardaki hava hareketine bağlı olarak üç durumda kısmi ya da tamamen ısıl bir bariyer görevi

görebilirler (Rich ve Dean, 1999). Isıl performansın sağlanabilmesinin başlıca şartlarından biri duvardaki ısı geçişinin mümkün olduğunca az olmasıdır. Bu durumun sağlanması, ısıl konfor koşulları için öncelikli konulardan biridir. Isıl konfor, iç ortamı çevreleyen havanın kullanıcıların fizyolojik ve psikolojik olarak sağlıklı ortam koşullarının sağlanması olarak açıklanabilir. Hava hareketleri, havanın sıcaklığı ve nemi, yapı kabuğunun iç yüzey sıcaklığı, kullanıcı aktivitesi ve giysi durumu ısıl konforu etkileyen başlıca faktörler arasında sıralanabilir.

Bu çalışma kapsamında, ısıl performansın değerlendirilmesi için TS 825 temel kaynak olarak alınmıştır. TS 825'te ülkemiz beş farklı derece gün bölgesine ayrılarak her bir bölge şartları doğrultusunda dış duvarlar için ısıl geçirgenlik katsayısı belirlenmiştir. Birden çok farklı katmandan oluşan yapı bileşeninin 1°C sıcaklık farkı bulunması durumunda $1m^2$ sinden, birim zamanda geçen ısı miktarı olarak tanımlanan ısıl geçirgenlik katsayısı (U değeri) birimi W/m^2K'dir. Bu standarda göre; Rize (Fındıklı) ve İstanbul (Zeyrek) 2. Bölgede, Karabük (Safranbolu) ve Eskişehir (Sivrihisar) 3. Bölgede yer almaktadır. Çizelge 4.1'de her bir bölge için maksimum tavsiye edilen değerler gösterilmiştir. Vaka çalışması kapsamında yapılacak ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi kriterlerinden biri olan ısıl geçirgenlik katsayıları için bu değerler dikkate alınmıştır. Bu çalışma kapsamında vaka çalışmasında U değeri, TS 825'e göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1 : Derece gün bölgelerine göre maksimum değer kabul edilmesi TS825'te tavsiye edilen dış duvar ısıl geçirgenlik katsayıları.

Bölgeler	U_D (W/m^2K)
1. Bölge	0,66
2. Bölge	0,57
3. Bölge	0,48
4. Bölge	0,38
5. Bölge	0,36

Yapıların enerji etkinliği dikkate alındığında, ısıl performansın iyileştirilmesinin yapının enerji etkinliğini arttırmak için tek başına yeterli olmadığı, bir yapının enerji etkinliğini doğrudan etkileyen en önemli iki unsurun ısı ve nem olduğuna dikkat çekilmektedir.

4.2 Dış Duvarlarda Nem

Yapıda nem; yapım öncesi, sırası ve sonrasında oluşabilir. Yapı kabuğunda neme sebep olan durumlar; dış çevre koşulları (yağmur suyu, havadaki nem, yer altı suyu vb.), iç çevre koşulları (iç hava nemi, ıslak hacimlerde oluşan buhar, kullanıcı aktiviteleri kaynaklı oluşan buhar, ısınma sonucunda oluşan buhar vb.) ve yapım aşaması (yapım aşamasında malzemede oluşabilecek nem, hatalı yalıtım yapılması nedeniyle oluşan nem problemleri, duvar ya da çatıda meydana gelen hasarların neden olduğu nem sorunları vb.) olarak açıklanabilir (Turgut, 2019). Dış duvarlarda nem; iç ve dış ortam sıcaklık farkları nedeniyle oluşan su buharının duvar bünyesinde yoğuşması, zeminden kapilarite ile yükselen su, hava sızıntıları, yağmur suları kaynaklı bulunmaktadır (Toydemir ve diğ, 2011). Dış duvarlarda nemin dağılımı ve etkisi; yağmur nemi, yoğuşma, zeminden yükselen nem ve beton gibi yapımında su kullanılan yapı malzemesinin başlangıçta bünyesinde bulunan nemle ilişkilidir (Künzel, 1995).

Yapı elemanlarında; çevresel koşullar, yön, hava sıcaklığı, bağıl nem gibi etmenler doğrultusunda oluşan ve yapı elemanın içeriğinde sürekli bulunan pratik nem (sürekli nem) ve inşa sırasında harç, beton gibi malzemelerin su ile elde edilmesinden kaynaklı ilk inşa nemi denilen yapı nemi (özgül nemlilik) olmak üzere iki türlü nem vardır (Umaroğulları, 2011). Nem; su buharı, su ve buz olmak üzere 3 faz halinde dış duvar bünyesinde bulunabilmektedir. Nem geçişi sırasında ortam koşulları ve malzeme özelliklerine bağlı olarak buharlaşma, yoğuşma, donma ve çözülme olayları gerçekleşebilmektedir. Dış duvarlarda su ve nem; osmoz, kapiler taşıma, yüzey difüzyonu ve buhar difüzyonu ve sızıntısı ile iletilir. Sıcaklık, buhar basıncı ve bağıl nem, ısı ve nemi harekete geçiren faktörlerdendir (Künzel, 1995).

Duvarla ayrılan iki mekanın sıcaklık değerlerinin farklı olmasına bağlı olarak her iki ortam arasında oluşan basınç farkı sonucunda buhar, yüksek basınçtan alçak basınç olan ortama doğru hareket eder. Bu durum söz konusu olduğunda, buharın herhangi bir engelle karşılaşmadan duvardan geçerek diğer ortama yoğuşma olmadan ulaşması istenir. Ancak, yoğuşma meydana geldiği durumlarda yoğuşan suya bağlı olarak yapı malzemesinin zarar görmemesi için kuruma döneminde kuruması ya da yoğuşma miktarının sınır değerini aşmaması beklenir. Fakat; yapı malzemesi bünyesinde yoğuşan su, kuruma dönemine kadar geçen sürede yapı malzemesinin ısıl direncine

etki etmektedir. Bu durum gerçekleşirken; yapı malzemesinin muhteviyatında bulunan nem, malzemenin gözeneklerinde bulunan kuru havanın yerini alır. Buna bağlı olarak; havayla kıyaslandığında daha fazla ısıl iletkenlik katsayısı olan su, yapı malzemesindeki ısı iletimini hızlandırır. Yapıdaki nem iletimi ve yoğuşmaya bağlı olarak yapı kabuğunu oluşturan gözenekli malzemelerin ısıl iletkenliği artar ve yapısal hasarlara neden olur (Umaroğulları, 2011). Yapının zemininde su bulunması ve drenaj sistemi ile yapıdan uzaklaştırılamaması söz konusu olan durumlarda, yer çekimine ters yönde malzemedeki kapiler (kılcal) boşluklardan zemindeki suyun yukarı önde hareket etmesi sonucu duvar bünyesine ulaşıp nüfus ederek duvarlarda ıslanmalara neden olur. Uzun süreli yağmur suyuna maruz kalan duvarlarda özellikle rüzgarların etkisiyle oluşan ıslanma sonucunda kuruma döneminde suyun buharlaşarak duvardan uzaklaşması beklenmektedir. Ancak; nadiren de olsa ıslanma döneminde, kuruma döneminden önce don olaylarına bağlı sıcaklıkta ani düşüşler meydana gelirse duvar bünyesindeki su donarak malzeme bünyesinde hasara sebebiyet verebilmektedir. Yapı kabuğunda nem kaynaklı problemler; malzemelerde mekanik dayanıklılığın azalması, malzemelerin buhar difüzyon dirençlerinin azalması, küf ve mantar oluşması, donma ve çözünme sonucunda hacim değişikliği nedeniyle çatlakların meydana gelmesi, iç ortam hava neminin artması, malzemelerde görsel bozulma, nem ile taşınan tuz nedeniyle yüzeyde meydana gelen bozulmalar, metallerde korozyonun meydana gelmesi, malzemelerin ısıl iletkenliklerinin artması ve ısıl geçirgenlik direncinin azalması olarak açıklanabilir (Altun, 1997). Yapı malzemelerinin sudan etkilenmesini; suyun malzeme bünyesine girmesi (penetrasyon), şişme, ıslanma sonucu ısıl iletkenlik katsayısının artması, çiçeklenme olarak sıralayabiliriz (Toydemir ve diğ, 2011). Yapılarda tipik nem kaynakları Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Şekil 4.1 : Yapılarda tipik nem kaynakları (Seçkin ve diğ, 2017).

4.3 Geleneksel Ahşap Çerçeve Konut Yapılarının Dış Duvarlarının Isıl ve Nemsel Performansı

Restorasyon öncesinde yapılan çalışmaların önemini vurgulayan Ahunbay (2009) restore edilecek binanın teknik araştırmalarının detaylı olarak yapılması gerektiğini belirtmiş, mimarın; nem kaynaklı sorunlar, taşıyıcı sistem problemleri ve malzeme bozulmaları gibi durumların neden olduğu hasarları teşhis edip çözümler üretebilmek için yapı fiziği, zemin ve strüktür mühendisliği, kimya ve malzeme bilimi uzmanlık alanlarından yardım alabileceğini açıklamıştır. ICOMOS tarafından, 1999 yılında kabul edilen "Tarihi Ahşap Yapıların Korunması için İlkeler" in güncellenmesi amacı ile 2017'de yapılan 19. ICOMOS Genel Kurulunda kabul edilen "Ahşap Mimari Mirasın Korunması için İlkeler" de ilkelerden biri, tamamen ahşap ya da kısmen ahşaptan yapılmış yapıların ısı ve nem farklılıkları, ışık, mantar, böceklenme, aşınma, yıpranma, yangın, deprem gibi doğal afetler ve insanların yıkıcı eylemleri gibi çevresel ve iklimsel etkenlere karşı davranışını tanımak olarak açıklanmıştır (ICOMOS, 2017). Geleneksel Mimari Miras Tüzüğü (1999)'nde geleneksel yapılar tanımlanmış, koruma ilkeleri kapsamında çok disiplinli uzman ekip tarafından çalışmaların yürütülmesine dikkat çekilmiştir (ICOMOS, 1999). Bu kapsamda, koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmaları için ısıl ve nemsel performans değerlendirmesinin önemi ve sunduğu katkılar dolayısıyla kritik rol oynayabileceği görülmektedir. Türkiye'de farklı yapı malzeme ve teknikleri ile inşa edilmiş geleneksel yapıların çok sayıda örneği bulunmaktadır. Ahşap çerçeve yapılar, Türkiye'deki geleneksel yapıların özgün türleri arasındadır. Bu yapıları, kültürel mirasın önemli parçası olarak dikkate aldığımızda kültürel sürdürülebilirliğin korunması için oldukça önemlidir (Uzun ve diğ, 2018).

Geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarının dış duvarlarının ısıl ve nemsel performansının değerlendirmesinde öncelikli konular arasında enerji etkinlik ve malzeme dayanıklılığına olan etkisi ön plana çıkmaktadır. Enerji etkinlik değerlendirmesi mevcut durumdaki ısıl ve nemsel performansın enerji etkinliğe olan etkisi ve eğer bir müdahalede bulunulması söz konusu ise çoğunlukla yalıtım ile ilgili kullanılacak malzemelerin değerlendirilmesinde kritiktir. Geleneksel yapıların enerji performansı hem akademik araştırma yürüten hem de sahada çalışan mimar ve mühendisler için en önemli çalışma konuları arasında yer almaktadır (Lidelöwa ve diğ, 2019). Bu noktada, geleneksel yapıların enerji etkinliğini tek başına değerlendirmek

yeterli ve doğru bir yaklaşım olmamaktadır. Bu hususla ilgili uluslararası düzenlemelerde belirtilen yaklaşımlar çerçevesinde, konunun kapsamlı olarak ele alınması gerekliliği vurgulanmaktadır. Özellikle, geleneksel yapıların tarihi, kültürel ve mimari değerlerinin korunması noktasında yapılan çalışmaların önemi ifade edilmektedir. Venedik Tüzüğü (1964), yapının özgünlüğü sağlayan unsurlarının (plan, bezeme gibi) değiştirilmeden toplumsal yarar için kullanılmasının anıtların korunmasını kolaylaştırabileceğini belirtmiştir. Venedik Tüzüğü ile üstünde durulan nokta ile ilişkili olarak, kullanıcı konfor koşullarının sağlanıp mevcut kullanımın korunması ya da yeni bir işlev verilmesi geleneksel yapıların korunmasına katkı sağlayan etkili yollardan biridir. Bu yaklaşımlar, aynı zamanda geleneksel yapıların kültürel, mimari ve tarihi değerlerinin sürdürülebilirliğinin nesilden nesile aktarılmasına da katkı sağlamaktadır. Geleneksel yapılar; farklı yörelerde çeşitlilik göstermeleri açısından sosyal, kültürel ve mimari sürdürülebilirliği sağlayan kültürel mirasın ayrılmaz parçalarıdırlar (Altan ve diğ, 2016).

Buna ek olarak, geleneksel yapıların korunmasına katkı sağlayan bir diğer unsur, enerji verimliliklerinin geliştirilmesidir. Özellikle, ahşap çerçeve yapıların enerji verimliliğini iyileştirmek için yapılacak öneri, ısıl ve nemsel performansı incelerken yapı fiziğini göz önünde bulundurarak tarihi değeri korumalıdır (Hola ve Czarnota, 2015). Geleneksel yapıların tarihi değerlerini korumakla birlikte, onların enerji verimliliklerini arttırmak da bir zorunluluktur (Claudea ve diğ, 2019). Tarihi ve geleneksel yapıların enerji etkinliklerinin iyileştirilmesinde onları diğer yapı stoklarından ayıran iki önemli nokta olduğunu belirten Webb (2017) bu unsurları; karmaşık ve düzensiz geometri, yapı kabuğunda yetersiz yalıtım ve buhar bariyeri olması, geleneksel yapım yöntemleri, doğal ve standart olmayan malzeme kullanımı, termal kütle ve nem bariyeri, duvar ve pencere ile sağlanan doğal havalandırma vb. olarak tanımladığı (1) fiziksel özellikler ve tarihi yapının dokusu ve ayırt edici karakteri korunmasını gerektiren yerel ilke ve uygulamalarına tabi olduğu (2) koruma prensipleri olarak açıklamaktadır.

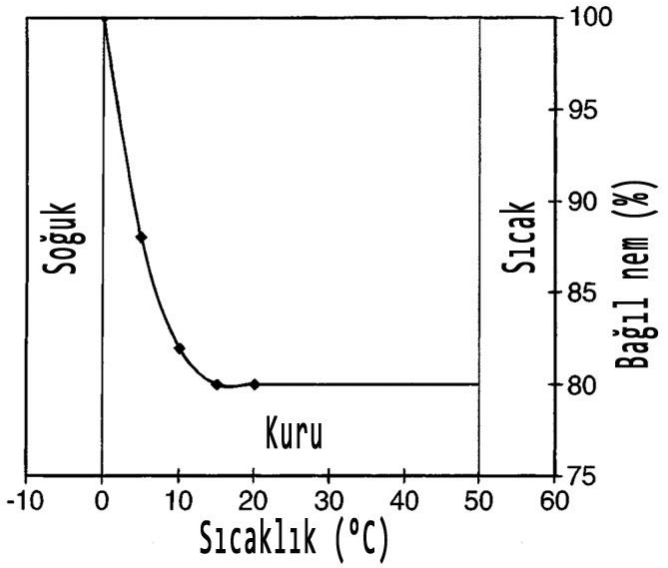
Tarihi yapılarla ilgili çok karşılaşılan sorunlardan biri doğrudan ya da dolaylı olarak bina kabuğundan geçen nemin neden olduğu sonuçlardır (Karoglou ve diğ, 2007). Uzun süre suya maruz kalan yapı malzemesinde boyut değişikliği, parçalanma, içeriğini oluşturan malzemelerin özelliklerini kaybetmesi gibi pek çok fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulma görülmektedir. Bu bozulmaların çoğu malzeme ve yapı

bütünlüğüne ciddi hasar verebilmektedir. Bazı durumlarda, maruz kalınan su miktarı ve maruz kalınan süreye bağlı olarak geri dönüşü olmayan hatta statik olarak yapının mukavemetini azaltan durumlar söz konusu olabilmektedir. Bu gibi durumlarda, malzemenin kurutulmasının dahi çözüm olamayabileceği görülebilmektedir. Eski yapılarda su ve nem; yapı malzemelerinin su emme, su ve su buharı ile ilgili özelliklerine bağlı olarak; biyolojik ve kimyasal bozulma, ısısal dengesizlik, taşıyıcılıkla ilgili yapısal sorunları arttırıcı yönde rol oynar (Mavi, 2000).

Kerpiç; su, nem ya da yağış etkisinde kaldığında bünyesine su girer ve şişer; belli bir süre sonra parçalanır. Dış cephede kullanılan sıvalar, sürekli hava koşullarına maruz kalması nedeniyle su, nem ve yağıştan doğrudan etkilenmektedir. Sürekli ıslanıp kuruyan harçlarda çatlamalar, bünyesindeki minerallerin erimesiyle renksel değişimler ve çatlayıp dökülmeler meydana gelebilmektedir. Koruyucu bir işlem görmemiş, odun halinde dış ortam koşullarına maruz kalan ahşap malzemede odun yapısında dış ortam koşullarını oluşturan sıcaklık, su ve ışık bileşimi etkisiyle başlayarak çeşitli değişimler meydana gelmektedir. Yağmur suyu, nem gibi etkilere maruz kalan odun yüzeyinde kapiler aktiviteyle nem emilimi başlar; ışık ve suyun birleşmiş aktiviteleri nedeniyle odun yüzeyinin bozunması, gözenekler ya da selülozlar arası çatlaklardan dolayı daha koyu bir yüzey oluşumu, yağmur suyunun yüzeyleri aşındırması, renk değişimi, parlaklığın kaybolması, yüzey pürüzlüğü, çatlak oluşumu ve ağırlık kaybı, yüzey düzgünlüğü ve yıpranma direnci azalır (Yasav, 2007).

Mantar ve böcekler için nem uygun ortam koşullarını hazırlar. Nem miktarı %22'yi aştığında, mantar faaliyeti ile birlikte ahşapta çürüme başlar, %35-50 arasındaki nem miktarı, mantar gelişimine en uygun ortamları oluşturur; nemli ve 10°C'nin üzerindeki hava sıcaklıkları, böcek gelişimi için uygun ortam sağlar (Tülüce, 2019). Mantar ve böceklenmeyi önlemek ve oluşturdukları olumsuzlukları ortadan kaldırmak için sıcaklık ve nem kontrolü büyük rol oynamaktadır. Masif tuğla duvarlarla kıyaslandığında, ahşap çerçeveli duvarlar için daha yüksek bir patoloji riski söz konusudur (Claude ve diğ, 2019). Yanı sıra, kapilarite etkisiyle bünyesine kolayca su ulaşabildiği için kullanıldığı yerlerde su ve yağış ile etkileşimine dikkat edilmeli ve buna uygun tasarım kararları alınmalıdır. Nemin ahşap üzerindeki en önemli etkileri, boyutsal değişiklik ve çürümedir; çürüme 4°C üzerinde gerçekleştiği için ahşap çerçeve duvarlarda çürüme, soğuk havaya göre sıcak havada daha büyük bir tehdit oluşturmaktadır (Akkuzugil, 1997). Ahşap, bulunduğu ortamdaki su, nem ve yağışa

karşı oldukça hassas bir malzemedir. Ahşap, suya maruz kaldığında küf, mantar vb. yapıların oluşmasına uygun bir malzemedir. Bu etkilerin ahşap malzeme üzerinde neden olduğu en önemli sorunlardan biri küf oluşumudur. Ahşap heterojen yapıda bir malzeme olması dolaysıyla nem ve ısıyla karşılaştığındaki davranışı kesin olarak bilinememekle birlikte küf oluşumunun oda sıcaklığında %75-80 bağıl nemde oluşabileceği, sonraki çalışmalarda ise daha yüksek bağıl nemde küf oluşmadığı görülmüştür; bu durum ahşap için kritik bağıl nem seviyesinin belirlenmesini imkansızlaştırmıştır (Johansson, 2014). Ahşap çerçeve duvarlarda yaklaşık %78 ve üzerinde bağıl nem söz konusu ise küf oluşma riski söz konusudur (Chang ve Kim, 2015). Küf oluşum riski en çok organik bileşenler açısından zengin olan ahşap ve kağıt malzemelerde, en az ise mineral yalıtım, seramik, boya, yapıştırıcı gibi organik içeriği düşük olan malzemelerde görülmektedir (Hyvärinen ve diğ, 2002). Ahşap çerçeve dış duvarların ısıl ve nemsel performansı dikkate alındığında, en önemli unsurlardan biri küf oluşumuna sebep olabilecek koşulların olmamasıdır. Bu çerçevede, ısıl ve nemsel performans kriterlerinin kritik değerleri doğru tespit edilmelidir. Ahşap çerçeve dış duvarlarda ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için çerçeveyi oluşturan ahşap malzemenin, dolgu malzemesi ve kaplama malzemenin hem ayrı ayrı ısı ve nem karşısındaki özellikleri hem de bir aradaki davranışları kritik öneme sahiptir. Ahşap çerçeve dış duvarların servis ömürleri boyunca nemsel performansları; duvar sistemi için belirlenen performans kriterleri ve limit değerlere, dış ve iç ortam iklim koşullarına, duvar sistemi çözümü ve kullanılan malzemelere bağlıdır (Vinha, 2007). Ahşaptaki küf oluşum koşulları ve analizleri ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Hukka ve Viitanen (1999) ahşap malzemede küf oluşumu ile ilgili malzeme tepkisini ve kritik koşulları tanımlamak amacı ile geliştirdikleri matematik modelde küf oluşumu (malzemenin hassasiyetine göre değişkenlik gösterebilmektir) için uygun olası sıcaklık ve bağıl nem koşullarının gösterildiği bir diyagram oluşturmuşlardır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 : Ahşap malzemede küf oluşumu için uygun olası sıcaklık ve bağıl nem koşullarını gösteren matematiksel model (Hukka ve Viitanen, 1999).

Hukka ve Viitanen (1999) diyagramda küf oluşumu için uygun sıcaklığın 0-50°C aralığında olduğu belirterek 5-40°C sıcaklık aralığını kapsayan deneylere dayanarak sınır eğrisini bir polinom fonksiyonu kullanılarak tanımlanmıştır (4.1).

$$RH_{crit} = \begin{cases} -0.00267T^3 + 0.160T^2 - 3.13T + 100.0 & T \leq 20 \\ \%80 & T > 20 \end{cases} \quad (4.1)$$

Formülde;

RH_{crit}: Kritik bağıl nem (%)

T: Sıcaklık (°C) ifadesidir.

Hukka ve Viitanen (1999) bir yüzeydeki küf oluşumun sıcaklık ve nem koşullarına bağlı olduğunu, bunun da temelde elverişli koşullarda mevcut olan süreden bağımsız olarak yükselmeyen küf indeksinin üzerinde belirli bir sınır değerin var olduğunu düşündürttüğünü belirtmişlerdir. Hukka ve Viitanen (1999) bu sınırı şu şekilde oluşturmuşlardır; küf gelişiminin başlaması için Formül 4.1'de açıklanan kritik koşullarda, zamandan bağımsız mikroskobik olarak biraz büyüme tespit edilebileceği sınırı 1; diğer uçta ise sıcaklıktan bağımsız olarak (0-50°C aralığında) %100 bağıl nemde küfün tüm yüzeyi kaplayacağı ve böylece küf indeksinin 6 değerine ulaşacağını açıklayarak bu iki sabit nokta arasında deneylerde küf indeksinin parabolik bir form aldığını fonksiyon 4.2 ile ifade etmişlerdir.

$$M_{max} = 1 + 7\frac{RH_{crit} - RH}{RH_{crit} - 100} - 2\left(\frac{RH_{crit} - RH}{RH_{crit} - 100}\right)^2 \quad (4.2)$$

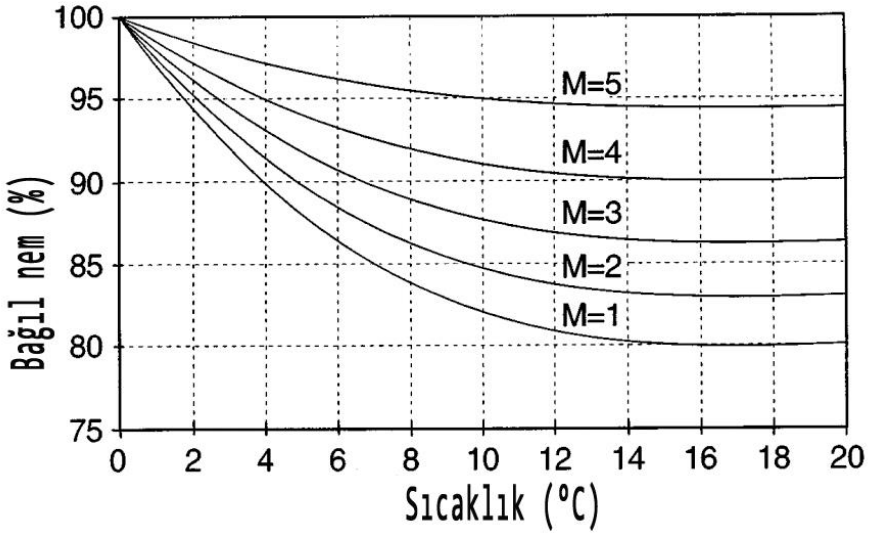
Formülde;

M_{max}: Maksimum küf indeksi (mould index)

RH: Bağıl nem (%)

RH_{crit}: Kritik bağıl nem (%) ifadesidir.

Bu fonksiyona göre, kritik bağıl nem değerinin sadece sıcaklığa değil aynı zamanda küf indeksine de bağlı olduğu görülmektedir. Tüm bu veriler doğrultusunda, fonksiyon 4.2'de belirtilen küf indeksinin maksimum değere ulaşması için gerekli bağıl nem değeri sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık, bağıl nem ve küf indeksi arasındaki bu ilişki Hukka ve Viitanen (1999) tarafından Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3 : Farklı küf indeksi değerlerinde küf oluşumu için gerekli sıcaklığa bağlı kritik bağıl nem değerleri (Hukka ve Viitanen, 1999).

Şekil 4.3'te M ile ifade edilen Mould index yani küf indeksidir. Burada;

M=0: Büyüme yok

M=1: Sadece mikroskopla bazı büyümeler tespit edildi

M=2: Mikroskop ile tespit edilen orta düzeyde büyüme (%10'dan fazla alanda)

M=3: Görsel olarak bazı büyümeler tespit edildi

M=4: Görsel olarak %10'dan fazla alanı kapladığı tespit edildi

M=5: Görsel olarak %50'den fazla alanı kapladığı tespit edildi

M=6: Görsel olarak %100 alanı kapladığı tespit edildi (Hukka ve Viitanen, 1999).

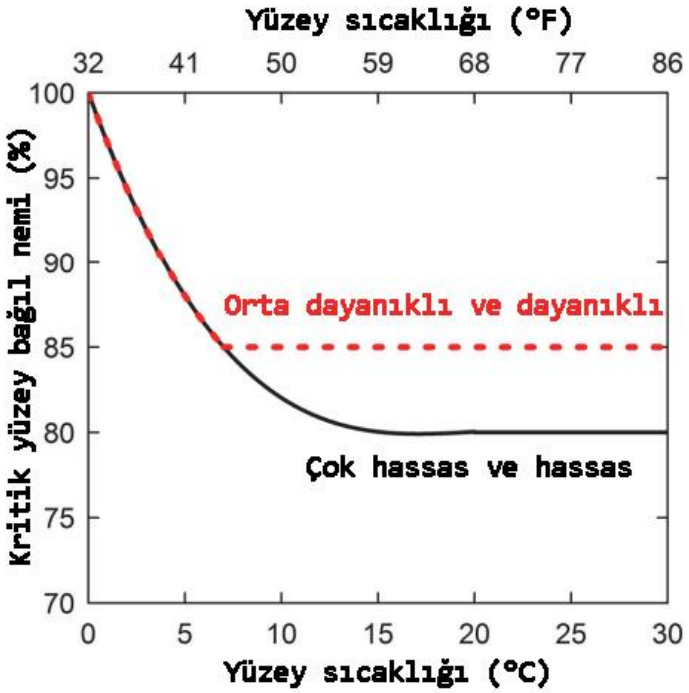
Küf oluşumu; ortam koşulları, malzeme özellikleri, küf türleri gibi farklı etmenle etkileşim içinde olması dolayısıyla karmaşık bir konudur. Konuyla ilgili yapılan çalışmalar literatürde geniş yer bulmaktadır. 0°C altı ve 50°C üzerinde küf oluşumu çoğu durumda mümkün değildir; 0°C'de bağıl nem %100 ve 20°C %80 bağıl nem değerlerinde kritik durum söz konusu olur (Viitanen ve Salonvaara, 2001). Yüzeydeki küf, %75 üzeri gibi yüksek bağıl nem değerlerinde sıvı su olmadan tek başına herhangi bir yüzeyde büyüyebilir; Uluslararası Enerji Ajansı, yüzeydeki küf oluşumunun yüzey bağıl neminin %80 ve üzerinde oluşabileceğini belirtirken, diğer araştırmacılar ise yüzey bağıl neminin %70'i geçmemesi gerektiğini tavsiye etmişlerdir (Trechsel, 2001). Eş zamanlı olarak nem seviyesinin %80 ve üzerinde, sıcaklığın 5°C'nin üzerinde olması zamanla yapı malzemelerinde zararlı etkilere neden olabilmektedir (Nofal ve diğ, 2001). Duvar yüzey sıcaklığı 5°C - 40°C arasında olduğunda küf oluşumunu ve buna bağlı problemleri engellemek için duvar bileşenlerinde bağıl nem değerinin ortalama 30 gün boyunca %80'nin altında olması ve ortalama 24 saatte %100'ün altında olması tavsiye edilmektedir (Frenette ve diğ, 2007). Küf indeksi ile ilgili ahşap dışında başka malzemeler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Ojanen ve diğ. (2010) malzemenin hassasiyetine bağlı olarak küf indeksinin çeşitlilik gösterdiğini belirterek çamı temel malzeme kabul ederek diğer malzemelerin hassasiyet ve küf indeksini incelerek Hukka ve Viitanen tarafından ortaya konan modeli geliştirmiş; ancak farklı durum ve koşullarda küfün kesin tahmininin garanti edilemeyeceğini bunun için deneysel çalışmaların yapılması gerektiği vurgulamışlardır. Çizelge 4.2'de bu çalışma kapsamında incelenen malzemelerin küf duyarlılık sınıfları gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 : Küf Duyarlılık Sınıfları ve Malzeme Grupları (Ojanen ve diğ, 2010).

Küf Duyarlılık Sınıfı	Malzeme
Çok hassas	İşlenmemiş ahşap; biyolojik büyüme için çok sayıda besin içerir.
Hassas	Rendelenmiş ahşap, kağıt kaplı ürünler, ahşap esaslı levhalar
Orta dayanıklı	Çimento veya plastik esaslı malzemeler, mineral lifler
Dayanıklı	Cam ve metal ürünler, etkili koruyucu bileşik içeren malzemeler

ASHRAE (2016) yayınladığı bir ek ile küf indeksi ile ilgili değerlendirmenin hesaplanması kolay ancak basitleştirilmiş küf büyüme kriteri olan 30 günlük ortalama yüzey bağıl nemi %80, 5°C (41°F) ve 40°C (104°F) arasındaki sıcaklıklarla sınırlandırılmasının yeterli olmadığı ve bunun çok daha karmaşık tanımlamalara

ihtiyaç duyduğunu belirterek yapılması gereken hesaplamaları açıklamışlardır. Küf indeksi bu çalışmanın konusu olmadığı için buna ilişkin detay ve hesaplamalara yer verilmemiştir. Ayrıntılı olarak buna ilişkin bilgiler için kaynak detaylı olarak incelenmelidir. Ancak, bu ek ile ilgili önemli olan husus; farklı malzeme hassasiyet sınıfları için yüzey sıcaklığına bağlı kritik yüzey bağıl nemi açıklanmasıdır. Ekte sunulan malzeme sınıflandırması Çizelge 4.2'deki gibi olup, farklı malzeme hassasiyet sınıfları için yüzey sıcaklığının bir fonksiyonu olarak kritik yüzey bağıl nemini ifade eden ilişki Şekil 4.4'teki gibi göstermiştir.



Şekil 4.4 : Farklı malzeme hassasiyet sınıfları için yüzey sıcaklığının bir fonksiyonu olarak kritik yüzey bağıl nemi (ASHRAE, 2016).

Bu grafikte de görüldüğü üzere, ahşap ve ahşap esaslı malzemeler çok hassas ve hassas kategorisinde olup, kritik bağıl nem değeri %80 sıcaklık ise yaklaşık 10°C ve üzeri olarak görülmektedir. Yine bu ekte küf oluşumunu en aza indirmek için gerekli koşulları değerlendirirken malzeme hassasiyet sınıfı ve seçiminin gerekçesi, küf indeksi düşüş katsayısı ve seçiminin gerekçesi, yüzey sıcaklığı ve yüzey bağıl nem değerlerinin zaman serisi, küf indeks değerlerinin zaman serisi; korozyon değerlendirmesi için ise %80 yüzey bağıl nem değeri, yüzey sıcaklığı ve yüzey bağıl nem değerlerinin zaman serisinin sağlanması önerilmiştir (ASHRAE, 2016).

Bağıl nem, duvar katmanlarından herhangi birinde %80'e ulaştığı durumda yoğuşma riski, duvar katmanlarından herhangi birinde bağıl nem %95'e ulaştığında yoğuşma; bağıl nem %95 ve sıcaklık 0°C olduğunda donma meydana gelebildiği kabul edilmektedir (Turgut, 2019). Brambilla ve diğ. (2018) bir duvarın ısıl ve nemsel performans davranışını incelerken dikkate alınması gereken kriterleri şu şekilde sıralamaktadır:

- 30 günlük ortalama yüzey bağıl nem değerinin %80'den küçük olması
- 7 günlük ortalama bağıl nem değerinin %98'den küçük olması
- 24 saatlik ortalama yüzey bağıl nem değerinin %100'den küçük olması
- Küf büyüme/oluşma indeksi (mould-growth index).

Her bir malzeme için farklı sıcaklık ve bağıl nem değerlerinde, farklı sürelerde küf oluşumu ve yoğuşma riski söz konusudur. Birden çok etmenin olduğu düşünüldüğünde genel bir kabul yapmanın oldukça zor olduğu görülmektedir. Değerlendirilecek örnek duvar modelleri ahşap çerçeve sistem olması ve ahşabın ısı ve neme karşı diğer malzemelere kıyasla daha hassas olması gerekçesiyle %80 ve üzeri kritik bağıl nem seviyesi olarak kabul edilerek veriler değerlendirilmiştir.

Bütün bu veriler doğrultusunda, bu çalışma kapsamında ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için sıcaklık, bağıl nem ve U değeri araştırılmıştır.

4.4 Isıl ve Nemsel Performans Analiz Yöntemleri

Yapıların, yapı elemanlarının ve yapı malzemelerinin ısıl ve nemsel performansları ile ilgili uzun yıllardır araştırmalar süregelmektedir. Çalışmalar, başlarda yapı elemanlarında ısı ve nem etkilerinin gözlenmesi ve hava koşullarının bu faktörlerle olan etkileşimi üzerine yoğunlaşmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile bu araştırmalar çoğunlukla, ısıl ve nemsel performans analizi için kullanılan simülasyon araçları hakkında yürütülmeye başlanmıştır. Günümüzde, enerji etkin yapılara olan talebin artmasıyla doğru orantılı olarak yapının enerji etkinliğinin sadece ısıl performansla değil; ısıl ve nemsel performans gereklilikleri ile incelenmesinin altı çizilerek hem mevcut yapılar hem de yeni yapılacak yapılar için kritik bir konu olduğuna vurgu yapılmaktadır.

Isıl ve nemsel performans değerlendirilmesi için yapı elemanın performans kriterleri, geometrisi, malzeme özellikleri, dış ve iç ortam koşulları ve ısı-nem-hava hareketlerinin bilinmesine ihtiyaç vardır. Isıl ve nemsel performans farklı yöntemlerle değerlendirilebilmektedir. Analiz yöntemleri, ısıl ve nemsel performans değerlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Değerlendirme kriterleri, mevcut durum ve çalışma yöntemi gibi farklı faktörlerin olduğu göz önünde bulundurularak ısıl ve nemsel performansın hangi yöntemle inceleneceği, araştırmanın sonuçlarını direkt olarak etkilemesi nedeniyle; ilk aşamada ve doğru olarak seçilmelidir. Isıl ve nemsel performans analiz yöntemleri; elle yapılan hesaplamalar, bilgisayarlı benzetim aracı ile yapılan sayısal analizler, laboratuvar testleri, alan ölçümleridir (Samancı, 2019).

Literatürde, son zamanlarda ısıl ve nemsel performans ile ilgili yapılan araştırmalarda yaygın olarak bilgisayarlı benzetim aracı ile analiz yapıldığı dikkat çekmektedir. Teknolojinin sağladığı olanaklar ile yapı fiziği alanında yapılan çalışmalar, matematik modeller ve yazılımların geliştirilmesi çok sayıda bilgisayarlı benzetim aracının bu alanda kullanımını mümkün kılmıştır. Ancak, çok sayıda çalışmada kullanılmalarına rağmen bilgisayarlı benzetim araçlarının doğruluğu ve güvenilirliği halen araştırılmaktadır. Son yıllarda, ısıl ve nemsel performans analizleri genellikle iki yöntemin birlikte kullanıldığı çalışmaları kapsamaktadır. Bu çalışmalarda, laboratuvar deneyi-bilgisayarlı benzetim aracı ile yapılan analizler ya da yerinde ölçüm-bilgisayarlı benzetim aracı ile yapılan analizler şeklinde iki yöntemin bir arada uygulanarak sonuçların karşılaştırılıp değerlendirildiğini yaygın olarak görmek mümkündür. Ortak bir yaklaşım olarak, bilgisayarlı benzetim aracı ile elde edilen analiz sonuçlarının laboratuvar deneyi ya da yerinde ölçüm verileri ile doğrulanmasına dikkat edilmektedir. Laboratuvar ve yerinde ölçüm yöntemlerinin zaman ve maliyet açısından pahalı olması gerekçesiyle yapı bileşenlerinin nemsel davranışlarının değerlendirilmesinde hesaplama yöntemlerinin kullanımı artmaktadır (Kalamees ve Vinha, 2003). Bilgisayarlı benzetim aracı ile değerlendirme yöntemi, hem zaman hem de maliyet açısından oldukça avantajlı olmasına karşın detaylı veriye ihtiyaç duyulması nedeniyle öncesinde kapsamlı bir araştırma yapılması elzemdir. Laboratuvar deneyi ise kontrollü bir analiz ortamı sağlamasının yanında çok bileşenli iklim verileri, iç ortam hava koşulları, kullanıcı hareketleri gibi gerçek ortam koşullarını birebir sağlayamaması nedeniyle kısıtlı bir değerlendirme sunarken;

yerinde ölçüm yöntemi, uzun zamana yayılması ve maliyetli olması açısından çok tercih edilmemesine karşın gerçek ortam koşullarının sağlanması ve bu koşullar altında ısıl ve nemsel performans analizine olanak sağlaması nedeniyle daha güvenilir sonuçlar sağlamaktadır (Li ve diğ, 2016).

4.4.1 Hesaplama yöntemi

Sıcaklık, bağıl nem, yağış, güneş ışınımı vb. dış iklim koşullarını oluşturan unsurların zamana bağlı değişimlerinin hesaba katılmadan belirli bir dönem ya da sürekli olarak sabit olduğu kabul edilerek sabit rejim şartları ya da dış iklim koşullarının zamana bağlı değişimlerinin dikkate alınarak değişken rejim şartlarında yapı kabuğunun ısı ve buhar geçişine yönelik gösterdiği davranışın kuramsal olarak incelenmesi hesaplama yöntemi olarak açıklanmaktadır. Sabit rejimdeki hesaplama yöntemleri arasında Çiğ Noktası Yöntemi, Glaser Grafik Yöntemi ve Kieper Yöntemi; değişken rejimdeki hesaplama yöntemleri arasında Husseini, Husseini-Ricken yöntemleri sıralanabilir.

Çiğ Noktası Yöntemi, sıcak yapı bileşenlerinde çiğ noktasının bulunduğu yeri veya daha soğuk tarafında yoğuşma tehlikesi olduğu kabulüne dayanarak; iç çevre koşullarına bağlı belirlenen çiğ noktasının grafik ile tespit edilmesidir (Çiçek, 2002).

Yaygın olarak kullanılan yöntemlerin başında 1959 yılında Helmuth Glaser tarafından geliştirilmiş olan Glaser Grafik Yöntemi yer almaktadır. Bu yöntem, nem taşınımının sadece kısmı buhar basıncı farklılığına bağlı olarak tek yönlü buhar difüzyonu ile gerçekleştiğini kabul etmektedir. Kısmi buhar basıncı ile doymuş buhar basıncı eğrileri grafiğe işlenerek eğrilerin kesişme durumu kontrol edilir. Eğriler kesişirse, yoğuşma meydana geldiği sonucuna varılarak doymuş buhar basıncı eğrisine çizilen teğetler ile yoğuşmanın kesitte meydana geldiği yer tespit edilmekle birlikte yoğuşmanın olduğu yerde kısmi buhar basıncı, saatlik yoğuşma suyu miktarı, buharlaşma miktarı (kuruma) ve yoğuşmanın olmaması için gerekli difüzyon direnci de grafiksel olarak belirlenebilmektedir (Altun, 1997).

1976 yılında geliştirilmiş Kieper Yöntemi'nde grafiğe veri olarak duvar katmanlaşmasını oluşturan malzemelerin ısı geçirgenlik dirençleri ve buhar difüzyon dirençleri işlenerek yoğuşma analizi yapılmaktadır. Bu yöntem ile yoğuşma analizi, nemin en fazla biriktiği yer ve nem biriktirme hızının incelenmesi mümkündür (Samancı, 2019).

Husseini Yöntemi; değişken rejim şartlarında, kısmi buhar basıncı farkı nedeniyle oluşan buhar difüzyonunun esas alındığı, homojen ve tek katmanlı duvarlardaki tek boyutlu buhar difüzyonunu incelemektedir.

Husseini-Ricken Yöntemi ise, Husseini Yönteminin çok katmanlı duvarlarda kullanılmasına dayalıdır.

4.4.2 Sayısal Yöntem: Bilgisayarlı benzetim yöntemi (Higrotermal simülasyon araçları)

Geçmiş dönemlerde, yapı bileşenlerindeki yoğuşma risk analizleri basitleştirilmiş şartlar dikkate alınarak "Glaser-calculations" yöntemi ile ısıtma gerektiren dönemi kapsayacak şekilde yapılmaktaydı ancak higrotermal simülasyon araçlarının gerçek ortam koşulların değerlendirilebilmesiyle mimar ve mühendisler tarafından kullanımı artmıştır (Künzel ve Zirkelbach, 2013). Bu sayede, mevcut durum dinamiklerinin değerlendirilmesi ve gerçek ortam koşullarının etkilerinin gözlemlenmesine dayalı daha detaylı analizlerin yapılabilmesi sağlanmıştır.

Bilgisayarlı benzetim yöntemi, tasarım aşamasında ya da mevcut yapıların kullanım sürecinde belirlenen şartlar altında yapı kabuğunun tasarım kararları ve malzeme seçimine bağlı olarak bulunduğu iç ve dış ortam koşullarında ısı ve nem ile ilgili oluşabilecek sorunların tespit edilmesinde ve eğer sorun söz konusu ise bununla ilgili çözüm ya da çözümlerin ortaya konmasında yazılımlar aracılığı ile araştırma ve değerlendirmelerin yapılmasıdır. Bu yazılımlar aracılığıyla yapı malzeme ve bileşenlerinin ısıl ve nemsel davranışlarını incelemeye yardımcı olması için sayısal hesaplama yöntemi ile oluşturulan ısı, hava ve nem taşınım modelleri, HAM Model (Heat, Air, Moisture Transport Model) olarak isimlendirilmektedir.

Cephe sisteminin tek bir bileşeni ya da yapının bir ya da birden fazla bileşeninin (çoklu bölgesel) ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için kullanılması planlanan bilgisayar benzetimi araçlarını seçerken üç unsura dikkat edilmesi tavsiye edilmiştir: (1) bilgisayar benzetimi aracının kamusal kullanıma açık olması (ticari ya da ücretsiz), (2) bilgisayar benzetimi aracının tek bir bileşeni ya da yapının bir ya da birden fazla bileşeninin (çoklu bölgesel) higrotermal performans değerlendirmesi için dikkate alınan unsurlar için sürdürülebilir olması, (3) bilgisayar benzetimi aracının kullanıcı dostu olması (Delgado ve diğ, 2010). Isıl ve nemsel performans değerlendirmesi için kullanılan simülasyon araçları birbiriyle karşılaştırıldıklarında; her bir aracın imkan ve

içeriklerinin farklı olduğu görülmektedir. Bu nedenle, ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için kullanılacak simülasyon aracının önceden doğru ve iyi incelenmesi, yapılacak çalışmanın süreç ve sonuçlarını direkt olarak etkilemektedir.

Isıl ve nemsel performans analizi için kullanılan benzetim araçları temelde 3 girdiye ihtiyaç duymaktadır; (yapı bileşen) kabuğunun geometrisi, (yapı bileşen) sınırlarının durumu ve malzeme özellikleri (Delgado ve diğ, 2013). Bilgisayarlı benzetim çalışmalarının sağlıklı olarak gerçekleştirilebilmesi için bu verilerin detaylı girdisine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, bu girdilere ek olarak bilgisayarlı benzetim araçları ile yapılan değerlendirmeler; boyut (1D, 2D, 3D), zaman (sabit rejim şartları, dinamik rejim şartları), bilginin kaliteli ve ulaşılabilir olması, malzeme özellikleri, iklim dosyası ve yapım kalitesi gibi her bir datanın yapısına bağlıdır (Straube ve Burnett, 2001).

Higrotermal modellerle ilgili çeşitli boşluklar ve zayıflıklar; (1) malzeme özellikleri, çevresel koşullar, yapım kalitesi ve iki boyutlu bitişik malzemeler arasındaki etkileşimler; (2) sahada yapılan ölçümler ile tahmin edilen model performansını kalibre etmenin zor olması; (3) iki ve üç boyutlu etkileşimlerin yeterince anlaşılamaması ve uygulamada nadiren modellenmesi olarak açıklanabilir (Gutland ve diğ, 2021). Isıl ve nemsel performans değerlendirmesi için başvurulan modelleme yöntemlerinde başlangıç koşulları, ortam koşulları, malzeme verileri, hesaplama yöntem ve değerleri, yapım yöntemleri ile ilgili birtakım kabuller yapılmaktadır. Yapılan bu kabuller, modelleme ile mevcut durum verileri arasında farklılık oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında bahsi geçen durumlar gerekçesi ile hem sayısal hem de deneysel metot birlikte uygulanmış ve veriler incelenmiştir.

Literatür araştırması sonuçları değerlendirildiğinde çok sayıda higrotermal simülasyon aracı olduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalar, bu araçların akademik bir çalışma kapsamında güvenilir bilgi sağlayabilirliliğine odaklanmakta ve genellikle karşılaştırmalı analiz verileri değerlendirilmesi üzerinedir. Bilgisayarlı benzetim araçlarının büyük çoğunluğu, basitleştirilmiş gerçek koşulların fiziksel sürecini modelleyerek nem miktarı, bağıl nem ve sıcaklık vb. analizini yapabilmektedir. Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada, dokuzu ticari kullanımlı: 1D-HAM, Sim2000, DELPHIN, GLASTA, hygIRC-1D, IDA-ICE, MATCH, MOISTURE-EXPERT ve WUFI; beş tanesi ücretsiz kullanılabilen higrotermal bilgisayarlı benzetim araçları: EMPTIED, HAMLab, HAM-Tools, MOIST ve UMIDUS; modelleme tipi, malzeme

özellikleri, iç ve dış ortam koşulları başlıkları altında karşılaştırılmış, iki boyutlu modelleme yapabilen üç tane higrotermal bilgisayarlı benzetim aracı olduğu görülmüştür; DELPHIN 5, MOISTURE-EXPERT ve WUFI-Plus, WUFI-2D, WUFI-Pro ve WUFI-ORNL/IBP (Delgado vd., 2010).

Higrotermal performans analizi için başvurulan benzetim araçlarından en çok kullanılan WUFI'dir. Bu programın kullanıldığı ve güvenilirliğinin araştırıldığı çok sayıda çalışma literatürde yer almaktadır. Bilgisayar benzetimi araçları içerisinde en çok kullanılanlardan bir diğeri ise DELPHIN'dir. Yapılan bir çalışmada, "(program name + hygrothermal)" anahtar kelimesiyle higrotermal analiz yapabilen yazılımlar hakkında Google Scholar, Web of Science, Scopus ve ScienceDirect üzerinde yapılan tarama sonuçlarında en çok kullanılan 2 yazılım olan WUFI 1035 ve DELPHIN 669 tane İngilizce hakemli dergi çalışmasında yer aldığı açıklanmıştır (Yıldız, 2021).

DELPHIN ve WUFI yazılımlarına ilişkin temel özelliklerin karşılaştırıldığı Şekil 4.5'te görüldüğü üzere her iki yazılım benzerlik göstermektedir.

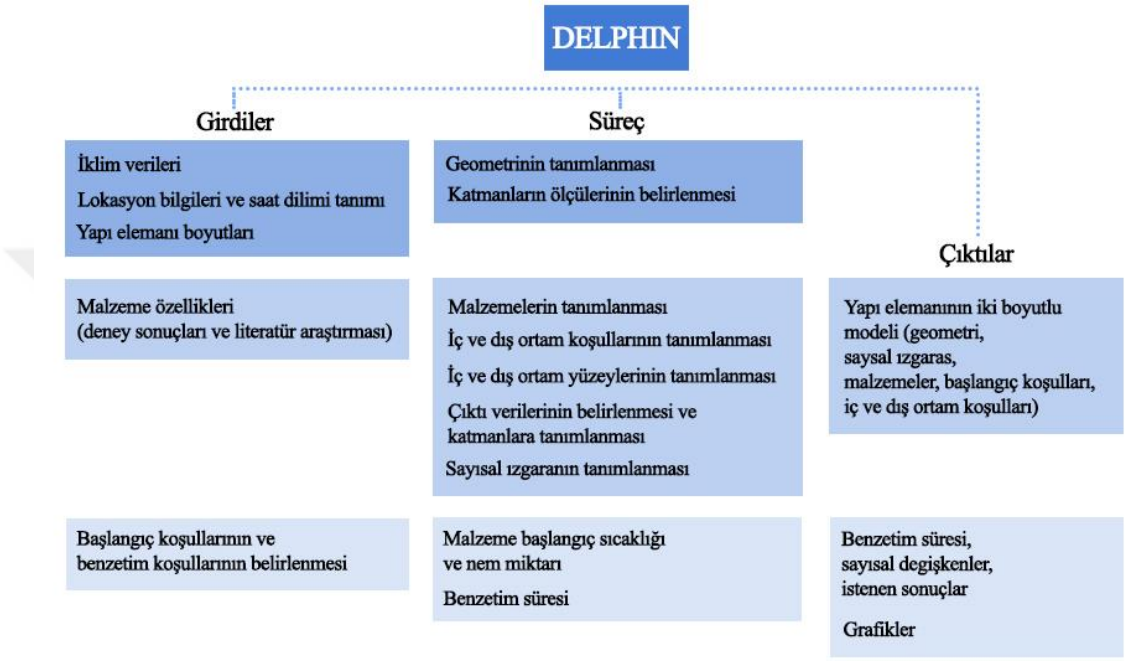
	DELPHIN	WUFI
Yazılımı geliştiren	Dresden Teknik Üniversitesi – Mimarlık Fakültesi, Bina İklim bilimi Enstitüsü	Fraunhofer IBP (Institute for Building Physics)
Geliştirildiği yıl	1997	1995
Geometri	1D, 2D, 3D	1D, 2D, 3D
Ağ oluşturma	İki boyutlu ağ	Tek boyutlu ağ
Malzeme özellikleri - malzeme kütüphanesi	Malzeme kütüphanesi var. Yeni malzeme tanımlanabiliyor.	Malzeme kütüphanesi var. Yeni malzeme tanımlanabiliyor.
İklimsel veri	Gerçek iklim verileri yüklenebiliyor	Gerçek iklim verileri yüklenebiliyor
Lisans edinimi	Öğrenci kullanımı ücretsiz Diğer kullanıcılar ücretli	Limitli ücretsiz kullanım Ücretli kullanım

Şekil 4.5 : DELPHIN ve WUFI yazılımlarının karşılaştırması.

Ahşap çerçeve bir duvardaki su sızıntısının simülasyonu için DELPHIN ve WUFI kullanılarak nem yükü dağılımı karşılaştırılıp deneysel ölçüm sonuçlarıyla doğrulandığı çalışmada DELPHIN yazılımının yer çekimi etkisini dikkate alması nedeniyle daha gerçekçi bir dağılım gösterdiği ifade edilmiştir (Carbonez ve diğ, 2015).

Yapılması planlanan bu araştırmanın kapsamı ve amacı göz önünde bulundurularak bilgisayar benzetimi aracı olarak DELPHIN seçilmiştir. Türkiye'de ısıl ve nemsel performans değerlendirmelerinde bilgisayar benzetimi aracı olarak DELPHIN'in kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamış, çalışmalarda WUFI'nin tercih edildiği

gözlemlenmiştir. Literatüre bu anlamda veri sağlayarak katkı koyması gerekçeleri dikkate alınarak DELPHIN, bu çalışma için higrotermal simülasyon aracı olarak seçilmiştir. Bu çalışma kapsamında, malzemelerin fiziksel özellikleri ile ilgili değişiklik ve düzenleme yapılmasına olanak sağlayan DELPHIN 6.1.1 kullanılmıştır. DELPHIN yazılımı ile gerçekleştirilen bilgisayarlı benzetim süreci şeması Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



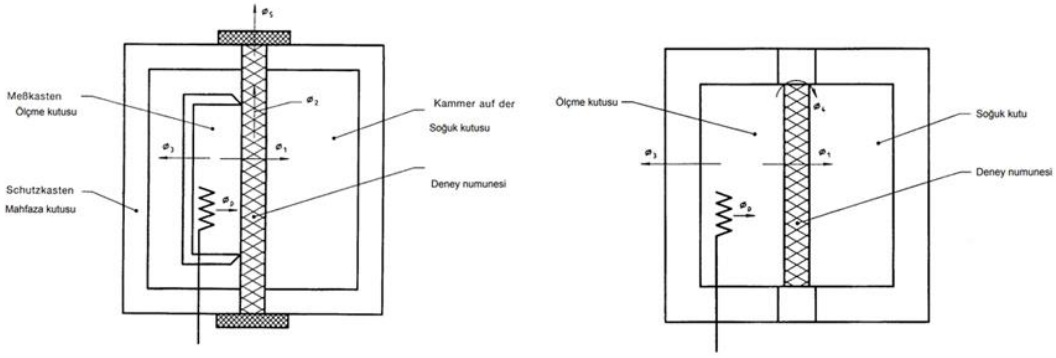
Şekil 4.6 : DELPHIN benzetim süreci şeması.

4.4.3 Laboratuvar ortamında yapılan deneyler

Isıl ve nemsel performans değerlendirilme yöntemleri arasında sıklıkla kullanılan deneysel yöntemin, gerçeğe yakın şartlar sağlanan ortamlarda gerçekleştirildiği için elle hesaplama ve bilgisayarlı benzetim yöntemlerine kıyasla daha güvenilir olduğu kabul edilmektedir. Tarihi 1937 yılına kadar uzanan deneysel yöntemler; gerçek boyuttaki modeller üzerinde ya da yapı bileşeninin küçük bir parçası üzerinde laboratuvar ortamında yapılabilir (Çiçek, 2002).

Sıcak oda (sıcak kutu), uzun yıllardır homojen olmayan yapı malzeme ve/veya elemanlarının ısıl ve nemsel performans değerlendirilmesi için kullanılan deneysel bir yöntemdir. Farklılıklar olmakla birlikte, sıcak oda, temelde dış ortam şartlarının temsil edildiği soğuk taraf, iç ortam koşullarının temsil edildiği sıcak taraf ve bu iki bölümün arasında yerleştirilen deney numunesinin yer aldığı alandan oluşmaktadır. Sıcak oda, laboratuvar ortamında homojen ya da homojen olmayan yapı elemanlarından geçen ısı

akışı ve yapı elemanı boyunca karşılıklı sıcaklık farklılıklarının ölçülmesine dayalı bir prensip ile çalışmaktadır. Mahfazalı sıcak oda ve kalibre edilmiş sıcak oda olmak üzere iki tip sıcak oda vardır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 : Mahfazalı sıcak oda (solda) ve kalibre edilmiş sıcak oda (sağda) (TSE, 2002).

Mahfazalı sıcak oda; ölçme kutusu, mahfaza kutusu ve soğuk kutu olmak üzere 3 bölümden; kalibre edilmiş sıcak oda; soğuk kutu ve ölçme kutusu olmak üzere 2 bölümden oluşmaktadır. Mahfazalı sıcak odada ölçme kutusu, deney numunesinin etrafındaki ortamın kontrol altında tutulduğu mahfaza kutusu ile çevrelenmiştir; kalibre edilmiş sıcak odada ise sıcaklık kontrollüdür ancak ölçme kutusunun içindeki hava sıcaklığı ile aynı olmasını gerekmeyen bir ortamla çevrilidir (TSE 2002). Sıcak oda düzeneğinde deneyi yapılacak numune, ortam sıcaklıkları bilinen sıcak ve soğuk oda arasına belirlenmiş alana yerleştirildikten sonra kararlı durumda hava ve yüzey sıcaklıklarında sıcak oda tarafındaki bölümüne güç verilirken gerçekleştirilmektedir. Bu ölçmeler doğrultusunda deney numunesinin ısı iletim özellikleri hesaplanmaktadır. Deney numunesinin yüzeylerindeki ısı alışverişi; taşınım ve radyasyon bileşenlerini içermektedir (TSE 2002).

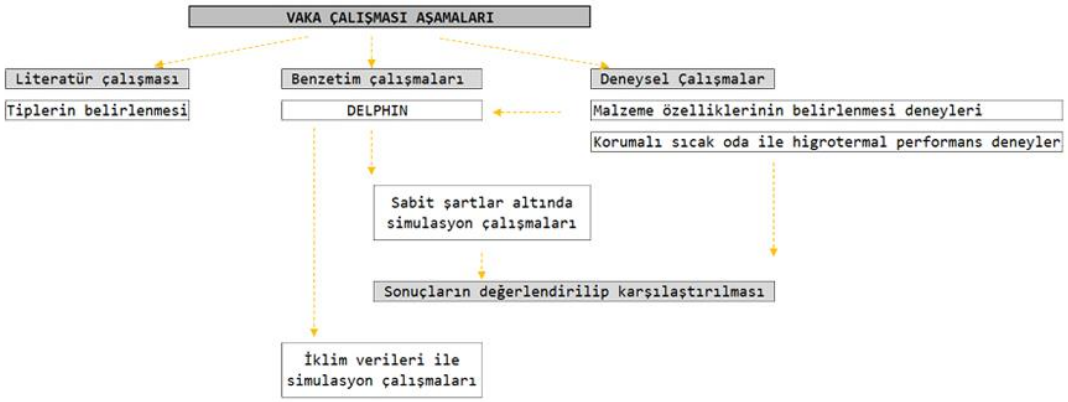
Mahfazalı veya kalibre edilmiş sıcak oda tasarım ve kullanımı oldukça karmaşık bir konu olmakla birlikte bir numunenin ısıl iletim özellikleri; kendisi, ortam koşulları, numune boyutları, ısı transferinin yönü, sıcaklık farklılıkları, hava hızları ve bağıl neme bağlıdır ve koşulların tekrarlaması da esastır; aksi takdirde, sonuç yanlış olacaktır (Martins, 2020).

4.4.4 Yerinde ölçüm yöntemi

Maliyeti yüksek bir araştırma yöntemi olması nedeniyle çok tercih edilmese de yerinde ölçüm yöntemi kullanılarak yapılan çalışmaların sağladığı veri, gerçek ortam koşullarının değerlendirilmesine olanak sağladığı için önemlidir. Bu yöntem, mevcut bir yapının ısıl ve nemsel performansının değerlendirilmesinde kullanıldığı gibi gerçek ortam koşullarında ısıl ve nemsel performans incelemesi yapılmak üzere tasarlanıp inşa edilen örnekler için de uygulanabilmektedir. Michálková ve Durica (2022), Rahim ve diğ (2021) çalışmalarında yerinde ölçüm yöntemi kullanmışlardır.

5. TÜRKİYE'DEKİ GELENEKSEL AHŞAP ÇERÇEVE SİSTEM KONUT YAPILARININ DIŞ DUVARLARININ ISIL VE NEMSEL PERFORMANSLARININ SAYISAL VE DENEYSEL YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölüm, çalışmanın amacı doğrultusunda Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarının dış duvar sistemlerini temsil eden örneklerin sayısal ve deneysel yöntemlerle ısıl ve nemsel performanslarının değerlendirilmesi için yapılan vaka çalışmasını kapsamaktadır. Vaka çalışması, 3 aşamadan oluşmaktadır: duvar örneklerinin tasarımı, benzetim çalışmaları ve deneysel çalışmalar. Vaka çalışmasının aşamaları Şekil 5.1'de görselleştirilmiştir.



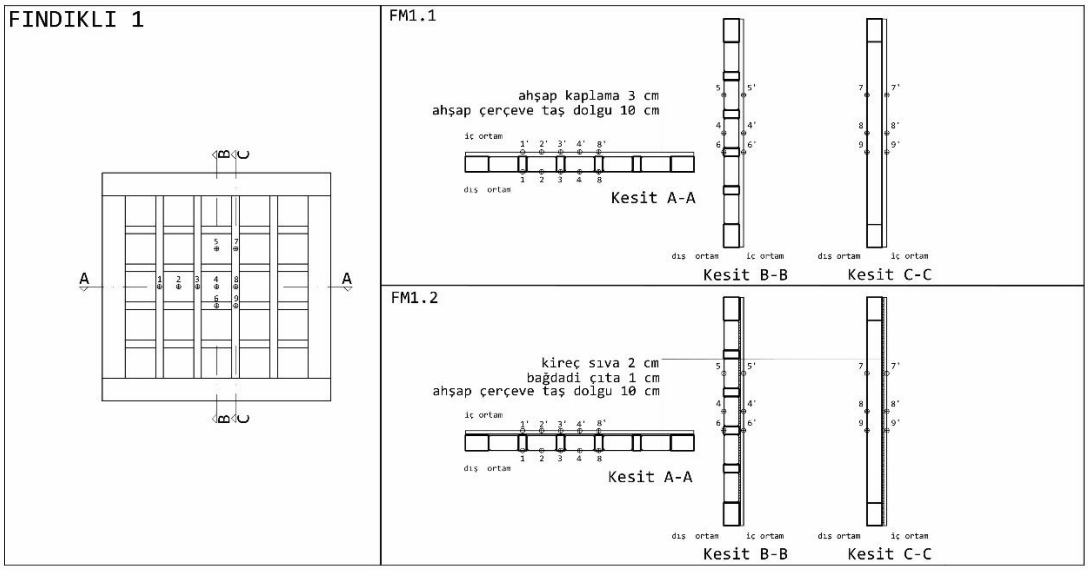
Şekil 5.1 : Vaka çalışması aşamaları.

5.1 Duvar Modelleri

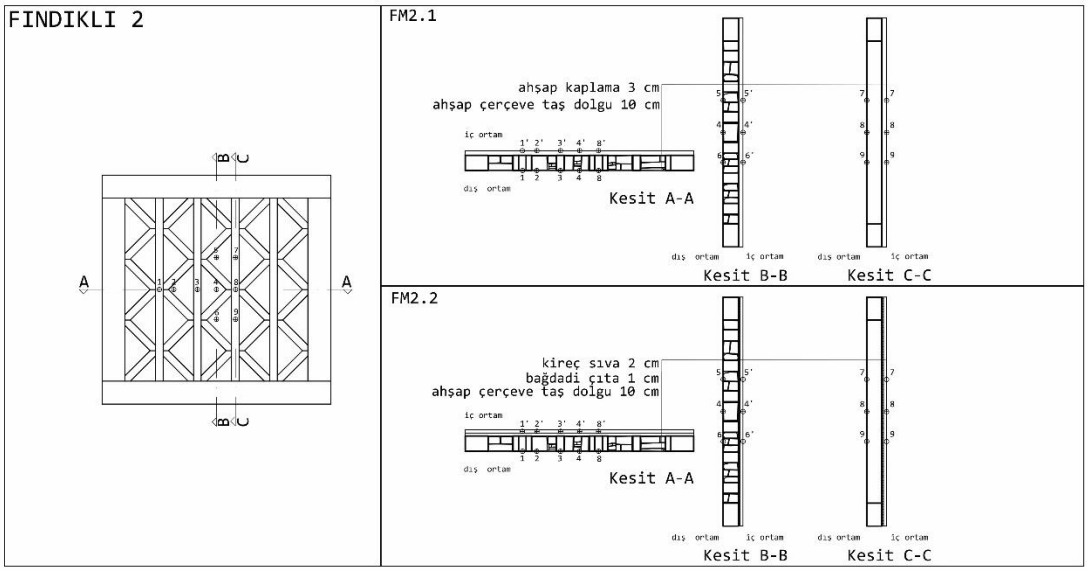
Vaka çalışması kapsamında ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi yapılacak duvar tiplerinin tasarım süreci 3. bölümde detaylı olarak açıklanmıştır. Bu başlık altında, ısıl ve nemsel performans incelemesi yapılacak olan duvar tiplerinin laboratuvar çalışması için inşa edilmesi ve sayısal çalışma için modellenen kesit çizimlerine yer verilmiştir.

Her bir duvar numunesi için farklı malzemelerin hem dikey hem de yatay eksende kesişimlerini ve etkileşimlerini incelemek için kritik noktalara yerleştirilmiş 9 adet iç yüzey (sıcak taraf) ve 9 adet dış yüzey (soğuk taraf) olmak üzere toplam 18 ölçüm

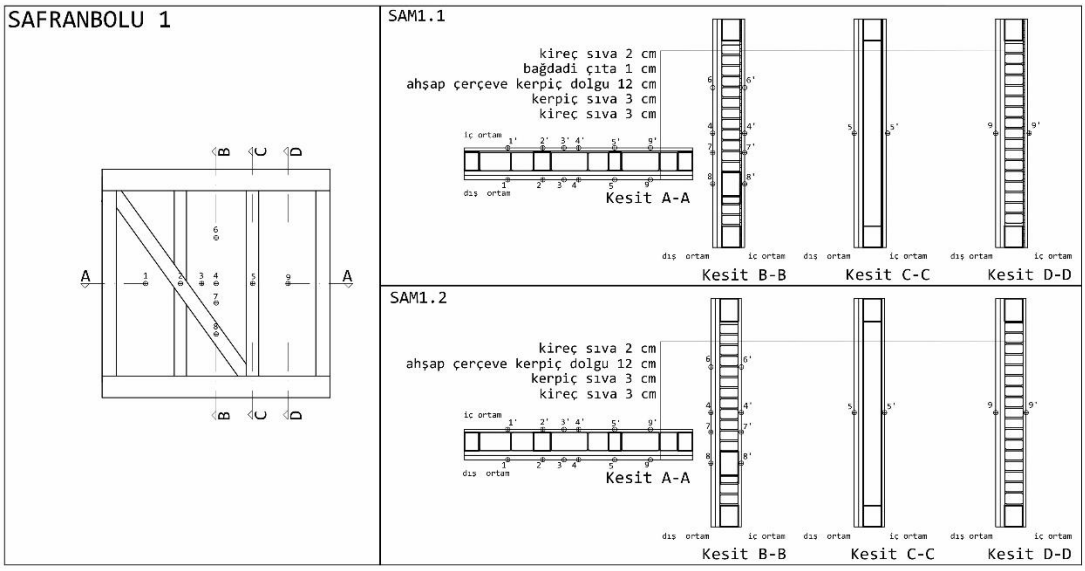
noktası belirlenmiştir. Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4, Şekil 5.5, Şekil 5.6, Şekil 5.7, Şekil 5.8 ve Şekil 5.9'da duvar numunelerinin ahşap çerçevesi ve ölçüm noktasının soğuk taraftaki konumu sol tarafta; katmanlar, kesitler ve bunlar üzerindeki ölçüm noktaları sağ tarafta gösterilmiştir. Sıcak taraftaki ölçüm noktaları, soğuk tarafa simetrik olarak yerleştirilmiştir.



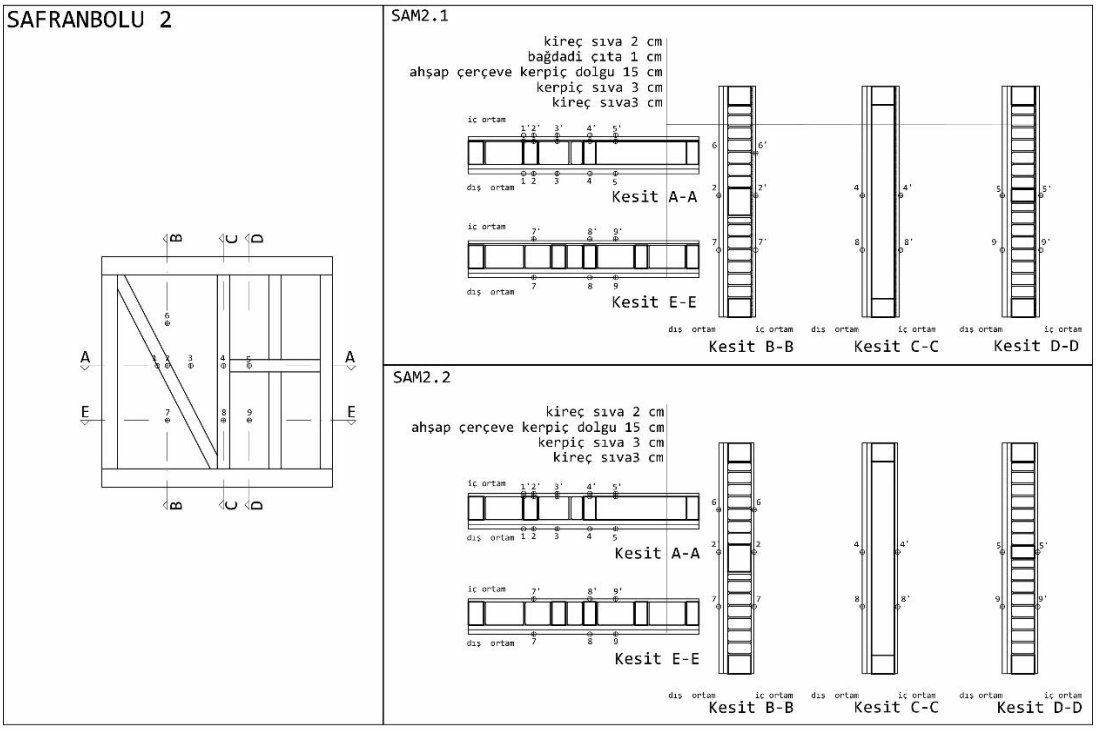
Şekil 5.2 : Fındıklı Model 1 duvar tipleri.



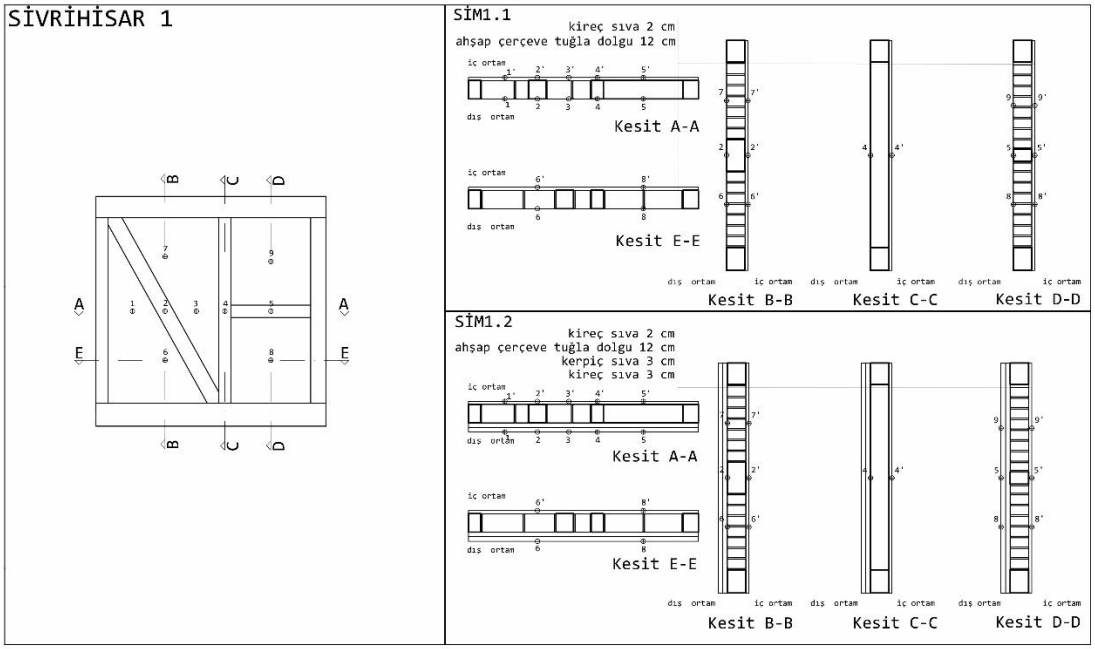
Şekil 5.3 : Fındıklı Model 2 duvar tipleri.



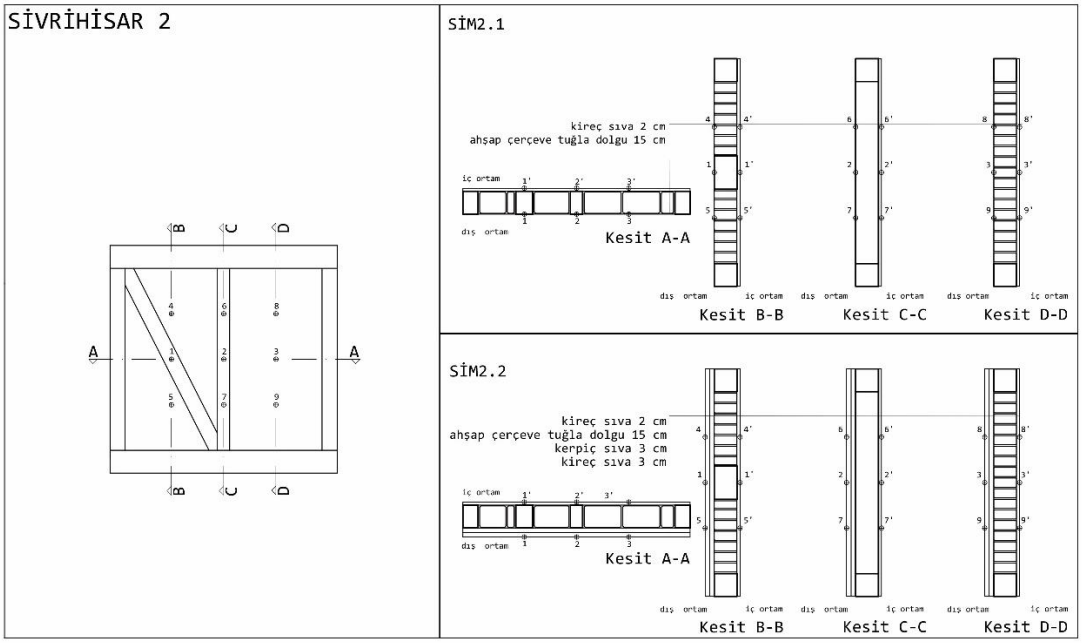
Şekil 5.4 : Safranbolu Model 1 duvar tipleri.



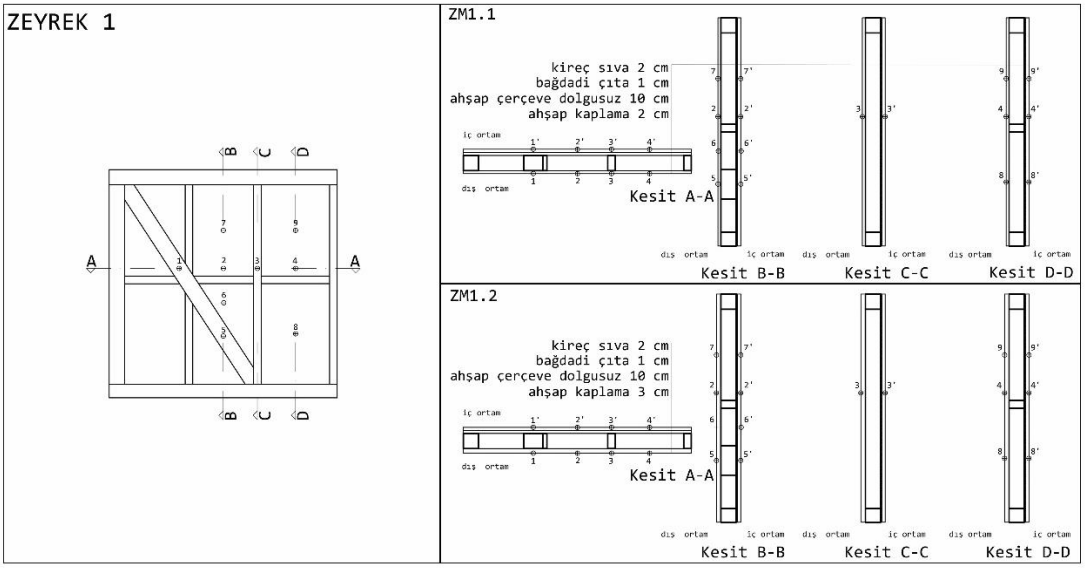
Şekil 5.5 : Safranbolu Model 2 duvar tipleri.



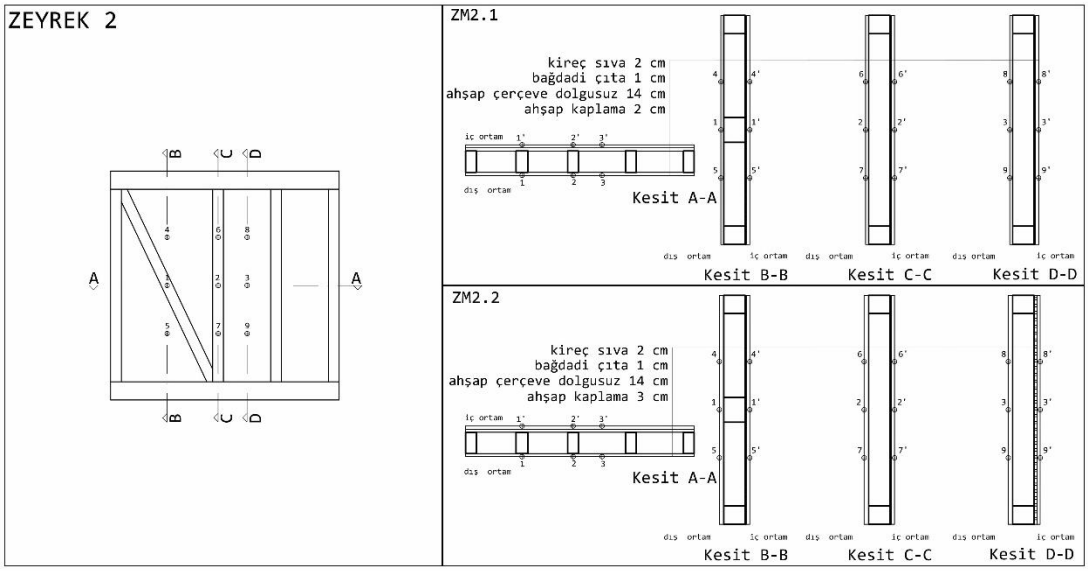
Şekil 5.6 : Sivrihisar Model 1 duvar tipleri.



Şekil 5.7 : Sivrihisar Model 2 duvar tipleri.



Şekil 5.8 : Zeyrek Model 1 duvar tipleri.



Şekil 5.9 : Zeyrek Model 2 duvar tipleri.

5.2 Deneysel Çalışma ve Bilgisayarlı Benzetim Çalışması: Mahfazalı Sıcak Oda ve DELPHIN Sonuçlarının Karşılaştırılması

Deneysel çalışma ile bilgisayarlı benzetim çalışması verilerinin karşılaştırılması için mahfazalı sıcak oda ile ölçümleri yapılan duvar örnekleri, aynı şartlar altında DELPHIN yazılımı ile bilgisayarlı benzetimi yapılarak U değeri ve sıcaklık verileri karşılaştırılmıştır.

5.2.1 Mahfazalı sıcak oda ölçümleri

Deneysel yöntem gerçekleştirilirken "TS EN ISO 8990 Isı yalıtımı- Kararlı durum ısı iletim özelliklerinin tayini- Kalibre edilmiş ve mahfazalı sıcak kutu (ISO 8990:1994)" standardında tarif edilen içerik dikkate alınmıştır. Buna göre, deneylerin gerçekleştirileceği TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı Müdürlüğü Laboratuvarı'nda bulunan mahfazalı sıcak oda düzeneği kullanılmıştır.

TS EN ISO 8990'da yapılacak deneyler ilgili birtakım sınırlamalara ve deney numunesi kaynaklı hatalara dikkat çekilerek bu tür durumlarda hemen çözüm bulanamayabileceği ancak, bunların deney üzerinde etkileri olabileceği açıklanmıştır (TSE, 2002):

- Ölçme hatalarının kısmen ölçme alanının çevresinin uzunluğu ile orantılı olduğu belirtilerek bunun görece etkisinin ölçme alanı büyüdükçe azaldığı ve mahfazalı sıcak kutuda ölçme alanının en az deney numunesinin kalınlığının 3 katı ya da 1m x 1m boyutlarından hangisi daha büyükse o kadar olması gerektiği ifade edilmiştir.
- Deney numunelerinin homojen olmaması halinde, ısı debisi yoğunluğu dokusunda eşit dağılım göstermeyecektir. Yanı sıra, deney numunesinde kalınlık farklılıkları var ise yine ısı debisi yoğunluğu dokusunda ciddi değişimler söz konusu olabilmektedir. Bu durumlar mevcut ise, sıcaklık ve yerel iletim katsayılarında benzerlik olmaması nedeniyle ortalama yüzey sıcaklığının tarifi, mahfazalı sıcak oda donanımında dengesizliğin sezilmesi, ölçme alanının tarifi, verilen bir homojen olmayan deney numunesi için deney sonuçlarının hata analizi konularını zorlaştırmakta ya da çözümsüz olmasına yol açabilmektedir.
- Deney numunesinin farklı malzemelerden yapılmış bölümleri olması durunda, bu malzemeler boyunca sıcaklık farklılıklarının aynı olmadığı, farklı malzemelerin arayüzlerine yakın yerlerde ısı akımı oluşacağı belirtilerek; bahsi geçen arayüzün ölçme kutusu sınırlarına uzak olmadığında dengesizliği etkileyen sıcaklığın aynı olmamasına ve ölçme alanı tarifinin belirsizliğine işaret eder. Buna ek olarak, deney numunesi homojen olmadığında yerel ısı iletim katsayılarını da etkilemektedir.

- Dikme gibi yatay ve düşey yapı elemanlarının etkilerinin simetrik olduğu belirtilmiştir.
- Deney numunesi içinde boşluklar olması durumunda, doğal taşınım, bir bilinmeyen dengesiz ısı debisi oluşturabilir.
- Deney numunesi homojen olmadığı durumda, ısıl performans tahmininde hesaplamaların önemli ve etkili olduğu belirtilerek tahmin edilen ile ölçülen değerler arasında sebebi açıklanamayan önemli farklılıklar olması durumunda büyüklük, boyut ve malzeme vb. kaynaklı olup olmadığını tespit etmek üzere deney numunesi incelenmeli ve orijinal özelliklerden sapma olması durumunda rapor edilmelidir.
- Deney şartları ile ilgili olarak bina uygulamalarında, 10°C ile 20°C arasındaki bir ortalama sıcaklık ile 20°C mertebesinde bir sıcaklık farkı olağan bir durum olarak açıklanmış; sıcak ve soğuk taraflardaki hava sıcaklıklarının deneyin amacına göre ayarlanması gerektiği belirtilmiştir.

Yukarıda sıralanan ve standartta bahsedilen diğer hususlar çerçevesinde yapılan deneylerde aşağıdaki unsurlar dikkate alınmıştır:

- Deneyi yapılacak duvar kalınlıkları dikkate alındığında, deneyin yapılacağı cihaz boyutlarının 150 cm x 150 cm olması ile deney numune ve ölçüm cihazı boyutlarının uygun olduğunun belirlenmesi,
- Deney numunelerinin homojen olmaması nedeniyle malzeme farklılıklarının olduğu noktalardan ölçümlerin yapılması,
- Dikme, yatay bölme, payanda gibi yapı elemanlarının ölçümlere olan etkisini belirlemek üzere ölçüm yerlerinin belirlenmesi,
- Bunlara ek olarak çalışma kapsamında deneysel yöntem ile sayısal yöntem birlikte uygulanarak elde edilen değerlerin karşılaştırılması dolayısıyla verilerin doğruluğu değerlendirilecektir.
- Standarda uygun olarak; deney numunesinde yüzey sıcaklıklarının ölçülebilmesi için seziciler, deney numunesinin soğuk ve sıcak taraflarda birbirlerinin tam karşısına gelecek biçimde, metrekareye en az iki tane olmak üzere toplam dokuz taneden az olmayacak şekilde yerleştirilmiştir.

- Deney şartları, standartta açıklanan durum dikkate alınarak sıcak taraf 20°C, soğuk taraf 0°C olarak ayarlanmıştır.
- TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı Müdürlüğü Laboratuvarı'nda bulunan mahfazalı sıcak oda ile yapılan ölçümlerde U değeri ve sıcaklık verileri edinilmiştir.

Deneyleri gerçekleştirmek üzere seçilen 4 duvar örneğinin inşa edilmesi için temin edilen malzemeler şu şekildedir:

- Ahşap strüktür için kestane (FM2.2), meşe (ZM1.2), sarıçam (SAM1.2, SİM1.1 ve bağdadi çıta),
- Kireç sıva: Sönmüş kireç, kireç-kum oranı 1:3 olarak hazırlanmış ve su oranı karışım hazırlanırken ayarlanmıştır. Sönmüş kireç genellikle %40-%60 su içerdiği için, uygun kıvamın su ihtiyacı denenerek bulunmalıdır (Ersen ve diğ, 2013).
- Kerpiç sıva: Okil marka hazır kerpiç sıva kullanılmıştır. Kuru karışım halinde satın alınan kerpiç sıvanın geleneksel kerpiç sıva ile uygunluğu hakkında firma yetkilileri ile görüşülerek teyit edilmiştir.
- Kerpiç tuğla ve harman tuğlası, Eskişehir'de üretim yapan bir firmanın ürünlerini İstanbul'da temin eden bir firmadan alınmıştır.
- Taş: Dr. Orhan Yavuz tarafından incelenen taş örneklerinin granit olduğu tespit edilmiştir. Bu tespit çerçevesinde kullanılması en uygun olan taşın Şile Çavuşbaşı'ndan temin edileceği bilgisi Dr. Orhan Yavuz tarafından belirtilmiş ve gerekli olan taş malzeme buradan toplanarak temin edilmiştir.

Deney süreci, seçilen 4 duvar örneğinin inşa edilmesi aşaması ile 04 Mart 2022 tarihinde TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı Müdürlüğü Laboratuvarı'nda başlamış, 30 Mayıs 2022 tarihinde duvarların inşası bitmiştir. Sıcak oda deneyleri, Ekim 2022'de sonuçlanmıştır. Şekil 5.10'da deney sürecinden bazı aşamalar gösterilmiştir.

Şekil 5.10 : Sıcak oda deney süreci.

5.2.2 Karşılaştırmalı Analiz için DELPHIN Bilgisayarlı Benzetim Çalışmaları

Mahfazalı sıcak oda ile yapılan ölçümlerden elde edilen verilerin analizi için DELPHIN ile bilgisayarlı benzetim modellerinin aynı şartlar doğrultusunda yapılması gerekmektedir. Ölçüm noktaları, malzeme özellikleri, ortam koşulları ve süre, deneysel çalışma ile aynı olacak şekilde benzetim çalışmaları yapılmıştır. Buna göre, benzetim süreci aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir:

- Duvar tiplerinin tanımı ve konum bilgisi: Şekil 5.3, Şekil 5.4, Şekil 5.6 ve Şekil 5.8'de gösterilen FM2.2, SAM1.2, SİM1.1, ZM1.2 modelleri için ilgili her bir kesit, ölçüm noktaları tanımlanarak DELPHIN ile bilgisayarlı benzetim çalışması yapılmıştır. Simülasyonlar sabit şartlarda olduğu için konum bilgisinin tanımlanmasının etkisi bulunmamaktadır.
- DELPHIN malzeme özelliklerinin belirlenmesi: Bilgisayarlı benzetim çalışması sonuçları ile sıcak oda deney sonuçlarının karşılaştırılabilmesi için her iki yöntemde kullanılan malzeme özelliklerinin aynı tanımlanması gerekmektedir ki verilerin doğruluğu sağlanabilsin. Bu nedenle, DELPHIN ile yapılacak olan bilgisayarlı benzetim çalışması öncesinde belirlenen duvar tipleri ve bu tiplerin katmanlaşması doğrultusunda malzemeler tespit edilmiştir. Tespit edilen malzemelerin gerekli fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için deneysel çalışmalar yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. 3.3.3 numaralı başlıkta detaylarıyla açıklandığı üzere belirlenen malzeme özellikleri, DELPHIN yazılımına işlenerek düzenlenmiştir. Belirlenen duvar tiplerini oluşturan katmanlar doğrultusunda laboratuvar çalışması ile fiziksel özellikleri tespit edilen malzemeler; sarıçam, kestane, meşe, harman tuğlası, kerpiç, taştır. Bağdadi için kullanılan çıta sarıçam olduğu için sarıçam özellikleri dikkate alınacaktır. Bağdadi için kullanılan sıva, kireç sıva ile aynı olacaktır. Duvar katmanlaşmasındaki kireç sıva ve kerpiç sıva tanımlanması için DELPHIN yazılımının malzeme kütüphanesinden yararlanılmıştır. Çizelge 5.1'de bu çalışma kapsamında kullanılan malzeme özellikleri ve DELPHIN'e işlenirken düzenlenen malzeme bilgileri yer almaktadır.

Çizelge 5.1 : Simülasyon çalışmalarında tanımlanan malzemeler.

Malzeme	Görünür yoğunluk (kg/m^3)	Kılcal su emme katsayısı ($kg/m2s^{1/2}$)	Açık gözeneklilik (m^3/m^3)	Su buharı difüzyon direnç faktörü (-)	Higroskopik sorpsiyon %80 bağıl nemde (m^3/m^3)	Isıl iletkenlik (W/mK)	DELPHIN Kütüphanesinden seçilerek düzenlenen malzeme numarası ve adı
Sarıçam	800.1306	0.0200	0.0376	164.6604	0.0727	0.1823	714 – Pine_ longitudinal (from Saxony)
Meşe	597.7784	0.0628	0.0703	65.7873	0.0750	0.1560	708 – Oak longitudinal (from Saxony)
Kestane	599.8727	0.0885	0.0976	60.5147	0.0738	0.2082	708 – Oak longitudinal (from Saxony)
Taş	2413.9096	0.0207	0.0159	298.9307	0.0006	2.1892	463 – Granite boulder
Harman tuğlası	1655.5502	2.9999	0.2956	16.5792	0.0010	ölçülemedi	686 - Brick
Kerpiç tuğla	1619.8099	-	-	17.2425	0.0141	0.1290	791 – Loam brick green
Kireç sıva	1800	0.13	0.3017	12	0.0110653	0.82	148 - Lime plaster (historical)
Kerpiç sıva	1567.78	0.175662	0.408387	11.3684	0.0386366	0.5815	128 – Clay mortar (historical)

- Dış ortam ve iç ortam koşullarının tanımlanması: Deney ve simülasyon sonuçlarının karşılaştırılabilmesi için simülasyonlar deney koşullarıyla aynı olacak şekilde sabit ortam koşullarına göre tanımlanmıştır. Buna göre, iç ortam 20°C %50 bağıl nem, dış ortam 0°C %50 bağıl nem olarak ayarlanmıştır. Duvar örneklerinin oryantasyonu kuzey yönü olarak düzenlenmiştir. Güney ve batı yönlerinde duvarlara yağmur ve güneş radyasyonunun etkisi, karşılaştırma çalışmaları için karmaşık etkilere neden olmaktadır (Borderon et al. 2016). Bu etkilerin ortadan kalkması nedeniyle duvar düzeneğinin kuzeye baktığı varsayılmaktadır.

- Sayısal ağ tanımlaması: Bilgisayar benzetimi ile modellenen duvarların katmanlarındaki farklılaşma ve sayısal ağ oluşumu için belirlenen X ve Y eksenlerindeki ağ sayısındaki değişim ve uzatma/esnetme katsayısı (stretch factor), benzetim sonucunda elde edilecek verileri ve benzetim süresini etkilemektedir. Ağ oluşumu için X ve Y eksenlerinde belirlenen doğrular üzerinde grid oluşturulmaktadır. Uzatma/esnetme katsayısı ile ifade edilen ise; gridi oluşturan bitişik iki elemanın ölçülerinin birbirine oranıdır ya da diğer bir anlamı ile gridi oluşturan elemanın sınırda ya da malzemenin ara yüzündeki minimum derinliği/yüksekliğidir (Url-1). Bu durum dikkate alınarak, sayısal ağ oluşumu için belirlenmesi istenen minimum ve maksimum ağ boyutu, uzatma/esnetme katsayısı ile ilgili ön kontrol çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalardan birinde, FM2.2 olarak isimlendirilen duvar tipinin A-A kesiti için 5 farklı sayısal ağ oluşumu denenmiştir. Yapılan simülasyonlarda iç ortam koşulları 20ºC ve %50 bağıl nem, dış ortam koşulları sabit şartlar altında 0ºC ve %70 bağıl nem ve başlangıç koşulları 20ºC ve %50 bağıl nem olarak 21.03.2008 –21.03.2010 tarihleri arasında 2 yılı kapsayan şekilde belirlenen kriterler aynı olmak şartıyla bilgisayarlı benzetim çalışmaları yapılmıştır. DELPHIN eğitim kılavuzunda iki boyutlu çalışmalar için gridi oluşturan minimum eleman boyutu 1 mm, maksimum eleman boyutu 50 mm uygun olduğunu belirterek uzun süren simülasyonları önlemek için uzatma/esnetme katsayısının 1.5'ten büyük olmaması tavsiye edilmiştir (Url-1). Bu tavsiye dikkate alınarak denemelerdeki değerlerin belirlenmesine özen gösterilmiştir. Yapılan bu çalışmalardan elde edilen veriler ve karşılaştırma kriterleri Çizelge 5.2'de gösterilmektedir. Elde edilen veriler ve DELPHIN kılavuzunda tavsiye edilen değerler dikkate alındığında, sonuçlar birbirine yakın çıkmış; uzun süren simülasyonları önlemek adına bu çalışma kapsamında yapılacak tüm benzetim çalışmalarında Deneme 1 için belirlenen sayısal ağ değerlerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Buna göre, kullanılan değerler Deneme 1'de olduğu gibi; sayısal ağ için belirlenen minimum eleman boyutu 1 mm, maksimum eleman boyutu 50 mm, uzatma/esnetme katsayısı 1.6'dır.

Çizelge 5.2 : Sayısal ağ tanımlaması deneme çalışması verileri.

	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik katsayısı (W/mK)	Minimum eleman boyutu (mm)	Maksimum eleman boyutu (mm)	Uzatma/ Esnetme katsayısı	Benzetim süresi (dk)
Deneme 1	**2.13622**	**60.2337**	**0.204604**	**1**	**50**	**1.6**	**~5**
Deneme 2	2.1371	60.2299	0.204603	1	10	1.3	~12
Deneme 3	2.13716	60.2296	0.204603	1	10	1.6	~7
Deneme 4	2.13243	60.2485	0.204609	0.5	10	1.3	~30
Deneme 5	2.1325	60.2482	0.204609	0.5	10	1.6	~14

- Başlangıç koşulları: DELPHIN başlangıç koşulu değerleri default olarak 20ºC ve bağıl nem %50 olarak tanımlanmıştır. Yapılan tüm simülasyonlarda bu değerler başlangıç koşulu değerleri olarak kullanılmıştır. Yapılan simülasyonlarda yer çekimi dikkate alınmış, %95 nemin üzerinde default olarak yoğuşma olduğu kabul edilmiştir. Sonuç veriler, sıcak oda ve DELPHIN karşılaştırma çalışması için saatlik; iklim dosyaları kullanılarak yapılan çalışmalarda ise günlük olarak elde edilmiştir.

- Benzetim süreci: Benzetim süresi ise her bir numune için mahfazalı sıcak oda deney süresi ile aynı olacak şekilde tanımlanmıştır.

5.2.3 Karşılaştırmalı sonuçların değerlendirilmesi

Aynı şartlar altında gerçekleştirilen mahfazalı sıcak oda ve DELPHIN bilgisayarlı benzetim çalışmalarının sonuçlarına ilişkin bilgiler, Çizelge 5.3'te gösterilmektedir. Buna göre, mahfazalı sıcak oda ile ölçülen U Değeri ve DELPHIN yazılımı ile yapılan bilgisayarlı benzetim çalışmasından elde edilen ısıl iletkenlik katsayısı değerinin TS825'e göre hesaplan U Değeri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalarda, mahfazalı sıcak oda ölçümü ile DELPHIN simülasyon çalışması verileri arasındaki en az fark, FM2.2'de -%11.07 olarak hesaplanmıştır. Buradaki "–" ifadesi, DELPHIN verisinin sıcak oda verisinden eksik olduğunu ifade etmektedir. SAM1.2 için %71.35, SİM1.1 için -%33.23, ZM1.2 için ise bu farkın -%40.05 olduğu görülmektedir. FM2.2 ve SİM 1.1'de sonuçların birbirine yakın olmasında dış yüzeyin sıvasız olması ve duvar katmanlaşmasında farklılaşmanın az olmasının neden olduğu öngörülmektedir. Bu sonuçlar çerçevesinde; duvar kalınlığı ve malzeme farklılığı arttıkça, ölçülen ve hesaplanan değerler arasındaki farkın arttığı hatta 4 farklı duvar katmanından oluşan

SAM1.2 için bu farkın %100'e yaklaştığı sonucuna varılmaktadır. Bunun nedeninin inşa edilen duvarlarda işçilik hatasından kaynaklı durumların söz konusu olması ve çok sayıda farklı malzemenin bir araya gelmesinden kaynaklı olduğu değerlendirilmektedir. İşçilik hatası ile kastedilen şudur; DELPHIN'de modellenen duvarların hatasız olduğu kabul edilmektedir ancak deneysel çalışmada inşa edilen duvar modellerinde işçiliğe bağlı hatalar söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle, sonuçlar arasında farklılık olduğu öngörülmektedir.

Çizelge 5.3 : Mahfazalı sıcak oda deneyleri ve DELPHIN sonuçları.

	FM2.2		SAM1.2		SİM1.1		ZM1.2	
Mahfazalı Sıcak Oda Ölçüm Sonucu: U Değeri (W/m^2K)	1.580		1.410		1.790		1.790	
DELPHIN Simülasyon Sonucu: Isıl İletkenlik Katsayısı (W/mK)	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C	0.24 0.24 0.24	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C Kesit D-D	0.82 0.82 0.82 0.82	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C Kesit D-D Kesit E-E	0.21 0.21 0.21 0.21 0.21	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C Kesit D-D	0.21 0.21 0.21 0.21
DELPHIN Simülasyon Sonucu: U Değeri (W/m^2K)	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C	1.41 1.41 1.41	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C Kesit D-D	2.42 2.42 2.42 2.42	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C Kesit D-D Kesit E-E	1.20 1.20 1.20 1.20 1.20	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C Kesit D-D	1.07 1.07 1.07 1.07
U Değeri Farkı (W/m^2K)	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C	-0.17 -0.17 -0.17	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C Kesit D-D	1.01 1.01 1.01 1.01	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C Kesit D-D Kesit E-E	-0.59 -0.59 -0.59 -0.59 -0.59	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C Kesit D-D	-0.72 -0.72 -0.72 -0.72
U Değeri Farkı (%)	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C	-%11.07 -%11.07 -%11.07	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C Kesit D-D	%71.35 %71.35 %71.35 %71.35	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C Kesit D-D Kesit E-E	-%33.23 -%33.23 -%33.23 -%33.23 -%33.23	Kesit A-A Kesit B-B Kesit C-C Kesit D-D	-%40.05 -%40.05 -%40.05 -%40.05
Deney/ Simülasyon Süresi (saat)	90		116		143		163	

*Simülasyon değerleri için virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır.

Buna ek olarak, hem mahfazalı sıcak oda hem de DELPHIN simülasyon sonuçlarına bakıldığında; 4 duvar örneğinin de TS825'te tavsiye edilen U Değerine uygun olmadığı görülmektedir. Duvar örneklerinin yer aldığı iller olarak belirlenen Eskişehir, İstanbul, Karabük ve Rize illerinde dış duvarlar için belirlenen U değerleri şu şekildedir; 2. derece gün bölgesi olarak ifade edilen İstanbul ve Rize için 0,57

W/m^2K, 3. derece gün bölgesi olarak ifade edilen Eskişehir ve Karabük için 0,48 W/m^2K'dir (TSE, 2013). Bu durumda, bu duvar örneklerinin U Değerlerinin TS825'te tavsiye edilen değerler dikkate alınarak iyileştirilmesi gerekliliği söz konusudur. Duvar örneklerinin tarihi, kültürel, mimari ve sosyal değerleri göz önünde bulundurulduğunda; bu iyileştirmenin gerçekleştirilmesi için kapsamlı çalışmaların yapılması elzemdir. Bu konu, bu çalışmanın kapsamı dışındadır. Bu nedenle detaylı bir öneri yapılamamakla birlikte; duvar örneklerinin dış yüzeylerindeki özgün doku nedeniyle iyileştirme çalışmalarında iç yüzeylerin değerlendirilmesi, mümkün olduğunca duvarın yapısında zarar vermeyen doğal içerikli malzemelerle ve en az müdahaleyle çözülmesinin doğru olacağı görüşünün yapılabilecek bundan sonraki çalışmalar için katkı sunacağı düşünülmektedir.

Aynı şartlar altında gerçekleştirilen mahfazalı sıcak oda ve DELPHIN bilgisayarlı benzetim çalışmalarının sonuçlarına ilişkin Çizelge 5.4'te sıcaklık verileri yer almaktadır. Soğuk tarafta FM2.2 2 numara ve SAM1.2 4 numaralı ölçüm noktalarında ölçüm gerçekleştirilememiştir.

Duvar numunesinin hem dikey hem de yatay eksende değişen malzemelerin bir araya geldiği yerler ve etkileşim noktaları olması gerekçesiyle; aynı malzemelerin sıcaklık değerlerini farklı ölçüm noktalarında incelemenin daha doğru olabileceği değerlendirilmiştir. Buna göre; farklı malzemelerin bir araya geldiği yerler ve etkileşimleri açısından ölçüm noktalarına ait sonuçlar, gruplandırılarak ele alınmıştır.

Çizelge 5.4 : Sıcaklık değerleri sonuçları.

Duvar tipi	Ölçüm Noktası	Mahfazalı sıcak oda değeri (°C) Sıcak taraf	DELPHIN benzetim değeri (°C) Sıcak taraf	Fark	Fark %)	Mahfazalı sıcak oda değeri (°C) Soğuk taraf	DELPHIN benzetim değeri (°C) Soğuk taraf	Fark	Fark %)
FM2.2	1	15.48	14.29*	-1.19	-7.69	2.05	2.07*	0.02	0.98
	2	20.18	12.31*	-7.87	-39.00	ölçülemedi	4.08*	-	-
	3	16.12	12.78*	-3.34	-20.72	1.89	2.56*	0.67	35.45
	4	14.90	12.09*	-2.81	-18.86	2.63	4.16*	1.53	58.17
			12.15**	-2.75	-18.46		4.15**	1.52	57.79
	5	14.68	12.15**	-2.53	-17.23	3.45	4.15**	0.7	20.29
	6	14.64	12.15**	-2.49	-17.01	3.99	4.15**	0.16	4.01
	7	16.16	16.25***	0.09	0.56	1.85	1.74***	-0.11	-5.95
	8	15.38	14.20*	-1.18	-7.67	1.83	2.15*	0.32	17.49
			16.25***	0.87	5.66		1.74***	-0.09	-4.92
	9	15.97	16.25***	0.28	1.75	2.20	1.74***	-0.46	-20.91
SAM1.2	1	15.73	17.77*	2.04	12.97	0.95	1.06*	0.11	11.58
	2	17.67	17.28*	-0.39	-2.21	1.95	1.24*	-0.71	-36.41
	3	15.62	17.74*	2.12	13.57	2.77	1.08*	-1.69	-61.01
	4	15.51	17.77*	2.26	14.57	ölçülemedi	1.06*	-	-
			17.78**	2.27	14.64		1.05**		
	5	17.09	17.36*	0.27	1.58	0.86	1.2*	0.34	39.53
			17.10***	0.01	0.06		1.37***	0.51	59.30
	6	15.83	17.78**	1.95	12.32	2.72	1.05**	-1.67	-61.40
	7	15.42	17.76**	2.34	15.18	2.69	1.06**	-1.63	-60.59
	8	17.1	17.2**	0.1	0.58	2.48	1.28**	-1.2	-48.39
	9	15.62	17.77*	2.15	13.76	2.90	1.06*	-1.84	-63.45
			1.78****	2.16	13.83		1.05****	-1.85	-63.79
SİM1.1	1	19.86	13.1*	-6.76	-34.04	0.65	3.3*	2.65	407.69
	2	16.06	15.42*	-0.64	-3.99	1.75	1.46*	-0.29	-16.57
			16.16**	0.1	0.62		1.43**	-0.32	-18.29
	3	14.71	13.14*	-1.57	-10.67	2.93	3.3*	0.37	12.63
	4	20.51	15.63*	-4.88	-23.79	2.25	1.56*	-0.69	-30.67
			16.76***	-3.75	-18.28		1.52***	-0.73	-32.44
	5	17.26	16.76*	-0.5	-2.90	1.23	1.51*	0.28	22.76
			14.83****	-2.43	-14.08		1.58****	0.35	28.46
	6	15.51	12.98**	-2.53	-16.31	3.33	3.3**	-0.03	-0.90
			13.04*****	-2.47	-15.93		3.3*****	-0.03	-0.90
	7	14.97	12.98**	-1.99	-13.29	3.21	3.3**	0.09	2.80
	8	15.07	12.95****	-2.12	-14.07	3.9	3.29****	-0.61	-15.64
			12.96*****	-2.11	-14.00		3.29*****	-0.61	-15.64
	9	14.97	12.95****	-2.02	-13.49	1.98	3.29****	1.31	66.16
ZM1.2	1	16.65	17.8*	1.15	6.91	2.37	1.21*	-1.16	-48.95
	2	14.51	19.95*	5.44	37.49	2.48	0.003*	-2.477	-99.88
			19.63**	5.12	35.29		0.1**	-2.38	-95.97
	3	15.81	18.76*	2.95	18.66	1.14	0.85*	-0.29	-25.44
			17.28***	1.47	9.30		1.27***	0.13	11.40
	4	15.94	19.98*	4.04	25.35	1.95	0.002*	-1.948	-99.90
			19.63****	3.69	23.15		0.1****	-1.85	-94.87
	5	16.39	17.58**	1.19	7.26	1.8	1.26**	-0.54	-30.00
	6	15.12	19.78**	4.66	30.82	2.86	0.02**	-2.84	-99.30
	7	14.64	20**	5.36	36.61	2.38	0.002**	-2.378	-99.92
	8	14.44	20****	5.56	38.50	1.71	0.001****	-1.709	-99.94
	9	16.2	20****	3.8	23.46	3.21	0.002****	-3.208	-99.94

*Kesit A-A, **Kesit B-B, ***Kesit C-C, ****Kesit D-D, *****Kesit E-E.

FM2.2 isimli duvar örneği verileri 3 grupta değerlendirilmiştir. Birinci grup 1 ve 8; ikinci grup 2, 4, 5, 6 ve üçüncü grup 3, 7, 9'dur. Birinci grupta yer alan 1 ve 8 numaralı ölçüm noktaları, diyagonal ahşap elemanlar arasında yer alan dikmeler üzerinde, 2, 4, 5, 6 numaralı ölçüm noktaları taş dolgu üzerinde, 3, 7, 9 numaralı ölçüm noktaları ise taş dolgu arasında kalan dikmeler üzerindedir. 1 ve 8 numaraları noktalarda ölçülen ve simüle edilen değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. 1 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta -%7.69, soğuk tarafta %0.98 iken; 8 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta (Kesit A-A'da) -%7.67, (Kesit C-C'de) %5.66; soğuk tarafta ise (Kesit A-A'da) %17.49, (Kesit C-C'de) -%4.92'dir. 2, 4, 5, 6 numaralı ölçüm noktalarında ise değerler arasındaki fark, 2 numaralı nokta haricinde, sıcak tarafta -%17-19 arasında iken 2 numaralı noktada bu farkın -%39.00'a çıktığı görülmektedir. Soğuk tarafta ise, 2 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark -%80.20; 4 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark %57-58 arasında; 5 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark %20.29; 6 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark %4.01'dir. 3 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta -% -20.72, soğuk tarafta %35.45; 7 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %0.56, soğuk tarafta -%5.95; 9 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %1.75, soğuk tarafta -%20.91'dir. Bu veriler dikkate alındığında, sıcak tarafta ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki farkın, özellikle ahşap olan kısımlarda soğuk tarafa kıyasla daha az olduğu görülmektedir. Buna karşın, duvar örneğinde taş olan kısımlarda ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark, soğuk tarafta birçok noktada %50'den fazladır. Taş malzemelerin arasında malzemenin formundan dolayı boşluk kalmış olması ihtimali ve bu boşluklardan ısı geçişi olabileceği öngörülmektedir. İç yüzeyde bağdadi nedeniyle boşluksuz bir yüzey olması, bu durumun etkilerini değerler dikkate alındığında daha aza indiği görülmektedir. Yanı sıra, işçilikten kaynaklı sorunların olabileceği de ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki farkın artmasına neden olabilecek durumlardandır. Zira, simülasyon çalışmalarında bu durum göz ardı edilmektedir.

SAM1.2 isimli duvar örneği verileri 2 grupta değerlendirilmiştir. Birinci grup 2, 5, 8; ikinci grup 1, 3, 4, 6, 7, 9'dur. Birinci grupta yer alan 2, 5 ve 8 numaralı ölçüm noktaları ahşap elemanlar üzerinde; 1, 3, 4, 6, 7, 9 numaralı ölçüm noktaları kerpiç dolgu üzerindedir. 2, 5, 8 numaralı noktalarda ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki farkın sıcak tarafta maksimum -%2 olduğu, soğuk tarafta ise bu farkın arttığı ancak diğer ölçüm noktalarına kıyasla (1 numaralı nokta hariç) daha az olduğu görülmektedir. 2 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta -% 2.21, soğuk tarafta -%36.41 iken; 5 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta (Kesit A-A'da) %1.58, (Kesit C-C'de) %0.06; soğuk tarafta ise (Kesit A-A'da) %39.53, (Kesit C-C'de) %59.30; 8 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %0.58, soğuk tarafta -%48.39'dur. İkinci grupta değerlendirilen 1, 3, 4, 6, 7, 9 numaralı noktalarda ölçülen değerler arasındaki fark %12-15 arasında, soğuk tarafta ise bu farkın 1 numaralı nokta hariç oldukça arttığı görülmektedir. 1 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %12.97, soğuk tarafta %11.58 iken; 3 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %13.57, soğuk tarafta -%61.01; 4 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta (Kesit A-A'da) %14.57, (Kesit B-B'de) %14.64, soğuk tarafta ise mahfazalı sıcak oda ölçümleri gerçekleştirilemediği için karşılaştırma yapılamamış; 6 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %12.32, soğuk tarafta -%61.40 iken; 7 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %15.18, soğuk tarafta -%60.59; 9 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta (Kesit A-A'da) %13.76, (Kesit D-D'de) %13.83; soğuk tarafta ise (Kesit A-A'da) -%63.45, (Kesit D-D'de) -%63.79'dur. Bu veriler değerlendirildiğinde, sıcak tarafta ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki farkın, özellikle ahşap olan kısımlarda soğuk tarafa kıyasla göz ardı edilebilecek kadar az olduğu görülmektedir. Buna karşın, duvar örneğinde kerpiç olan kısımlarda ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %12-15 arasında iken, soğuk tarafta bu farkın -%60'dan fazla olduğu noktalar bulunmaktadır. Bu durumun nedeninin soğuk taraftaki duvar katmanlaşması olduğu öngörülmektedir. Soğuk tarafta, kerpiç sıva ve kireç sıvadan oluşan iki farklı malzemenin bir araya gelmesi nedeniyle malzemelerin birbirleriyle olan etkileşiminin farkın bu kadar fazla olmasına neden olabileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca, bir önceki örnekte olduğu gibi, simülasyon

çalışmalarında göz ardı edilen işçilikten kaynaklı sorunların olabileceği de ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki farkın artmasına neden olabilecek durumlardandır.

SİM1.1 isimli duvar örneği verileri 2 grupta değerlendirilmiştir. Birinci grup, ahşap elemanlar üzerinde 2, 4, 5 numaralı noktalar; ikinci grup, tuğla dolgu üzerinde bulunan 1, 3, 6, 7, 8, 9'dur. 2, 4, 5 numaralı değerler incelendiğinde, 4 numaralı nokta haricinde, soğuk tarafta farklar artış gösterse de sıcak tarafta değerler arasındaki farkın maksimum %4 olduğu görülmektedir. 4 numaralı noktadaki farklılığın, noktanın bir tarafında yatayda bir ahşap eleman bulunurken diğer tarafta tuğla dolgu olması kaynaklı olduğu öngörülmektedir. Farklı bu iki malzeme arasında yer alan 4 numaralı noktanın bu durumdan etkilendiği değerlendirilmektedir. 2 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta (Kesit A-A'da) -%3.99, (Kesit B-B'de) %0.62, soğuk tarafta (Kesit A-A'da) -%16.57, (Kesit B-B'de) -%18.29; 4 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta (Kesit A-A'da) -%23.79, (Kesit C-C'de) -%18.28, soğuk tarafta (Kesit A-A'da) -%30.67, (Kesit C-C'de) -%32.44, 5 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta (Kesit A-A'da) -%2.90, (Kesit D-D'de) -%14.08, soğuk tarafta (Kesit A-A'da) %22.76, (Kesit D-D'de) %28.46'dır. 1 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta -%34.04, soğuk tarafta %407.69 iken; 3 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta -%10.67, soğuk tarafta %12.63; 6 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta (Kesit B-B'de) -%16.31, (Kesit E-E'de) -%15.93, soğuk tarafta (Kesit B-B'de) -%0.90, (Kesit E-E'de) -%0.90; 7 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta -%13.29, soğuk tarafta %2.80; 8 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta (Kesit D-D'de) -%14.07, (Kesit E-E'de) -%14.00; soğuk tarafta ise (Kesit D-D'de) -%15.64, (Kesit E-E'de) -%15.64; 9 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta -%13.49, soğuk tarafta -%66.16'dır. 1 numaralı noktada soğuk tarafta değerler arasındaki farkın %400'ü aşmasının nedeni olarak, tuğlalar arasındaki harç ile ilgili bir problem olduğu değerlendirilmekte, bundan kaynaklı bir hata olduğu kabul edilmektedir. Aynı durumun 9 numaralı nokta için de söz konusu olduğu öngörülmektedir. Buna karşın, 6 ve 7 numaralı noktalarda soğuk tarafta değerler arasındaki fark ihmal edilebilecek kadar düşüktür. İşçilik ile ilgili etkenin bu duvar örneği için de geçerli olduğu sonucuna varılmaktadır.

ZM1.2 isimli duvar örneği verileri 3 grupta değerlendirilmiştir. Birinci grup ahşap elemanlar üzerinde 1, 3, 5 numaralı noktalar; ikinci grup boşluk üzerinde ahşap elemanlara yakın noktalarda boşluğa denk gelen 2, 4, 6 numaralı noktalar; üçüncü grup ise boşluğa denk gelen ahşap elemanlara ikinci gruptaki noktalara kıyasla daha uzakta yer alan 7, 8, 9'dur. 1, 3, 5 numaralı değerler incelendiğinde soğuk tarafta farklar artış göstermesine karşın sıcak tarafta değerler arasındaki fark %7-19 arasındadır. 1 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %6.91, soğuk tarafta -%48.95; 3 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta (Kesit A-A'da) %18.66, (Kesit C-C'de) %9.30, soğuk tarafta (Kesit A-A'da) -%25.44, (Kesit C-C'de) %11.40; 5 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %7.26, soğuk tarafta -%30.00'dur. 2 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta (Kesit A-A'da) %37.49, (Kesit B-B'de) %35.29, soğuk tarafta (Kesit A-A'da) -%99.88, (Kesit B-B'de) -%95.97; 4 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta (Kesit A-A'da) %25.35, (Kesit D-D'de) %23.15, soğuk tarafta (Kesit A-A'da) -%99.90, (Kesit D-D'de) -%94.87; 6 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %30.82, soğuk tarafta -%99.30'dur. 7 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %36.61, soğuk tarafta -%99.92; 8 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %38.50, soğuk tarafta -%99.94; 9 numaralı noktada ölçülen ve simüle edilen değerler arasındaki fark sıcak tarafta %23.46, soğuk tarafta -%99.94'tür. Bu veriler dikkate alındığında, değerler arasındaki farkların hem sıcak hem soğuk tarafta en az olduğu noktaların ahşap üzerindeki noktalar olduğu, buna karşın boşluğa denk gelen noktalarda değerler arasındaki farkın hem sıcak hem soğuk tarafta fazla olduğu görülmektedir. Bu durumda, boşluklu yapının ısı hareketi üzerinde önemli rol oynadığını söylemek mümkündür. Ayrıca, soğuk tarafta bu noktalarda değerler arasındaki fark %100'e yakındır. Soğuk tarafta duvarın yüzeyindeki ahşap kaplama malzemelerinin arasında az da olsa malzeme ve işçilik kaynaklı boşluğun bu farkın oluşmasında rol oynadığı öngörülmektedir.

Her 4 örnekte ortak olarak ahşap üzerindeki noktalarda değerler arasındaki farkın en az olduğu, farklı malzemelerin bir araya geldiği noktalarda farklılaşmanın ısı hareketi üzerinde etkili rol oynadıkları ve işçilik kaynaklı etkilerin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

5.3 İklim Verileri ile DELPHIN Bilgisayarlı Benzetim Çalışmaları

Vaka çalışmasının ilk aşamasında mahfazalı sıcak oda ve DELPHIN simülasyon çalışması sonuçları incelenip karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma çalışması için DELPHIN simülasyonları mahfazalı sıcak oda deney şartlarıyla aynıdır. Bu nedenle, DELPHIN simülasyon çalışmaları sabit ortam koşullarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bu aşamasında, belirlenen duvar modellerinin daha önce Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4, Şekil 5.5, Şekil 5.6, Şekil 5.7, Şekil 5.8, Şekil 5.9'da gösterilen her bir kesiti için, her ilin kendi iklim veri dosyaları kullanılarak dinamik koşullar altında analizi yapılmıştır. Bu analizler kapsamında yapılan simülasyon çalışmalarının süreçleri aşağıdaki gibidir:

- Duvar tiplerinin tanımı ve konum bilgisi: Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4, Şekil 5.5, Şekil 5.6, Şekil 5.7, Şekil 5.8, Şekil 5.9 gösterilen FM1.1, FM1.2, FM2.1, FM2.2, SAM1.1, SAM1.2, SAM2.1, SAM2.2, SİM1.1, SİM1.2, SİM2.1, SİM2.2, ZM1.1, ZM1.2, ZM2.1 ve ZM2.2 modelleri için ilgili her bir kesitin DELPHIN ile simülasyon çalışması yapılmıştır. Simülasyonlar dinamik koşullar altında olduğu için FM1.1, FM1.2, FM2.1, FM2.2 Rize iklim dosyası; SAM1.1, SAM1.2, SAM2.1, SAM2.2 Karabük iklim dosyası; SİM1.1, SİM1.2, SİM2.1, SİM2.2 Eskişehir; ZM1.1, ZM1.2, ZM2.1 ve ZM2.2 İstanbul iklim dosyası ve dosyada yer alan konum bilgileri tanımlanmıştır.

- DELPHIN malzeme özelliklerinin belirlenmesi: Malzeme özellikleri, çalışmanın ilk aşamasında karşılaştırma için yapılan DELPHIN simülasyon çalışması için tanımlanan verilerle aynıdır. Çizelge 5.1'de bu çalışma kapsamında kullanılan malzeme özellikleri ve DELPHIN'de işlenirken düzenlendiği malzeme bilgileri yer almaktadır.

- Dış ortam ve iç ortam koşullarının tanımlanması: Daha önce açıklanan gerekçeler doğrultusunda güneş ışınımının karmaşık etkisini ortadan kaldırmak için bu çalışmada duvar yönü, kuzey olarak seçilmiştir. Duvarların açıları, yataydan geçen kesitlerin modellemelerinde 0º; düşeyde geçen kesitlerin modellemelerinde ise 90º olarak tanımlanmıştır.

İç ortam için 3 farklı sıcaklık ve bağıl nem değeri ile koşullar belirlenmiştir. Bu seçenekler belirlenirken, TS 825'te belirtilen kriterlere göre sıcaklık 19ºC ve %65 bağıl nem; çoğunlukla araştırmalarda kullanılan 20ºC ve %50 bağıl nem; sıcaklık ve bağıl nem değerinin yüksek olduğu durumdaki higrotermal performansı değerlendirmek için 22ºC ve %80 bağıl nem değerleri dikkate alınarak tanımlamalar yapılmıştır.

Dış ortam koşullarının tanımlanması için ilgili veri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden talep edilerek temin edilmiştir. Buna göre, DELPHIN simülasyonu için gerekli iklim dosyası hazırlamak için kullanılan "CCMEditor" isimli programa ilgili veriler düzenlenerek aktarma çalışması yapılmaya çalışılmış ancak programda karşılaşılan bir sorun nedeniyle dosyalar oluşturulamamıştır. Bu nedenle; kullanılan iklim dosyaları, https://climate.onebuilding.org adresinden temin edilmiştir.

- Sayısal ağ tanımlaması: Önceki bölümde açıklandığı üzere, sayısal ağ için belirlenen minimum eleman boyutu 1 mm, maksimum eleman boyutu 50 mm, uzatma/esnetme katsayısı 1.6'dır.

- Başlangıç koşulları: Başlangıç koşulları sabit şartlarda yapılan simülasyon çalışmaları ile aynıdır. Buna göre, başlangıç koşulu değerleri 20ºC ve bağıl nem %50 olarak tanımlanmıştır. Yapılan simülasyonlarda yer çekimi dikkate alınmış, %95 nemin üzerinde default olarak yoğuşma olduğu kabul edilmiştir. Sonuç veriler, günlük olarak elde edilmiştir.

- Benzetim süreci: Simülasyonlar, 01.01.2014 - 01.01.2016 yılları arasında 2 yıllık bir süreyi kapsayacak şekilde yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi için aşağıdaki parametreler dikkate alınarak iki aşamada değerlendirme yapılmıştır:

- Duvarın iç ve dış yüzeyinde belirlenen kritik noktalarda iki yıl boyunca sıcaklık ve bağıl nem değerleri incelenerek bu süre içinde kritik bağıl nem seviyesine ulaşıp ulaşmadığı değerlendirilmiştir. Daha önce literatürdeki çalışmalardaki genel yaklaşım dikkate alınarak, kritik nem seviyesi bağıl

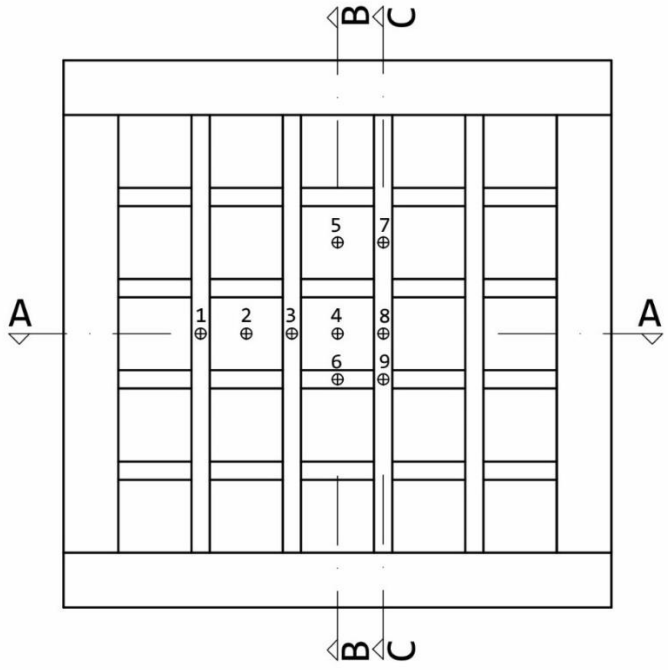
nemin %80 ve üzeri olduğu durumlar kabul edilerek, yoğuşma ve küf ile ilgili sıcaklık değişimlerine bağlı olarak riskler incelenmiştir.

- Duvarın tamamında iki yıl boyunca sıcaklık, bağıl nem ve ısıl iletkenlik değerleri incelenerek meteorolojik kış (1 Aralık - 28 Şubat ‘4 yılda bir 29 Şubat’), ilkbahar (1 Mart - 31 Mayıs), sonbahar (1 Eylül - 30 Kasım) ve yaz (1 Haziran - 31 Ağustos) mevsimlerinin başlangıç ve bitiş günleri (Url-2) için U değeri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, TS825’te tavsiye edilen U değerleri ile karşılaştırılıp değerlendirilmiştir.

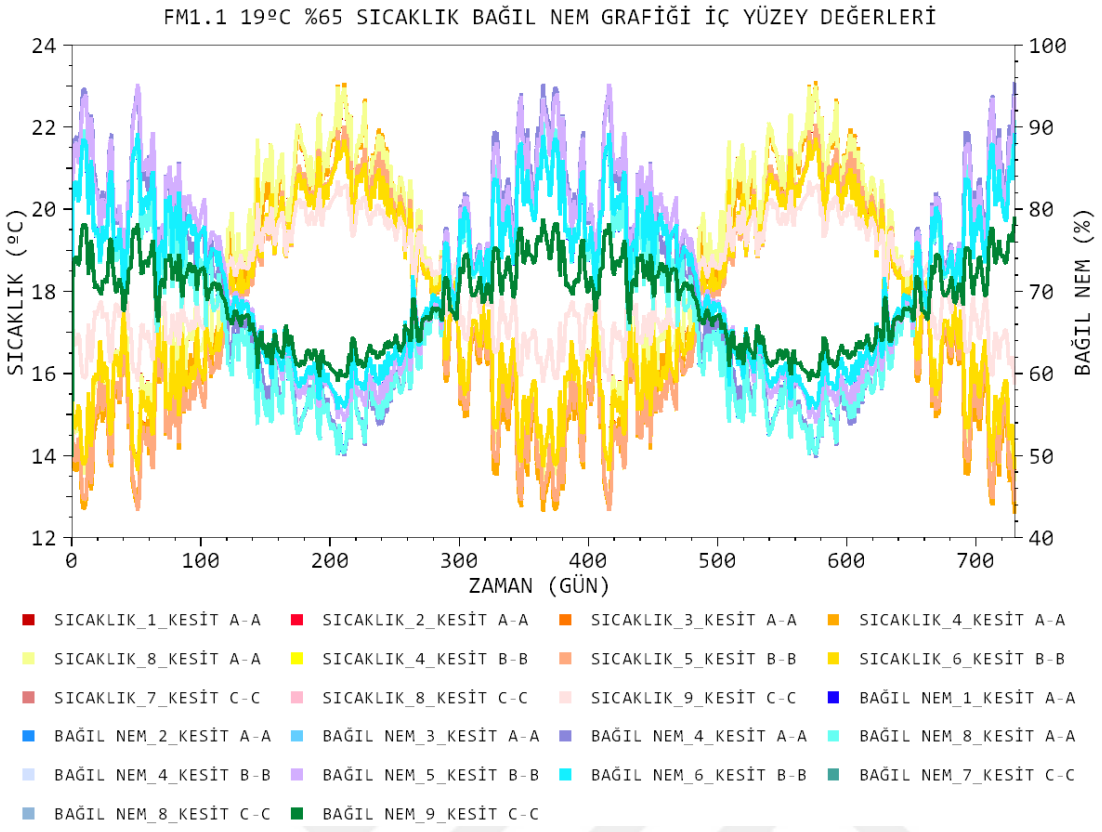
5.3.1 Fındıklı

Önceki bölümde açıklandığı üzere, Fındıklı, Rize için iki farklı duvar tipi ve her bir duvar tipi için 2 farklı katmanlaşma tasarlanmıştır. Buna göre, belirlenen kritik noktalardan geçen kesitler için 2 yıl (01.01.2014 - 01.01.2016) süreyle Rize iklim verileri kullanılarak yapılan simülasyonlar sonucunda sıcaklık ve bağıl nem değerlerine ait veriler elde edilmiştir.

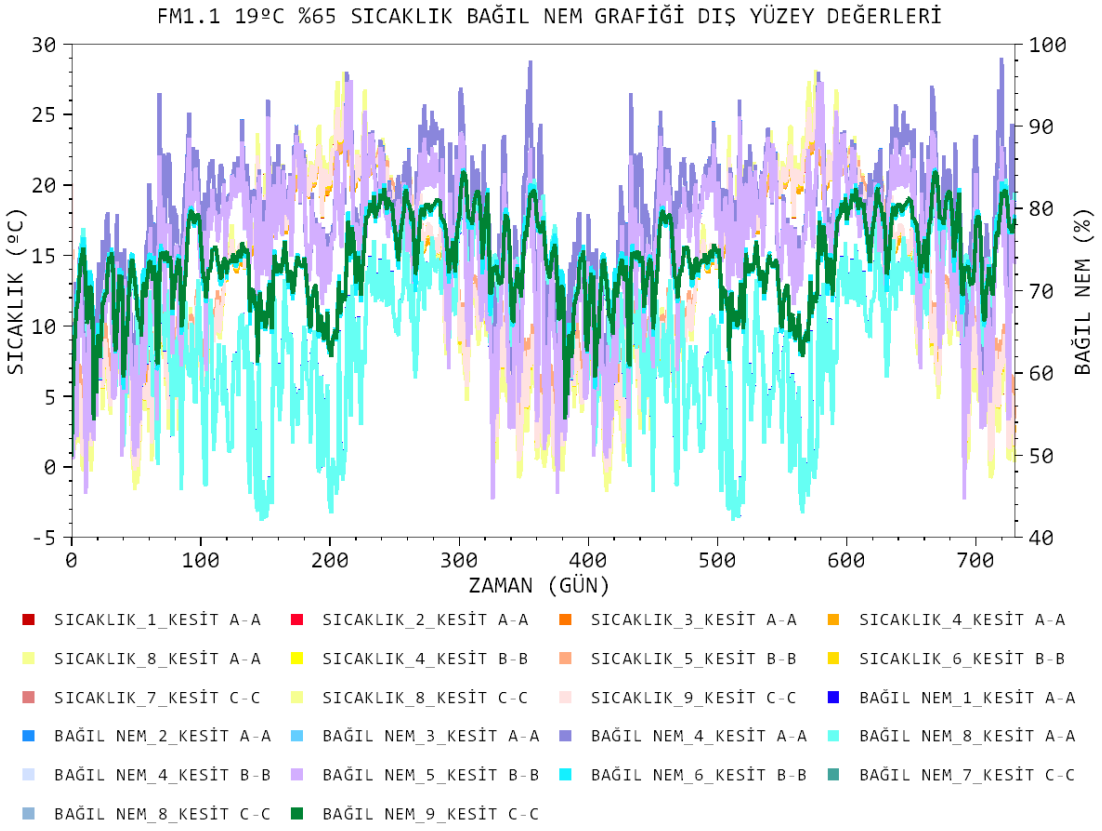
Şekil 5.11’de FM1.1 ve FM1.2 için belirlenen ölçüm noktaları gösterilmektedir.



Şekil 5.11 : FM1.1 ve FM1.2 için belirlenen ölçüm noktaları.



Şekil 5.12 : FM1.1 19 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.



Şekil 5.13 : FM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.12'de FM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.13'te FM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.5'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

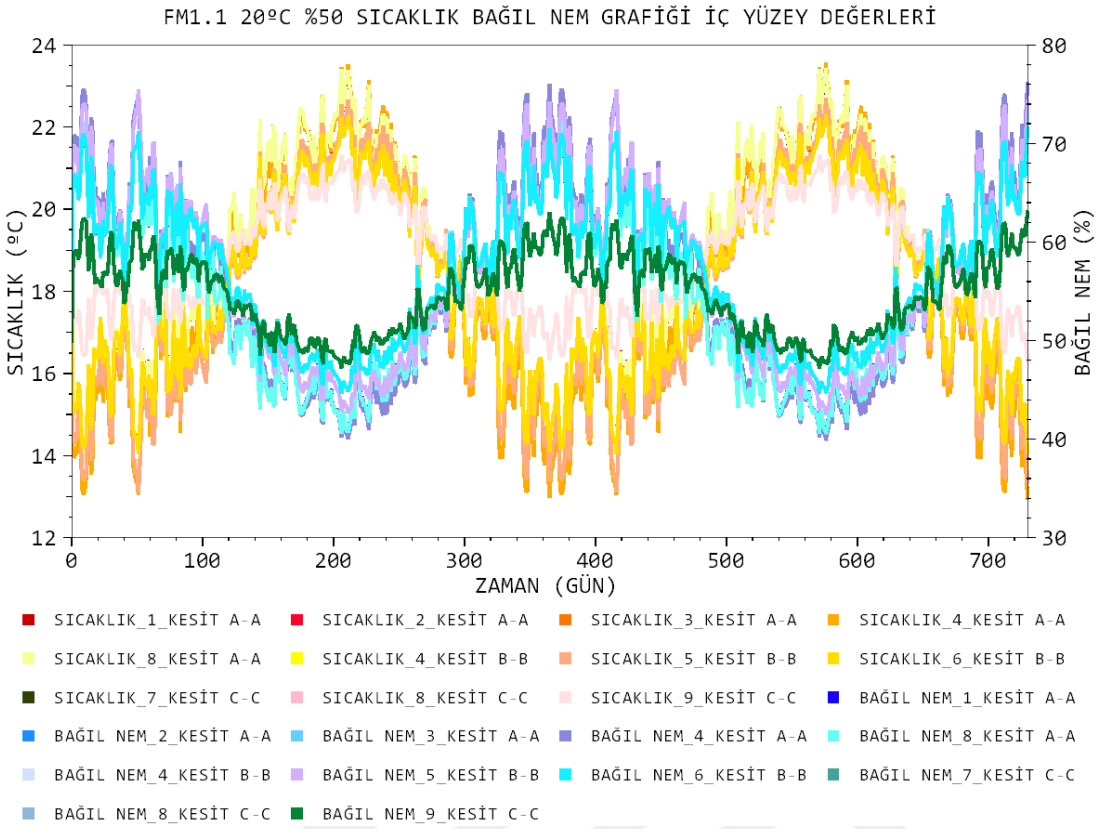
Çizelge 5.5 : FM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey)		Yaz Ayları (İç Yüzey)		Kış Ayları (Dış Yüzey)		Yaz Ayları (Dış Yüzey)	
	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	13-17	70-80	20-22	50-60	-1-11	57-83	16-27	42-75
2 (Kesit A-A)	13-17	80-95	20-23	50-60	1-12	49-98	16-24	70-96
3 (Kesit A-A)	14-17	72-90	19-22	50-64	-1-11	51-83	16-27	42-75
4 (Kesit A-A)	13-16	73-95	19-23	50-63	1-10	49-98	16-24	71-96
4 (Kesit B-B)	13-16	73-95	19-21	55-65	2-12	45-87	16-24	70-95
5 (Kesit B-B)	12-16	75-89	18-22	55-65	2-12	45-87	16-23	70-95
6 (Kesit B-B)	13-17	75-89	19-21	55-65	0-11	54-83	16-25	61-82
7 (Kesit C-C)	15-18	67-78	19-20	59-65	0-11	54-82	16-26	61-82
8 (Kesit A-A)	13-17	72-90	19-22	50-64	13-17	69-90	19-22	50-64
8 (Kesit C-C)	15-18	67-78	19-20	59-65	15-18	67-78	19-20	59-65
9 (Kesit C-C)	15-18	67-78	19-20	59-65	15-18	67-78	19-20	59-65

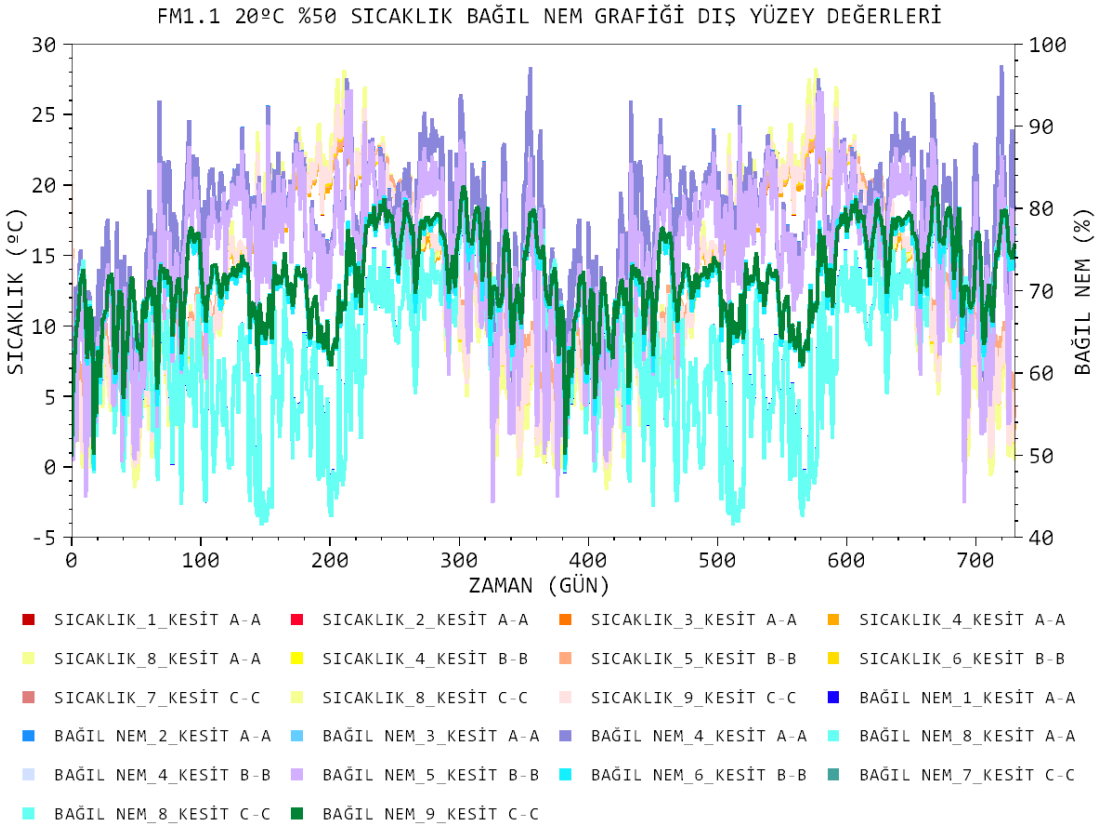
Şekil 5.14'te FM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.15'te FM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.6'da iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.6 : FM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey)		Yaz Ayları (İç Yüzey)		Kış Ayları (Dış Yüzey)		Yaz Ayları (Dış Yüzey)	
	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	14-18	55-72	19-23	40-51	-1-11	47-80	16-28	42-74
2 (Kesit A-A)	13-17	58-75	19-23	40-49	1-12	51-97	16-25	71-92
3 (Kesit A-A)	14-17	55-72	19-23	40-50	-1-12	47-80	16-28	41-74
4 (Kesit A-A)	13-17	58-75	19-23	40-49	1-11	49-97	16-25	70-95
4 (Kesit B-B)	13-17	59-75	19-22	42-50	2-13	44-86	16-24	68-94
5 (Kesit B-B)	13-17	57-75	19-22	42-50	2-13	44-86	16-24	67-94
6 (Kesit B-B)	14-18	55-71	19-22	44-52	0-11	54-79	16-25	60-81
7 (Kesit C-C)	16-18	53-63	19-21	47-52	0-11	50-79	16-26	60-81
8 (Kesit A-A)	13-18	55-72	19-23	40-50	-1-11	47-80	16-28	41-74
8 (Kesit C-C)	16-18	55-62	19-21	47-52	0-11	50-79	16-26	60-81
9 (Kesit C-C)	16-18	53-63	19-21	47-52	0-11	50-79	16-26	60-81

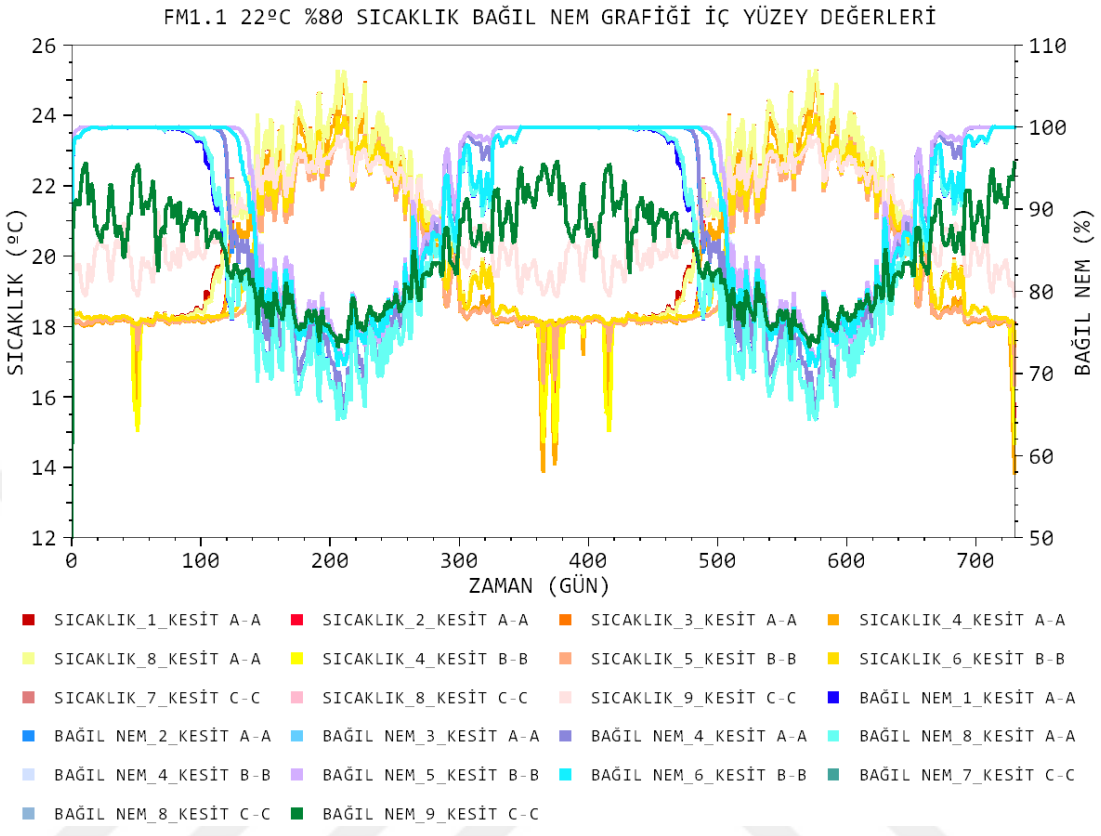


Şekil 5.14 : FM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.



Şekil 5.15 : FM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.16'da FM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

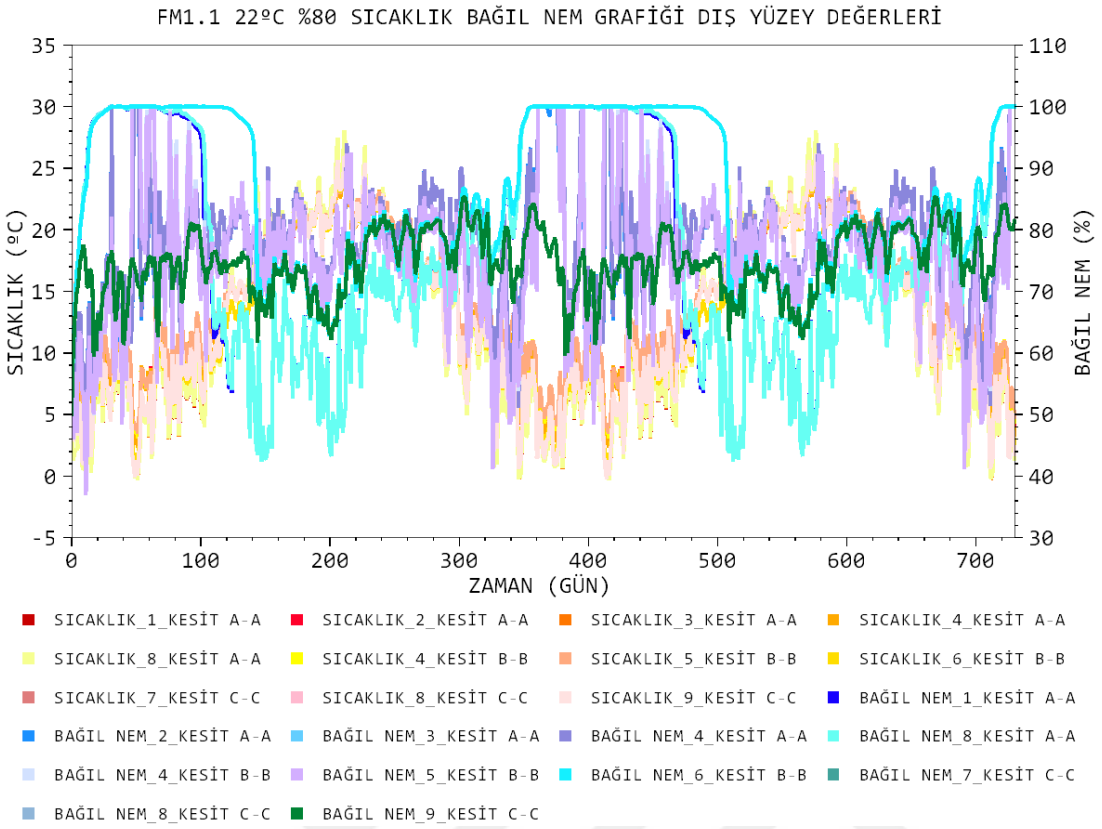


Şekil 5.16 : FM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.17'de FM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.7'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.7 : FM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey)		Yaz Ayları (İç Yüzey)		Kış Ayları (Dış Yüzey)		Yaz Ayları (Dış Yüzey)	
	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	18	96-99	21-25	64-80	0-9	58-99	16-28	43-76
2 (Kesit A-A)	15-18	98-100	21-25	65-82	2-12	49-99	16-25	68-94
3 (Kesit A-A)	18	96-100	21-25	64-80	0-9	58-99	16-28	43-76
4 (Kesit A-A)	13-18	98-100	21-25	65-82	2-12	49-99	16-25	68-94
4 (Kesit B-B)	15-18	98-100	21-24	71-84	3-13	46-99	17-25	65-92
5 (Kesit B-B)	17-18	98-100	20-24	70-84	3-13	44-99	17-25	65-92
6 (Kesit B-B)	17-18	96-100	21-23	70-82	0-10	59-99	16-25	62-83
7 (Kesit C-C)	18-20	84-95	21-23	73-81	0-11	59-84	16-26	62-82
8 (Kesit A-A)	16-18	96-100	21-25	64-80	0-9	58-99	16-28	43-76
8 (Kesit C-C)	18-20	84-95	21-23	73-81	0-11	59-84	16-26	62-82
9 (Kesit C-C)	18-20	84-95	21-23	73-81	0-11	59-84	16-26	62-82

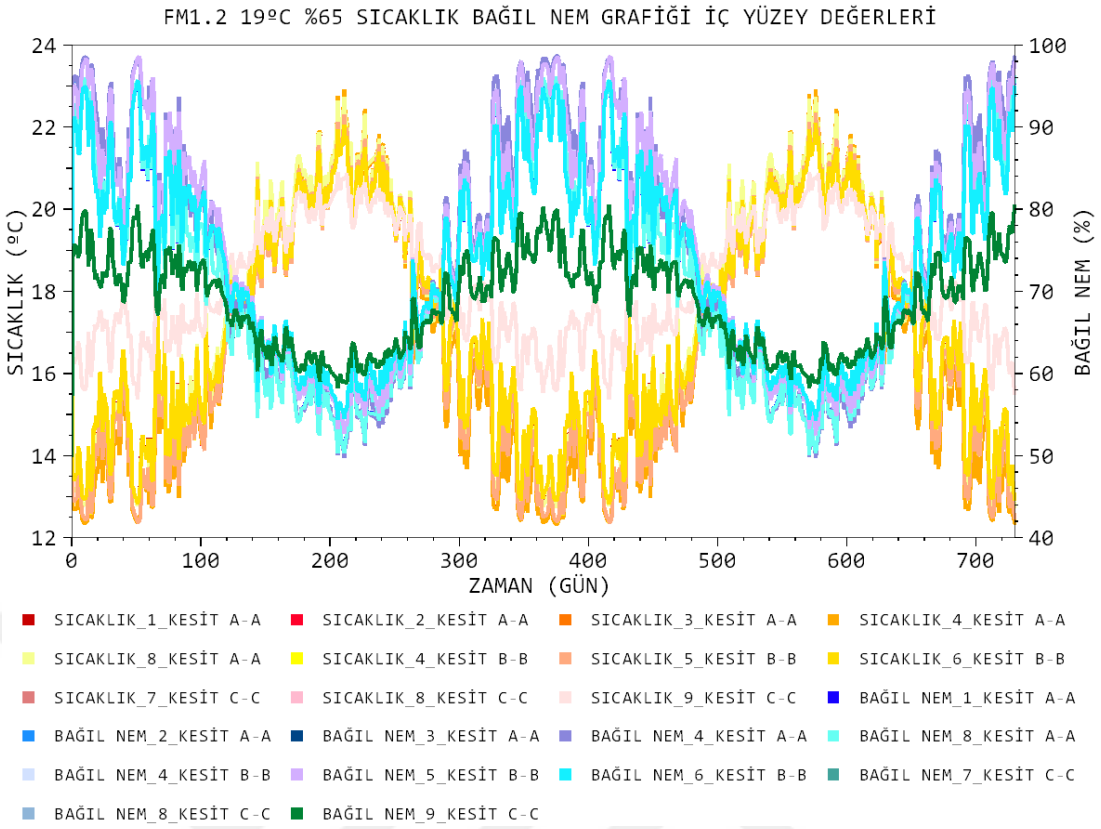


Şekil 5.17 : FM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

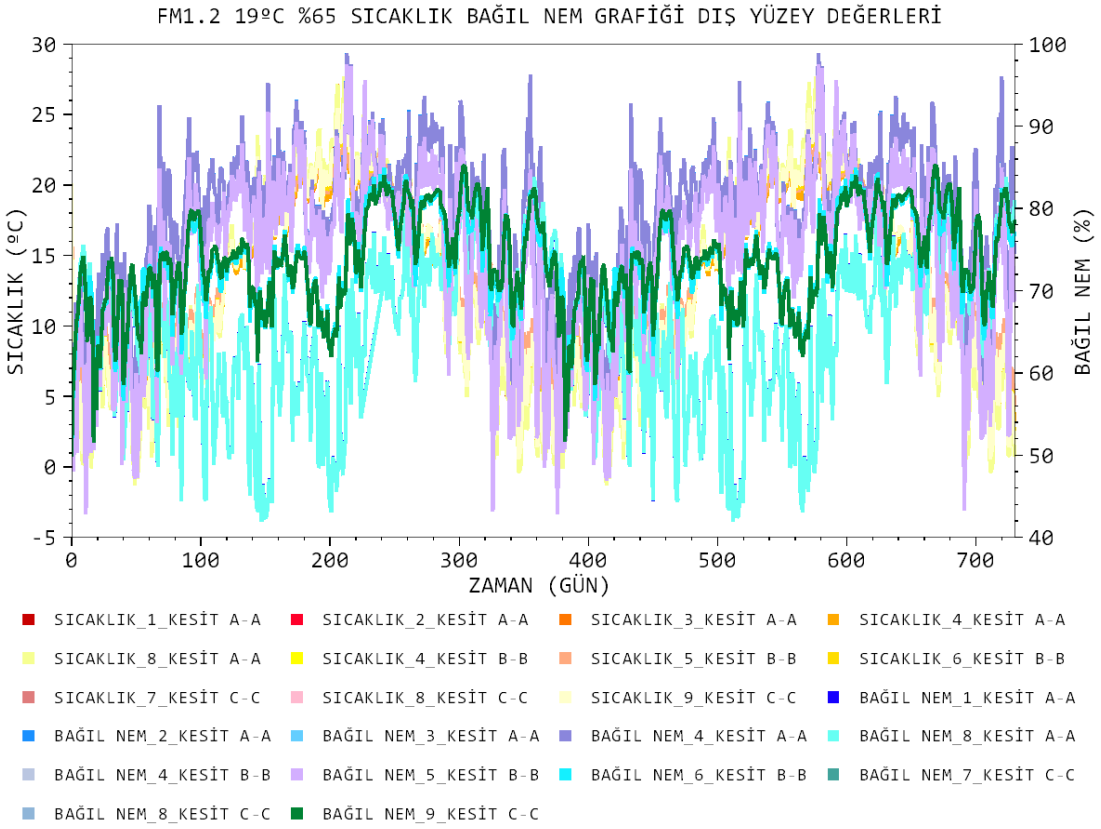
Şekil 5.18'de FM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.19'da FM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.8'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.8 : FM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey)		Yaz Ayları (İç Yüzey)		Kış Ayları (Dış Yüzey)		Yaz Ayları (Dış Yüzey)	
	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	12-16	73-96	18-22	50-65	-1-11	49-83	16-27	42-76
2 (Kesit A-A)	12-15	77-98	18-22	49-64	2-12	47-96	15-24	72-98
3 (Kesit A-A)	12-16	73-96	18-22	50-65	-1-11	49-83	16-27	42-76
4 (Kesit A-A)	12-15	77-98	18-22	49-64	2-12	47-96	15-24	72-98
4 (Kesit B-B)	12-16	81-98	18-22	52-65	3-13	47-82	16-24	70-97
5 (Kesit B-B)	12-16	76-98	18-22	52-65	2-12	47-84	15-24	70-97
6 (Kesit B-B)	12-16	81-98	18-22	52-65	0-11	51-82	16-25	62-84
7 (Kesit C-C)	15-18	68-80	18-20	58-65	0-11	51-82	16-25	61-84
8 (Kesit A-A)	12-16	73-96	18-22	50-65	-1-11	49-83	16-27	42-76
8 (Kesit C-C)	15-18	68-80	18-20	58-65	-1-11	57-82	16-27	61-84
9 (Kesit C-C)	15-18	68-80	18-20	58-65	0-11	55-82	16-25	61-84

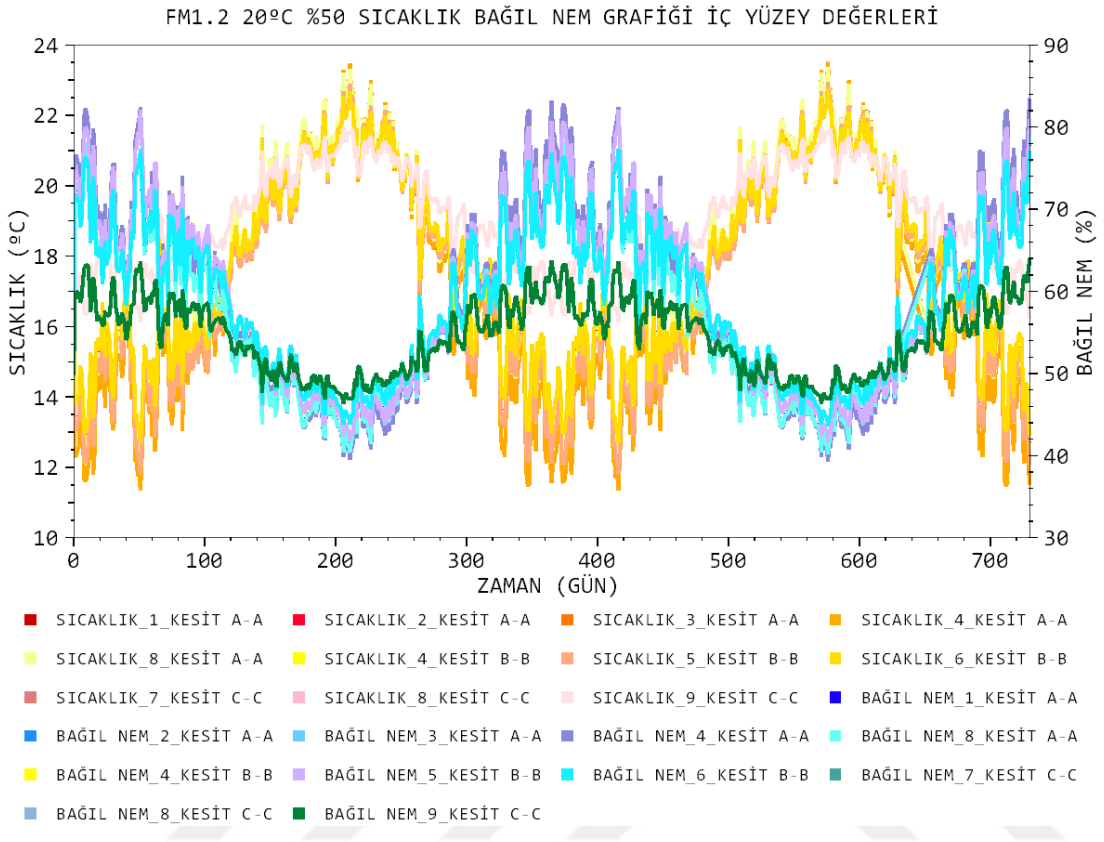


Şekil 5.18 : FM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.



Şekil 5.19 : FM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.20'de FM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

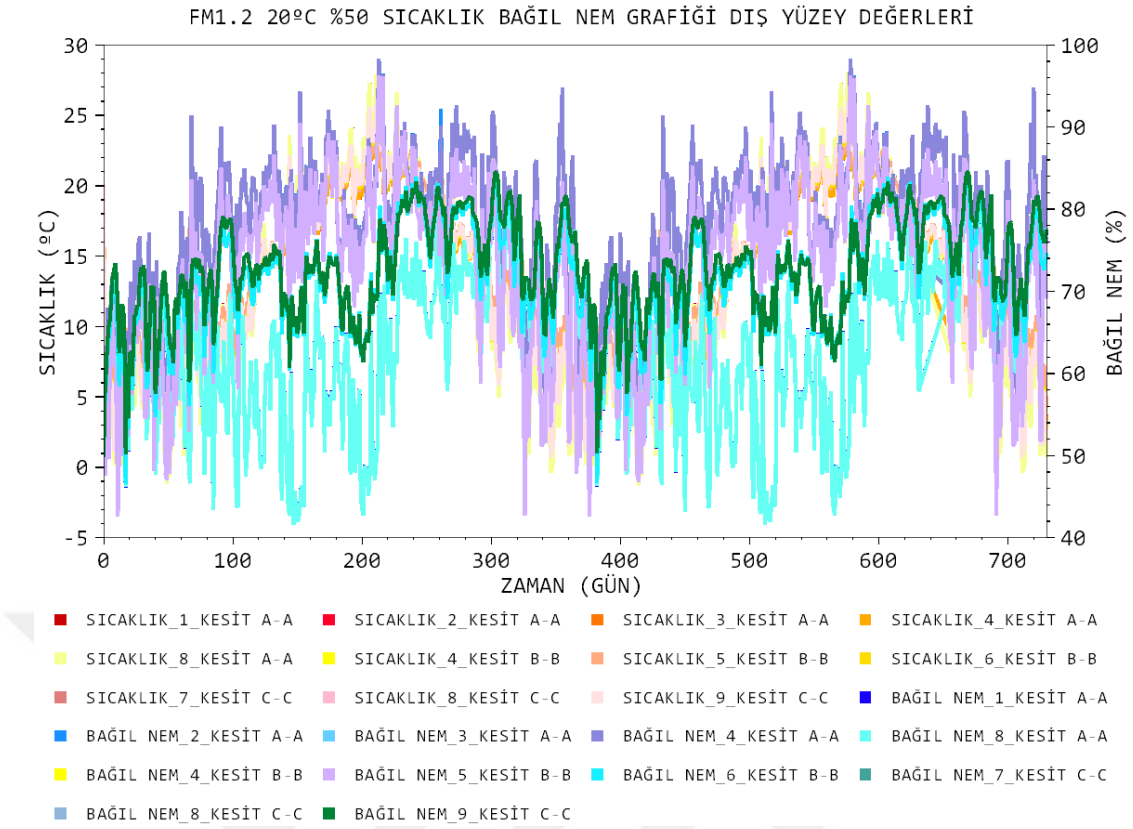


Şekil 5.20 : FM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.21'de FM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.9'da iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.9 : FM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (ºC)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (ºC)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (ºC)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (ºC)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	12-16	60-78	19-23	40-52	-1-11	50-81	16-27	42-76
2 (Kesit A-A)	11-16	61-83	18-23	39-51	2-11	47-90	16-24	71-96
3 (Kesit A-A)	12-16	58-79	19-23	40-52	-1-11	46-81	16-27	42-76
4 (Kesit A-A)	11-16	61-82	18-23	39-51	2-12	47-94	16-24	71-98
4 (Kesit B-B)	11-16	60-80	18-22	39-51	3-13	42-83	16-24	71-96
5 (Kesit B-B)	11-16	60-82	18-22	41-52	3-13	46-81	16-24	69-96
6 (Kesit B-B)	12-17	58-77	19-22	43-53	0-11	46-80	16-25	61-83
7 (Kesit C-C)	16-18	54-63	19-21	46-52	0-11	57-81	16-26	61-83
8 (Kesit A-A)	12-16	58-78	19-23	40-52	-1-11	46-71	16-27	42-76
8 (Kesit C-C)	16-18	54-63	19-21	46-52	0-11	54-81	16-26	61-83
9 (Kesit C-C)	16-18	54-63	19-21	46-52	0-11	54-81	16-26	61-83

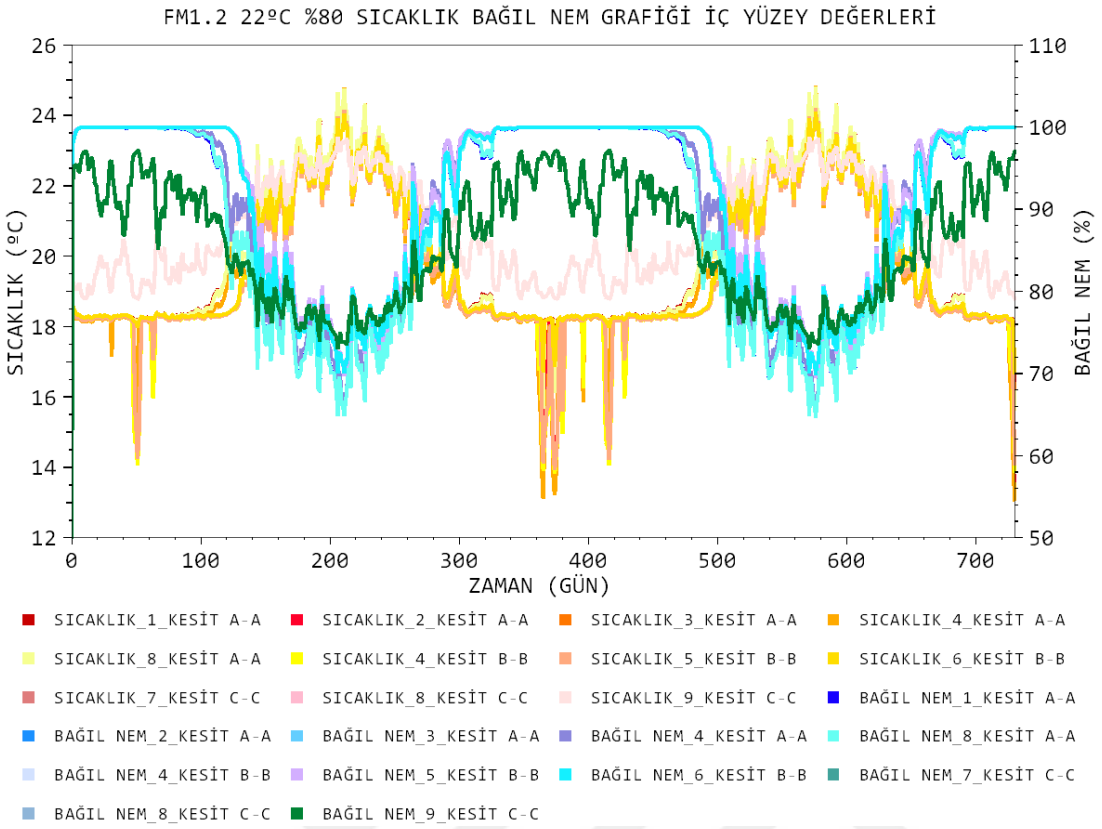


Şekil 5.21 : FM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

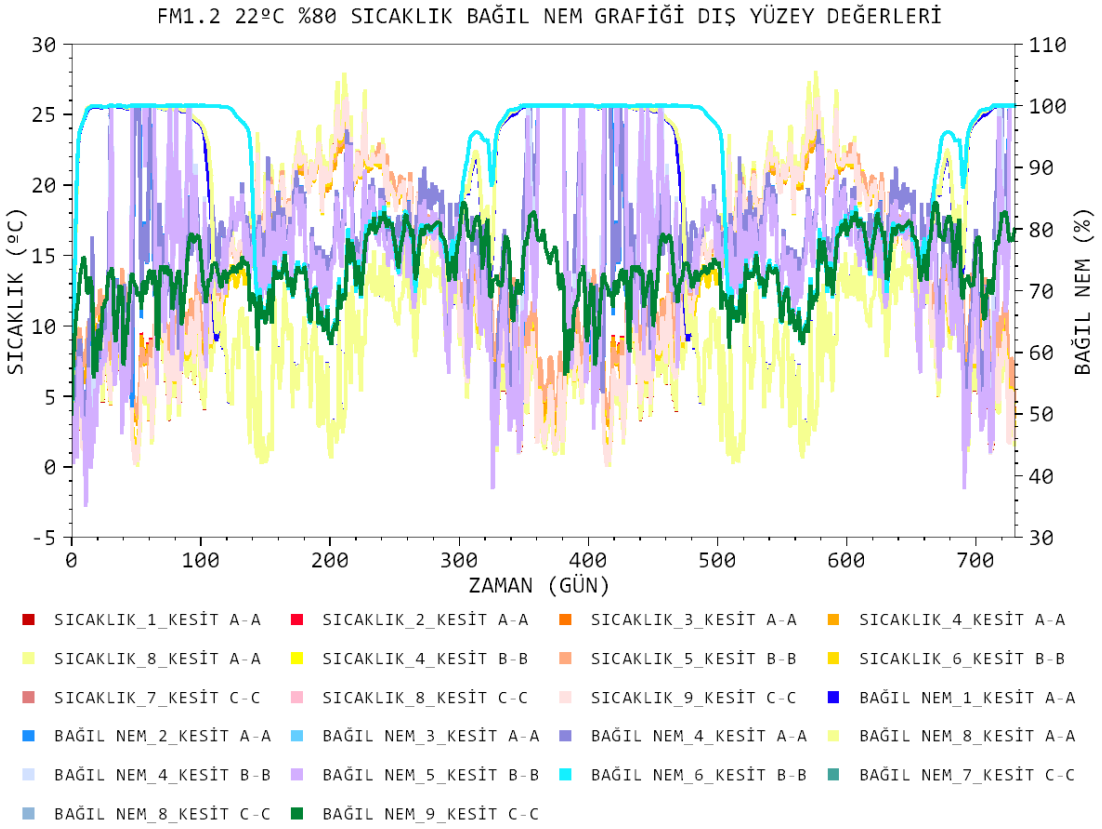
Şekil 5.22'de FM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.23'te FM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.10'da iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.10 : FM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	16-18	98-100	20-24	64-83	0-9	56-99	16-27	42-76
2 (Kesit A-A)	13-18	98-100	20-24	65-84	3-13	47-99	16-24	70-96
3 (Kesit A-A)	15-18	98-100	20-24	64-83	0-9	56-99	16-27	42-76
4 (Kesit A-A)	13-18	98-100	20-24	65-84	2-13	38-99	16-24	70-96
4 (Kesit B-B)	13-18	98-100	20-24	69-85	2-13	34-99	16-24	65-93
5 (Kesit B-B)	13-18	98-100	20-24	69-86	3-14	34-99	17-24	68-93
6 (Kesit B-B)	17-18	98-100	20-24	70-84	1-9	56-99	16-25	61-83
7 (Kesit C-C)	18-20	86-97	21-23	72-81	1-9	56-82	16-25	61-82
8 (Kesit A-A)	15-18	98-100	20-24	64-83	0-9	56-99	16-26	42-76
8 (Kesit C-C)	15-18	86-97	20-24	72-81	0-11	57-82	16-26	61-82
9 (Kesit C-C)	18-20	86-97	21-23	72-81	0-11	57-82	16-26	61-82

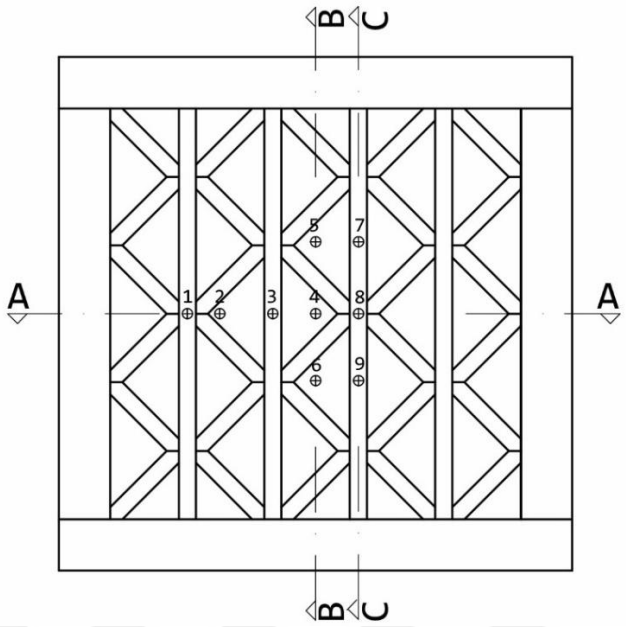


Şekil 5.22 : FM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.



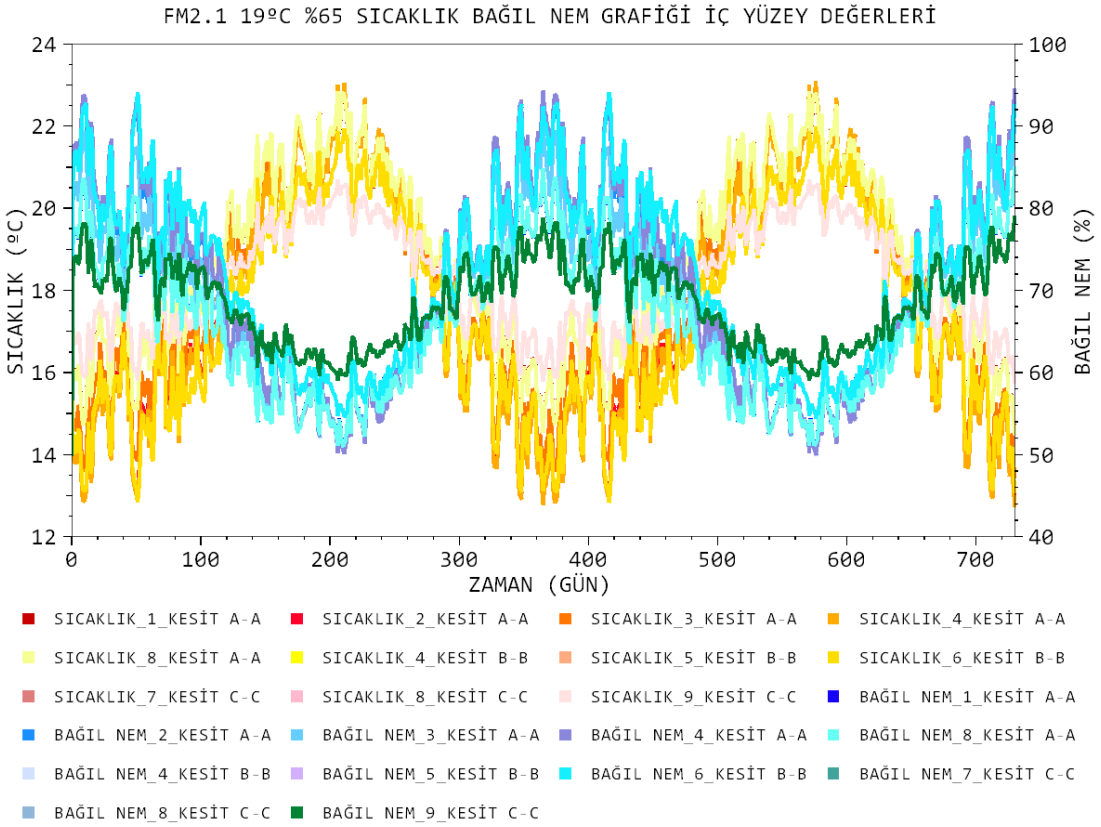
Şekil 5.23 : FM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.24'te FM2.1 ve FM2.2 için belirlenen ölçüm noktaları gösterilmektedir.



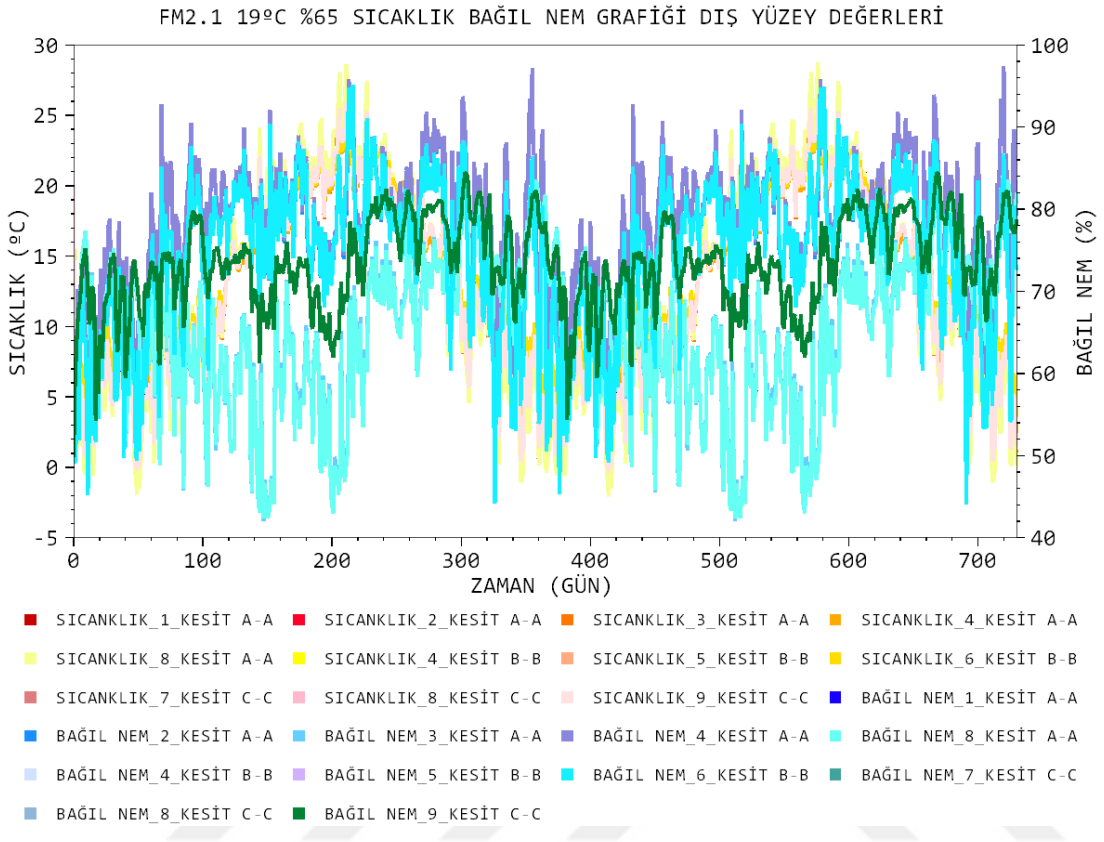
Şekil 5.24 : FM2.1 ve FM2.2 için belirlenen ölçüm noktaları.

Şekil 5.25'te FM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.25 : FM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.26'da FM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



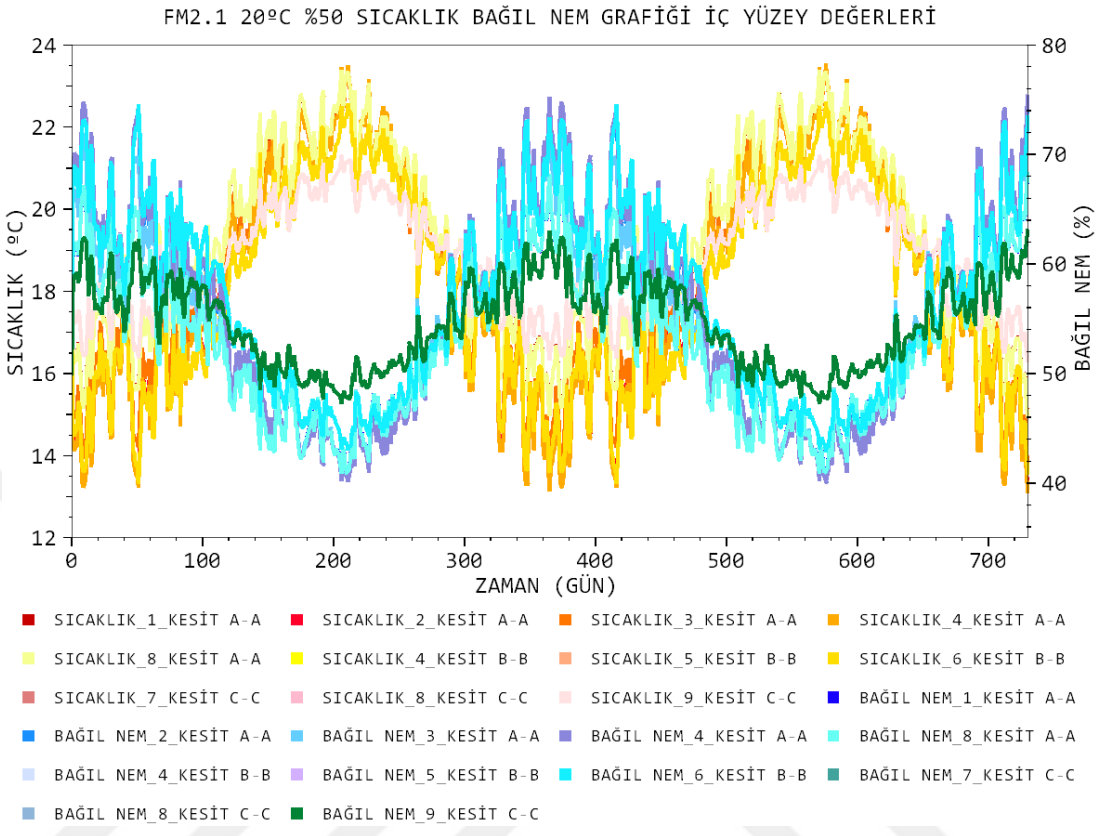
Şekil 5.26 : FM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Çizelge 5.11'de FM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.11 : FM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	14-18	66-84	19-22	51-63	-1-11	51-83	16-28	42-75
2 (Kesit A-A)	12-16	71-93	19-23	50-63	-1-11	51-97	16-28	70-95
3 (Kesit A-A)	13-17	69-90	19-22	50-64	-1-11	51-83	16-27	42-75
4 (Kesit A-A)	12-16	72-94	19-23	50-63	2-12	54-97	16-24	70-95
4 (Kesit B-B)	12-16	72-94	18-21	54-65	2-12	45-86	16-24	68-94
5 (Kesit B-B)	12-16	72-94	18-21	54-65	2-12	45-86	16-24	68-94
6 (Kesit B-B)	12-16	72-94	18-21	54-65	2-12	49-86	16-24	69-94
7 (Kesit C-C)	15-18	67-78	19-20	59-65	0-11	58-82	16-26	61-82
8 (Kesit A-A)	14-18	66-84	19-22	51-63	-1-11	51-83	16-28	42-75
8 (Kesit C-C)	15-18	67-78	19-20	59-65	0-11	54-82	16-26	61-82
9 (Kesit C-C)	15-18	67-78	18-20	59-65	0-11	54-82	16-26	61-82

Şekil 5.27'de FM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

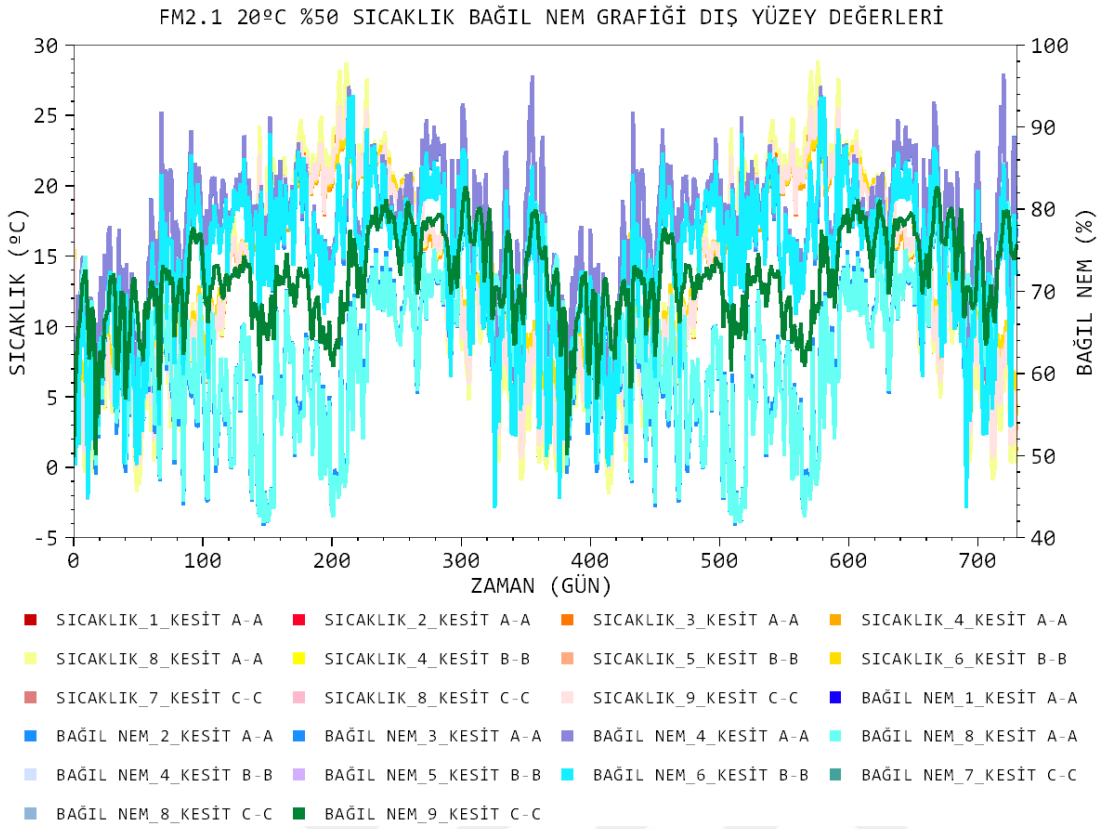


Şekil 5.27 : FM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.28'de FM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. İç ve dış yüzey sıcaklık bağıl nem değerlerine göre, Çizelge 5.12'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.12 : FM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	14-18	52-68	19-23	40-50	-1-11	48-80	17-28	42-74
2 (Kesit A-A)	14-17	56-74	19-23	40-49	1-12	54-96	16-25	69-94
3 (Kesit A-A)	13-18	57-72	19-23	40-51	-1-11	47-80	17-28	42-75
4 (Kesit A-A)	13-17	57-75	19-23	40-49	1-12	48-96	16-25	69-94
4 (Kesit B-B)	13-17	57-74	19-22	42-51	3-13	48-82	17-24	67-93
5 (Kesit B-B)	13-17	57-74	19-22	42-51	3-13	44-81	17-24	67-93
6 (Kesit B-B)	13-17	57-74	19-22	42-51	3-13	44-82	17-24	67-93
7 (Kesit C-C)	16-18	53-62	19-21	47-52	0-11	50-79	16-26	60-81
8 (Kesit A-A)	14-18	52-68	19-23	40-50	-1-11	48-80	16-28	42-74
8 (Kesit C-C)	16-18	53-63	19-21	47-52	0-11	50-79	16-26	60-81
9 (Kesit C-C)	16-18	53-63	19-21	47-52	0-11	50-79	16-26	60-81

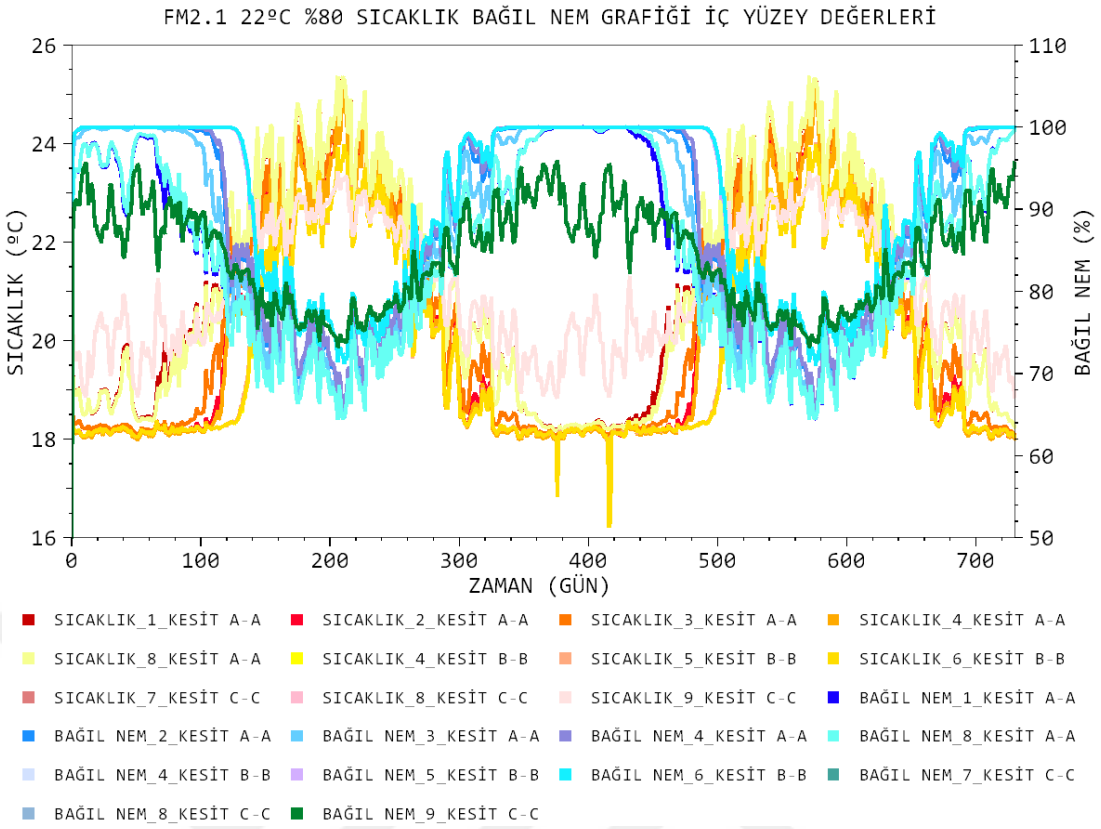


Şekil 5.28 : FM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

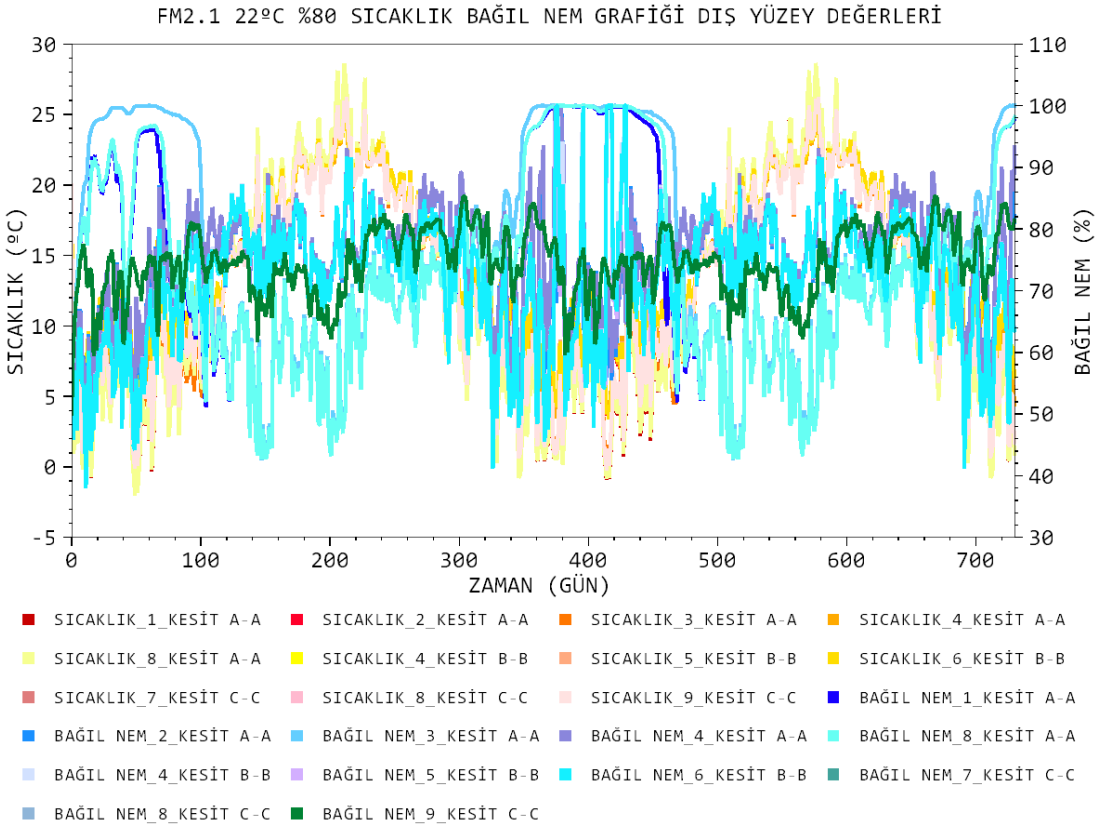
Şekil 5.29'da FM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.30'da FM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.13'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.13 : FM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	18-19	89-99	22-25	64-79	-1-10	58-99	16-28	42-75
2 (Kesit A-A)	18	98-99	21-24	65-82	3-11	41-99	16-25	67-92
3 (Kesit A-A)	18	96-99	21-25	64-80	0-9	58-99	16-28	43-75
4 (Kesit A-A)	18	98-99	21-25	65-82	3-12	41-99	16-25	67-93
4 (Kesit B-B)	18	98-100	20-23	71-84	3-13	37-99	17-25	65-91
5 (Kesit B-B)	18	98-99	20-23	71-84	3-13	37-99	17-25	65-91
6 (Kesit B-B)	16-18	98-100	21-23	71-84	3-12	37-99	17-25	65-91
7 (Kesit C-C)	18	84-95	21-25	73-81	0-11	59-84	16-26	62-82
8 (Kesit A-A)	18-19	89-99	22-25	64-79	0-9	58-99	16-28	42-75
8 (Kesit C-C)	18-20	84-95	21-23	73-81	0-11	59-84	16-26	62-82
9 (Kesit C-C)	18-20	84-95	21-23	73-81	0-11	59-84	16-26	62-82

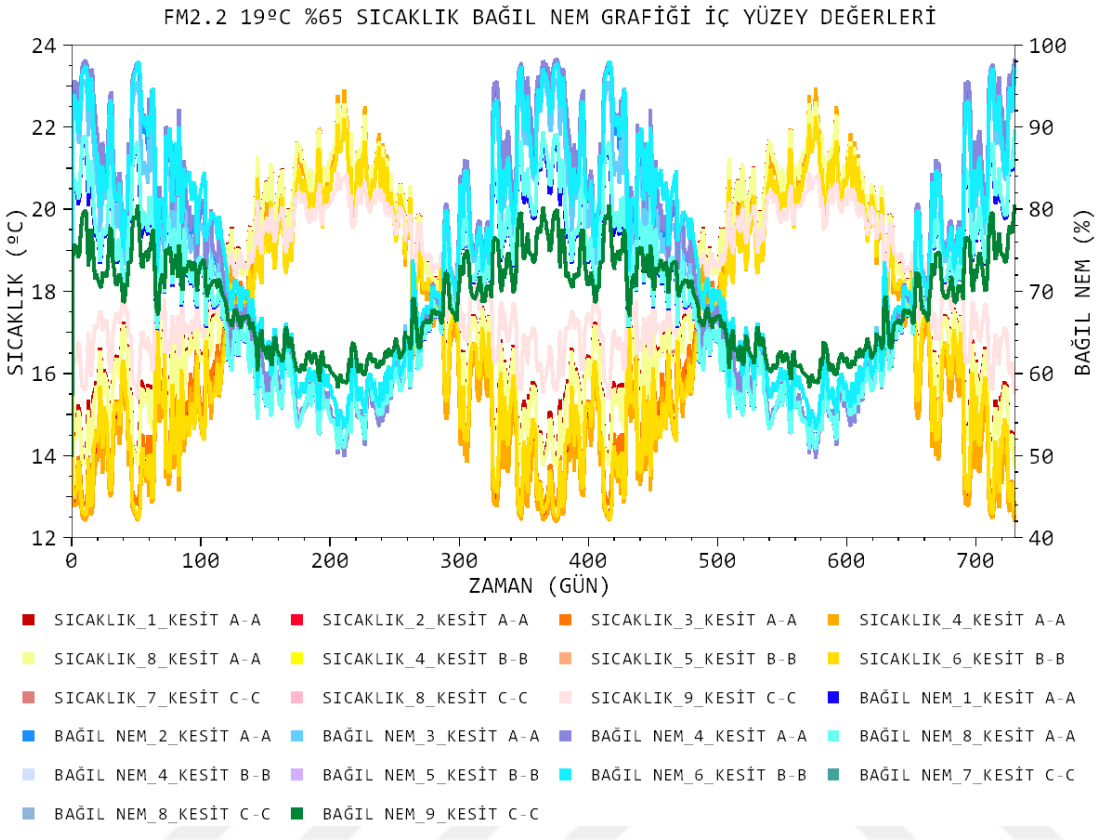


Şekil 5.29 : FM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.



Şekil 5.30 : FM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.31'de FM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

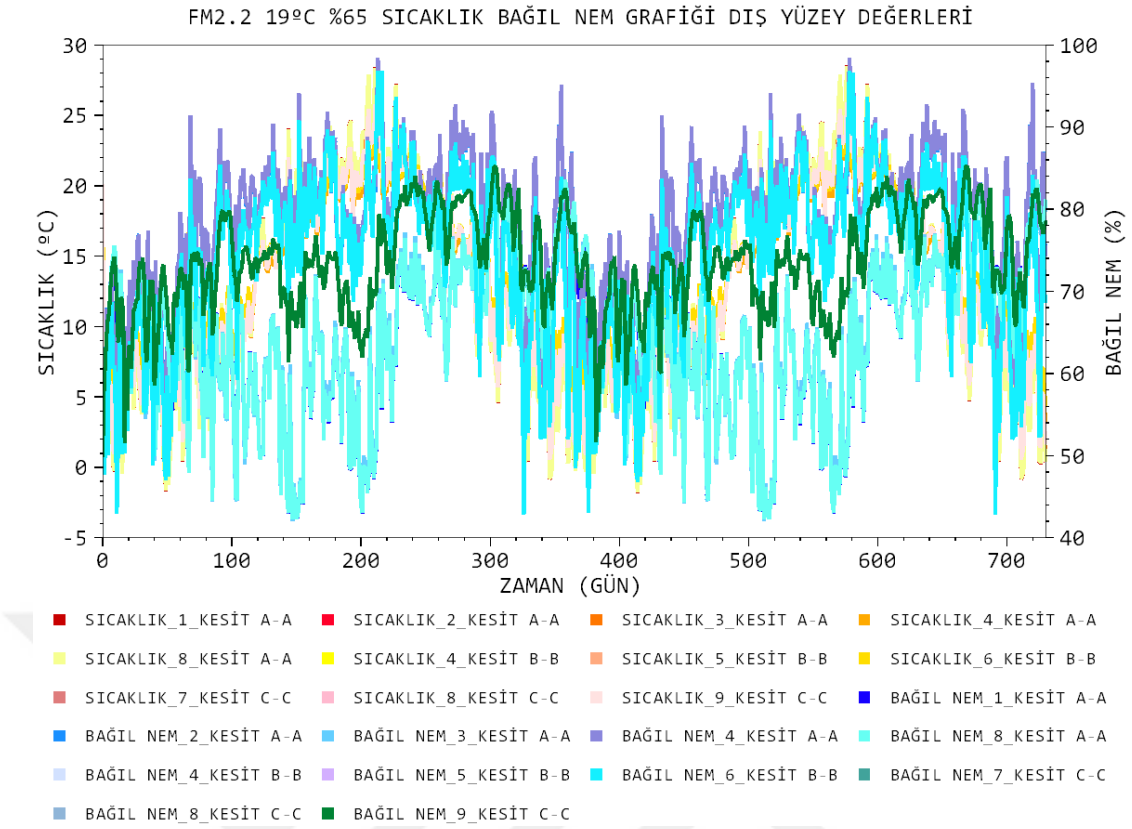


Şekil 5.31 : FM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.32'de FM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.14'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.14 : FM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	13-17	69-88	19-22	50-64	-1-11	50-83	16-28	42-76
2 (Kesit A-A)	12-16	75-97	18-22	49-64	2-12	47-95	16-24	71-97
3 (Kesit A-A)	12-16	73-95	18-22	50-65	-1-11	49-83	16-27	42-76
4 (Kesit A-A)	12-15	76-98	18-22	49-64	2-12	47-95	16-24	71-96
4 (Kesit B-B)	12-16	75-97	18-22	53-66	3-13	42-83	16-24	70-96
5 (Kesit B-B)	12-16	75-97	18-22	53-66	3-13	42-81	16-24	70-96
6 (Kesit B-B)	12-16	75-97	18-22	53-66	3-13	47-83	16-24	68-96
7 (Kesit C-C)	15-18	68-80	19-20	58-65	0-11	51-82	16-25	61-84
8 (Kesit A-A)	13-17	69-89	18-22	50-64	-1-11	51-83	16-28	42-75
8 (Kesit C-C)	15-18	68-80	19-20	58-65	0-11	51-82	16-25	61-84
9 (Kesit C-C)	15-18	68-80	19-20	58-65	0-11	51-82	16-25	61-84

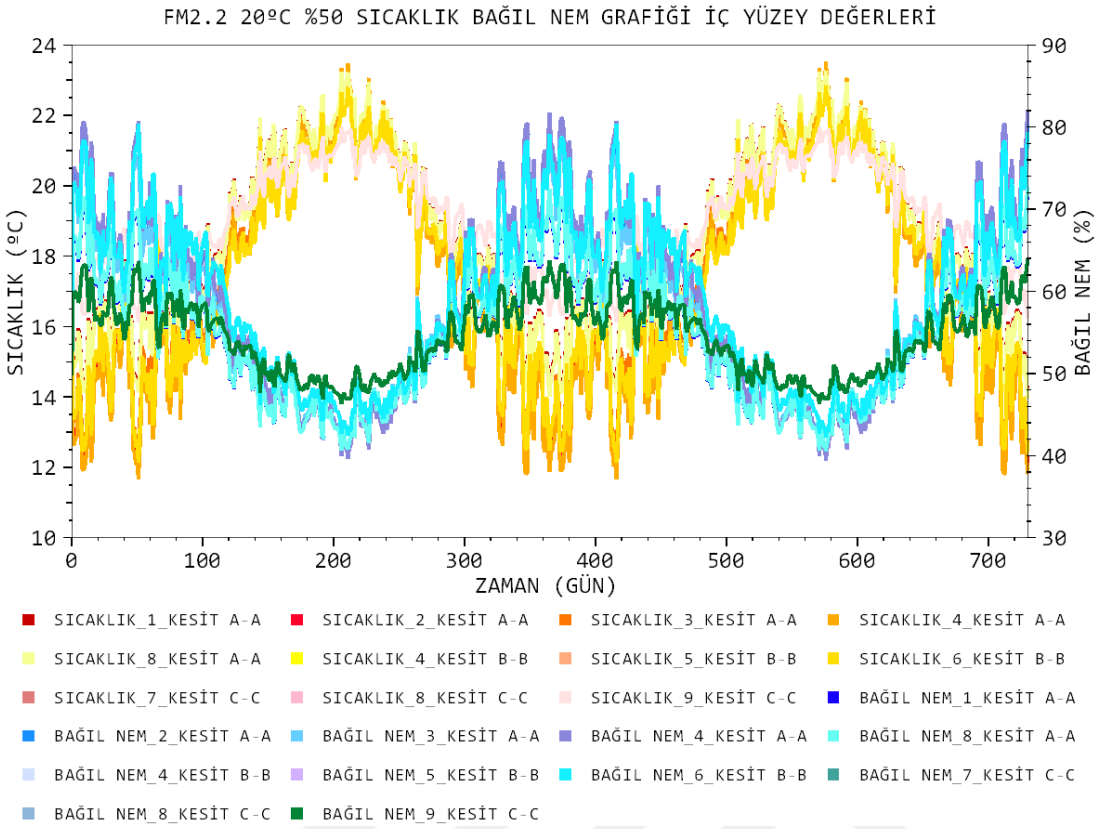


Şekil 5.32 : FM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

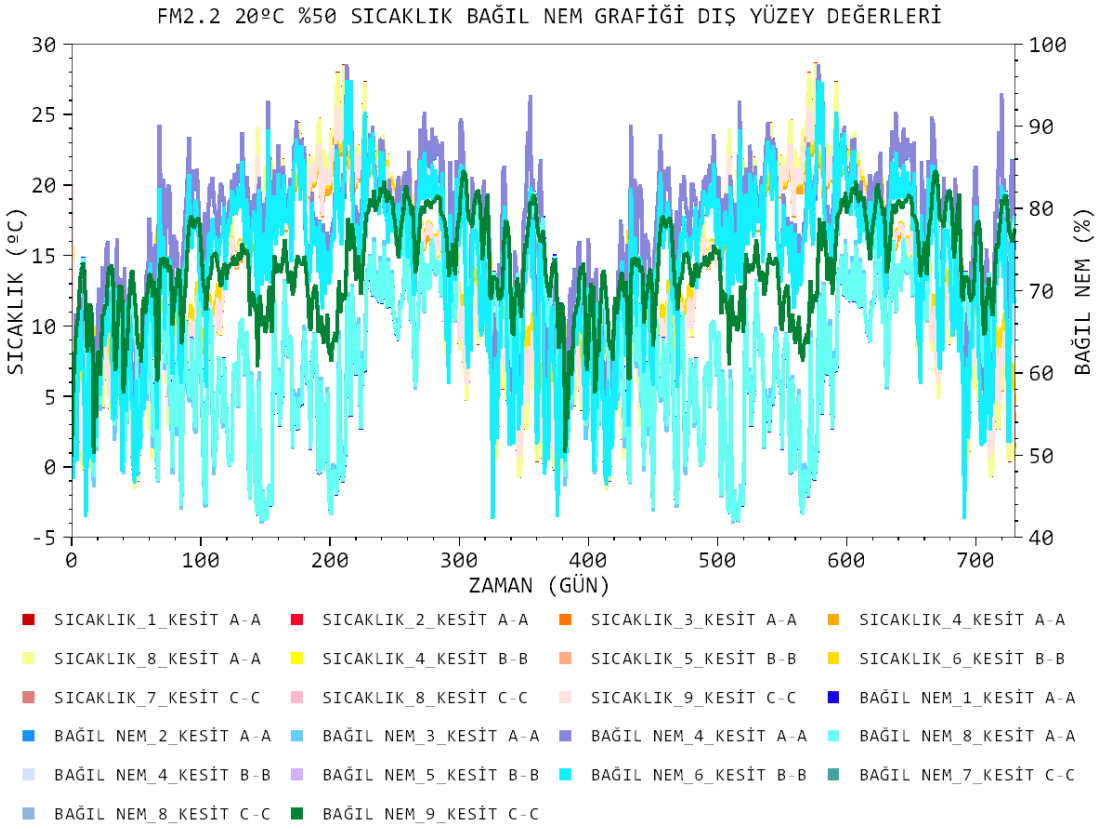
Şekil 5.33'te FM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.34'te FM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.15'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.15 : FM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	14-17	55-72	19-23	40-51	-1-11	47-82	16-28	42-75
2 (Kesit A-A)	12-16	60-80	19-23	39-51	2-11	47-93	16-24	70-96
3 (Kesit A-A)	12-16	58-78	19-23	40-52	-1-11	46-80	16-27	42-76
4 (Kesit A-A)	11-16	60-81	19-23	39-51	2-12	46-93	16-24	70-97
4 (Kesit B-B)	12-16	59-80	19-22	42-52	3-13	46-82	17-24	67-95
5 (Kesit B-B)	12-16	59-80	19-22	42-52	3-13	42-82	17-24	67-95
6 (Kesit B-B)	12-16	59-80	19-22	42-52	3-13	42-82	17-24	67-95
7 (Kesit C-C)	16-18	54-63	19-21	46-52	0-11	50-81	16-26	61-83
8 (Kesit A-A)	14-17	55-71	19-23	40-51	0-11	50-81	16-28	42-75
8 (Kesit C-C)	16-18	54-63	19-21	46-52	0-11	54-81	16-26	61-83
9 (Kesit C-C)	16-18	54-63	19-21	46-52	0-11	54-81	16-26	61-83

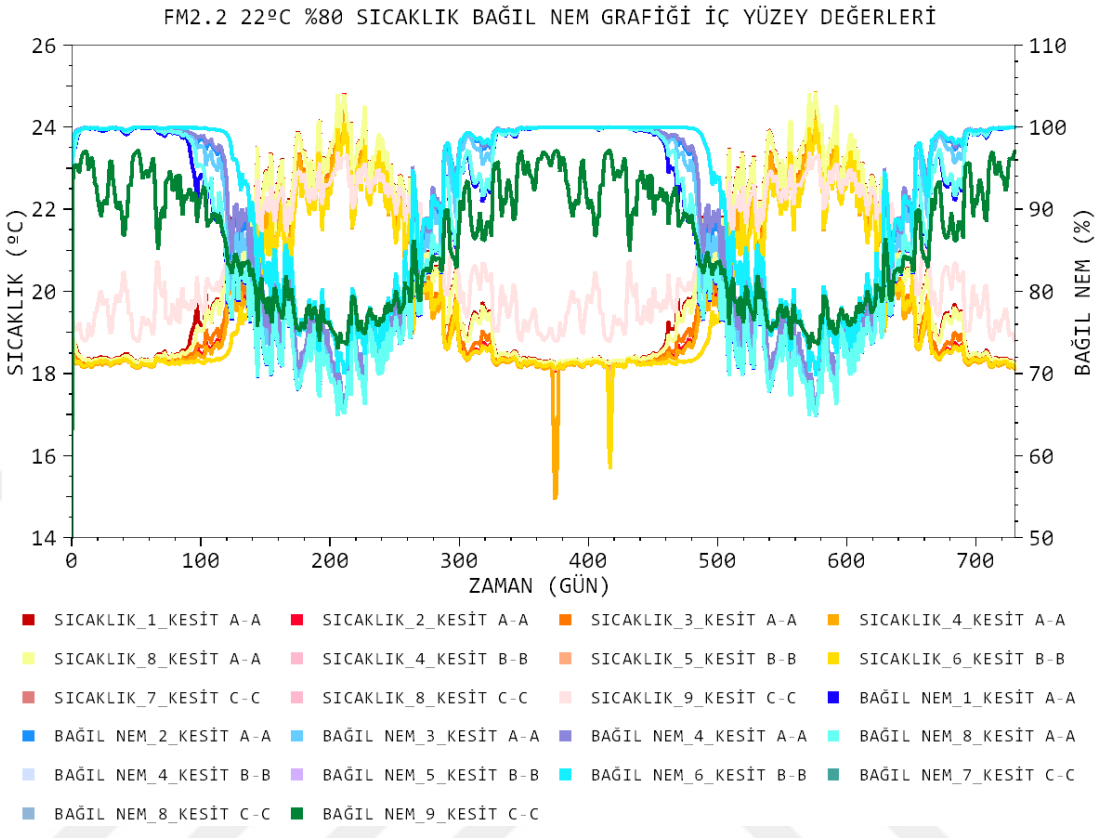


Şekil 5.33 : FM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.



Şekil 5.34 : FM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.35'te FM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

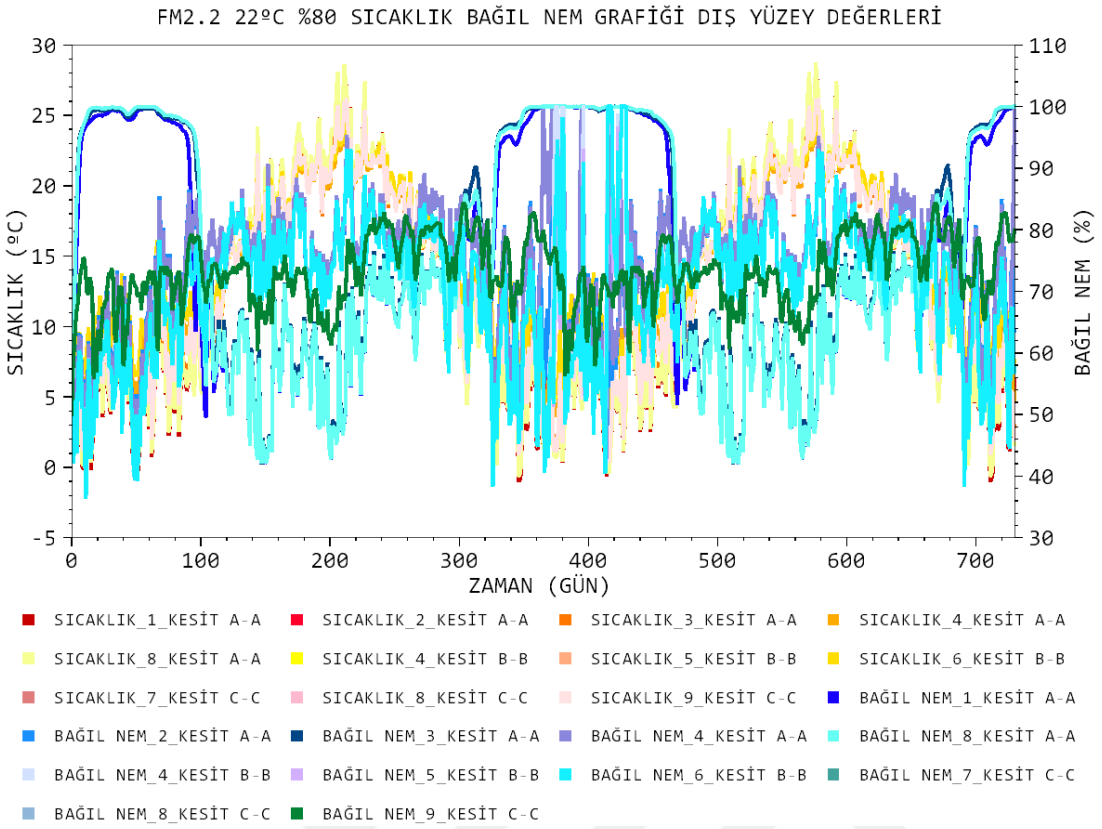


Şekil 5.35 : FM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.36'da FM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.16'da iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.16 : FM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	18	96-99	21-24	64-80	-1-9	55-99	16-28	42-75
2 (Kesit A-A)	18	98-99	21-24	65-83	3-12	43-99	16-25	68-94
3 (Kesit A-A)	18	98-99	20-24	64-83	0-9	55-99	16-27	42-76
4 (Kesit A-A)	18	98-100	20-24	65-84	3-13	43-99	16-25	68-95
4 (Kesit B-B)	18	98-100	20-24	69-85	4-13	42-99	17-24	65-93
5 (Kesit B-B)	18	96-99	20-24	69-85	4-13	39-99	17-24	65-93
6 (Kesit B-B)	18	96-100	20-24	70-85	4-13	36-99	17-24	68-93
7 (Kesit C-C)	18-20	86-97	21-23	73-81	0-11	55-82	16-26	61-82
8 (Kesit A-A)	18	96-99	21-24	65-81	0-9	55-99	16-28	42-75
8 (Kesit C-C)	18-20	86-97	21-23	72-81	0-11	55-82	16-25	61-82
9 (Kesit C-C)	18-20	86-97	21-23	72-81	0-11	55-82	16-26	61-82

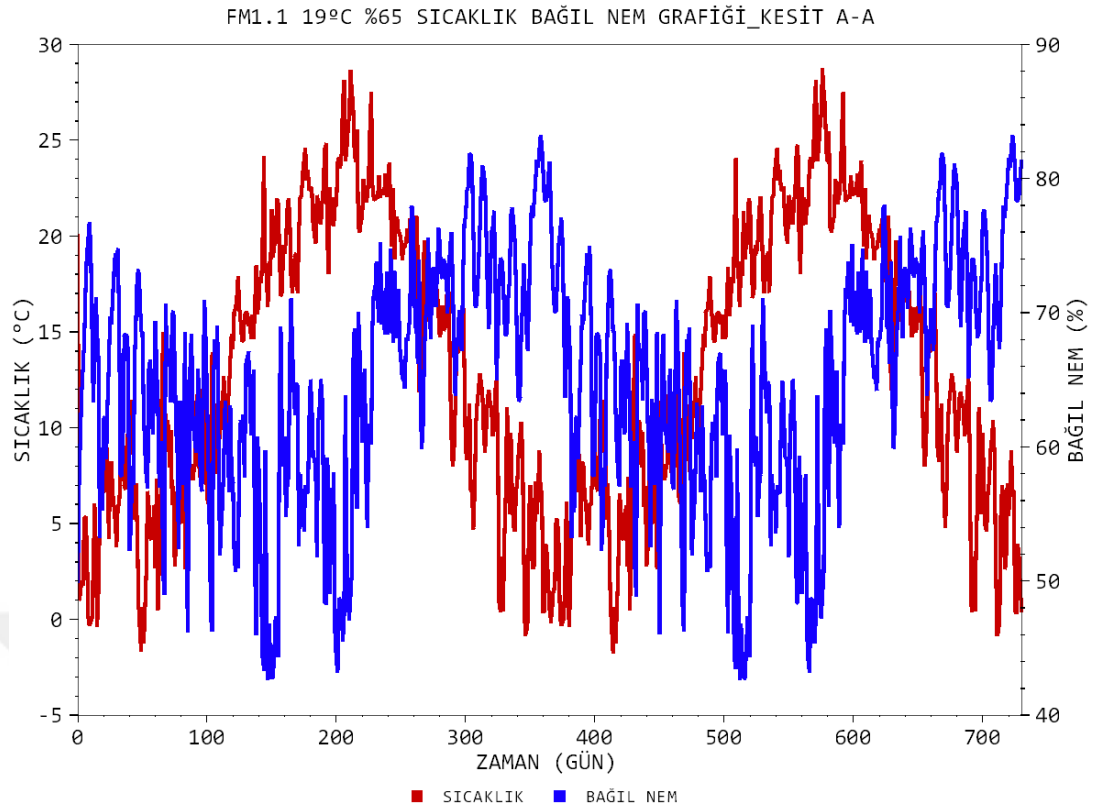


Şekil 5.36 : FM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

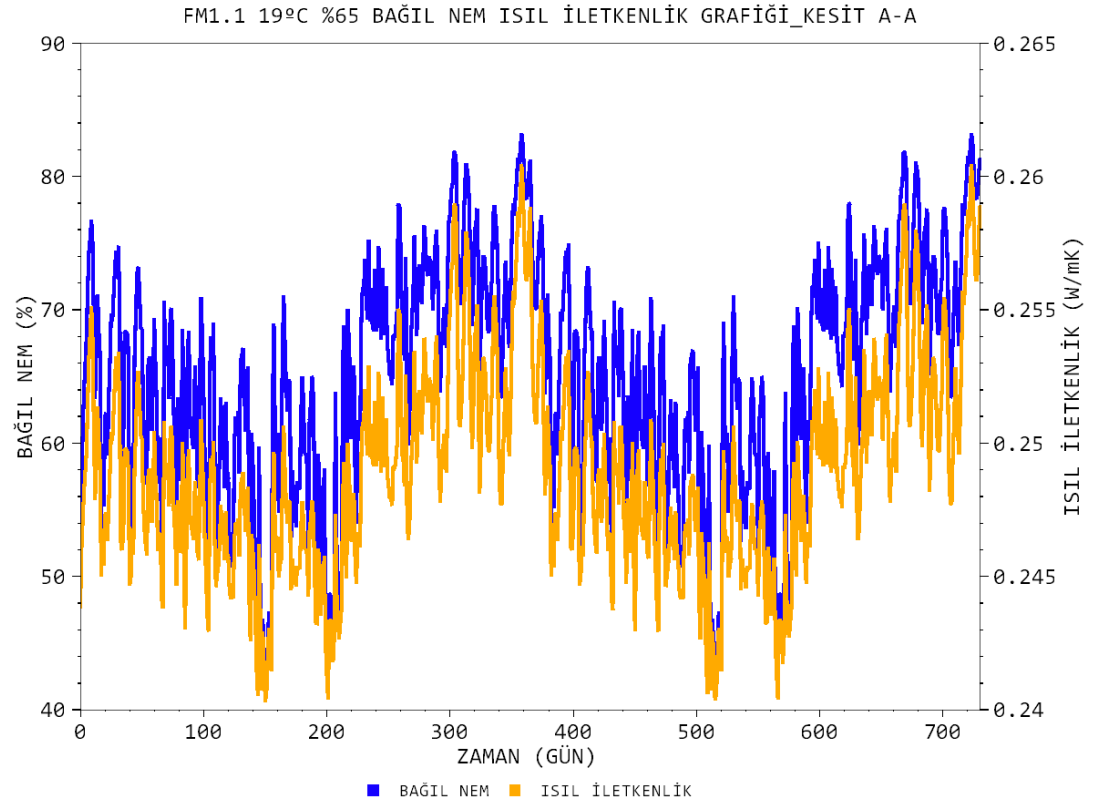
Fındıklı için tasarlanan modellerin 2014-2016 yılları arasında kesitin tamamında sıcaklık, bağıl nem ve ısıl iletkenlik değerleri, DELPHIN simülasyon çalışmalarında elde edilmiştir.

Şekil 5.37'de FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin çoğunlukla %80 civarında olmakla birlikte %50-80 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Bu durumda küf, yoğuşma ve sıcaklık değerinin 0°C olduğu durumlarda donma riski söz konusu olabilmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %70'i geçmemekle birlikte %40-70 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-30°C arasında olduğu görülmektedir. Kritik bağıl nem seviyesi aşılmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır.

Şekil 5.38'de FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.24 ile 0.265 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

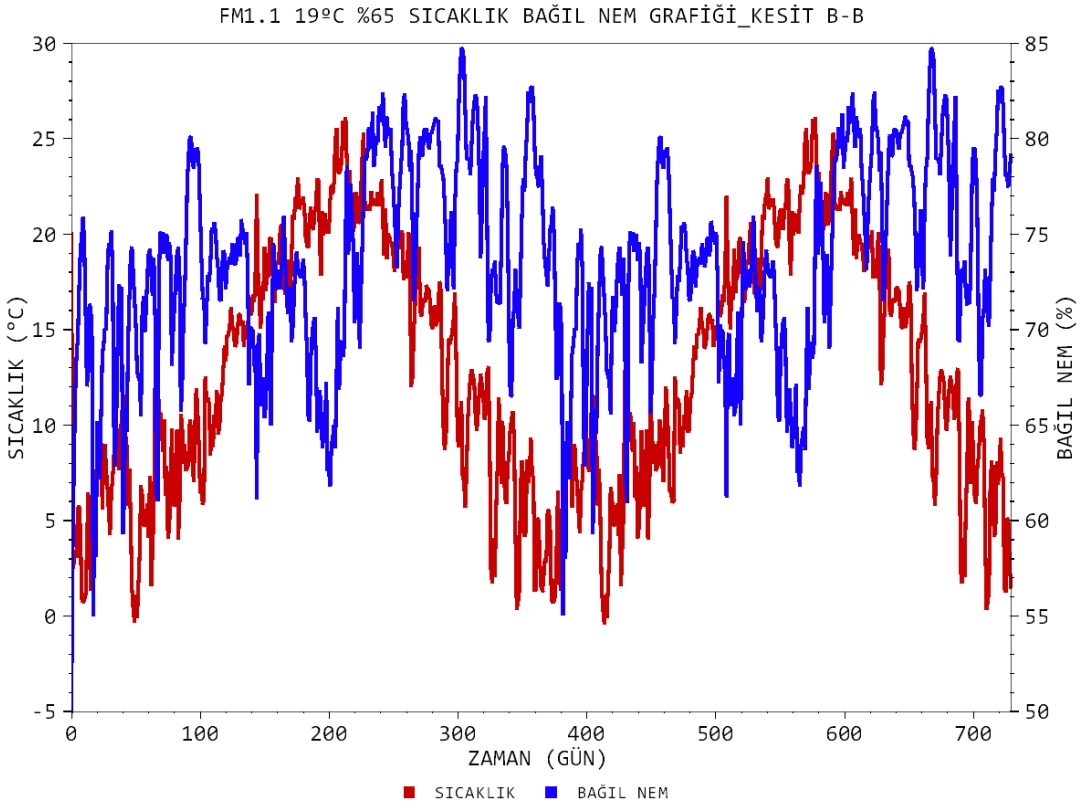


Şekil 5.37 : FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



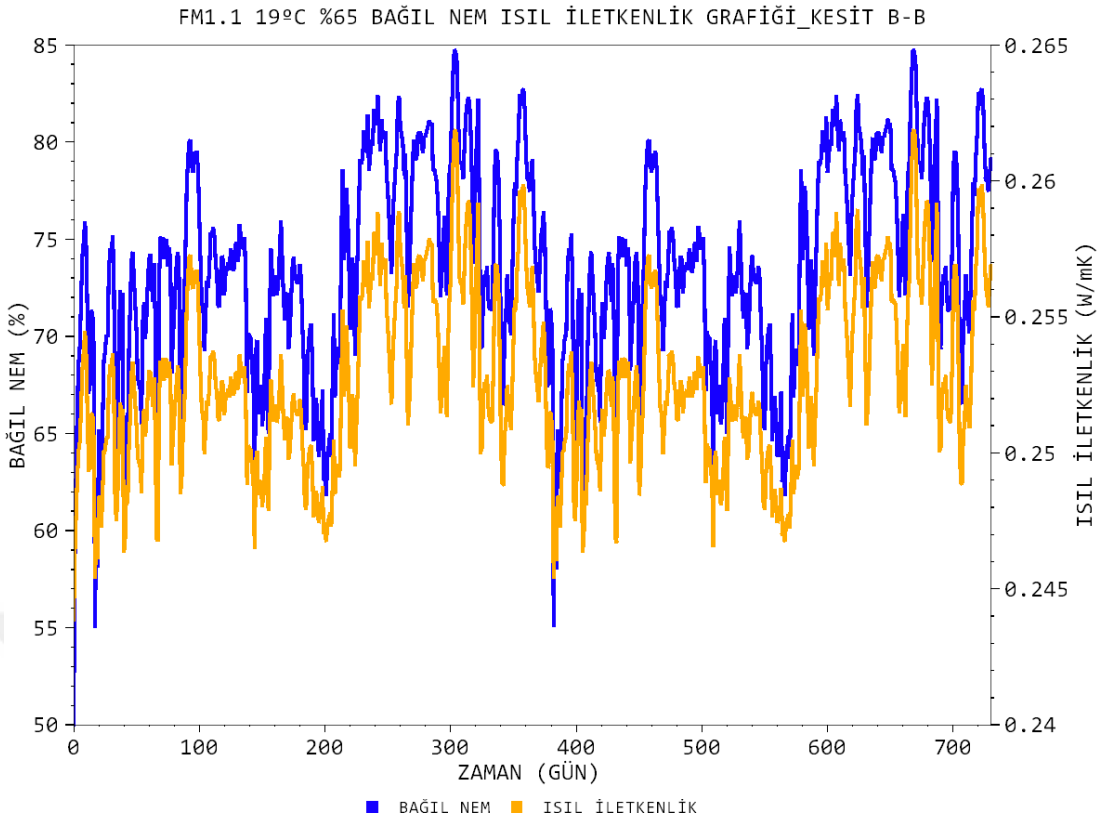
Şekil 5.38 : FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.39'da FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %58-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda her iki mevsimde de küf, yoğuşma riski olmakla birlikte kışın sıcaklık 0°C olduğunda donma riski söz konusu olabilmektedir.



Şekil 5.39 : FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

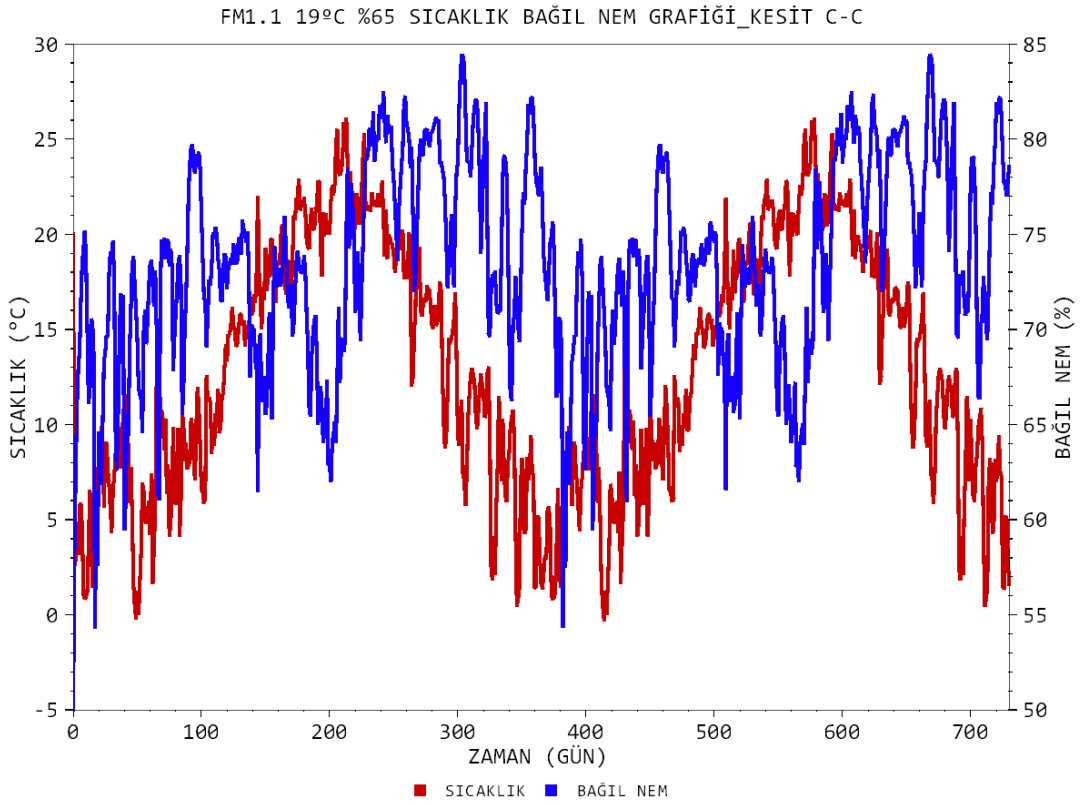
Şekil 5.40'ta FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.245 ile 0.26 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



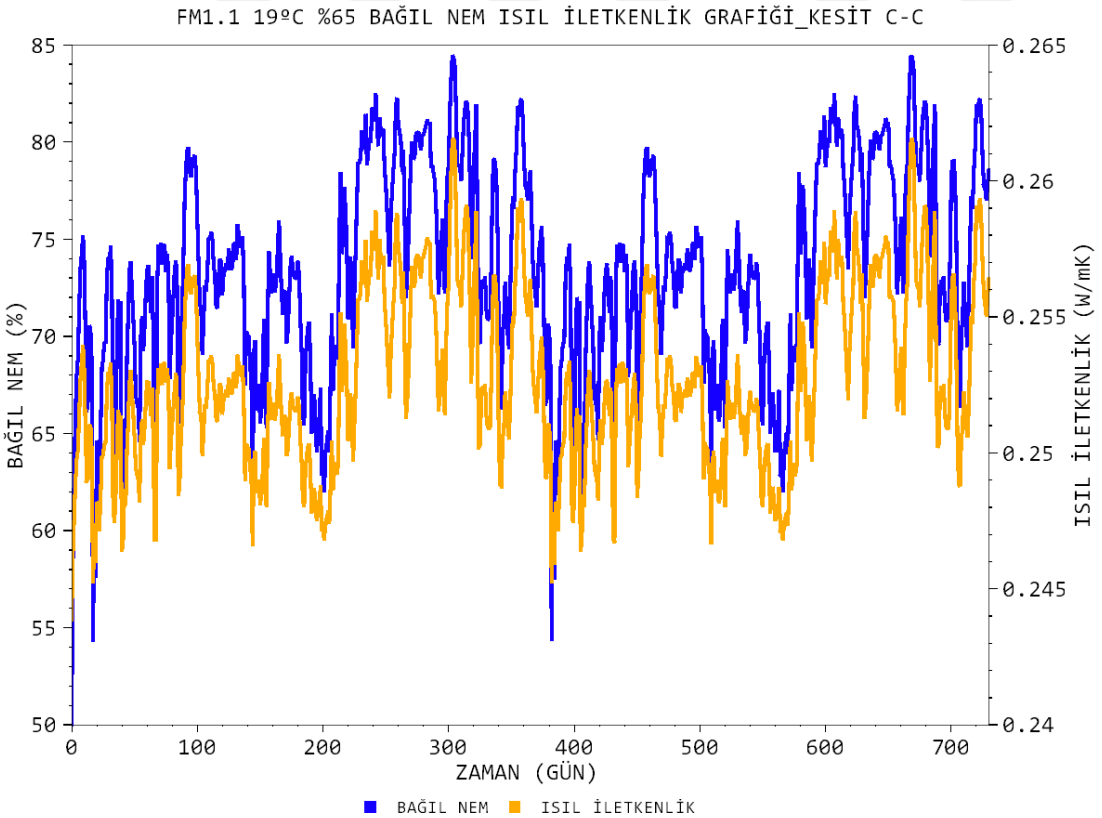
Şekil 5.40 : FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.41'de FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda her iki mevsimde de küf, yoğuşma riski olmakla birlikte kışın sıcaklık 0°C olduğunda donma riski söz konusu olabilmektedir.

Şekil 5.42'de FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.245 ile 0.26 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

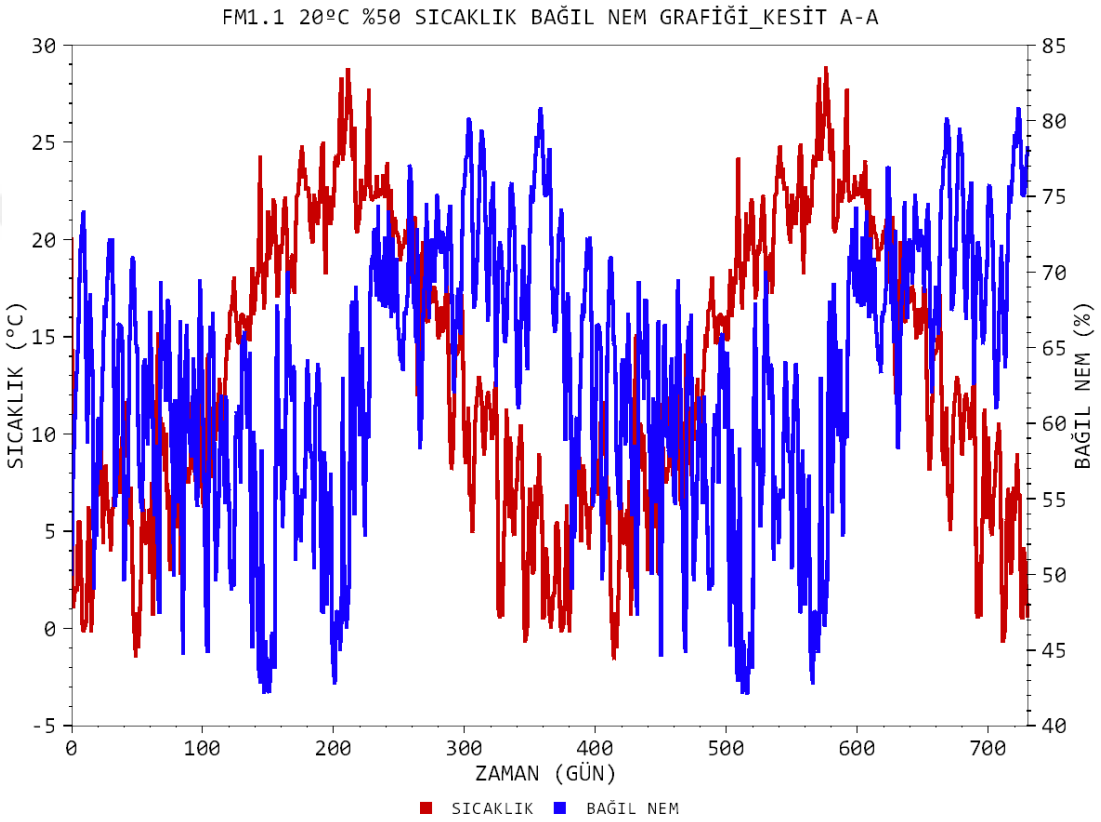


Şekil 5.41 : FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



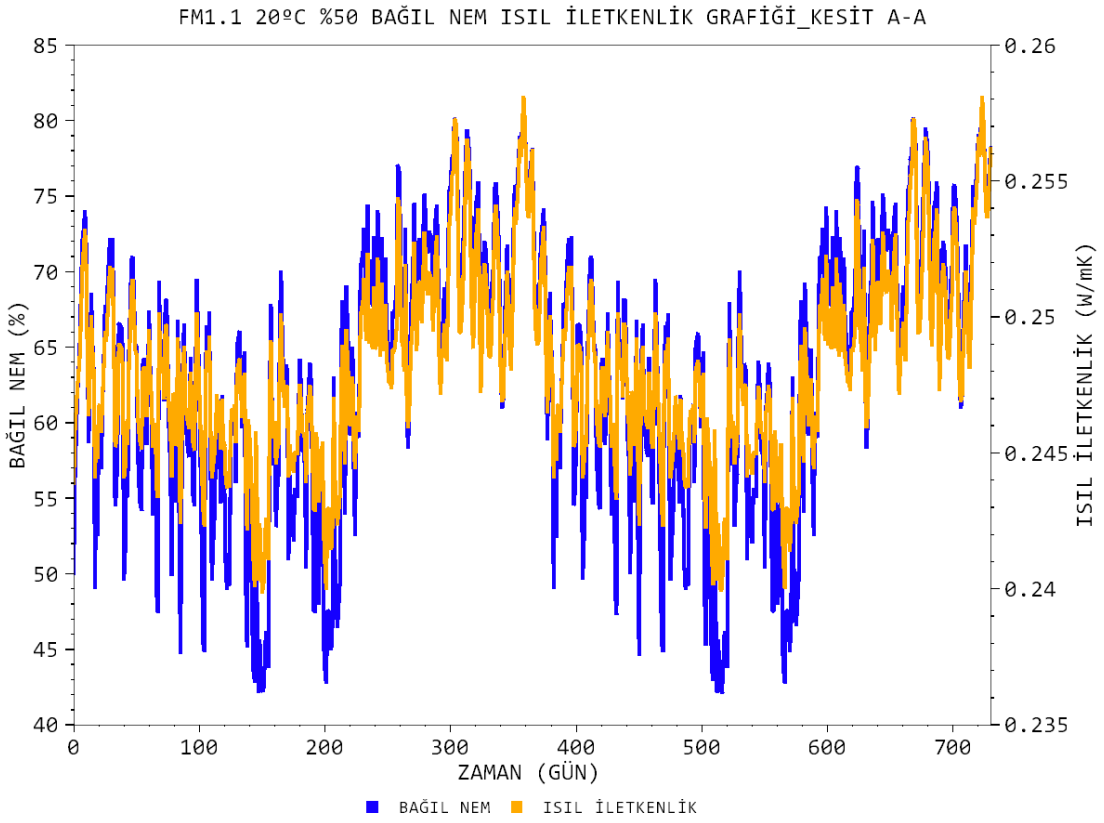
Şekil 5.42 : FM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.43'te FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %49-80 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-74 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-28°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış mevsimde küf, yoğuşma riski olmakla birlikte kışın sıcaklık 0°C olduğunda donma riski söz konusu olabilmektedir.



Şekil 5.43 : FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

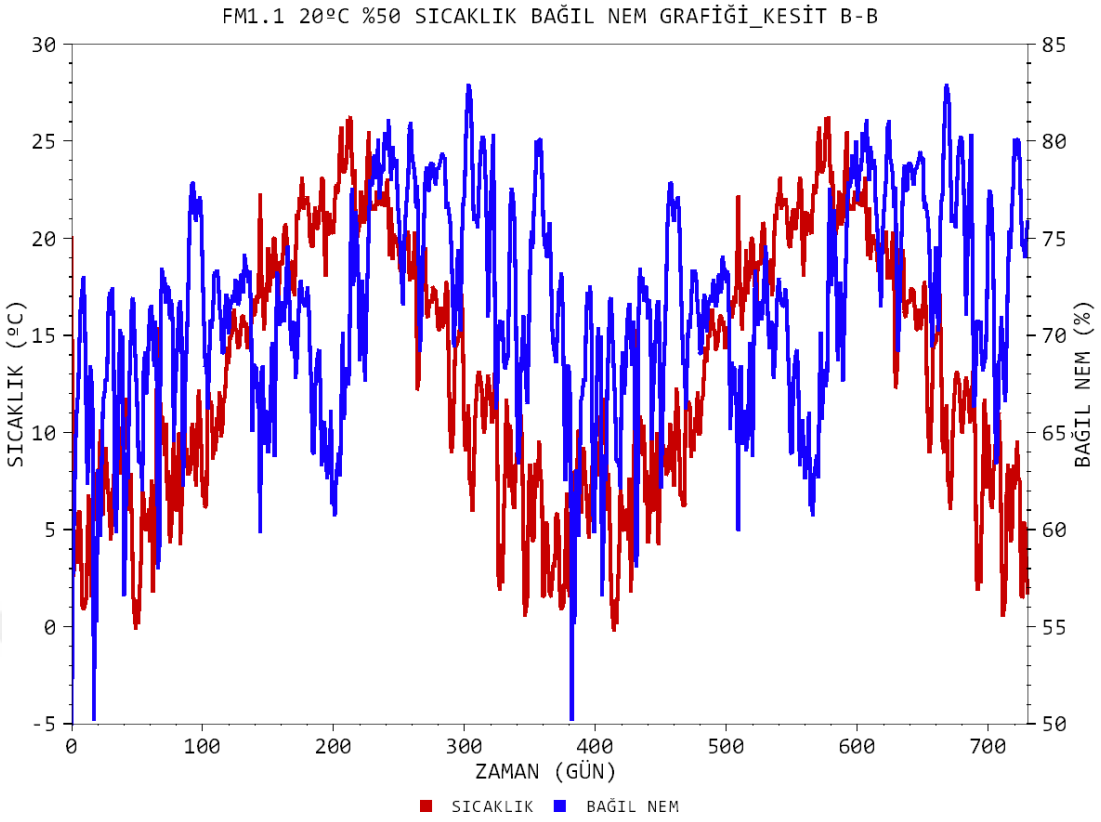
Şekil 5.44'te FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.24 ile 0.26 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



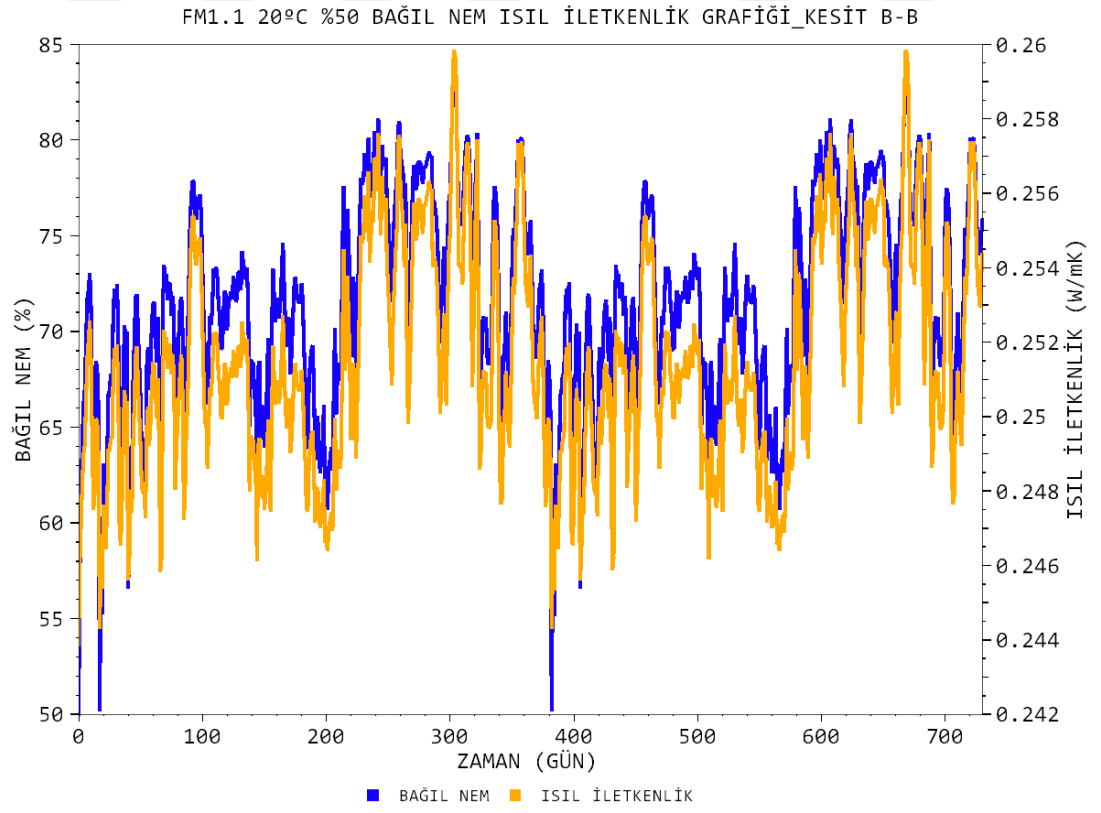
Şekil 5.44 : FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.45'te FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %50-80 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %60-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış mevsimde küf, yoğuşma riski olmakla birlikte kışın sıcaklık 0°C olduğunda donma riski söz konusu olabilmektedir.

Şekil 5.46'da FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.244 ile 0.26 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

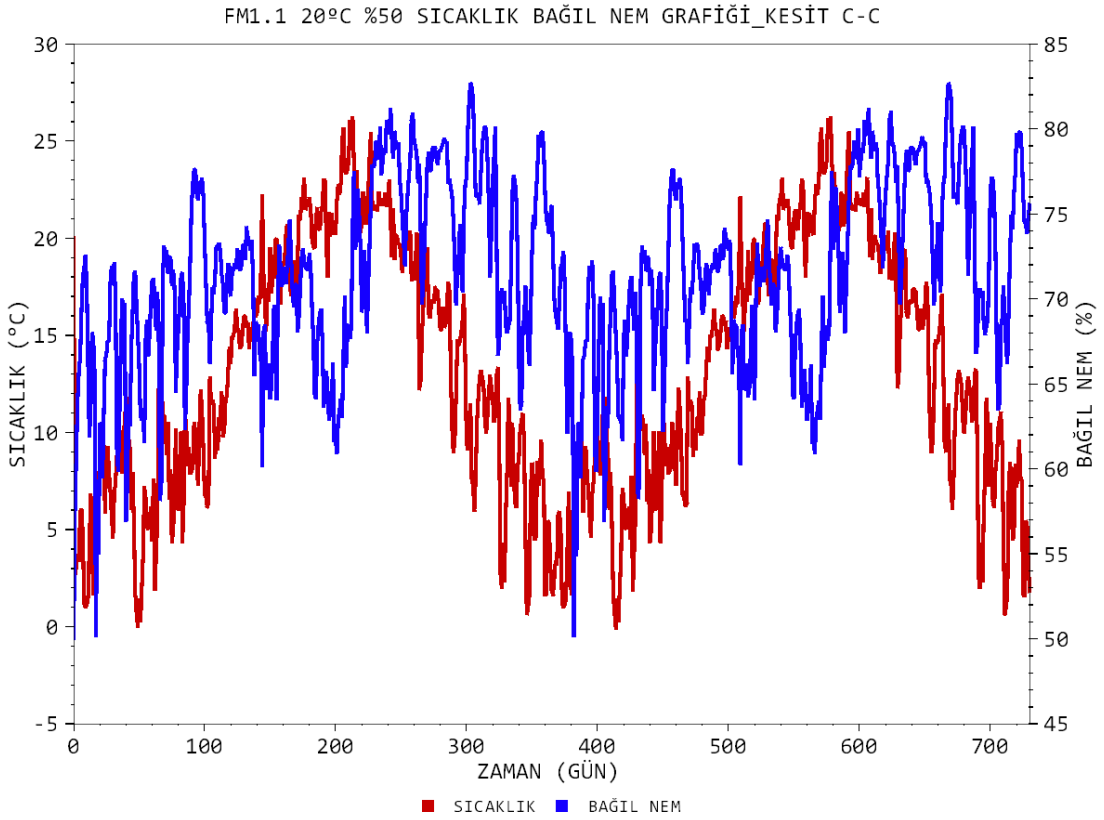


Şekil 5.45 : FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



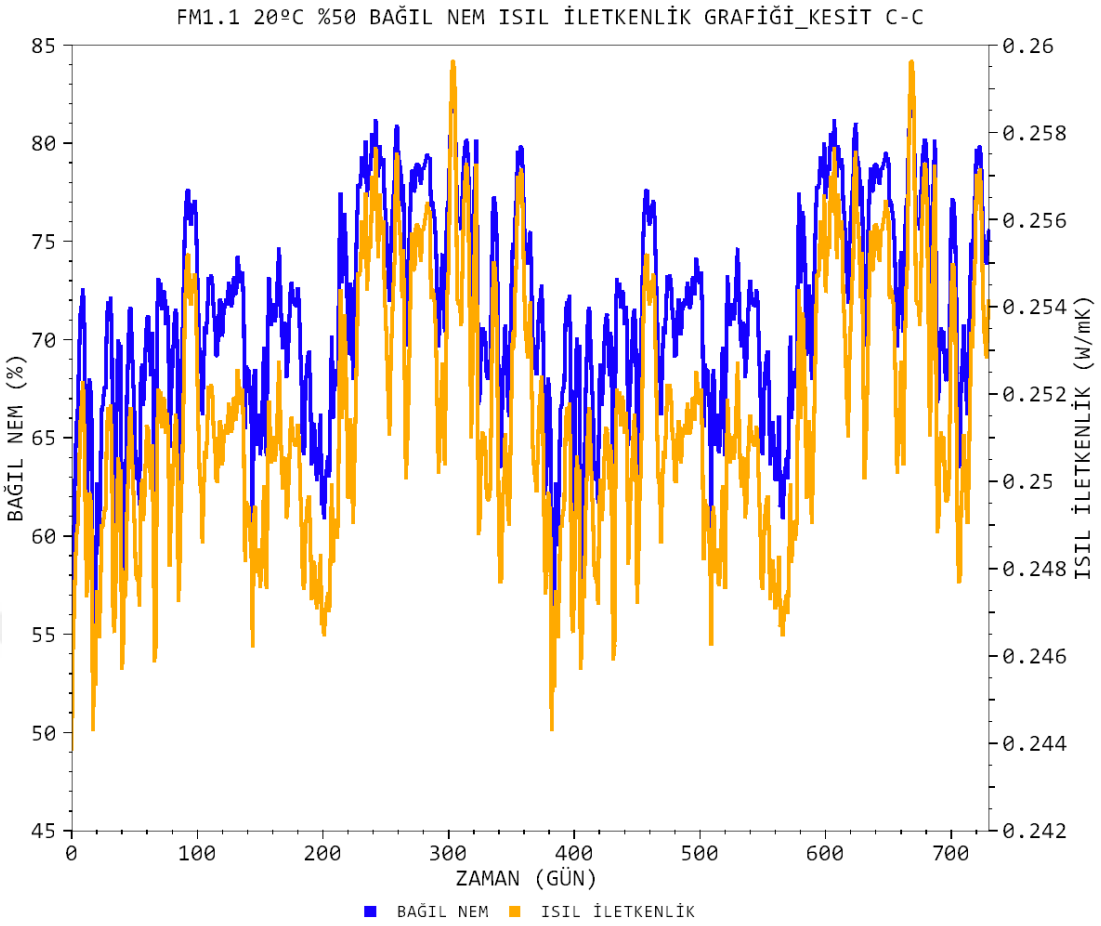
Şekil 5.46 : FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.47'de FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %50-79 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %60-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda yaz mevsimde küf, yoğuşma riski söz konusu olabilmektedir.



Şekil 5.47 : FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

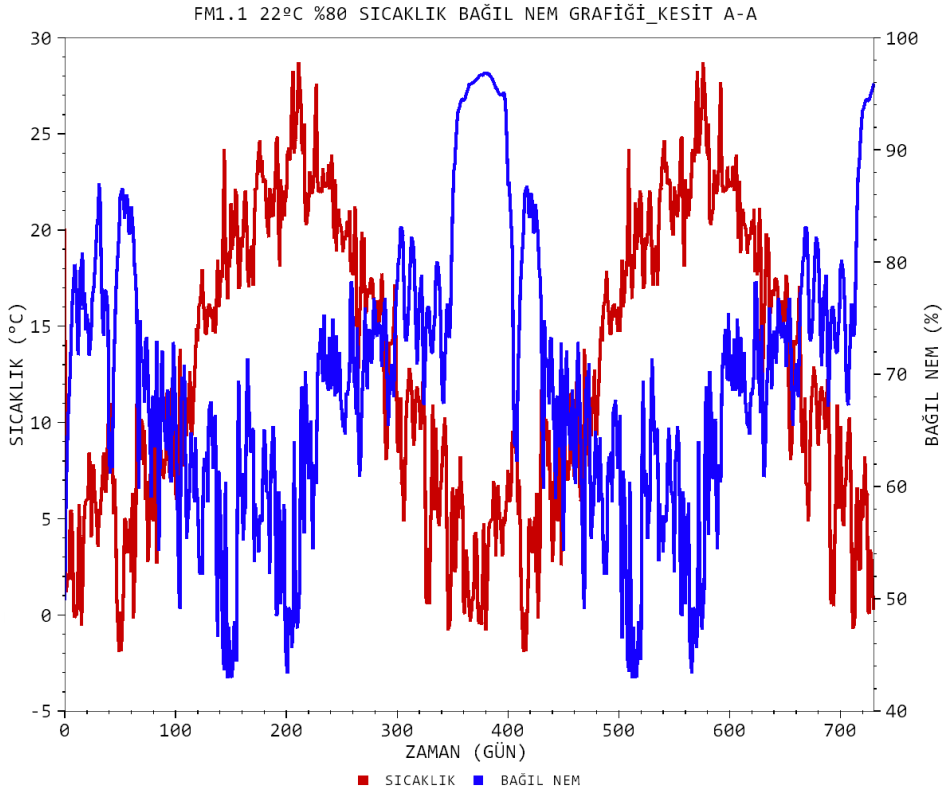
Şekil 5.48'de FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.244 ile 0.26 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



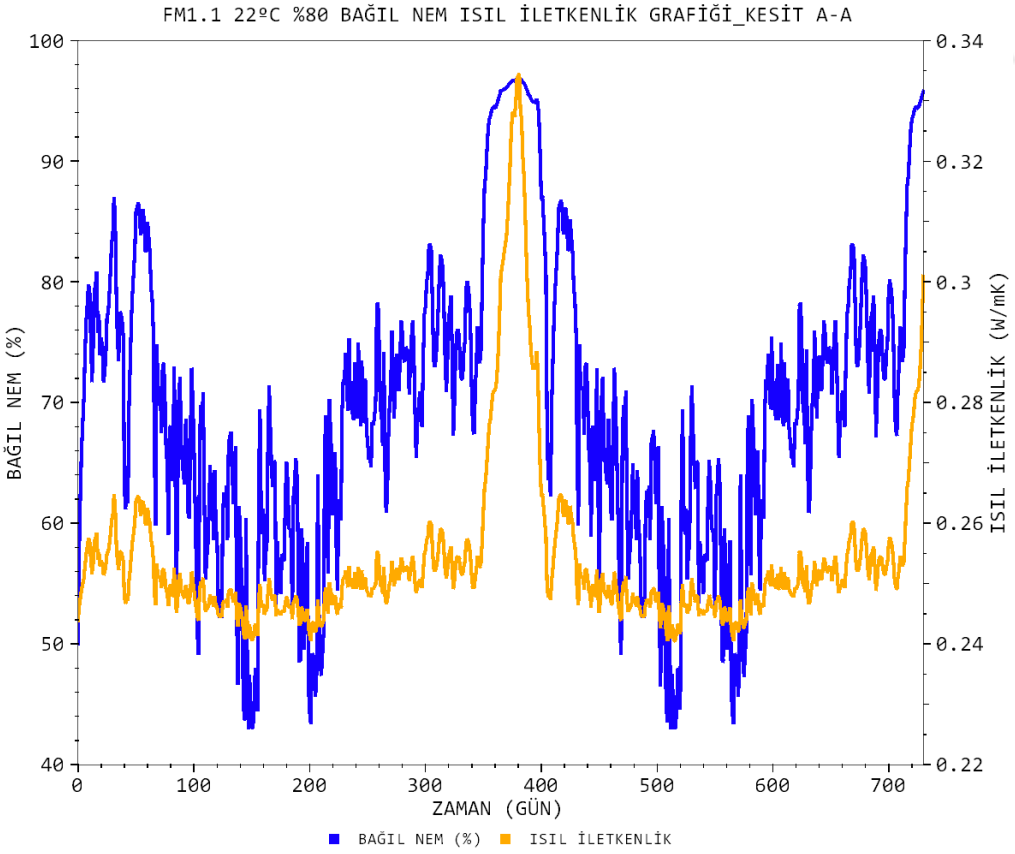
Şekil 5.48 : FM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.49'da FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %57-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -1 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-75 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-28°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış mevsimde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.50'de FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.24 ile 0.33 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

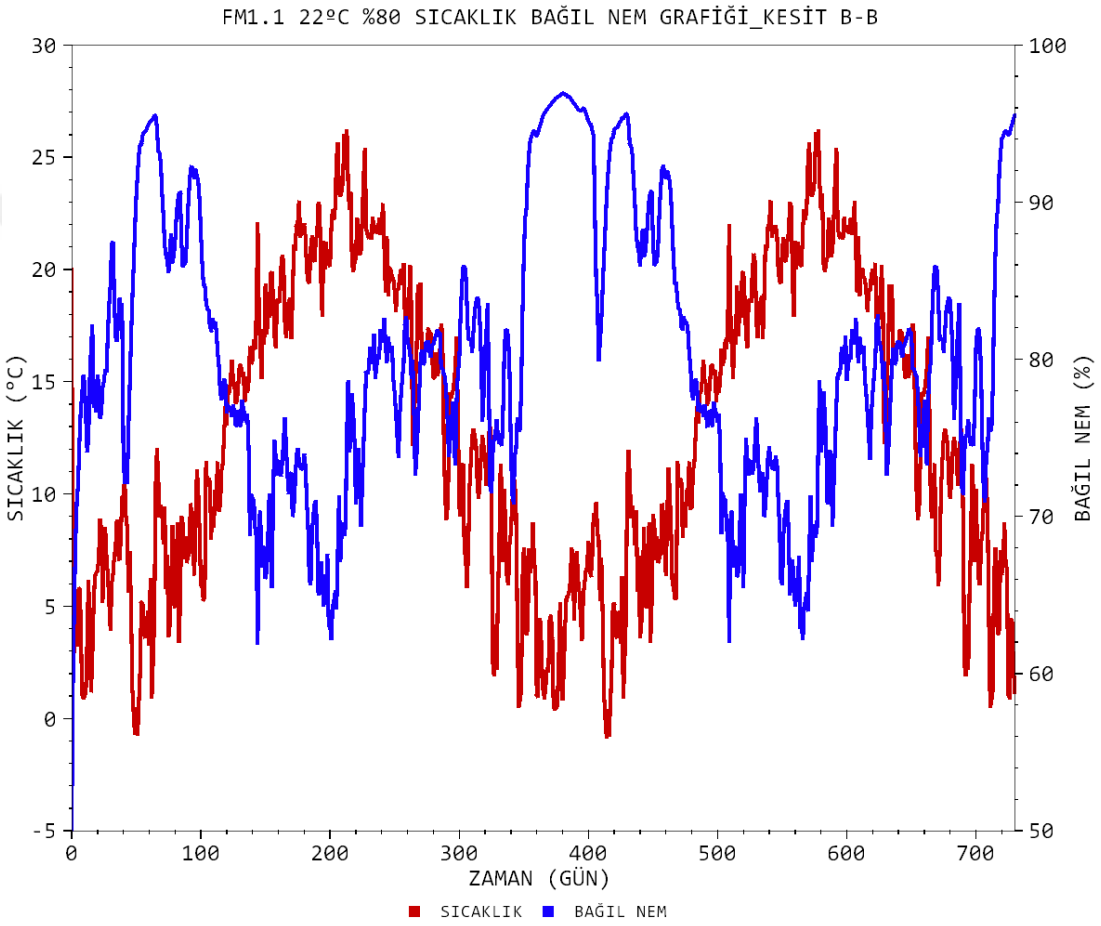


Şekil 5.49 : FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



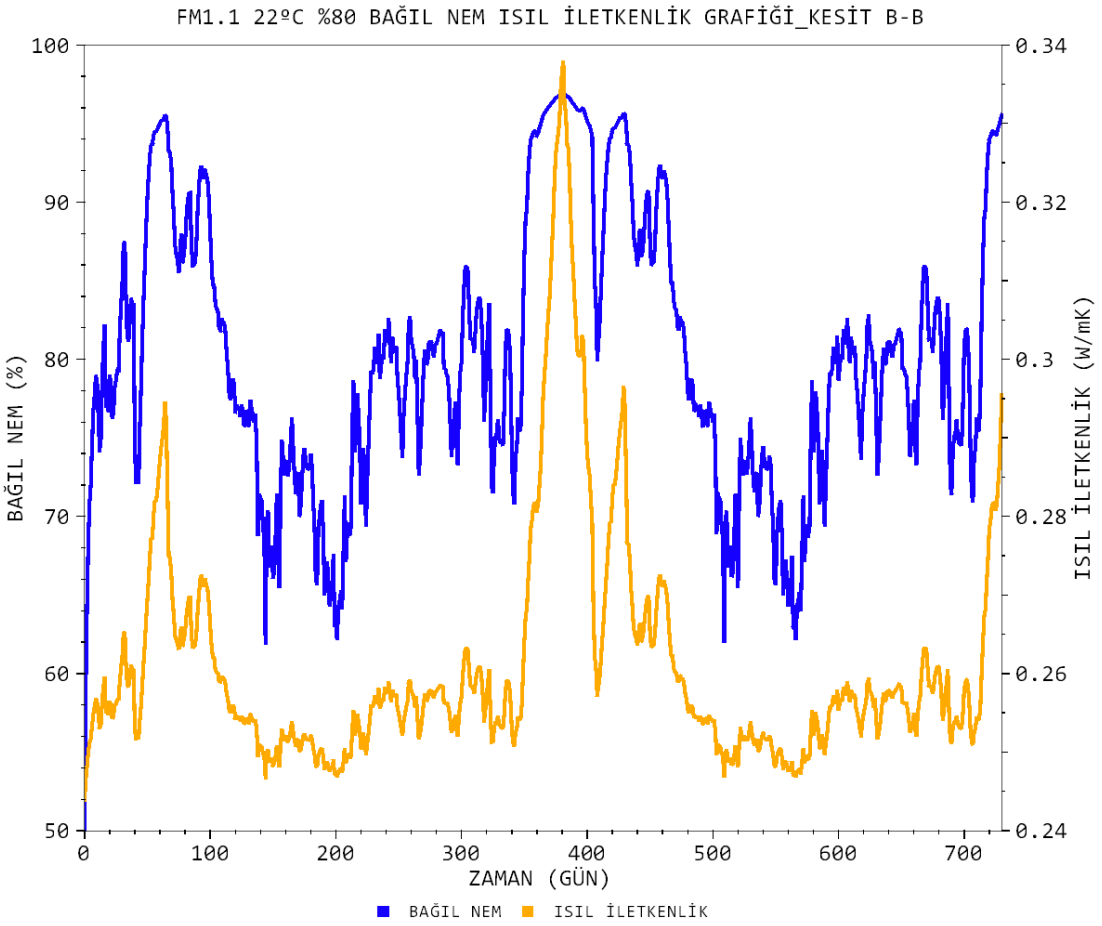
Şekil 5.50 : FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.51'de FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %59-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %62-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.51 : FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

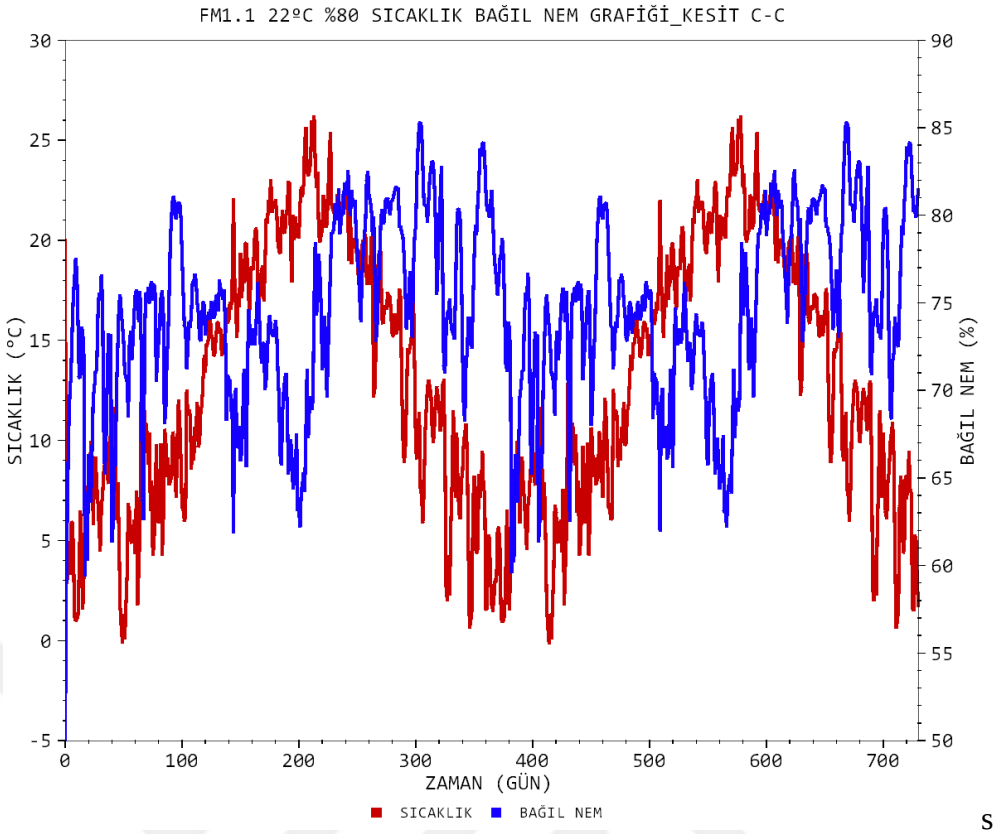
Şekil 5.52'de FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.24 ile 0.34 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 5.52 : FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

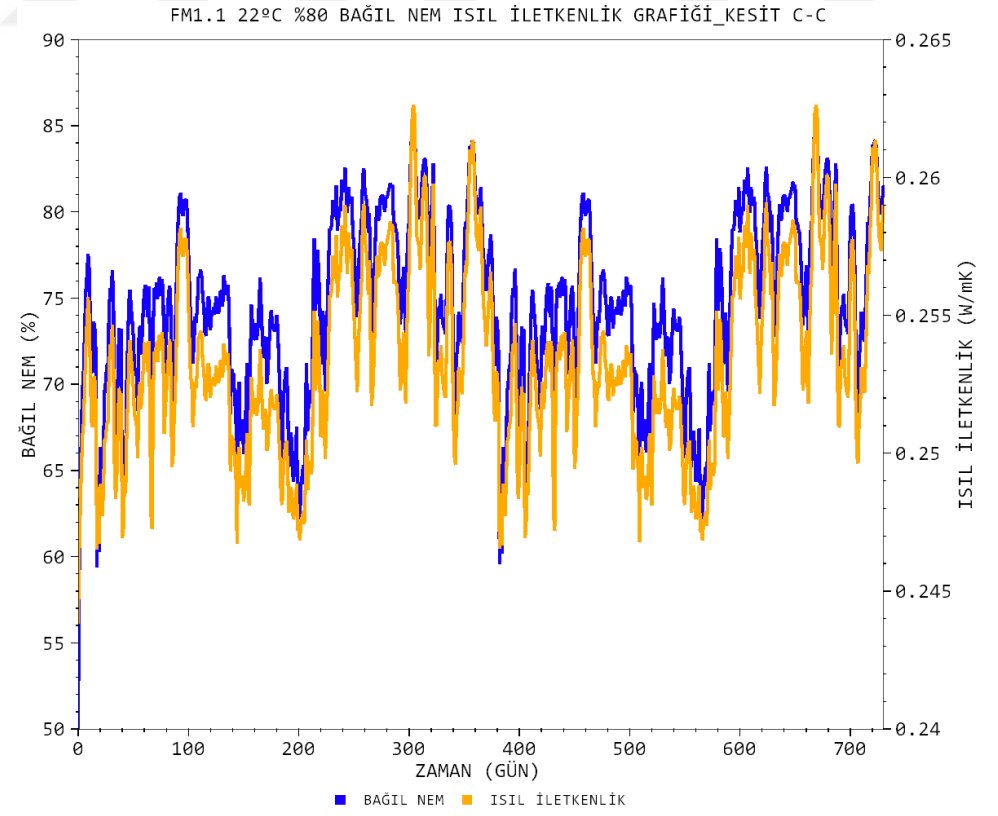
Şekil 5.53'te FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %59-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %62-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.54'te FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.245 ile 0.263 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



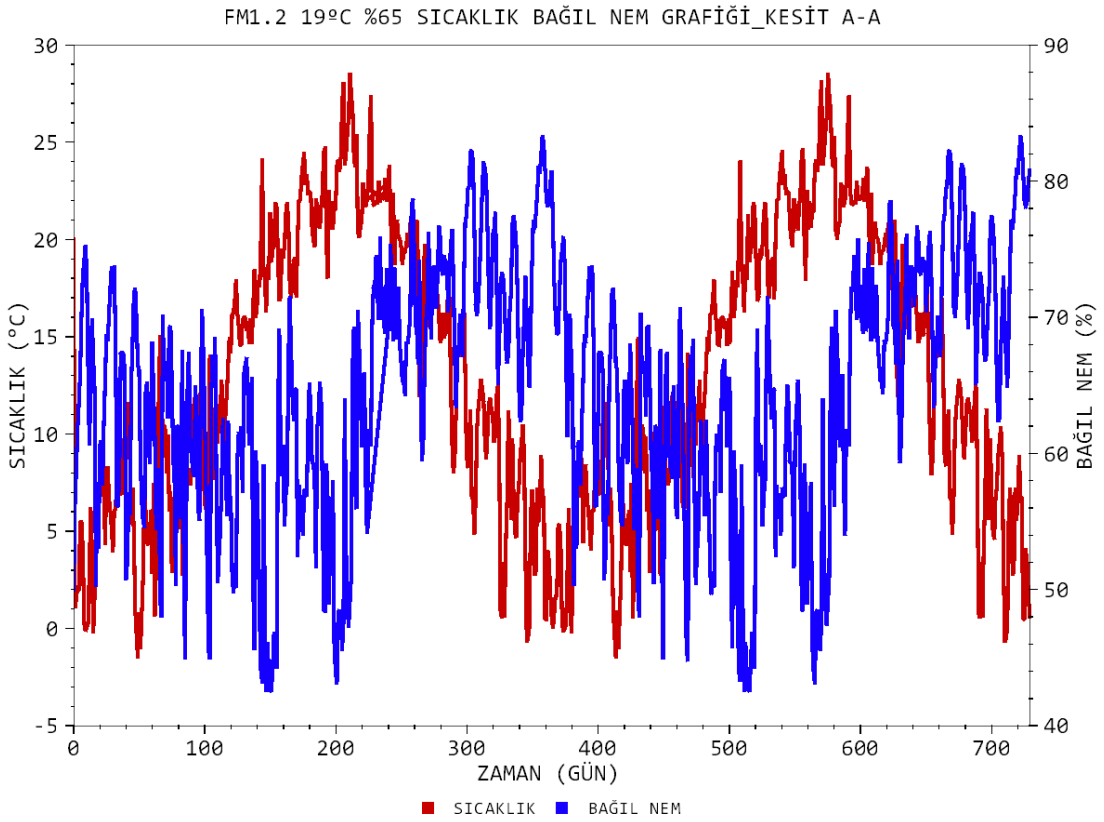
s

Şekil 5.53 : FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



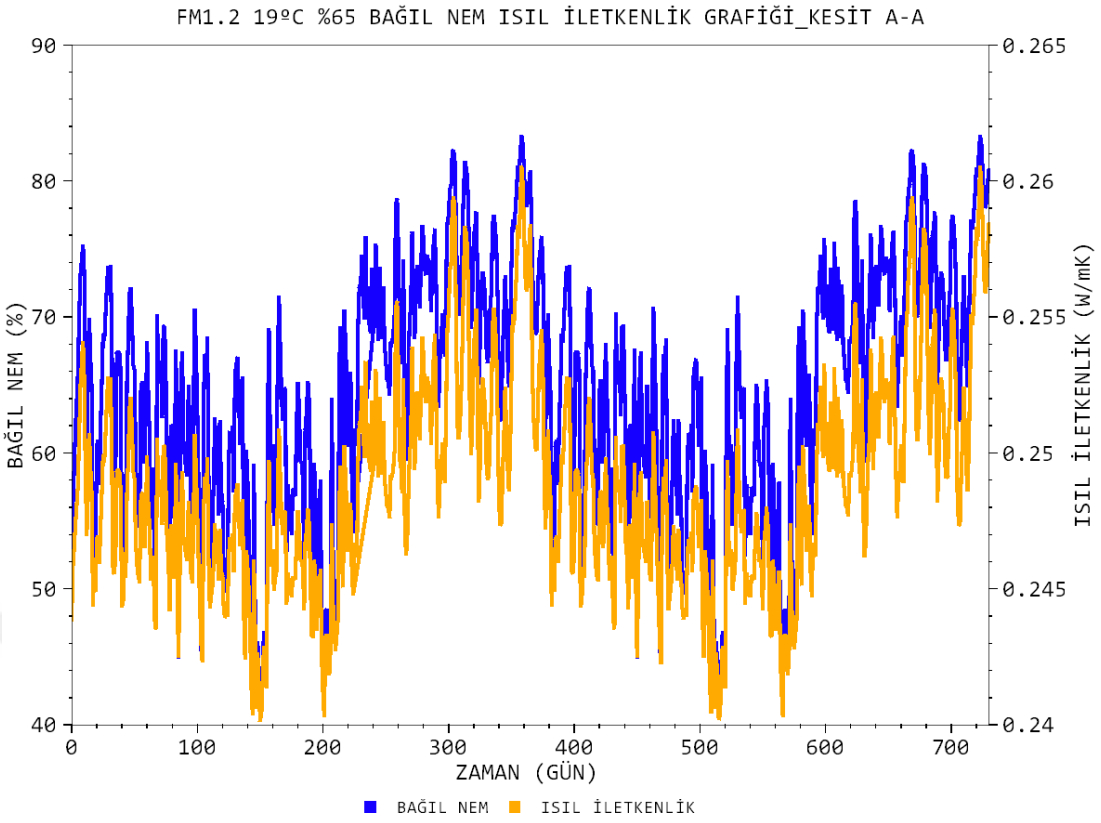
Şekil 5.54 : FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.55'te FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %50-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -1 ile 11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-75 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-28°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış mevsiminde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.55 : FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

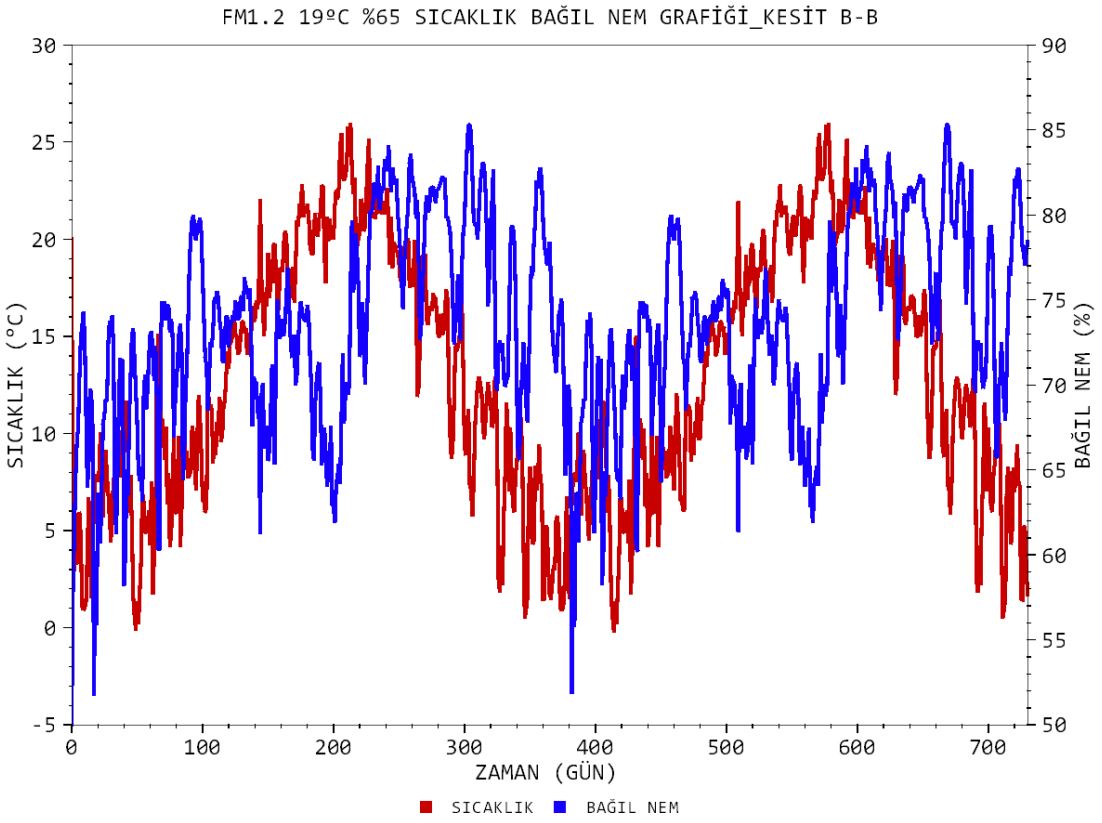
Şekil 5.56'da FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.24 ile 0.26 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



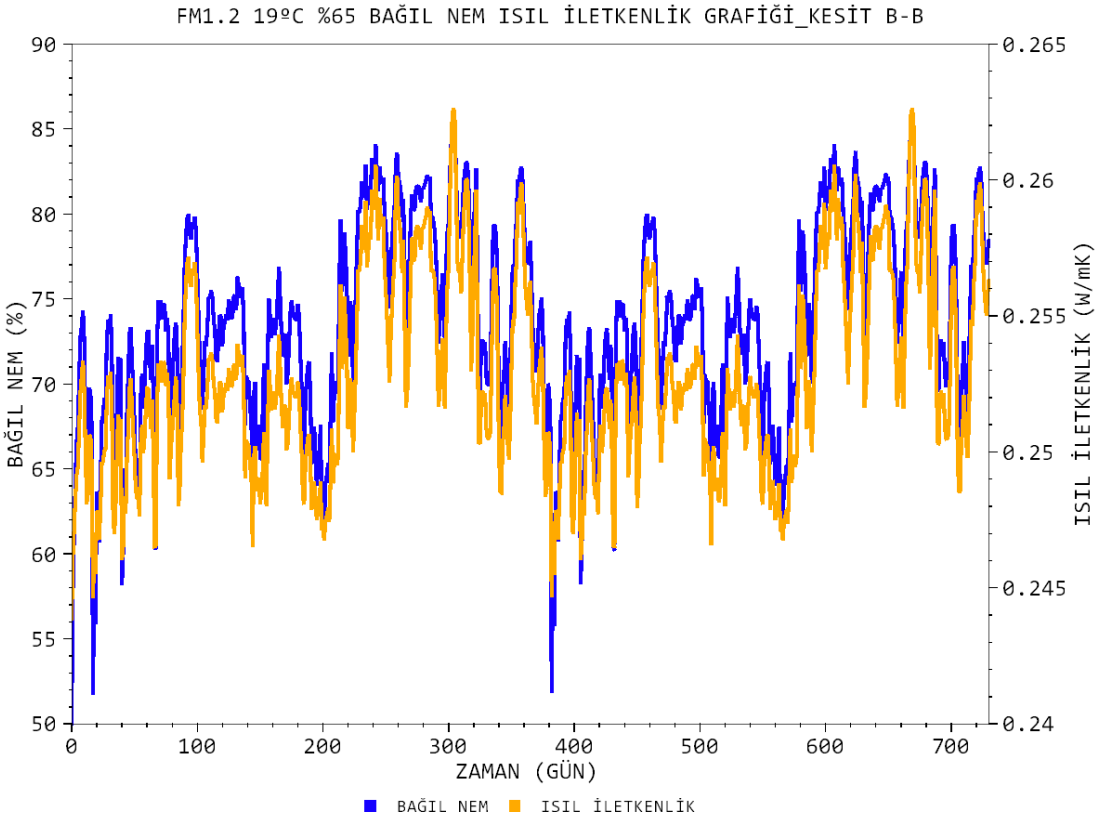
Şekil 5.56 : FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.57'de FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-25°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.58'de FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.245 ile 0.263 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

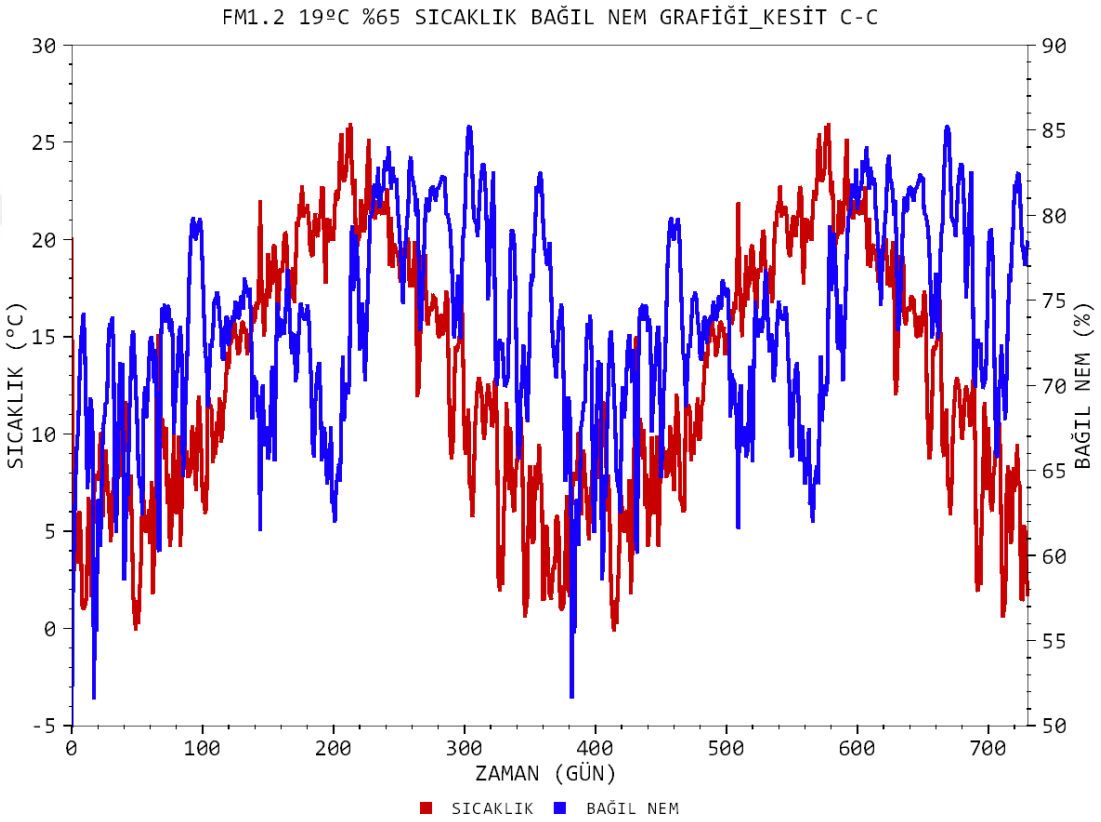


Şekil 5.57 : FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



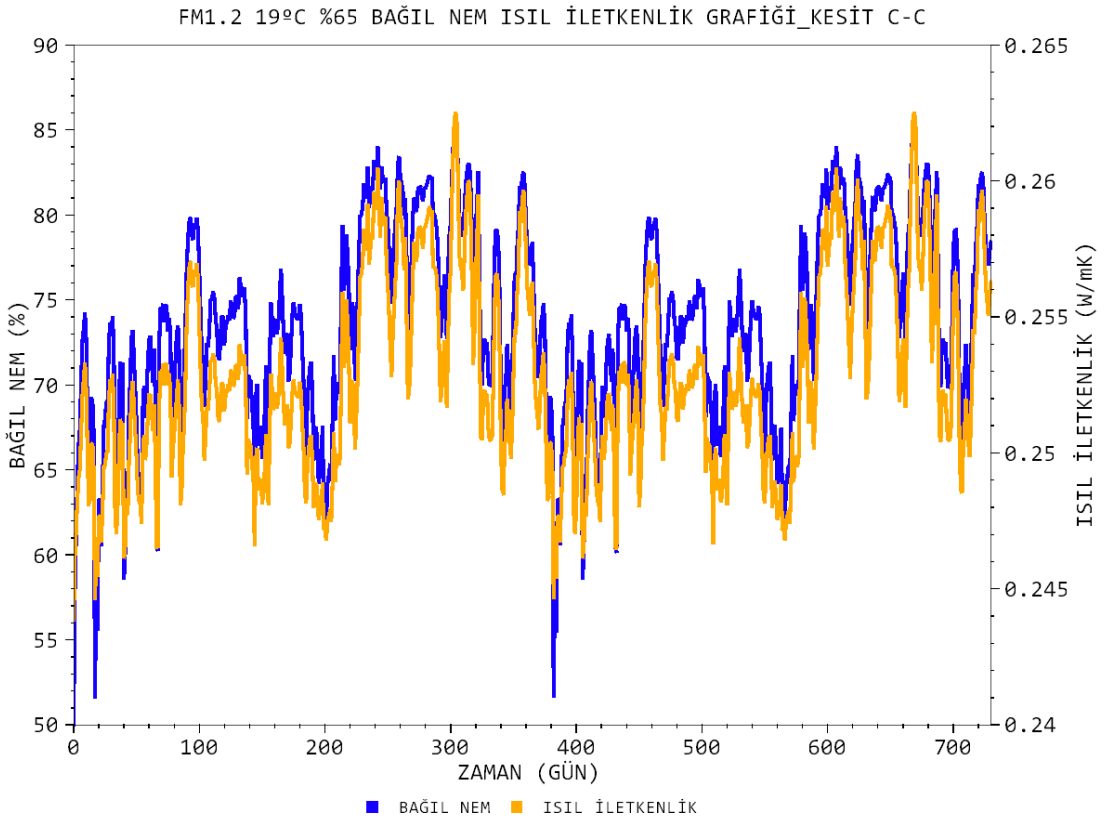
Şekil 5.58 : FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.59'da FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-25°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.59 : FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

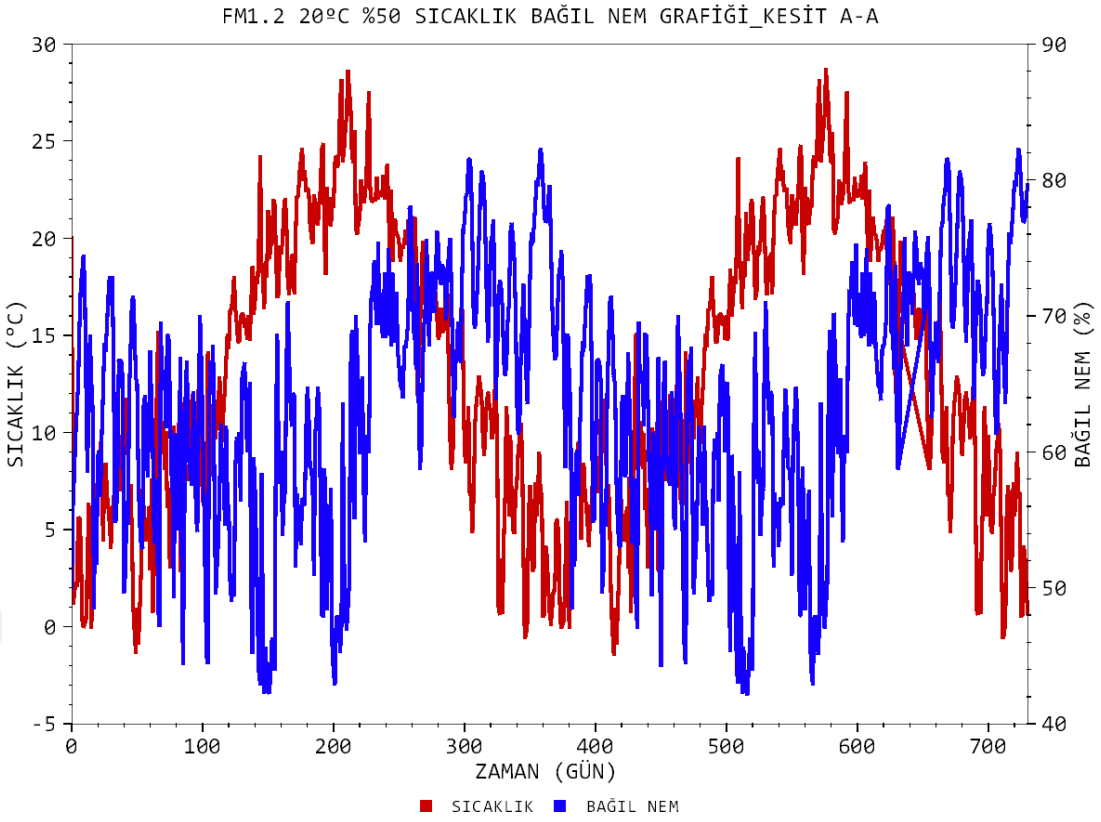
Şekil 5.60'da FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.245 ile 0.263 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



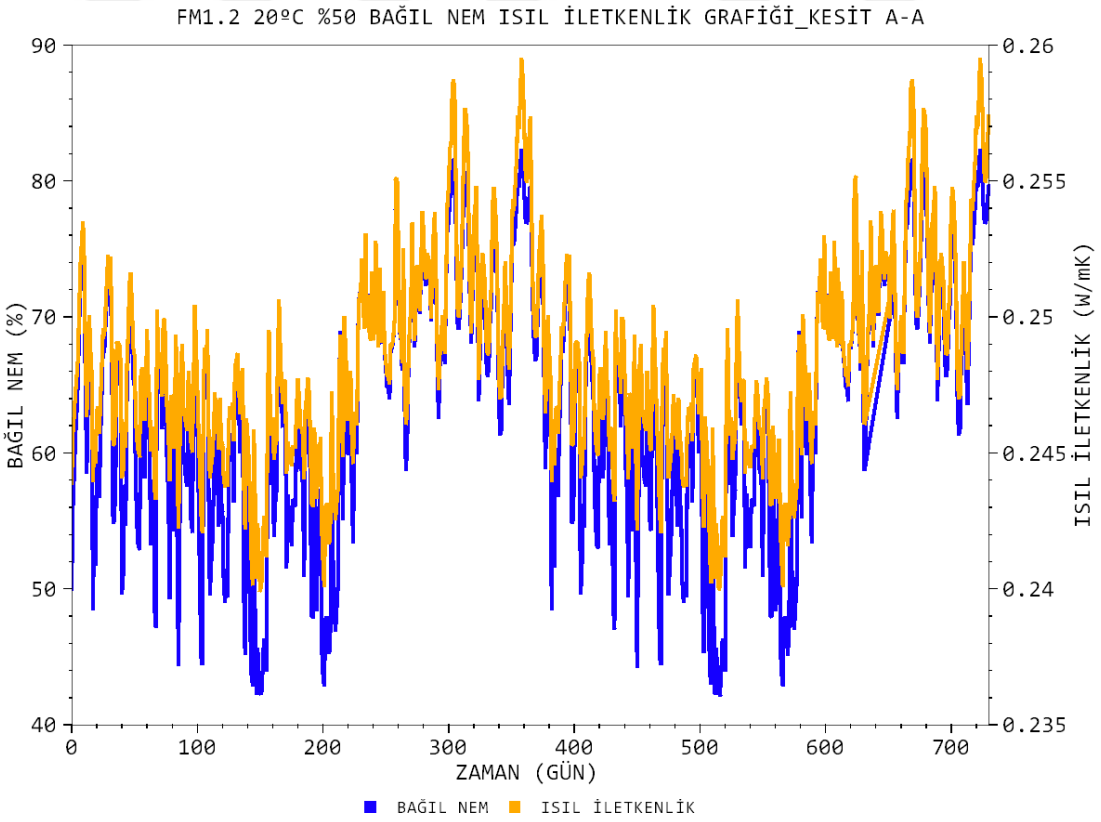
Şekil 5.60 : FM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.61'de FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -1 ile 11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-75 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-28°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış mevsiminde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.62'de FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.24 ile 0.26 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

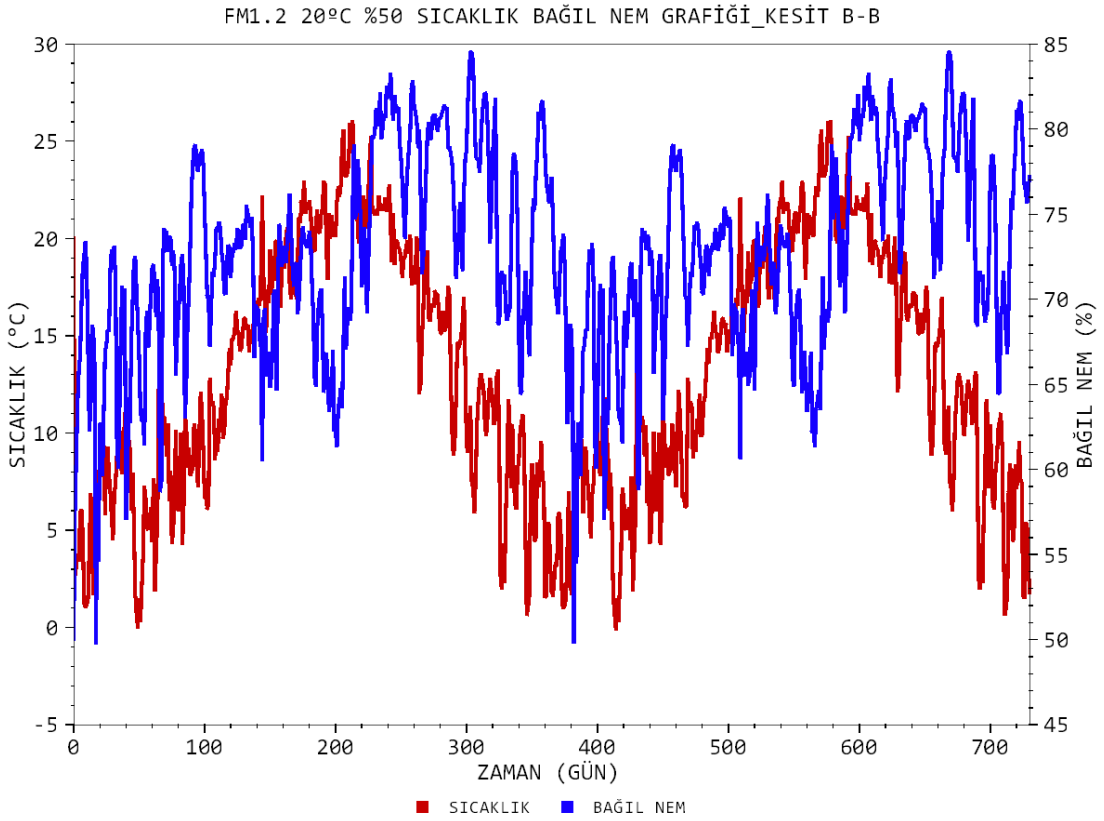


Şekil 5.61 : FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



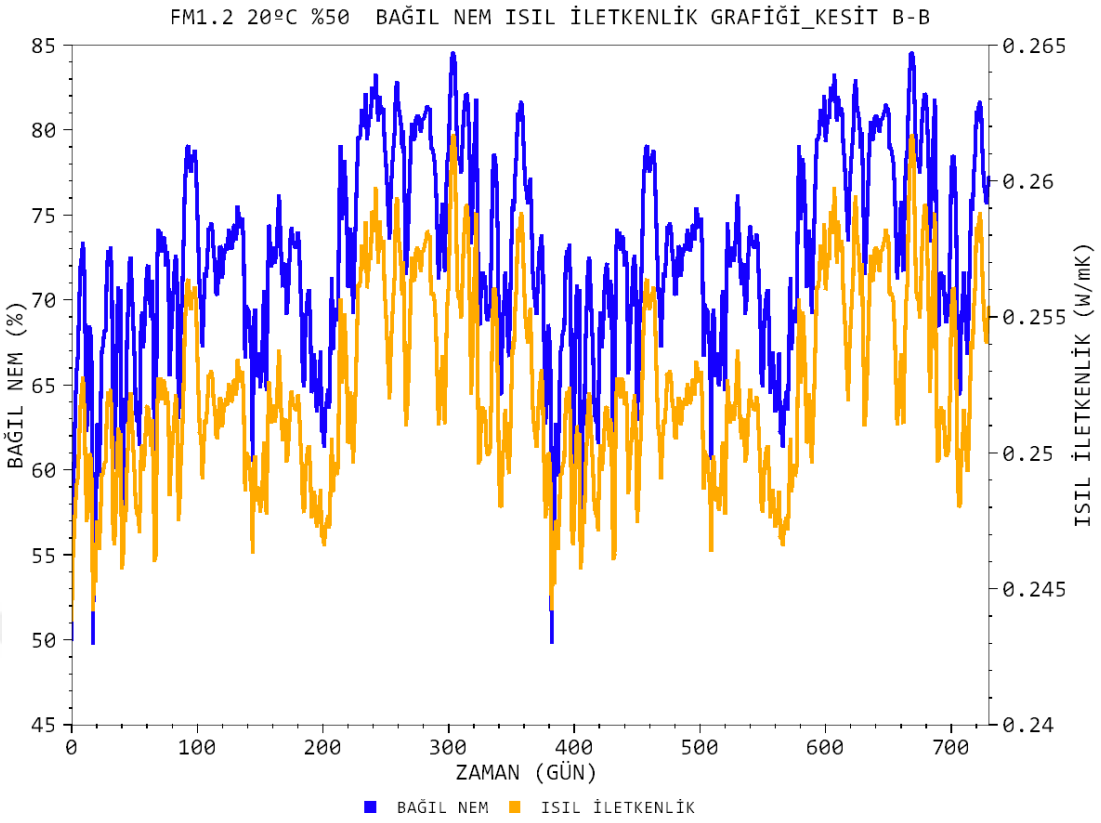
Şekil 5.62 : FM1.2 20°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.63'te FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %49-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.63 : FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

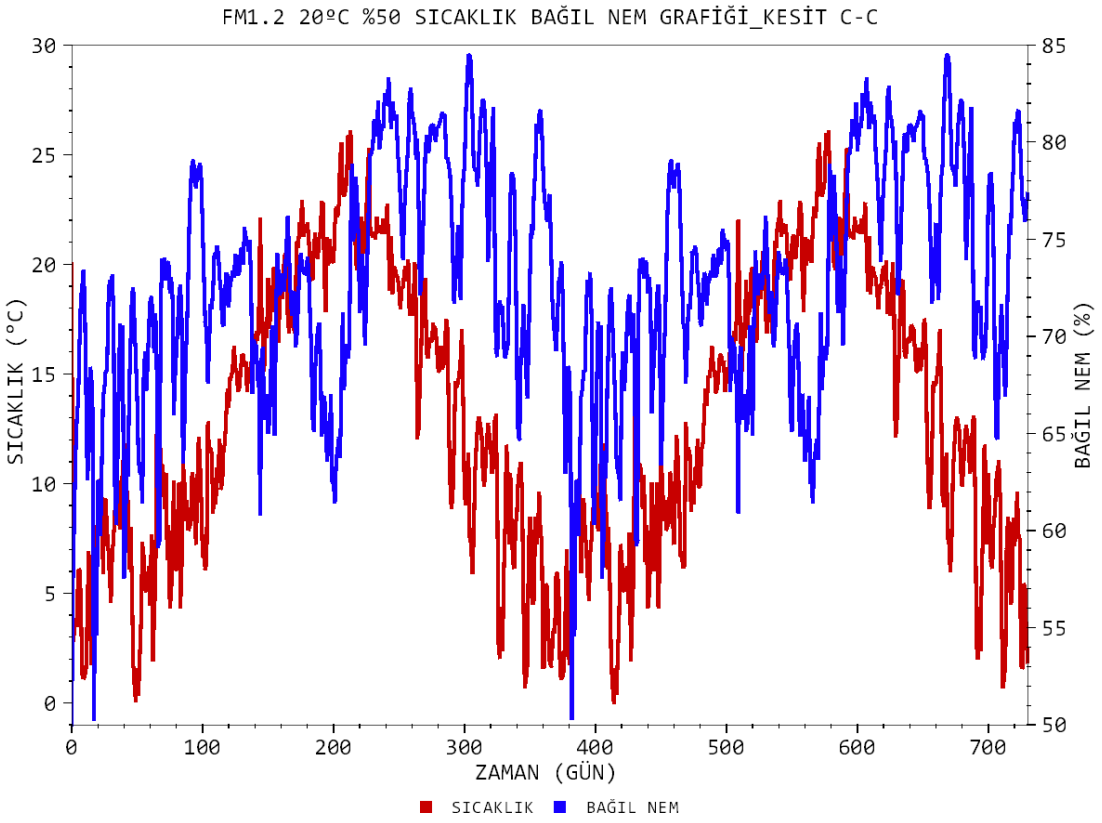
Şekil 5.64'te FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.244 ile 0.263 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



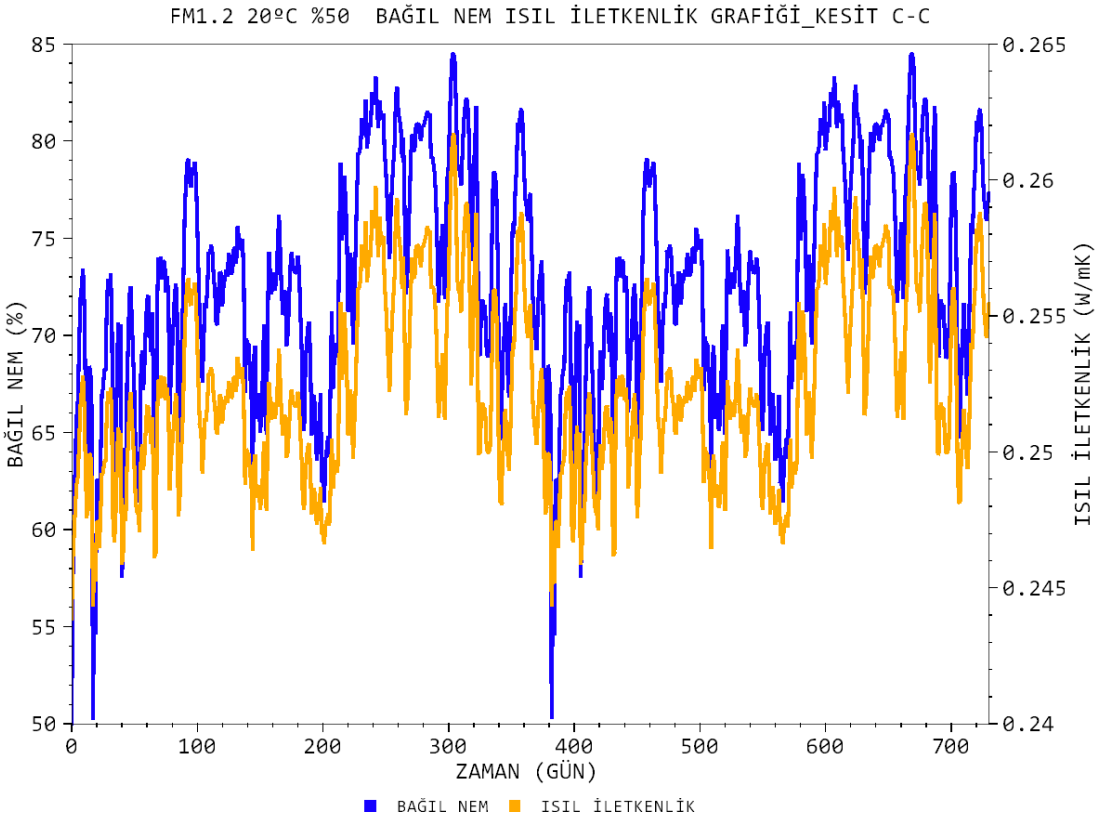
Şekil 5.64 : FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.65'te FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-25°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.66'da FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.244 ile 0.262 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

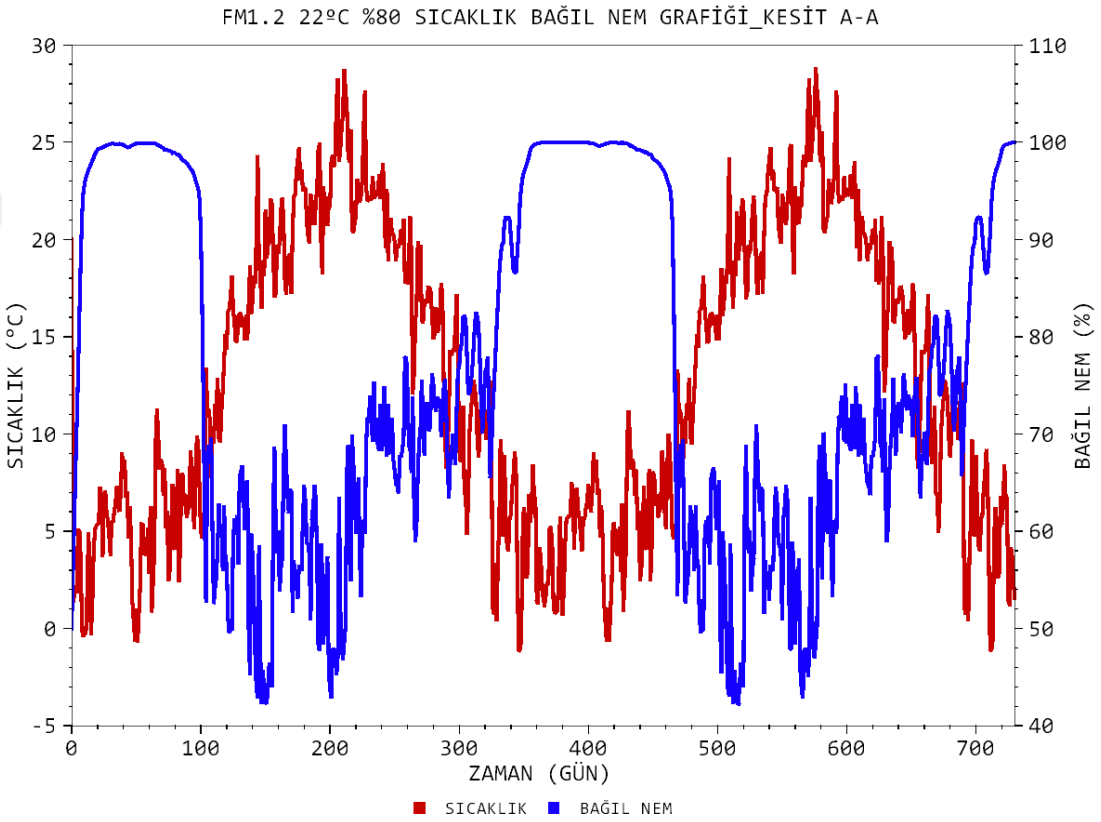


Şekil 5.65 : FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



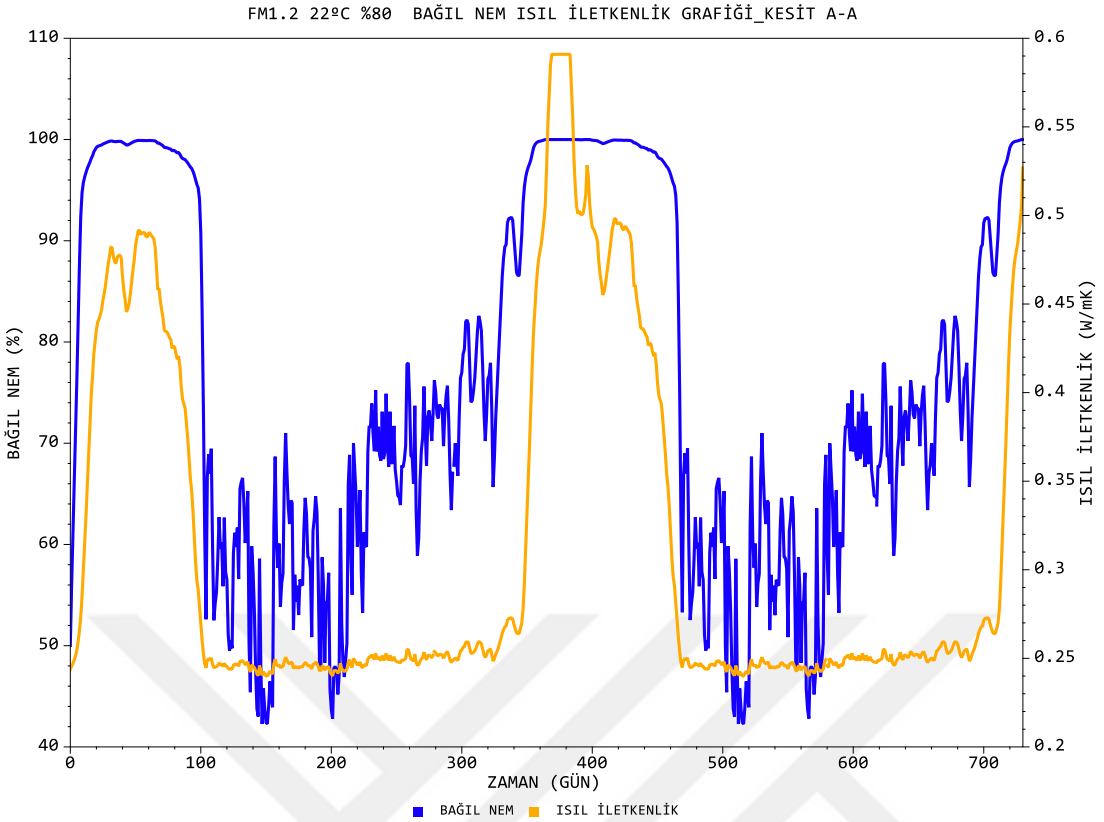
Şekil 5.66 : FM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.67'de FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-99 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-74 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-28°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış mevsiminde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.67 : FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

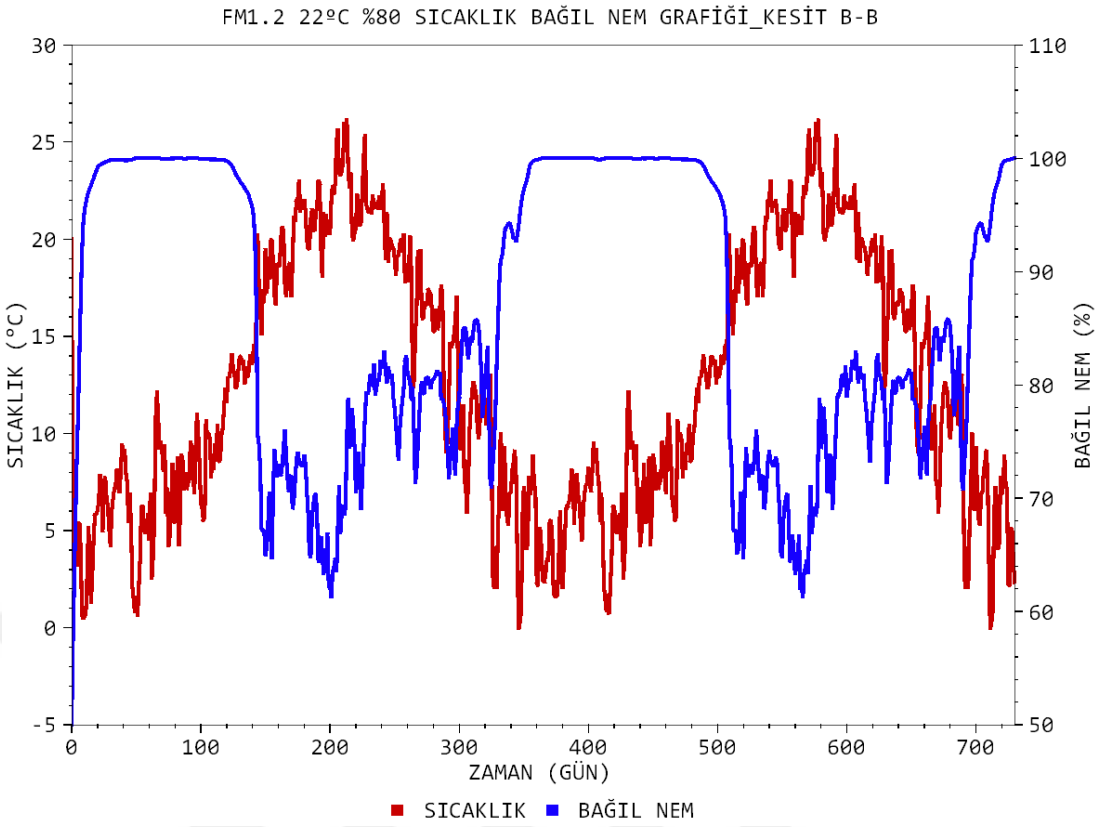
Şekil 5.68'de FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.25 ile 0.6 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



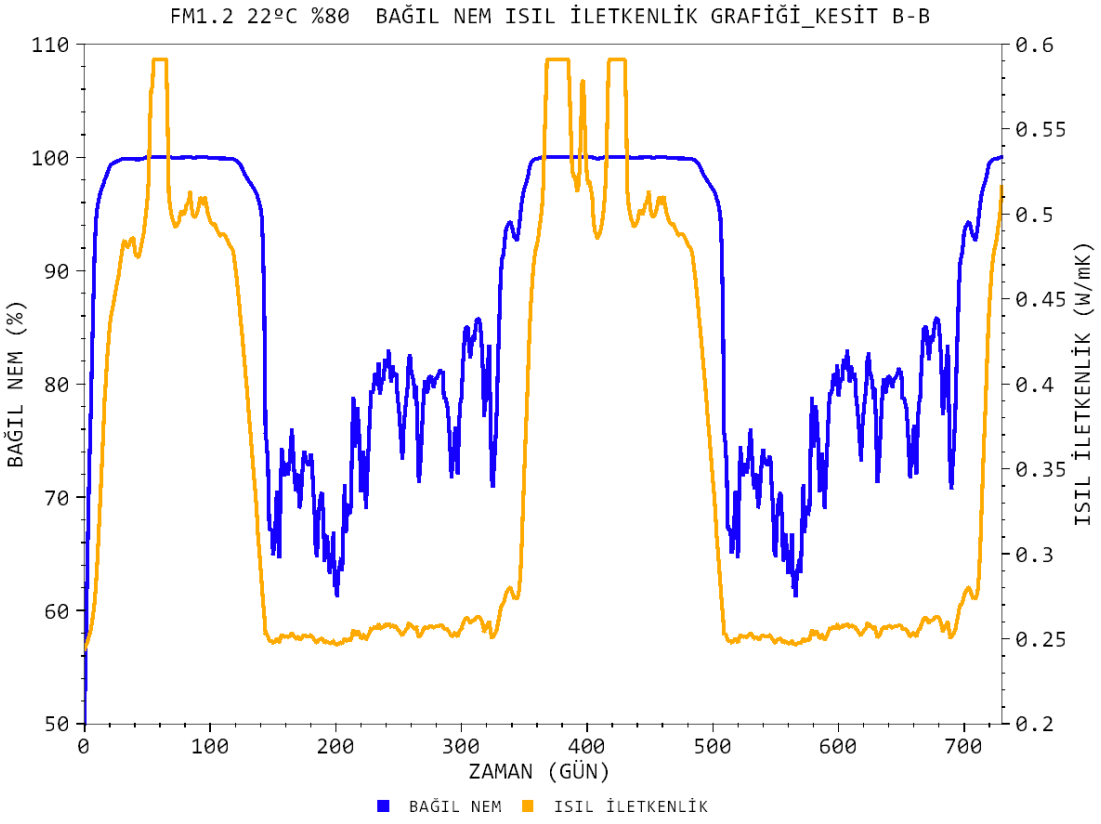
Şekil 5.68 : FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.69'da FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %57-100 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.70'te FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.25 ile 0.6 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

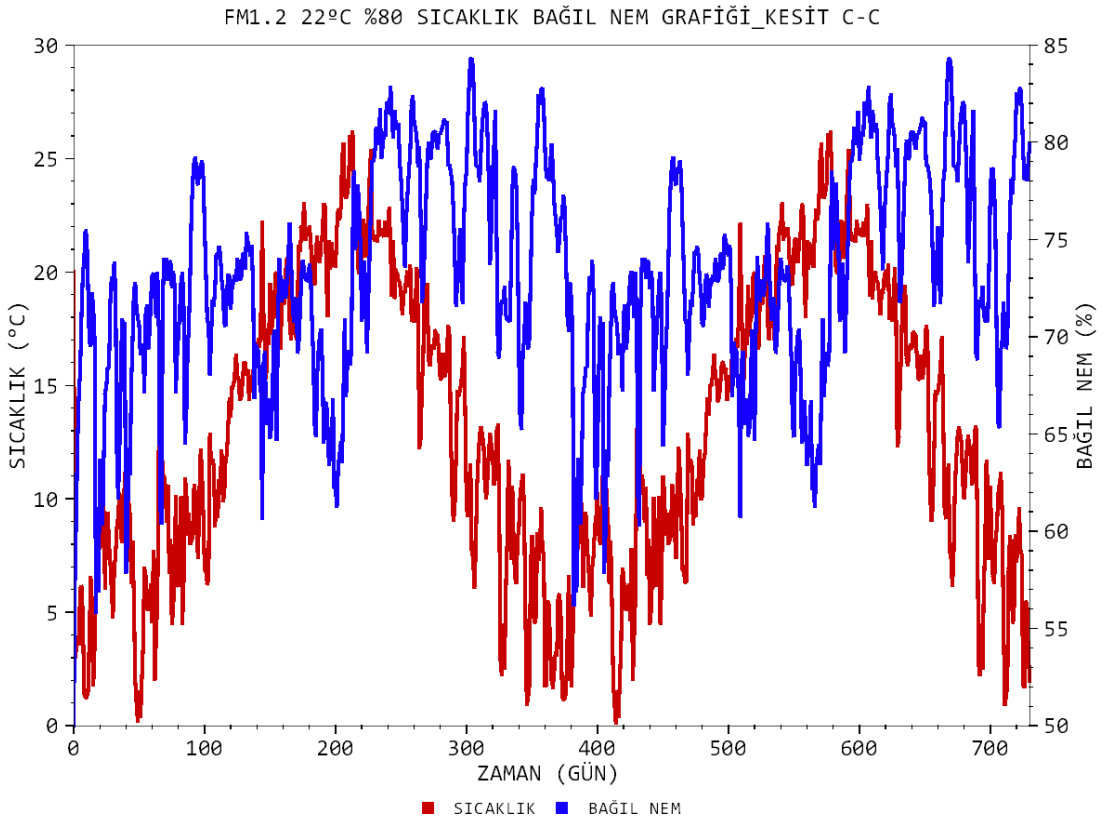


Şekil 5.69 : FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



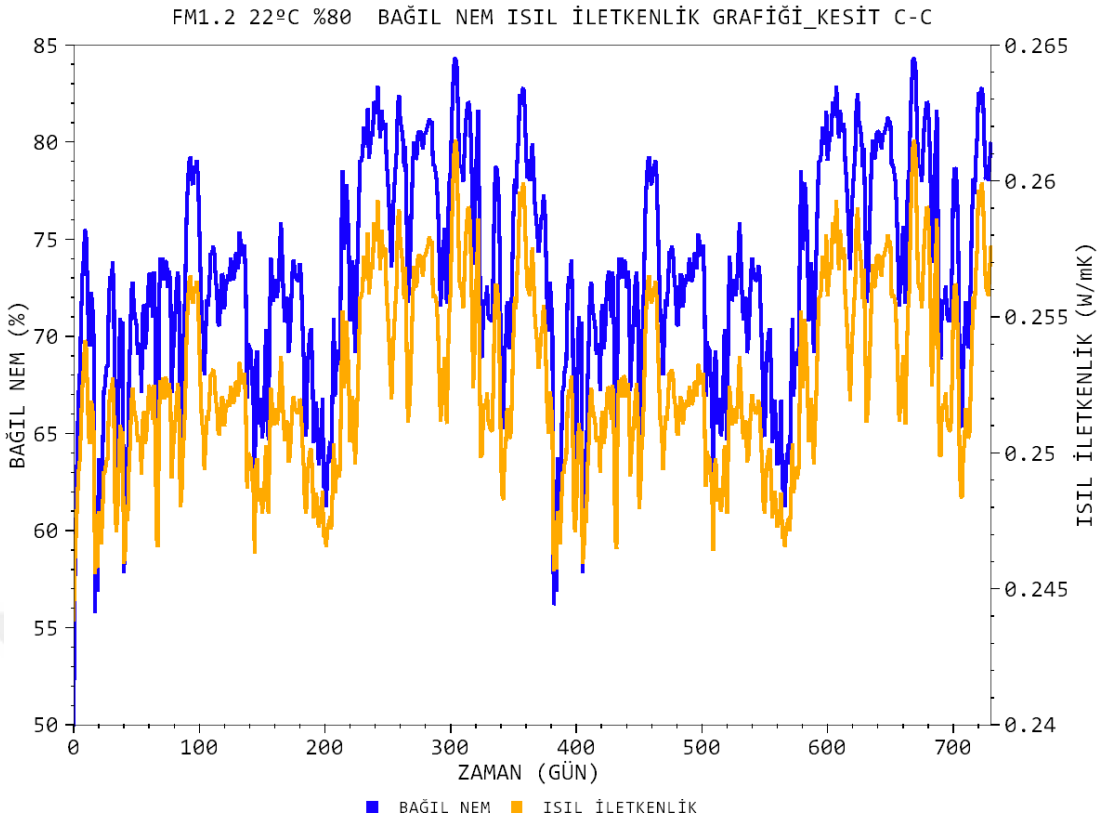
Şekil 5.70 : FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.71'de FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.71 : FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

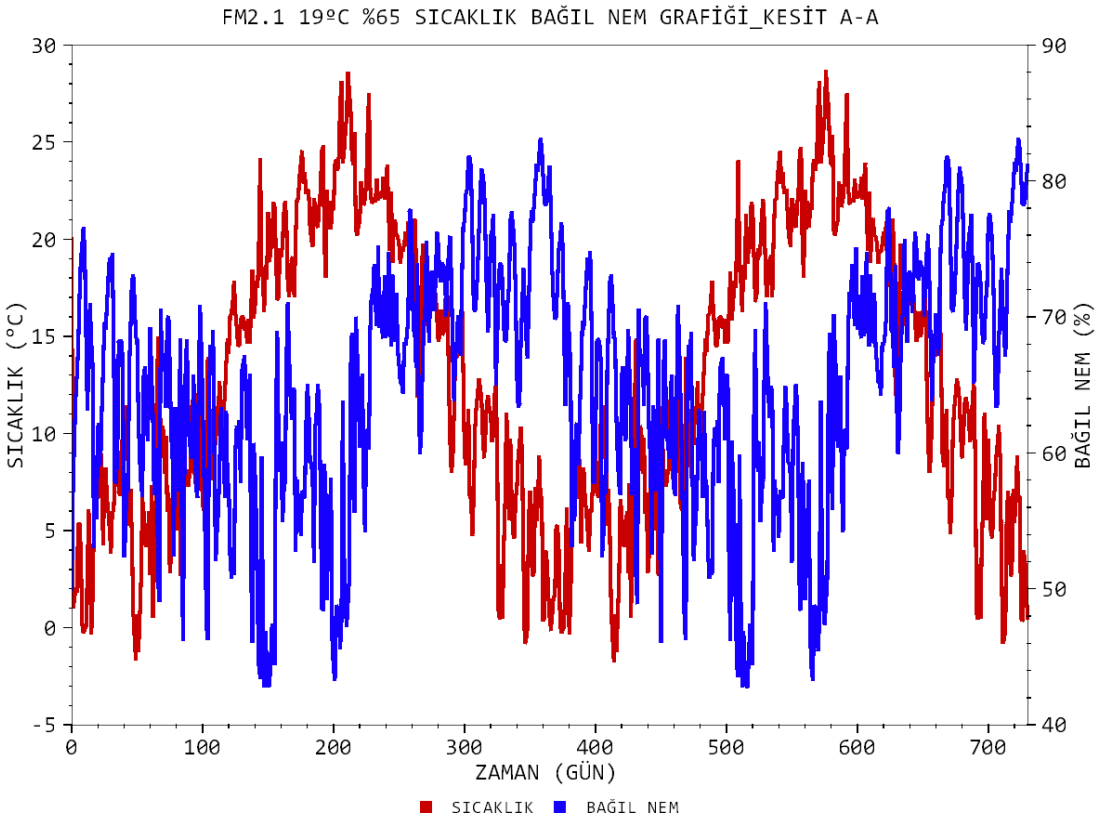
Şekil 5.72'de FM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.245 ile 0.262 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



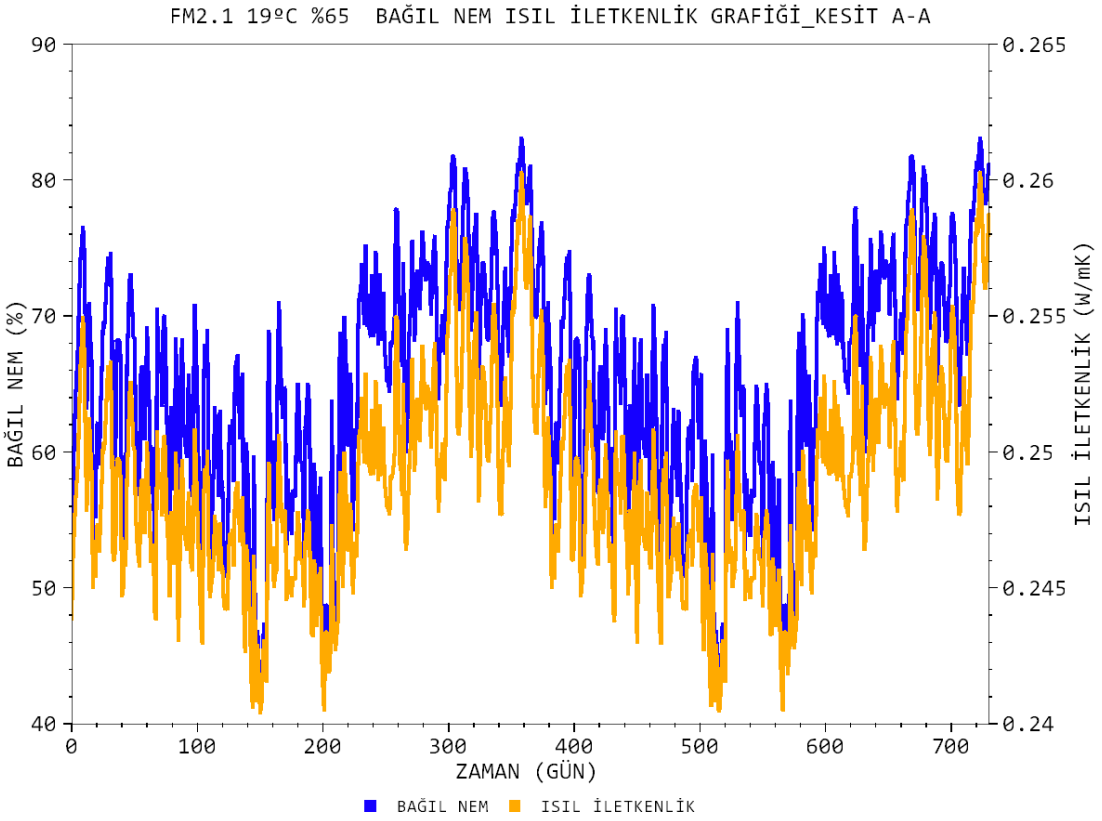
Şekil 5.72 : FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.73'te FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -1 ile 11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-75 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-28°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış mevsiminde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.74'te FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.24 ile 0.26 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

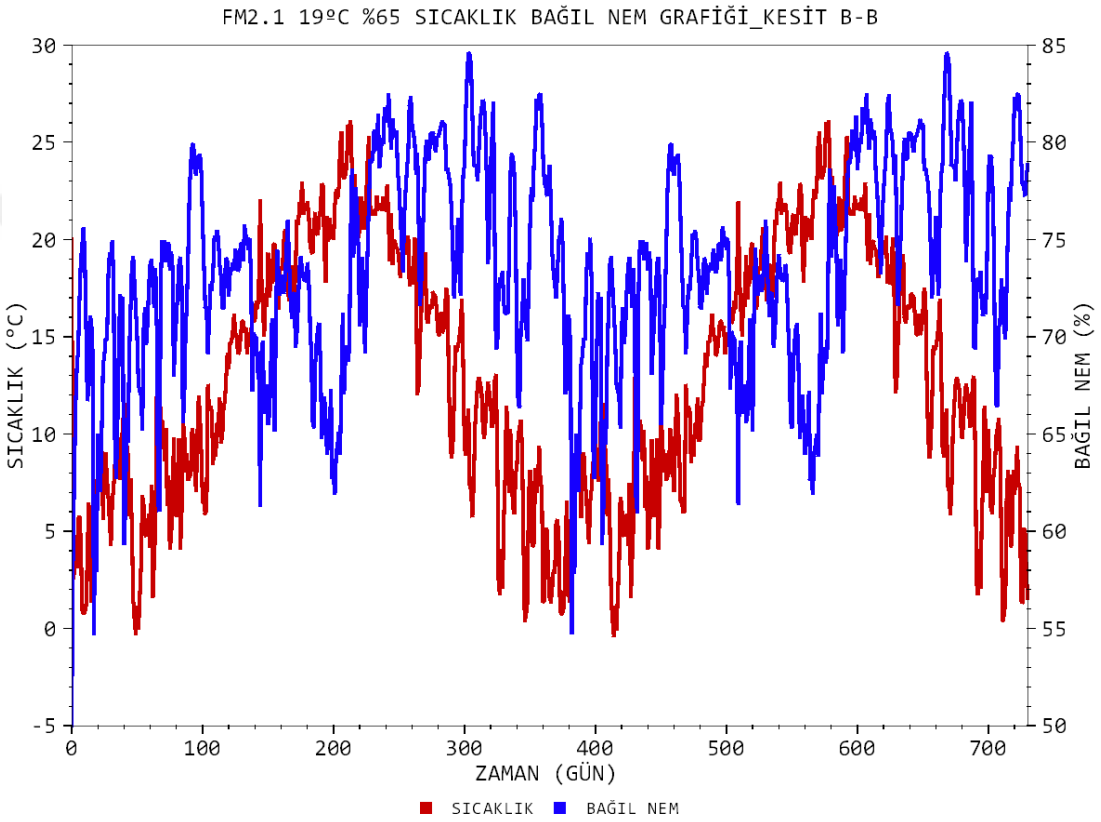


Şekil 5.73 : FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



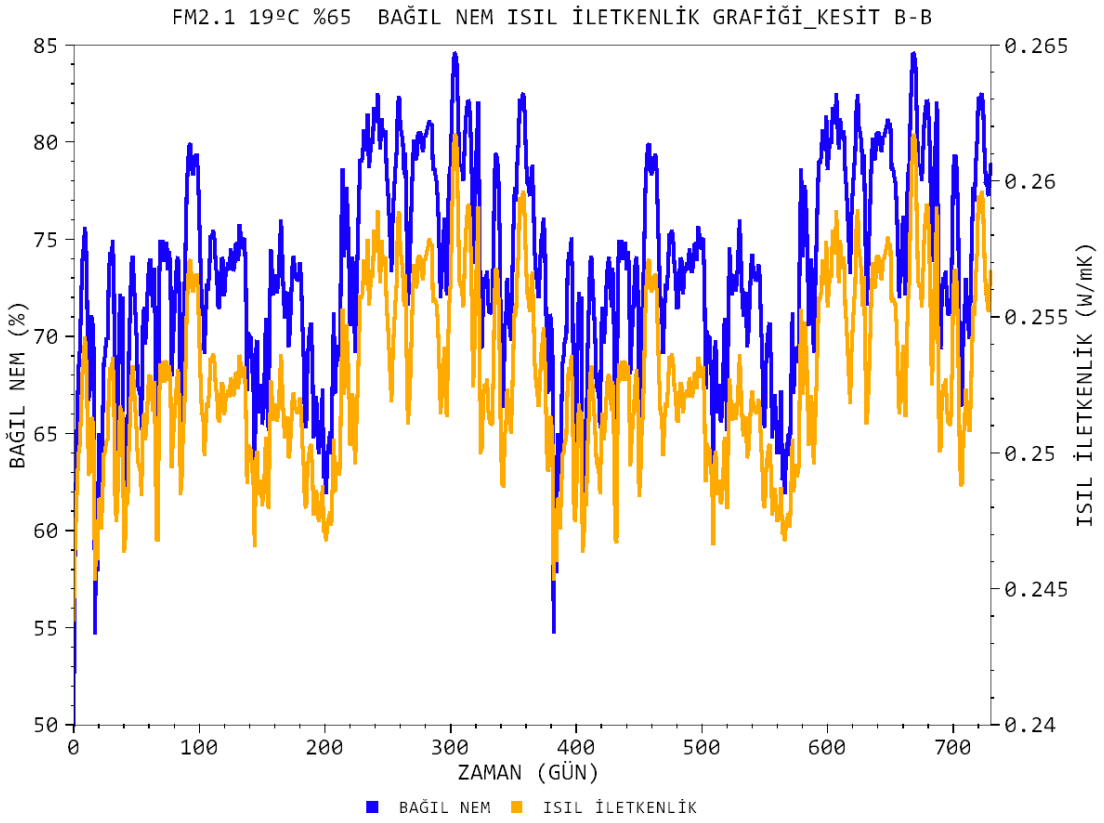
Şekil 5.74 : FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.75'te FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.75 : FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

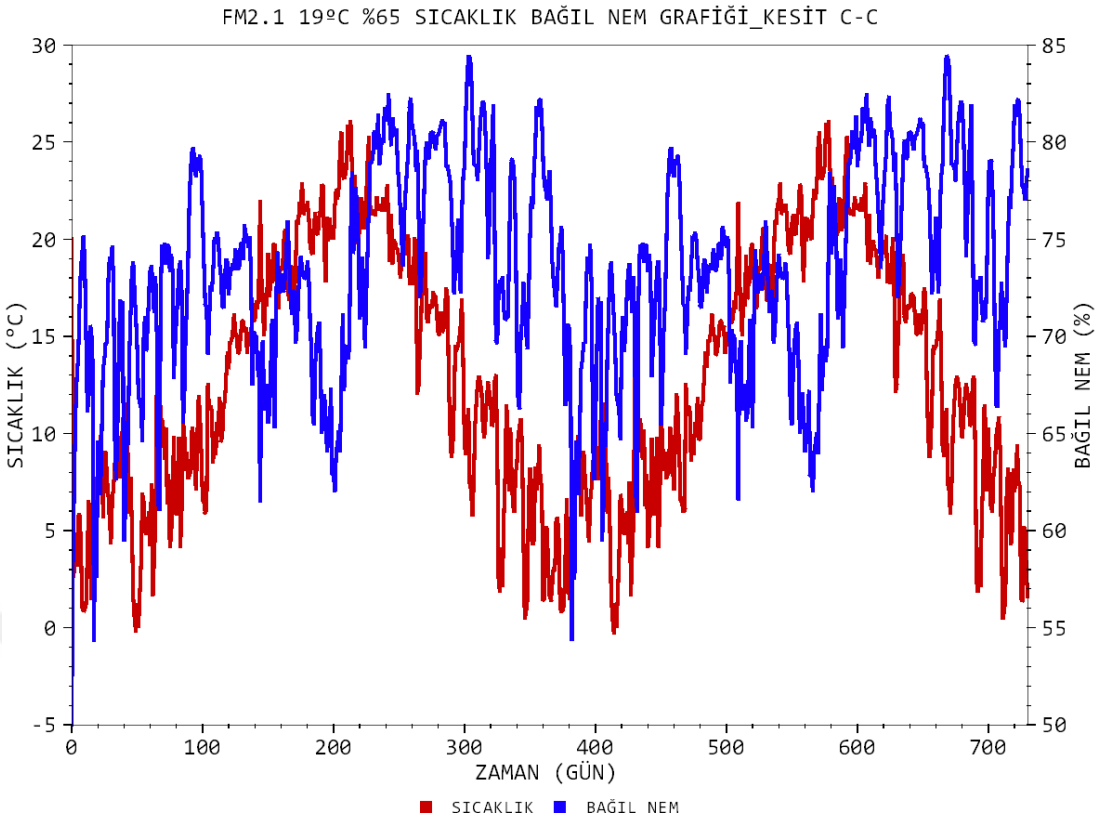
Şekil 5.76'da FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.245 ile 0.262 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



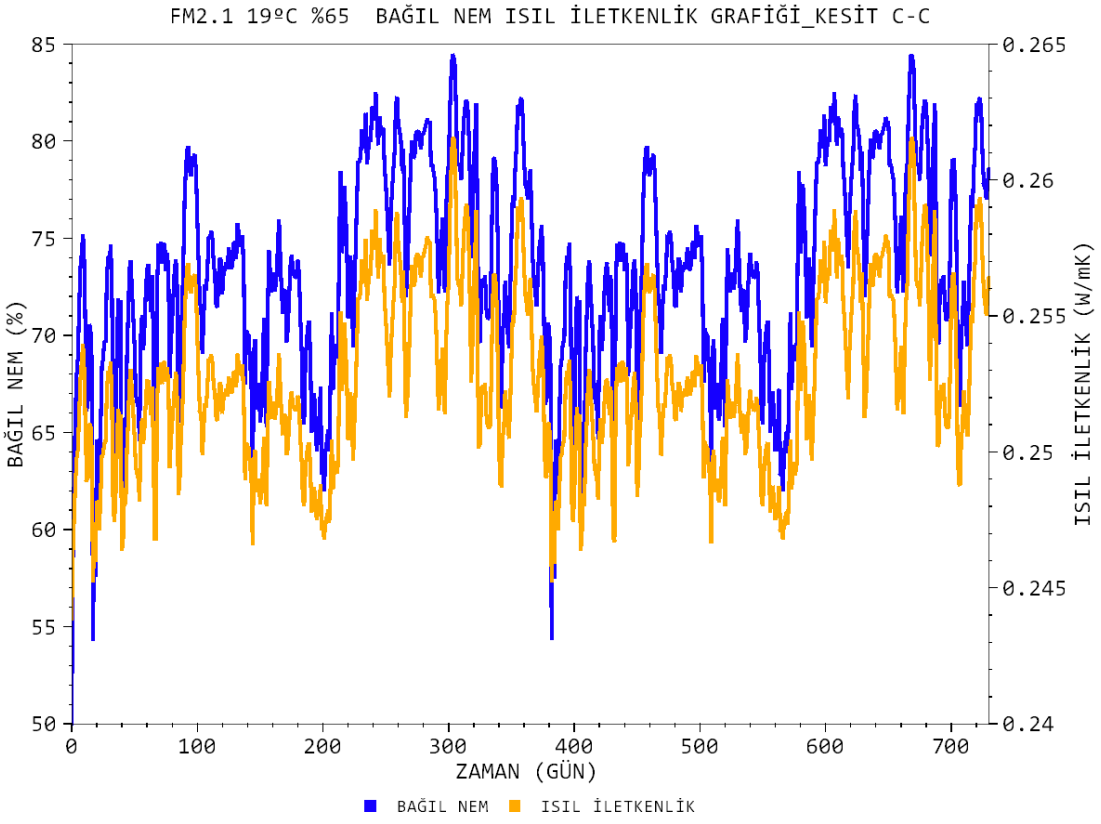
Şekil 5.76 : FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.77'de FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış mevsiminde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.78'de FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.245 ile 0.263 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

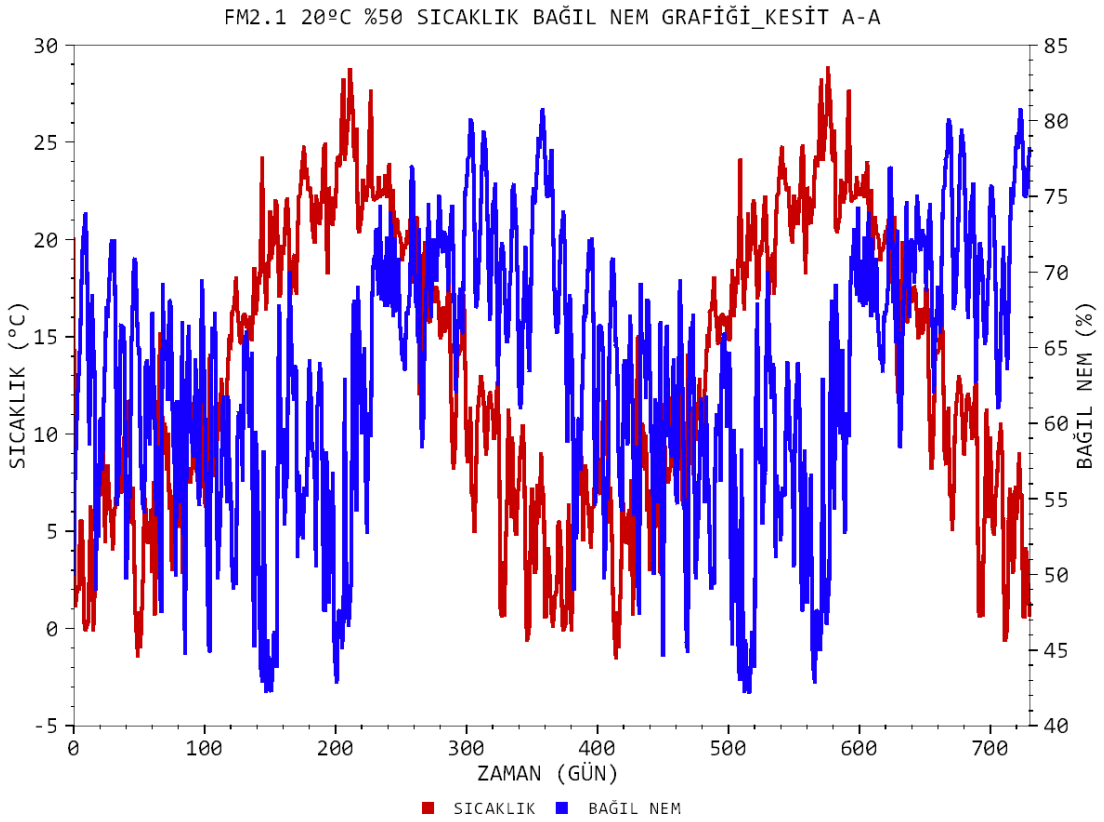


Şekil 5.77 : FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



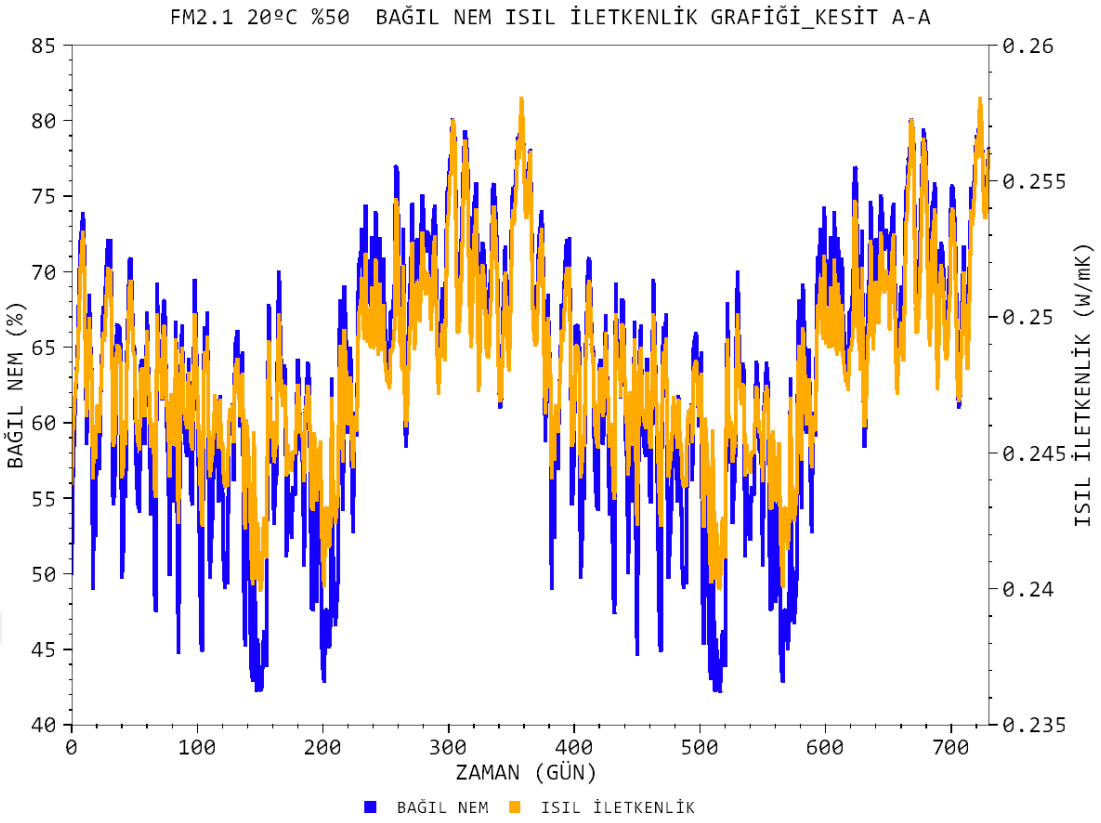
Şekil 5.78 : FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.79'da FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %49-80 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -1 ile 11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-74 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-28°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış mevsiminde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.79 : FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

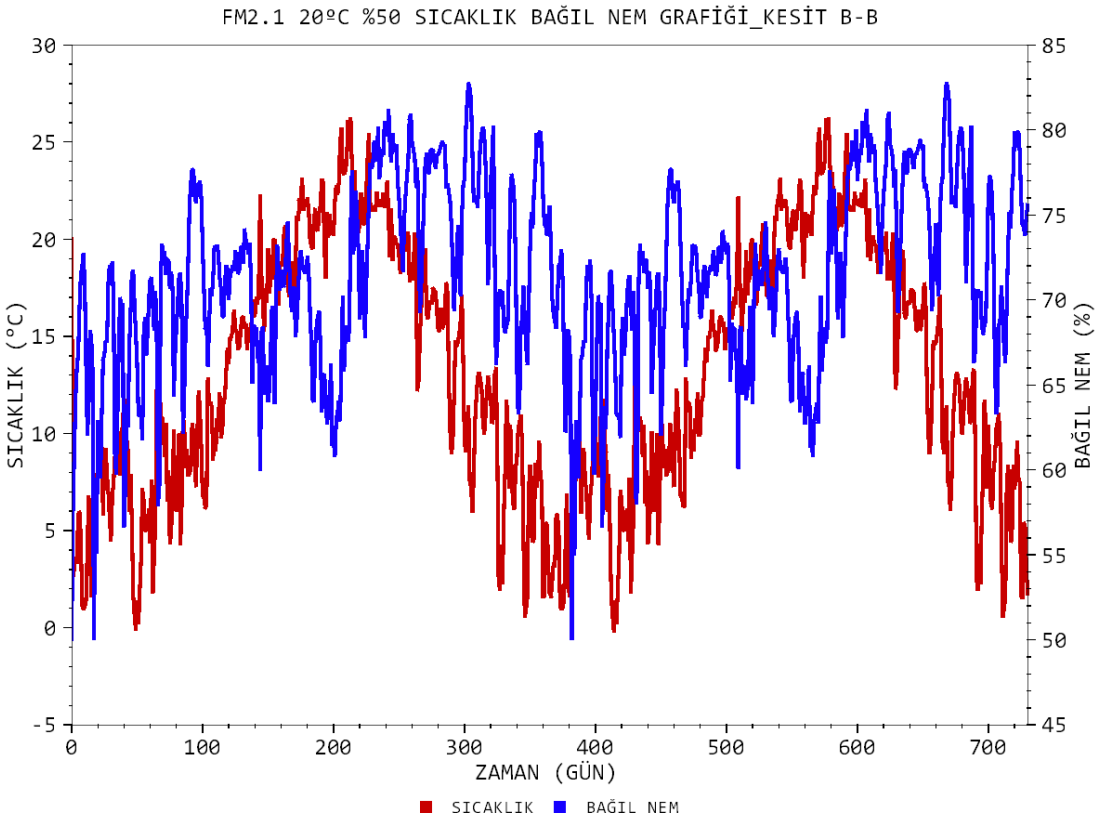
Şekil 5.80'de FM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.24 ile 0.258 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



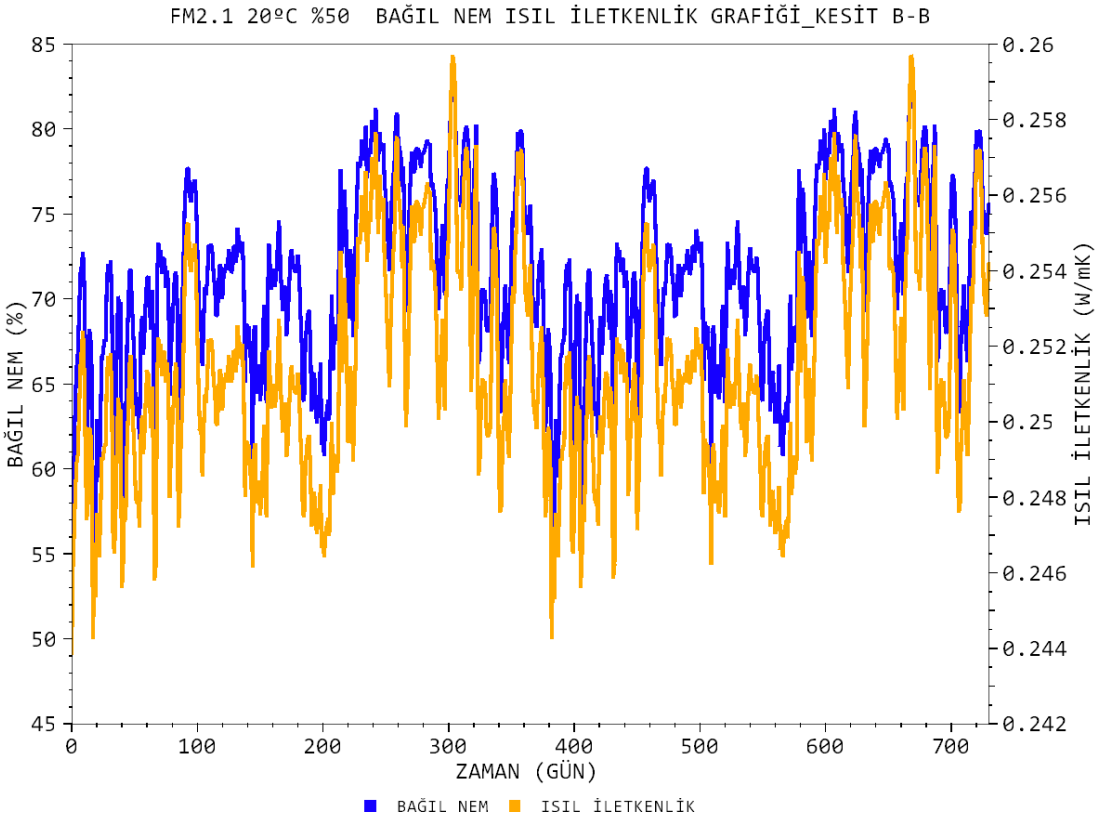
Şekil 5.80 : FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.81'de FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-79 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %60-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda yaz mevsiminde küf ve yoğuşma riski vardır.

Şekil 5.82'de FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.244 ile 0.26 W/mK arasında değiştiği görülmektedir

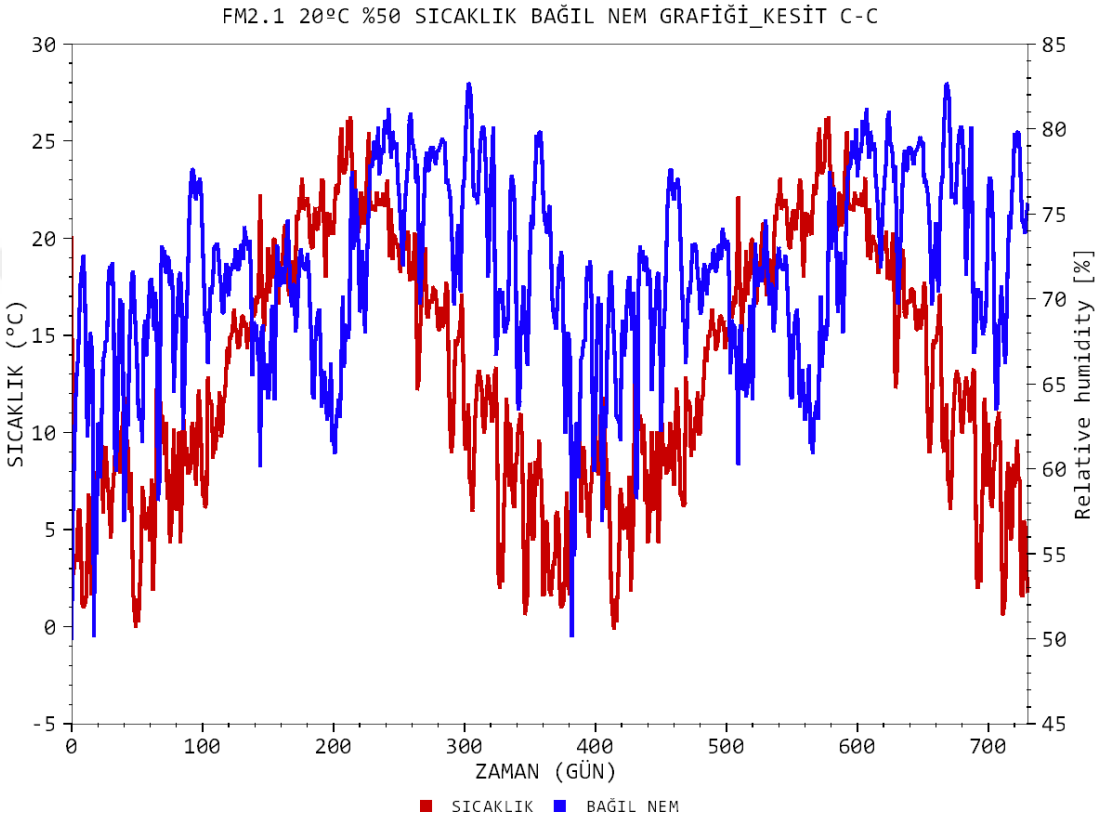


Şekil 5.81 : FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



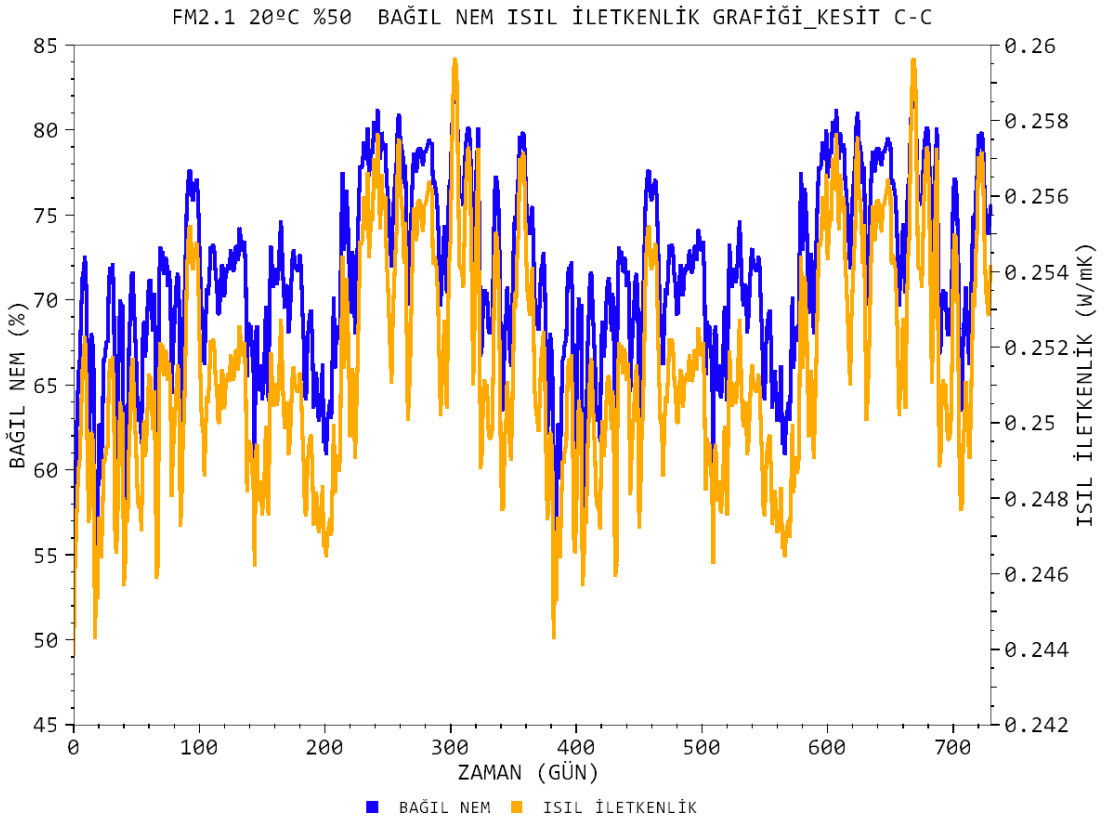
Şekil 5.82 : FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.83'te FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %50-79 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %60-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda yaz mevsiminde küf ve yoğuşma riski vardır.



Şekil 5.83 : FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

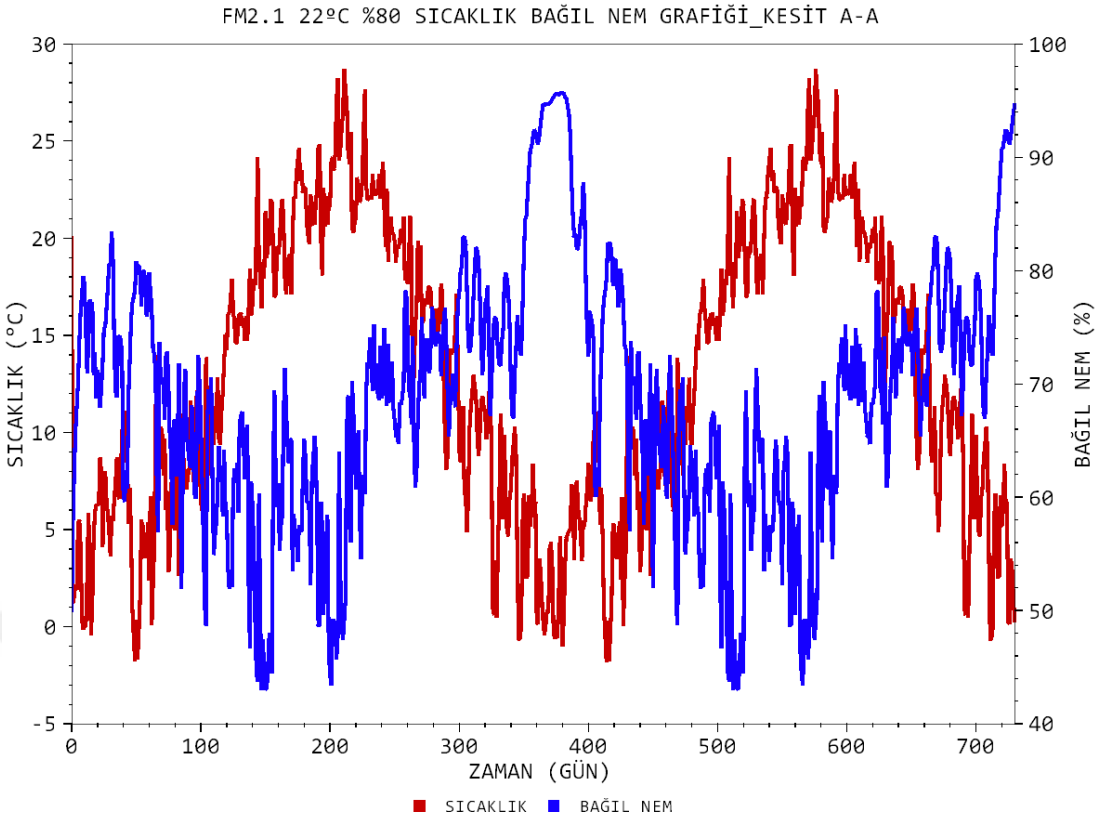
Şekil 5.84'te FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.244 ile 0.26 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



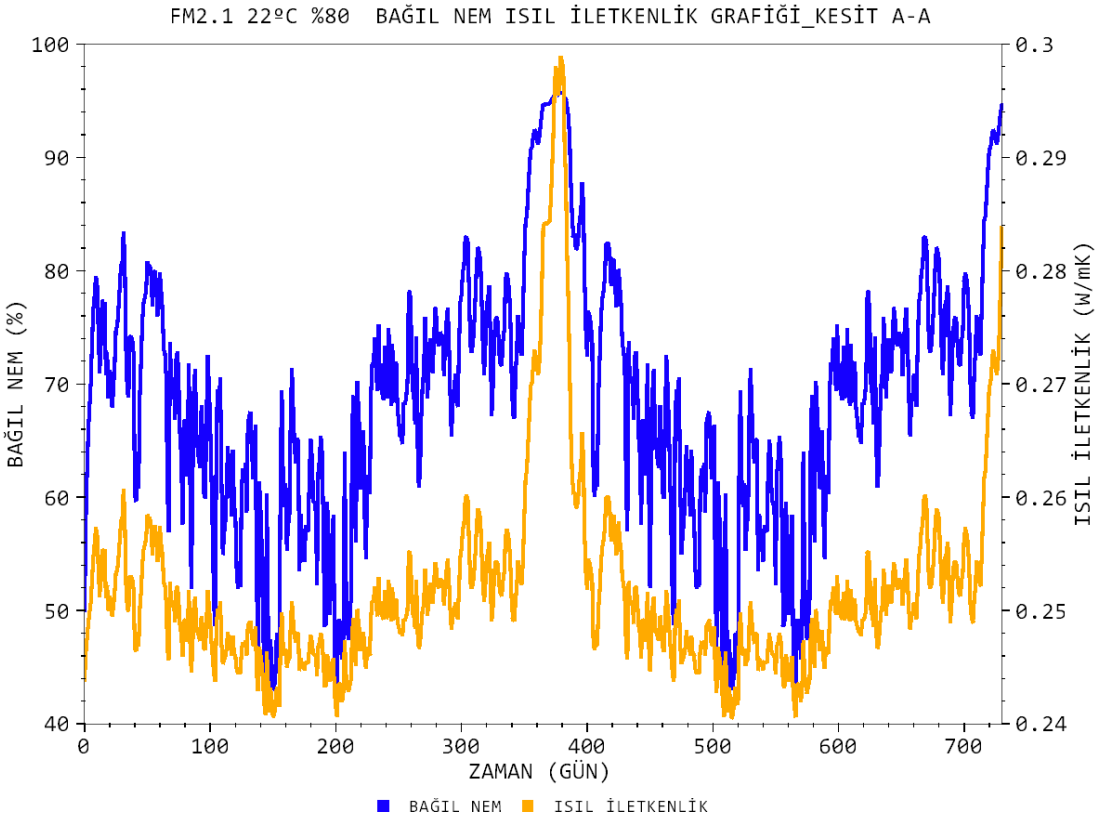
Şekil 5.84 : FM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.85'te FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %57-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -1 ile 11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-74 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-28°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış mevsiminde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.86'da FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.24 ile 0.3 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

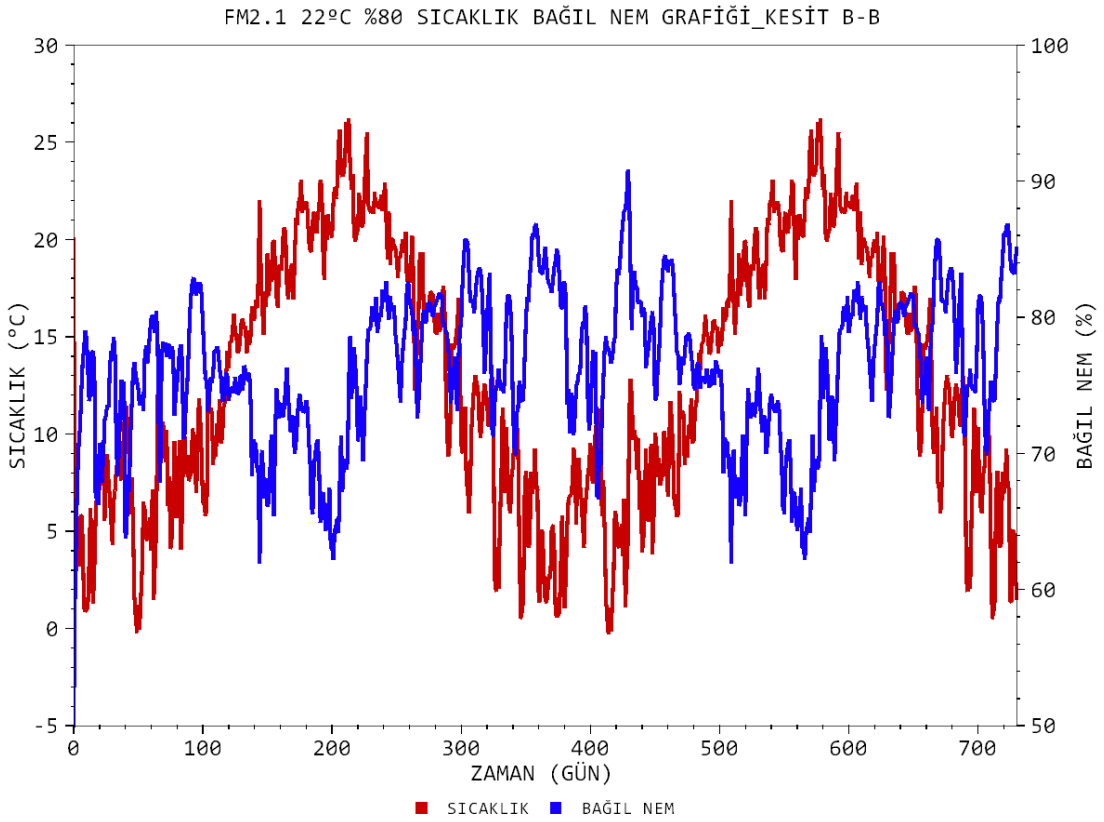


Şekil 5.85 : FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



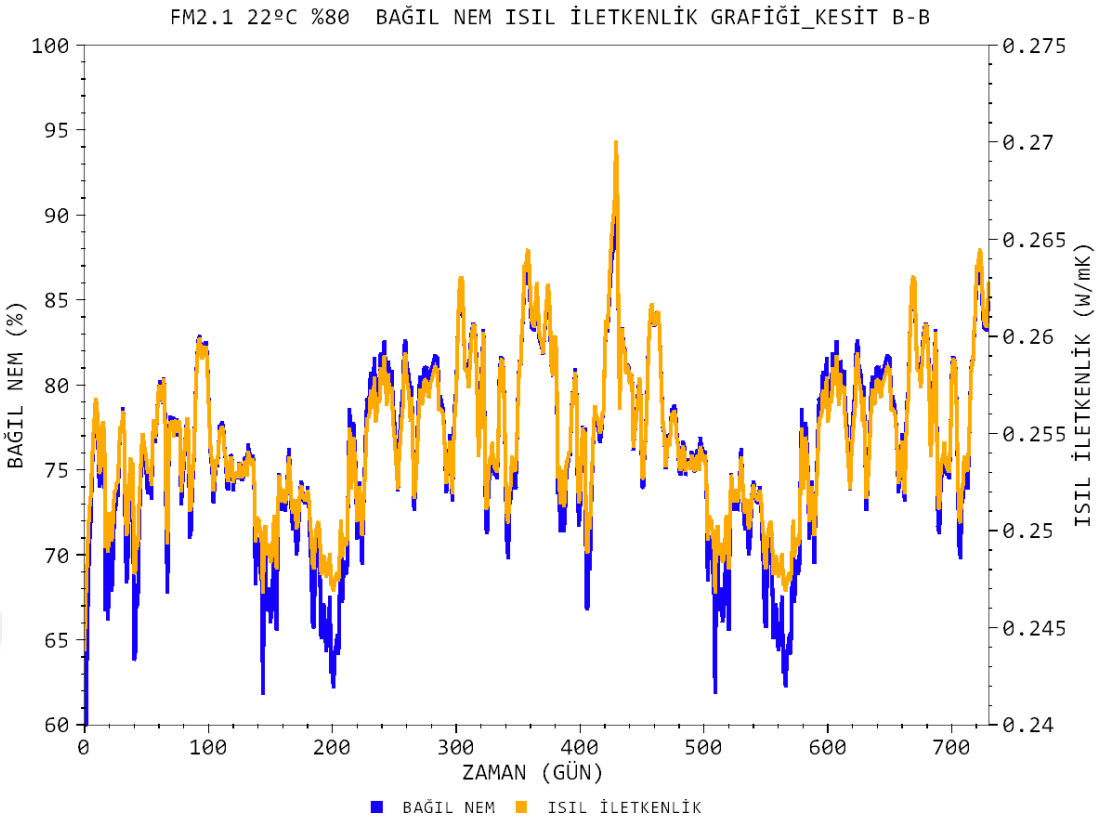
Şekil 5.86 : FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.87'de FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %59-86 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %62-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.87 : FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

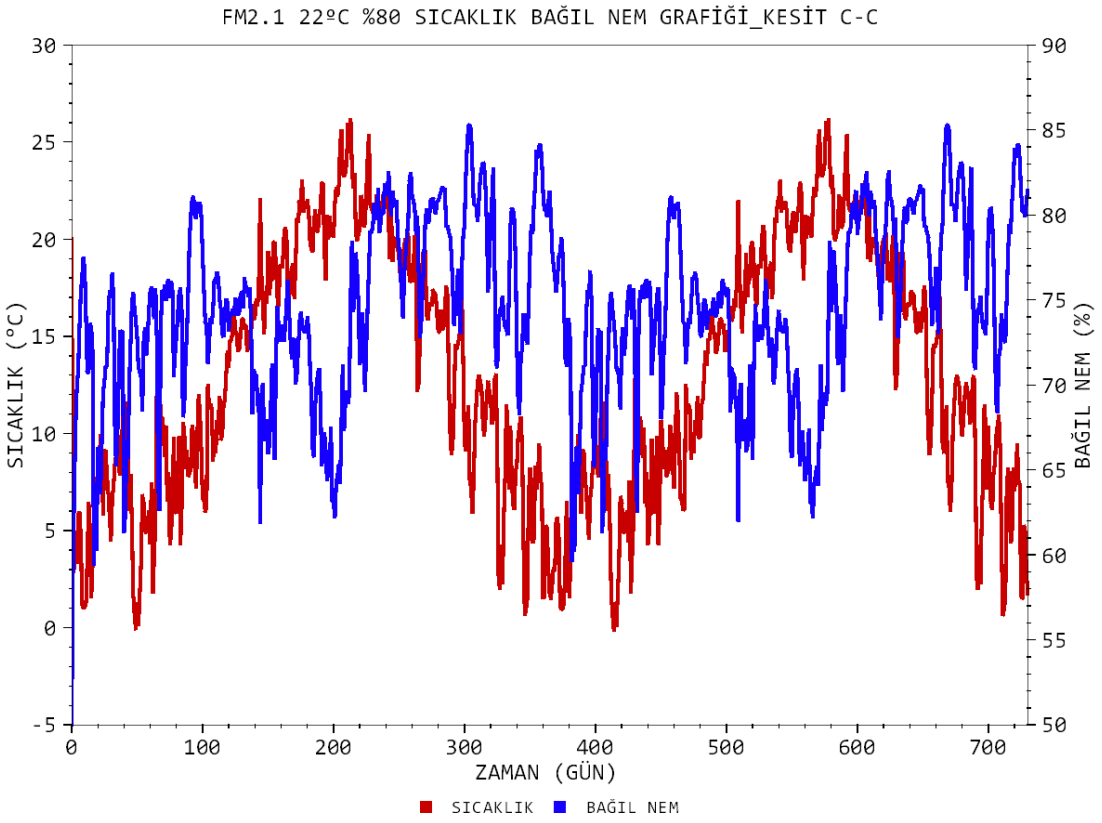
Şekil 5.88'de FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.245 ile 0.27 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



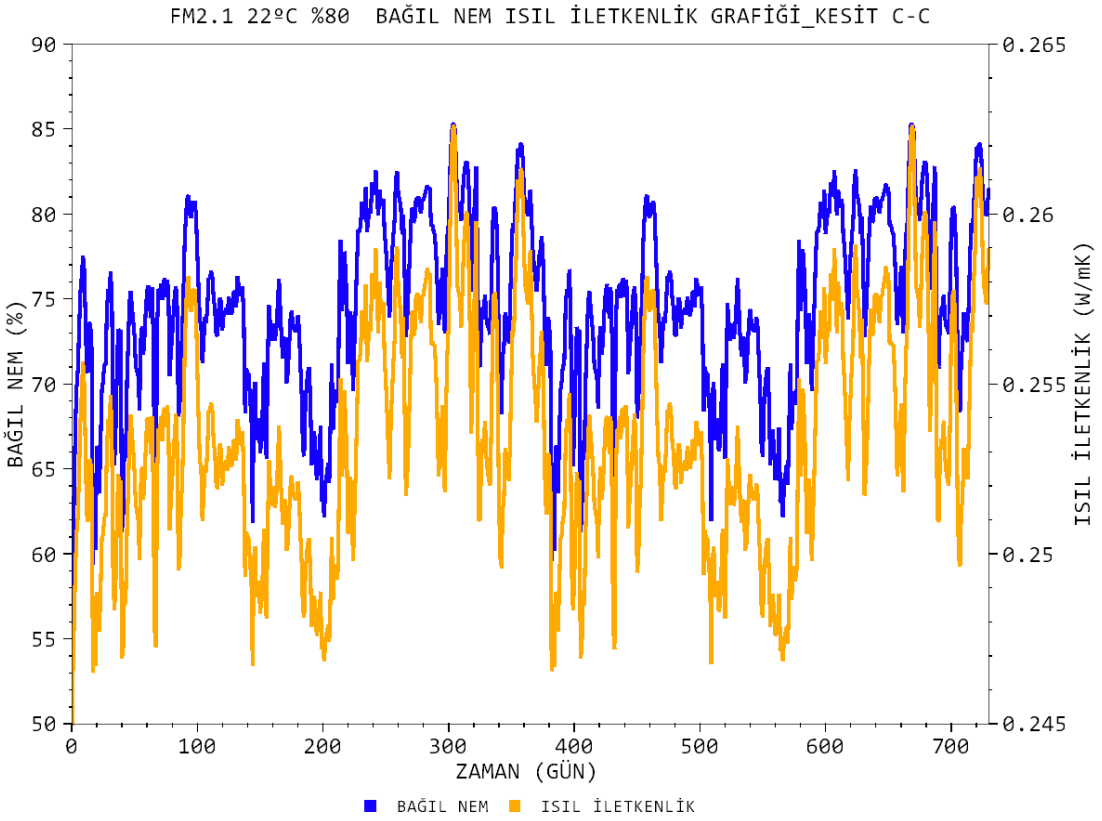
Şekil 5.88 : FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.89'da FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %59-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %62-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.90'da FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.247 ile 0.263 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

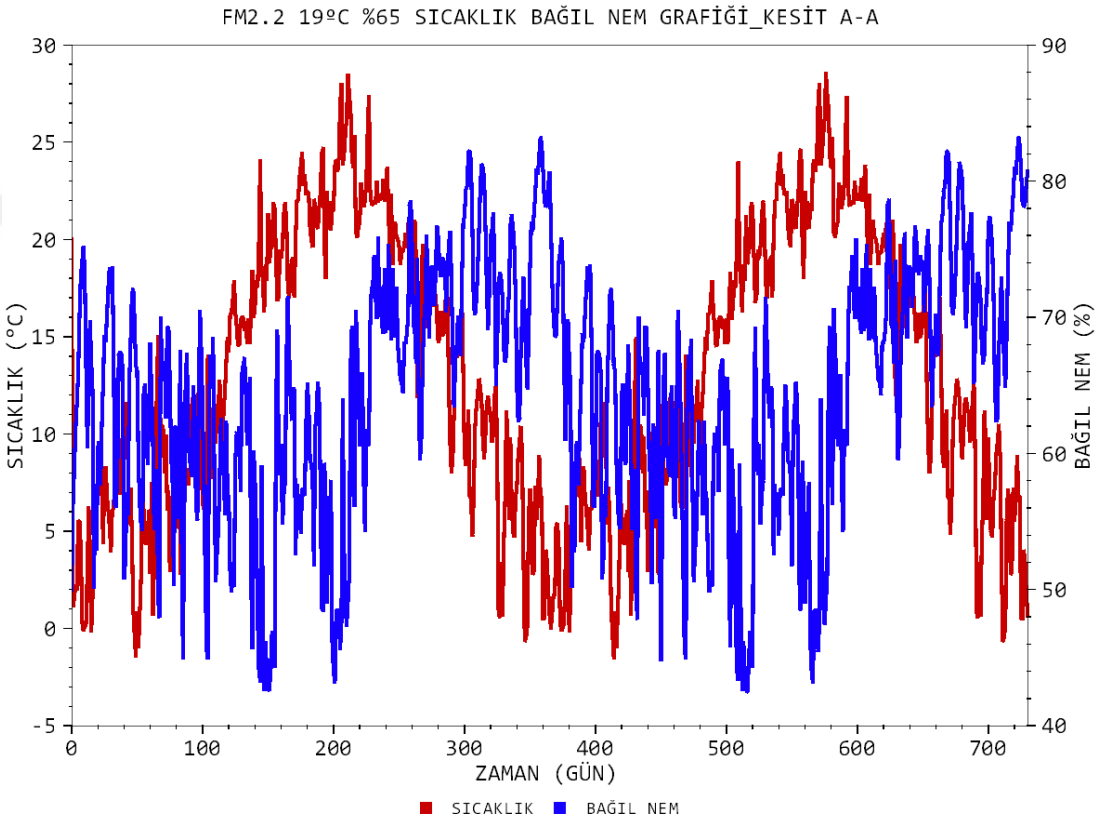


Şekil 5.89 : FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



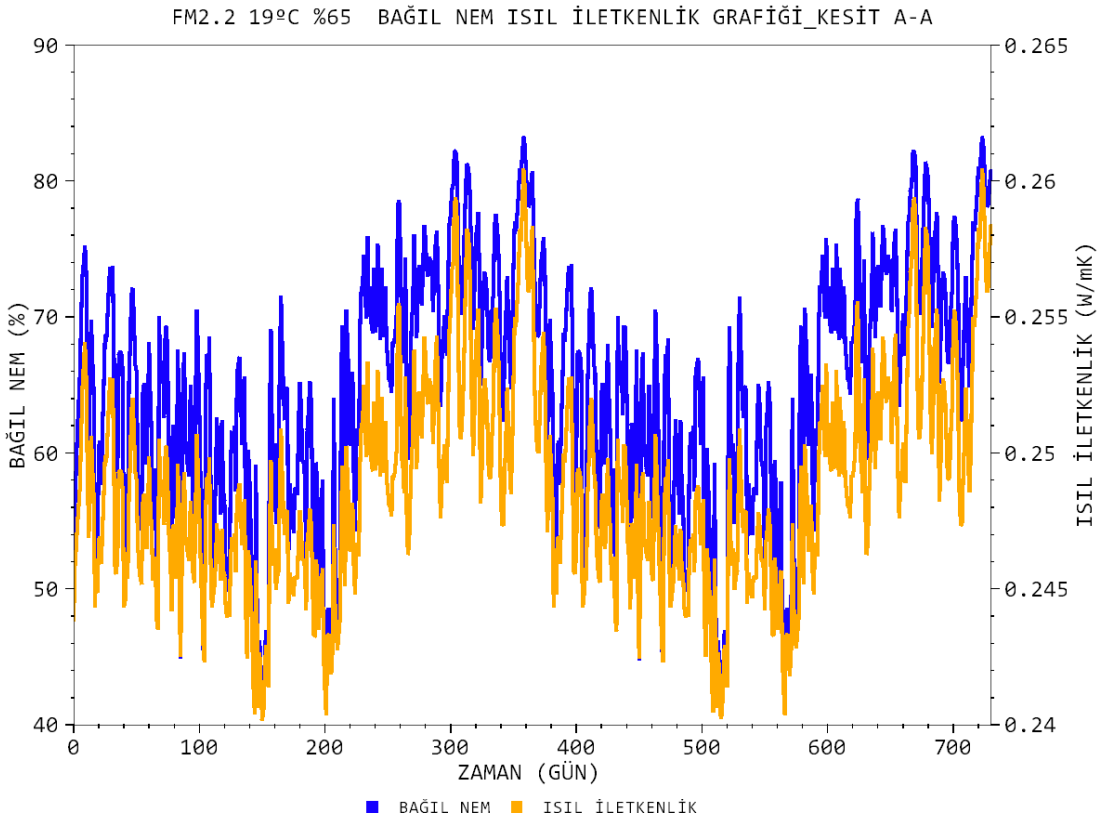
Şekil 5.90 : FM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.91'de FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %50-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -1 ile 11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-75 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-28°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış mevsiminde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.91 : FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

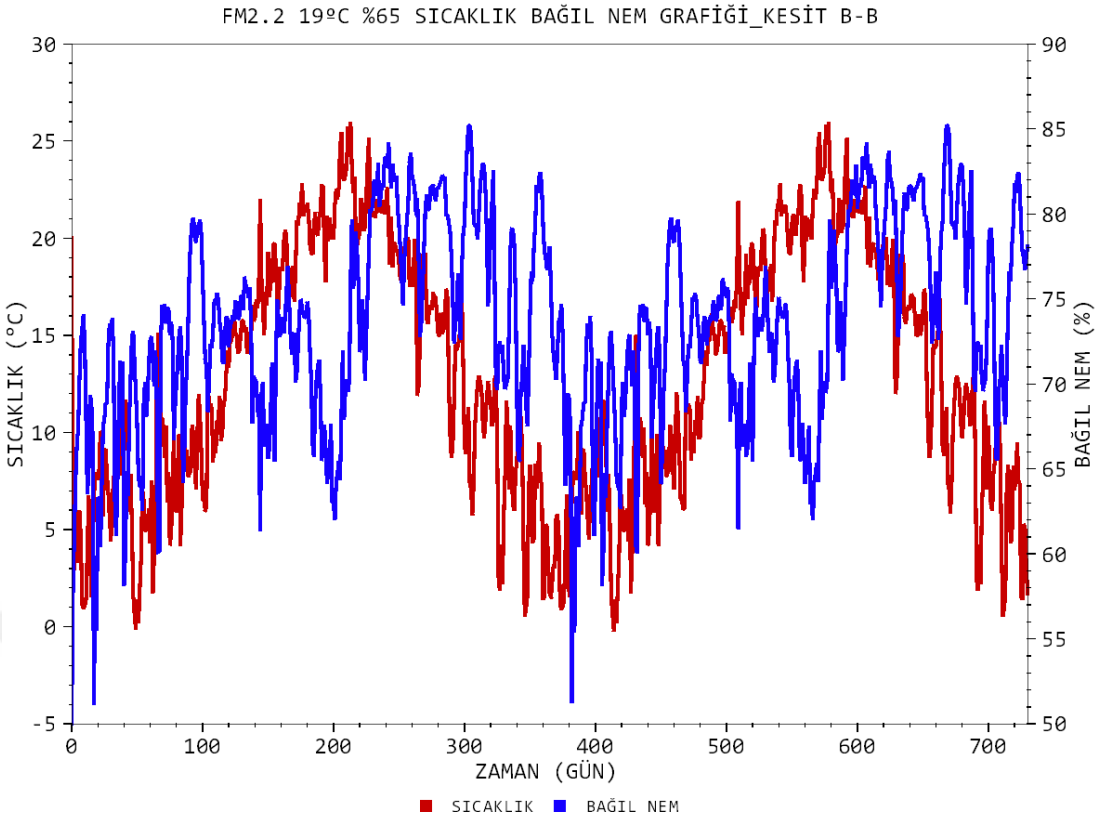
Şekil 5.92'de FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.24 ile 0.261 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



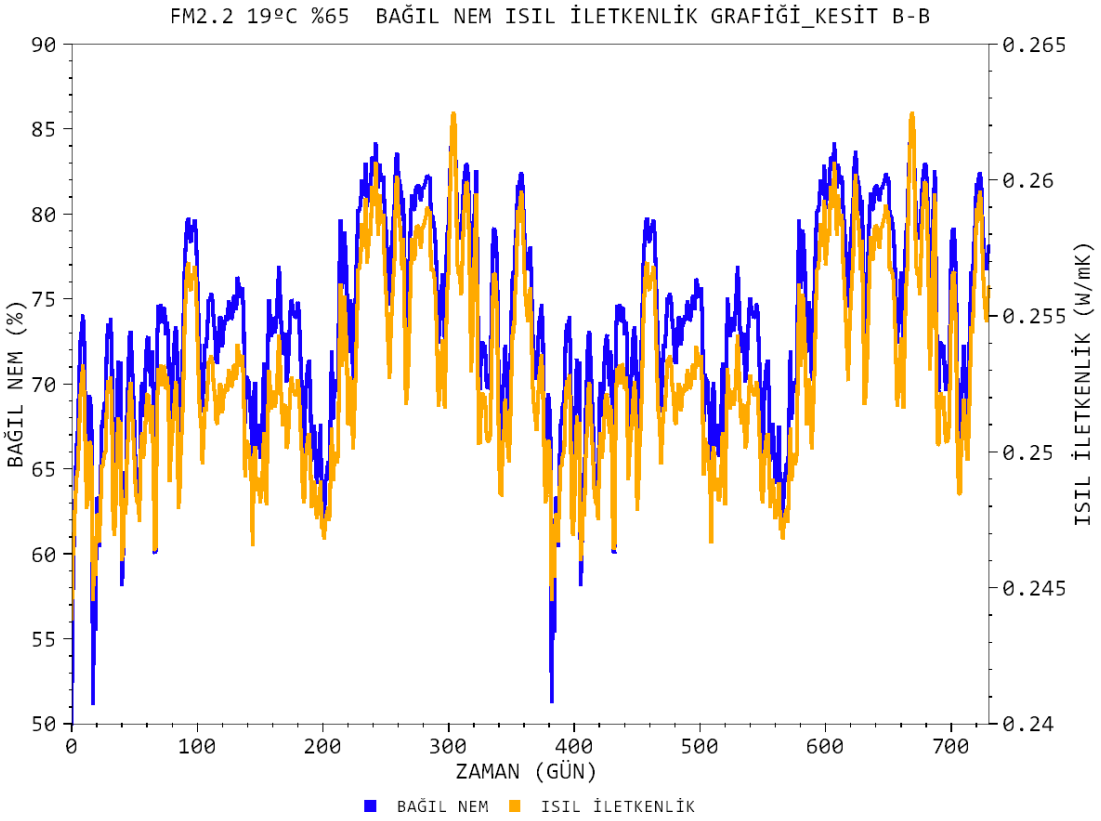
Şekil 5.92 : FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.93'te FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-25°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.94'te FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.244 ile 0.263 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

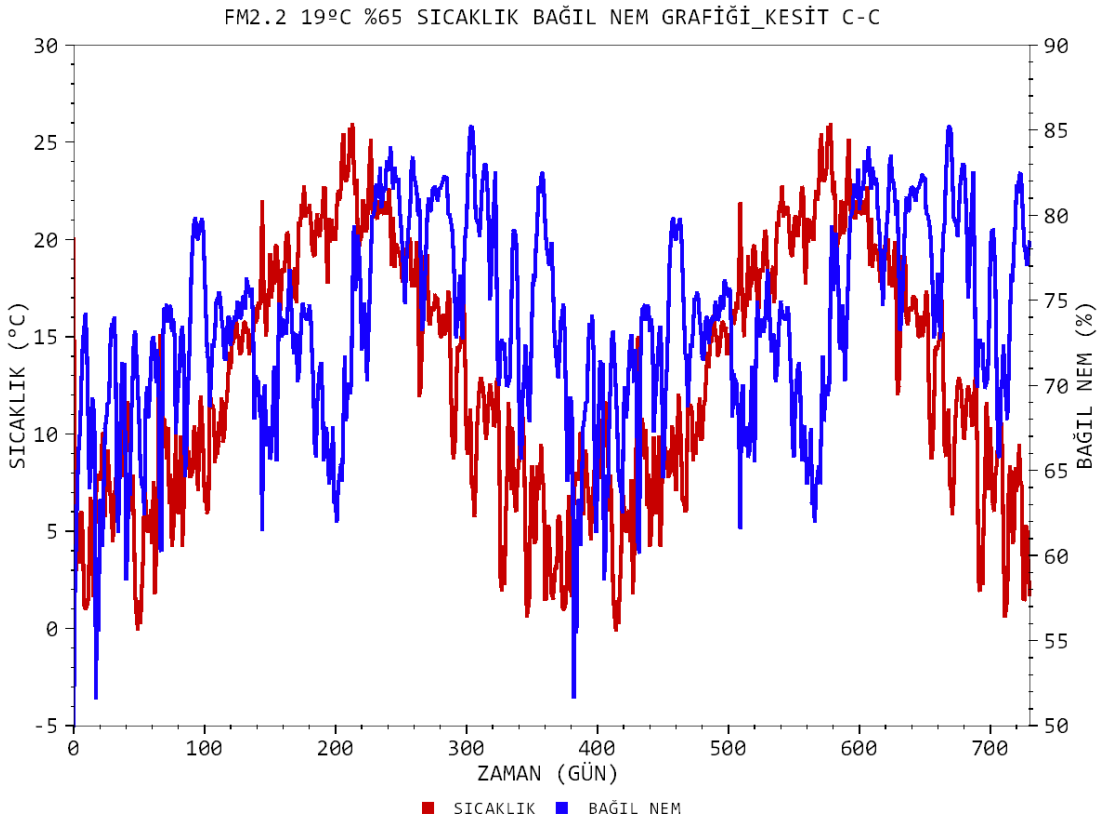


Şekil 5.93 : FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



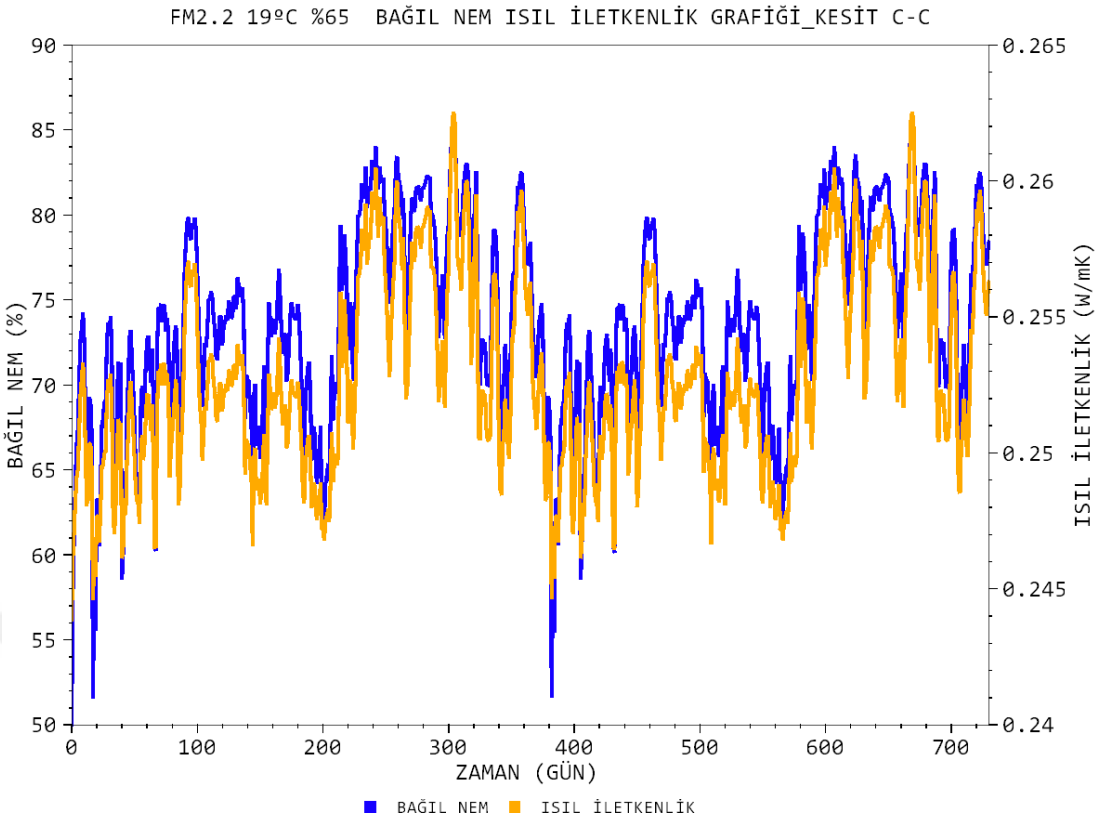
Şekil 5.94 : FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.95'te FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-25°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.95 : FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

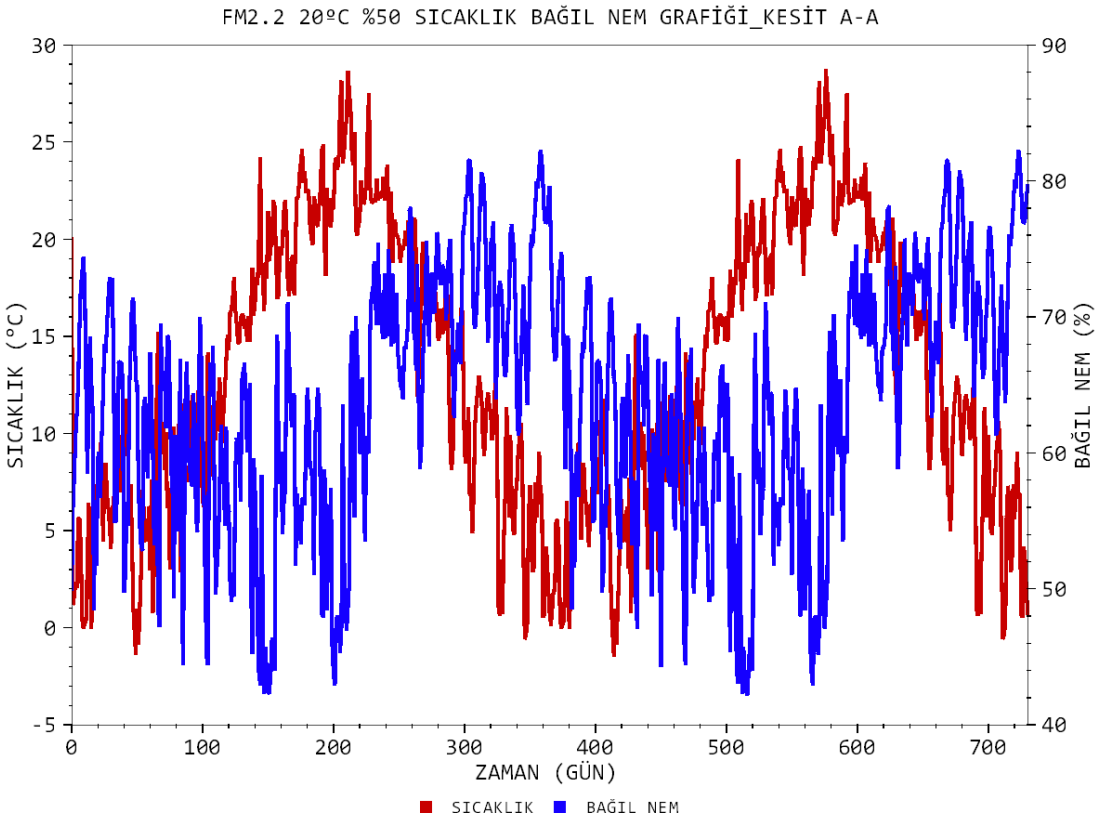
Şekil 5.96'da FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.244 ile 0.263 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



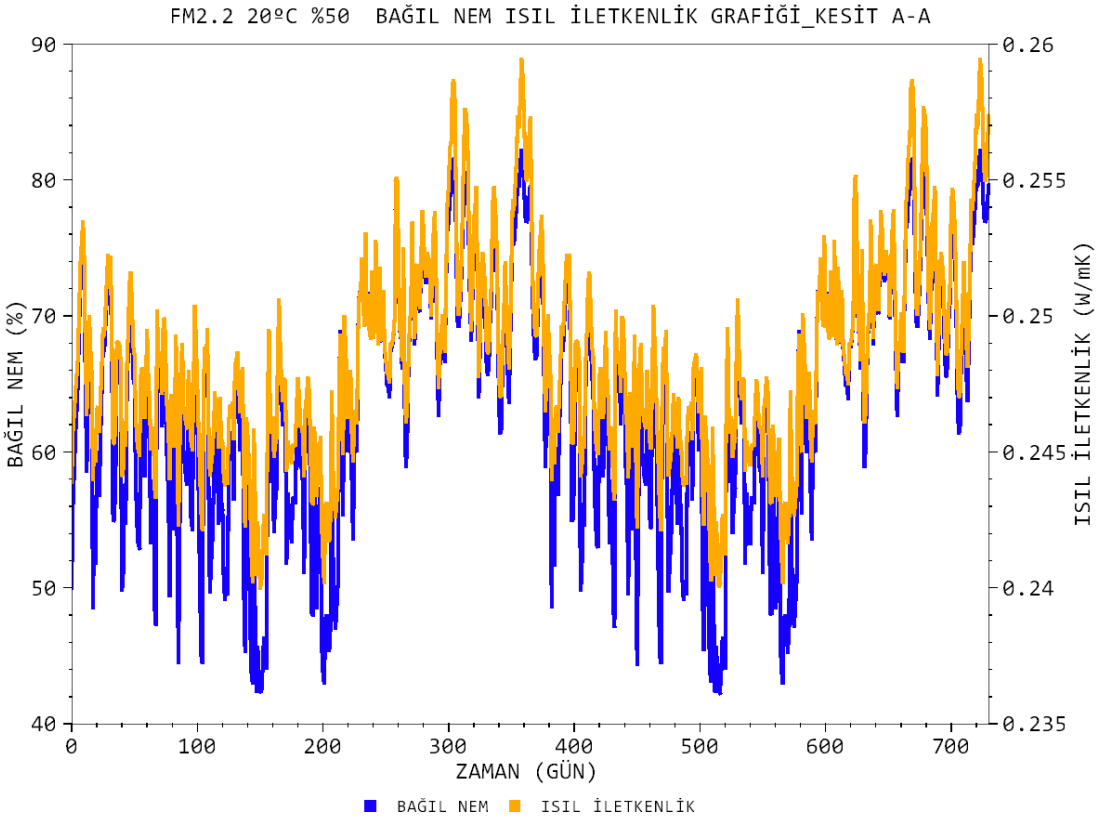
Şekil 5.96 : FM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.97'de FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %48-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -1 ile 11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-75 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-27°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış mevsiminde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.98'de FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.24 ile 0.26 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

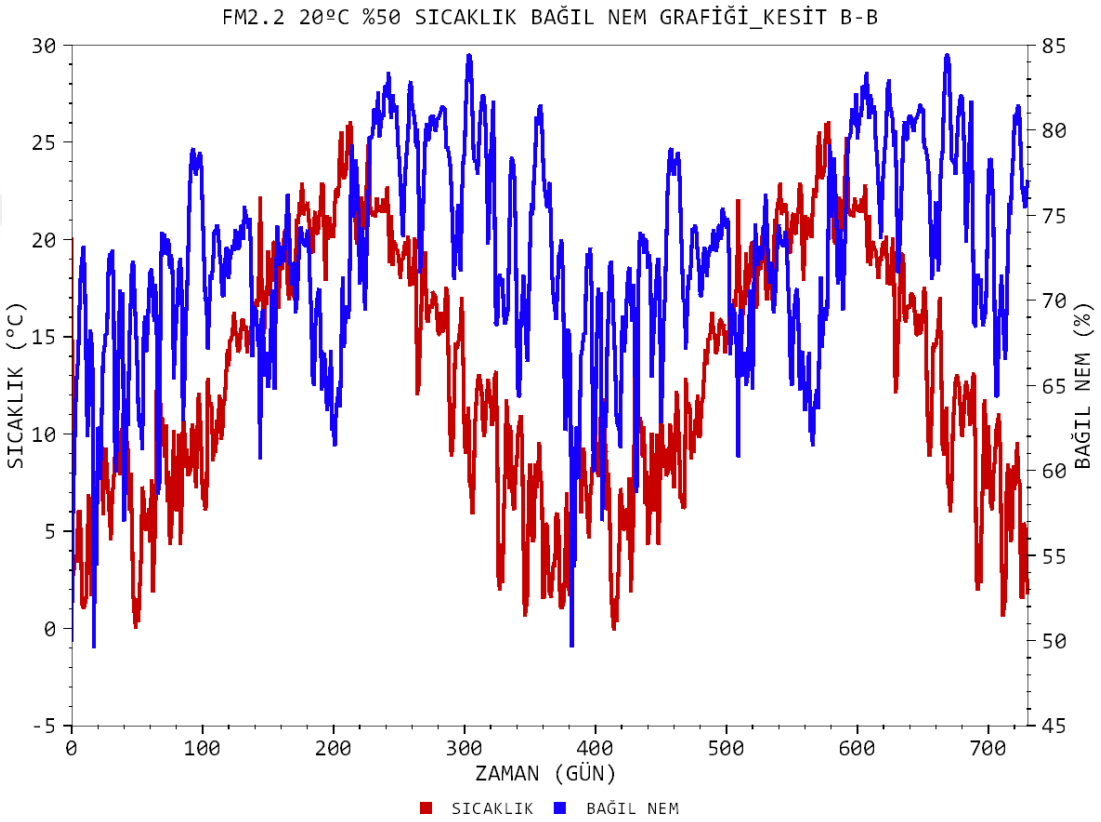


Şekil 5.97 : FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



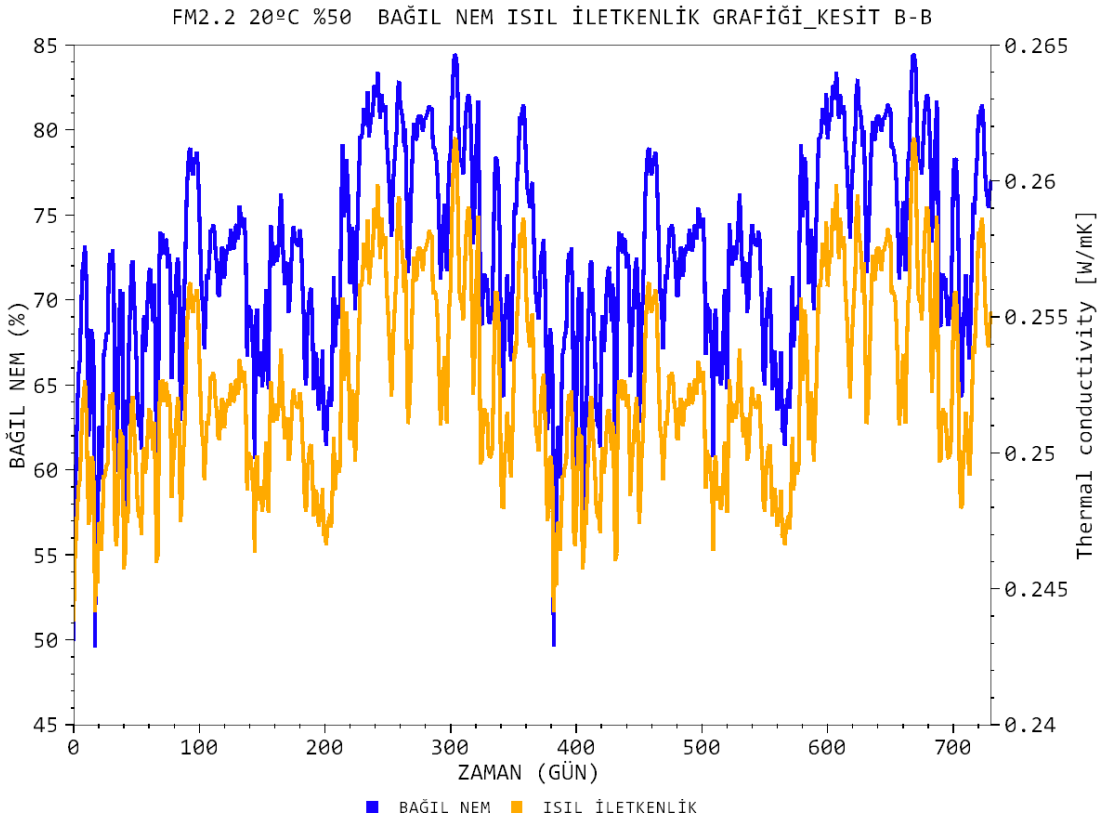
Şekil 5.98 : FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.99'da FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %49-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.99 : FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

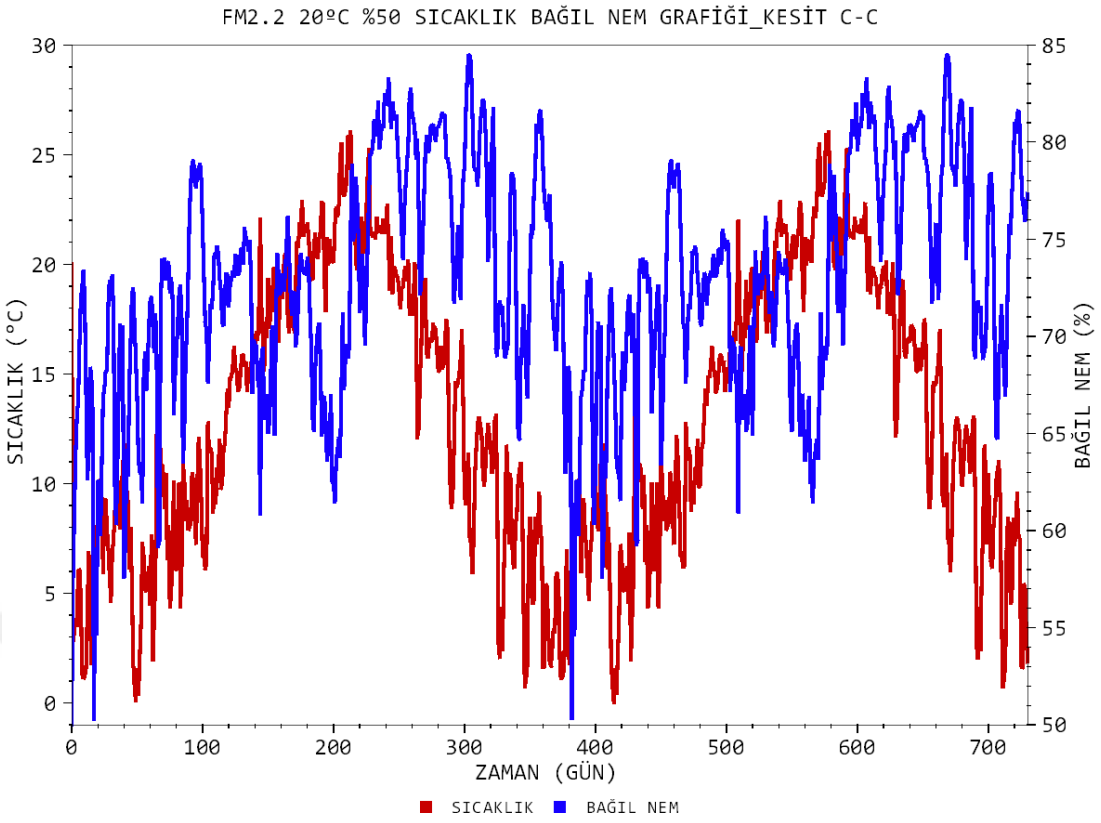
Şekil 5.100'de FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.243 ile 0.262 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



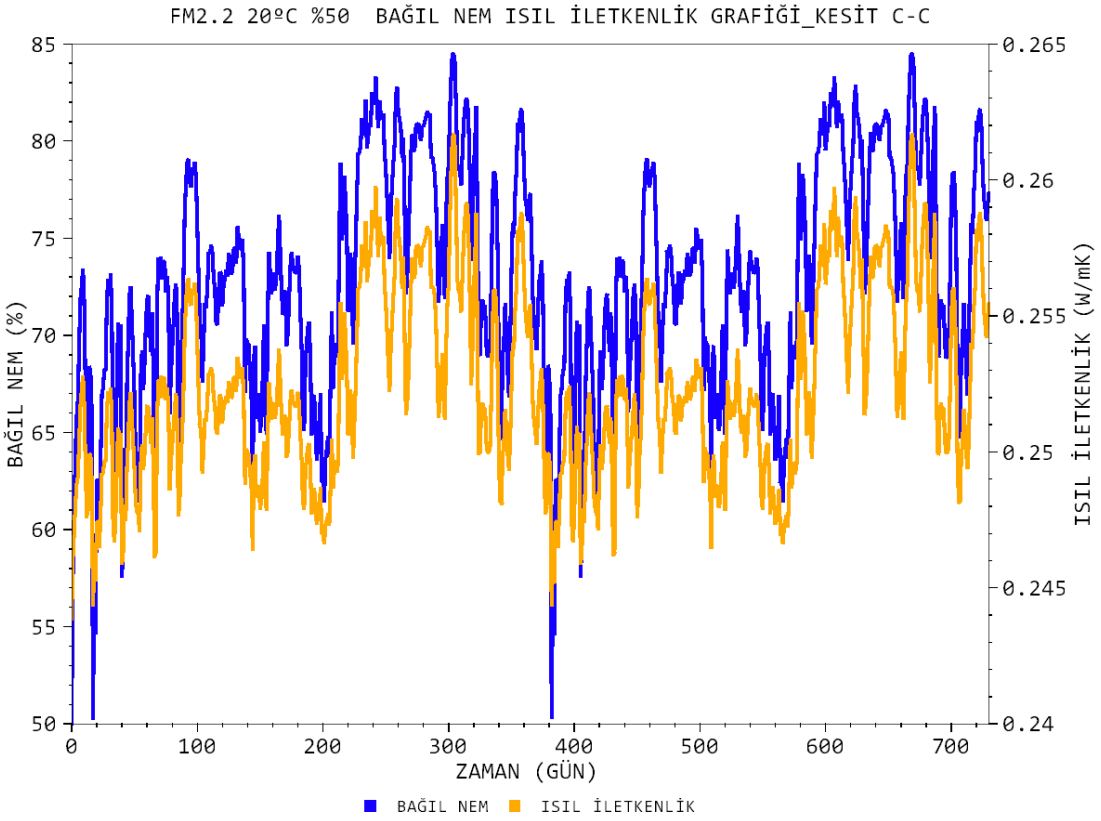
Şekil 5.100 : FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.101'de FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %50-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.102'de FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.244 ile 0.262 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

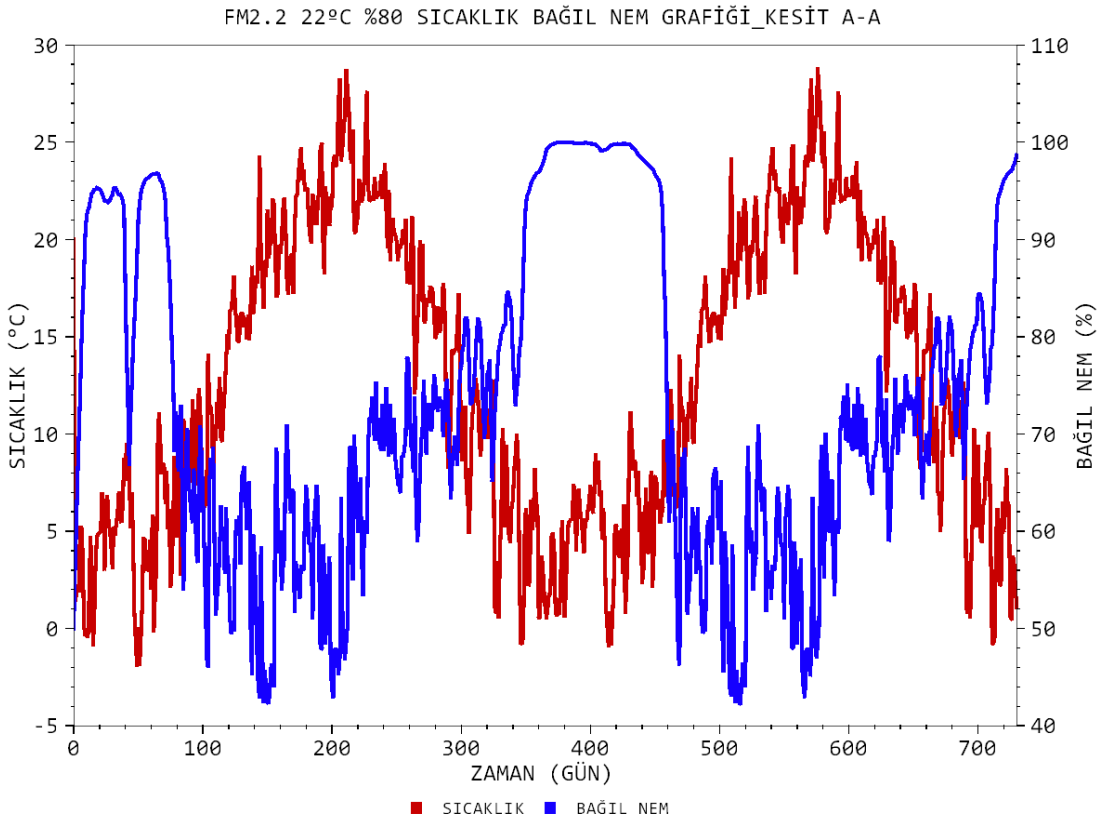


Şekil 5.101 : FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



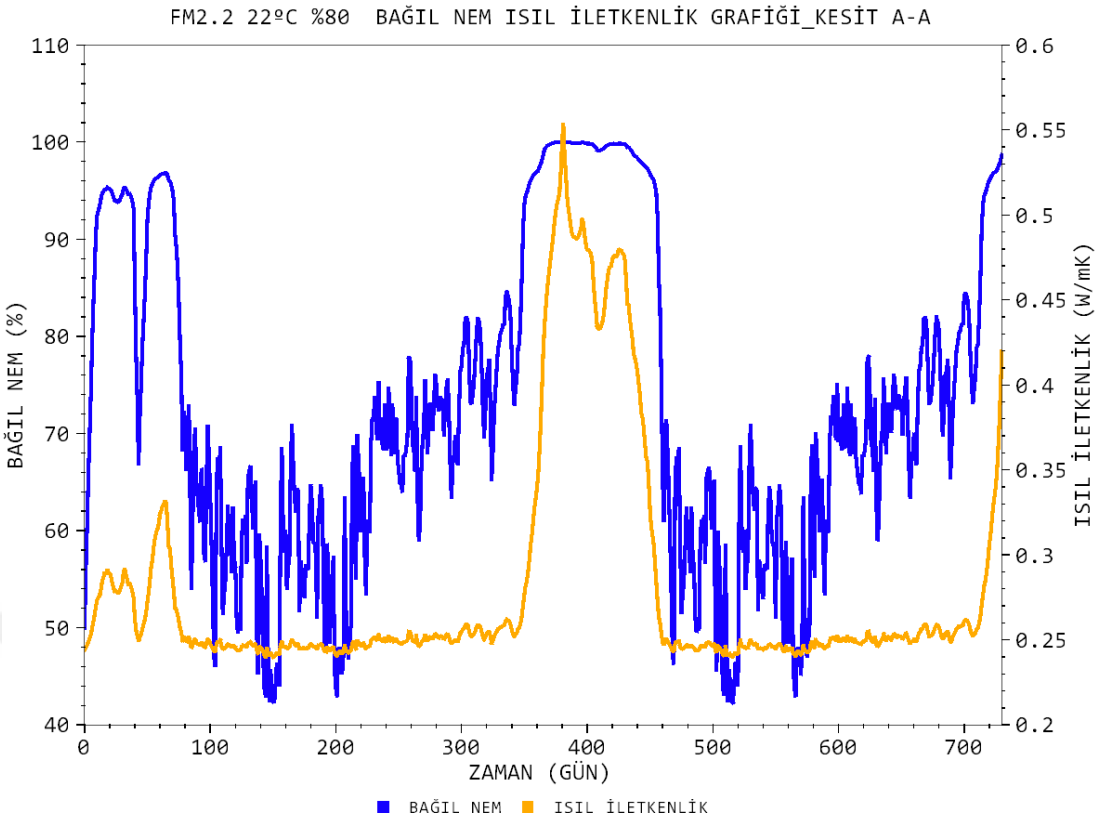
Şekil 5.102 : FM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.103'te FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-100 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -1 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-75 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-28°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış mevsiminde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.103 : FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

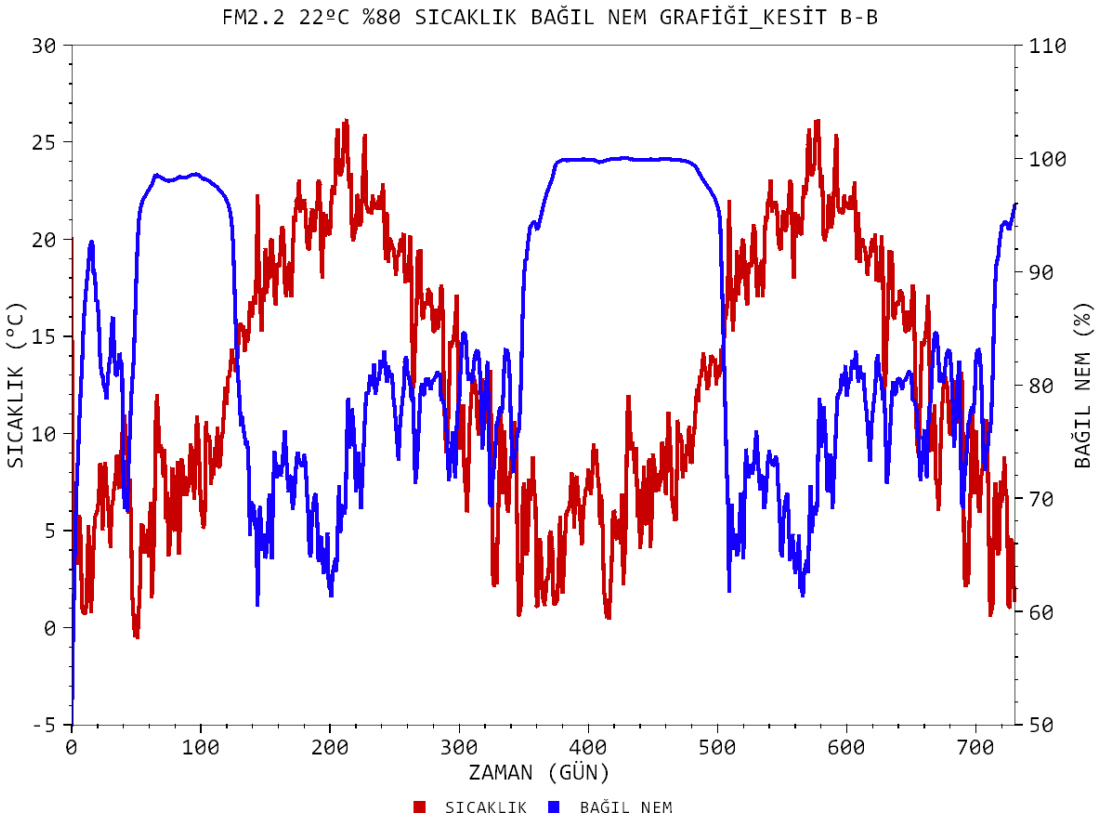
Şekil 5.104'te FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.25 ile 0.55 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



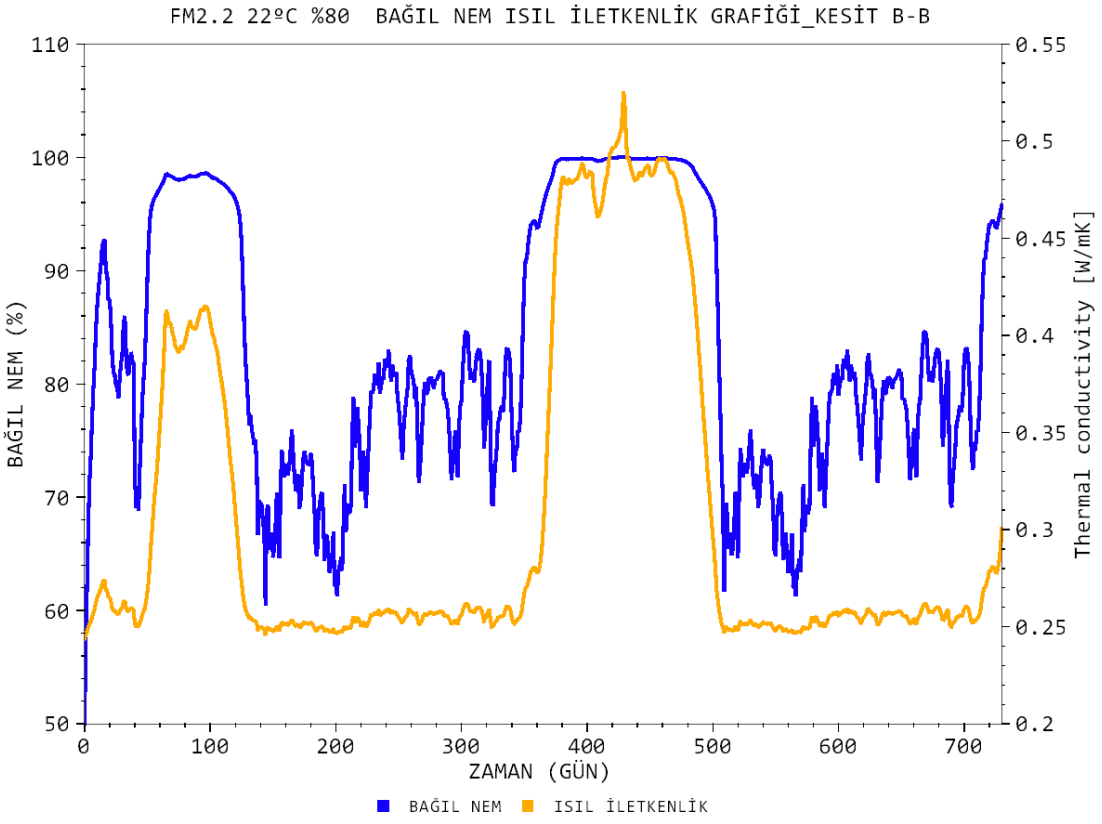
Şekil 5.104 : FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.105'te FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %57-99 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-26°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsiminde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.

Şekil 5.106'da FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.25 ile 0.52 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

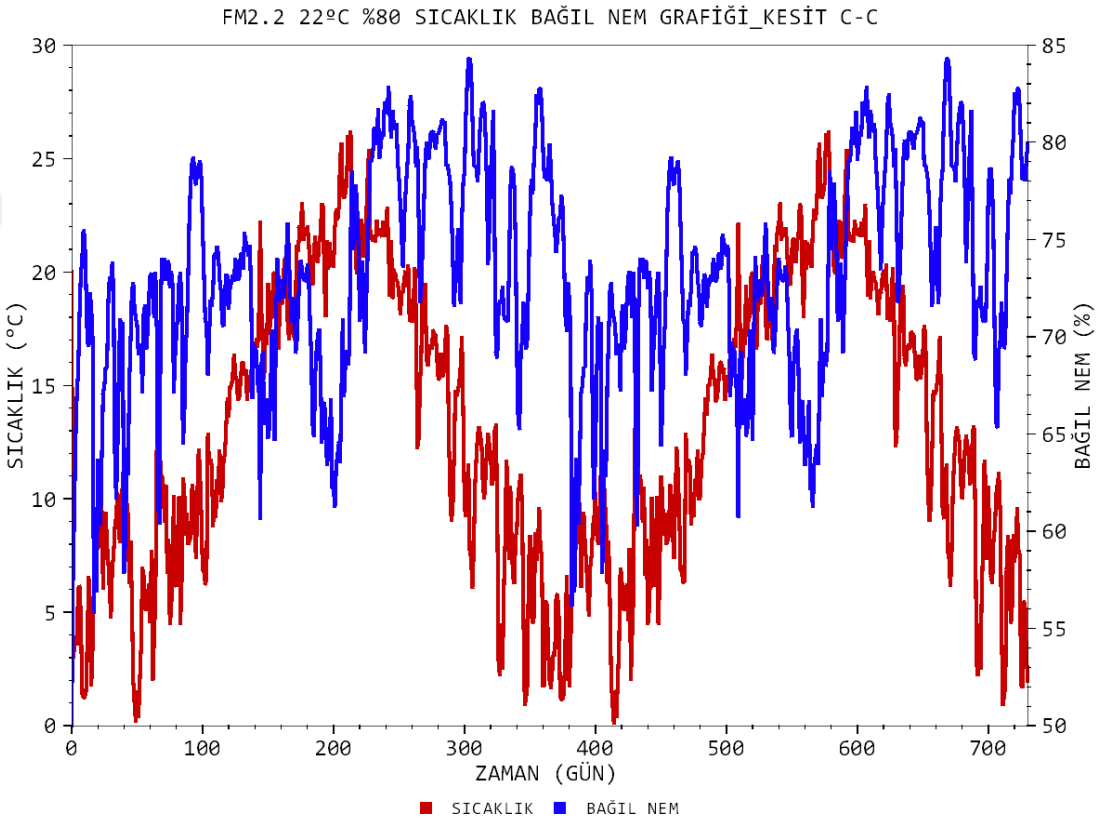


Şekil 5.105 : FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



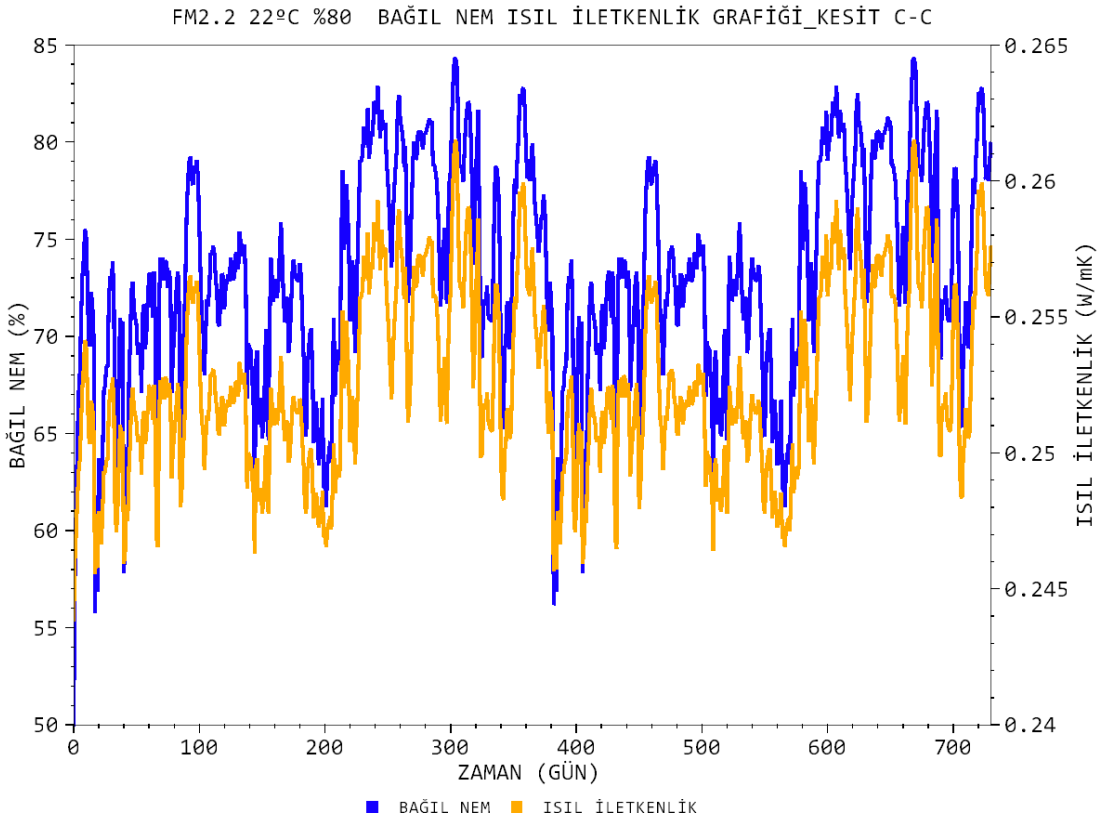
Şekil 5.106 : FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.107'de FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise 0-11°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %61-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-25°C arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda kış ve yaz mevsimlerinde küf, yoğuşma riski söz konusu olmakla birlikte sıcaklık 0°C olduğunda donma riski de vardır.



Şekil 5.107 : FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

Şekil 5.108'de FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde kış aylarında ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.245 ile 0.261 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 5.108 : FM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Sıcaklık ve bağıl nem değişimlerinin ısıl iletkenlik değerine olan etkisi tasarlanan duvar modelleri için incelenmiştir. Duvarların kesitlerinde 1 Mart, 1 Eylül, 1 Haziran ve 1 Aralık 2015 günlerinde sıcaklık, bağıl nem ve ısıl iletkenlik değerleri açıklanarak bu tarihlerdeki U değeri hesaplanmıştır (Çizelge 5.17).

Çizelge 5.17 : Fındıklı modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
		Kesit A-A	5.95946	64.4516	0.248189	1.44
	01.03.2015	Kesit B-B	5.88939	72.8618	0.252207	1.46
		Kesit C-C	5.98528	72.2517	0.251846	1.46
		Kesit A-A	18.8608	42.7791	0.240569	1.41
	01.06.2015	Kesit B-B	17.0161	65.9406	0.248342	1.44
FM1.1		Kesit C-C	16.9853	66.0477	0.248384	1.44
19ºC %65 bağıl nem		Kesit A-A	19.4435	70.1008	0.250087	1.45
	01.09.2015	Kesit B-B	18.8641	80.6713	0.257287	1.48
		Kesit C-C	18.8455	80.8802	0.257479	1.48
		Kesit A-A	5.48771	72.3273	0.251913	1.46
	01.12.2015	Kesit B-B	6.93603	74.164	0.252965	1.46
		Kesit C-C	7.02027	73.7694	0.252712	1.46
		Kesit A-A	6.13366	62.4336	0.247462	1.44
	01.03.2015	Kesit B-B	6.10999	70.2623	0.250754	1.45
		Kesit C-C	6.18833	69.9159	0.250572	1.45
		Kesit A-A	18.9744	42.1803	0.240051	1.41
	01.06.2015	Kesit B-B	17.1989	64.6837	0.247859	1.44
FM1.1		Kesit C-C	17.1669	64.8001	0.247904	1.44
20ºC %50 bağıl nem		Kesit A-A	19.5917	69.0692	0.249587	1.45
	01.09.2015	Kesit B-B	19.057	79.1931	0.255997	1.48
		Kesit C-C	19.0192	79.4188	0.256186	1.48
		Kesit A-A	5.64903	70.3438	0.250818	1.45
	01.12.2015	Kesit B-B	7.13153	71.9774	0.251634	1.46
		Kesit C-C	7.19153	71.7599	0.251508	1.46
		Kesit A-A	5.00734	82.7135	0.259994	1.49
	01.03.2015	Kesit B-B	4.80679	95.0298	0.287244	1.61
		Kesit C-C	6.05556	74.3771	0.253145	1.46
		Kesit A-A	18.9803	43.0292	0.240759	1.41
	01.06.2015	Kesit B-B	17.1033	66.4844	0.248558	1.44
FM1.1		Kesit C-C	17.1053	66.4044	0.248525	1.44
22ºC %80 bağıl nem		Kesit A-A	19.5405	70.3612	0.250214	1.45
	01.09.2015	Kesit B-B	18.9748	80.8924	0.257483	1.48
		Kesit C-C	18.9582	80.9858	0.257569	1.48
		Kesit A-A	5.51882	75.0661	0.253618	1.47
	01.12.2015	Kesit B-B	6.96188	76.904	0.254843	1.47
		Kesit C-C	7.1235	75.3544	0.253732	1.47
		Kesit A-A	6.0868	63.0451	0.247668	1.44
	01.03.2015	Kesit B-B	6.03616	71.6884	0.251523	1.46
		Kesit C-C	6.11685	71.2991	0.251304	1.45
		Kesit A-A	18.8206	42.5099	0.240357	1.41
	01.06.2015	Kesit B-B	16.9778	66.206	0.248413	1.44
FM1.2		Kesit C-C	16.9501	66.1628	0.248431	1.44
19ºC %65 bağıl nem		Kesit A-A	19.3209	70.9061	0.250499	1.45
	01.09.2015	Kesit B-B	18.662	82.5081	0.259037	1.49
		Kesit C-C	18.638	82.5912	0.259121	1.49
		Kesit A-A	5.55717	71.8214	0.251621	1.46
	01.12.2015	Kesit B-B	7.02996	73.6051	0.252608	1.46
		Kesit C-C	7.09368	73.4294	0.252496	1.46
		Kesit A-A	6.20576	62.1602	0.247368	1.44
	01.03.2015	Kesit B-B	6.17823	70.5521	0.250903	1.45
		Kesit C-C	6.22962	70.5011	0.250873	1.45
		Kesit A-A	18.9046	42.2214	0.240097	1.41
	01.06.2015	Kesit B-B	17.1028	65.4557	0.248154	1.44
FM1.2		Kesit C-C	17.0775	65.5417	0.248187	1.44
20ºC %50 bağıl nem		Kesit A-A	19.4259	70.3481	0.250212	1.45
	01.09.2015	Kesit B-B	18.7925	81.6771	0.258224	1.48
		Kesit C-C	18.7596	81.81	0.258353	1.49
		Kesit A-A	5.66982	70.9603	0.251143	1.45
	01.12.2015	Kesit B-B	7.15121	72.7071	0.252052	1.46
		Kesit C-C	7.20748	72.6724	0.25203	1.46

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

Çizelge 5.17 (devam) : Fındıklı modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
		Kesit A-A	5.21972	99.9176	0.491741	2.30
	01.03.2015	Kesit B-B	5.89254	100	0.590971	2.56
		Kesit C-C	6.27157	71.9855	0.25168	1.46
		Kesit A-A	19.0091	42.2662	0.240127	1.41
	01.06.2015	Kesit B-B	17.2024	65.5245	0.248176	1.44
FM1.2		Kesit C-C	17.2103	65.3565	0.248112	1.44
22ºC %80 bağıl nem		Kesit A-A	19.5317	70.2025	0.250134	1.45
	01.09.2015	Kesit B-B	18.9259	81.309	0.25787	1.48
		Kesit C-C	18.9166	81.3412	0.257901	1.48
		Kesit A-A	4.71588	89.6109	0.268226	1.53
	01.12.2015	Kesit B-B	6.02888	92.0692	0.272211	1.54
		Kesit C-C	7.29742	73.4271	0.252484	1.46
		Kesit A-A	5.98422	64.3638	0.248155	1.44
	01.03.2015	Kesit B-B	5.91398	72.6247	0.252064	1.46
		Kesit C-C	5.98528	72.2517	0.251846	1.46
		Kesit A-A	18.8382	42.8362	0.240618	1.41
	01.06.2015	Kesit B-B	17.0042	66.0063	0.248368	1.44
FM2.1		Kesit C-C	16.9853	66.0477	0.248384	1.44
19ºC %65 bağıl nem		Kesit A-A	19.4211	70.1776	0.250127	1.45
	01.09.2015	Kesit B-B	18.8508	80.7777	0.257385	1.48
		Kesit C-C	18.8455	80.8802	0.257479	1.48
		Kesit A-A	5.51431	72.2547	0.25197	1.46
	01.12.2015	Kesit B-B	6.95907	73.9874	0.252852	1.46
		Kesit C-C	7.02027	73.7694	0.252712	1.46
		Kesit A-A	6.159	62.382	0.247443	1.44
	01.03.2015	Kesit B-B	6.13347	70.0657	0.25065	1.45
		Kesit C-C	6.18833	69.9159	0.250572	1.45
		Kesit A-A	18.9517	42.2397	0.240109	1.41
	01.06.2015	Kesit B-B	17.1898	64.7345	0.247879	1.44
FM2.1		Kesit C-C	17.1669	64.8001	0.247904	1.44
20ºC %50 bağıl nem		Kesit A-A	19.5699	69.1471	0.249624	1.45
	01.09.2015	Kesit B-B	19.0437	79.2864	0.256075	1.48
		Kesit C-C	19.0192	79.4188	0.256186	1.48
		Kesit A-A	5.67809	70.3071	0.25364	1.47
	01.12.2015	Kesit B-B	7.15587	71.8272	0.251548	1.46
		Kesit C-C	7.19153	71.7599	0.251508	1.46
		Kesit A-A	5.33171	77.3217	0.255241	1.47
	01.03.2015	Kesit B-B	5.29048	85.6981	0.263209	1.51
		Kesit C-C	6.05556	74.3771	0.252188	1.46
		Kesit A-A	18.9639	43.0698	0.240793	1.41
	01.06.2015	Kesit B-B	17.1044	66.4884	0.24856	1.44
FM2.1		Kesit C-C	17.1053	66.4044	0.248525	1.44
22ºC %80 bağıl nem		Kesit A-A	19.5222	70.4178	0.250243	1.45
	01.09.2015	Kesit B-B	18.966	80.942	0.257529	1.48
		Kesit C-C	18.9582	80.9858	0.257569	1.48
		Kesit A-A	5.55278	74.7676	0.253422	1.46
	01.12.2015	Kesit B-B	6.96701	76.787	0.254757	1.47
		Kesit C-C	7.1235	75.3544	0.253732	1.47
		Kesit A-A	6.11543	62.9683	0.247641	1.44
	01.03.2015	Kesit B-B	6.07267	71.2907	0.251301	1.45
		Kesit C-C	6.11685	71.2991	0.251304	1.45
		Kesit A-A	18.804	42.5582	0.240397	1.41
	01.06.2015	Kesit B-B	16.9672	66.1815	0.248438	1.44
FM2.2		Kesit C-C	16.9501	66.1628	0.248431	1.44
19ºC %65 bağıl nem		Kesit A-A	19.3065	70.9635	0.250529	1.45
	01.09.2015	Kesit B-B	18.6406	82.6488	0.259178	1.49
		Kesit C-C	18.638	82.5912	0.259121	1.49
		Kesit A-A	5.5856	71.762	0.251586	1.46
	01.12.2015	Kesit B-B	7.05126	73.3991	0.252479	1.46
		Kesit C-C	7.09368	73.4294	0.252496	1.46

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

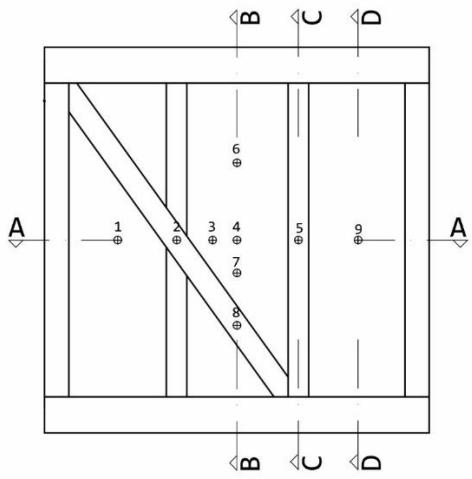
Çizelge 5.17 (devam) : Fındıklı modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
		Kesit A-A	6.232	62.1371	0.24736	1.44
	01.03.2015	Kesit B-B	6.20121	70.3483	0.250794	1.45
		Kesit C-C	6.22962	70.5011	0.250873	1.45
		Kesit A-A	18.8875	42.272	0.240146	1.41
	01.06.2015	Kesit B-B	17.0895	65.5221	0.24818	1.44
FM2.2		Kesit C-C	17.0775	65.5417	0.248187	1.44
20ºC %50 bağıl nem		Kesit A-A	19.4065	70.4148	0.250247	1.45
	01.09.2015	Kesit B-B	18.7708	81.8146	0.258356	1.49
		Kesit C-C	18.7596	81.81	0.258353	1.49
		Kesit A-A	5.69488	70.943	0.251132	1.45
	01.12.2015	Kesit B-B	7.17744	72.5582	0.251965	1.46
		Kesit C-C	7.20748	72.6724	0.25203	1.46
		Kesit A-A	5.1451	99.8095	0.476138	2.26
	01.03.2015	Kesit B-B	5.62087	99.9686	0.499403	2.32
		Kesit C-C	6.27157	71.9855	0.25168	1.46
		Kesit A-A	18.9985	42.2961	0.240156	1.41
	01.06.2015	Kesit B-B	17.2085	65.4405	0.248144	1.44
FM2.2		Kesit C-C	17.2103	65.3565	0.248112	1.44
22ºC %80 bağıl nem		Kesit A-A	19.5195	70.2459	0.250157	1.45
	01.09.2015	Kesit B-B	18.9164	81.3663	0.257925	1.48
		Kesit C-C	18.9166	81.3412	0.257901	1.48
		Kesit A-A	5.20451	81.141	0.25847	1.49
	01.12.2015	Kesit B-B	6.86571	78.9763	0.356469	1.87
		Kesit C-C	7.29742	73.4271	0.252484	1.46

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

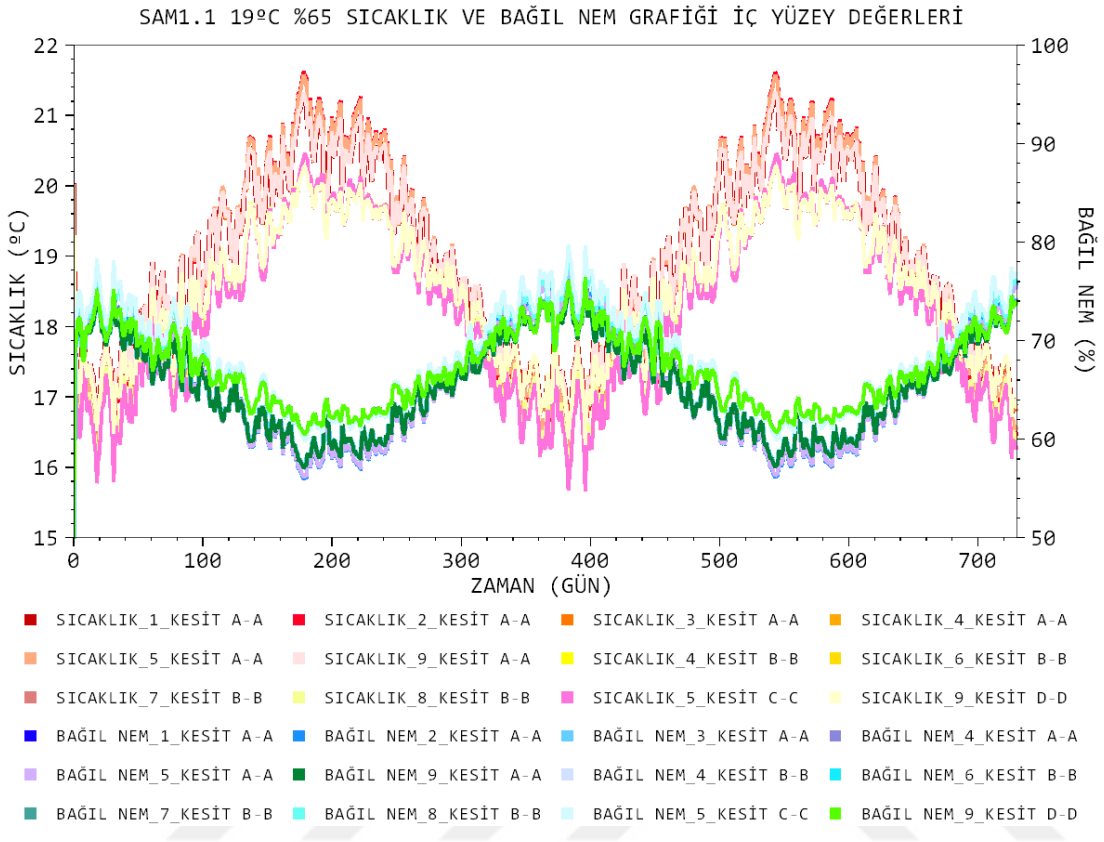
5.3.2 Safranbolu

Açıklandığı üzere, Safranbolu, Karabük için iki farklı duvar tipi ve her bir duvar tipi için 2 farklı katmanlaşma tasarlanmıştır. Buna göre belirlenen kritik noktalardan geçen kesitler için 2 yıl (01.01.2014 - 01.01.2016) süreyle Karabük iklim verileri kullanılarak yapılan simülasyonlar sonucunda sıcaklık ve bağıl nem değerlerine dair veriler elde edilmiştir. Şekil 5.109'da SAM1.1 ve SAM1.2 için belirlenen ölçüm noktaları gösterilmektedir.



Şekil 5.109 : SAM1.1 ve SAM1.2 için belirlenen ölçüm noktaları.

Şekil 5.110'da SAM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

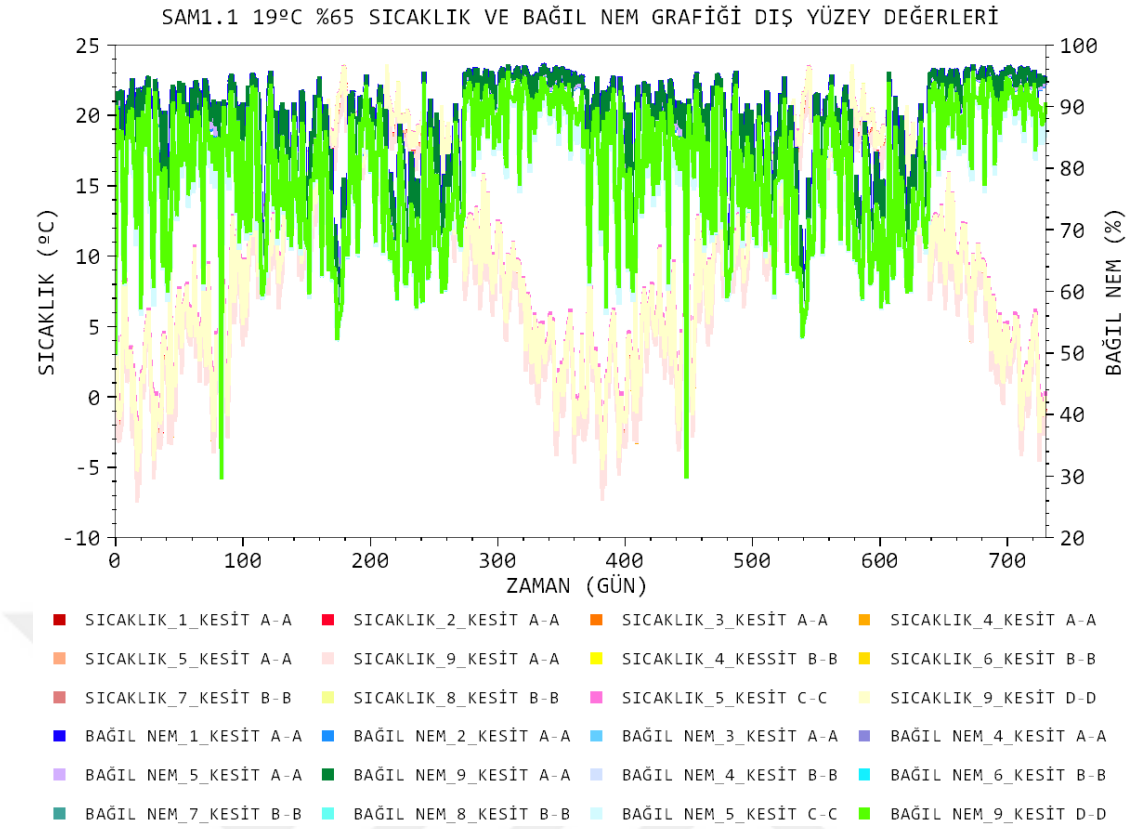


Şekil 5.110 : SAM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.111'de SAM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.18'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.18 : SAM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	16-18	68-74	19-21	57-62	-7-9	60-96	10-21	58-95
2 (Kesit A-A)	16-18	68-76	19-21	56-62	-7-8	65-96	10-23	60-95
3 (Kesit A-A)	16-18	67-76	19-21	57-63	-7-9	60-96	10-22	57-95
4 (Kesit A-A)	16-18	67-75	19-21	57-63	-7-9	60-96	10-22	58-95
4 (Kesit B-B)	16-18	68-76	19-20	60-64	-5-10	59-94	13-23	52-93
5 (Kesit A-A)	16-18	68-78	19-21	56-62	-7-9	59-96	10-22	57-95
5 (Kesit C-C)	16-17	69-79	19-20	59-65	-4-10	55-94	12-23	52-93
6 (Kesit B-B)	16-18	68-76	19-20	60-64	-5-10	57-94	11-23	52-93
7 (Kesit B-B)	16-18	68-76	19-20	60-64	-5-10	57-94	11-23	52-93
8 (Kesit B-B)	15-17	68-78	19-20	59-64	-4-10	56-94	12-23	52-93
9 (Kesit A-A)	16-18	67-76	19-21	57-63	-7-9	66-96	12-22	60-95
9 (Kesit D-D)	16-18	68-76	19-20	60-64	-5-10	57-94	13-23	52-93

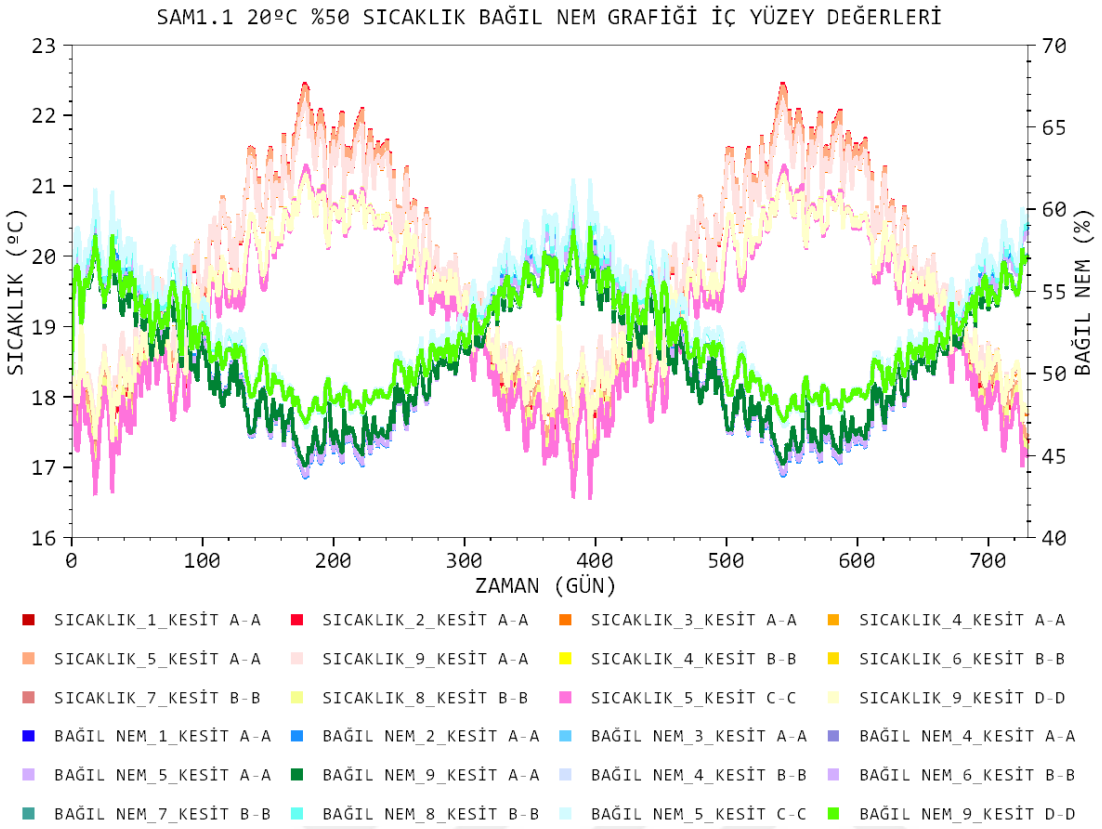


Şekil 5.111 : SAM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

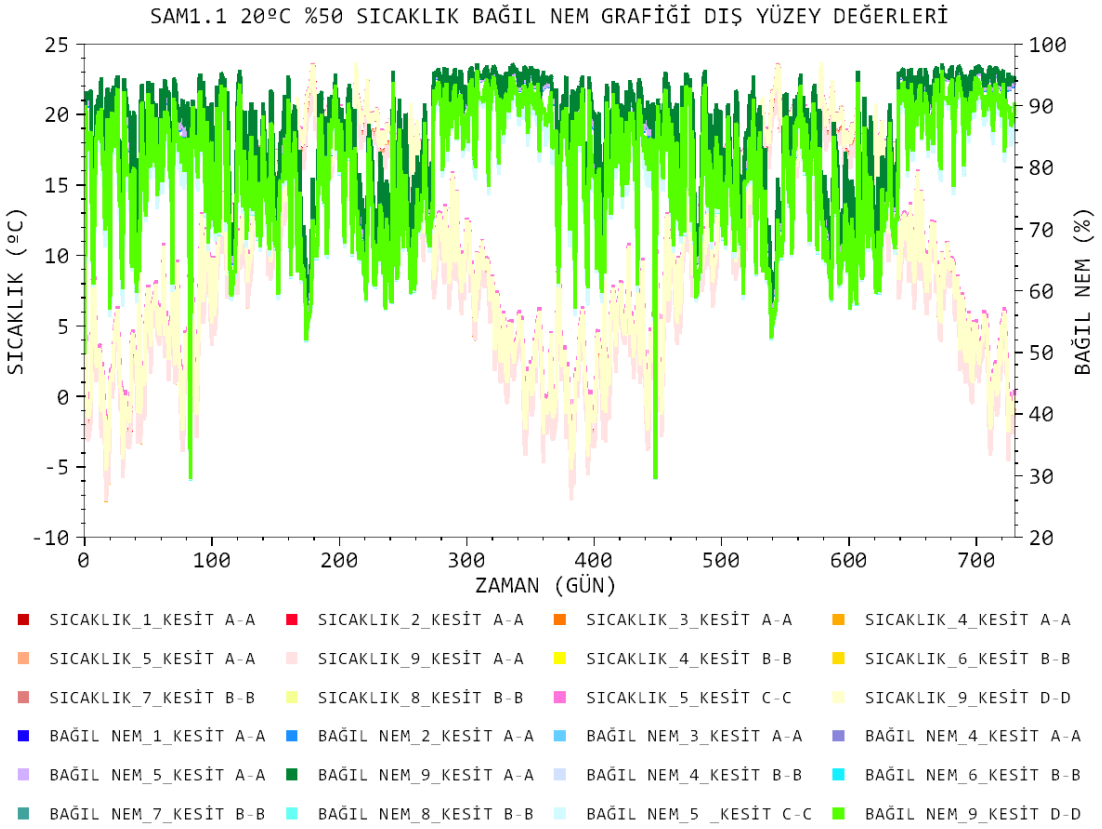
Şekil 5.112'de SAM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.113'te SAM1.1 20ºC %S50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.19'da iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.19 : SAM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	17-19	52-58	20-22	44-48	-7-9	57-96	10-22	58-95
2 (Kesit A-A)	16-18	53-60	20-22	43-48	-7-9	59-96	10-23	56-95
3 (Kesit A-A)	17-19	52-58	20-22	44-48	-7-9	60-96	10-22	57-95
4 (Kesit A-A)	17-19	52-58	20-22	44-48	-7-9	60-96	10-22	57-95
4 (Kesit B-B)	17-19	53-58	20-21	46-50	-4-10	56-94	13-23	52-93
5 (Kesit A-A)	17-19	53-60	20-22	43-48	-7-9	59-96	10-23	56-95
5 (Kesit C-C)	16-18	54-61	19-21	46-50	-4-10	55-94	12-23	52-93
6 (Kesit B-B)	17-19	53-58	20-21	46-50	-5-10	56-94	12-23	52-93
7 (Kesit B-B)	17-19	53-58	20-21	46-50	-5-10	56-94	12-23	52-93
8 (Kesit B-B)	16-18	54-61	20-21	46-50	-4-10	56-94	12-23	51-93
9 (Kesit A-A)	17-19	52-58	20-22	44-48	-7-9	60-96	10-22	57-95
9 (Kesit D-D)	17-18	53-58	20-21	46-50	-5-10	56-94	12-23	52-93

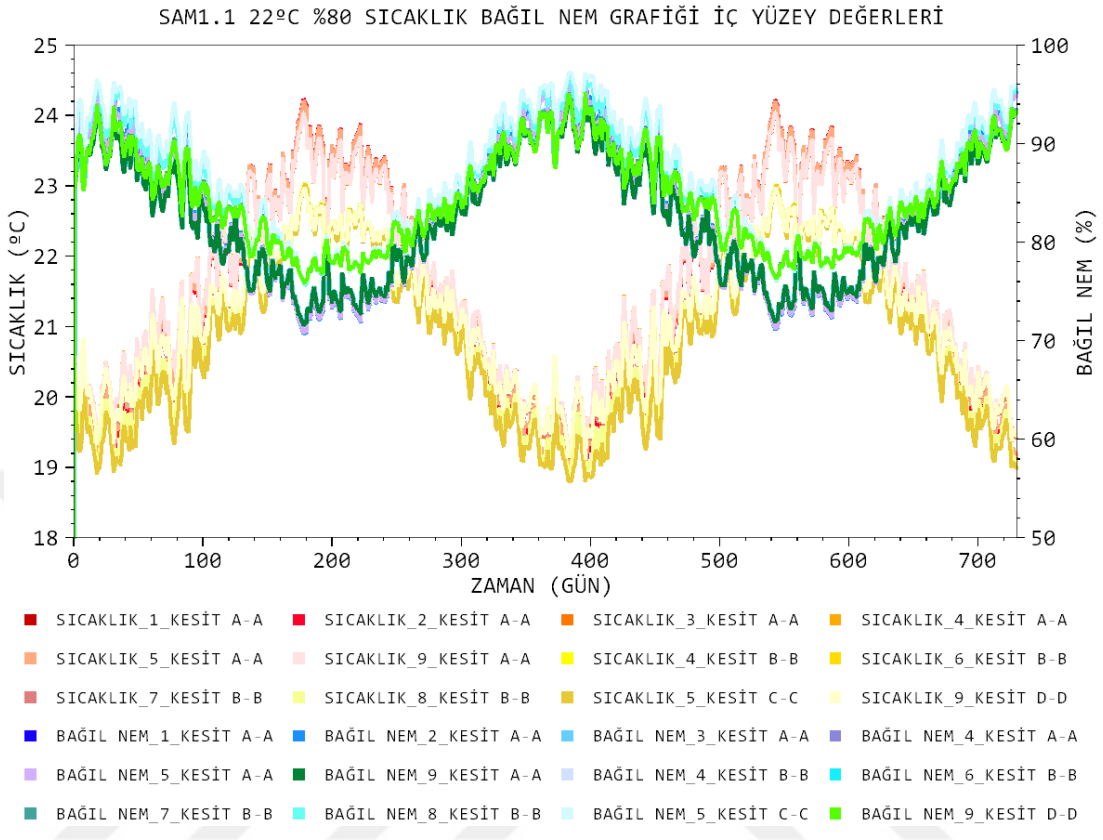


Şekil 5.112 : SAM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.



Şekil 5.113 : SAM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.114'te SAM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

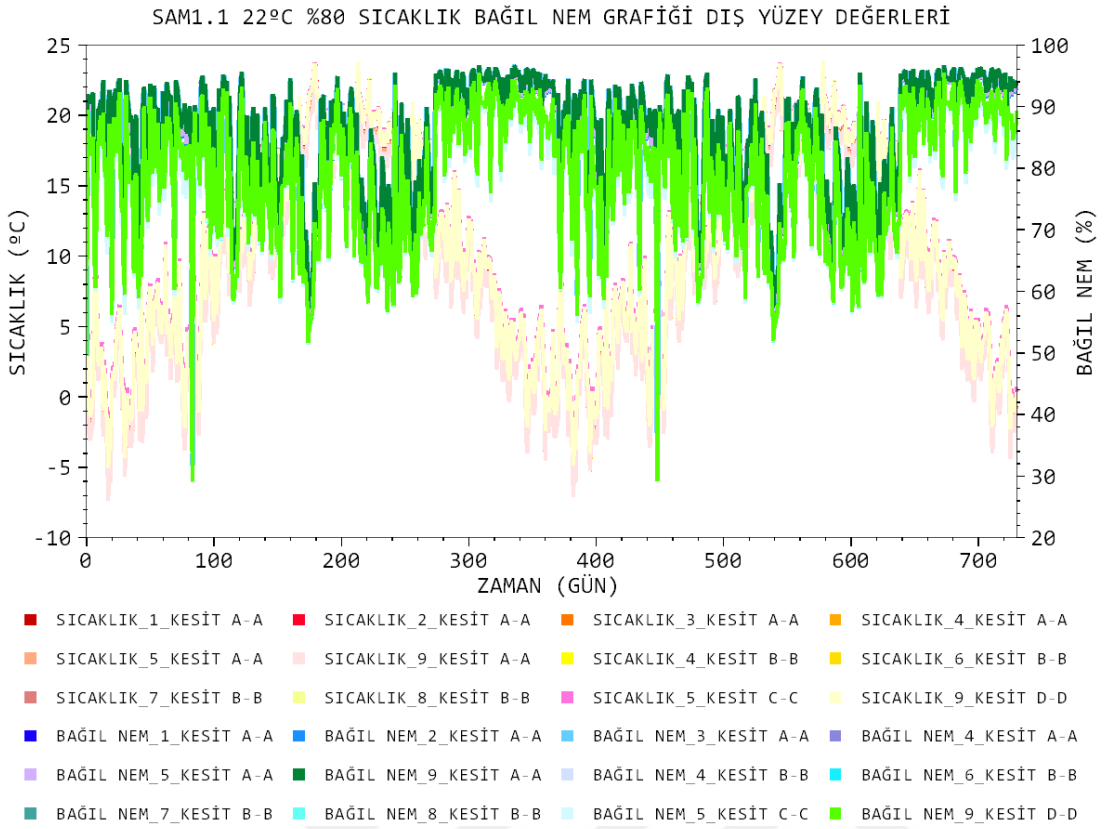


Şekil 5.114 : SAM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.115'te SAM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.20'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.20 : SAM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	19-20	85-95	22-24	71-78	-7-9	59-96	12-23	57-95
2 (Kesit A-A)	19-20	86-96	22-24	70-78	-6-9	58-96	10-23	59-95
3 (Kesit A-A)	19-20	85-95	22-23	71-78	-7-9	59-96	10-23	57-95
4 (Kesit A-A)	19-20	85-95	22-23	71-79	-7-9	59-96	10-22	57-95
4 (Kesit B-B)	19-20	85-95	21-22	75-80	-5-10	56-94	12-23	51-93
5 (Kesit A-A)	19-20	86-96	22-24	70-78	-7-9	58-96	10-23	56-95
5 (Kesit C-C)	18-20	86-97	21-22	75-82	-4-10	54-93	12-23	51-93
6 (Kesit B-B)	19-20	85-95	21-22	75-81	-5-10	56-94	12-23	51-93
7 (Kesit B-B)	19-20	85-95	21-22	75-81	-5-10	56-94	12-23	51-93
8 (Kesit B-B)	19-20	86-96	21-22	75-81	-4-10	55-93	12-23	51-93
9 (Kesit A-A)	19-20	85-95	22-23	71-79	-7-9	59-96	10-23	57-95
9 (Kesit D-D)	19-20	85-95	21-22	75-81	-5-10	56-94	12-23	51-93

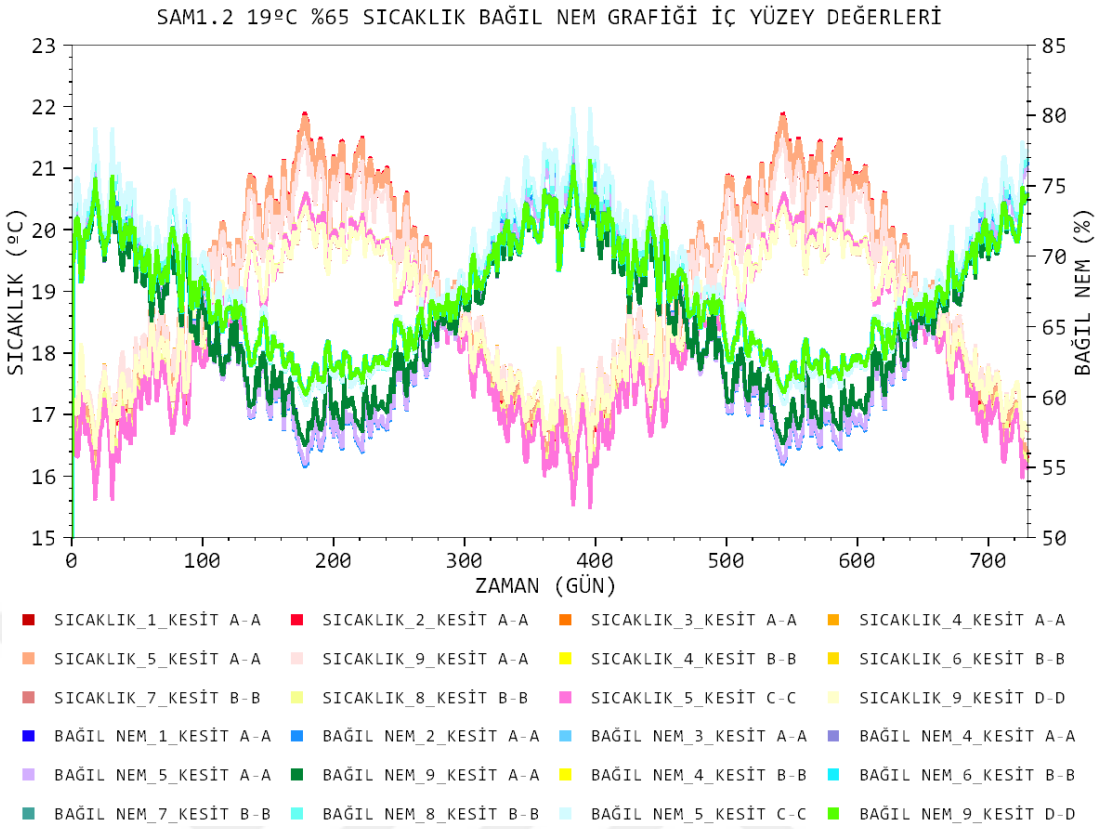


Şekil 5.115 : SAM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

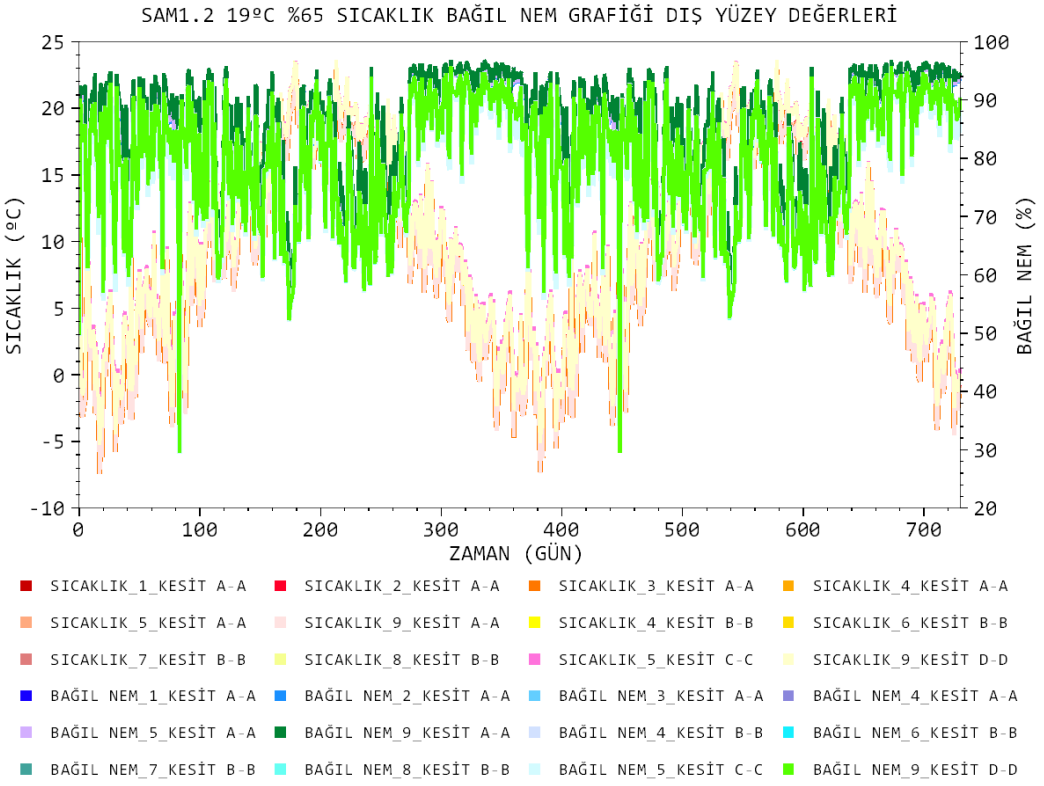
Şekil 5.116'da SAM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.117'de SAM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.21'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.21 : SAM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	16-18	67-75	19-21	56-62	-7-8	60-96	10-22	58-95
2 (Kesit A-A)	15-18	68-79	19-21	55-62	-7-9	64-96	10-22	60-95
3 (Kesit A-A)	16-18	67-76	19-21	56-62	-7-9	60-96	10-22	60-95
4 (Kesit A-A)	16-18	67-75	19-21	56-62	-7-9	60-96	10-22	60-95
4 (Kesit B-B)	16-18	68-76	19-20	60-64	-4-10	56-94	13-23	55-93
5 (Kesit A-A)	16-18	68-76	19-20	55-62	-7-9	59-96	10-22	57-95
5 (Kesit C-C)	15-17	69-80	19-20	59-64	-4-10	57-94	15-23	52-93
6 (Kesit B-B)	16-18	68-76	19-20	60-64	-5-10	59-94	11-23	52-93
7 (Kesit B-B)	16-18	68-76	19-20	60-64	-5-10	56-94	11-23	52-93
8 (Kesit B-B)	16-17	68-76	19-20	69-79	-4-10	58-94	12-23	52-93
9 (Kesit A-A)	16-18	67-76	19-21	56-62	-7-9	60-96	10-22	58-95
9 (Kesit D-D)	16-18	68-76	19-20	60-64	-5-10	56-94	11-23	52-93

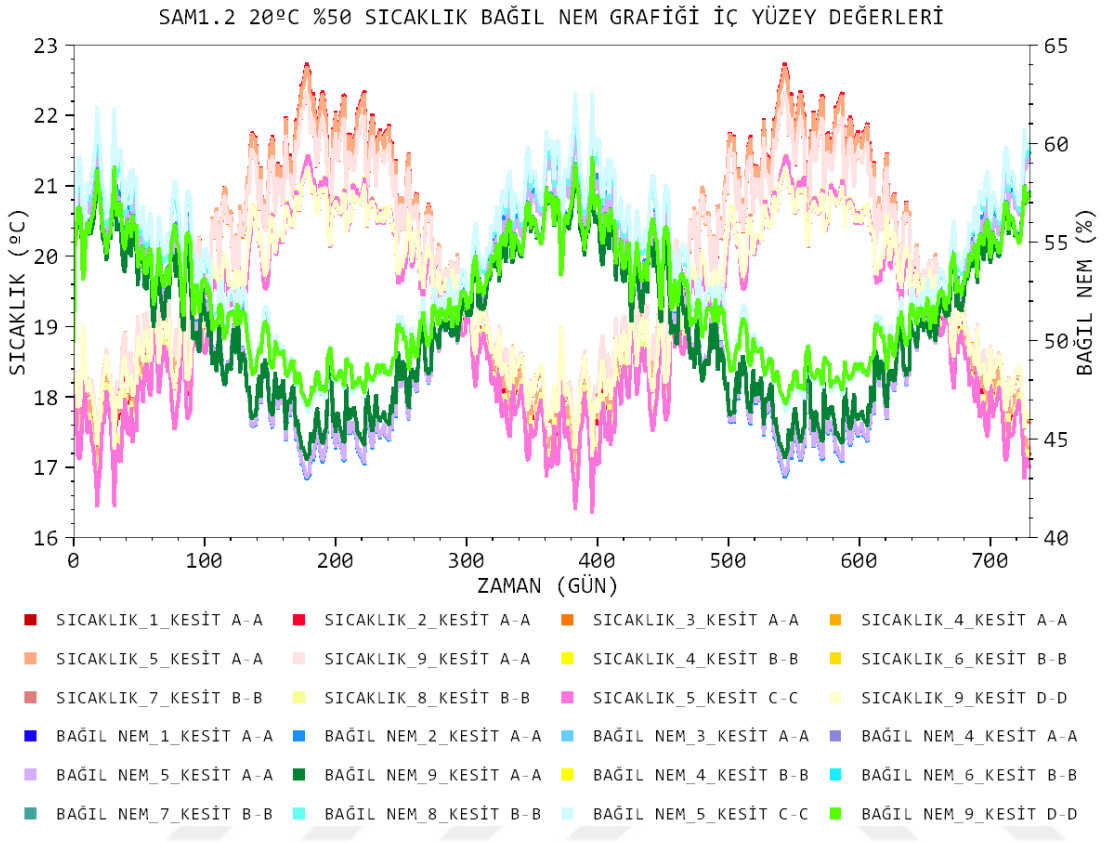


Şekil 5.116 : SAM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.



Şekil 5.117 : SAM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.118'de SAM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

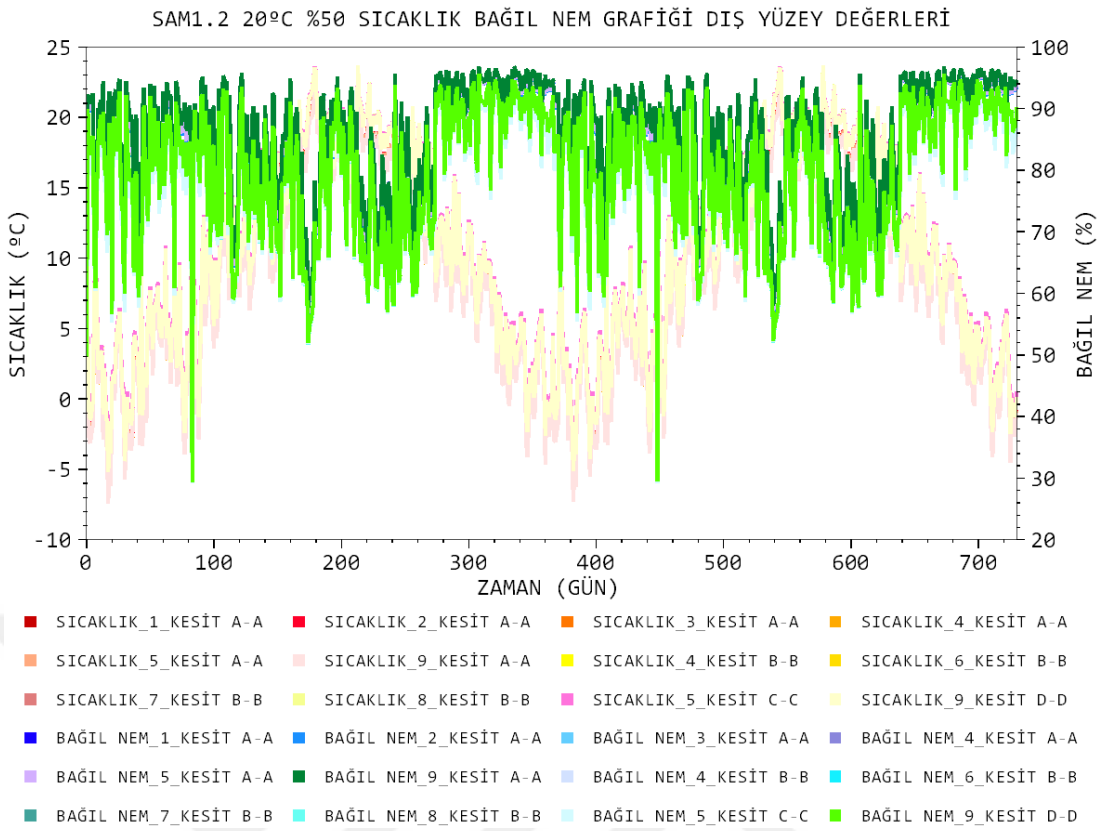


Şekil 5.118 : SAM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.119'da SAM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.22'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.22 : SAM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	17-19	52-58	20-22	43-48	-7-8	59-96	10-22	60-95
2 (Kesit A-A)	16-18	53-61	20-22	43-48	-7-9	59-96	10-23	56-95
3 (Kesit A-A)	17-19	52-58	20-22	43-48	-7-9	56-96	10-22	57-95
4 (Kesit A-A)	17-19	52-58	20-22	44-48	-7-9	60-96	10-22	57-95
4 (Kesit B-B)	17-18	53-58	20-21	46-50	-4-10	56-94	12-22	52-93
5 (Kesit A-A)	16-18	53-61	20-22	43-48	-7-9	59-96	10-23	57-95
5 (Kesit C-C)	16-18	55-62	20-21	46-50	-4-10	55-94	12-23	52-93
6 (Kesit B-B)	17-18	53-59	20-21	46-50	-5-10	56-94	12-23	52-93
7 (Kesit B-B)	17-18	53-58	20-21	46-50	-5-10	56-94	12-23	52-93
8 (Kesit B-B)	16-18	54-62	20-21	46-50	-4-10	57-94	12-23	51-93
9 (Kesit A-A)	17-19	52-58	20-22	43-48	-6-9	65-96	10-21	57-95
9 (Kesit D-D)	17-18	53-57	20-21	46-50	-5-10	56-94	12-23	52-93

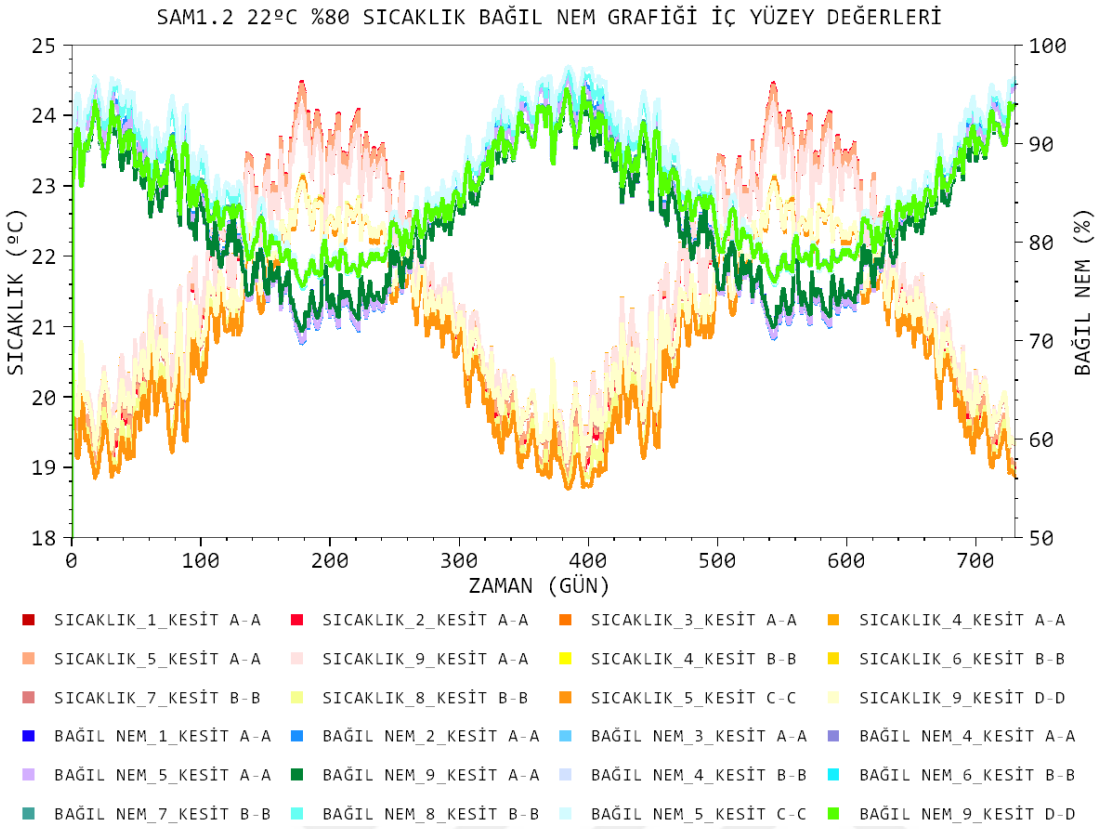


Şekil 5.119 : SAM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

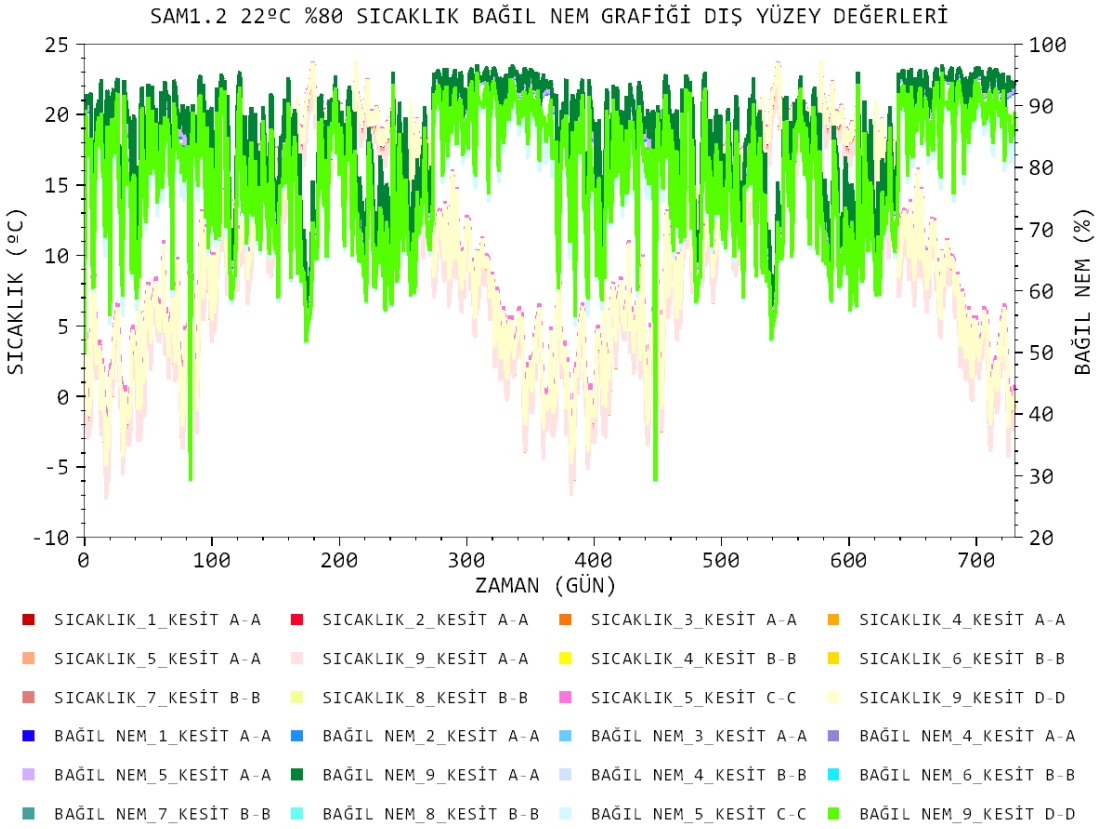
Şekil 5.120'de SAM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.121'de SAM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.23'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.23 : SAM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	19-20	85-95	22-24	70-78	-7-9	57-96	10-22	60-95
2 (Kesit A-A)	18-20	87-97	22-24	69-78	-5-9	58-96	10-23	56-95
3 (Kesit A-A)	19-20	87-95	22-24	70-78	-7-9	59-96	10-22	57-95
4 (Kesit A-A)	19-20	85-95	22-24	70-78	-7-9	58-96	10-22	57-95
4 (Kesit B-B)	19-20	85-95	21-22	75-80	-5-10	58-94	12-23	51-93
5 (Kesit A-A)	19-20	86-96	23-24	69-76	-6-9	58-96	10-23	56-95
5 (Kesit C-C)	18-20	88-97	21-23	76-82	-4-10	54-94	12-23	51-93
6 (Kesit B-B)	19-20	85-95	21-23	75-81	-5-10	55-94	12-23	51-93
7 (Kesit B-B)	19-20	85-95	21-23	75-81	-4-10	55-94	12-23	51-93
8 (Kesit B-B)	18-20	88-97	21-23	75-82	-4-10	54-93	12-23	51-93
9 (Kesit A-A)	19-20	85-95	22-24	70-78	-5-9	59-96	10-22	57-95
9 (Kesit D-D)	19-20	85-95	21-23	75-81	-5-10	55-94	12-23	51-93

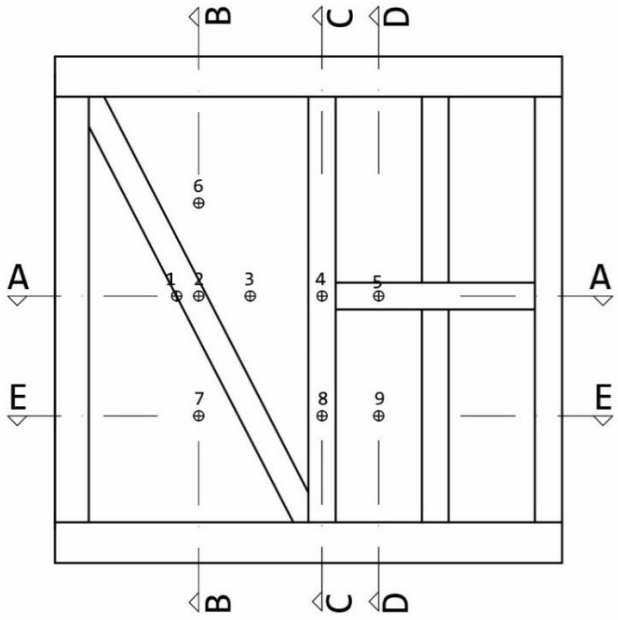


Şekil 5.120 : SAM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.



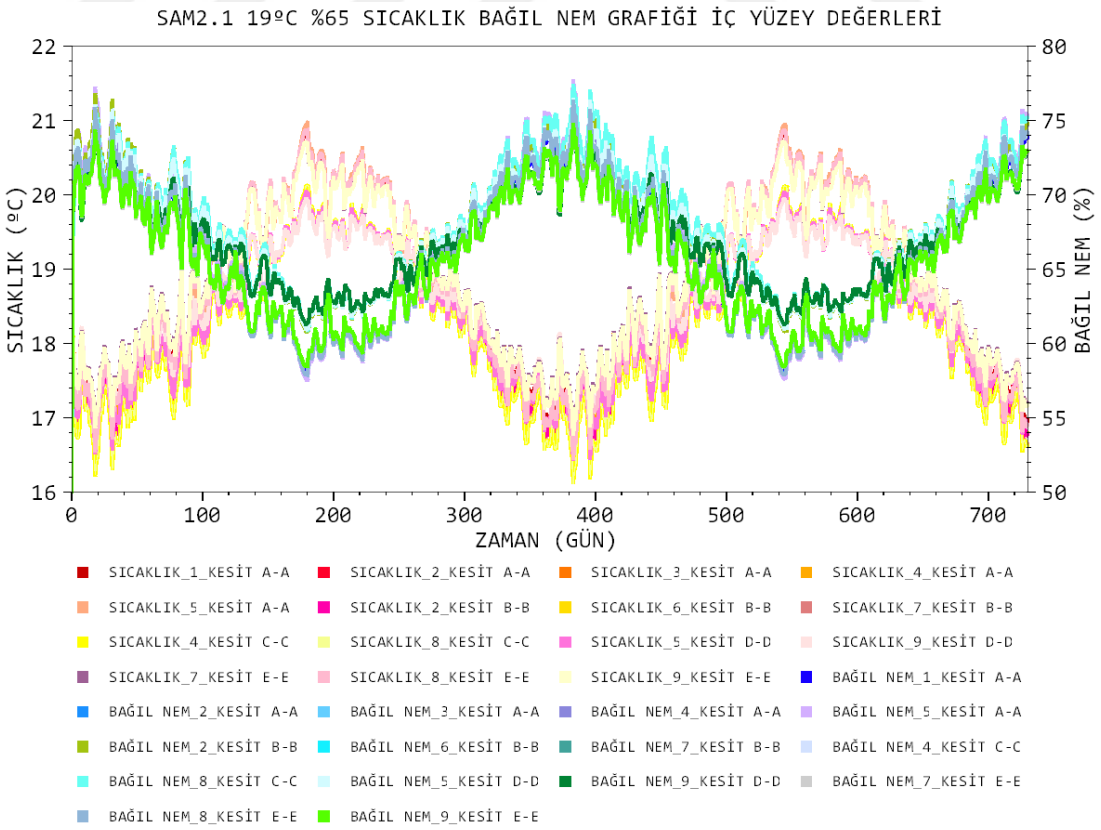
Şekil 5.121 : SAM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.122'de SAM2.1 ve SAM2.2 için belirlenen ölçüm noktaları gösterilmektedir.



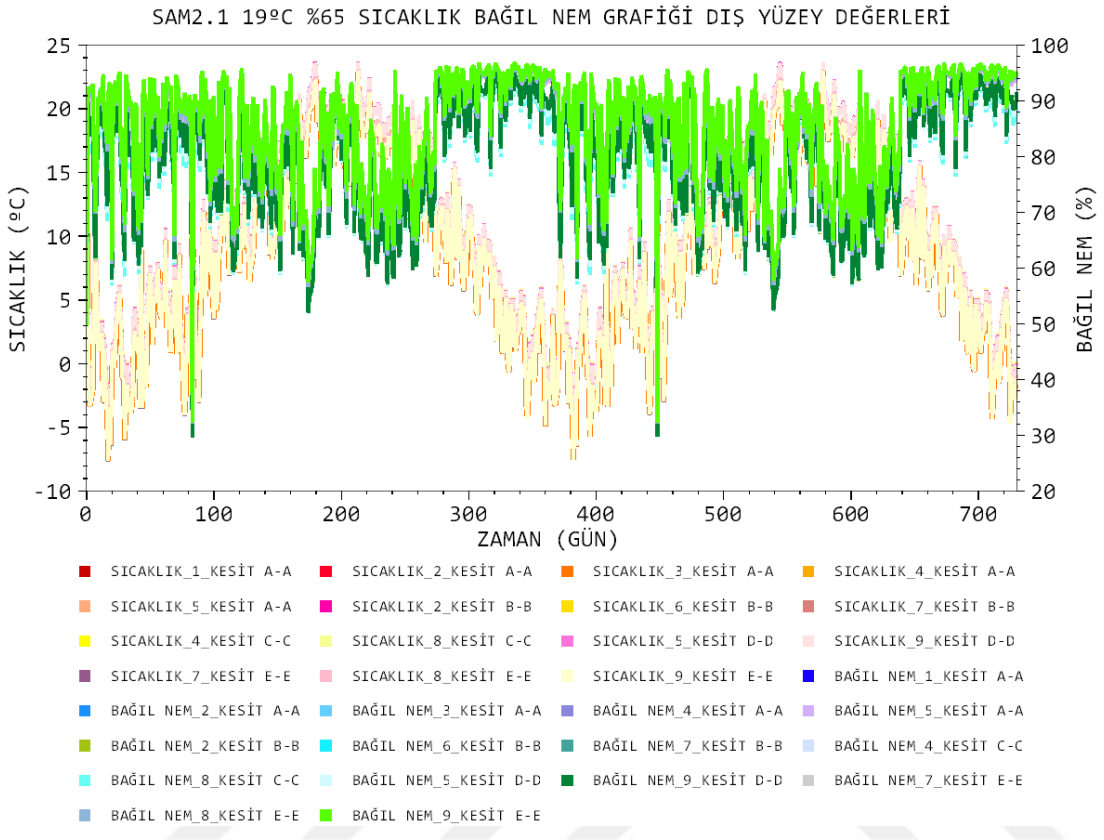
Şekil 5.122 : SAM2.1 ve SAM2.2 için belirlenen ölçüm noktaları.

Şekil 5.123'te SAM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.123 : SAM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.124'te SAM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



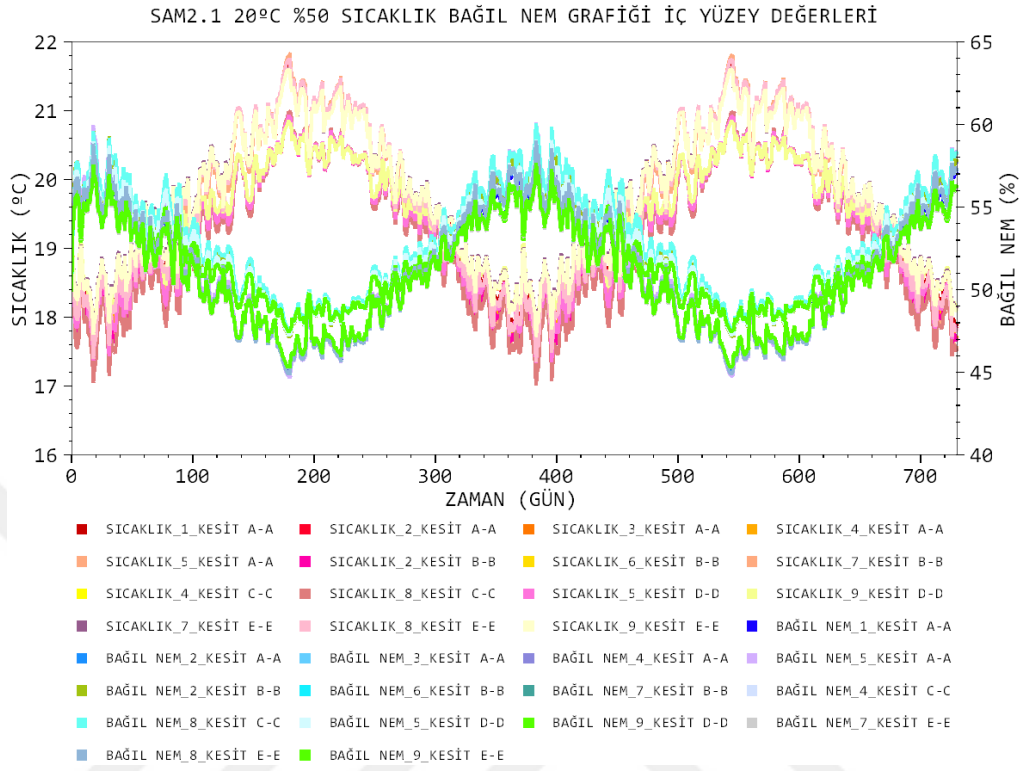
Şekil 5.124 : SAM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

SAM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzey sıcaklık bağıl nem değerlerine göre, Çizelge 5.24'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.24 : SAM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	16-18	68-76	19-20	58-63	-7-8	61-94	10-23	57-95
2 (Kesit A-A)	16-18	68-76	19-20	57-63	-7-8	65-96	10-23	56-95
2 (Kesit B-B)	19	69-76	19-20	60-65	-5-9	57-94	12-23	52-93
3 (Kesit A-A)	16-18	67-74	19-20	58-63	-7-8	61-96	10-22	57-95
4 (Kesit A-A)	16-18	68-75	19-20	57-63	-7-8	60-96	10-23	59-95
4 (Kesit C-C)	16-18	68-75	19-20	60-65	-4-9	60-96	12-23	59-95
5 (Kesit A-A)	16-18	69-76	19-20	57-63	-7-8	60-96	10-23	56-95
5 (Kesit D-D)	16-18	68-76	19-20	60-65	-5-9	57-94	12-23	52-93
6 (Kesit B-B)	16-18	68-74	19	61-64	-5-9	57-94	11-23	52-93
7 (Kesit B-B)	16-18	68-74	19	61-64	-5-9	57-95	11-23	52-93
7 (Kesit E-E)	16-18	67-74	19-20	58-63	-7-8	61-96	10-22	57-95
8 (Kesit C-C)	16-18	67-77	19	60-65	-4-9	56-96	12-23	52-93
8 (Kesit E-E)	16-18	68-76	19-20	57-63	-7-8	60-96	10-23	56-95
9 (Kesit D-D)	16-18	68-74	19	61-64	-5-9	60-95	13-23	52-93
9 (Kesit E-E)	17-18	68-74	19-20	58-62	-7-8	61-96	10-22	57-95

Şekil 5.125'te SAM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

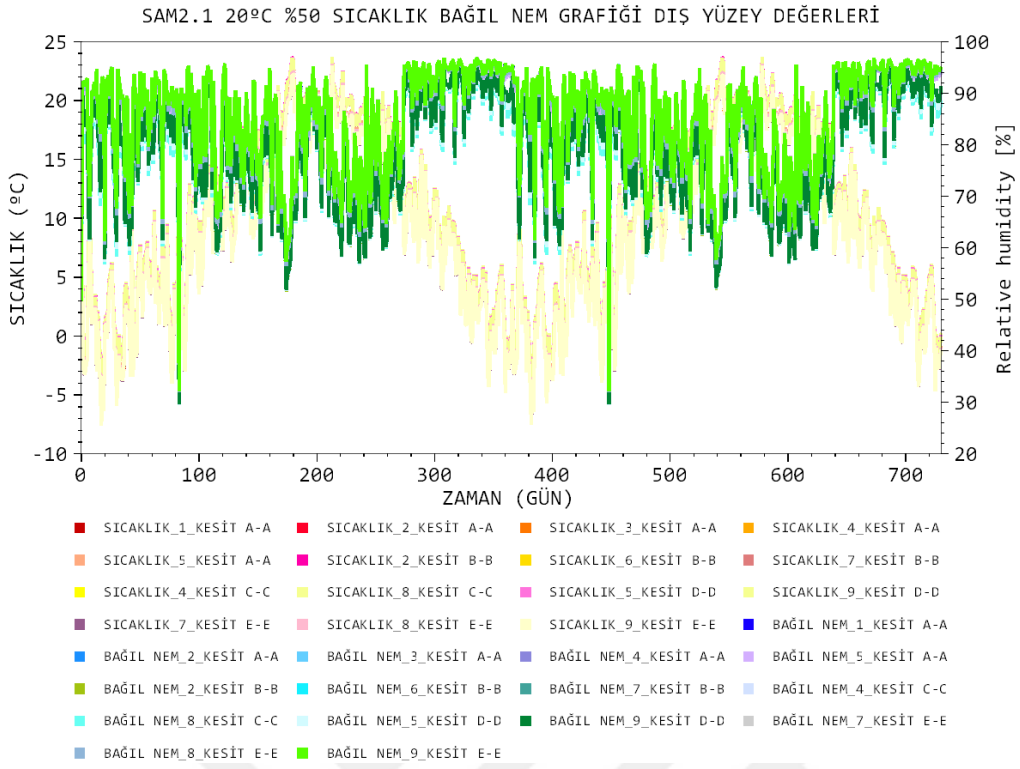


Şekil 5.125 : SAM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.126'da SAM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.25'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

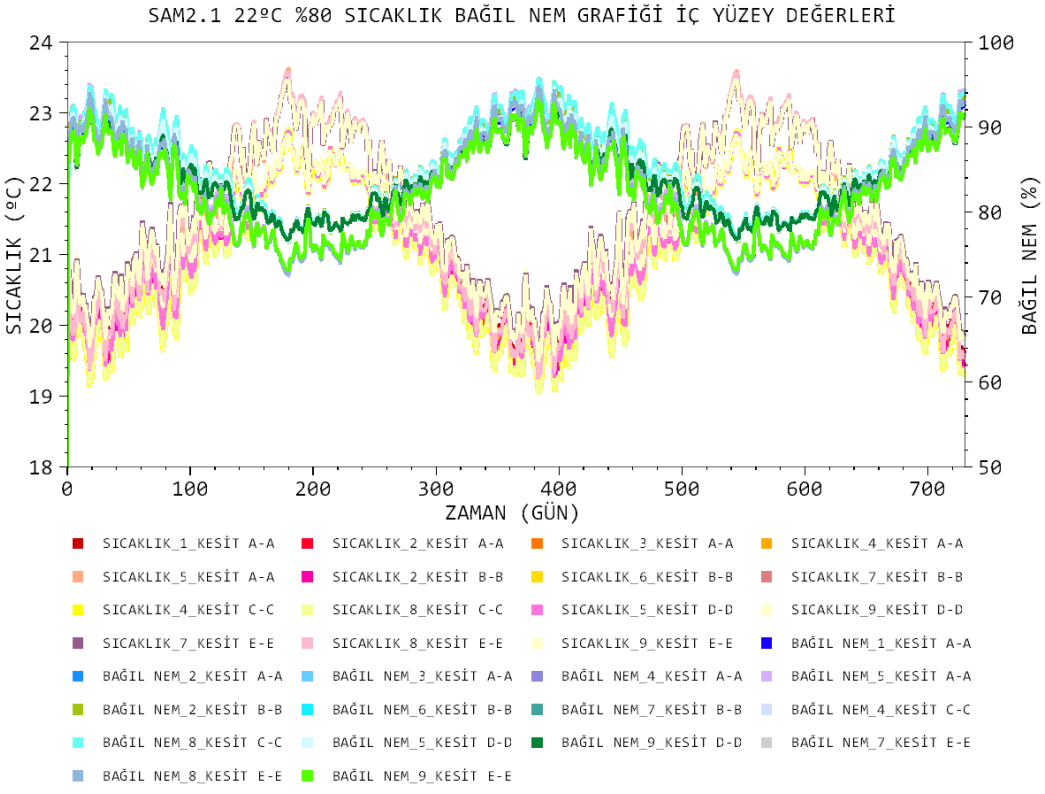
Çizelge 5.25 : SAM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey)		Yaz Ayları (İç Yüzey)		Kış Ayları (Dış Yüzey)		Yaz Ayları (Dış Yüzey)	
	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	17-18	52-58	20-21	45-49	-7-8	60-96	10-23	56-95
2 (Kesit A-A)	17-18	53-58	20-21	45-49	-7-8	65-96	10-23	56-95
2 (Kesit B-B)	17-18	53-59	19-20	47-50	-4-9	59-94	12-23	51-93
3 (Kesit A-A)	17-19	52-57	20-21	45-48	-7-8	61-96	10-22	57-95
4 (Kesit A-A)	17-18	53-59	20-21	44-48	-7-8	60-96	10-22	56-95
4 (Kesit C-C)	17-18	53-59	19-20	47-50	-4-9	56-94	12-23	51-93
5 (Kesit A-A)	17-18	53-60	20-21	44-48	-7-8	56-96	10-23	56-95
5 (Kesit D-D)	17-18	53-59	19-20	47-50	-5-9	57-94	12-23	51-93
6 (Kesit B-B)	17-19	52-57	19-20	47-50	-5-9	57-95	12-23	52-93
7 (Kesit B-B)	17-19	52-57	19-20	47-50	-5-10	57-95	12-23	52-93
7 (Kesit E-E)	17-19	52-57	20-21	45-49	-7-8	61-96	10-22	60-95
8 (Kesit C-C)	17-18	53-59	19-20	47-50	-4-9	56-94	12-23	51-93
8 (Kesit E-E)	17-19	53-59	20-21	44-49	-7-8	65-96	10-22	56-94
9 (Kesit D-D)	17-18	52-57	19-20	47-50	-5-10	57-95	12-23	52-93
9 (Kesit E-E)	17-19	52-56	20-21	45-49	-7-8	61-96	10-22	60-95



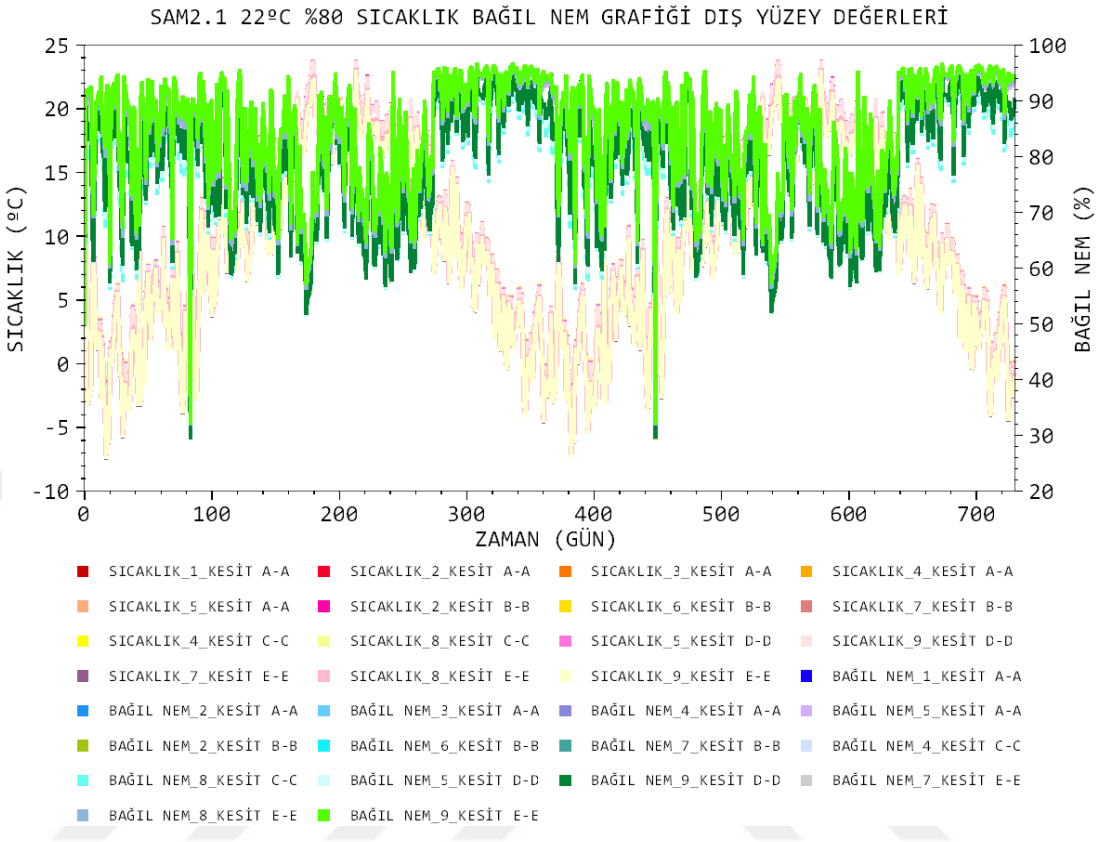
Şekil 5.126 : SAM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.127'de SAM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.127 : SAM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.128'de SAM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.128 : SAM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

SAM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzey sıcaklık bağıl nem değerlerine göre, Çizelge 5.26'da iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

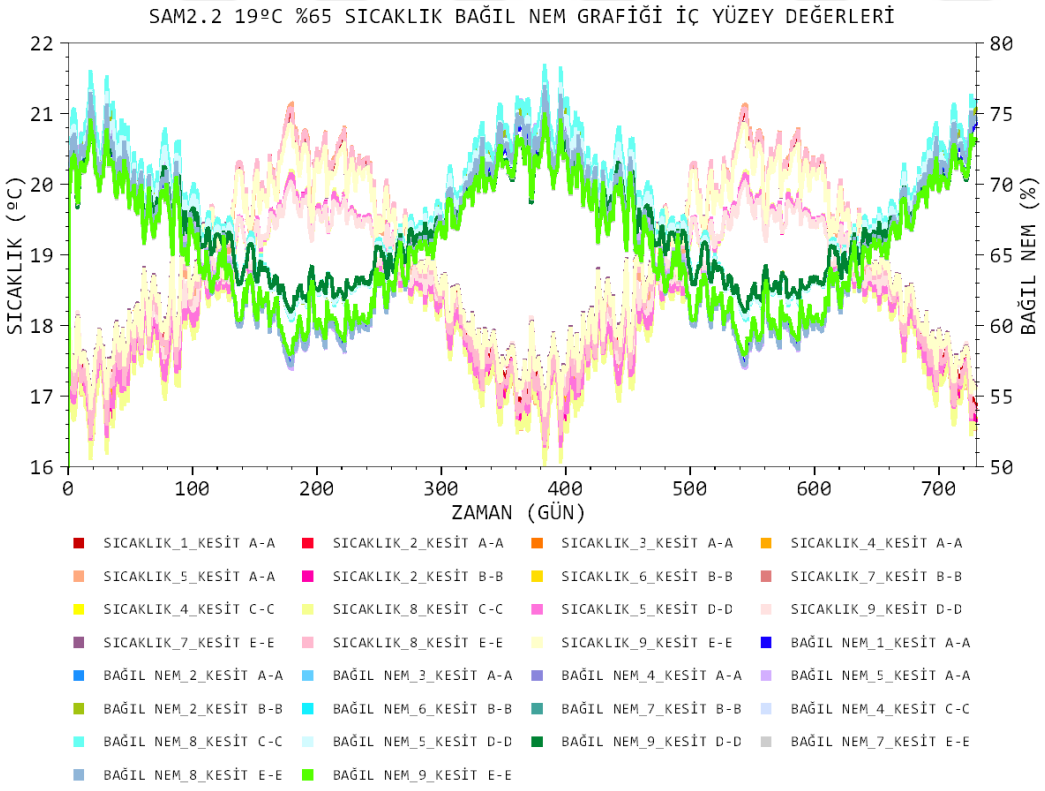
Çizelge 5.26 : SAM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	19-20	85-94	22-23	72-79	-7-9	65-96	10-22	56-95
2 (Kesit A-A)	19-20	85-94	22-23	72-79	-7-9	59-96	10-23	56-95
2 (Kesit B-B)	19-20	86-95	21-22	76-81	-4-10	56-94	12-23	51-93
3 (Kesit A-A)	19-20	85-93	22-23	73-79	-7-9	60-96	10-23	57-95
4 (Kesit A-A)	19-20	86-94	22-23	72-78	-7-9	59-96	10-23	56-95
4 (Kesit C-C)	19-20	86-95	21-22	76-82	-4-10	57-94	12-23	51-93
5 (Kesit A-A)	19-20	87-95	22-23	72-78	-6-9	57-96	12-23	55-94
5 (Kesit D-D)	19-20	86-94	21-22	76-81	-5-10	56-94	12-23	51-93
6 (Kesit B-B)	19-20	85-93	21-22	77-81	-5-10	57-94	12-23	51-93
7 (Kesit B-B)	19-20	85-93	21-22	76-81	-5-10	57-94	12-23	51-93
7 (Kesit E-E)	19-20	84-92	22-23	73-78	-7-9	60-96	10-23	57-95
8 (Kesit C-C)	19-20	86-95	21-22	76-82	-4-10	56-94	12-23	54-93
8 (Kesit E-E)	19-20	85-94	22-23	72-78	-7-9	59-96	12-23	56-95
9 (Kesit D-D)	19-20	85-93	21-22	76-81	-5-10	57-94	12-23	51-93
9 (Kesit E-E)	19-20	85-93	22-23	73-79	-7-9	57-94	10-23	51-93

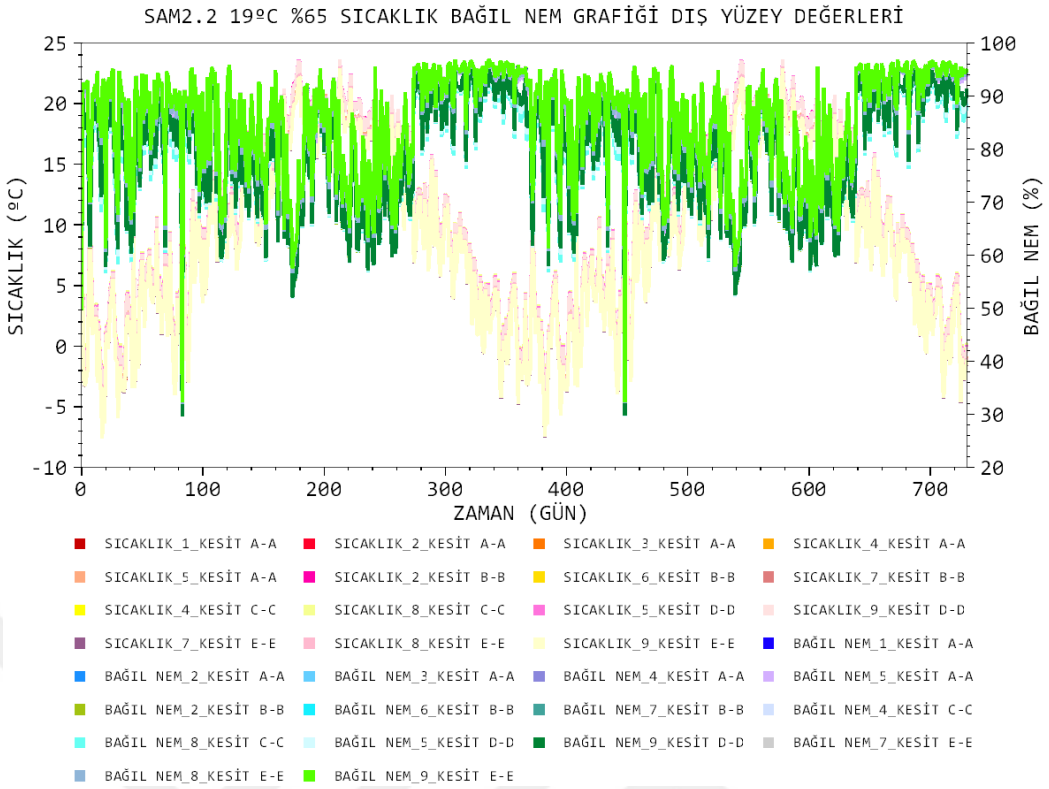
Şekil 5.129'da SAM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.130'da SAM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.27'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.27 : SAM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey)		Yaz Ayları (İç Yüzey)		Kış Ayları (Dış Yüzey)		Yaz Ayları (Dış Yüzey)	
	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	16-18	68-76	19-20	58-63	-7-8	65-96	10-23	57-95
2 (Kesit A-A)	16-18	68-76	19-21	57-63	-7-8	65-96	10-23	56-95
2 (Kesit B-B)	19	69-76	19-20	60-65	-4-9	59-94	12-23	52-93
3 (Kesit A-A)	16-18	67-74	19-20	58-63	-7-8	61-96	10-22	57-95
4 (Kesit A-A)	16-18	68-75	19-20	57-63	-7-8	60-96	10-23	56-95
4 (Kesit C-C)	16-17	70-75	19-20	60-65	-4-9	56-94	12-23	52-93
5 (Kesit A-A)	16-18	69-78	19-21	56-62	-6-8	60-96	12-22	56-95
5 (Kesit D-D)	16-18	68-76	19-20	60-65	-5-9	57-94	12-23	52-93
6 (Kesit B-B)	16-18	68-74	19	61-64	-5-9	60-95	11-23	52-93
7 (Kesit B-B)	16-18	68-74	19	61-64	-5-9	57-95	11-23	52-93
7 (Kesit E-E)	16-18	67-74	19-20	58-63	-7-8	61-96	10-22	57-95
8 (Kesit C-C)	16-18	67-77	19	60-65	-4-9	56-94	14-23	52-93
8 (Kesit E-E)	16-18	68-76	19-20	57-63	-7-8	65-96	10-23	56-95
9 (Kesit D-D)	16-18	68-74	19	61-64	-5-9	57-95	11-23	52-91
9 (Kesit E-E)	16-18	68-75	19-20	57-62	-7-8	61-96	10-22	57-95

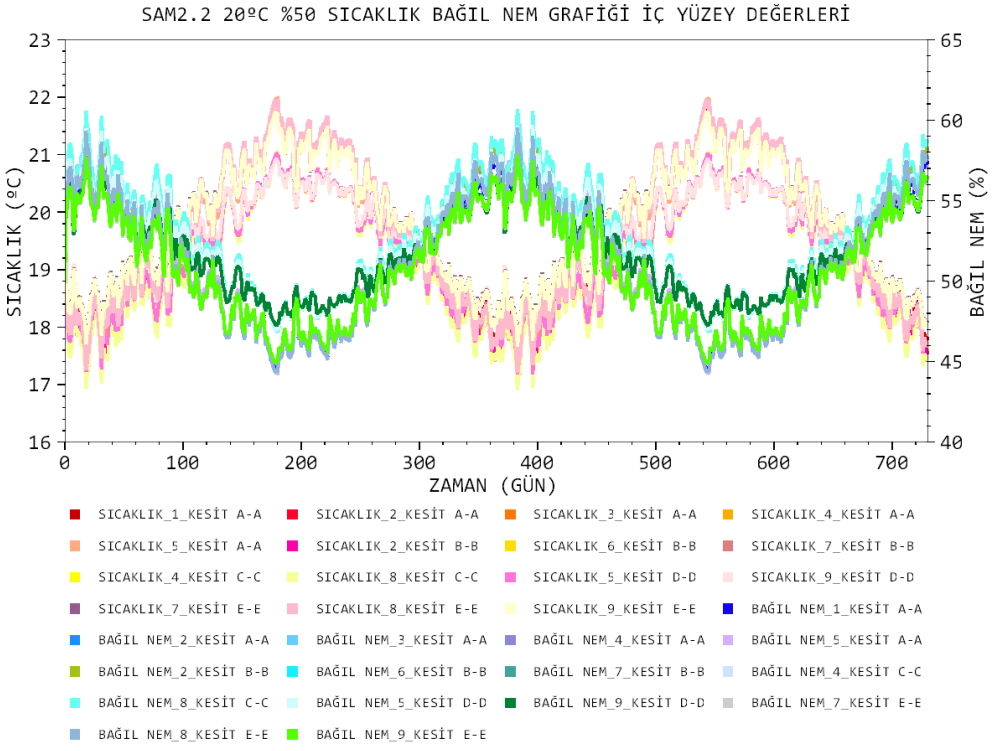


Şekil 5.129 : SAM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.



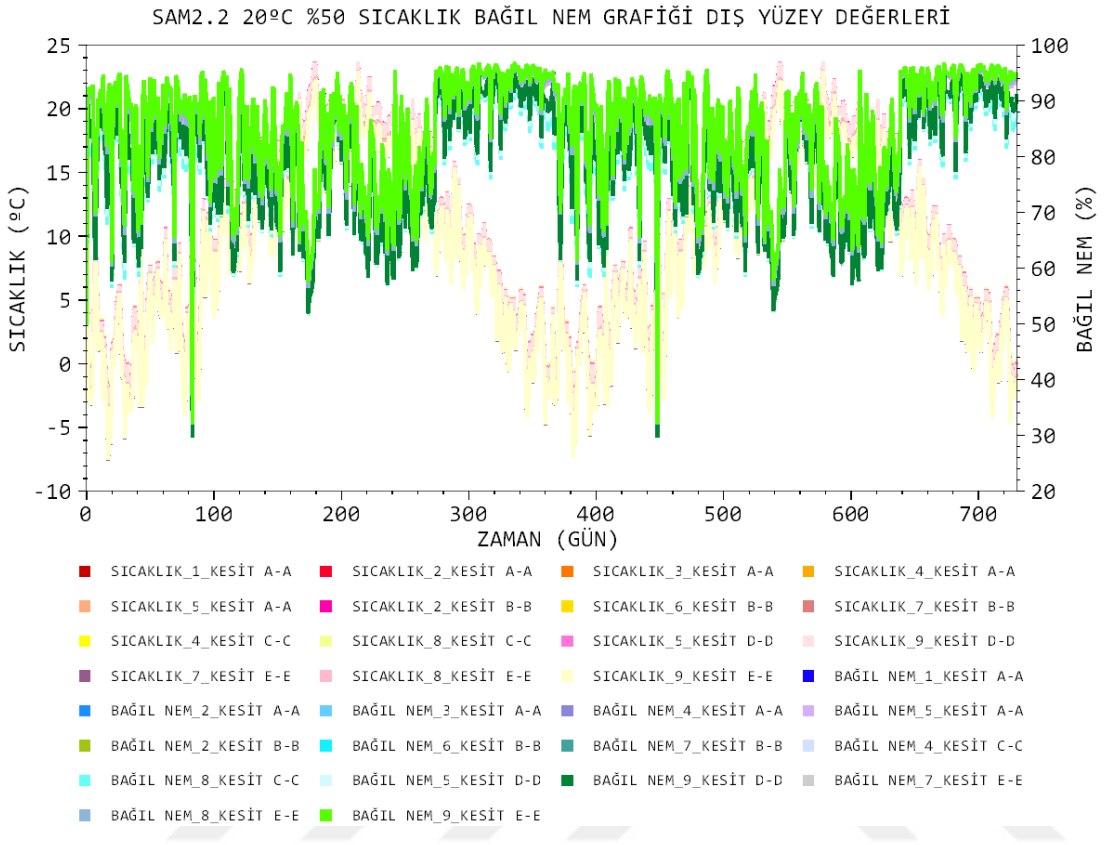
Şekil 5.130 : SAM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.131'de SAM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.131 : SAM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.132'de SAM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.132 : SAM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Çizelge 5.28'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

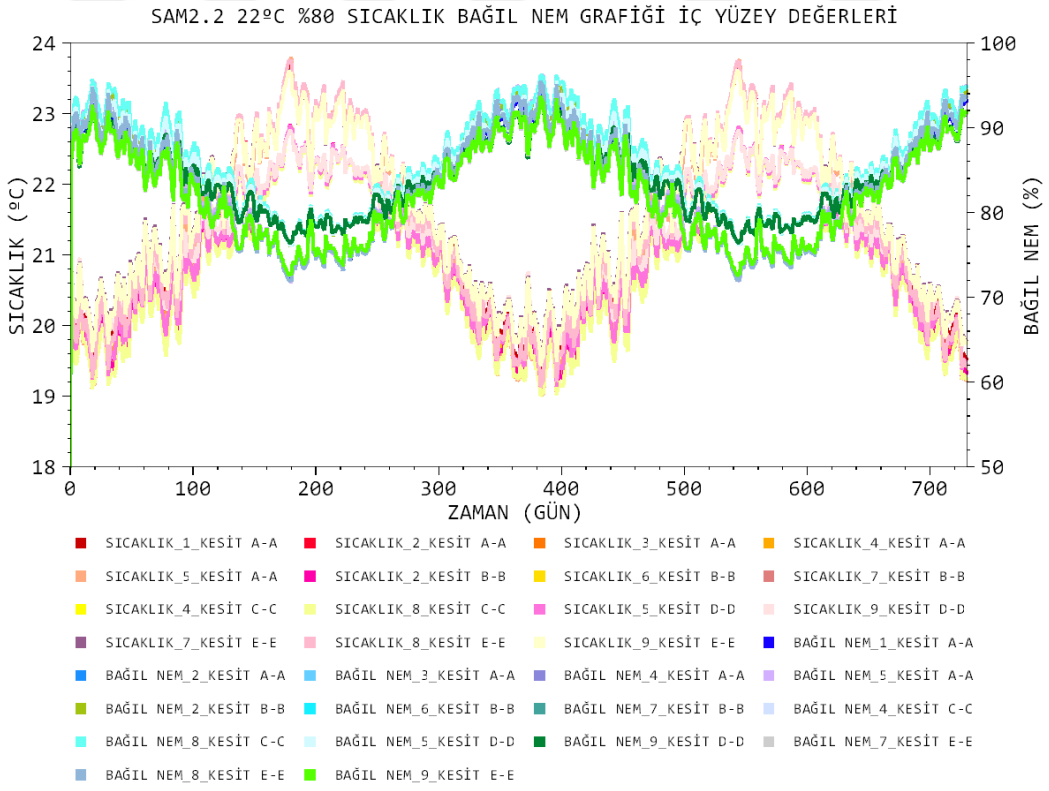
Çizelge 5.28 : SAM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	17-18	53-58	20-21	44-48	-7-8	65-96	10-23	56-95
2 (Kesit A-A)	17-18	53-57	20-21	44-48	-7-8	60-96	10-23	56-95
2 (Kesit B-B)	17-18	54-60	19-21	46-50	-4-10	56-94	12-23	51-93
3 (Kesit A-A)	17-19	52-57	20-21	44-48	-7-8	61-96	10-22	57-95
4 (Kesit A-A)	17-18	53-59	20-21	44-48	-7-8	60-96	10-22	56-95
4 (Kesit C-C)	16-18	54-60	19-21	46-50	-4-10	56-94	12-23	51-93
5 (Kesit A-A)	17-18	53-60	20-21	44-48	-6-9	64-96	10-23	56-95
5 (Kesit D-D)	17-18	53-59	20-21	46-50	-5-9	59-94	12-23	51-93
6 (Kesit B-B)	17-18	53-57	20	47-49	-5-10	57-94	12-23	52-93
7 (Kesit B-B)	17-19	53-57	20	47-49	-5-10	57-94	12-23	52-93
7 (Kesit E-E)	17-18	52-57	20-21	45-48	-7-8	66-96	10-22	57-95
8 (Kesit C-C)	17-18	54-60	19-21	46-50	-4-10	56-94	12-23	51-93
8 (Kesit E-E)	17-18	53-59	20-21	44-48	-7-8	60-96	10-23	56-95
9 (Kesit D-D)	17-18	53-57	20	47-49	-5-9	57-94	12-23	52-93
9 (Kesit E-E)	17-18	52-57	20-21	44-48	-7-8	61-96	10-22	57-95

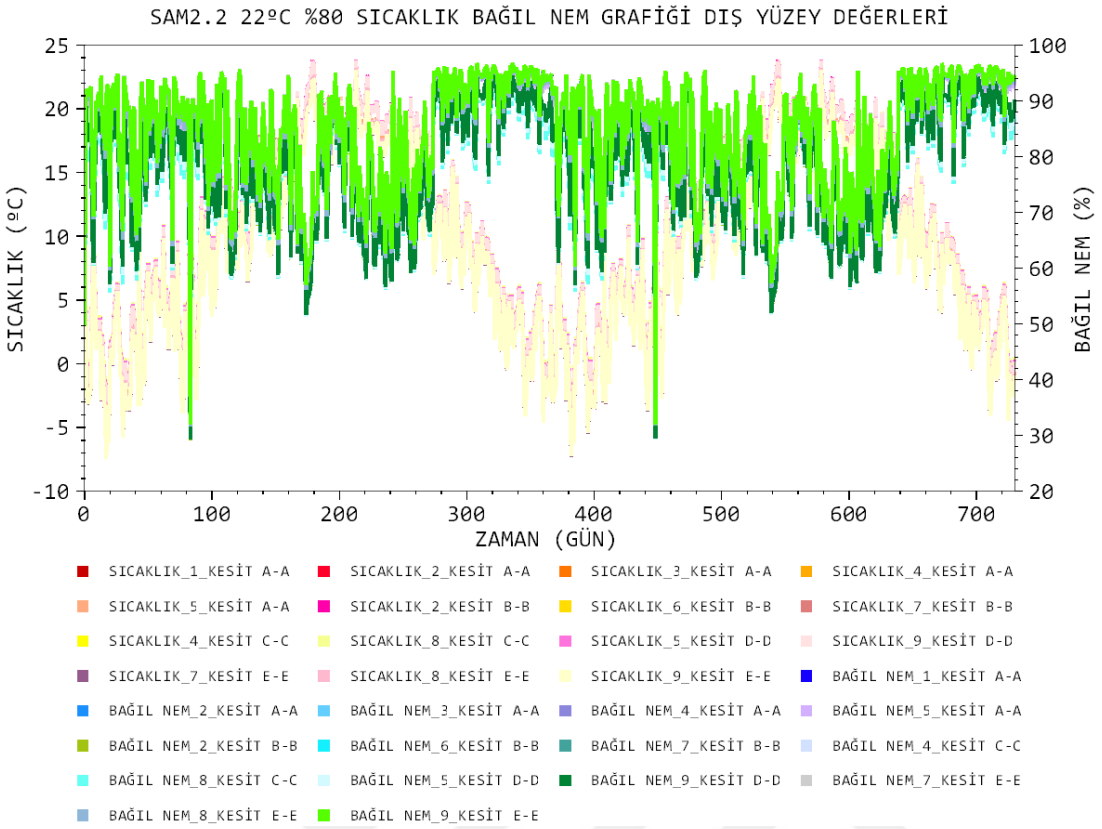
Şekil 5.133'te SAM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.134'te SAM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.29'da iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.29 : SAM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey)		Yaz Ayları (İç Yüzey)		Kış Ayları (Dış Yüzey)		Yaz Ayları (Dış Yüzey)	
	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	19-20	87-95	22-23	72-79	-7-9	65-96	10-23	56-95
2 (Kesit A-A)	19-20	86-95	22-23	71-79	-7-9	59-96	10-23	56-95
2 (Kesit B-B)	19-20	88-95	21-22	76-81	-4-10	56-94	12-23	51-93
3 (Kesit A-A)	19-20	85-91	22-23	72-79	-6-9	65-96	10-23	57-95
4 (Kesit A-A)	19-20	87-95	22-23	71-78	-6-9	59-96	10-23	56-95
4 (Kesit C-C)	19-20	88-96	21-22	76-81	-4-10	55-94	12-23	51-93
5 (Kesit A-A)	19-20	87-96	22-23	71-79	-6-9	58-96	11-23	55-94
5 (Kesit D-D)	19-20	87-95	21-22	76-81	-4-10	56-94	12-23	51-93
6 (Kesit B-B)	19-20	86-92	21-22	76-80	-4-10	56-94	12-23	51-93
7 (Kesit B-B)	19-20	86-92	21-22	76-81	-5-10	56-94	12-23	51-93
7 (Kesit E-E)	19-20	86-93	22-23	72-79	-5-9	60-96	10-23	57-95
8 (Kesit C-C)	19-20	89-96	21-22	76-81	-4-10	55-94	12-23	51-93
8 (Kesit E-E)	19-20	87-95	22-23	71-79	-7-9	56-96	10-23	56-95
9 (Kesit D-D)	19-20	86-93	21-22	76-80	-5-10	56-94	12-23	51-93
9 (Kesit E-E)	19-20	86-93	22-23	72-79	-7-9	60-96	10-23	57-95



Şekil 5.133 : SAM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

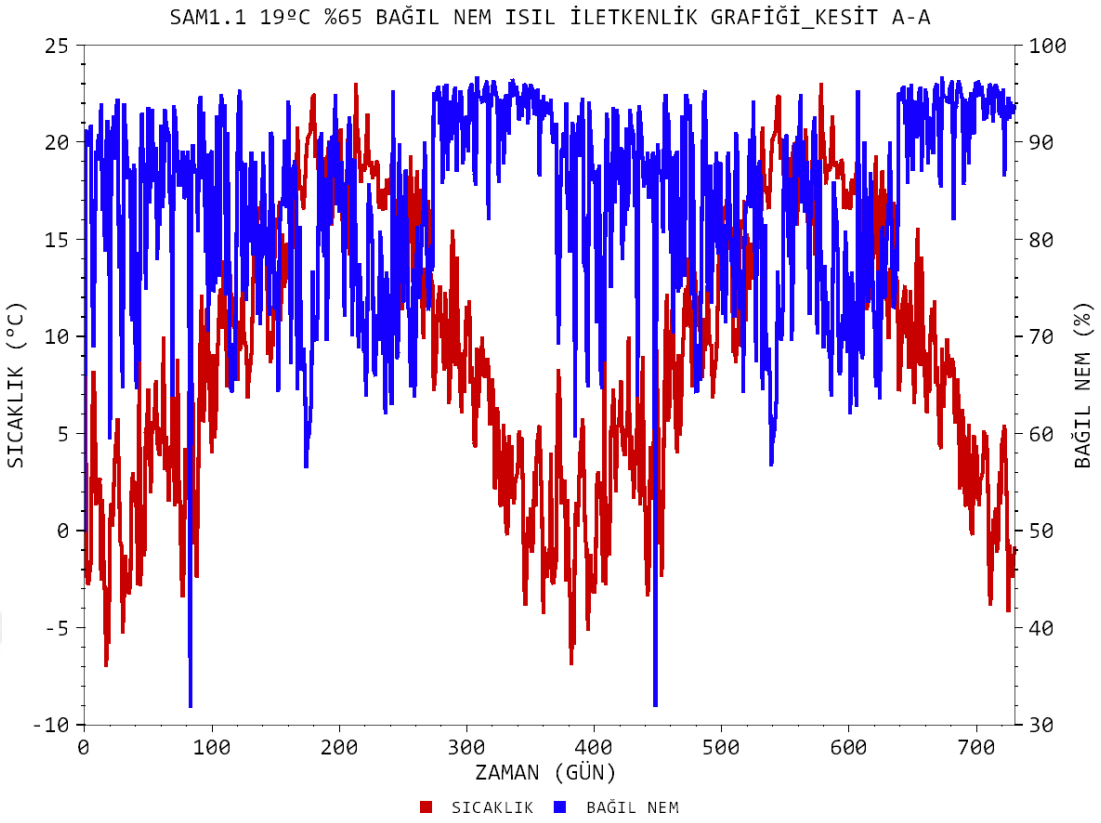


Şekil 5.134 : SAM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

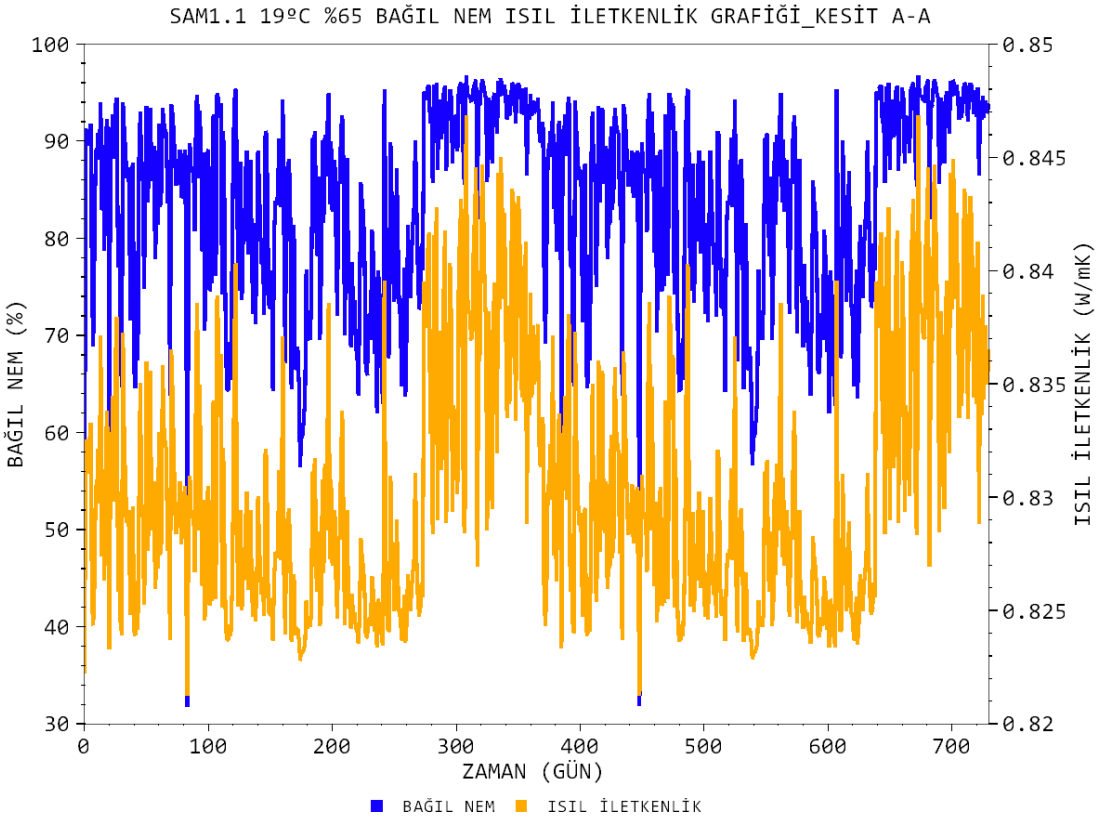
Safranbolu için tasarlanan modellerin 2014-2016 yılları arasında kesitin tamamında sıcaklık, bağıl nem ve ısıl iletkenlik değerleri, DELPHIN simülasyon çalışmalarında elde edilmiştir.

Şekil 5.135'te SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %64-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %56-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.136'da SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

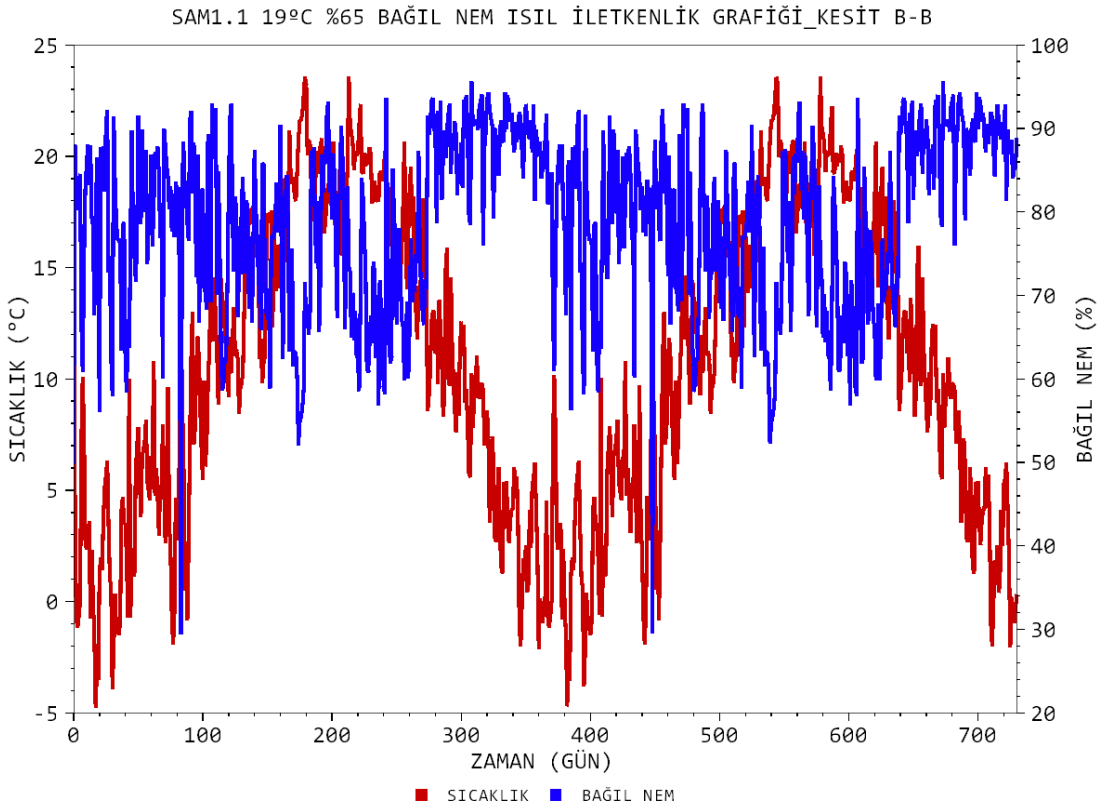


Şekil 5.135 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



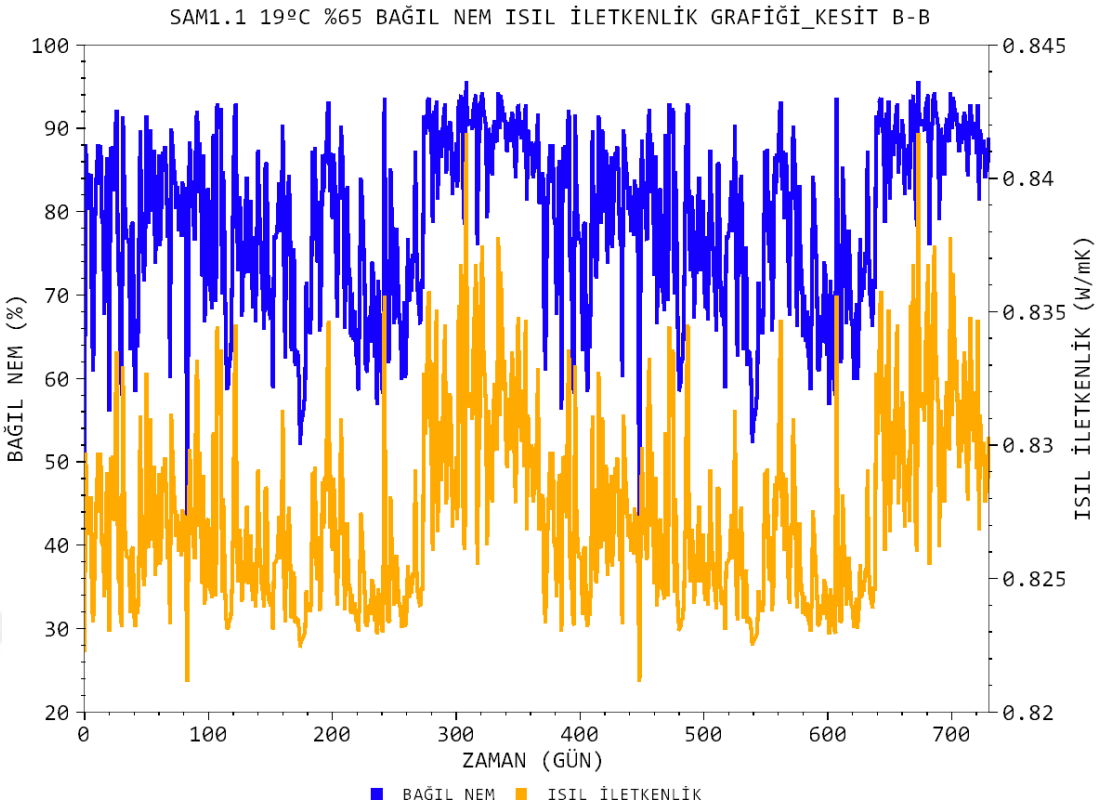
Şekil 5.136 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.137'de SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.137 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

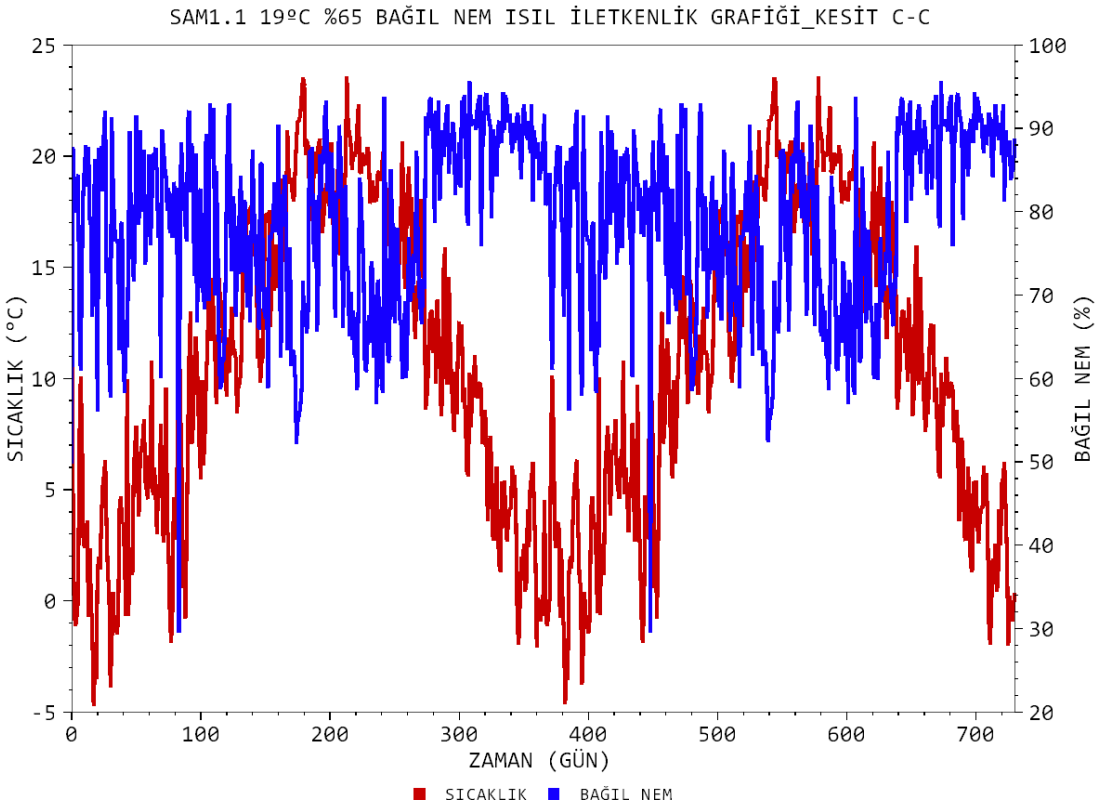
Şekil 5.138'de SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



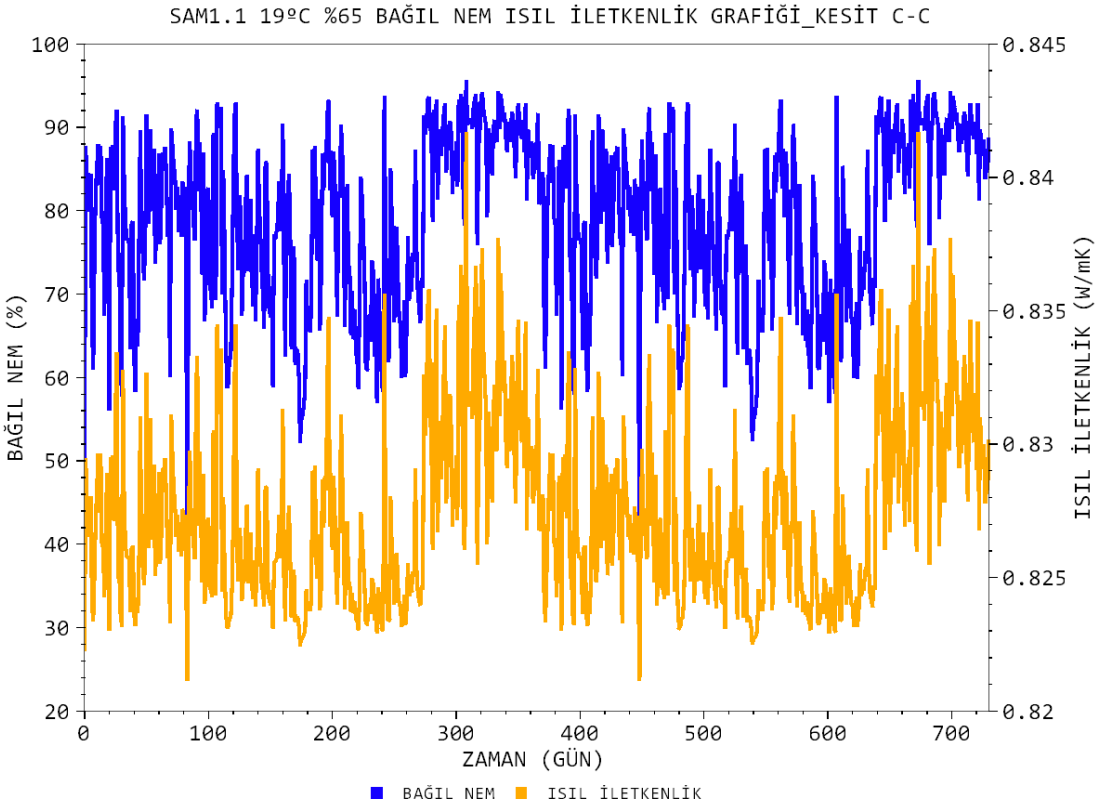
Şekil 5.138 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.139'da SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.140'ta SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

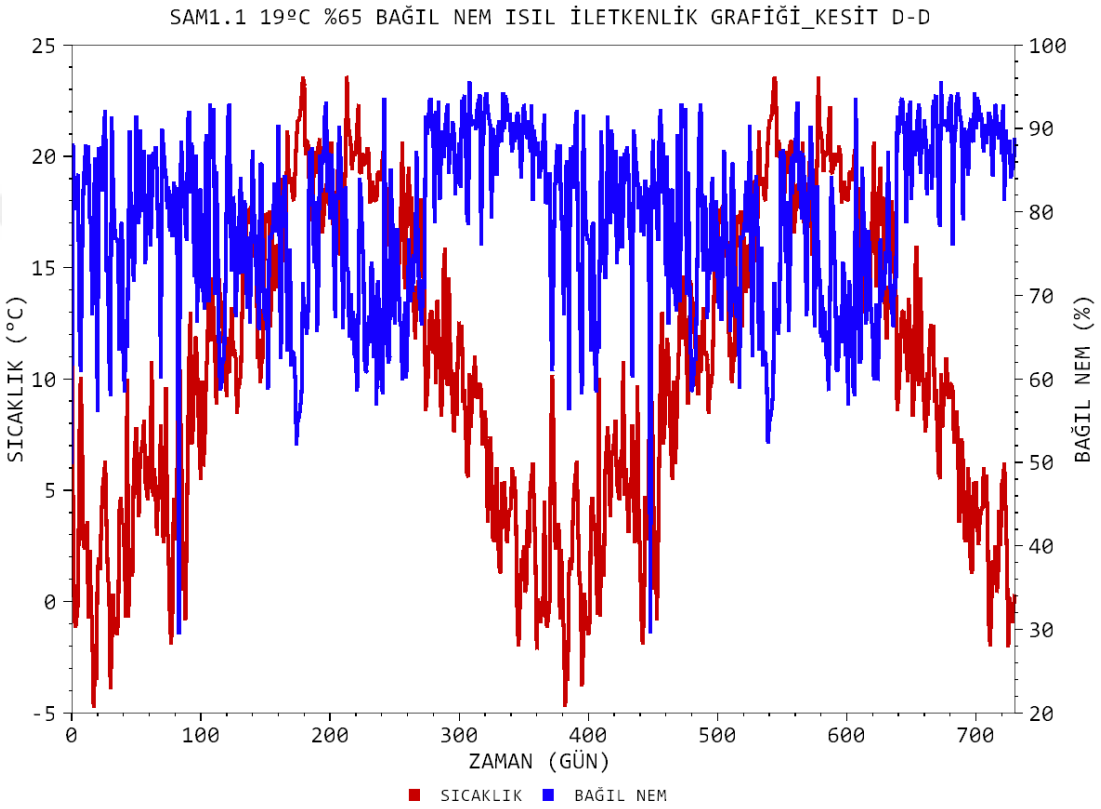


Şekil 5.139 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



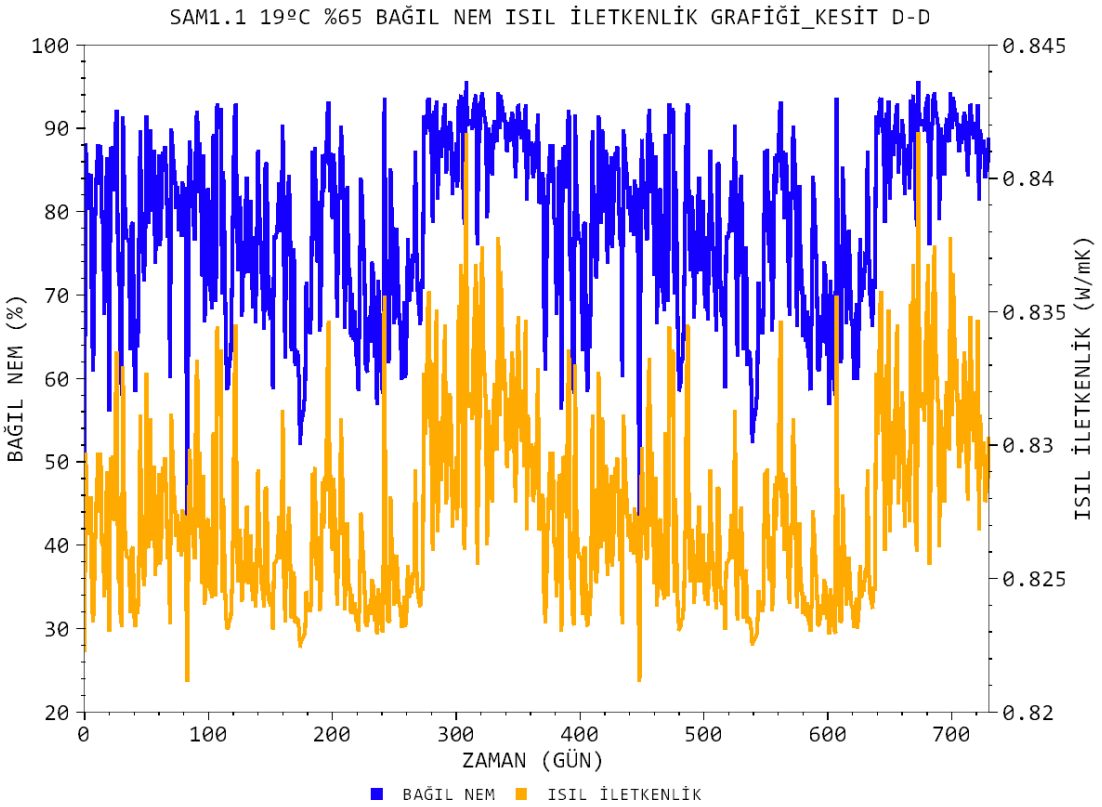
Şekil 5.140 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.141'de SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.141 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.

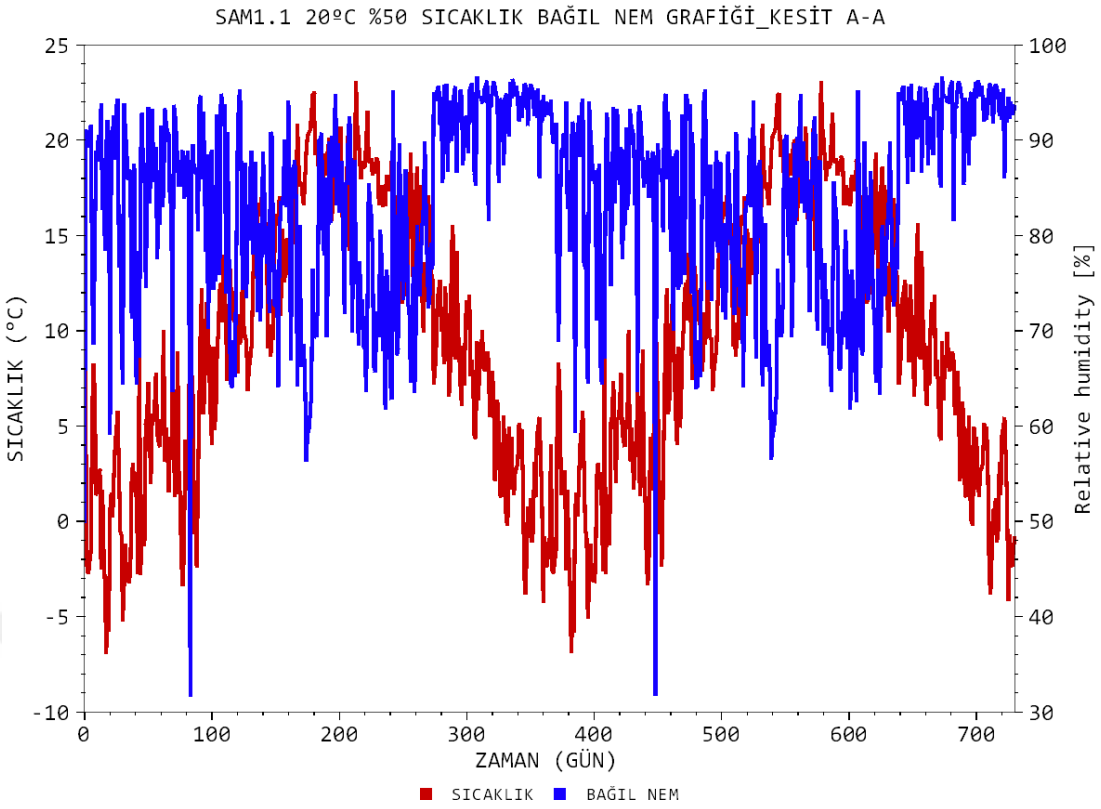
Şekil 5.142'de SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



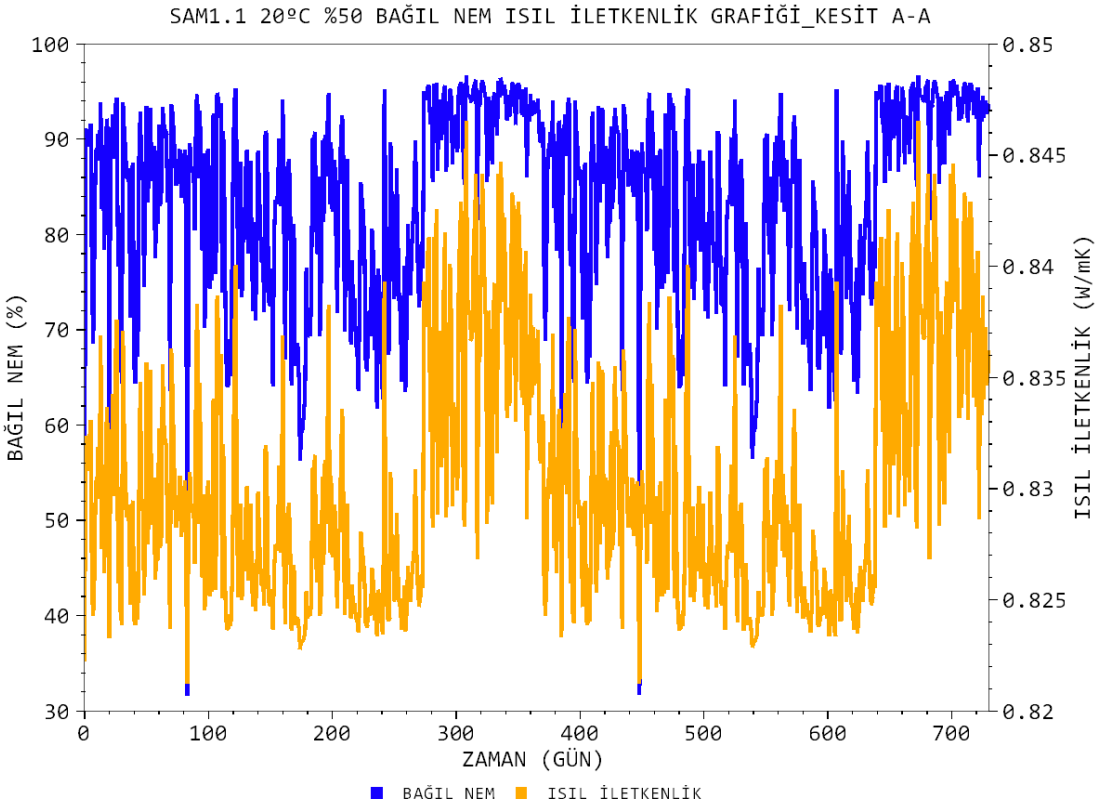
Şekil 5.142 : SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.143'te SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -6 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %56-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-22°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.144'te SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

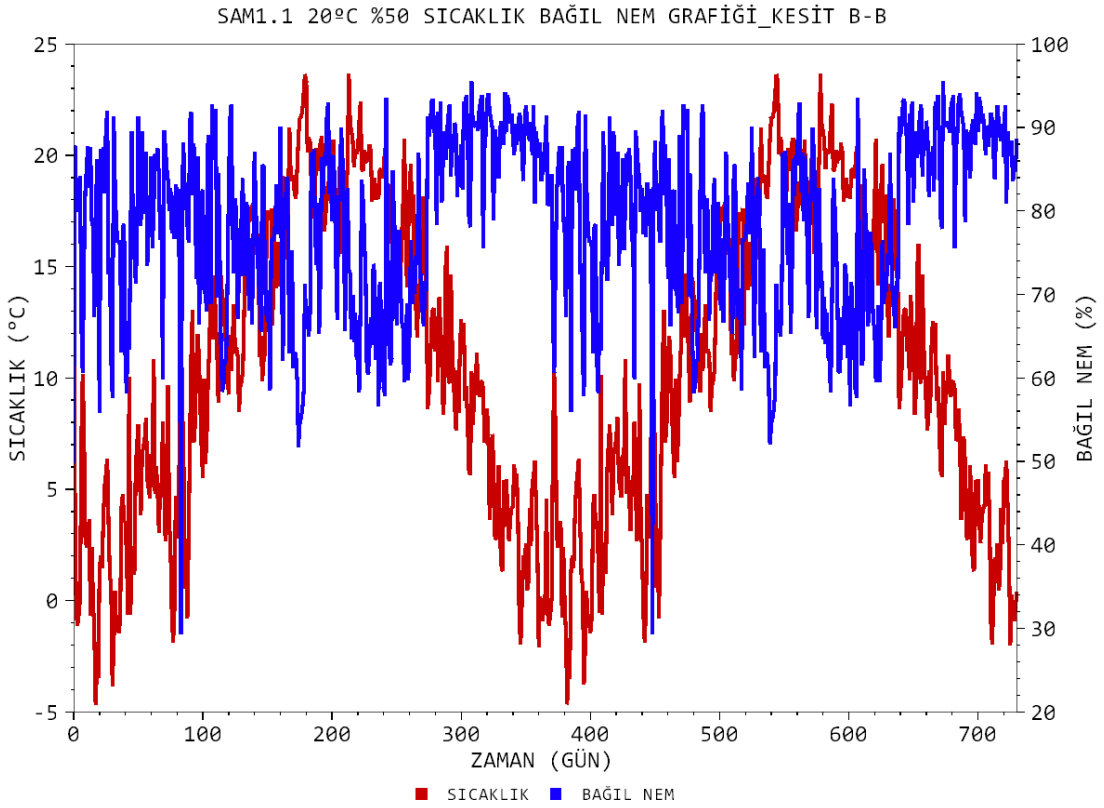


Şekil 5.143 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



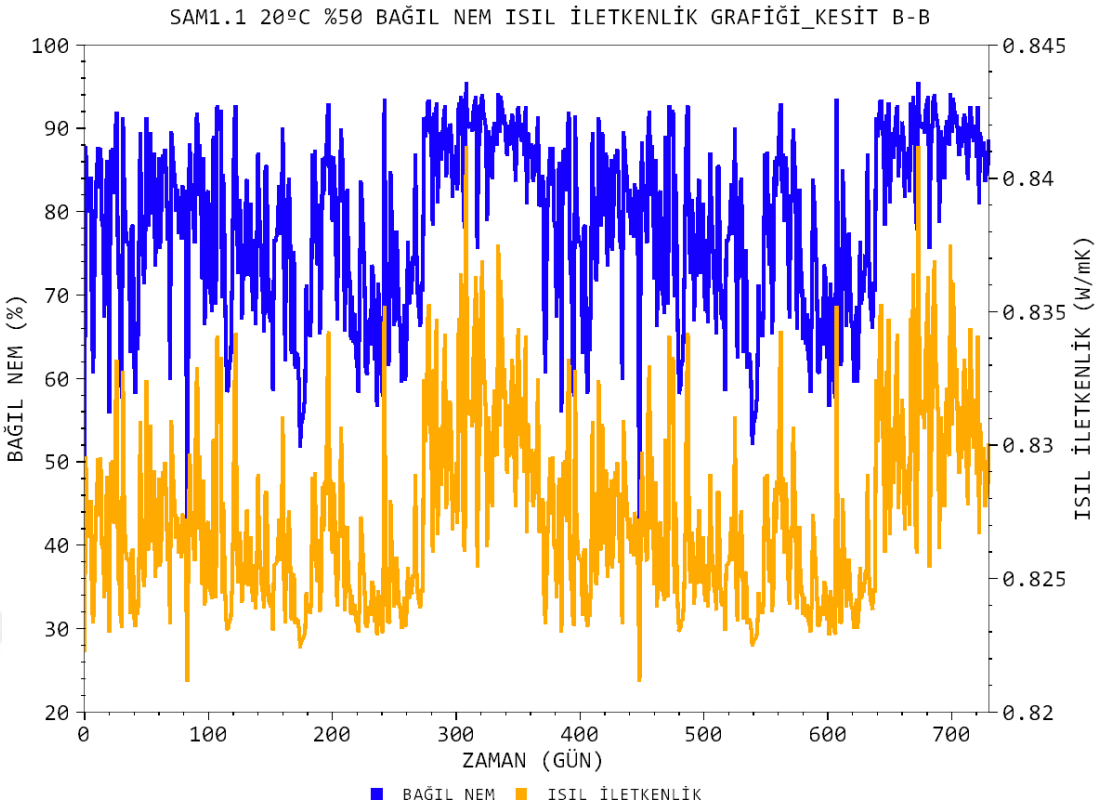
Şekil 5.144 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.145'te SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.145 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

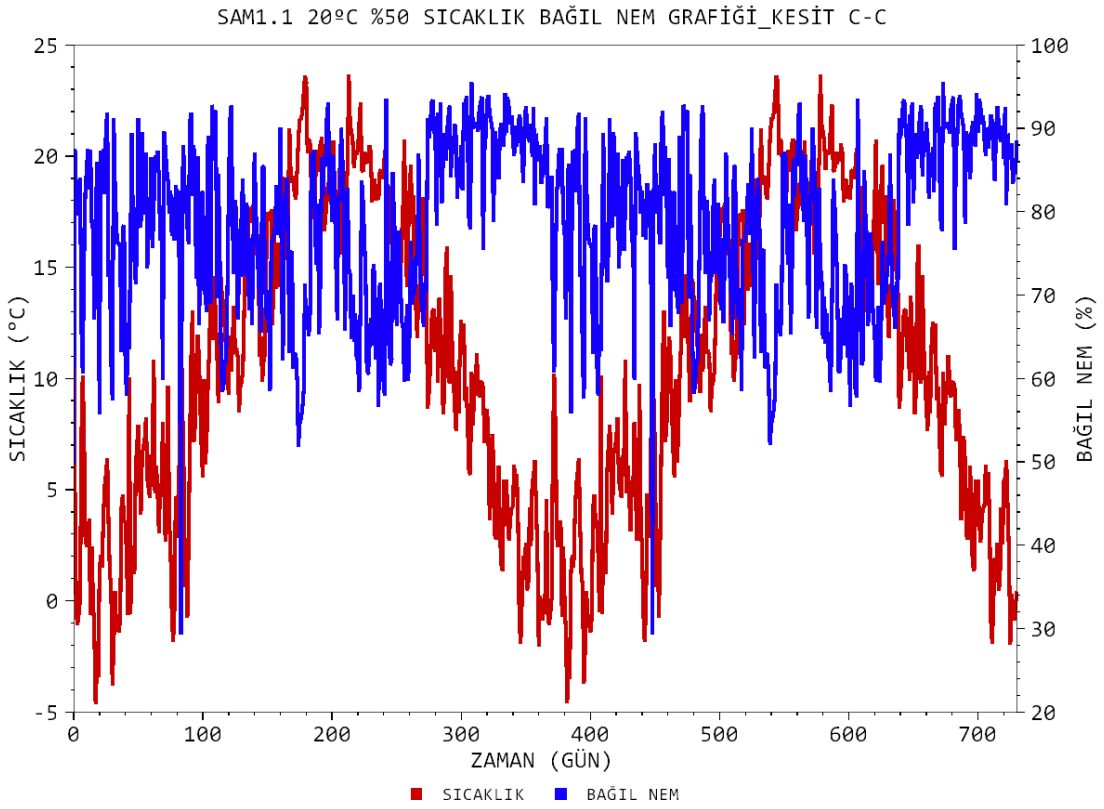
Şekil 5.146'da SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



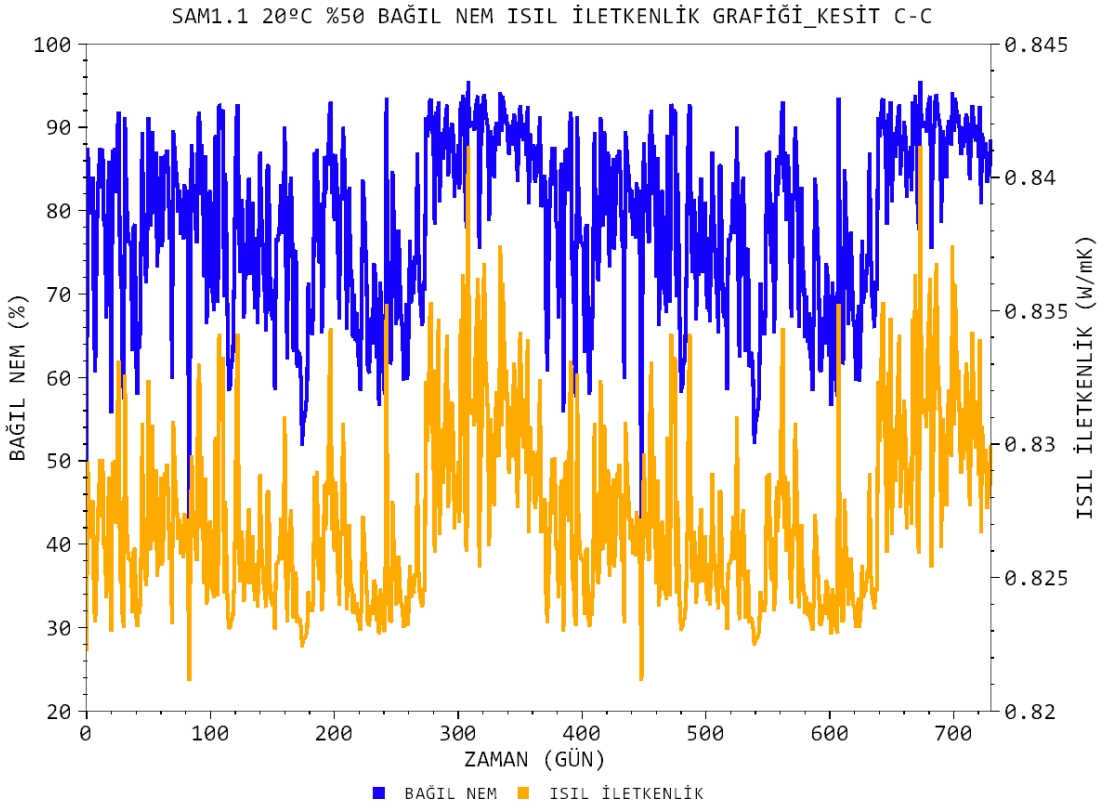
Şekil 5.146 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.147'de SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.148'de SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

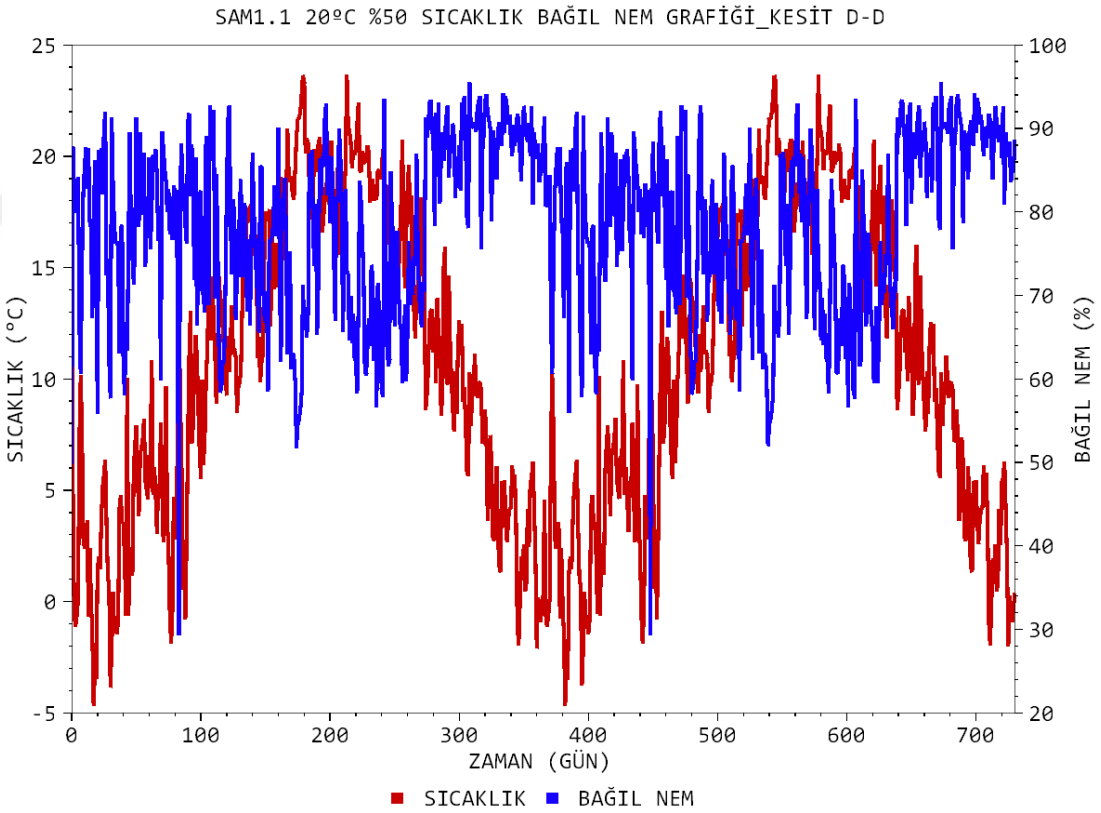


Şekil 5.147 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



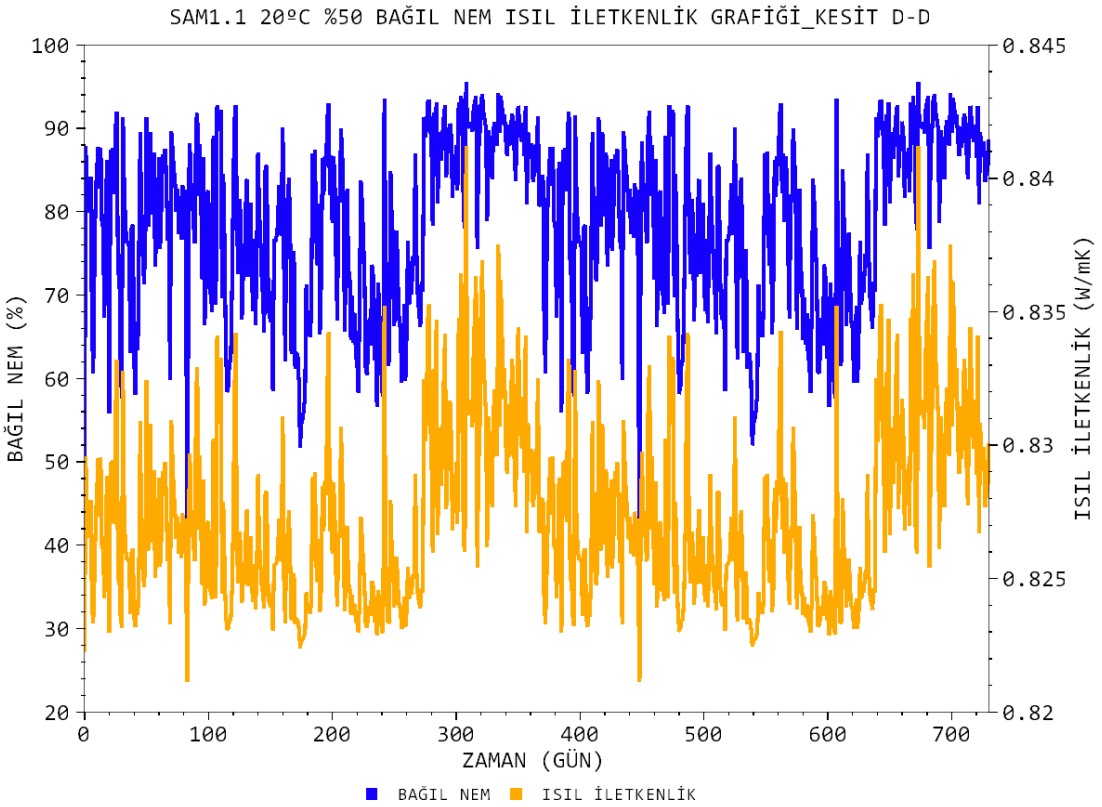
Şekil 5.148 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.149'da SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.149 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.

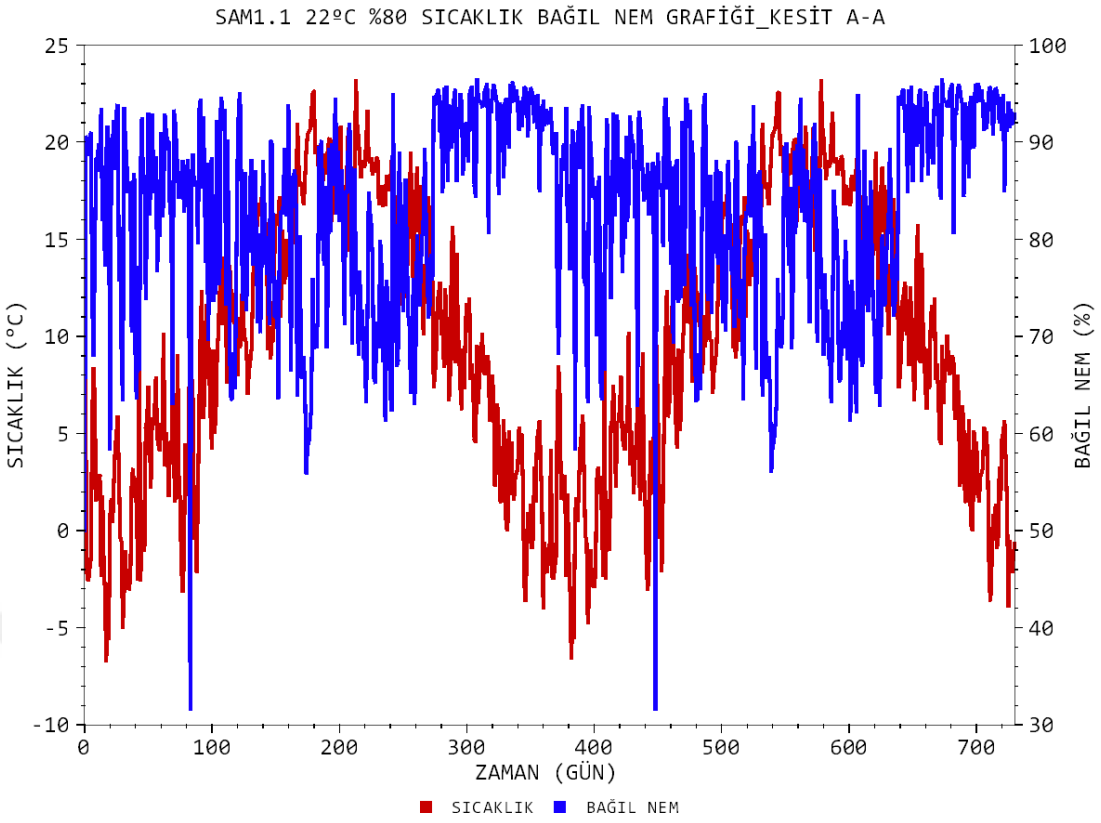
Şekil 5.150'de SAM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



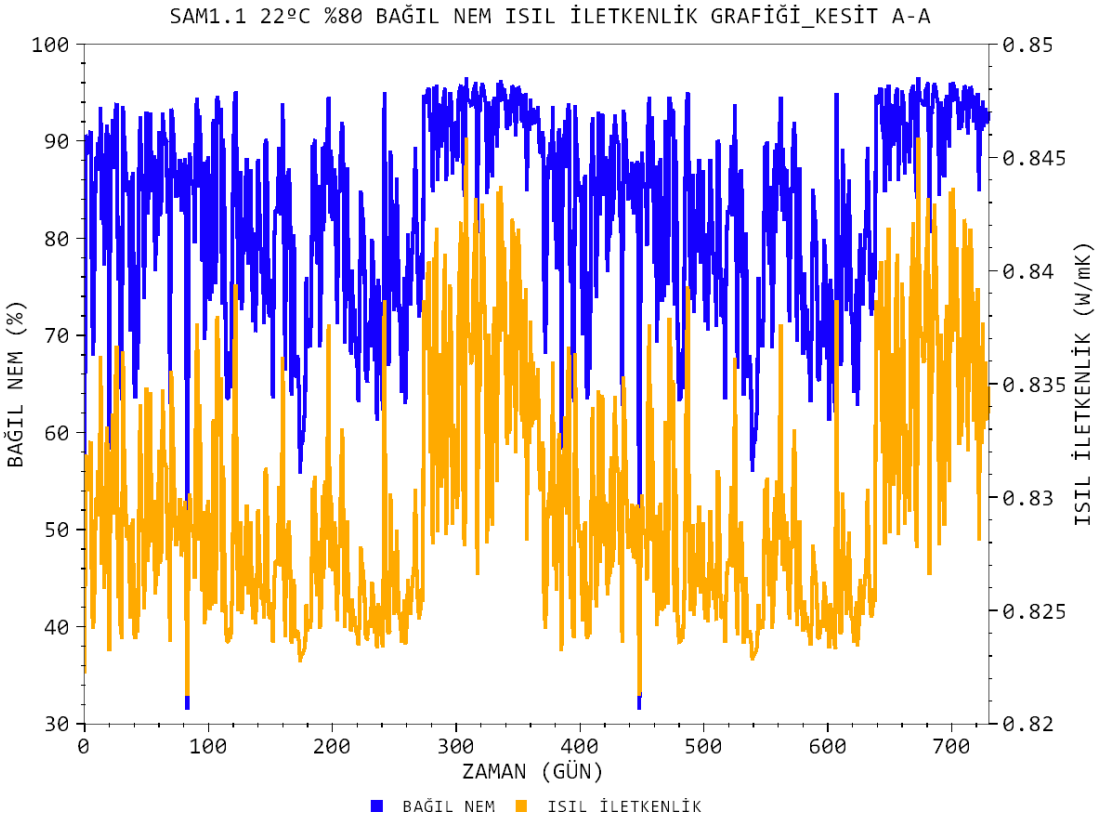
Şekil 5.150 : SAM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.151'de SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %58-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -6 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.152'de SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

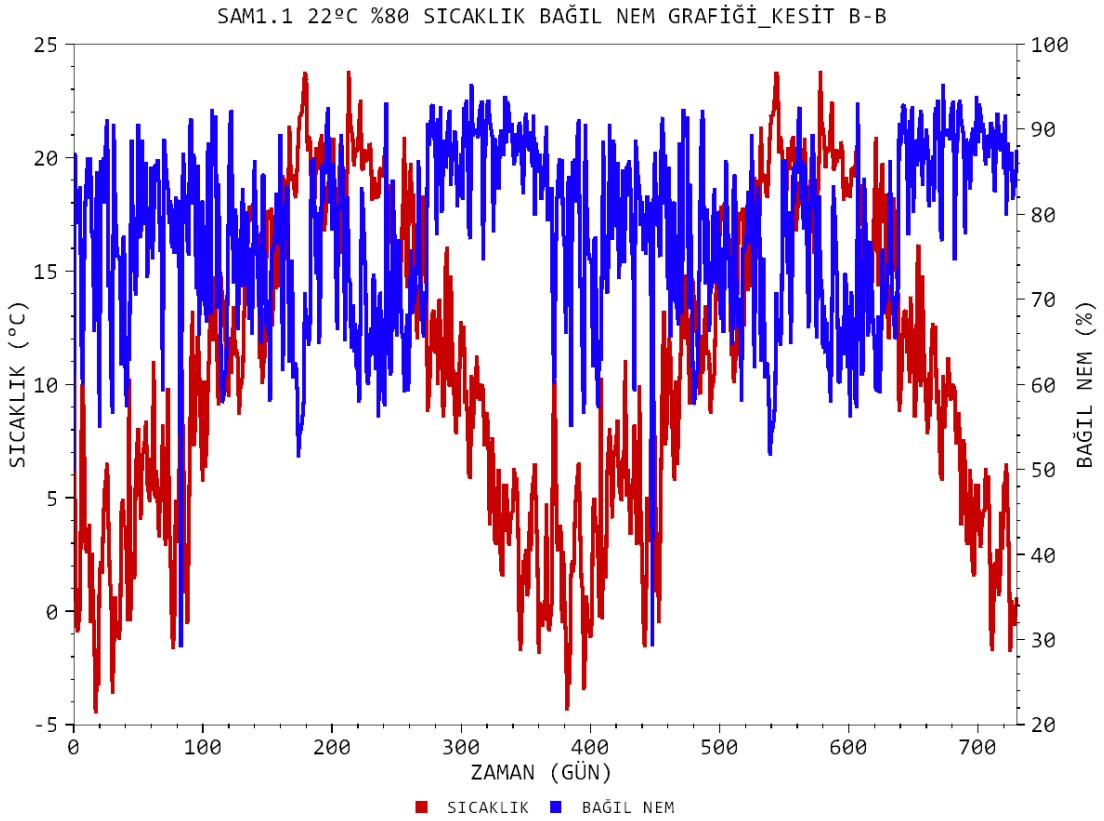


Şekil 5.151 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



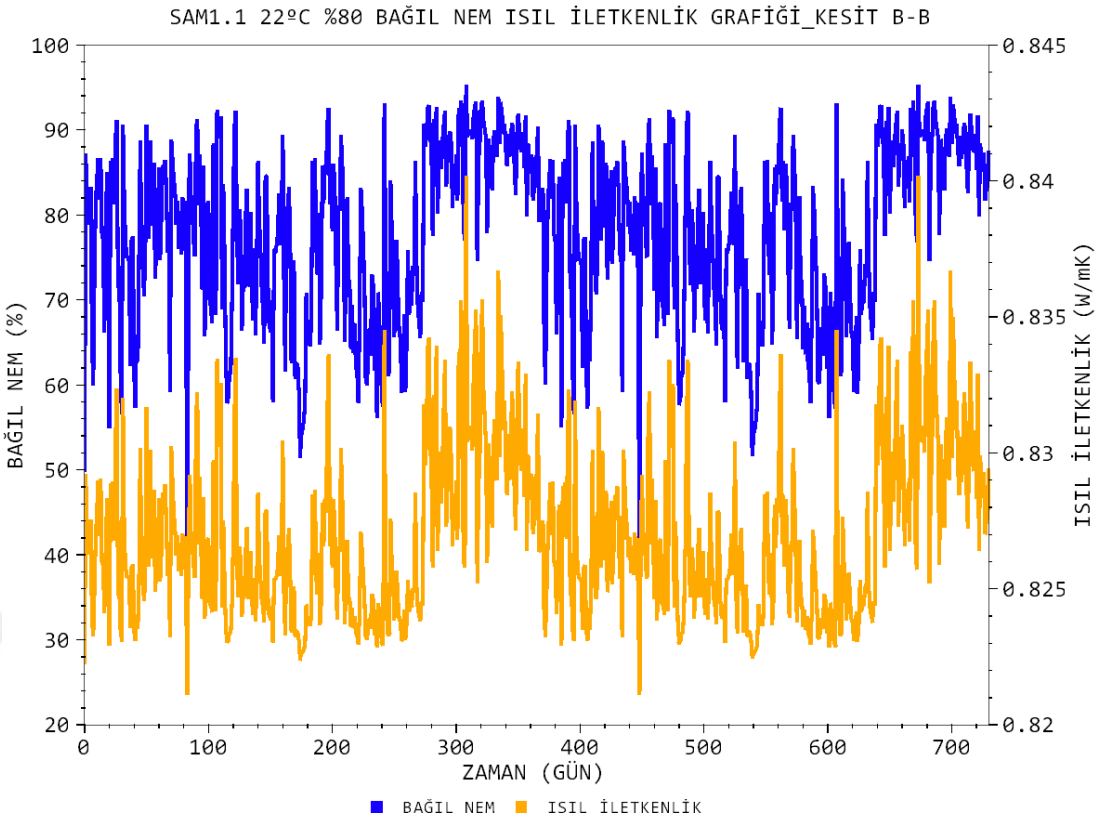
Şekil 5.152 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.153'te SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.153 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

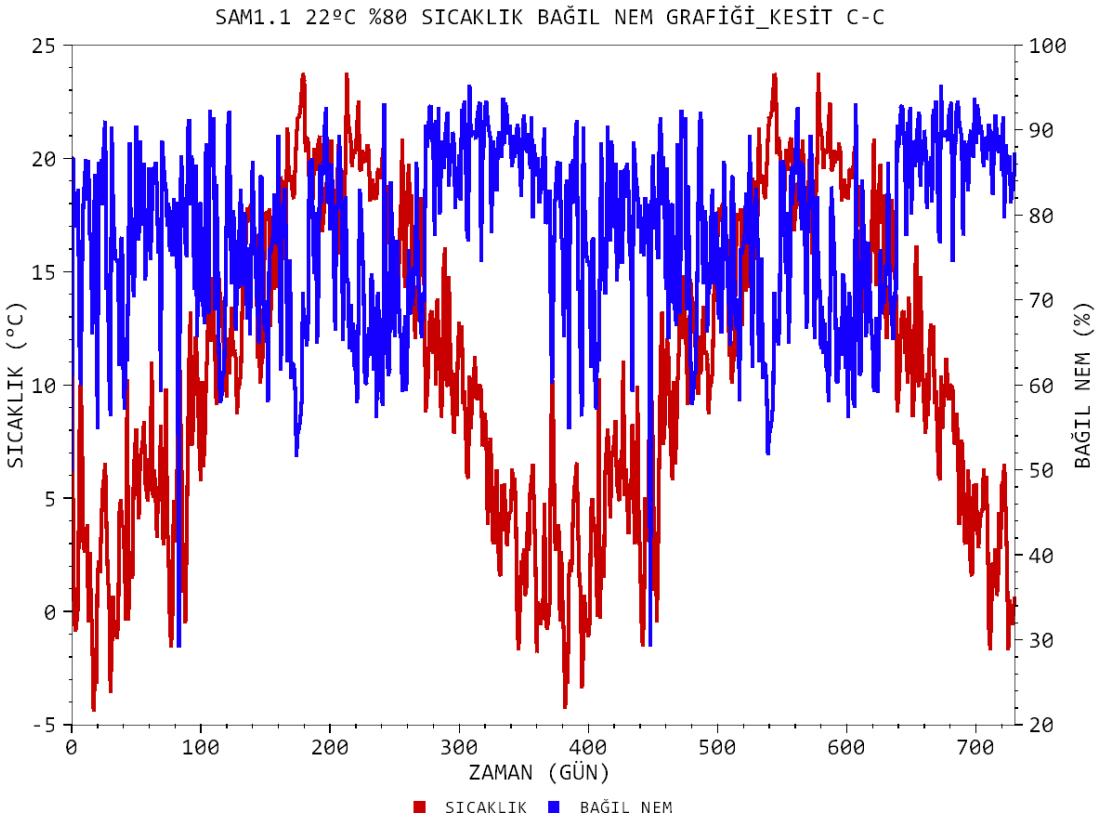
Şekil 5.154'te SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.84 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



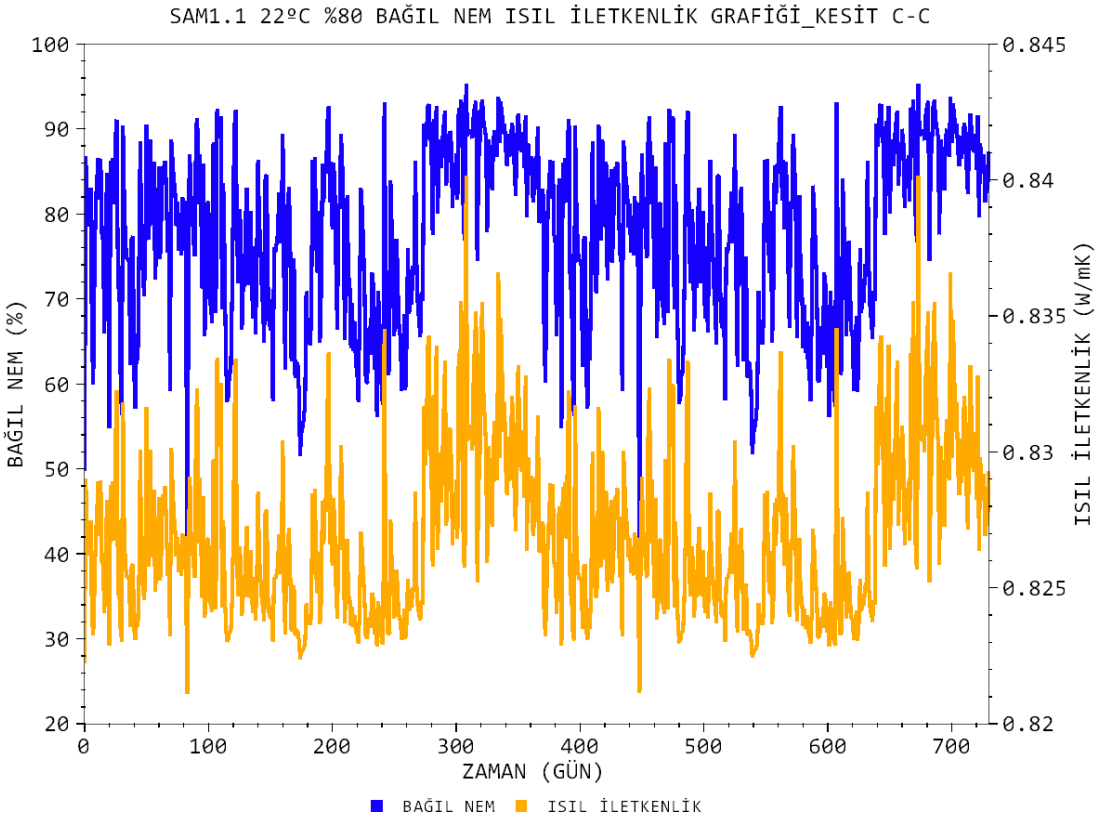
Şekil 5.154 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.155'te SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.156'da SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.84 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

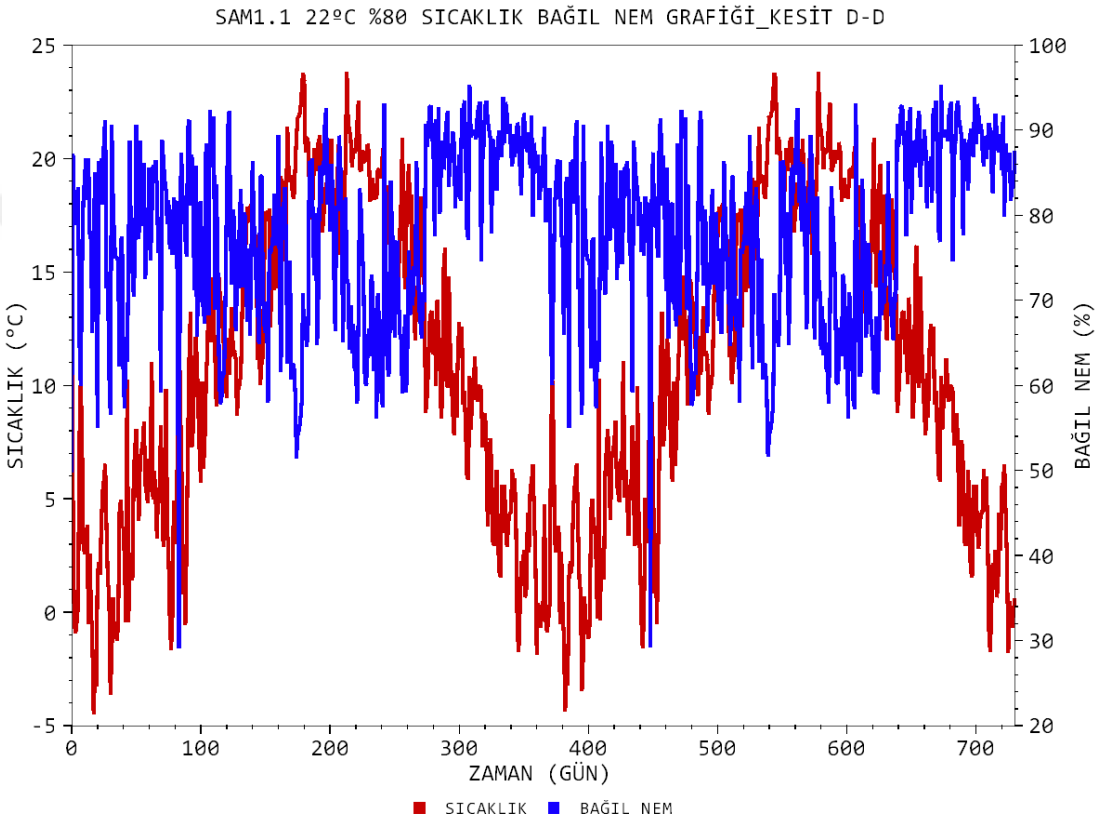


Şekil 5.155 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



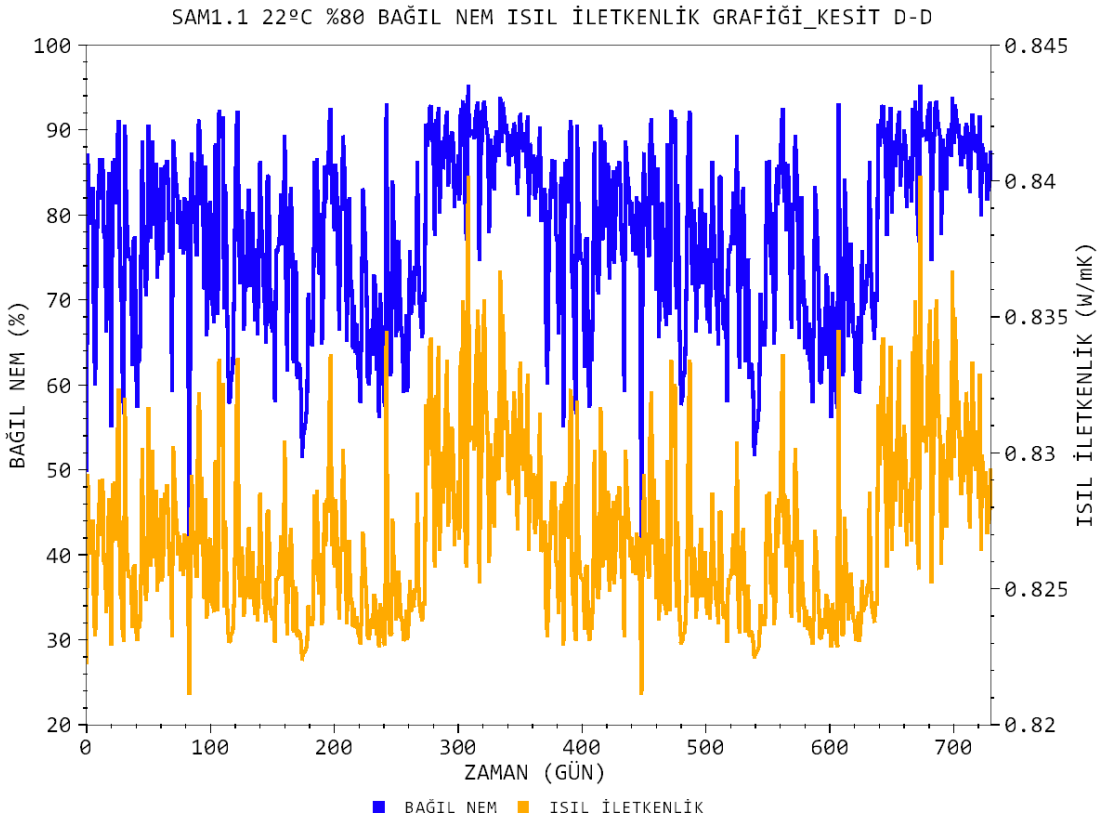
Şekil 5.156 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.157'de SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.157 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.

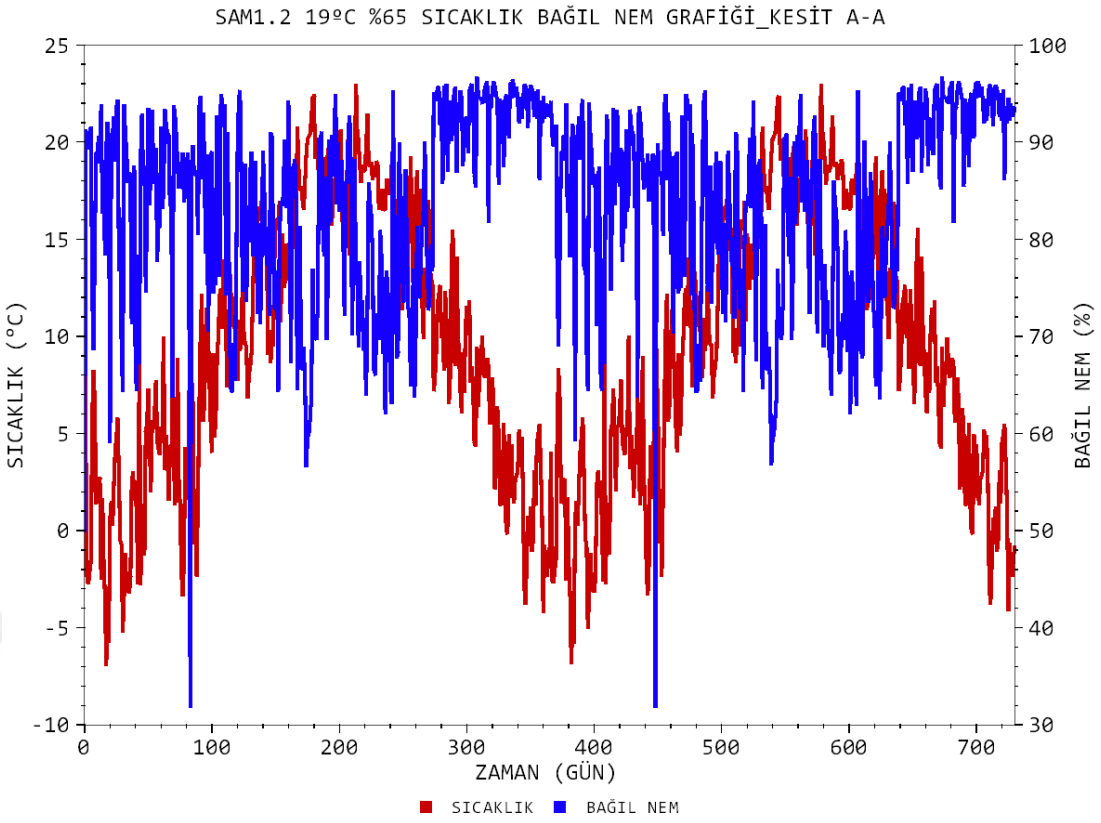
Şekil 5.158'de SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.84 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



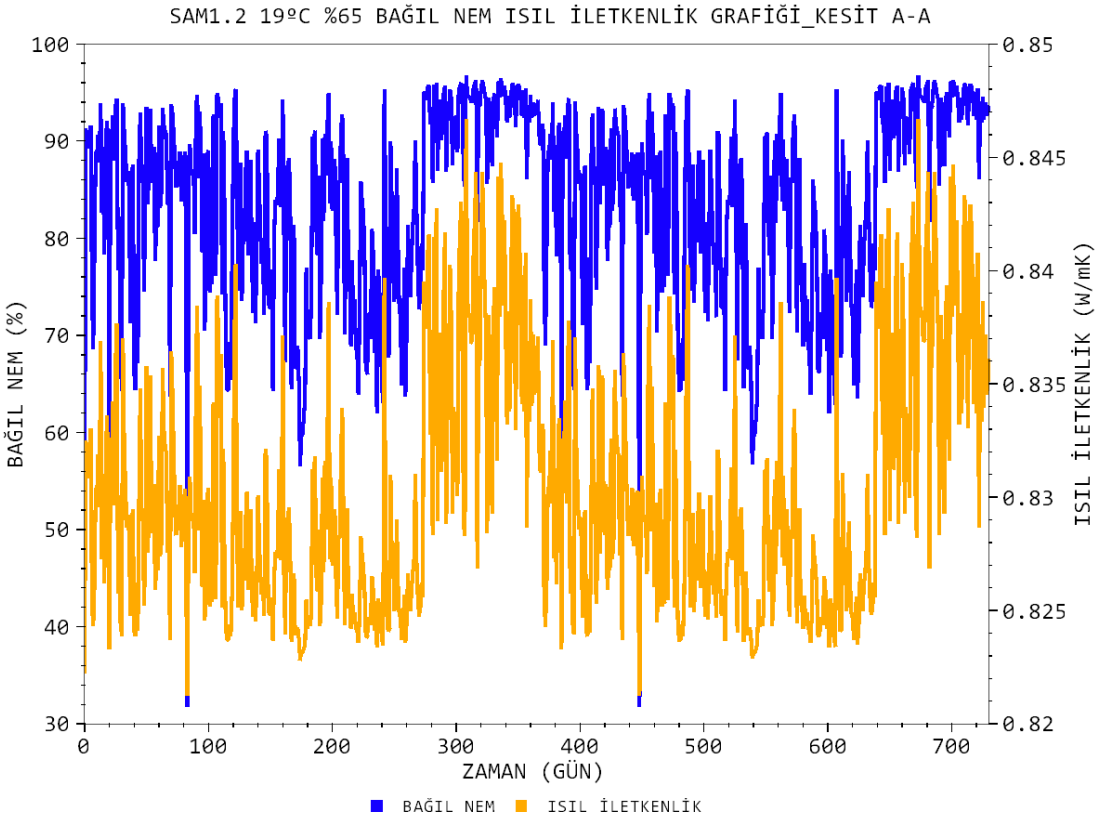
Şekil 5.158 : SAM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.159'da SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %58-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -6 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.160'ta SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

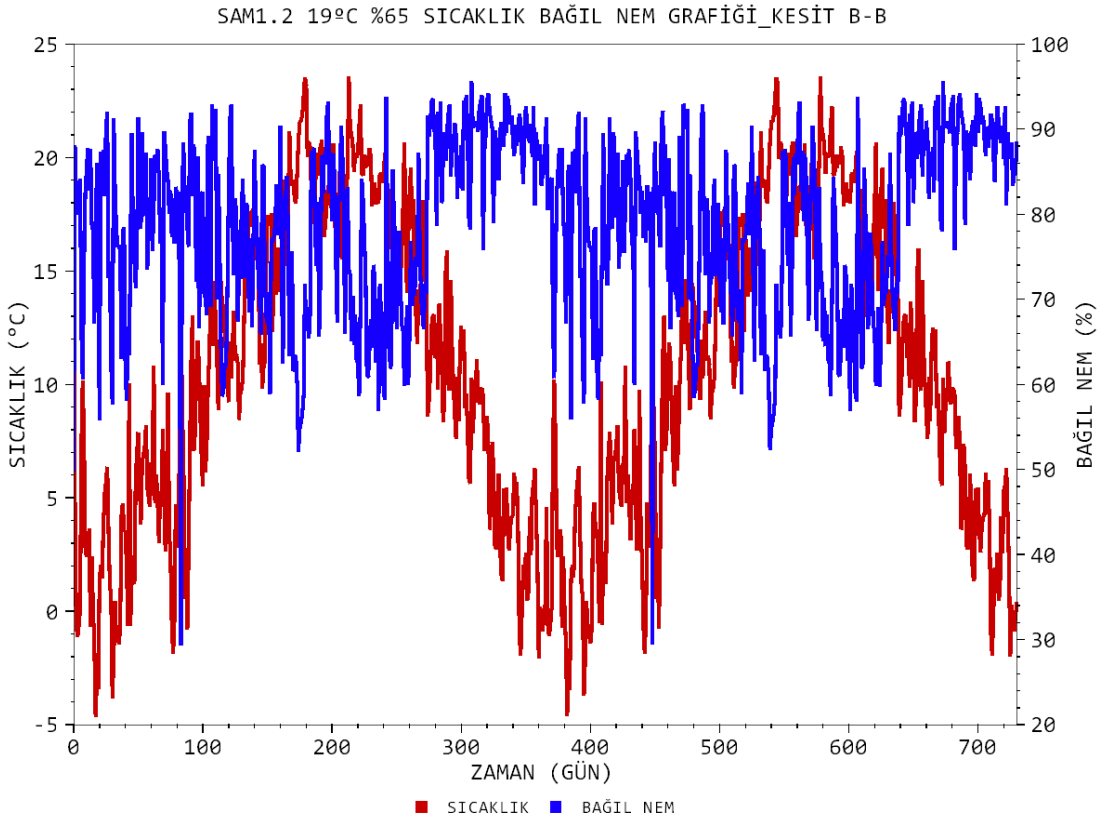


Şekil 5.159 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



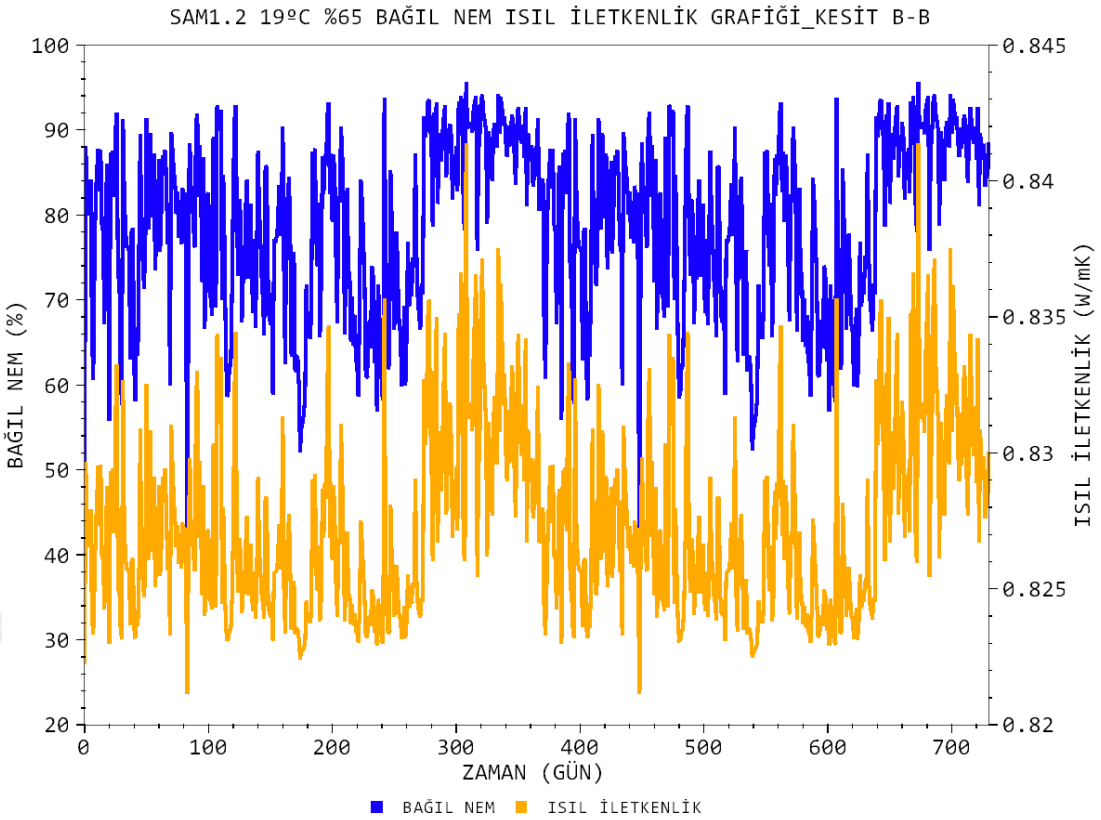
Şekil 5.160 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.161'de SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.161 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

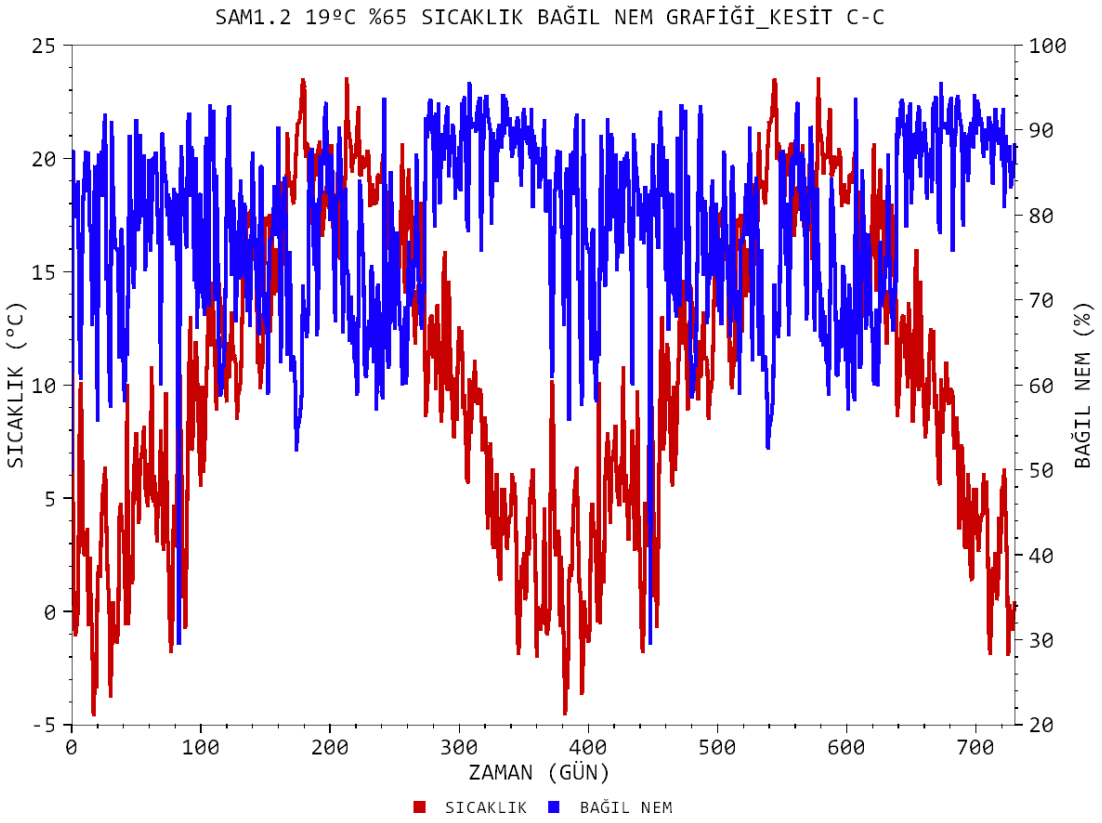
Şekil 5.162'de SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



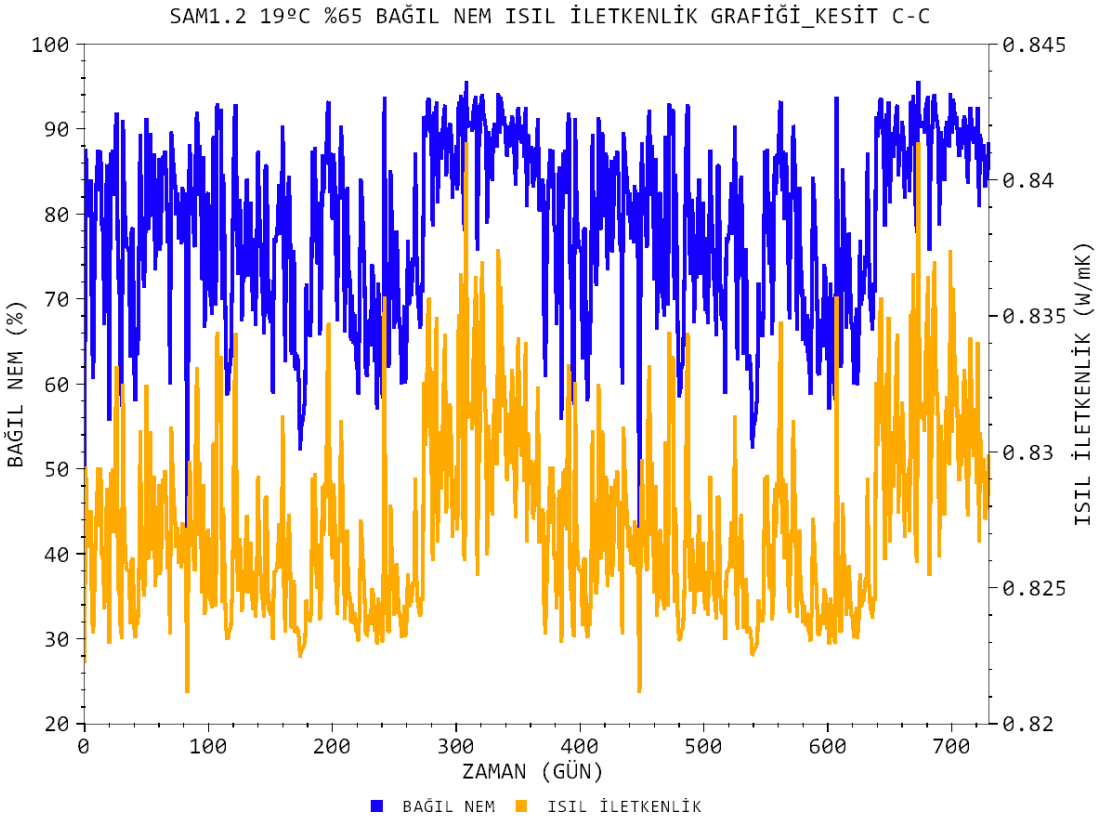
Şekil 5.162 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.163'te SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.164'te SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

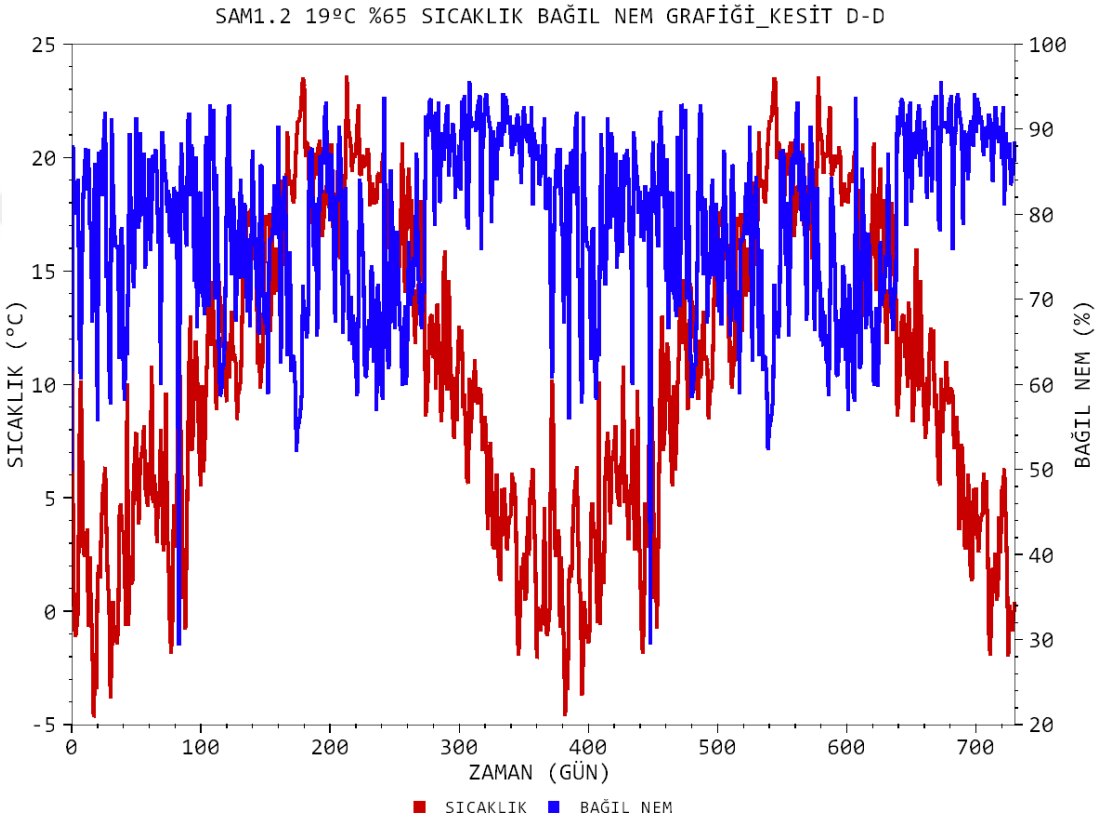


Şekil 5.163 : SAM1.2. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



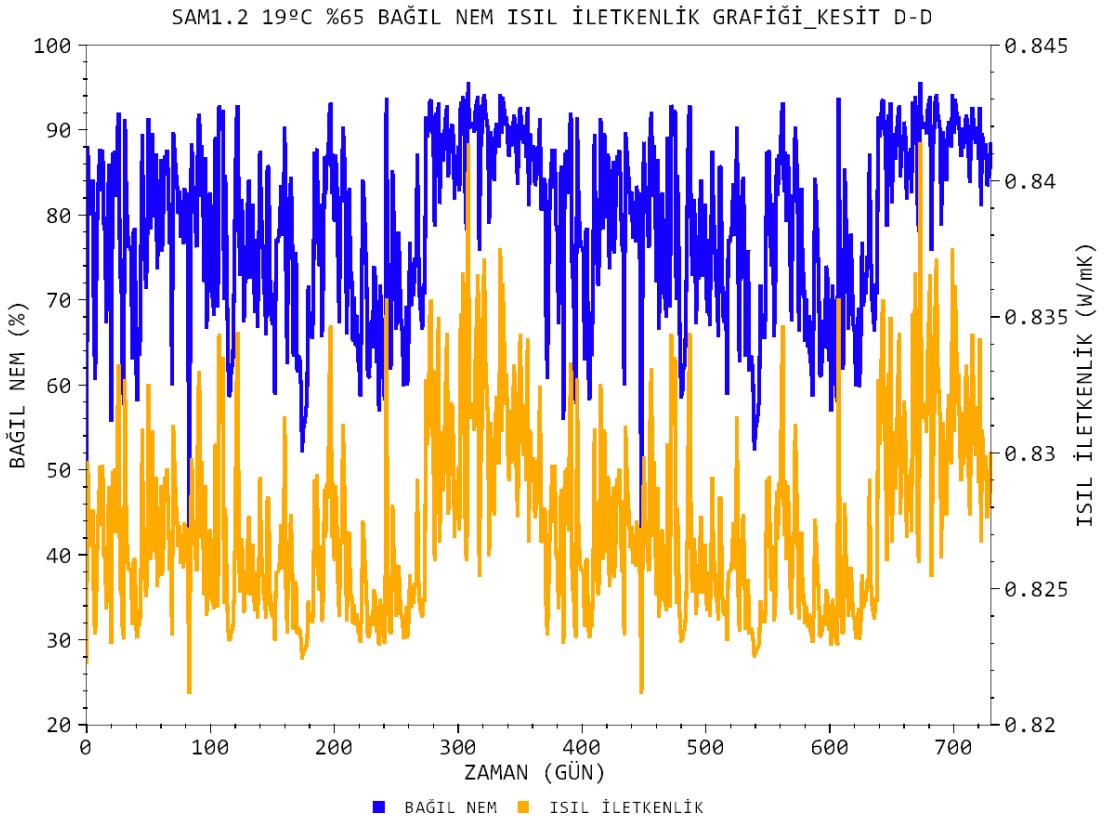
Şekil 5.164 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.165'te SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.165 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.

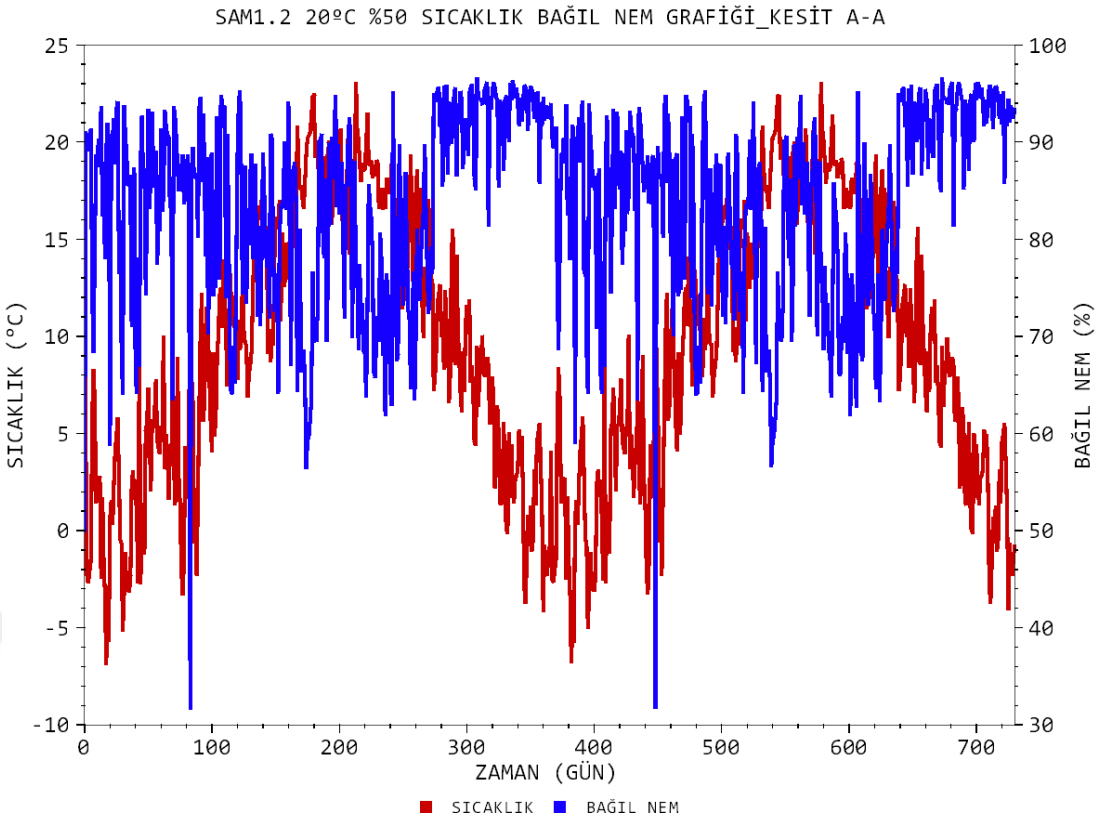
Şekil 5.166'da SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



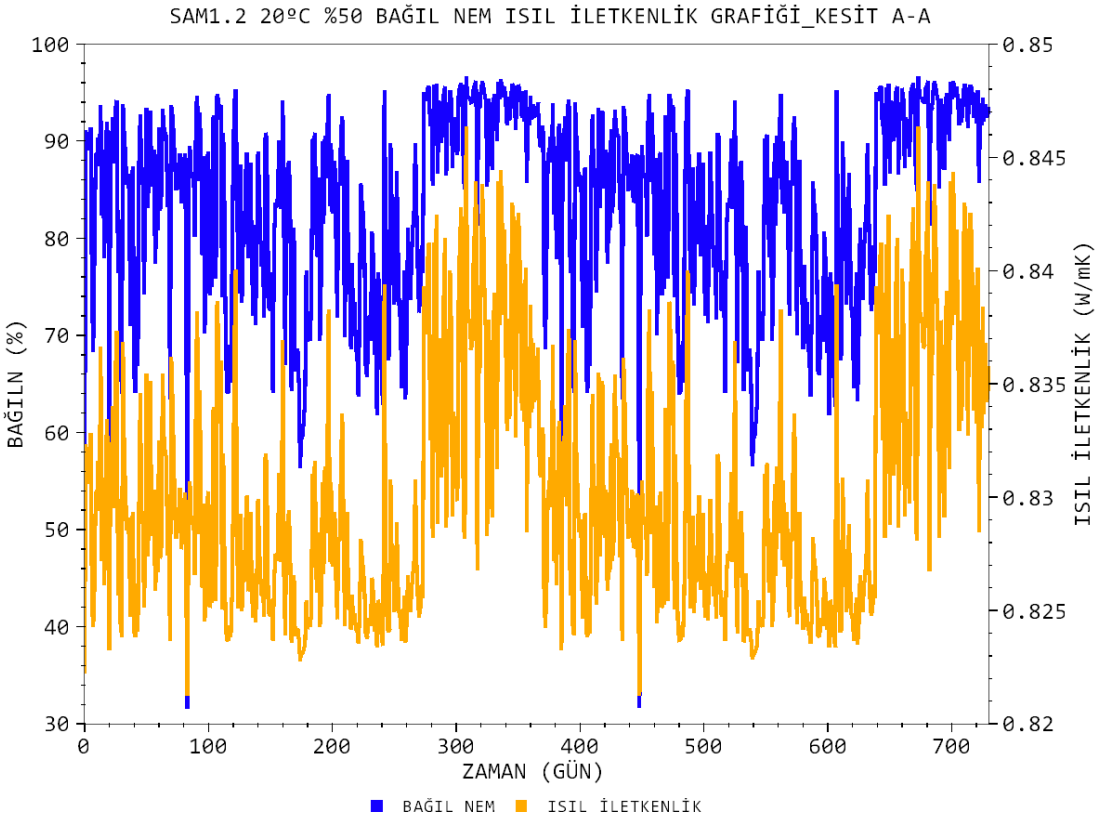
Şekil 5.166 : SAM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.167'de SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %58-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -6 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %56-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-22°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.168'de SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

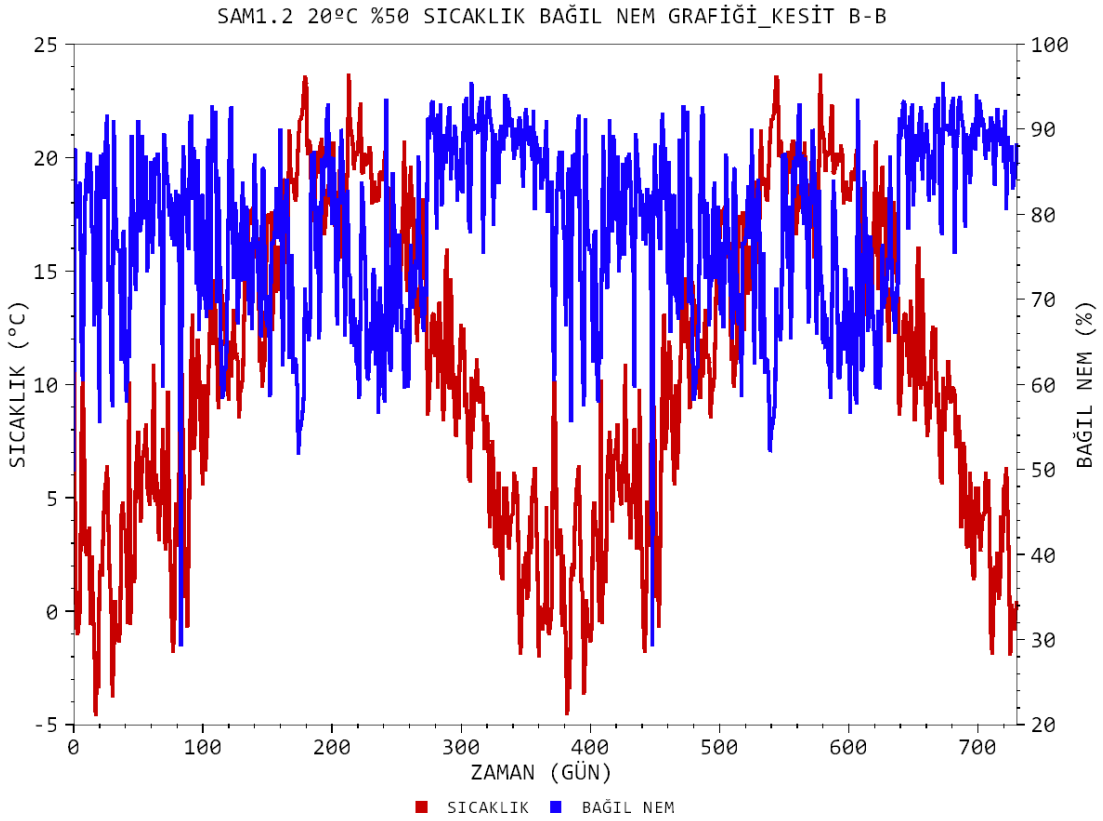


Şekil 5.167 : SAM1.2. 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



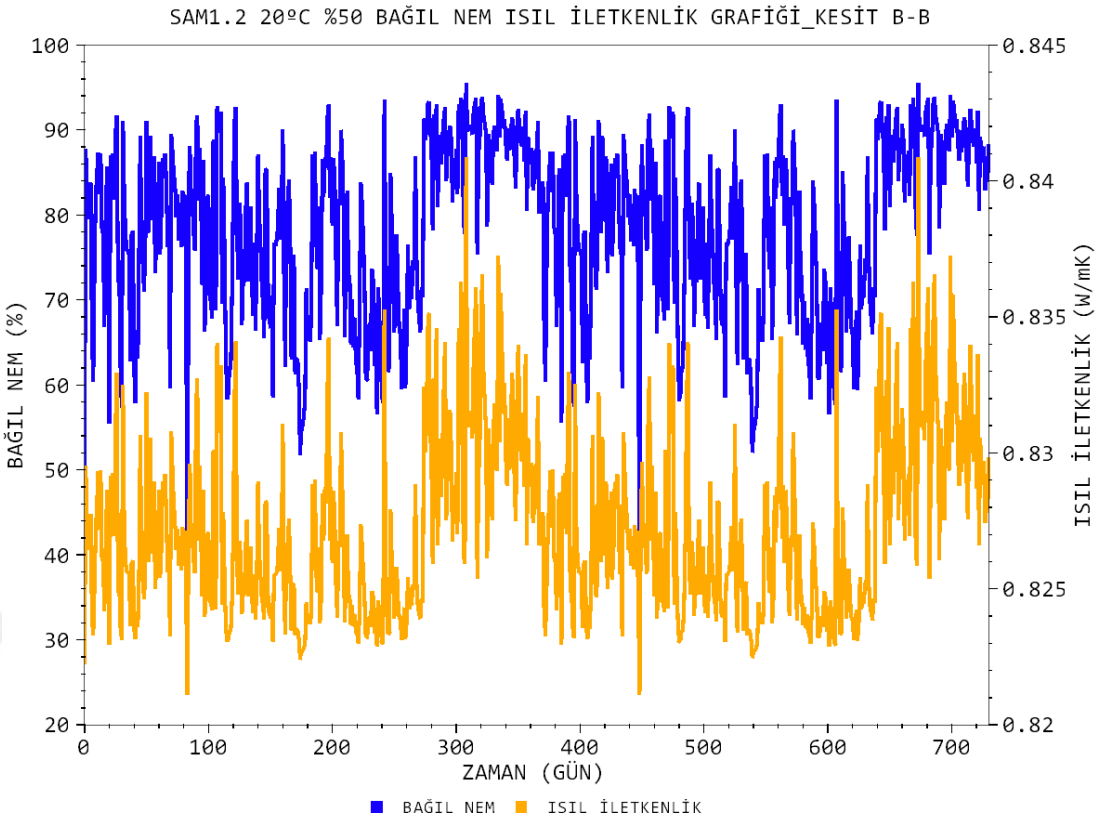
Şekil 5.168 : SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.169'da SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.169 : SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

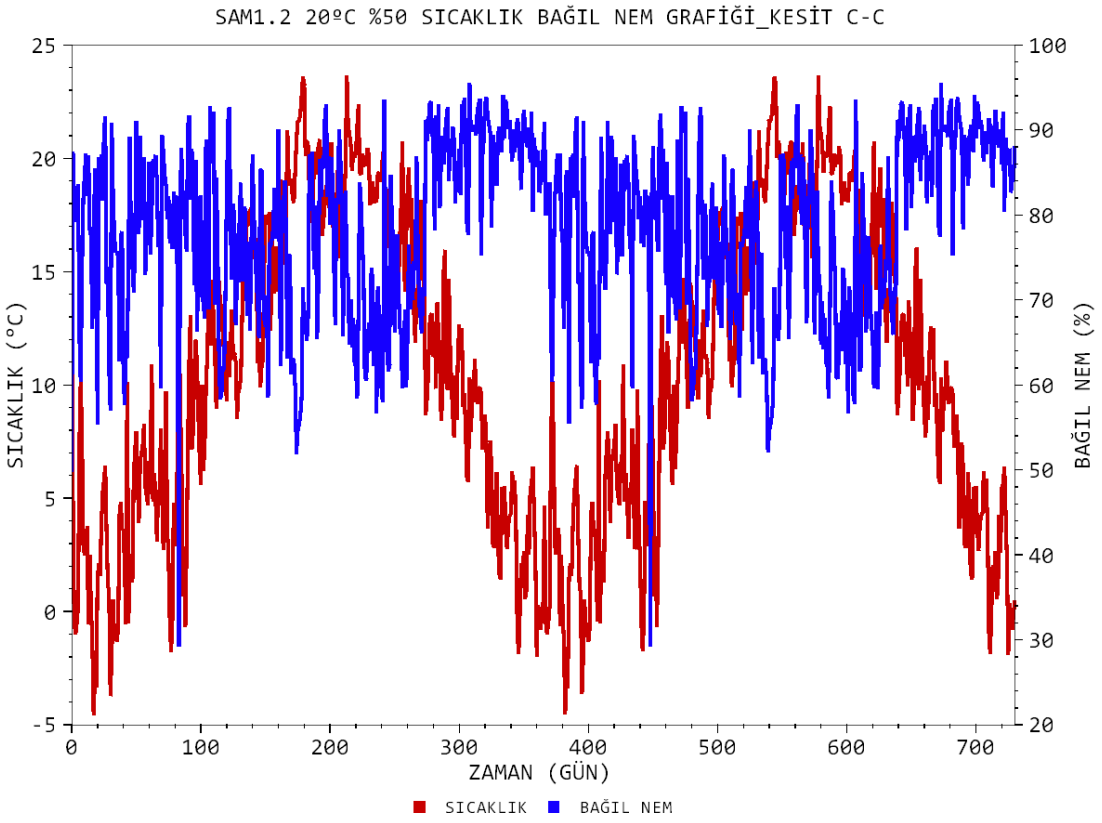
Şekil 5.170'te SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.841 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



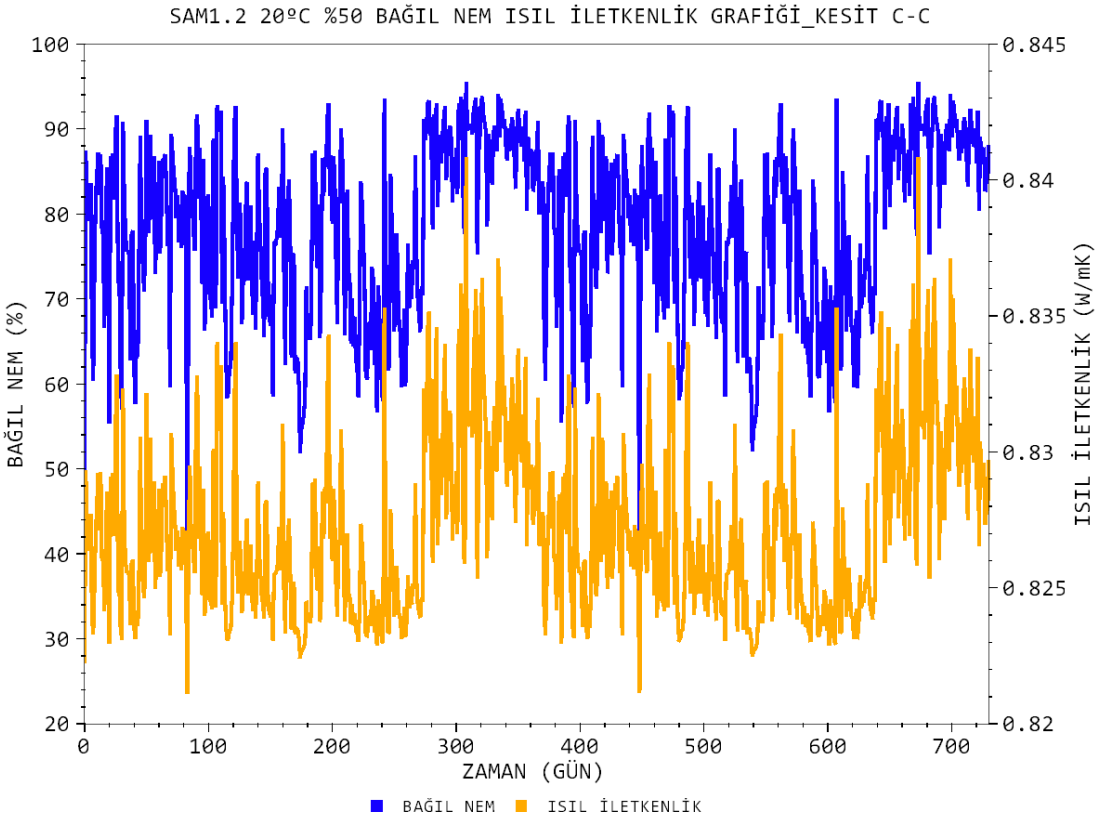
Şekil 5.170 : SAM1.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.171'de SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.172'de SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.841 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

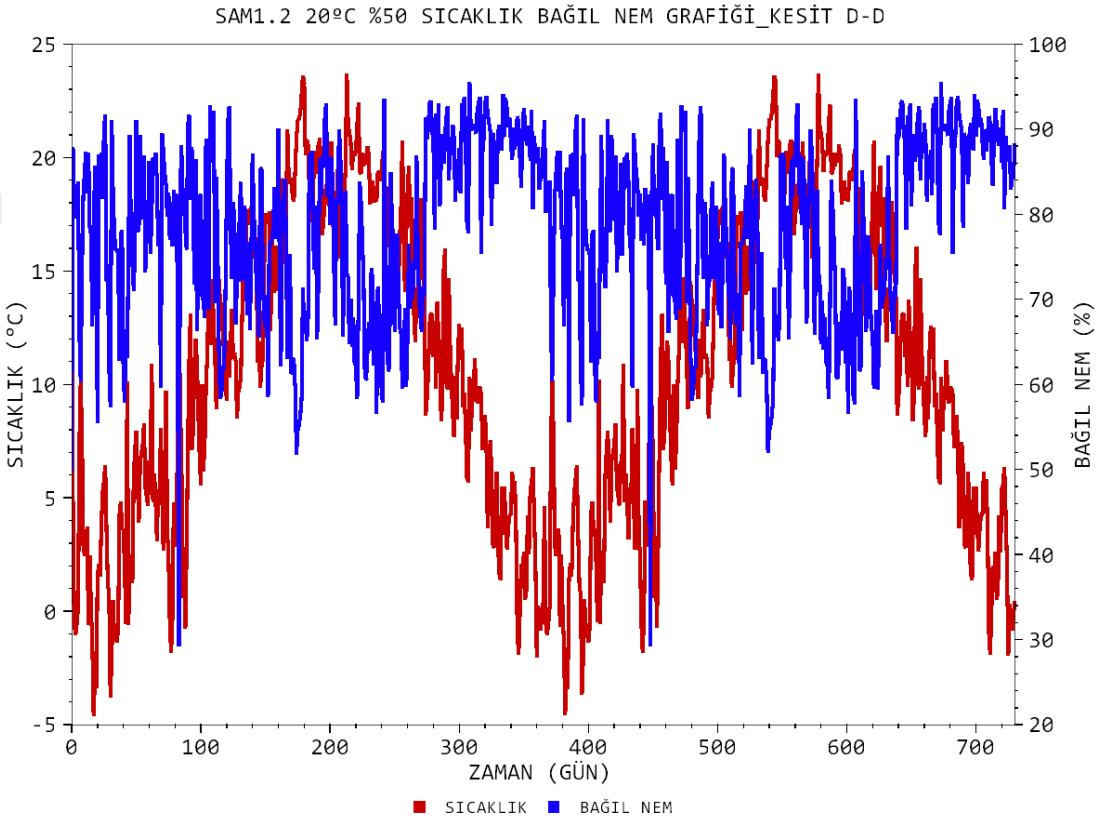


Şekil 5.171 : SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



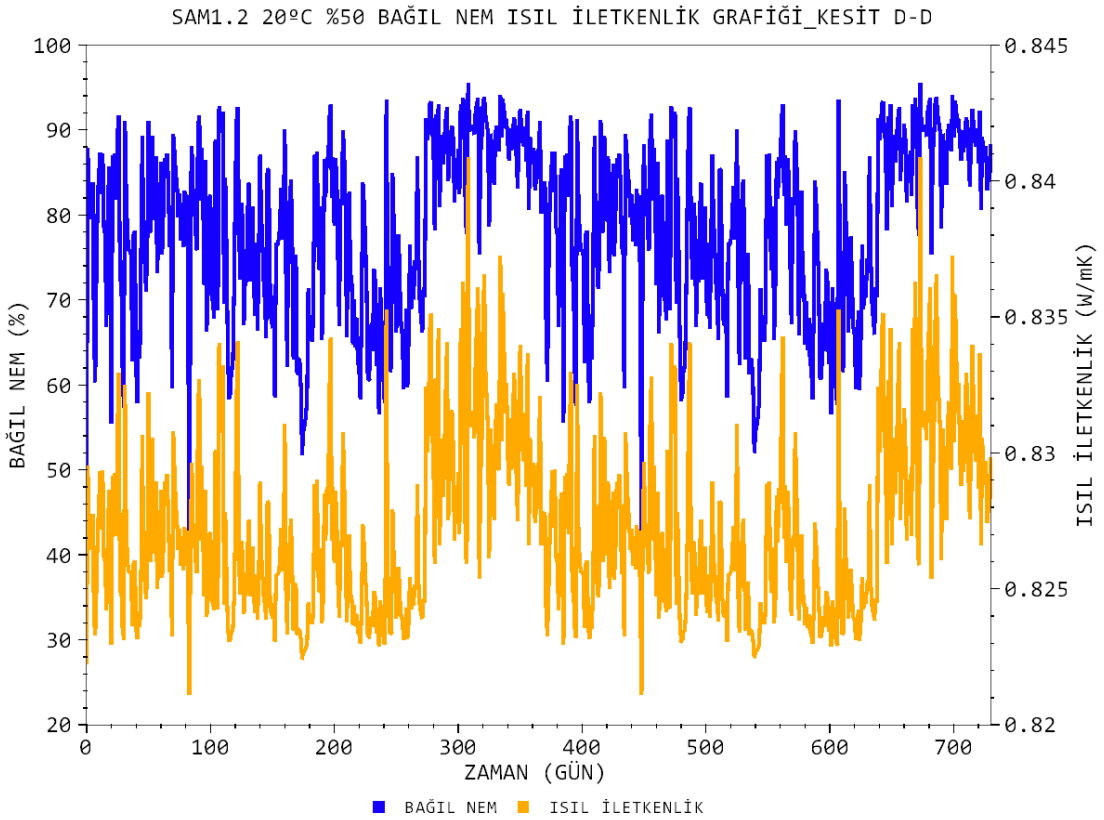
Şekil 5.172 : SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.173'te SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.173 : SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.

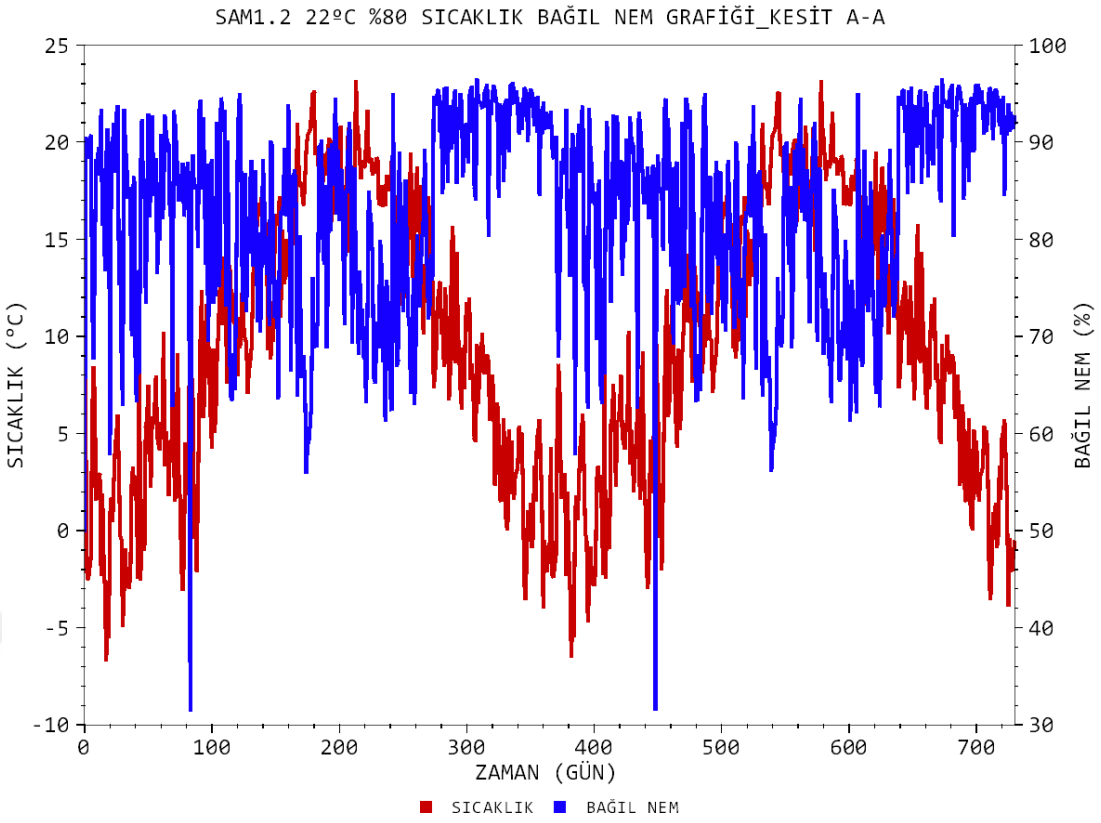
Şekil 5.174'te SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.841 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



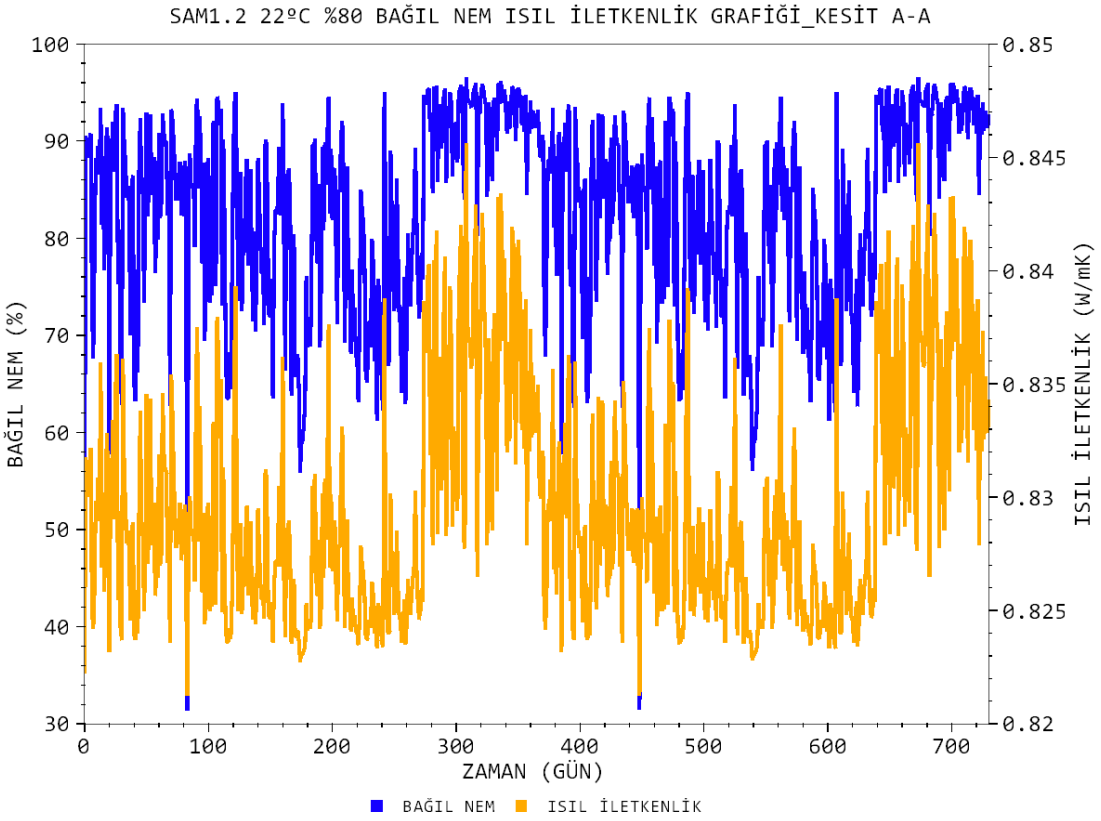
Şekil 5.174 : SAM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.175'te SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %57-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -6 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %56-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.176'da SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.846 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

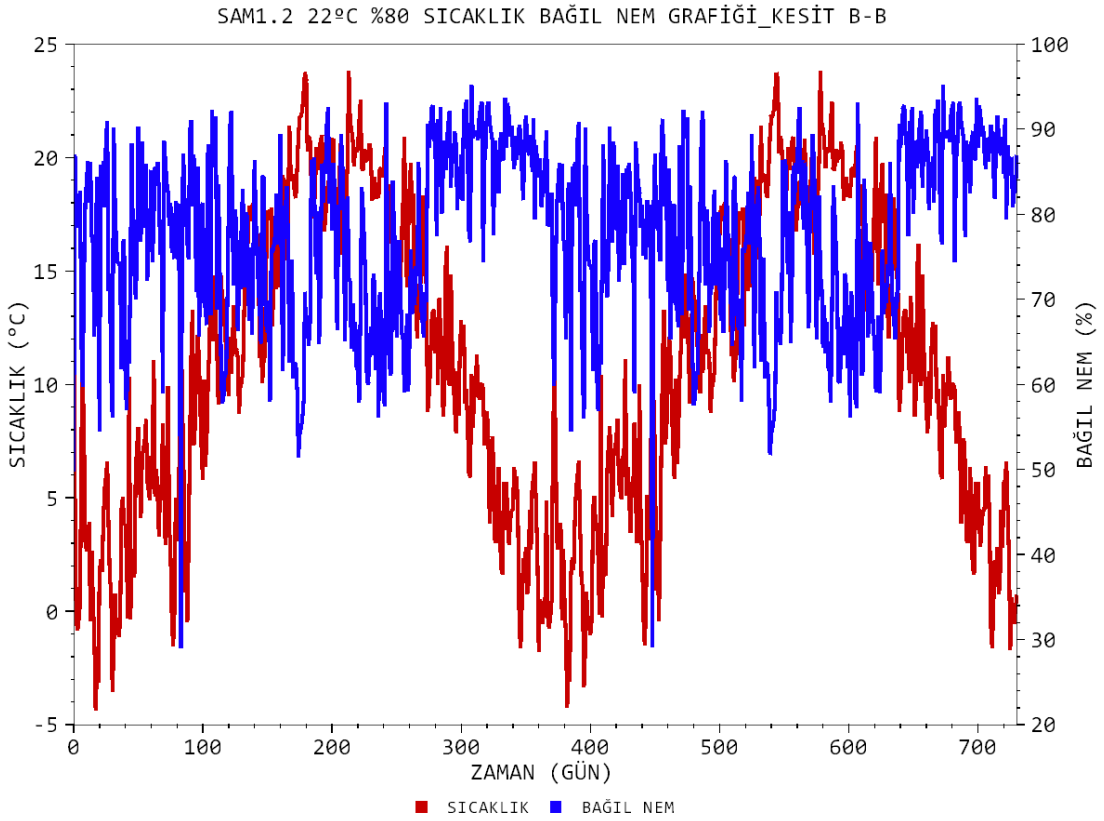


Şekil 5.175 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



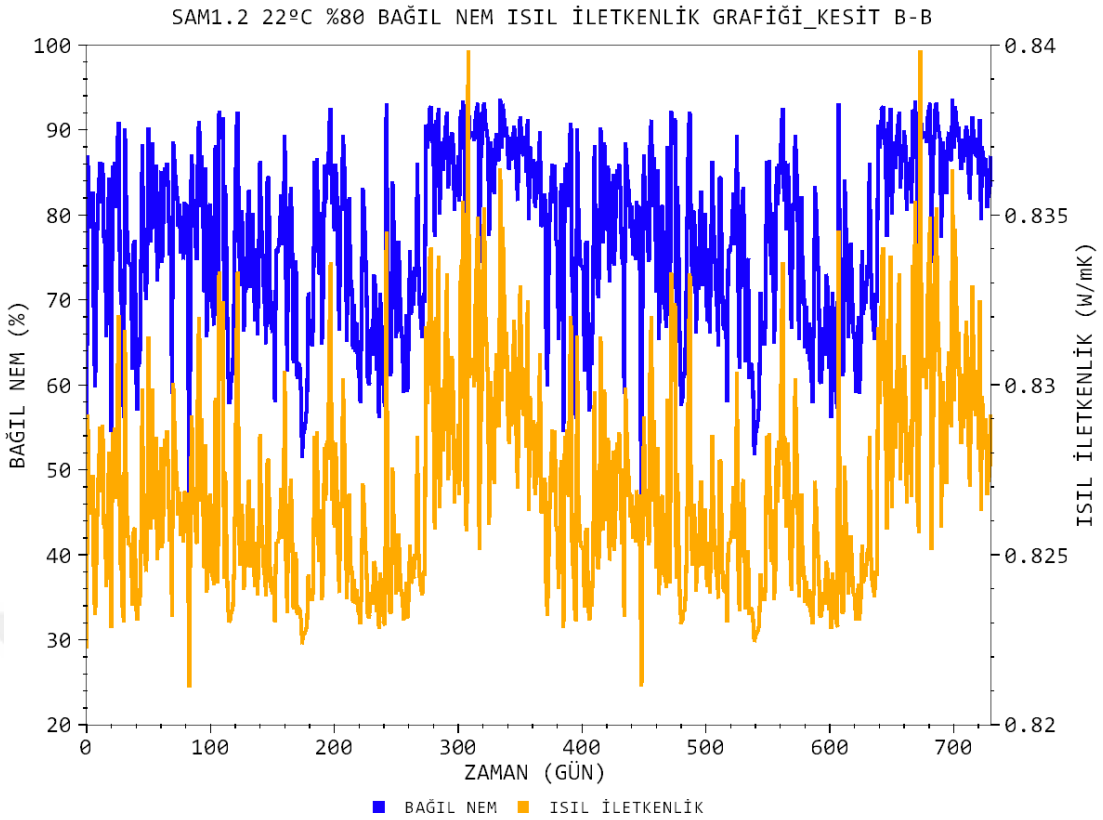
Şekil 5.176 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.177'de SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.177 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

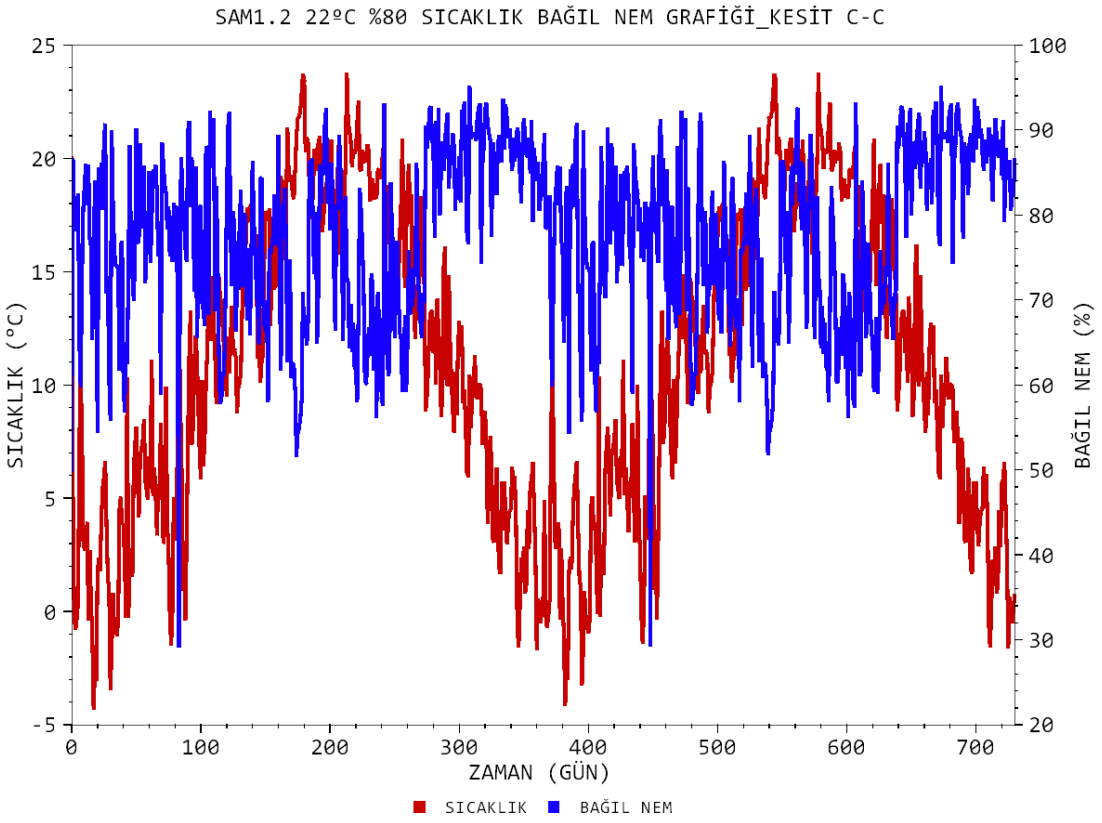
Şekil 5.178'de SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.84 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



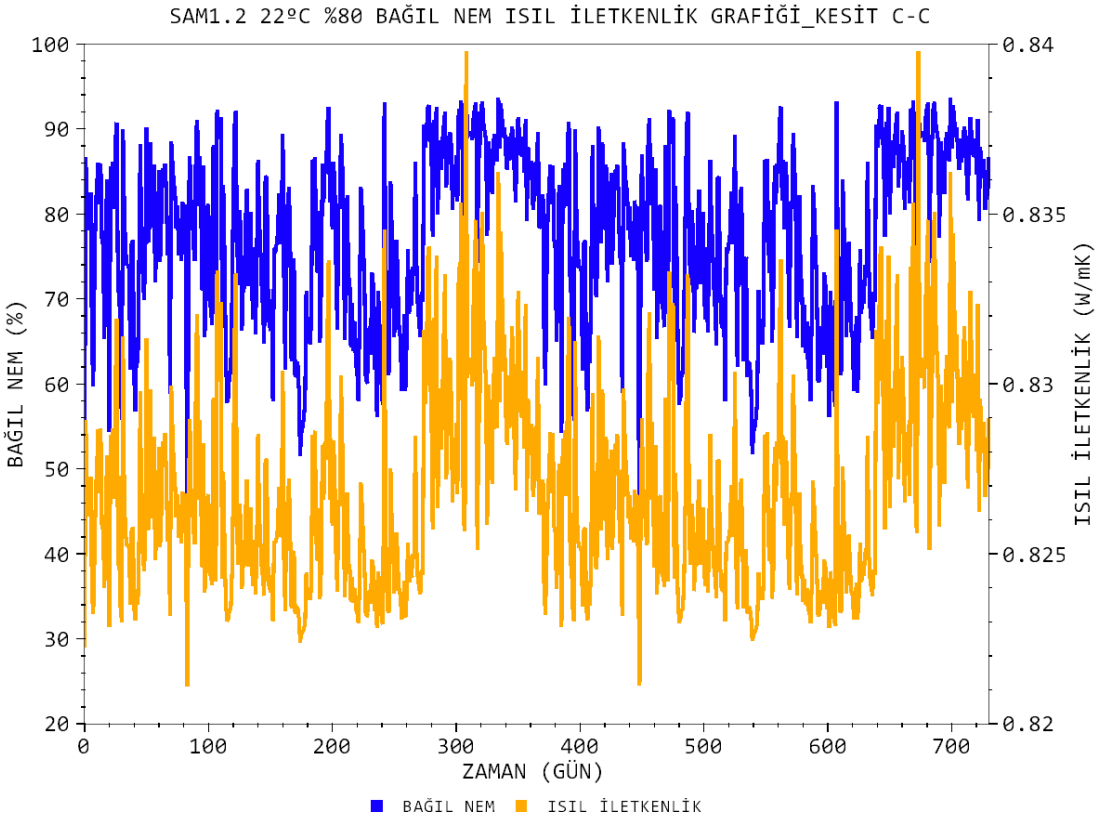
Şekil 5.178 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.179'da SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.180'de SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.84 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

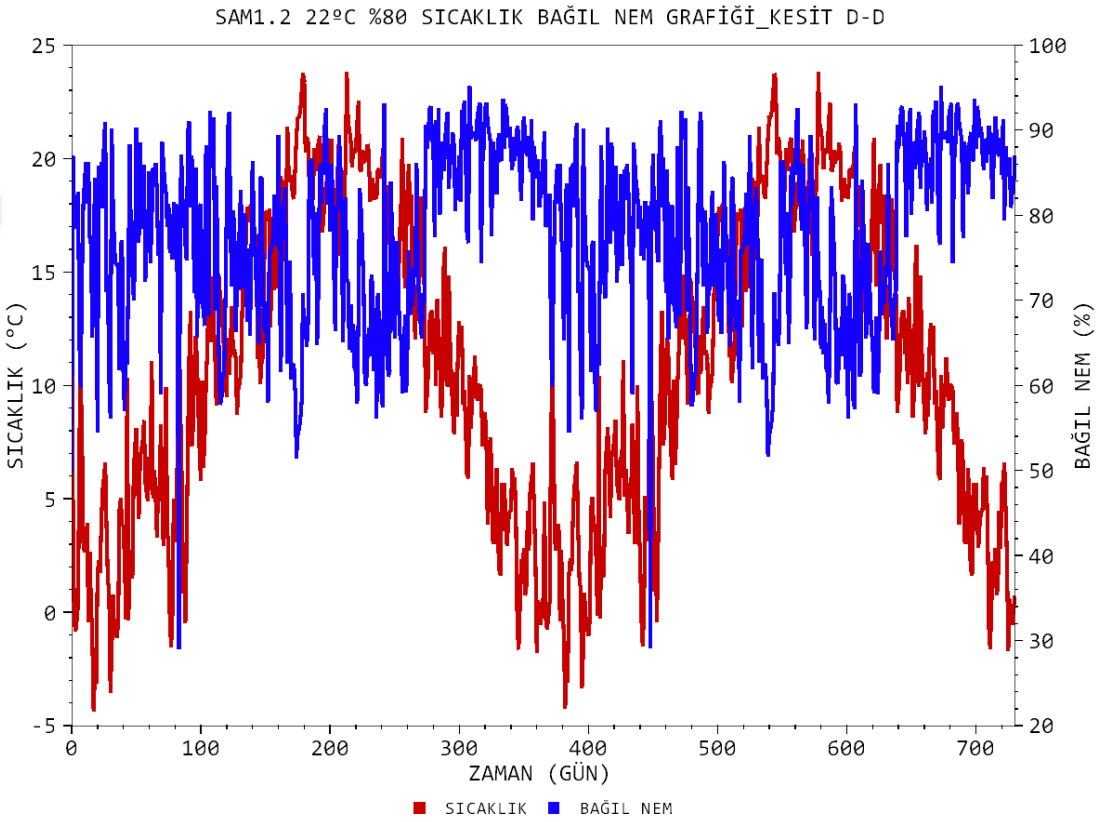


Şekil 5.179 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



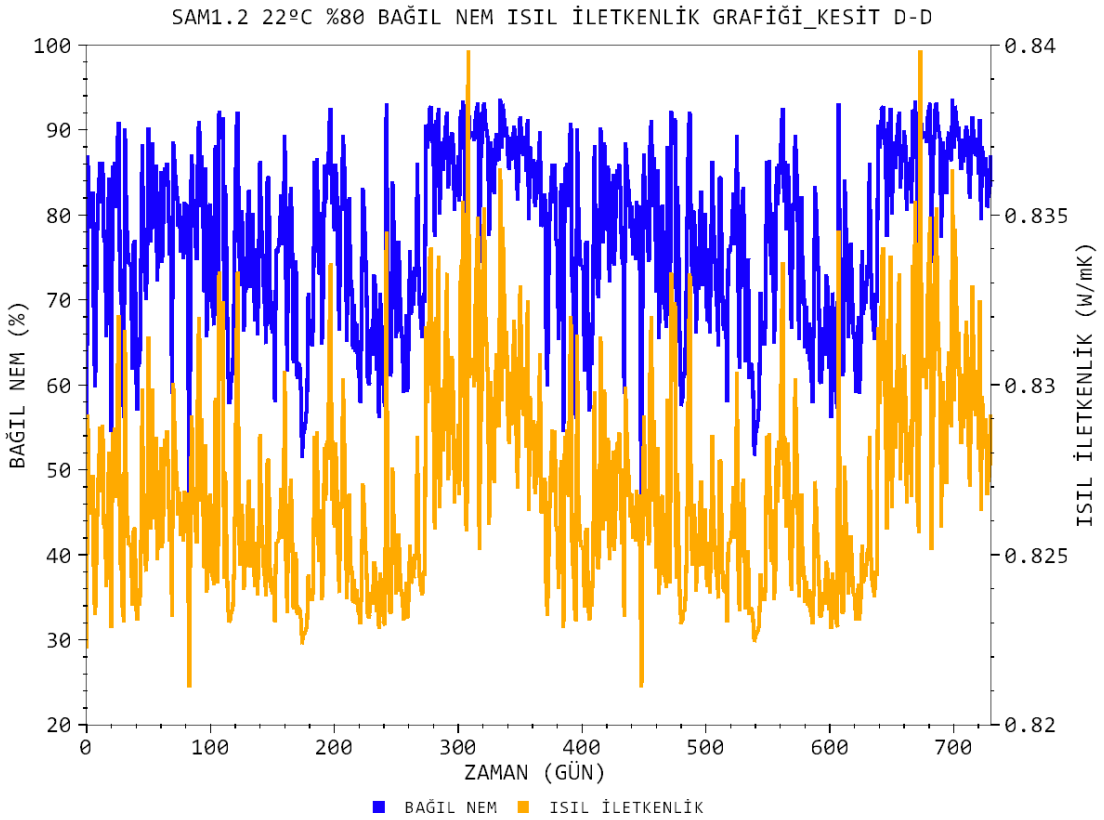
Şekil 5.180 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.181'de SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.181 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.

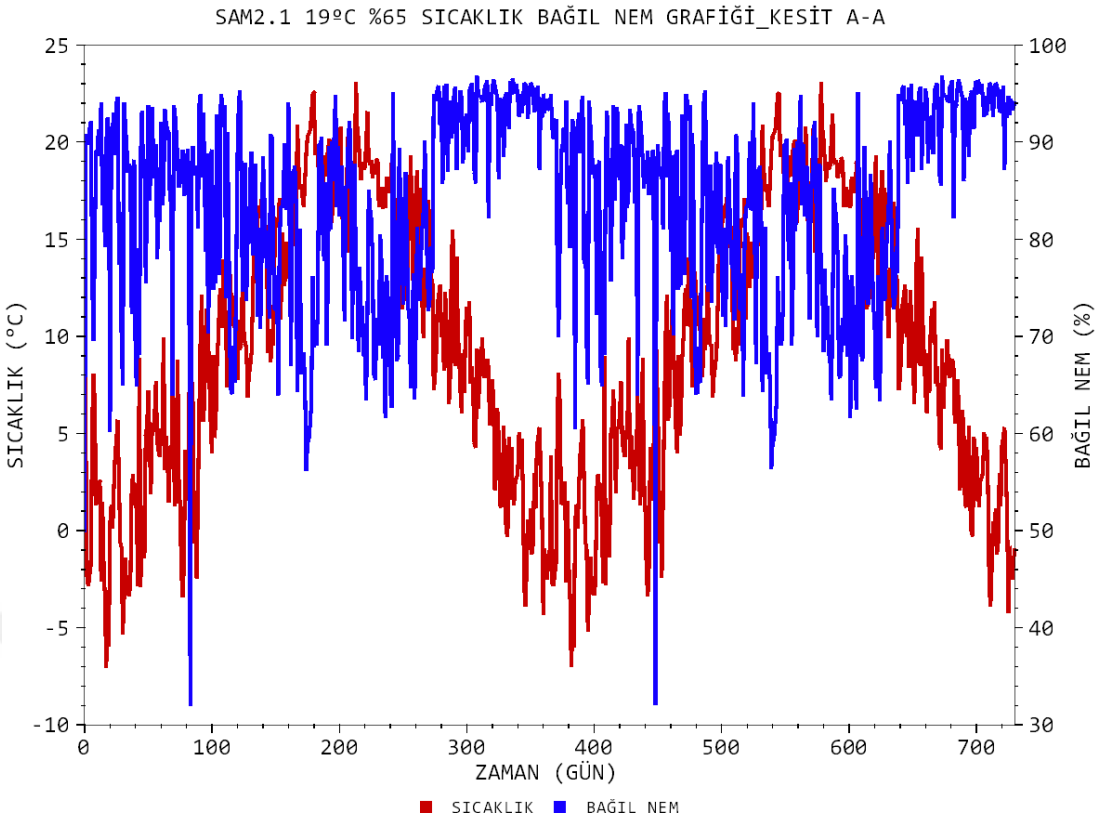
Şekil 5.182'de SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.84 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



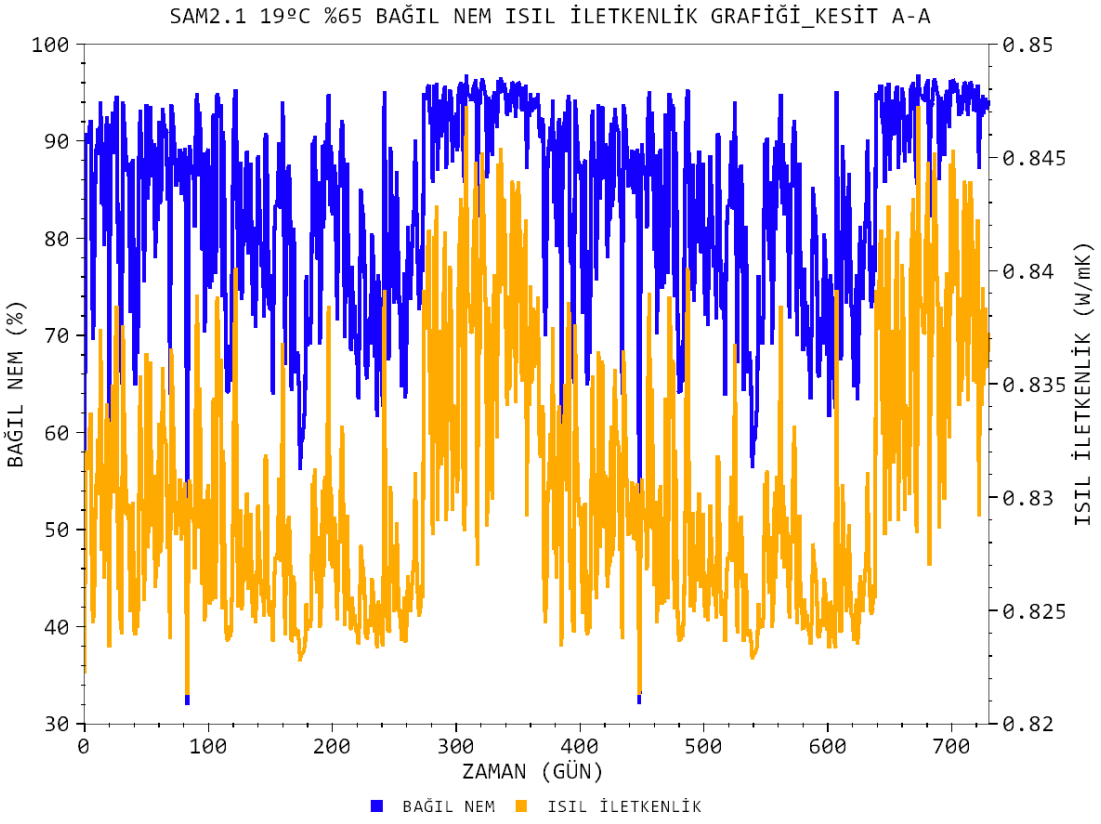
Şekil 5.182 : SAM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.183'te SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %60-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %56-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.183'te SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

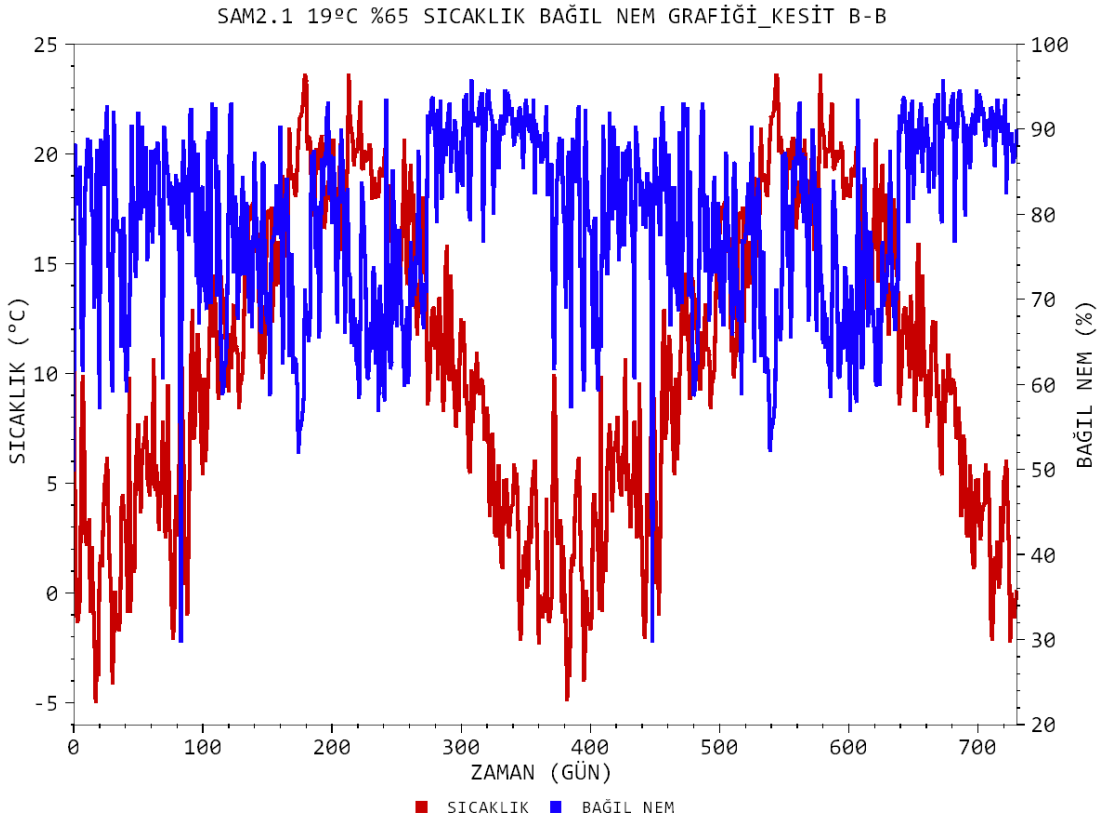


Şekil 5.183 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



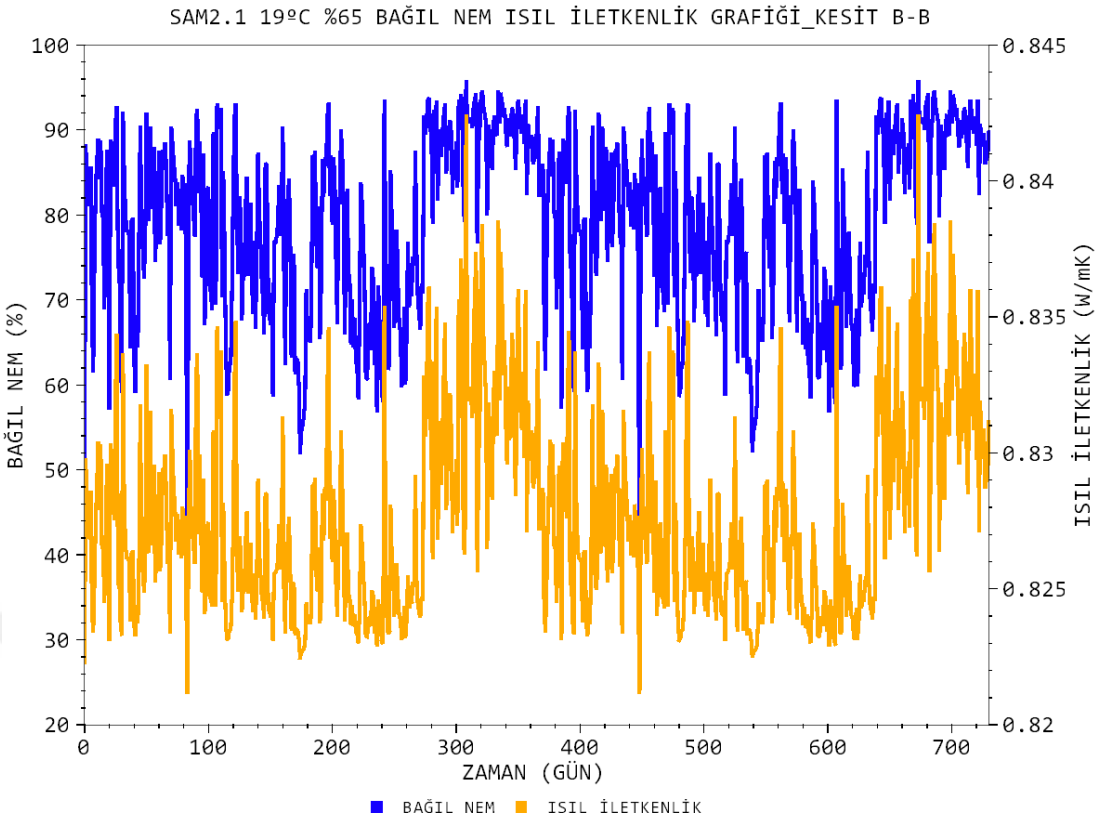
Şekil 5.184 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.185'te SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %57-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.185 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

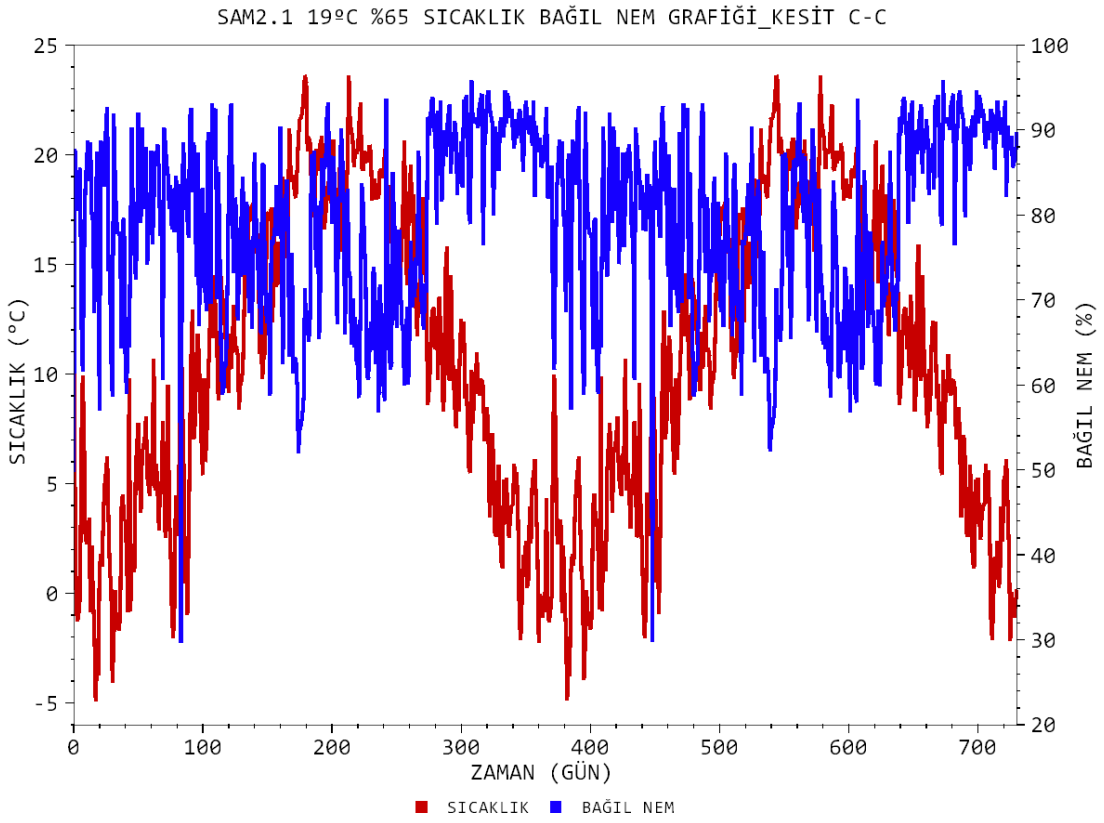
Şekil 5.186'da SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.843 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



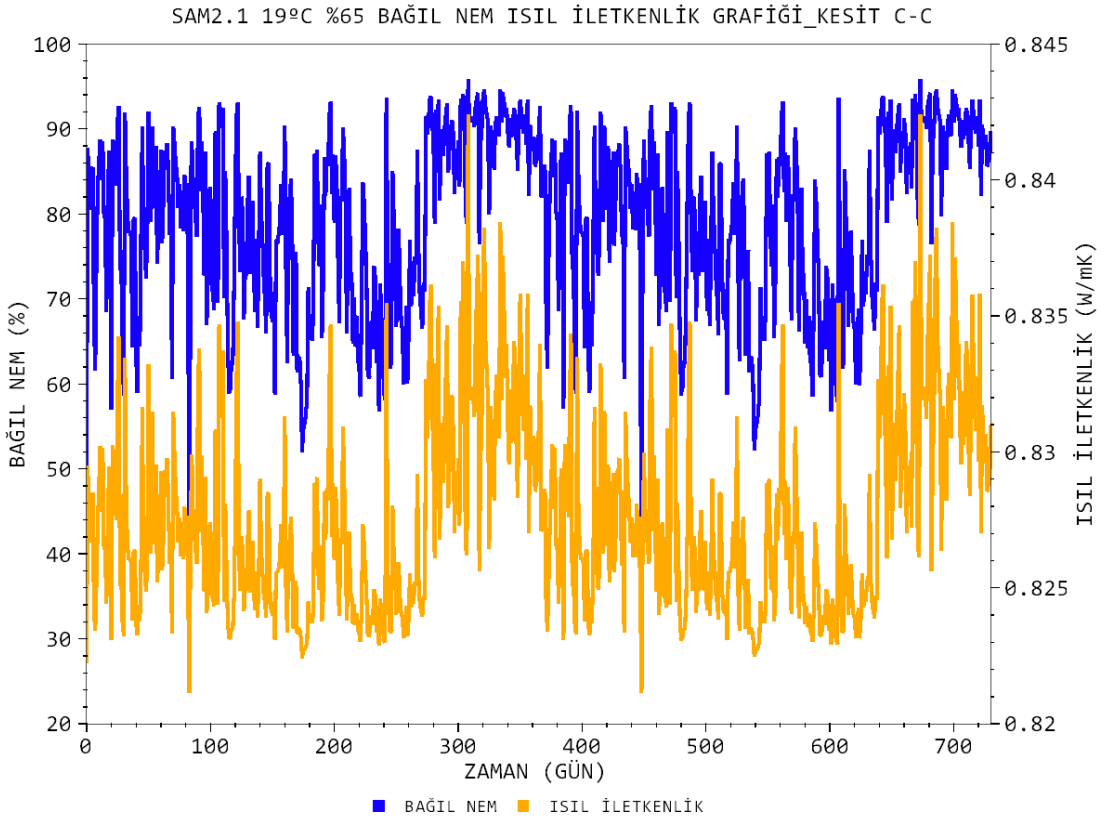
Şekil 5.186 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.187'de SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.188'de SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

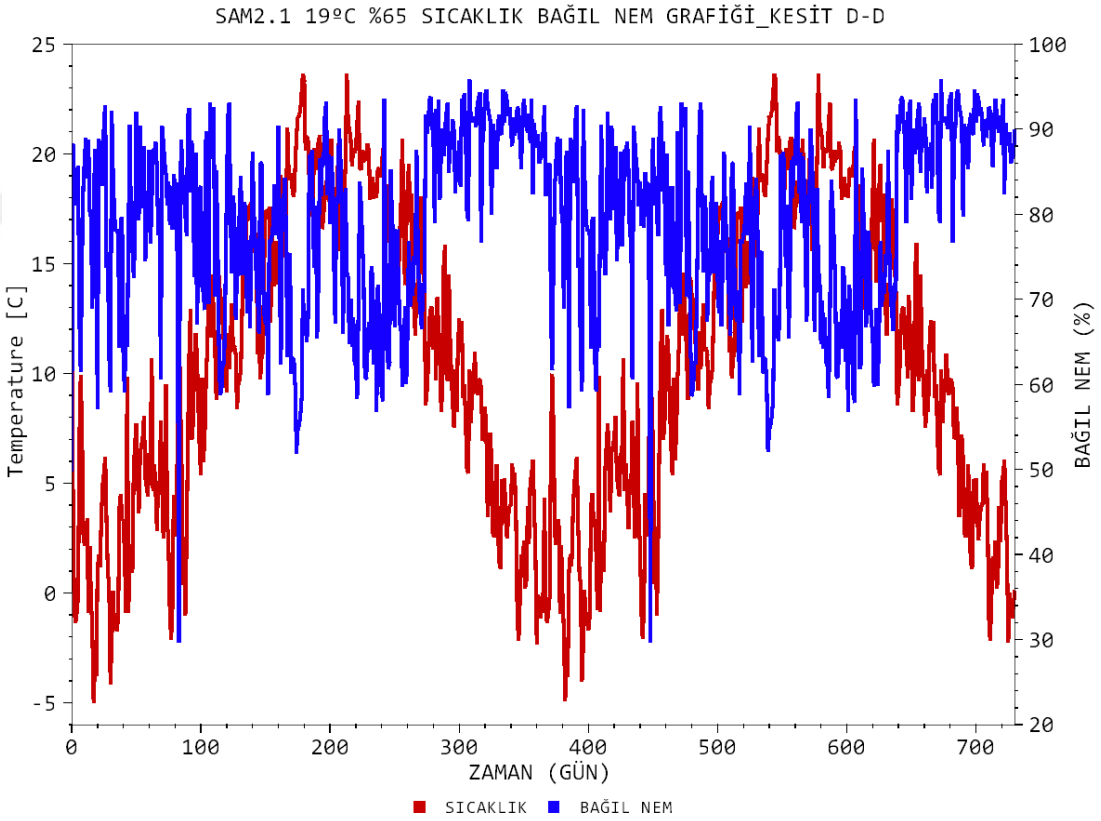


Şekil 5.187 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



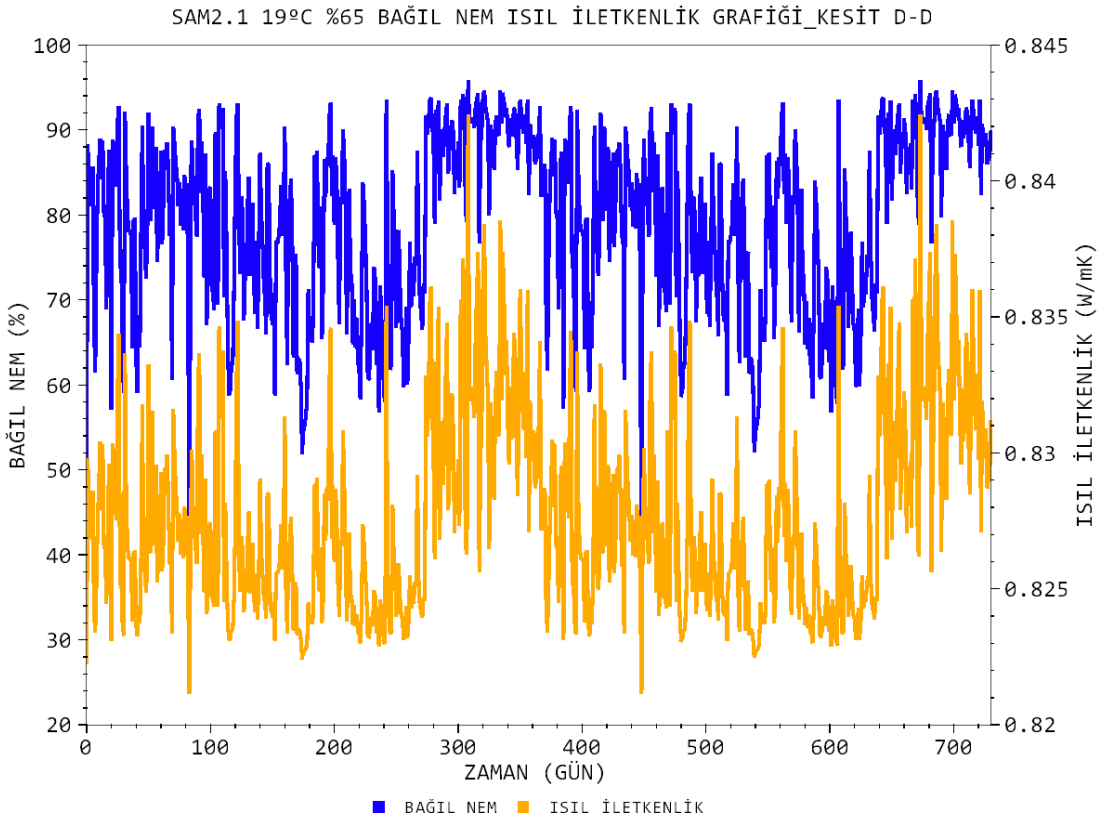
Şekil 5.188 : SAM2.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.189'da SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %57-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.189 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.

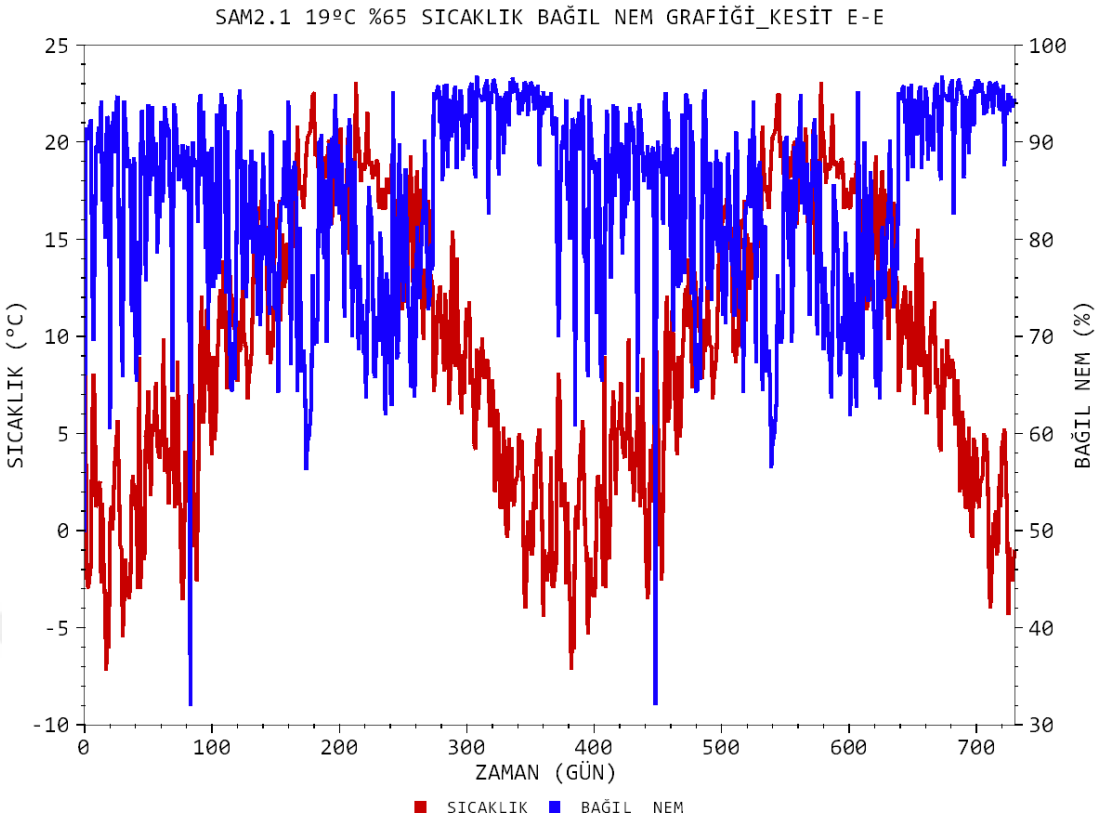
Şekil 5.190'da SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.843 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



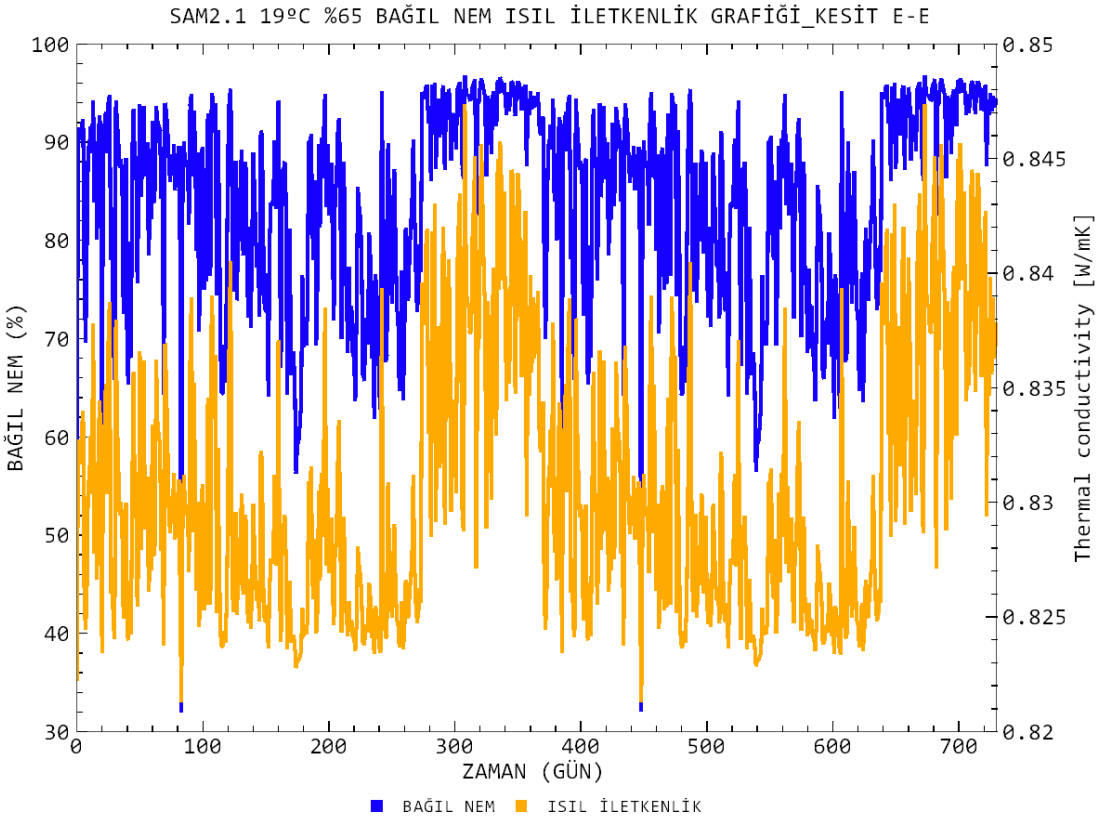
Şekil 5.190 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.191'de SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %65-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %56-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.192'de SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

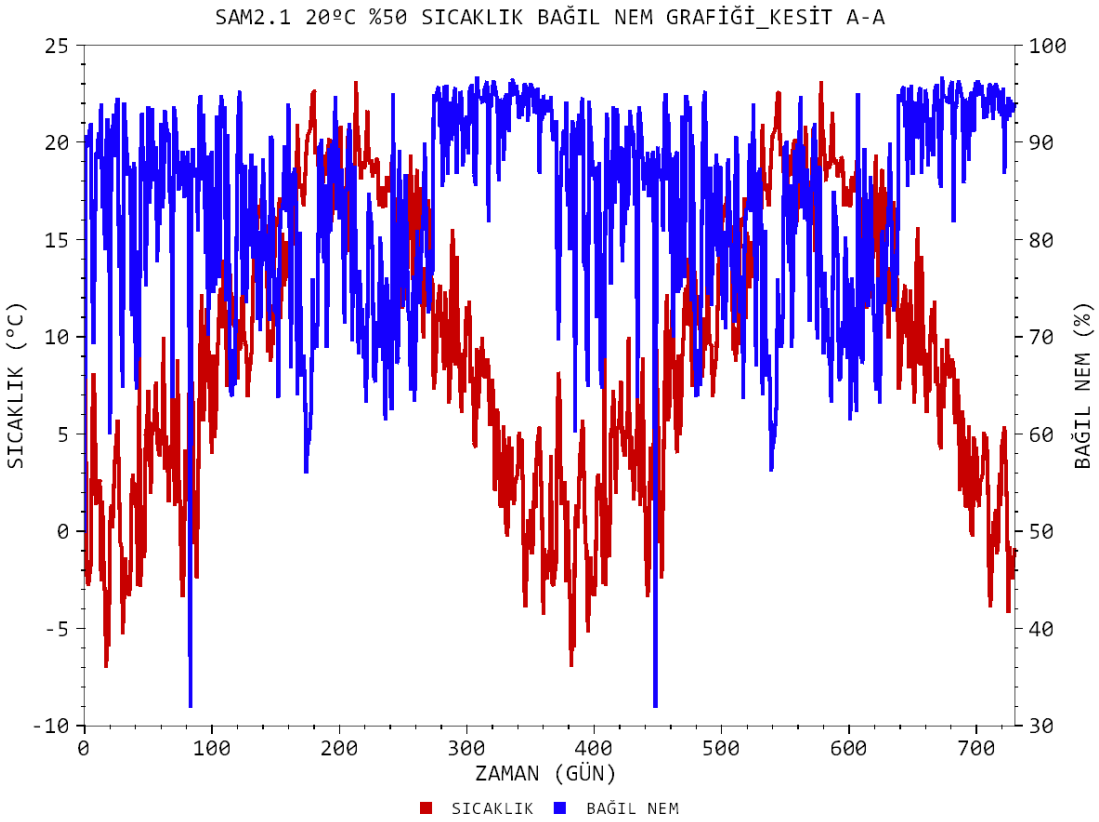


Şekil 5.191 : SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği.



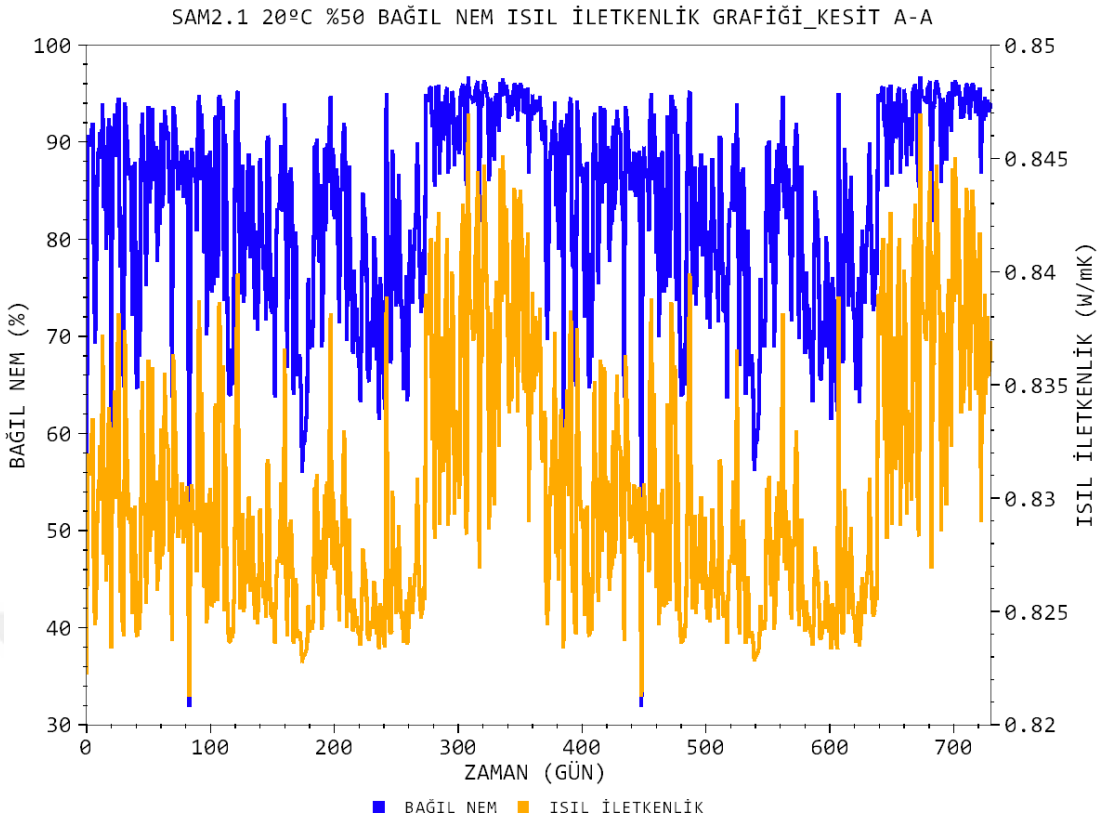
Şekil 5.192 : SAM1.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.193'te SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %59-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %56-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.193 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

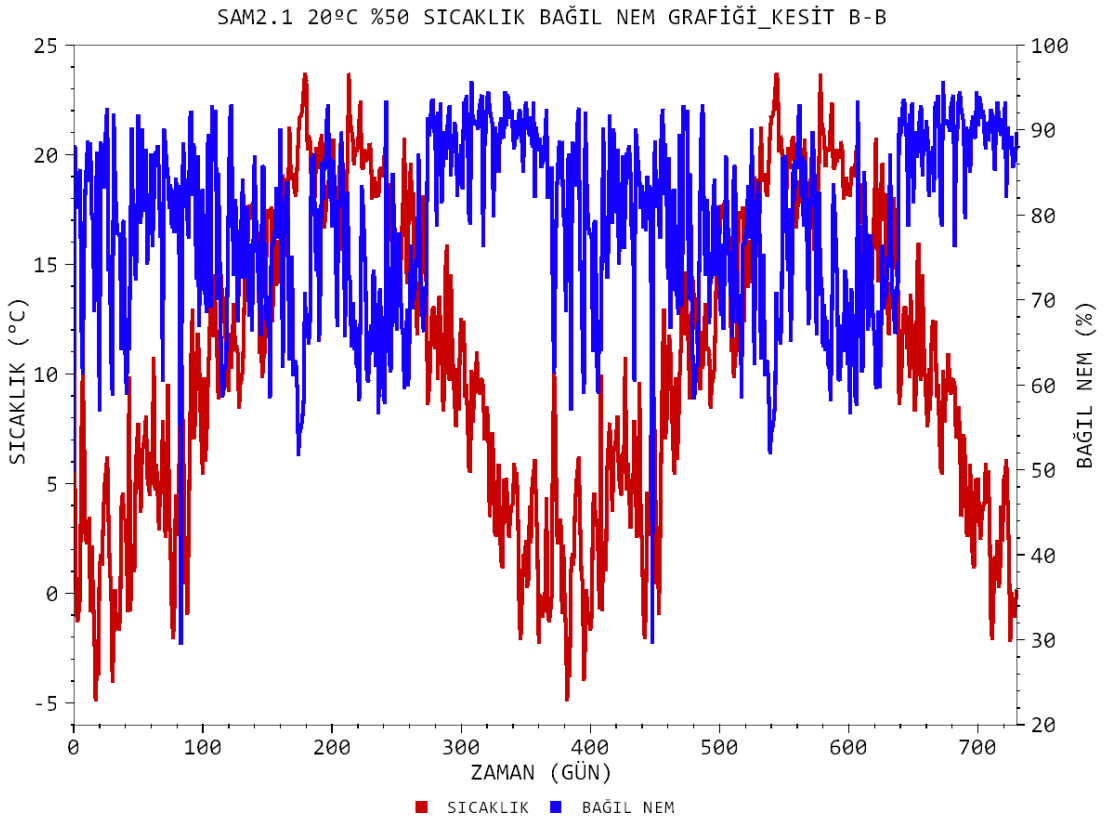
Şekil 5.194'te SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



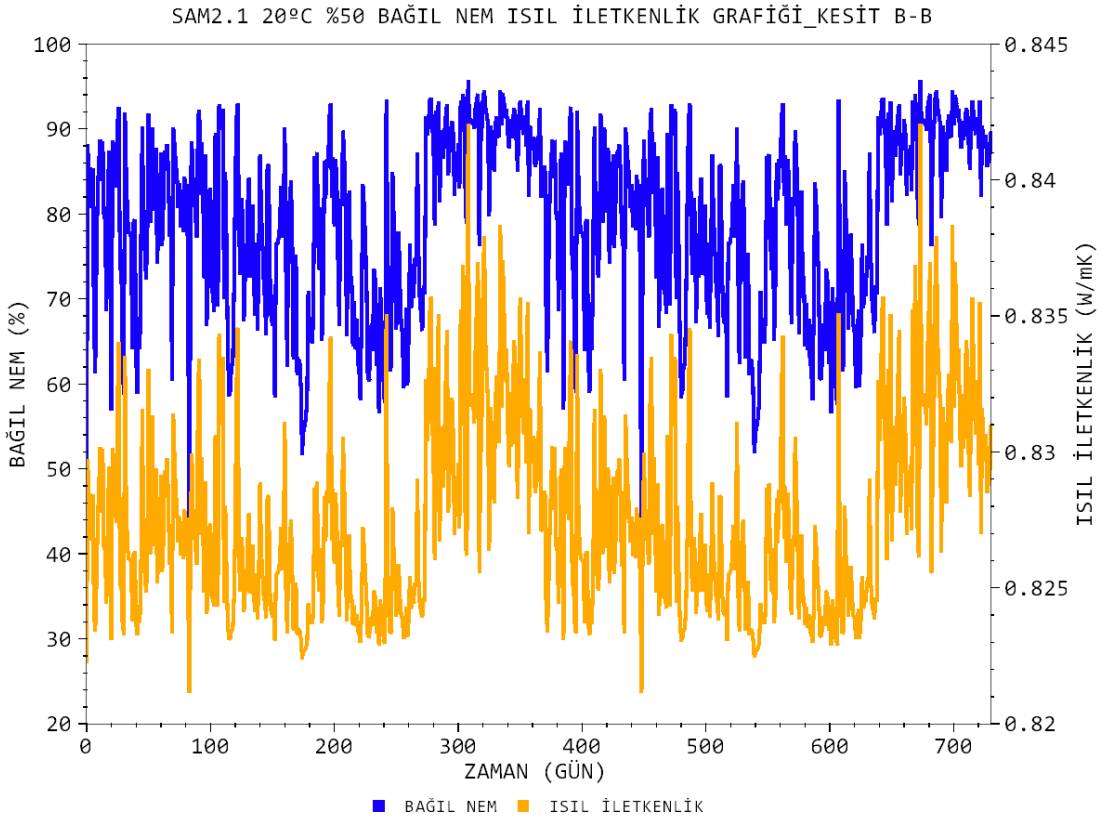
Şekil 5.194 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.195'te SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.196'da SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

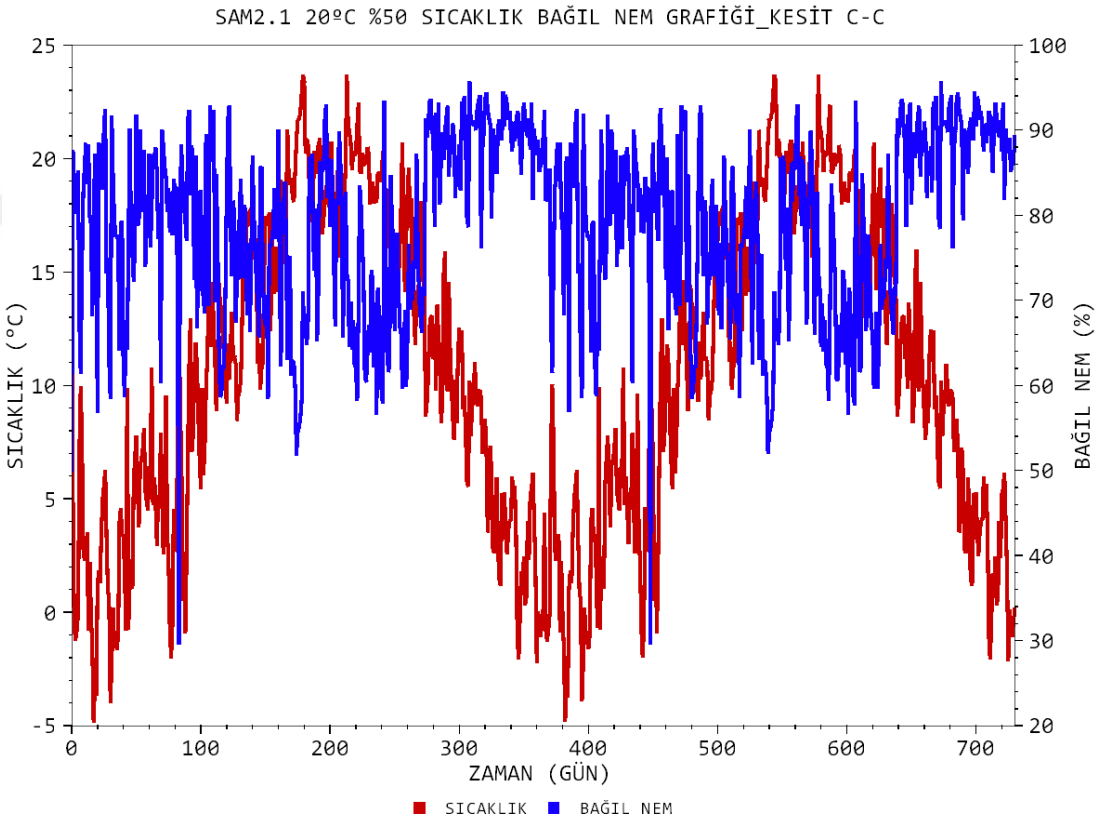


Şekil 5.195 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



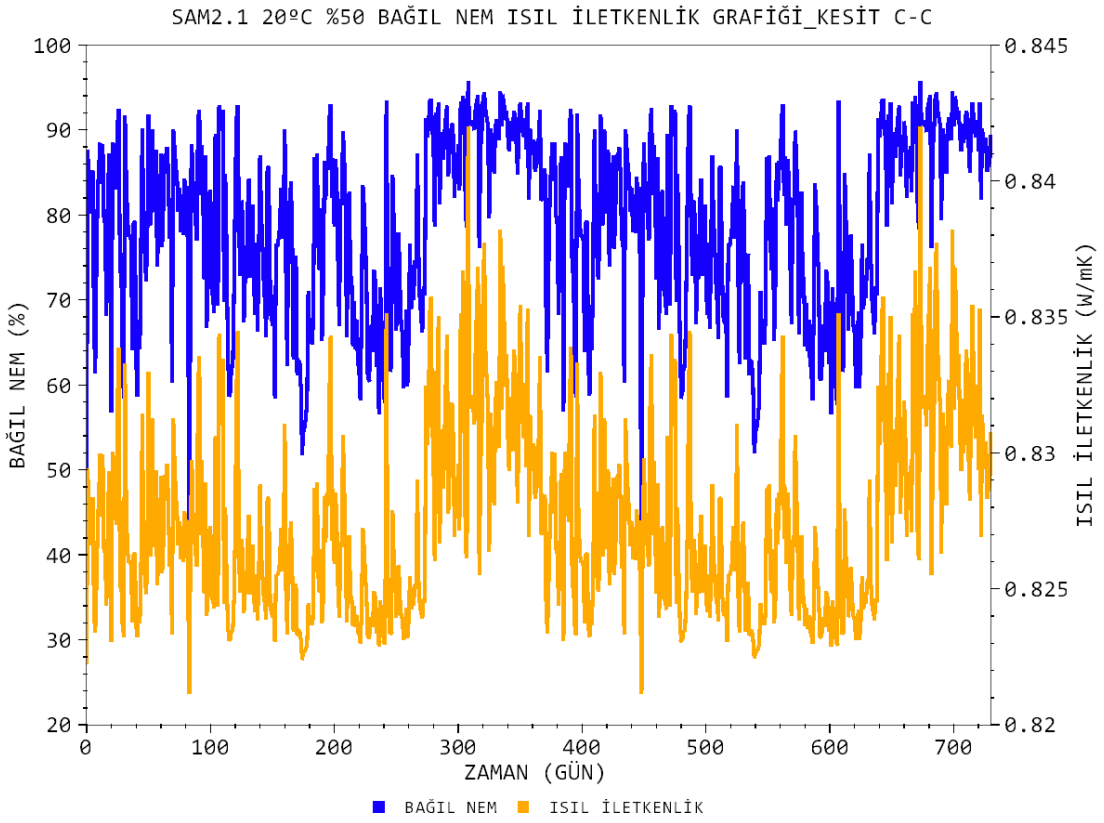
Şekil 5.196 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.197'de SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.197 : SAM1.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

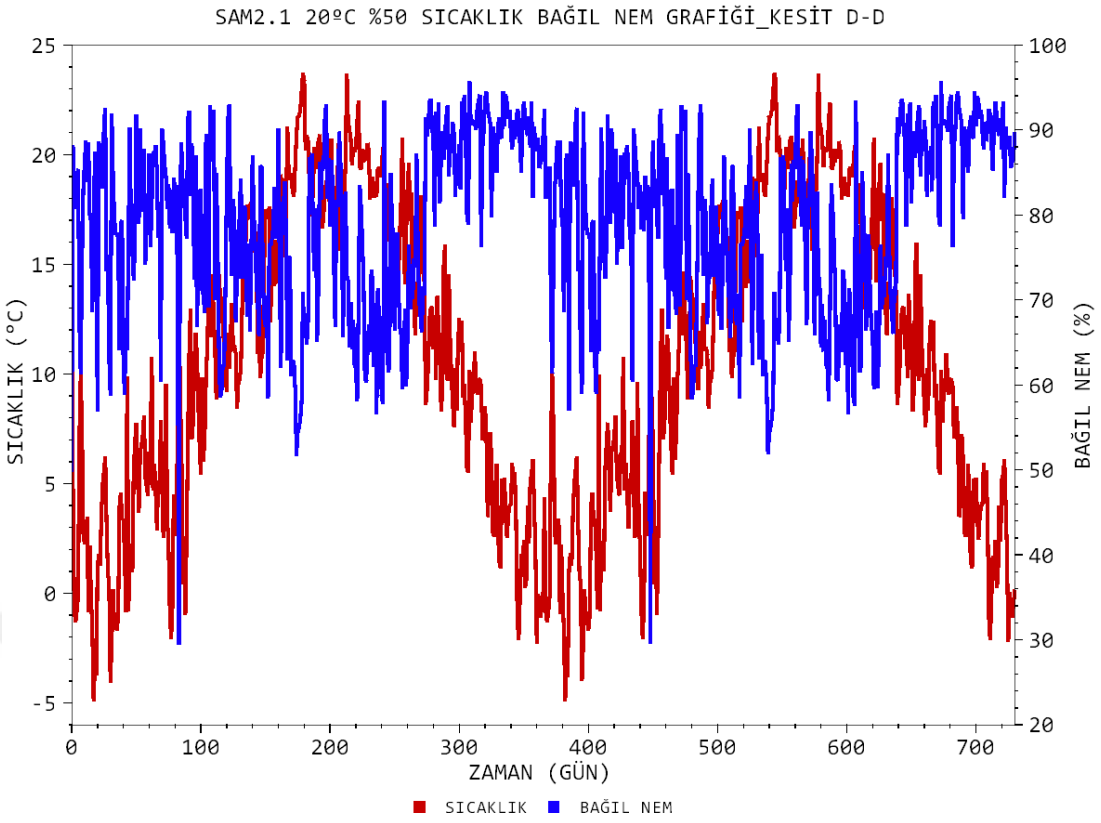
Şekil 5.198'de SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



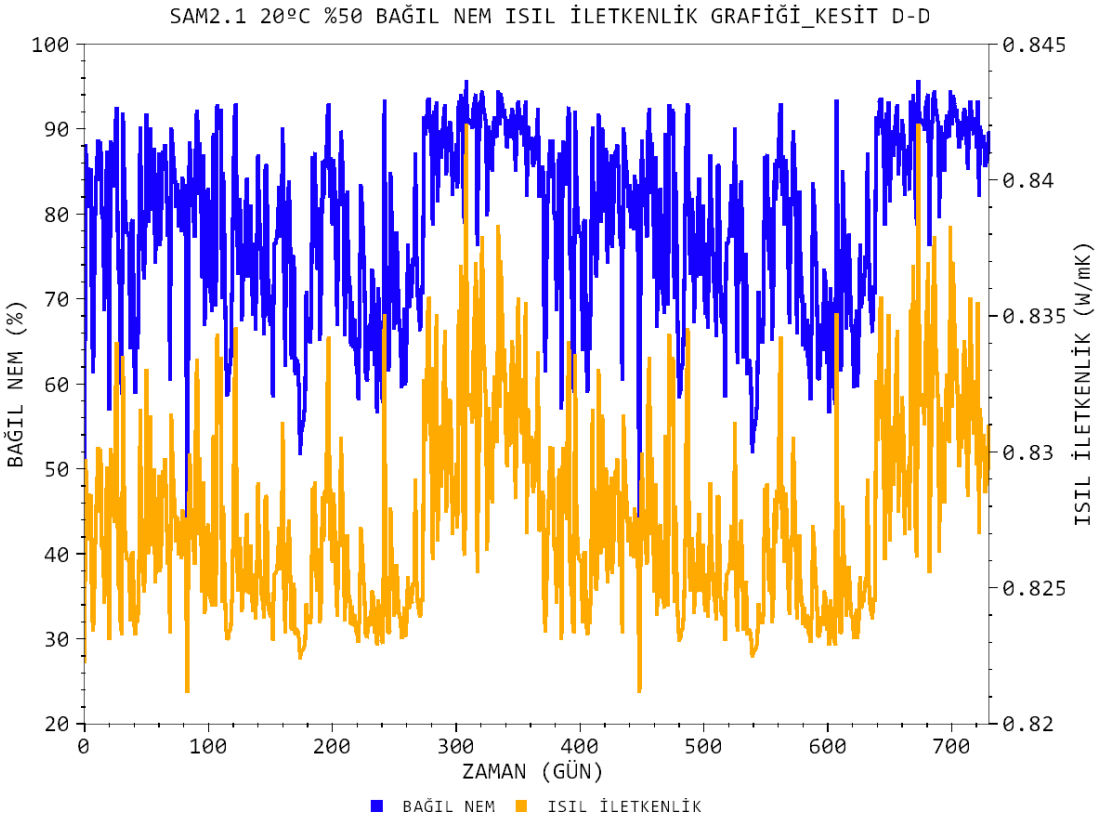
Şekil 5.198 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.199'da SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.200'de SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

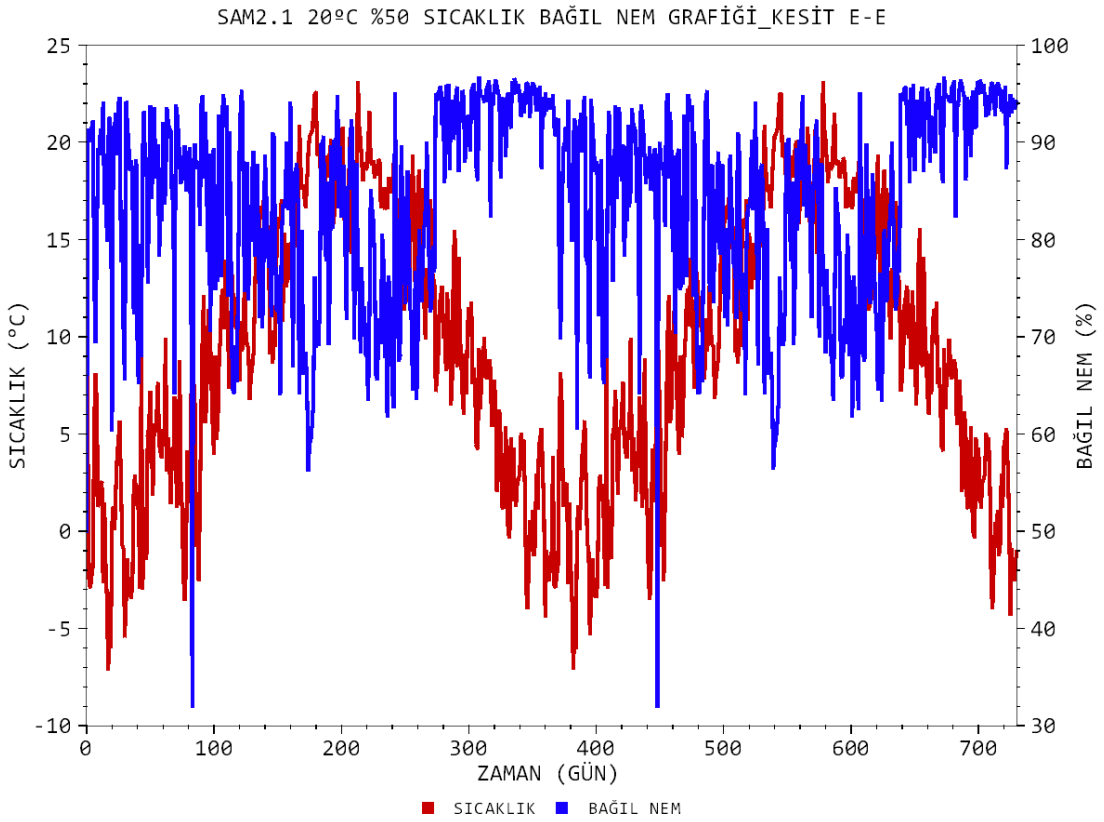


Şekil 5.199 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



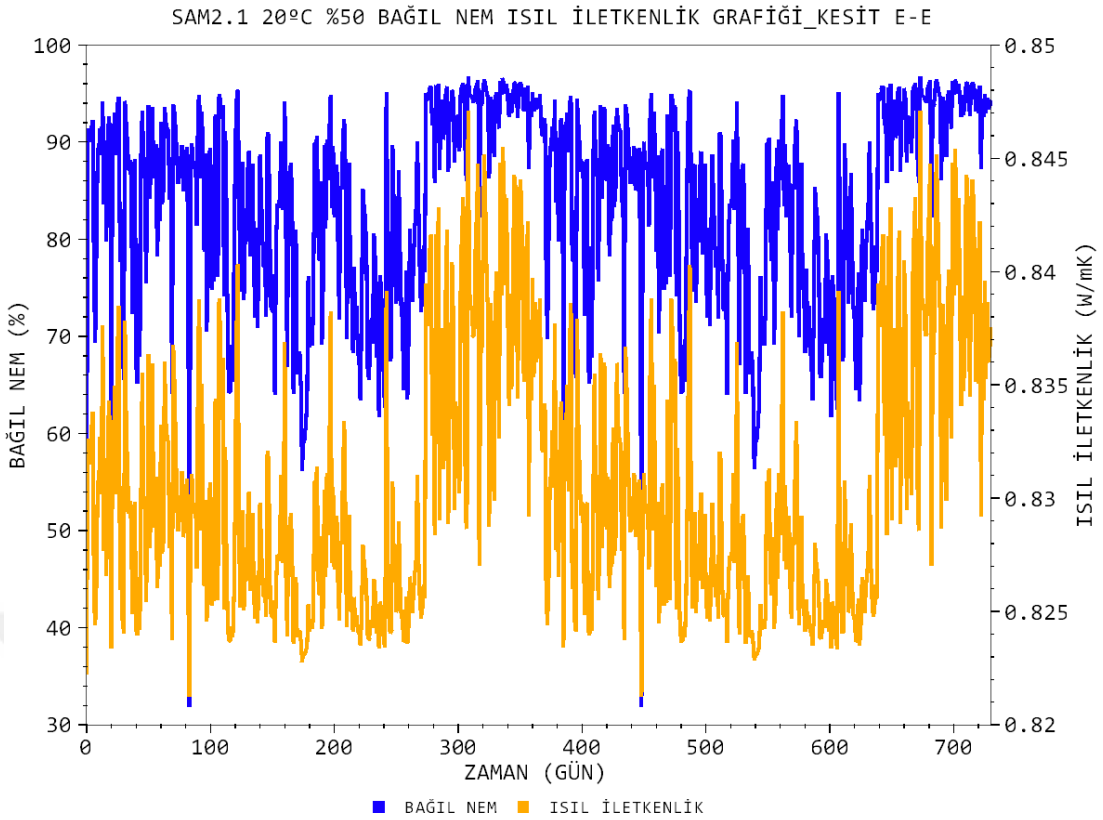
Şekil 5.200 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.201'de SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %65-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %56-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-22°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmamaktadır.



Şekil 5.201 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği.

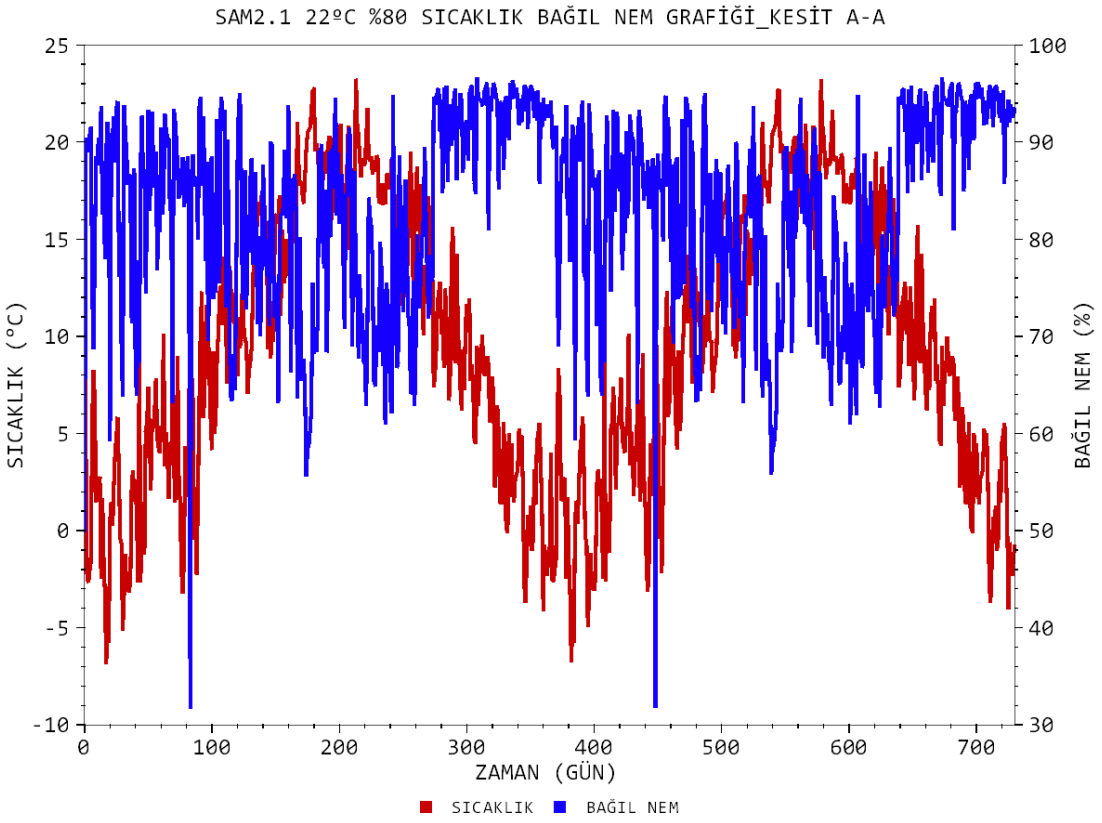
Şekil 5.202'de SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



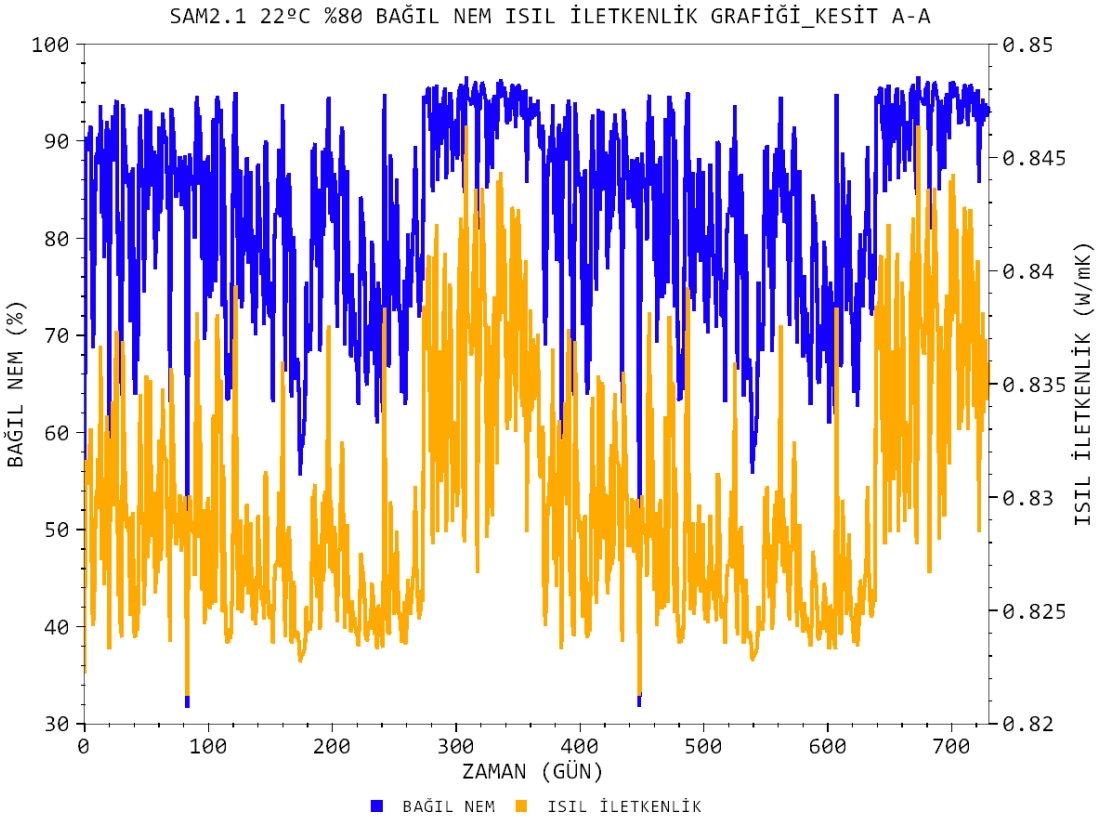
Şekil 5.202 : SAM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.203'te SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %59-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 11-22°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.204'te SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

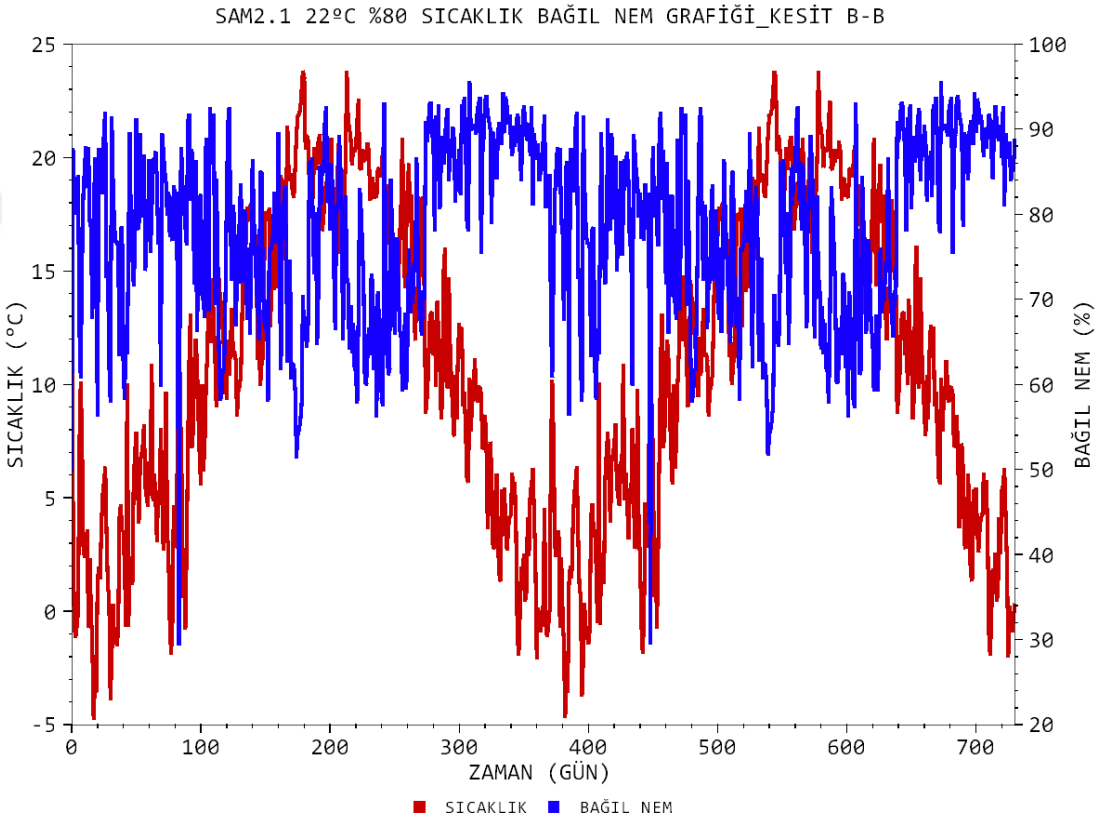


Şekil 5.203 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



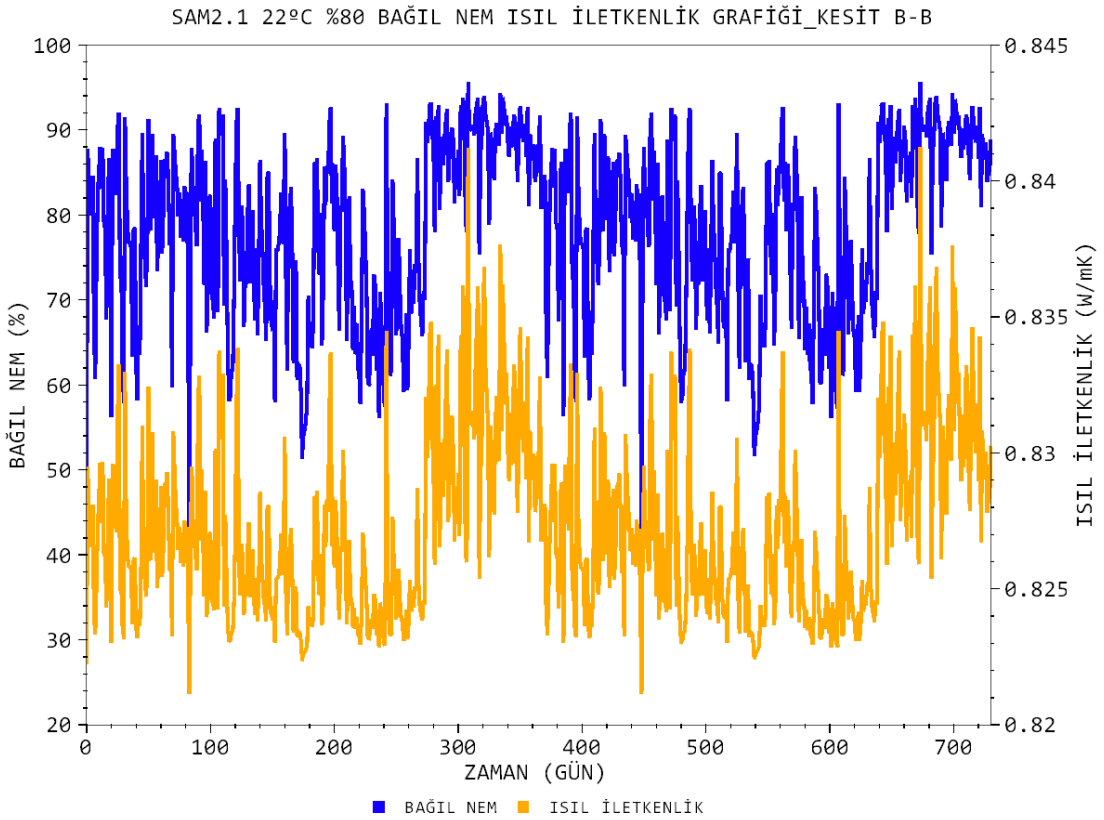
Şekil 5.204 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.205'te SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.205 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

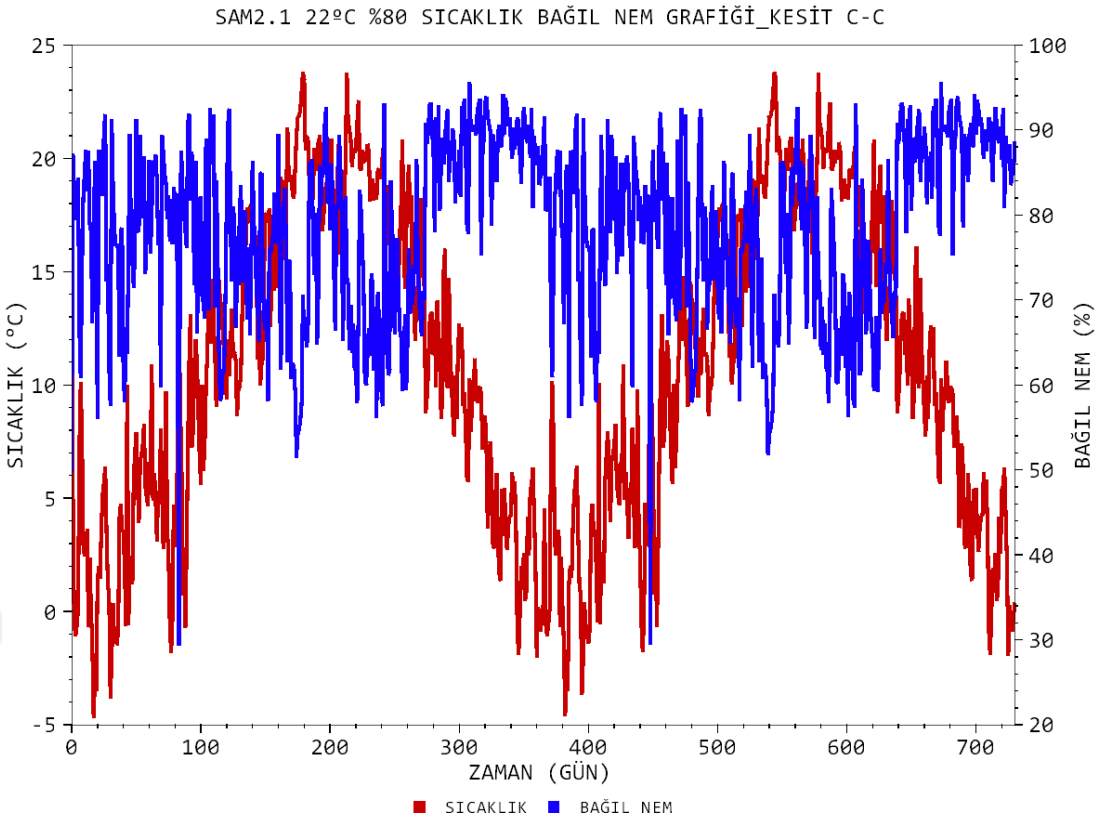
Şekil 5.206'da SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



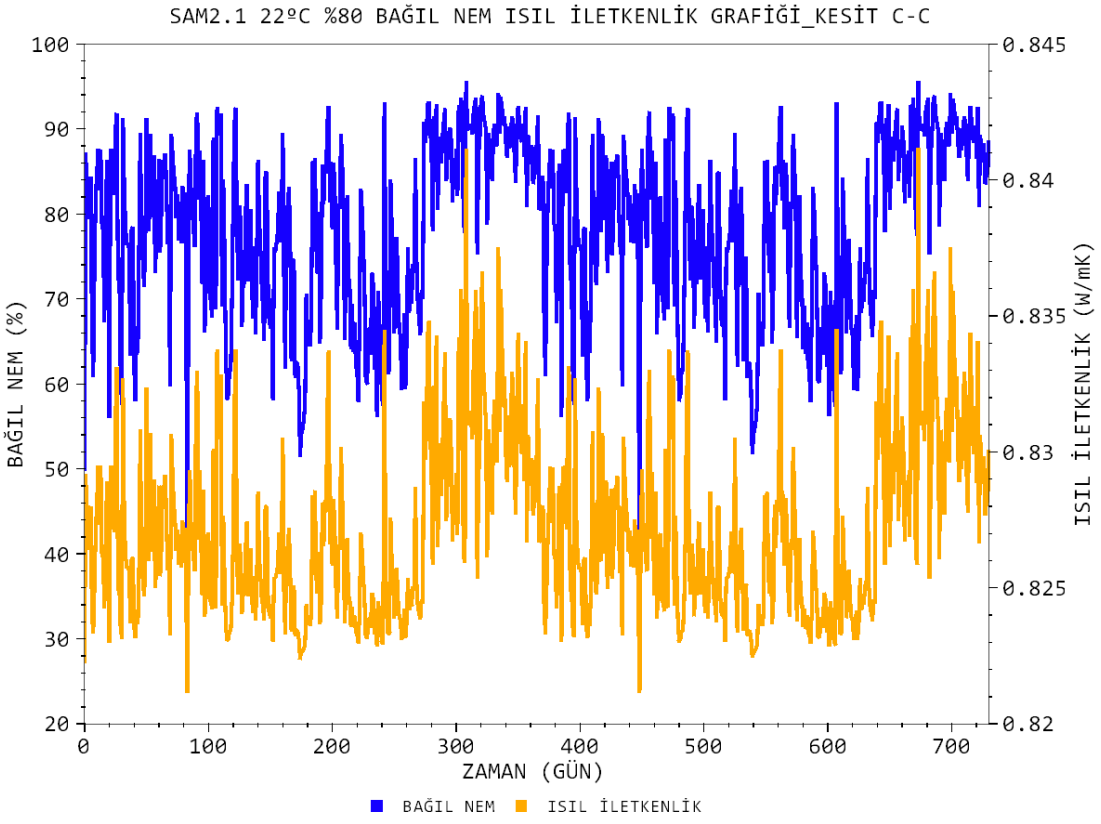
Şekil 5.206 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.207'de SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmamaktadır.

Şekil 5.208'de SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

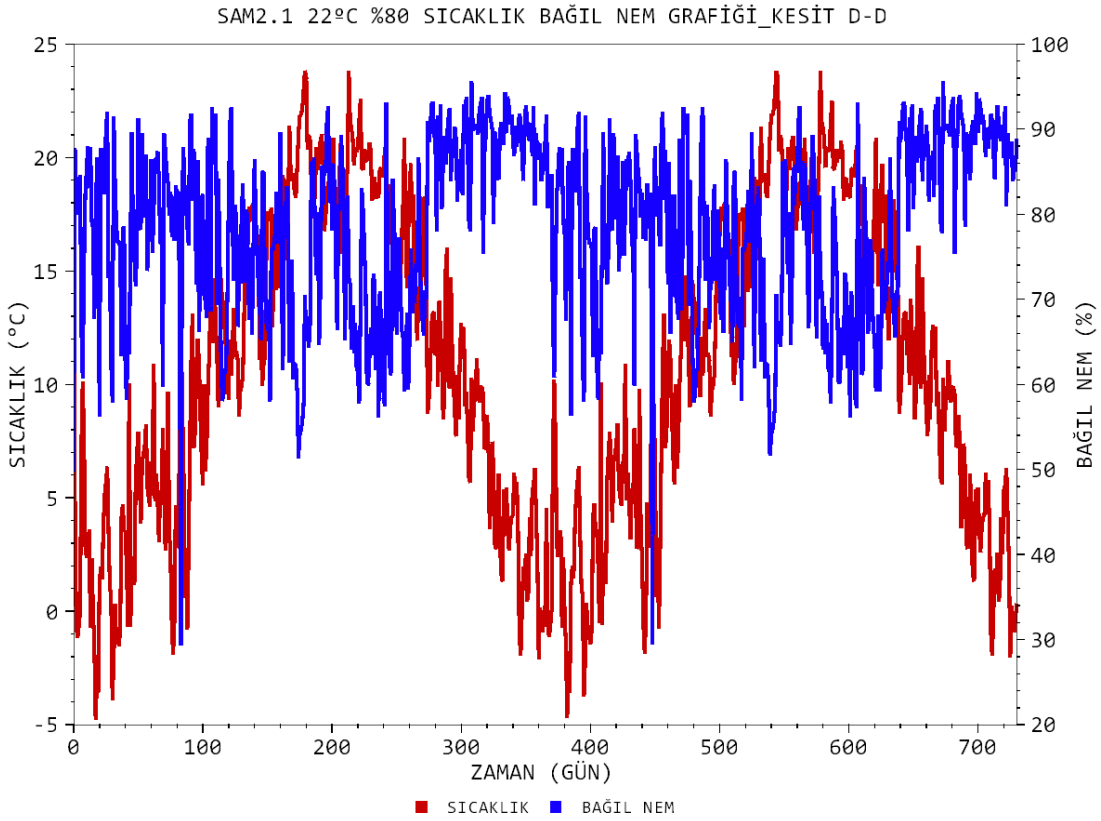


Şekil 5.207 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



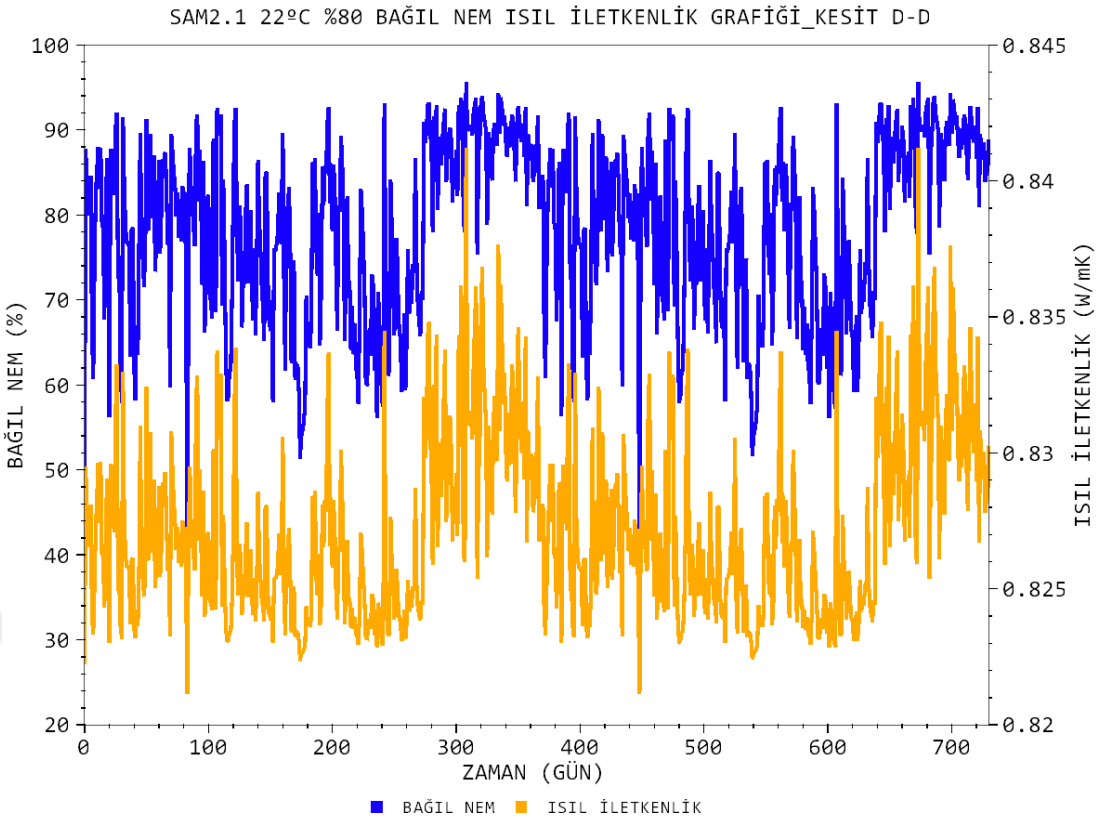
Şekil 5.208 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.209'da SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.209 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.

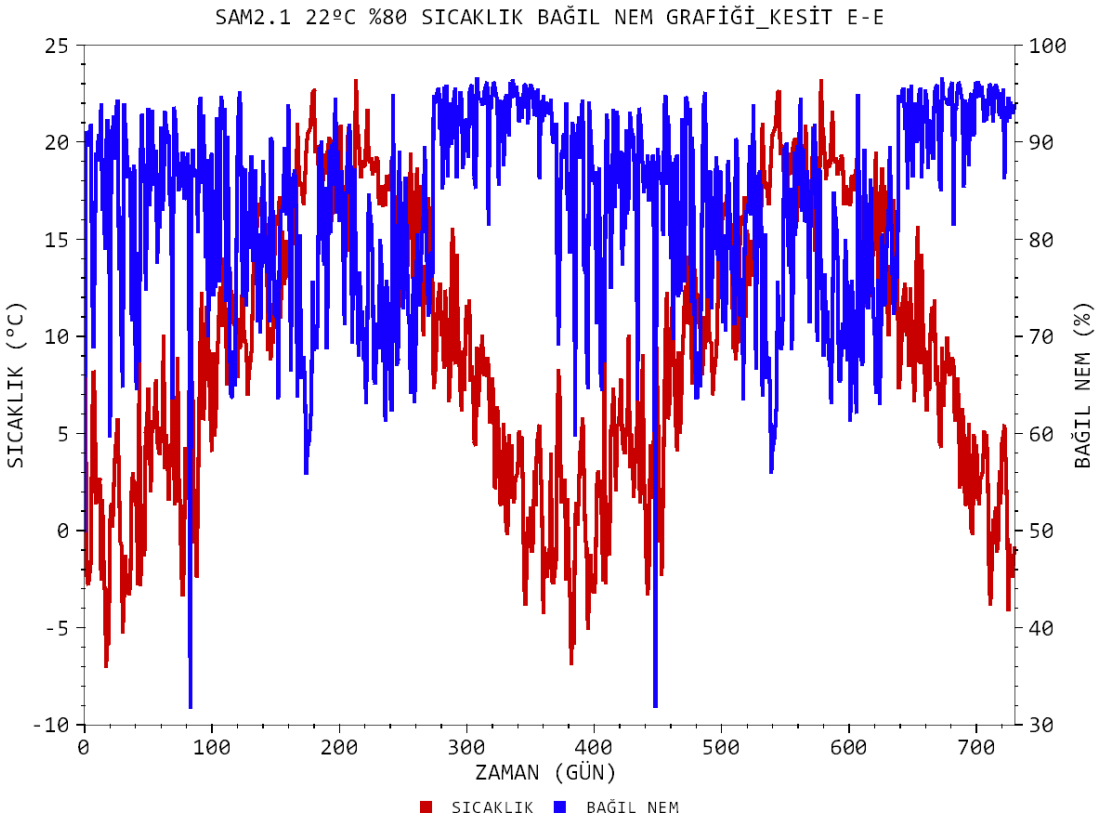
Şekil 5.210'da SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



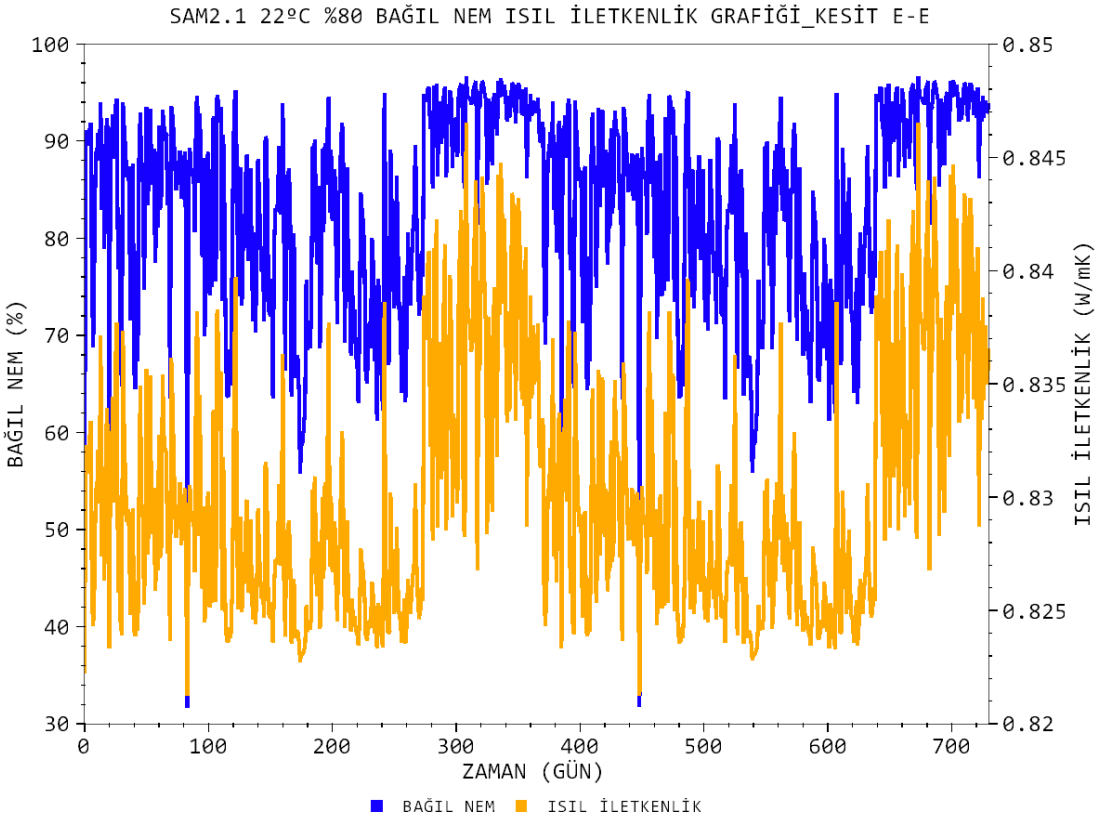
Şekil 5.210 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.211'de SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %59-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.212'de SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

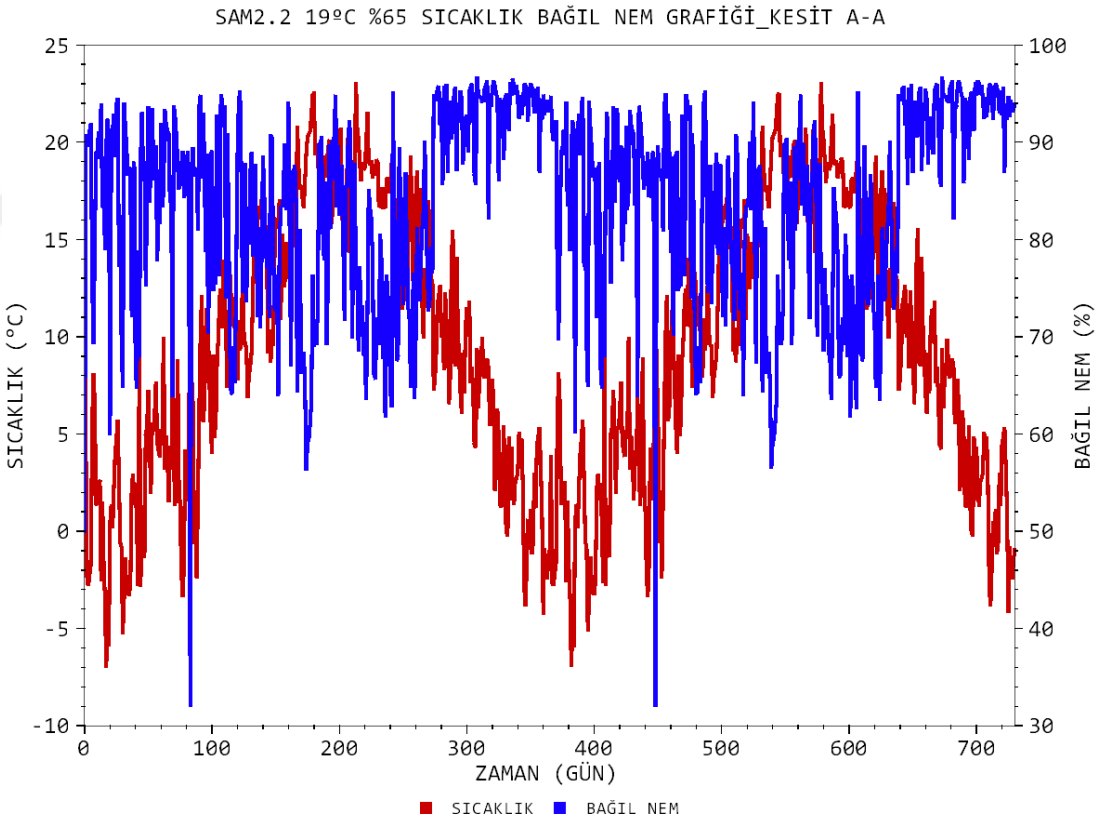


Şekil 5.211 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği.



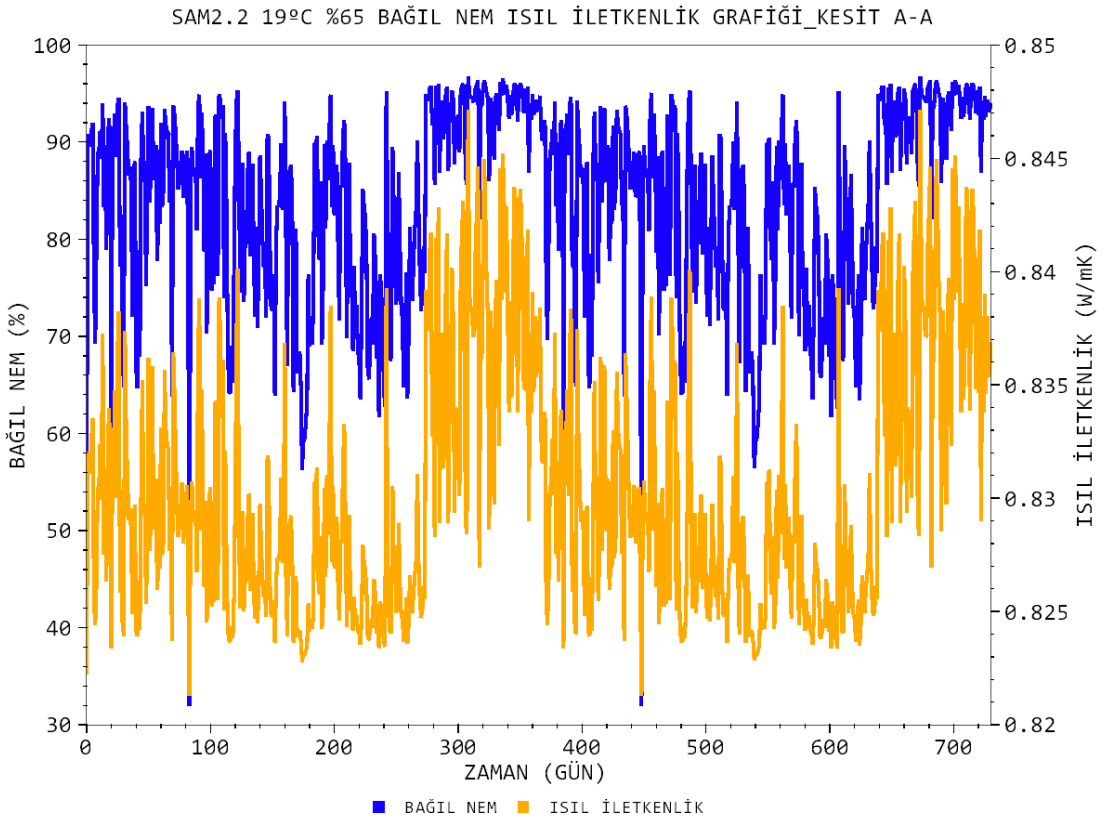
Şekil 5.212 : SAM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.213'te SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %59-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %59-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-22°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.213 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

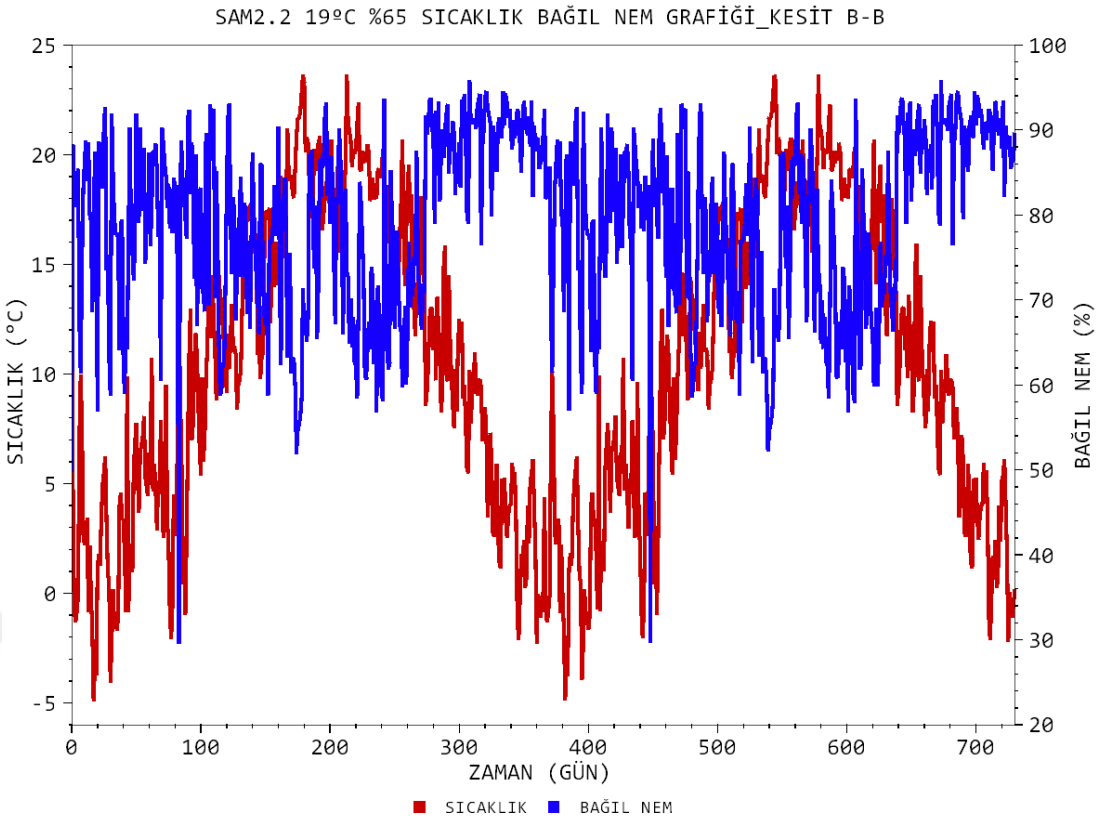
Şekil 5.214'te SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



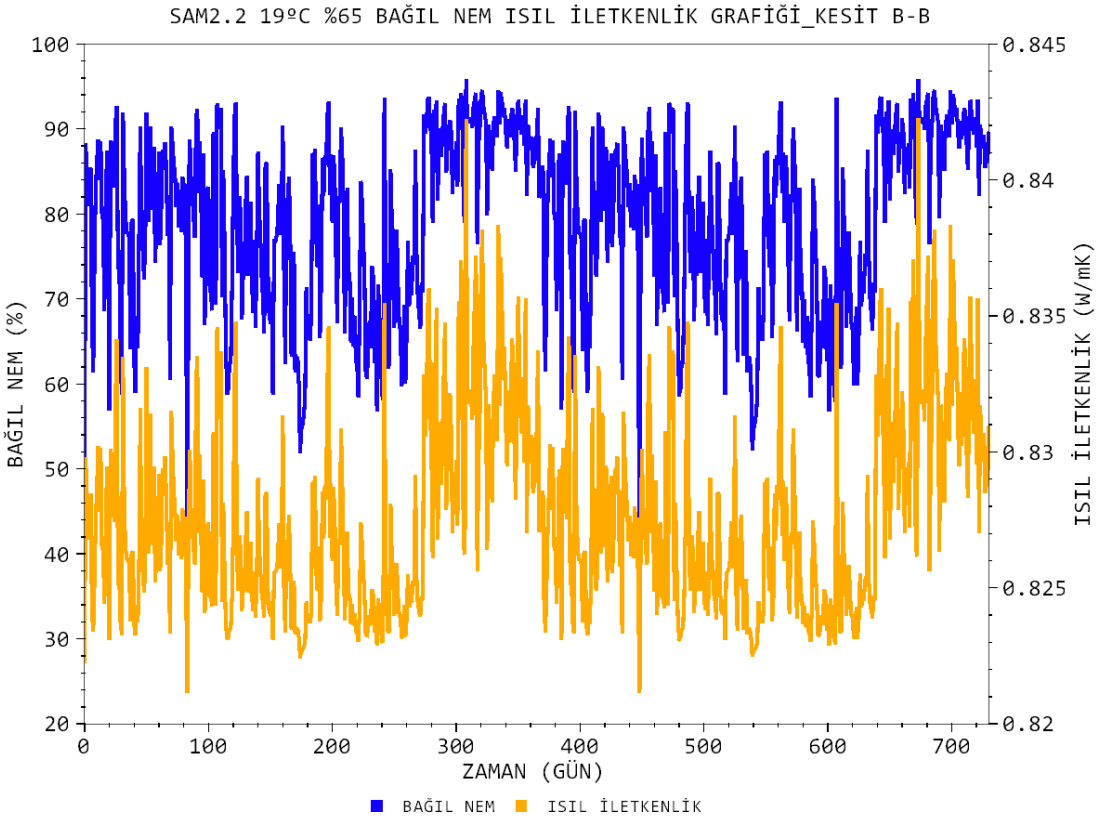
Şekil 5.214 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.215'te SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.216'da SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

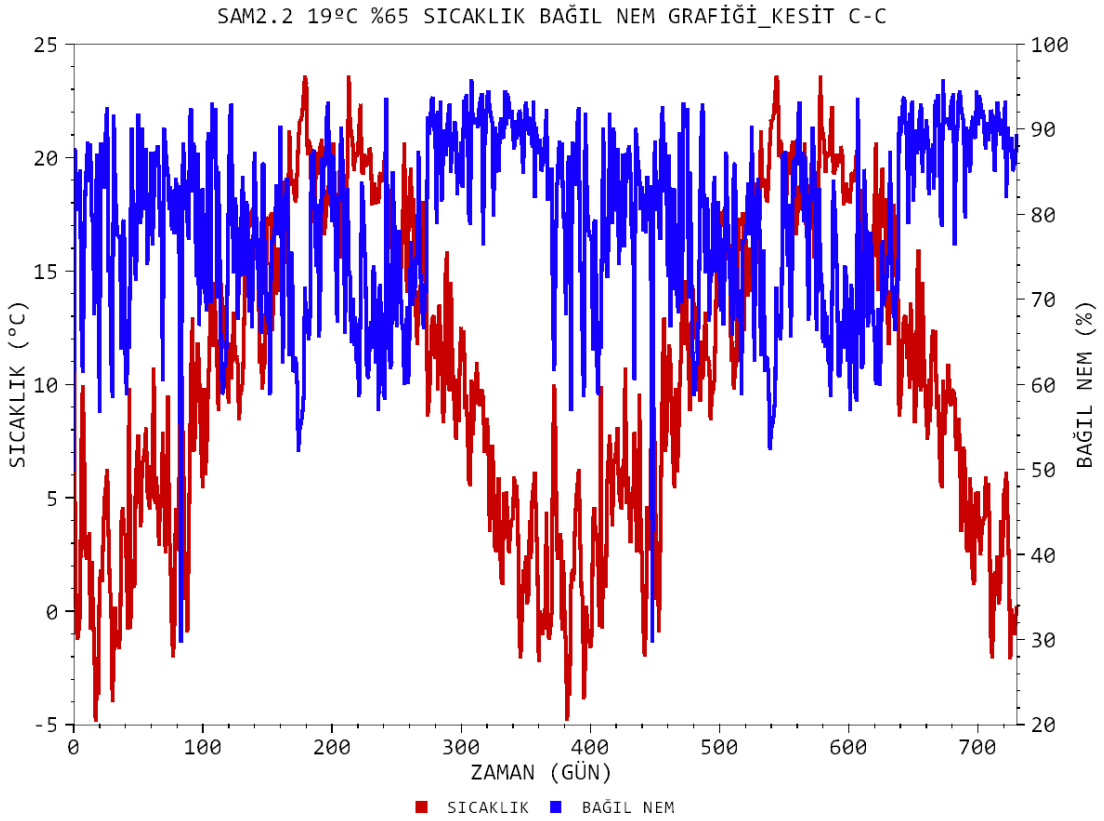


Şekil 5.215 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



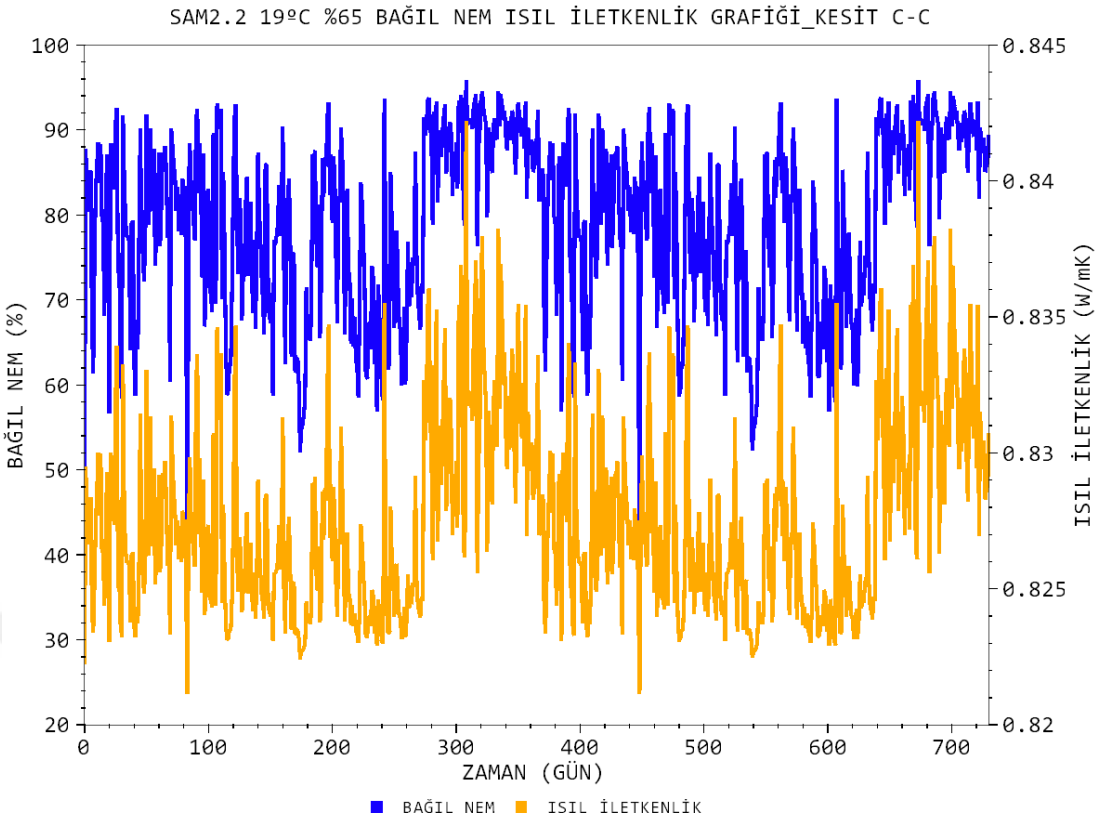
Şekil 5.216 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.216'da SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.217 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

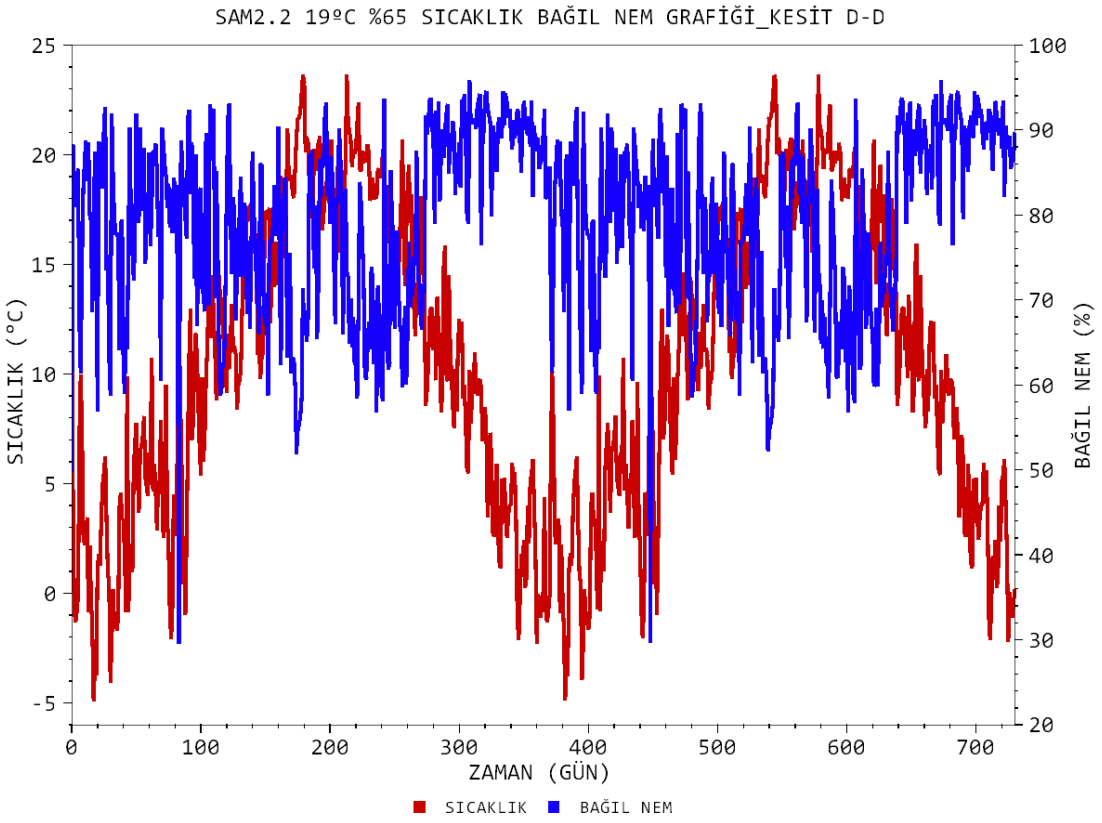
Şekil 5.218'de SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



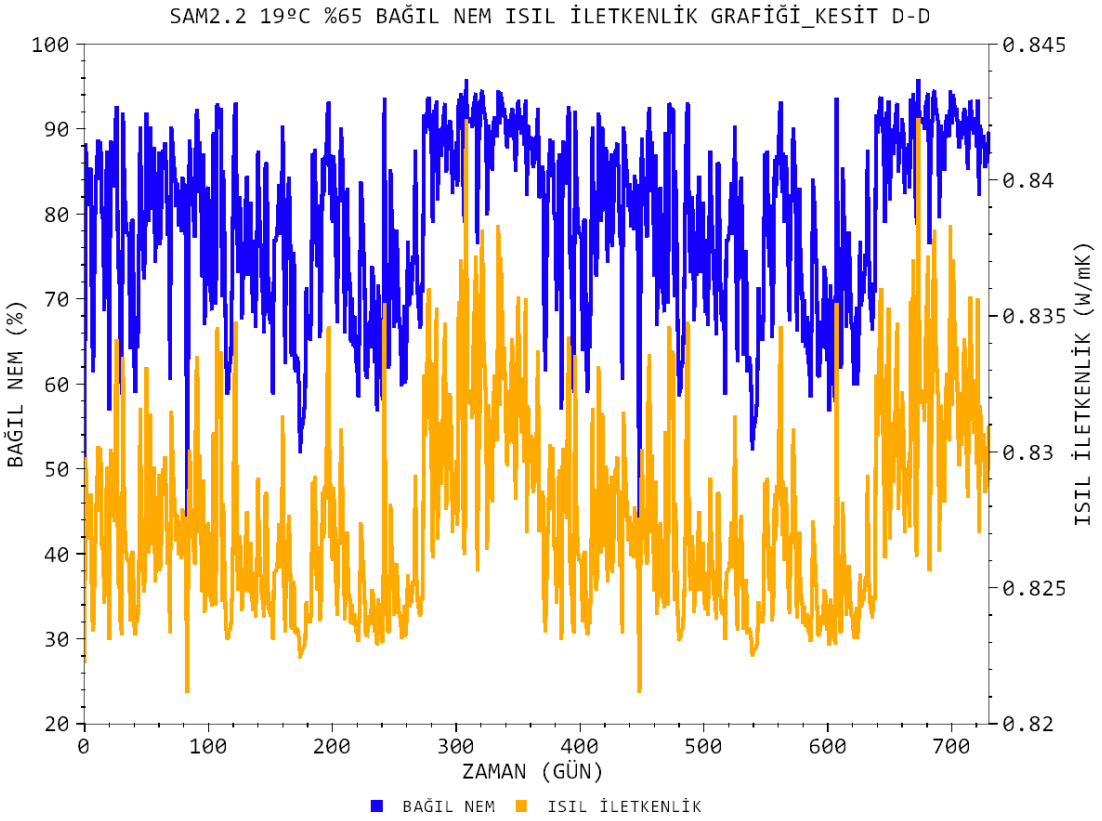
Şekil 5.218 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.219'da SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %52-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.220'de SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

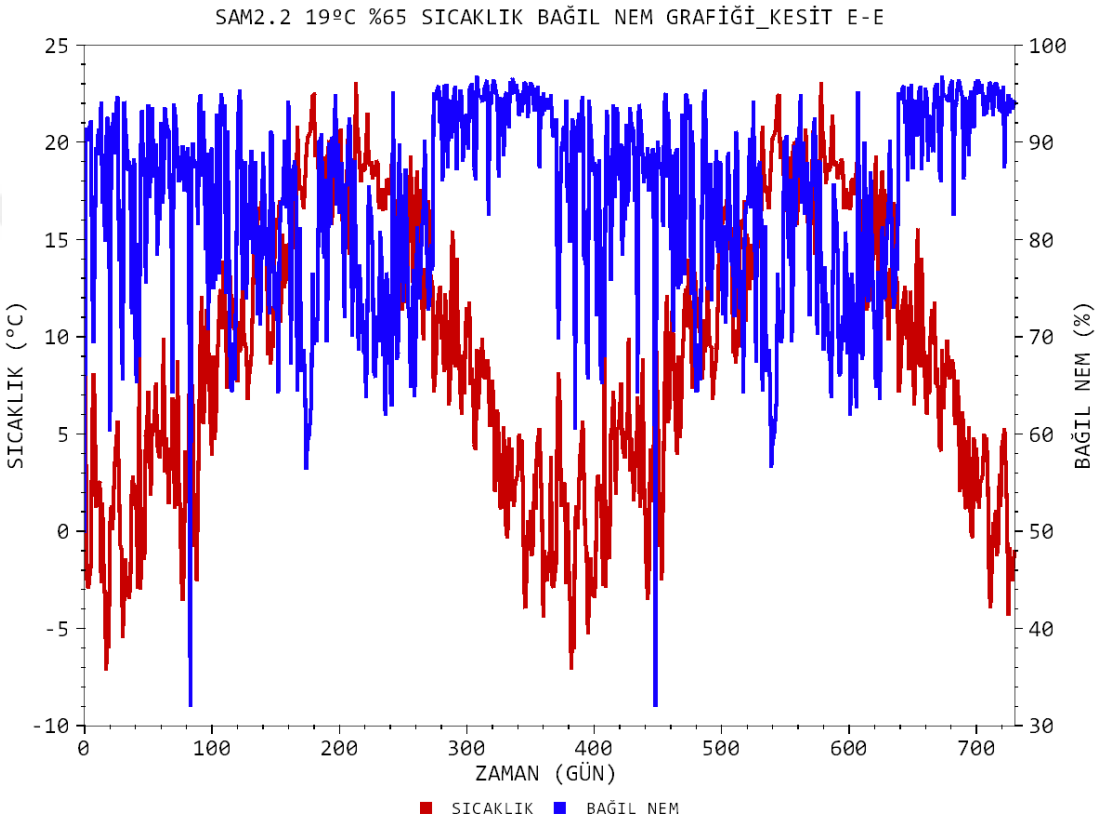


Şekil 5.219 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



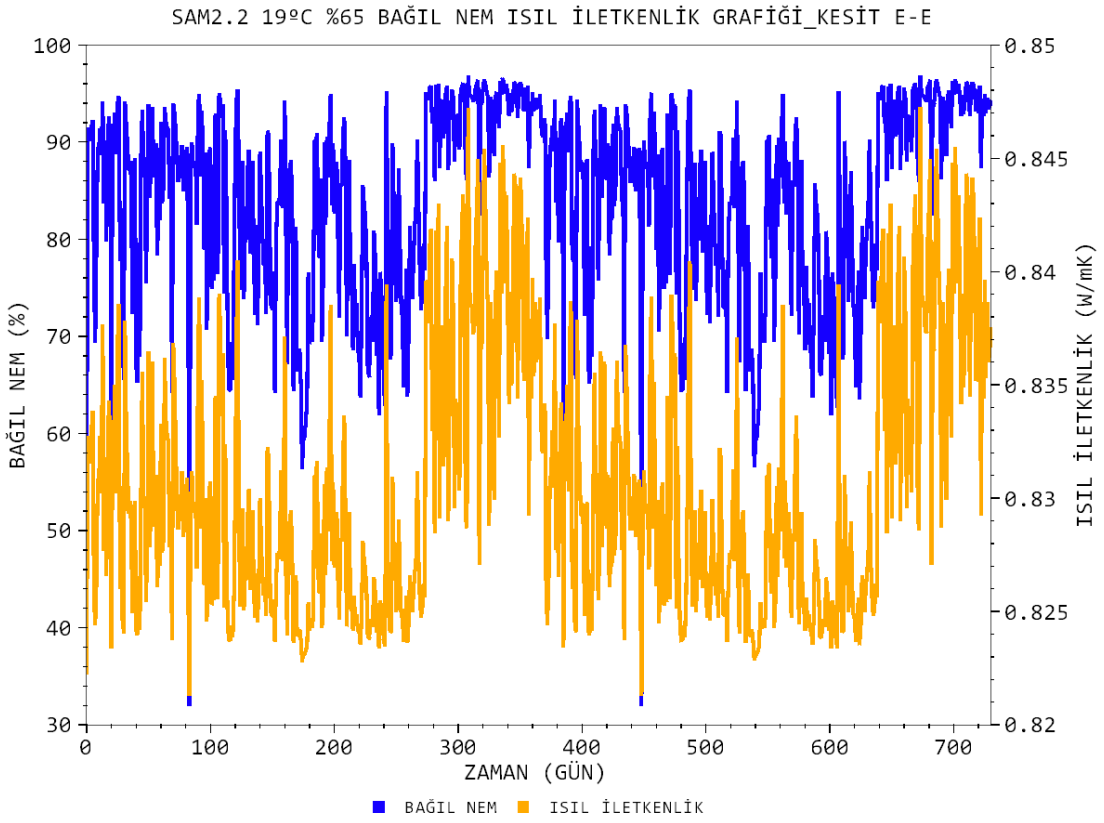
Şekil 5.220 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.221'de SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %60-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %59-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-22°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.221 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği.

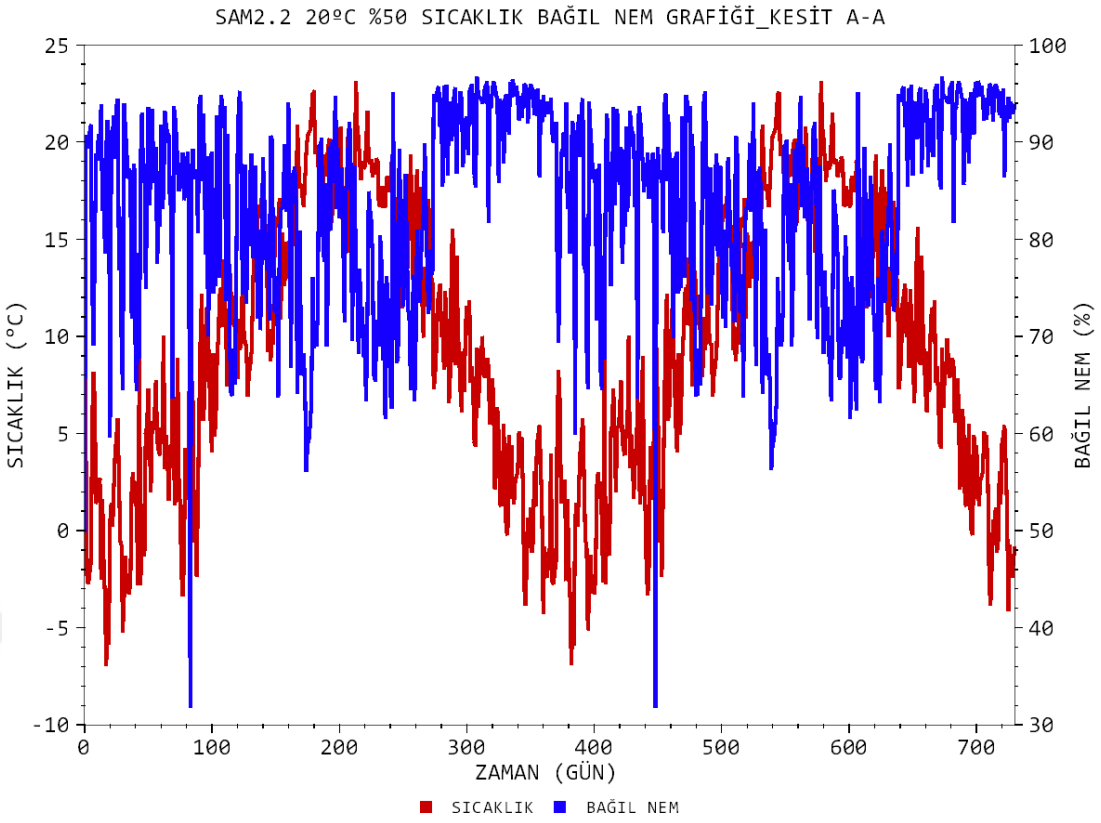
Şekil 5.222'de SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



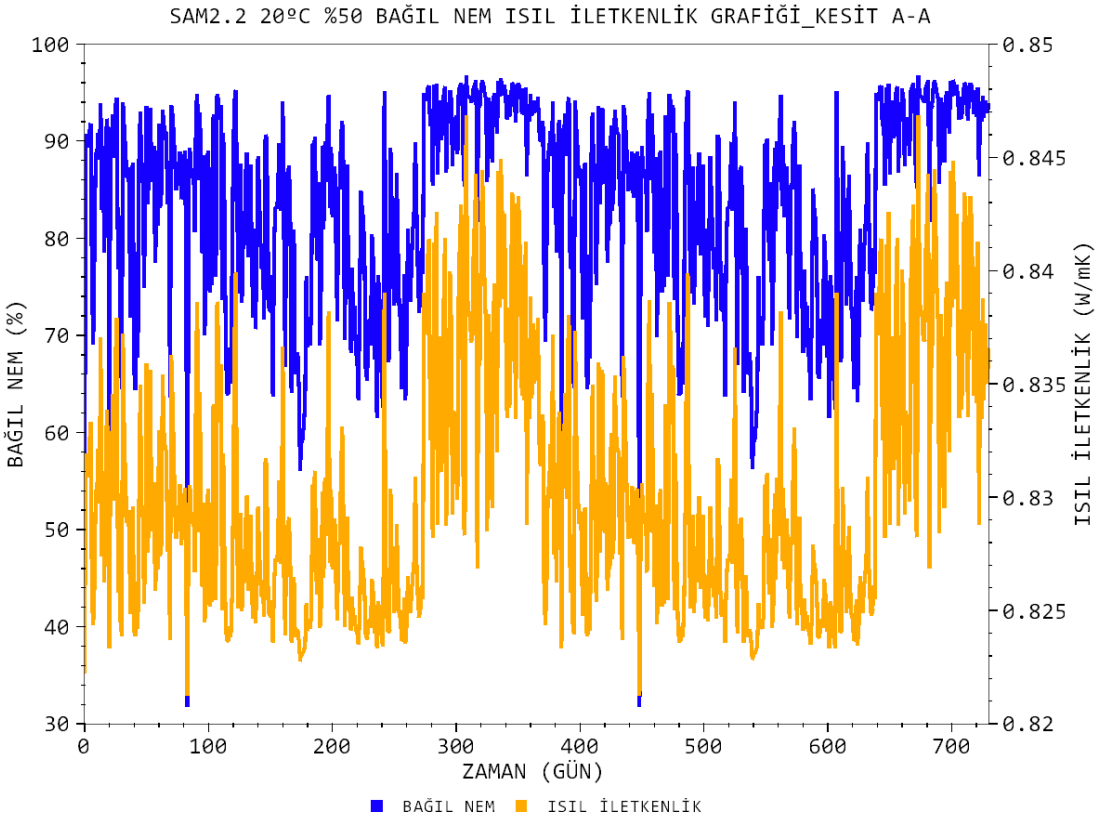
Şekil 5.222 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.223'te SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %59-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -6 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %56-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.224'te SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

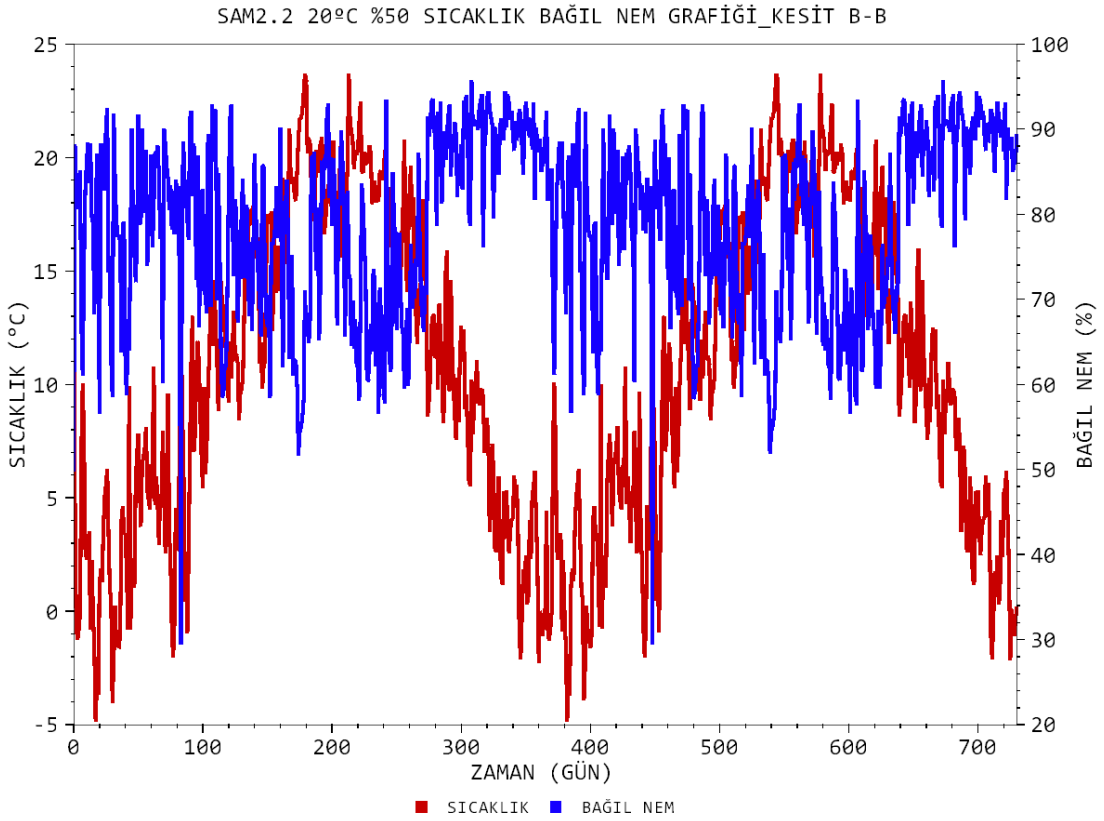


Şekil 5.223 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



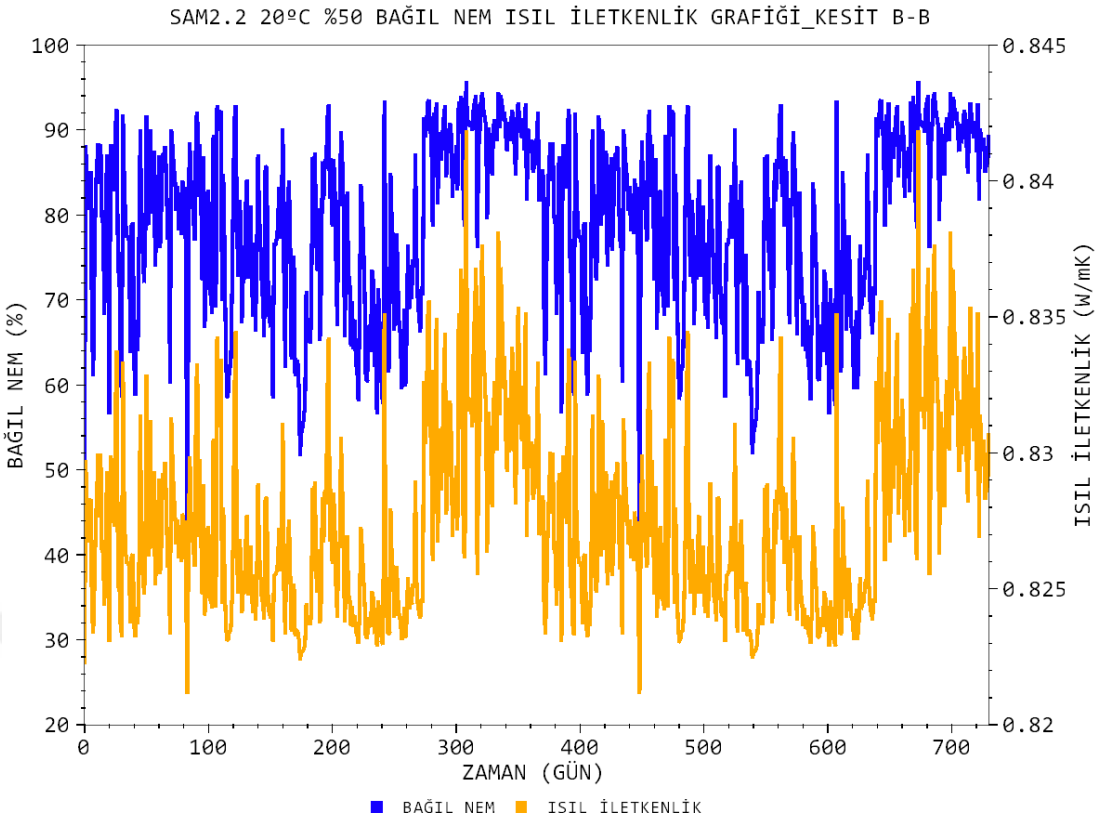
Şekil 5.224 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.225'te SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.225 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

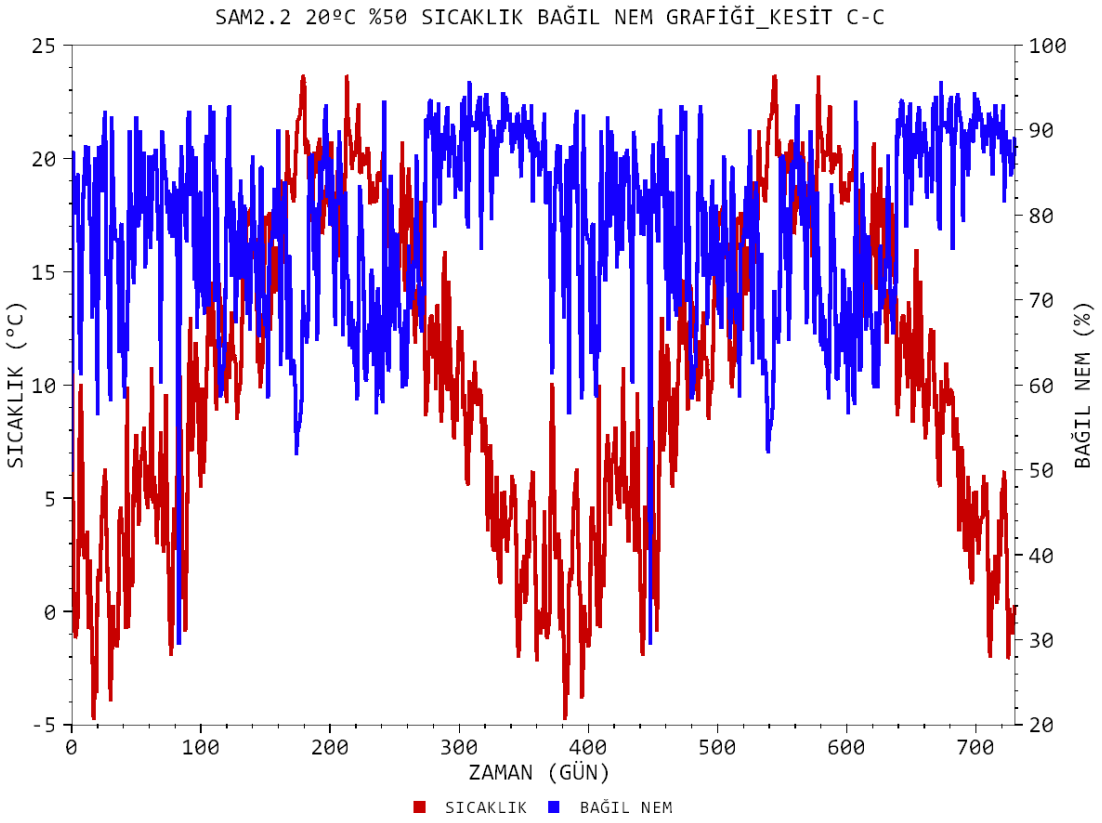
Şekil 5.226'da SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



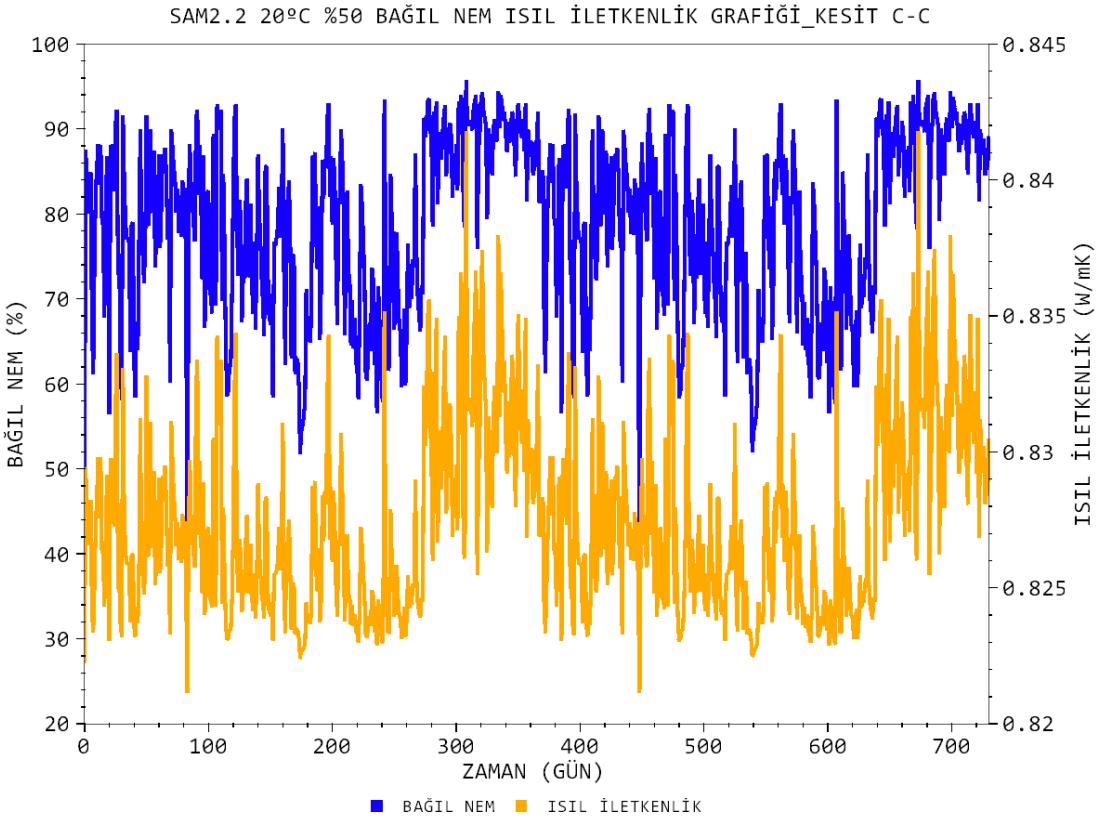
Şekil 5.226 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.227'de SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.228'de SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

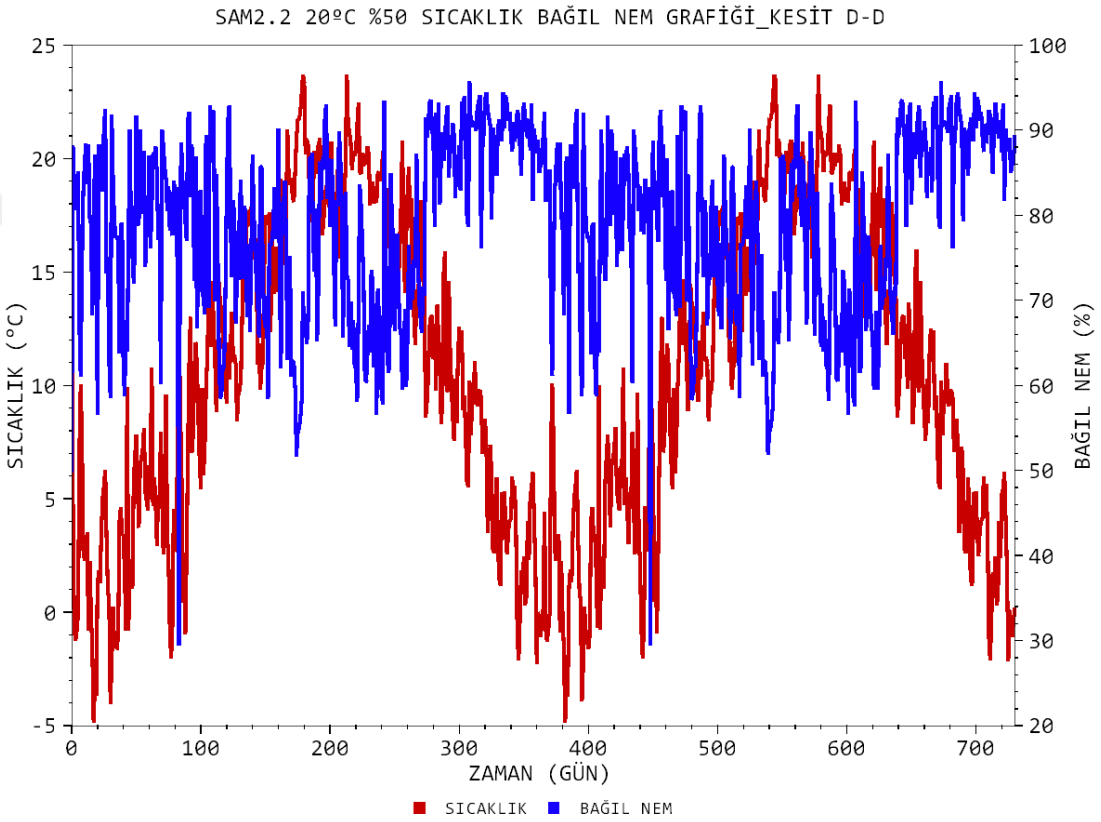


Şekil 5.227 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



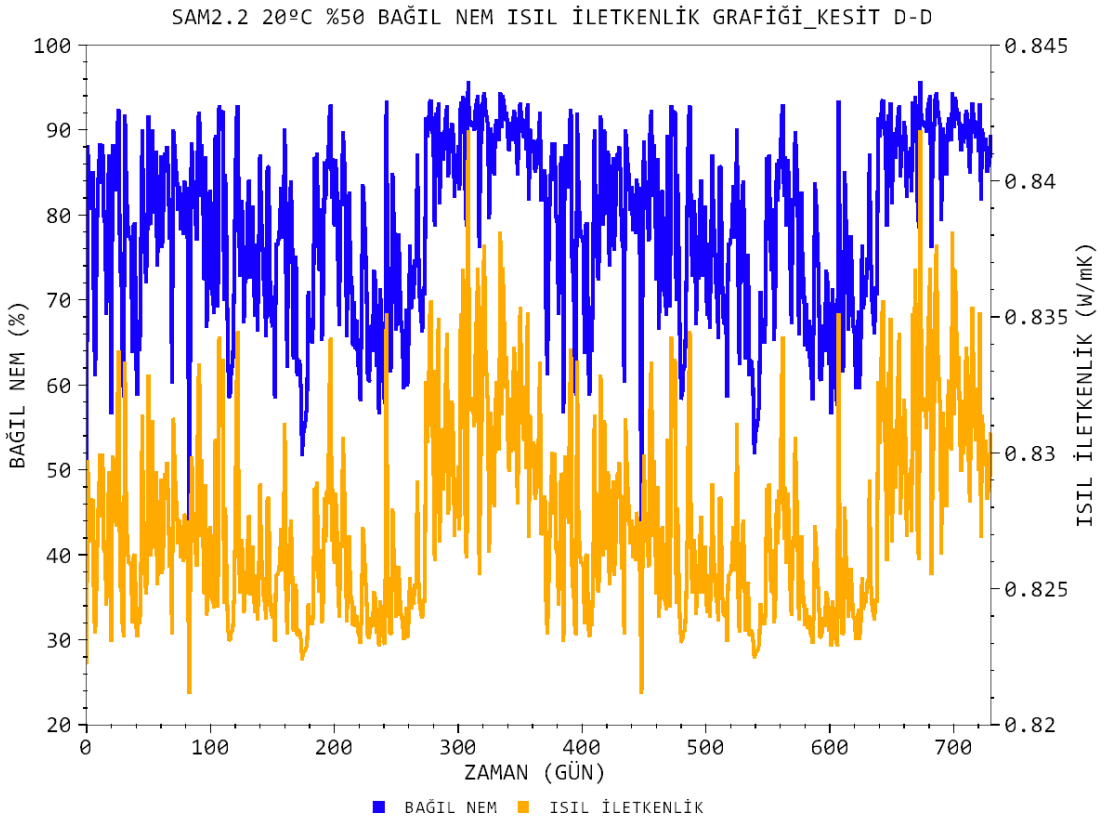
Şekil 5.228 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.229'da SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.229 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.

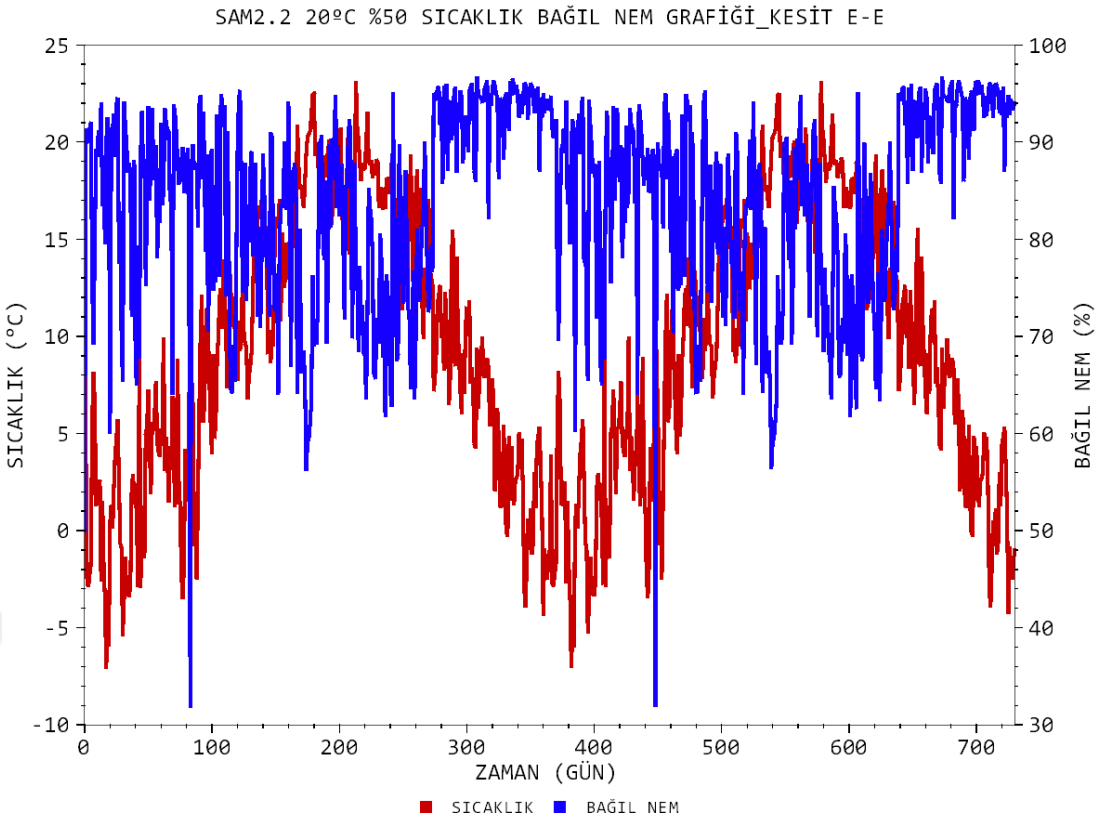
Şekil 5.230'da SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.842 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



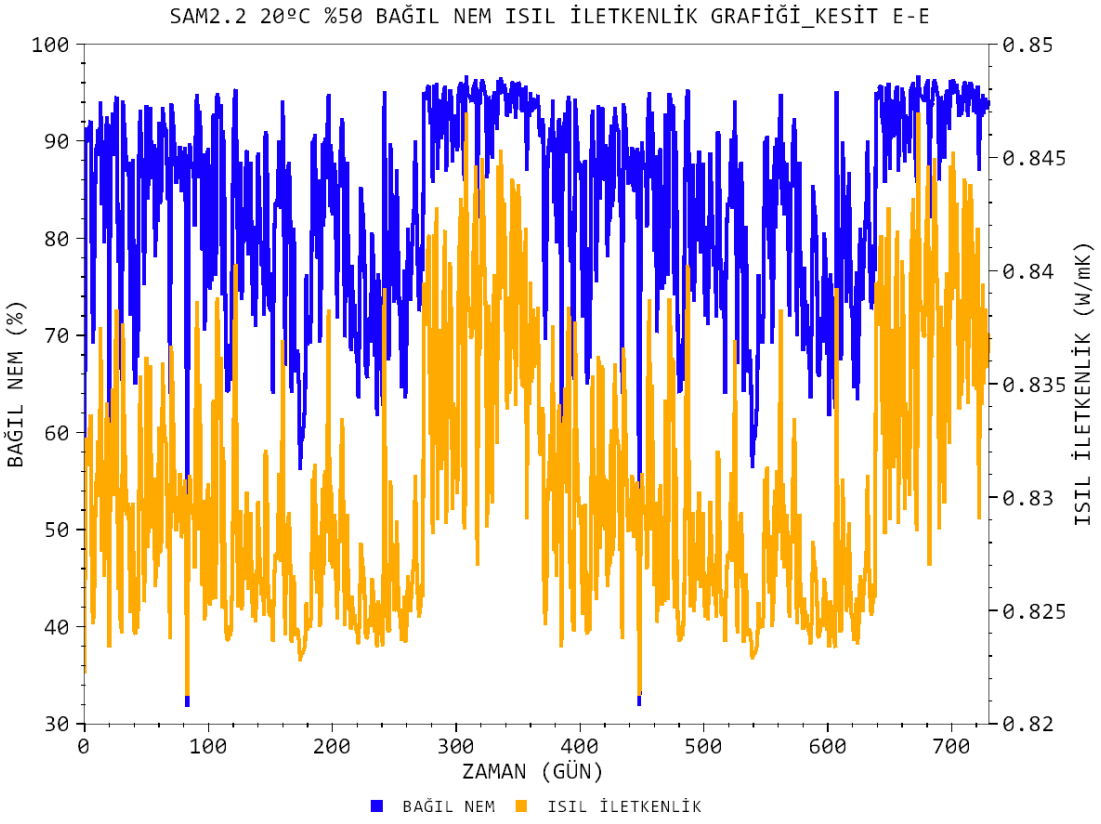
Şekil 5.230 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.231'de SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %59-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %56-95 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-22°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.232'de SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

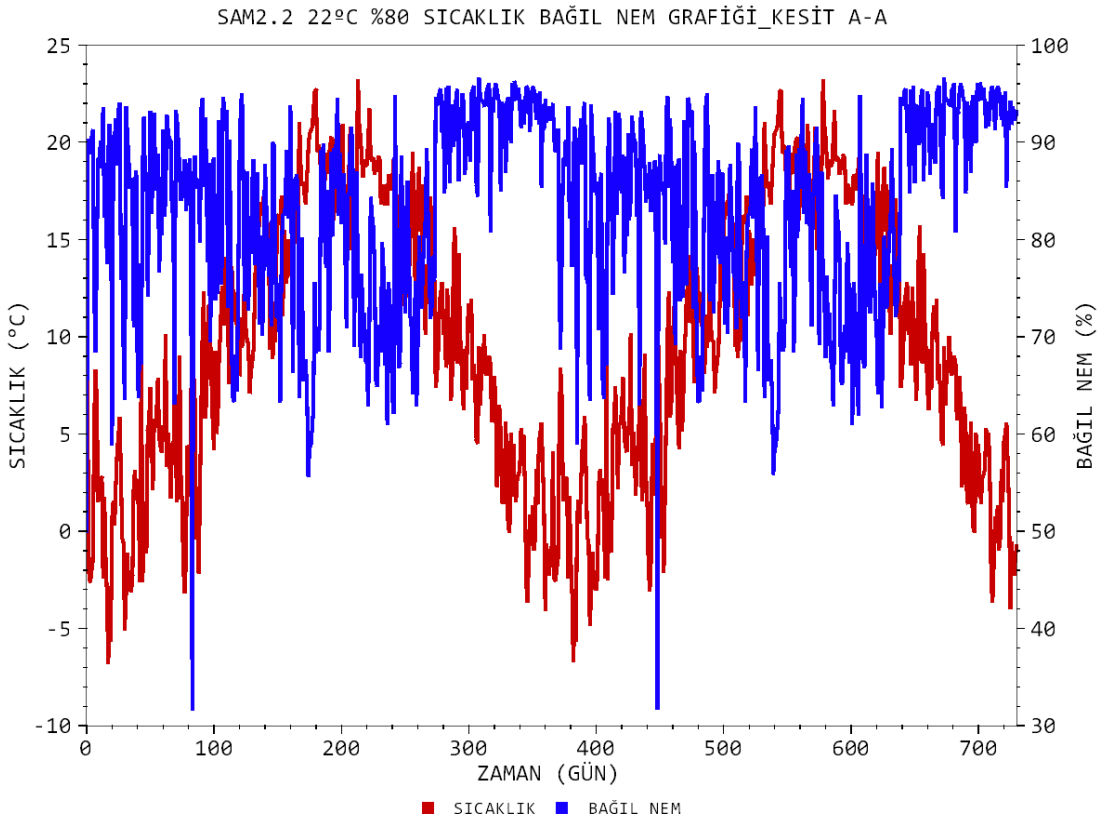


Şekil 5.231 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği.



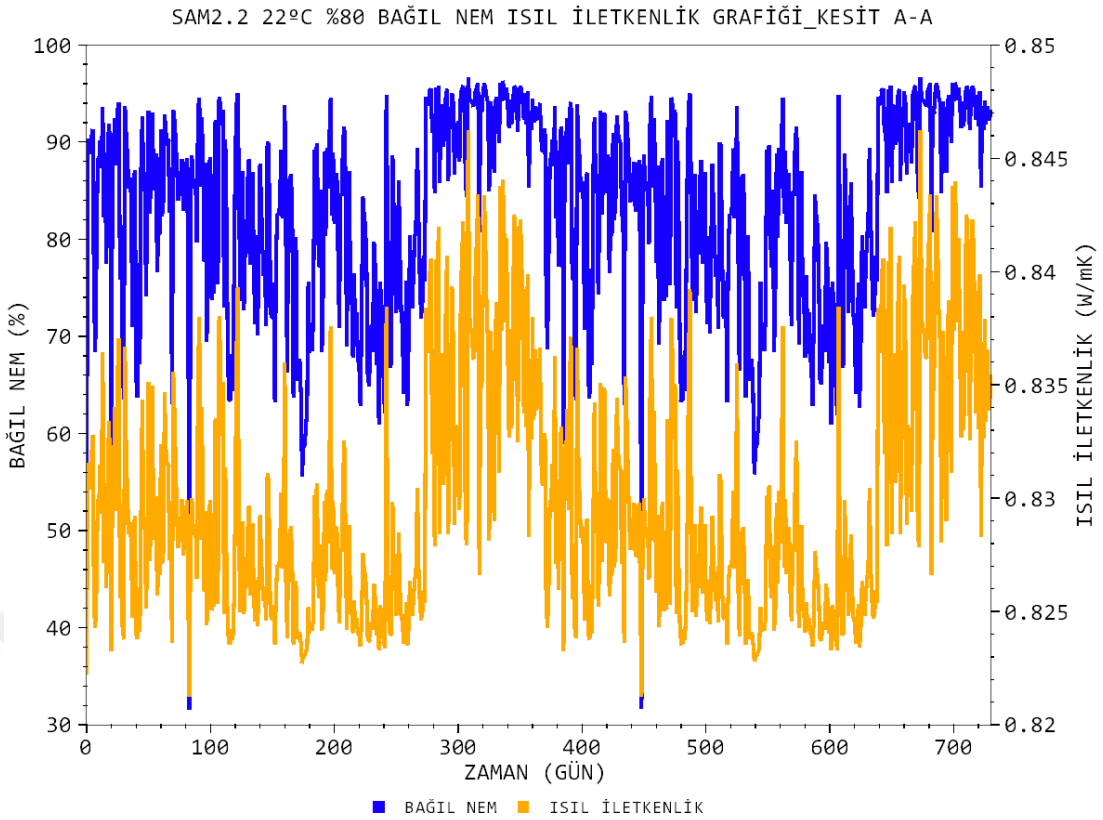
Şekil 5.232 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.233'te SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %58-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -6 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %55-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 11-22°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.233 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

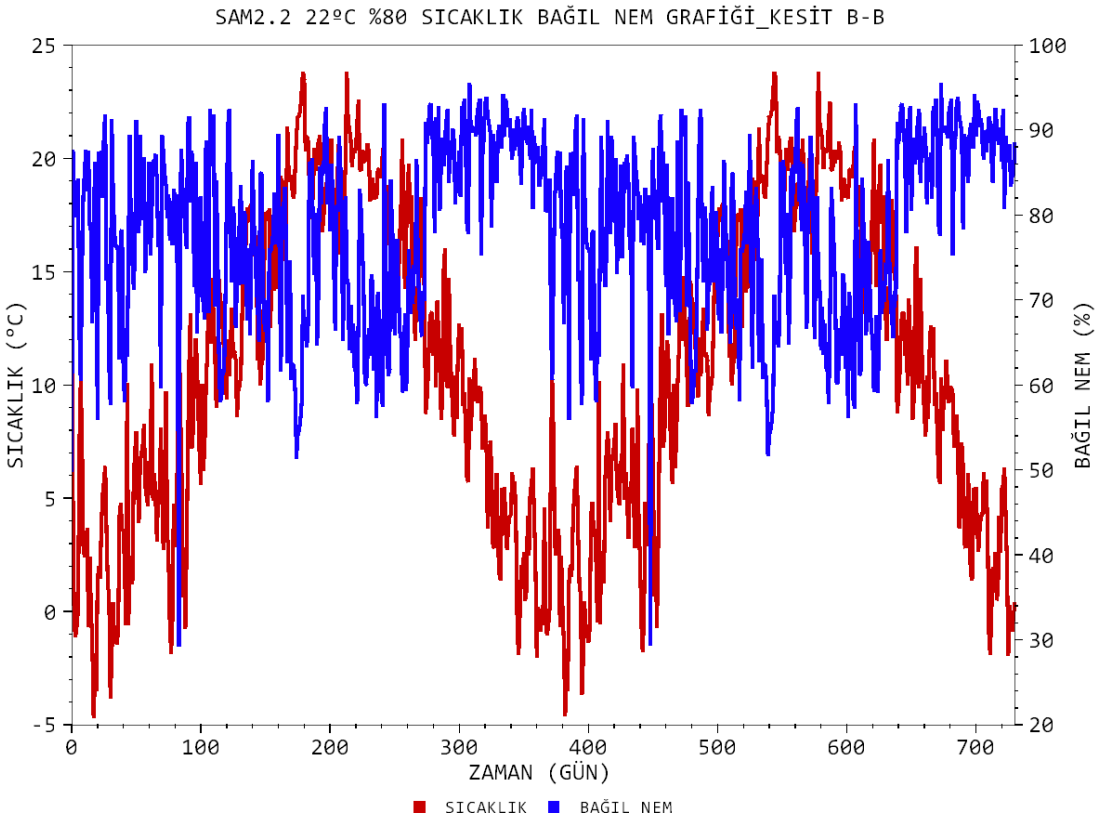
Şekil 5.234'te SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



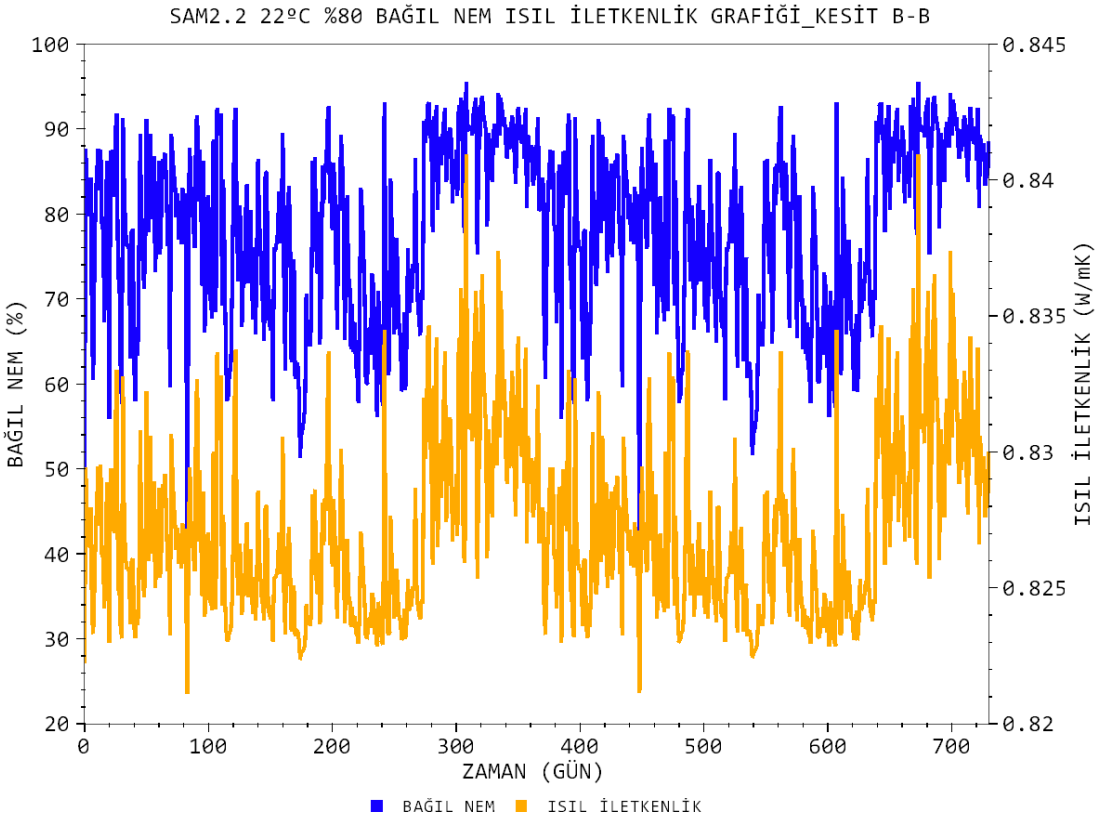
Şekil 5.234 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.235'te SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.236'da SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.841 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

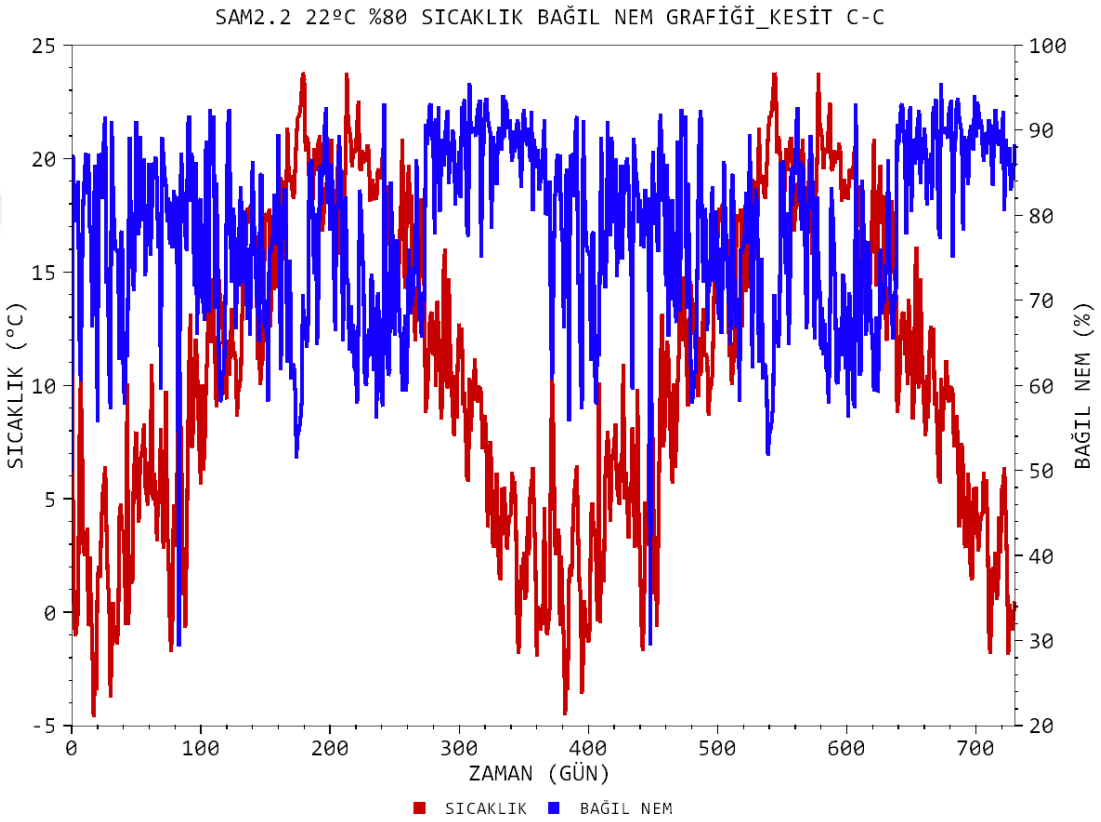


Şekil 5.235 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



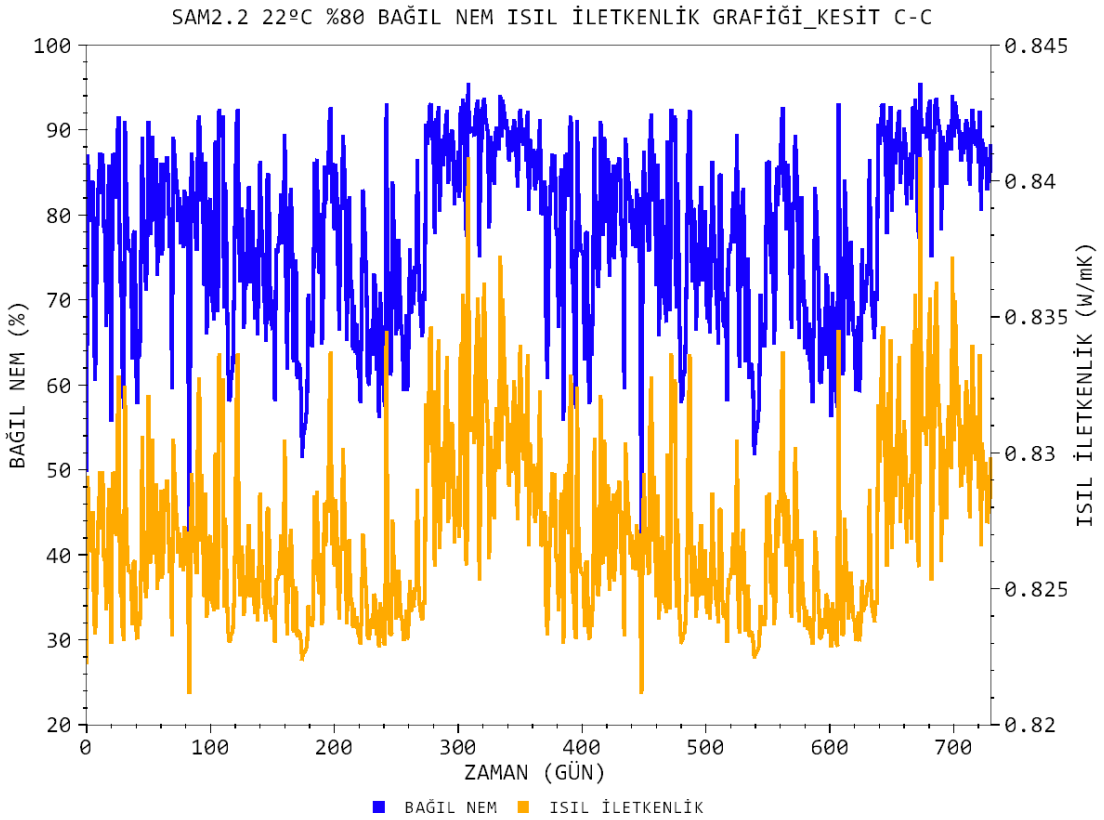
Şekil 5.236 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.237'de SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.237 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

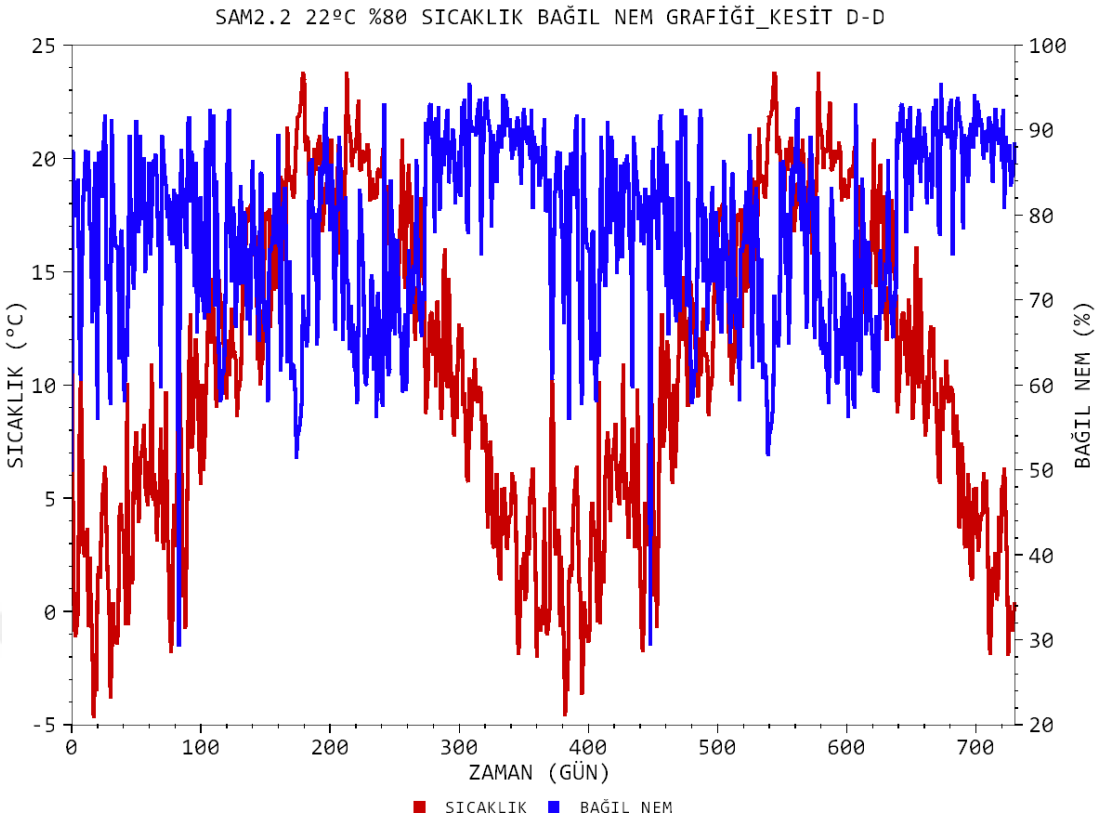
Şekil 5.238'de SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.841 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



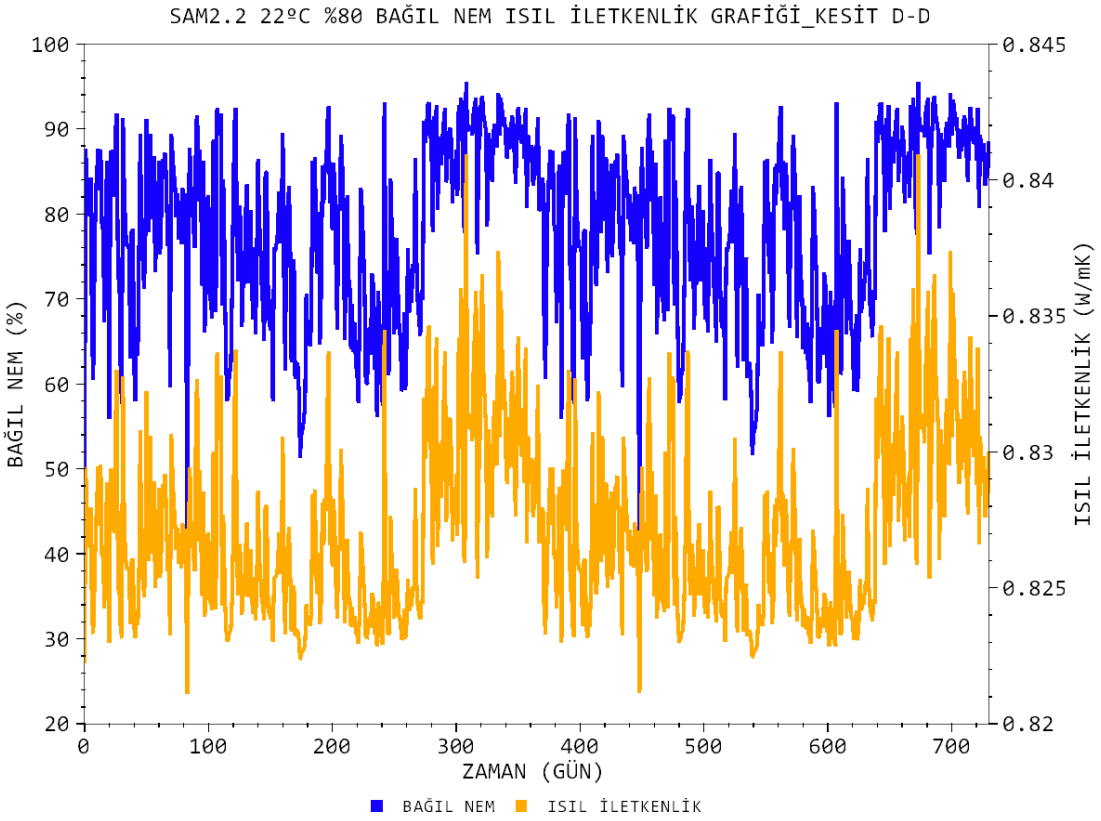
Şekil 5.238 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.239'da SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 10°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %51-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.240'ta SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.841 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

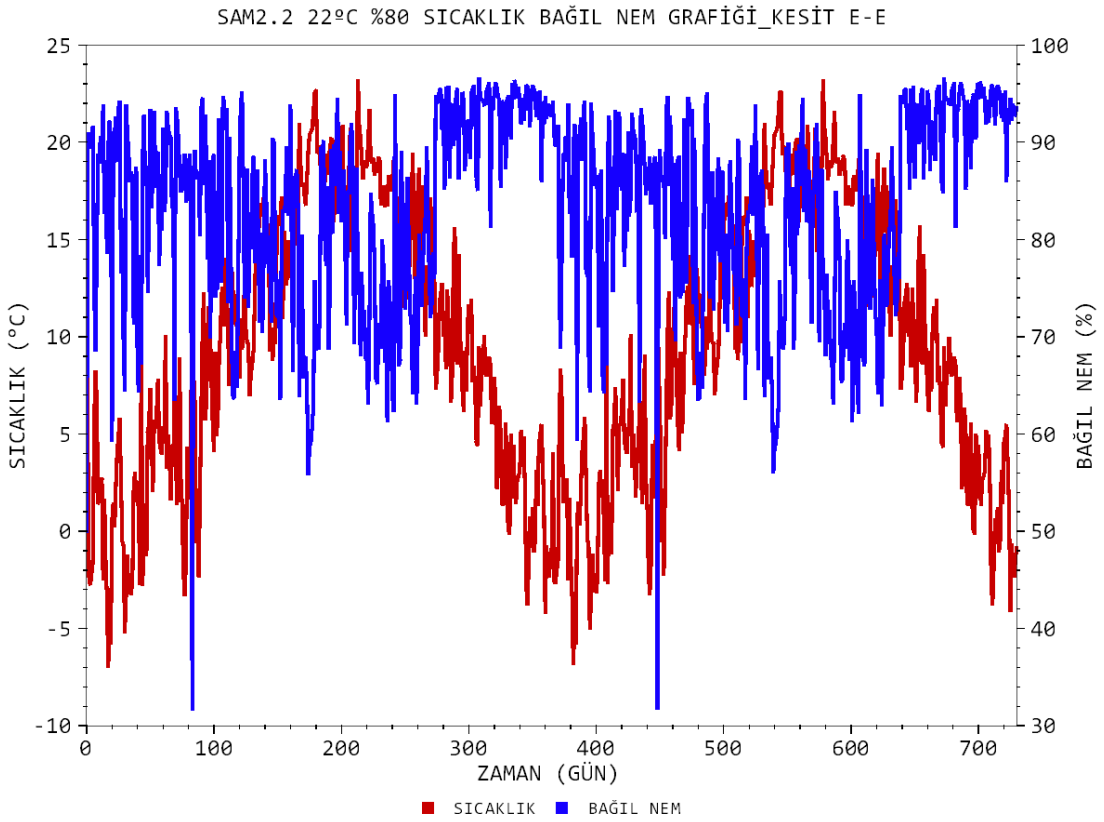


Şekil 5.239 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



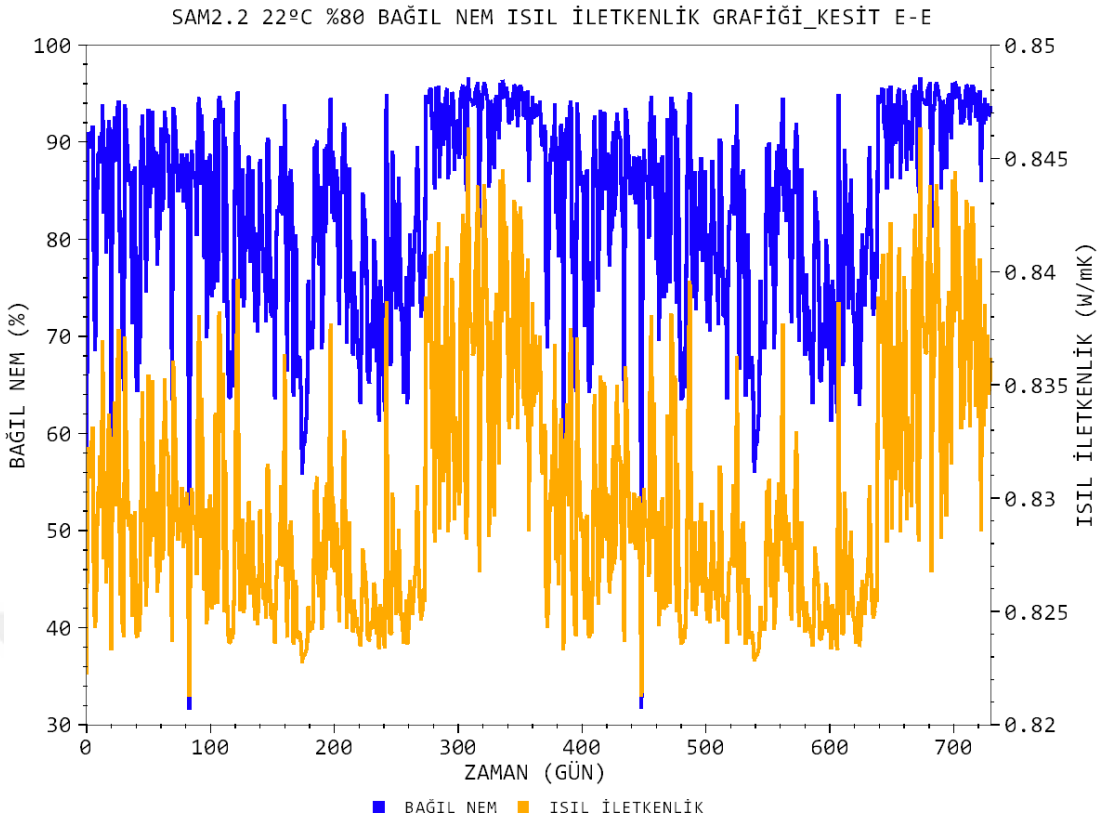
Şekil 5.240 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.241'de SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %59-96 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %55-94 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 10-23°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşılıp %100'e yaklaştığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.241 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği.

Şekil 5.242'de SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.847 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 5.242 : SAM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Sıcaklık ve bağıl nem değişimlerinin ısıl iletkenlik değerine olan etkisi tasarlanan duvar modelleri için incelenmiştir. Duvarların kesitlerinde 1 Mart, 1 Eylül, 1 Haziran ve 1 Aralık 2015 günlerinde sıcaklık, bağıl nem ve ısıl iletkenlik değerleri açıklanarak bu tarihlerdeki U değeri hesaplanmıştır (Çizelge 5.30).

Çizelge 5.30 : Safranbolu modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
SAM1.1 19ºC %65 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	3.85574	81.3724	0.826844	2.36
		Kesit B-B	4.55328	77.7777	0.825956	2.36
		Kesit C-C	4.57318	77.6797	0.825934	2.36
		Kesit D-D	4.55296	77.7813	0.825957	2.36
	01.06.2015	Kesit A-A	15.8938	76.7058	0.825548	2.36
		Kesit B-B	17.247	70.8669	0.824513	2.35
		Kesit C-C	17.2356	70.9273	0.824522	2.35
		Kesit D-D	17.2469	70.8598	0.824512	2.35
	01.09.2015	Kesit A-A	15.3585	83.3955	0.827284	2.36
		Kesit B-B	16.787	77.011	0.8256	2.36
		Kesit C-C	16.7876	77.0096	0.825599	2.36
		Kesit D-D	16.7875	77.0089	0.825599	2.36
	01.12.2015	Kesit A-A	1.62961	96.178	0.844321	2.39
		Kesit B-B	3.28898	94.3615	0.837813	2.38
		Kesit C-C	3.30702	94.3318	0.83774	2.38
		Kesit D-D	3.2882	94.3616	0.837813	2.38
SAM1.1 20ºC %50 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	3.90221	81.075	0.826765	2.36
		Kesit B-B	4.61021	77.4301	0.825878	2.36
		Kesit C-C	4.63242	77.3152	0.825853	2.36
		Kesit D-D	4.60853	77.4359	0.82588	2.36
	01.06.2015	Kesit A-A	15.9432	76.4534	0.825493	2.36
		Kesit B-B	17.316	70.5201	0.824463	2.35
		Kesit C-C	17.3101	70.5703	0.82447	2.35
		Kesit D-D	17.3164	70.5121	0.824462	2.35
	01.09.2015	Kesit A-A	15.403	83.1838	0.8272	2.36
		Kesit B-B	16.8557	76.6464	0.82552	2.36
		Kesit C-C	16.8583	76.6472	0.82552	2.36
		Kesit D-D	16.8572	76.6538	0.825522	2.36
	01.12.2015	Kesit A-A	1.65676	96.1417	0.844142	2.39
		Kesit B-B	3.33536	94.2441	0.83753	2.38
		Kesit C-C	3.34747	94.2095	0.837448	2.38
		Kesit D-D	3.33489	94.245	0.837532	2.38
SAM1.1 22ºC %80 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	4.11082	80.0546	0.826502	2.36
		Kesit B-B	4.84555	76.3394	0.825639	2.36
		Kesit C-C	4.87036	76.222	0.825614	2.36
		Kesit D-D	4.84451	76.3469	0.825641	2.36
	01.06.2015	Kesit A-A	16.1067	75.7439	0.825342	2.36
		Kesit B-B	17.4777	69.9244	0.824376	2.35
		Kesit C-C	17.4702	69.9709	0.824383	2.35
		Kesit D-D	17.4803	69.919	0.824375	2.35
	01.09.2015	Kesit A-A	15.5571	82.5548	0.826982	2.36
		Kesit B-B	17.0166	75.976	0.825376	2.36
		Kesit C-C	17.0196	75.9621	0.825373	2.36
		Kesit D-D	17.0163	75.9758	0.825376	2.36
	01.12.2015	Kesit A-A	1.80425	96.0057	0.843495	2.39
		Kesit B-B	3.50157	93.8805	0.836693	2.38
		Kesit C-C	3.5252	93.8386	0.836602	2.38
		Kesit D-D	3.50181	93.8819	0.836696	2.38
SAM1.2 19ºC %65 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	3.90471	81.125	0.826778	2.43
		Kesit B-B	4.60696	77.4972	0.825893	2.43
		Kesit C-C	4.62925	77.3859	0.825868	2.43
		Kesit D-D	4.60742	77.5016	0.825894	2.43
	01.06.2015	Kesit A-A	15.8768	76.7854	0.825565	2.43
		Kesit B-B	17.2424	70.8883	0.824516	2.42
		Kesit C-C	17.2309	70.9369	0.824524	2.42
		Kesit D-D	17.2412	70.882	0.824516	2.42
	01.09.2015	Kesit A-A	15.3386	83.486	0.82732	2.43
		Kesit B-B	16.7751	77.0753	0.825614	2.43
		Kesit C-C	16.7756	77.0674	0.825612	2.43
		Kesit D-D	16.7752	77.0724	0.825613	2.43
	01.12.2015	Kesit A-A	1.66744	96.1402	0.844134	2.46
		Kesit B-B	3.33763	94.2482	0.83754	2.45
		Kesit C-C	3.36385	94.2061	0.837439	2.45
		Kesit D-D	3.34278	94.2476	0.837538	2.45

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

Çizelge 5.30 (devam) : Safranbolu modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
SAM1.2 20ºC %50 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	3.95116	80.8185	0.826698	2.43
		Kesit B-B	4.66646	77.1382	0.825813	2.43
		Kesit C-C	4.69336	77.0079	0.825785	2.43
		Kesit D-D	4.66412	77.145	0.825815	2.43
	01.06.2015	Kesit A-A	15.9283	76.5198	0.825507	2.43
		Kesit B-B	17.3148	70.5264	0.824464	2.42
		Kesit C-C	17.3066	70.5657	0.824469	2.42
		Kesit D-D	17.3157	70.5204	0.824463	2.42
	01.09.2015	Kesit A-A	15.3859	83.2504	0.827226	2.43
		Kesit B-B	16.8473	76.697	0.825531	2.43
		Kesit C-C	16.8489	76.69	0.82553	2.43
		Kesit D-D	16.8475	76.6893	0.82553	2.43
	01.12.2015	Kesit A-A	1.69654	96.1002	0.843941	2.46
		Kesit B-B	3.38661	94.1199	0.837237	2.45
		Kesit C-C	3.40538	94.074	0.83713	2.45
		Kesit D-D	3.38515	94.1215	0.837241	2.45
SAM1.2 22ºC %80 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	4.17982	79.7099	0.826416	2.43
		Kesit B-B	4.92477	75.9617	0.825559	2.43
		Kesit C-C	4.95391	75.8402	0.825533	2.43
		Kesit D-D	4.92158	75.9745	0.825562	2.43
	01.06.2015	Kesit A-A	16.1034	75.7688	0.825347	2.43
		Kesit B-B	17.4868	69.8978	0.824372	2.42
		Kesit C-C	17.4798	69.9297	0.824377	2.42
		Kesit D-D	17.4857	69.8944	0.824372	2.42
	01.09.2015	Kesit A-A	15.545	82.6096	0.826998	2.43
		Kesit B-B	17.0157	75.984	0.825378	2.43
		Kesit C-C	17.02922	75.9593	0.825373	2.43
		Kesit D-D	17.0153	75.9822	0.825378	2.43
	01.12.2015	Kesit A-A	1.85224	95.9505	0.84324	2.46
		Kesit B-B	3.56597	93.7233	0.836354	2.44
		Kesit C-C	3.59458	93.668	0.836236	2.44
		Kesit D-D	3.56316	93.7247	0.836357	2.44
SAM2.1 19ºC %65 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	3.78878	81.761	0.826949	2.17
		Kesit B-B	4.40702	78.555	0.826136	2.17
		Kesit C-C	4.43847	78.3873	0.826096	2.17
		Kesit D-D	4.40563	78.5565	0.826136	2.17
		Kesit E-E	3.72116	82.1166	0.827047	2.17
	01.06.2015	Kesit A-A	15.5956	63.8176	0.825468	2.17
		Kesit B-B	17.2561	70.8273	0.824508	2.17
		Kesit C-C	17.2372	70.9047	0.824519	2.17
		Kesit D-D	17.2538	70.8246	0.824507	2.17
		Kesit E-E	15.9092	76.6256	0.82553	2.17
	01.09.2015	Kesit A-A	15.4727	82.926	0.827099	2.17
		Kesit B-B	16.8192	76.8591	0.825567	2.17
		Kesit C-C	16.8258	76.831	0.82556	2.17
		Kesit D-D	16.8182	76.8618	0.825567	2.17
		Kesit E-E	15.3829	83.2841	0.82724	2.17
	01.12.2015	Kesit A-A	1.55568	96.2604	0.844735	2.20
		Kesit B-B	3.14649	94.6572	0.838552	2.19
		Kesit C-C	3.16861	94.6161	0.838446	2.19
		Kesit D-D	3.14686	94.6575	0.838552	2.19
		Kesit E-E	1.49466	96.3052	0.839254	2.19

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

Çizelge 5.30 (devam) : Safranbolu modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
		Kesit A-A	3.83002	81.4734	0.826871	2.17
		Kesit B-B	4.45082	78.26	0.826067	2.17
	01.03.2015	Kesit C-C	4.48929	78.0646	0.826021	2.17
		Kesit D-D	4.45345	78.2547	0.826065	2.17
		Kesit E-E	3.75962	81.8672	0.826978	2.17
		Kesit A-A	16.0157	76.1131	0.82542	2.17
		Kesit B-B	17.3173	70.5266	0.824464	2.17
	01.06.2015	Kesit C-C	17.3039	70.592	0.824473	2.17
		Kesit D-D	17.3158	70.5267	0.824464	2.17
SAM2.1		Kesit E-E	15.95	76.4133	0.825484	2.17
20ºC %50 bağıl nem		Kesit A-A	15.5122	82.7352	0.827034	2.17
		Kesit B-B	16.8772	76.5532	0.8255	2.17
	01.09.2015	Kesit C-C	16.886	76.5183	0.825493	2.17
		Kesit D-D	16.8769	76.5565	0.825501	2.17
		Kesit E-E	15.4186	83.112	0.827172	2.17
		Kesit A-A	1.58618	96.2251	0.844557	2.20
		Kesit B-B	3.18005	94.5699	0.83833	2.19
	01.12.2015	Kesit C-C	3.20576	94.523	0.838212	2.19
		Kesit D-D	3.18219	94.5696	0.838329	2.19
		Kesit E-E	1.52189	96.2718	0.844795	2.20
		Kesit A-A	4.00702	80.6266	0.826648	2.17
		Kesit B-B	4.6397	77.3683	0.825864	2.17
	01.03.2015	Kesit C-C	4.68295	77.1599	0.825818	2.17
		Kesit D-D	4.64119	77.3663	0.825864	2.17
		Kesit E-E	3.92445	81.0321	0.826754	2.17
		Kesit A-A	16.1586	75.5066	0.825292	2.17
		Kesit B-B	17.4514	70.0161	0.824389	2.17
	01.06.2015	Kesit C-C	17.4403	70.0768	0.824398	2.17
		Kesit D-D	17.4528	70.0173	0.82439	2.17
SAM2.1		Kesit E-E	16.091	75.7992	0.825353	2.17
22ºC %80 bağıl nem		Kesit A-A	15.6509	82.0985	0.826855	2.17
		Kesit B-B	17.0143	75.98	0.825377	2.17
	01.09.2015	Kesit C-C	17.0264	75.929	0.825366	2.17
		Kesit D-D	17.0145	75.9797	0.825377	2.17
		Kesit E-E	15.5533	82.5632	0.826985	2.17
		Kesit A-A	1.71232	96.1102	0.843988	2.20
		Kesit B-B	3.32989	94.2918	0.837644	2.19
	01.12.2015	Kesit C-C	3.35062	94.2398	0.837519	2.19
		Kesit D-D	3.32678	94.2919	0.837644	2.19
		Kesit E-E	1.64672	96.1595	0.84423	2.20
		Kesit A-A	3.82265	81.5727	0.826898	2.23
		Kesit B-B	4.44226	78.3621	0.82609	2.23
	01.03.2015	Kesit C-C	4.47849	78.1737	0.826046	2.23
		Kesit D-D	4.4416	78.3638	0.826091	2.23
		Kesit E-E	3.75189	81.9503	0.827001	2.23
		Kesit A-A	15.9623	76.3993	0.825481	2.23
		Kesit B-B	17.2547	70.8339	0.824508	2.23
	01.06.2015	Kesit C-C	17.2391	70.9024	0.824519	2.23
		Kesit D-D	17.2546	70.8336	0.824508	2.23
SAM2.2		Kesit E-E	15.8954	76.6827	0.825543	2.23
19ºC %65 bağıl nem		Kesit A-A	15.4527	83.0068	0.82713	2.23
		Kesit B-B	16.808	76.9107	0.825578	2.23
	01.09.2015	Kesit C-C	16.8144	76.8843	0.825572	2.23
		Kesit D-D	16.8081	76.9106	0.825578	2.23
		Kesit E-E	15.3673	83.3524	0.827267	2.23
		Kesit A-A	1.59173	96.2258	0.84456	2.26
		Kesit B-B	3.18255	94.5829	0.838362	2.25
	01.12.2015	Kesit C-C	3.21	94.5314	0.838233	2.25
		Kesit D-D	3.18229	94.5829	0.838362	2.25
		Kesit E-E	1.52427	96.2758	0.844815	2.26

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

Çizelge 5.30 (devam) : Safranbolu modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

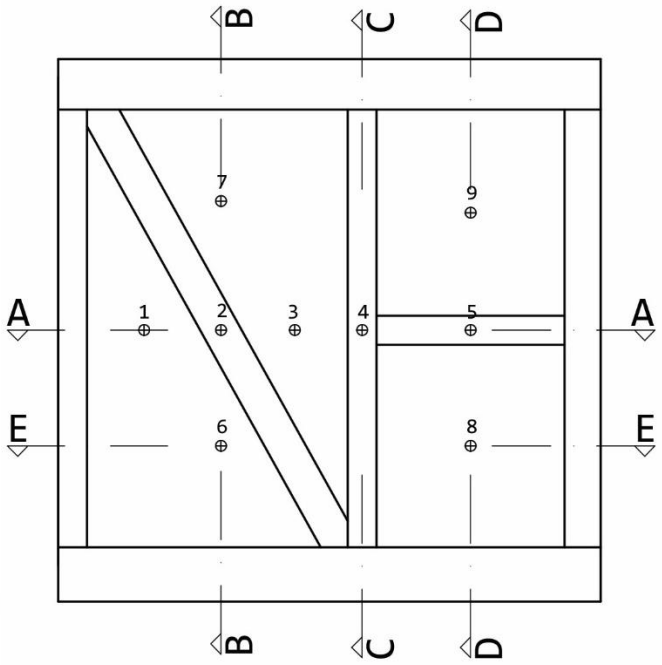
Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
		Kesit A-A	3.8605	81.2754	0.826819	2.23
		Kesit B-B	4.48874	78.06	0.82602	2.23
	01.03.2015	Kesit C-C	4.5321	77.8395	0.82597	2.23
		Kesit D-D	4.49156	78.0546	0.826019	2.23
		Kesit E-E	3.7911	81.6927	0.826931	2.23
		Kesit A-A	16.0095	76.1604	0.82543	2.23
		Kesit B-B	17.3159	70.522	0.824463	2.23
	01.06.2015	Kesit C-C	17.3074	70.576	0.824471	2.23
		Kesit D-D	17.315	70.522	0.824463	2.23
SAM2.2		Kesit E-E	15.9414	76.4594	0.825494	2.23
20ºC %50 bağıl nem		Kesit A-A	15.4961	82.8227	0.827059	2.23
		Kesit B-B	16.8689	76.594	0.825509	2.23
	01.09.2015	Kesit C-C	16.8774	76.5553	0.825501	2.23
		Kesit D-D	16.8692	76.59	0.825508	2.23
		Kesit E-E	15.4046	83.1701	0.827195	2.23
		Kesit A-A	1.61922	96.1901	0.844381	2.26
		Kesit B-B	3.22168	94.4901	0.83813	2.25
	01.12.2015	Kesit C-C	3.25155	94.4318	0.837985	2.25
		Kesit D-D	3.22051	94.4903	0.83813	2.25
		Kesit E-E	1.55033	96.2419	0.844643	2.26
		Kesit A-A	4.05533	80.3713	0.826583	2.23
		Kesit B-B	4.69107	77.1065	0.825806	2.23
	01.03.2015	Kesit C-C	4.73887	76.8769	0.825756	2.23
		Kesit D-D	4.69111	77.1065	0.825806	2.23
		Kesit E-E	3.96978	80.8022	0.826694	2.23
		Kesit A-A	16.1549	75.5283	0.825297	2.23
		Kesit B-B	17.4603	69.9894	0.824386	2.23
	01.06.2015	Kesit C-C	17.4505	70.0286	0.824391	2.23
		Kesit D-D	17.459	69.9887	0.824386	2.23
SAM2.2		Kesit E-E	16.0889	75.8196	0.825358	2.23
22ºC %80 bağıl nem		Kesit A-A	15.639	82.1572	0.826871	2.23
		Kesit B-B	17.0123	75.9883	0.825379	2.23
	01.09.2015	Kesit C-C	17.0246	75.9387	0.825368	2.23
		Kesit D-D	17.0126	75.9879	0.825379	2.23
		Kesit E-E	15.5442	82.6111	0.826998	2.23
		Kesit A-A	1.75776	96.0675	0.843784	2.26
		Kesit B-B	3.3715	94.1866	0.837393	2.25
	01.12.2015	Kesit C-C	3.40809	94.1191	0.837234	2.25
		Kesit D-D	3.37049	94.1868	0.837394	2.25
		Kesit E-E	1.685	96.1252	0.84406	2.26

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

5.3.3 Sivrihisar

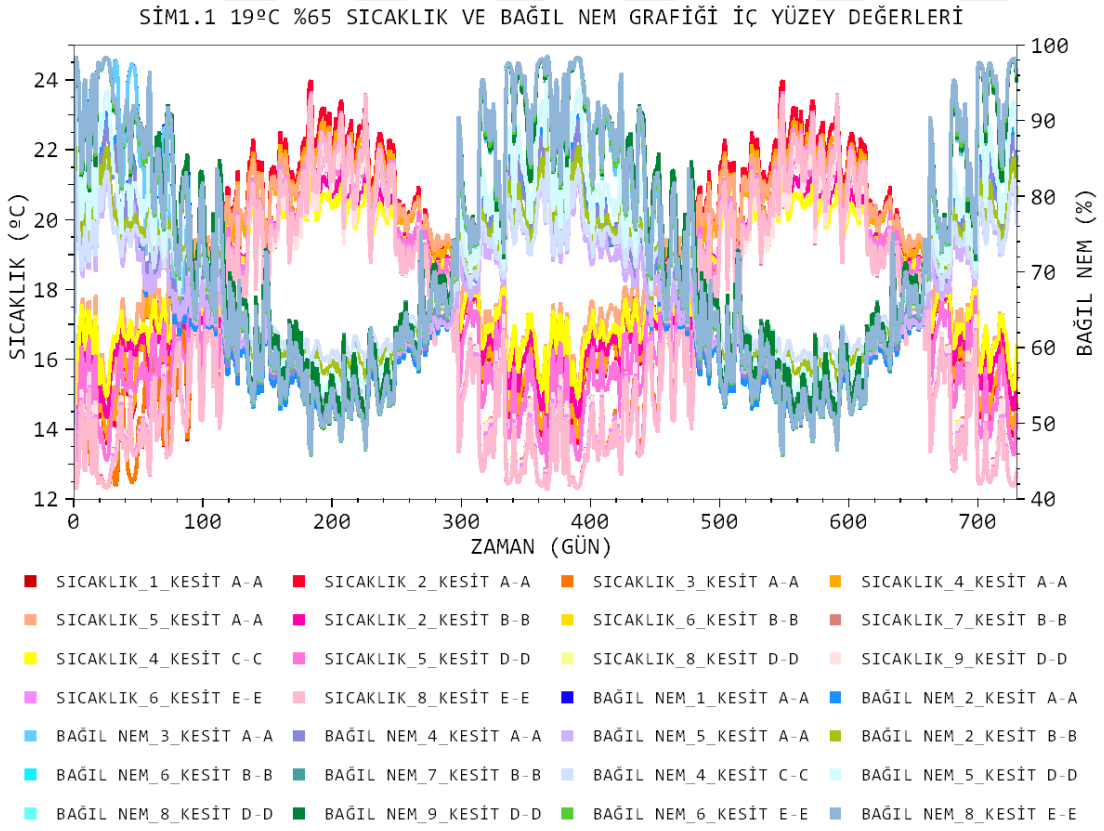
Açıklandığı üzere, Sivrihisar, Eskişehir için iki farklı duvar tipi ve her bir duvar tipi için 2 farklı katmanlaşma tasarlanmıştır. Buna göre belirlenen kritik noktalardan geçen kesitler için 2 yıl (01.01.2014 - 01.01.2016) süreyle Sivrihisar iklim verileri kullanılarak yapılan simülasyonlar sonucunda sıcaklık ve bağıl nem değerlerine dair veriler elde edilmiştir.

Şekil 5.243'te SİM1.1 ve SİM1.2 için belirlenen ölçüm noktaları gösterilmektedir.



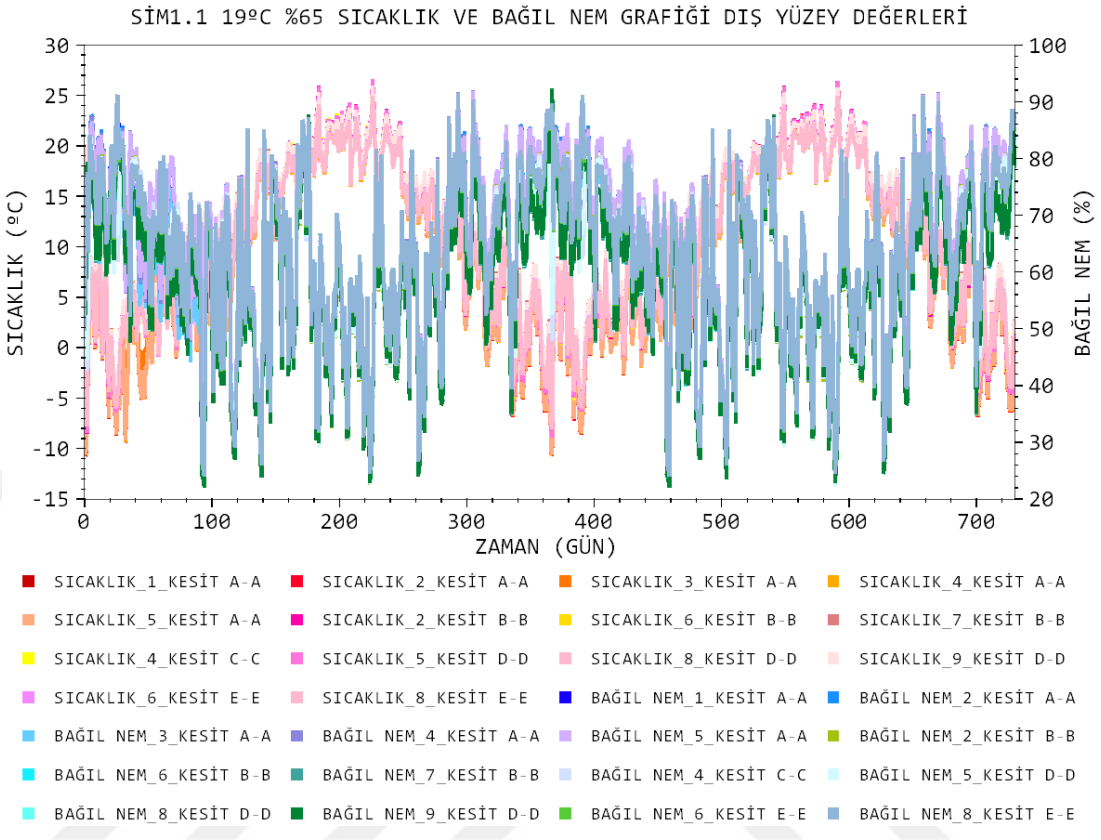
Şekil 5.243 : SİM1.1 ve SİM1.2 için belirlenen ölçüm noktaları.

Şekil 5.244'te SİM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.244 : SİM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.245'te SİM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.245 : SİM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Çizelge 5.31'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

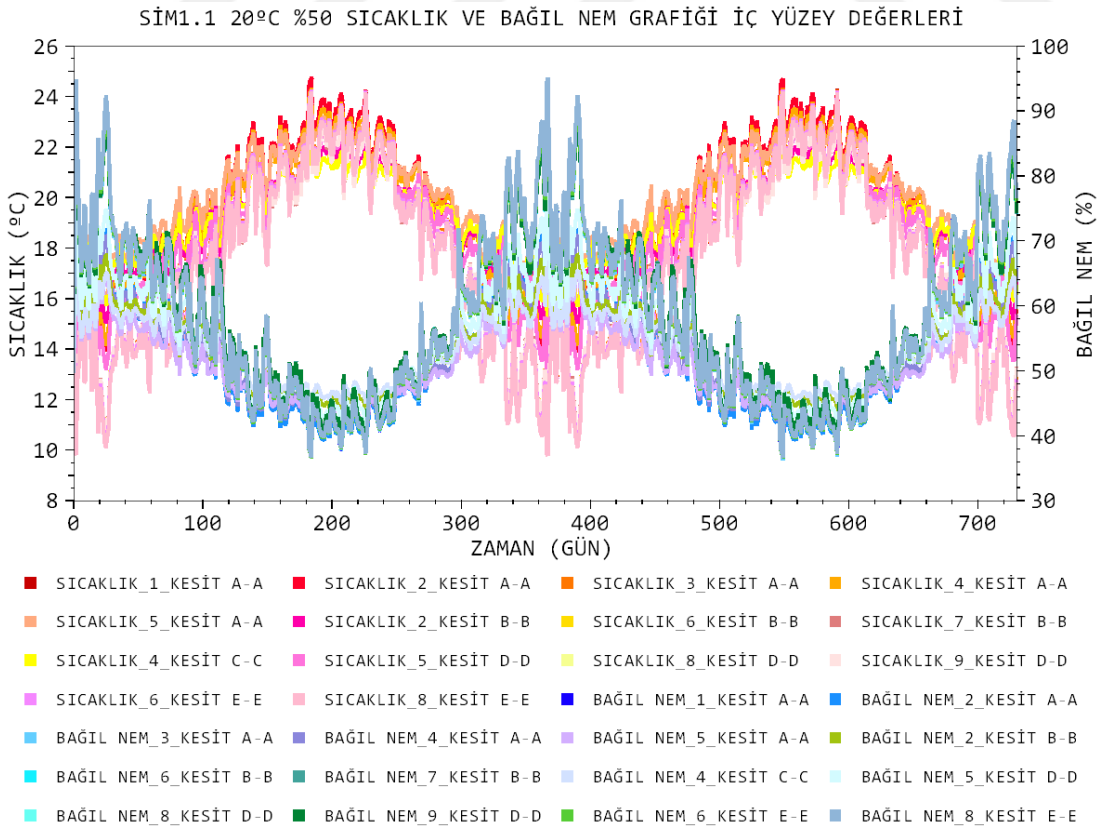
Çizelge 5.31 : SİM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	12-14	72-98	18-23	45-64	-7-8	39-86	13-25	24-84
2 (Kesit A-A)	13-16	69-92	19-23	47-61	-10-7	49-87	12-23	24-85
2 (Kesit B-B)	14-17	71-88	19-21	54-63	-8-9	40-83	13-26	22-84
3 (Kesit A-A)	12-14	76-98	18-23	46-64	-7-9	39-85	13-25	31-83
4 (Kesit A-A)	13-16	69-91	19-23	48-62	-10-7	43-86	12-25	24-85
4 (Kesit C-C)	14-17	70-85	19-21	57-64	-8-9	40-81	13-24	22-85
5 (Kesit A-A)	14-17	67-84	19-22	51-62	-10-7	44-86	12-23	24-85
5 (Kesit D-D)	13-16	75-95	18-21	51-65	-8-9	39-86	13-26	24-84
6 (Kesit B-B)	12-14	80-98	18-23	47-65	-6-10	46-89	14-25	22-84
6 (Kesit E-E)	12-14	81-98	18-23	45-64	-8-8	49-90	13-24	24-87
7 (Kesit B-B)	12-15	82-98	18-23	47-65	-6-10	35-85	14-25	22-87
8 (Kesit D-D)	12-15	80-98	18-23	47-65	-6-10	35-91	14-25	22-87
8 (Kesit E-E)	12-14	81-98	17-23	45-64	-6-8	39-91	13-24	24-86
9 (Kesit D-D)	12-15	80-98	18-23	47-65	-6-10	39-86	14-24	24-84

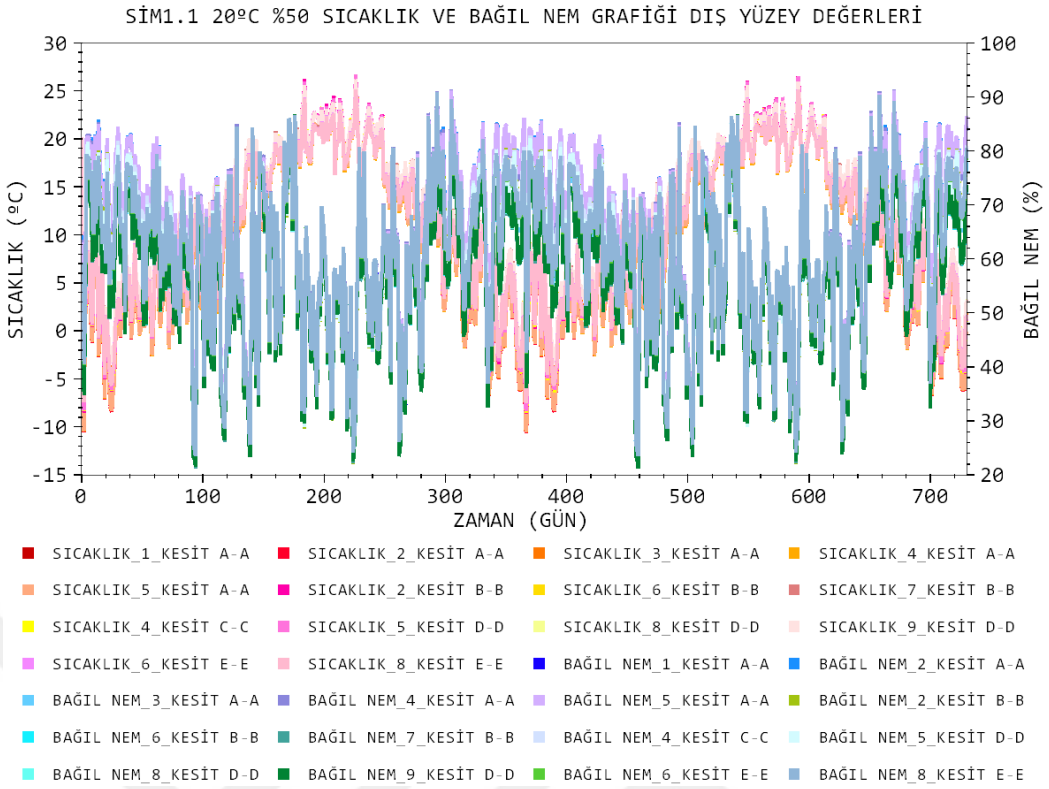
Şekil 5.246'da SİM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.247'de SİM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. İç ve dış yüzey sıcaklık bağıl nem değerlerine göre, Çizelge 5.32'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.32 : SİM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey)		Yaz Ayları (İç Yüzey)		Kış Ayları (Dış Yüzey)		Yaz Ayları (Dış Yüzey)	
	Sıcaklık (ºC)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (ºC)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (ºC)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (ºC)	Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	9-15	63-94	18-24	36-51	-7-9	42-78	13-25	27-83
2 (Kesit A-A)	13-17	57-73	20-24	38-46	-8-8	43-85	12-23	24-85
2 (Kesit B-B)	14-17	56-68	19-22	43-50	-8-9	40-81	13-26	22-85
3 (Kesit A-A)	9-15	63-94	18-23	36-51	-7-9	37-78	13-25	23-83
4 (Kesit A-A)	13-17	57-72	20-24	38-49	-10-8	43-85	12-25	24-85
4 (Kesit C-C)	15-18	55-65	19-21	44-50	-8-9	39-80	13-24	22-85
5 (Kesit A-A)	15-18	55-65	20-23	40-48	-10-8	43-86	12-23	24-85
5 (Kesit D-D)	13-17	59-74	19-23	40-51	-8-9	39-81	13-26	22-85
6 (Kesit B-B)	10-16	62-93	18-23	37-52	-5-10	36-73	15-25	22-86
6 (Kesit E-E)	10-15	63-94	18-24	36-50	-7-9	36-79	13-23	24-85
7 (Kesit B-B)	10-16	62-93	18-23	37-52	-5-10	39-77	14-25	22-86
8 (Kesit D-D)	10-15	62-93	18-23	37-52	-5-10	32-77	14-26	22-86
8 (Kesit E-E)	9-15	63-95	18-24	37-52	-7-9	36-80	13-25	30-86
9 (Kesit D-D)	10-15	62-93	18-23	37-52	-5-9	36-73	14-26	22-86

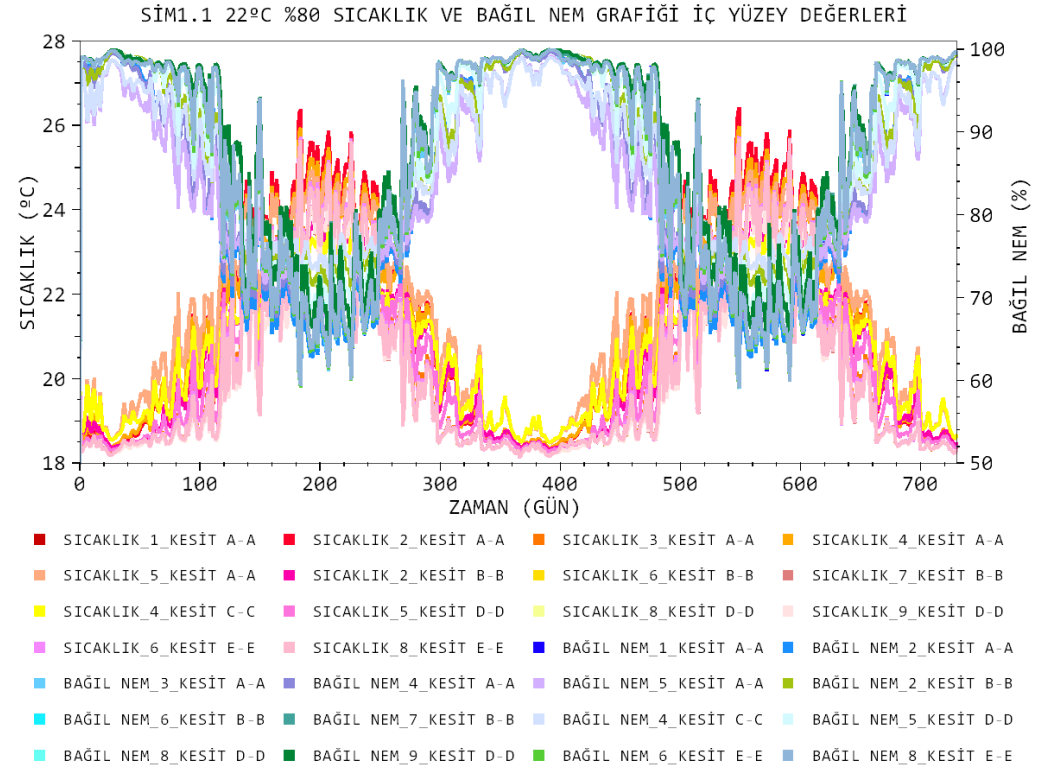


Şekil 5.246 : SİM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.



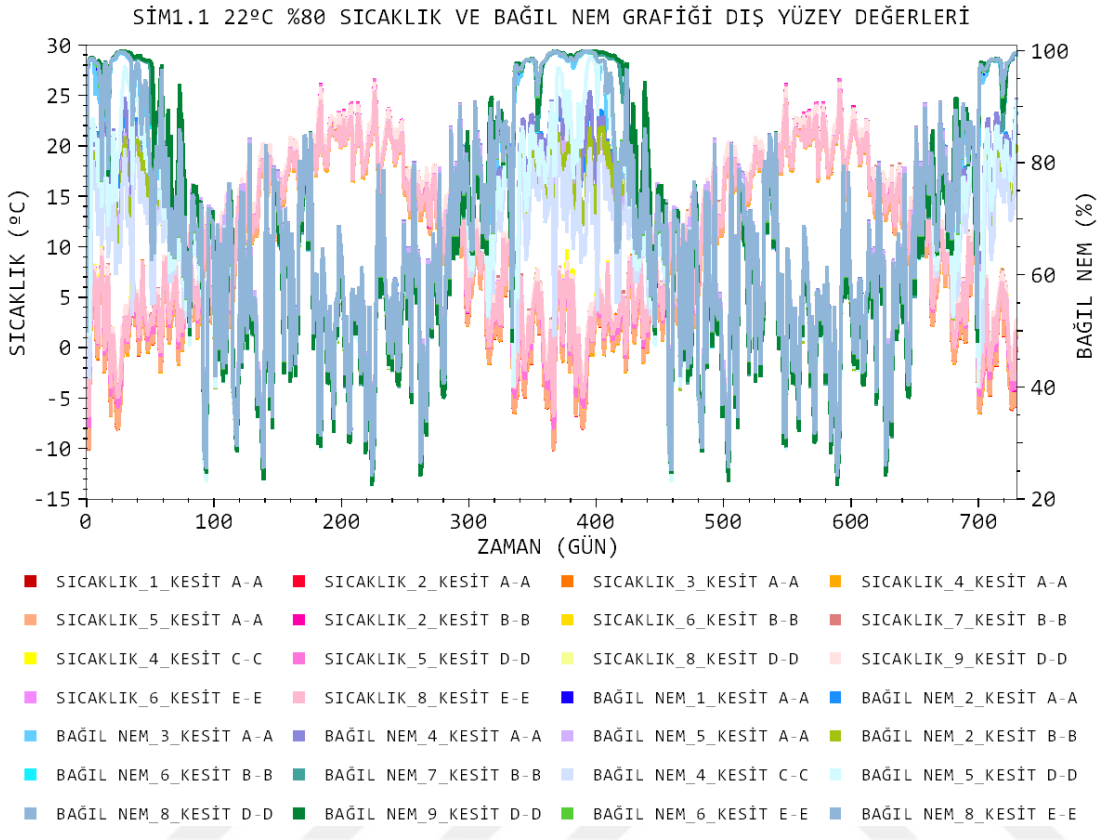
Şekil 5.247 : SİM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.248'de SİM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.248 : SİM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.249'da SİM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



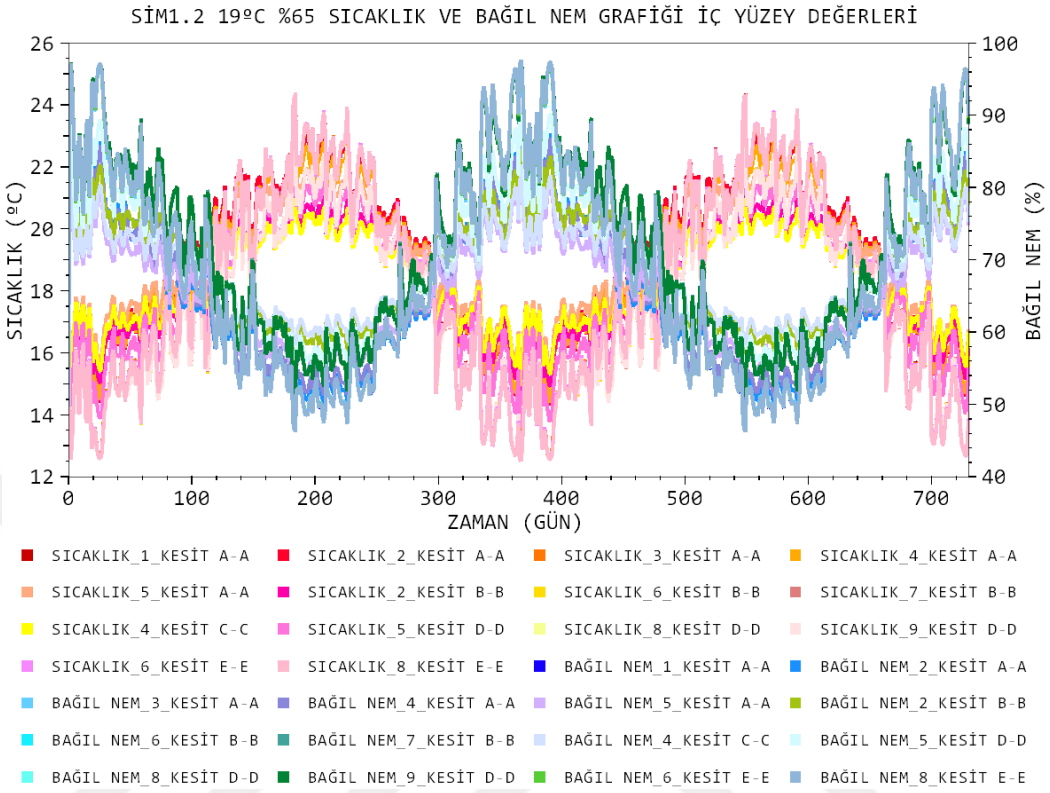
Şekil 5.249 : SİM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

SİM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzey sıcaklık bağıl nem değerlerine göre, Çizelge 5.33'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.33 : SİM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey)		Yaz Ayları (İç Yüzey)		Kış Ayları (Dış Yüzey)		Yaz Ayları (Dış Yüzey)	
	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	18	97-99	20-25	59-86	-6-8	39-86	13-25	24-84
2 (Kesit A-A)	18-19	93-99	21-26	60-79	-10-7	44-91	12-25	23-84
2 (Kesit B-B)	18-19	91-99	21-24	68-81	-8-9	41-86	14-25	22-84
3 (Kesit A-A)	18	97-99	20-24	60-86	-6-7	52-99	13-25	23-82
4 (Kesit A-A)	18-19	92-99	21-25	61-79	-8-7	43-91	12-25	24-84
4 (Kesit C-C)	18-20	89-98	21-23	71-81	-7-9	40-83	13-26	22-83
5 (Kesit A-A)	18-19	88-99	21-24	65-78	-10-7	44-87	12-25	24-84
5 (Kesit D-D)	18-19	94-99	21-24	65-83	-8-8	39-98	13-26	22-85
6 (Kesit B-B)	18	97-99	19-25	61-88	-5-8	48-99	14-26	22-85
6 (Kesit E-E)	18	97-99	20-25	59-86	-6-8	50-99	13-25	24-85
7 (Kesit B-B)	18	97-99	19-25	61-88	-5-8	48-99	14-26	22-83
8 (Kesit D-D)	18	97-99	19-25	61-88	-5-8	47-99	14-26	22-84
8 (Kesit E-E)	18	97-99	19-25	59-87	-6-8	50-99	13-25	24-85
9 (Kesit D-D)	18	97-99	19-25	61-88	-5-8	47-99	14-26	22-85

Şekil 5.250'de SİM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

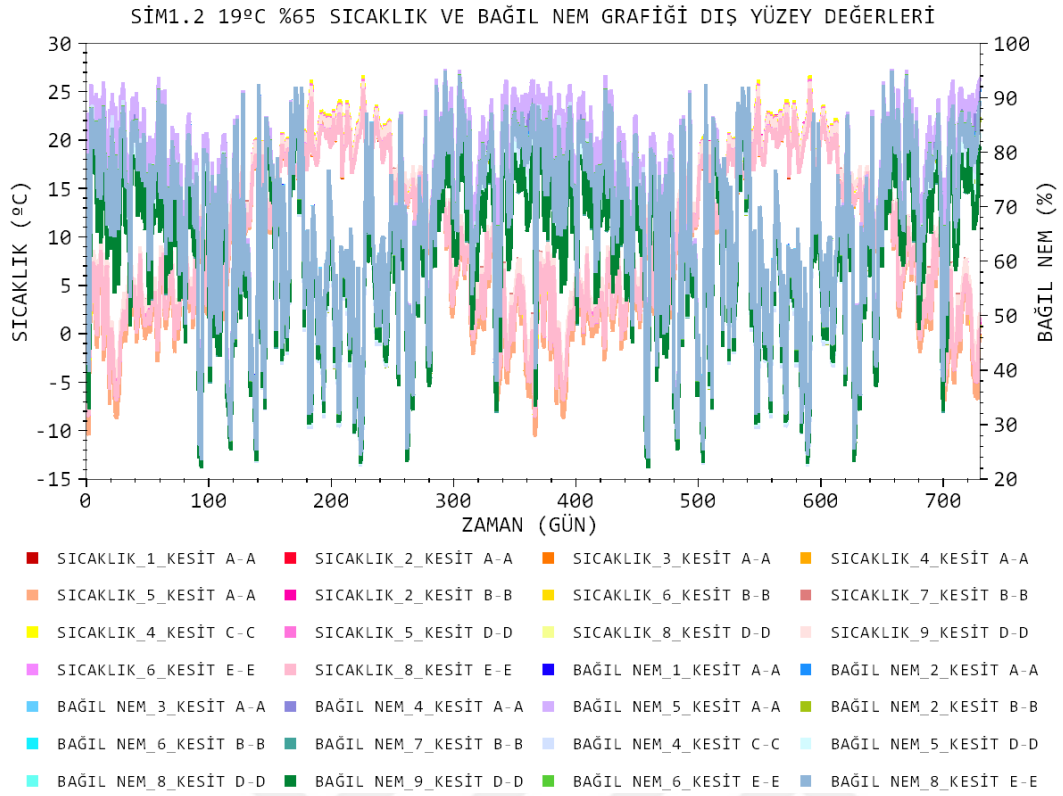


Şekil 5.250 : SİM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.251'de SİM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. İç ve dış yüzey sıcaklık bağıl nem değerlerine göre, Çizelge 5.34'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

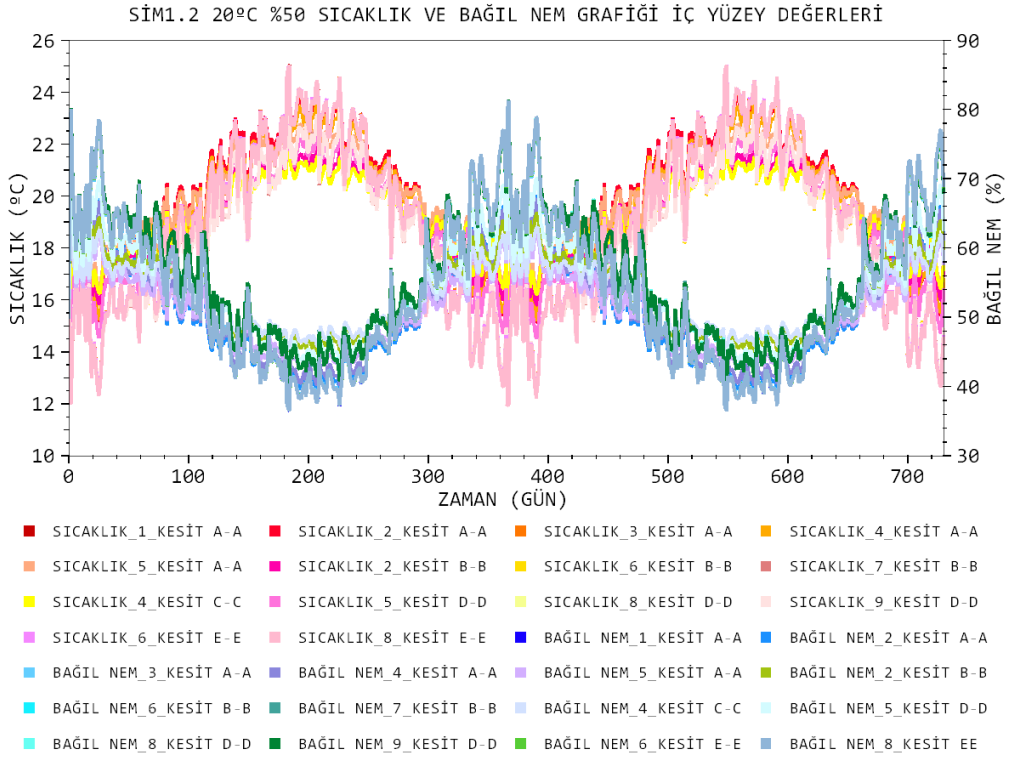
Çizelge 5.34 : SİM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey)		Yaz Ayları (İç Yüzey)		Kış Ayları (Dış Yüzey)		Yaz Ayları (Dış Yüzey)	
	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	12-15	72-97	19-24	46-62	-8-8	39-88	12-25	24-91
2 (Kesit A-A)	14-17	71-87	19-23	49-61	-9-8	41-91	12-25	24-91
2 (Kesit B-B)	14-87	70-84	19-21	57-64	-7-9	39-87	13-26	22-90
3 (Kesit A-A)	12-15	78-97	19-24	46-59	-8-8	39-89	12-25	24-91
4 (Kesit A-A)	14-17	71-87	19-23	50-61	-9-8	40-91	12-25	30-91
4 (Kesit C-C)	14-17	69-83	18-20	57-65	-8-9	40-89	13-26	28-91
5 (Kesit A-A)	15-18	68-82	19-22	53-63	-10-7	42-93	12-25	30-91
5 (Kesit D-D)	13-16	73-90	19-22	55-63	-6-8	34-85	13-26	22-90
6 (Kesit B-B)	12-15	78-97	18-22	51-64	-6-10	32-83	13-26	22-90
6 (Kesit E-E)	12-15	77-97	19-24	46-62	-8-8	37-88	12-25	24-91
7 (Kesit B-B)	12-15	78-97	18-22	51-64	-6-10	32-90	13-26	22-90
8 (Kesit D-D)	12-15	78-97	18-22	51-64	-6-10	32-83	13-25	22-91
8 (Kesit E-E)	12-15	77-97	17-24	46-62	-8-8	37-88	12-25	24-91
9 (Kesit D-D)	12-15	78-97	18-22	51-64	-6-10	32-83	13-26	22-90



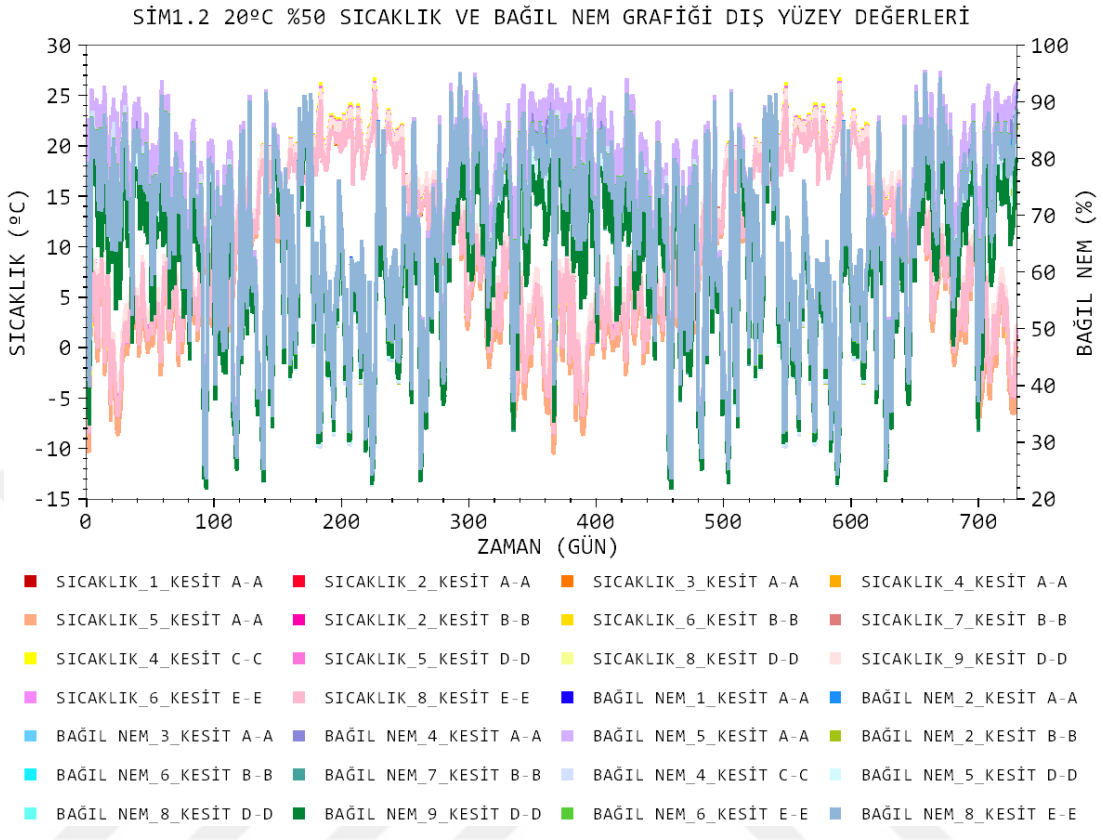
Şekil 5.251 : SİM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.252'de SİM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.252 : SİM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.253'te SİM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



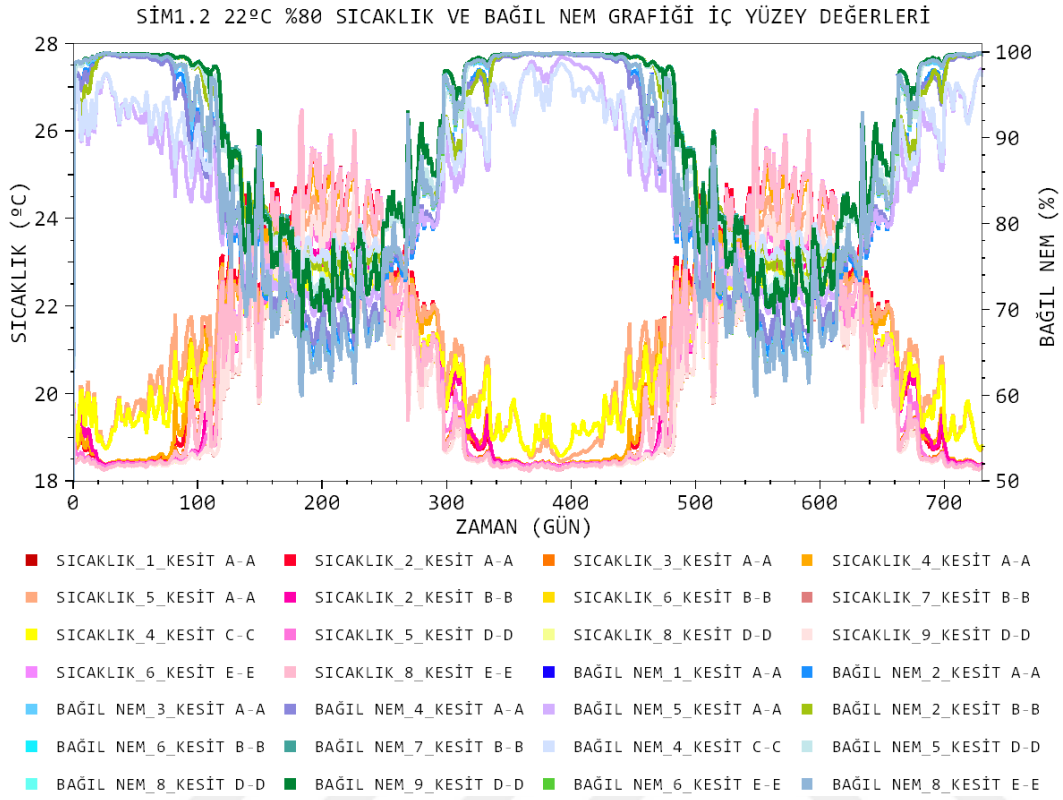
Şekil 5.253 : SİM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

SİM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzey sıcaklık bağıl nem değerlerine göre, Çizelge 5.35'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.35 : SİM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	11-16	60-80	19-25	36-49	-6-8	37-88	12-25	24-91
2 (Kesit A-A)	14-18	55-68	20-24	38-47	-9-8	40-91	12-25	30-91
2 (Kesit B-B)	16-18	55-66	19-21	44-50	-7-9	35-87	13-26	22-91
3 (Kesit A-A)	12-16	60-80	19-24	36-49	-8-8	37-88	12-25	30-91
4 (Kesit A-A)	14-18	55-67	20-24	39-48	-9-8	40-91	12-24	23-91
4 (Kesit C-C)	15-18	53-64	19-21	45-50	-6-9	40-88	13-26	22-89
5 (Kesit A-A)	14-18	53-63	20-24	41-49	-10-6	42-93	12-26	23-90
5 (Kesit D-D)	14-17	57-72	19-22	42-49	-6-8	33-84	13-26	22-89
6 (Kesit B-B)	12-17	60-81	19-23	40-50	-6-10	32-82	13-26	22-91
6 (Kesit E-E)	12-16	60-81	19-24	36-49	-8-8	37-88	12-25	30-91
7 (Kesit B-B)	12-17	60-81	19-23	40-50	-6-9	32-82	13-26	29-91
8 (Kesit D-D)	12-17	60-81	19-23	40-50	-6-10	32-82	13-26	22-91
8 (Kesit E-E)	12-16	60-81	19-25	37-49	-6-8	37-88	12-25	30-91
9 (Kesit D-D)	13-17	60-81	19-23	40-50	-4-10	32-82	13-26	22-89

Şekil 5.254'te SİM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

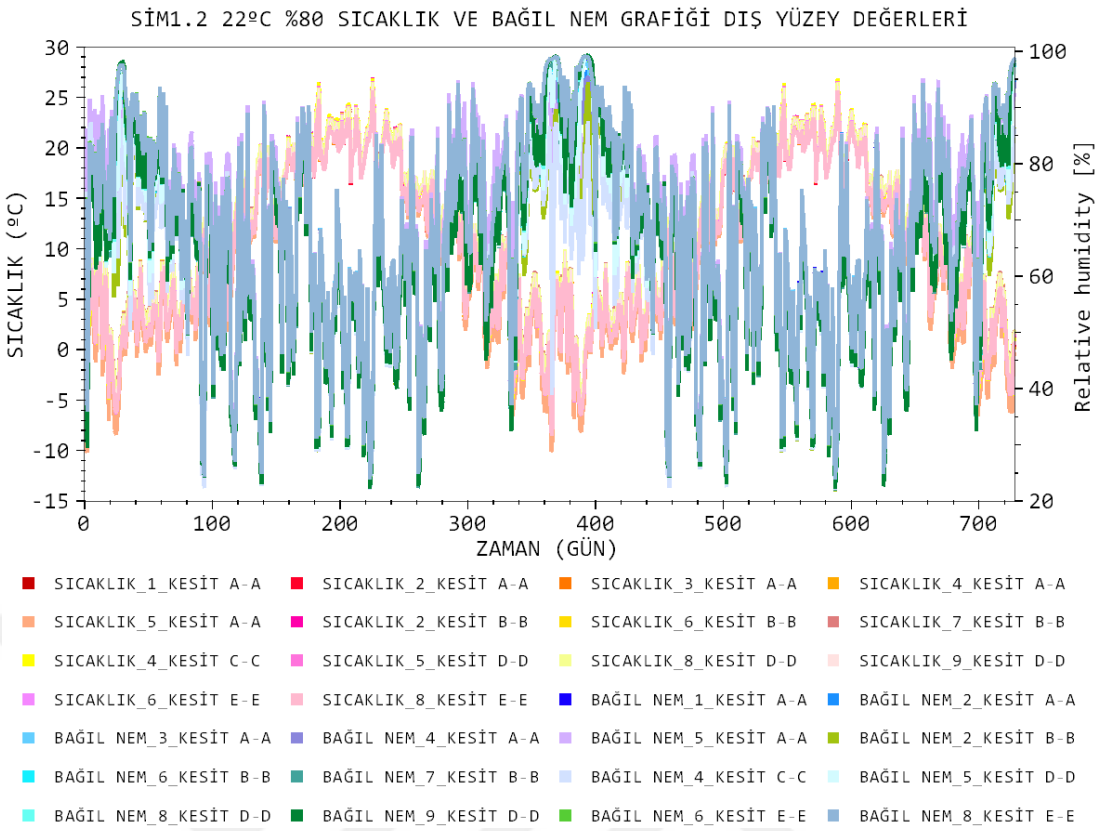


Şekil 5.254 : SİM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.255'te SİM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.34'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

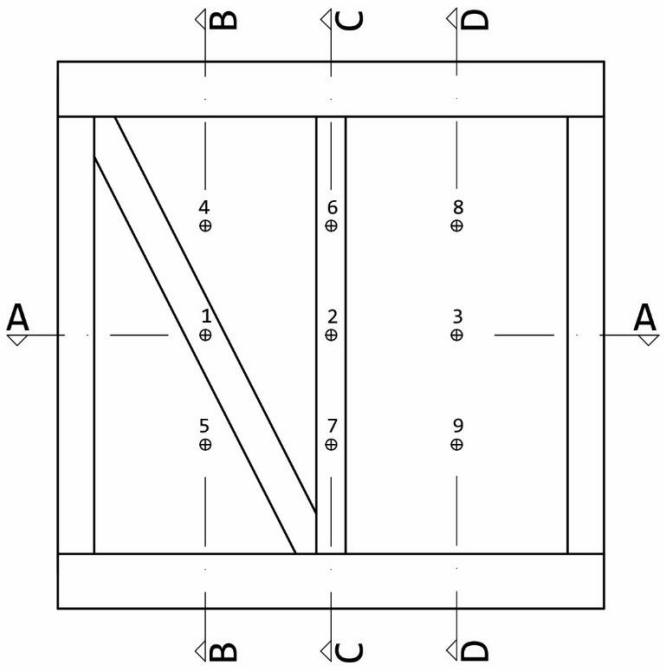
Çizelge 5.36 : SİM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	18	98-99	21-26	61-82	-7-8	40-98	12-25	23-90
2 (Kesit A-A)	18-19	95-99	22-25	62-79	-8-8	38-96	12-25	23-90
2 (Kesit B-B)	18-19	93-99	21-23	72-84	-6-9	34-94	13-26	28-90
3 (Kesit A-A)	18	98-99	21-26	60-82	-8-8	37-98	12-25	23-90
4 (Kesit A-A)	18-19	93-99	21-25	65-80	-10-7	43-86	12-25	23-90
4 (Kesit C-C)	18-20	91-98	21-23	73-83	-7-9	35-86	13-26	22-90
5 (Kesit A-A)	18-20	86-99	21-24	68-81	-10-7	41-92	12-26	23-90
5 (Kesit D-D)	18	98-99	21-24	69-83	-7-9	34-98	13-24	22-90
6 (Kesit B-B)	18	98-99	21-26	67-86	-6-9	32-99	14-26	22-90
6 (Kesit E-E)	18	98-99	21-26	59-82	-7-8	37-99	13-25	23-90
7 (Kesit B-B)	18	98-99	20-25	67-86	-6-8	32-99	14-26	22-90
8 (Kesit D-D)	18	98-99	20-25	66-85	-6-9	32-99	14-26	22-90
8 (Kesit E-E)	18	98-99	21-26	59-82	-8-8	37-99	12-25	23-90
9 (Kesit D-D)	18	98-99	20-24	66-85	-6-9	32-99	14-26	22-90



Şekil 5.255 : SİM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.256'da SİM2.1 ve SAM2.2 için belirlenen ölçüm noktaları gösterilmektedir.

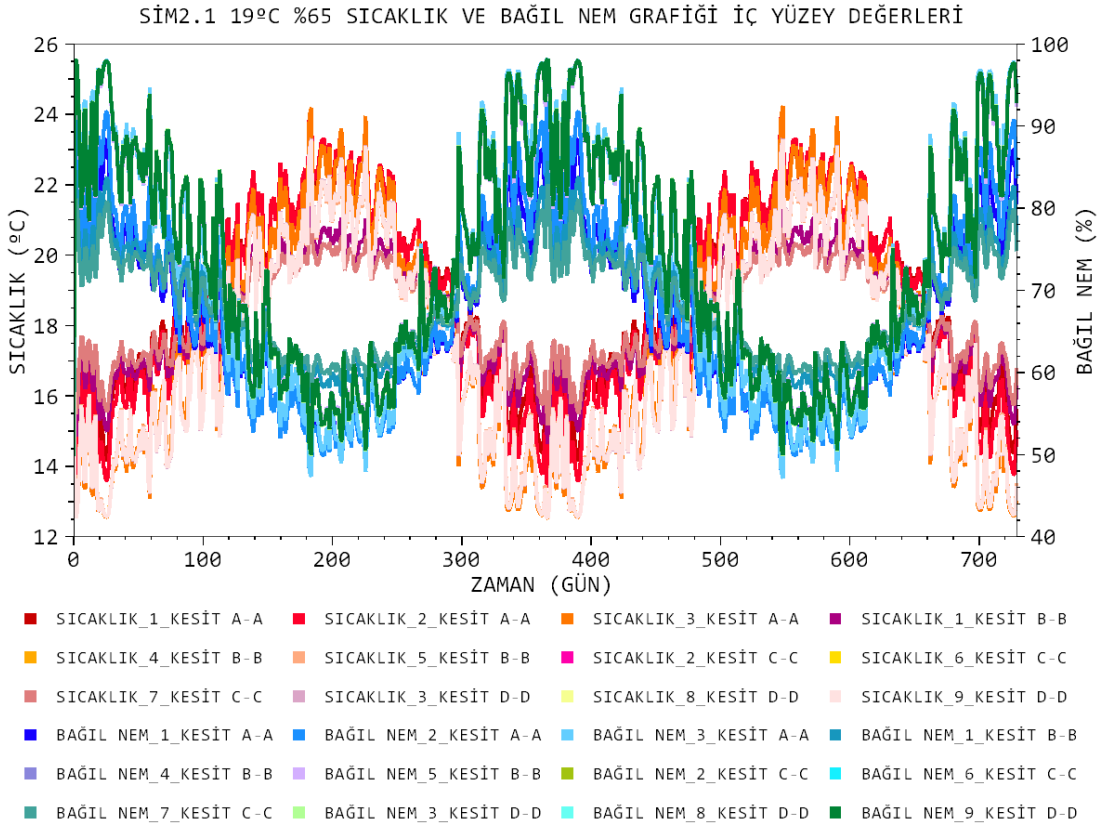


Şekil 5.256 : SİM2.1 ve SİM2.2 için belirlenen ölçüm noktaları.

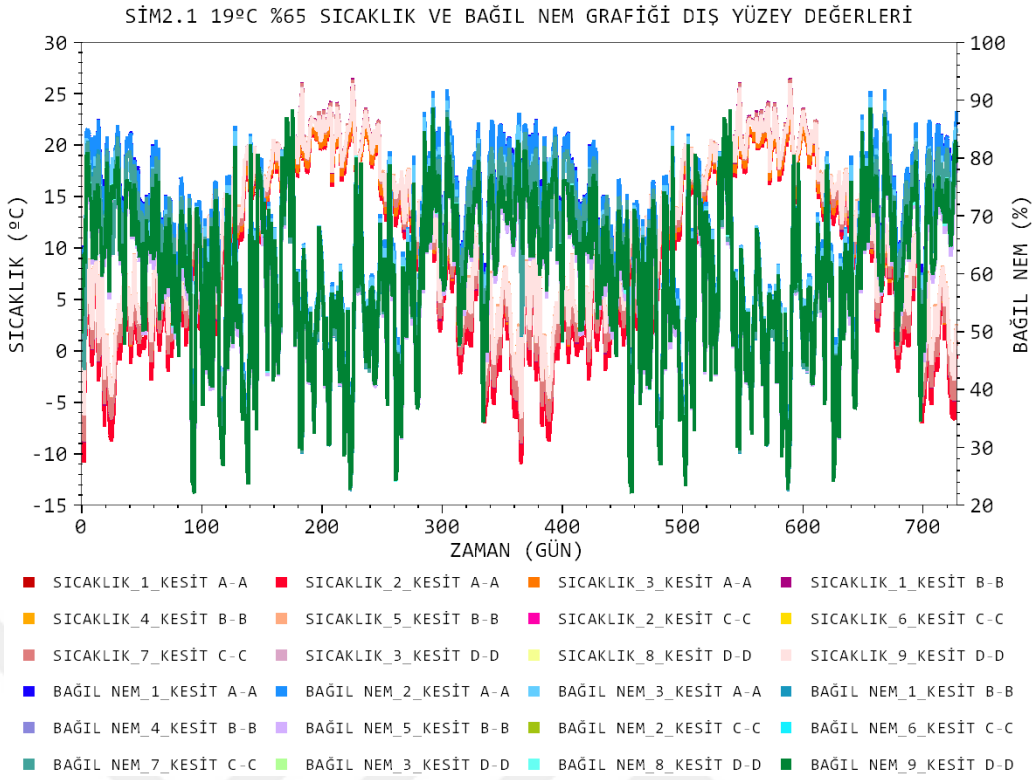
Şekil 5.257'de SİM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Şekil 5.258'de SİM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.37'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.37 : SİM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey)		Yaz Ayları (İç Yüzey)		Kış Ayları (Dış Yüzey)		Yaz Ayları (Dış Yüzey)	
	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	14-17	72-89	19-23	48-62	-10-7	44-87	12-25	24-85
1 (Kesit B-B)	14-17	71-85	19-21	56-64	-6-9	41-84	13-26	22-85
2 (Kesit A-A)	13-16	73-92	19-24	47-62	-10-7	43-87	12-25	24-85
2 (Kesit C-C)	15-17	69-82	18-20	58-65	-8-8	40-83	13-26	22-85
3 (Kesit A-A)	12-15	79-98	18-24	47-66	-8-8	39-85	13-25	23-85
3 (Kesit D-D)	12-15	80-97	18-23	49-66	-6-10	34-83	14-26	22-87
4 (Kesit B-B)	12-15	80-98	18-23	50-67	-10-10	35-80	14-26	22-85
5 (Kesit B-B)	12-15	80-98	18-22	50-67	-6-10	35-80	14-26	22-85
6 (Kesit C-C)	15-17	69-82	18-20	58-65	-8-8	40-82	13-26	22-85
7 (Kesit C-C)	15-17	68-82	18-20	58-65	-8-9	40-84	13-26	22-85
8 (Kesit D-D)	12-15	80-98	18-23	50-67	-6-10	34-83	14-26	22-88
9 (Kesit D-D)	12-15	80-98	18-23	49-66	-6-10	34-81	14-26	22-88

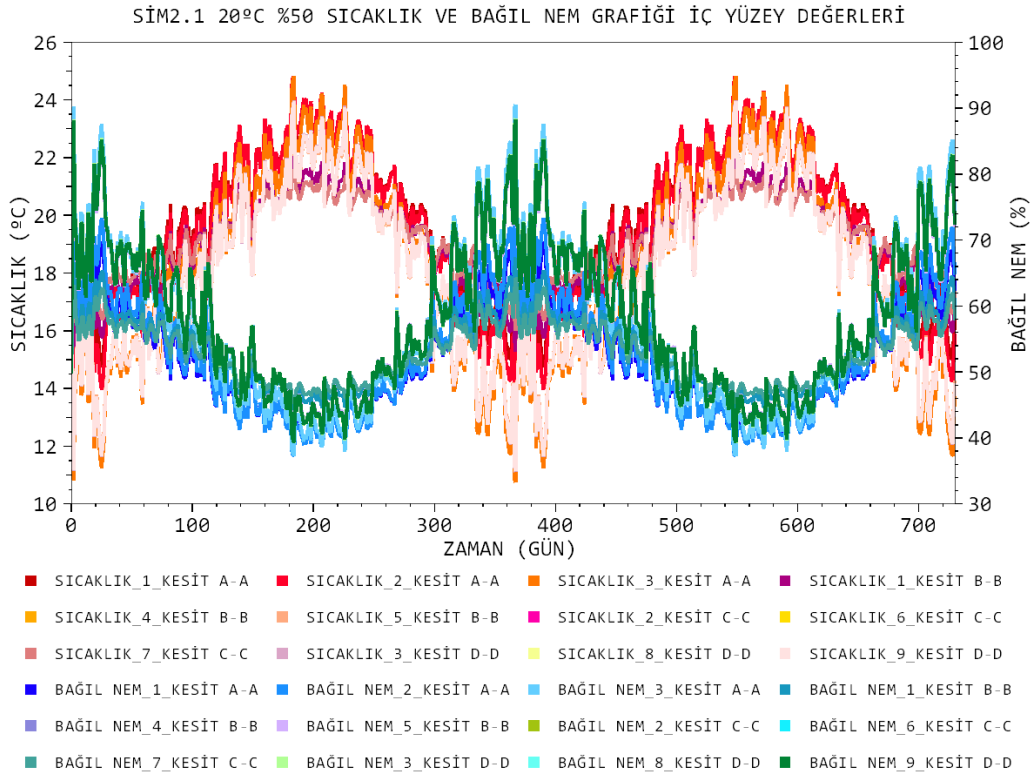


Şekil 5.257 : SİM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.



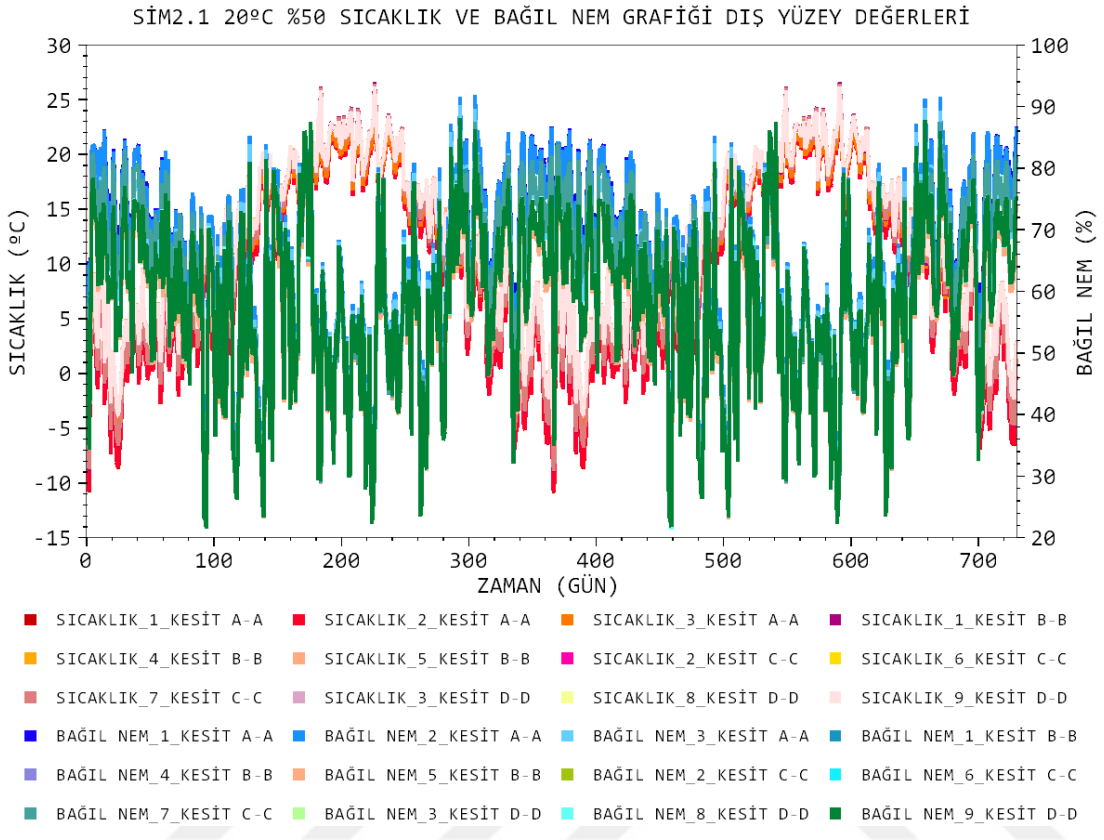
Şekil 5.258 : SİM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.259'da SİM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.259 : SİM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.260'ta SİM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



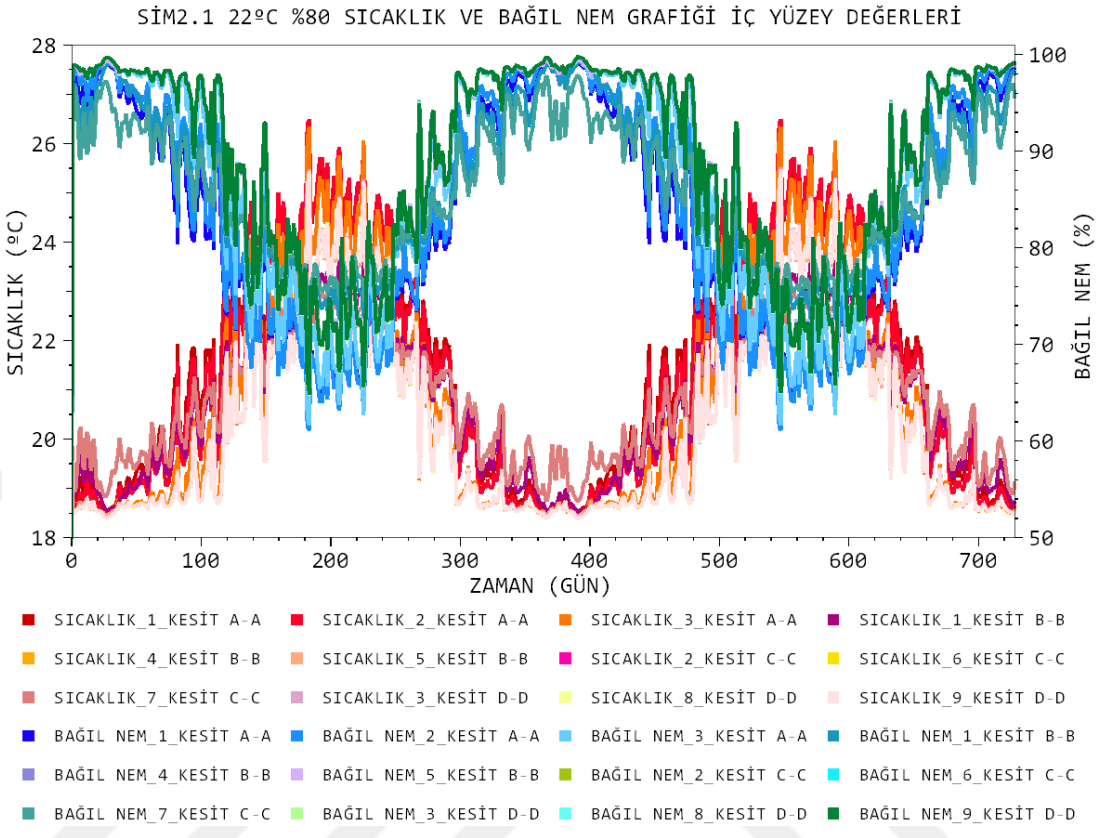
Şekil 5.260 : SİM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Çizelge 5.38'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.38 : SİM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	14-18	56-69	20-24	37-48	-10-7	44-86	12-25	23-84
1 (Kesit B-B)	15-18	55-65	19-22	43-50	-6-9	40-83	13-26	28-84
2 (Kesit A-A)	13-17	57-75	20-24	37-48	-10-7	43-86	12-25	24-85
2 (Kesit C-C)	15-18	53-64	19-21	45-50	-8-9	40-83	13-26	22-84
3 (Kesit A-A)	10-16	63-90	19-24	37-51	-7-9	37-80	13-25	23-84
3 (Kesit D-D)	11-16	64-88	19-23	39-52	-5-10	32-78	14-26	22-87
4 (Kesit B-B)	11-16	61-88	19-23	40-52	-5-10	33-77	14-26	22-83
5 (Kesit B-B)	11-16	61-88	19-23	39-52	-5-10	33-77	14-26	22-84
6 (Kesit C-C)	16-18	53-64	19-21	45-50	-8-9	40-83	13-26	22-84
7 (Kesit C-C)	16-18	53-64	19-21	45-50	-8-9	40-83	13-26	22-84
8 (Kesit D-D)	11-16	62-88	19-23	39-52	-5-10	32-78	14-26	22-86
9 (Kesit D-D)	11-16	61-88	19-23	39-52	-5-10	32-78	14-26	22-86

Şekil 5.261'de SİM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

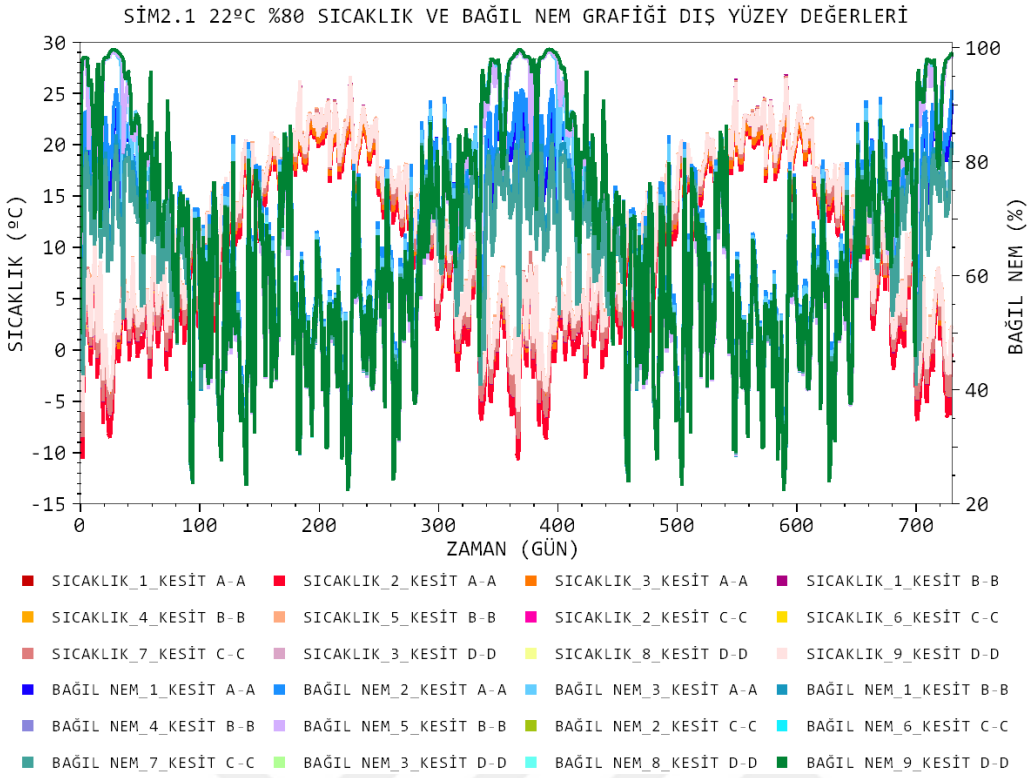


Şekil 5.261 : SİM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.262'de SİM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.39'da iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

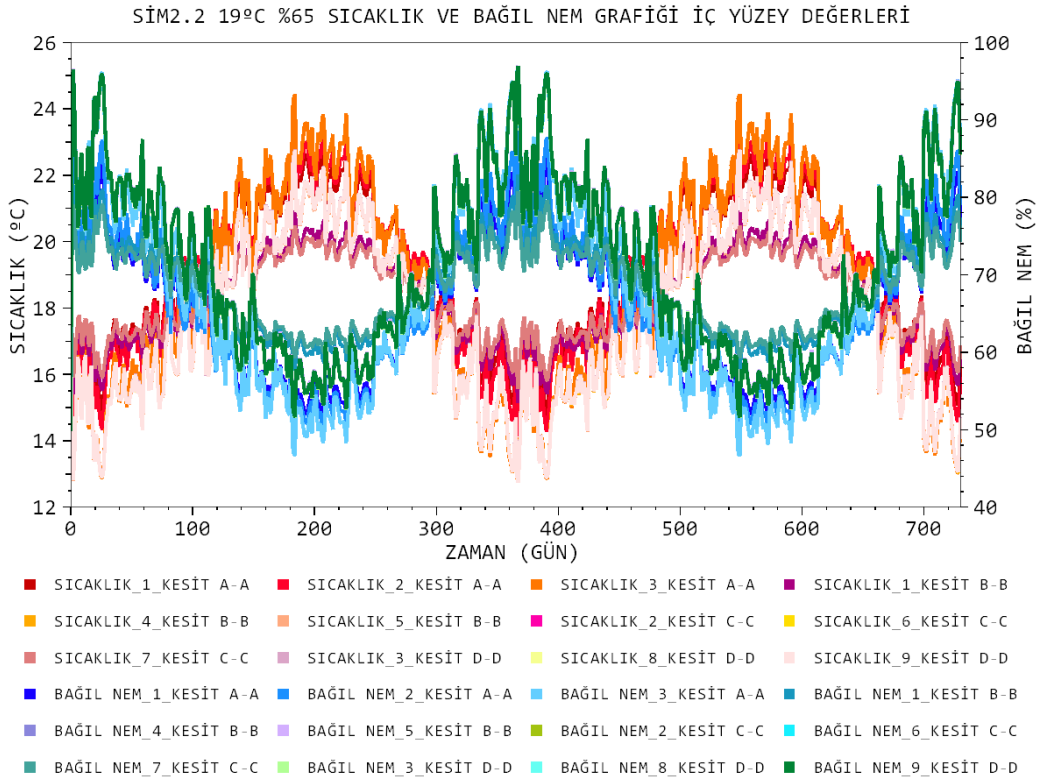
Çizelge 5.39 : SİM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	18-19	91-99	22-26	62-79	-10-7	44-89	12-25	23-79
1 (Kesit B-B)	18-20	89-98	21-23	71-82	-8-9	41-85	13-26	22-84
2 (Kesit A-A)	18-19	93-99	21-26	61-80	-10-7	43-92	12-25	24-85
2 (Kesit C-C)	18-20	87-97	21-23	74-82	-8-9	40-84	13-26	22-84
3 (Kesit A-A)	18	97-99	20-26	61-86	-7-8	50-99	13-25	23-84
3 (Kesit D-D)	18	97-99	20-25	64-87	-6-9	45-99	14-26	22-85
4 (Kesit B-B)	18	97-99	20-25	65-87	-4-9	49-99	14-26	31-84
5 (Kesit B-B)	18	97-99	20-25	65-87	-4-9	49-99	14-26	22-82
6 (Kesit C-C)	18-20	87-97	21-23	73-82	-8-8	40-84	13-26	22-83
7 (Kesit C-C)	18-20	87-97	21-23	73-82	-8-8	40-84	13-26	22-83
8 (Kesit D-D)	18	97-99	20-25	65-87	-4-9	45-99	14-26	22-86
9 (Kesit D-D)	18	97-99	20-25	65-87	-6-9	45-99	14-26	22-86



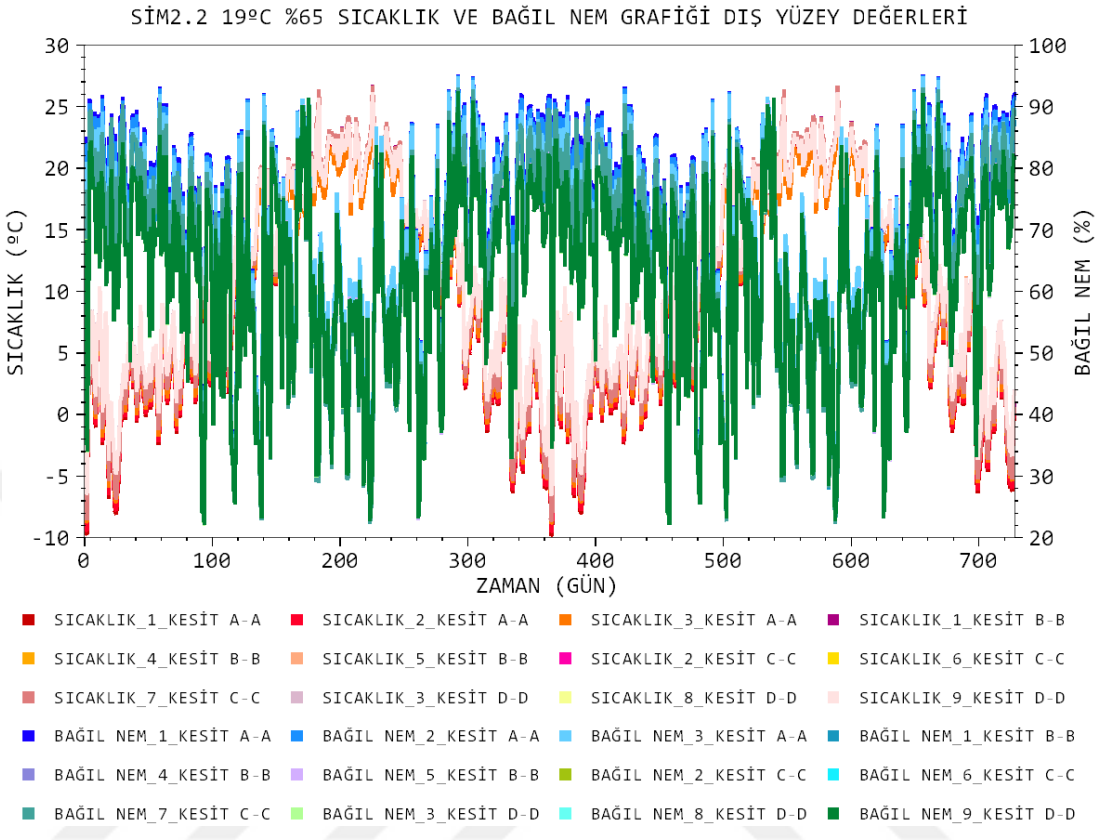
Şekil 5.262 : SİM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.263'te SİM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.263 : SİM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.264'te SİM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



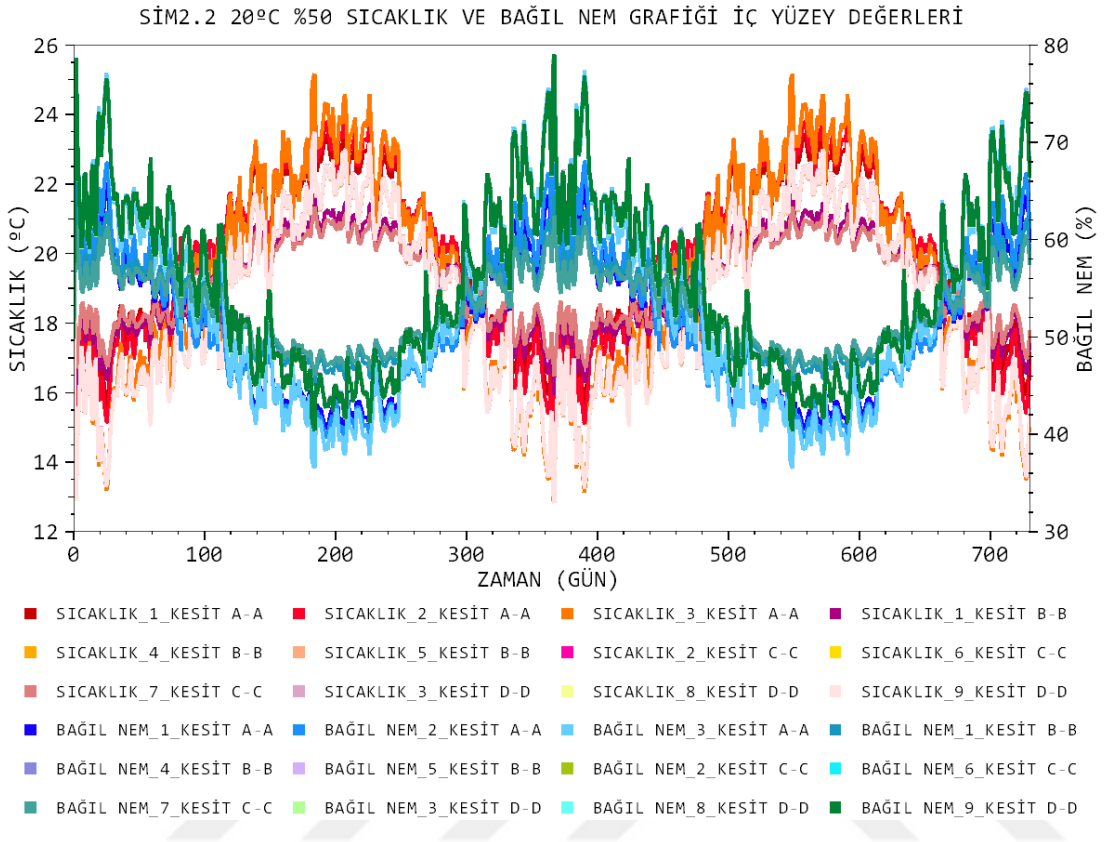
Şekil 5.264 : SİM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Çizelge 5.40'ta iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.40 : SİM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	14-17	70-85	19-23	50-62	-9-8	40-92	12-25	23-91
1 (Kesit B-B)	15-17	69-82	18-20	58-65	-8-9	36-88	13-26	22-91
2 (Kesit A-A)	14-17	71-88	19-23	50-61	-9-8	40-91	12-25	23-91
2 (Kesit C-C)	15-18	68-80	18-20	59-64	-8-7	37-90	13-26	22-91
3 (Kesit A-A)	12-16	75-92	19-24	46-62	-8-8	38-89	12-25	24-91
3 (Kesit D-D)	12-16	76-96	19-22	51-64	-6-10	33-91	13-26	22-91
4 (Kesit B-B)	12-16	76-97	18-22	51-65	-6-10	33-84	13-26	22-91
5 (Kesit B-B)	12-16	76-97	18-22	52-65	-6-10	33-84	13-26	22-91
6 (Kesit C-C)	15-18	68-80	18-20	59-66	-8-9	37-90	13-26	22-91
7 (Kesit C-C)	15-18	68-80	18-20	59-66	-8-9	37-90	13-26	22-91
8 (Kesit D-D)	12-16	76-96	19-22	51-64	-6-10	33-84	13-26	22-90
9 (Kesit D-D)	12-16	76-96	19-22	51-64	-6-10	33-84	13-26	22-91

Şekil 5.265'te SİM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

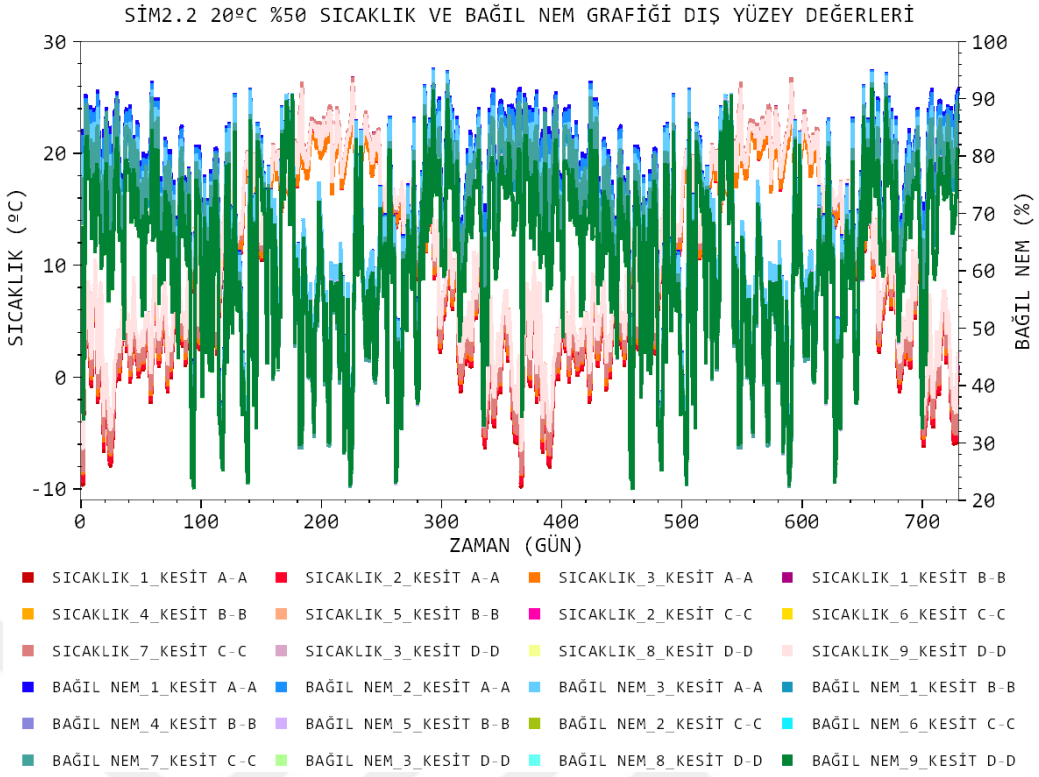


Şekil 5.265 : SİM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.266'da SİM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.41'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

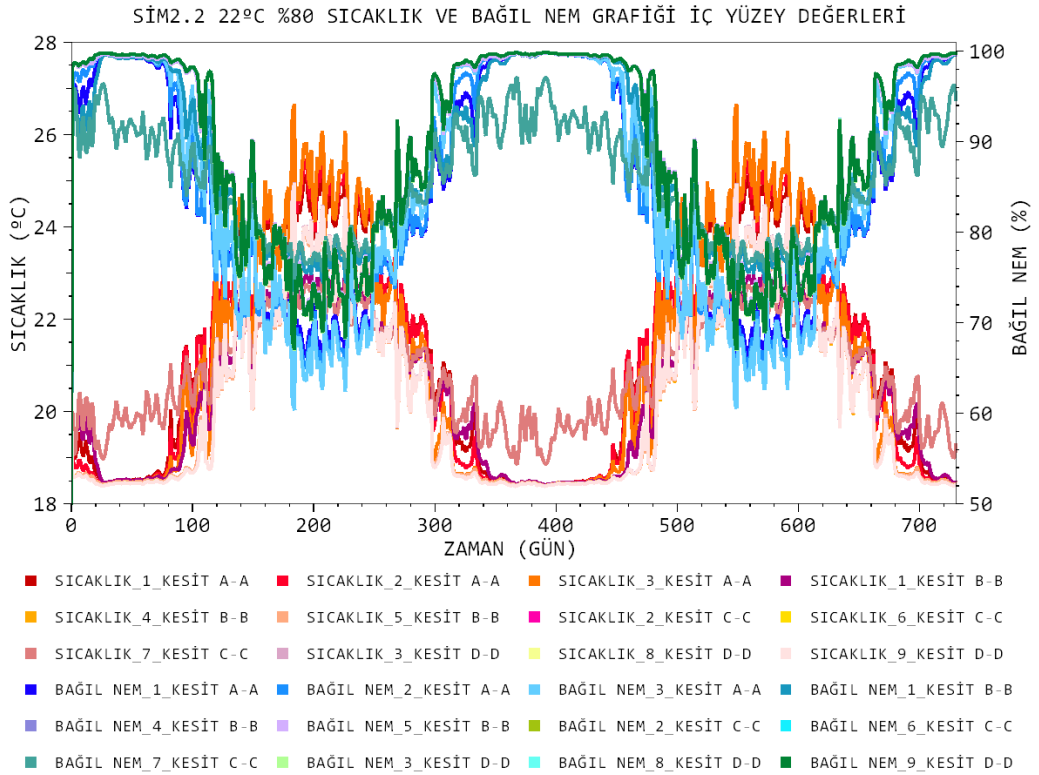
Çizelge 5.41 : SİM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	15-18	55-66	20-23	39-48	-9-8	40-91	12-25	23-91
1 (Kesit B-B)	15-18	53-63	19-21	45-50	-8-9	36-88	13-26	22-90
2 (Kesit A-A)	15-18	55-68	20-24	38-48	-9-8	39-91	12-25	23-90
2 (Kesit C-C)	16-19	53-62	19-21	46-51	-8-9	37-89	13-26	22-90
3 (Kesit A-A)	12-17	58-78	20-25	36-49	-8-8	37-89	12-25	23-91
3 (Kesit D-D)	12-17	59-78	19-23	40-50	-6-10	32-83	13-26	22-90
4 (Kesit B-B)	13-17	59-79	19-23	40-50	-6-10	32-83	13-26	22-90
5 (Kesit B-B)	13-17	59-79	19-23	40-50	-6-10	32-83	13-26	22-90
6 (Kesit C-C)	16-19	53-62	19-21	46-51	-8-9	37-89	13-26	22-90
7 (Kesit C-C)	16-19	53-62	19-21	46-51	-8-9	37-89	13-26	22-90
8 (Kesit D-D)	12-17	59-79	19-23	40-50	-6-10	32-83	13-26	22-90
9 (Kesit D-D)	12-17	59-79	19-23	40-50	-6-10	32-83	13-26	22-90



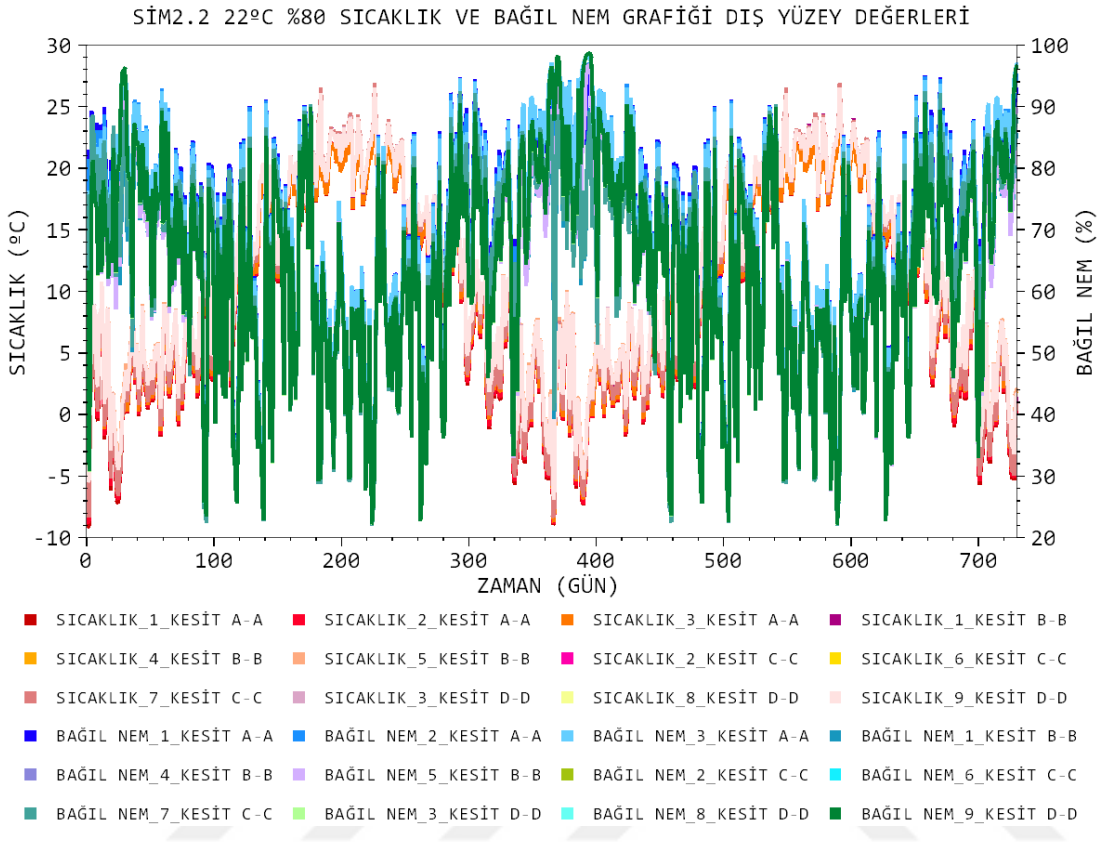
Şekil 5.266 : SİM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.267'de SİM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.267 : SİM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.268'de SİM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.268 : SİM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

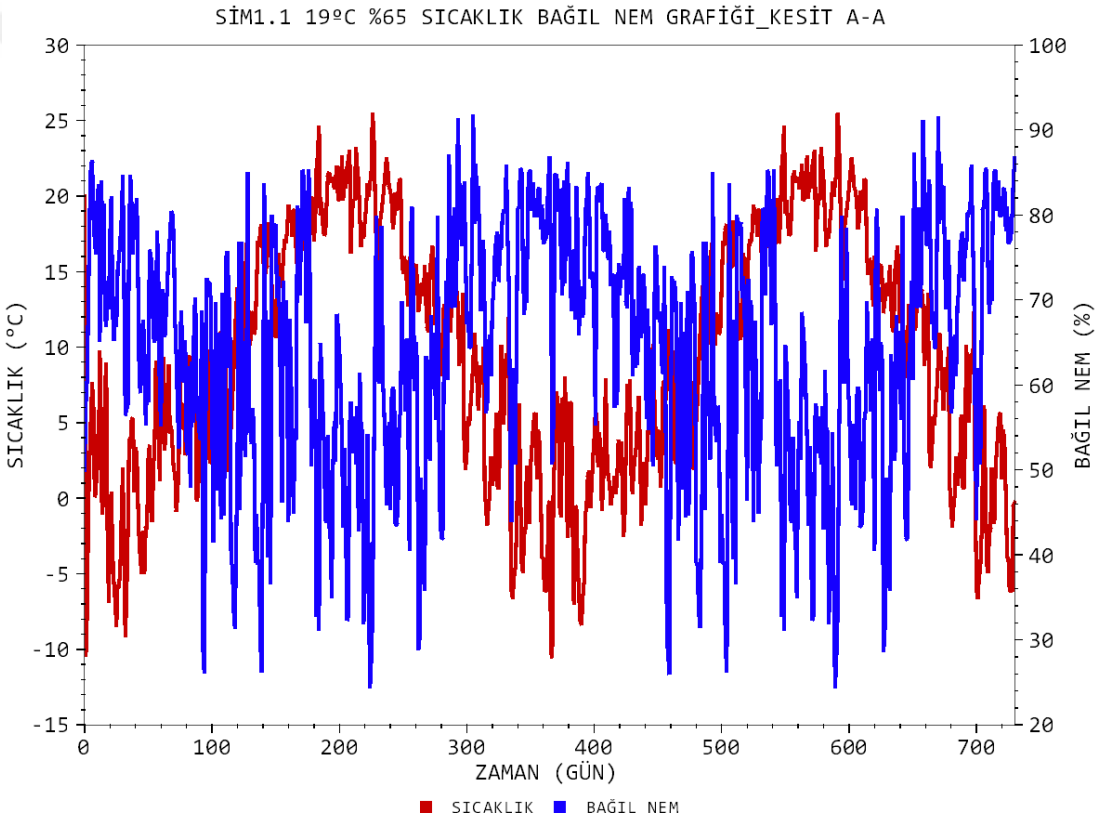
Çizelge 5.42'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.42 : SİM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	18-19	91-99	22-25	64-79	-8-8	39-95	12-25	23-90
1 (Kesit B-B)	18-20	89-99	21-23	73-83	-7-9	35-86	13-26	22-90
2 (Kesit A-A)	18-19	94-99	22-25	62-79	-8-8	38-97	12-26	23-90
2 (Kesit C-C)	18-20	86-97	21-23	74-83	-8-9	36-89	13-26	21-90
3 (Kesit A-A)	18	97-99	21-26	60-81	-8-8	37-98	13-25	23-90
3 (Kesit D-D)	18	98-99	21-24	66-84	-5-9	33-98	14-26	22-89
4 (Kesit B-B)	18	98-99	21-24	67-84	-6-10	32-96	14-26	22-89
5 (Kesit B-B)	18	98-99	21-24	67-84	-6-10	32-96	14-26	22-89
6 (Kesit C-C)	18-20	86-97	21-22	74-83	-8-9	36-89	13-26	21-90
7 (Kesit C-C)	18-20	86-97	21-22	75-83	-8-9	36-89	13-26	21-90
8 (Kesit D-D)	18	98-99	21-24	66-84	-6-9	33-98	14-26	22-89
9 (Kesit D-D)	18	98-99	21-24	66-84	-6-9	33-98	14-26	22-89

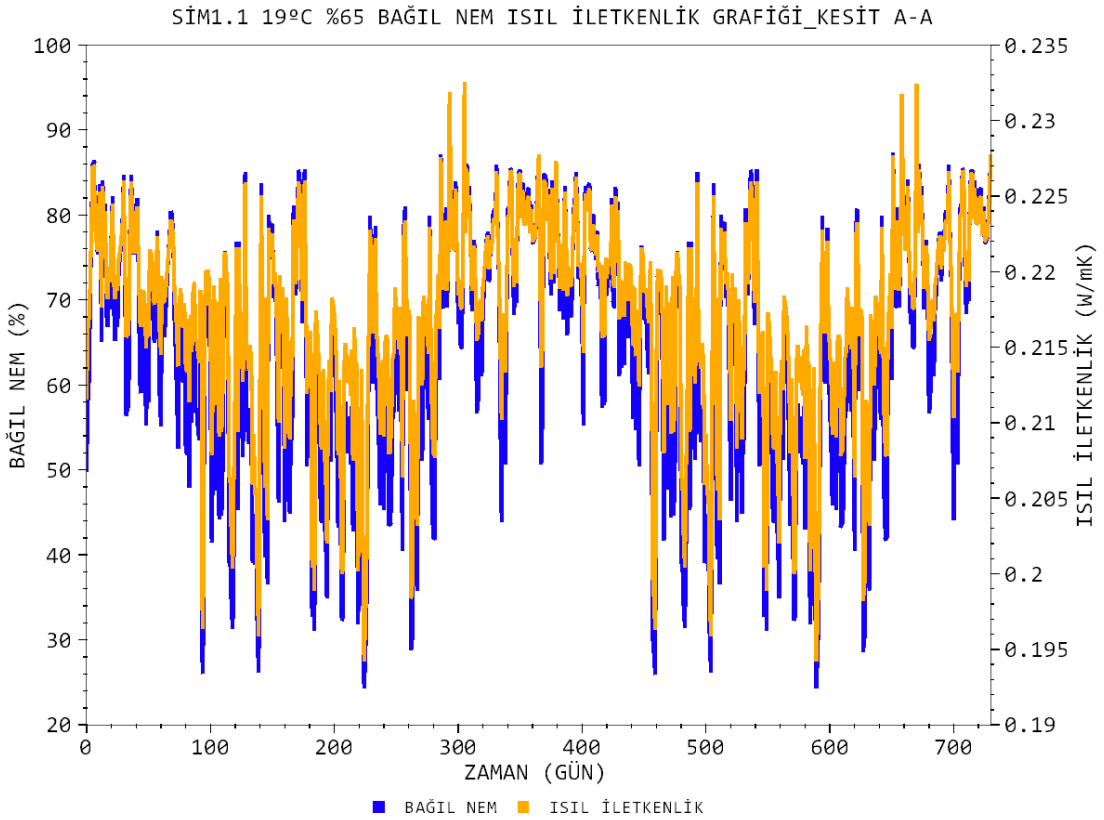
Sivrihisar için tasarlanan modellerin 2014-2016 yılları arasında kesitin tamamında sıcaklık, bağıl nem ve ısıl iletkenlik değerleri, DELPHIN simülasyon çalışmalarında elde edilmiştir.

Şekil 5.269'da SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %44-86 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 7°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %31-85 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.269 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

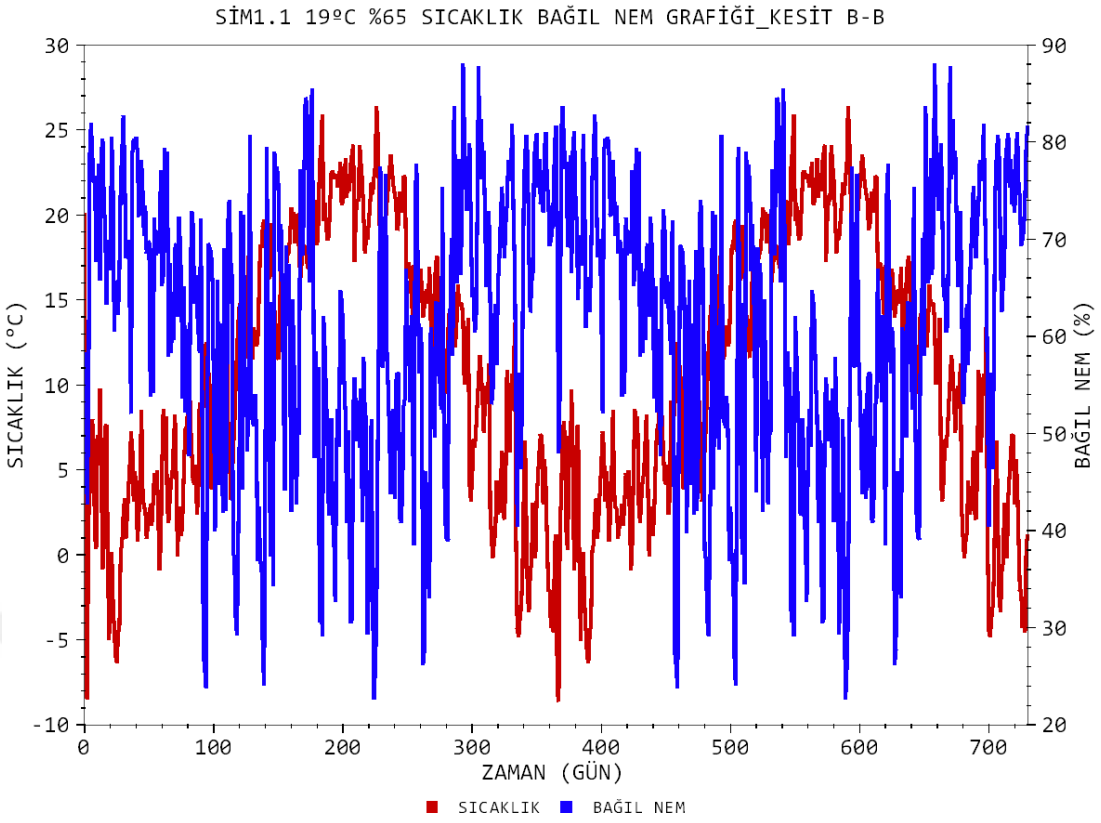
Şekil 5.270'te SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.194 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



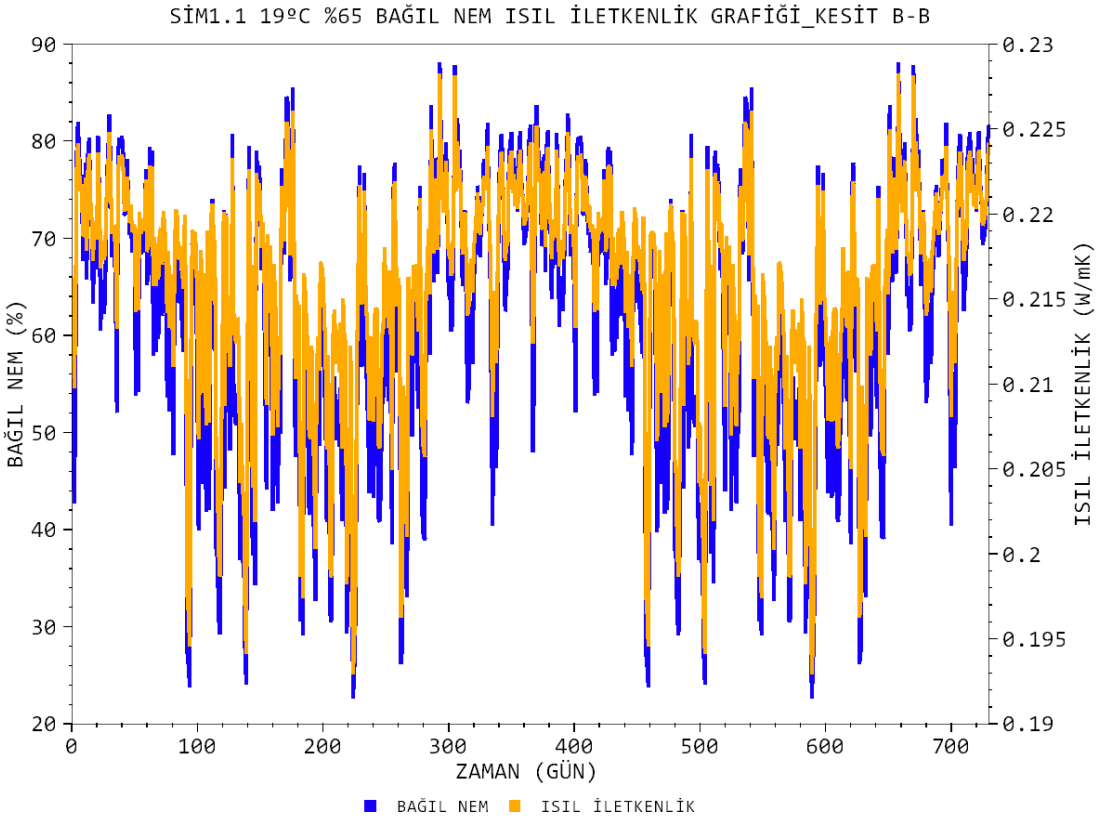
Şekil 5.270 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.271'de SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %40-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %30-85 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.272'de SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.228 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

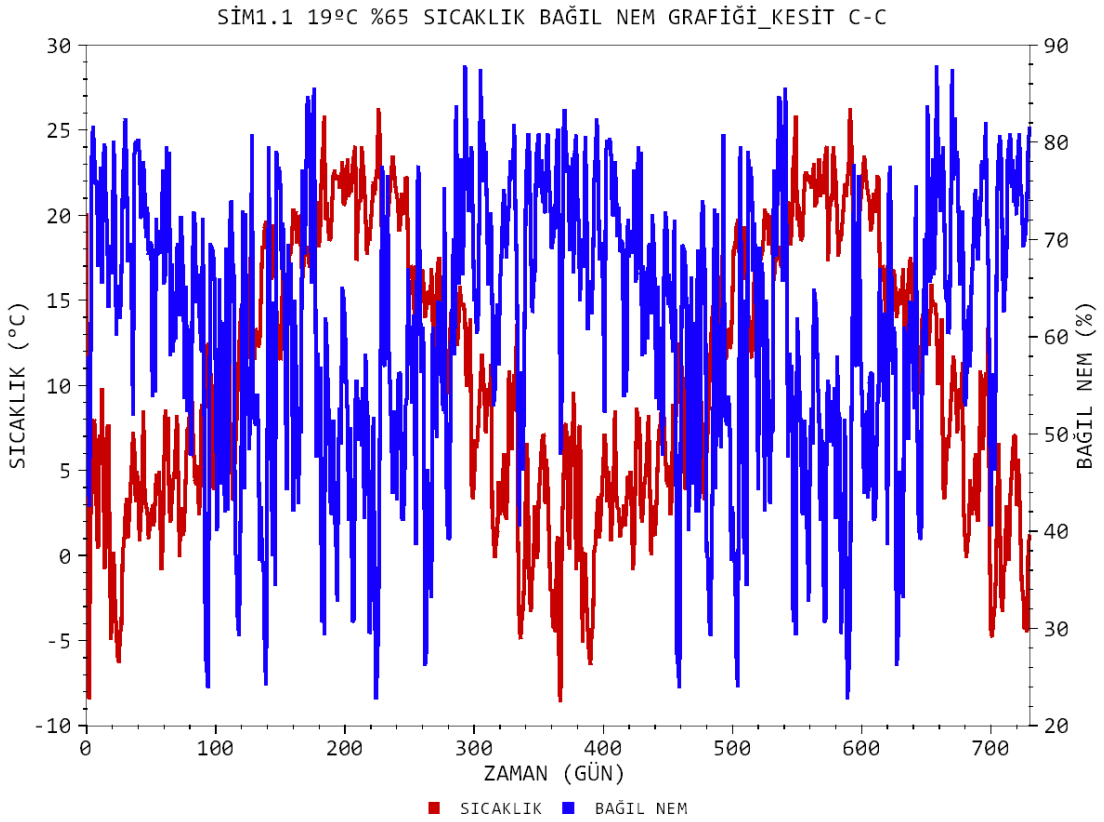


Şekil 5.271 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



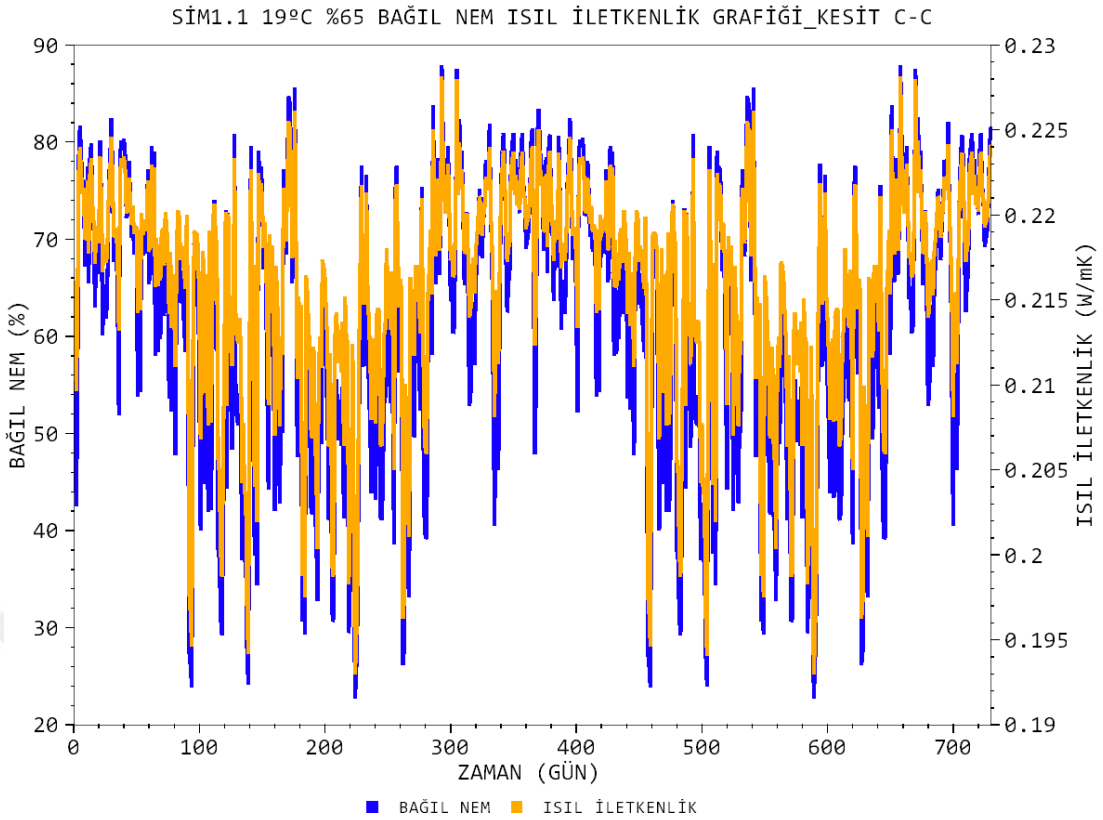
Şekil 5.272 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.273'te SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %40-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-85 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.273 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

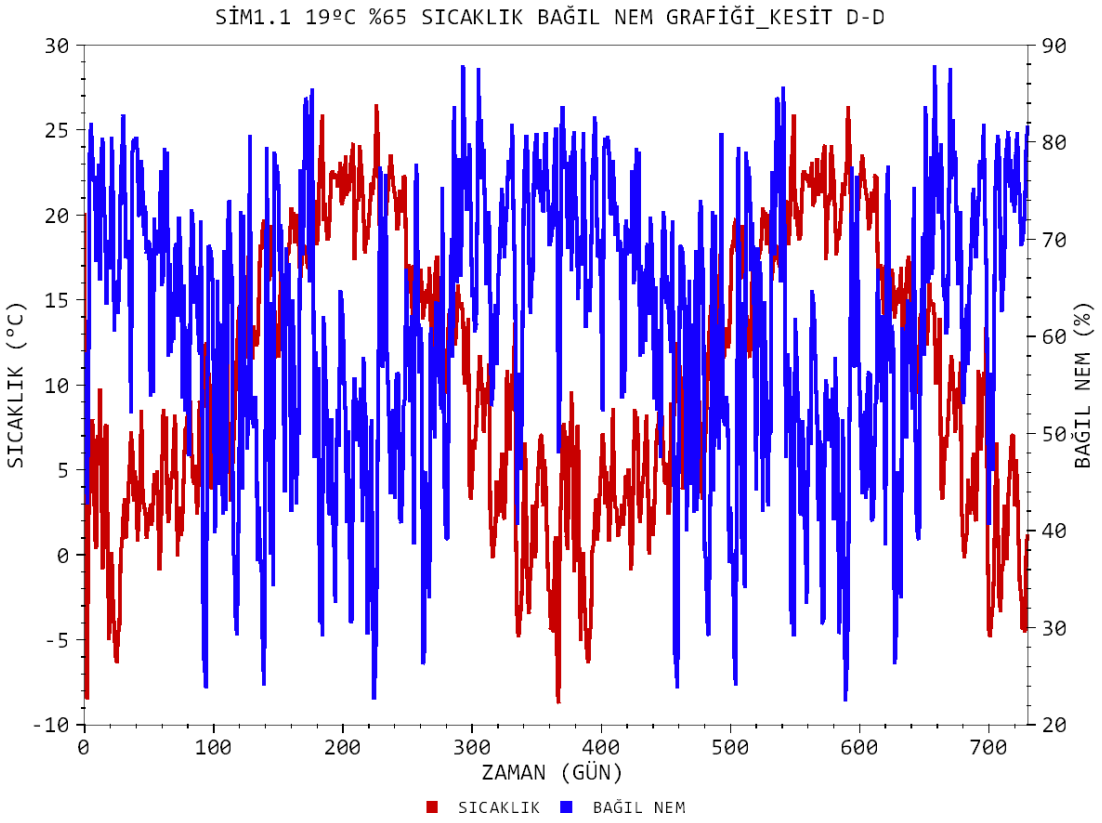
Şekil 5.273'te SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.228 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



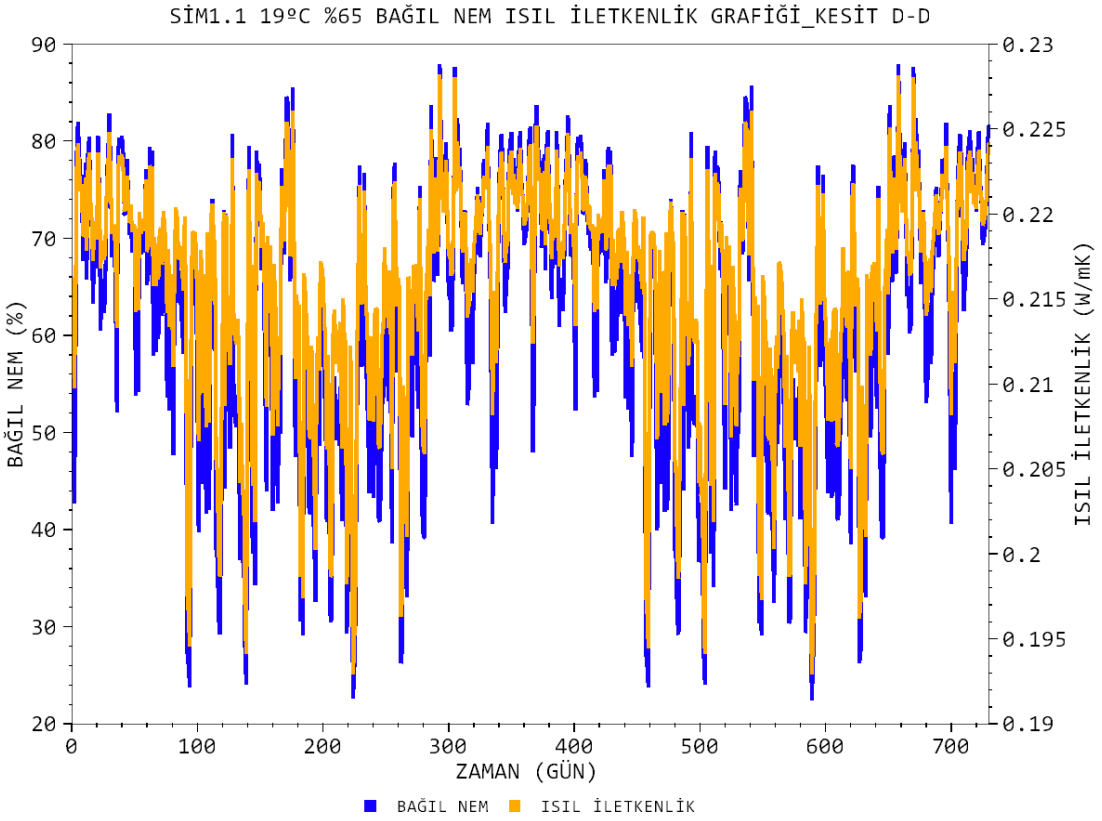
Şekil 5.274 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.275'te SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %40-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-85 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.275'te SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.228 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

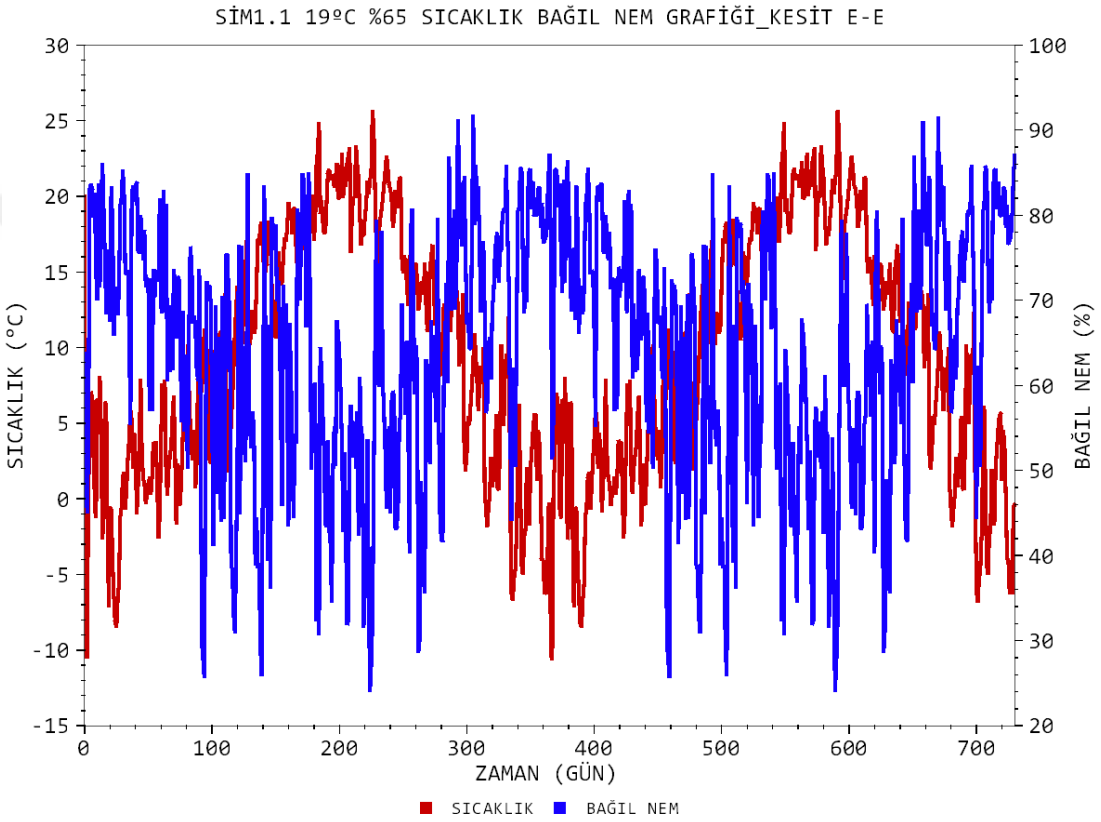


Şekil 5.275 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



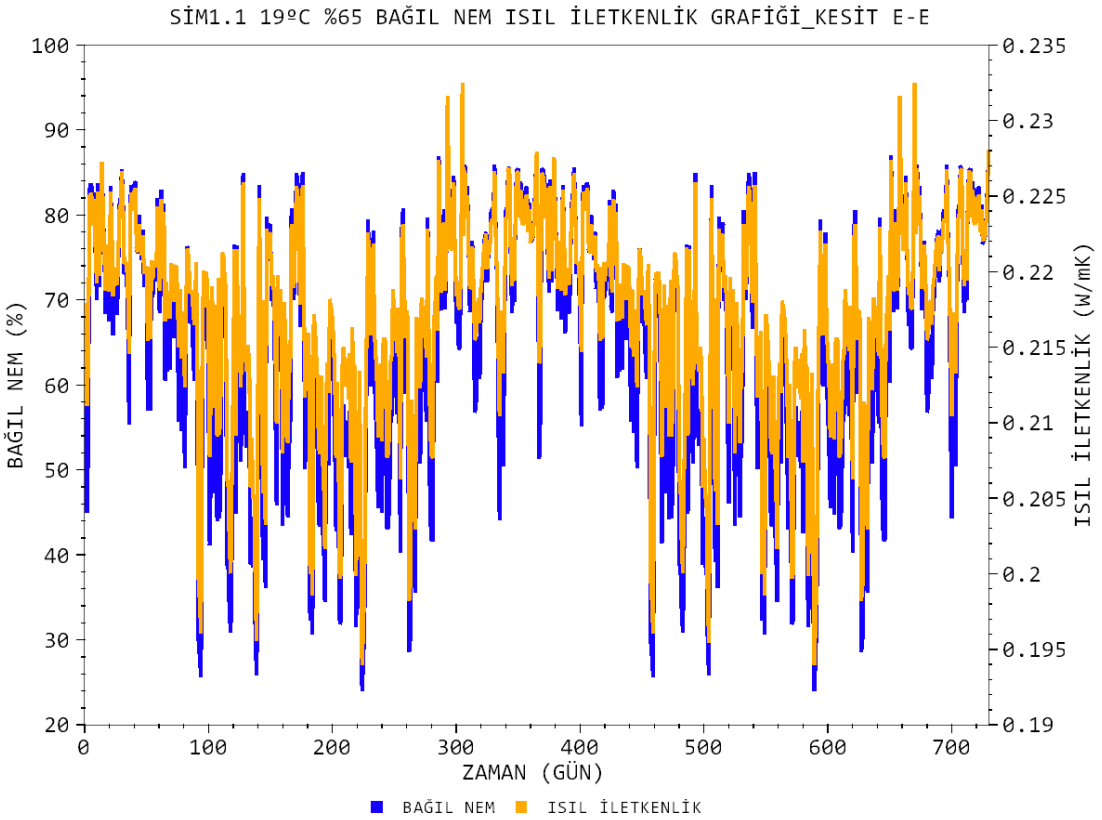
Şekil 5.276 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.276'da SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %44-86 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 7°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %24-85 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.277 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği.

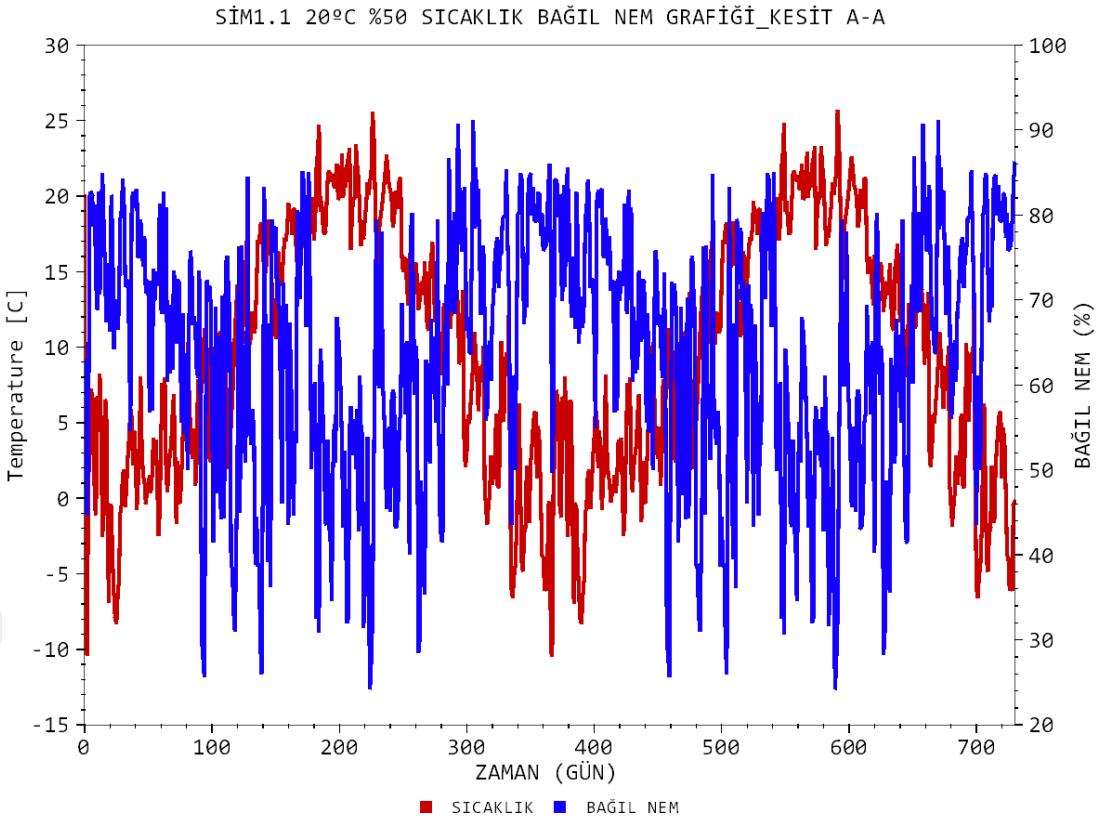
Şekil 5.278'de SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.194 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



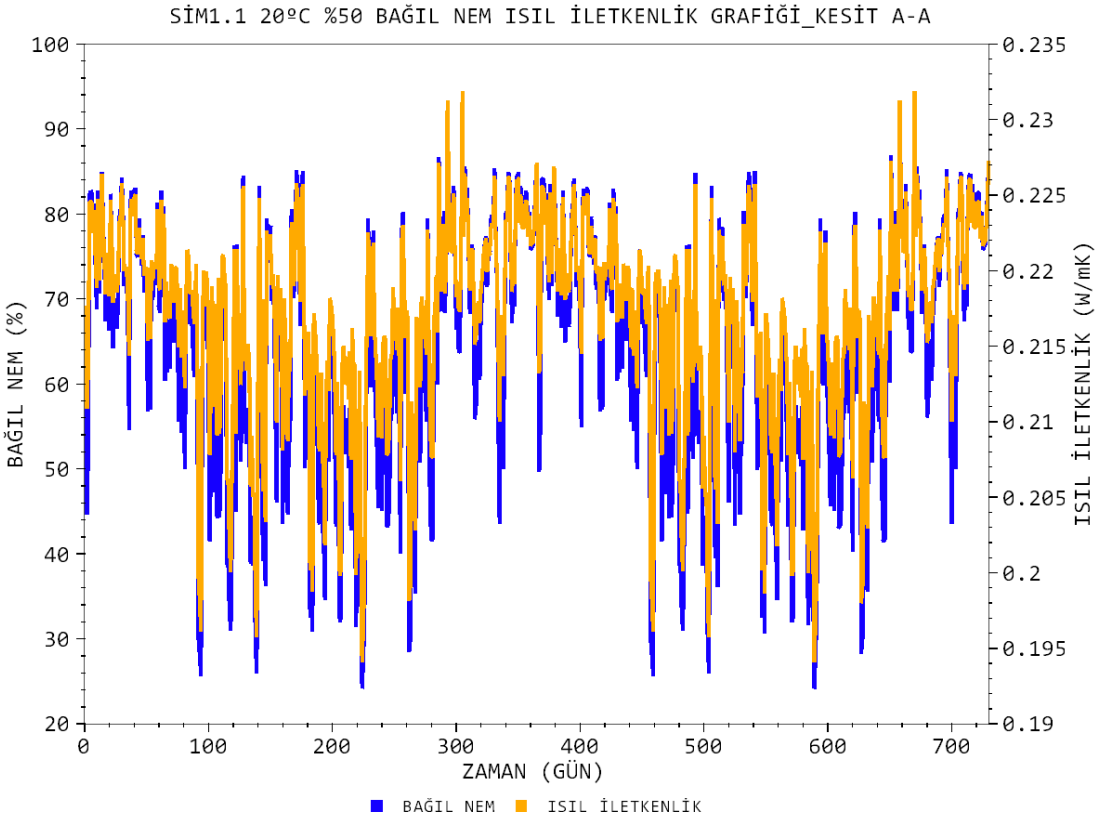
Şekil 5.278 : SİM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.279'da SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %43-86 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %24-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.280'de SiM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.194 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

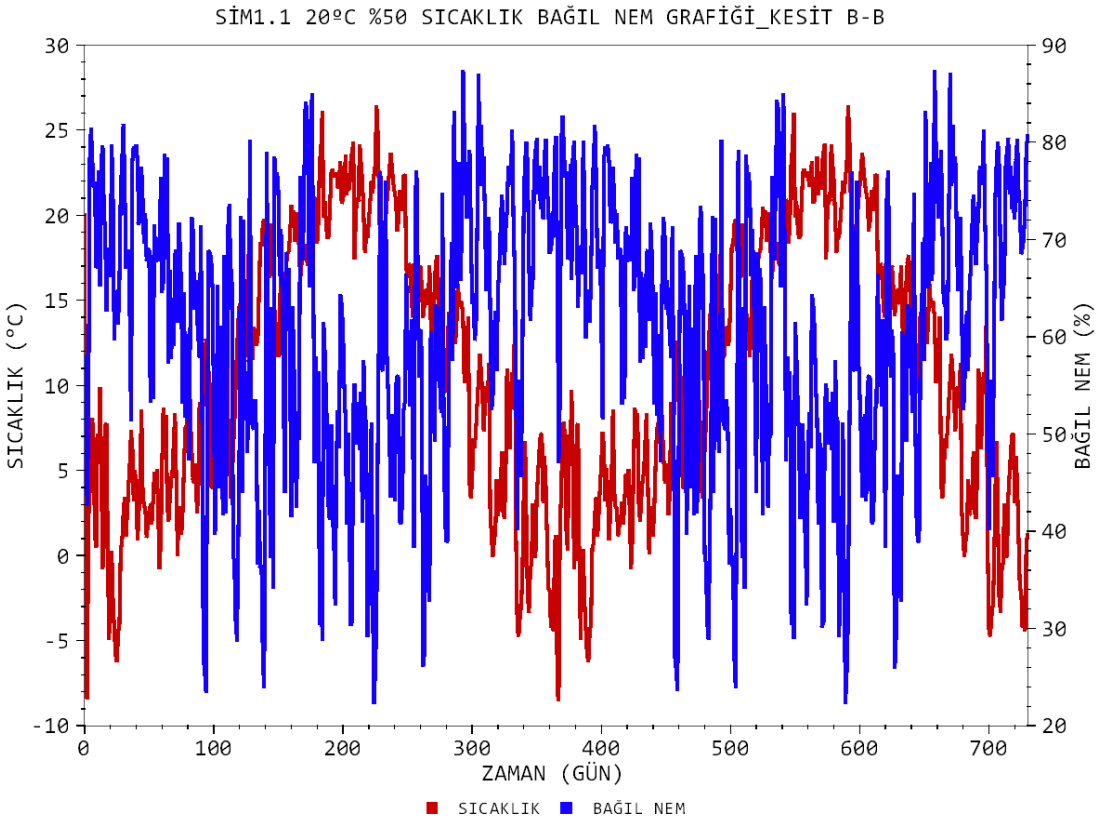


Şekil 5.279 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



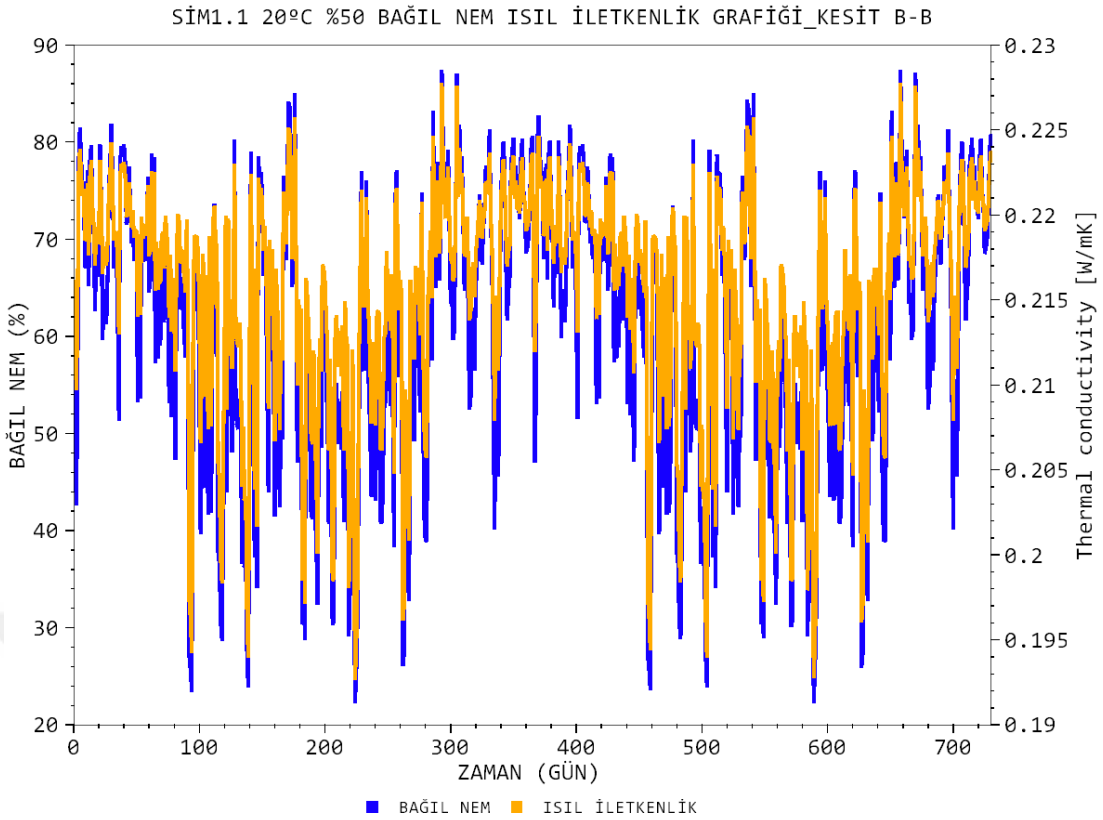
Şekil 5.280 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.281'de SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %40-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-85 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.281 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

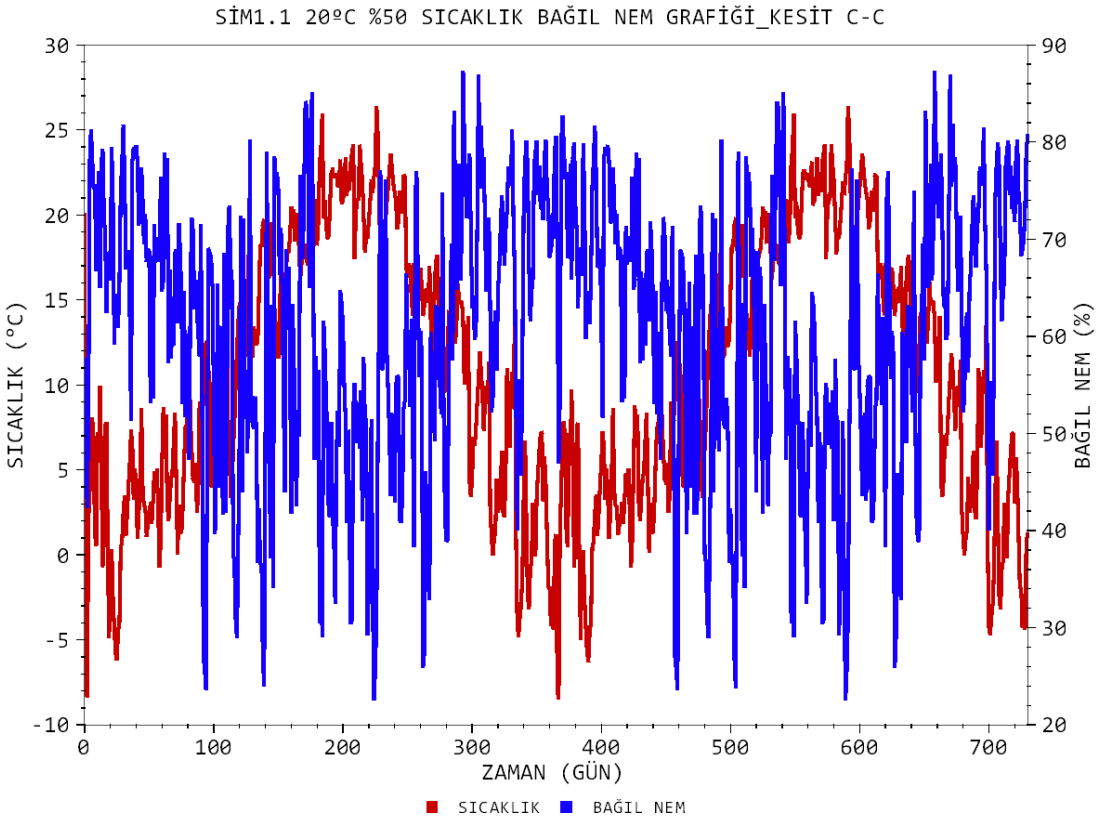
Şekil 5.282'de SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.228 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



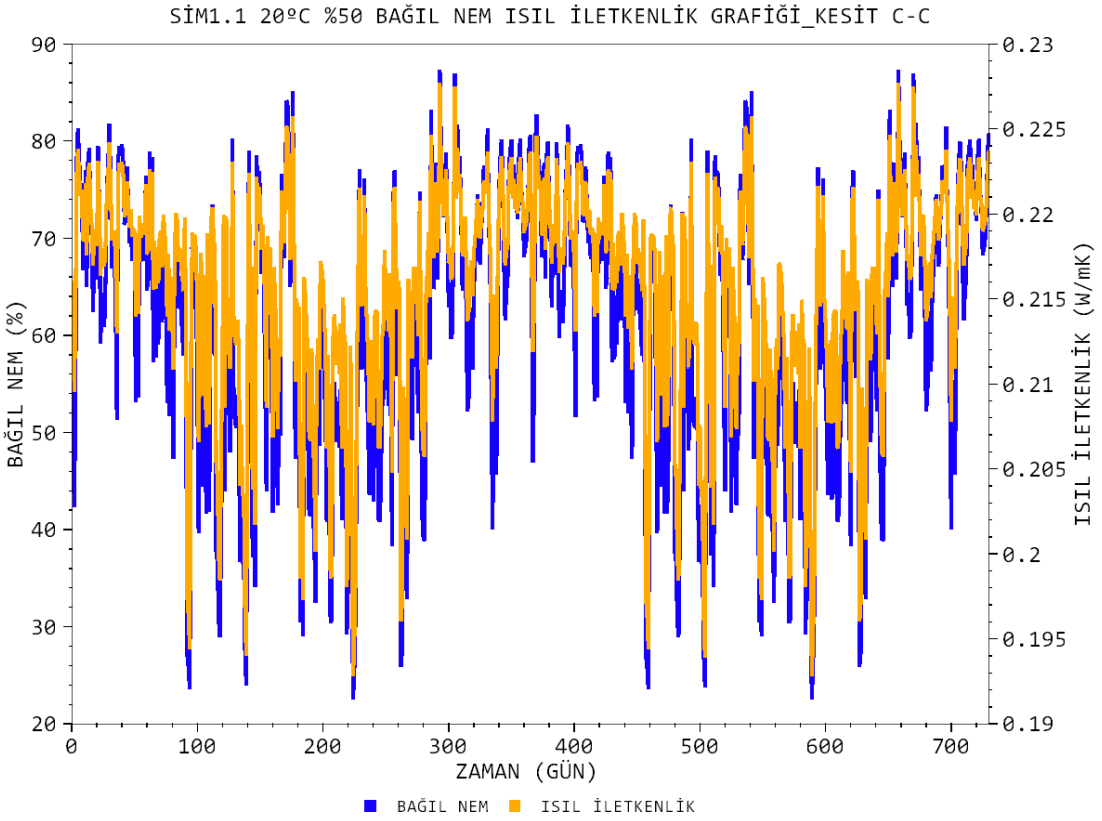
Şekil 5.282 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.283'te SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %44-86 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.284'te SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.228 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

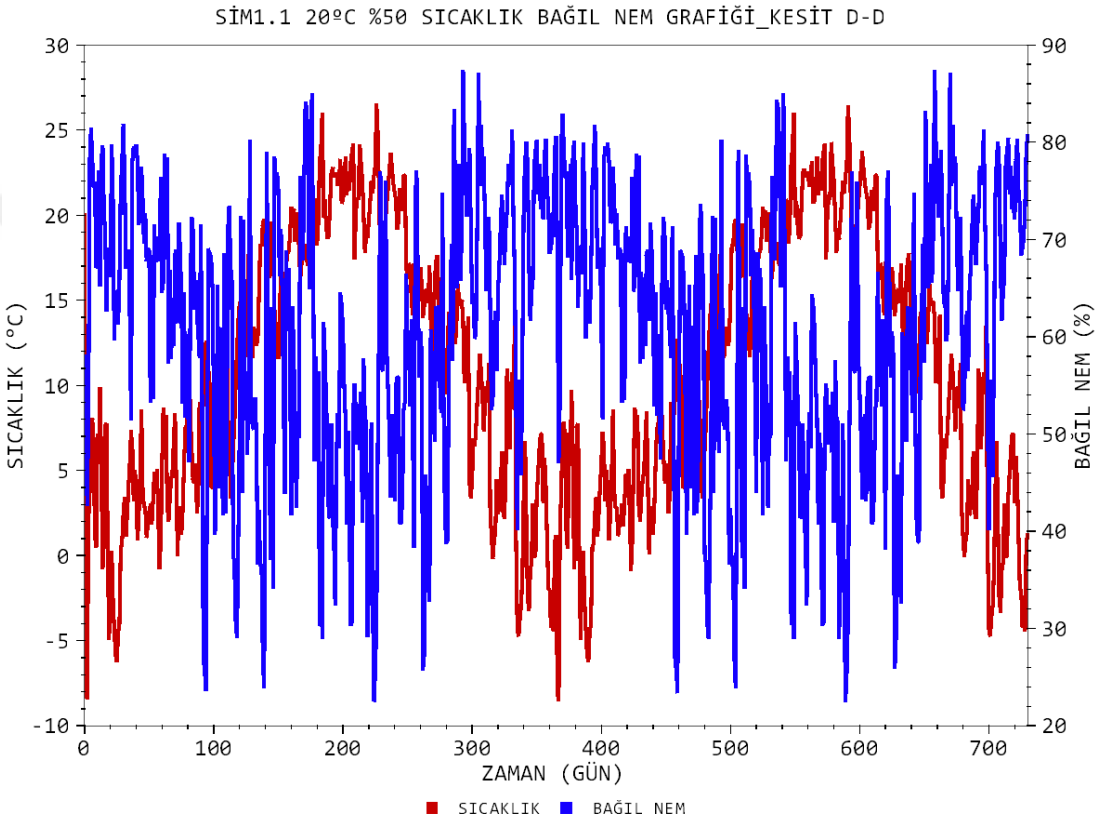


Şekil 5.283 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



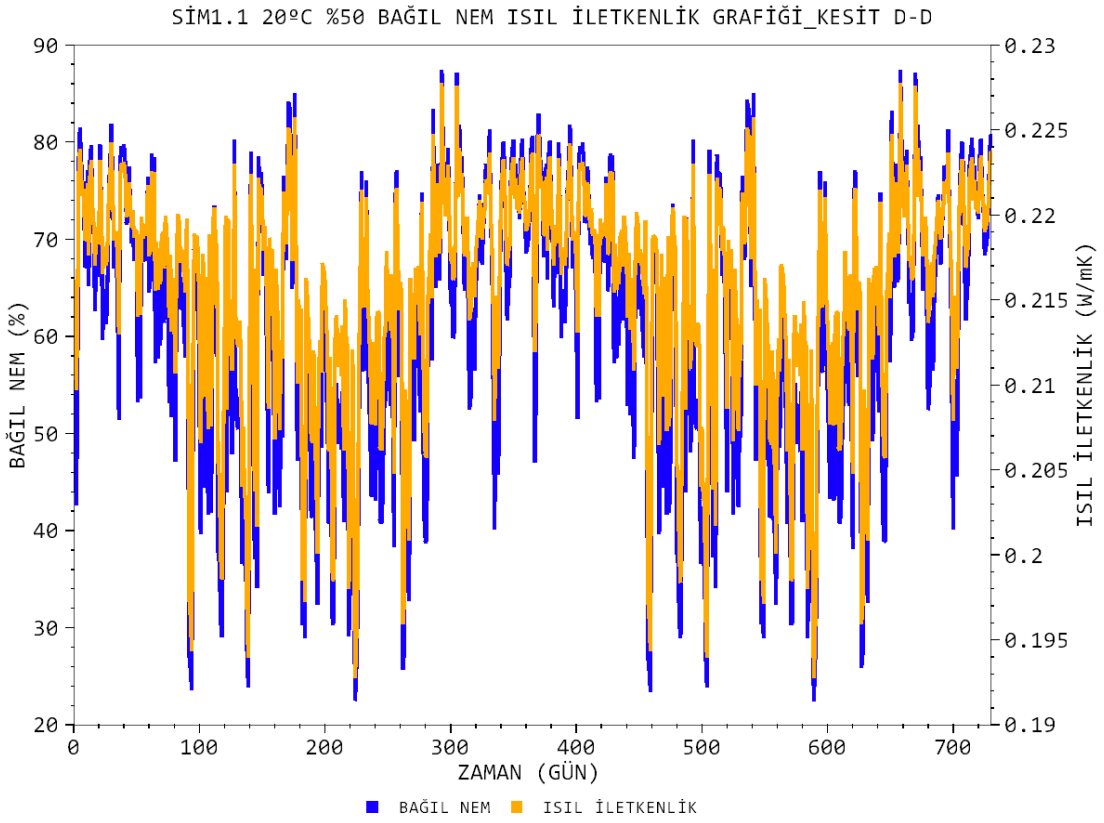
Şekil 5.284 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.285'te SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %40-80 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-85 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.285 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.

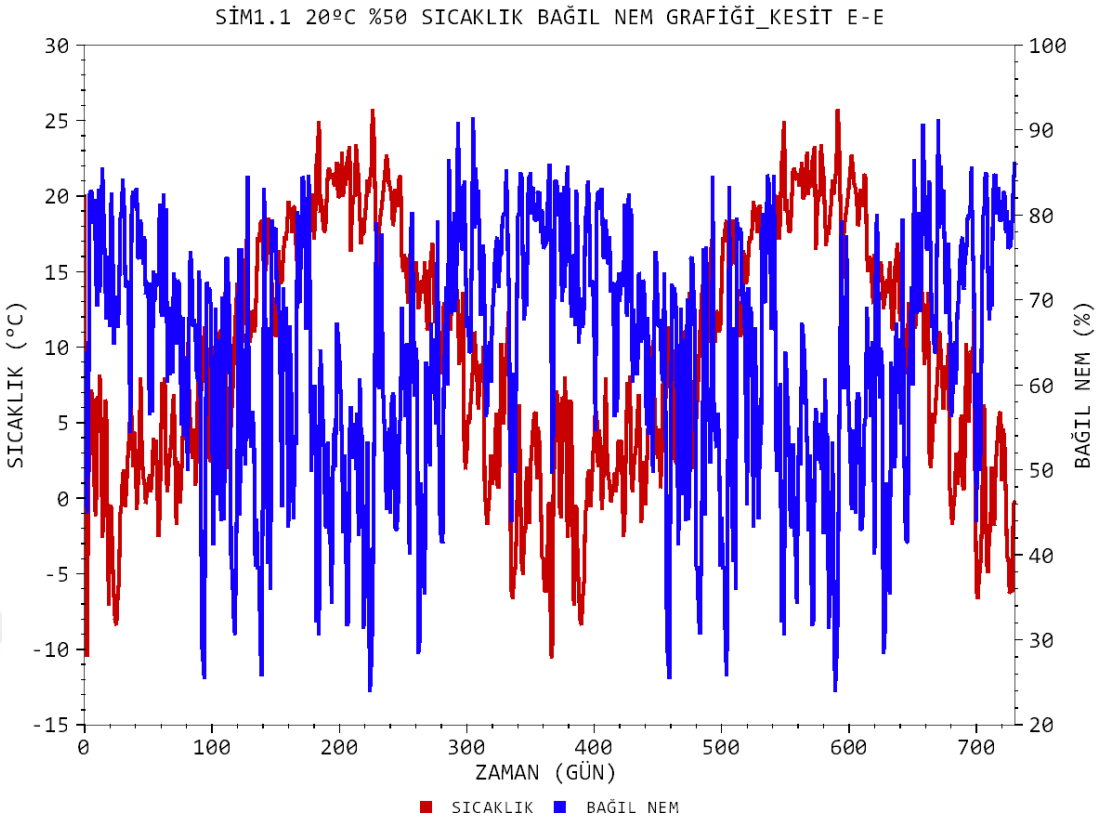
Şekil 5.286'da SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.228 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



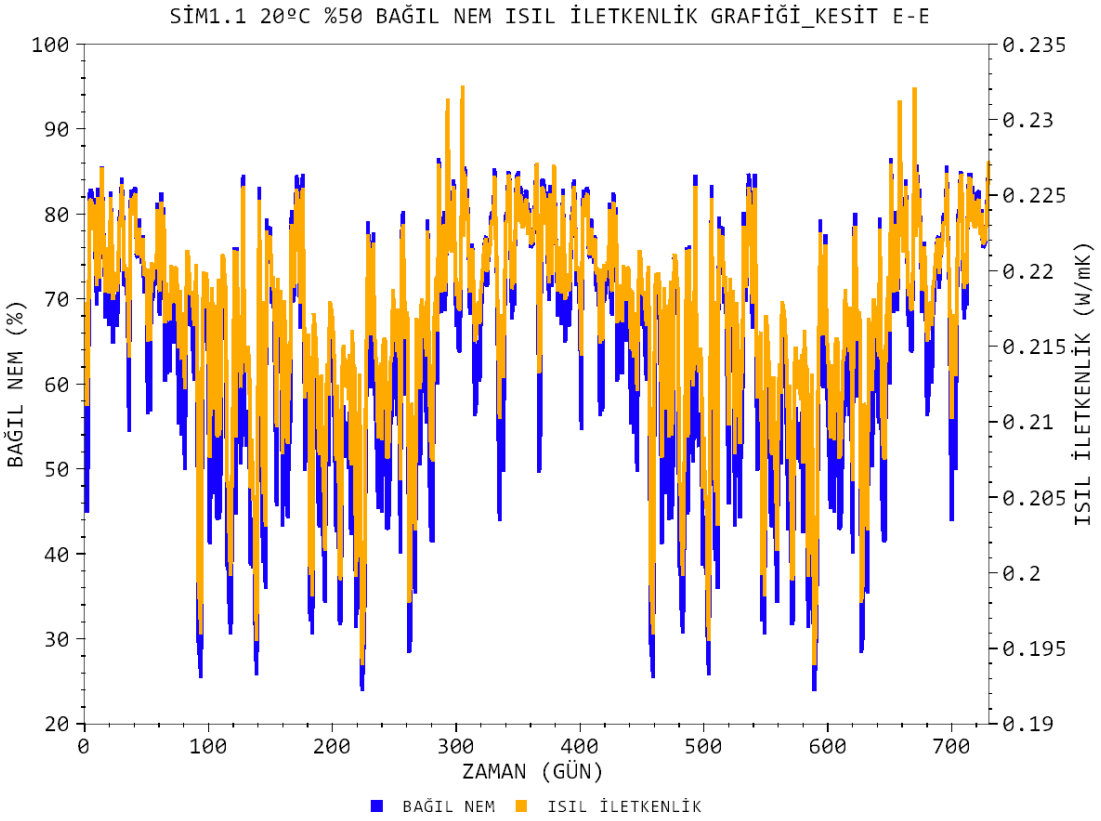
Şekil 5.286 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.287'de SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %43-86 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.288'de SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.193 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

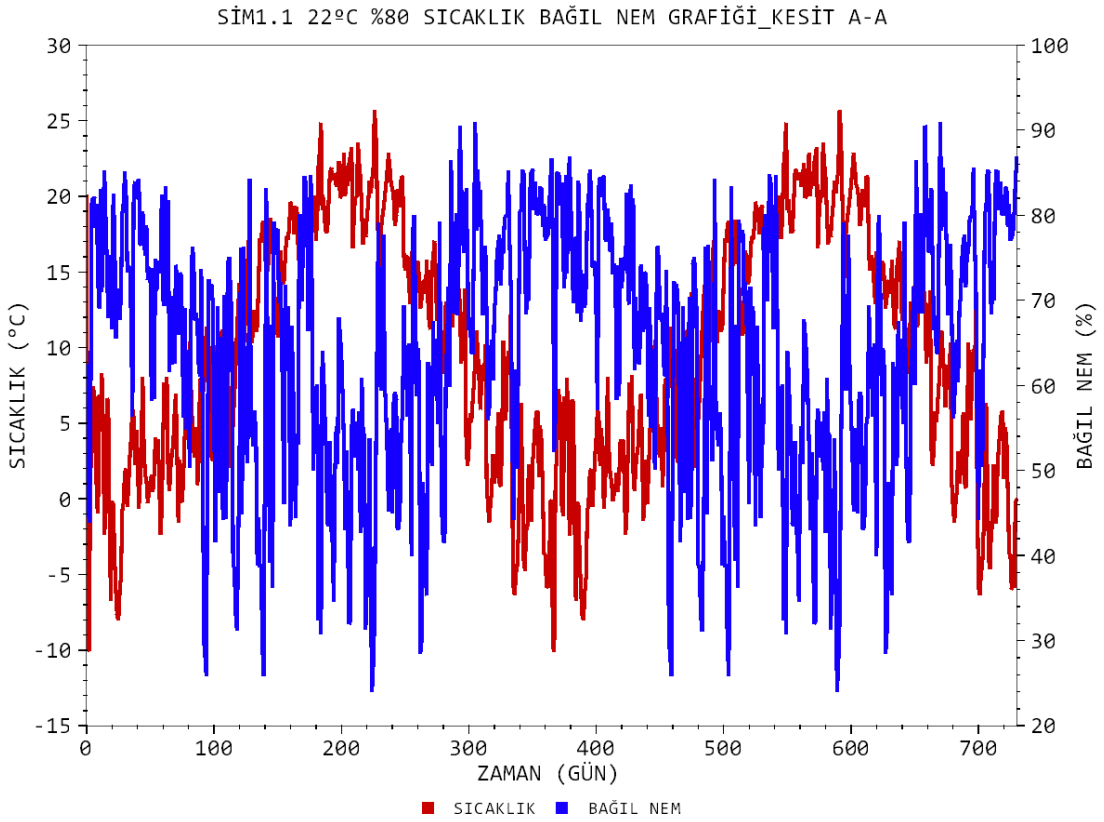


Şekil 5.287 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği.



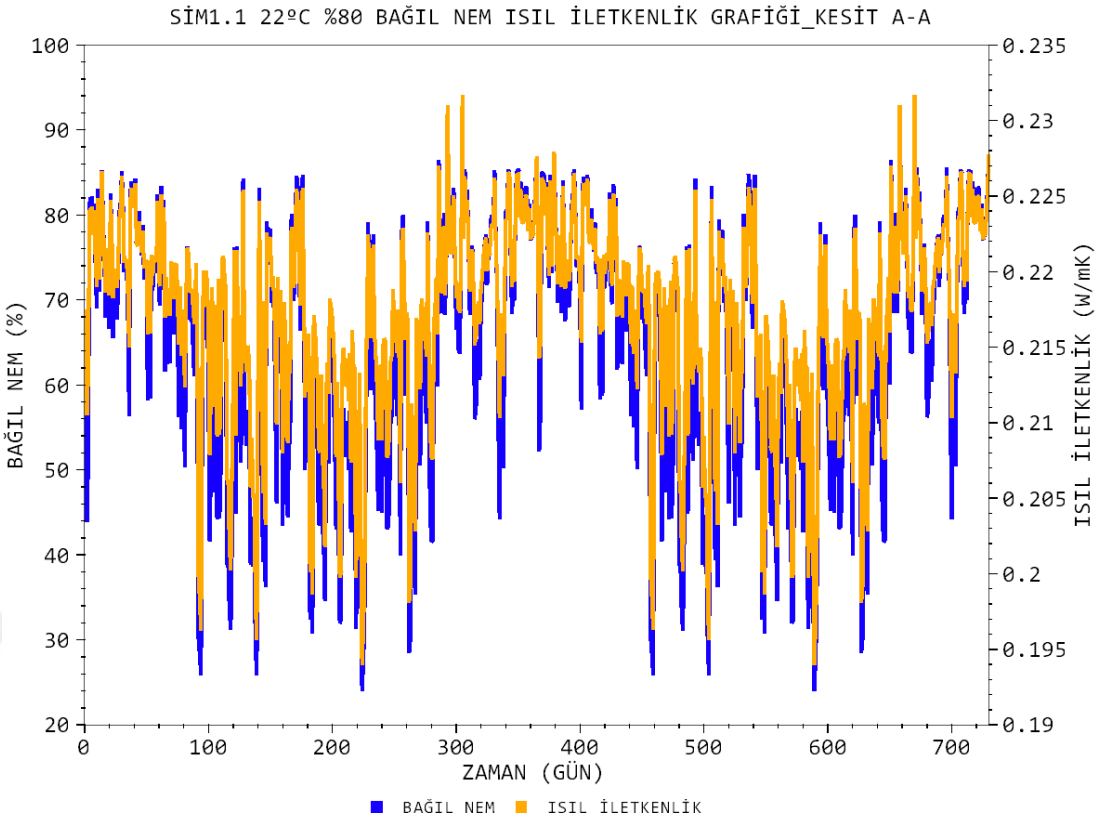
Şekil 5.288 : SİM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.289'de SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %43-86 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %24-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.289 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

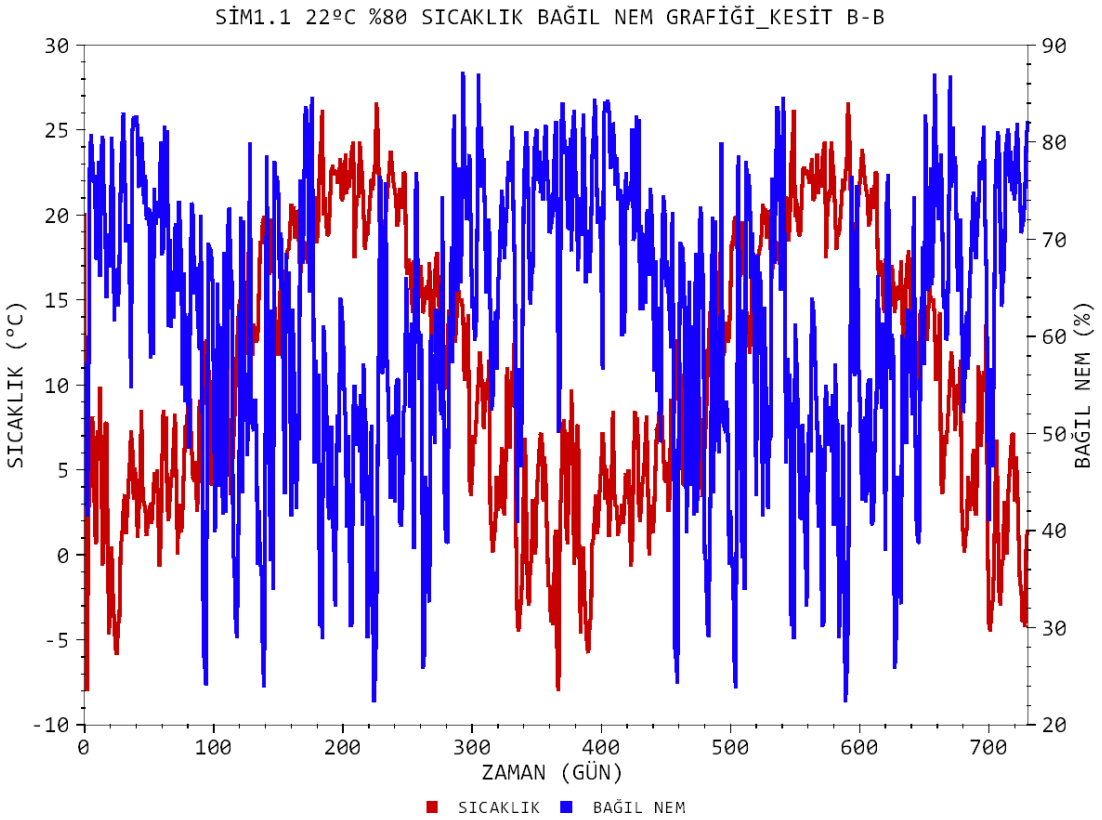
Şekil 5.290'da SİM1.1 22°C %850 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.1934 ile 0.231 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



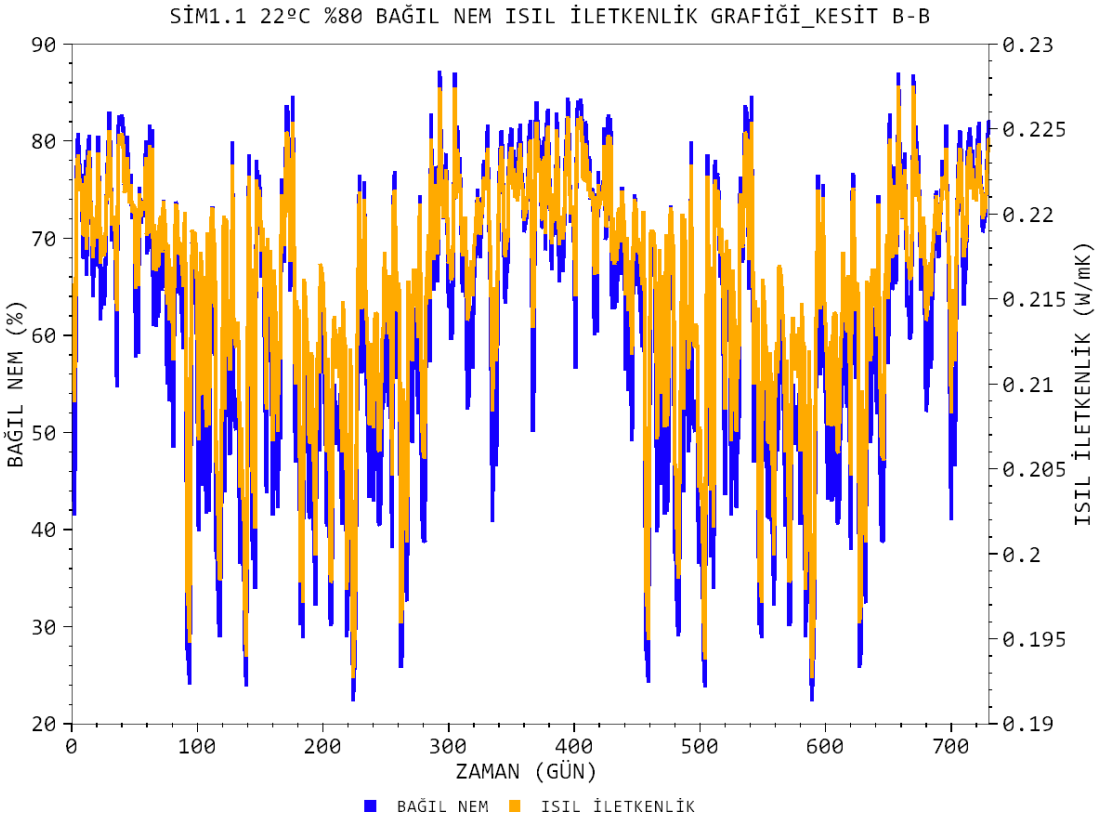
Şekil 5.290 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.291'de SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %41-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 14-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.292'de SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.227 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

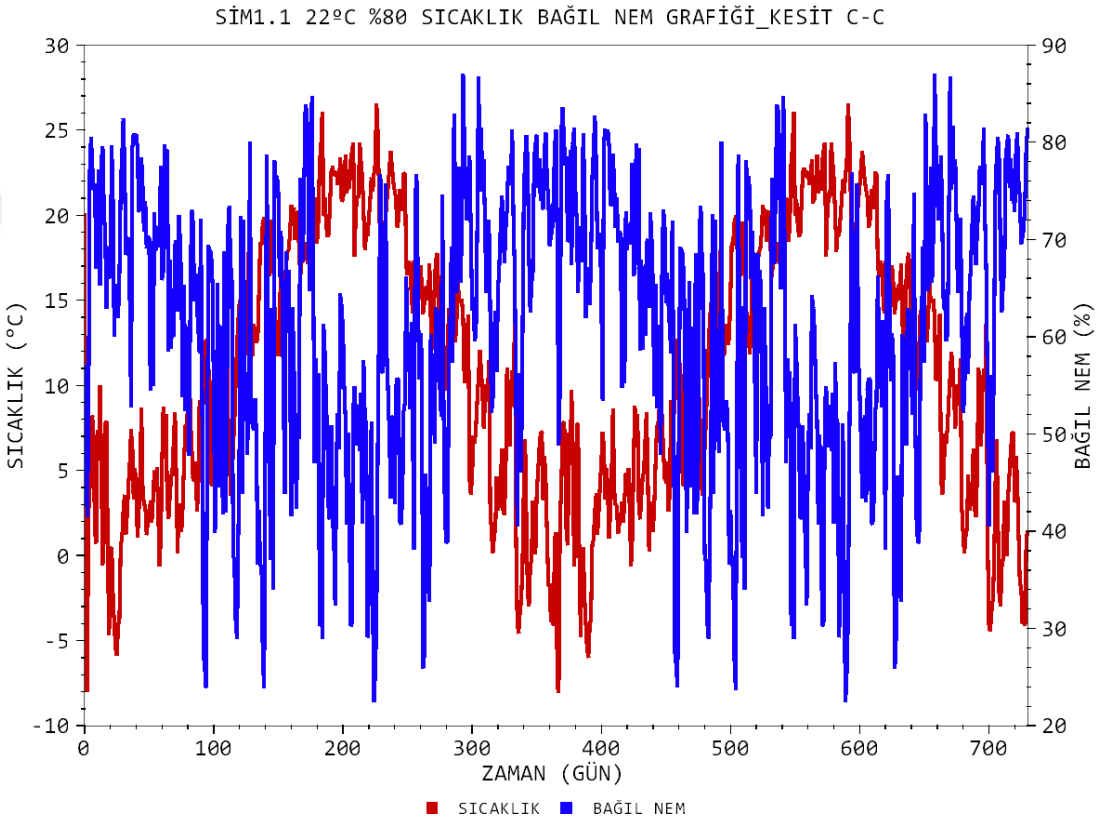


Şekil 5.291 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



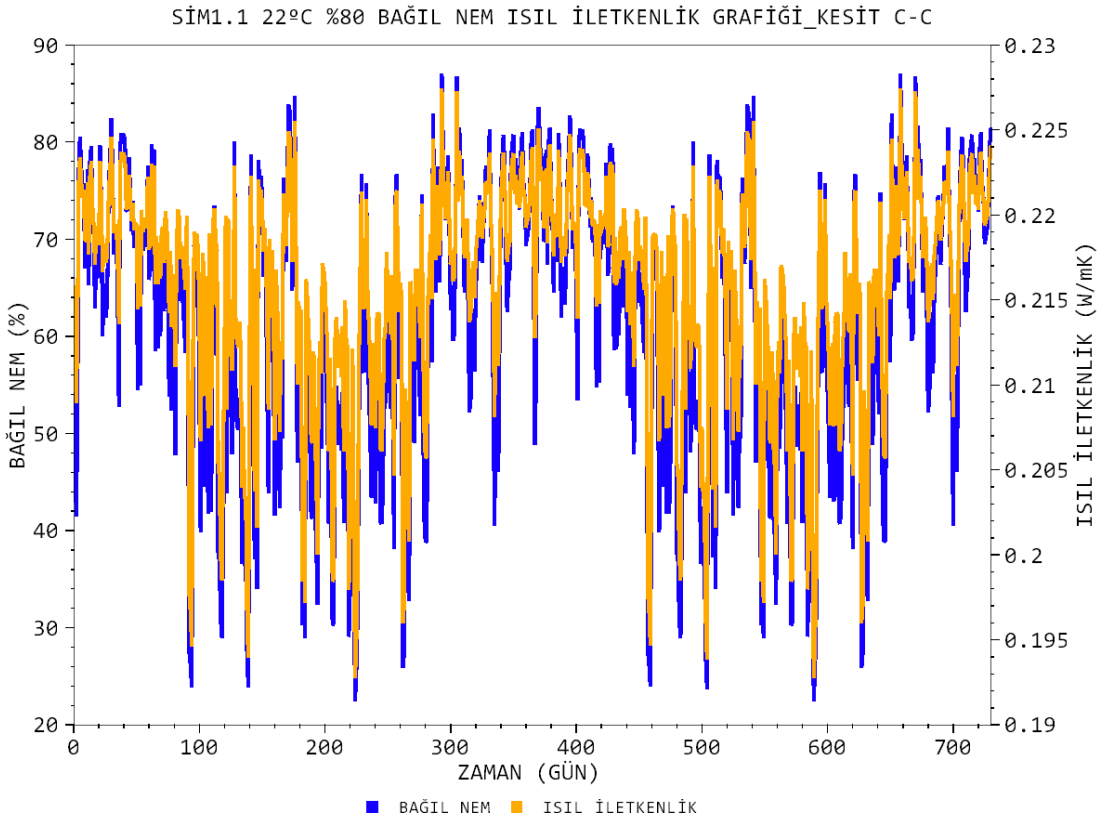
Şekil 5.292 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.293'te SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %40-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.293 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

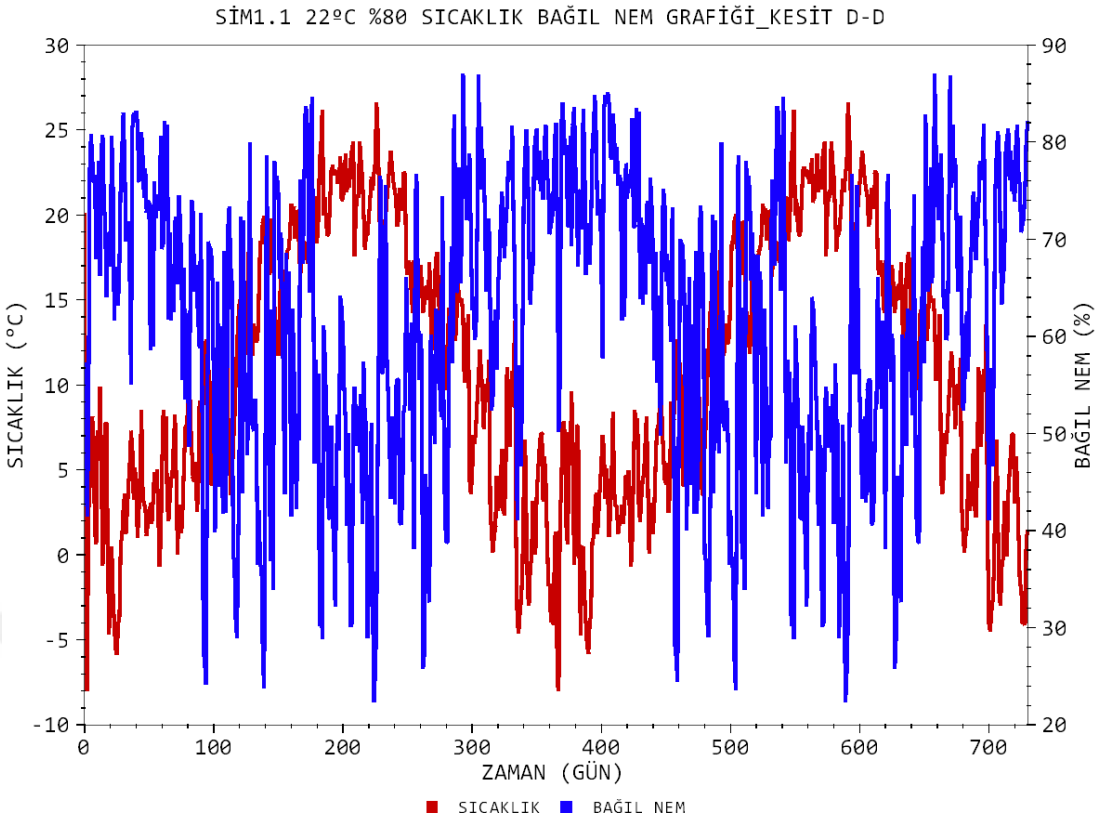
Şekil 5.294'te SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.227 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



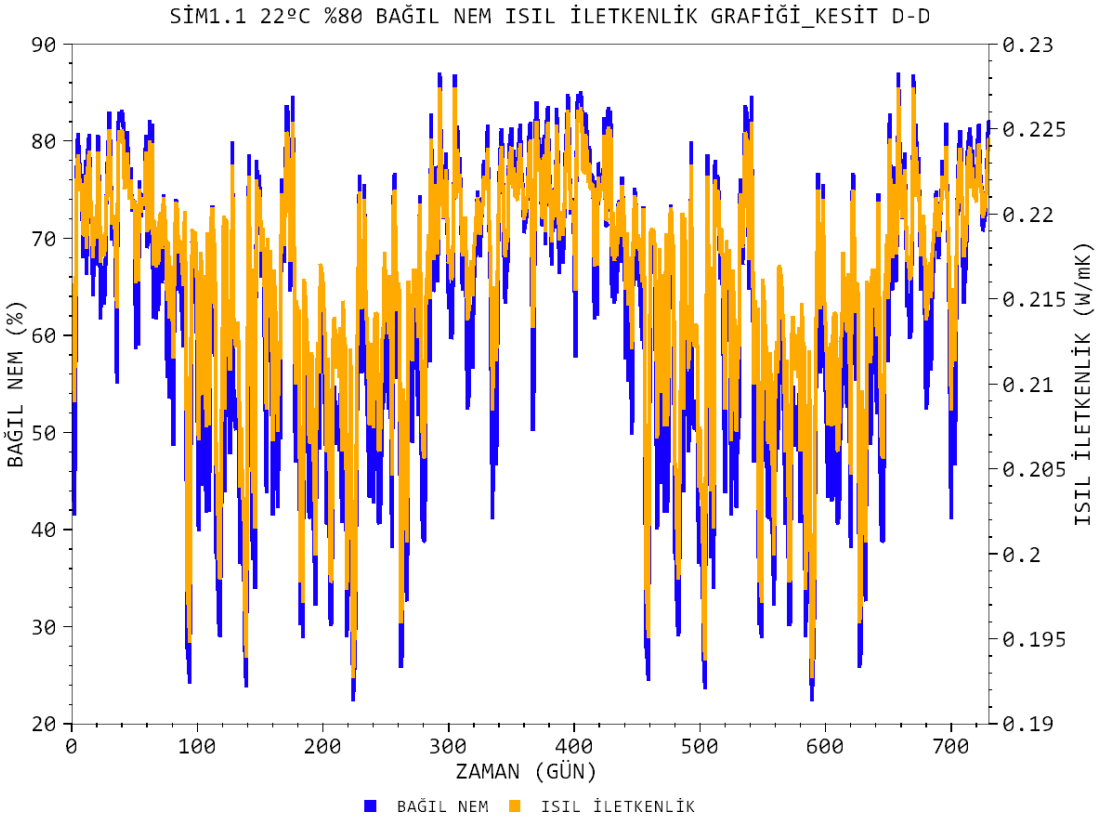
Şekil 5.294 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.295'te SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %41-85 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 14-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.296'da SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.227 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

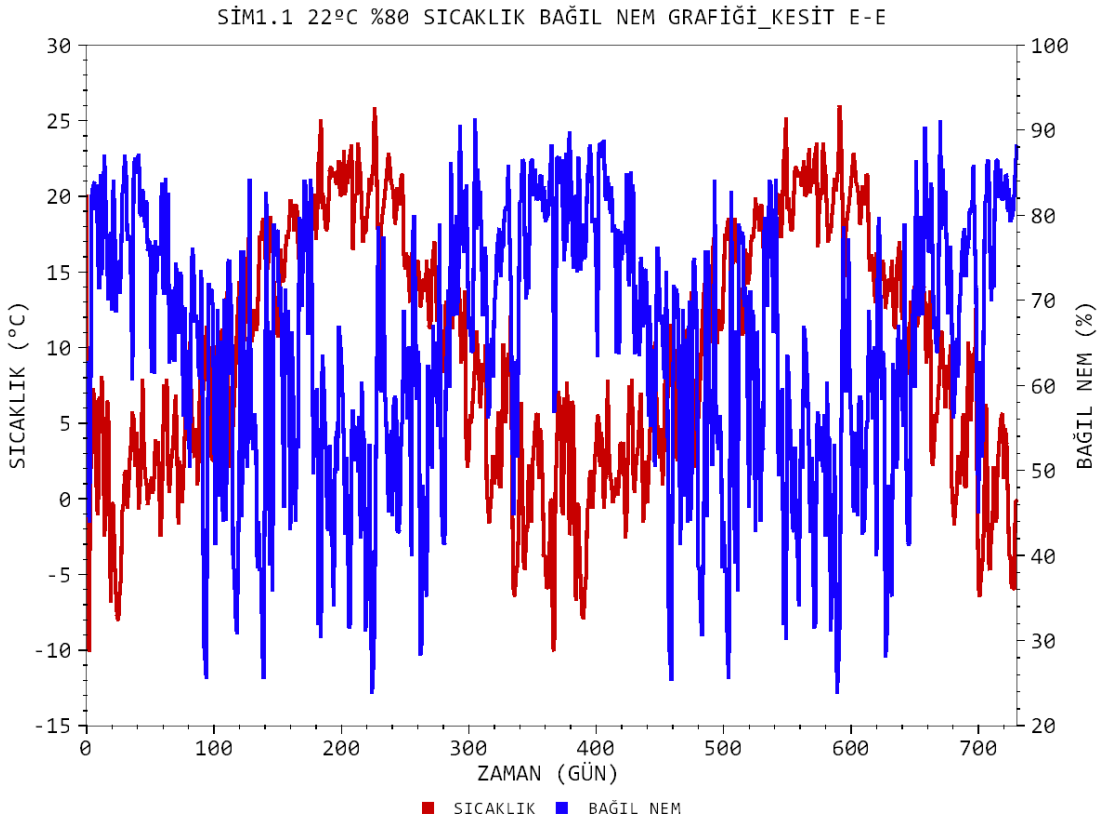


Şekil 5.295 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



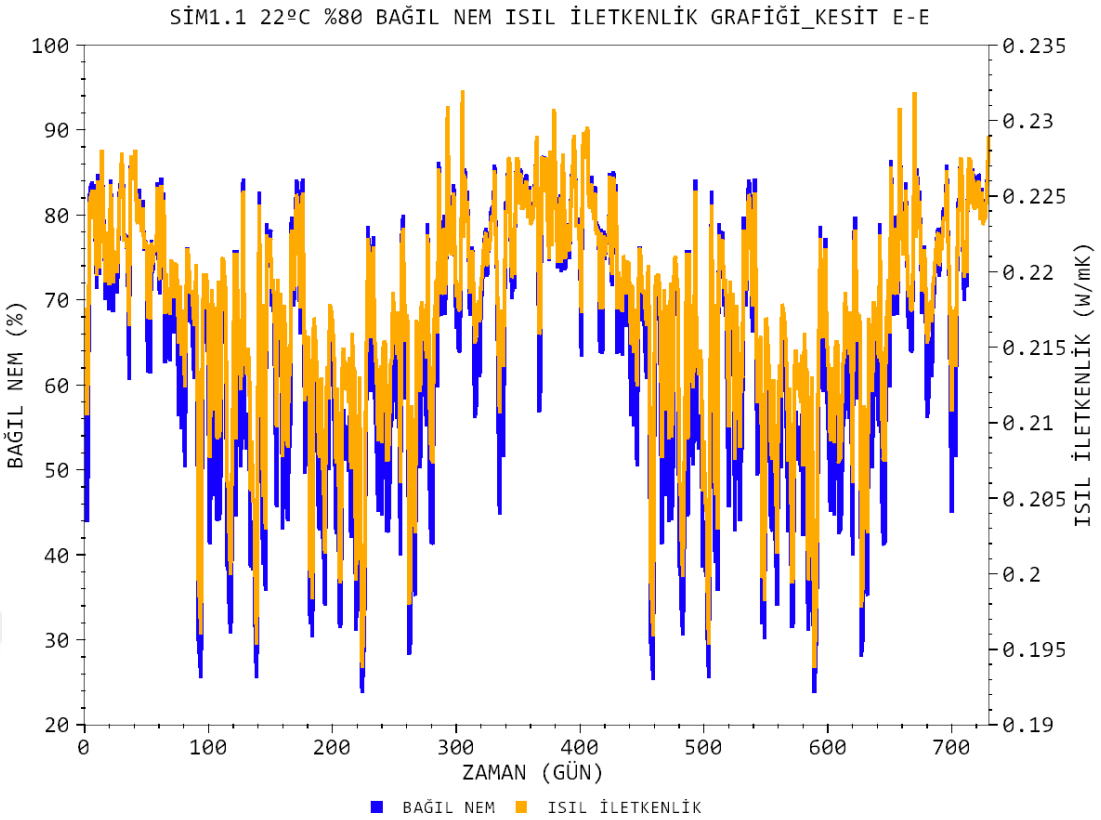
Şekil 5.296 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.297'de SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %44-89 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 7°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.297 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği.

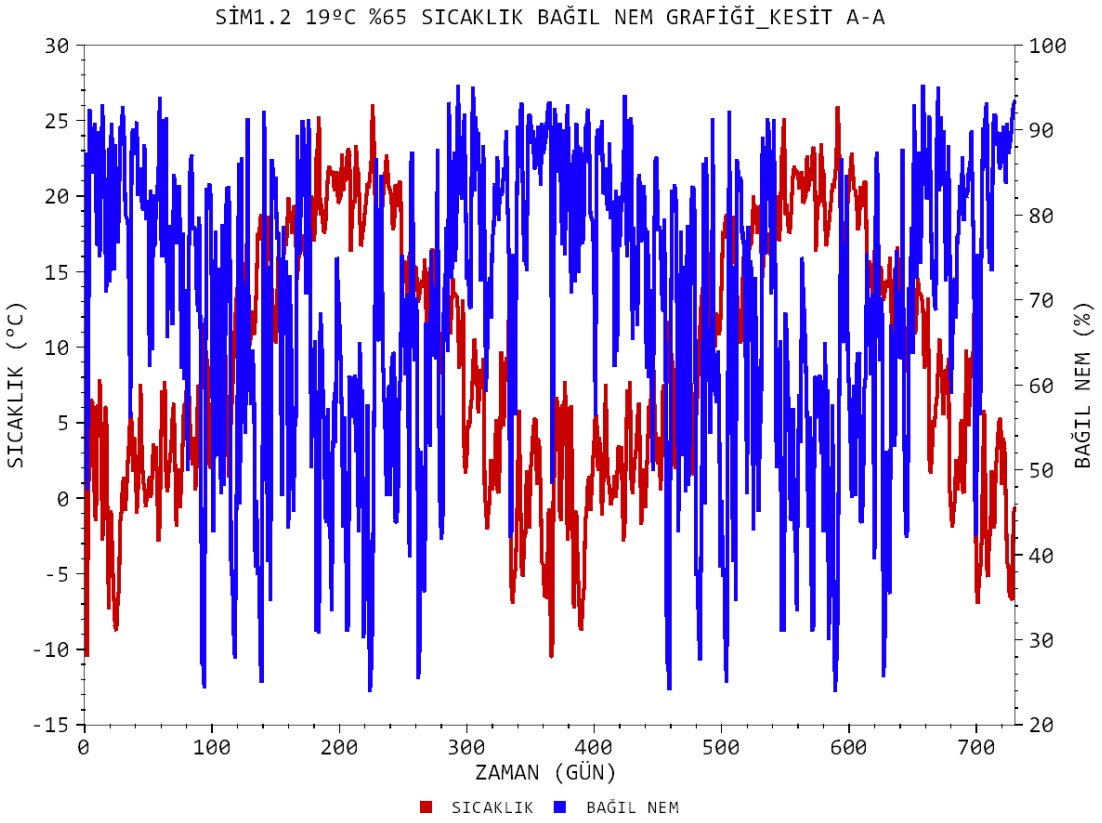
Şekil 5.298'de SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.193 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



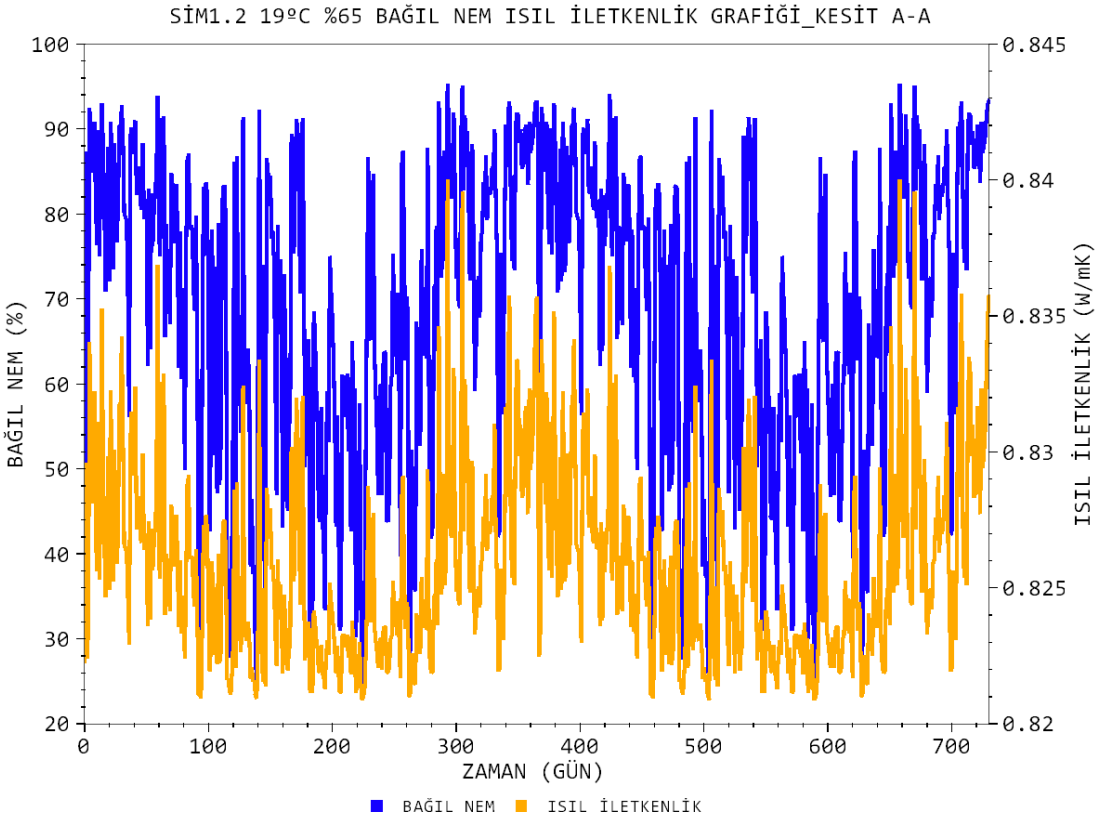
Şekil 5.298 : SİM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.299'da SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %42-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 6°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-91 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.300'de SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.84 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

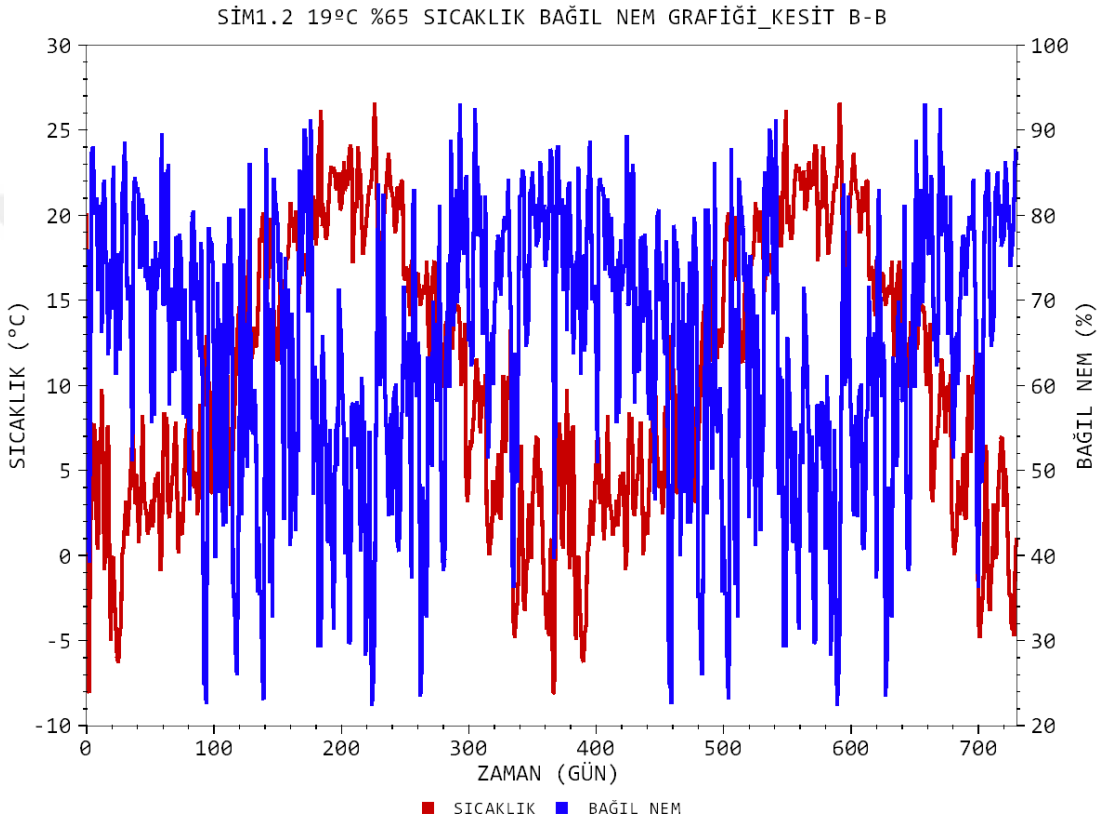


Şekil 5.299 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



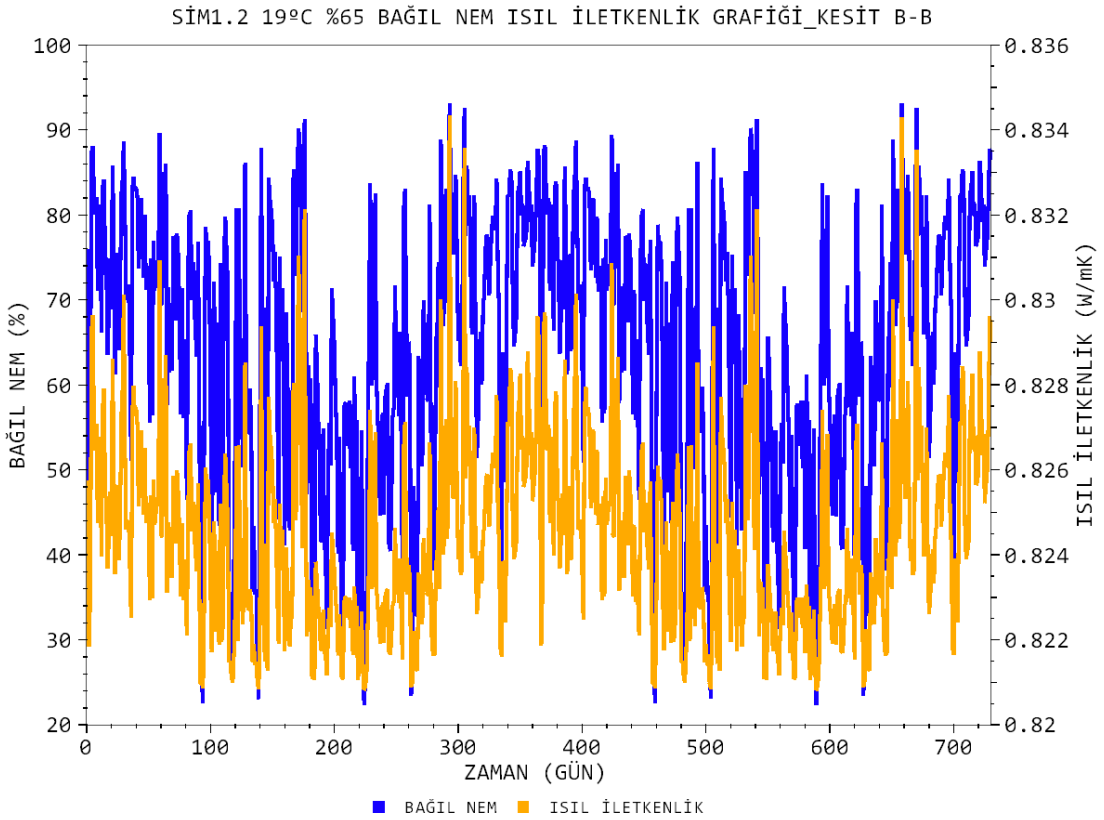
Şekil 5.300 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.301'de SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %36-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-91 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.301 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

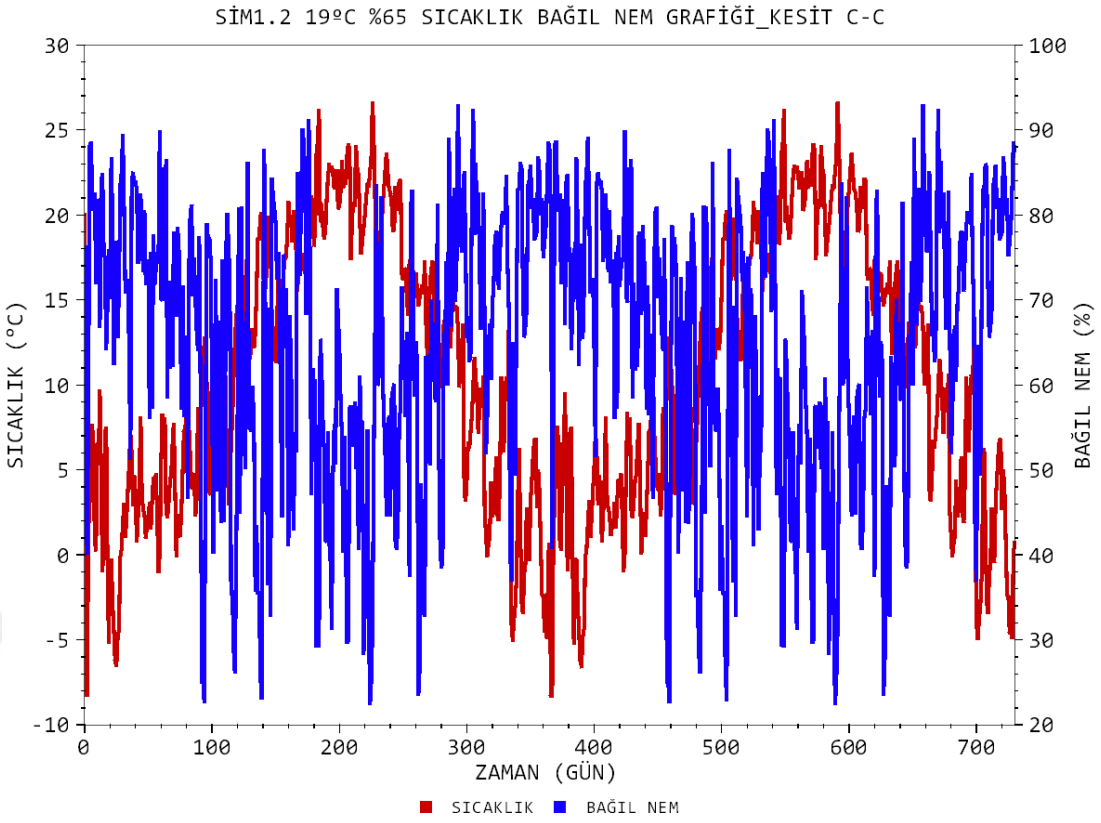
Şekil 5.302'de SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



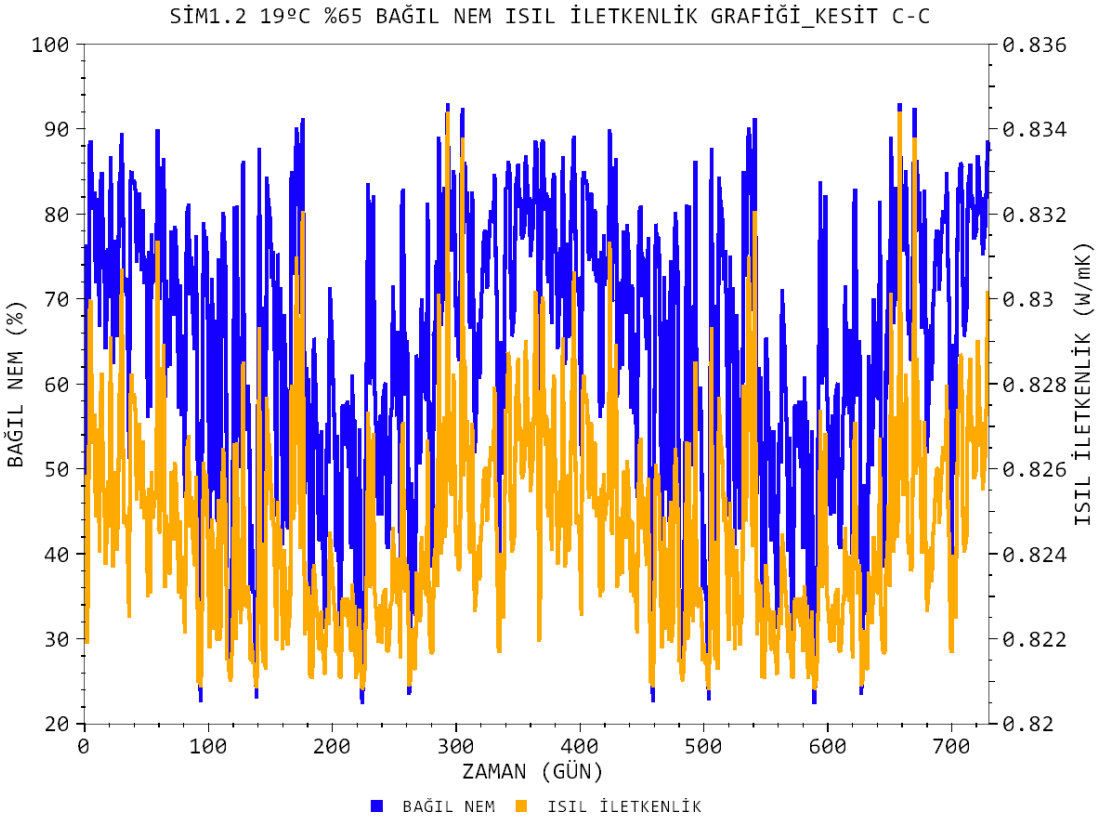
Şekil 5.302 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.303'te SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %36-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.304'te SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

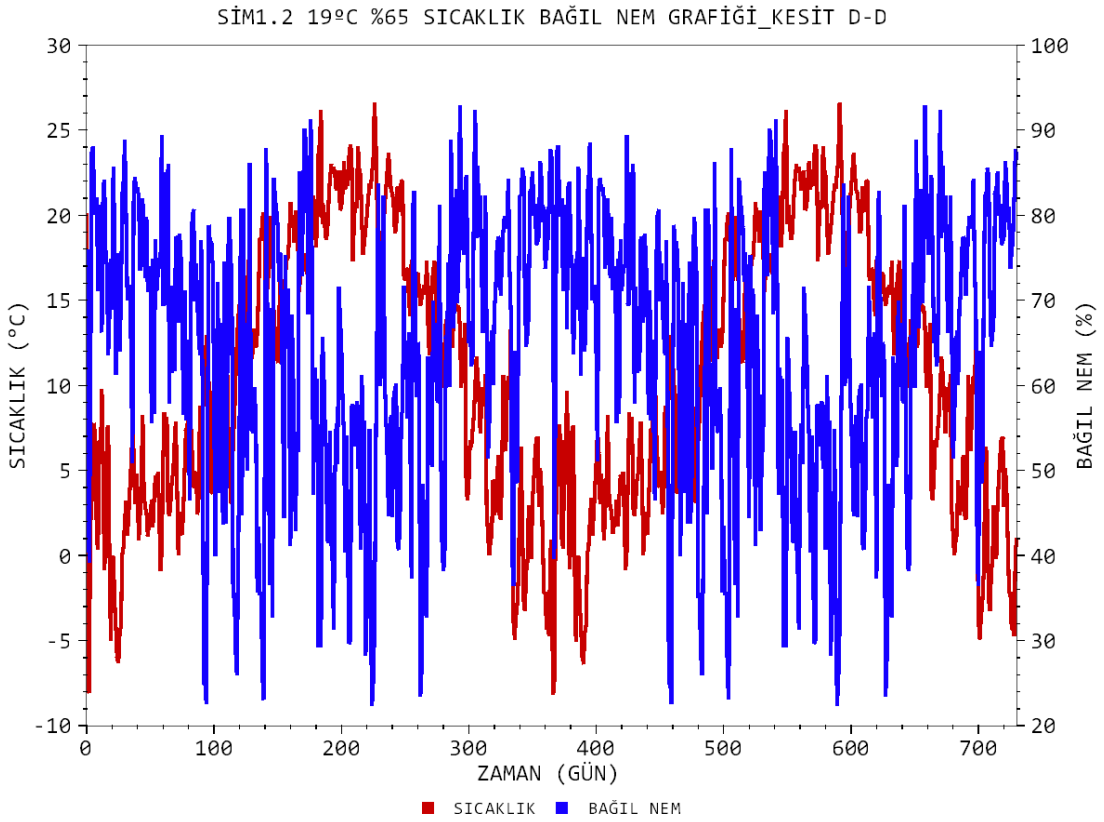


Şekil 5.303 : SİM1.2. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



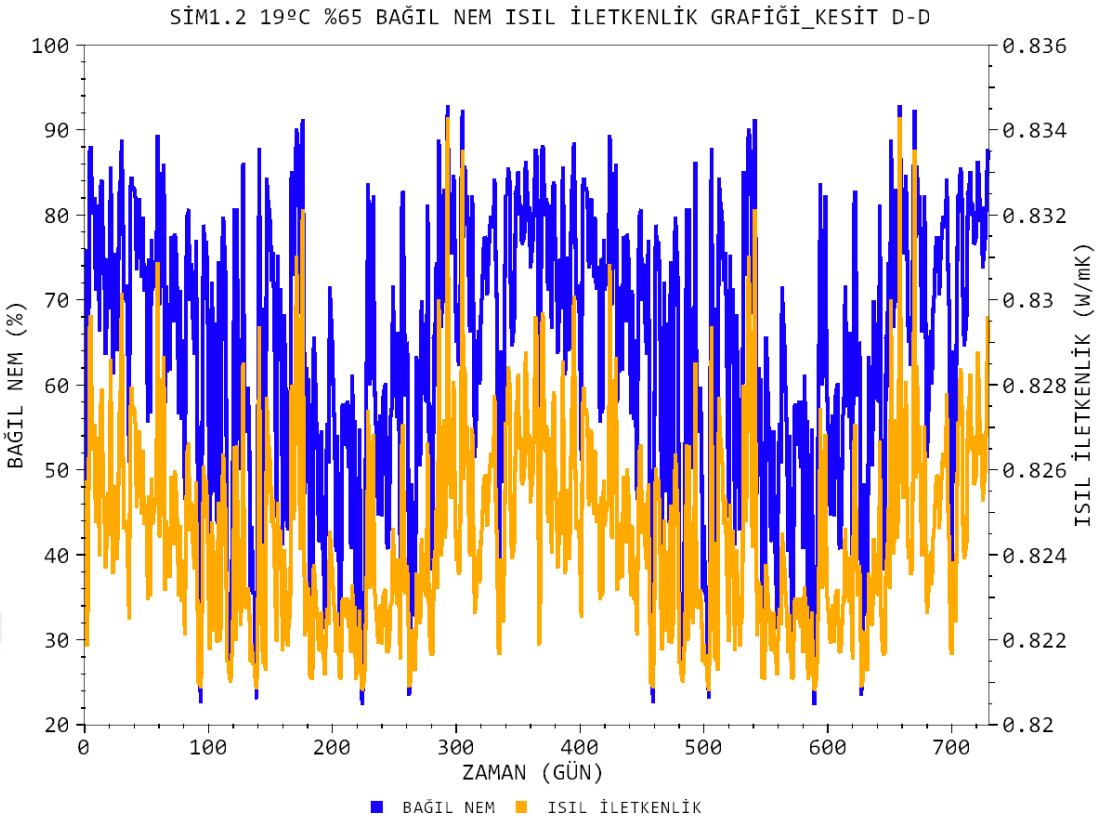
Şekil 5.304 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.305'te SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %36-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -6 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-91 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.305 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.

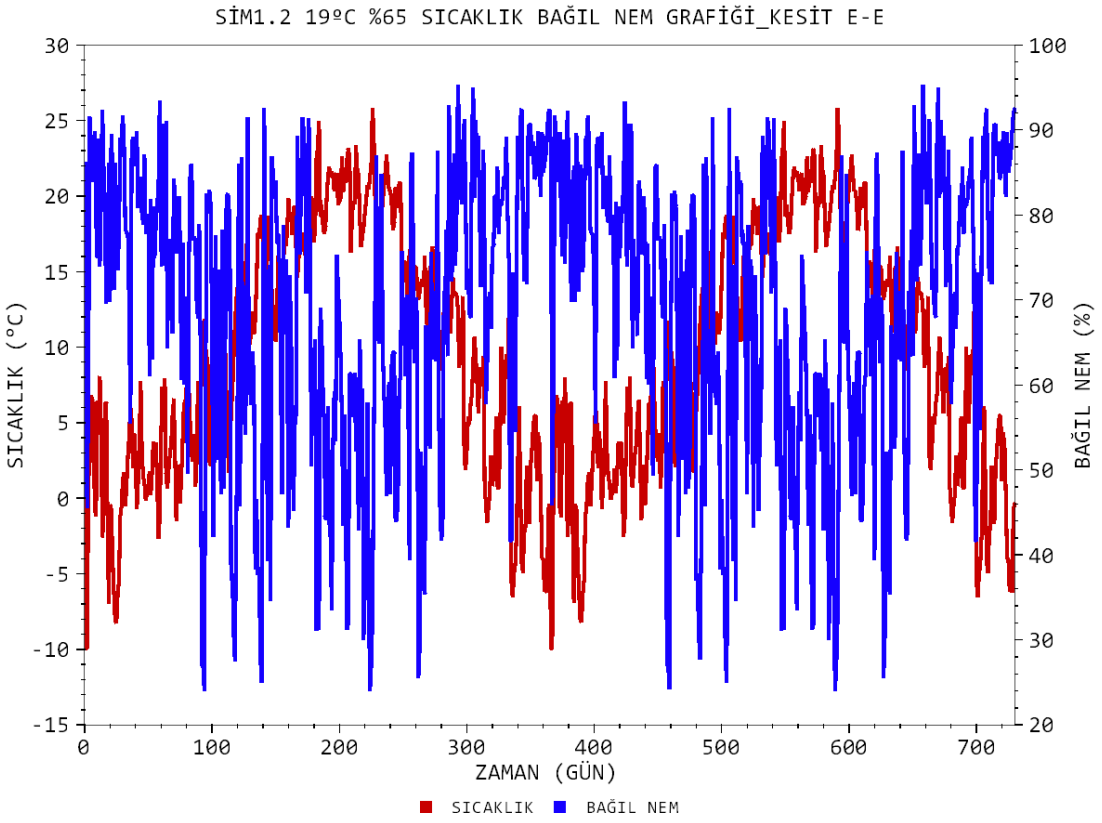
Şekil 5.306'da SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



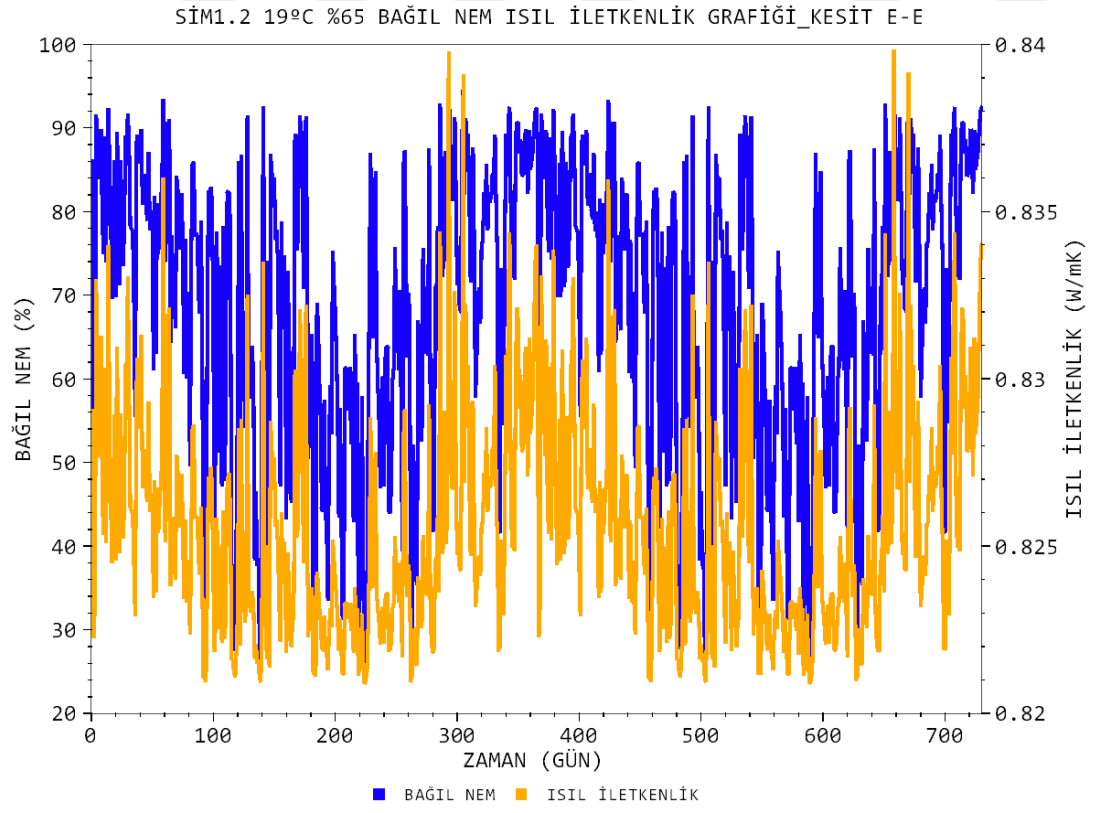
Şekil 5.306 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.307'de SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %41-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 7°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-91 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.308'de SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.84 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

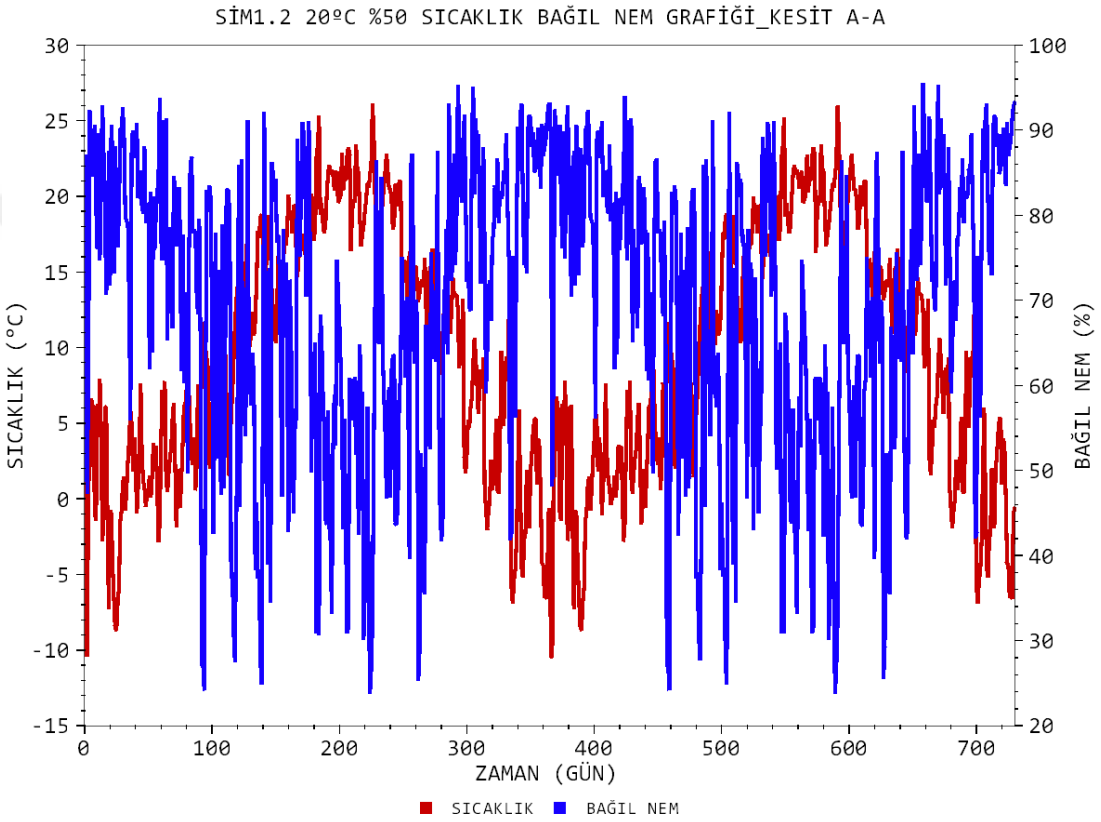


Şekil 5.307 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği.



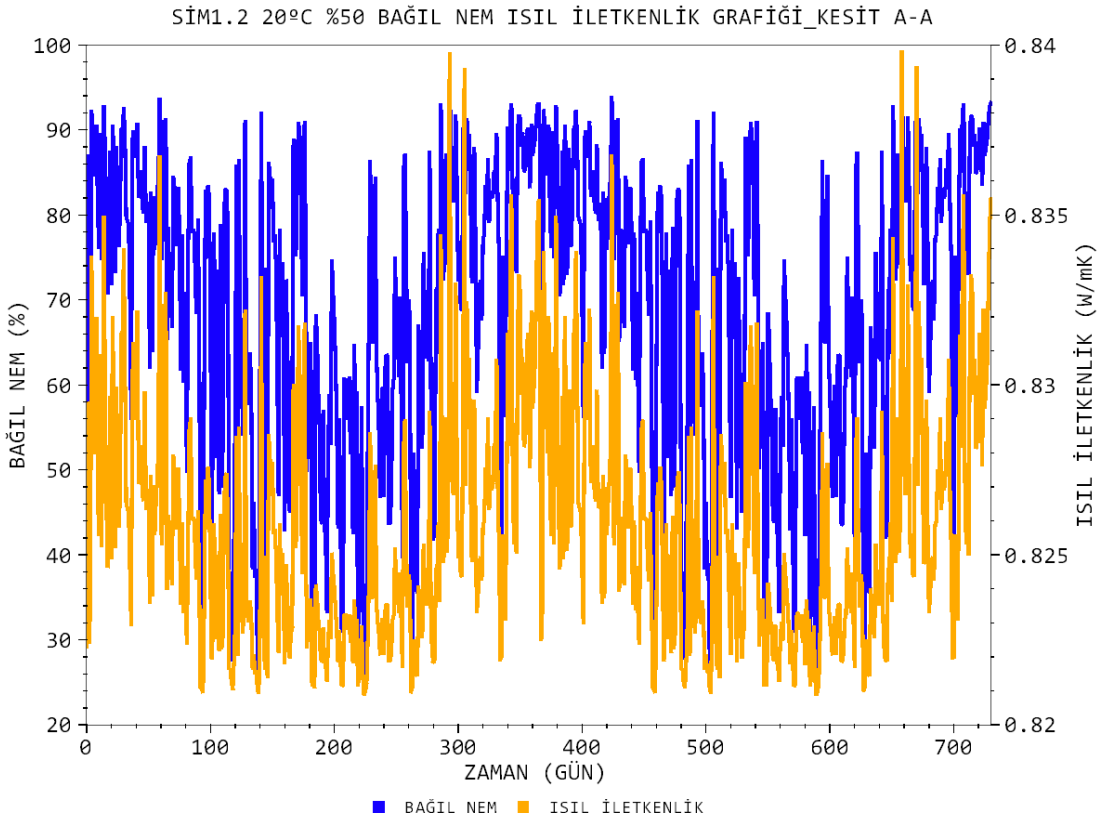
Şekil 5.308 : SİM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.309'da SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %41-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 7°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.309 : SİM1.2. 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

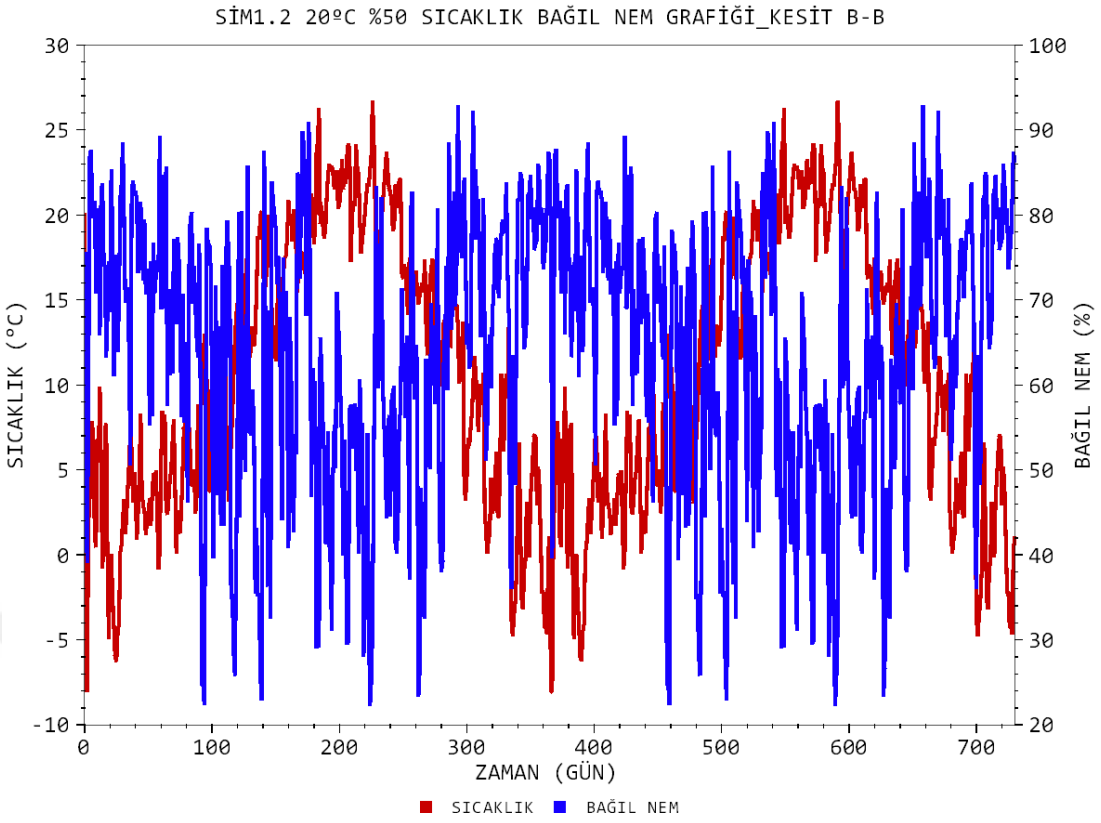
Şekil 5.310'da SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.84 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



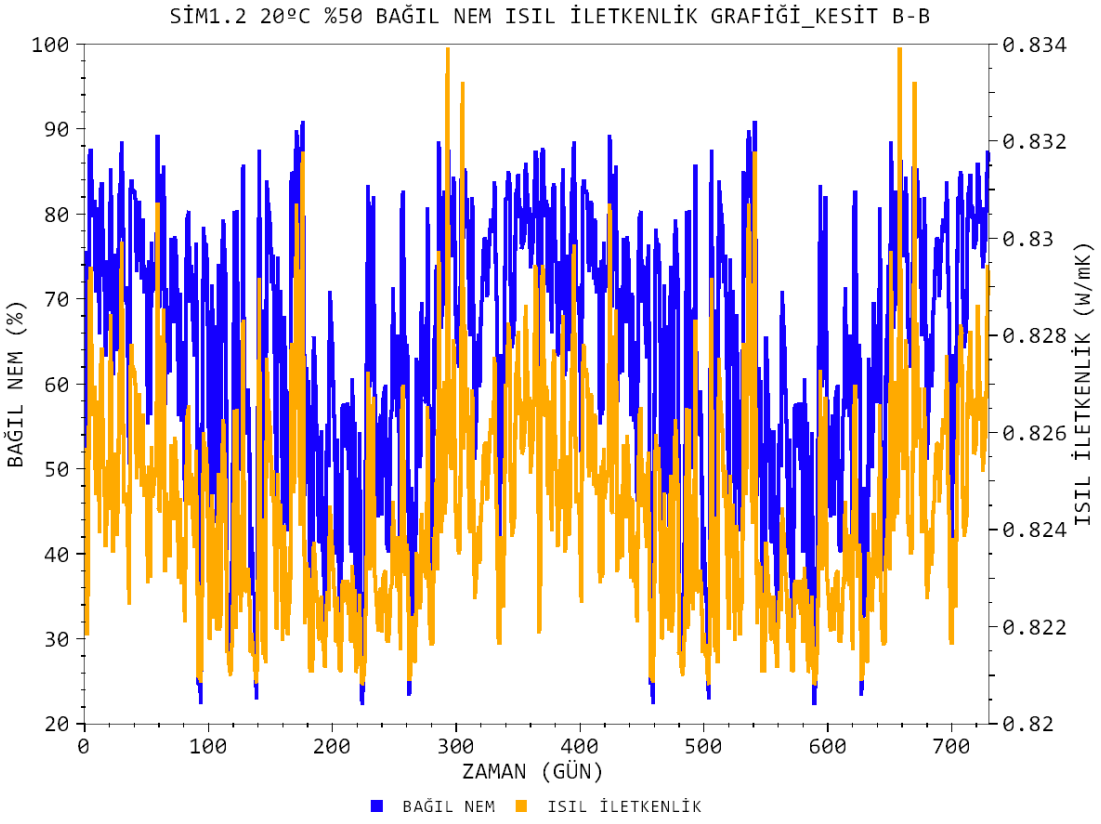
Şekil 5.310 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.311'de SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %36-87 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.312'de SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

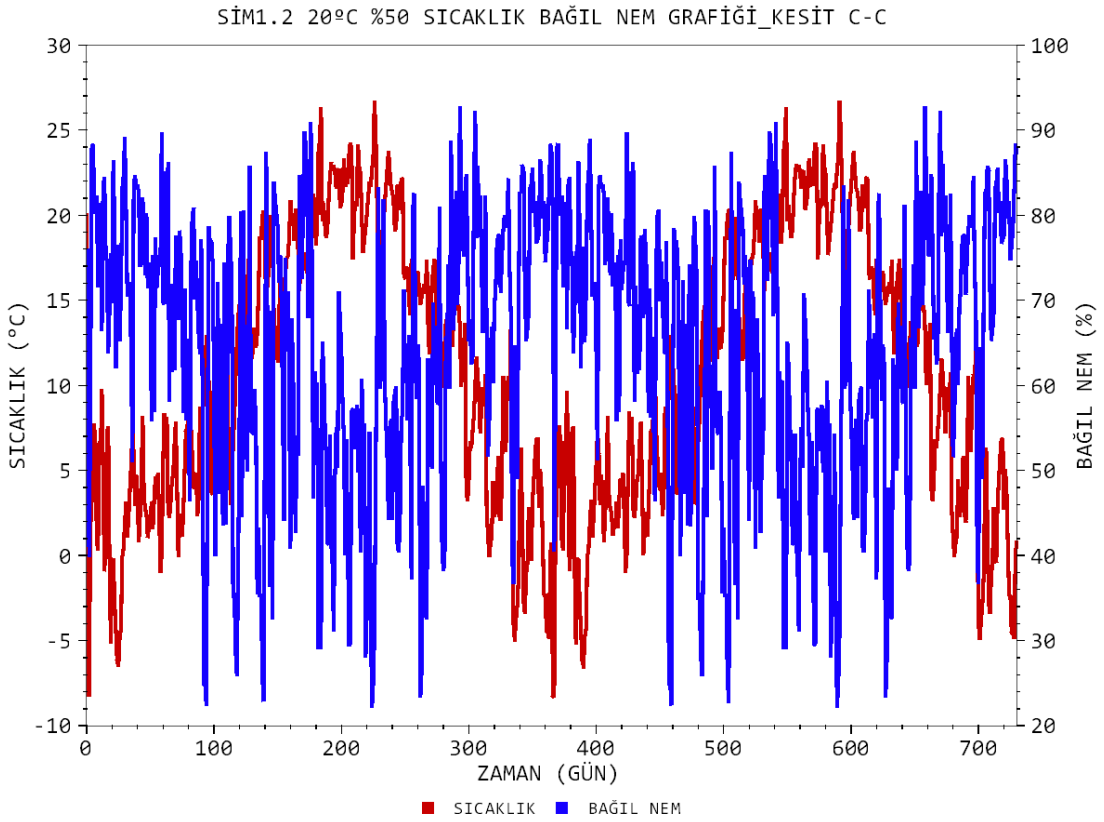


Şekil 5.311 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



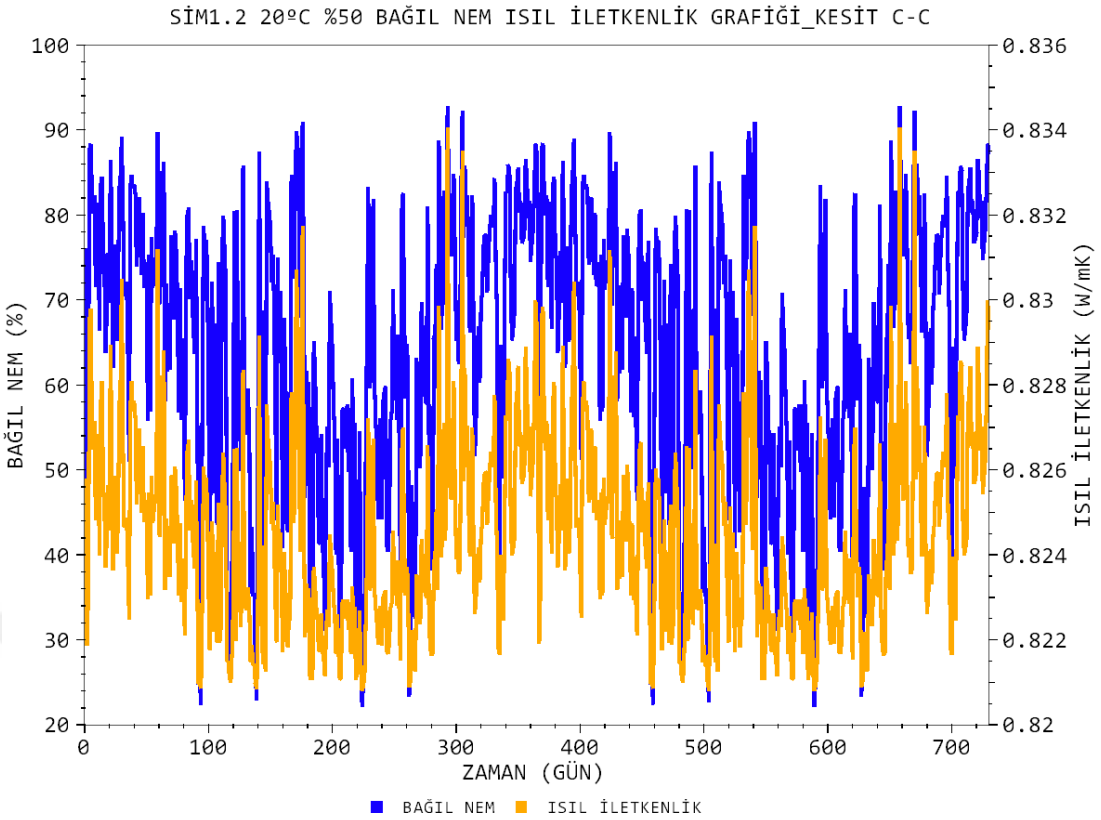
Şekil 5.312 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.313'te SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %36-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.313 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

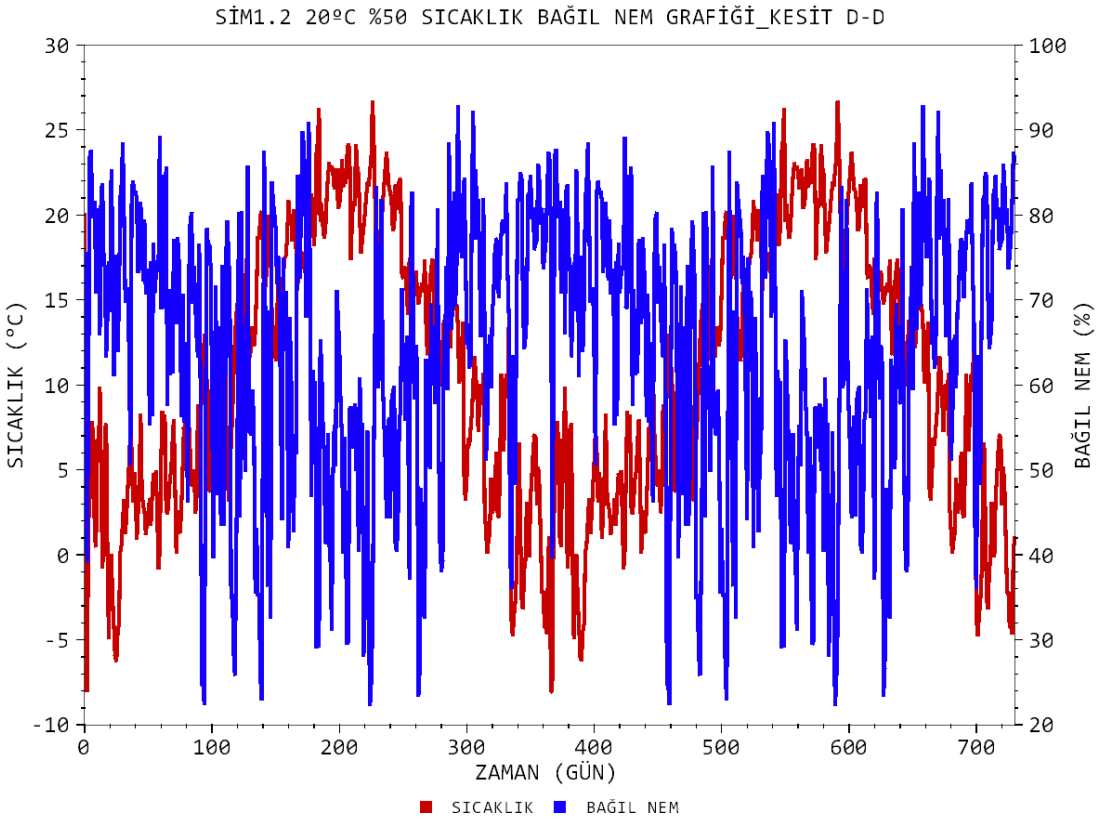
Şekil 5.313'te SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



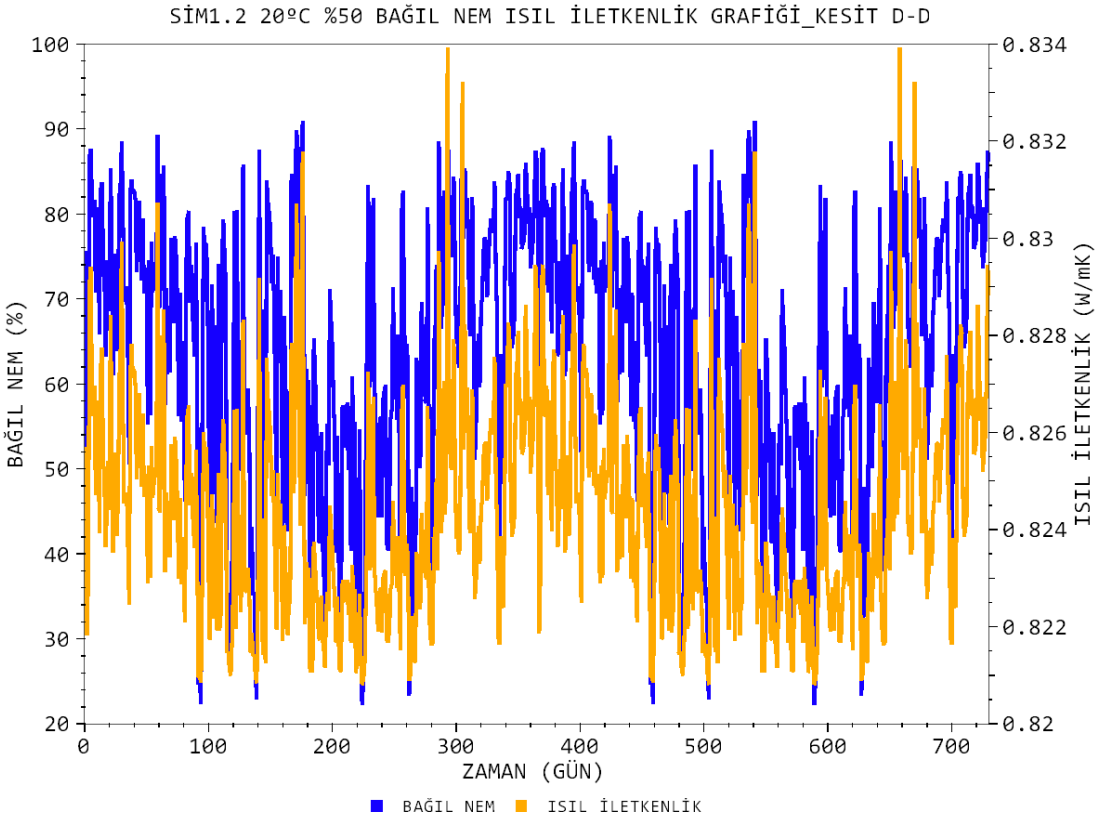
Şekil 5.314 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.315'te SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %36-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.316'da SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

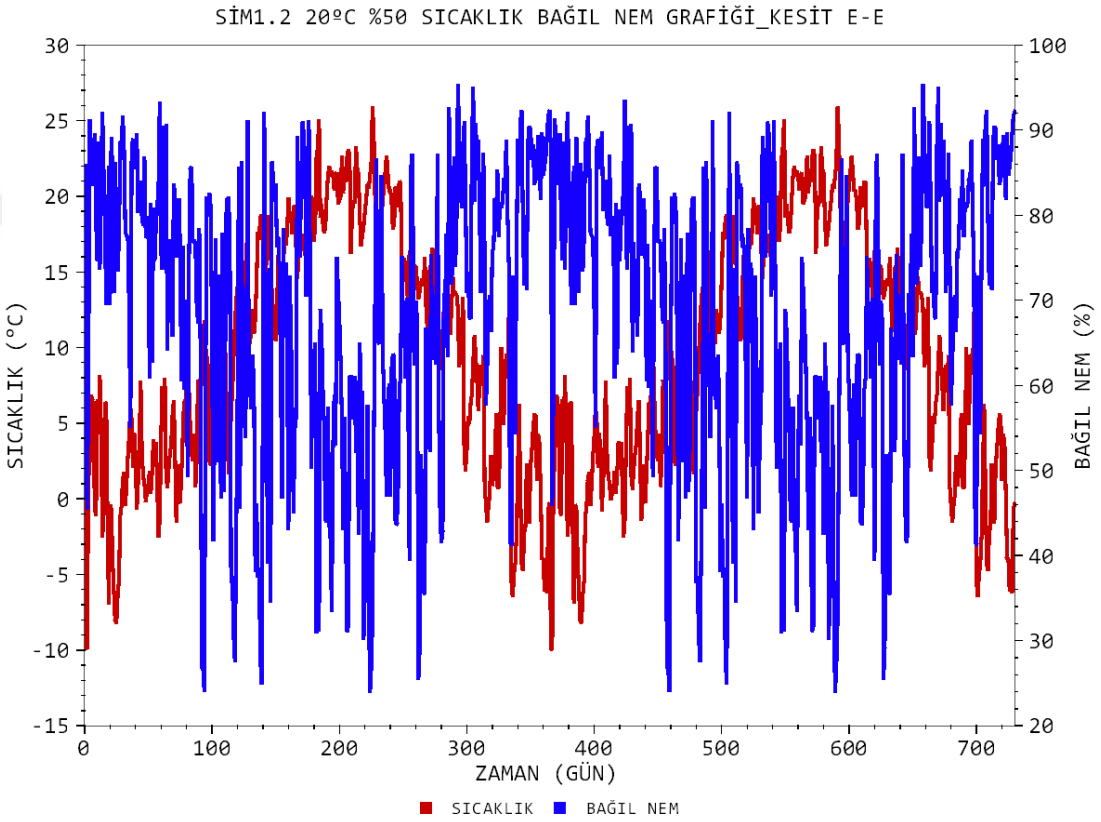


Şekil 5.315 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



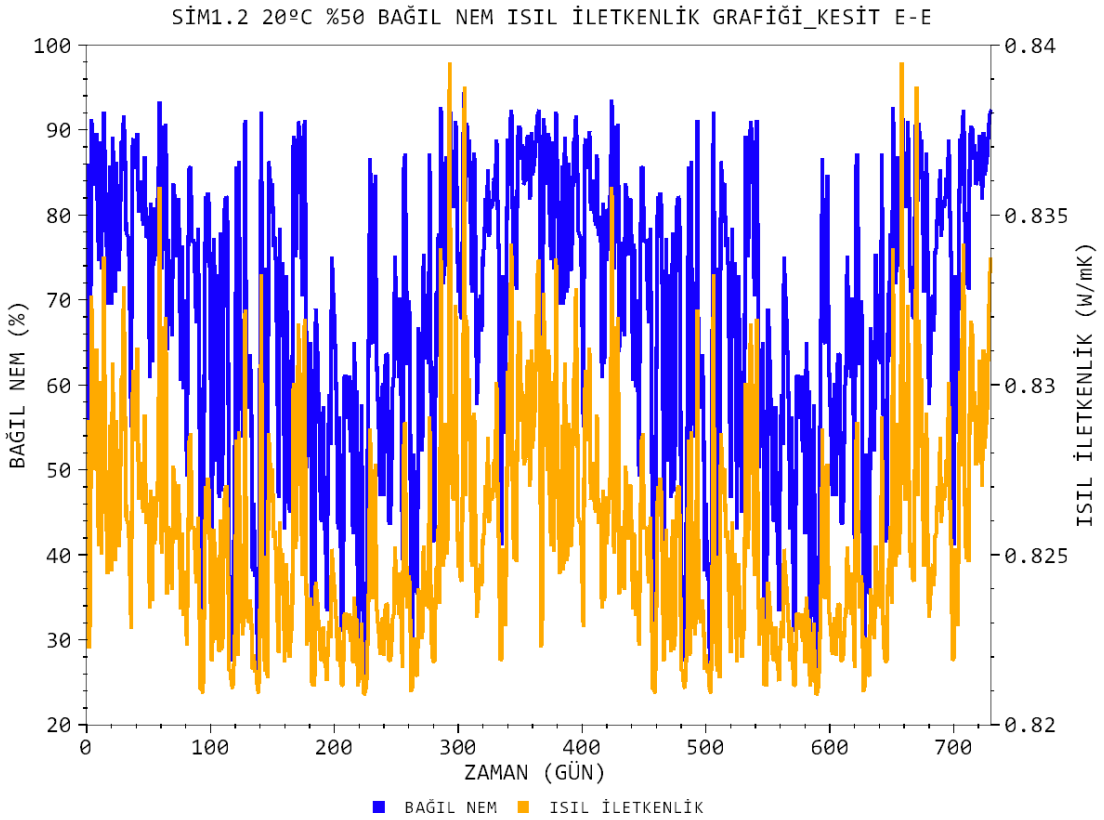
Şekil 5.316 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.317'de SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %41-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-91 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.317 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği.

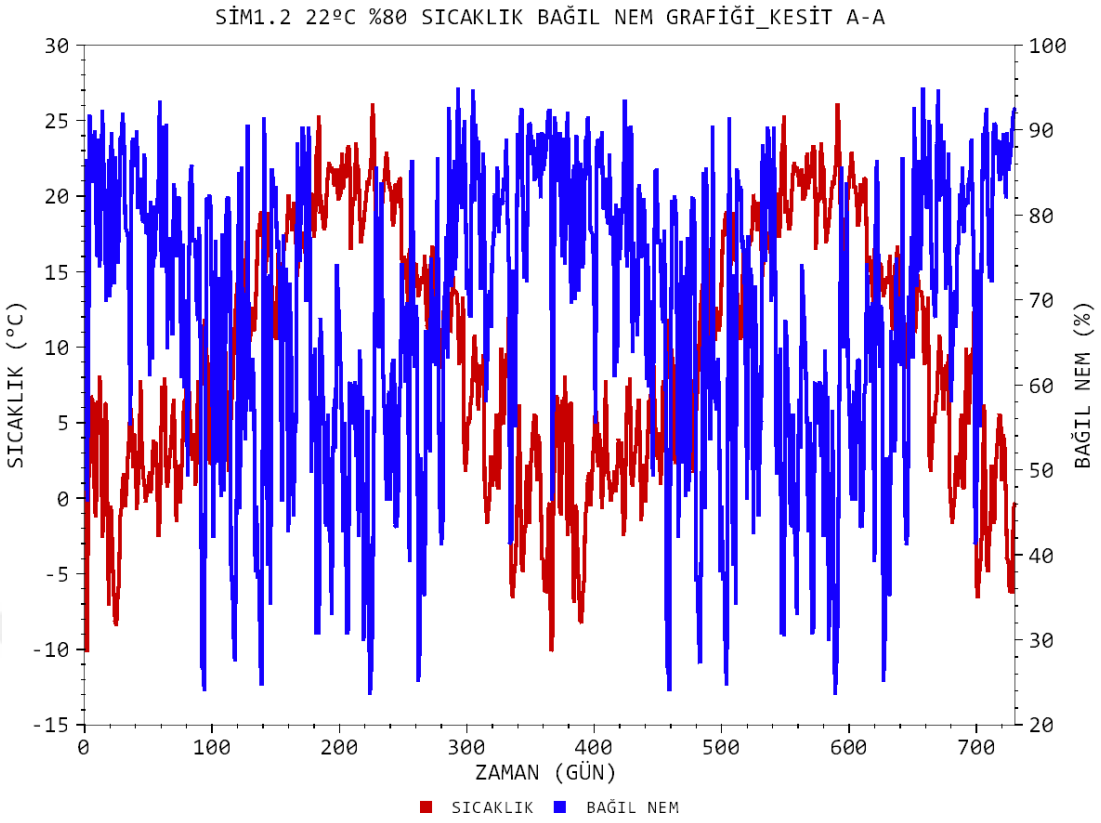
Şekil 5.318'de SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.84 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



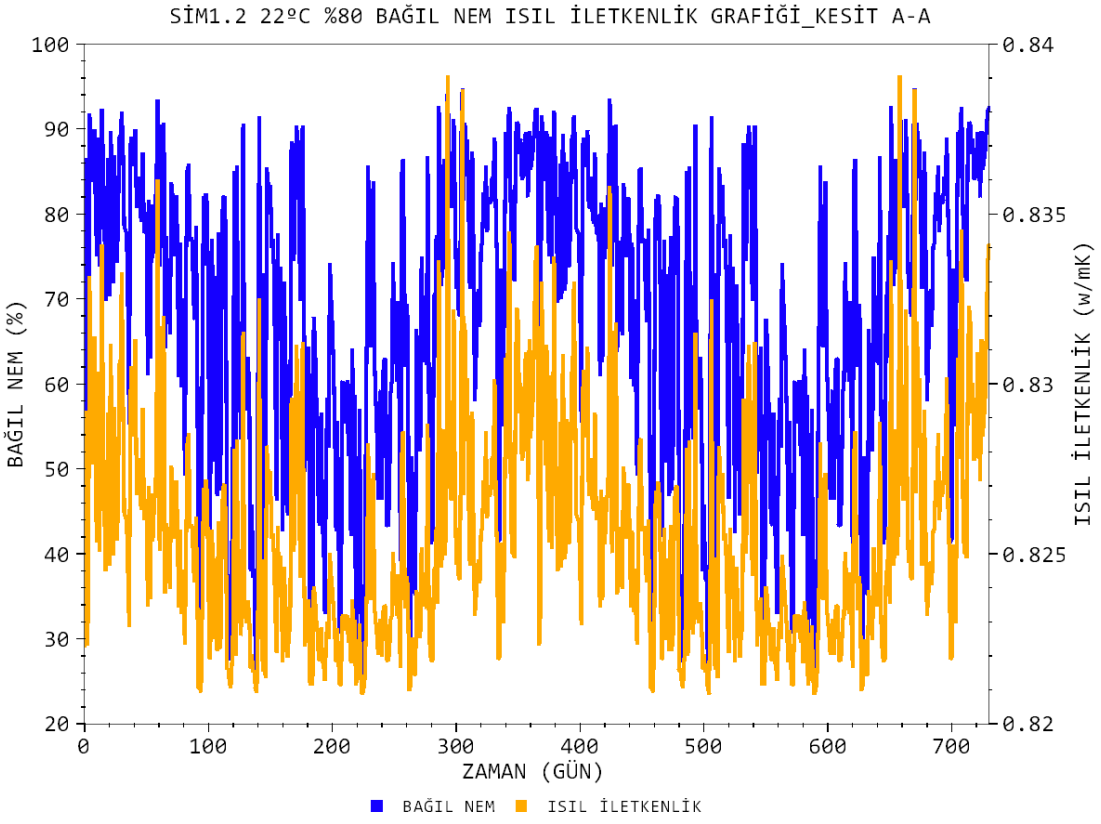
Şekil 5.318 : SİM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.319'da SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %41-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.320'de SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.839 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

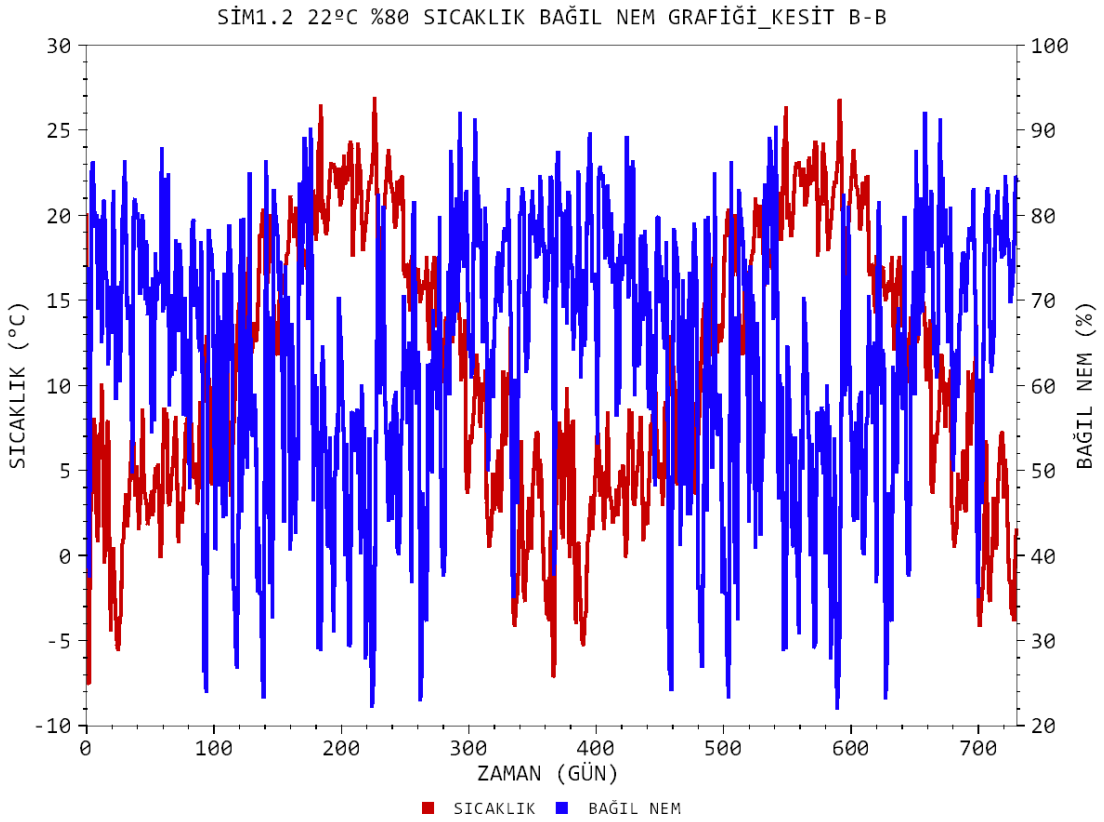


Şekil 5.319 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.



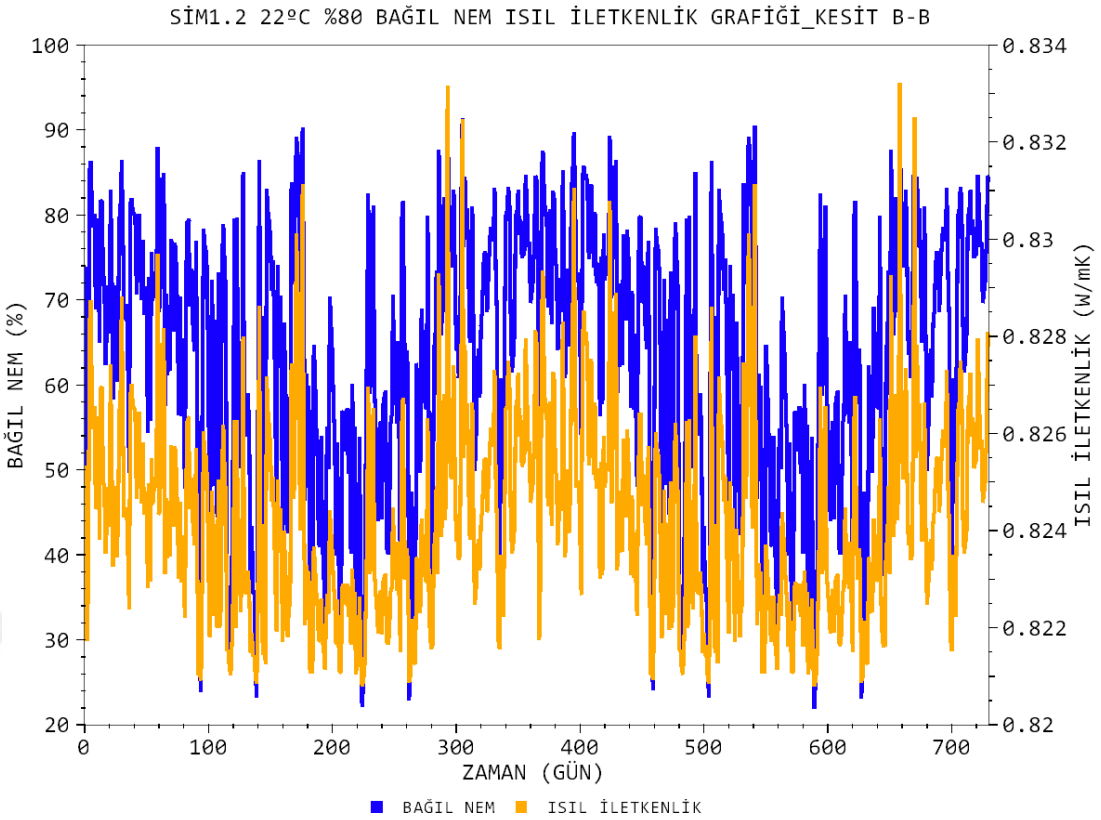
Şekil 5.320 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.321'de SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %34-89 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.321 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.

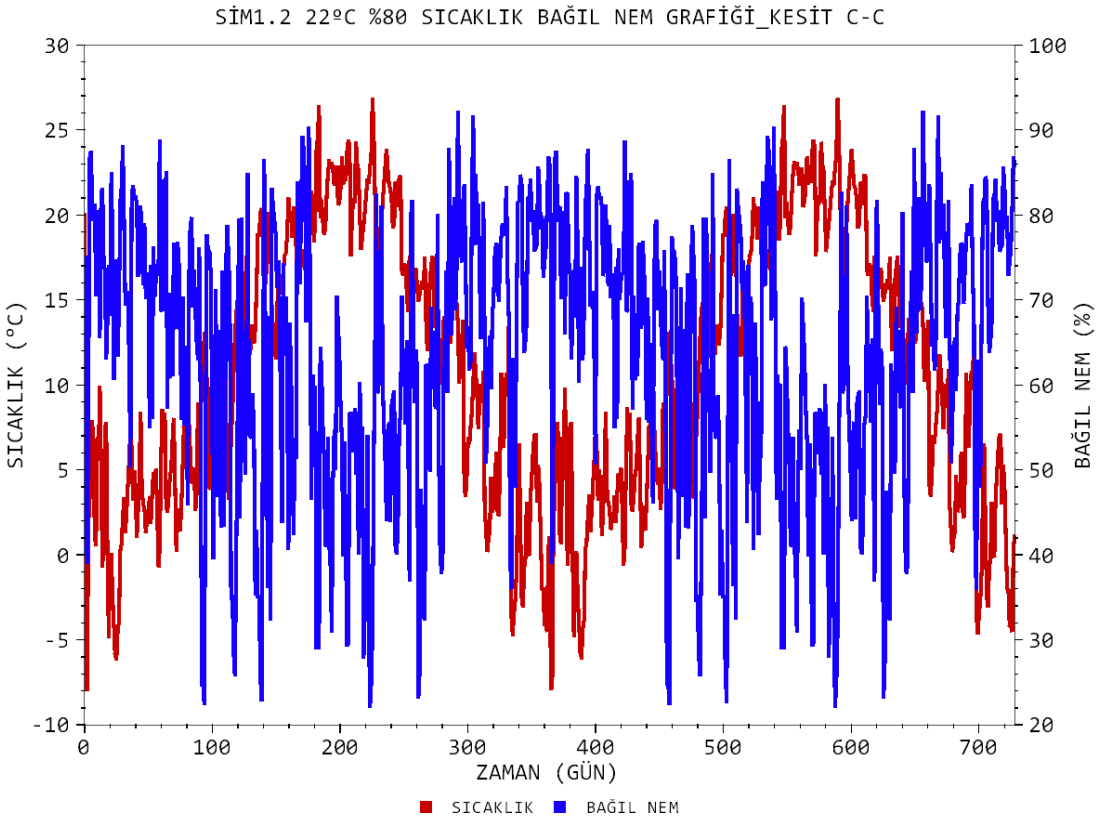
Şekil 5.322'de SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.833 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



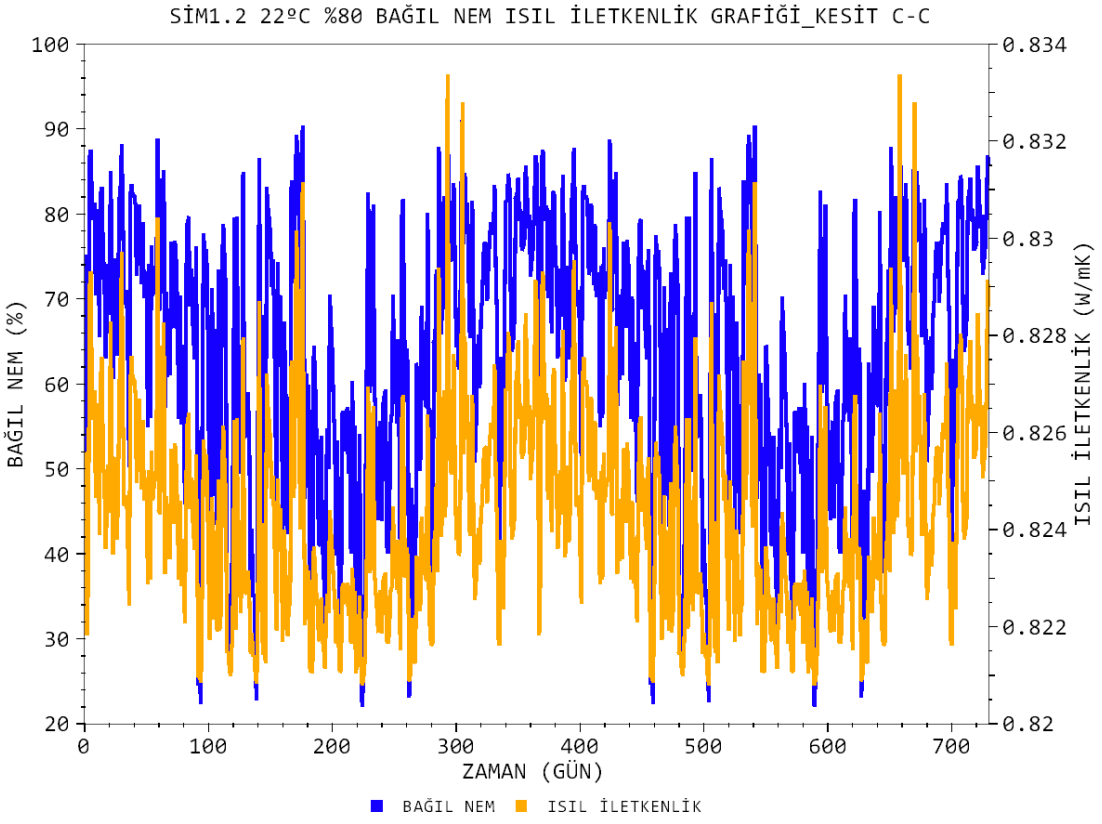
Şekil 5.322 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.323'te SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %35-87 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.324'te SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.833 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

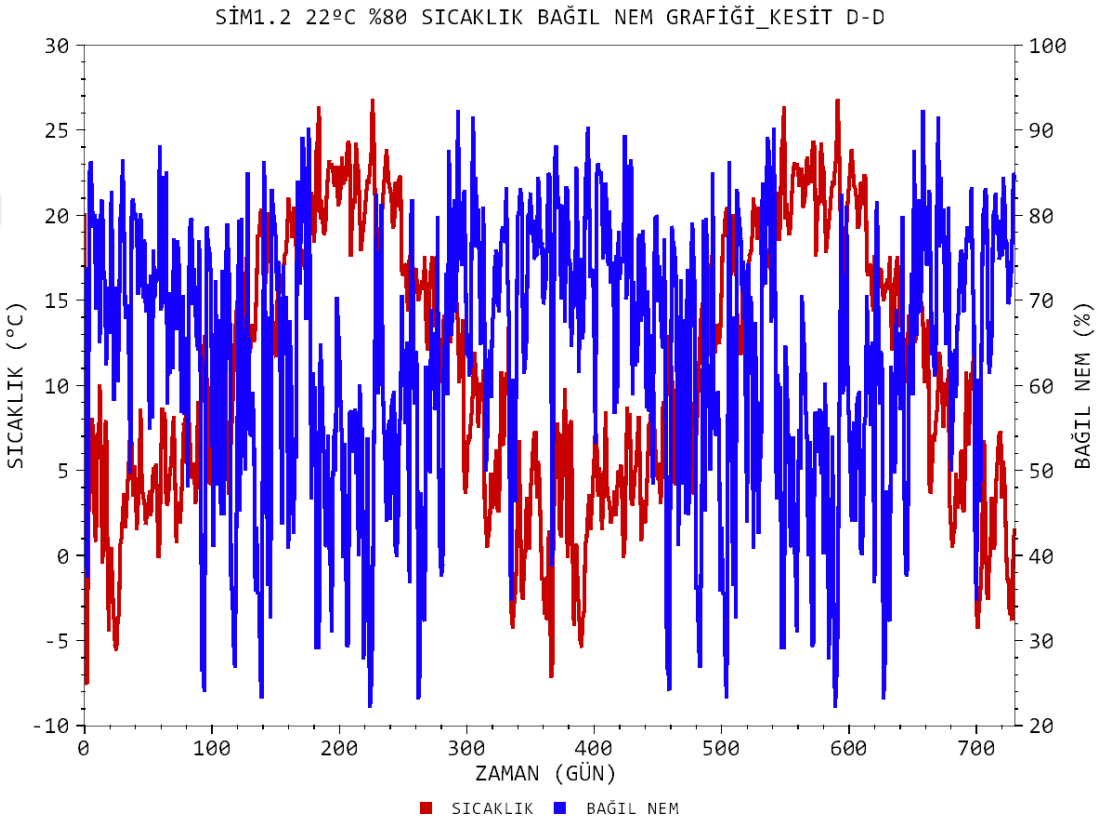


Şekil 5.323 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.



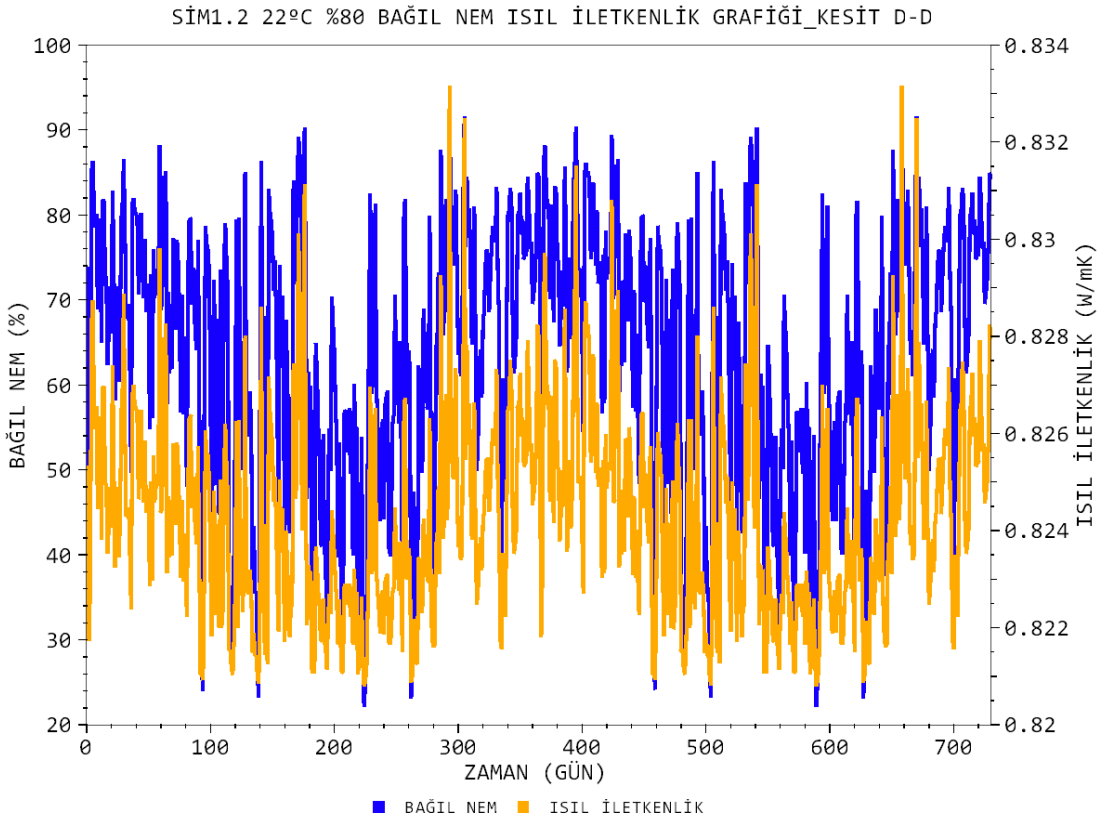
Şekil 5.324 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.325'te SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %34-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.325 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.

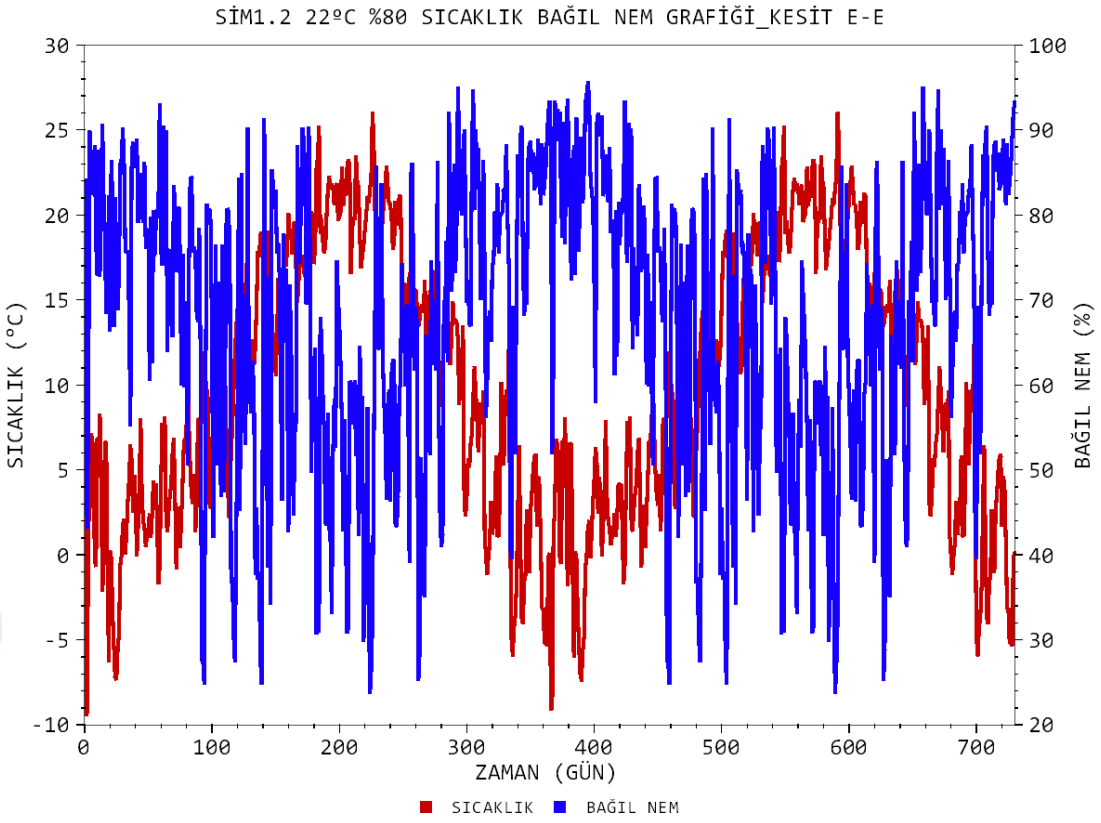
Şekil 5.326'da SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.833 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



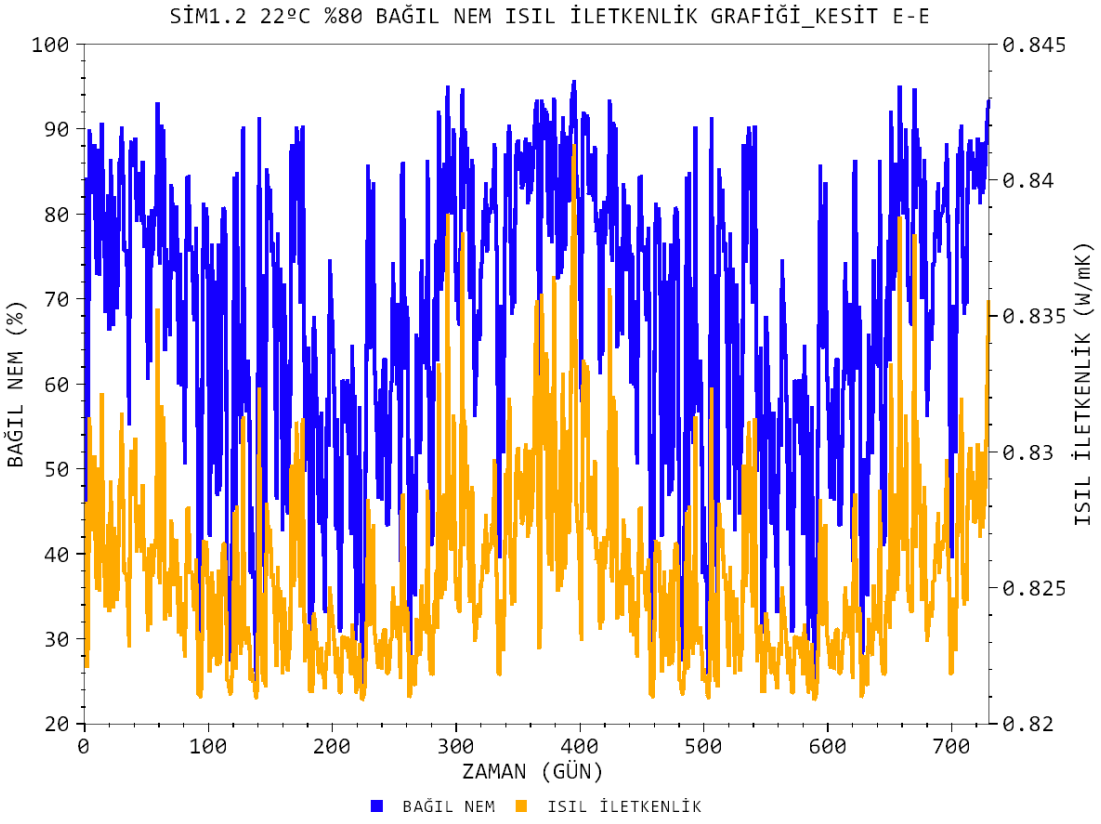
Şekil 5.326 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.327'de SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %39-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -9 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.328'de SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.841 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

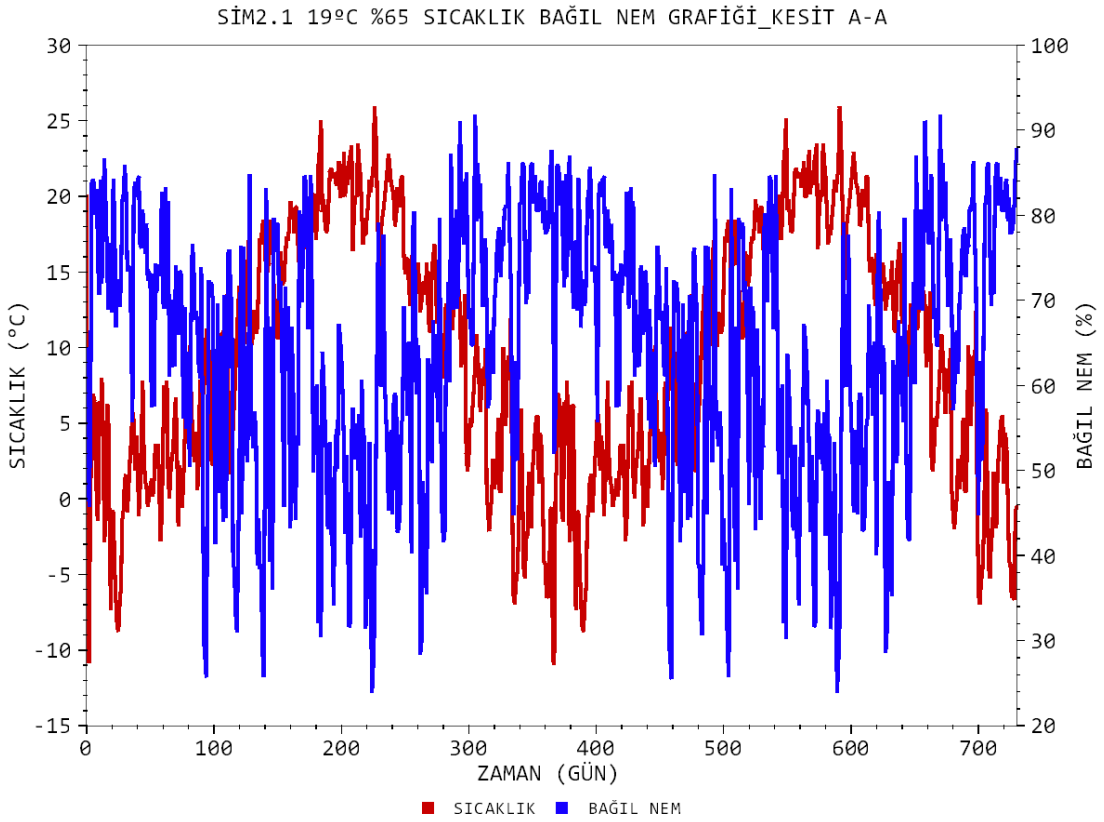


Şekil 5.327 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E sıcaklık-bağıl nem grafiği.



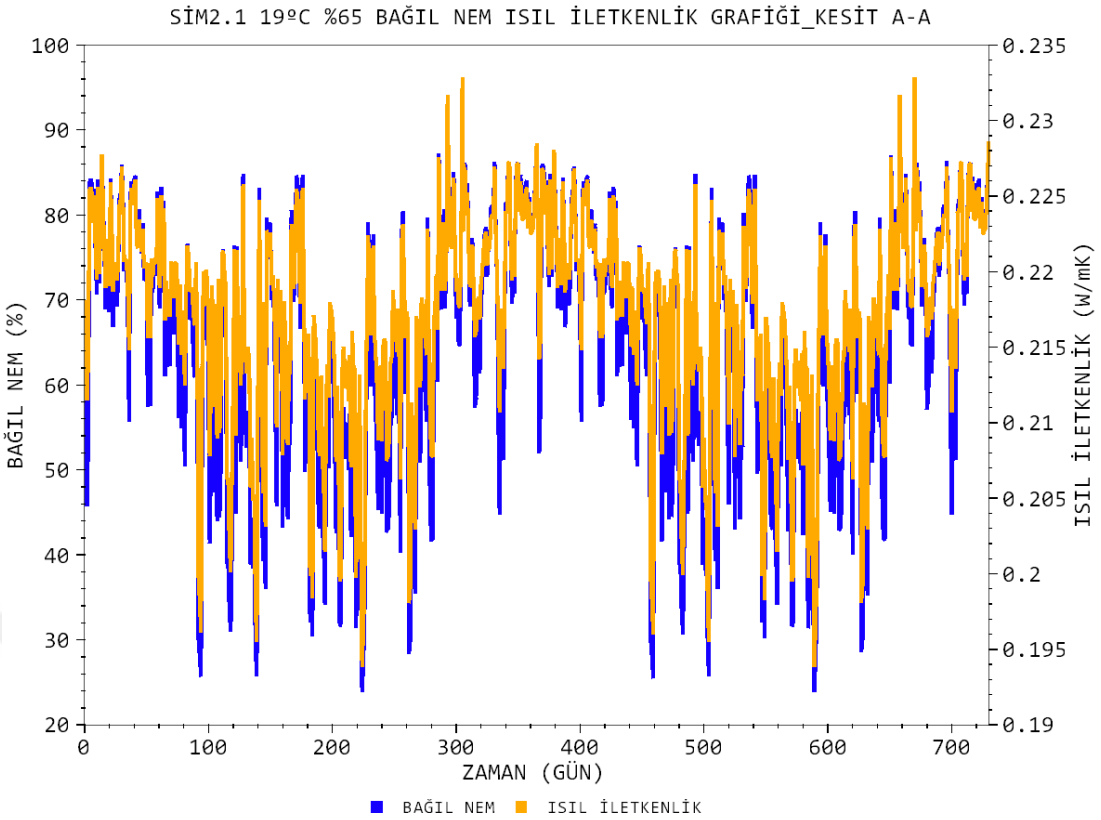
Şekil 5.328 : SİM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit E-E bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.329'da SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %44-86 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 7°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-87 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.329 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

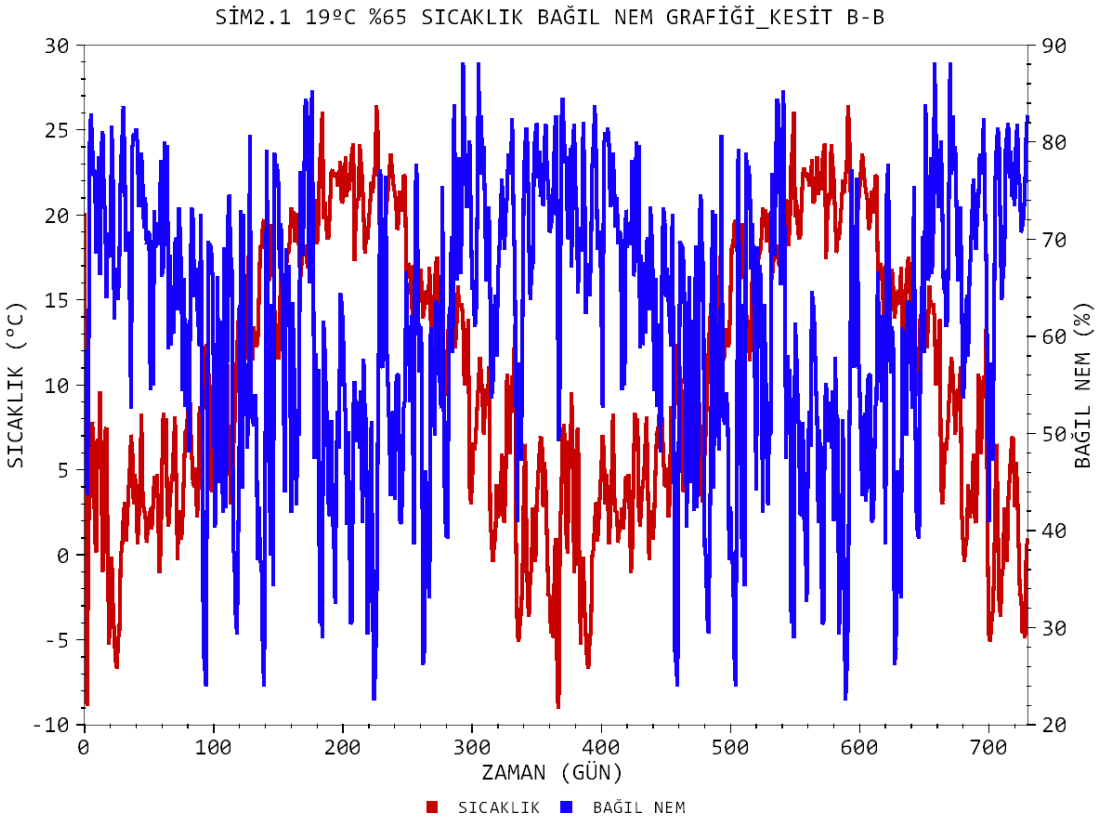
Şekil 5.330'da SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.193 ile 0.233 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



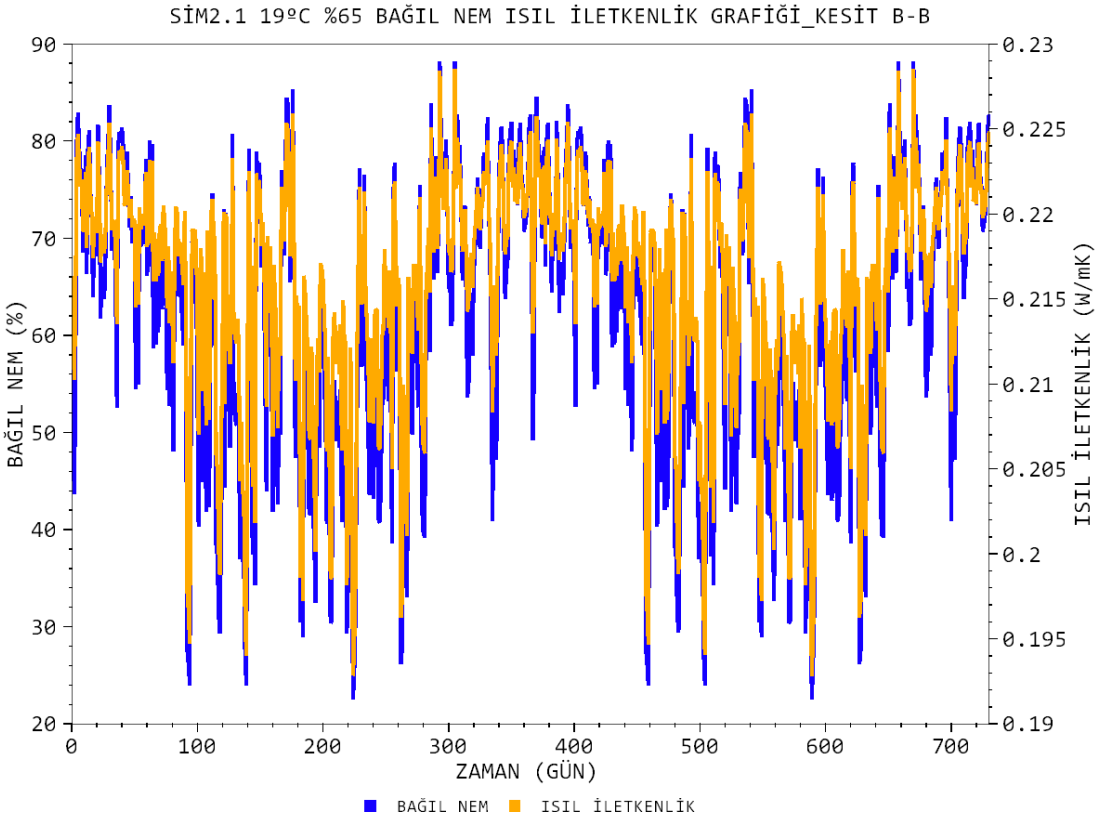
Şekil 5.330 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.331'de SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %41-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -9 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.331'de SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.229 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

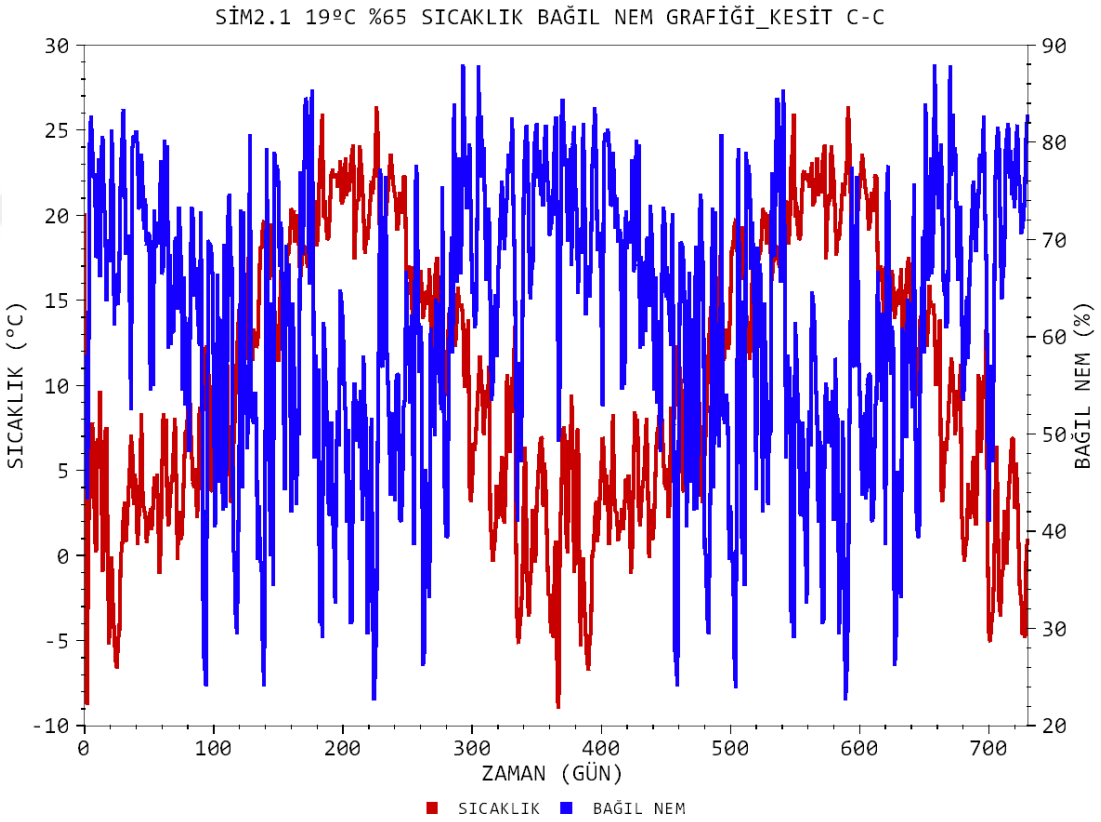


Şekil 5.331 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



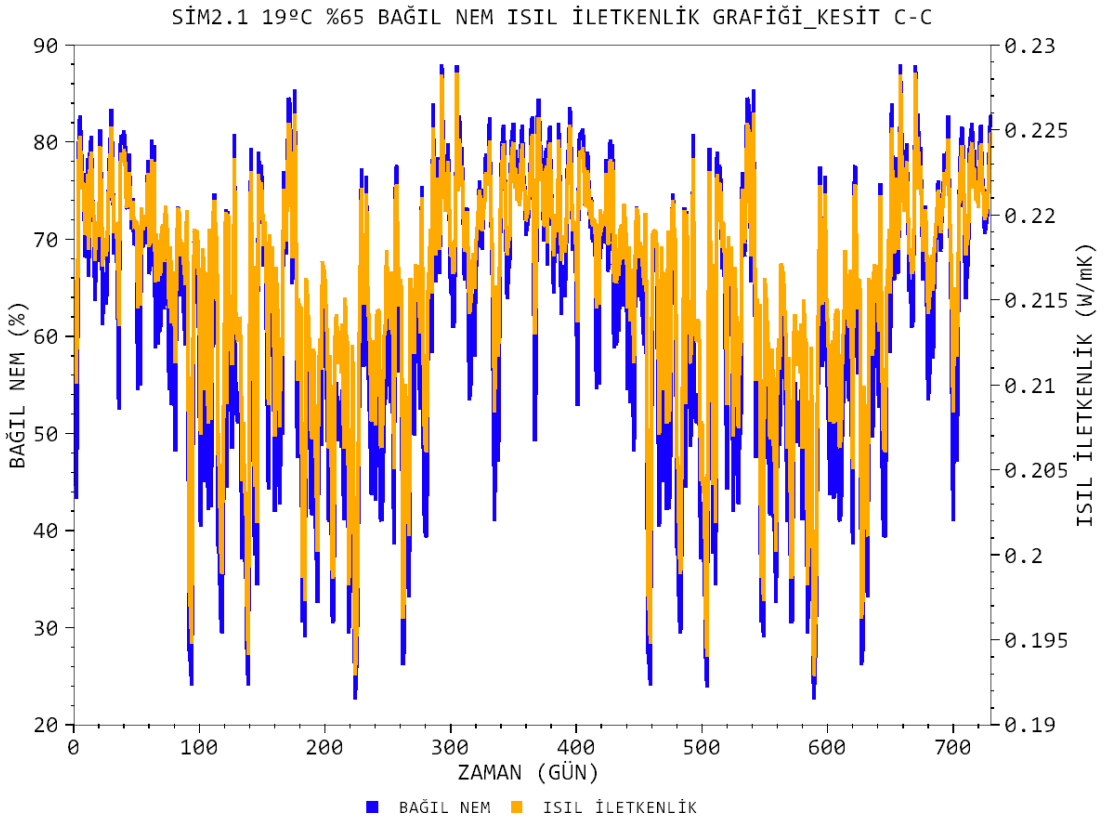
Şekil 5.332 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.333'te SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %40-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-85 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.333 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

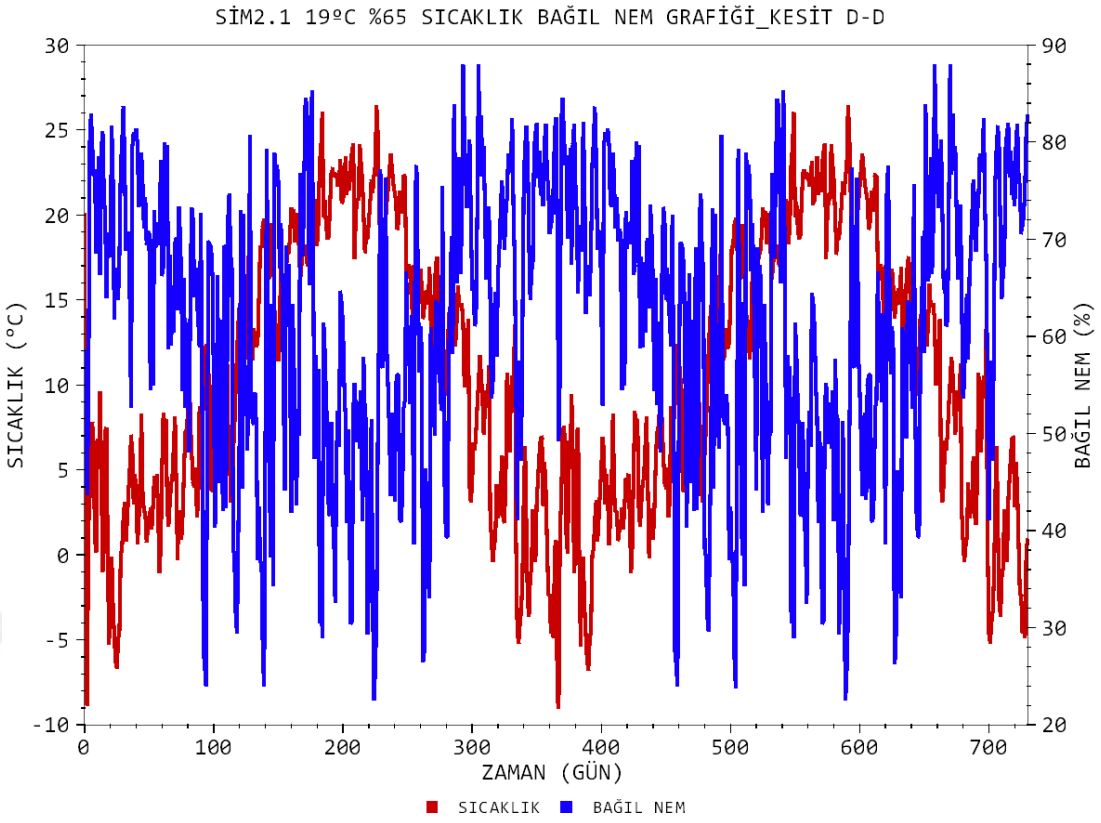
Şekil 5.334'te SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.228 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



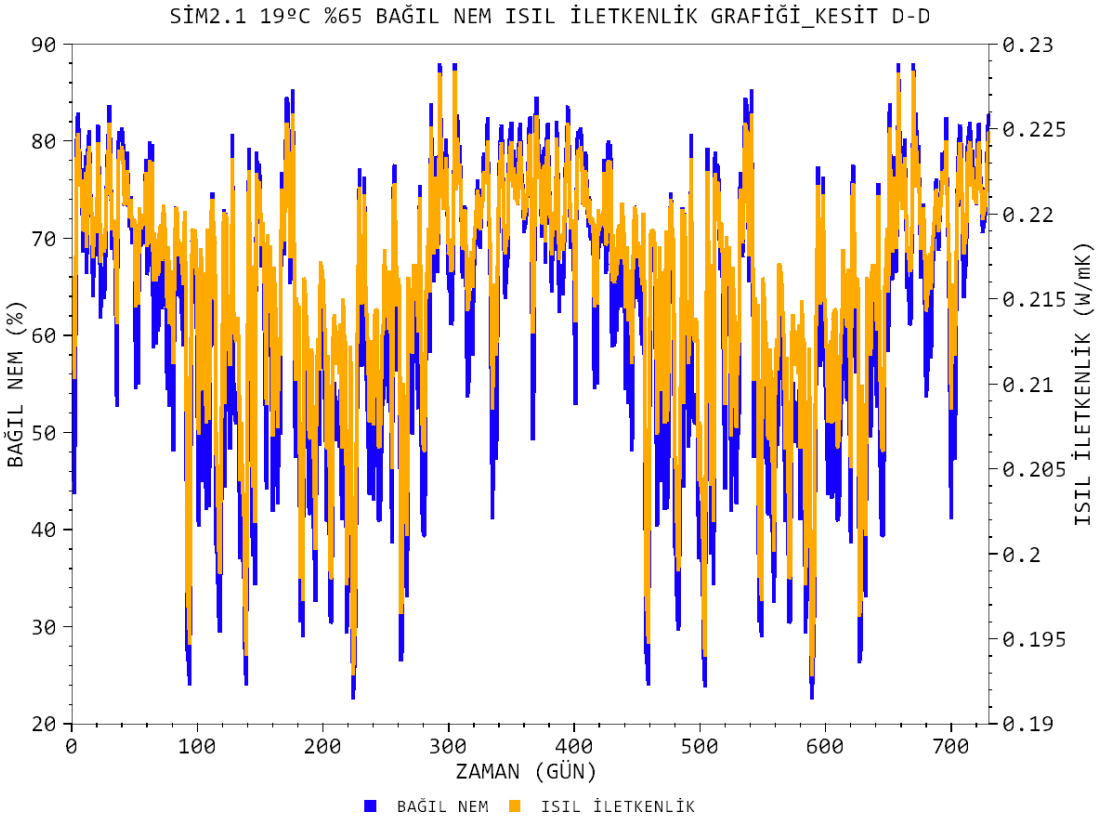
Şekil 5.334 : SİM2.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.335'te SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %41-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -9 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-85 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.336'da SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.229 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

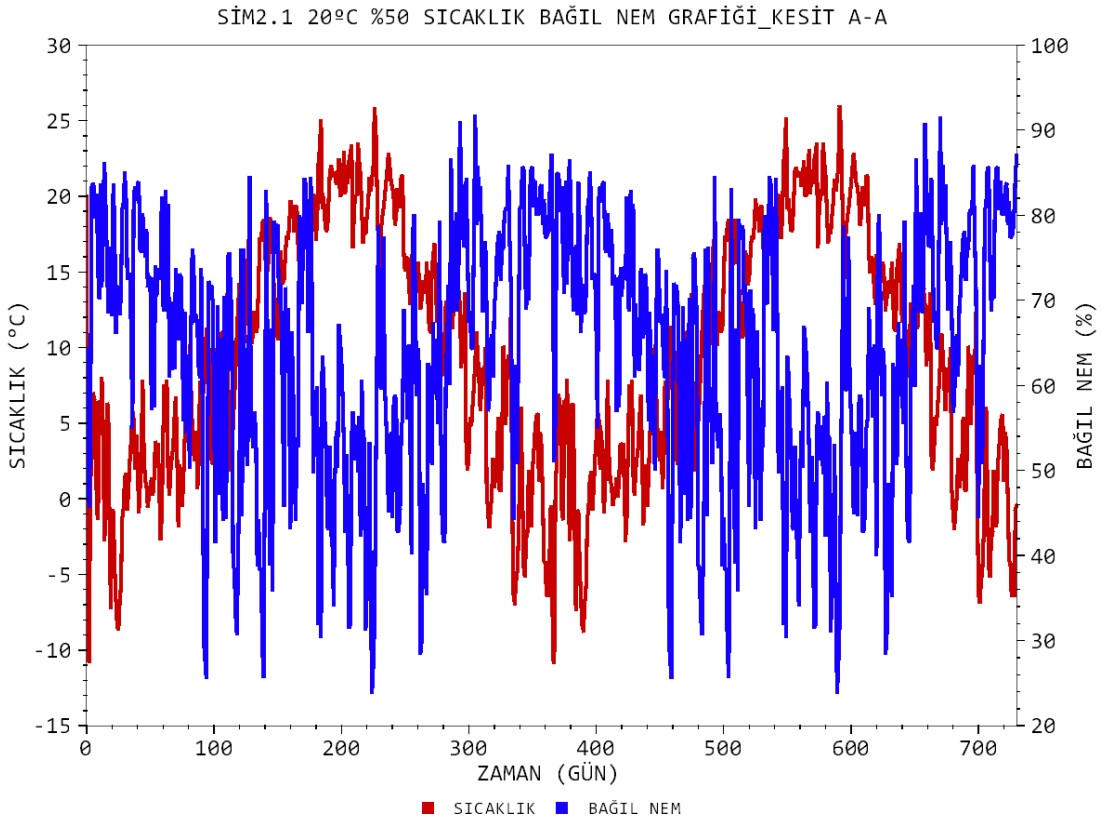


Şekil 5.335 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



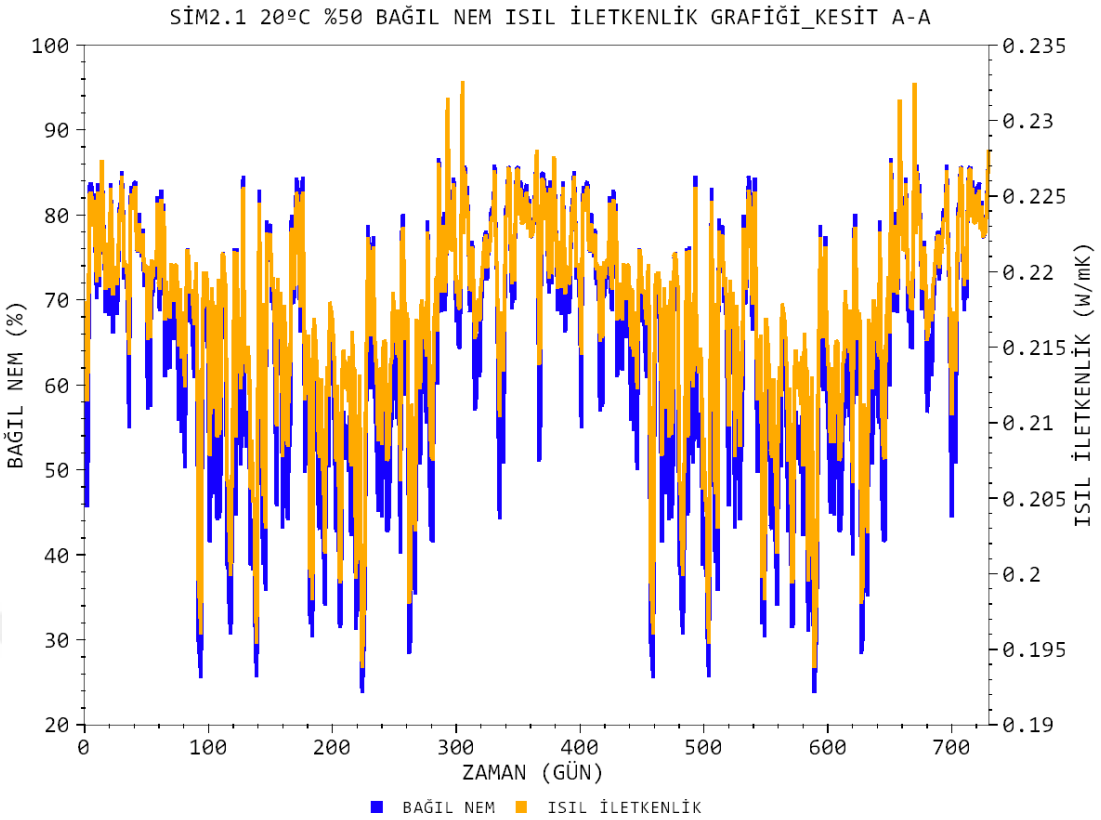
Şekil 5.336 : SİM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.337'de SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %44-86 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 7°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.337 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

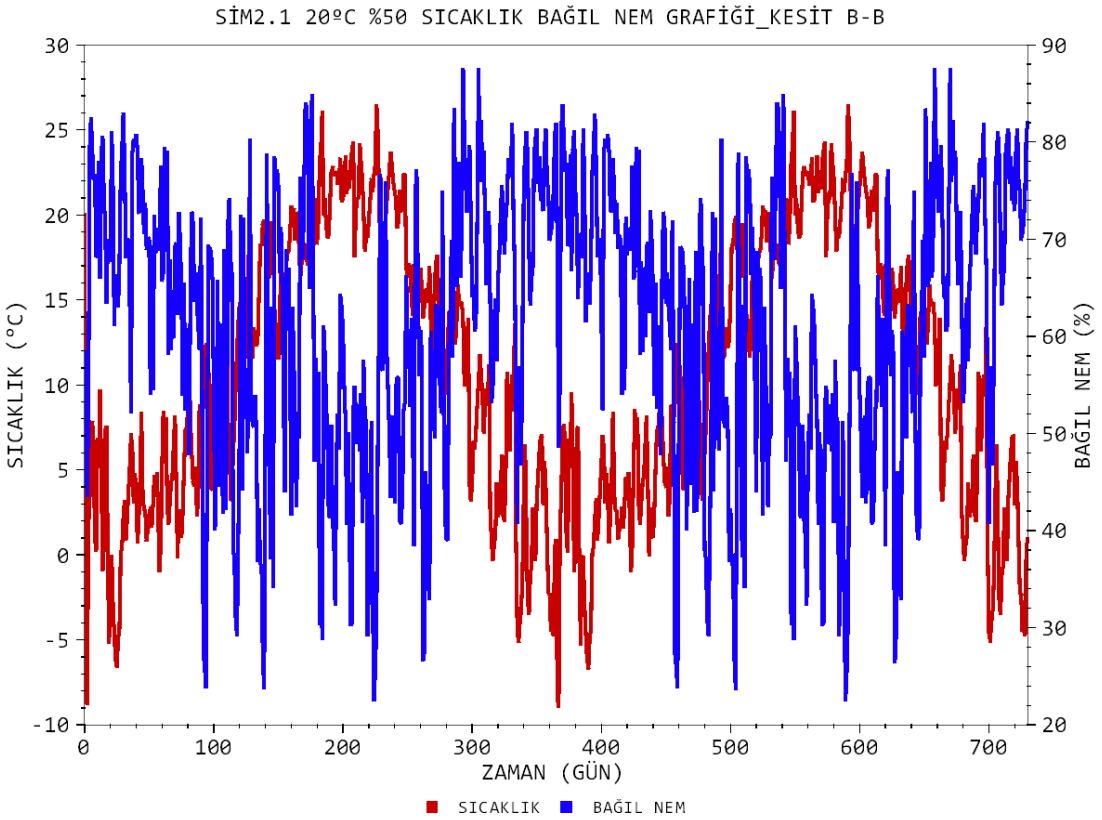
Şekil 5.338'de SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.193 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



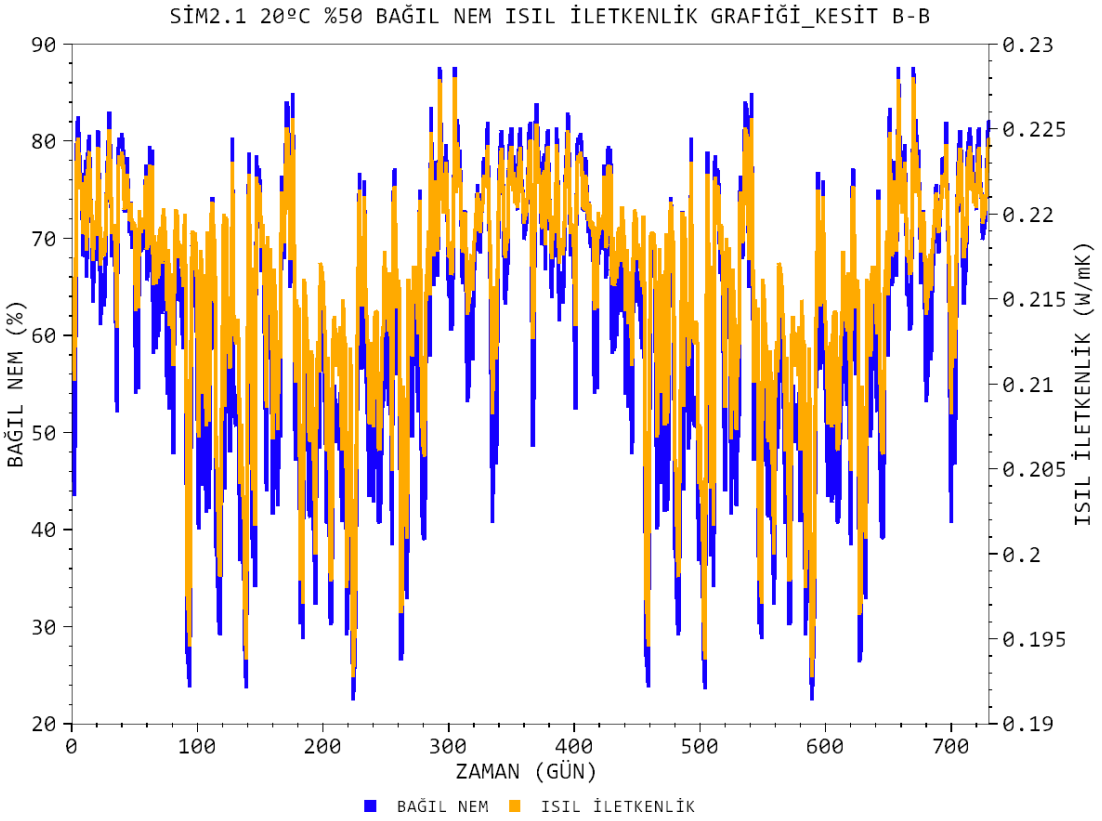
Şekil 5.338 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.339'da SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %40-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.340'ta SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.228 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

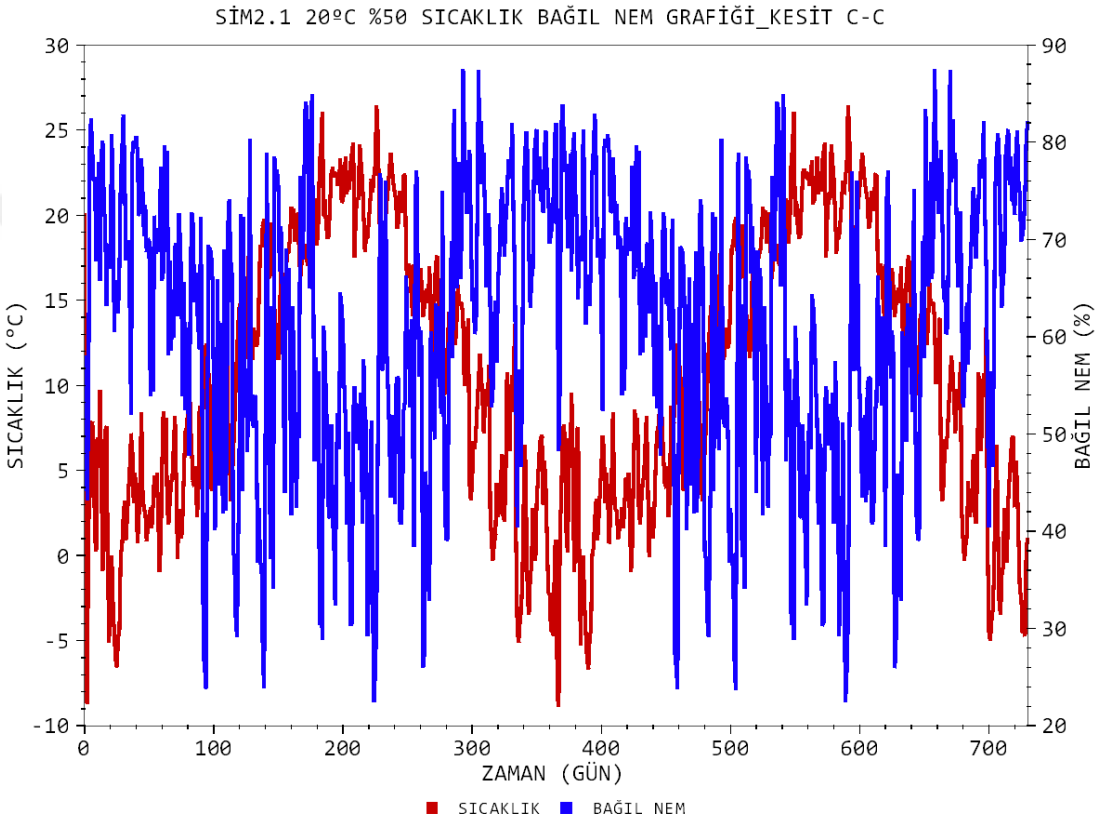


Şekil 5.339 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



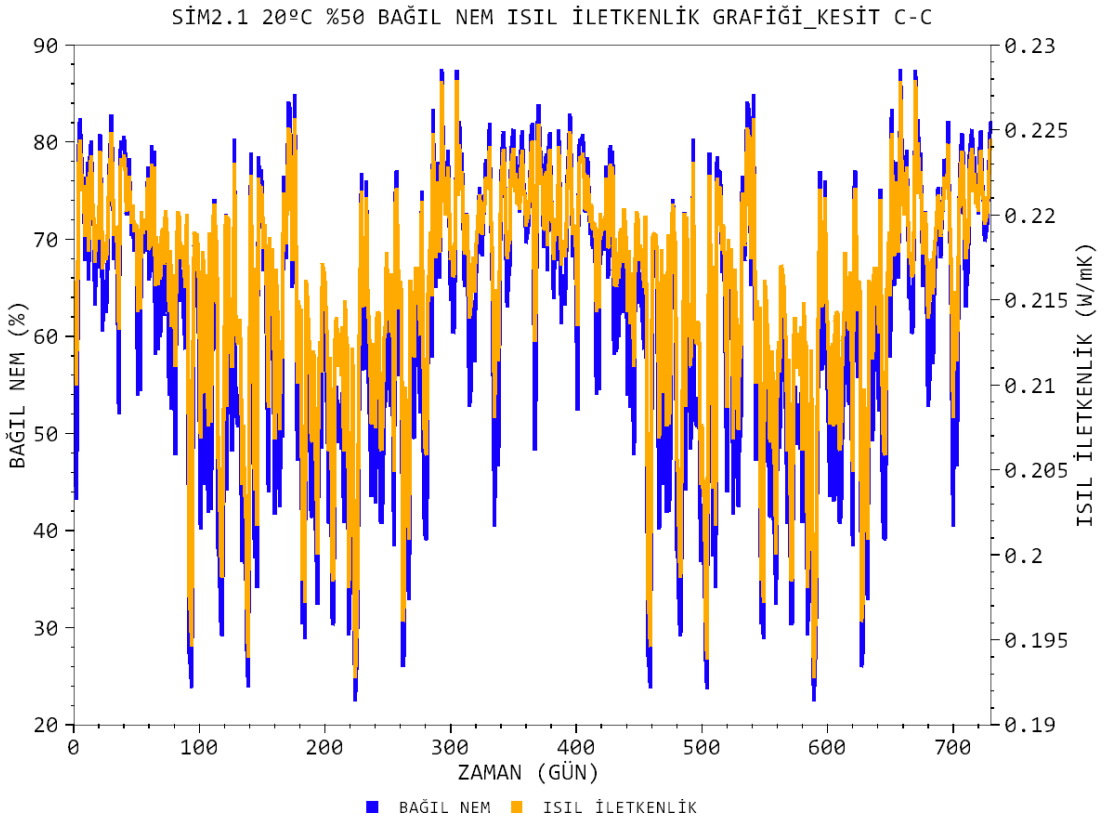
Şekil 5.340 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.341'de SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %40-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.341 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

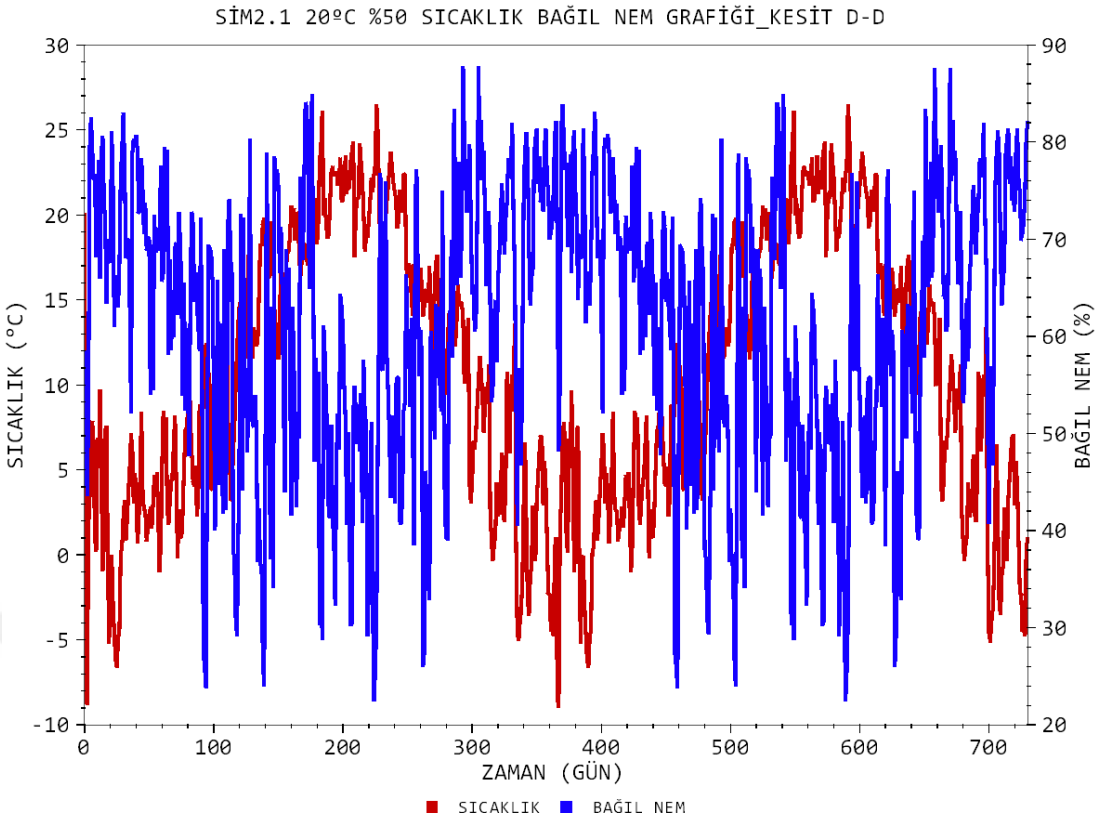
Şekil 5.342'de SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.228 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



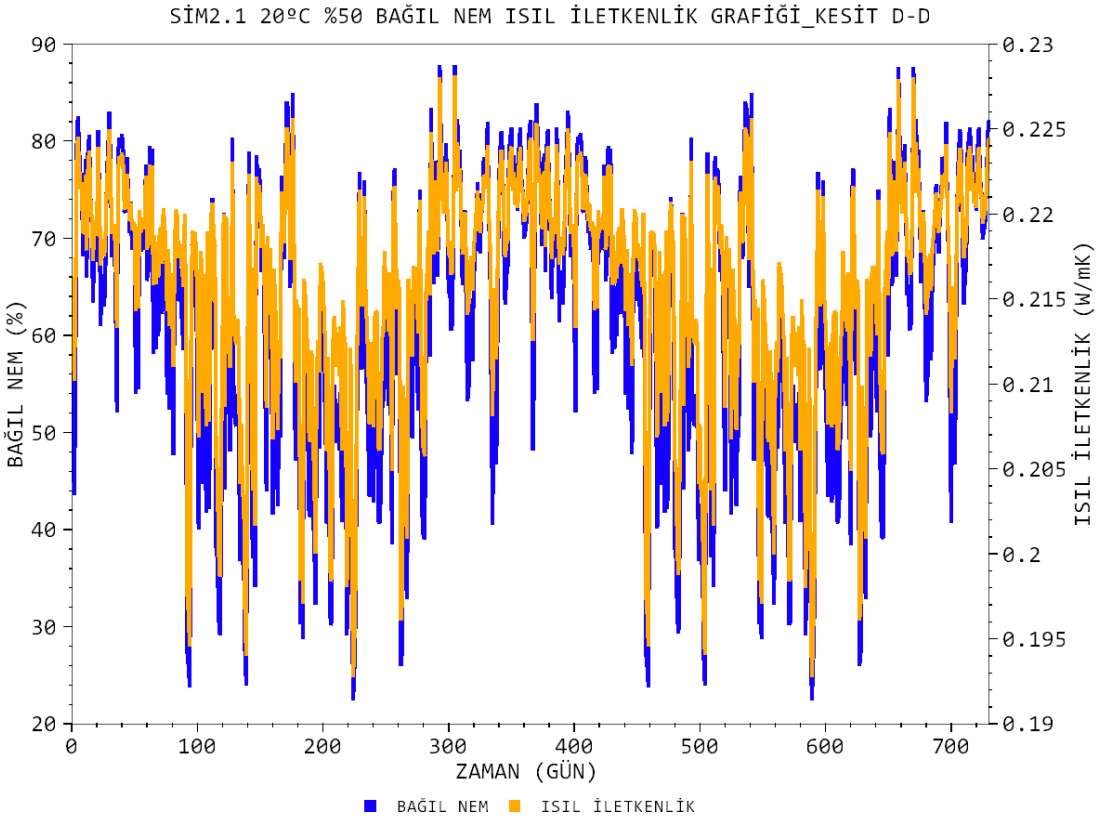
Şekil 5.342 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.343'te SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %40-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -9 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.344'te SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.228 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

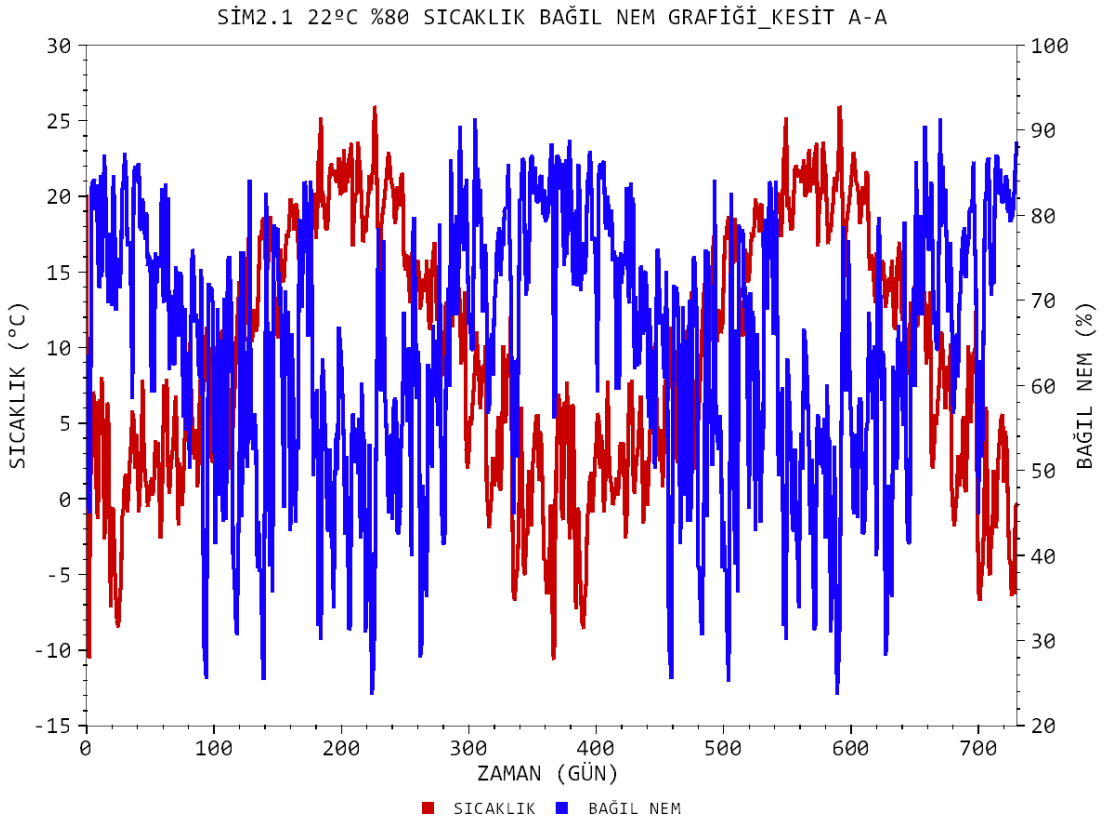


Şekil 5.343 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



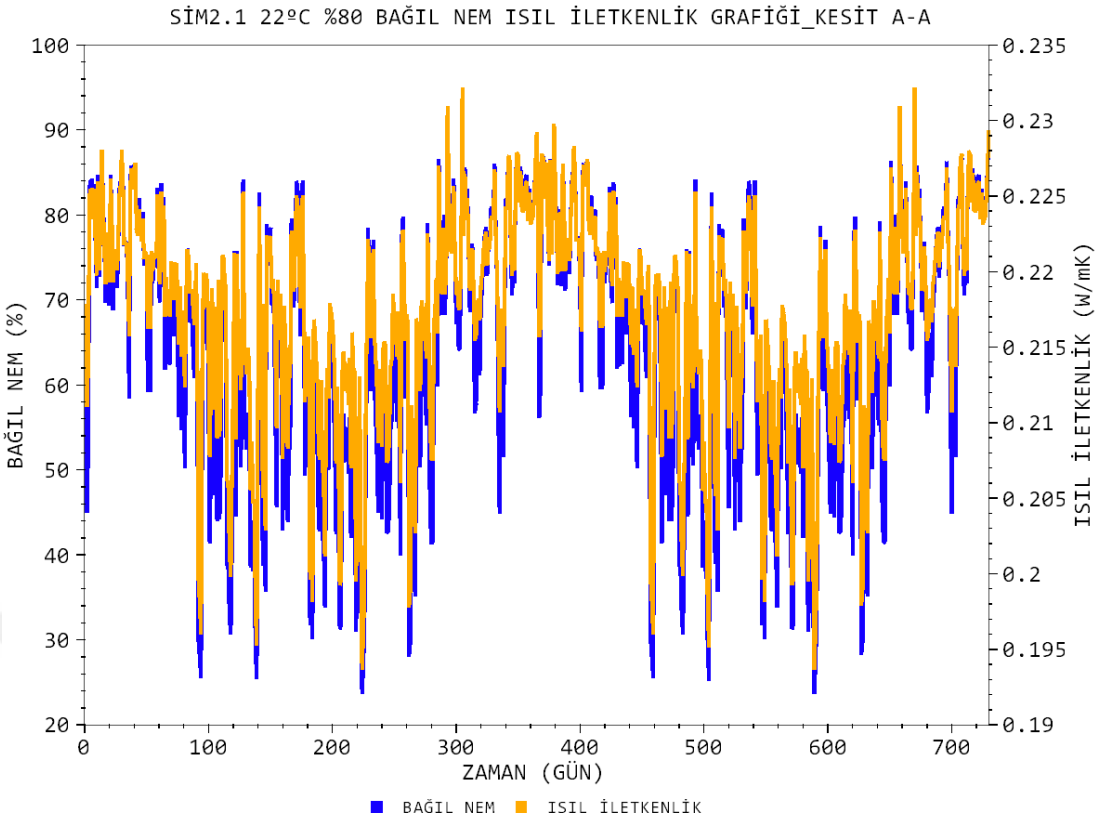
Şekil 5.344 : SİM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.345'te SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %44-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 7°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.345 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

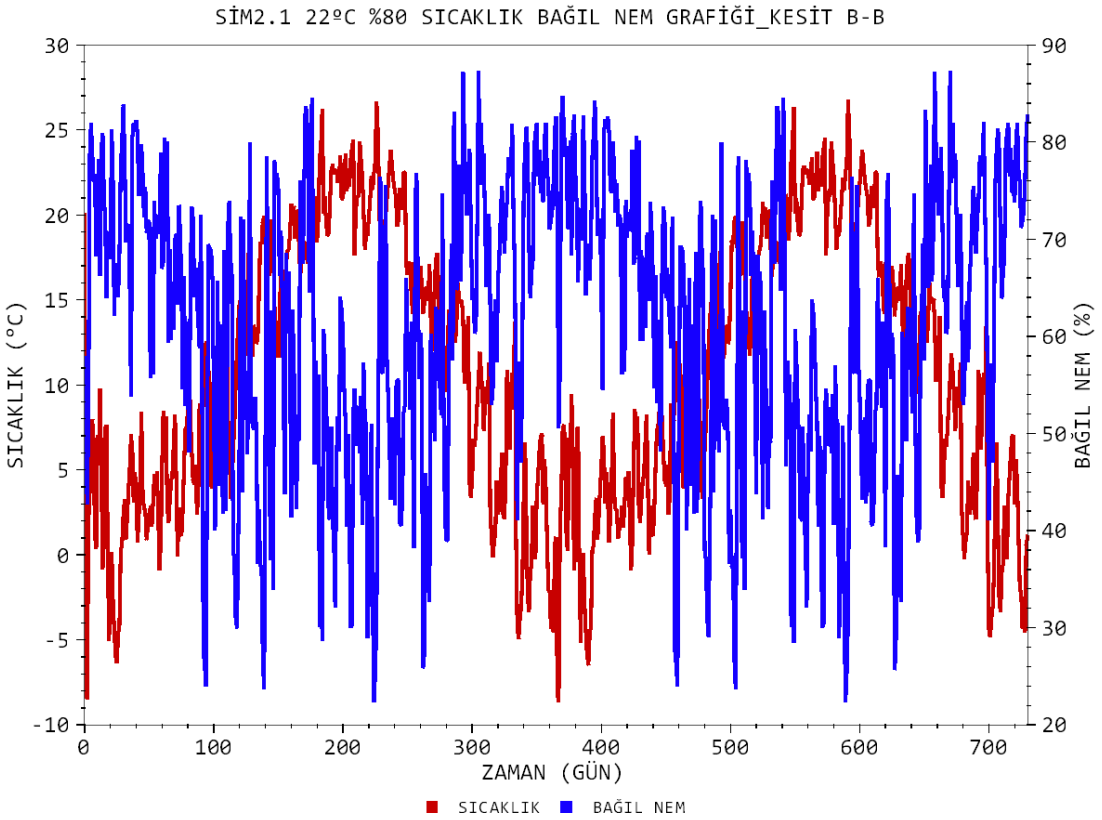
Şekil 5.346'da SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.193 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



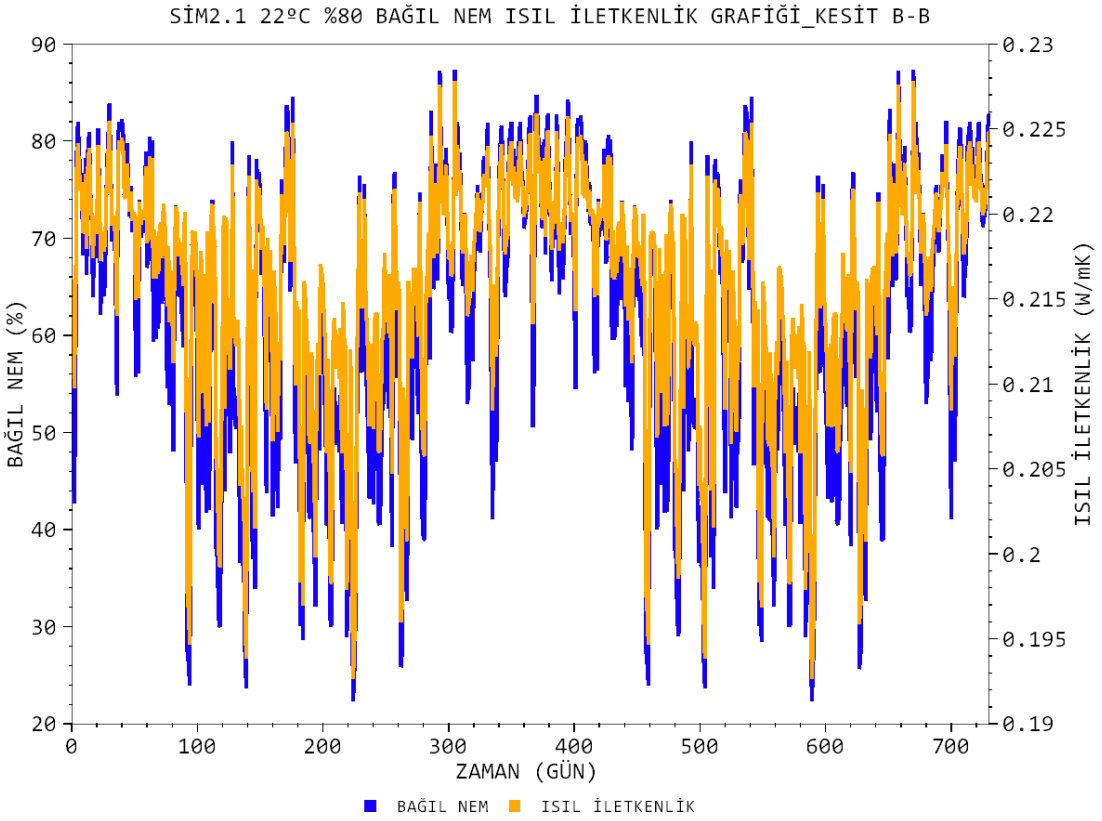
Şekil 5.346 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.347'de SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %41-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.348'de SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.228 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

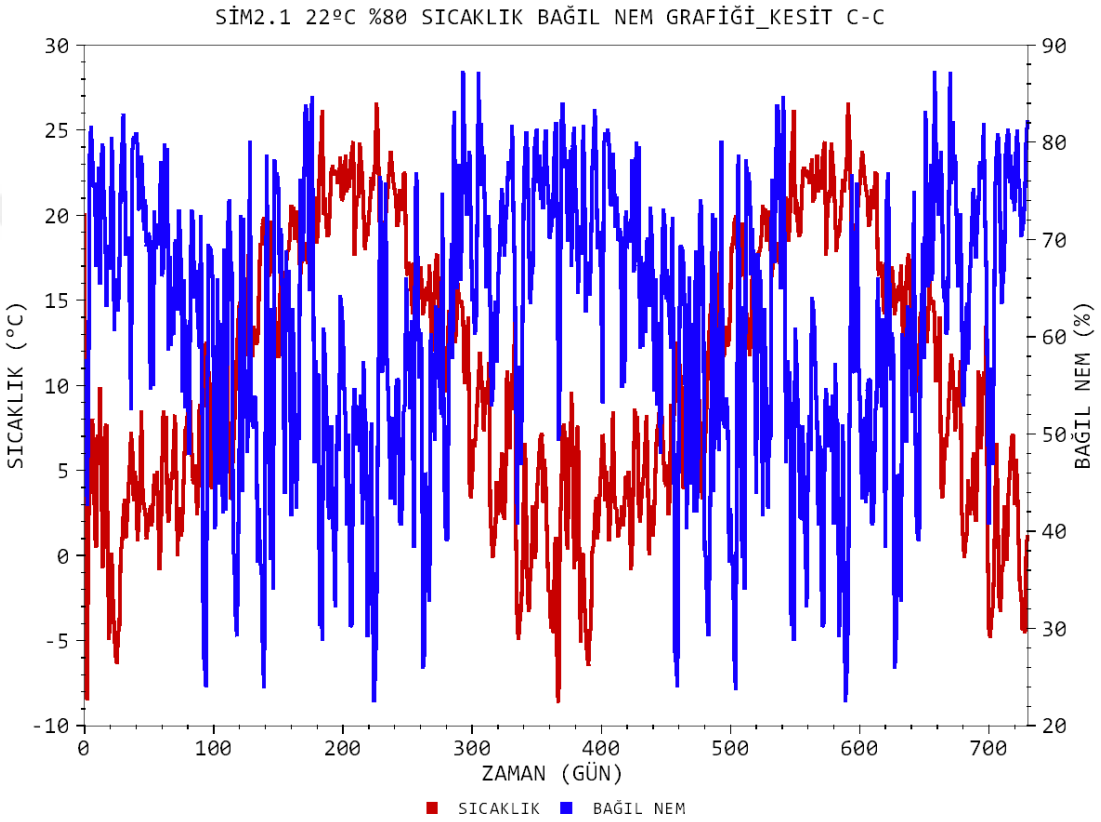


Şekil 5.347 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



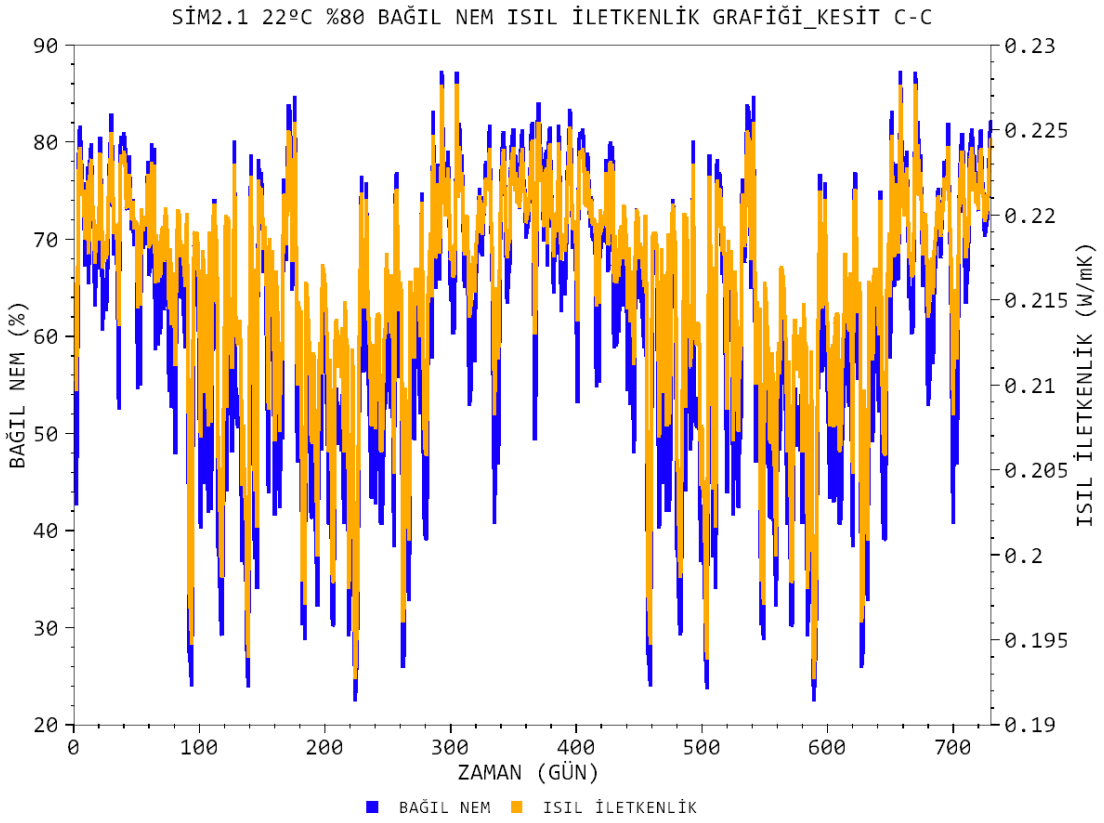
Şekil 5.348 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.349'da SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %40-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.349 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

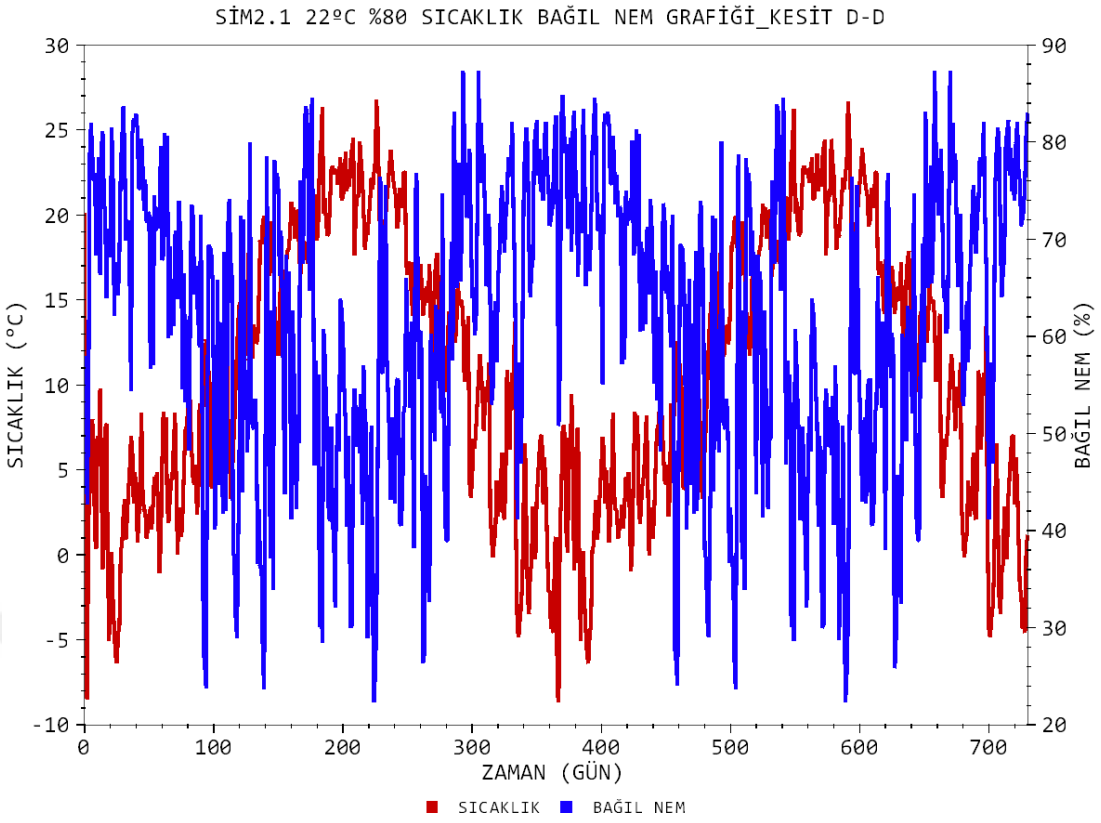
Şekil 5.350'de SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.228 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



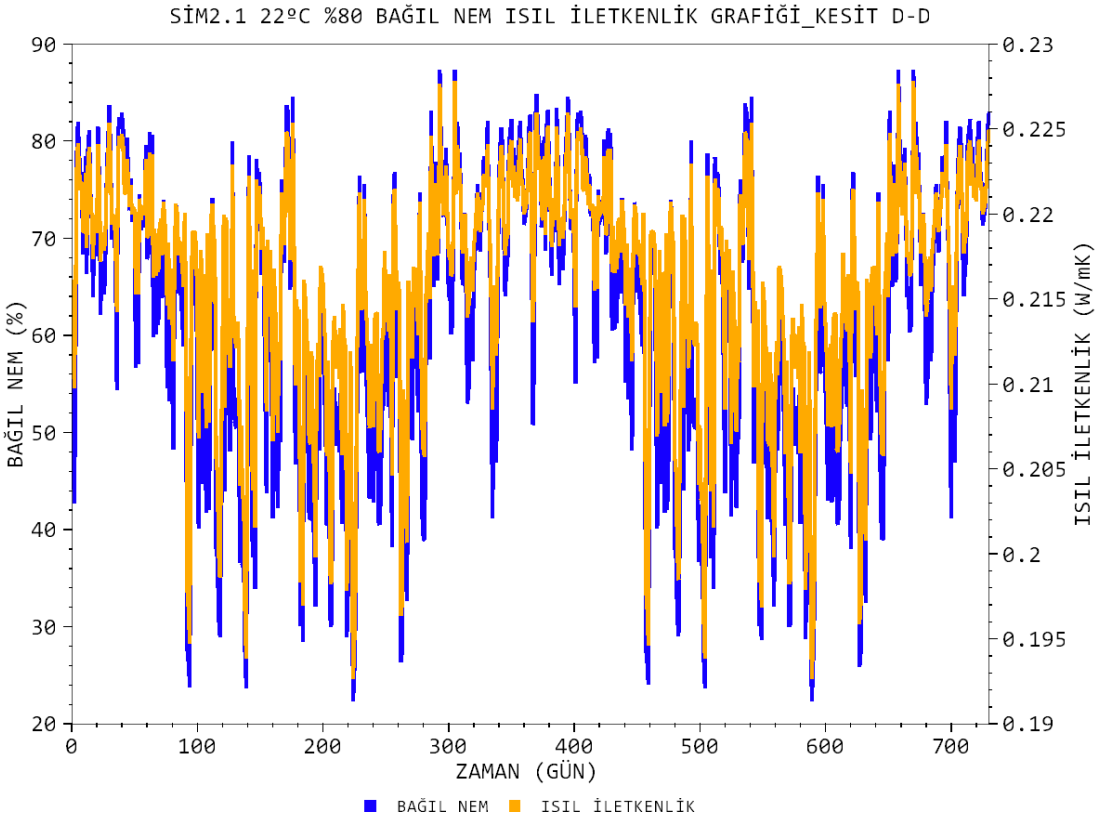
Şekil 5.350 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.351'de SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %41-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.352'de SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.192 ile 0.228 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

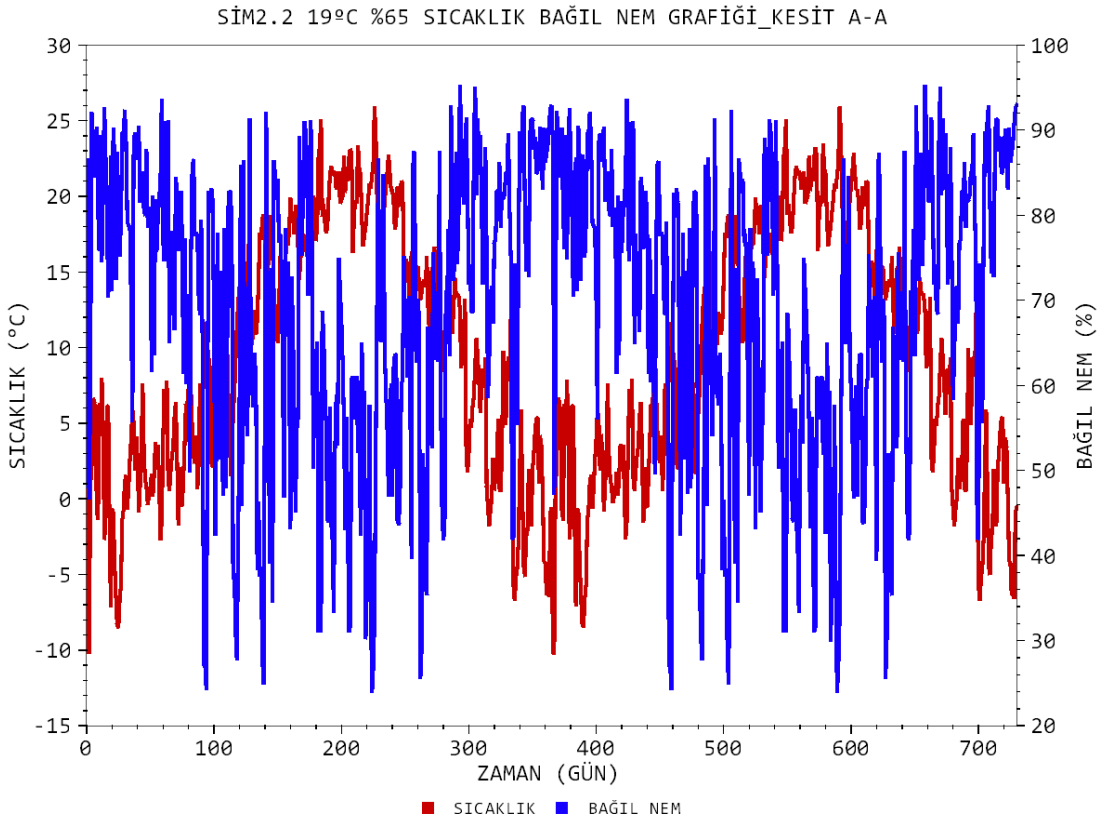


Şekil 5.351 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



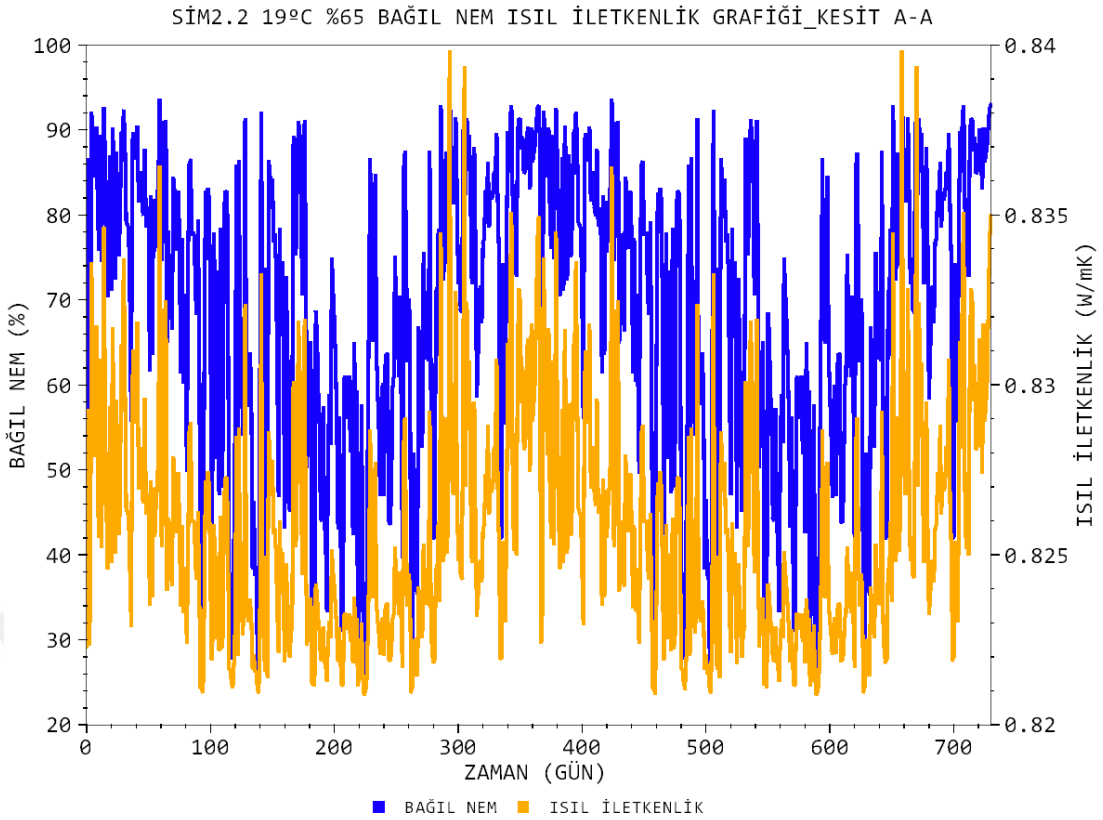
Şekil 5.352 : SİM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.354'te SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %41-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 7°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-91 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.353 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

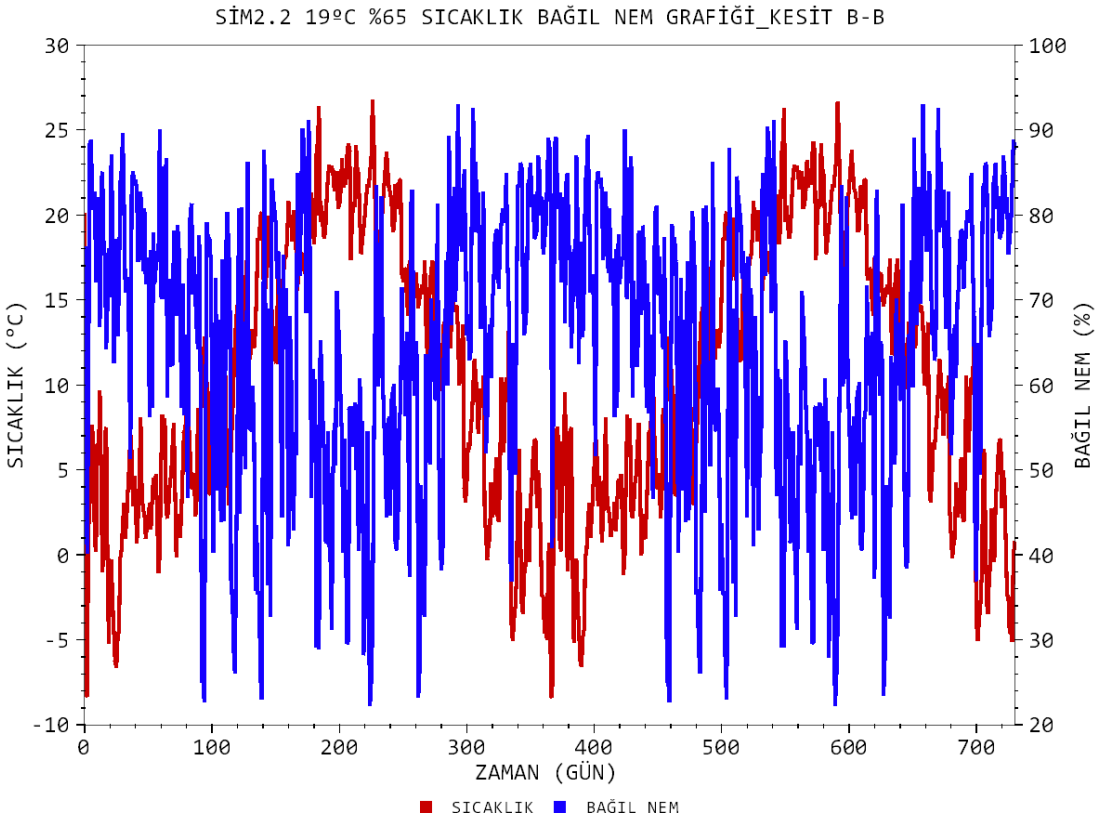
Şekil 5.354'te SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.820 ile 0.84 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



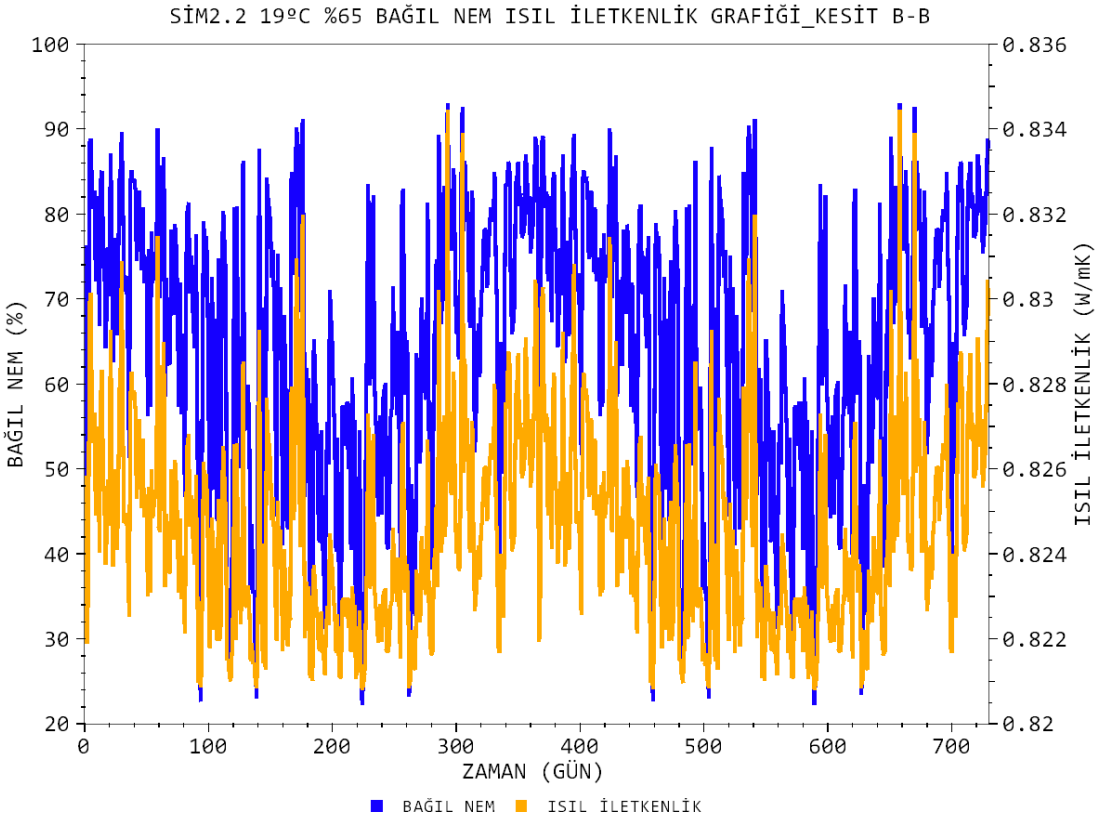
Şekil 5.354 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.355'te SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %36-89 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-91 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.356'te SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

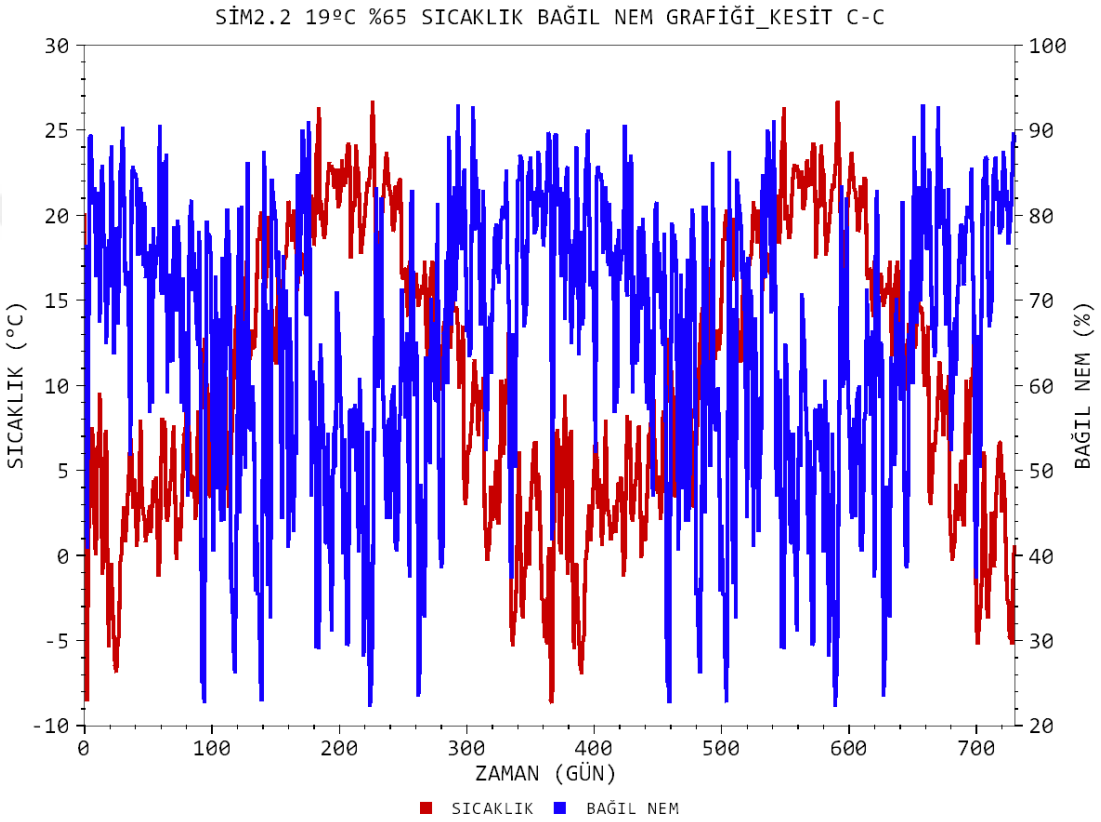


Şekil 5.355 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



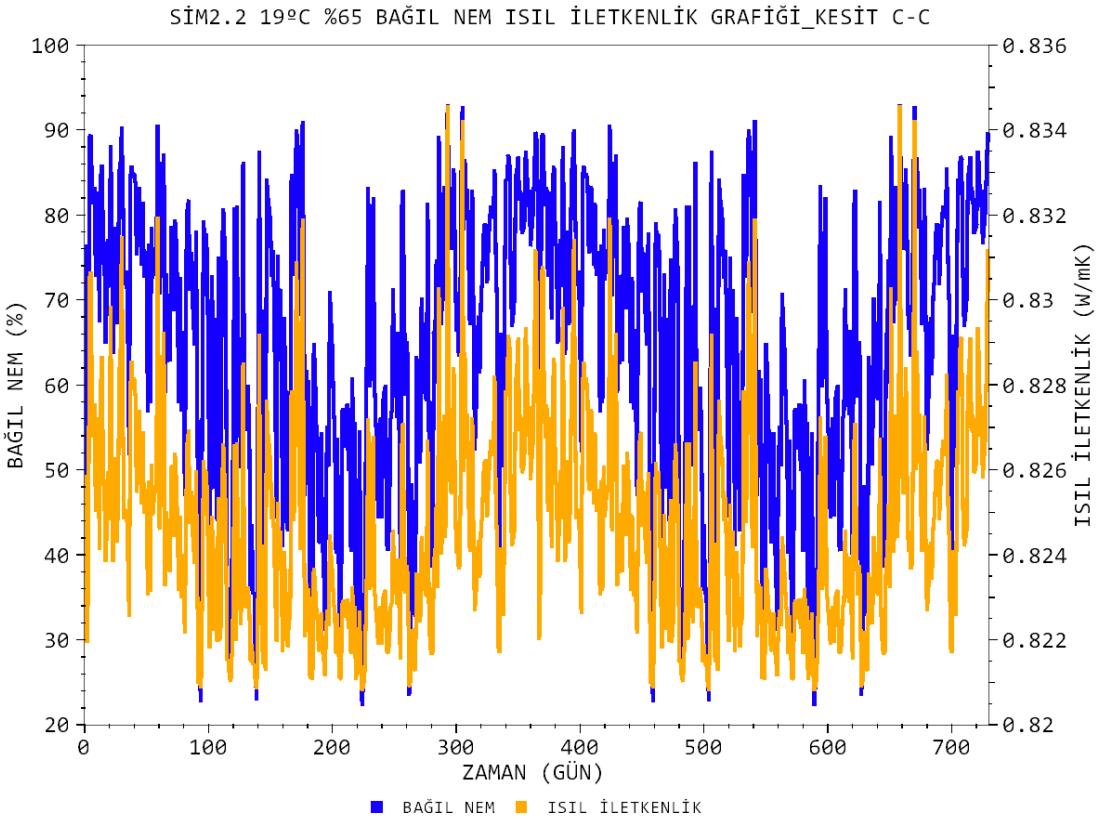
Şekil 5.356 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.357'de SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %37-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 7°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.357 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

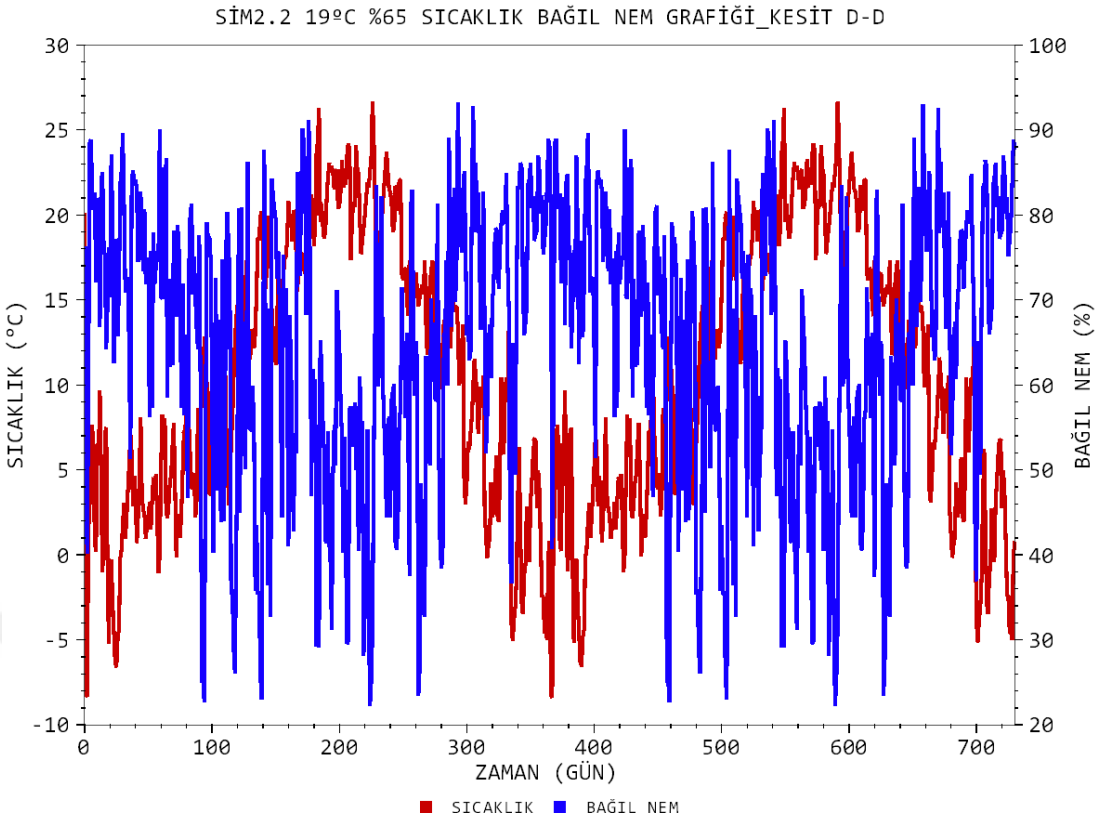
Şekil 5.358'de SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



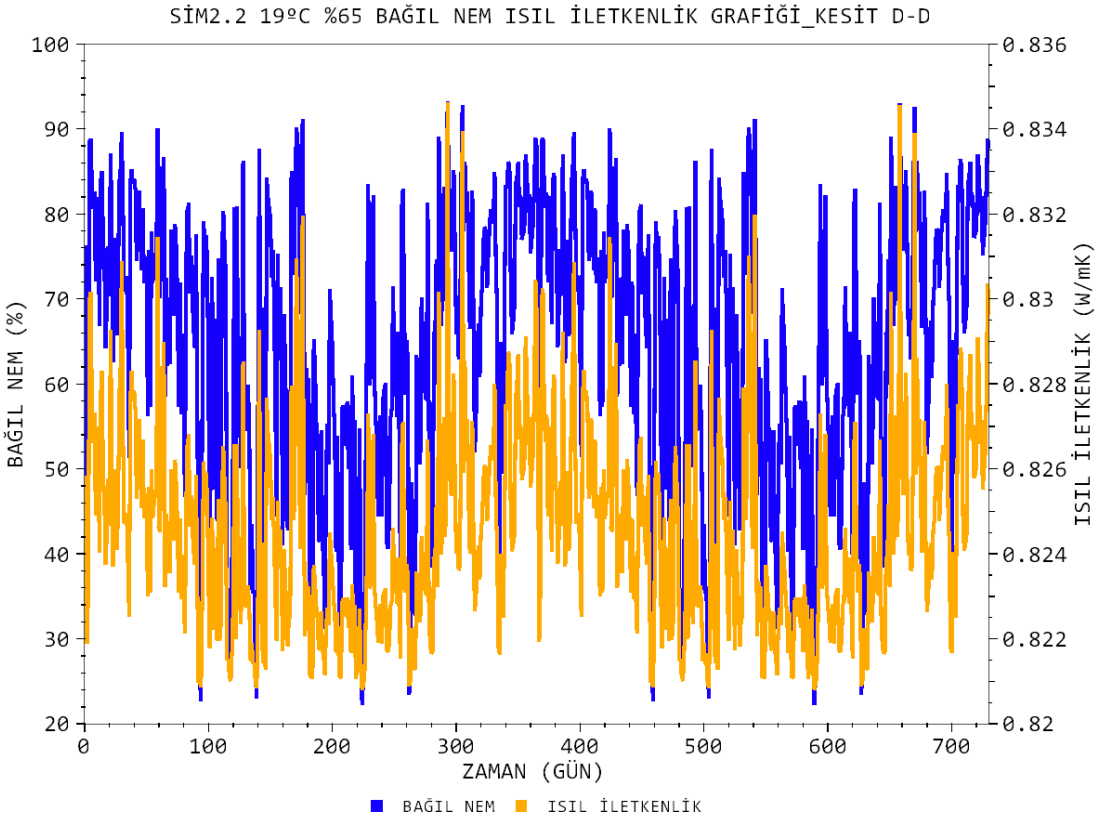
Şekil 5.358 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.359'da SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %36-89 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-91 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.360'ta SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

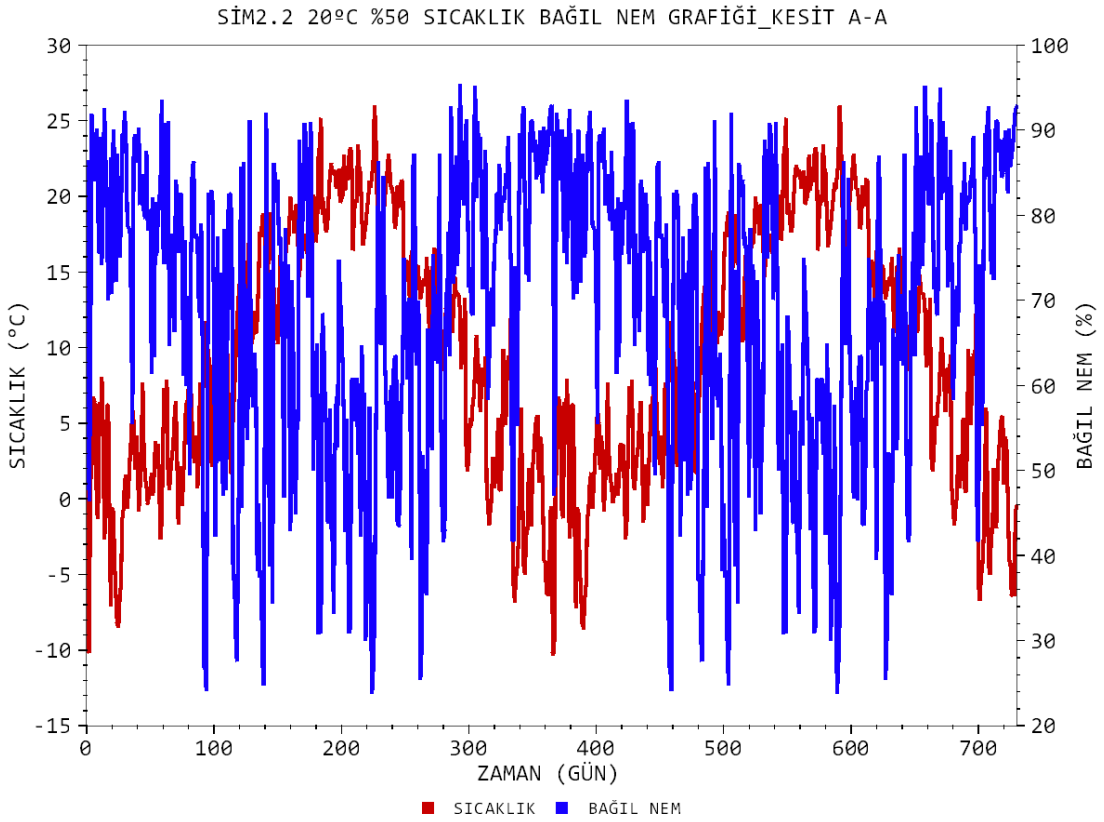


Şekil 5.359 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



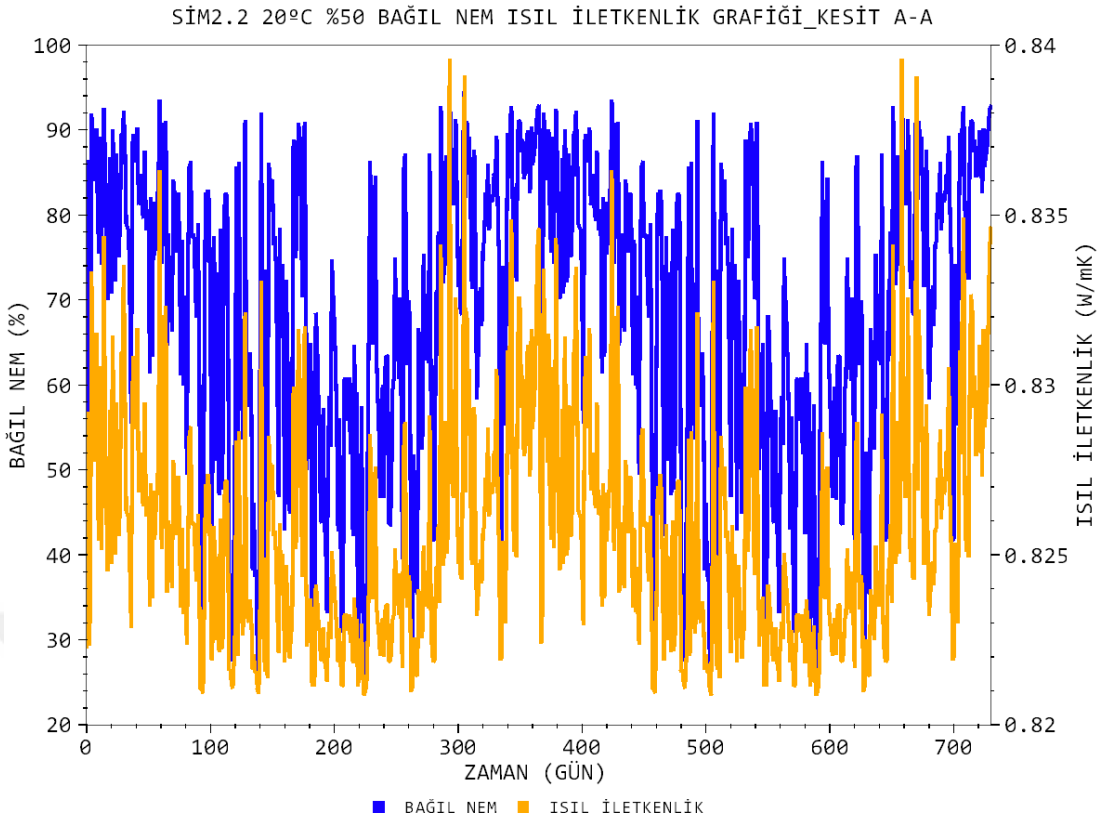
Şekil 5.360 : SİM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.361'de SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %41-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -10 ile 7°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.361 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

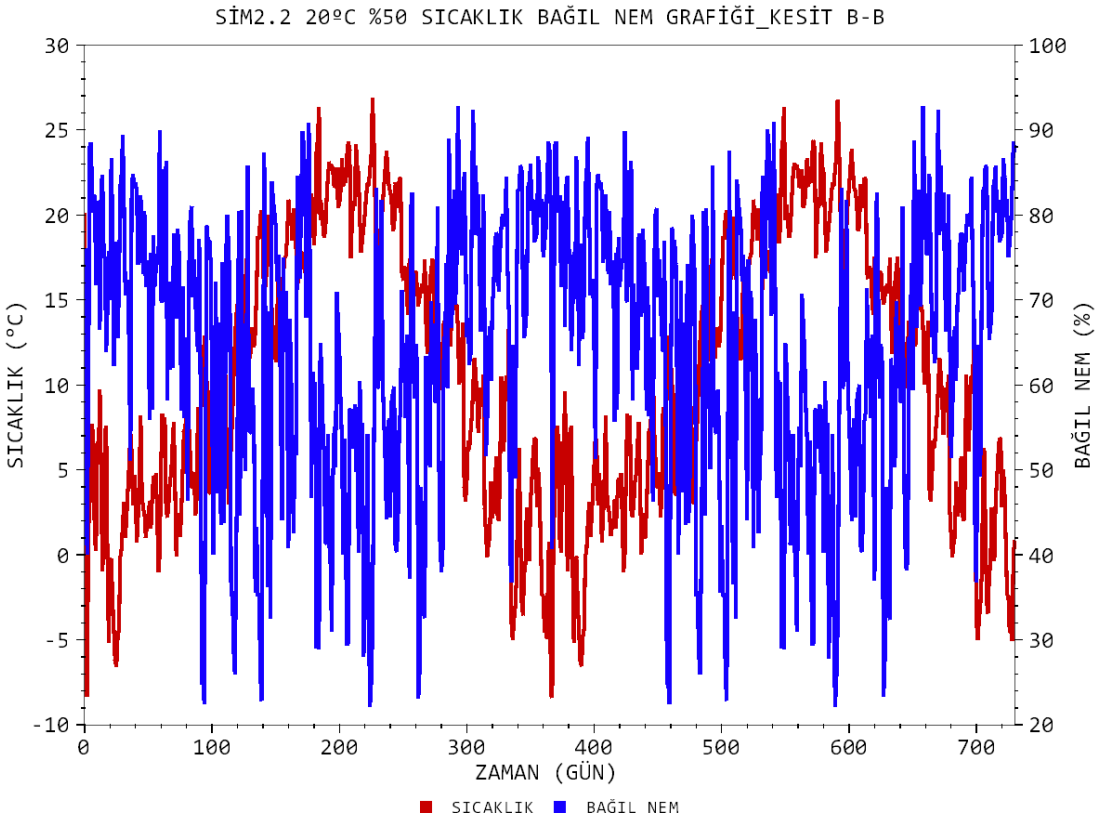
Şekil 5.362'de SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.84 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



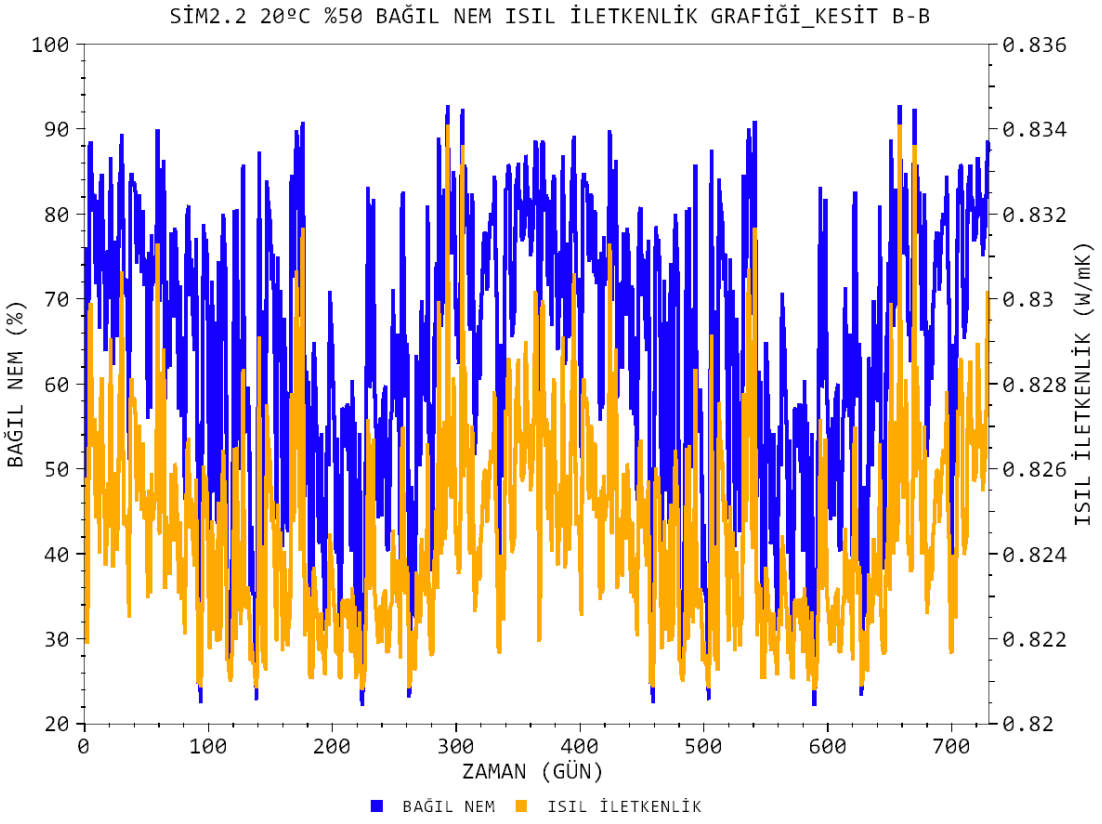
Şekil 5.362 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.363'te SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %36-89 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.364'te SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

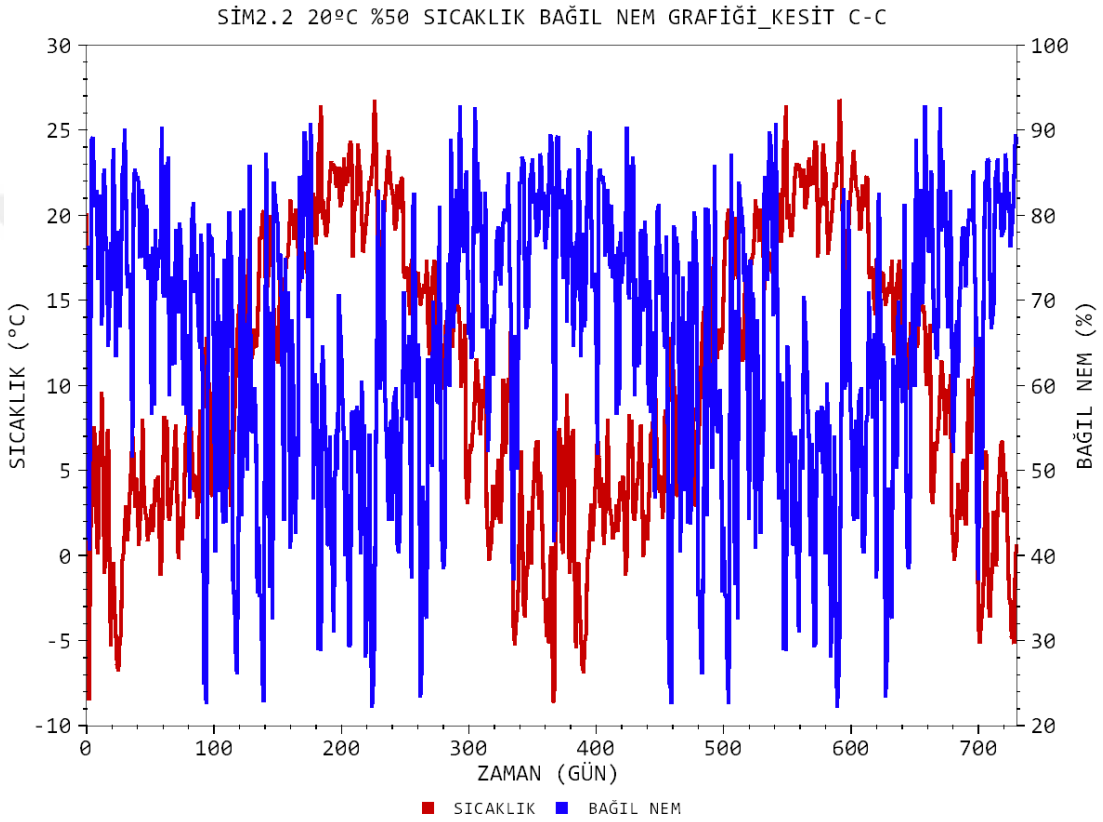


Şekil 5.363 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



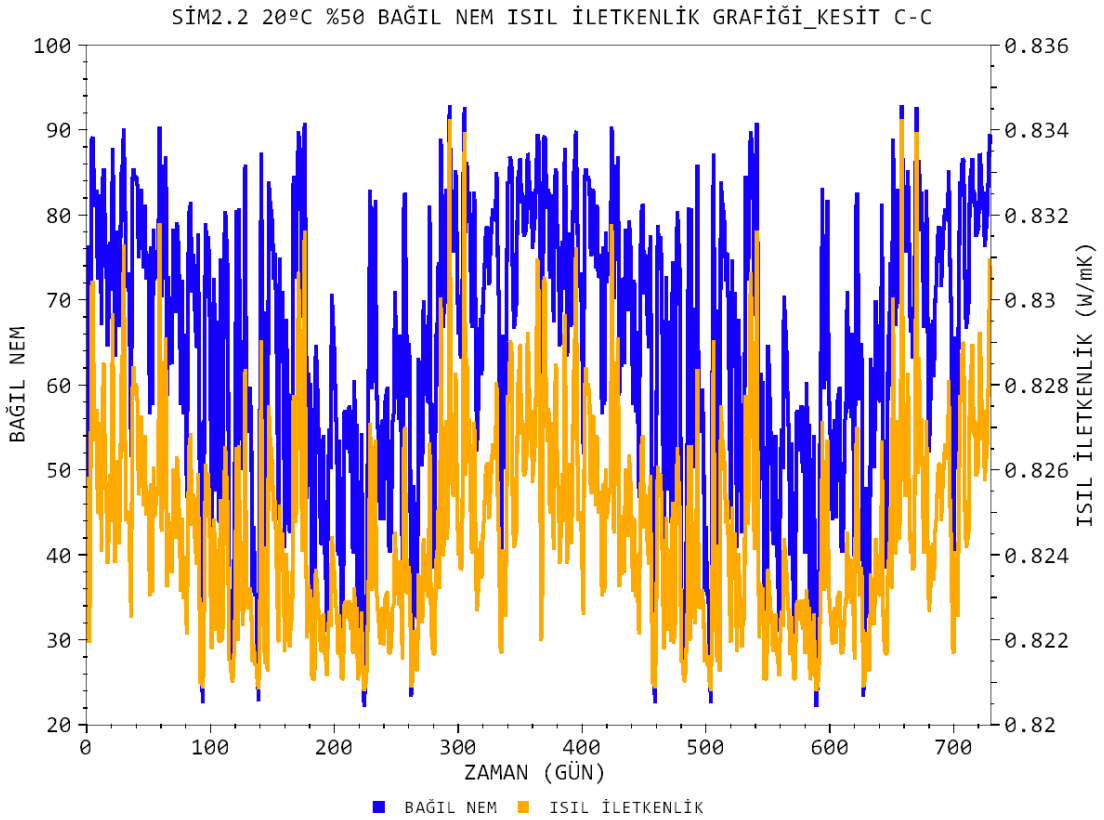
Şekil 5.364 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.365'te SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %37-89 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.365 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

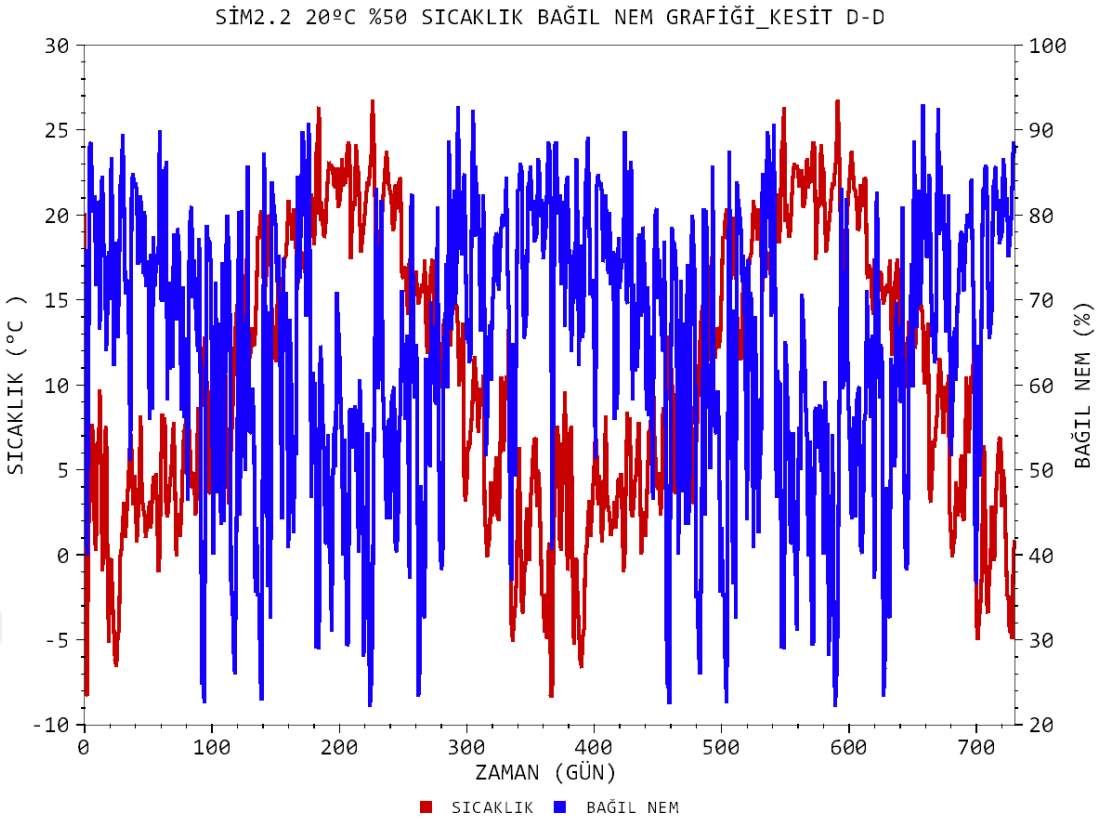
Şekil 5.366'da SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



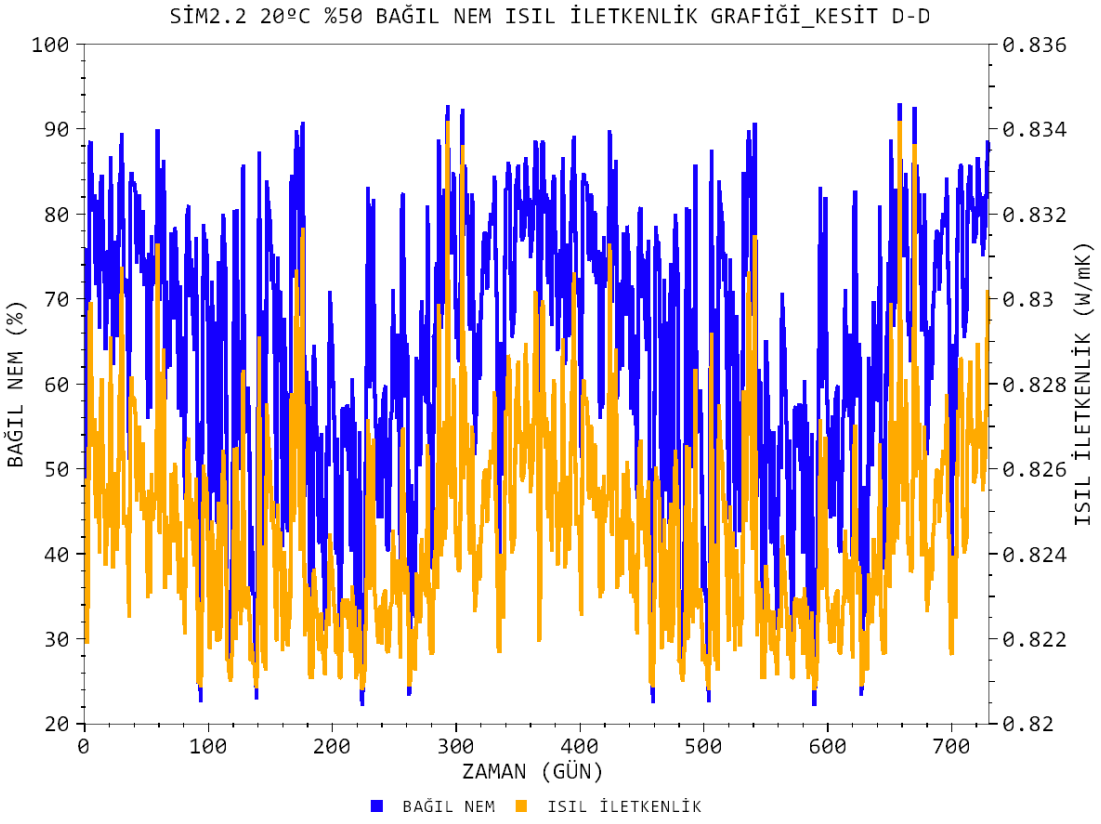
Şekil 5.366 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.367'de SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %36-89 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.368'de SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

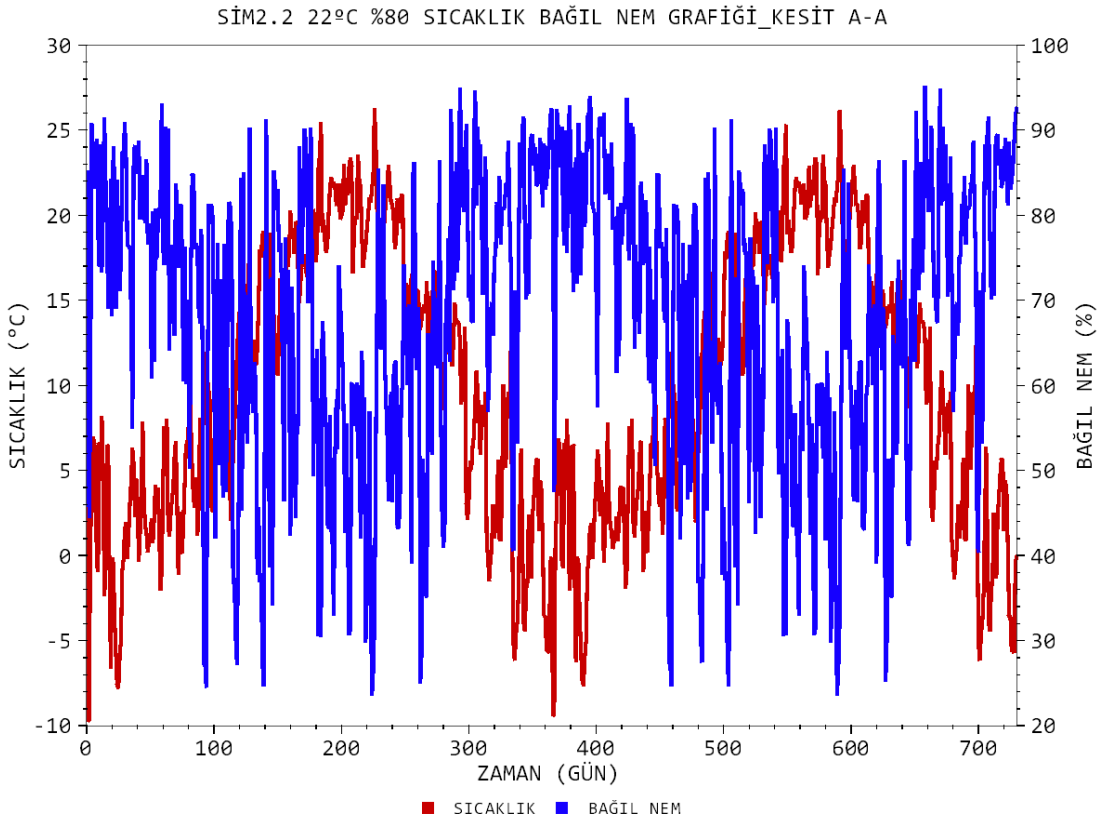


Şekil 5.367 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



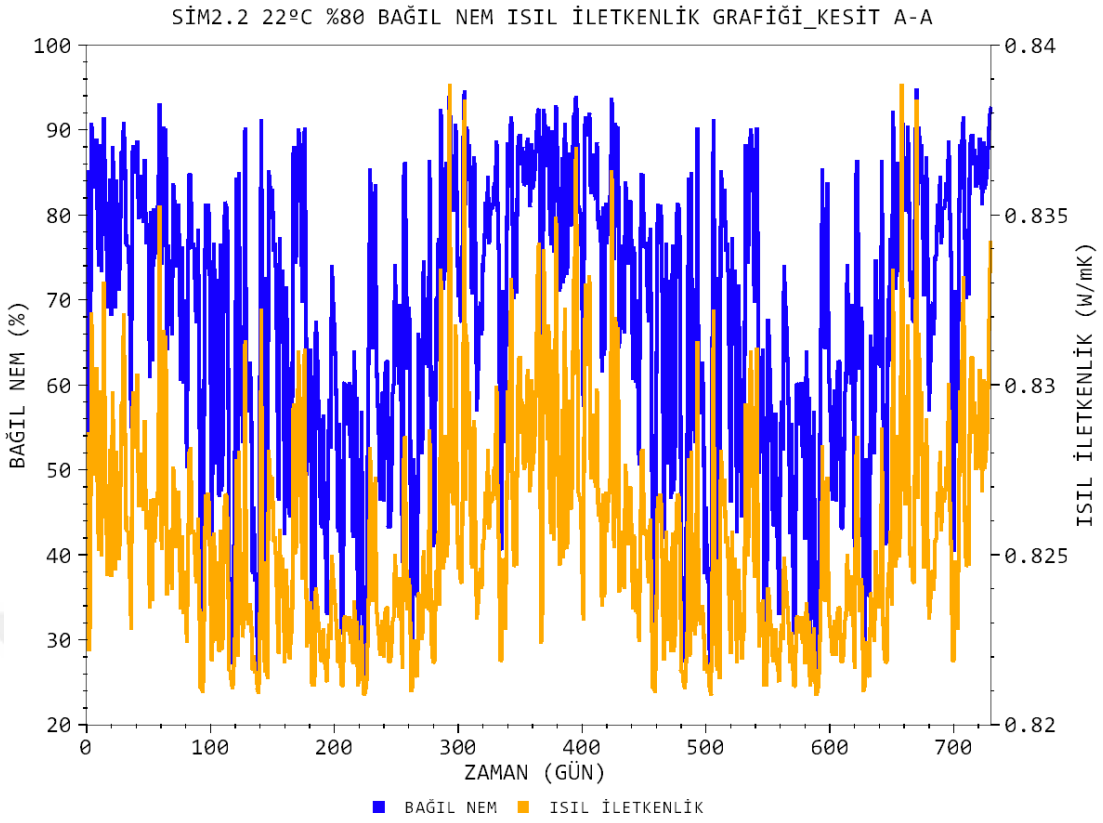
Şekil 5.368 : SİM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.369'da SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %40-93 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -9 ile 8°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %23-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 12-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.369 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

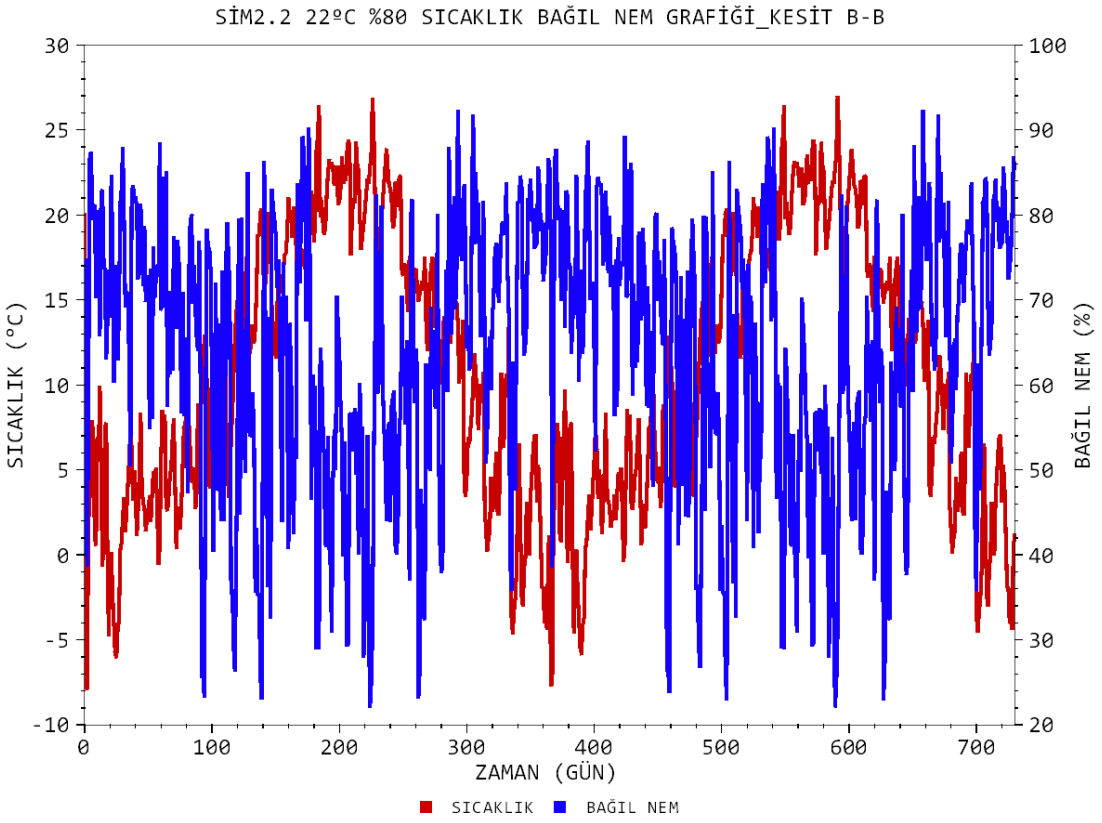
Şekil 5.370'te SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.839 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



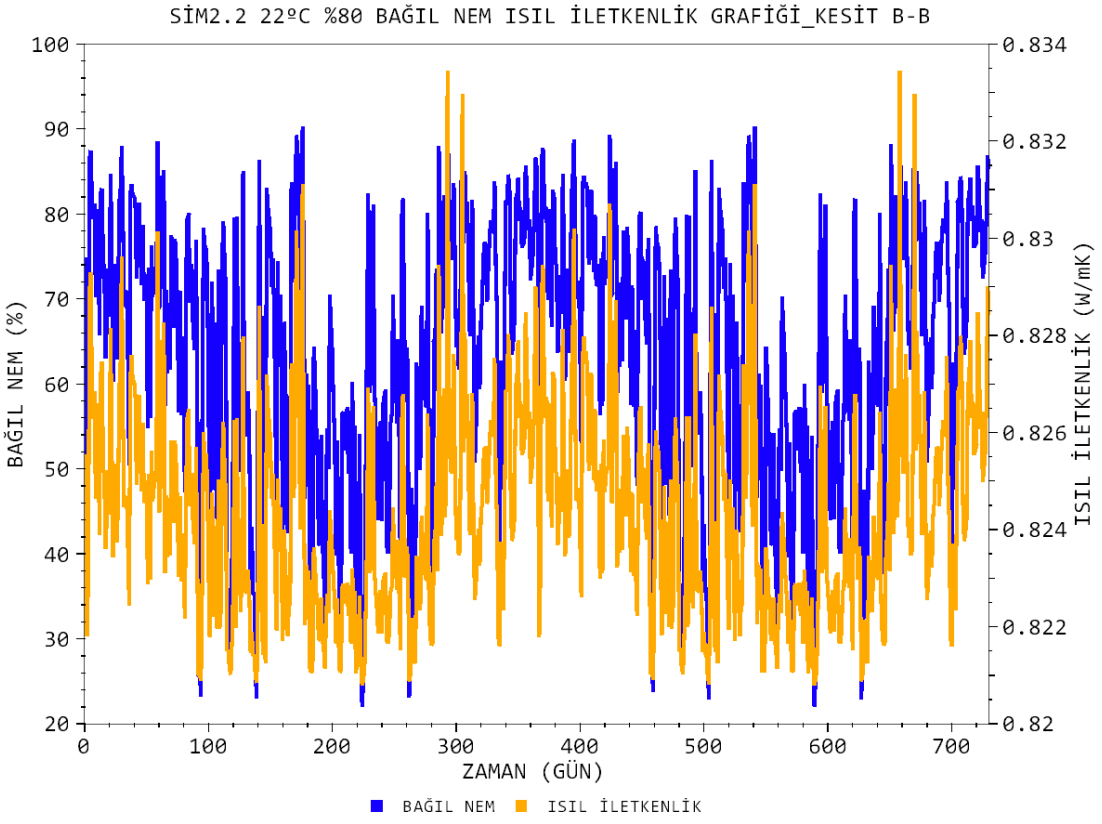
Şekil 5.370 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.371'de SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %38-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.372'de SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.821 ile 0.833 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

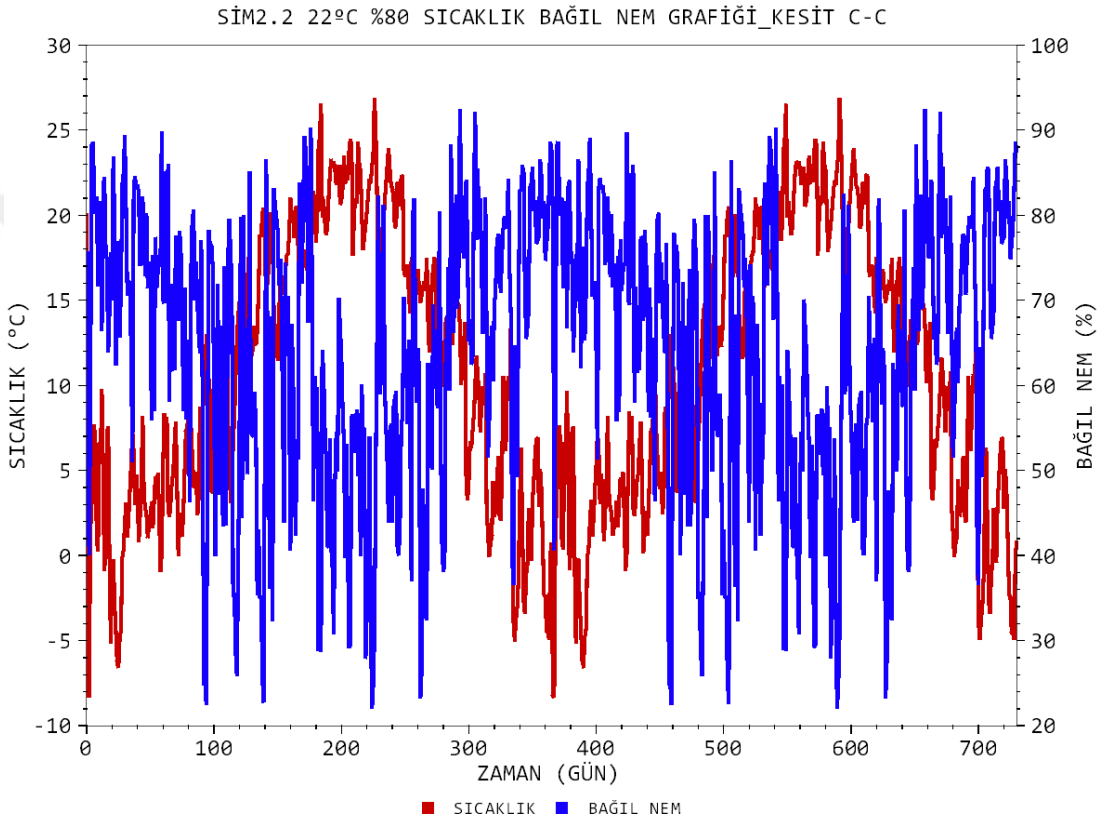


Şekil 5.371 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



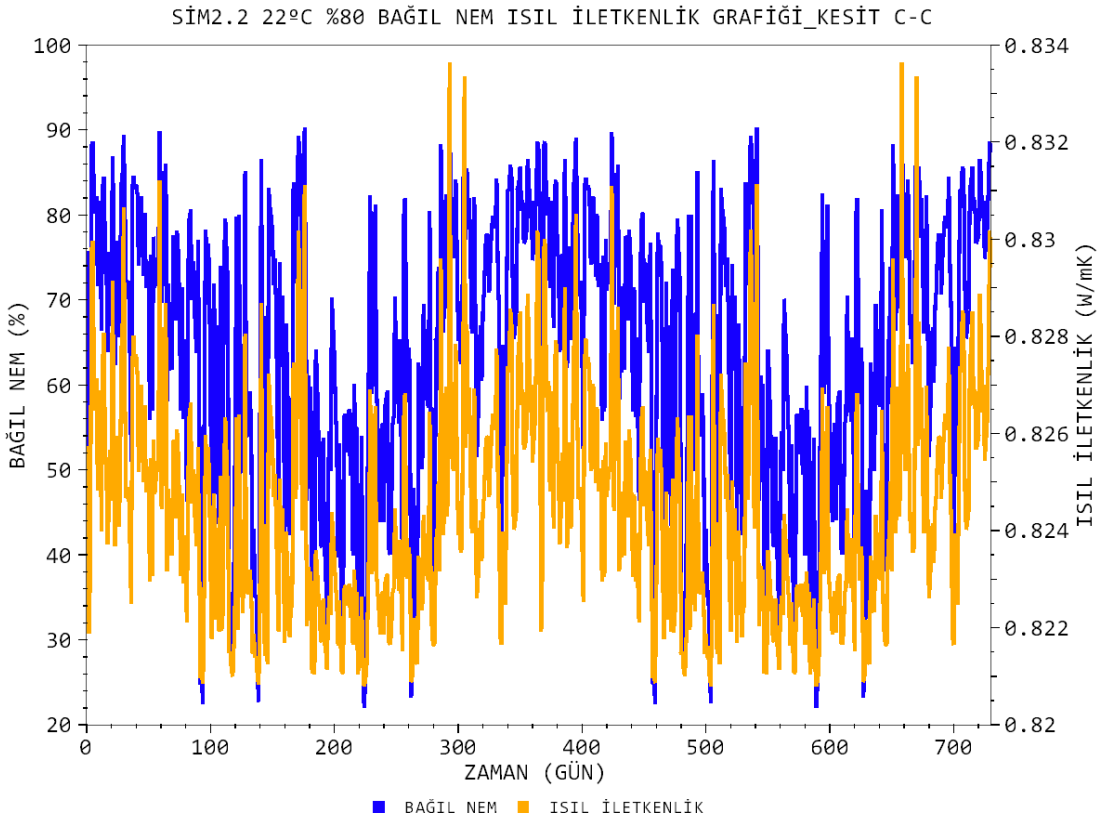
Şekil 5.372 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.373'te SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %36-89 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -8 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %21-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.373 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

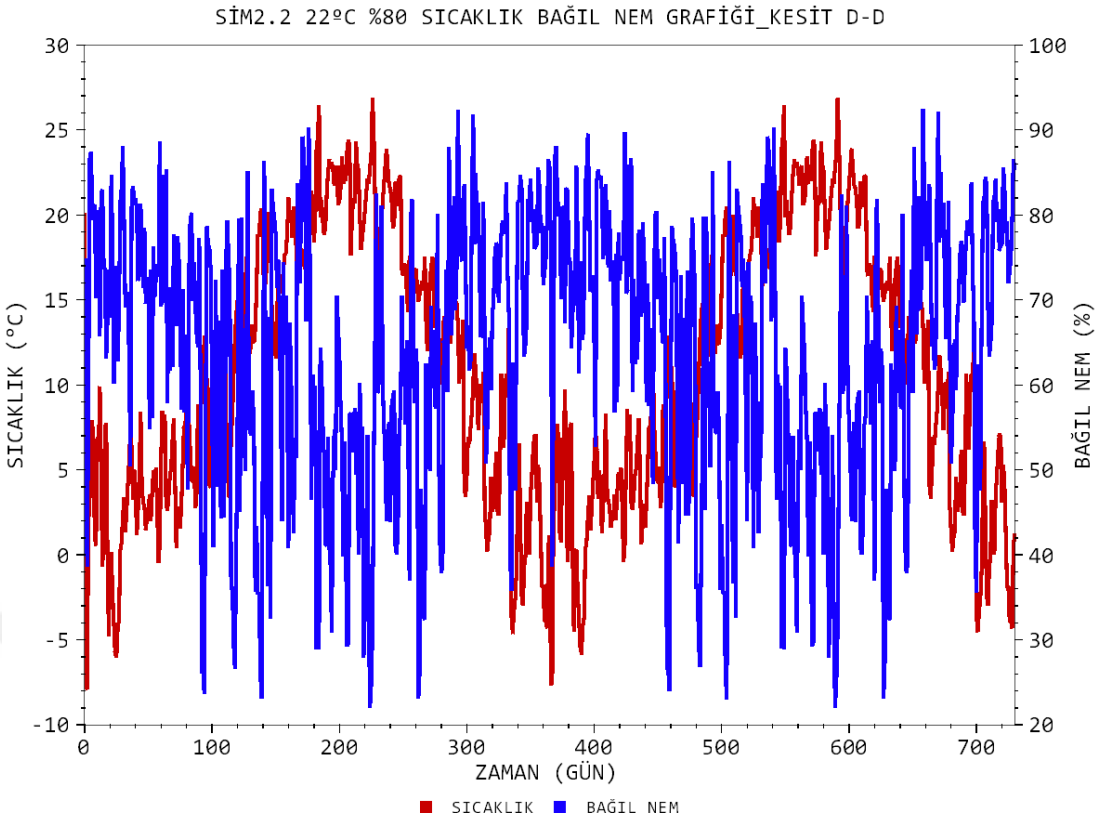
Şekil 5.374'te SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



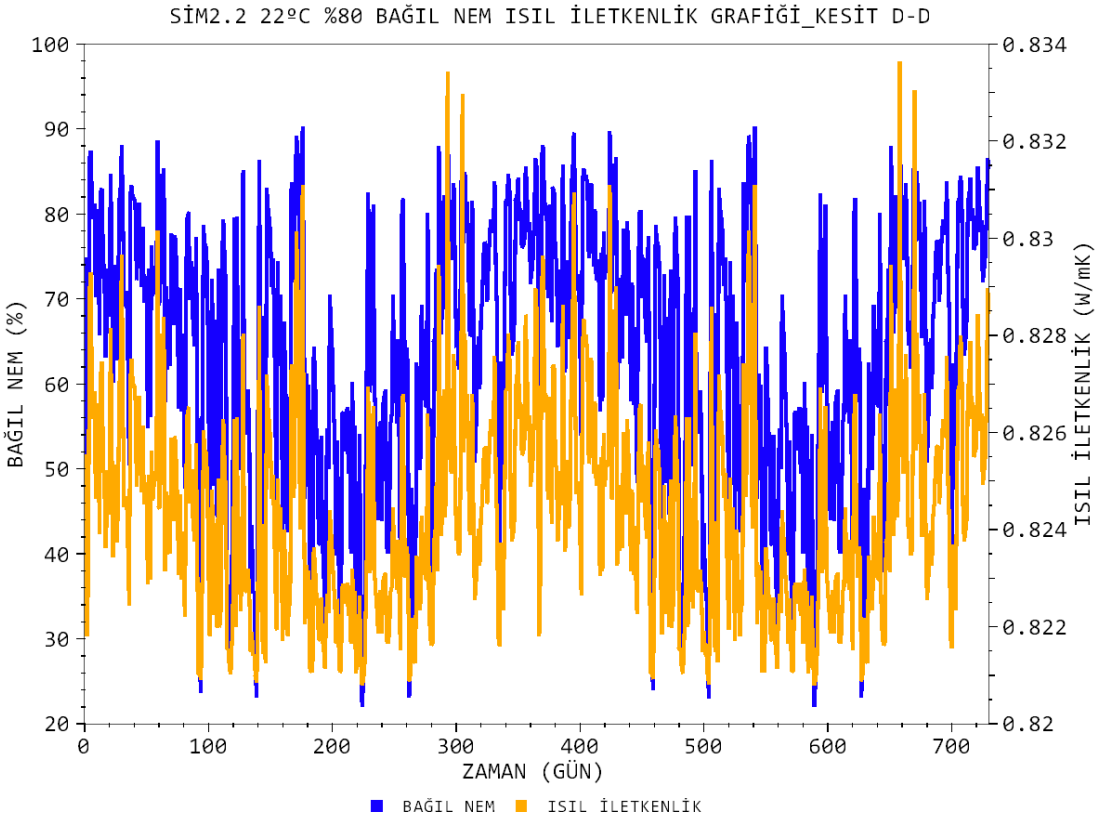
Şekil 5.374 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.375'te SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %35-89 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -7 ile 9°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %22-90 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 13-26°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesine ulaşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.376'da SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.82 ile 0.834 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 5.375 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



Şekil 5.376 : SİM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Sıcaklık ve bağıl nem değişimlerinin ısıl iletkenlik değerine olan etkisi tasarlanan duvar modelleri için incelenmiştir. Duvarların kesitlerinde 1 Mart, 1 Eylül, 1 Haziran ve 1 Aralık 2015 günlerinde sıcaklık, bağıl nem ve ısıl iletkenlik değerleri açıklanarak bu tarihlerdeki U değeri hesaplanmıştır (Çizelge 5.43).

Çizelge 5.43 : Sivrihisar modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
		Kesit A-A	-0.999416	82.0145	0.224465	1.26
		Kesit B-B	0.794798	77.1248	0.222029	1.25
	01.03.2015	Kesit C-C	0.833888	77.1735	0.222048	1.25
		Kesit D-D	0.794305	77.1248	0.222029	1.25
		Kesit E-E	-1.04085	81.8008	0.224345	1.26
		Kesit A-A	12.7257	70.2284	0.219165	1.24
		Kesit B-B	13.7873	66.6681	0.218013	1.23
	01.06.2015	Kesit C-C	13.752	66.846	0.218068	1.23
		Kesit D-D	13.7852	66.6799	0.218016	1.23
SİM1.1		Kesit E-E	12.8109	69.8727	0.219046	1.24
19ºC %65 bağıl nem		Kesit A-A	18.451	59.035	0.215502	1.22
		Kesit B-B	19.5223	56.1338	0.214386	1.22
	01.09.2015	Kesit C-C	19.498	56.2194	0.214421	1.22
		Kesit D-D	19.5229	56.1309	0.214385	1.22
		Kesit E-E	18.5768	58.5826	0.215341	1.22
		Kesit A-A	0.276361	55.5687	0.215	1.22
		Kesit B-B	0.806539	53.9256	0.214372	1.21
	01.12.2015	Kesit C-C	0.833884	53.8418	0.214338	1.21
		Kesit D-D	0.806606	53.8955	0.21436	1.21
		Kesit E-E	0.197872	55.7902	0.215082	1.22
		Kesit A-A	-0.921576	81.3759	0.224104	1.26
		Kesit B-B	0.882074	76.4729	0.221764	1.25
	01.03.2015	Kesit C-C	0.918917	76.4226	0.221743	1.25
		Kesit D-D	0.885592	76.4488	0.221754	1.25
		Kesit E-E	-0.965333	81.3287	0.22408	1.26
		Kesit A-A	12.8113	69.7505	0.219006	1.24
		Kesit B-B	16.3305	47.7435	0.21787	1.23
	01.06.2015	Kesit C-C	13.8543	66.3132	0.217904	1.23
		Kesit D-D	13.878	66.2076	0.217872	1.23
SİM1.1		Kesit E-E	12.8891	69.4788	0.218289	1.23
20ºC %50 bağıl nem		Kesit A-A	18.5321	58.667	0.215374	1.22
		Kesit B-B	19.6127	55.7836	0.214244	1.21
	01.09.2015	Kesit C-C	19.5951	55.8318	0.214264	1.21
		Kesit D-D	19.6138	55.7785	0.214242	1.21
		Kesit E-E	18.6492	58.304	0.215235	1.22
		Kesit A-A	0.364324	54.9058	0.214761	1.22
		Kesit B-B	0.899594	53.3129	0.214133	1.21
	01.12.2015	Kesit C-C	0.931573	53.1783	0.21408	1.21
		Kesit D-D	0.899978	53.3072	0.214131	1.21
		Kesit E-E	0.276507	55.2768	0.214896	1.22
		Kesit A-A	-0.783698	82.6009	0.2248	1.26
		Kesit B-B	1.0121	81.4088	0.224057	1.26
	01.03.2015	Kesit C-C	1.06634	77.8519	0.222321	1.25
		Kesit D-D	1.01727	82.4509	0.224648	1.26
		Kesit E-E	-0.879665	84.9473	0.226338	1.27
		Kesit A-A	12.9273	69.5923	0.218951	1.24
		Kesit B-B	14.014	65.8992	0.217776	1.23
	01.06.2015	Kesit C-C	13.9841	66.0986	0.217836	1.23
		Kesit D-D	14.0134	65.9035	0.217777	1.23
SİM1.1		Kesit E-E	12.9932	69.207	0.218825	1.23
22ºC %80 bağıl nem		Kesit A-A	18.6479	58.4805	0.215301	1.22
		Kesit B-B	19.7514	55.4877	0.214122	1.21
	01.09.2015	Kesit C-C	19.7289	55.5978	0.214166	1.21
		Kesit D-D	18.7513	55.4881	0.214122	1.21
		Kesit E-E	18.7663	58.0175	0.215125	1.22
		Kesit A-A	0.496638	55.3082	0.214898	1.22
		Kesit B-B	1.02417	54.1443	0.218095	1.23
	01.12.2015	Kesit C-C	1.07774	53.5728	0.214224	1.21
		Kesit D-D	1.02272	54.1687	0.214455	1.22
		Kesit E-E	0.381886	56.2227	0.215229	1.22

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

Çizelge 5.43 (devam) : Sivrihisar modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
		Kesit A-A	-1.60801	93.8413	0.836848	2.45
		Kesit B-B	0.230622	89.4225	0.830858	2.43
	01.03.2015	Kesit C-C	0.071931	89.9626	0.831348	2.44
		Kesit D-D	0.233579	89.4147	0.830851	2.43
		Kesit E-E	-1.32451	93.396	0.835907	2.44
		Kesit A-A	12.3289	77.0518	0.825676	2.43
		Kesit B-B	13.4229	72.2101	0.824757	2.42
	01.06.2015	Kesit C-C	13.3748	72.4221	0.82479	2.42
		Kesit D-D	13.4227	72.2092	0.824757	2.42
SİM1.2		Kesit E-E	12.4234	76.5911	0.825576	2.43
19ºC %65 bağıl nem		Kesit A-A	18.2096	63.652	0.823557	2.42
		Kesit B-B	19.1903	60.221	0.823194	2.42
	01.09.2015	Kesit C-C	19.2096	60.1548	0.823188	2.42
		Kesit D-D	19.1903	60.2203	0.823194	2.42
		Kesit E-E	18.1826	63.756	0.82357	2.42
		Kesit A-A	1.27209	42.197	0.821936	2.42
		Kesit B-B	2.07745	39.9409	0.821798	2.42
	01.12.2015	Kesit C-C	1.99554	40.155	0.821811	2.42
		Kesit D-D	2.07867	39.9403	0.821798	2.42
		Kesit E-E	1.44462	41.7109	0.821906	2.42
		Kesit A-A	-1.57978	93.7898	0.836737	2.44
		Kesit B-B	0.266671	89.2668	0.830721	2.43
	01.03.2015	Kesit C-C	0.115495	89.7794	0.831179	2.44
		Kesit D-D	0.271612	89.2486	0.830705	2.43
		Kesit E-E	-1.30672	93.3502	0.835814	2.44
		Kesit A-A	12.3807	76.77	0.825615	2.43
		Kesit B-B	13.5	71.8172	0.824698	2.42
	01.06.2015	Kesit C-C	13.4449	72.071	0.824736	2.42
		Kesit D-D	13.5003	71.8158	0.824698	2.42
SİM1.2		Kesit E-E	12.4906	76.2401	0.8255	2.43
20ºC %50 bağıl nem		Kesit A-A	18.264	63.4245	0.823529	2.42
		Kesit B-B	19.2746	59.8865	0.823162	2.42
	01.09.2015	Kesit C-C	19.2866	59.8479	0.823159	2.42
		Kesit D-D	19.2742	59.8868	0.823162	2.42
		Kesit E-E	18.2475	63.4837	0.823536	2.42
		Kesit A-A	1.30572	42.0297	0.821926	2.42
		Kesit B-B	2.1358	39.6973	0.821783	2.42
	01.12.2015	Kesit C-C	2.0435	39.9472	0.821798	2.42
		Kesit D-D	2.13724	39.696	0.821783	2.42
		Kesit E-E	1.5021	41.4608	0.821891	2.42
		Kesit A-A	-1.30118	93.3617	0.835837	2.44
		Kesit B-B	0.961142	89.326	0.83075	2.43
	01.03.2015	Kesit C-C	0.427049	88.8089	0.830328	2.43
		Kesit D-D	0.958762	89.4047	0.830819	2.43
		Kesit E-E	-0.579762	93.4644	0.83601	2.44
		Kesit A-A	12.5613	76.0141	0.825452	2.43
		Kesit B-B	13.7405	71.0956	0.824589	2.42
	01.06.2015	Kesit C-C	13.6366	71.3386	0.824626	2.42
		Kesit D-D	13.741	71.0964	0.824589	2.42
SİM1.2		Kesit E-E	12.6983	75.4059	0.825324	2.43
22ºC %80 bağıl nem		Kesit A-A	18.4252	62.8579	0.823459	2.42
		Kesit B-B	19.4491	59.325	0.823109	2.42
	01.09.2015	Kesit C-C	19.4448	59.3374	0.82311	2.42
		Kesit D-D	19.4494	59.3217	0.823108	2.42
		Kesit E-E	18.4382	62.8119	0.823454	2.42
		Kesit A-A	1.53262	41.4505	0.82189	2.42
		Kesit B-B	2.40284	39.1164	0.821747	2.42
	01.12.2015	Kesit C-C	2.29107	39.3617	0.821762	2.42
		Kesit D-D	2.39831	39.1342	0.821748	2.42
		Kesit E-E	1.78076	40.8633	0.821854	2.42

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

Çizelge 5.43 (devam) : Sivrihisar modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
SİM2.1 19ºC %65 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	-1.22258	82.5103	0.224761	1.08
		Kesit B-B	0.547448	78.1327	0.222455	1.07
		Kesit C-C	0.579205	78.2242	0.222493	1.07
		Kesit D-D	0.547099	78.1366	0.222457	1.07
	01.06.2015	Kesit A-A	12.7773	70.0022	0.219089	1.06
		Kesit B-B	13.7168	66.9275	0.218093	1.05
		Kesit C-C	13.6836	67.1239	0.218154	1.05
		Kesit D-D	13.721	66.9165	0.21809	1.05
	01.09.2015	Kesit A-A	18.6358	58.3866	0.215266	1.04
		Kesit B-B	19.5503	56.0222	0.214341	1.04
		Kesit C-C	19.534	56.0956	0.21437	1.04
		Kesit D-D	19.5493	56.0295	0.214343	1.04
	01.12.2015	Kesit A-A	0.128808	56.0685	0.215184	1.04
		Kesit B-B	0.717482	54.2124	0.214486	1.04
		Kesit C-C	0.73867	54.2202	0.214488	1.04
		Kesit D-D	0.718024	54.2704	0.214508	1.04
SİM2.1 20ºC %50 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	-1.165	82.1573	0.224552	1.08
		Kesit B-B	0.620876	77.6007	0.22223	1.07
		Kesit C-C	0.661323	77.5563	0.22221	1.07
		Kesit D-D	0.620144	77.5888	0.222225	1.07
	01.06.2015	Kesit A-A	12.8411	69.6914	0.218986	1.06
		Kesit B-B	13.7956	66.5348	0.217972	1.05
		Kesit C-C	13.7692	66.663	0.218012	1.05
		Kesit D-D	13.804	66.5059	0.217963	1.05
	01.09.2015	Kesit A-A	18.6949	58.1654	0.215183	1.04
		Kesit B-B	19.6243	55.7406	0.214227	1.04
		Kesit C-C	19.6155	55.7627	0.214236	1.04
		Kesit D-D	19.6267	55.7316	0.214223	1.04
	01.12.2015	Kesit A-A	0.19511	55.66	0.215036	1.04
		Kesit B-B	0.795881	53.7319	0.214298	1.04
		Kesit C-C	0.827455	53.5931	0.214243	1.04
		Kesit D-D	0.794124	53.7594	0.214308	1.04
SİM2.1 22ºC %80 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	-1.0645	83.3001	0.225238	1.08
		Kesit B-B	0.725488	79.1722	0.222927	1.07
		Kesit C-C	0.783495	78.2743	0.222508	1.07
		Kesit D-D	0.690822	80.154	0.223408	1.07
	01.06.2015	Kesit A-A	12.9423	69.3717	0.21888	1.06
		Kesit B-B	13.916	66.2295	0.217877	1.05
		Kesit C-C	13.8824	66.499	0.217959	1.05
		Kesit D-D	13.9205	66.2149	0.217873	1.05
	01.09.2015	Kesit A-A	18.8002	57.8834	0.215075	1.04
		Kesit B-B	19.747	55.4539	0.214109	1.04
		Kesit C-C	19.7268	55.5706	0.214155	1.04
		Kesit D-D	19.7445	55.4687	0.214115	1.04
	01.12.2015	Kesit A-A	0.292339	56.0101	0.215157	1.04
		Kesit B-B	0.911275	54.0532	0.214416	1.04
		Kesit C-C	0.955759	53.7001	0.214278	1.04
		Kesit D-D	0.909259	54.1224	0.214442	1.04
SİM2.2 19ºC %65 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	-1.47498	93.6438	0.836423	2.25
		Kesit B-B	0.0435546	90.0711	0.831449	2.24
		Kesit C-C	-0.100602	90.5799	0.831941	2.24
		Kesit D-D	0.0329096	90.0841	0.831462	2.24
	01.06.2015	Kesit A-A	12.3907	76.7532	0.825611	2.23
		Kesit B-B	13.3668	72.4598	0.824796	2.23
		Kesit C-C	13.319	72.6783	0.824829	2.23
		Kesit D-D	13.3607	72.491	0.8248	2.23
	01.09.2015	Kesit A-A	18.2384	63.5425	0.823543	2.23
		Kesit B-B	19.2173	60.1211	0.823185	2.23
		Kesit C-C	19.2476	60.0163	0.823175	2.23
		Kesit D-D	19.2144	60.1301	0.823186	2.23
	01.12.2015	Kesit A-A	1.38595	41.895	0.821917	2.22
		Kesit B-B	2.00446	40.1525	0.821811	2.22
		Kesit C-C	1.91209	40.3977	0.821826	2.22
		Kesit D-D	2.01296	40.1241	0.821809	2.22

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

Çizelge 5.43 (devam) : Sivrihisar modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

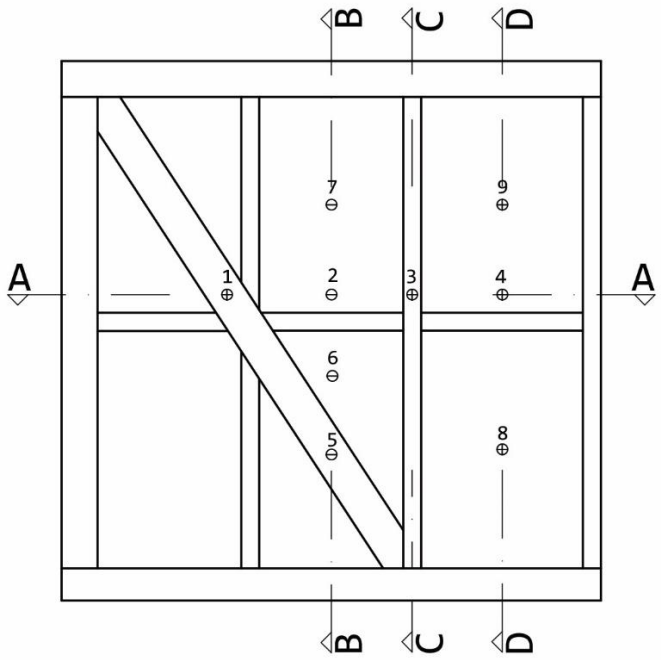
Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
sSİM2.2 20ºC %50 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	-1.452	93.5934	0.836317	2.25
		Kesit B-B	0.0803582	89.9099	0.8313	2.24
		Kesit C-C	-0.0667971	90.4317	0.831794	2.24
		Kesit D-D	0.0783803	89.91112	0.831301	2.24
	01.06.2015	Kesit A-A	12.4493	76.4423	0.825544	2.23
		Kesit B-B	13.4353	72.1131	0.824743	2.23
		Kesit C-C	13.3782	72.3688	0.824782	2.23
		Kesit D-D	13.4218	72.3095	0.824772	2.23
	01.09.2015	Kesit A-A	18.2939	63.3071	0.823515	2.23
		Kesit B-B	19.2913	59.089	0.823157	2.23
		Kesit C-C	19.3134	59.7482	0.823149	2.23
		Kesit D-D	19.2884	59.8351	0.823157	2.23
	01.12.2015	Kesit A-A	1.43503	41.6685	0.821904	2.22
		Kesit B-B	2.05337	39.9369	0.821798	2.22
		Kesit C-C	1.95546	40.2149	0.821815	2.22
		Kesit D-D	2.05958	39.9124	0.821796	2.22
SİM2.2 22ºC %80 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	-0.831162	93.6133	0.836329	2.25
		Kesit B-B	0.626801	89.2793	0.83072	2.24
		Kesit C-C	0.154733	89.6949	0.831102	2.24
		Kesit D-D	0.649076	89.716	0.831105	2.24
	01.06.2015	Kesit A-A	12.6445	75.6615	0.825377	2.23
		Kesit B-B	13.6563	71.4503	0.824642	2.23
		Kesit C-C	13.5418	71.7449	0.824687	2.23
		Kesit D-D	13.6586	71.4672	0.824644	2.23
	01.09.2015	Kesit A-A	18.4687	62.7036	0.823441	2.23
		Kesit B-B	19.4442	59.3465	0.823111	2.23
		Kesit C-C	19.4487	59.3269	0.823109	2.23
		Kesit D-D	19.4435	59.3417	0.82311	2.23
	01.12.2015	Kesit A-A	1.67138	41.1537	0.821872	2.22
		Kesit B-B	2.27883	39.4538	0.821768	2.22
		Kesit C-C	2.16456	39.7195	0.821784	2.22
		Kesit D-D	2.27702	39.4648	0.821769	2.22

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

5.3.4 Zeyrek

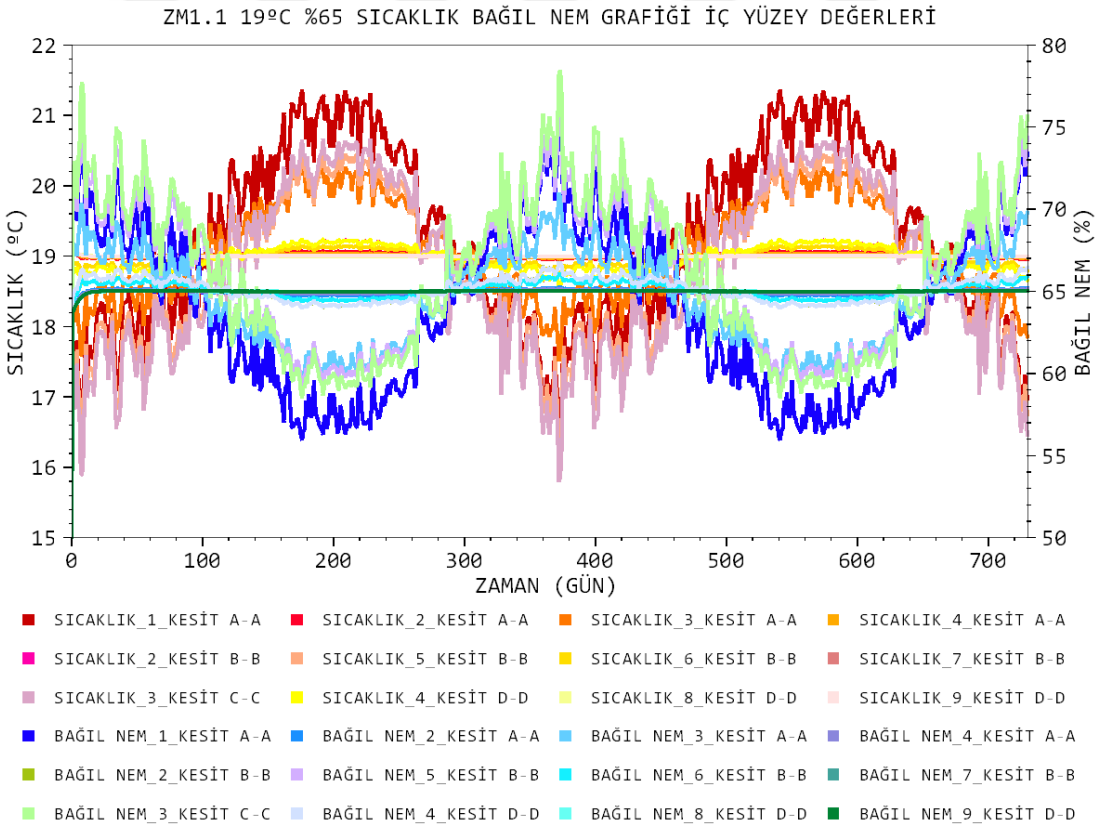
Açıklandığı üzere, Zeyrek, İstanbul için iki farklı duvar tipi ve her bir duvar tipi için 2 farklı katmanlaşma tasarlanmıştır. Buna göre belirlenen kritik noktalardan geçen kesitler için 2 yıl (01.01.2014 - 01.01.2016) süreyle İstanbul iklim verileri kullanılarak yapılan simülasyonlar sonucunda sıcaklık ve bağıl nem değerlerine dair veriler elde edilmiştir.

Şekil 5.377'de ZM1.1 ve ZM1.2 için belirlenen ölçüm noktaları gösterilmektedir.



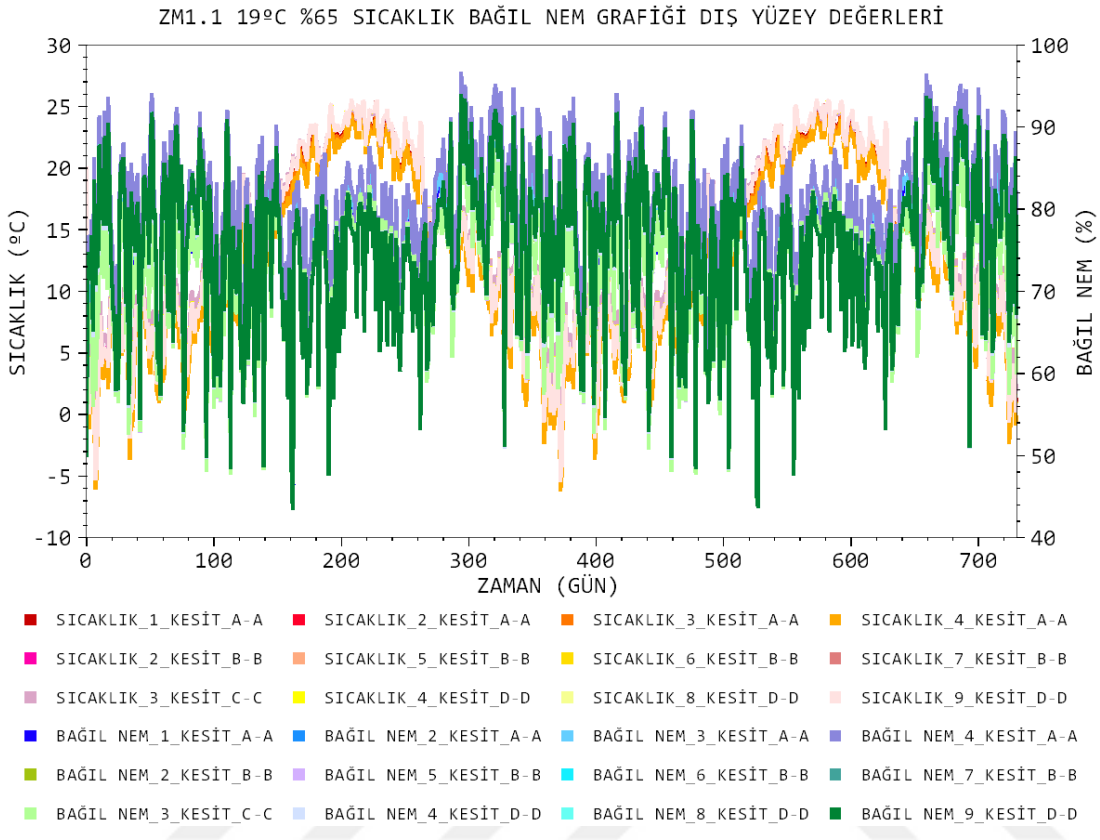
Şekil 5.377 : ZM1.1 ve ZM1.2 için belirlenen ölçüm noktaları.

Şekil 5.378'de ZM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.378 : ZM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.379'da ZM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



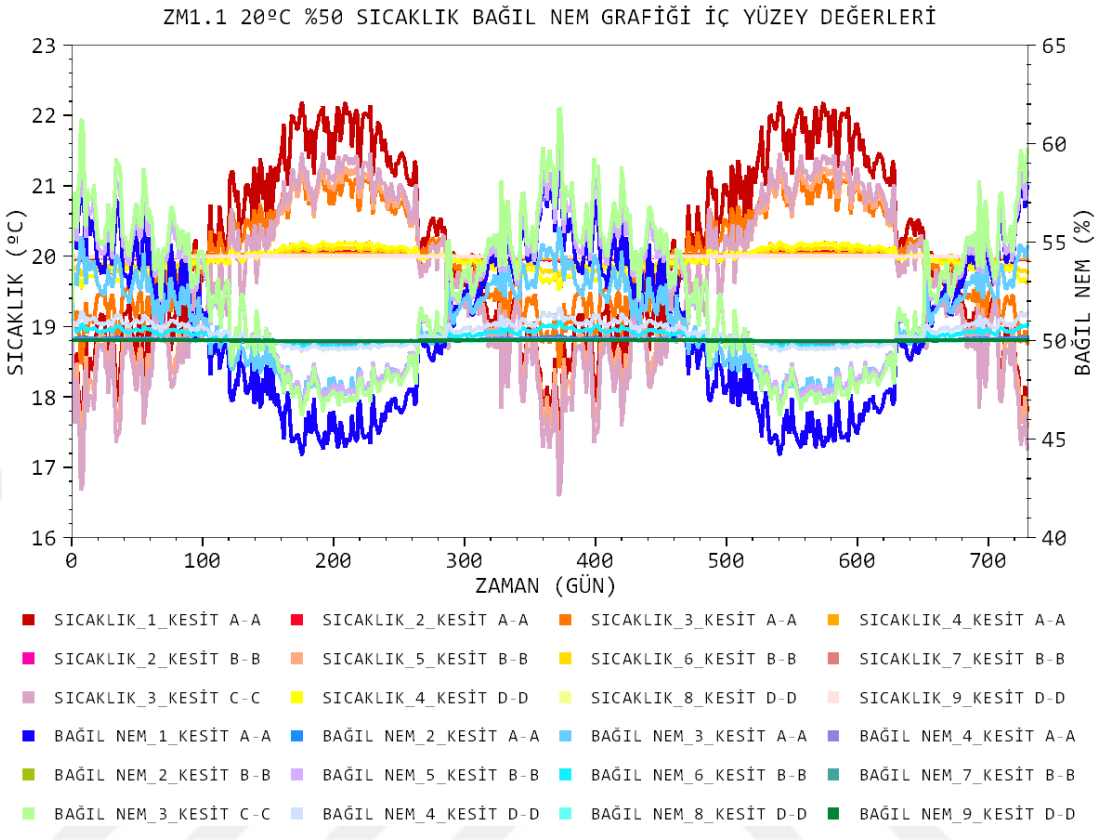
Şekil 5.379 : ZM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Çizelge 5.44'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.44 : ZM1.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	16-18	66-75	19-21	56-61	-4-13	55-92	16-24	46-83
2 (Kesit A-A)	18-19	63-65	19	64	-6-13	58-94	16-23	50-86
2 (Kesit B-B)	18	64-66	19	64	-5-14	54-91	17-25	43-82
3 (Kesit A-A)	17-18	66-69	19-20	59-63	-4-13	56-92	16-24	47-86
3 (Kesit C-C)	16-18	67-78	19-20	58-63	-3-14	52-88	17-25	43-82
4 (Kesit A-A)	18-19	63-65	19	64	-6-13	58-94	16-24	50-87
4 (Kesit D-D)	18	64-66	19	64	-5-14	54-89	17-25	43-82
5 (Kesit B-B)	16-18	68-76	19-20	59-63	-3-14	52-88	17-25	43-82
6 (Kesit B-B)	18	64-66	19	64	-5-14	54-91	17-25	43-82
7 (Kesit B-B)	18-19	63-65	19	64	-5-14	54-91	17-25	43-81
8 (Kesit D-D)	18-19	63-65	19	64	-5-14	54-91	17-25	43-82
9 (Kesit D-D)	18-19	63-65	19	64	-5-14	54-91	17-25	43-81

Şekil 5.380'de ZM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

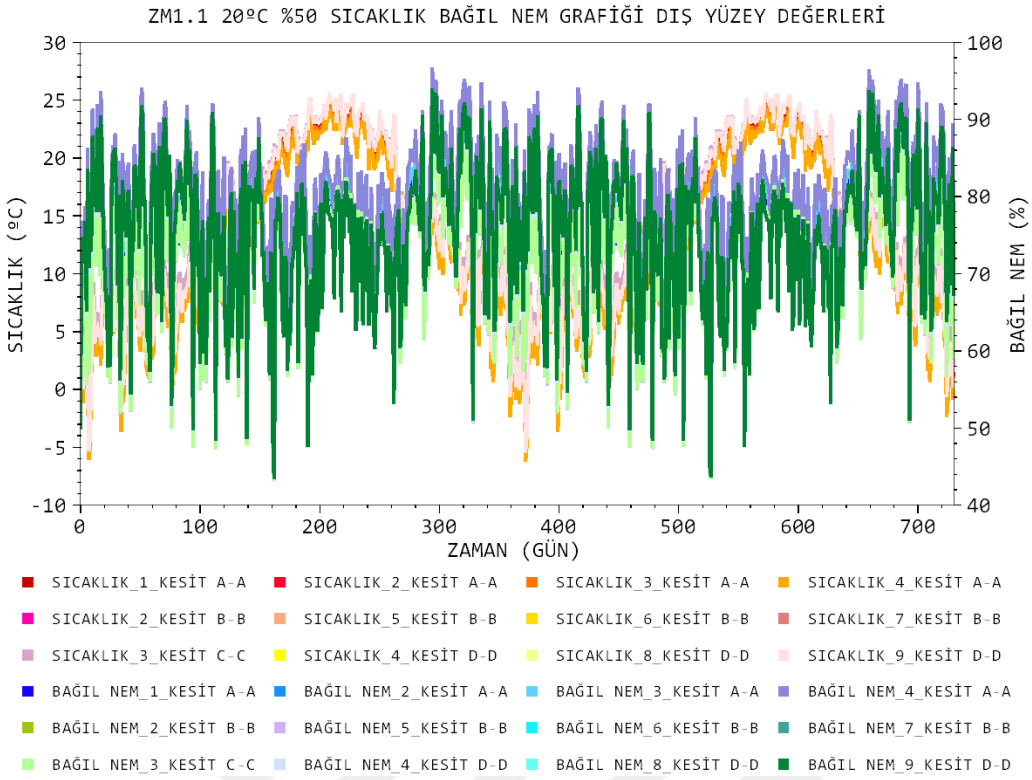


Şekil 5.380 : ZM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.381'de ZM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.45'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

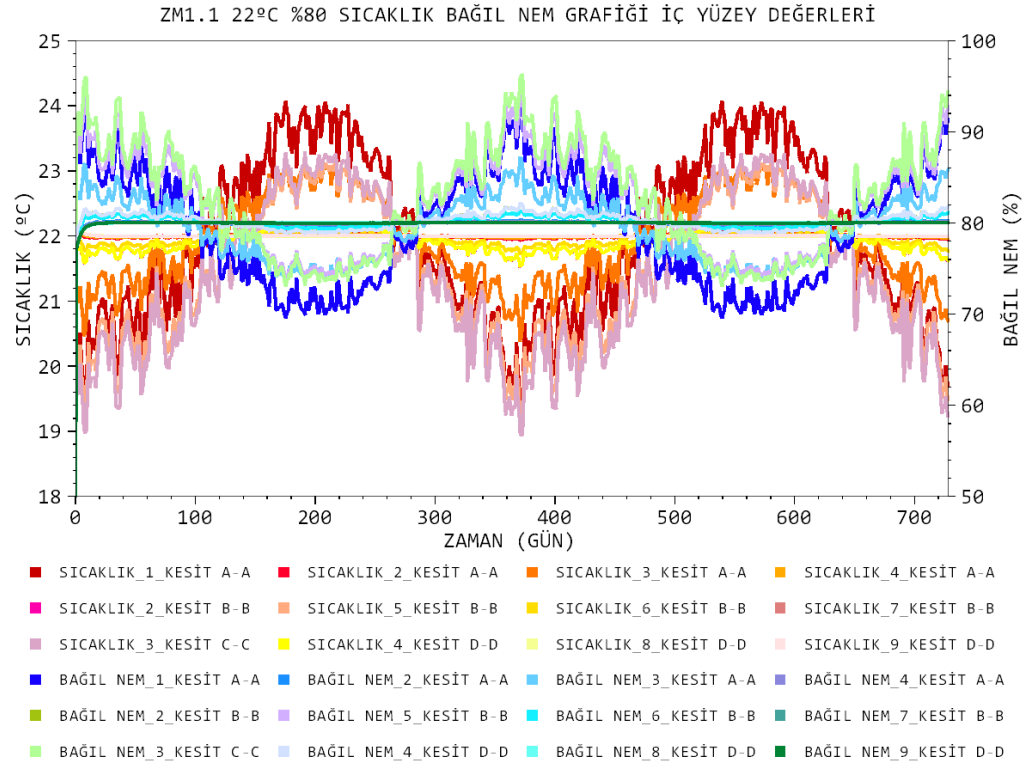
Çizelge 5.45 : ZM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	17-19	52-59	20-22	44-49	-4-13	54-91	16-24	47-83
2 (Kesit A-A)	19	50	20	49	-6-13	58-94	16-23	48-86
2 (Kesit B-B)	19	50-51	20	49-50	-5-14	54-91	17-25	43-82
3 (Kesit A-A)	18-19	51-55	20-21	44-50	-4-13	55-92	16-24	46-85
3 (Kesit C-C)	16-19	53-59	20-21	46-50	-3-14	51-88	17-25	43-82
4 (Kesit A-A)	19	50	20	49	-3-14	58-94	17-25	48-87
4 (Kesit D-D)	19	50-51	20	49-50	-5-14	54-91	17-25	43-82
5 (Kesit B-B)	17-19	53-60	20-21	46-50	-3-14	51-87	17-25	43-82
6 (Kesit B-B)	19	50	20	49	-5-14	54-91	17-25	43-82
7 (Kesit B-B)	19	50	20	49	-5-14	54-91	17-25	43-82
8 (Kesit D-D)	19	50	20	49	-5-14	54-91	17-25	43-81
9 (Kesit D-D)	19	50	20	49	-5-14	54-91	17-25	43-81



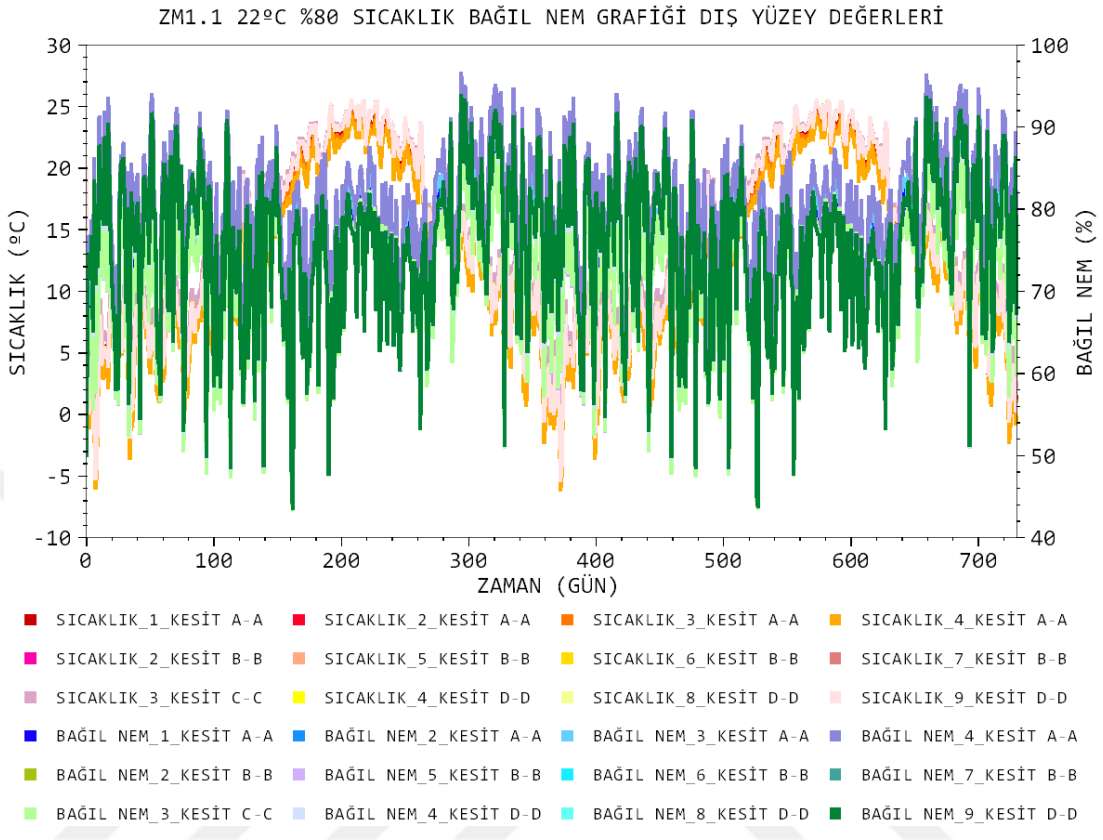
Şekil 5.381 : ZM1.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.382'de ZM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.382 : ZM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.383'te ZM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



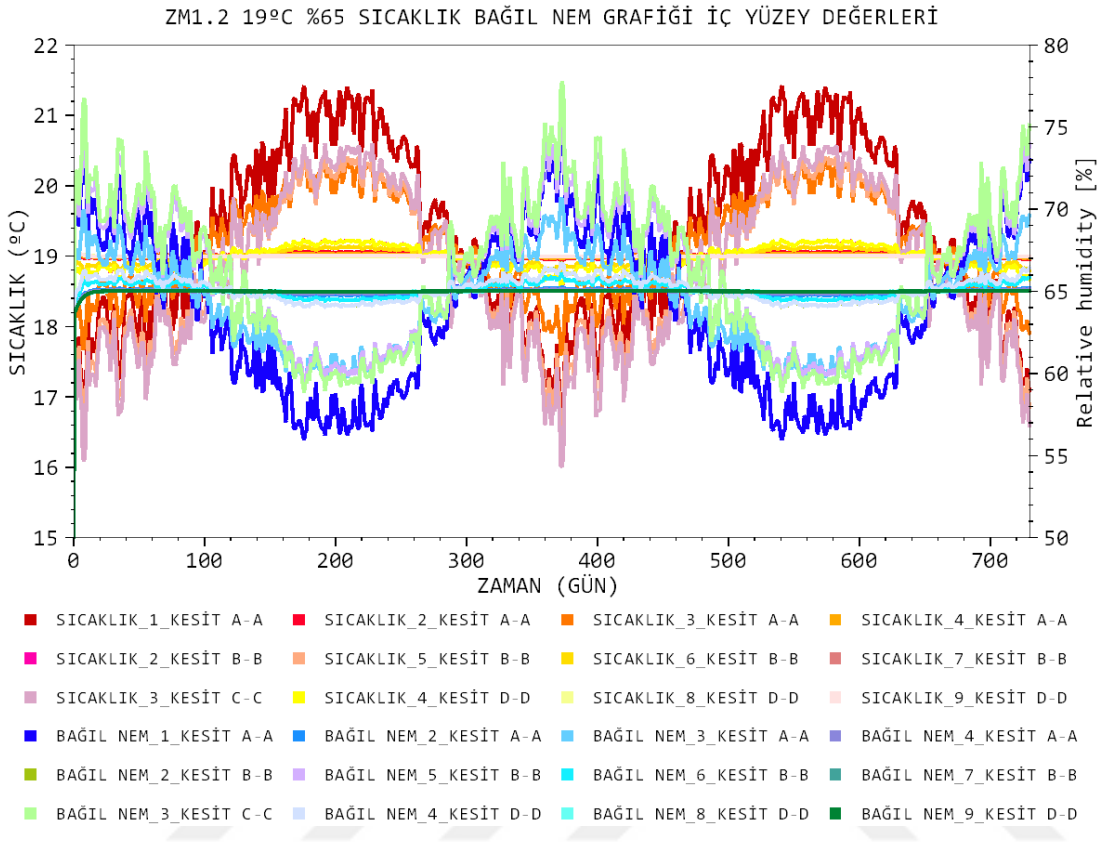
Şekil 5.383 : ZM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Çizelge 5.46'da iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.46 : ZM1.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	19-21	82-94	23-24	69-77	-3-13	55-91	16-24	58-85
2 (Kesit A-A)	21-22	77-80	22	79	-6-13	58-94	16-24	48-86
2 (Kesit B-B)	21	78-82	22	78-79	-5-14	54-91	17-25	43-82
3 (Kesit A-A)	20-21	81-87	22-23	73-78	-4-13	56-92	16-24	44-85
3 (Kesit C-C)	18-21	83-96	22-23	72-79	-2-14	52-87	17-25	43-82
4 (Kesit A-A)	21-22	77-80	22	79	-6-13	58-94	16-24	48-87
4 (Kesit D-D)	21	78-82	22	78-79	-5-14	54-91	17-25	43-82
5 (Kesit B-B)	19-21	83-95	22-23	73-79	-2-14	52-87	17-25	43-82
6 (Kesit B-B)	21-22	78-81	22	79	-5-14	54-91	17-25	43-81
7 (Kesit B-B)	21-22	77-80	22	79	-5-14	54-91	17-25	43-81
8 (Kesit D-D)	21-22	77-80	22	79	-5-14	54-91	17-25	43-81
9 (Kesit D-D)	21-22	77-80	22	79	-5-14	54-91	17-25	43-81

Şekil 5.384'te ZM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

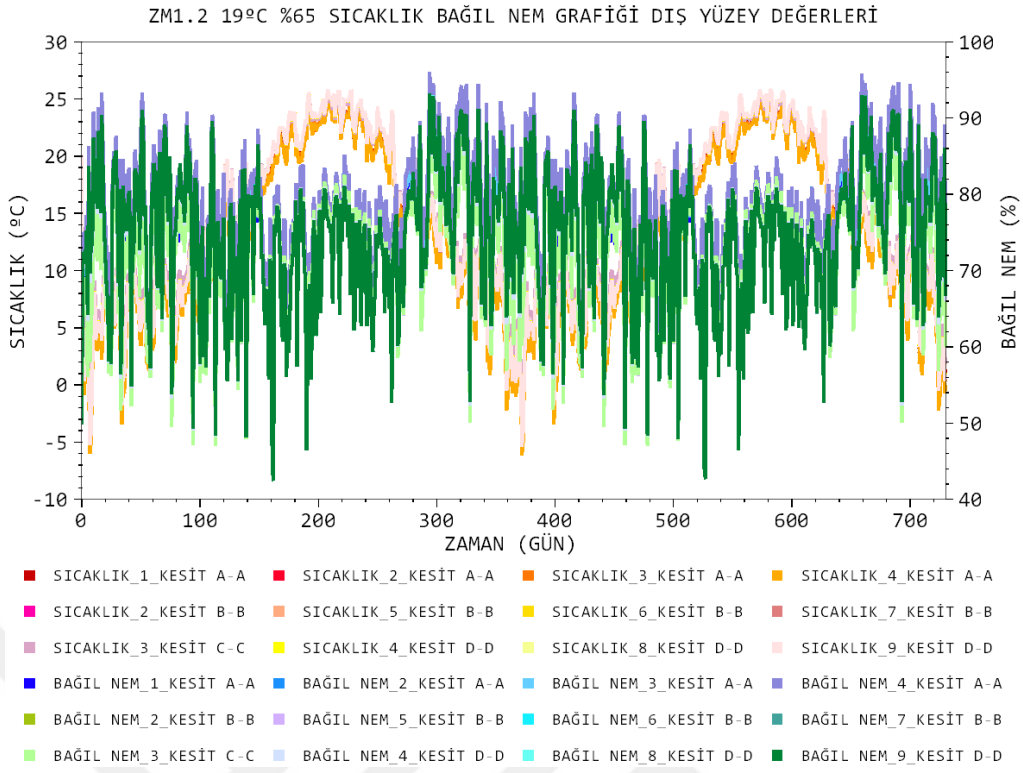


Şekil 5.384 : ZM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.385'te ZM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.47'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

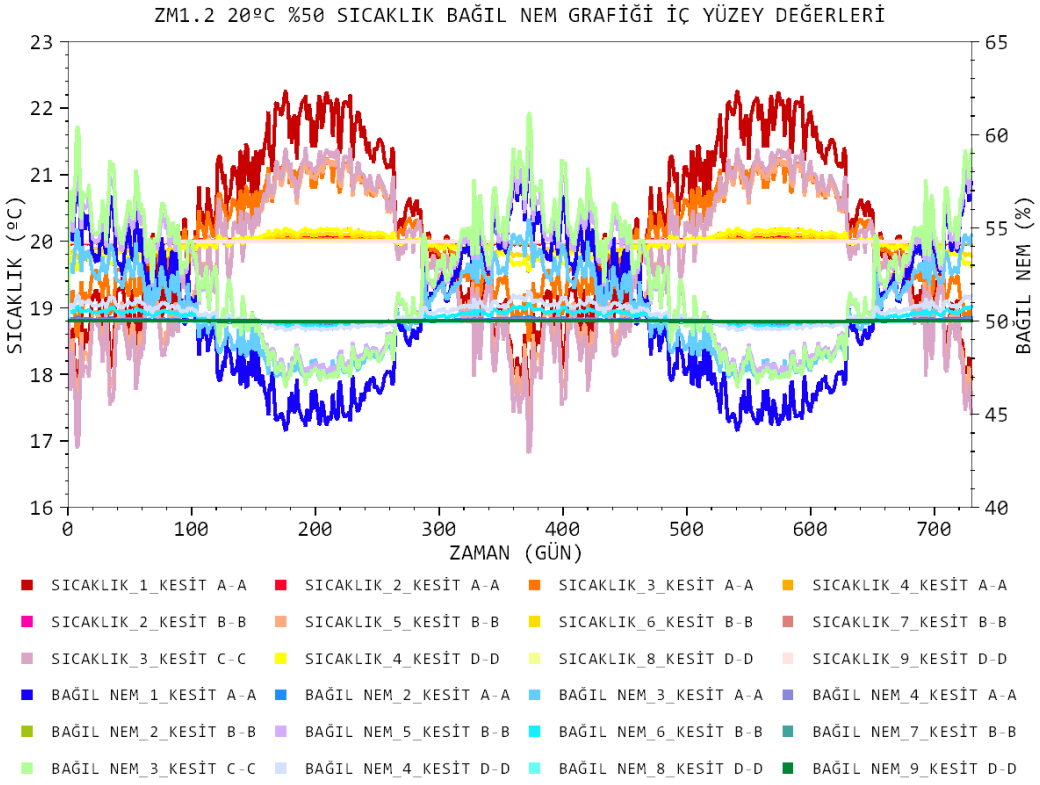
Çizelge 5.47 : ZM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	16-18	66-74	19-21	56-62	-4-13	54-92	16-25	45-84
2 (Kesit A-A)	18-19	63-65	19	64	-5-13	57-93	16-25	46-85
2 (Kesit B-B)	18	64-66	19	64	-5-14	54-90	17-25	42-81
3 (Kesit A-A)	18	66-70	19-20	59-63	-4-13	55-92	16-24	45-84
3 (Kesit C-C)	16-18	68-77	19-20	59-63	-3-14	51-88	17-25	43-82
4 (Kesit A-A)	18-19	63-65	19	64	-6-13	57-94	16-24	46-85
4 (Kesit D-D)	18	64-66	19	64	-5-14	54-90	17-25	42-81
5 (Kesit B-B)	16-18	68-76	19-20	59-63	-3-14	51-88	17-25	43-82
6 (Kesit B-B)	18	64-65	19	64	-5-14	54-91	17-25	42-80
7 (Kesit B-B)	18-19	63-65	19	64	-5-14	55-91	17-25	42-80
8 (Kesit D-D)	18-19	63-65	19	64	-5-14	55-91	17-25	42-80
9 (Kesit D-D)	18-19	63-65	19	64	-5-14	55-91	17-25	42-80



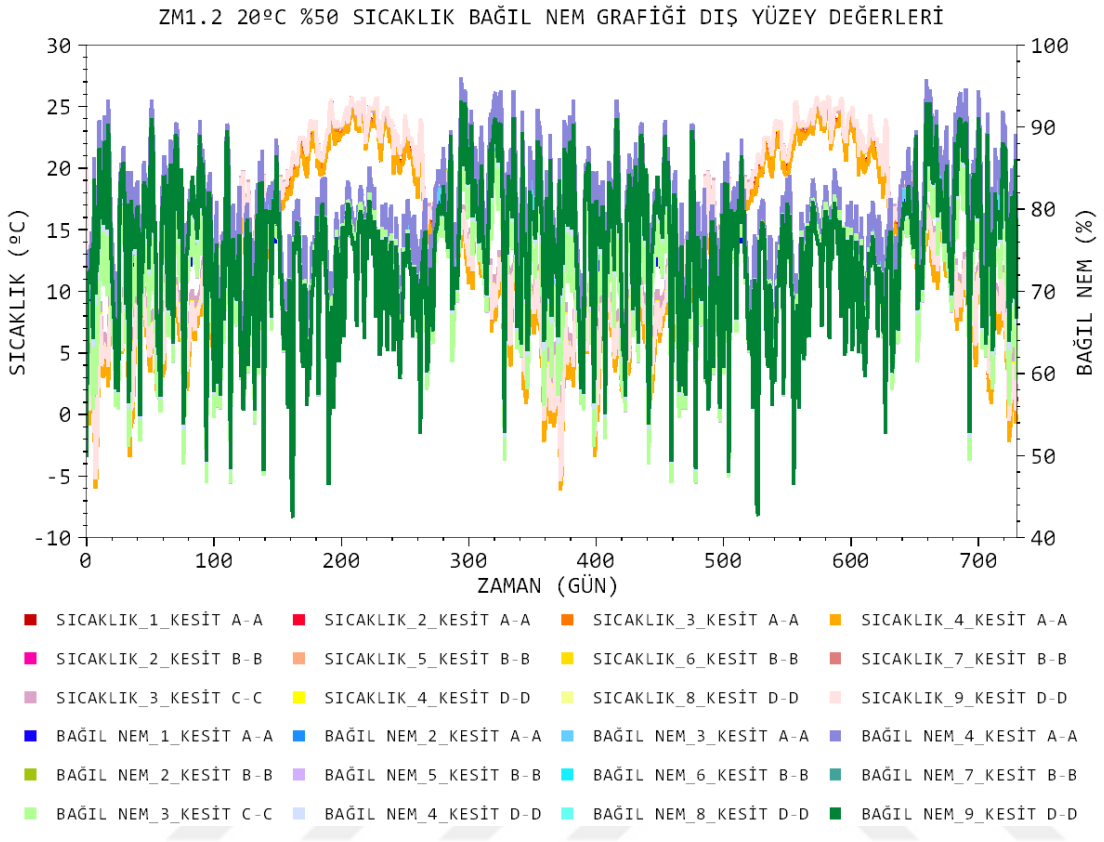
Şekil 5.385 : ZM1.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.386'da ZM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.386 : ZM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.387'de ZM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



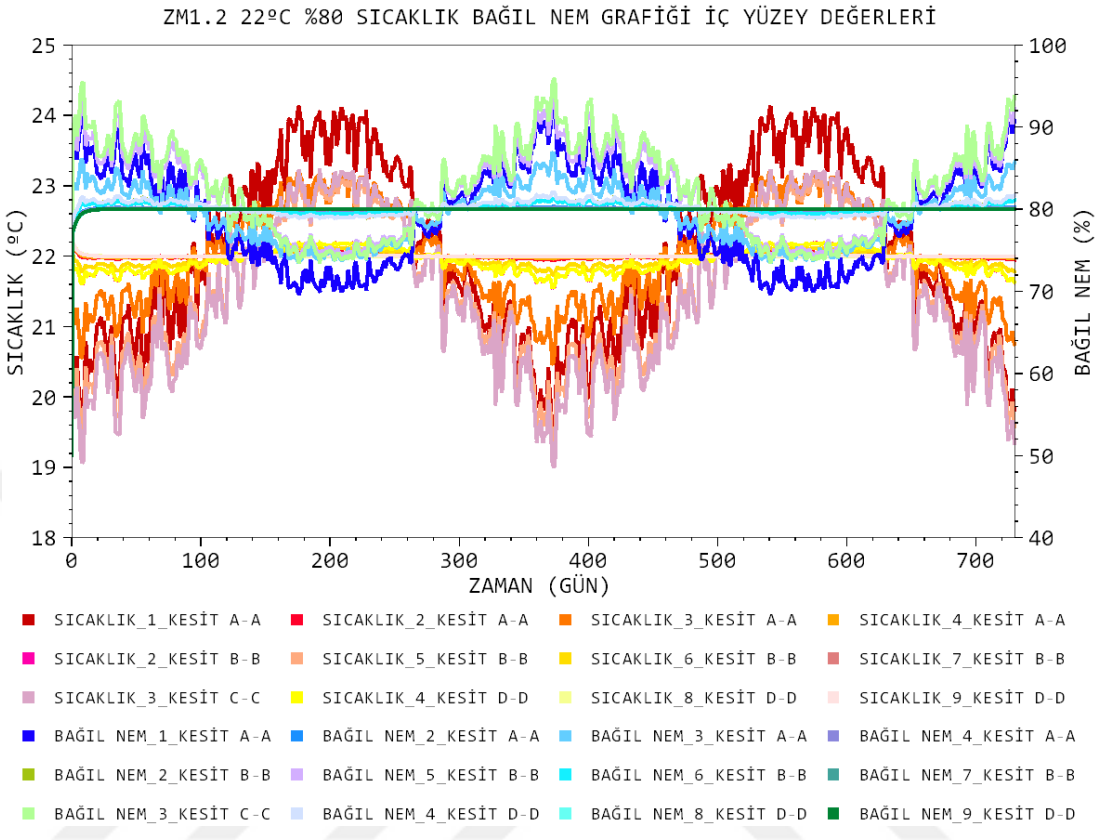
Şekil 5.387 : ZM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Çizelge 5.48'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.48 : ZM1.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	17-19	52-58	20-22	44-49	-4-13	53-91	16-25	45-83
2 (Kesit A-A)	19	50	20	49	-5-13	57-94	16-24	46-85
2 (Kesit B-B)	19	50-51	20	49-50	-5-14	54-90	17-25	42-81
3 (Kesit A-A)	18-19	51-54	20-21	46-49	-4-13	54-92	16-24	45-83
3 (Kesit C-C)	16-19	54-61	20-21	46-50	-3-14	51-88	17-25	42-81
4 (Kesit A-A)	19	50	20	49	-6-13	57-94	16-24	46-85
4 (Kesit D-D)	19	50-51	20	49-50	-5-14	54-90	17-25	42-81
5 (Kesit B-B)	17-19	53-59	20-21	47-50	-3-14	51-88	17-25	42-81
6 (Kesit B-B)	19	50	20	49	-5-14	54-91	17-25	42-80
7 (Kesit B-B)	19	50	20	49	-5-14	55-91	17-25	42-80
8 (Kesit D-D)	19	50	20	49-50	-5-14	55-91	17-25	42-80
9 (Kesit D-D)	19	50	20	49-50	-5-14	55-91	17-25	42-80

Şekil 5.388'de ZM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

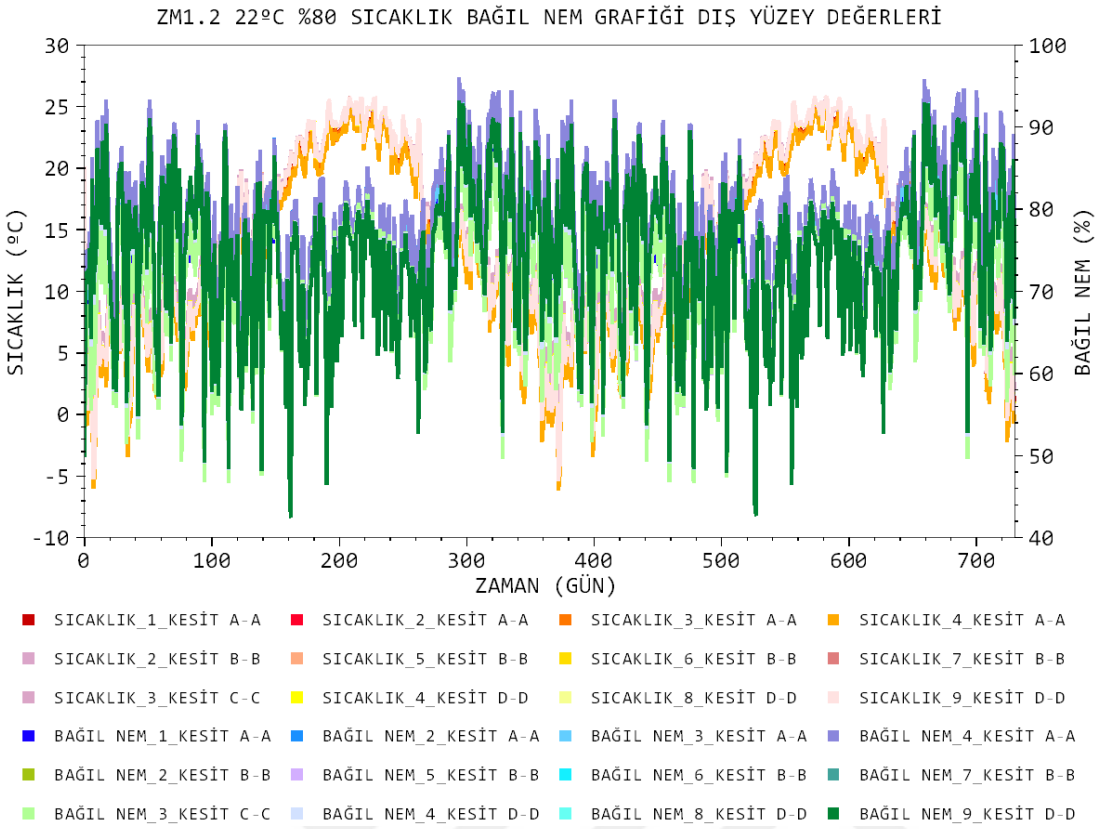


Şekil 5.388 : ZM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.389'da ZM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.49'da iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

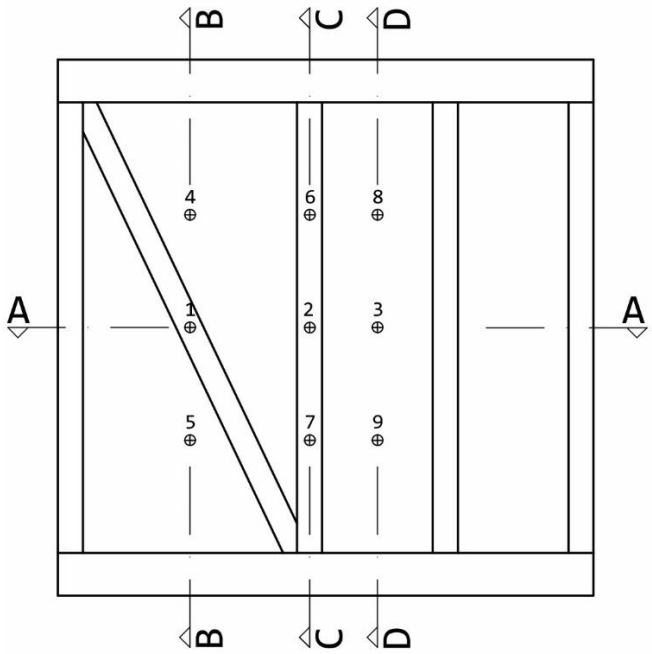
Çizelge 5.49 : ZM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	19-21	82-93	22-24	69-77	-4-13	53-91	16-25	45-83
2 (Kesit A-A)	21-22	77-80	22	79	-6-13	57-94	16-24	46-85
2 (Kesit B-B)	21	78-82	22	78-79	-5-14	54-90	17-25	42-80
3 (Kesit A-A)	20-21	81-86	22-23	73-78	-4-13	55-92	16-25	45-84
3 (Kesit C-C)	19-21	85-95	22-23	73-78	-3-14	51-88	17-25	42-81
4 (Kesit A-A)	21-22	77-80	22	79	-6-13	57-94	16-24	46-85
4 (Kesit D-D)	21	78-81	22	78-79	-5-14	54-90	17-25	42-81
5 (Kesit B-B)	19-21	84-94	22-23	74-78	-3-14	51-88	17-25	42-81
6 (Kesit B-B)	21-22	77-81	22	79	-5-14	54-91	17-25	42-80
7 (Kesit B-B)	21-22	77-80	22	79	-5-14	55-91	17-25	42-80
8 (Kesit D-D)	21-22	77-80	22	79	-5-14	55-91	17-25	42-80
9 (Kesit D-D)	21-22	77-80	22	79	-5-14	55-91	17-25	42-80



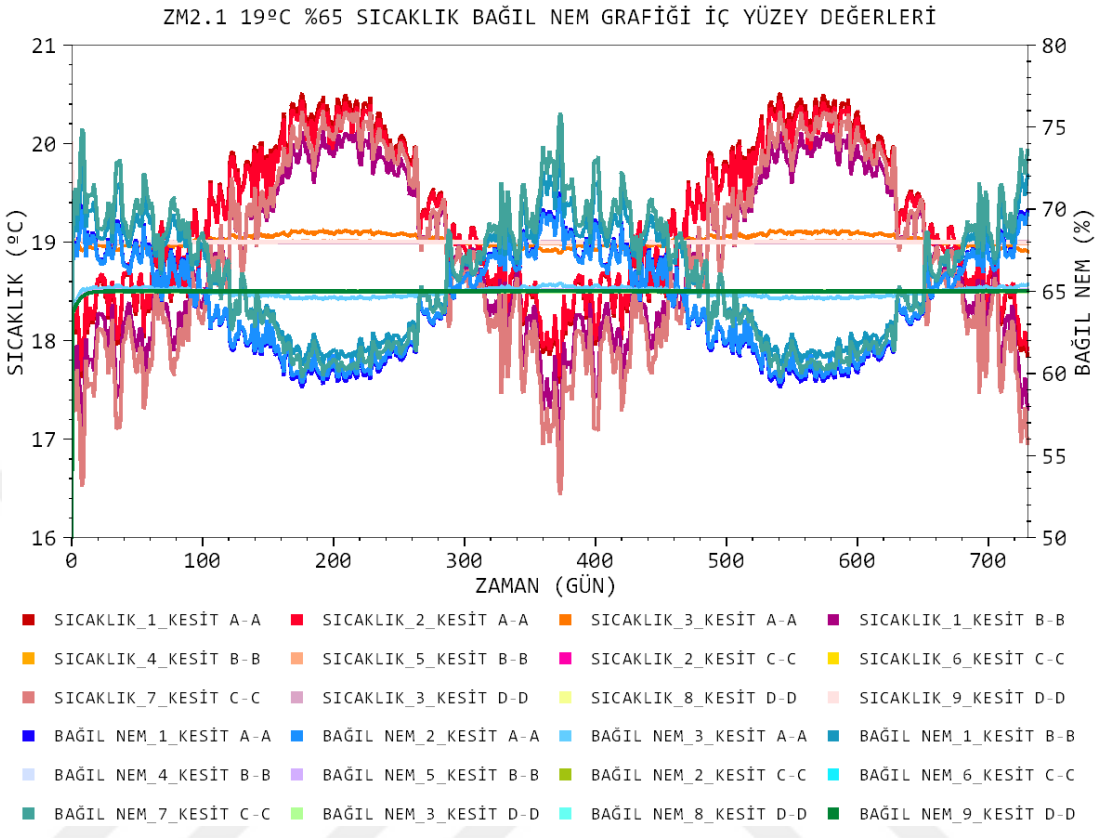
Şekil 5.389 : ZM1.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.390'da ZM2.1 ve ZM2.2 için belirlenen ölçüm noktaları gösterilmektedir.



Şekil 5.390 : ZM2.1 ve ZM2.2 için belirlenen ölçüm noktaları.

Şekil 5.391'de ZM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

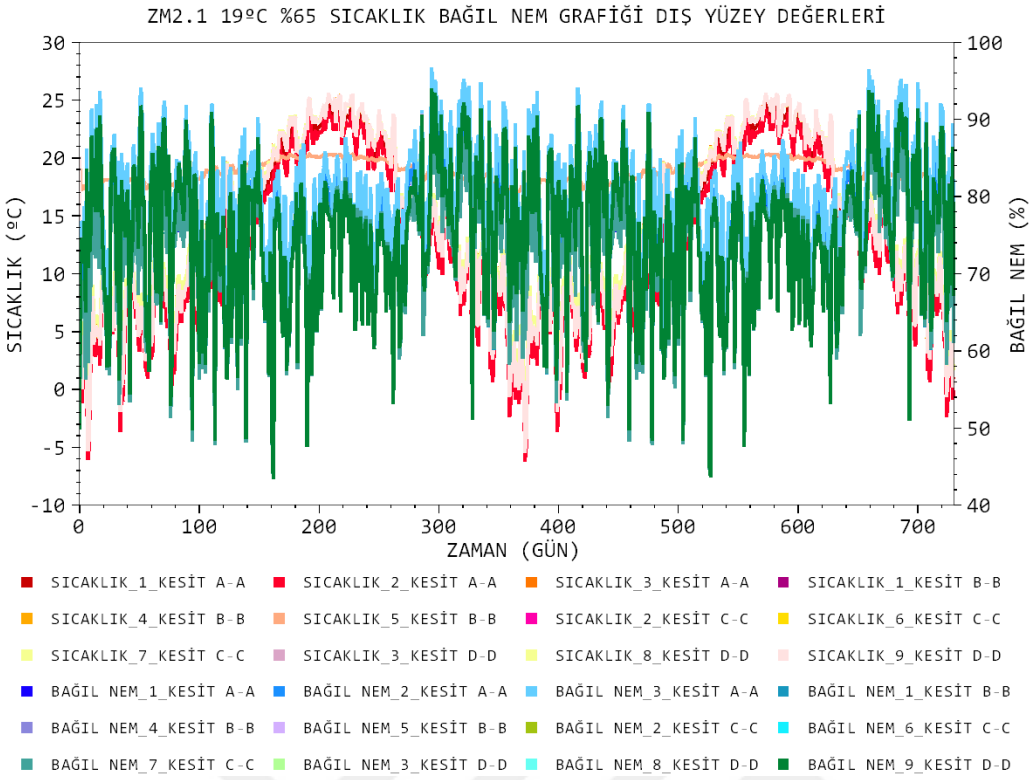


Şekil 5.391 : ZM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.392'de ZM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.50'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

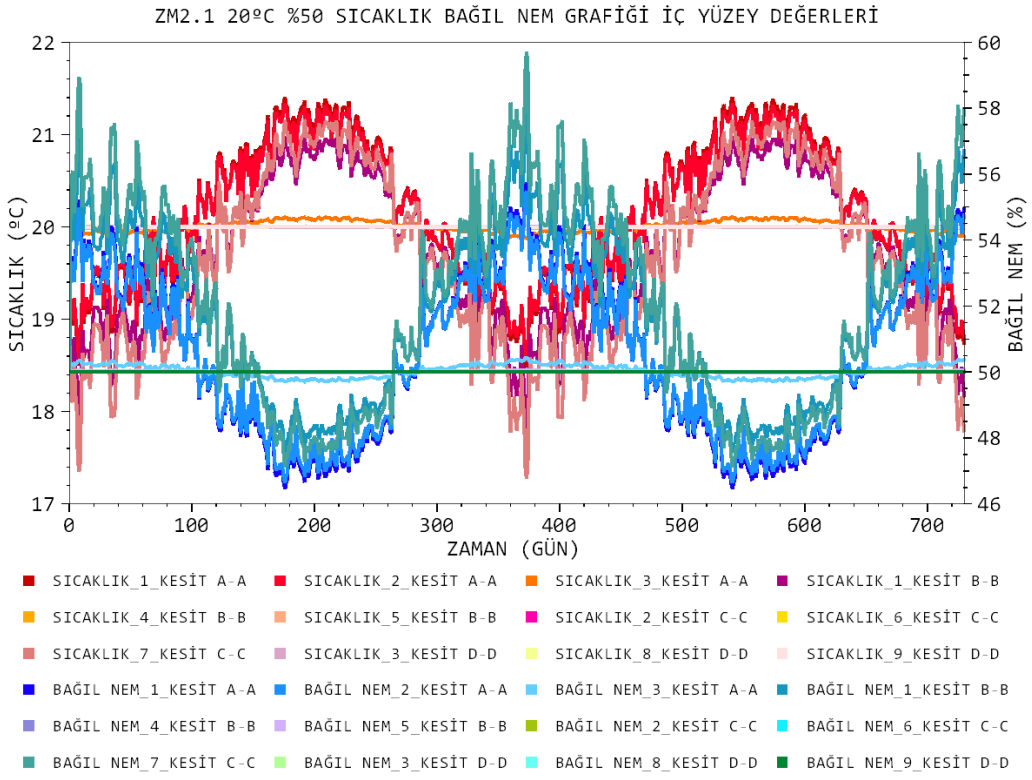
Çizelge 5.50 : ZM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	17-18	66-71	19-20	59-62	-4-13	56-92	16-24	46-85
1 (Kesit B-B)	17-18	67-73	19-20	60-63	-5-14	53-88	17-25	43-81
2 (Kesit A-A)	17-18	66-70	19-20	59-63	-6-13	56-92	16-24	46-83
2 (Kesit C-C)	16-18	68-75	19-20	59-63	-3-14	53-89	17-25	43-82
3 (Kesit A-A)	18-19	63-65	19	64	-3-14	58-94	17-25	48-86
3 (Kesit D-D)	19	63-65	19	65	-5-14	54-91	17-25	43-82
4 (Kesit B-B)	18-19	63-65	19	64	-5-14	54-91	17-25	43-81
5 (Kesit B-B)	18-19	63-65	19	64	16-18	56-91	19-20	43-82
6 (Kesit C-C)	16-18	68-75	19-20	59-63	-3-14	53-89	17-25	43-81
7 (Kesit C-C)	16-18	68-75	19-20	59-63	-3-14	53-89	17-25	43-81
8 (Kesit D-D)	18-19	63-65	19	64	-5-14	54-91	17-25	43-80
9 (Kesit D-D)	18-19	63-65	19	64	-5-14	57-91	17-25	43-82



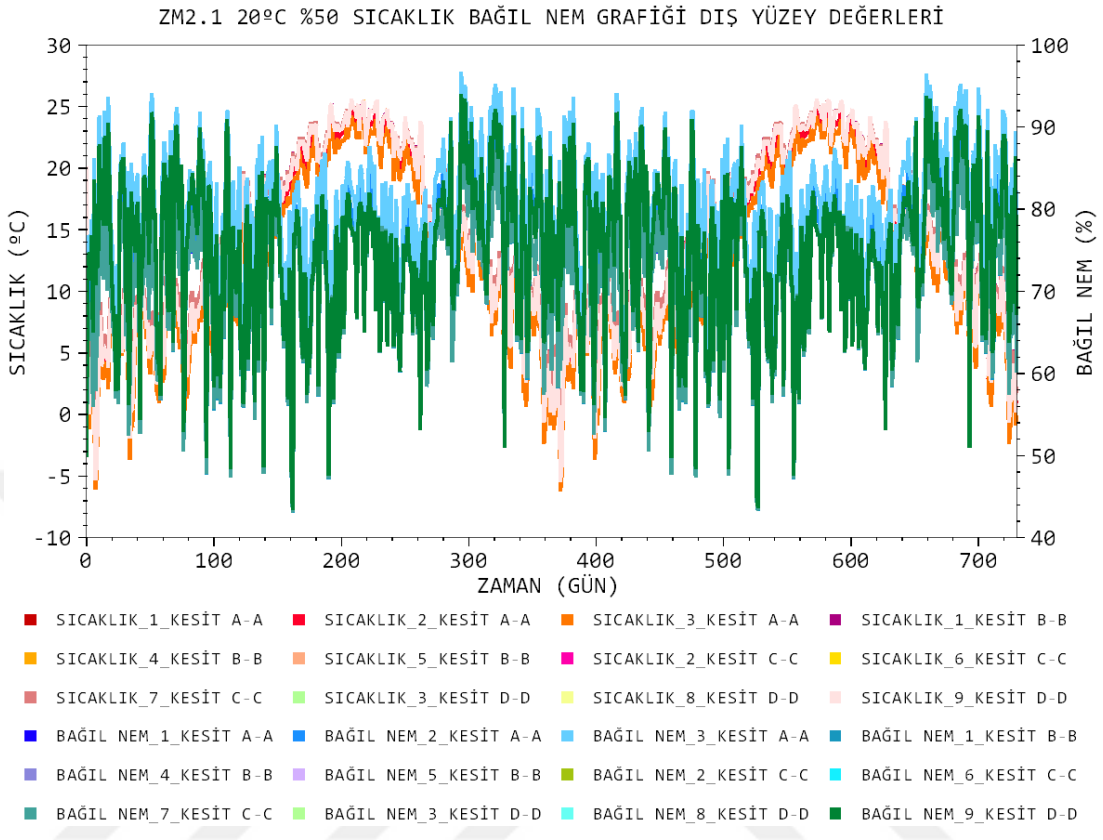
Şekil 5.392 : ZM2.1 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.393'te ZM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.393 : ZM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.394'te ZM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



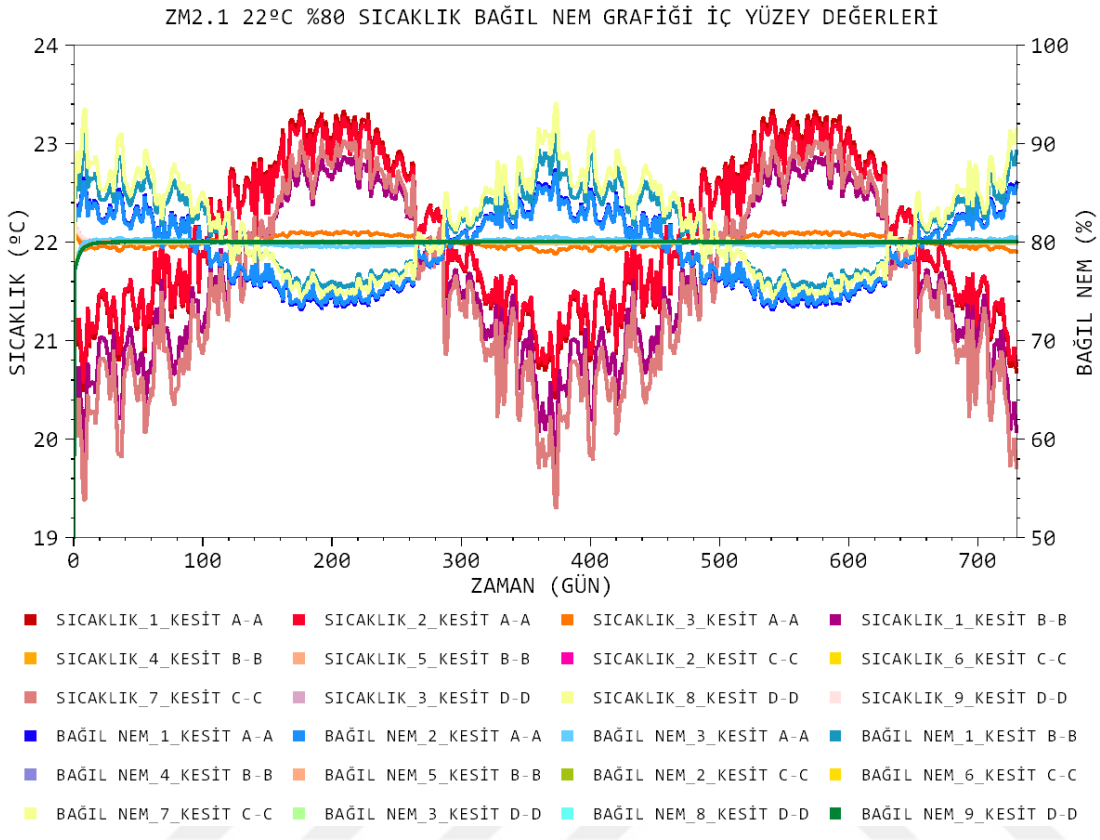
Şekil 5.394 : ZM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Çizelge 5.51'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.51 : ZM2.1 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	18-19	51-55	20-21	46-49	-4-13	55-92	16-24	46-84
1 (Kesit B-B)	18-19	52-57	20	47-50	-3-14	52-88	17-25	43-81
2 (Kesit A-A)	18-19	52-54	20-21	46-49	-4-13	55-92	16-24	46-80
2 (Kesit C-C)	17-19	52-59	20-21	47-50	-3-14	52-88	17-25	43-81
3 (Kesit A-A)	19	50	20	49	-6-13	58-94	16-24	48-87
3 (Kesit D-D)	20	50	20	50	-5-14	54-91	17-25	43-81
4 (Kesit B-B)	19	50	20	49-50	-5-14	54-91	17-25	43-81
5 (Kesit B-B)	19	50	20	49-50	-5-14	54-91	17-25	43-81
6 (Kesit C-C)	17-19	52-59	20-21	47-50	-3-14	52-88	17-25	43-80
7 (Kesit C-C)	17-19	52-59	20-21	47-50	-3-14	52-88	17-25	43-81
8 (Kesit D-D)	19	50	20	49-50	-5-14	54-91	17-25	43-81
9 (Kesit D-D)	19	50	20	49-50	-5-14	54-91	17-25	43-80

Şekil 5.395'te ZM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

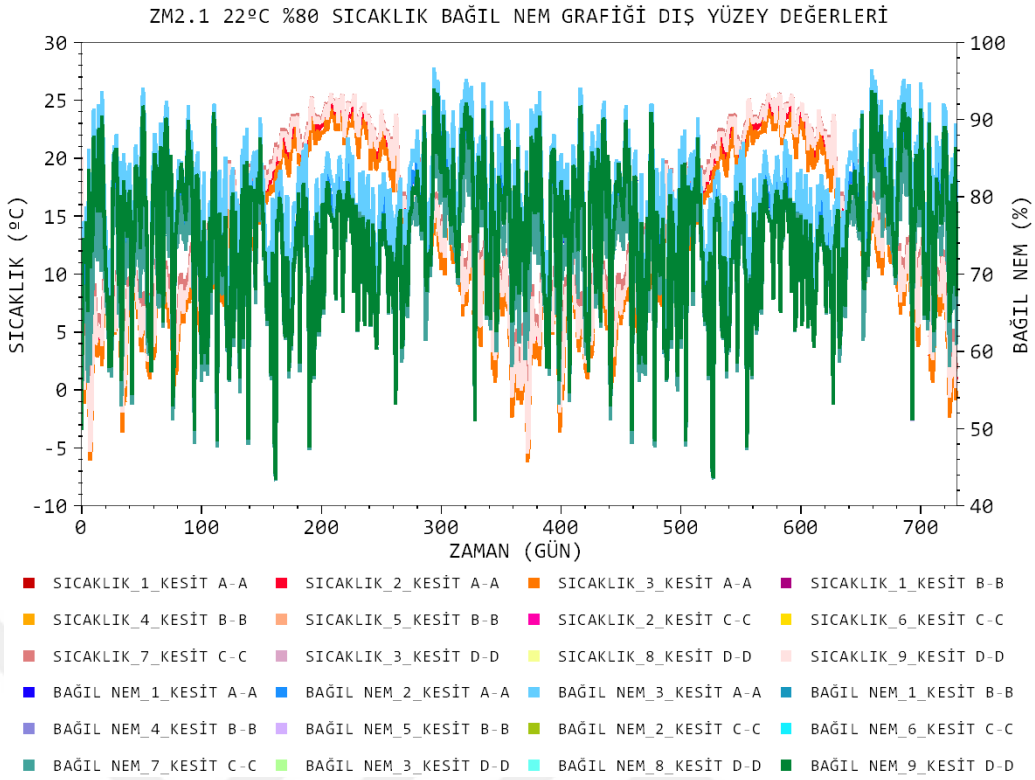


Şekil 5.395 : ZM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.396'da ZM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.52'de iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

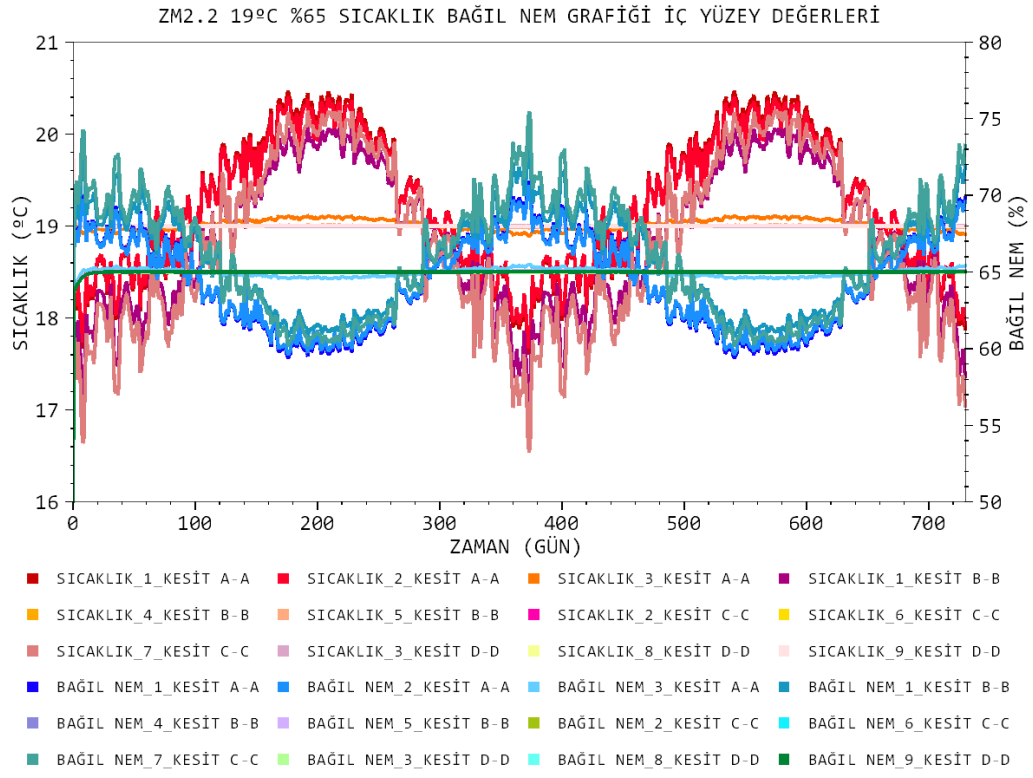
Çizelge 5.52 : ZM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	20-21	81-87	22-23	73-77	-4-13	56-92	16-24	46-84
1 (Kesit B-B)	20-21	82-91	22	75-78	-3-14	53-88	17-25	43-81
2 (Kesit A-A)	20-21	81-87	22-23	73-77	-4-13	56-92	16-24	46-84
2 (Kesit C-C)	19-21	82-94	22-23	74-78	-3-14	53-88	17-25	43-81
3 (Kesit A-A)	21	80	22	79	-6-13	58-94	16-24	48-86
3 (Kesit D-D)	22	77-80	22	80	-5-14	54-91	17-25	43-81
4 (Kesit B-B)	21-22	77-80	22	79	-5-14	54-91	17-25	43-81
5 (Kesit B-B)	21-22	77-80	22	79	-5-14	54-91	17-25	43-81
6 (Kesit C-C)	19-21	82-94	22-23	74-78	-3-14	53-88	17-25	43-80
7 (Kesit C-C)	19-21	82-94	22-23	74-78	-3-14	52-88	17-25	43-81
8 (Kesit D-D)	21-22	77-80	22	80	-5-14	54-91	17-25	43-81
9 (Kesit D-D)	21-22	77-80	22	79	-5-14	54-91	17-25	43-81



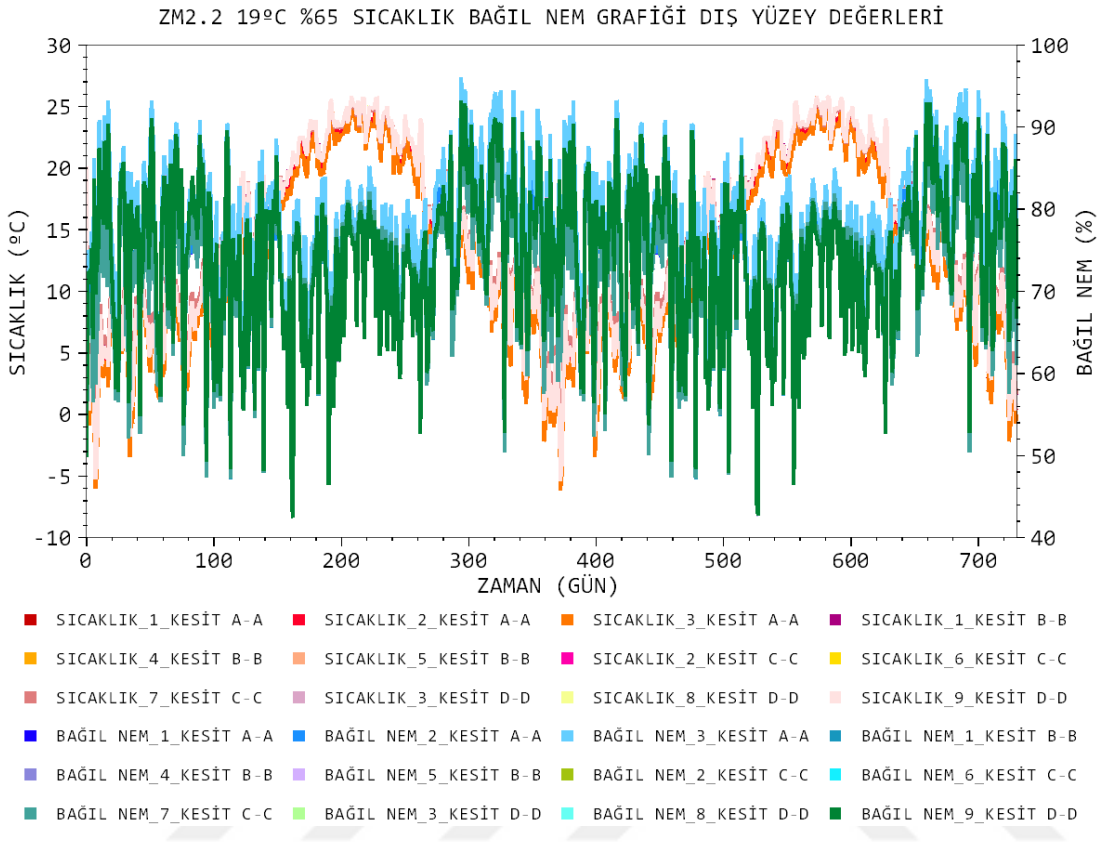
Şekil 5.396 : ZM2.1 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.397'de ZM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.397 : ZM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.398'de ZM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



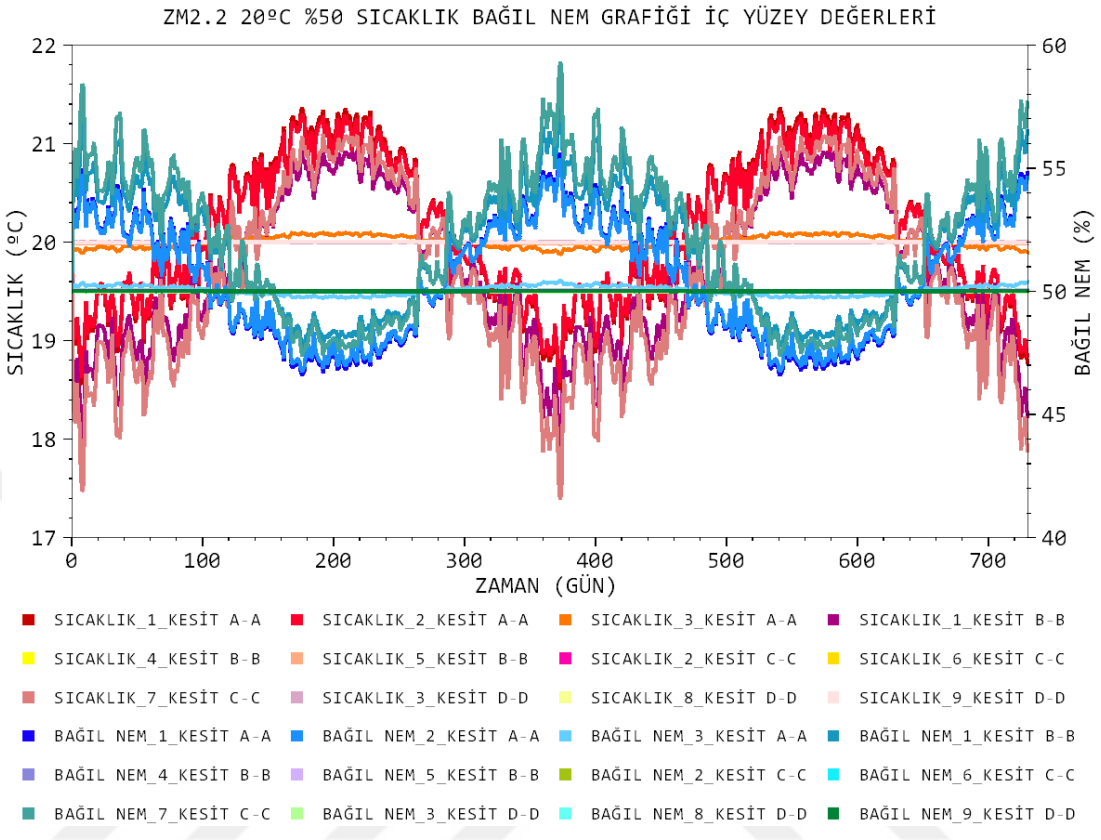
Şekil 5.398 : ZM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Çizelge 5.53'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.53 : ZM2.2 19ºC %65 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	17-18	66-70	19-20	59-63	-4-13	54-92	16-25	45-83
1 (Kesit B-B)	17-18	67-73	19-20	60-63	-3-14	52-89	17-25	43-81
2 (Kesit A-A)	17-18	66-70	19-20	59-63	-4-13	55-92	16-25	45-83
2 (Kesit C-C)	16-18	68-74	19-20	60-63	-3-14	52-89	17-25	43-81
3 (Kesit A-A)	18-19	63-65	19	64	-5-13	57-94	16-24	46-85
3 (Kesit D-D)	19	63-65	19	65	-5-14	55-91	17-25	42-80
4 (Kesit B-B)	18-19	63-65	19	65	-5-14	55-91	17-25	42-80
5 (Kesit B-B)	18-19	63-65	19	64	-5-14	55-91	17-25	42-80
6 (Kesit C-C)	16-18	68-75	19-20	60-63	-3-14	52-89	17-25	43-81
7 (Kesit C-C)	17-18	67-75	19-20	60-63	-3-14	52-89	17-25	43-81
8 (Kesit D-D)	18-19	63-65	19	64	-5-14	56-91	17-25	42-80
9 (Kesit D-D)	18-19	63-65	19	64	-5-14	55-91	17-25	42-80

Şekil 5.399'da ZM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.

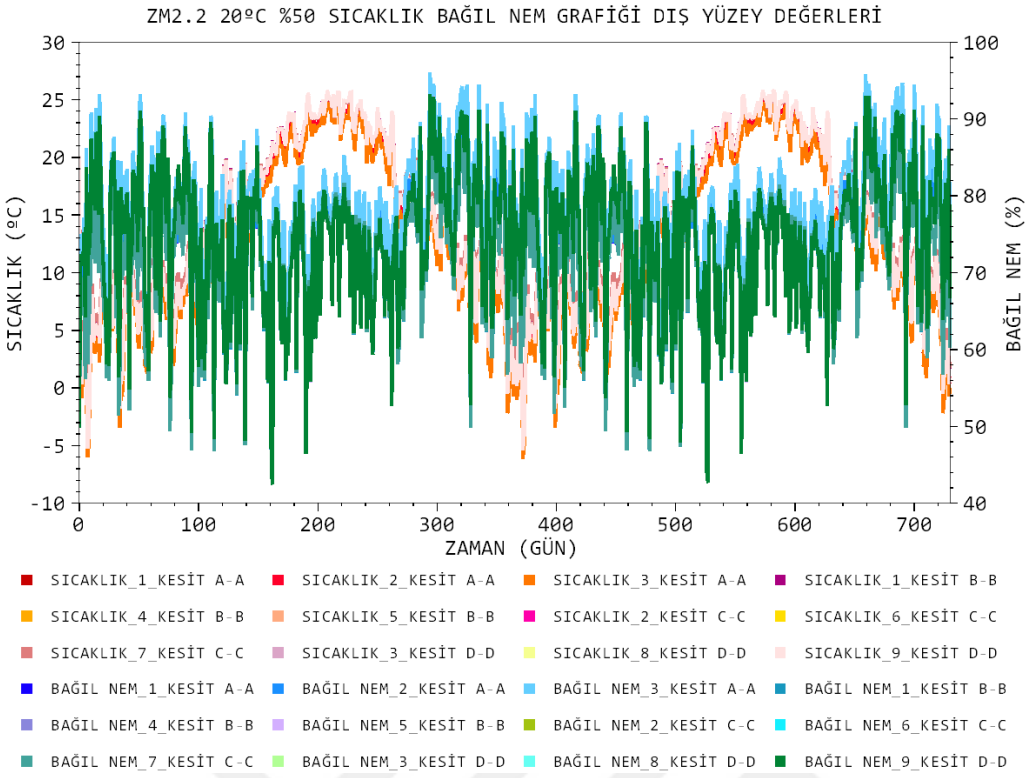


Şekil 5.399 : ZM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.400'de ZM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir. Çizelge 5.54'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

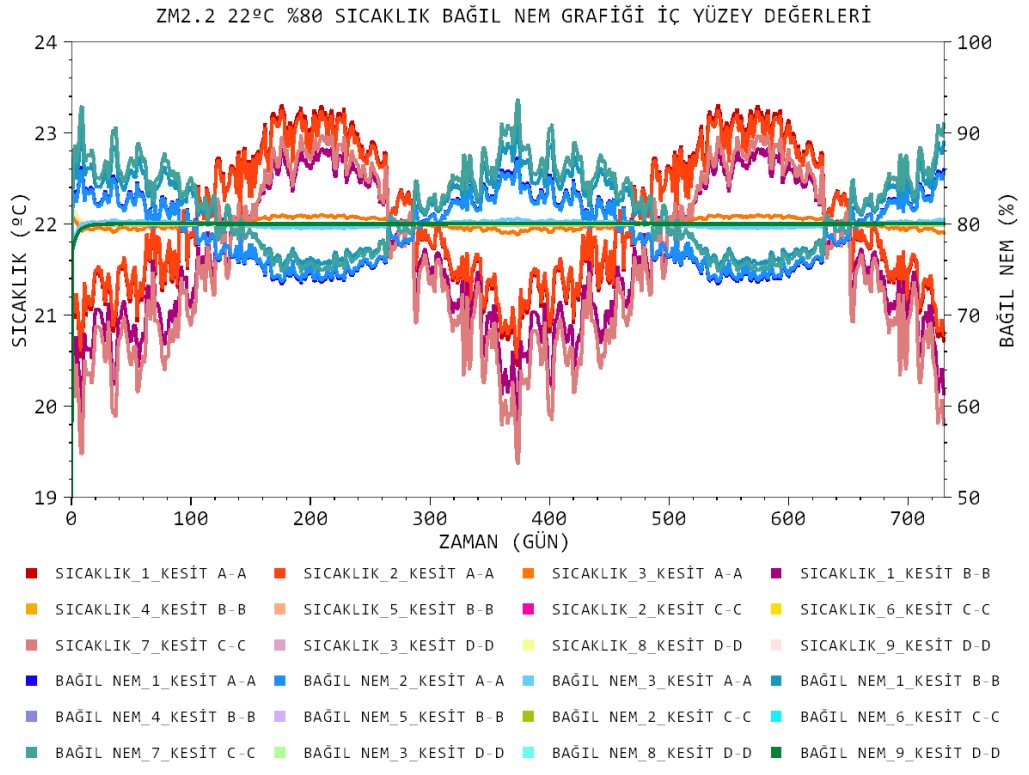
Çizelge 5.54 : ZM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	18-19	51-55	20-21	46-49	-4-13	54-92	16-25	45-81
1 (Kesit B-B)	18-19	53-57	20	47-50	-3-14	52-88	17-25	42-81
2 (Kesit A-A)	18-19	51-55	20-21	46-49	-4-13	54-92	16-25	45-81
2 (Kesit C-C)	17-19	53-57	20-21	47-50	-3-14	52-88	17-25	42-81
3 (Kesit A-A)	19	50	20	49	-5-13	57-94	16-24	46-83
3 (Kesit D-D)	20	50	20	50	-5-14	55-91	17-25	42-80
4 (Kesit B-B)	19	50	20	49-50	-5-14	55-91	17-25	42-80
5 (Kesit B-B)	19	50	20	49-50	-5-14	55-91	17-25	42-80
6 (Kesit C-C)	17-19	53-59	20-21	47-50	-3-14	52-88	17-25	42-81
7 (Kesit C-C)	17-19	53-59	20-21	47-50	-3-14	51-88	17-25	42-81
8 (Kesit D-D)	19	50	19-20	49-50	-5-14	55-91	17-25	42-80
9 (Kesit D-D)	19	50	20	49-50	-5-14	55-92	17-25	45-81



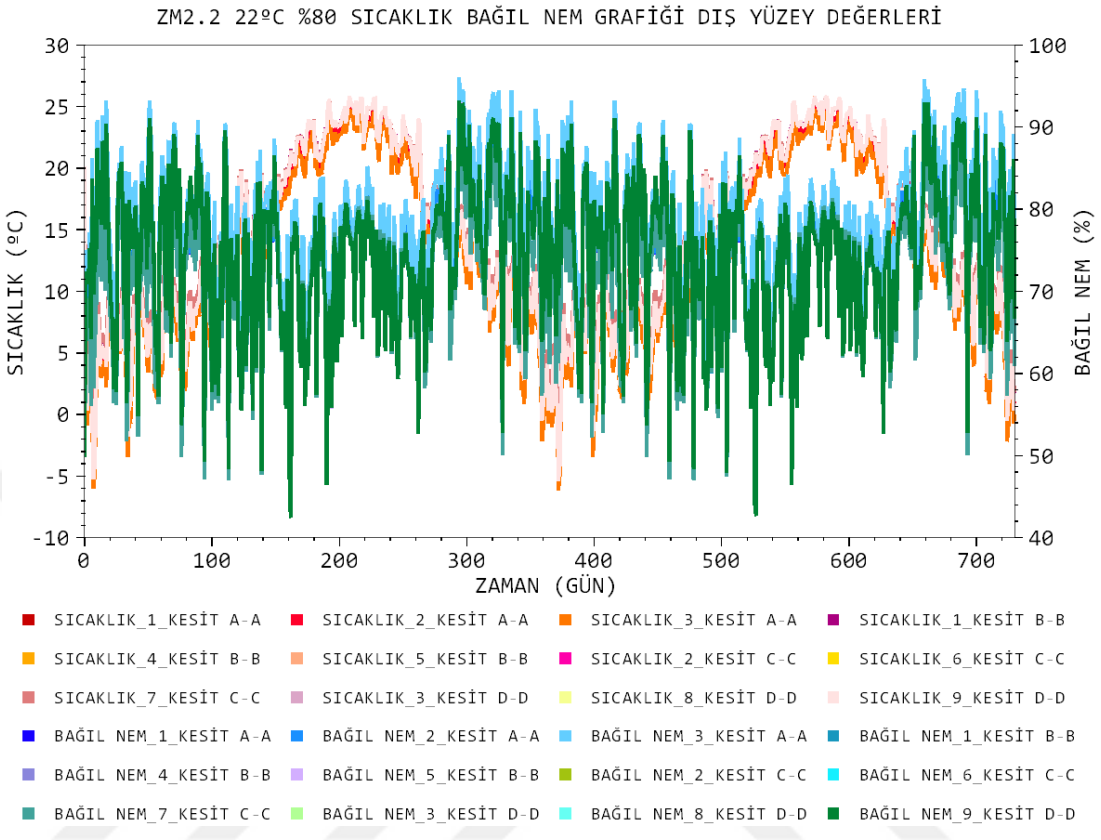
Şekil 5.400 : ZM2.2 20ºC %50 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

Şekil 5.401'de ZM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.401 : ZM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç yüzey değerleri.

Şekil 5.402'de ZM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzeyde belirlenen noktalardaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.402 : ZM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında dış yüzey değerleri.

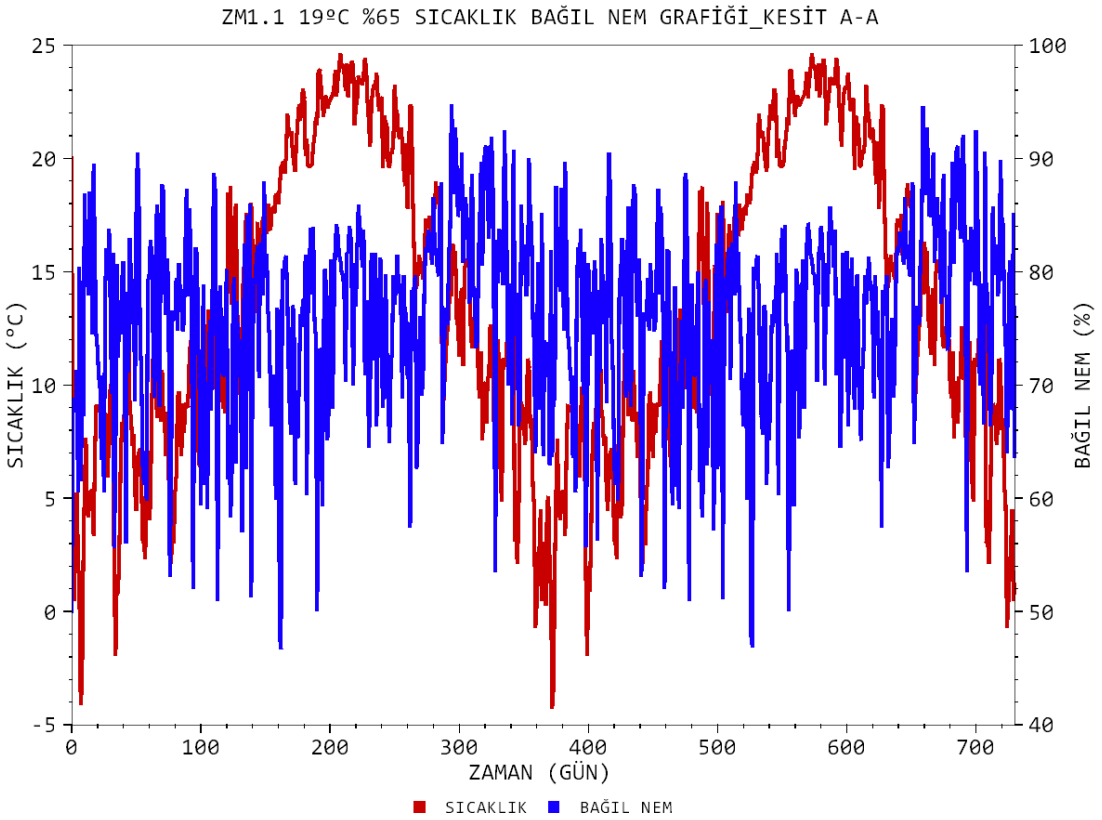
Çizelge 5.55'te iç ve dış yüzeyde kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri yaklaşık olarak gösterilmiştir. Çizelgede kritik bağıl nem seviyesi ve üzerinde bir değer var ise kırmızı ile yazılmıştır.

Çizelge 5.55 : ZM2.2 22ºC %80 bağıl nem koşullarında iç ve dış yüzeyde belirlenen noktalarda kış ve yaz aylarında sıcaklık ve bağıl nem değer değişimleri.

Ölçüm noktası	Kış Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (İç Yüzey) Bağıl Nem (%)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Kış Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Sıcaklık (°C)	Yaz Ayları (Dış Yüzey) Bağıl Nem (%)
1 (Kesit A-A)	20-21	81-87	22-23	73-77	-4-13	55-92	16-25	45-83
1 (Kesit B-B)	20-21	82-91	22	75-78	-3-14	56-88	17-25	42-81
2 (Kesit A-A)	20-21	81-86	22-23	73-77	-4-13	55-92	16-24	45-83
2 (Kesit C-C)	19-21	83-93	22	74-79	-3-14	52-88	17-25	42-81
3 (Kesit A-A)	21	80	22	79	-5-13	57-94	16-24	46-85
3 (Kesit D-D)	22	80	22	80	-5-14	55-91	17-25	42-80
4 (Kesit B-B)	21	80	22	79	-5-14	55-91	17-25	42-80
5 (Kesit B-B)	21	80	22	79	-5-14	56-91	17-25	42-80
6 (Kesit C-C)	19-21	82-93	22	74-78	-3-14	52-88	17-25	42-81
7 (Kesit C-C)	19-21	82-90	22	74-78	-3-14	52-88	17-25	42-81
8 (Kesit D-D)	21	80	22	79	-5-14	55-91	17-25	42-80
9 (Kesit D-D)	21	80	22	79	-5-14	55-92	17-25	42-80

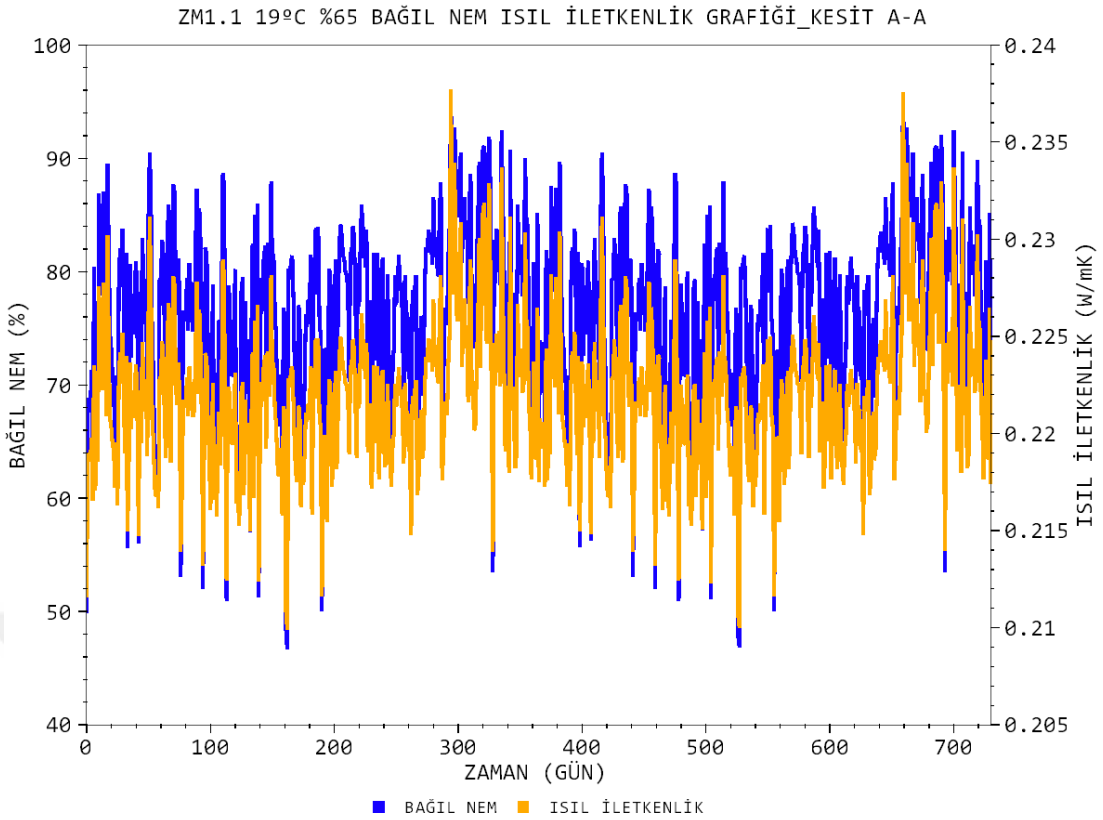
Zeyrek için tasarlanan modellerin 2014-2016 yılları arasında kesitin tamamında sıcaklık, bağıl nem ve ısıl iletkenlik değerleri, DELPHIN simülasyon çalışmalarında elde edilmiştir.

Şekil 5.403'te ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 13°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %46-85 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-24°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.403 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

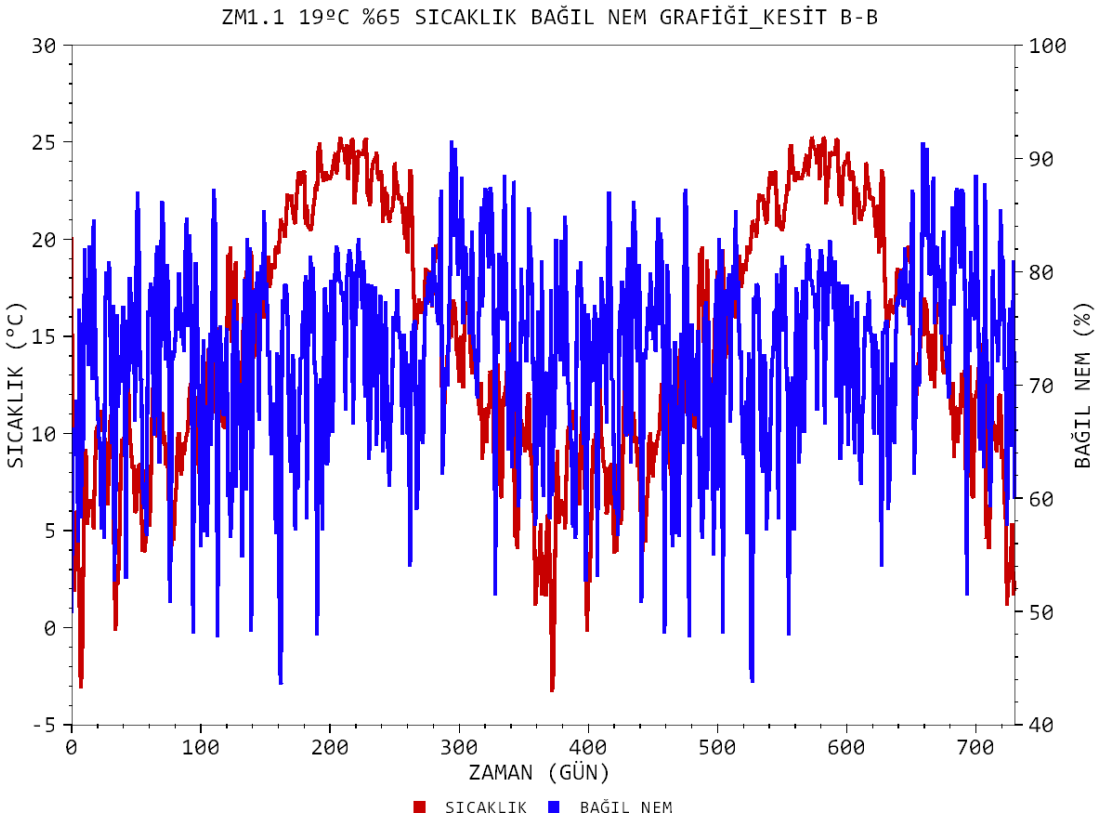
Şekil 5.404'te ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.21 ile 0.238 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



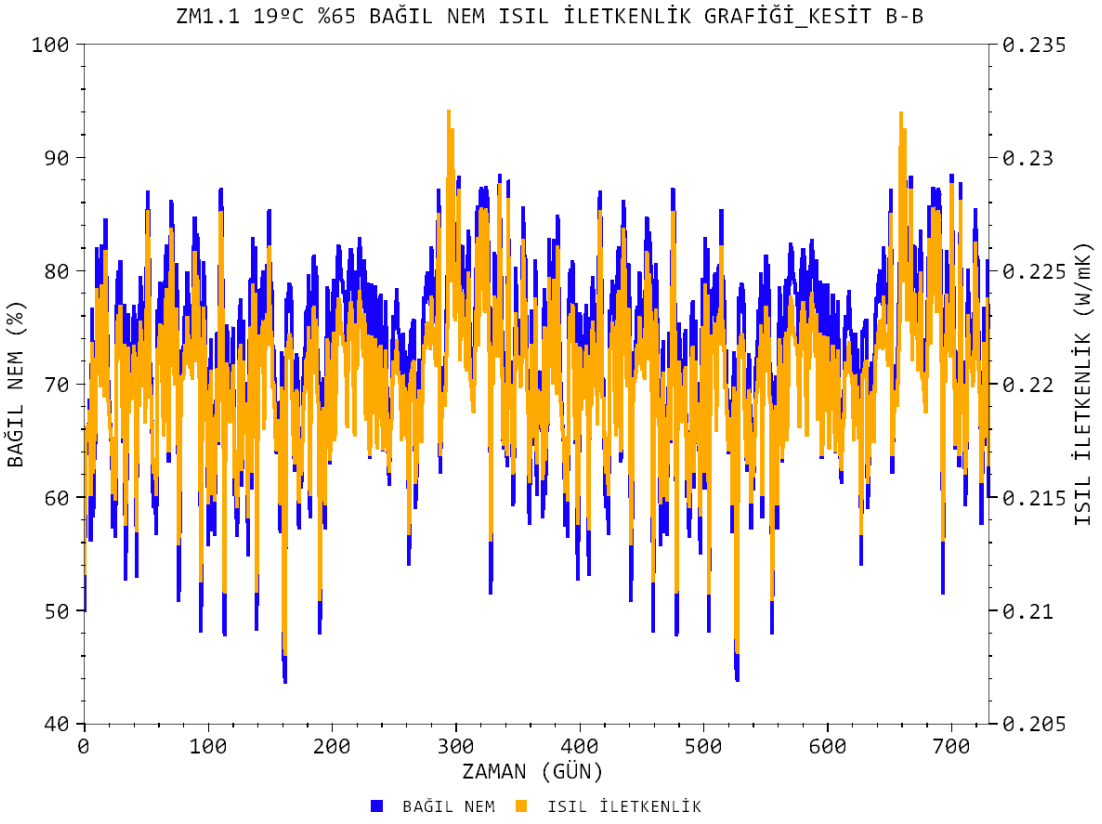
Şekil 5.404 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.405'te ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.406'da ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

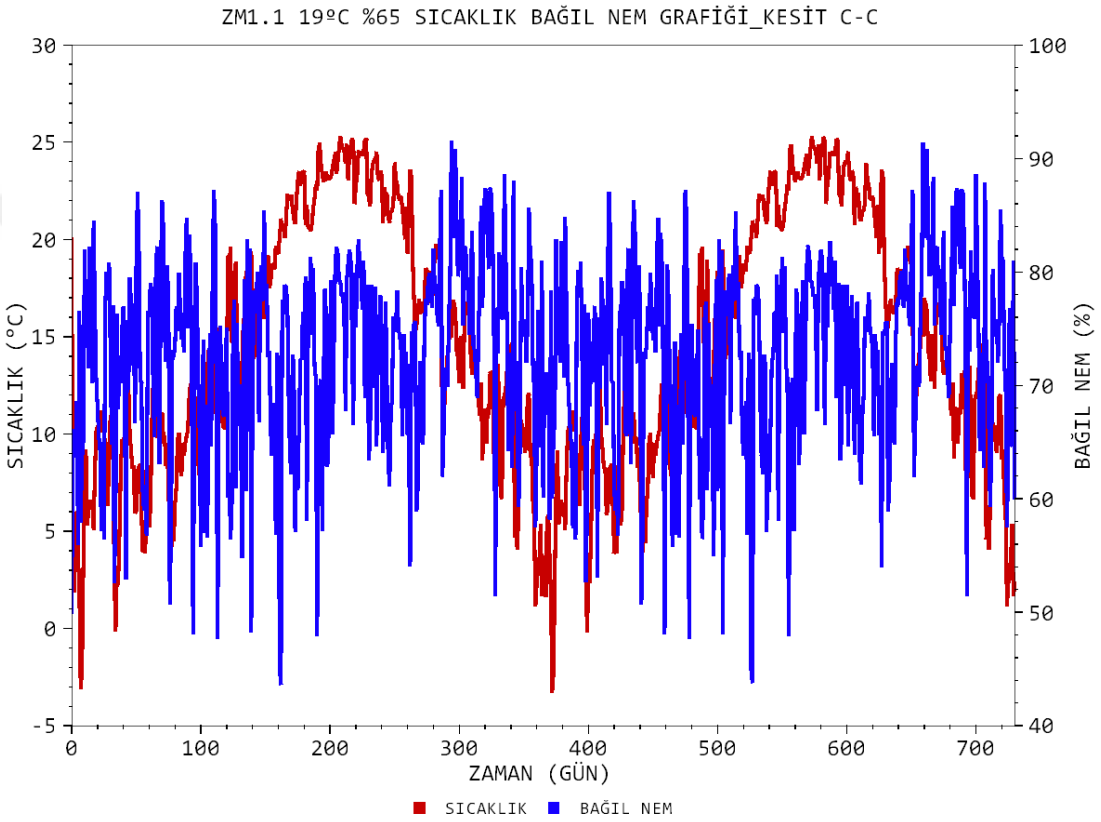


Şekil 5.405 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



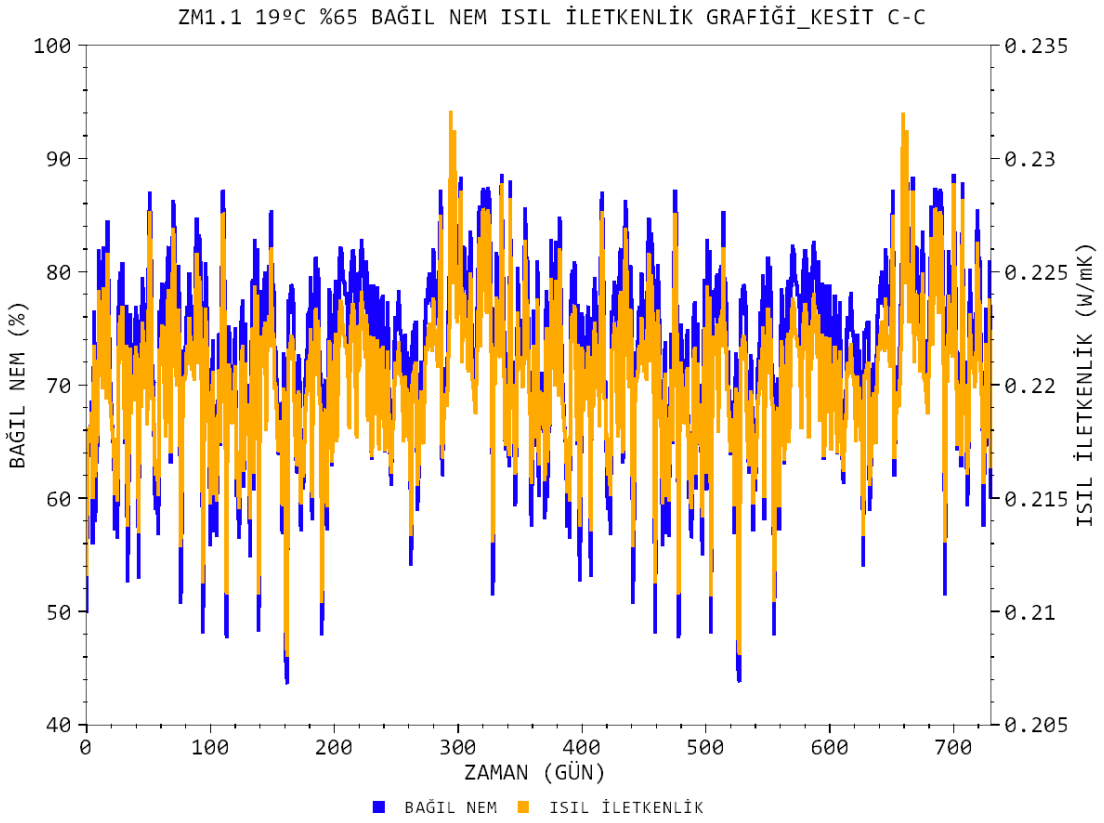
Şekil 5.406 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.407'de ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.407 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

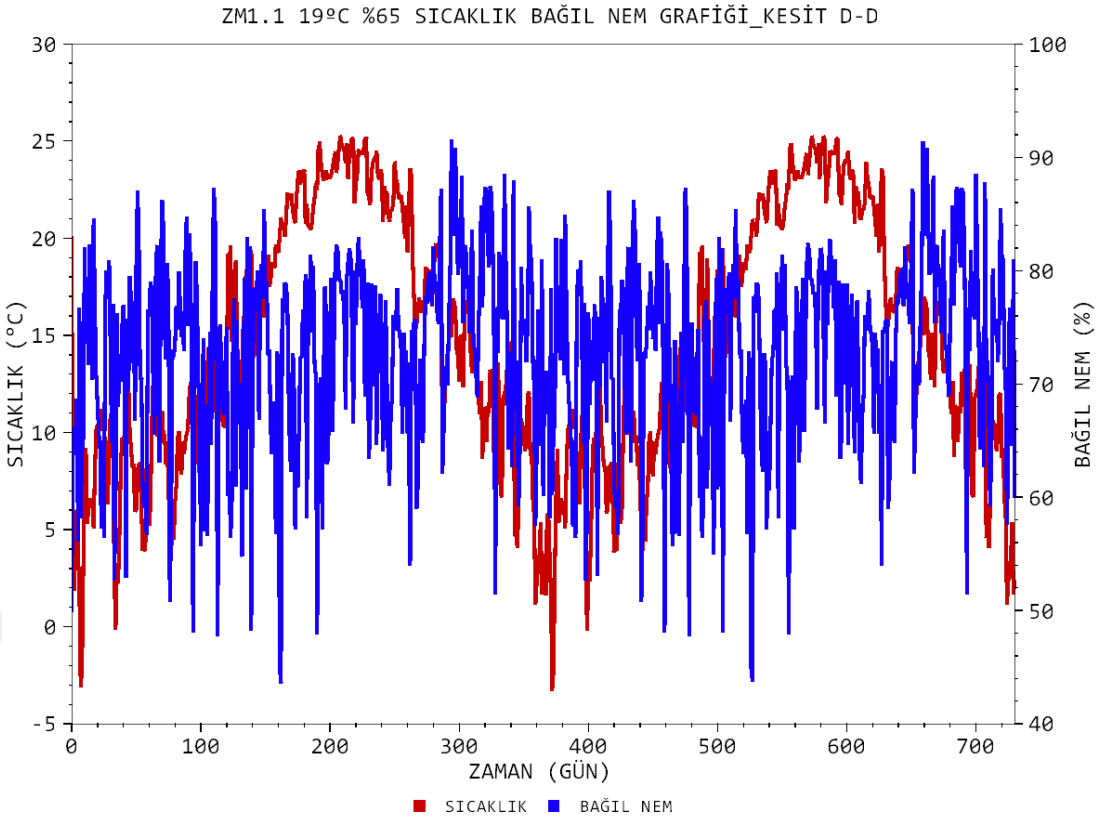
Şekil 5.408'de ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



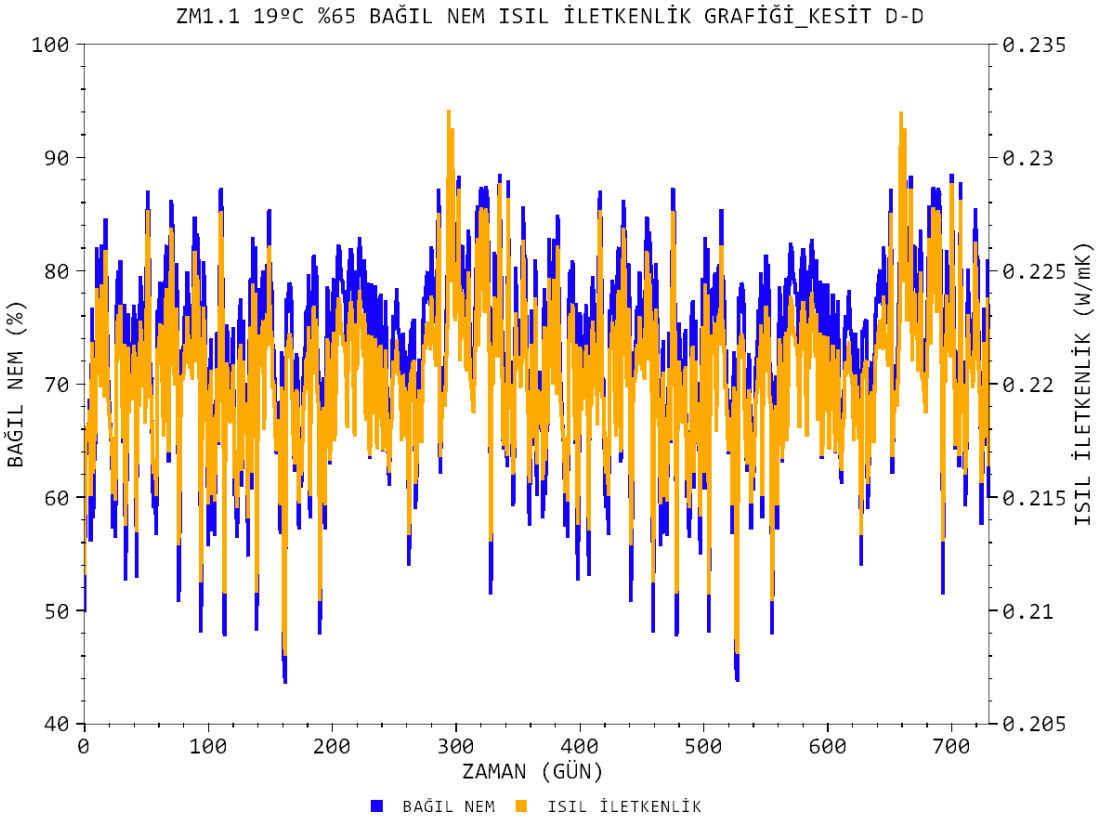
Şekil 5.408 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.409'da ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.410'da ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

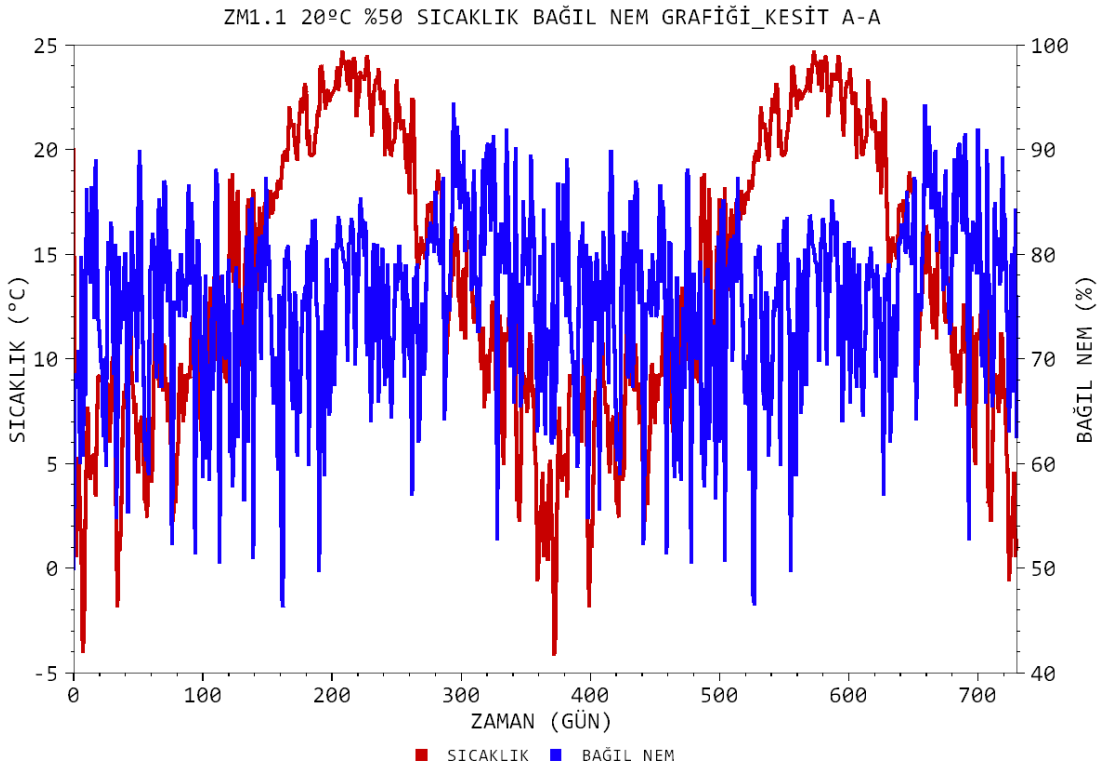


Şekil 5.409 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



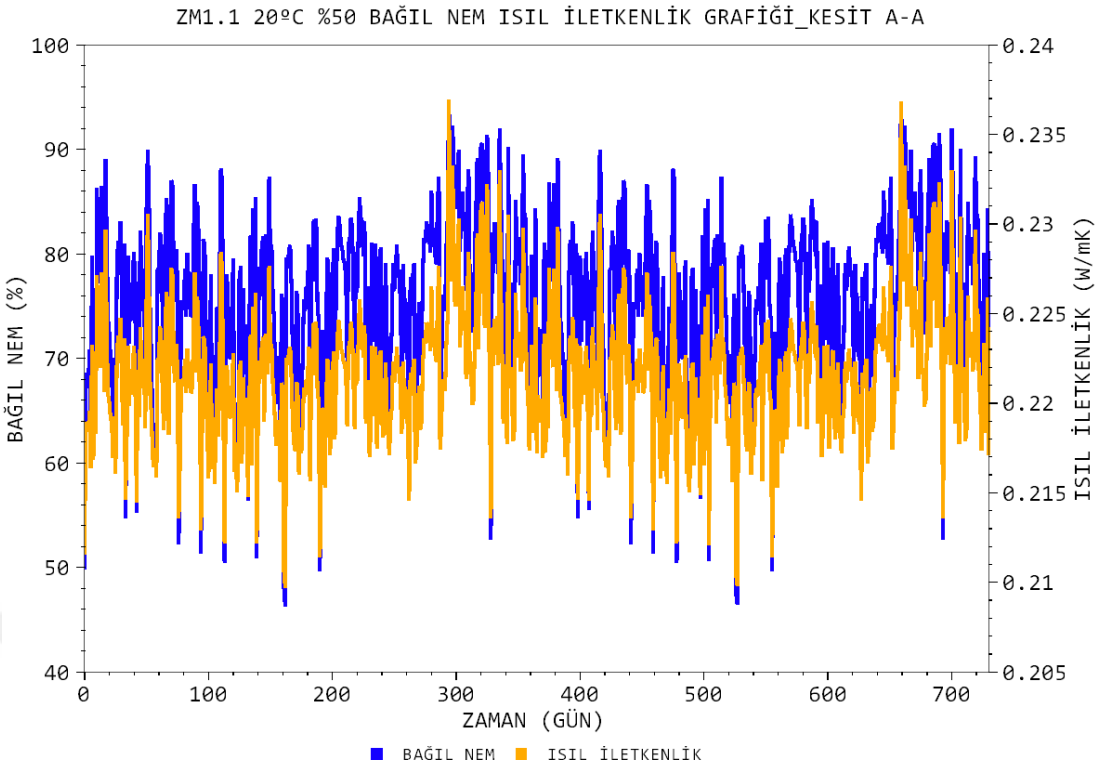
Şekil 5.410 : ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.411'de ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 13°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %46-85 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-24°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.411 : ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

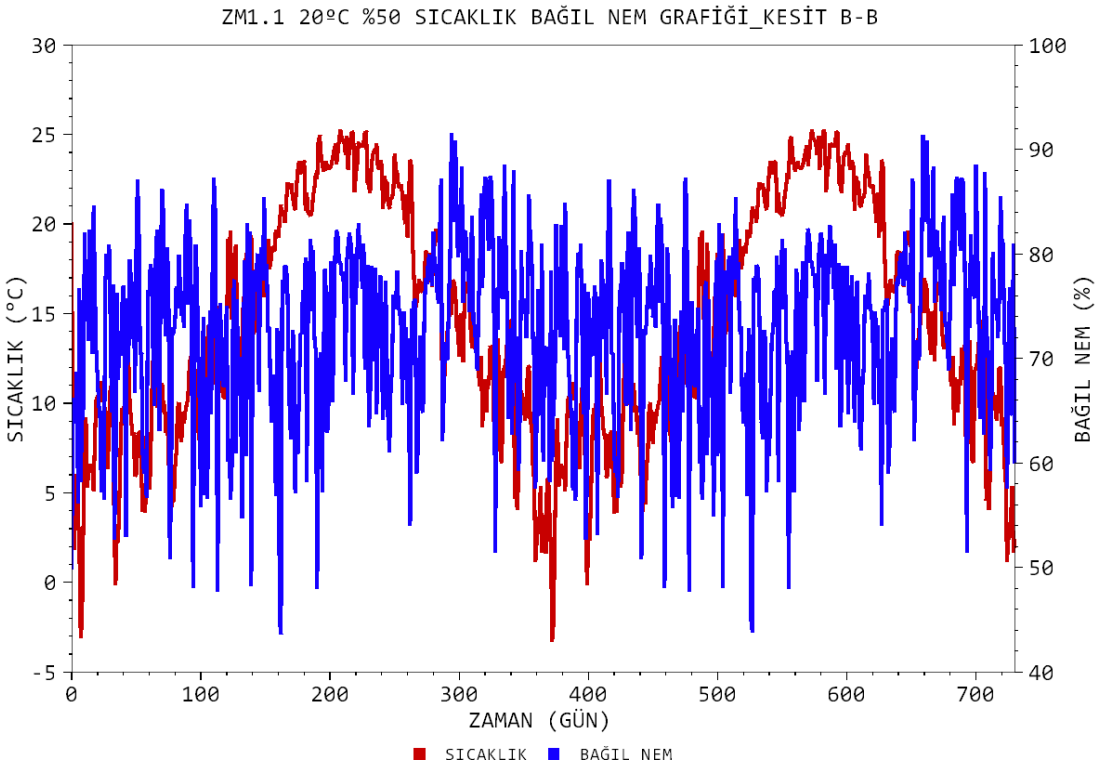
Şekil 5.412'de ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.21 ile 0.237 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



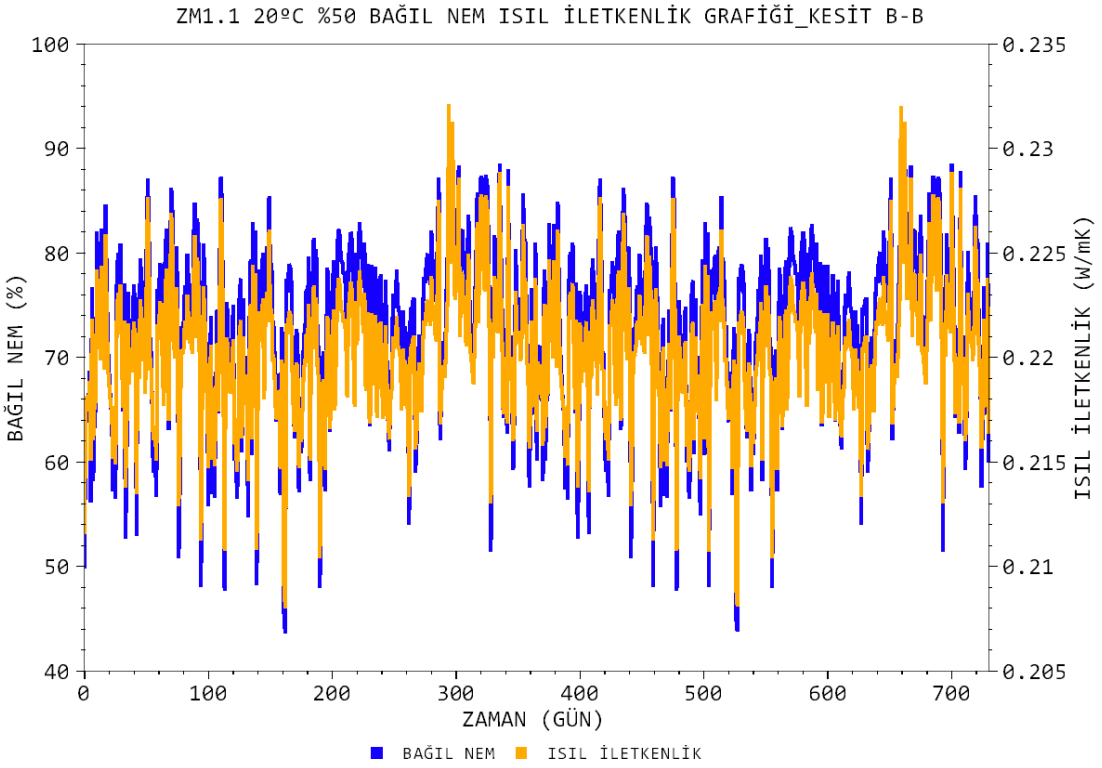
Şekil 5.412 : ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.413'te ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %56-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.414'te ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

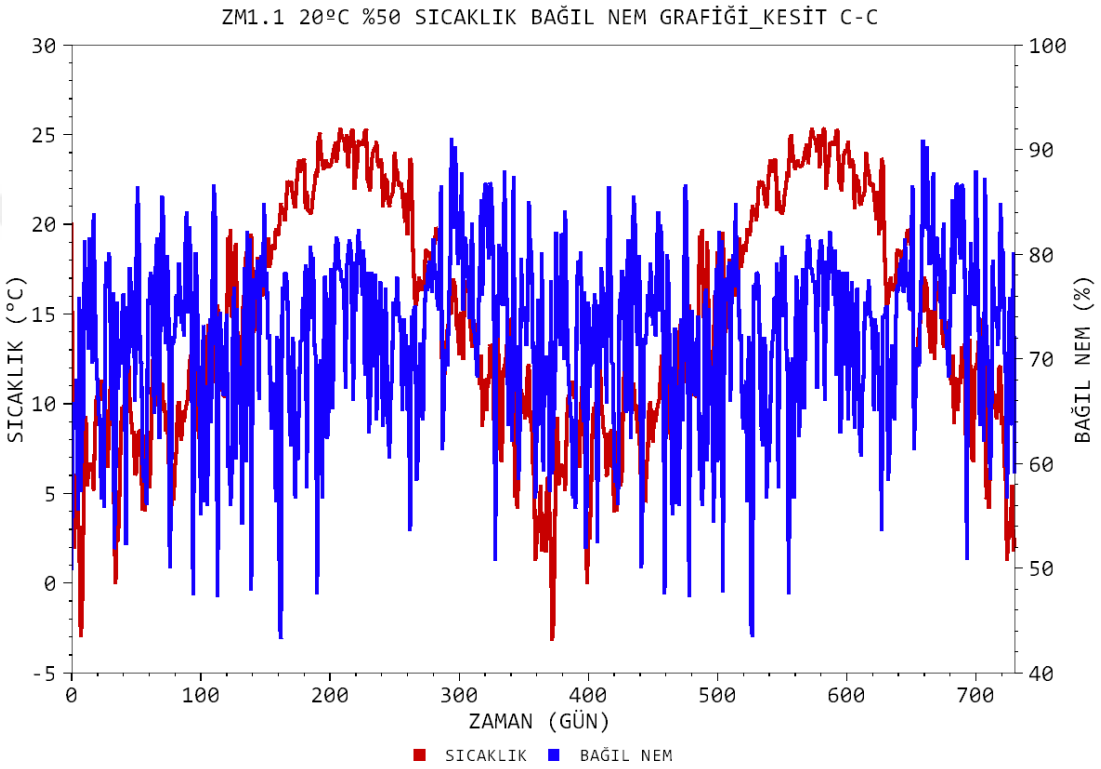


Şekil 5.413 : ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



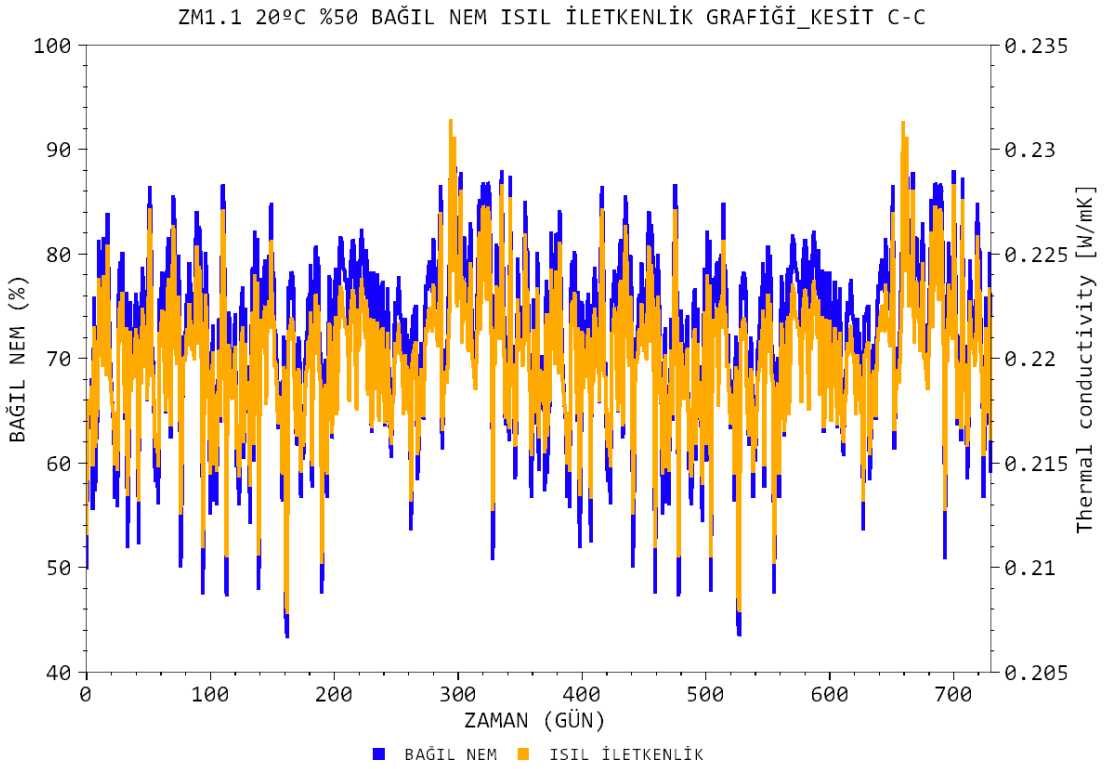
Şekil 5.414 : ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.415'te ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.415 : ZM1.1. 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

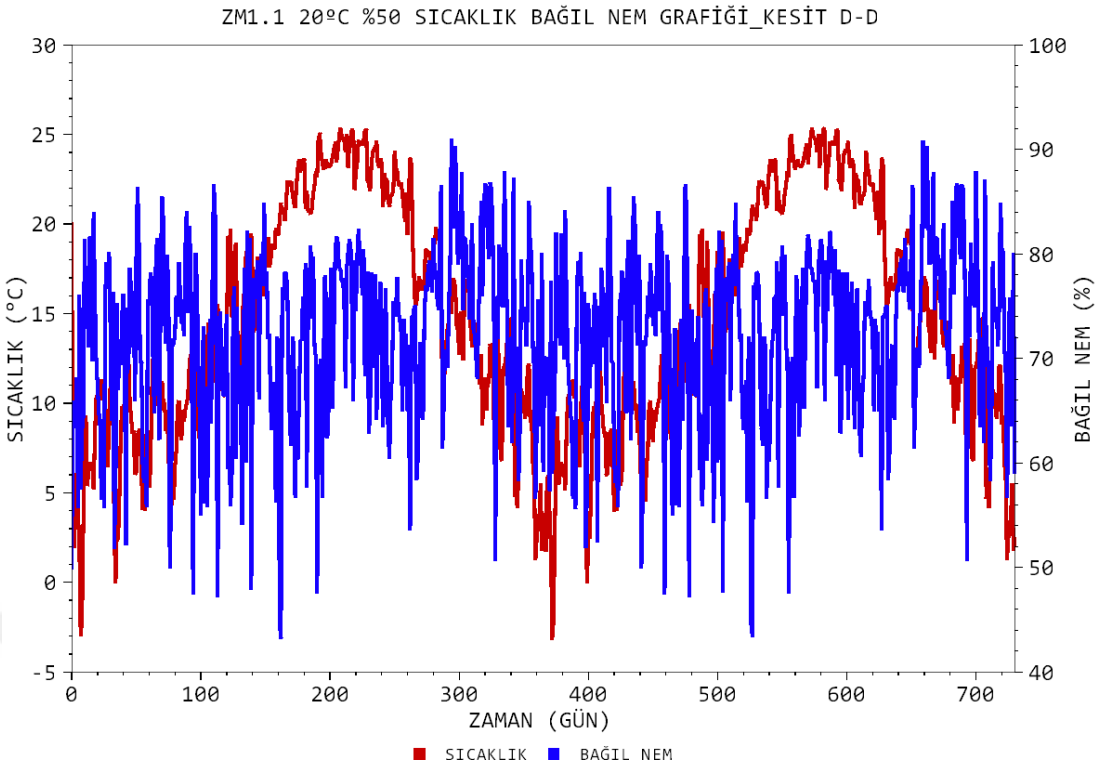
Şekil 5.416'da ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.231 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



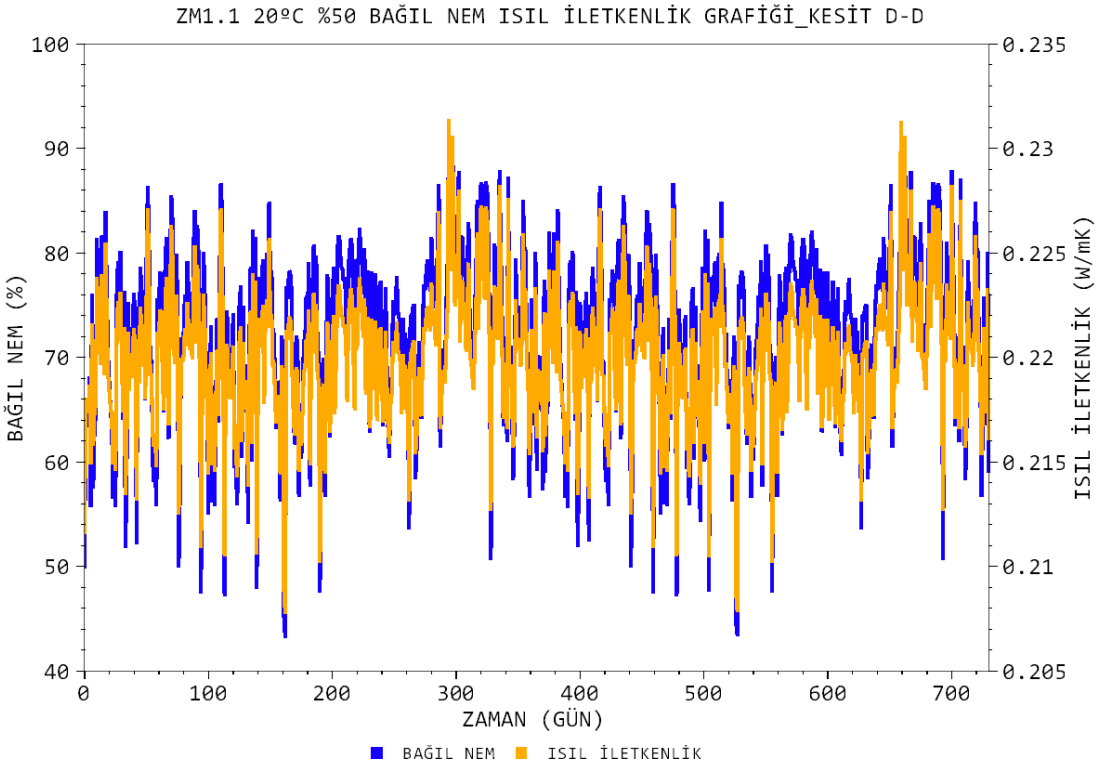
Şekil 5.416 : ZM1.1. 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.417'de ZM1.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-87 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.418'de ZM1.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.231 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

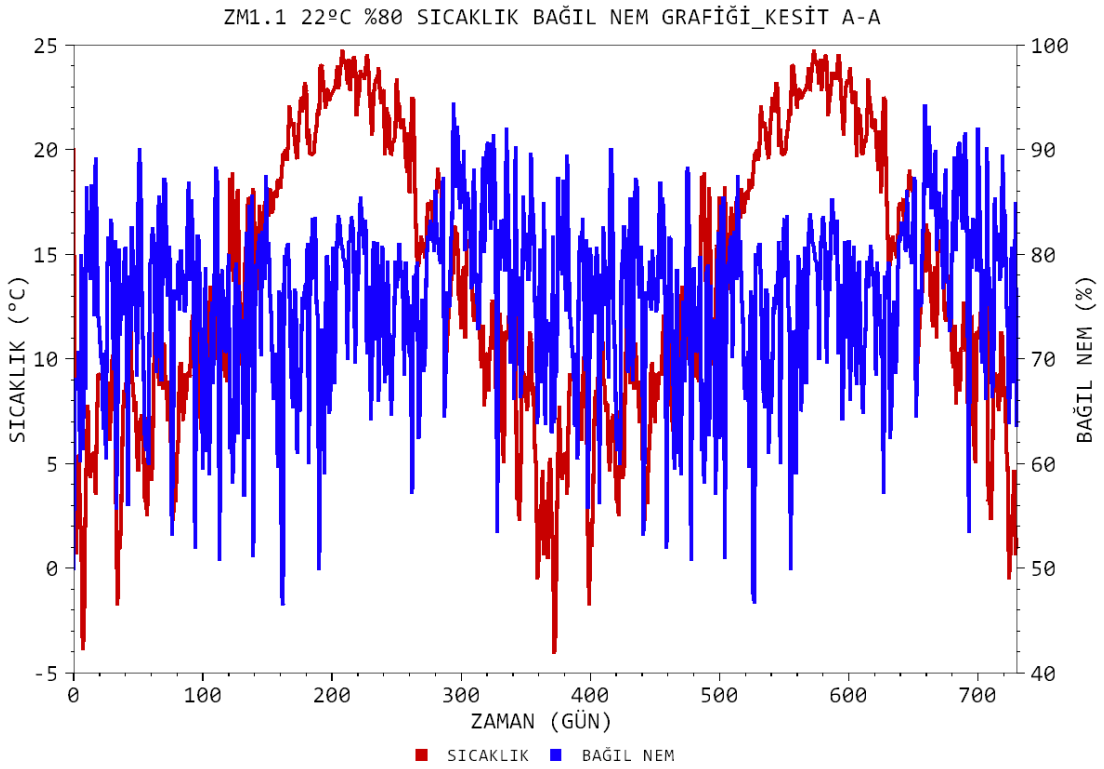


Şekil 5.417 : ZM1.1. 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



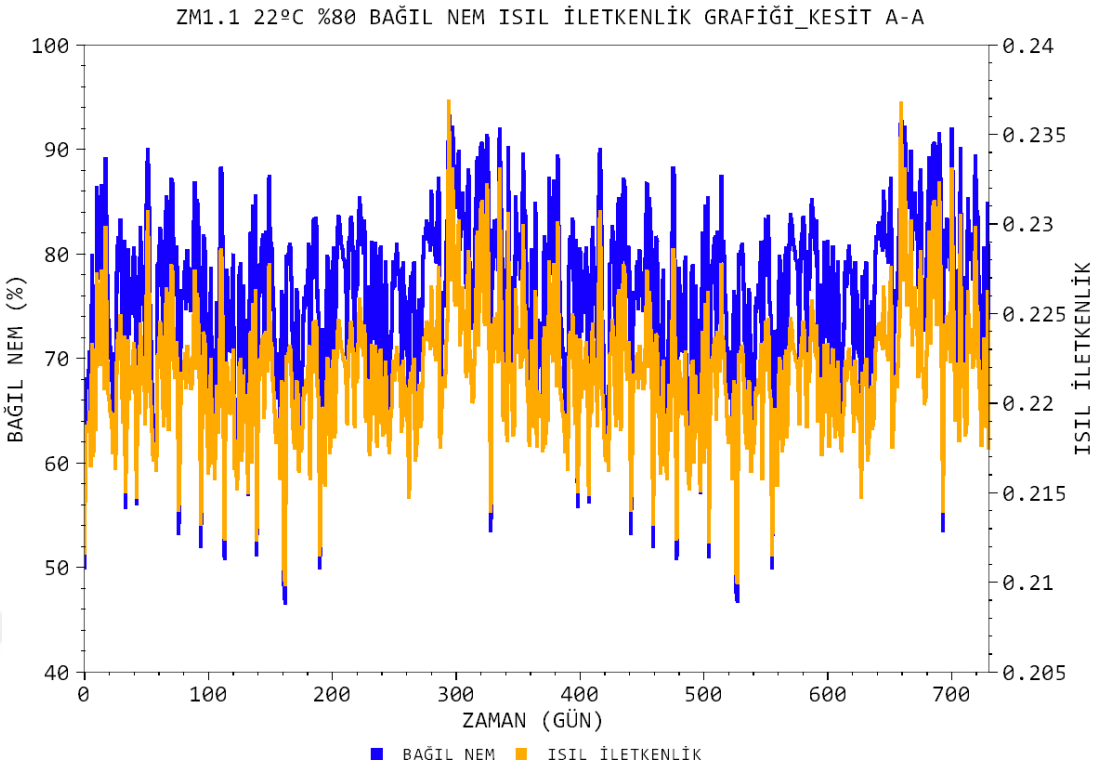
Şekil 5.418 : ZM1.1. 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.419'da ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 13°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %46-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-24°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.419 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

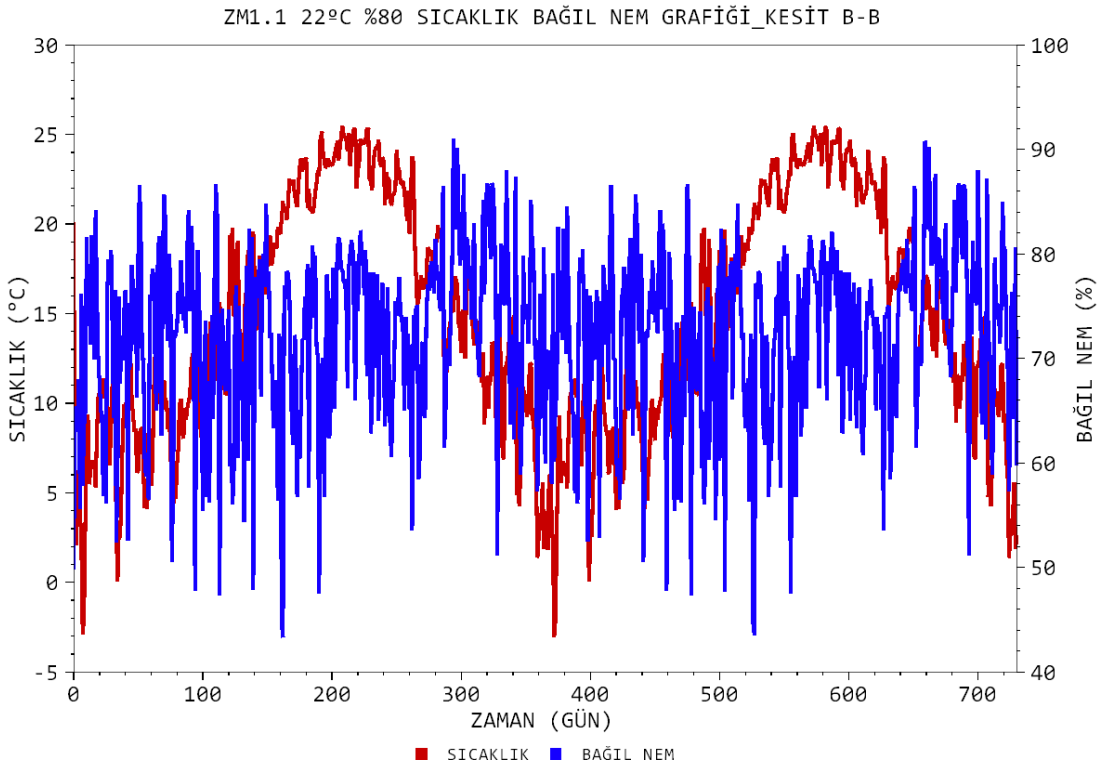
Şekil 5.420'de ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.21 ile 0.237 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



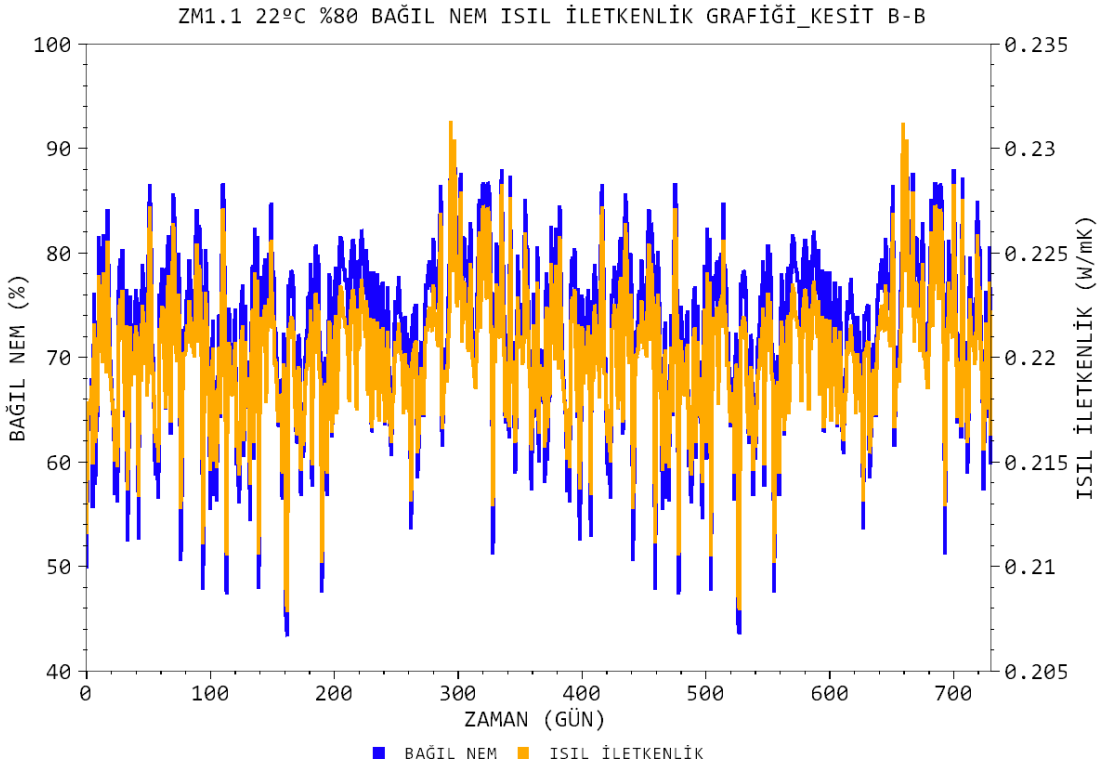
Şekil 5.420 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.421'de ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-87 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -2 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.422'de ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.231 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

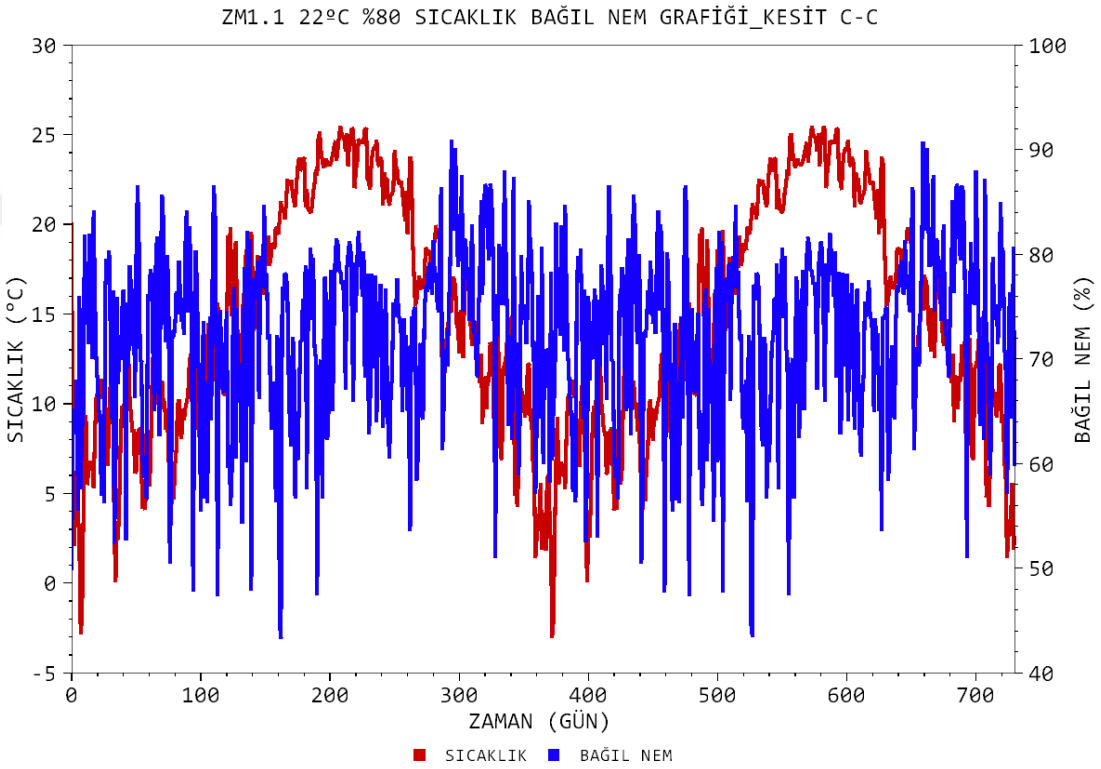


Şekil 5.421 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



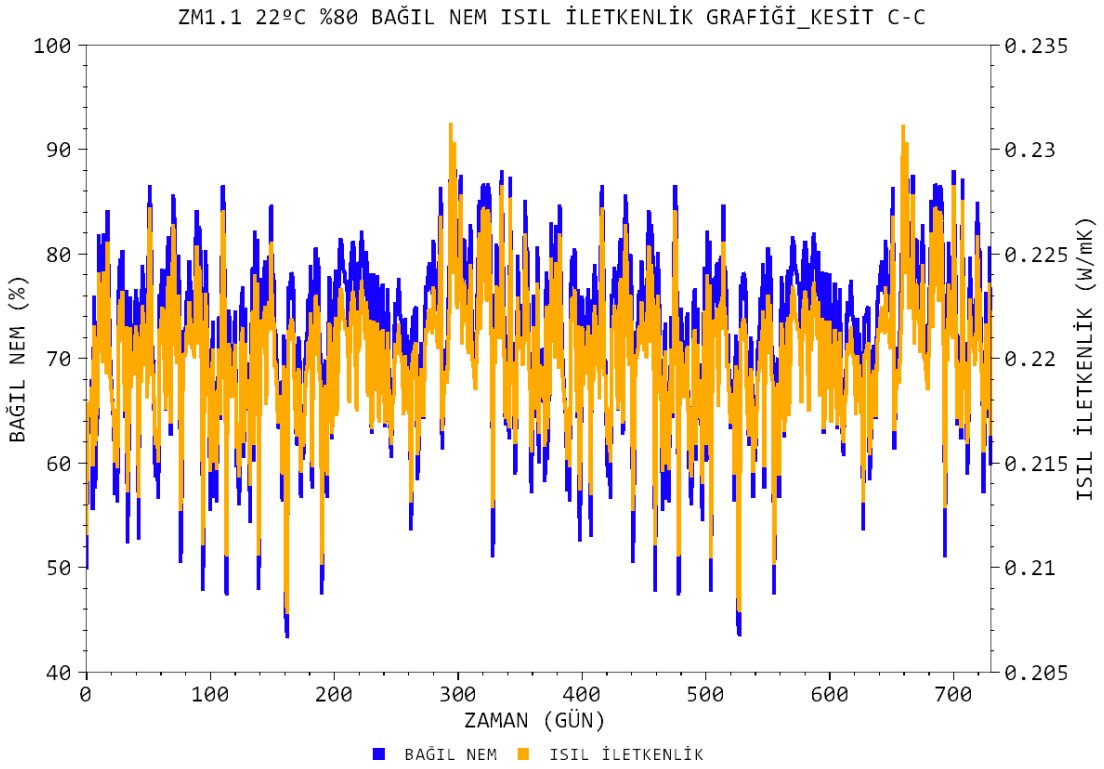
Şekil 5.422 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.423'te ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-86 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -2 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.423 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

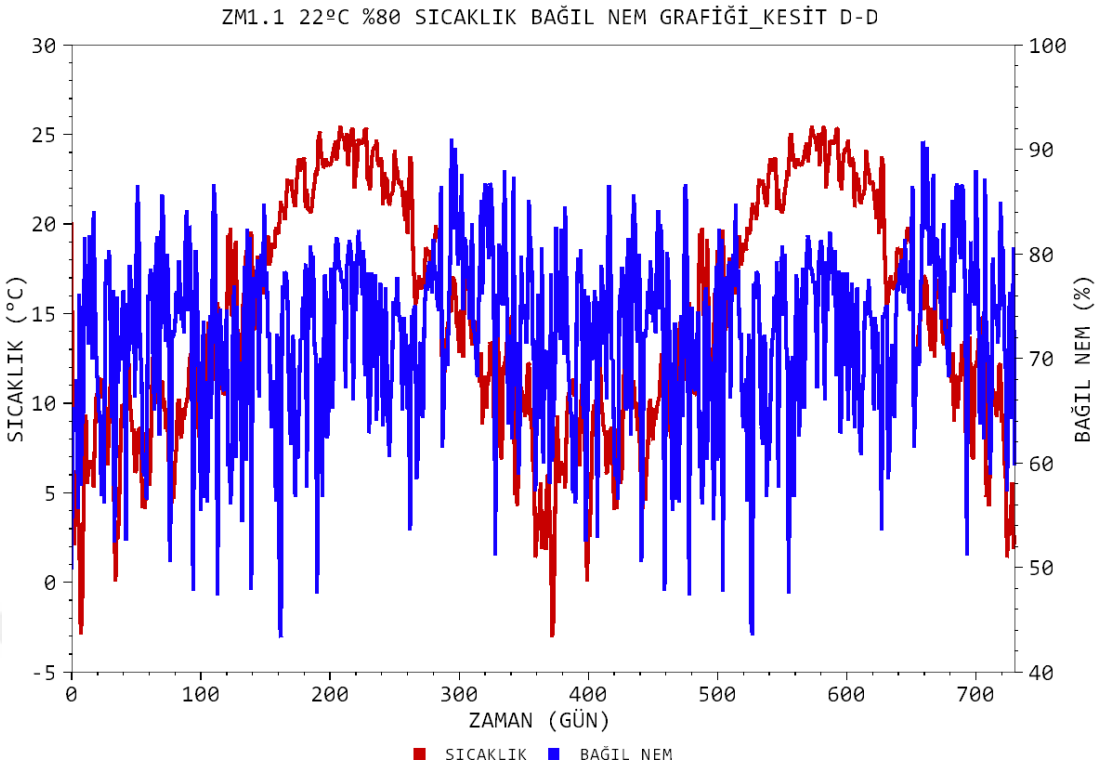
Şekil 5.424'te ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.231 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



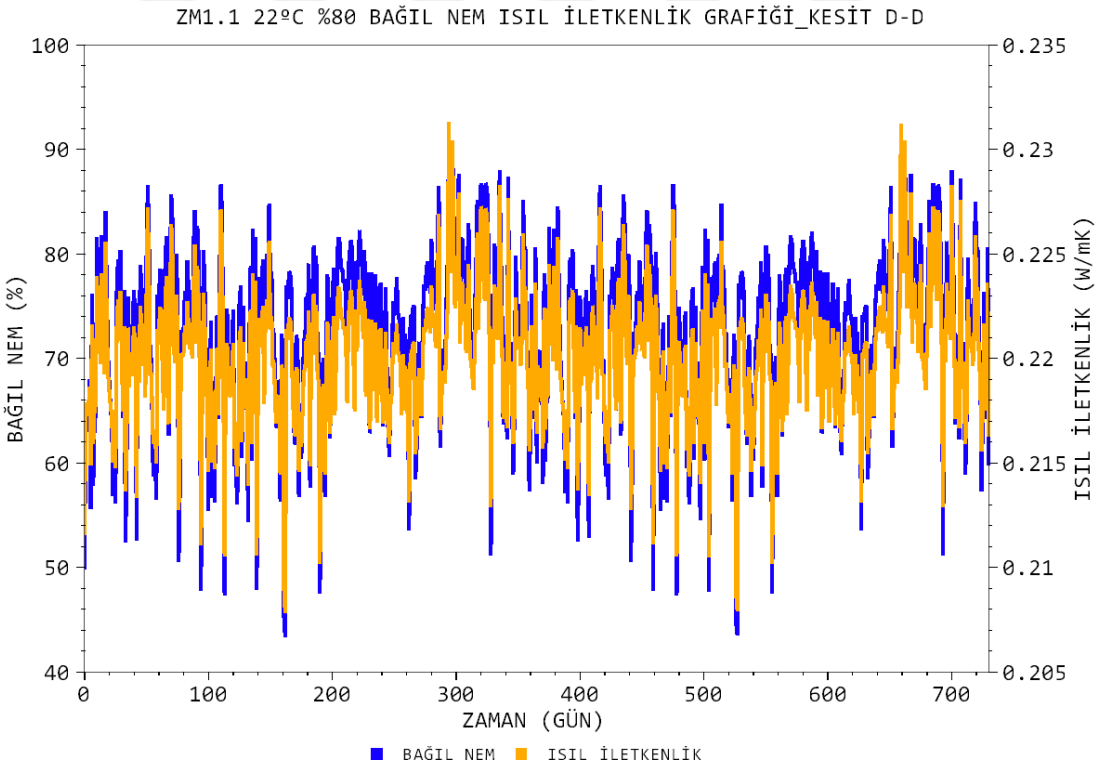
Şekil 5.424 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.425'te ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-87 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -2 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.424'te ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.231 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

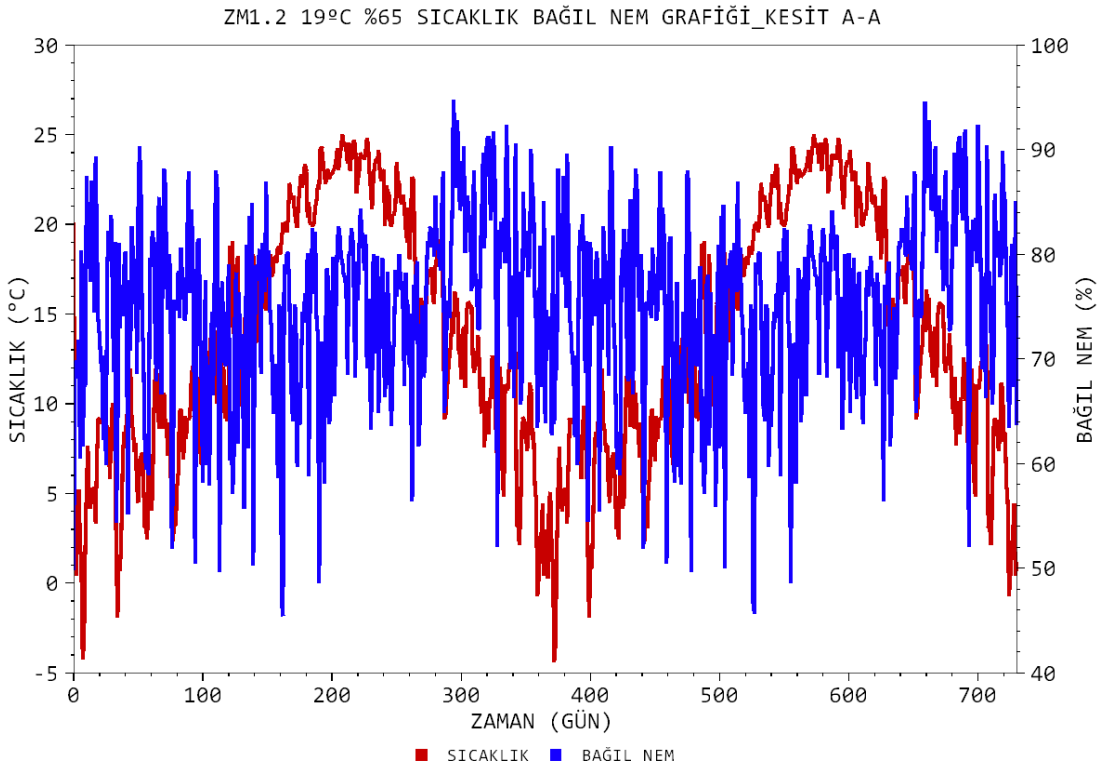


Şekil 5.425 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



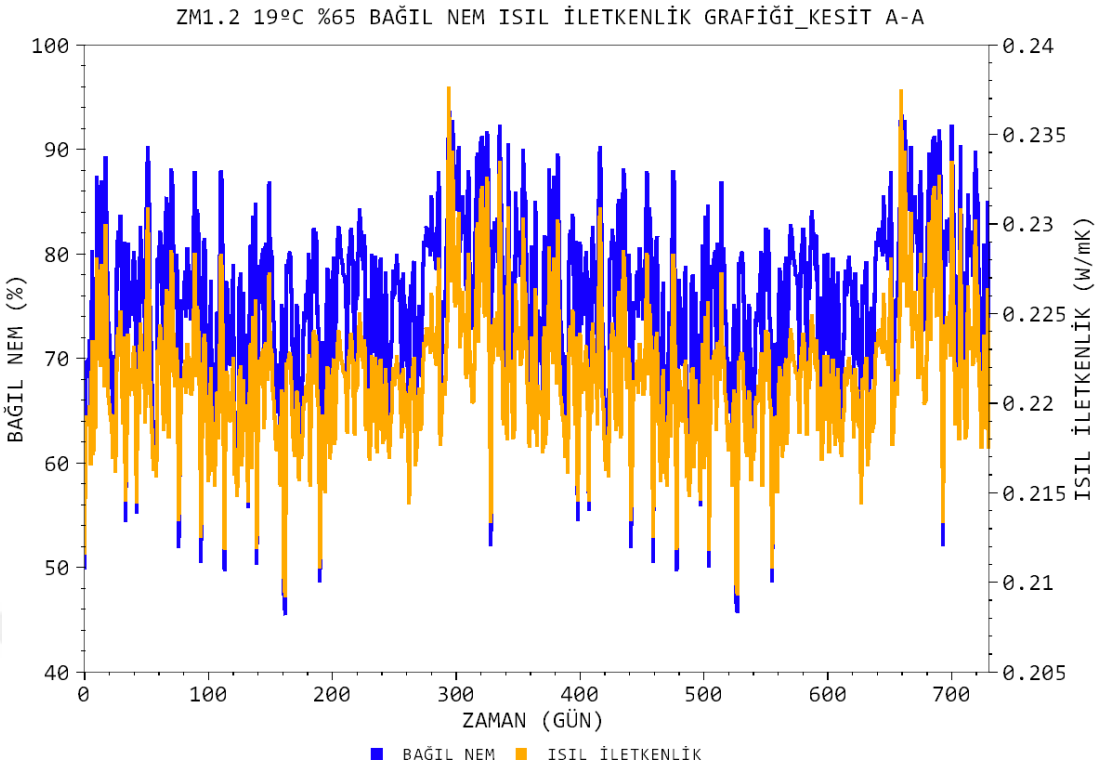
Şekil 5.426 : ZM1.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.427'de ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 13°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %45-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.427 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

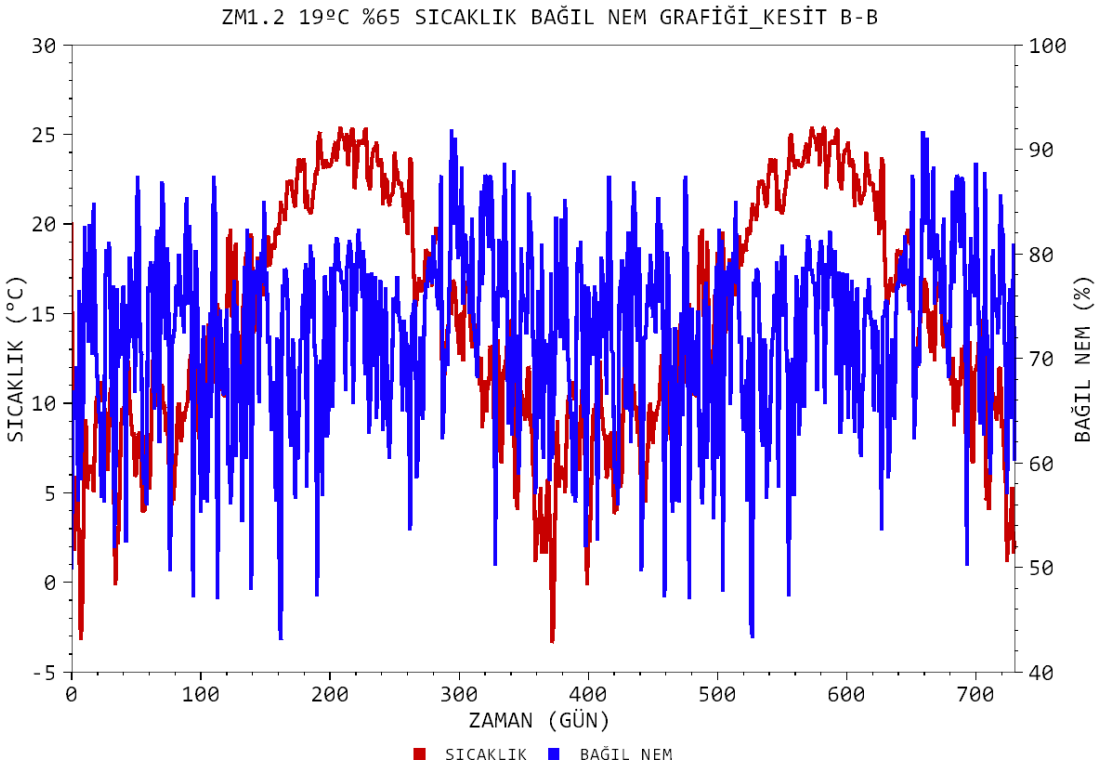
Şekil 5.428'de ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.209 ile 0.238 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



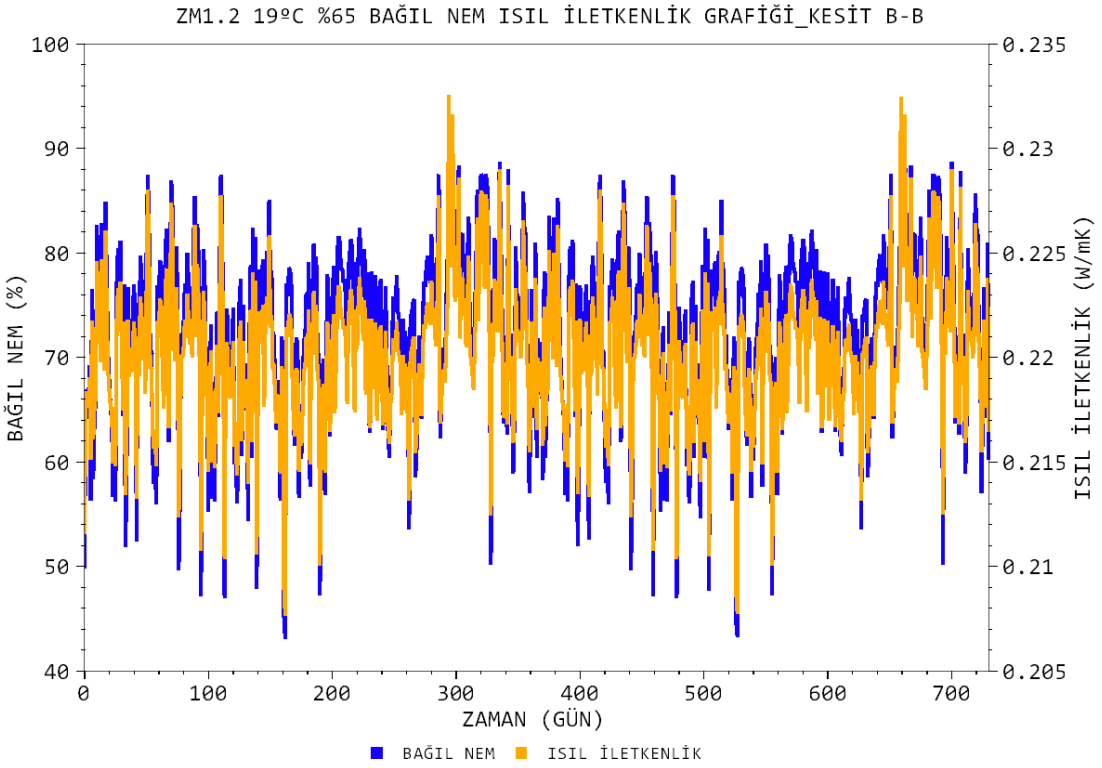
Şekil 5.428 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.429'da ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 13°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.430'da ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

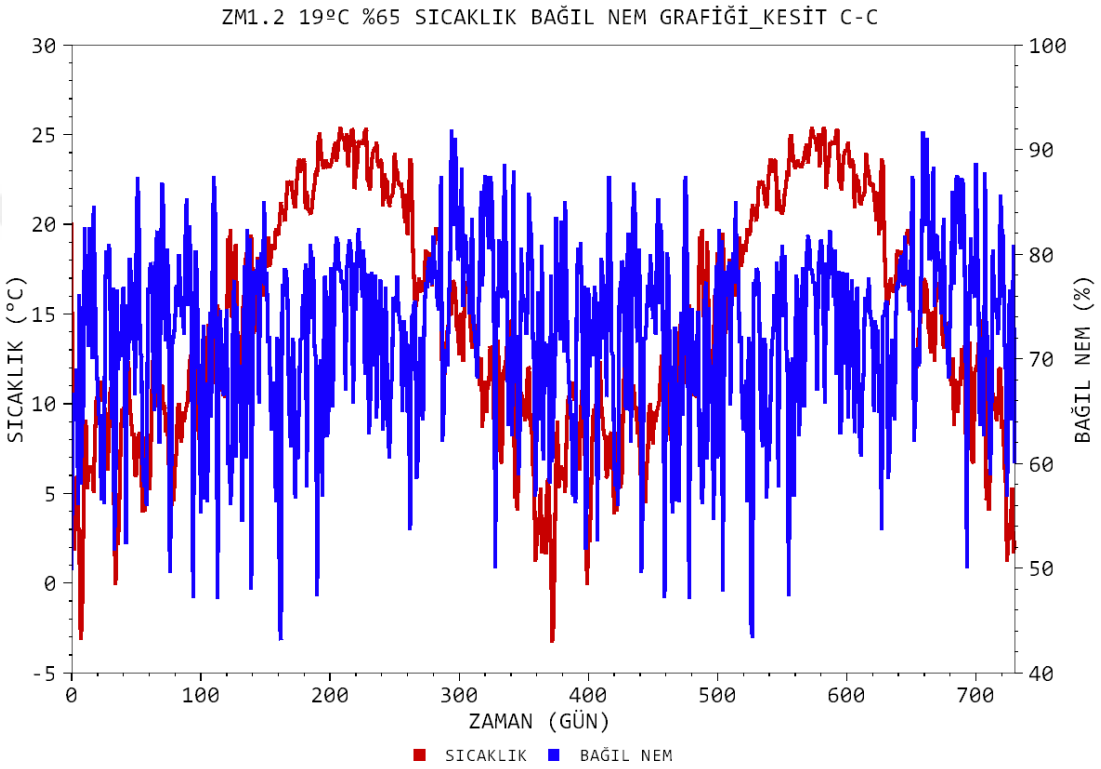


Şekil 5.429 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



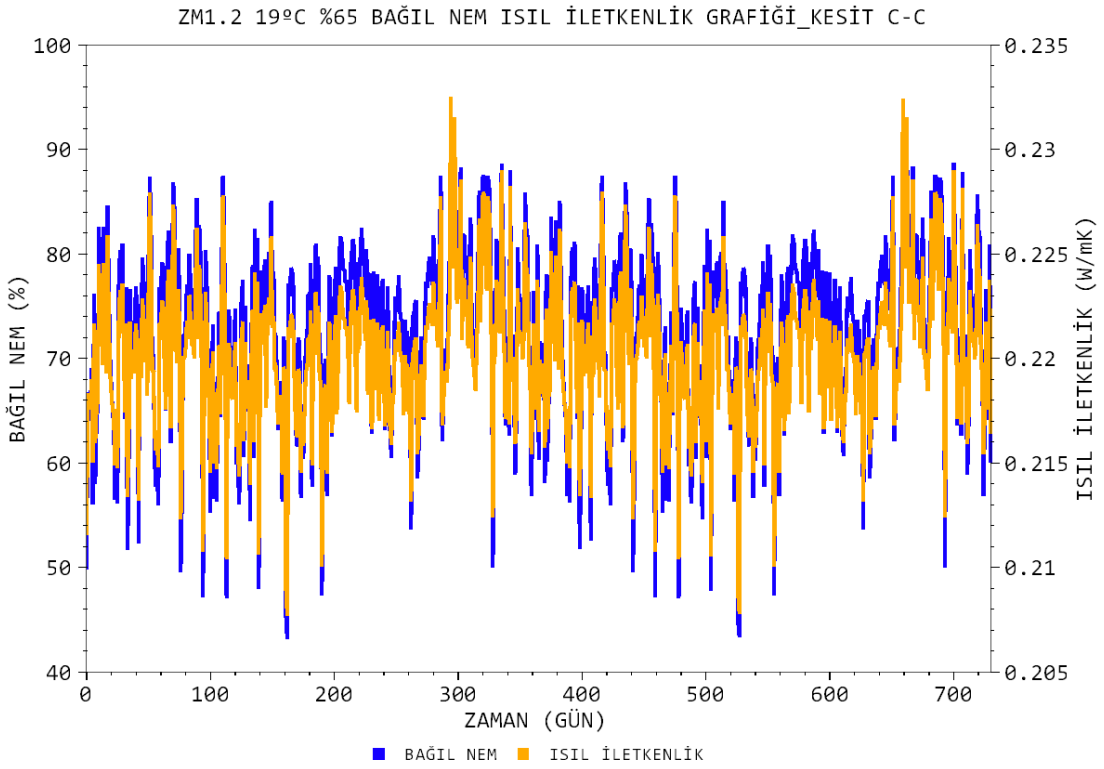
Şekil 5.430 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.431'de ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.431 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

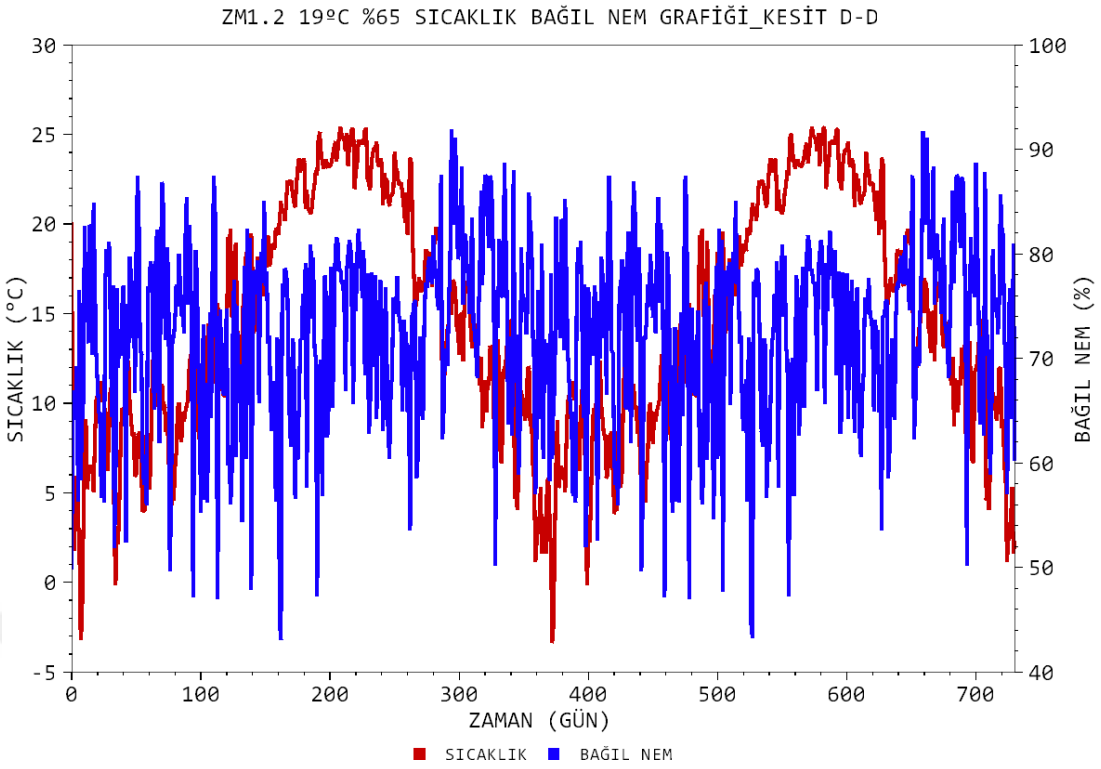
Şekil 5.430'da ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



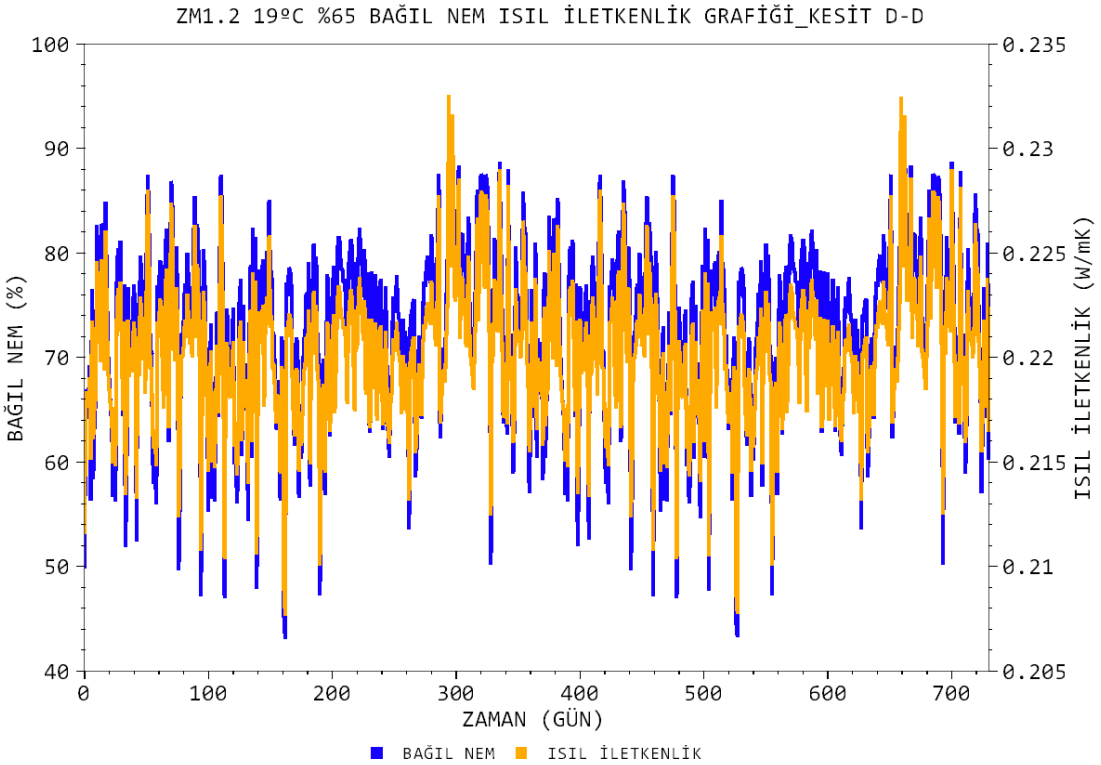
Şekil 5.432 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.433'te ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.434'te ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

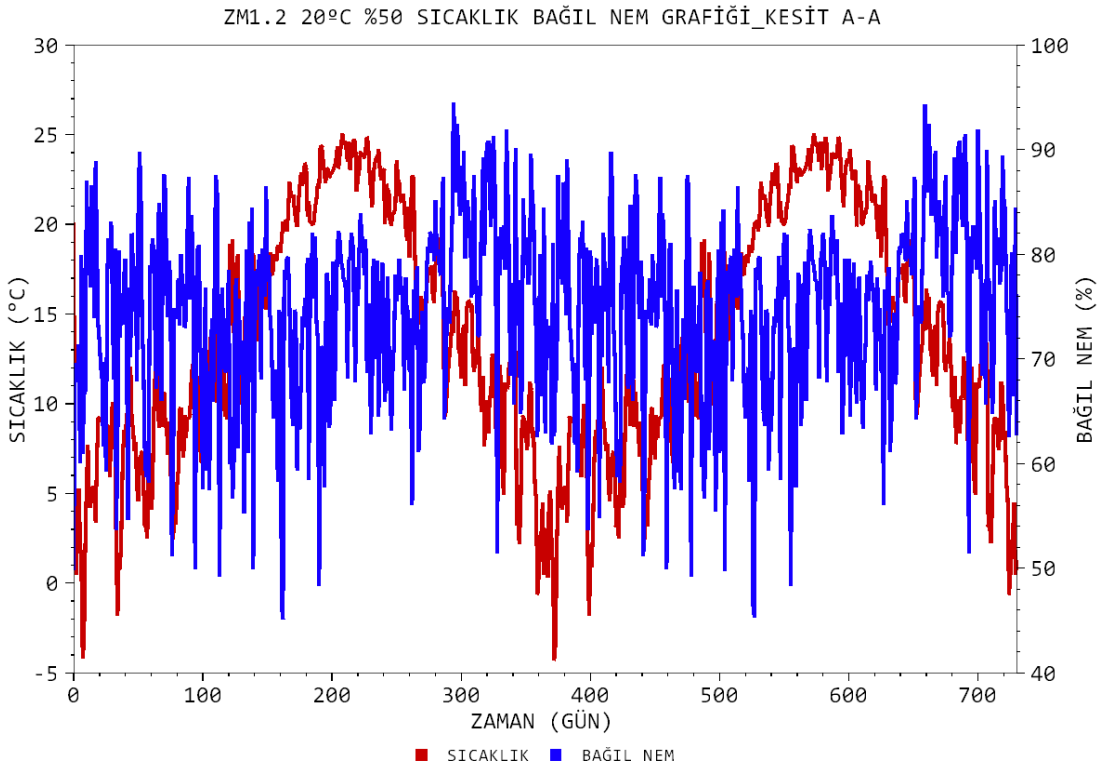


Şekil 5.433 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



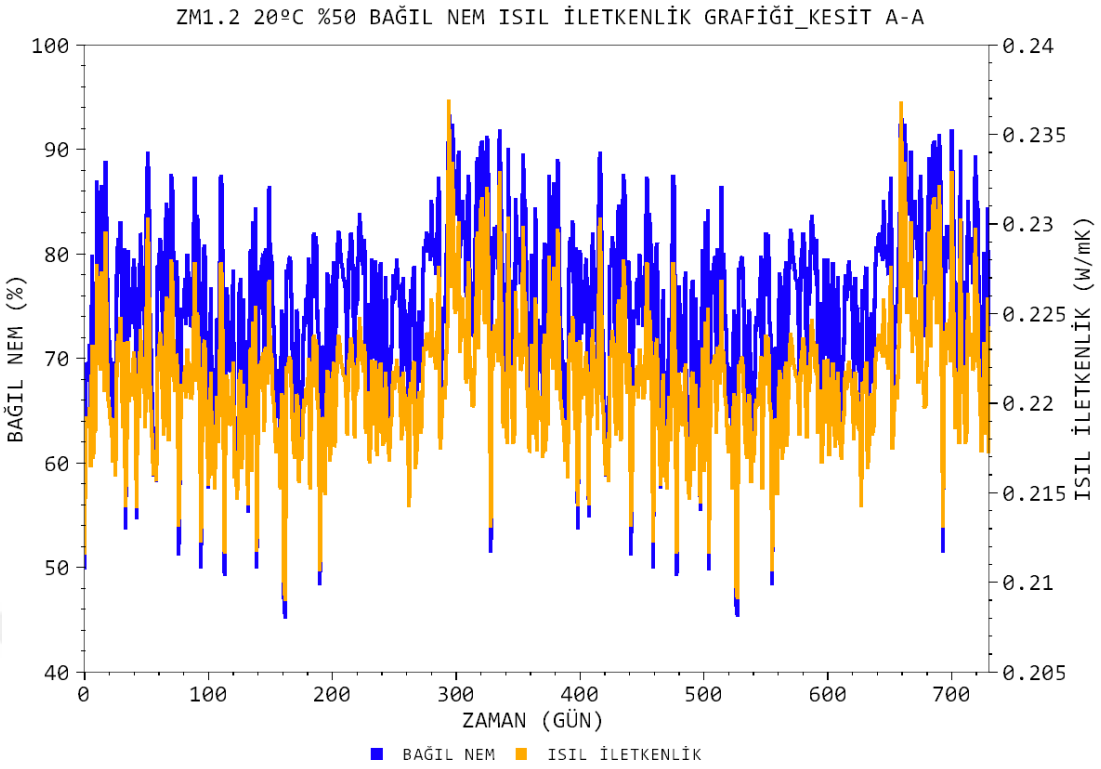
Şekil 5.434 : ZM1.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.435'te ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %53-91 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 13°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %45-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-24°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.435 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

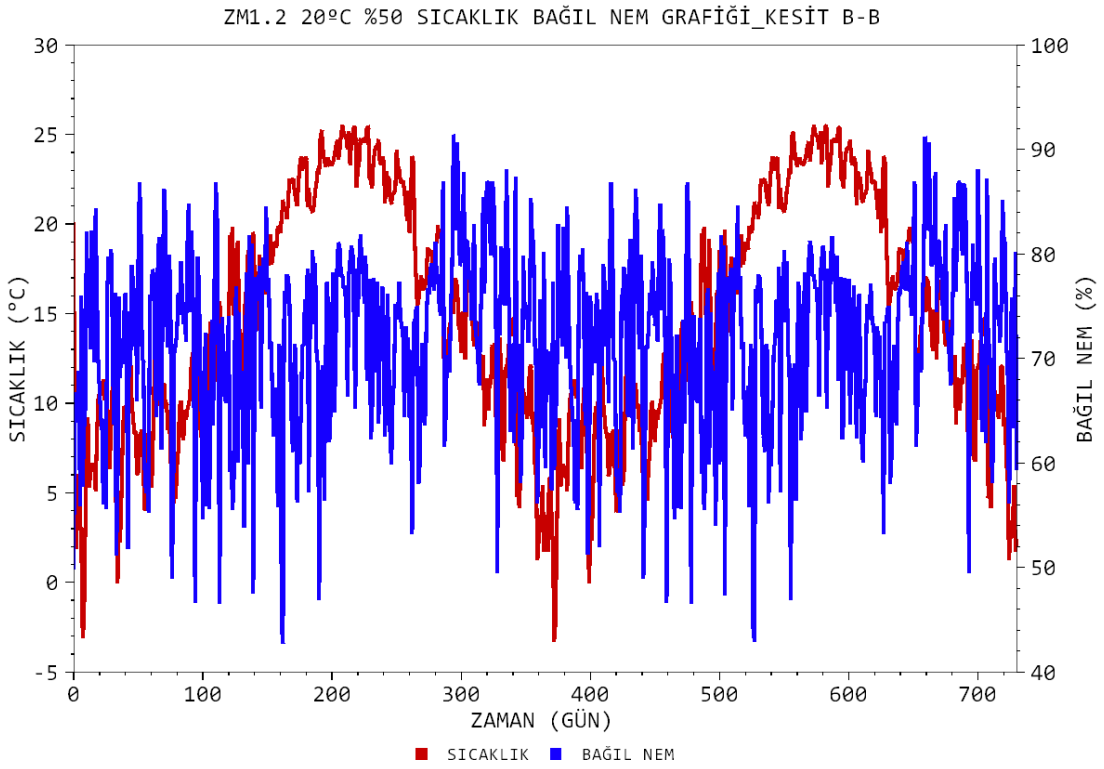
Şekil 5.436'da ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.209 ile 0.237 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



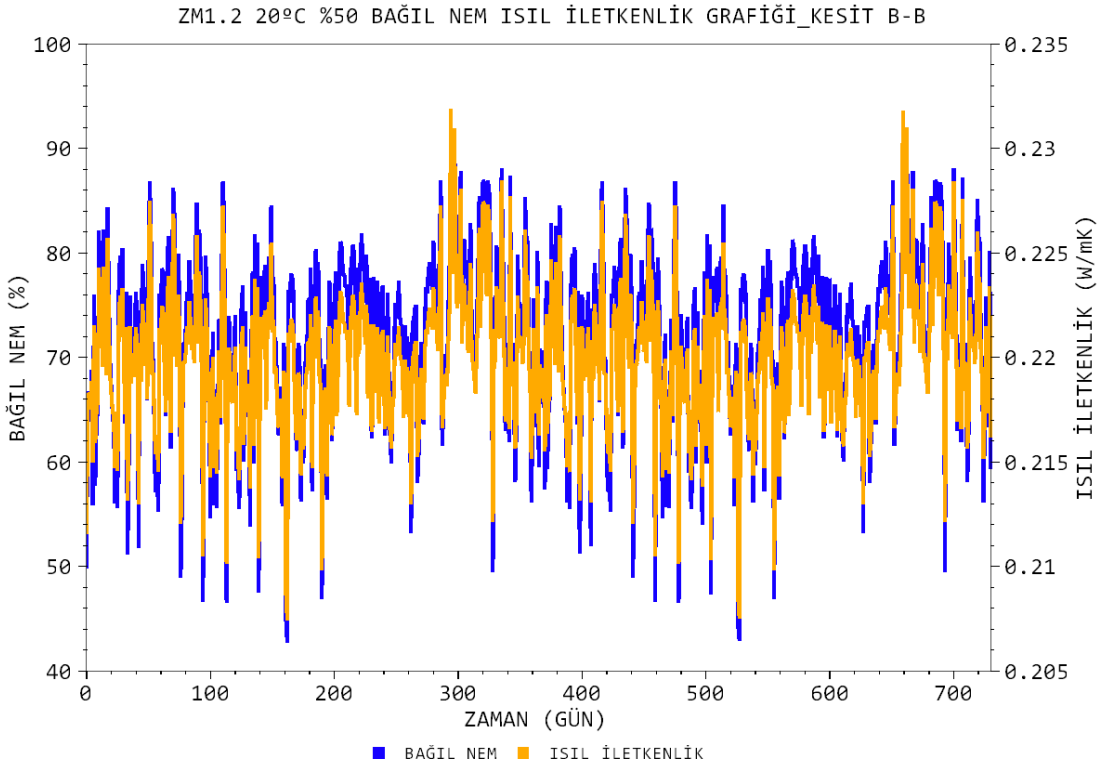
Şekil 5.436 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.437'de ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.438'de ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

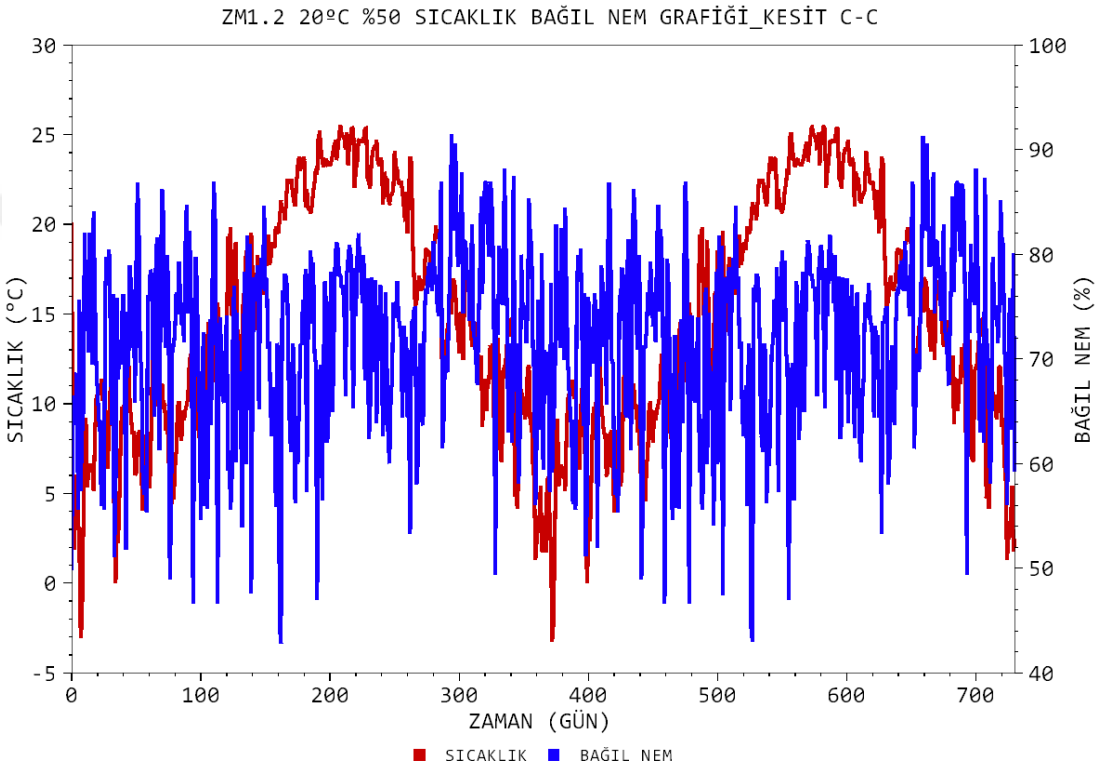


Şekil 5.437 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



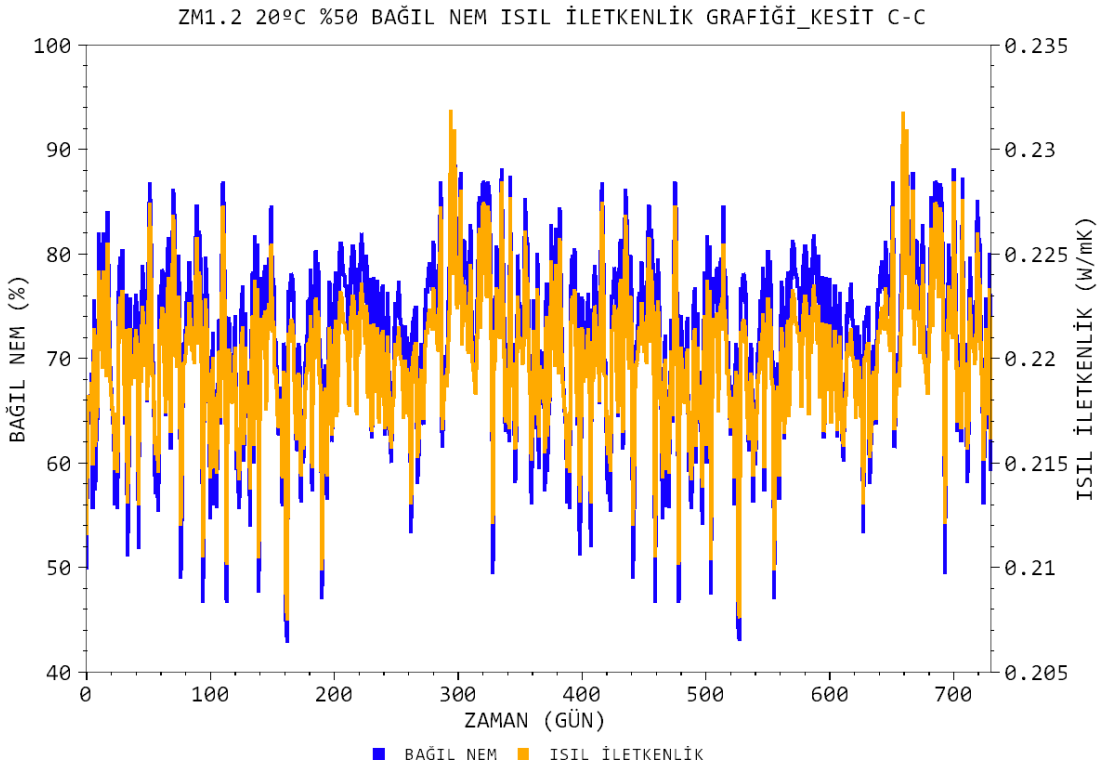
Şekil 5.438 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.439'da ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.439 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

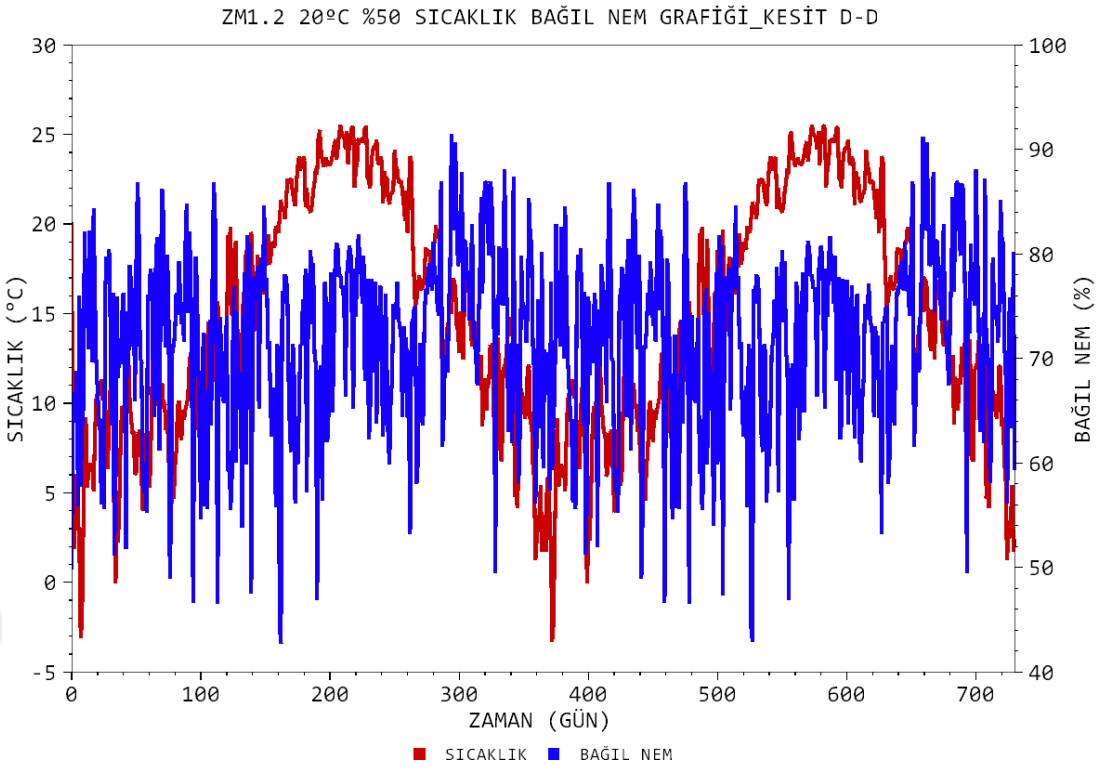
Şekil 5.440'ta ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



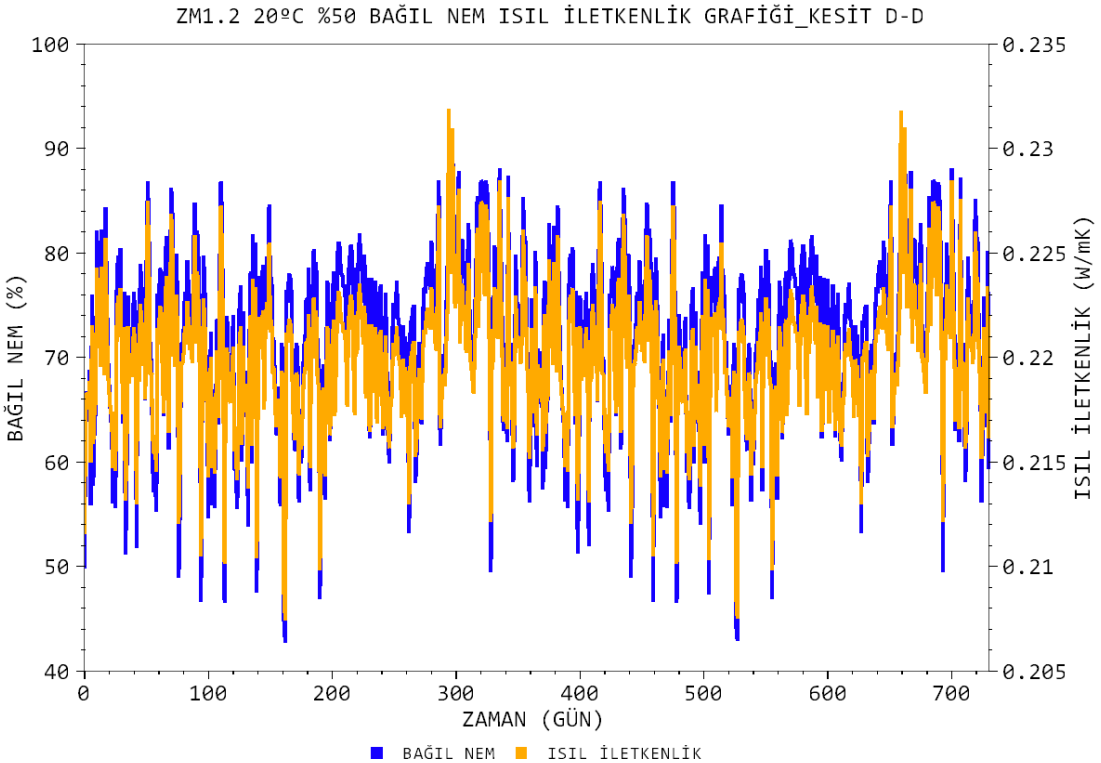
Şekil 5.440 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.441'de ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %55-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.442'de ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

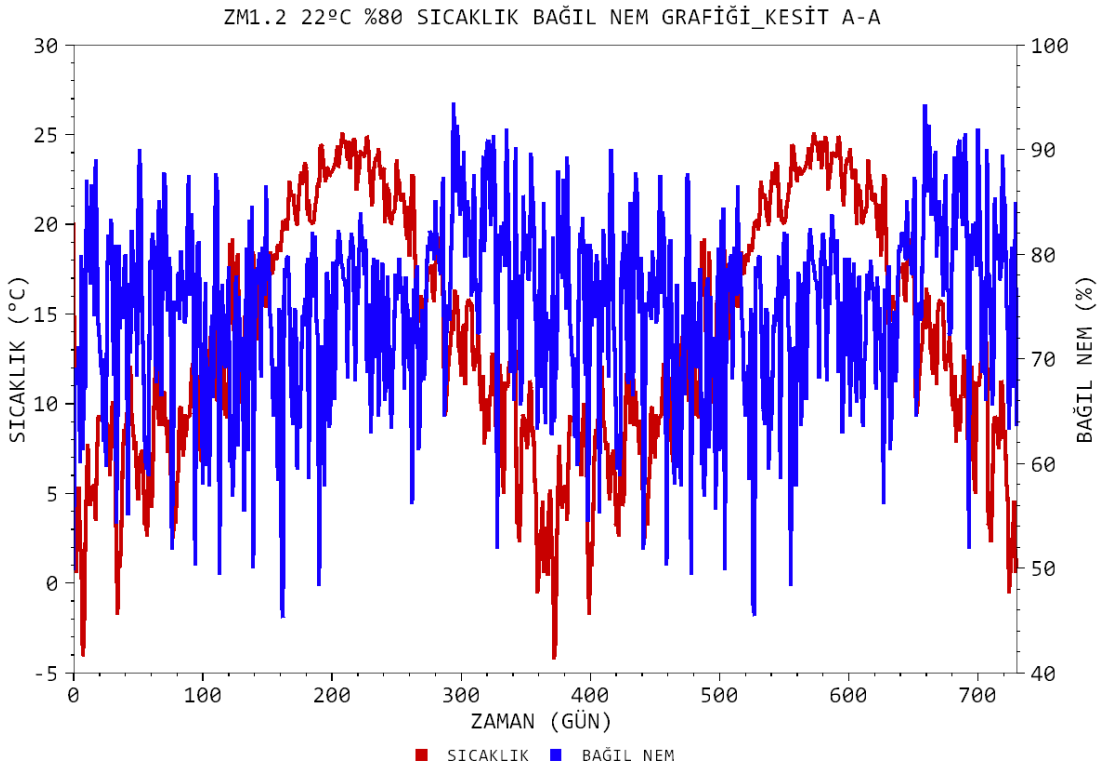


Şekil 5.441 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



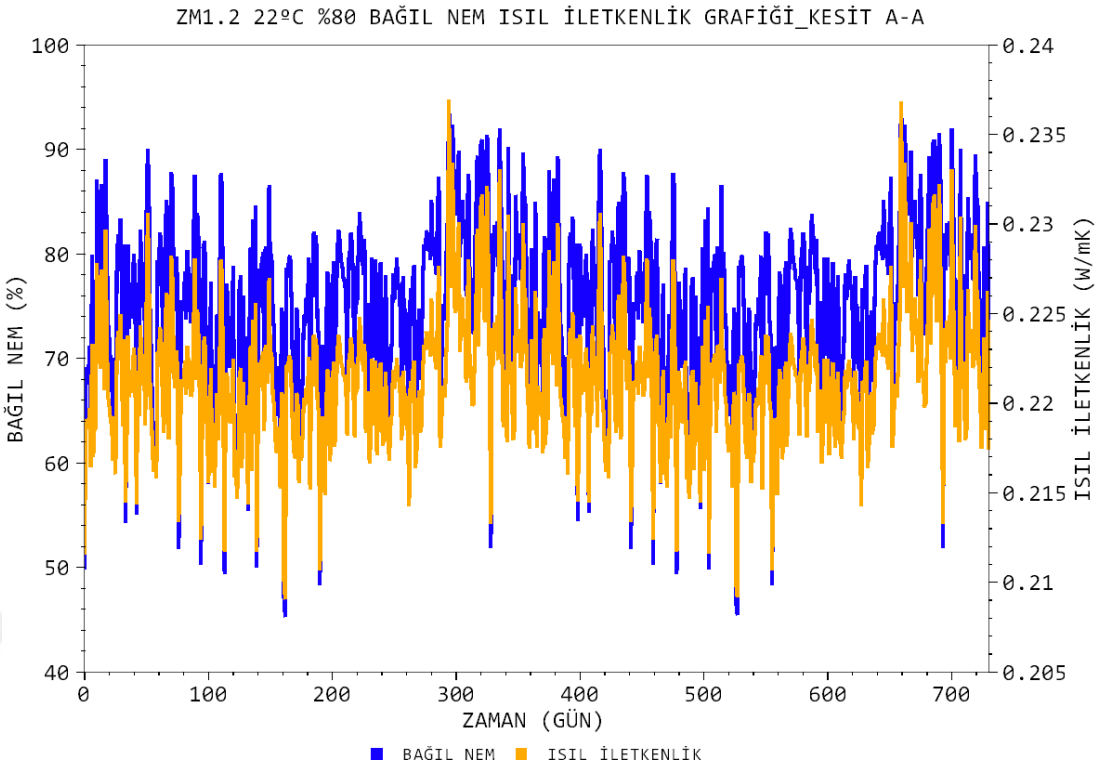
Şekil 5.442 : ZM1.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.443'te ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %45-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.443 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

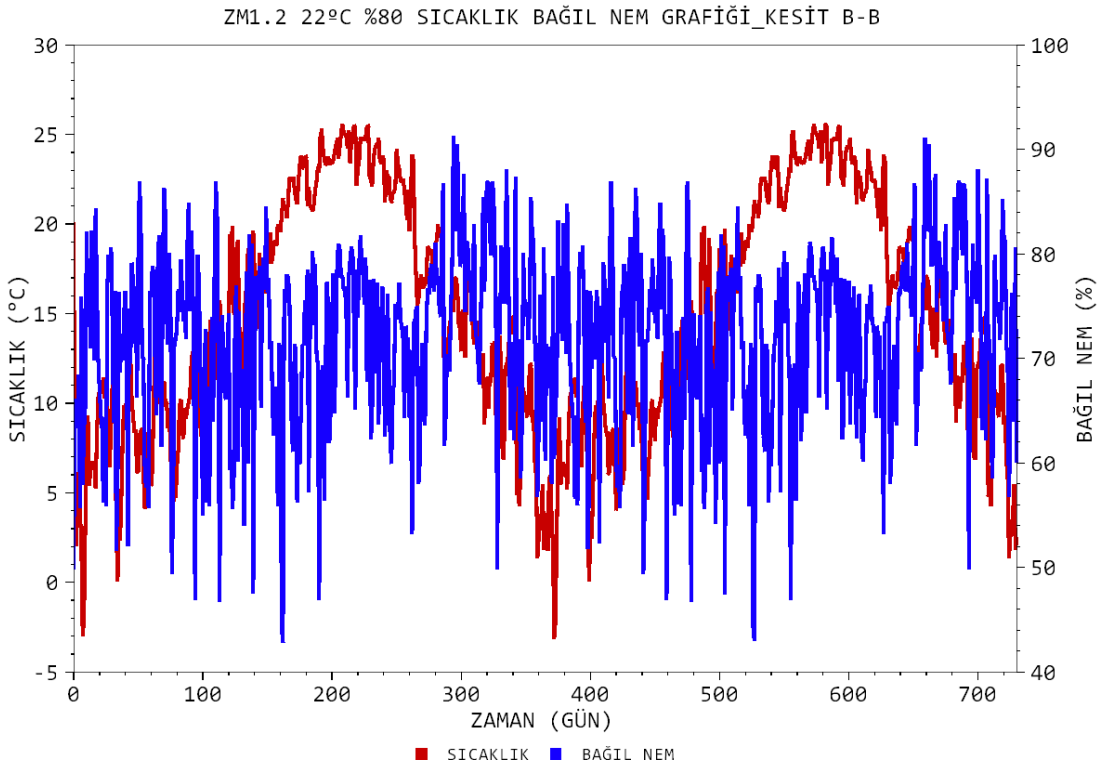
Şekil 5.444'te ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.209 ile 0.237 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



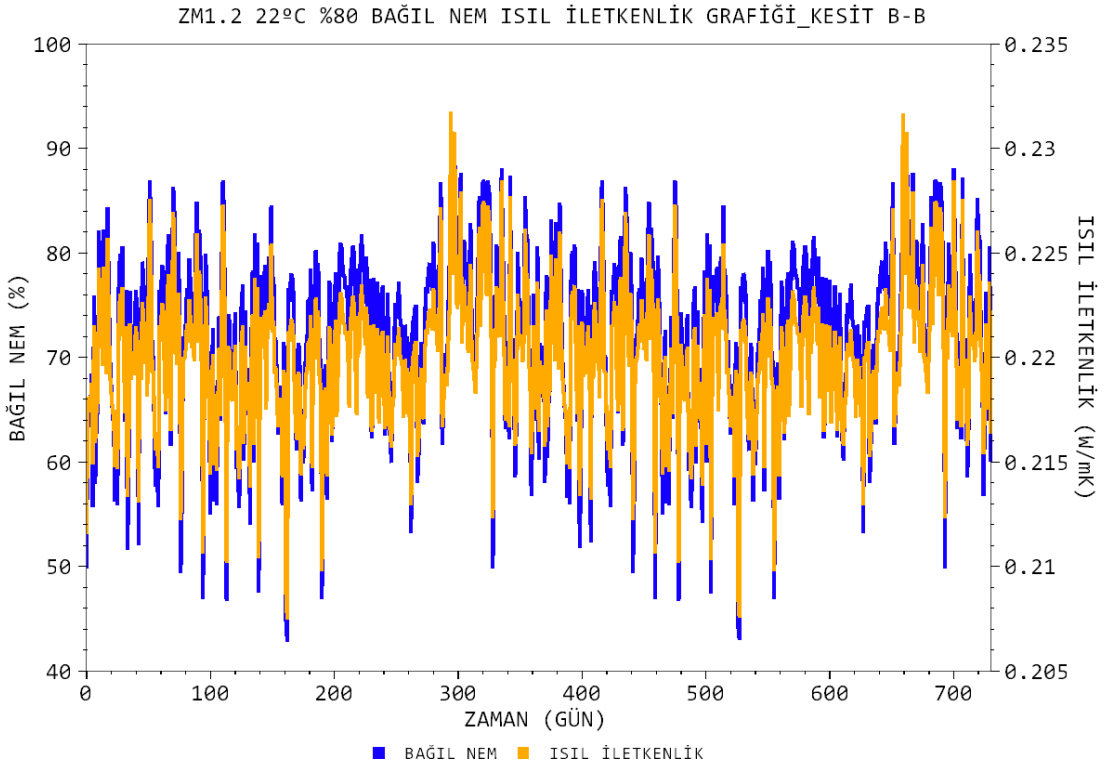
Şekil 5.444 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.445'te ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-80 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.446'da ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

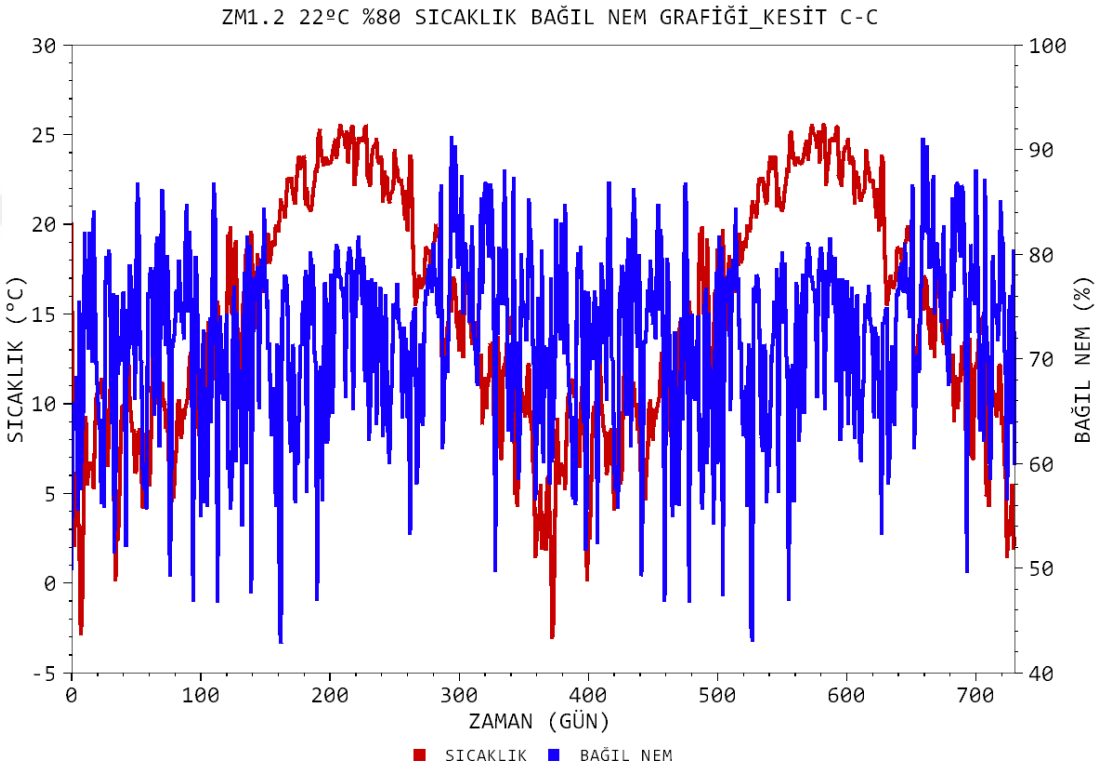


Şekil 5.445 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



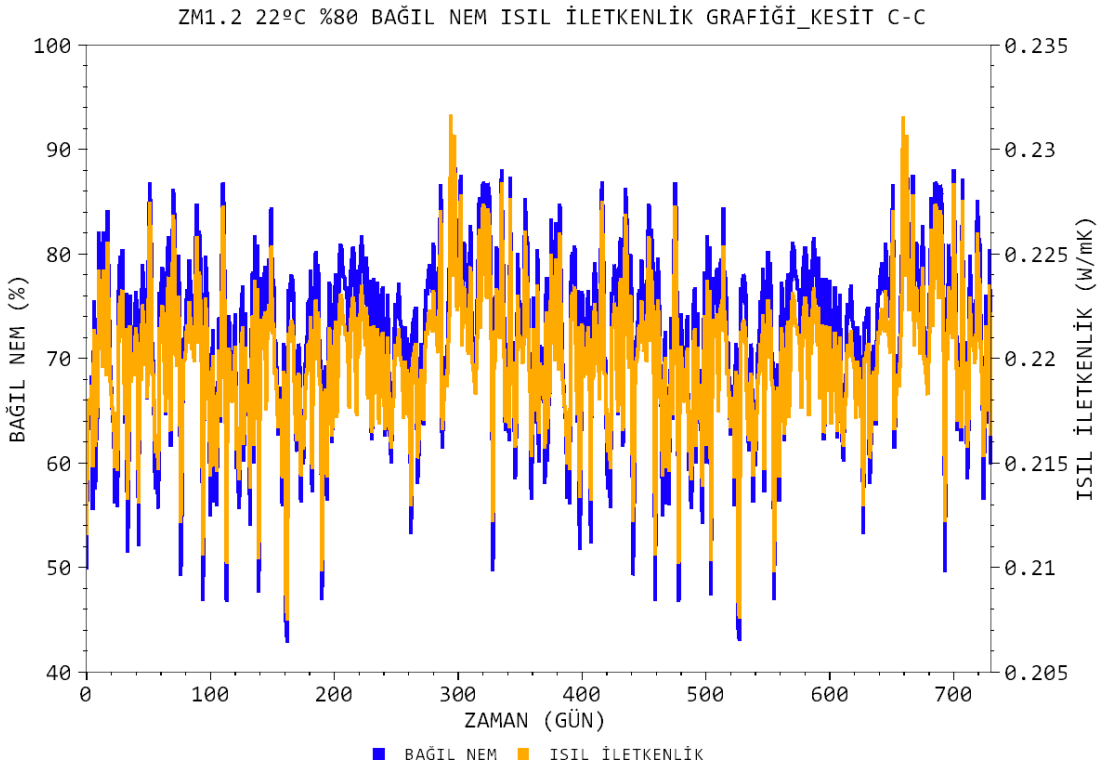
Şekil 5.446 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.447'de ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.447 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

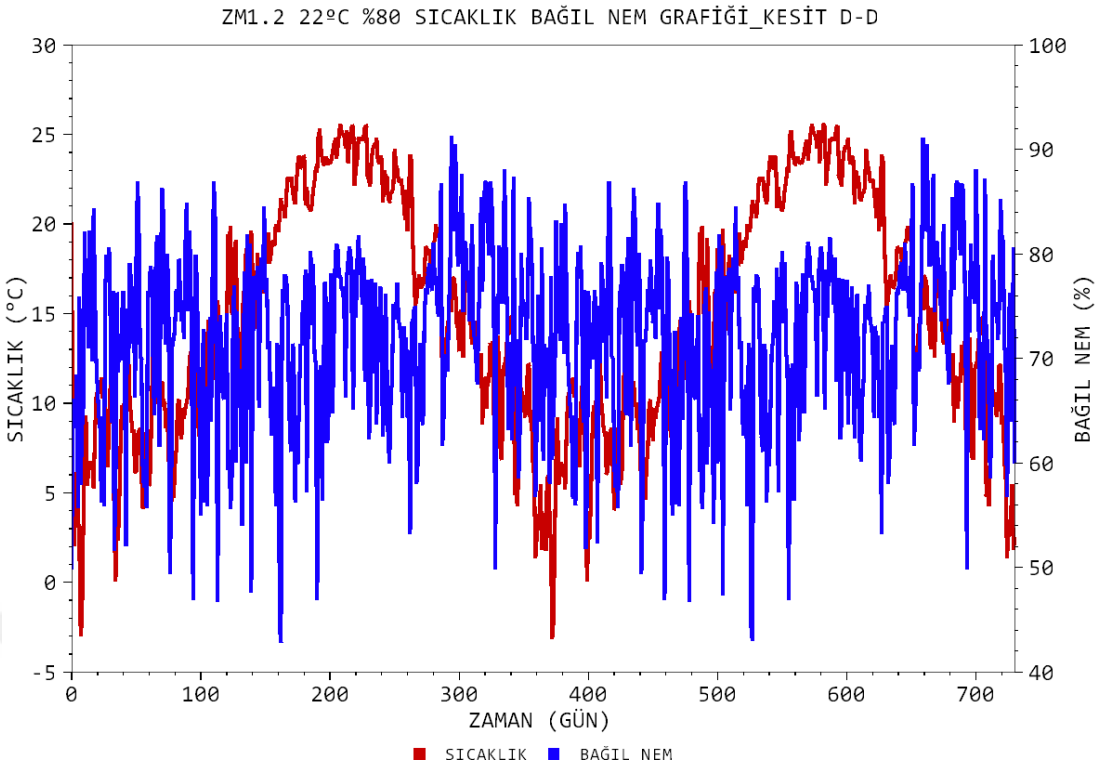
Şekil 5.448'de ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



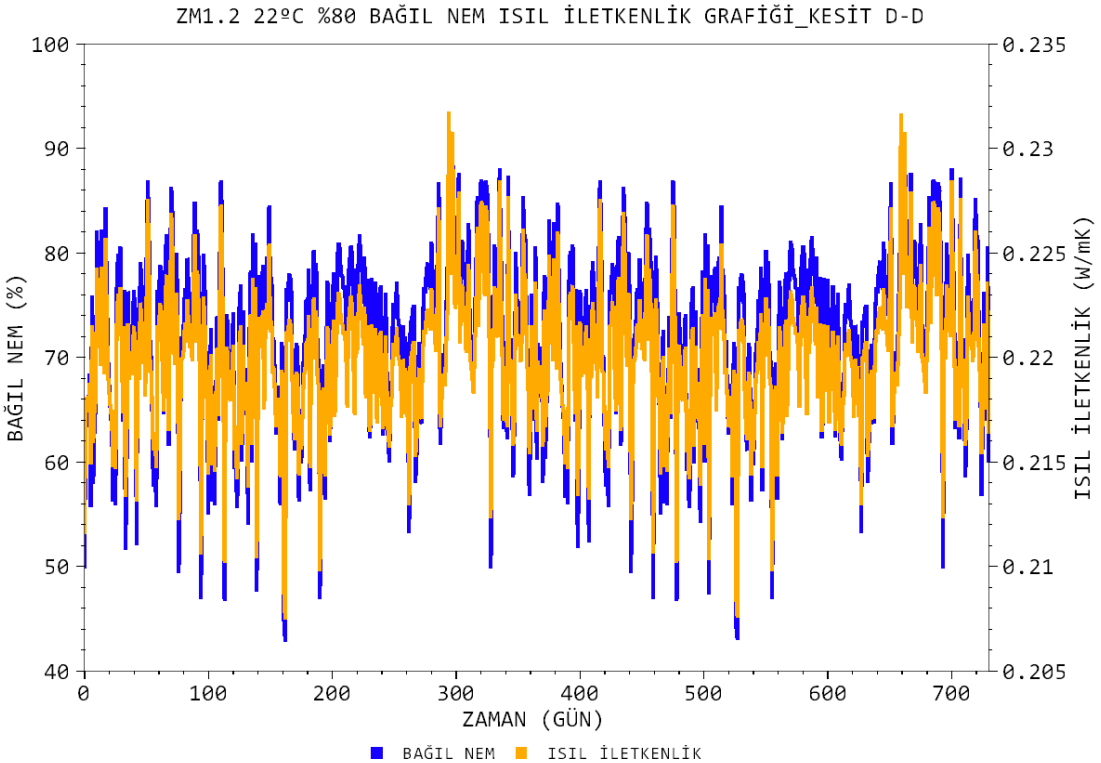
Şekil 5.448 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.449'da ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.450'de ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

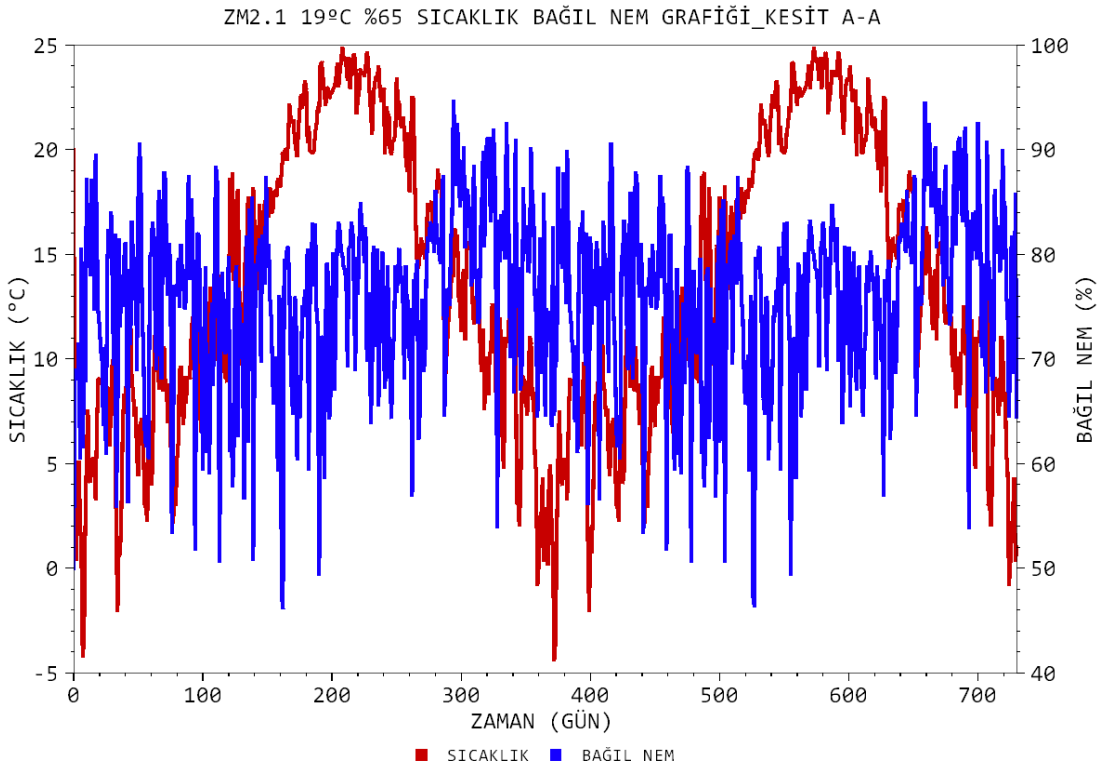


Şekil 5.449 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



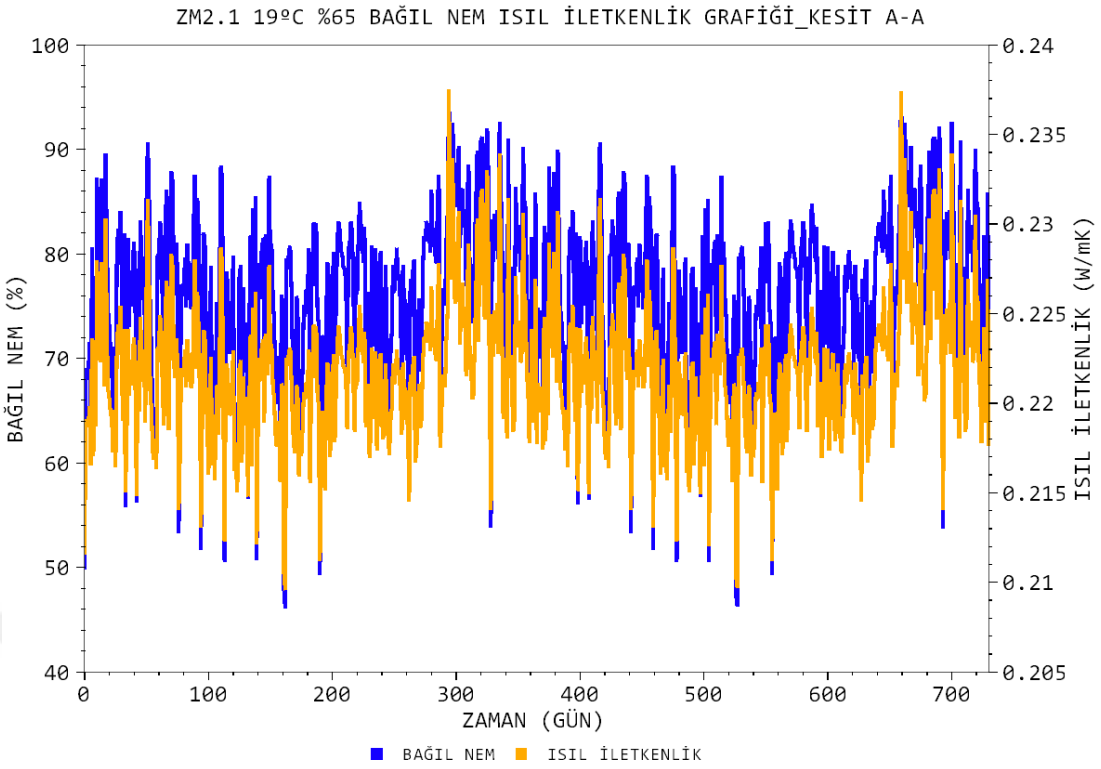
Şekil 5.450 : ZM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.451'de ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 13°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %46-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-24°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.451 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

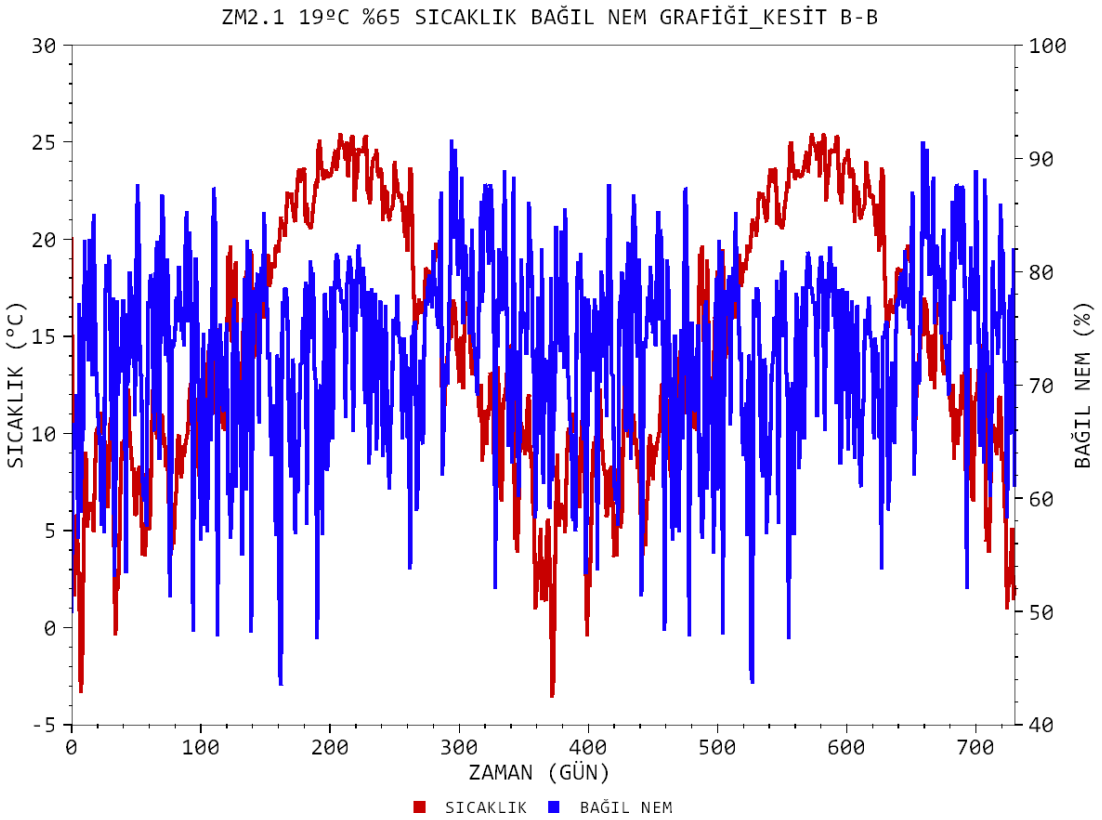
Şekil 5.452'de ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.209 ile 0.238 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



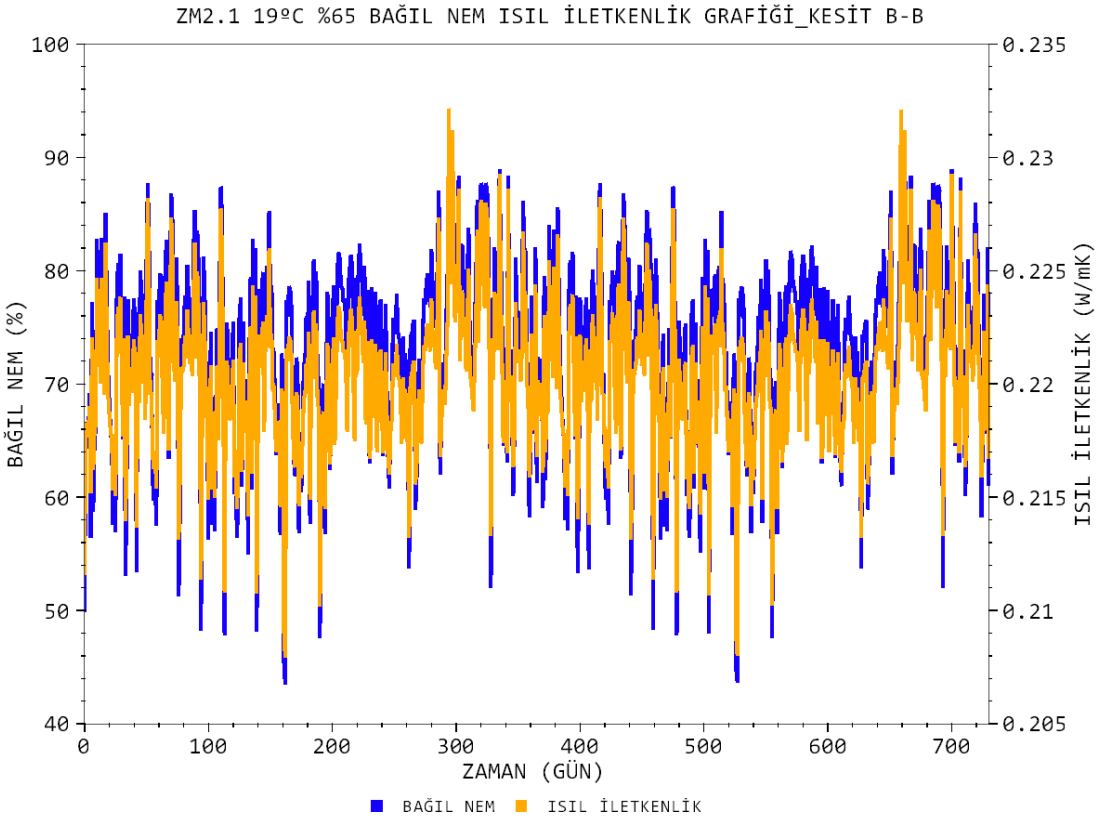
Şekil 5.452 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.453'te ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %53-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.454'te SAM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

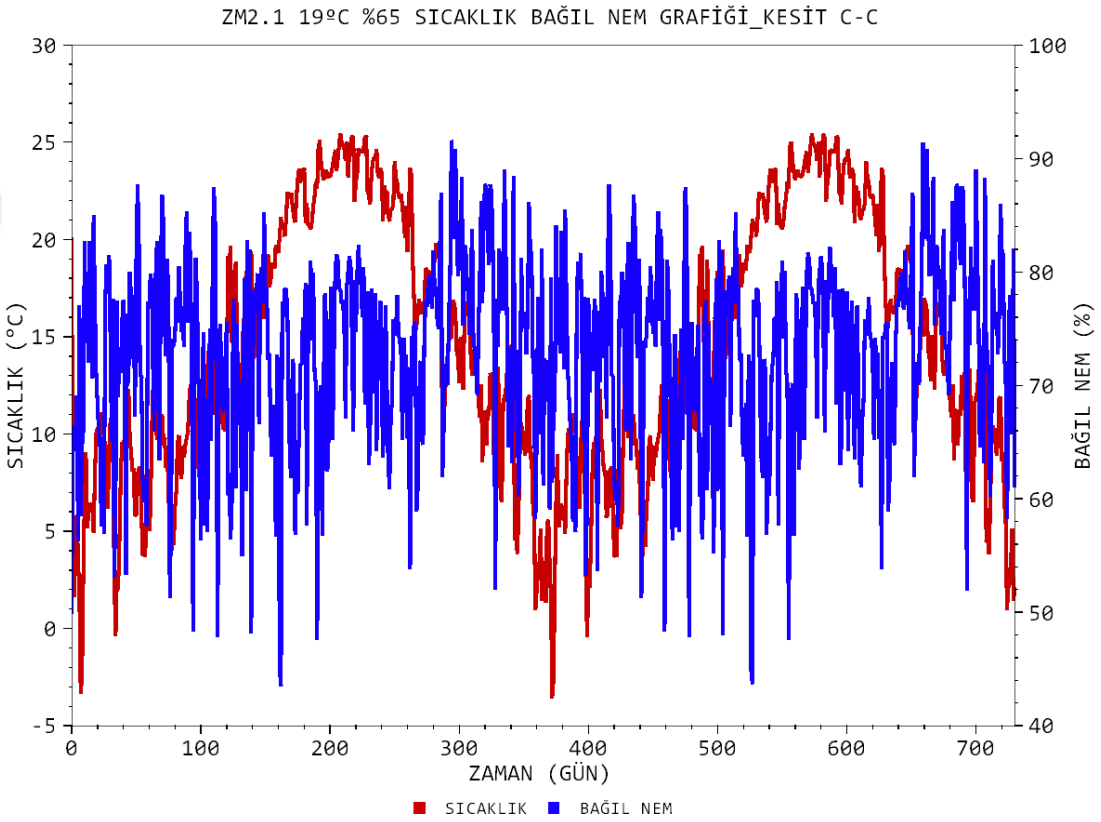


Şekil 5.453 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



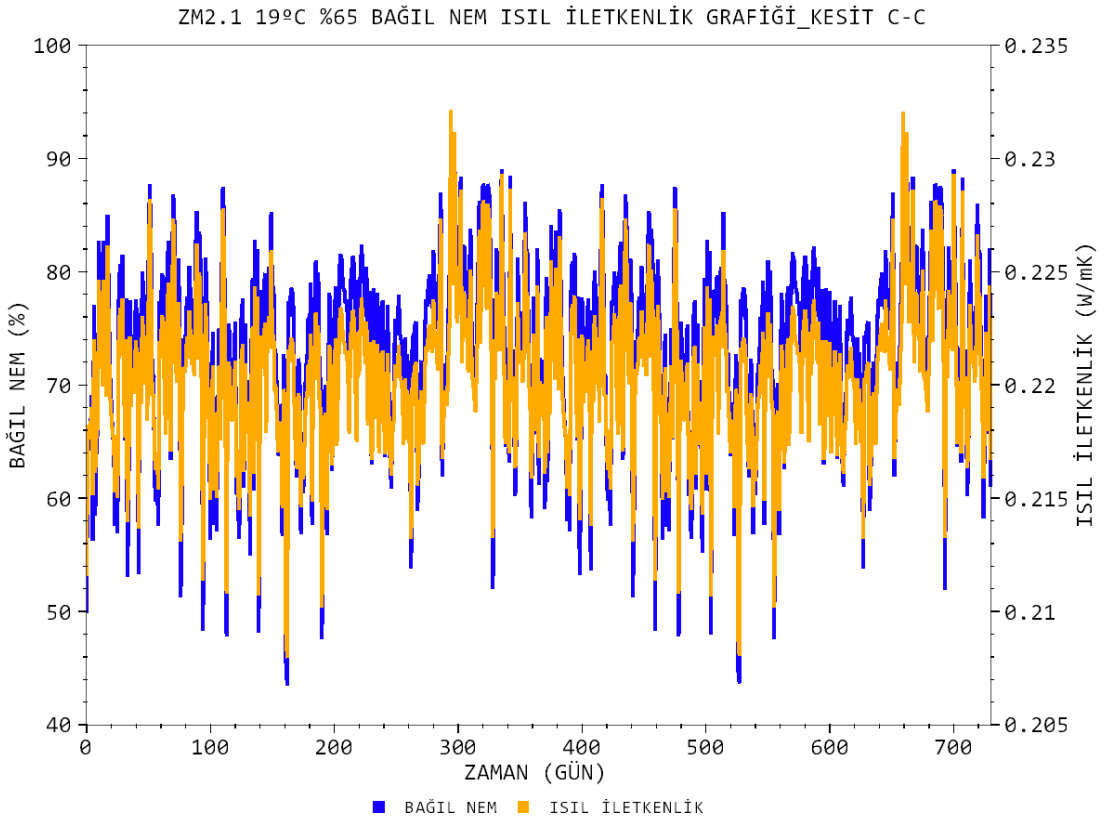
Şekil 5.454 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.455'te ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %53-89 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.455 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

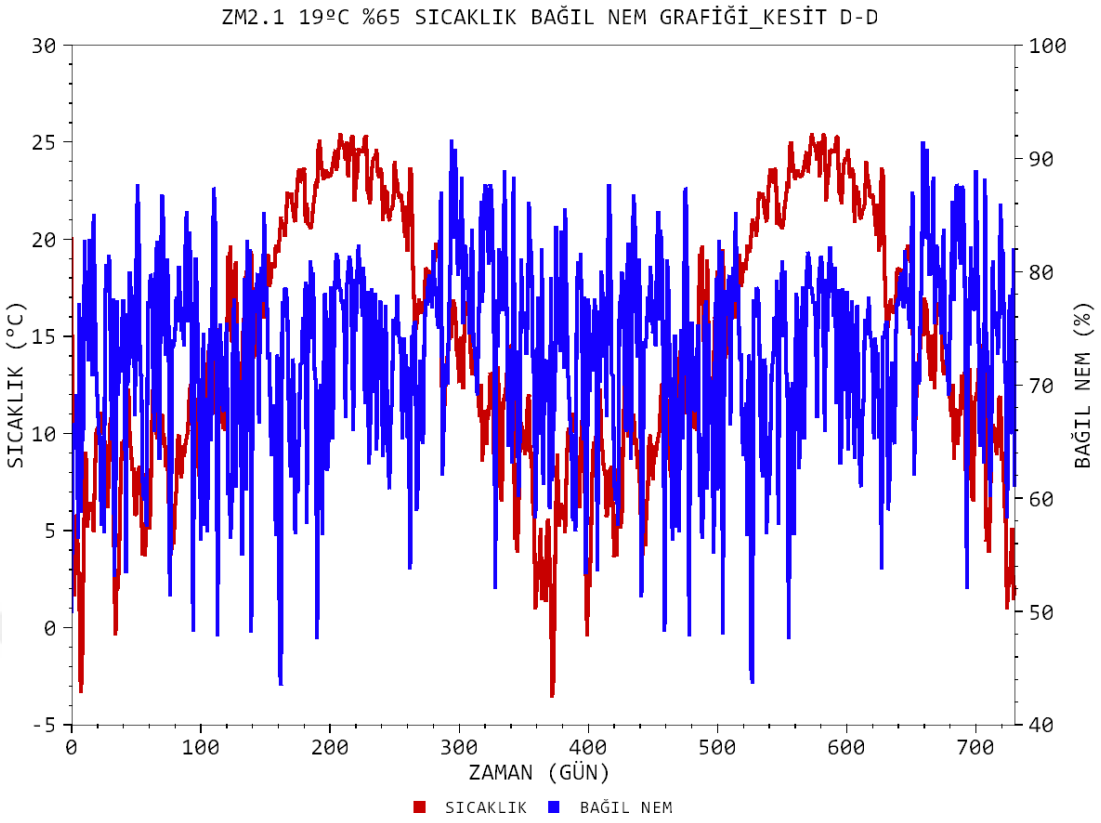
Şekil 5.456'da ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.208 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



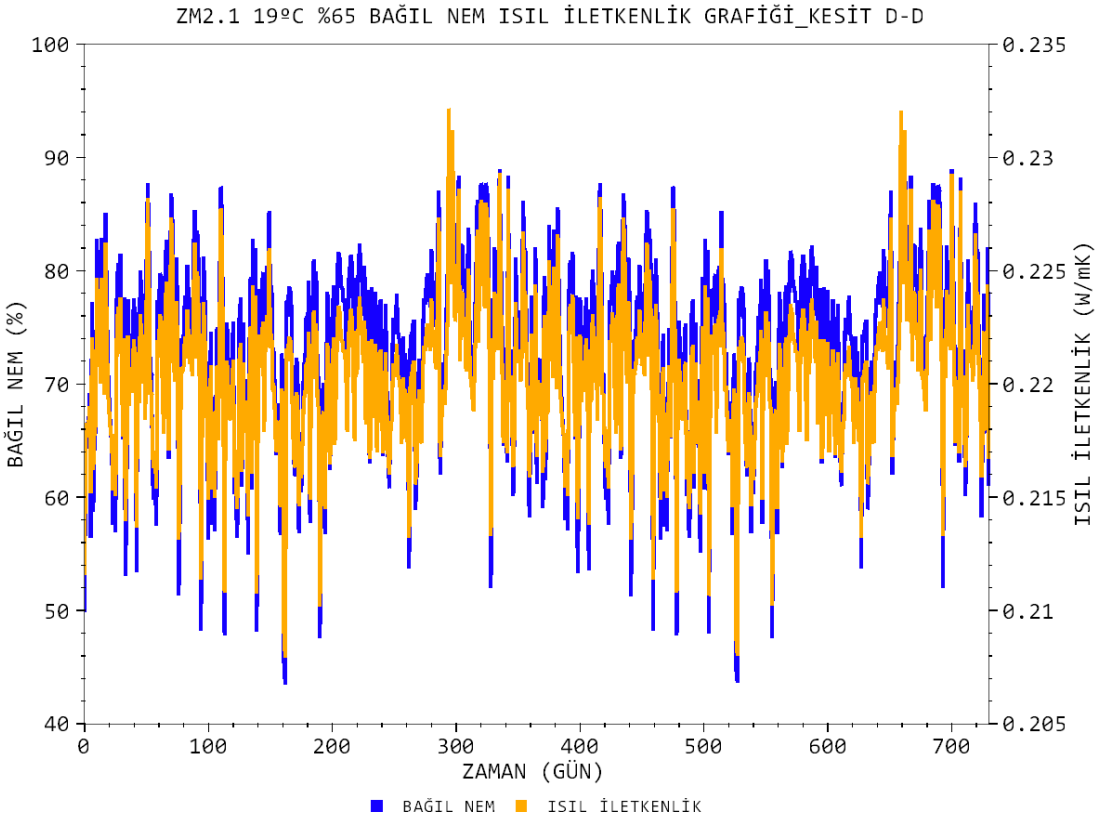
Şekil 5.456 : ZM2.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.457'de ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %53-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-82 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.458'de ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

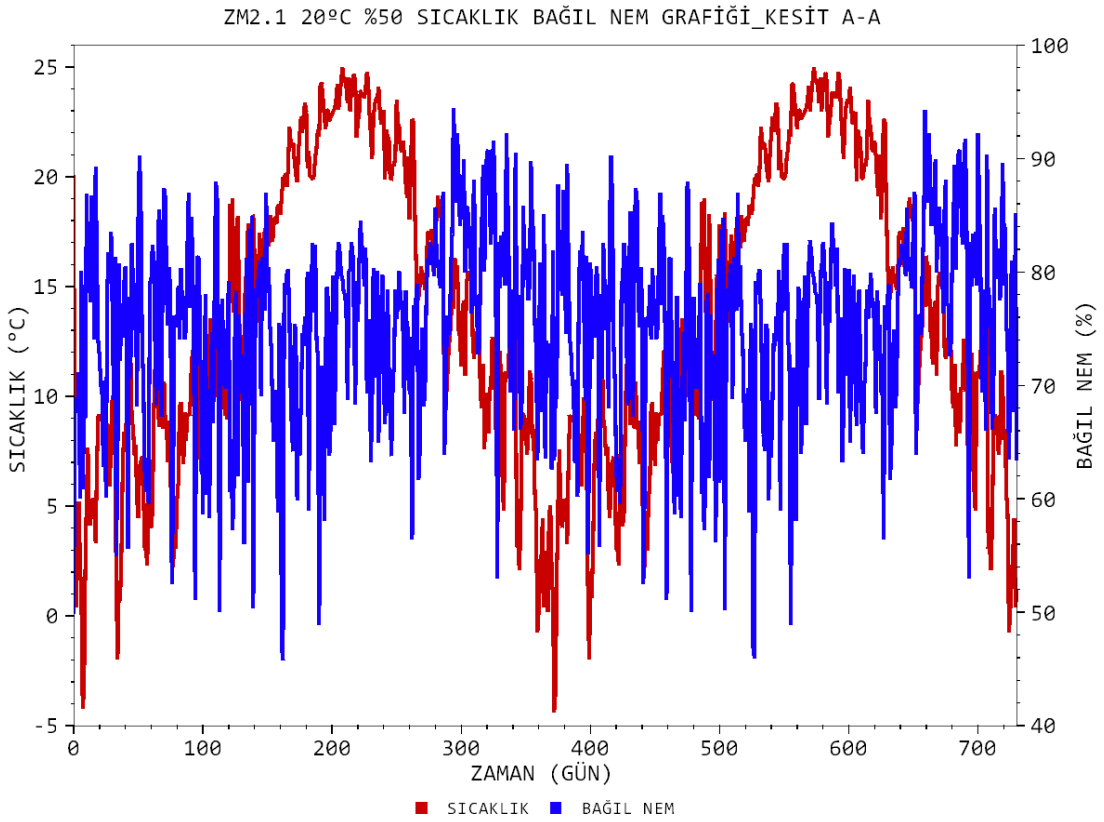


Şekil 5.457 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



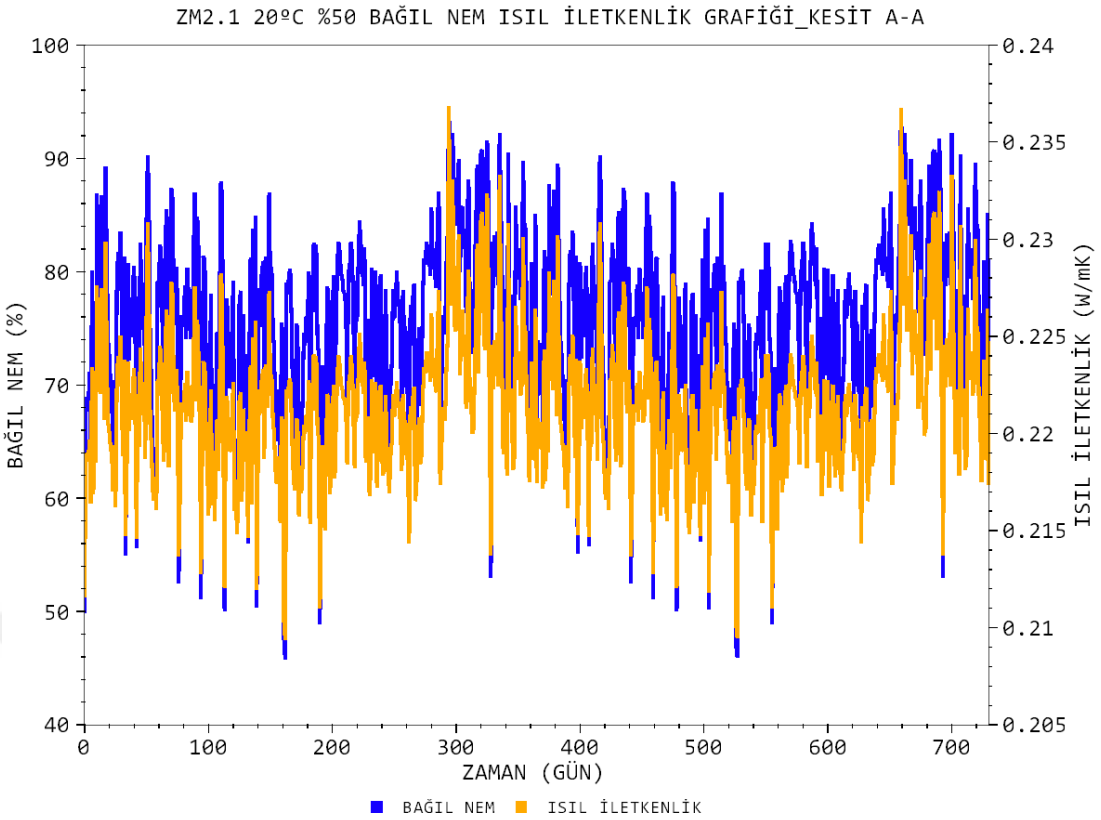
Şekil 5.458 : ZM2.1 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.459'da ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %53-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 13°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %58-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-24°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.459 : ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

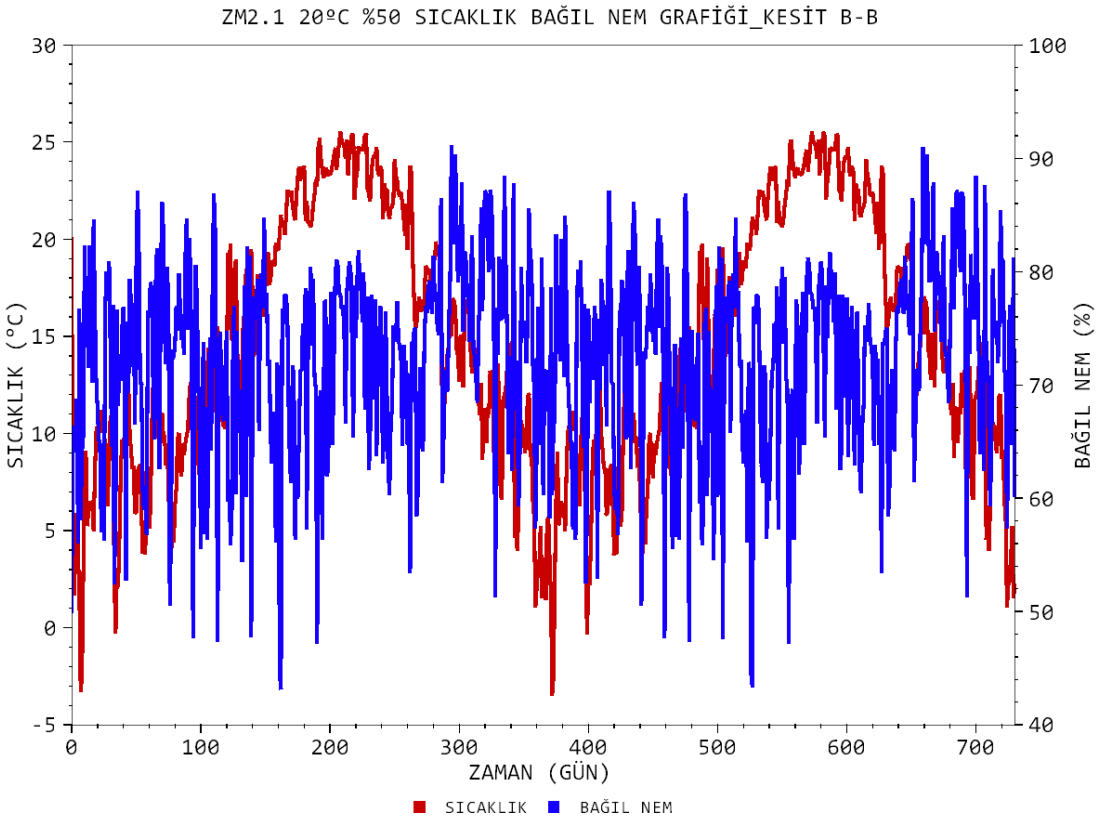
Şekil 5.460'ta ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.209 ile 0.237 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



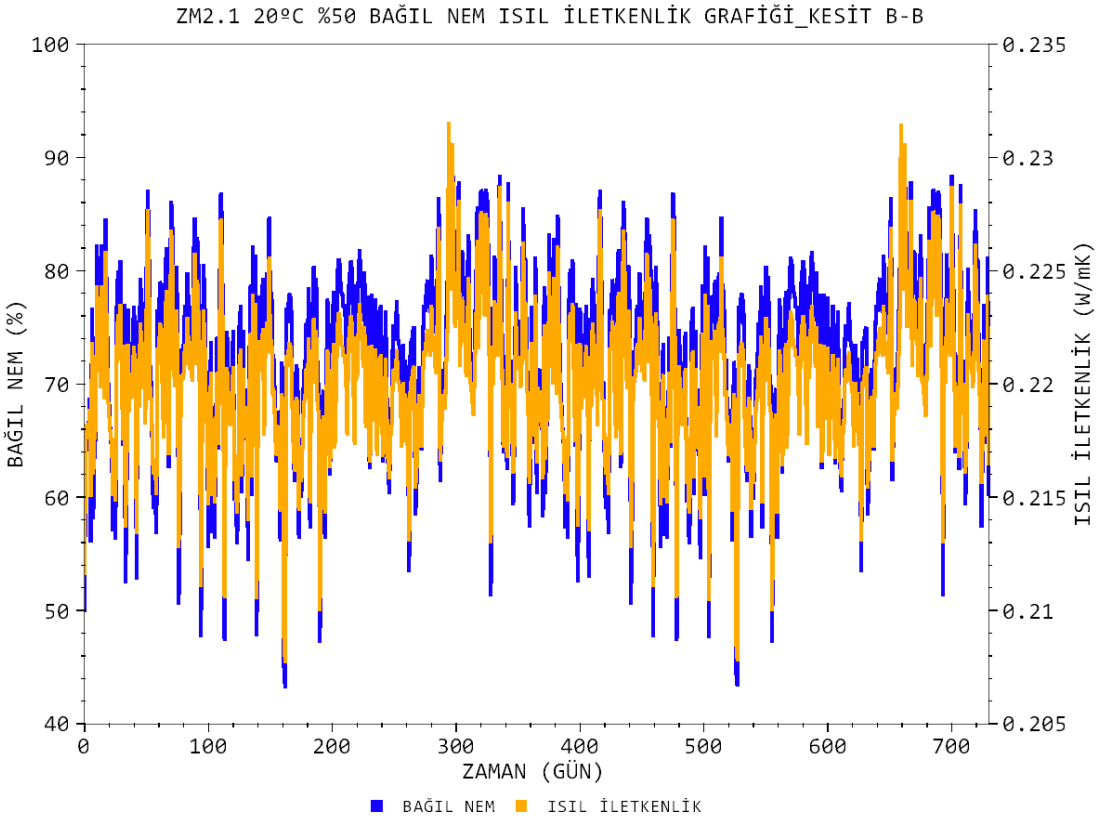
Şekil 5.460 : ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.461'de ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.462'de ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.231 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

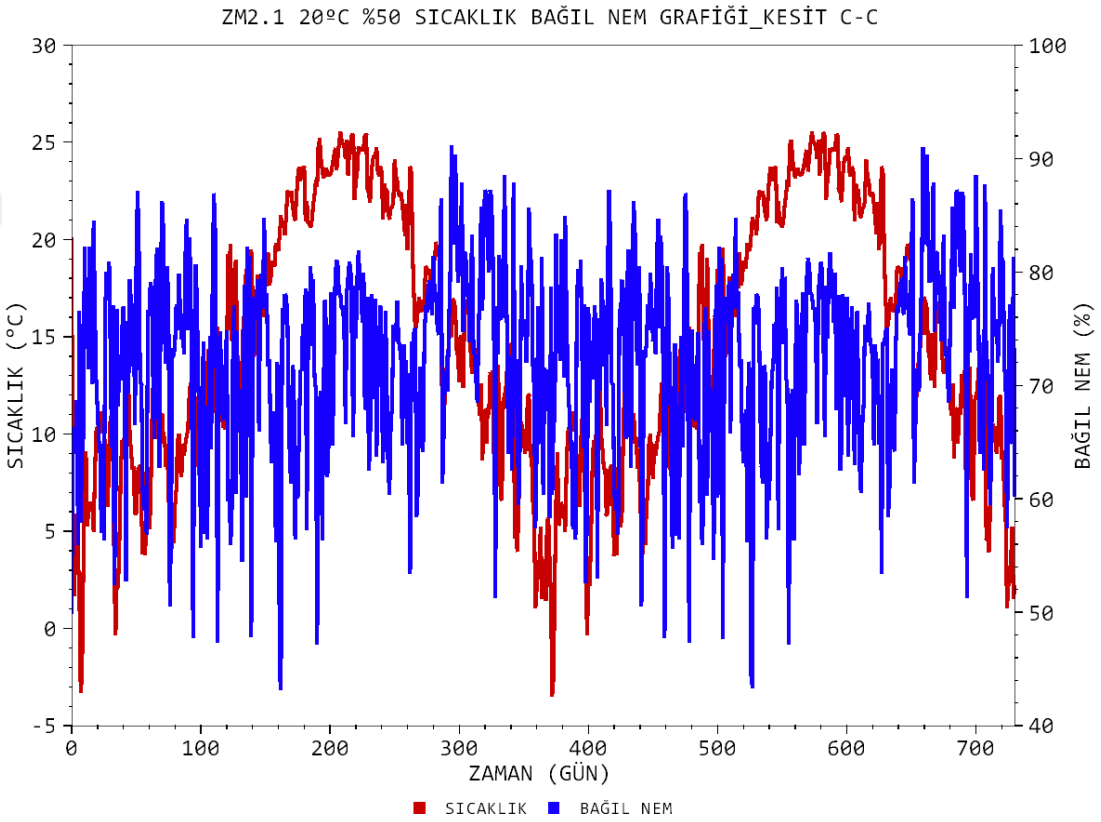


Şekil 5.461 : ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



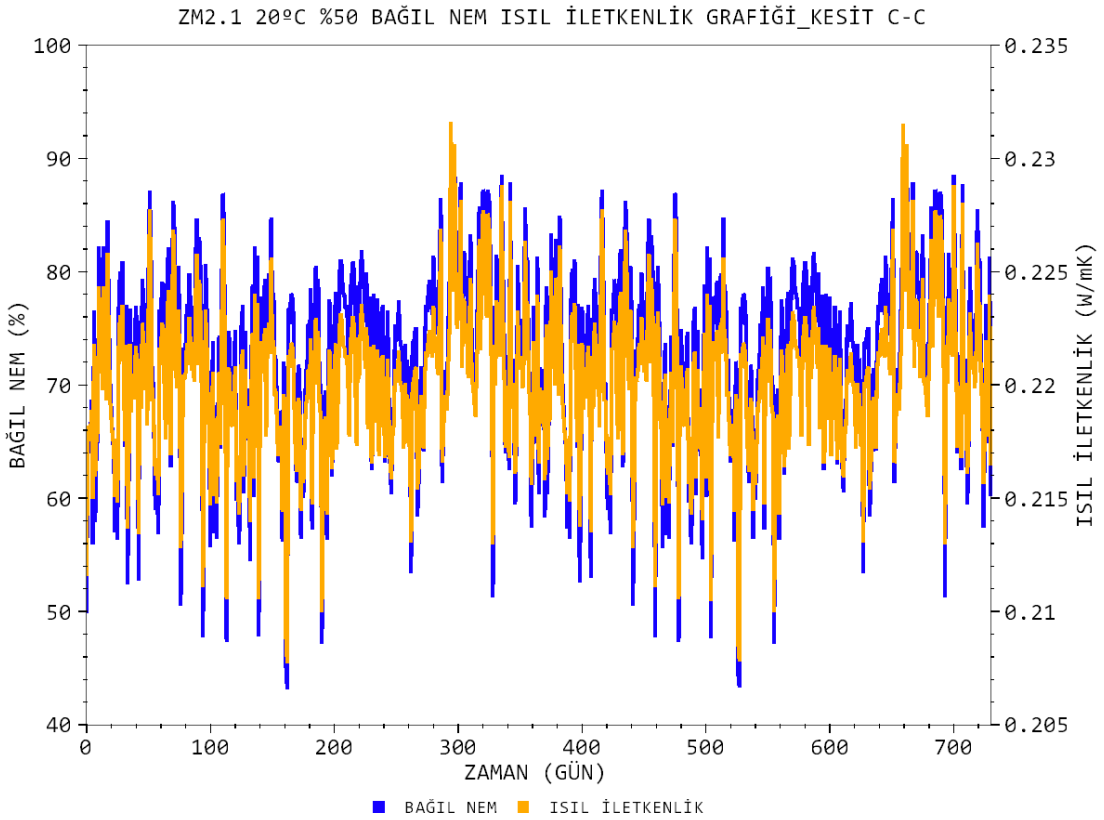
Şekil 5.462 : ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.463'te ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.463 : ZM1.1. 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

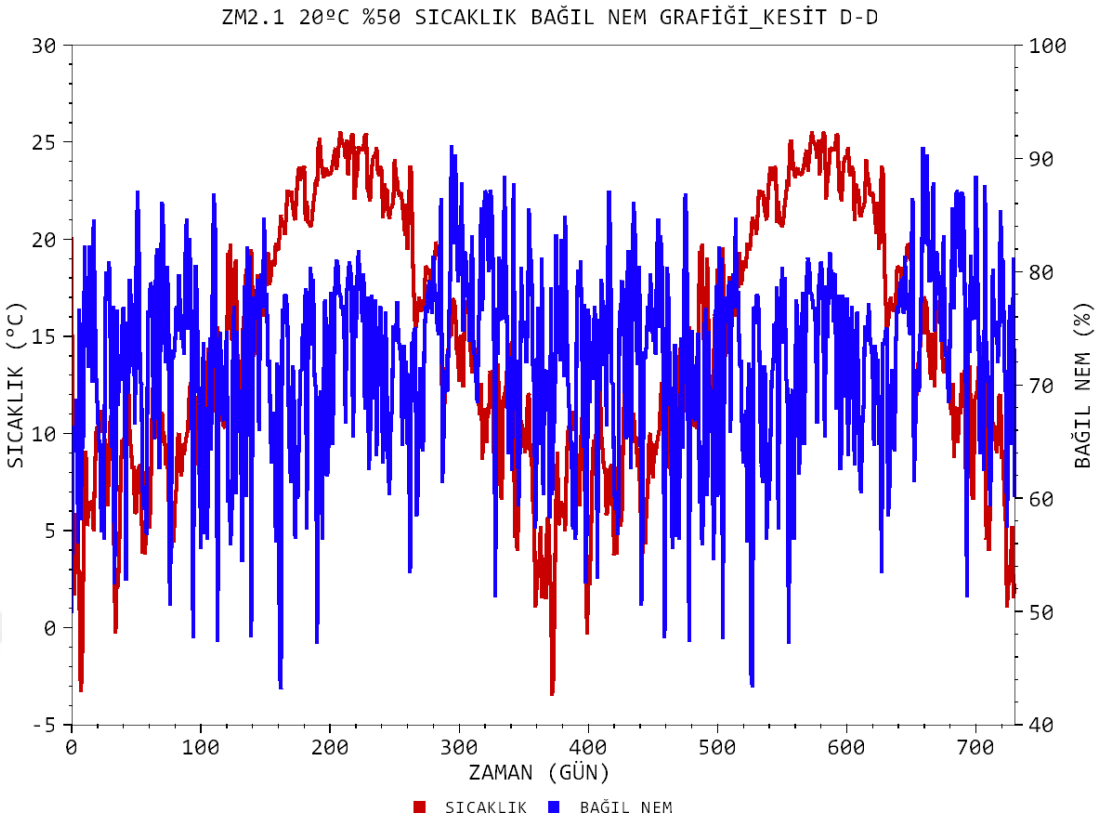
Şekil 5.464'te ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.231 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



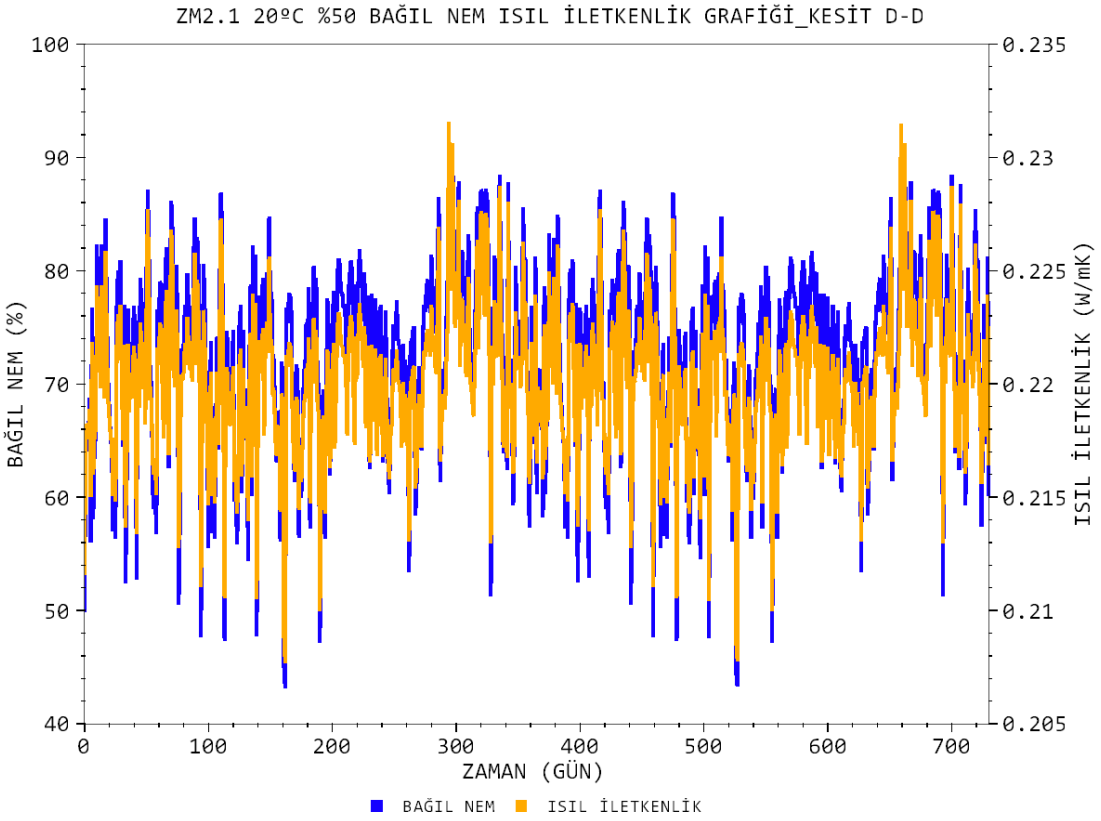
Şekil 5.464 ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.465'te ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.466'da ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.231 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

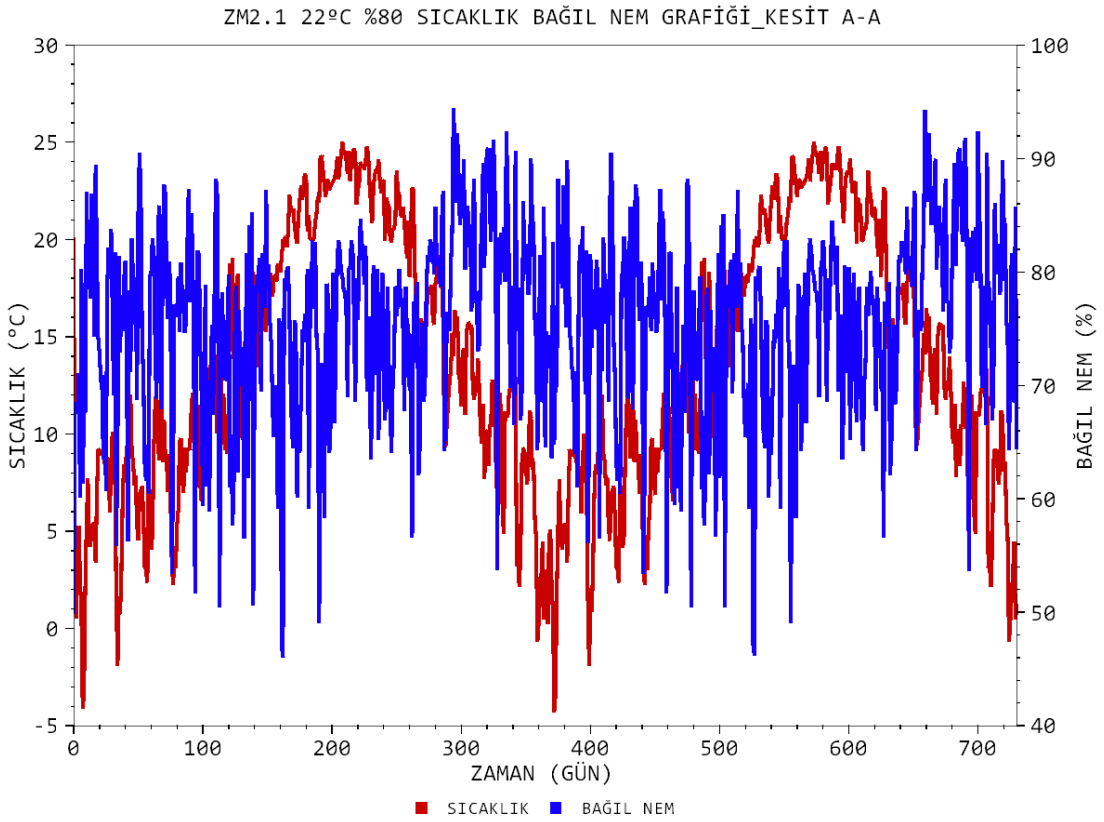


Şekil 5.465 : ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



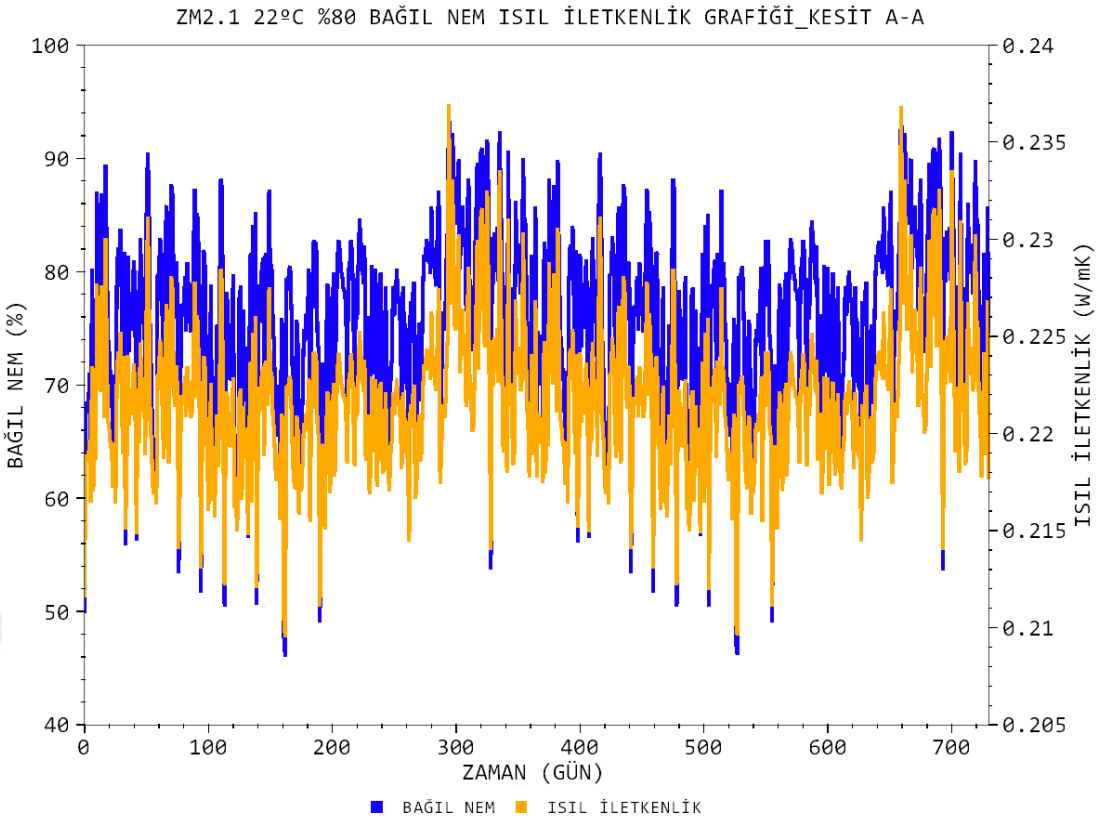
Şekil 5.466 : ZM2.1 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.467'de ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %56-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 13°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %46-84 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.467 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

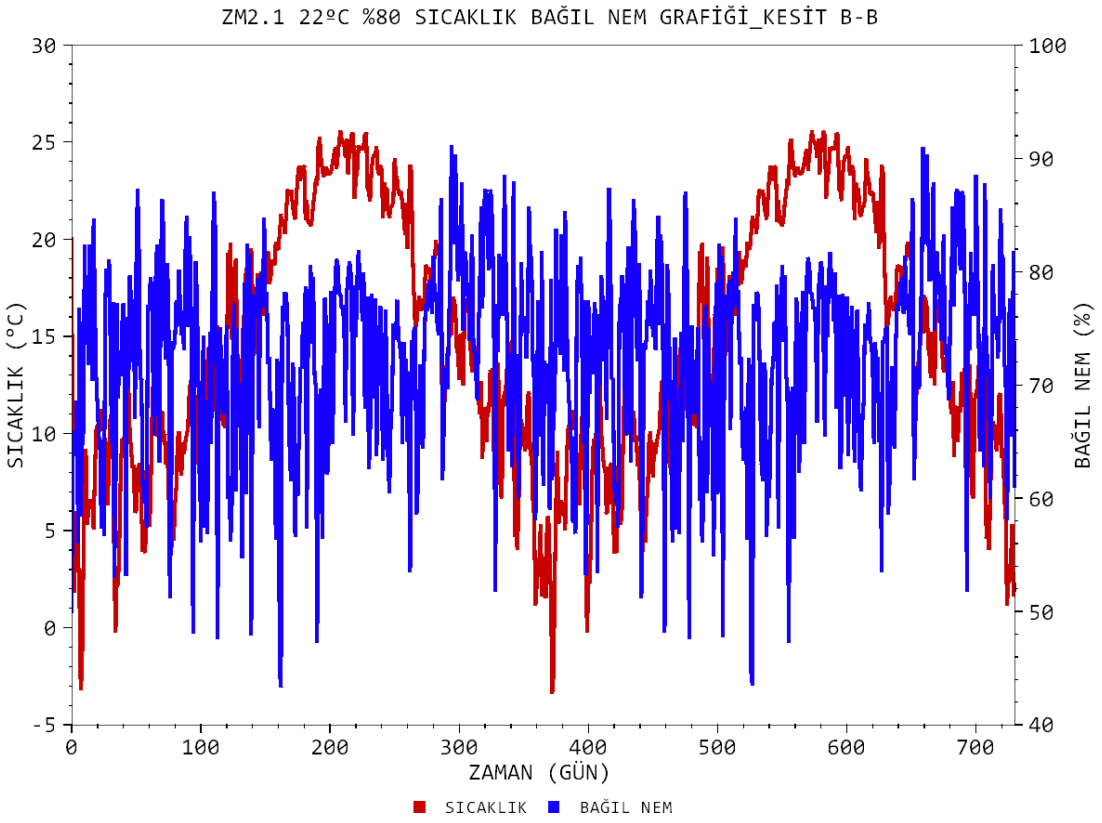
Şekil 5.468'de ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.209 ile 0.237 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



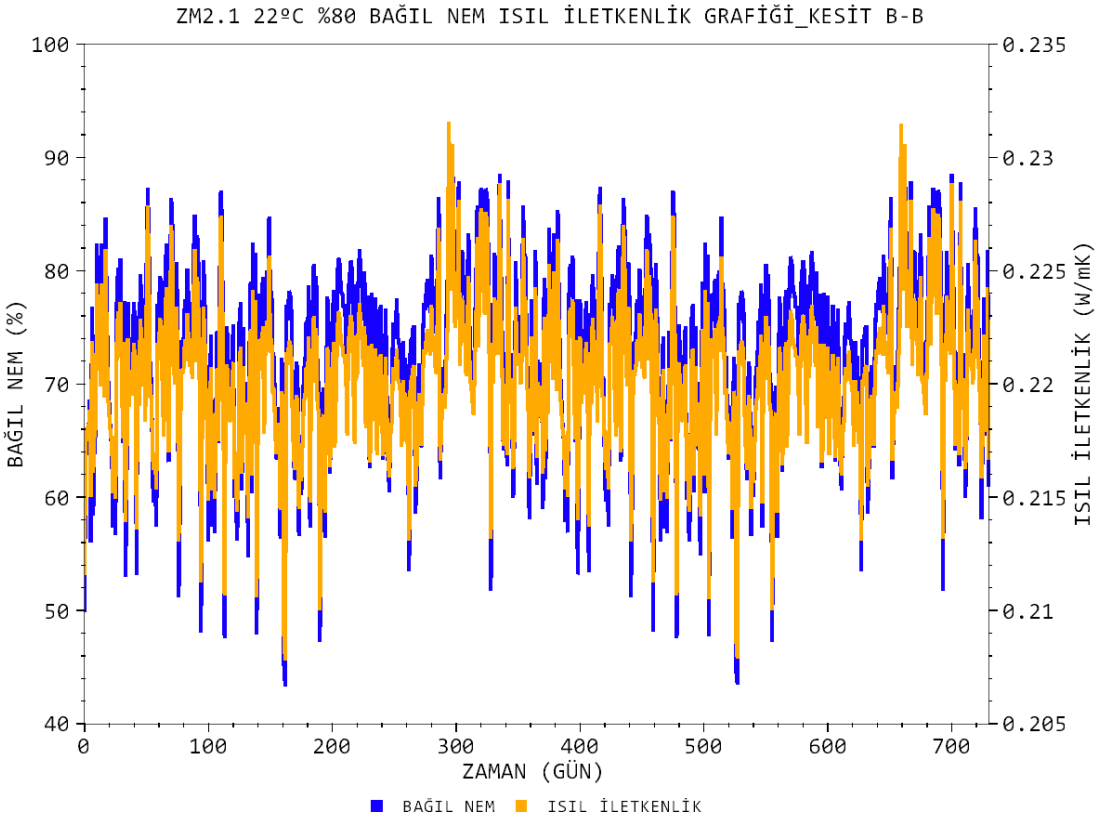
Şekil 5.468 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.469'da ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %53-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.470'de ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

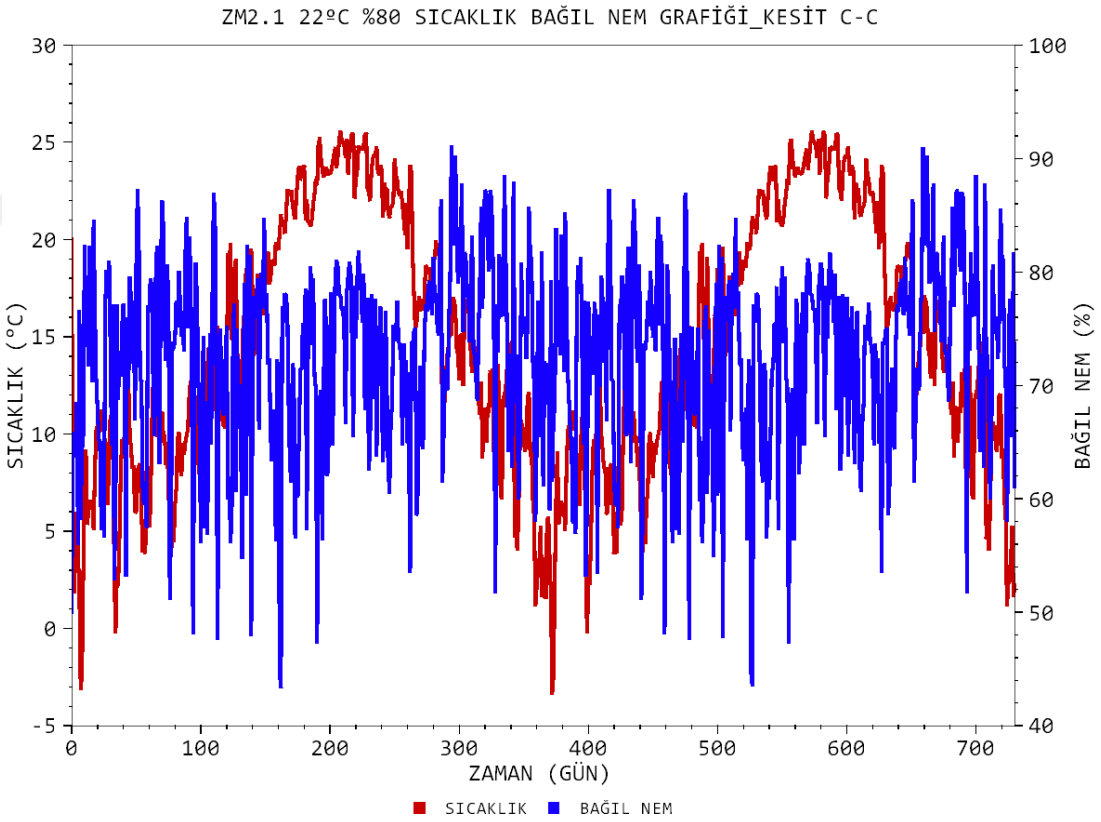


Şekil 5.469 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



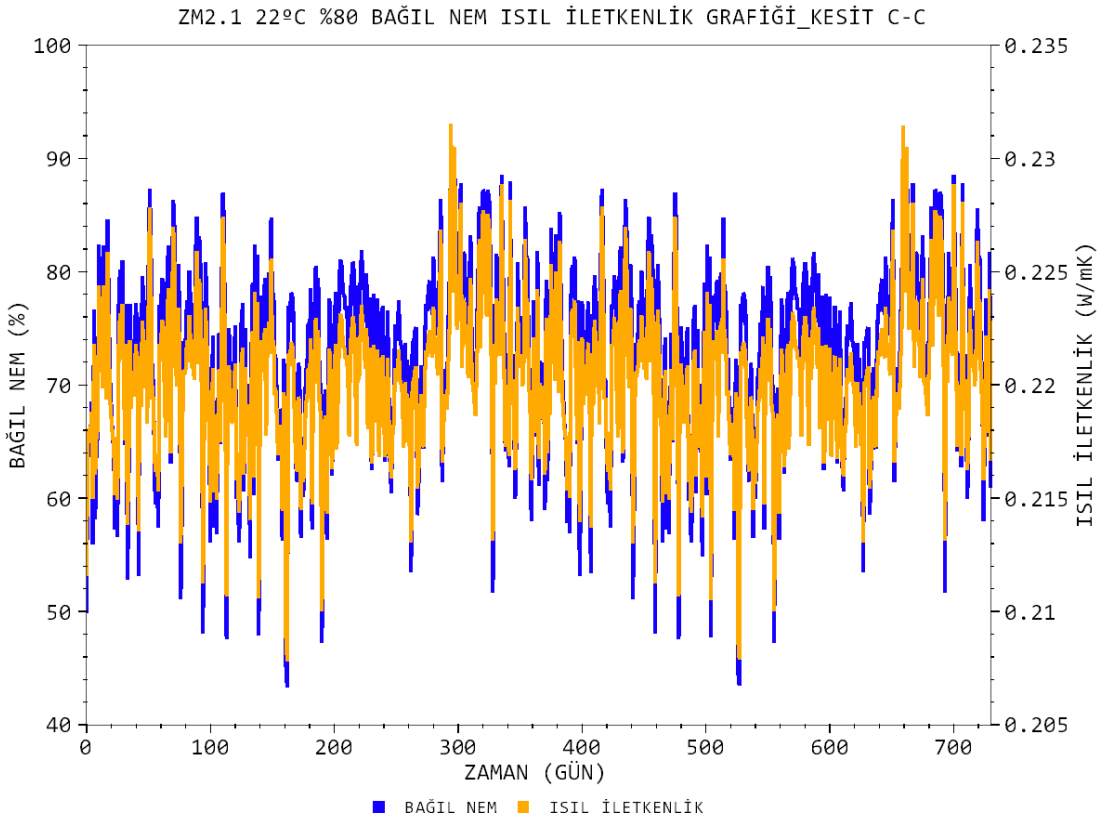
Şekil 5.470 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.471'de ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %53-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.471 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

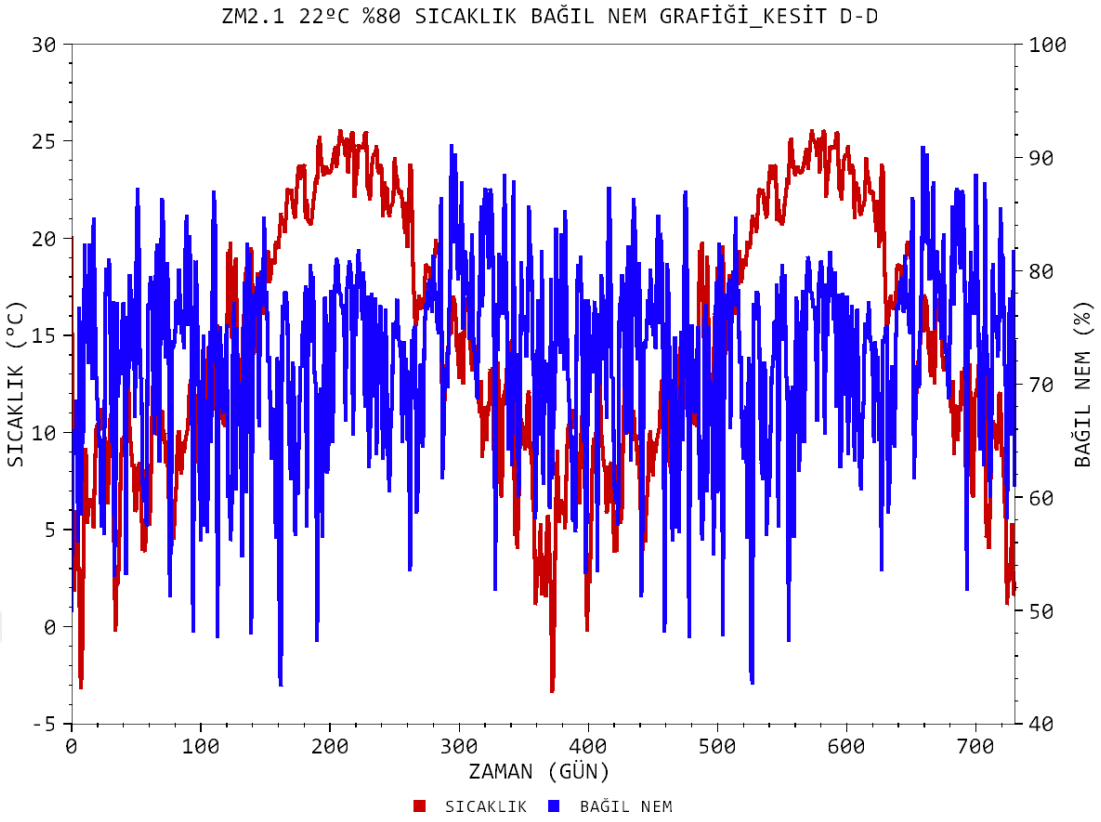
Şekil 5.472'de ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



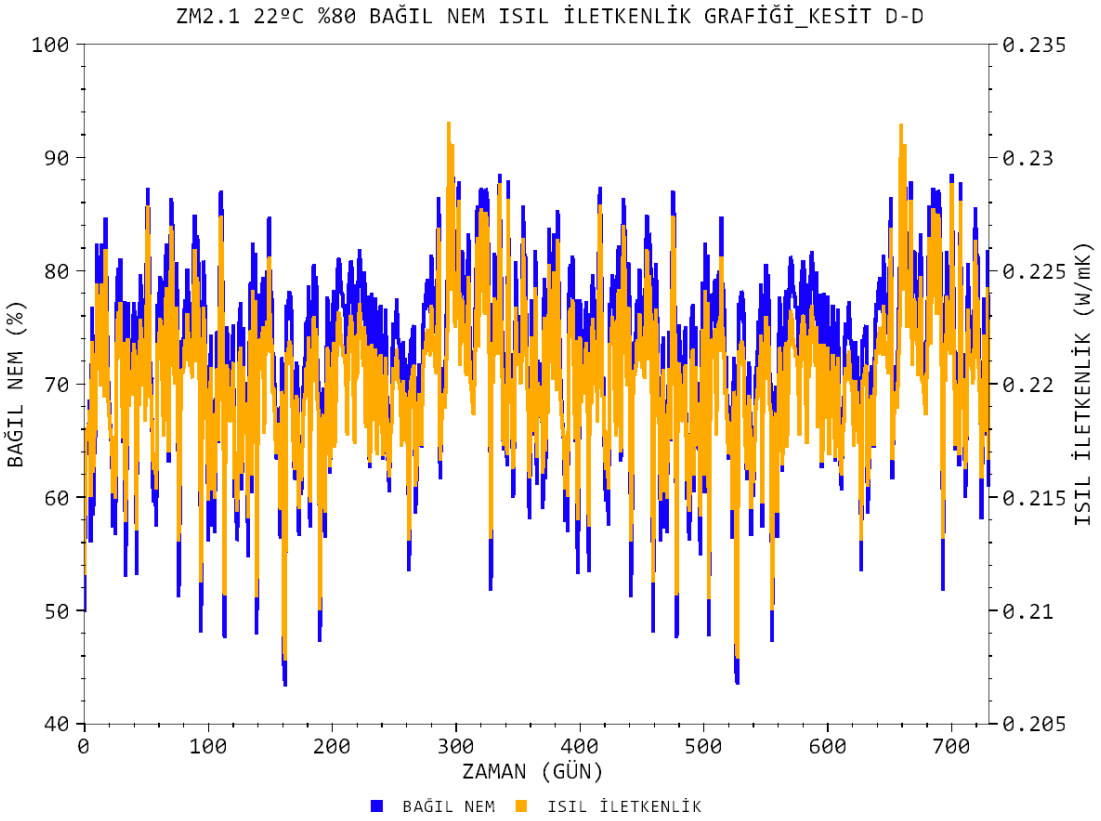
Şekil 5.472 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.473'te ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %53-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.474'te ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

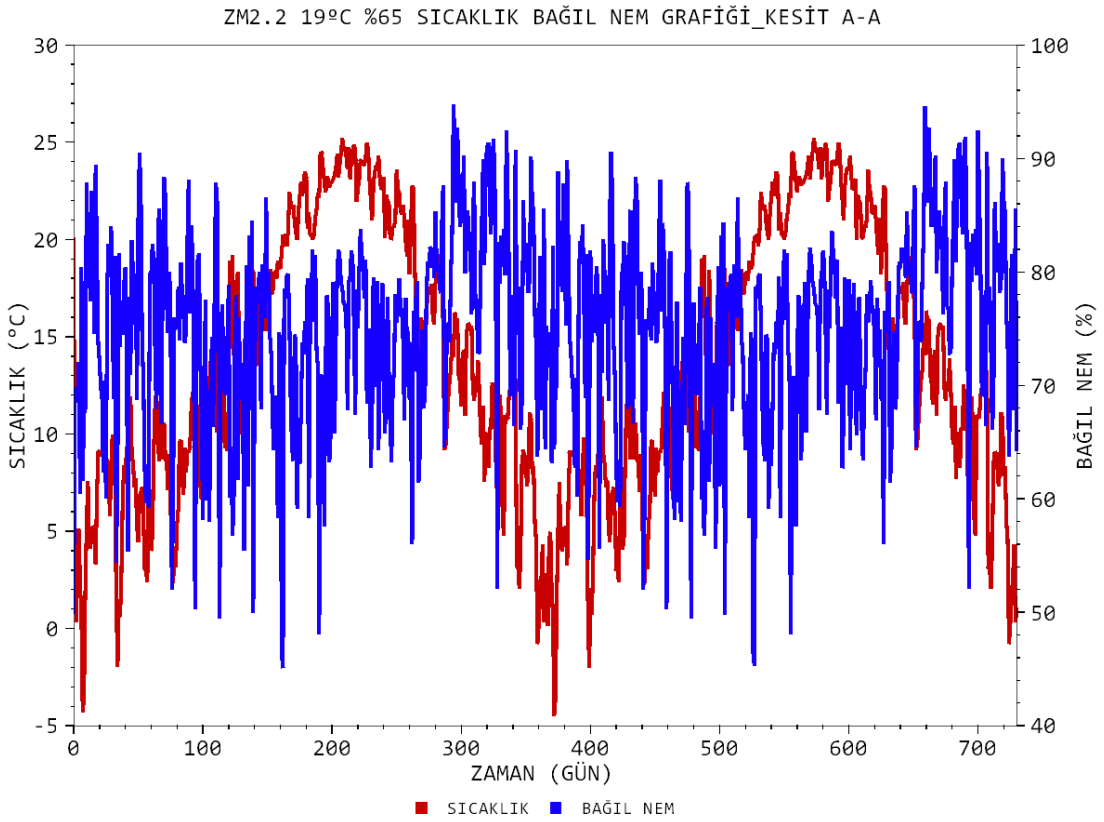


Şekil 5.473 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



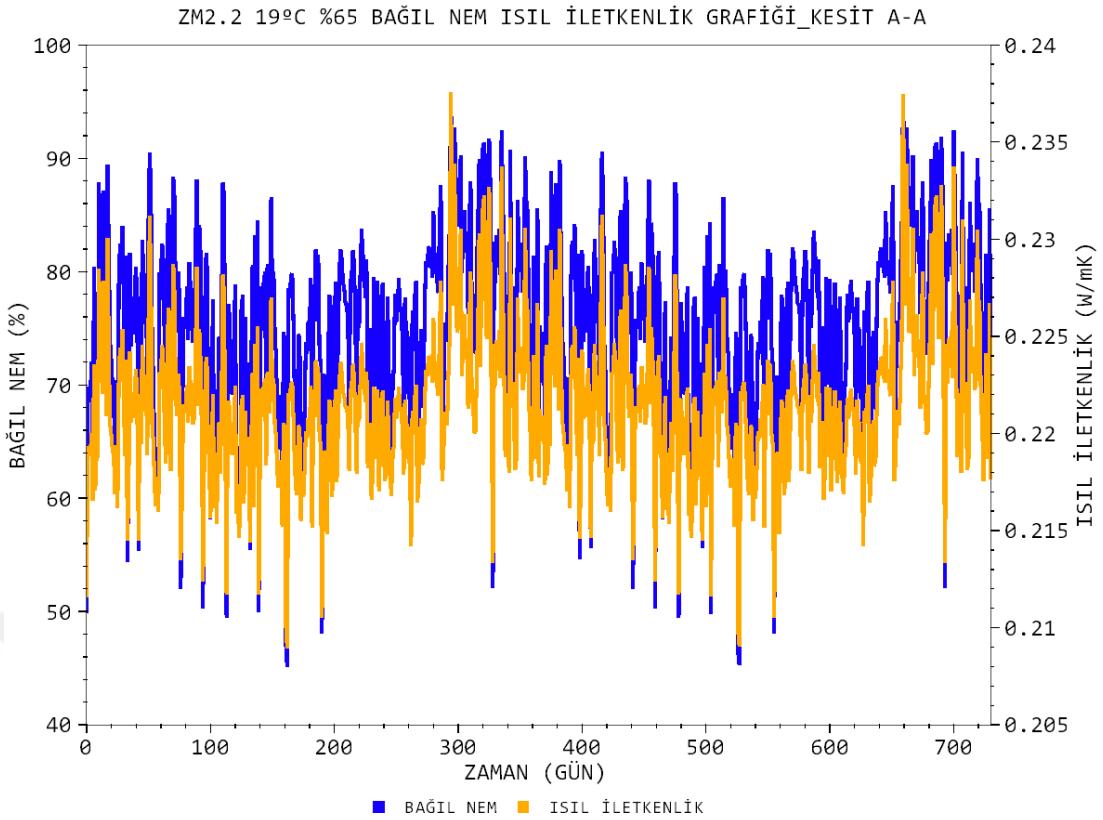
Şekil 5.474 : ZM2.1 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.475'te ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 13°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %45-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.475 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

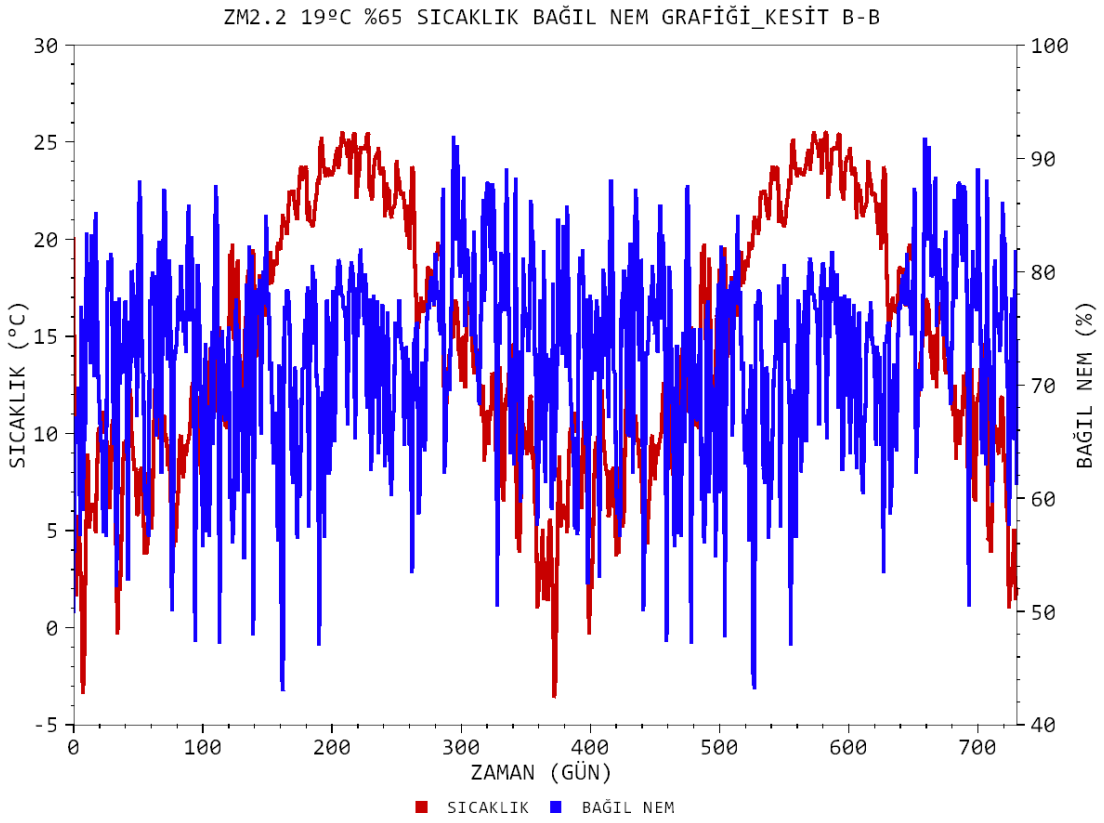
Şekil 5.476'da ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.209 ile 0.238 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



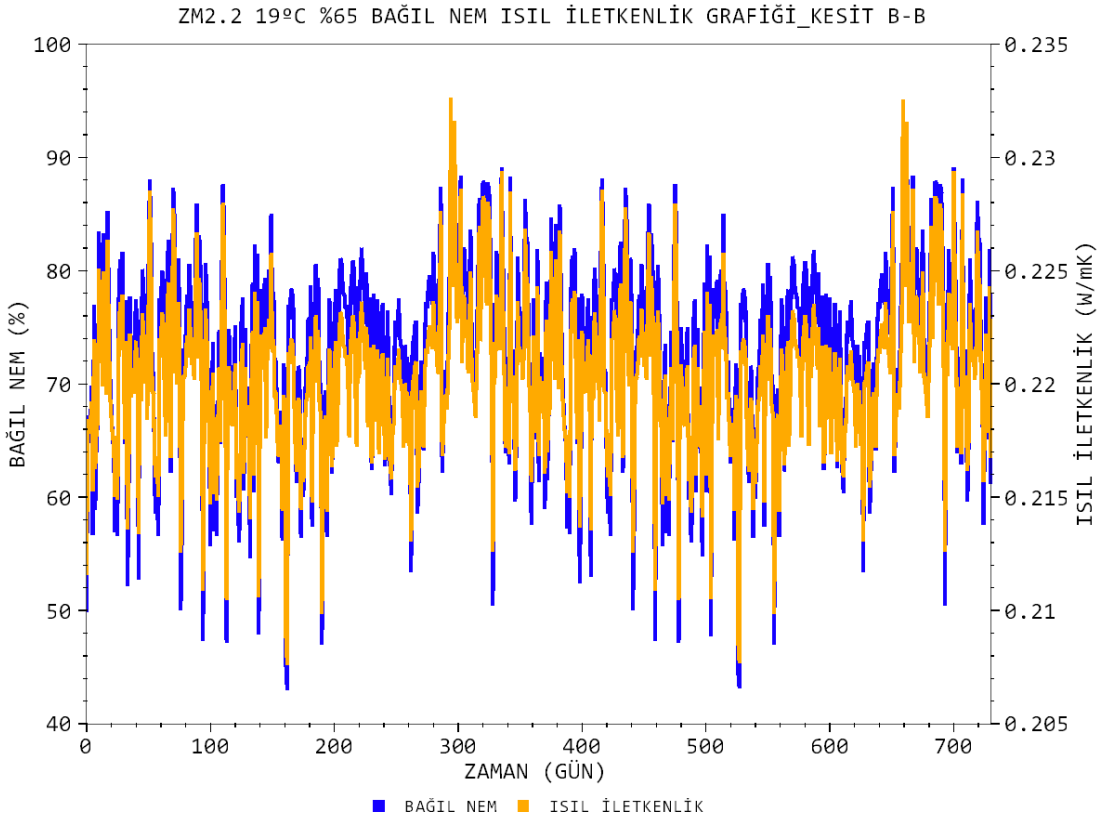
Şekil 5.476 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.477'de ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-89 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.478'de ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

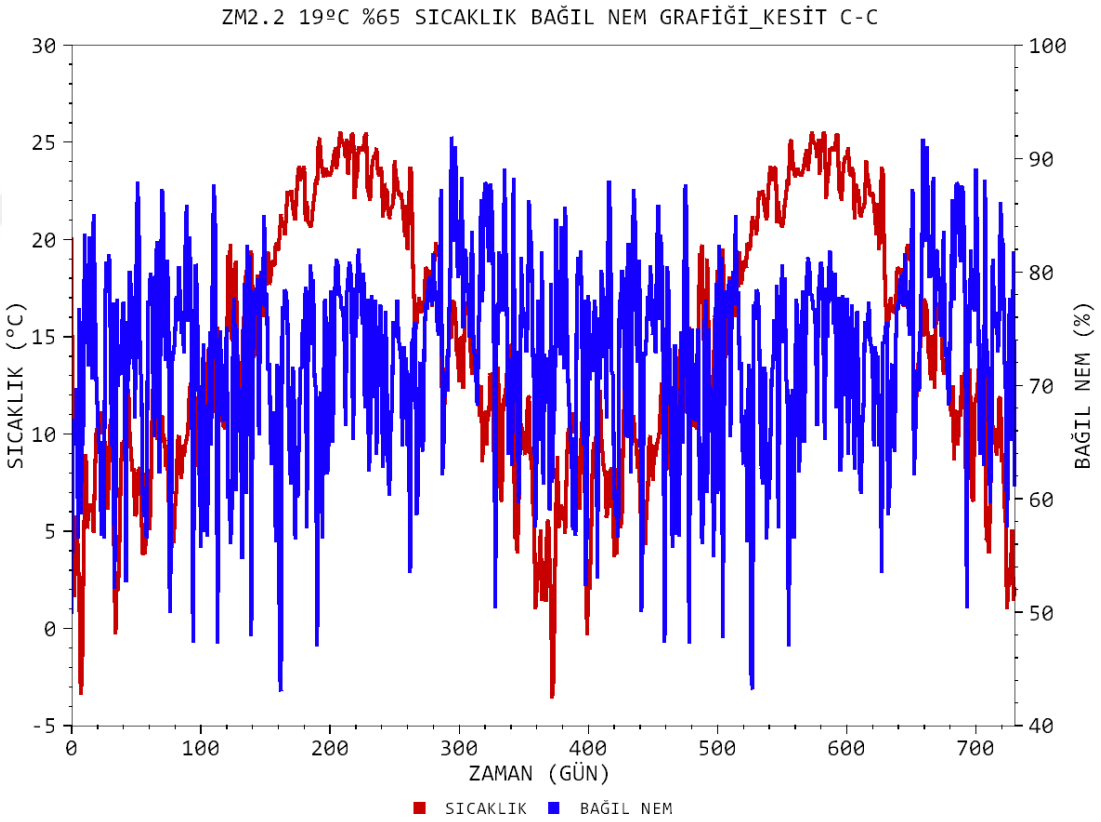


Şekil 5.477 : SAM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



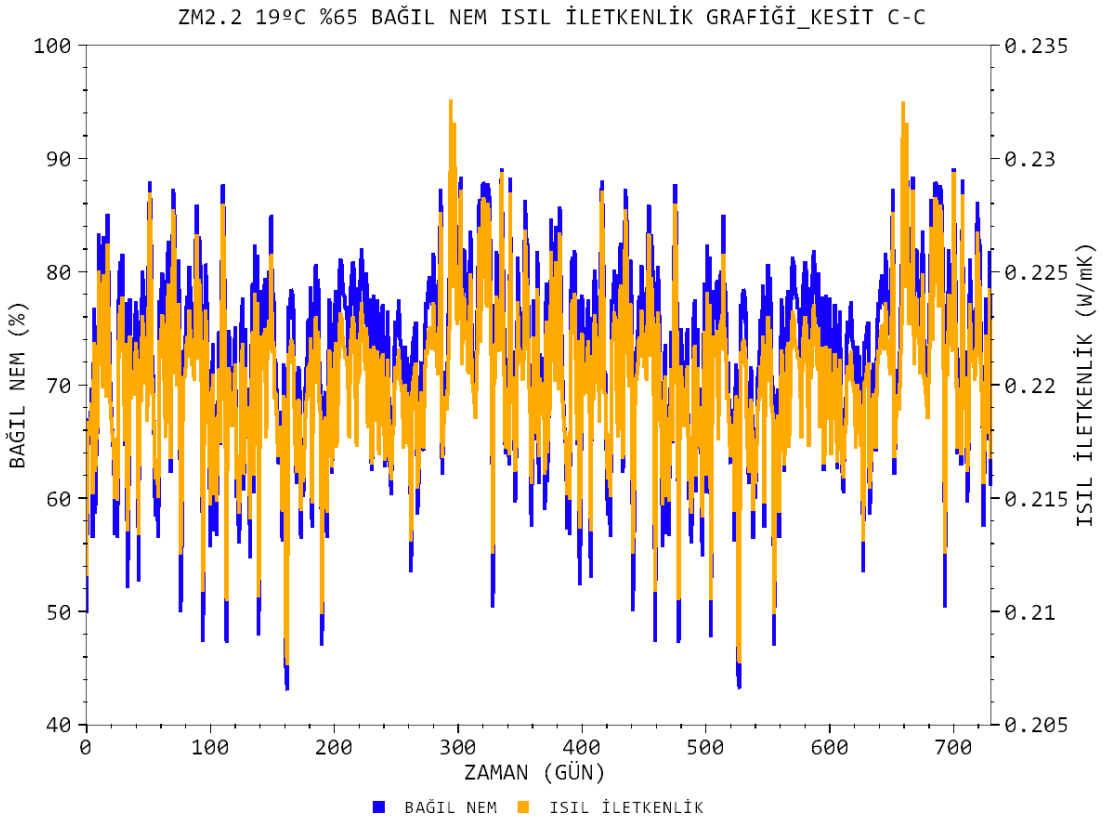
Şekil 5.478 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.479'da ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-89 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.479 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

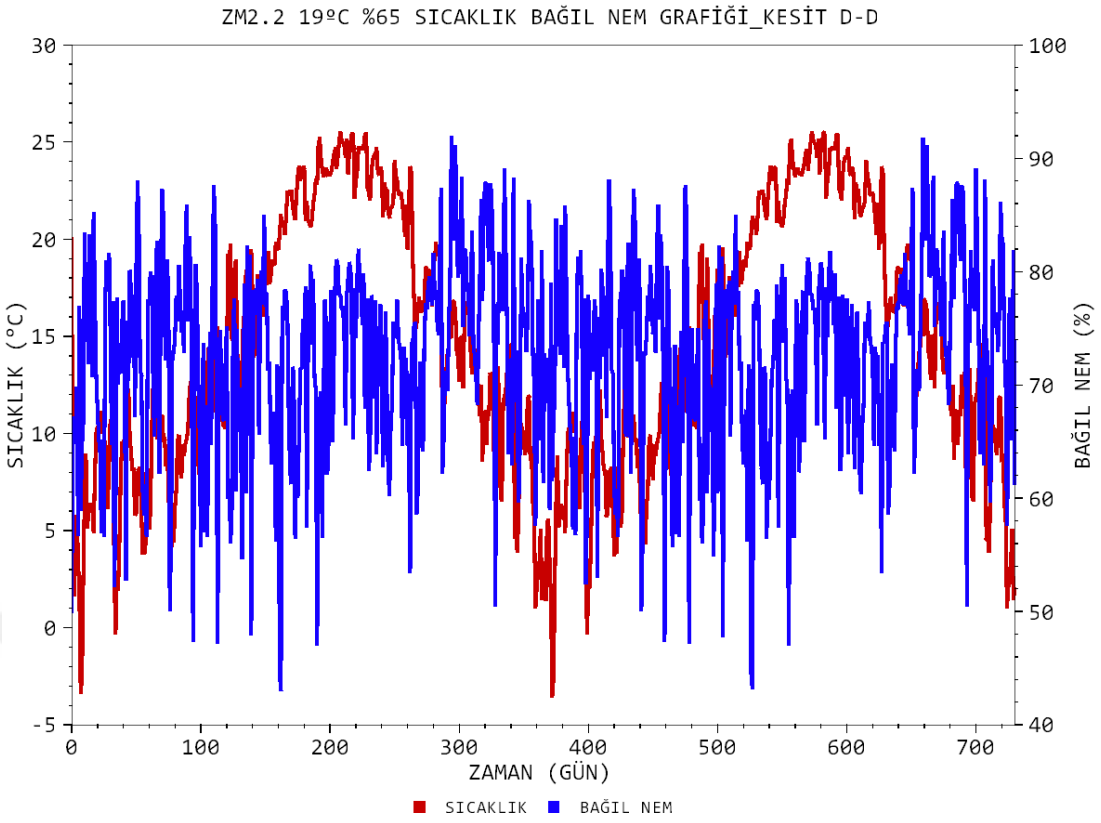
Şekil 5.480'de ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



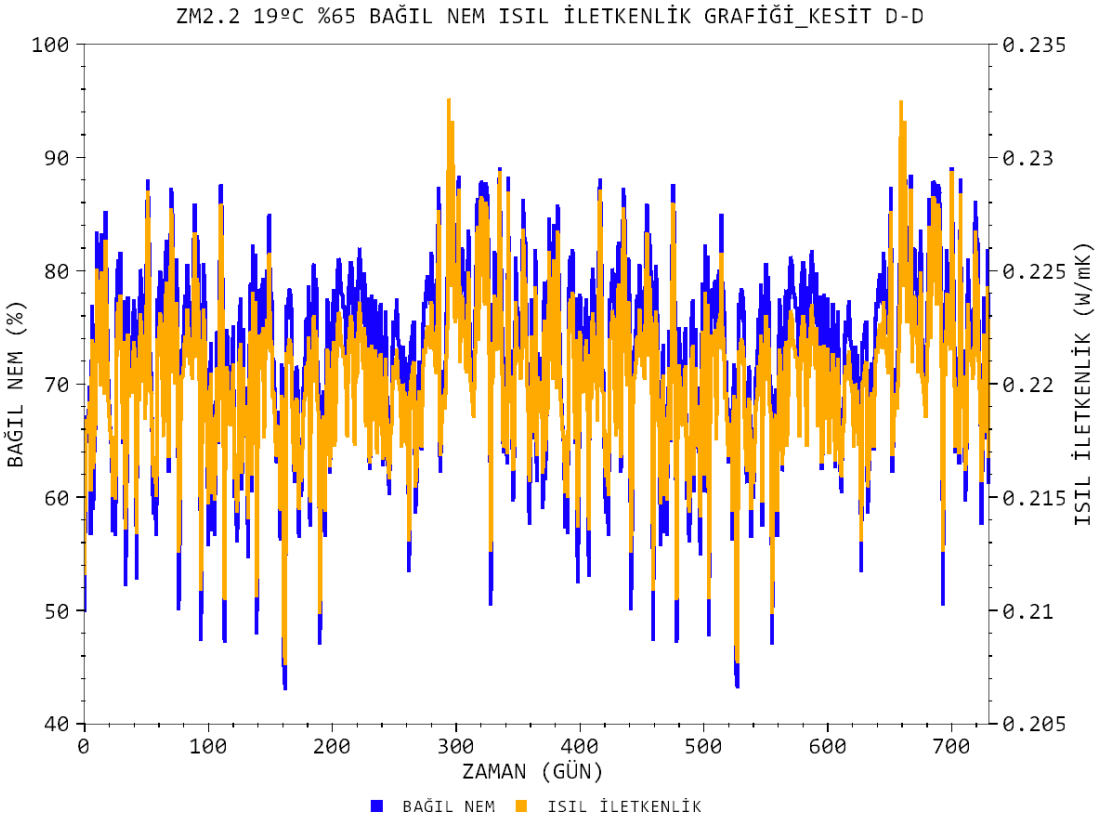
Şekil 5.480 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.481'de ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-89 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %43-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.482'de ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

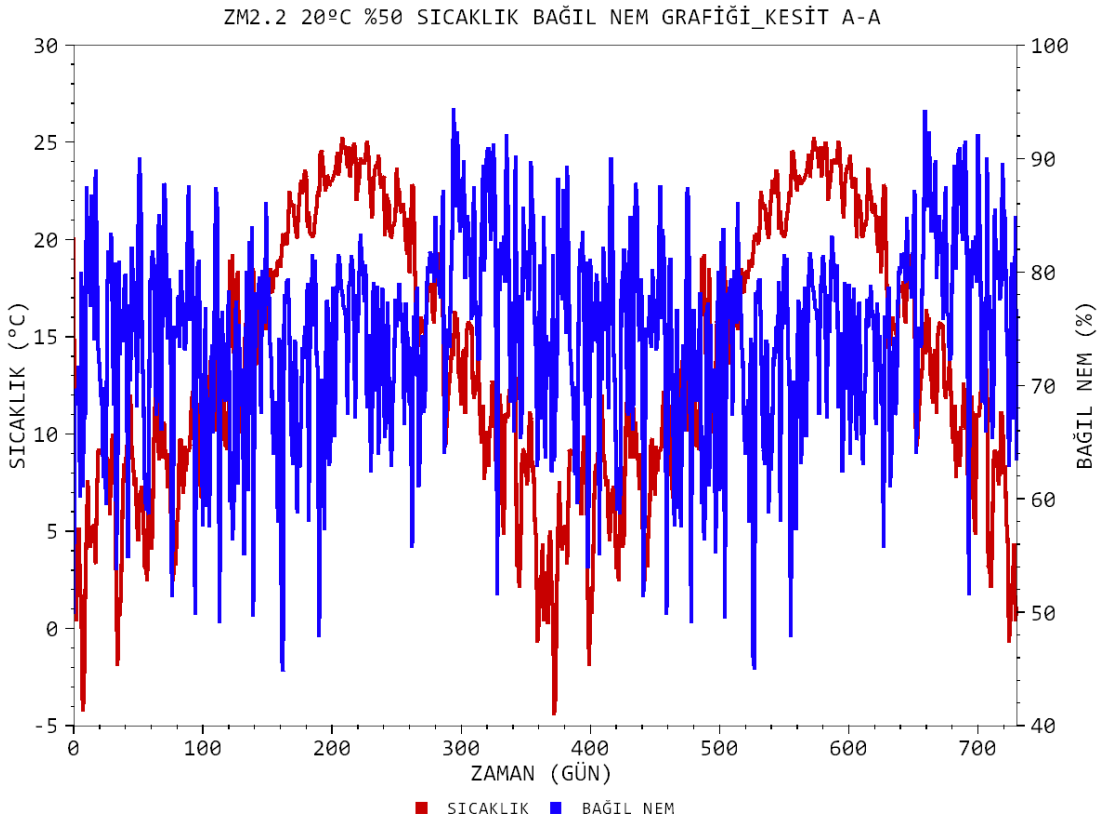


Şekil 5.481 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



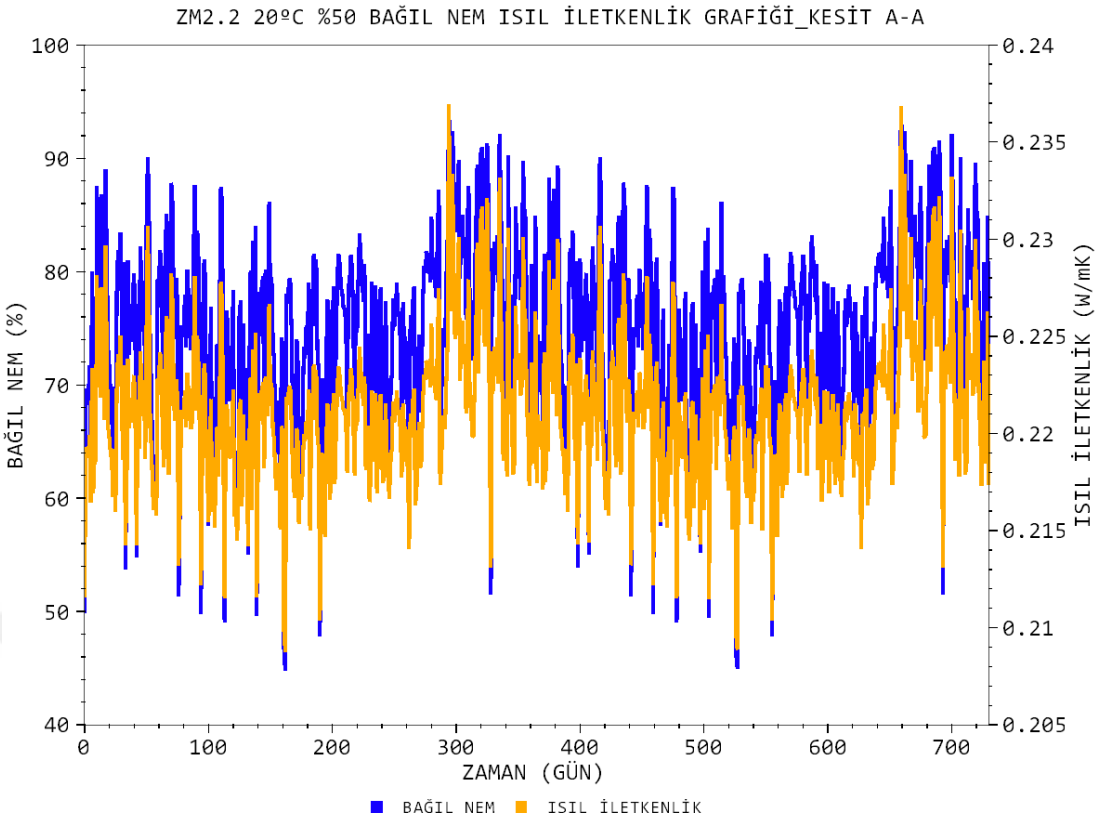
Şekil 5.482 : ZM2.2 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.483'te ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %53-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 13°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %44-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 16-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.483 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

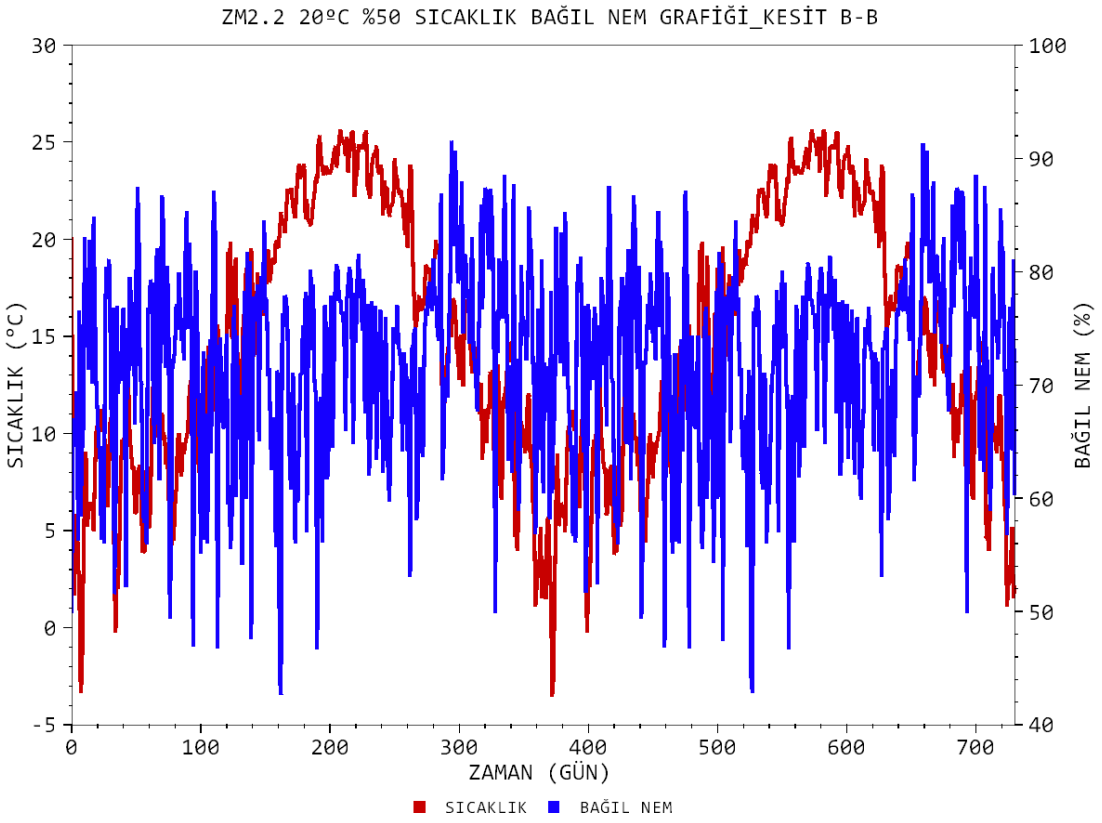
Şekil 5.484'te ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.208 ile 0.237 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



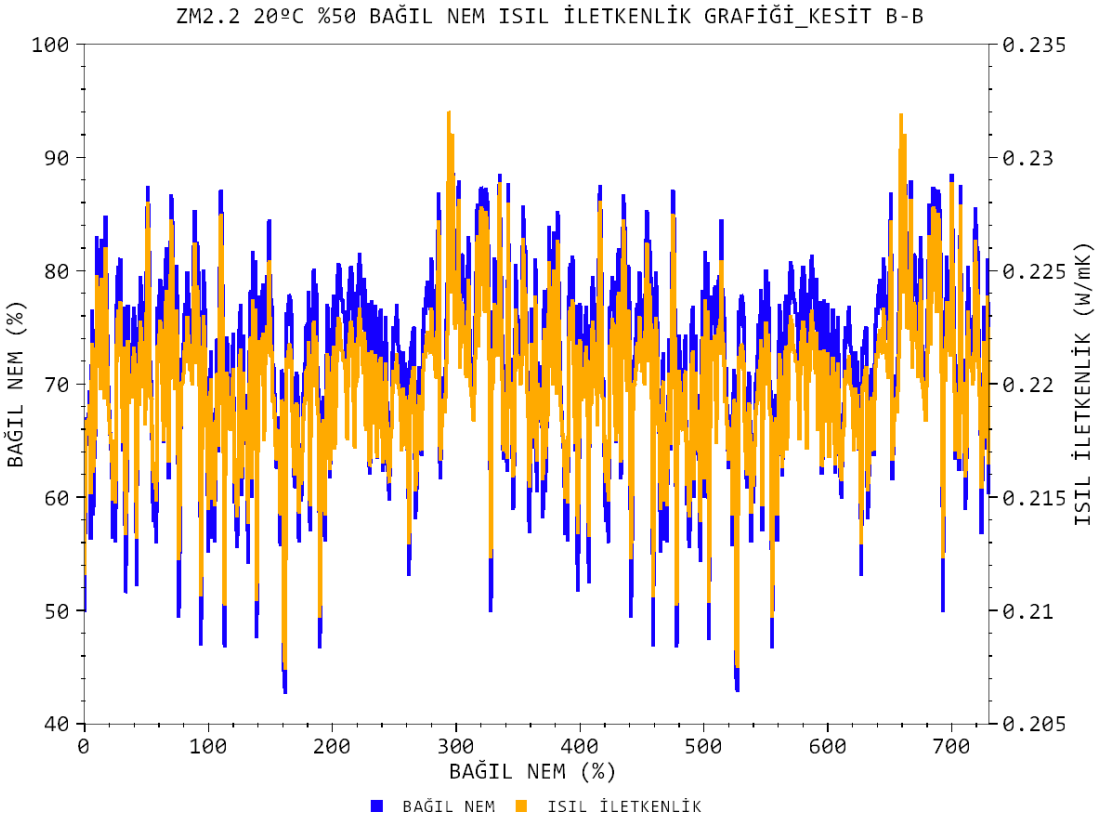
Şekil 5.484 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.485'te ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.486'da ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

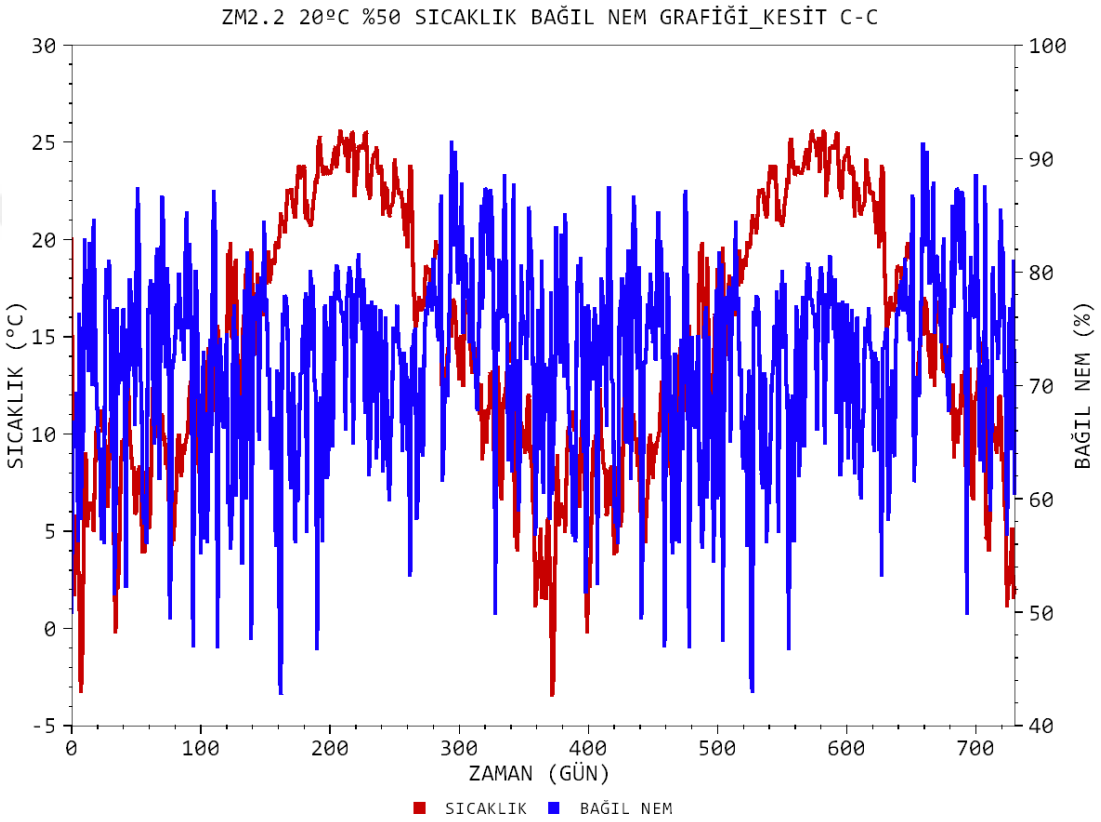


Şekil 5.485 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



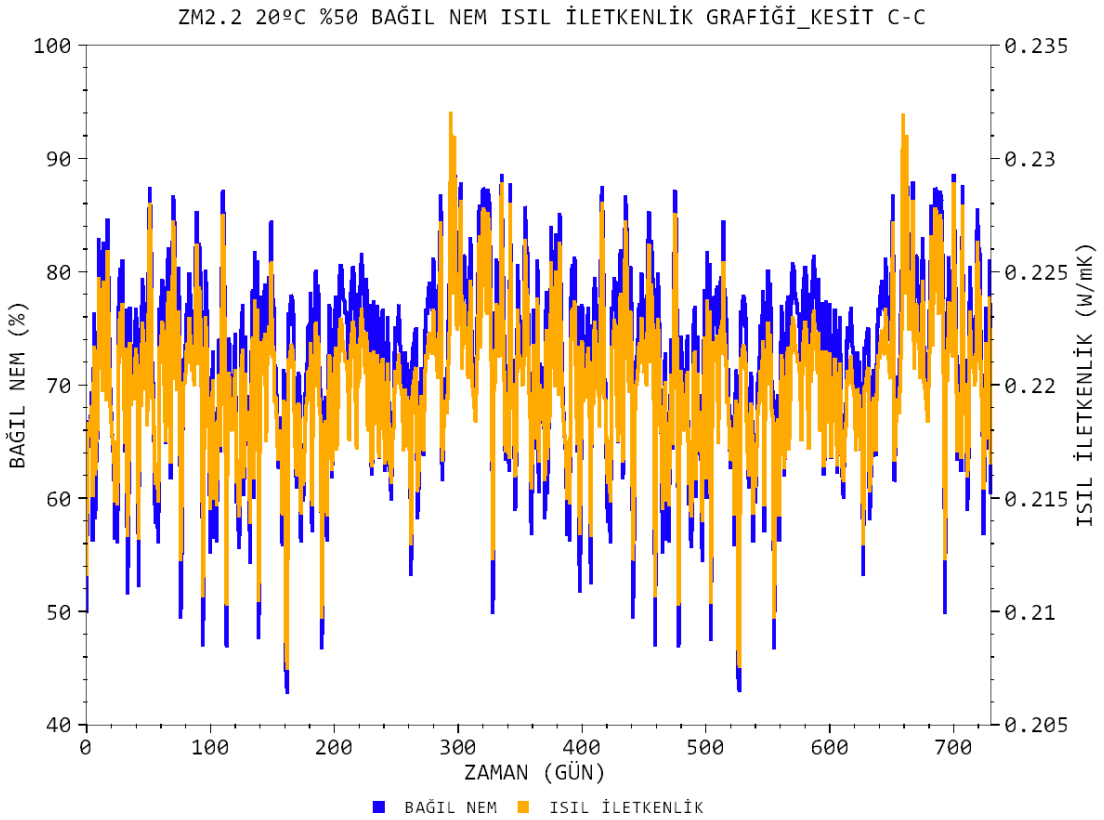
Şekil 5.486 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.487'de ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.487 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

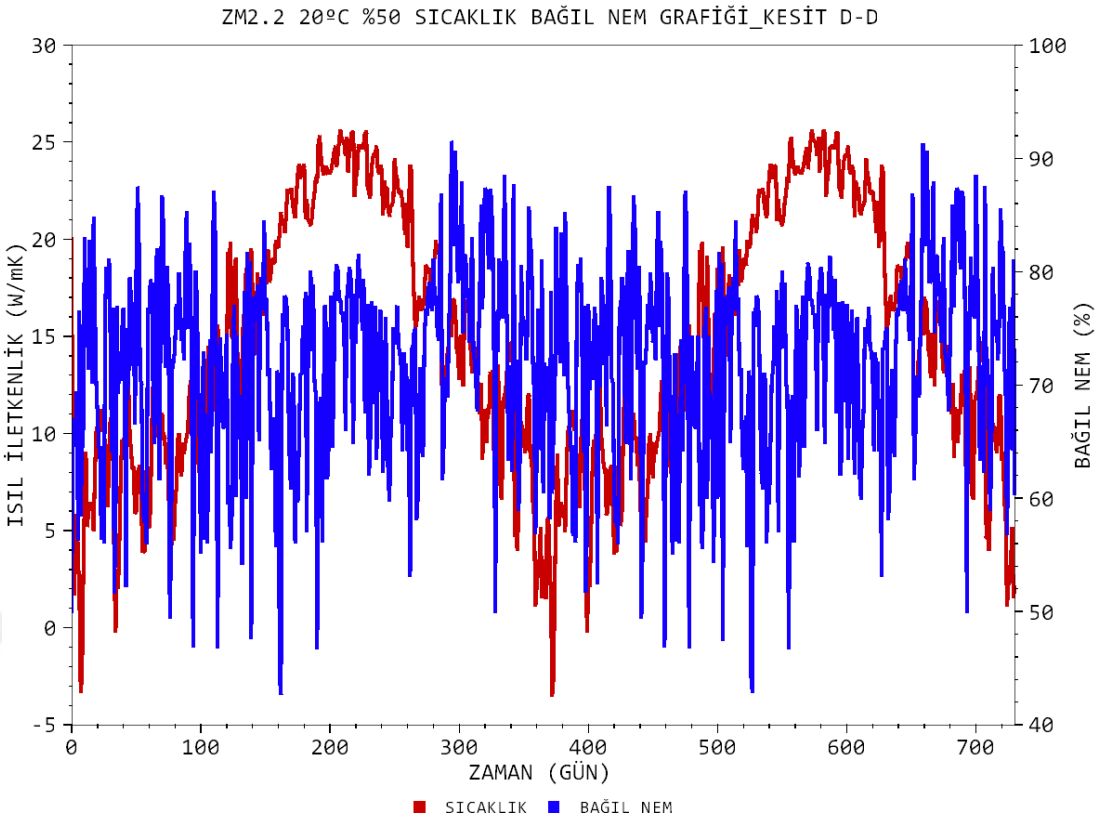
Şekil 5.488'de ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



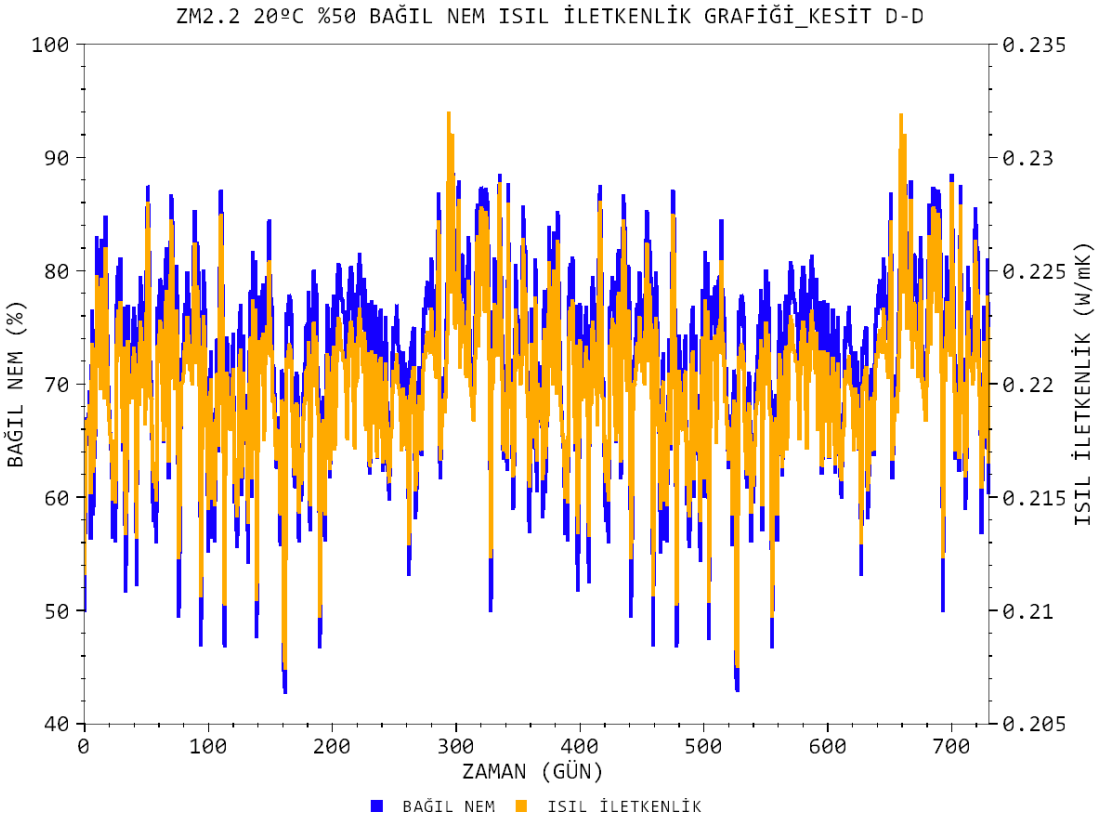
Şekil 5.488 : SAM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.489'da ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %51-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.490'da ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

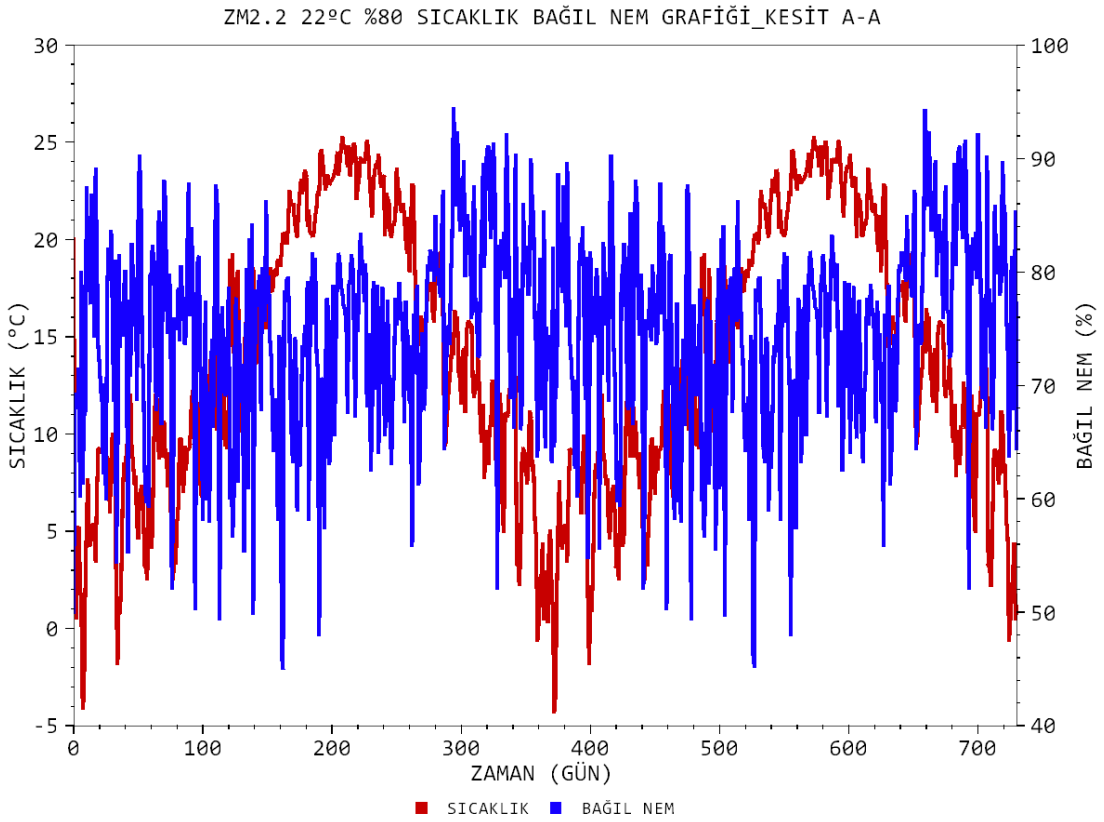


Şekil 5.489 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



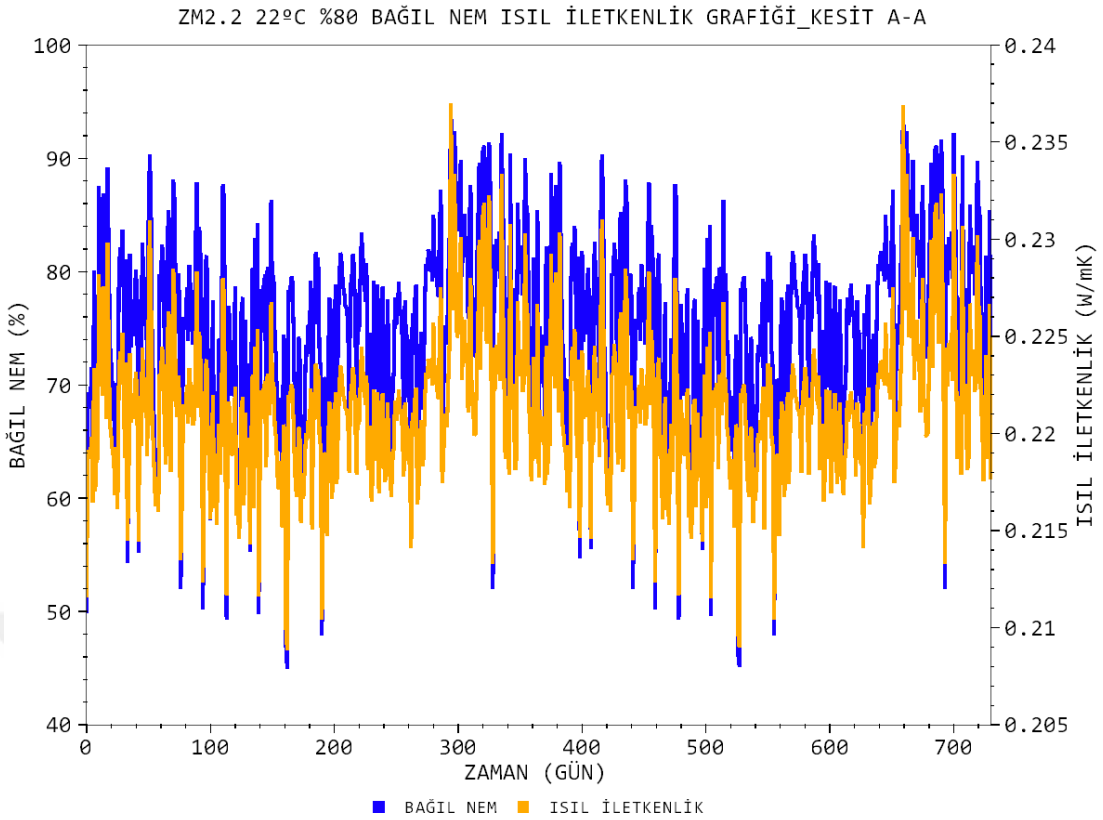
Şekil 5.490 : ZM2.2 20°C %50 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.491'de ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %54-92 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -4 ile 13°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %45-83 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.491 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A sıcaklık-bağıl nem grafiği.

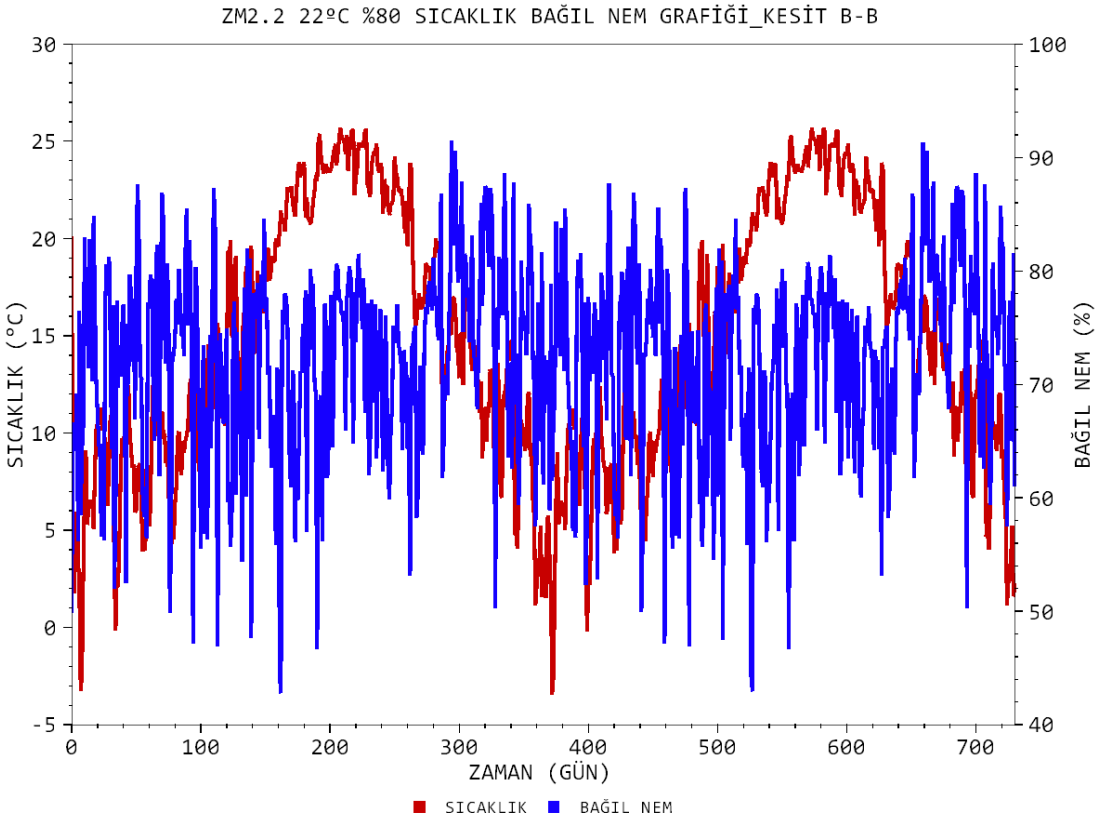
Şekil 5.492'de ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.208 ile 0.237 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



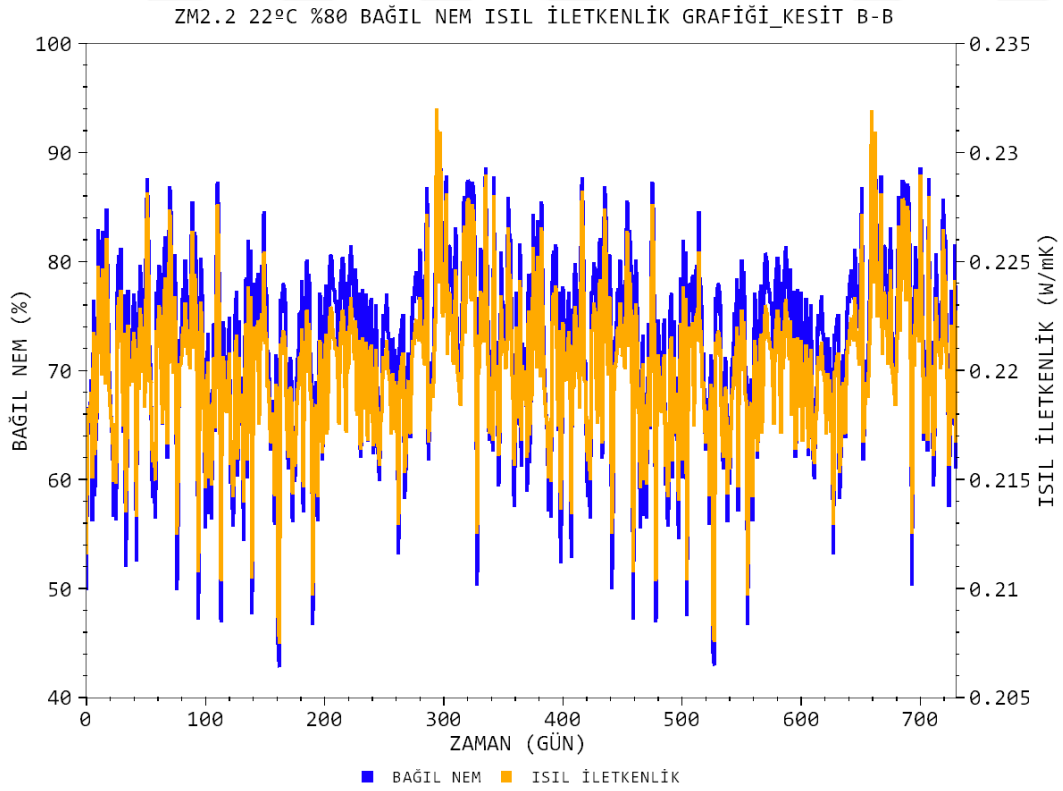
Şekil 5.492 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit A-A bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.493'te ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.494'te ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.

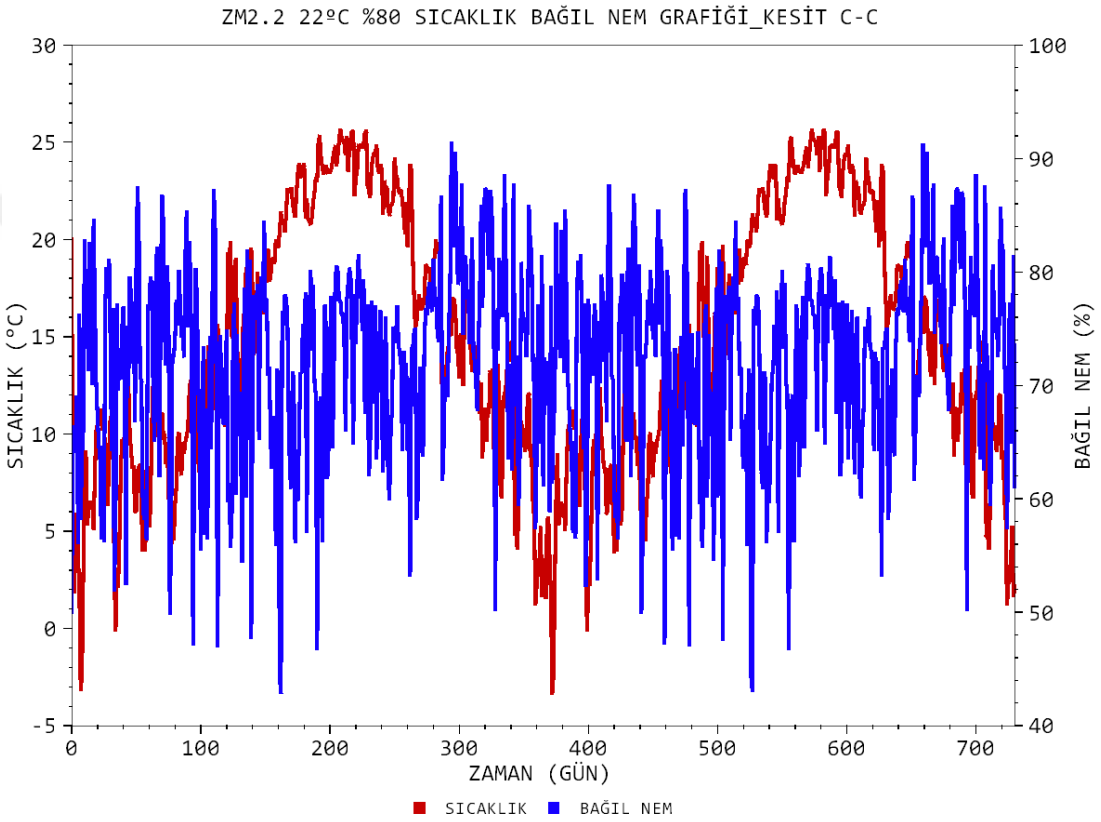


Şekil 5.493 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B sıcaklık-bağıl nem grafiği.



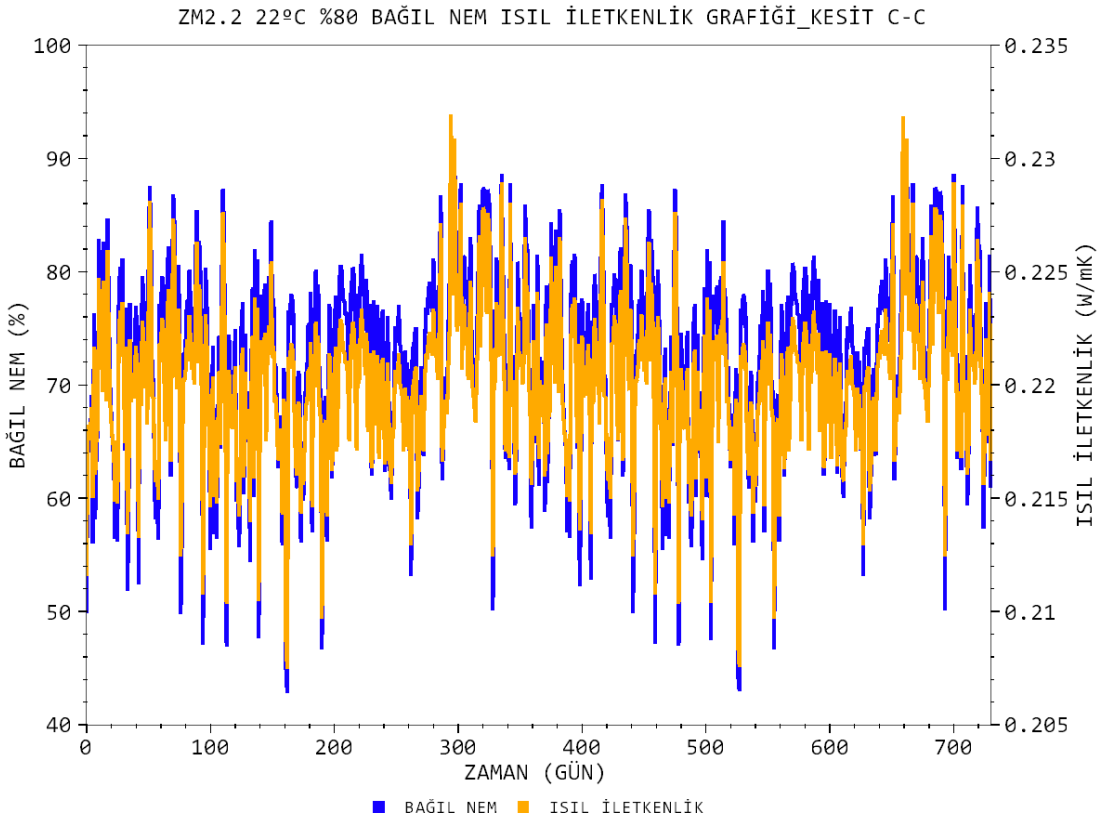
Şekil 5.494 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit B-B bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.495'te ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.



Şekil 5.495 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C sıcaklık-bağıl nem grafiği.

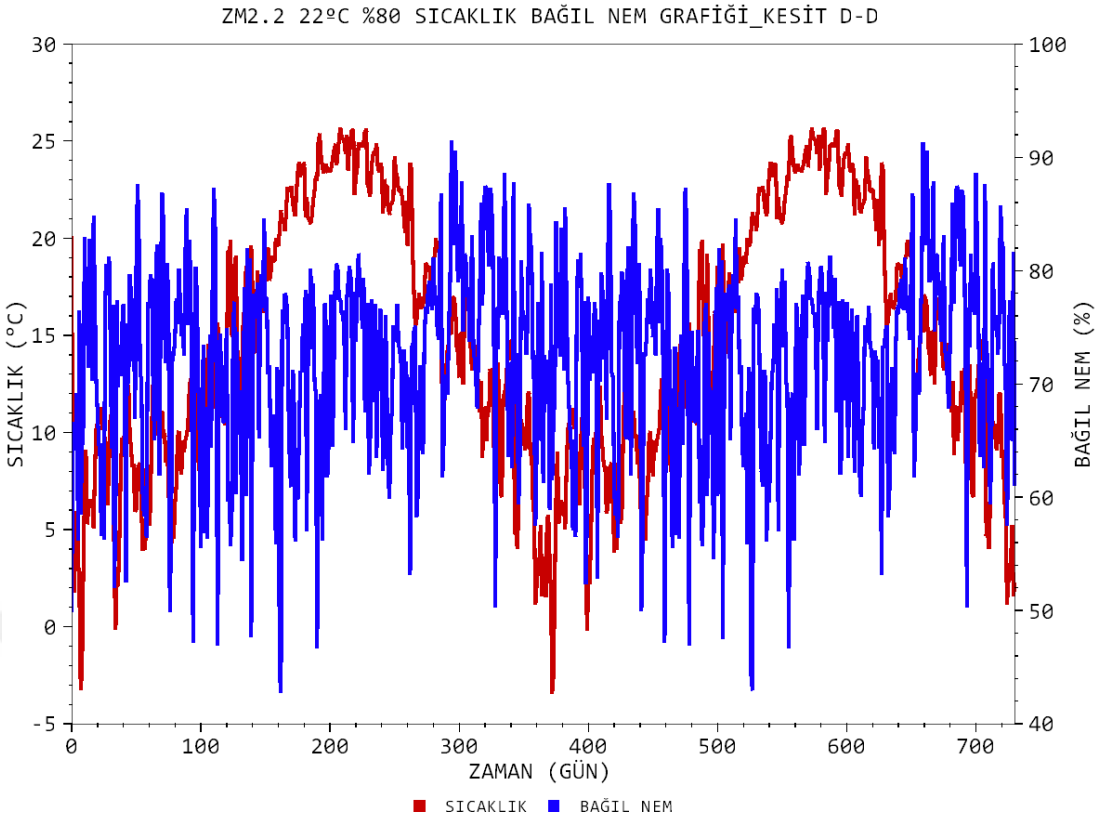
Şekil 5.496'da ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



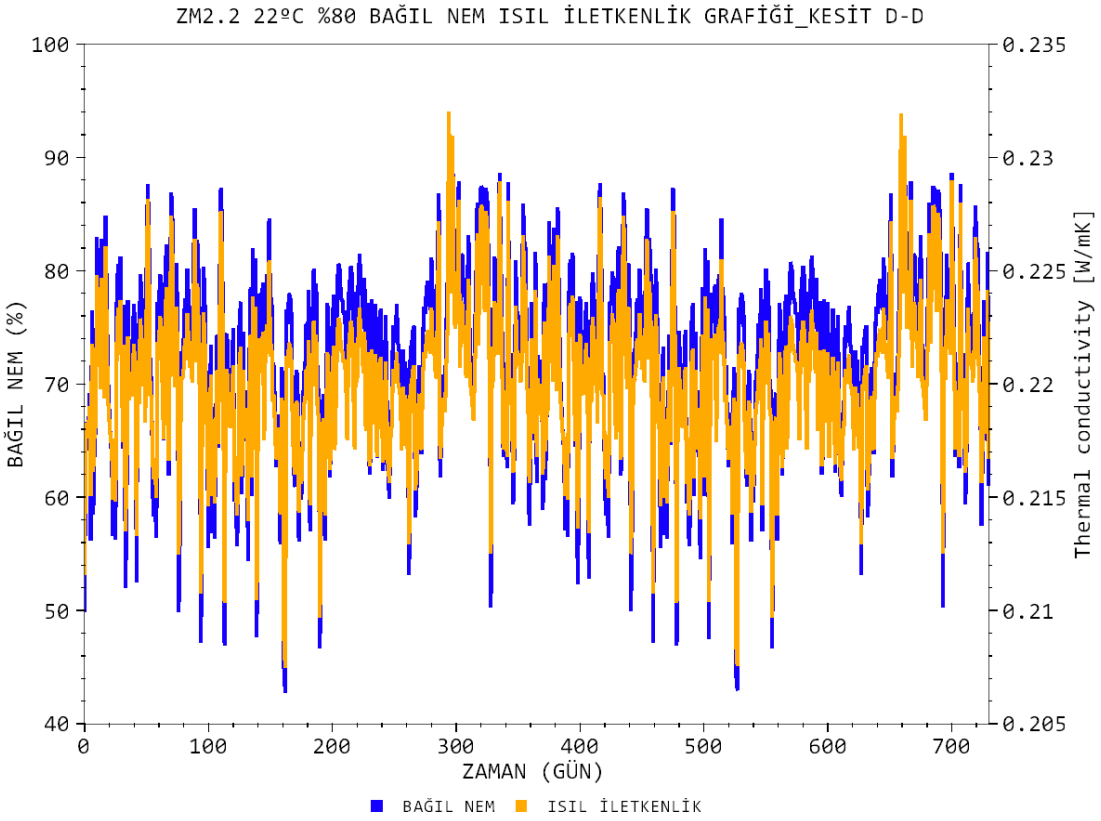
Şekil 5.496 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit C-C bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Şekil 5.497'de ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği incelendiğinde kış aylarında duvar kesitinde, bağıl nem değerinin %52-88 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin ise -3 ile 14°C arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında ise bağıl nem değeri %42-81 arasında değiştiği ve sıcaklık değerlerinin 17-25°C arasında olduğu görülmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde, kritik bağıl nem seviyesi aşıldığı için yoğuşma, küf ve sıcaklık 0°C ve altında olduğunda donma riski bulunmaktadır.

Şekil 5.498'de ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği incelendiğinde ısıl iletkenliğin bağıl nem artışıyla arttığı ve yıl boyunca 0.207 ile 0.232 W/mK arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 5.497 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D sıcaklık-bağıl nem grafiği.



Şekil 5.498 : ZM2.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında Kesit D-D bağıl nem-ısıl iletkenlik grafiği.

Sıcaklık ve bağıl nem değişimlerinin ısıl iletkenlik değerine olan etkisi tasarlanan duvar modelleri için incelenmiştir. Duvarların kesitlerinde 1 Mart, 1 Eylül, 1 Haziran ve 1 Aralık 2015 günlerinde sıcaklık, bağıl nem ve ısıl iletkenlik değerleri açıklanarak bu tarihlerdeki U değeri hesaplanmıştır (Çizelge 5.56).

Çizelge 5.56 : Zeyrek modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
ZM1.1 19ºC %65 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	6.89431	79.2855	0.222786	1.19
		Kesit B-B	7.83724	76.5343	0.221583	1.18
		Kesit C-C	7.83542	76.5527	0.221591	1.18
		Kesit D-D	7.83887	76.5311	0.221582	1.18
	01.06.2015	Kesit A-A	16.6321	81.5534	0.223632	1.19
		Kesit B-B	17.4576	79.0146	0.222346	1.18
		Kesit C-C	17.4727	78.937	0.222311	1.18
		Kesit D-D	17.4588	79.0089	0.222343	1.18
	01.09.2015	Kesit A-A	21.5223	79.7657	0.222571	1.18
		Kesit B-B	22.3132	77.4143	0.22153	1.18
		Kesit C-C	22.3167	77.4219	0.221533	1.18
		Kesit D-D	22.3131	77.416	0.221531	1.18
	01.12.2015	Kesit A-A	11.1748	78.8146	0.222437	1.18
		Kesit B-B	11.7745	75.7176	0.221148	1.18
		Kesit C-C	11.7547	75.8088	0.221184	1.18
		Kesit D-D	11.776	75.7086	0.221145	1.18
ZM1.1 20ºC %50 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	6.98676	78.4694	0.222409	1.18
		Kesit B-B	7.83724	76.5343	0.221583	1.18
		Kesit C-C	7.94035	75.7574	0.221275	1.18
		Kesit D-D	7.95036	75.6328	0.221226	1.18
	01.06.2015	Kesit A-A	16.722	80.9311	0.223297	1.19
		Kesit B-B	17.4576	79.0146	0.222346	1.18
		Kesit C-C	17.5718	78.3445	0.222052	1.18
		Kesit D-D	17.5629	78.3649	0.222061	1.18
	01.09.2015	Kesit A-A	21.6175	79.168	0.222297	1.18
		Kesit B-B	22.3132	77.4143	0.22153	1.18
		Kesit C-C	22.4233	76.8277	0.221288	1.18
		Kesit D-D	22.4264	76.7652	0.221262	1.18
	01.12.2015	Kesit A-A	11.2679	78.0398	0.222102	1.18
		Kesit B-B	11.7745	75.7176	0.221148	1.18
		Kesit C-C	11.8613	75.0732	0.220899	1.18
		Kesit D-D	11.891	74.8865	0.220827	1.18
ZM1.1 22ºC %80 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	7.05068	79.0666	0.222677	1.19
		Kesit B-B	8.02681	76.1166	0.221412	1.18
		Kesit C-C	8.02173	76.1632	0.221431	1.18
		Kesit D-D	8.0304	76.116	0.221412	1.18
	01.06.2015	Kesit A-A	16.7807	81.1341	0.223403	1.19
		Kesit B-B	19.6496	78.3289	0.222044	1.18
		Kesit C-C	17.671	78.1935	0.221985	1.18
		Kesit D-D	17.6504	78.326	0.222042	1.18
	01.09.2015	Kesit A-A	21.6564	79.4061	0.222402	1.18
		Kesit B-B	22.4917	76.8138	0.22128	1.18
		Kesit C-C	22.5038	76.7512	0.221255	1.18
		Kesit D-D	22.4914	76.8162	0.221281	1.18
	01.12.2015	Kesit A-A	11.3359	92.1243	0.222242	1.18
		Kesit B-B	11.9741	75.0941	0.220903	1.18
		Kesit C-C	11.9586	75.1121	0.220911	1.18
		Kesit D-D	11.9754	75.0858	0.2209	1.18
ZM1.2 19ºC %65 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	6.83358	79.6134	0.222945	1.13
		Kesit B-B	7.77261	76.9087	0.221736	1.12
		Kesit C-C	7.79031	76.8115	0.221696	1.12
		Kesit D-D	7.77173	76.8997	0.221732	1.12
	01.06.2015	Kesit A-A	16.8237	80.4152	0.223031	1.13
		Kesit B-B	17.5754	78.3212	0.222042	1.12
		Kesit C-C	17.5793	78.2945	0.222031	1.12
		Kesit D-D	17.576	78.3134	0.222039	1.12
	01.09.2015	Kesit A-A	21.8122	78.3581	0.22194	1.12
		Kesit B-B	22.4404	76.7829	0.221269	1.12
		Kesit C-C	22.4235	76.8716	0.221305	1.12
		Kesit D-D	22.4402	76.7847	0.22127	1.12
	01.12.2015	Kesit A-A	11.0843	79.1708	0.222601	1.13
		Kesit B-B	11.7178	75.8181	0.221189	1.12
		Kesit C-C	11.7159	75.8154	0.221188	1.12
		Kesit D-D	11.7177	75.8182	0.229007	1.15

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

Çizelge 5.56 (devam) : Zeyrek modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
ZM1.2 20ºC %50 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	6.91411	78.9065	0.222606	1.13
		Kesit B-B	7.87385	76.1173	0.221417	1.12
		Kesit C-C	7.88776	76.0756	0.2214	1.12
		Kesit D-D	7.8726	76.1073	0.221413	1.12
	01.06.2015	Kesit A-A	16.9002	79.9046	0.222777	1.13
		Kesit B-B	17.673	77.7224	0.221787	1.12
		Kesit C-C	17.6738	77.7306	0.22179	1.12
		Kesit D-D	17.6728	77.7229	0.221787	1.12
	01.09.2015	Kesit A-A	21.8887	77.8949	0.221742	1.12
		Kesit B-B	22.541	76.2185	0.221041	1.12
		Kesit C-C	22.5222	76.3336	0.221087	1.12
		Kesit D-D	22.5407	76.2208	0.221042	1.12
	01.12.2015	Kesit A-A	11.1692	78.4692	0.222288	1.12
		Kesit B-B	11.822	75.0756	0.220901	1.12
		Kesit C-C	11.8172	75.118	0.220917	1.12
		Kesit D-D	11.8226	75.0723	0.220899	1.12
ZM1.2 22ºC %80 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	6.97175	79.3853	0.222831	1.13
		Kesit B-B	7.95533	76.4694	0.221554	1.12
		Kesit C-C	7.9775	76.3828	0.221519	1.12
		Kesit D-D	7.95441	76.4613	0.221551	1.12
	01.06.2015	Kesit A-A	16.9572	80.0212	0.222832	1.13
		Kesit B-B	17.7541	77.6812	0.221768	1.12
		Kesit C-C	17.765	77.6034	0.221735	1.12
		Kesit D-D	17.7549	77.6787	0.221766	1.12
	01.09.2015	Kesit A-A	21.9378	77.989	0.22178	1.12
		Kesit B-B	22.6109	76.195	0.22103	1.12
		Kesit C-C	22.604	76.2158	0.221039	1.12
		Kesit D-D	22.6102	76.1991	0.221032	1.12
	01.12.2015	Kesit A-A	11.2292	78.7586	0.222411	1.12
		Kesit B-B	11.9047	75.2172	0.220952	1.12
		Kesit C-C	11.9129	75.1269	0.220918	1.12
		Kesit D-D	11.9044	75.2213	0.220954	1.12
ZM2.1 19ºC %65 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	6.79376	79.8447	0.223058	0.98
		Kesit B-B	7.67117	77.4033	0.221941	0.97
		Kesit C-C	7.66574	77.4268	0.22195	0.97
		Kesit D-D	7.67024	77.4024	0.22194	0.97
	01.06.2015	Kesit A-A	16.7549	80.9786	0.223321	0.98
		Kesit B-B	17.5153	78.717	0.222214	0.98
		Kesit C-C	17.5197	78.6771	0.222197	0.98
		Kesit D-D	17.5162	78.7124	0.222212	0.98
	01.09.2015	Kesit A-A	21.7169	78.9862	0.222215	0.98
		Kesit B-B	22.4042	77.0616	0.221383	0.97
		Kesit C-C	22.4019	77.0822	0.221391	0.97
		Kesit D-D	22.4047	77.0597	0.221382	0.97
	01.12.2015	Kesit A-A	11.0303	79.4902	0.222755	0.98
		Kesit B-B	11.6007	76.5317	0.221474	0.97
		Kesit C-C	11.5867	76.5951	0.221499	0.97
		Kesit D-D	11.5998	76.5375	0.221476	0.97
ZM2.1 20ºC %50 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	6.87564	79.1084	0.222702	0.98
		Kesit B-B	7.7627	76.6047	0.221614	0.97
		Kesit C-C	7.75484	76.6963	0.221651	0.97
		Kesit D-D	7.76619	76.5999	0.221612	0.97
	01.06.2015	Kesit A-A	16.833	80.4223	0.223035	0.98
		Kesit B-B	17.6038	78.1504	0.221969	0.97
		Kesit C-C	17.6044	78.1541	0.22197	0.97
		Kesit D-D	17.6058	78.1408	0.221965	0.97
	01.09.2015	Kesit A-A	21.8004	78.4471	0.221978	0.97
		Kesit B-B	22.5042	76.4779	0.221145	0.97
		Kesit C-C	22.4942	76.5506	0.221175	0.97
		Kesit D-D	22.5035	76.481	0.221146	0.97
	01.12.2015	Kesit A-A	11.1147	78.7842	0.222425	0.98
		Kesit B-B	11.6993	75.798	0.221182	0.97
		Kesit C-C	11.6805	75.9166	0.221229	0.97
		Kesit D-D	11.7002	75.7928	0.22118	0.97

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

Çizelge 5.56 (devam) : Zeyrek modelleri için sıcaklık, bağıl nem, ısıl iletkenlik ve U değeri.

Duvar tipi / İç ortam koşulları	Tarih	Kesit	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Isıl iletkenlik değeri (W/mK)	U Değeri (W/m^2K)
ZM2.1 22ºC %80 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	6.92179	79.7142	0.222991	0.98
		Kesit B-B	7.82039	77.1201	0.22182	0.97
		Kesit C-C	7.81577	77.0975	0.221811	0.97
		Kesit D-D	7.81991	77.1156	0.221818	0.97
	01.06.2015	Kesit A-A	16.8686	80.6927	0.22317	0.98
		Kesit B-B	17.6645	78.2207	0.221997	0.97
		Kesit C-C	17.6724	78.1444	0.221964	0.97
		Kesit D-D	17.6644	78.2209	0.221997	0.97
	01.09.2015	Kesit A-A	21.8234	78.7312	0.2221	0.98
		Kesit B-B	22.5419	76.6303	0.221205	0.97
		Kesit C-C	22.5467	76.5923	0.22119	0.97
		Kesit D-D	22.5419	76.63	0.221205	0.97
	01.12.2015	Kesit A-A	11.1627	79.1607	0.222594	0.98
		Kesit B-B	11.7574	76.0747	0.221288	0.97
		Kesit C-C	11.7487	76.0727	0.221288	0.97
		Kesit D-D	11.7559	76.0853	0.221292	0.97
ZM2.2 19ºC %65 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	6.76834	79.9774	0.2231224	0.94
		Kesit B-B	7.63621	77.5752	0.222013	0.93
		Kesit C-C	7.64138	77.5534	0.222004	0.93
		Kesit D-D	7.6366	77.5747	0.222012	0.93
	01.06.2015	Kesit A-A	16.9197	79.993	0.222819	0.94
		Kesit B-B	17.6182	78.1058	0.22195	0.93
		Kesit C-C	17.6158	78.1073	0.22195	0.93
		Kesit D-D	17.6172	78.1117	0.221952	0.93
	01.09.2015	Kesit A-A	21.9488	77.8346	0.221715	0.93
		Kesit B-B	22.5129	76.4935	0.221151	0.93
		Kesit C-C	22.503	76.5393	0.22117	0.93
		Kesit D-D	22.513	76.4929	0.221151	0.93
	01.12.2015	Kesit A-A	10.9723	79.6841	0.22285	0.94
		Kesit B-B	11.5629	76.5273	0.221473	0.93
		Kesit C-C	11.5623	76.5087	0.221466	0.93
		Kesit D-D	11.5637	76.521	0.22147	0.93
ZM2.2 20ºC %50 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	6.83893	79.3061	0.222797	0.94
		Kesit B-B	7.72394	76.8522	0.221714	0.93
		Kesit C-C	7.72652	76.8718	0.221722	0.93
		Kesit D-D	7.72315	76.8525	0.22171141	0.93
	01.06.2015	Kesit A-A	16.9883	79.5234	0.222589	0.94
		Kesit B-B	17.7006	77.583	0.221728	0.93
		Kesit C-C	17.697	77.5988	0.221735	0.93
		Kesit D-D	17.7007	77.5819	0.221728	0.93
	01.09.2015	Kesit A-A	22.0175	77.4087	0.221536	0.93
		Kesit B-B	22.6022	75.9835	0.2200947	0.93
		Kesit C-C	22.5897	76.0526	0.220975	0.93
		Kesit D-D	22.6023	75.9827	0.220947	0.93
	01.12.2015	Kesit A-A	11.0474	79.0497	0.222545	0.94
		Kesit B-B	11.6545	75.8525	0.221204	0.93
		Kesit C-C	11.6494	75.8869	0.221218	0.93
		Kesit D-D	11.6548	75.8509	0.221204	0.93
ZM2.2 22ºC %80 bağıl nem	01.03.2015	Kesit A-A	6.88385	79.8165	0.223042	0.94
		Kesit B-B	7.78437	77.2673	0.221881	0.93
		Kesit C-C	7.79223	77.2091	0.221857	0.93
		Kesit D-D	7.78339	77.2657	0.221881	0.93
	01.06.2015	Kesit A-A	17.0278	79.6972	0.222672	0.94
		Kesit B-B	17.7549	77.6592	0.221758	0.93
		Kesit C-C	17.7592	77.6126	0.221739	0.93
		Kesit D-D	17.7551	77.6583	0.221758	0.93
	01.09.2015	Kesit A-A	22.0545	77.5445	0.221591	0.93
		Kesit B-B	22.6471	76.0547	0.220974	0.93
		Kesit C-C	22.6431	76.0577	0.220975	0.93
		Kesit D-D	22.6468	76.0562	0.220975	0.93
	01.12.2015	Kesit A-A	11.0951	79.3621	0.222692	0.94
		Kesit B-B	11.7136	76.0672	0.221287	0.93
		Kesit C-C	11.7193	75.9923	0.221257	0.93
		Kesit D-D	11.7139	76.0648	0.221286	0.93

*Simülasyon değerleri DELPHIN'de elde edildiği haliyle işlenmiş, U değeri virgülden sonra 2 basamak dikkate alınarak tabloya işlenmiştir.

5.3.5 İklim verileri ile DELPHIN bilgisayarlı benzetim çalışmalarının sonuçlarının değerlendirilmesi

Dinamik şartlar altında iklim dosyaları ile yapılan DELPHIN bilgisayarlı benzetim çalışmalarından elde edilen verilere ilişkin değerlendirme aşağıda sıralanmıştır:

- FM1.1 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 (Kesit A-A) numaralı noktalarda kış aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski söz konusudur. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (Kesit A-A) numaralı noktalarda kış aylarında bağıl nemin %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklığın 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 2, 4, 5, 6, 7 numaralı noktalarda yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır.

- FM1.1 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzeyde kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaşmadığı için küf ya da yoğuşma riski olmadığı söylenebilir. Dış yüzey değerleri incelendiğinde, 1, 2, 3, 4, 5, 8 (Kesit A-A) numaralı noktalarda kış aylarında bağıl nemin %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklığın 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 2, 4, 5, 6, 7, 8 (Kesit C-C), 9 numaralı noktalarda yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır.

- FM1.1 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzeyde tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için küf ve yoğuşma riski olduğu sonucuna ulaşılabilir. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda, kış aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, sıcaklığın 0ºC iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 2, 4, 5, 6, 7, 8 (Kesit C-C), 9 numaralı noktalarda yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır.

- FM1.2 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzeyde tüm noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski olduğu söylenebilir. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda, kış aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, sıcaklığın 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 2, 4, 5, 6, 7, 8 (Kesit C-C), 9 numaralı noktalarda yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır.

- FM1.2 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzeyde 2, 4, 5 numaralı noktalarda kış aylarında bağıl nem %80'e ulaşmıştır; bu nedenle yoğuşma ve küf riski olduğu söylenebilir. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 3 numaralı noktalarda kış aylarında bağıl nemin %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklığın 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 2, 4, 5, 6, 7, 8 (Kesit C-C), 9 numaralı noktalarda ise bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklığın 0ºC iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- FM1.2 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzeyde tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski olduğu söylenebilir. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 3, 8 (Kesit A-A) numaralı noktalarda kış aylarında bağıl nemin %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklığın 0ºC iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 2, 4, 5, 6, 7, 8 (Kesit C-C), 9 numaralı noktalarda ise bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklığın 0ºC iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- FM2.1 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 (Kesit A-A) numaralı noktalarda iç yüzeyde bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski olabileceğini göstermektedir. Dış yüzey

değerleri incelendiğinde; 1, 3, 8 (Kesit A-A) numaralı noktalarda kış aylarında bağıl nemin %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklık 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 2, 4, 5, 6, 7, 8 (Kesit C-C), 9 numaralı noktalarda kış ve yaz ayları boyunca bağıl nemin %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklık 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- FM2.1 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzeyde tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski olmadığı görülmektedir. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 3, 8 (Kesit A-A) numaralı noktalarda kış aylarında bağıl nemin %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklık 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 2, 4, 5, 6 numaralı noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. 7, 8 (Kesit C-C), 9 numaralı noktalarda yaz aylarında bağıl nemin %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır.

- FM2.1 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. 1, 8 (Kesit A-A) numaralı noktalarda iç yüzeyde bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski olduğu görülmektedir. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (Kesit C-C), 9 numaralı noktalarda iç yüzeyde bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski olduğu görülmektedir. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 3, 8 (Kesit A-A) numaralı noktalarda kış aylarında bağıl nemin %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklık 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 2, 4, 5, 6, 7, 8 (Kesit C-C), 9 numaralı noktalarda kış ve yaz ayları boyunca bağıl nemin %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklık 0ºC iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- FM2.2 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzeyde tüm noktalarda kış aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski

bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 3, 8 (Kesit A-A) numaralı noktalarda kış aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, sıcaklık 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 2, 4, 5, 6, 7, 8 (Kesit C-C), 9 numaralı noktada kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklık 0ºC iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- FM2.2 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzeyde 2, 4, 5, 6 numaralı noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için küf ve yoğuşma açısından riskli olduğu görülmektedir. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 3, 8 (Kesit A-A) numaralı noktalarda kış aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, sıcaklık 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 2, 4, 5, 6, 7, 8 (Kesit C-C), 9 numaralı noktada kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, sıcaklık 0ºC iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- FM2.2 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 3, 8 (Kesit A-A) numaralı noktalarda kış aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, sıcaklık 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 2, 4, 5, 6, 7, 8 (Kesit C-C), 9 numaralı noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklık 0ºC iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SAM1.1 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı

durumlarda yoğuşma, sıcaklık 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SAM1.1 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklık 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SAM1.1 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 2, 3, 4 (Kesit A-A), 5 (Kesit A-A), 9 (Kesit A-A) numaralı noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. 4 (Kesit B-B), 5 (Kesit C-C), 6, 7, 8, 9 (Kesit D-D) numaralı noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma ve küf riski bulunmaktadır.

- SAM1.2 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 5 (Kesit C-C) numaralı noktada bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SAM1.2 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı durumlarda yoğuşma, sıcaklık 0ºC ve altında iken donma meydana gelme ihtimali olmasının yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SAM1.2 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 2, 3, 4 (Kesit A-A), 5 (Kesit A-A), 9 (Kesit A-A) numaralı noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. 4 (Kesit B-B), 5 (Kesit C-C), 6, 7, 8, 9 (Kesit D-D) numaralı noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SAM2.1 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SAM2.1 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SAM2.1 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 2 (Kesit A-A), 3, 4 (Kesit A-A), 5 (Kesit A-A), 7 (Kesit E-E), 8 (Kesit E-E), 9 (Kesit E-E) numaralı noktalarda bağıl nem kış aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. 2 (Kesit B-B), 4 (Kesit C-C), 5 (Kesit D-D), 6, 7 (Kesit B-B), 8 (Kesit C-C), 9 (Kesit D-D) numaralı noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SAM2.2 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SAM2.2 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SAM2.2 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 2 (Kesit A-A), 3, 4 (Kesit A-A), 5 (Kesit A-A), 7 (Kesit E-E), 8 (Kesit E-E), 9 (Kesit E-E) numaralı noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. 2 (Kesit B-B), 4 (Kesit C-C), 5 (Kesit D-D), 6, 7 (Kesit B-B), 8 (Kesit C-C), 9 (Kesit D-D) numaralı noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SİM1.1 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SİM1.1 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 3, 6, 7, 8, 9 numaralı noktalarda bağıl nem kış

aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; 2, 4 (Kesit C-C), 5, 8 (Kesit E-E) numaralı noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 1, 3, 4 (Kesit A-A), 6, 7, 8 (Kesit D-D), 9 (Kesit D-D) numaralı noktalarda yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır.

- SİM1.1 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 2 (Kesit B-B), 3, 4 (Kesit C-C), 5 (Kesit D-D), 6, 7, 8, 9 numaralı noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. 2 (Kesit A-A), 4 (Kesit A-A), 5 (Kesit A-A) numaralı noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SİM1.2 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SİM1.2 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 3, 6, 7, 8, 9 numaralı noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SİM1.2 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 2 (Kesit B-B), 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 numaralı noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski

bulunmaktadır. 2 (Kesit A-A) numaralı noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SİM2.1 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SİM2.1 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 3, 4, 5, 8, 9 numaralı noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 2, 3 (Kesit A-A), 6, 7 numaralı noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 3 (Kesit D-D), 4, 5, 8, 9 numaralı noktalarda yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır.

- SİM2.1 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 1 (Kesit A-A) numaralı noktada bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. 1 (Kesit B-B), 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 numaralı noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; 1 (Kesit A-A) numaralı noktalarda kış aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır. 1 (Kesit B-B), 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 numaralı noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SİM2.2 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SİM2.2 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- SİM2.2 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 1 (Kesit A-A), 2 (Kesit A-A) numaralı noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. 1 (Kesit B-B), 2, (Kesit C-C), 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 numaralı noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- ZM1.1 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- ZM1.1 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri

incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- ZM1.1 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- ZM1.2 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- ZM1.2 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde, tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- ZM1.2 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- ZM2.1 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri

incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- ZM2.1 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- ZM2.1 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; 1, 2, 3 (Kesit A-A), 4, 5, 6, 7, 9 numaralı noktalarda bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. 3 (Kesit D-D), 8 numaralı noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- ZM2.2 19ºC %65 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- ZM2.2 20ºC %50 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaşmadığı için yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

- ZM2.2 22ºC %80 bağıl nem şartlarında dinamik koşullarda simülasyon sonuçlarından elde edilen veriler şu şekilde değerlendirilmiştir. İç yüzey değerleri incelendiğinde 1, 2, 3 (Kesit A-A), 4, 5, 6, 7, 8, 9 numaralı noktalarda

bağıl nem kış aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. 3 (Kesit D-D) numaralı noktada bağıl nem kış ve yaz aylarında %80'e ulaştığı için yoğuşma ve küf riski bulunmaktadır. Dış yüzey değerleri incelendiğinde; tüm noktalarda kış ve yaz aylarında bağıl nem %80'e ulaştığı için yoğuşma, 0ºC ve altında donma, yanı sıra; küf riski bulunmaktadır.

DELPHIN ile dinamik şartlarda iklim verileri ile yapılan benzetim çalışmalarından elde edilen sıcaklık, bağıl nem ve ısıl iletkenlik değerleri grafik ve tablolarla açıklanmış ısıl iletkenlik değerinin bağıl nem değerinin artmasıyla birlikte arttığı görülmüştür. Simülasyonlardan elde edilen ısıl iletkenlik değerleri ile TS825'e göre U değeri hesaplamaları yapılmıştır. Buna göre, TS825'te tavsiye edilen U değerleri ile karşılaştırıldığında duvar örneklerinin U değerlerinin tavsiye edilen değerlerden farklı olduğu görülmektedir. Her bir model için sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- TS825'te Fındıklı için tavsiye edilen U değeri 0.57 W/m^{2}K'dır. Fındıklı duvar modellerinin yapılan simülasyon sonuçlarında U değerlerinin tavsiye edilen değerden fazla olduğu görülmektedir. Fındıklı modelleri incelendiğinde, tavsiye edilen U değerine en yakın değer 1.41 W/m^{2}K olduğu ve tüm duvar örneklerinin Kesit A-A modelinin 1 Haziran 2015 tarihinde bu değerin hesaplandığı görülmektedir. Tavsiye edilen U değerine en uzak değerin 2.56 W/m^{2}K olduğu ve FM1.2 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında modellenen Kesit B-B için 1 Mart 2015 tarihinde bu değerin hesaplandığı görülmektedir. FM2.2 için yapılan sıcak oda ölçümleri dikkate alındığında elde edilen U değerinin sabit şartlarda yapılan simülasyon çalışması ile arasındaki farkın -%11.07 olduğu değerlendirildiğinde dinamik şartlar için hesaplanan bu değerlerin ölçülen değerden düşük olduğu daha önce ifade edilmişti. Buna göre, modellenen duvar örneklerinin U değerlerinin %11.07 daha fazla olabileceği söz konusudur.
- TS825'te Safranbolu için tavsiye edilen U değeri 0.48 W/m^{2}K'dır. Safranbolu duvar modellerinin yapılan simülasyon sonuçlarında U değerlerinin tavsiye edilen değerden fazla olduğu görülmektedir. Safranbolu modelleri incelendiğinde, tavsiye edilen U değerine en yakın değer 2.17 W/m^{2}K olduğu ve SAM2.1 modelinin 3 farklı iç ortam koşullarında 1 Mart, 1 Haziran ve 1 Eylül 2015 tarihlerinde tüm kesitler için bu değerin hesaplandığı görülmektedir. Tavsiye edilen U değerine en uzak değer 2.46 W/m^{2}K olduğu

ve SAM1.2 Kesit A-A 3 farklı iç ortam koşullarında modellenen örnek için 1 Aralık 2015 tarihinde bu değerin hesaplandığı görülmektedir. SAM1.2 için yapılan sıcak oda ölçümleri dikkate alındığında elde edilen U değerinin sabit şartlarda yapılan simülasyon çalışması ile arasındaki farkın %71.35 olduğu değerlendirildiğinde dinamik şartlar için hesaplanan bu değerlerin ölçülen değerden fazla olduğu daha önce ifade edilmişti. Buna göre, modellenen duvar örneklerinin U değerlerinin %71.35 daha az olabileceği söz konusudur.

- TS825'te Sivrihisar için tavsiye edilen U değeri 0.48 W/m^{2}K'dır. Sivrihisar duvar modellerinin yapılan simülasyon sonuçlarında U değerlerinin tavsiye edilen değerden fazla olduğu görülmektedir. Sivrihisar modelleri incelendiğinde, tavsiye edilen U değerine en yakın değer 1.04 W/m^{2}K olduğu ve SiM2.1 modelinin 3 farklı iç ortam koşullarında 1 Eylül ve 1 Aralık 2015 tarihlerinde tüm kesitler için bu değerin hesaplandığı görülmektedir. Tavsiye edilen U değerine en uzak değer 2.45 W/m^{2}K olduğu ve SİM1.2 Kesit A-A 19°C %65 bağıl nem iç ortam koşullarında modellenen örnek için 1 Mart 2015 tarihinde bu değerin hesaplandığı görülmektedir. SiM1.1 için yapılan sıcak oda ölçümleri dikkate alındığında elde edilen U değerinin sabit şartlarda yapılan simülasyon çalışması ile arasındaki farkın -%33.23 olduğu değerlendirildiğinde dinamik şartlar için hesaplanan bu değerlerin ölçülen değerden düşük olduğu daha önce ifade edilmişti. Buna göre, modellenen duvar örneklerinin U değerlerinin %33.23 daha fazla olabileceği söz konusudur.
- TS825'te Zeyrek için tavsiye edilen U değeri 0.57 W/m^{2}K'dır. Zeyrek duvar modellerinin yapılan simülasyon sonuçlarında U değerlerinin tavsiye edilen değerden fazla olduğu görülmektedir. Zeyrek modelleri incelendiğinde, tavsiye edilen U değerine en yakın değer 0.93 W/m^{2}K olduğu ve ZM2.2 modelinin 3 farklı iç ortam koşullarında 1 Mart 2015 Kesit B-B, Kesit C-C, Kesit D-D; 1 Haziran 2015 Kesit B-B, Kesit C-C, Kesit D-D; 1 Eylül 2015 tüm kesitler ve 1 Aralık 2015 Kesit B-B, Kesit C-C, Kesit D-D için bu değerin hesaplandığı görülmektedir. Tavsiye edilen U değerine en uzak değerin 1.19 W/m^{2}K olduğu ve ZM1.1 3 farklı iç ortam koşullarında modellenen örnek için 1 Haziran 2015 tarihinde Kesit A-A, ZM1.1 19°C %65 bağıl nem ve 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında 1 Mart 2015 tarihinde Kesit A-A için bu değerin

hesaplandığı görülmektedir. ZM1.2 için yapılan sıcak oda ölçümleri dikkate alındığında elde edilen U değerinin sabit şartlarda yapılan simülasyon çalışması ile arasındaki farkın -%40.05 olduğu değerlendirildiğinde dinamik şartlar için hesaplanan bu değerlerin ölçülen değerden düşük olduğu daha önce ifade edilmişti. Buna göre, modellenen duvar örneklerinin U değerlerinin %40.05 daha fazla olabileceği söz konusudur.

Yukarıda sıralanan sonuçlara göre aşağıdaki değerlendirmelere ulaşılmıştır:

- İç ortam koşullarının yüksek sıcaklık ve bağıl nem değerlerinde olduğu durumlarda, tüm örnekler için çoğunlukla riskli olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, iç ortam koşulları için herhangi bir ısıtma ya da soğutma tanımlanmamıştır ancak elde edilen sonuçlar doğrultusunda iç ortamdaki ısıtma ve soğutmanın önemli olduğu, iç ortam koşullarının kullanıcı konfor koşulları dikkate alınarak belirlenmesi gerekliliği dikkate alınmalıdır.
- Fındıklı modellerinin çoğunluğunda iç ve dış yüzeyde yoğuşma ve küf riski olduğu görülmektedir. Buna göre, farklı malzemelerin birleşim noktalarının detaylı incelenmesi önemlidir. Dış yüzeydeki yoğuşma riskinin yanı sıra, iç yüzeyde riskin ahşap kaplama ve bağdadi olan her iki katmanlaşmada da görülmesine bağlı olarak ahşap malzemede ve bağdadi katmanlarda buna bağlı olarak oluşabilecek sorunlara dikkat edilmelidir.
- Safranbolu modellerinin çoğunluğunda yoğuşma ve küf riski dış yüzeyde kış ve yaz aylarında görülmektedir. Dış yüzey katmanlaşmalarında tüm örneklerde aynı kalınlıklarda kerpiç sıva üzerine kireç sıva kullanıldığı değerlendirildiğinde her iki sıvanın bu etkiler karşısında olumsuz etkileneceği sonucu ortaya çıkmaktadır. Buna ek olarak, iç yüzeyde 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında kış aylarında tüm noktalarda yaz aylarında ise bazı noktalarda yoğuşma ve küf riski olduğu; bu durumda dolgu malzemesi olan kerpiçte ve iç yüzeydeki örneklere göre değişen kireç sıva veya bağdadi katmanların olumsuz etkilenebileceği sonucuna ulaşılmıştır.
- Sivrihisar modellerinin çoğunluğunda yoğuşma ve küf riski dış yüzeyde kış ve yaz aylarında görülmektedir. Dış yüzey katmanlaşmalarında sıvasız olan örneklerde tuğlanın ve ahşabın direkt olarak hava koşullarına maruz kalması malzemelerin olumsuz etkilenmesine neden olmakla birlikte yoğuşma ve küf

riskinin de olması bu duvar örneklerinde kritik bir durum olarak ortaya çıkmaktadır. Dış yüzey katmanlaşmalarında diğer örnekte ise aynı kalınlıklarda kerpiç sıva üzerine kireç sıva kullanıldığı değerlendirildiğinde her iki sıvanın yoğuşma ve küf riski karşısında olumsuz etkileneceği sonucuna varılmaktadır. Buna ek olarak, iç yüzeyde farklı ortam koşullarında kış aylarında çoğunlukla yoğuşma ve küf riski olduğu; 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında ise kış aylarında tüm noktalarda yaz aylarında ise birkaç nokta haricinde çoğu noktalarda yoğuşma ve küf riski olduğu; bu durumda dolgu malzemesi olan tuğla ve iç yüzeydeki kireç sıva katmanlarının olumsuz etkilenebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

- Zeyrek modellerinin çoğunluğunda yoğuşma ve küf riski dış yüzeyde kış ve yaz aylarında görülmektedir. Dış yüzey katmanlaşmalarında farklı kalınlıklarda ahşap kaplama kullanıldığı değerlendirildiğinde ahşabın bu etkiler karşısında olumsuz etkileneceği sonucu ortaya çıkmaktadır. Buna ek olarak, iç yüzeyde 22°C %80 bağıl nem iç ortam koşullarında kış aylarında yoğuşma ve küf riski olduğu; bu durumda iç yüzeydeki bağdadinin olumsuz etkilenebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Diğer iki iç ortam koşulunda iç yüzeyde yoğuşma ve küf riskinin oluşmamasında, ahşap çerçeve kaplamalı sistemdeki boşluklu yapının iç yüzeydeki sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin kritik seviyeye ulaşmamasında etkili olduğu öngörülmektedir.
- Duvar modelleri için yatay ve düşeyde farklılaşmalar olması nedeniyle hem yatay hem de düşeyde kesitler alınarak modellemeler yapılmıştır. Bunun sonucunda aynı noktadan yatay ve düşeyde modellenen noktalar için değerler elde edilmiştir. Benzetim çalışmalarından elde edilen sonuçlara göre, aynı noktalar için yatay ve düşeyde geçen kesitte farklı değerlerin olduğu durumlar söz konusu olmuştur. Bunun nedeninin güneşin geliş açısı olduğu öngörülmektedir. Değerlerin bu durum dikkate alınarak incelenmesi gerekmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'deki konut kültürünün önemli örneklerinden olan geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapıları, ısıl ve nemsel performansın kapsadığı konular ve önemi dikkate alındığında öncelikli incelenmesi gerekenler arasındadır. Mimari, tarihi, kültürel ve sosyal değere sahip olan bu yapıların özgünlüklerinin korunarak gelecek nesillere aktarılması noktasında dış duvarlarının ısıl ve nemsel performansının iyi olması; bu yapıların enerji etkinliklerinin arttırılmasına katkı sağlanması, ısı ve nem etkisiyle oluşabilecek ve yapının yaşam ömrünü olumsuz etkileyebilecek sonuçların engellenmesine katkı sunabilir. Tarihi ve geleneksel binaların enerji iyileştirmesi dikkatli bir şekilde yapıldığında, enerji tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltmak için olanak sağlamakla birlikte bu yapıların gelecek nesillere korunarak aktarılmasına katkı sağlayabilir (Webb, 2017). Buna göre, mevcut durum tespitlerinin yapılması ve gerekli olan durumlarda iyileştirme önerilerinin değerlendirilmesi aşamalarında ısıl ve nemsel performans araştırmaları halihazırda devam eden ve/veya yapılacak olan koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmalarına veri sağlaması bakımından önemlidir.

Bu çalışmanın amacı; Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konut yapılarının dış duvar sistemlerinin sayısal ve deneysel yöntemlerle ısıl ve nemsel performansının değerlendirilip koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmalarında performans iyileştirme için yapı fiziksel koşulların gözetilerek yaklaşımların ve müdahale stratejilerinin geliştirilmesidir. Bu amaç doğrultusunda, Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarının dış duvar sistemlerini temsil edebilecek en çok örneği görülen 4 farklı duvar tipi belirlenmiştir. Tasarlanan duvar modellerinin ısıl ve nemsel performans değerlendirmesinin sayısal değerlendirmesi DELPHIN yazılımı ile, deneysel değerlendirmesi ise TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı Müdürlüğü Laboratuvarı'nda bulunan mahfazalı sıcak oda cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Sonraki aşamada ise, tasarlanan tüm duvar modelleri DELPHIN yazılımı ile her örneğin bulunduğu ilin iklim verileriyle simülasyonu yapılarak;

sıcaklık, bağıl nem ve ısıl iletkenlik değerleri incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda sonuçlar aşağıda açıklanmıştır.

Mahfazalı sıcak oda ve sabit şartlarda yapılan DELPHIN simülasyon çalışmalarının karşılaştırmalı verilerine göre:

- Sıcak oda deneyleri ile DELPHIN simülasyon çalışmalarının sağlıklı şartlarda karşılaştırılabilmesi için inşa edilen duvar modellerinde kullanılan malzemelerin (kerpiç sıva ve kireç sıva hariç) özellikleri laboratuvar çalışmaları ile belirlenmiş ve DELPHIN yazılımına işlenmiştir. Bu bilgiler dinamik şartlarda yapılan simülasyonlar için de kullanılmıştır. Bu sayede, elde edilen veriler, mevcut şartların değerlendirmesi için daha doğru sonuçlar sağlamıştır. Yapılacak çalışmalar için kerpiç ve kireç sıvanın da özelliklerinin belirlenmesi ve DELPHIN yazılımına işlenmesi tavsiye edilmektedir.
- Sıcak oda deneyleri ve simülasyon çalışmaları yapılan 4 duvar örneğinin farklı katmanlaşmalarının TS825'te tavsiye edilen U değerine uygun olmadığı görülmektedir. Sonuçlar çerçevesinde, duvar kalınlığı ve malzeme farklılığı arttıkça, ölçülen ve hesaplanan değerler arasındaki farkın arttığı; 4 farklı duvar katmanından oluşan SAM1.2 için bu farkın %100'e yaklaştığı sonucuna varılmaktadır. Bunun nedeninin inşa edilen duvarlarda işçilik hatasından kaynaklı durumların söz konusu olması ve çok sayıda farklı malzemenin bir araya gelmesinden kaynaklı olduğu değerlendirilmektedir.
- Duvar örneklerinin U Değerlerinin TS825'te tavsiye edilen değerler dikkate alınarak iyileştirilmesi gerekliliği söz konusudur. Duvar örneklerinin tarihi, kültürel, mimari ve sosyal değerleri göz önünde bulundurulduğunda bu iyileştirmenin gerçekleştirilmesi için kapsamlı çalışmaların yapılması elzemdir. Bu konu, çalışmanın kapsamı dışında olduğu için detaylı bir öneri yapılamamakla birlikte, Fındıklı ve Sivrihisar'ın dış yüzeyinin sıvasız olduğu duvar örneklerinin dış yüzeylerindeki özgün doku nedeniyle iyileştirme çalışmalarında iç yüzeylerin değerlendirilmesi, diğer örneklerde ise iç ve dış yalıtım seçeneklerinin etkilerinin birlikte değerlendirilmesi kritik öneme sahiptir. Tüm duvar örnekleri için mümkün olduğunca duvarın özgün yapısına zarar vermeyen doğal içerikli malzemeler kullanılarak en az müdahaleyle çözülmesi gerekmektedir.

- Sıcak oda deneyleri ve simülasyon çalışmaları yapılan 4 örnekte ortak olarak ahşap üzerindeki noktalarda değerler arasındaki farkın en az olduğu, farklı malzemelerin bir araya geldiği noktalarda bu farklılaşmanın ısı hareketi üzerinde etkili rol oynadıkları ve işçilik kaynaklı etkilerin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Dinamik şartlarda yapılan DELPHIN simülasyon verilerine bakıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Yapılan simülasyonlara ait detaylı veriler, sonuç değerlendirme başlığında aktarılmıştır. Duvar örneklerinin büyük çoğunluğunda yoğuşma ve küf riski söz konusudur. Bu durum dikkate alındığında, yapılacak ya da yapılması planlanan herhangi bir müdahale söz konusu olduğunda risklerin bu detaylı sonuçlara göre dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir. Ek olarak, yapılan simülasyonların iç ortam koşulları tanımlanırken ısıtma ya da soğutma etkisi dikkate alınmamıştır. O nedenle müdahale söz konusu olduğunda bu durumların da ayrıca incelenmesi ve etkilerinin değerlendirilmesi önemlidir.

- Modellenen kesitlerin ısıl iletkenlik verileri ile TS825'e göre yapılan U değeri hesapları incelendiğinde, tüm duvar örneklerinin tavsiye edilen değerden fazla olduğu görülmüştür. Buna istinaden, sabit şartlarda yapılan sıcak oda ve DELPHIN simülasyonları sonuçları da dikkate alınarak U değerinin iyileştirilmesi gerekliliği söz konusudur. Daha önce de açıklandığı üzere bu müdahalelerde yapıların değerleri korunarak özgünlüğüne zarar verilmemesi elzemdir.

- Dinamik şartlarda yapılan DELPHIN simülasyon sonuçları incelenirken sıcaklık ve U değeri için sıcak oda deneylerinden elde edilen karşılaştırma verileri dikkate alınarak değerlendirilmeli, % farkları dikkate alınmalıdır.

Çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda, DELPHIN yazılımının mevcut durum tespiti ve eğer gerekli ise iyileştirme önerilerinin değerlendirilmesi noktasında bir araç olarak kullanılmasının önemli bir veri sağlayacağı görülmüştür. Bununla birlikte, kapsamlı çalışmalar için deneysel yöntemlere başvurulması önemlidir. Çalışma; Türkiye'deki geleneksel ahşap çerçeve sistem konutların koruma/restorasyon/rekonstrüksiyon çalışmalarında kullanılmak üzere ön

değerlendirme ve tespit noktasında çalışmalara kılavuz olabilecek, özellikle yapıların inceleme, saptama ve belgeleme aşamalarında müdahale gerekip gerekmediği ya da nasıl bir müdahale yapılacağı ile ilgili yapılan çalışmalara veri sunmuştur. Yanı sıra, sunulan ısıl ve nemsel performans verileri dikkate alınarak bu bilgiler ışığında; çağdaş mimari için de ahşap yapı elemanları, geleneksel malzeme kullanımı gibi yaklaşımların geliştirilmesi için yapılacak araştırmalar için de kullanılabilir.

Deneysel ve sayısal yöntem uygulanarak yapılan bu araştırma için koşullu ve kontrollü şartlar sağlanarak değerlendirme yapılmıştır. Bu nedenle, gerçek ortam koşullarının değerlendirilmesi kapsam dışındadır. Yapılacak çalışmalarda gerçek ortam koşullarının da incelenmesi için yerinde ölçüm yönteminin uygulanması ile elde edilen verilerle karşılaştırılmasının literatüre önemli katkı sağlayabileceği öngörülmektedir. Yapılması planlanan bir müdahale söz konusu ise, yapı özelinde yerinde ölçüm metoduna başvurularak etüt edilmesi durumun değerlendirilmesi açısından önemlidir.

Bu çalışma kapsamında, belirlenen geleneksel ahşap çerçeve konut yapılarının dış duvarlarının ısıl ve nemsel performans değerlendirmesi incelenmiştir. Buna ek olarak, bu örneklerin akustik, yangın ve deprem performansının da araştırılarak bulguların bütüncül değerlendirilmesinin bu alanda yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

Acar, D. (2015). *19. Yüzyılın ikinci yarısında İstanbul'da ahşap yapım sistemlerinin değişimi: gelenekselin rasyonelleştirilmesi*. (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Acun, S. ve Gürdal, E. (2003). Yenilenebilir bir malzeme: kerpiç ve alçılı kerpiç. *TMH – Türkiye Mühendislik Haberleri,* 427 (2003/5), 71-77.

Ahunbay, Z. (2009). *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon.* 5. Baskı, İstanbul: YEM Yayın.

Akkemik, Ü. (2016). Türkiye'nin Doğal Meşe (Quercus L.) Türlerinin Yayılışı ve Botanik Özellikleri. *Uluslararası Katılımlı Meşe Çalıştayı 18-20 Ekim 2016, İğneada / Kırklareli,* (s.83-94). Orman Genel Müdürlüğü, Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.

Akkuzugil, E. (1997). *A Study on Historical Plasters.* (Yüksek lisans tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Aksoy, U. T. (2008). Sandviç ve gazbeton duvar uygulamalarının ortalama ısı geçirgenlik katsayısı ve ısı kaybı üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 24 (1-2), 277-290.

Aktaş, Y. D. (2011). *Evaluation of Seismic Resistance of Traditional Ottoman Timber Frame Houses.* (Doktora tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Alan, R. E. (2010). *Su Buharı Difüzyonu ve Isı Yalıtım Malzemelerinin Buhar Geçirgenlikleri Üzerine Deneysel Bir Çalışma.* (Yüksek lisans tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Almaç, U. (2002). *Alçı Bağlayıcılı Hazır Harç ile Toprak Karışımının Hasarlı Kerpiç Yapılarda Onarım Harcı Olarak Kullanılabilmesi için Deneysel Araştırma.* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Altan, G., Er Akan, A. & Ömercioğlu, **H. T.** (2016). The effects of traditional production processes on the rural houses case study: Kızılcabölük. *The Journal of International Social Research,* 9 (43), 1040-1046.

Altun, M. C. (1997). *Buhar difüzyonunun dış duvarların nem ile ilgili ve ısıl performansına etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir yaklaşım.* (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Alyamaç, K. E. ve Erdoğan, A. S. (2005). Geçmişten günümüze afet yönetmelikleri ve uygulamada karşılaşılan tasarım hataları. *Proceedings of Deprem Sempozyumu: Kocaeli 2005.* Kocaeli, Türkiye.

Annibaldi, V., Cucchiella, F., De Berardinis, P., Gastaldi M. & Rotilio, M. (2019). An integrated sustainable and profitable approach of energy efficiency in heritage buildings. *Journal of Cleaner Production*, 251(2020), 1-16.

Asdrubali F. & Baldinelli, G. (2011). Thermal transmittance measurements with the hot box method: Calibration, experimental procedures, and uncertainty analyses of three different approaches. *Energy and Buildings*, 43 (2011), 1618–1626.

ASHRAE (2016). ANSI/ASHRAE Addendum e to ANSI/ASHRAE Standard 160-2009 Criteria for Moisture-Control Design Analysis in Buildings.

Avlar E. ve Yıldırım, H. S. (2021). Deprem mevzuatı bağlamında türkiye'deki geleneksel ahşap karkas yapı kurallarının analizi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 20 (278), 1117-1137.

Avlar, E. (1995). *Türkiye'deki konut açığının giderilebilmesinde önyapımlı ahşap konut üretiminin uygulanabilirliği yönünde bir model araştırması (Bursa örneği).* (Doktora tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bağbancı, M.B. & Köprülü Bağbancı, Ö. (2018). The Dynamic Properties of Historic Timber-Framed Masonry Structures in Bursa, Turkey. *Shock and Vibration*, October (2018), Article ID 3257434.

Barreira, E., Delgado, J. M. P. Q., Ramos, N. M. M. & de Freitas, V. P. (2013). Exterior condensations on façades: numerical simulation of the undercooling phenomenon. *Journal of Building Performance Simulation*, 6 (5), 337-345.

Başlılar Altun, S. (2008). *Geleneksel Türk evleri, kullanılan yapı malzemeleri, yapı elemanları ve yapım sistemler.* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Bayram, Ö. F. (2014). *Doğu Karadeniz bölgesinde geçmişten günümüze vernaküler mimari*. (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bektaş, C. (2020). *Türk Evi.* 7. Baskı, İstanbul: YEM Yayın.

Brambilla, A., Gasparri, E. & Aitchison, M. (2018). Building with timber across Australian climatic contexts: an hygrothermal analysis. *52nd International Conference of the. Architectural Science Association (ANZAScA)*, 28 Kasım-1 Aralık 2018, Melbourne, Avusturalya.

Cabrera, P., Samuelson, H., Ge, H. & Kurth, A. M. (2019). Simulating Mold Risks under Future Climate Conditions. *16th IBPSA Conference (ed V. Corrado, E. Fabrizio, A. Gasparella and F. Patuzzi).* Roma, İtalya.

Carbonez, K., Van Den Bossche, N., Ge, H. & Janssens, A. (2015). Comparison between uniform rain loads and point sources to simulate rainwater leakage with commercial HAM-models. *Proceedings of ISBP 2015: 1st International Symposium on Building Pathology.* Porto, Portekiz.

Cengiz, S. (2015). Doğu Karadeniz'de Kırsal Mimari: Rize - Fındıklı - Hara Köyü - Köseoğlu Osman Cengiz Evi. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Cerasi, M. (1998). The Formation of Ottoman House Types: A Comparative Study in Interaction with Neighboring Cultures. *Muqarnas*, 15 (1998), 116-156.

Chang, S. J. & Kim, **S.** (2015). Hygrothermal performance of exterior wall structures using a heat, air and moisture modeling. *Energy Procedia*, 78 (2015), 3434 – 3439.

Chasan, S. (2013). *Dış Cephe Bitirme Sistemlerinde Isı Yalıtımının Sıcaklık ve Nem Performansına Etkisinin İncelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Claude, S., Ginestet, S., Bonhomme, M., Escadeillas, G., Taylor, J., Marincioni, V., Korolija, I. & Altamirano, H. (2019). Evaluating retrofit options in a historical city center: Relevance of bio-based insulation and the need to consider complex urban form in decision-making. *Energy and Buildings*, 182(2019), 196-204.

Coşkun, M. E. (2013). *Türk Evlerinde yapı malzemeleri ve yapım teknikleri.* (Yüksek lisans tezi). Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Coupillie, C., Steeman, M., Van Den Bossche, N. & Maroy, **K.** (2017). Evaluating the hygrothermal performance of prefabricated timber frame façade elements used in building renovation. *Energy Procedia*, 132 (2017), 933-938.

Çağlar, A. (2018). *Geleneksel kastamonu evlerinde kullanılan harman tuğlası özelliklerinin bor atığı katkısı ile iyileştirilmesi üzerine deneysel araştırma*. (Doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Çağlar, H., Çağlar, A., Korkmaz, S. Z., Demirel, B. ve Bayraktar, O. Y. (2018). Geleneksel Kastamonu Evlerinin İnşasında Kullanılan El İle Üretilmiş Harman Tuğla İle Fabrikasyon Olarak Üretilen Tuğlanın Fiziksel, Mekanik Ve Yapısal Karakterizasyon Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Fırat Üniv. Müh. Bil. Dergisi*, 30 (2), 39-48.

Çakır, S. (2000). *Geleneksel Karadeniz ahşap konut yapım yönteminin çağdaş teknoloji açısından değerlendirilmesi*. (Doktora tezi). Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çavuş, M., Dayı, M., Ulusu, H. ve Aruntaş, **Y.** (2015). Sürdürülebilir Bir Yapı malzemesi olarak Kerpiç (Adobe As A sustainable Building Material). *2nd International Sustainable Buildings Symposium*, 28-30 Mayıs 2015, Ankara, Türkiye.

Çelebi, M. (2018). *Yenilenebilir ve sürdürülebilir binaların Türkiye'de uygulanabilirliğinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Çiçek, A. (2002). *Yapı düşey kabuk bileşenlerinin performans belirlenmesi sürecinde ısı ve nem geçişi ölçümünde kullanılabilecek bir yöntem önerisi*. (Doktora tezi). Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çobancaoğlu, T. (2003). Türkiye'de geleneksel ahşap ev yapı sistemlerinin irdelenerek gruplandırılmasına yönelik bir değerlendirme. *Tasarım Kuram, 2* (3), 27-42.

Defo, M., Lacasse, M. & Laouadi, A. (2022). A comparison of hygrothermal simulation results derived from four simulation tools. *Journal of Building Physics*, 45(4), 432-456.

Delgado, J.M.P.Q., Barreira, **E., Ramos, N.M.M. & de Freitas, V.P.** (2013). *Hygrothermal Numerical Simulation Tools Applied to Building Physics.* Springer.

Delgado, J.M.P.Q., Ramos, N.M.M., de Freitas, V.P. & Barreira, **E.** (2010). Numerical simulation of exterior condensations on façades: The undercooling phenomenon. *Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Whole Buildings - 11th International Conference2010 11th International Conference on Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Whole Buildings, Buildings XI,* 5-9 Aralık 2010, Clearwater Beach, Florida.

Demberel, O. (2012). *Sivrihisar İbrahim Bulgurcu Evi restorasyon önerisi.* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Demirtaş, G. (2020). *Konya-Türbeönü tescilli kerpiç yapılarının restorasyonunda kullanılacak uygun harç tayini.* (Doktora tezi). Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya.

Develi, A. A. (2008). *Geleneksel Türk Evinin Cephe Analizi: İstanbul-Zeyrek Semti Haydar Mahallesi Örneği*. (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Konya.

Doğan, M. (2010). Seismic analysis of traditional buildings: bagdadi and hımış. *Anadolu University Journal of Science And Technology –A Applied Sciences and Engineering, 11* (1), 35-45.

Doğangün, A., Tuluk, Ö., Livaoğlu, R. & Acar, R. (2006). Traditional wooden buildings and their damages during earthquakes in Turkey. *Engineering Failure Analysis*, 13, 981–996.

Doran, B. ve Aktan, **S.** (2017). Hava Kireci Harcı Kullanılarak Üretilen Tarihi Yığma Duvarlarda Bünyesel Modelleme. *Dokuz Eylül Üniversitesi-Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 19 (56), 314-329.

Döndüren, M. S. (2008). *Bağlayıcı özelliği artırılan duvar ve sıva harcının düzlem dışı yüklenen tuğla duvarların mekaniksel davranışına etkisi*. (Doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Durmaz, M. (2019). *Yapı Malzemeleri: Tanımları, Özellikleri, Deney Esasları ve Kullanıldıkları Yerler Ders Notları.* Ankara: Gazi Kitapevi.

Edis, E. ve Kuş, H. (2014). Bina kabuğunun nemsel-ısıl performansının bilgisayar benzetimi ile belirlenmesi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 29 (2), 311-320.

Ekşi, A. (2016). *Mevcut Binaların Cephelerinde Dıştan Isı Yalıtımı Uygulamalarının İstanbul'da Alanda İncelenmesi ve Higrotermal Performansın Benzetimle Değerlendirilmesi.* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Eldem, S. H. (1984). *Türk evi: Osmanlı dönemi / Turkish houses: Ottoman period.* Istanbul: Türkiye Anıt, Çevre, Turizm Değerlerini Koruma Vakfı.

Eldem, S. H. (2016). *Yapı.* İstanbul: Birsen Yayınevi.

Engin, N. (2005). *Yapı İç Ortam Nemine Etki Eden Faktörlere Yönelik Bir Bilgisayar Programı "Ilıman – Nemli İklim Bölgesi Örneği".* (Doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Eriç, M. (2016). *Yapı Fiziği ve Malzemesi.* İstanbul: Literatür: Yayıncılık.

Eruzun, C. (1977), "Doğu Karadeniz'de Seranderler", Ankara: Birinci Uluslararası Türk Folklor Kongresi Bildirileri. 125-140.

Eskiçırak, D. (2009). *Doğu Karadeniz Bölgesi geleneksel konutlarının iyileştirilmesine yönelik yapım sistemi ve malzeme kullanımı analizi – örnek konutların mevcut durum değerlendirmesi*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Eyüce, A. (2005). *Geleneksel Yapılar ve Mekanlar.* İstanbul: Birsen Yayınevi.

Frenette, C.D., Beauregard, R. & Derome, **D.** (2007). Multi-criteria evaluation framework of factory-built wood-frame walls. *The thermal performance of the exterior envelopes of whole buildings X conference,* 2-7 Aralık 20107, Clearwater Beach, Florida.

Fu, H., Ding, Y., Li, M., Li, H., Huang, X. & Wang, Z. (2020). Research on thermal performance and hygrothermal behavior of timber-framed walls with different external insulation layer: Insulation cork board and anti-corrosion pine plate. *Journal of Building Engineering,* 28 (2020), 101069.

Gutland, M., Bucking, S. & Quintero, M.S. (2021). A methodology for hygrothermal modelling of imperfect masonry interfaces. *Journal of Building Physics, 44* (6), 485-509.

Güler, K. (2012). Doğu Karadeniz Kırsal Mimarisi Örneklerinden Rize-Fındıklı Aydınoğlu Evi Restorasyon Projesi. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gülkan, P. & Langenbach, R. (2004). The earthquake resistance of traditional timber and masonry dwellings in Turkey', *Proc. 13th World Conference on Earthquake Engineering,* Vancouver, BC, Canada, 16 Ağustos 2004.

Gür, D. (2019). *Tarihi Yapıların Onarımında Kullanılmak Üzere Puzolan Katkılı Hidrolik Kireç Esaslı Onarım Harcı Üretilme Olanaklarının Araştırılması*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gürfidan, A. (2006). *Safranbolu Evlerinde Kullanılan Kerpiç Malzemenin Yüksek Fırın Cürufu ile İyileştirilmesi.* (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Güzelçoban, S. (2007). *Yapılarda Su ve Isı Etkenleri, Oluşturduğu Sorunlar, Nedenleri ve Çözüm Önerileri.* (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hasol, D. (2008). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü* (10. bs.). İstanbul: YEM Yayın.

Hejazi, B., Sakiyama, N. R. M., Frick, J. & Garrecht, H. (2019). Hygrothermal Simulations Comparative Study: Assessment of Different Materials Using WUFI and DELPHIN Software. In: 16th IBPSA Conference (ed V. Corrado, E. Fabrizio, A. Gasparella and F. Patuzzi), Rome, Italy, 2-4 September 2019, pp. 4674 – 4681. Rome: International Building Performance Simulation Association.

Hens, H. S. L. C. (2002). *Heat, Air and Moisture Transfer in Highly Insulated Building Envelopes (Hamtie)* (Rapor No. Technical Synthesis Report IEA ECBCS Annex 24). Birleşik Krallık: International Energy Agency Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme.

Hola, A. & Czarnota, M. (2015). Analysis of the possibilities of improving timber-framed wall thermal insulation with regards to historical buildings. *Procedia Engineering, 111*, 311-316.

Hukka, A. & Viitanen, H. A. (1999). A mathematical model of mould growth on wooden material. *Wood Science and Technology, 31* (1999), 475-485.

Hyvärinen, A., Meklin, T., Vepsäläinen, A. & Nevalainen, A. (2002) Fungi and actinobacteria in moisture-damaged building materials - concentrations and diversity. *International Biodeterioration & Biodegradation* 49 (1), 27-37.

ICOMOS. (1964). *Venice Charter, IInd International Congress of Architects and Technicians of Historic Monuments, Venedik*, 1964.

ICOMOS. (2017). *Principles for the Conservation of Wooden Built Heritage, The 19th General Assembly in Delhi, India, Aralık 2017.*

Johansson, P. (2014). *Determination of the Critical Moisture Level for Mould Growth on Building Materials.* (Doktora tezi). Lund Üniversitesi, Yapı Fiziği Bölümü, Lund İsviçre.

Kafesçioğlu, R., Toydemir, N., Gürdal, E. ve Özüer, B. (1980). *Yapı malzemesi olarak kerpiçin alçı ile stabilizasyonu.* (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Mühendislik Araştırma Grubu Proje No. 505).

Kalamees, T. & Kurnitski, J. (2010). Moisture convection performance of external walls and roofs. *Journal of Building Physics,* 33 (3), 225-247.

Kalamees, T. & Vinha, J. (2003). Hygrothermal calculations and laboratory tests on timber-framed wall structures. *Building and Environment, 38* (2003), 689-697.

Karaçizmeli, M. (2011). *Urfa ili geleneksel konut yapılarının malzeme ve plan tipi farklılıklarının iklimsel performans açısından değerlendirilmesi.* (Yüksek lisans tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Karoglou, M., Moropoulou, A., Krokida M. K. & Maroulis, **Z. B.** (2007). A powerful simulator for moisture transfer in buildings. *Building and Environment*, 42 (2007), 902-912.

Karpuz, H. (1999), "'Serander' ve 'loft': Türk ve Norveç halk mimarisinde eşdeğerli iki yapı". *METU Journal of the Faculty of Architecture*. 19 (1-2), 71-82.

Kaya, Ş. (1996). *Geleneksel Safranbolu evlerinde strüktür*. (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Kaya, Ş., Uysal, B. ve Sümerkan, M. R. (2001). Tarihi Safranbolu Evlerinin İskelet Yapısı / Framework Construction of Safranbolu Houses. In A. Özköse (Eds.), *Ahşap Kültürü : "Anadolu'nun Ahşap Evleri"= Wooden Culture : "Wooden Houses of Anatolia"* (1st ed., Özel dizi / 23 , ss.59-70) . Ankara : T.C. Kültür Bakanlığı.

Keleş, S. (2010). *Fotogrametrik Yöntemlerle Cephe Rölövesi Alımı: Şevket Bey Konağı Örneği.* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Kerimoğlu, Ö. (2019). *Anadolu Kestanesi (Castanea sativa Mill.) odununda yıkanma işleminin bazı fiziksel, kimyasal, mekanik ve dayanım özelliklerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Köylü, A. (2008). *Geleneksel Yapıların Yatay Yükler Etkisinde İncelenmesi.* (Yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Kuban, D. (1966). Türkiye'de malzeme koşullarına bağlı geleneksel konut mimarisi üzerinde bazı gözlemler. *Mimarlık Dergisi, 36* (10), 15-20.

Kuban, D. (1995). *Türk Hayatlı Evi*. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları.

Kuban, D. (2010). *Kent ve Mimarlık Üzerine: İstanbul Yazıları.* İstanbul: YEM Yayın.

Kuban, D. (2020). *Türk Ahşap Konut Mimarisi 17.-19. yüzyıllar.* İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Kumaran, M. (2001). Hygrothermal Properties of Building Materials. H. R. Trechsel (Ed.), *Moisture Analysis and Condensation Control in Building Enveleopes* içinde (29-65. ss.). Philadelphia: ASTM.

Kuş, H., Özkan, E., Edis, E. ve Göçer, Ö. (2010). Pomza Taşı Agregalı Beton Bloklarla Yapılan Dış Duvarların Isıl ve Nemsel Performansı, Yaşam Dönemi Boyunca Enerji ve Ekonomik Etkinliği, 107M532 numaralı TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu Projesi.

Kuzuimamlar, D. (1995). *Kagir tarihi yapılarda nem problemlerinin teşhis ve çözümü*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Küçükerman, Ö. (2007). *Kendi Mekânının Arayışı içinde Türk Evi.* İstanbul: Türkiye Turing ve Otomobil Kurumu.

Künzel, H. M. & Zirkelbach, **D.** (2013). Advances in hygrothermal building component simulation: modelling moisture sources likely to occur due to rainwater leakage. *Journal of Building Performance Simulation*, 6 (5), 346-353.

Künzel, H.M. (1995). *Simultaneous heat and moisture transport in building components: one- and two-dimensional calculation using simple parameters*. (Yayımlanmış doktora tezi). Fraunhofer IRB Verlag, Suttgart.

Li, Y., Yu, H., Sharmin, T., Awad, H. & Gül, **M.** (2016). Towards energy-Efficient homes: Evaluating the hygrothermal performance of different wall assemblies through long-term field monitoring. *Energy and Buildings*, 121 (2016), 43-56.

Lidelöwa, S., Örn, T., Luciani, A. & Rizzo, **A.** (2019). Energy-efficiency measures for heritage buildings: A literature review. *Sustainable Cities and Society*, 63 (2), 249-260.

Martinez, R. G. (2017). Hygrothermal assessment of a prefabricated timber-frame construction based in hemp. *Procedia Environmental Sciences*, 38 (2017), 729-736.

Martins, C.M.O. (2020). *Hot box apparatus desıgn and constructıon for the determınatıon of the thermal performance of buıldıng elements* (Doktora tezi). University of Coimbra, Fen Bilimleri Enstitüsü, Coimbra, Portekiz.

Mavi, Ö. (2000). *Kireç Harç ve Sıvaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İyileştirilmesi*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Meral, M. (2021). *Deneysel modal analiz yöntemiyle güncellenen sonlu eleman modeli kullanılarak geleneksel hımış konağın dinamik davranışının belirlenmesi.* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Mıhlayanlar, E., ve Umaroğulları, F. (2016). Kalker Taş Duvarlarda Sıcaklık ve Nem Performansının İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi,* 31(1), 313-321.

Michálková, D. & Ďurica, **P.** (2022). Experimental Verification of Thermal Insulation in Timber Framed Walls. *Materials*, 15 (6), 2040. https://doi.org/10.3390/ma15062040

Nofal, M. Straver, M. & Kumaran, K. (2001). *Comparison of four hygrothermal models in terms of long-term performance assessment of wood-frame constructions* (Rapor No. NRCC-44690). Kanada: National Research Council Canada.

Ojanen, T., Viitanen, H., Peuhkuri, R., Lähdesmäki, K. , Vinha, J. & Salminen, **K.** (2010). Mold Growth Modeling of Building Structures Using Sensitivity Classes of Materials. Therm. Perform. Exter. Envel. Build. XI, 5-9 Aralık 2010, Clearwater Beach, Florida. ASHRAE.

Özen, R. (2001). İnşaat Malzemesi olarak Ahşap; Avantaj ve Dezavantajları / Wood as a Building Material; Its Benefits and Disadvantages. In A. Özköse (Eds.), *Ahşap Kültürü : "Anadolu'nun Ahşap Evleri"= Wooden Culture : "Wooden Houses of Anatolia"* (1st ed., Özel dizi / 23 , ss.1-18) . Ankara : T.C. Kültür Bakanlığı.

Özkan, M. (2019). *Ardahan yöresi saf sarıçam meşçerelerinin altındaki ölü örtüye ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin ekolojik faktörlere bağlı değişiminin araştırılması.* (Yüksek lisans tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.

Öztürk, P. (2019). *Yapı Biyolojisi Açısından Kerpiç Kullanımının Etkileri.* (Yüksek lisans tezi). Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.

Pihelo, P. & Kalamees, **T.** (2016). The effect of thermal transmittance of building envelope and material selection of wind barrier on moisture safety of timber frame exterior wall. J*ournal of Building Engineering*, 6 (2016), 29-38.

Rahim, M., Djedjig, R., Wu, D., Bennacer, R. & EL Ganaoui, M. (2021). Experimental investigation of hygrothermal behavior of wooden-frame house under real climate conditions. *Energy and Built Environment*, Article in press, https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2021.09.002.

Rich, P. & Dean, Y. (1999). *Principles of Element Design.* Third Edition, Oxford: Butterworth-Heinemann.

Rode, C. (2001). A Look to the Future. H. R. Trechsel (Ed.), *Moisture Analysis and Condensation Control in Building Enveleopes* içinde (152-158. ss.). Philadelphia: ASTM.

Saatci, M. (2020). *Türkiye'de kullanılan farklı tipteki geleneksel ahşap taşıyıcı sistemlerin yapı davranışına etkilerinin karşılaştırmalı incelenmesi.* (Yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük.

Samancı, B. (2019). *Ahşap dış duvarların İstanbul'daki uygulamalar üzerinden incelenmesi, ısıl ve nemsel performansın benzetim ile değerlendirilmesi.* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sarı Aksoy, D. (2003). *Geleneksel Ahşap Karkas Yapıların Deprem Davranışları.* (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sarıtabak, E. (2012). *Bina Kabuğunun Dış Duvarları ve Ara Kesitlerinde Isıl ve Nemsel Performansın Kızılötesi Termografi ile Değerlendirilmesi Üzerine Bir Alan Çalışması.* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sayan, E. (2016). *Sarıçam odununun önemli mekanik özelliklerinin mikro-mekanik yöntemlerle belirlenmesi ve standart test sonuçları ile karşılaştırılması.* (Yüksek lisans tezi). Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.

Saydamer, A. (2014). *Türkiye'deki geleneksel ahşap yapılarda kullanılan taşıyıcı sistemlerin irdelenmesi ve Bursa örneği.* (Yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Schjøth Bunkholt, N., Rüther, P., Gullbrekken, L. & Geving, S. (2021). Effect of forced convection on the hygrothermal performance of a wood frame wall with wood fibre insulation. *Building and Environment,* 195, p. 107748.

Seçkin, N. P., Seçkin, Y. Ç. ve Bülent Seçkin Ö. (2017). *Yapılarda Su ve Nem Kontrolü.* İstanbul: Literatür Yayıncılık.

Serdar, F. (2019). *Karadeniz bölgesi geleneksel ahşap konutunun su ve ısı etkilerine karşı dış duvar performansının artırılmasına yönelik önlemler a.* (Yüksek lisans tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Silver, P. ve McLean W. (2014). *Mimarlık Teknolojise Giriş.* İstanbul: YEM Yayın.

Straube, J. & Burnett, E. (2001). Overview of Hygrothermal (HAM) Analysis Methods. H. R. Trechsel (Ed.), *Moisture Analysis and Condensation Control in Building Enveleopes* içinde (81-89. ss.). Philadelphia: ASTM.

Sümerkan, R. (1990). Biçimlendiren etkenler açısından Doğu Karadeniz kırsal kesiminde geleneksel evlerin yapı özellikleri. (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Şahin Güçhan, N. (2007). Observations on earthquake resistance of traditional timber-framed houses in Turkey. *Building and Environment*, 142 (2), 840–851.

Şahin Güçhan, N. (2018). History and Characteristics of Construction Techniques Used in Traditional Timber Ottoman Houses**.** *International Journal of Architectural Heritage*, 12 (1), 1-20.

Tejeda-Vázquez, R., Macias-Melo, E.V., Hernández-Pérez, I., Aguilar-Castro, K.M. & Serrano-Arellano, J. (2021). Empirical model of hygrothermal behavior of masonry wall under different climatic conditions using a hot box. *Energy and Buildings*, 249 (2021), 111209. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111209

Toydemir, N., Gürdal, E. ve Tanaçan L. (2011). *Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme.* İstanbul: Literatür Yayıncılık.

Trechsel, H. R. (2001). Moisture Primer. H. R. Trechsel (Ed.), *Moisture Analysis and Condensation Control in Building Enveleopes* içinde (1-15. ss.). Philadelphia: ASTM.

TSE (2000). Doğal taşlar- Deney metotları- Kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının tayini- Natural stone test methods- Determination of water absorption coefficient by capillarity (TS EN 1925). https://kutuphane.itu.edu.tr/

TSE (2002). Isı yalıtımı- Kararlı durum ısı iletim özelliklerinin tayini- Kalibre edilmiş ve mahfazalı sıcak kutu (TS EN ISO 8990) - Thermal insulation determination of steady-state thermal transmission properties-calibrated and guarded hot box (ISO 8990:1994). Erişim: 17 Aralık 2020, https://kutuphane.itu.edu.tr/

TSE (2006). Bina Malzemeleri Ve Mamüllerinin Hyyroısıl Performansı - Yüksek Sıcaklıkta Kurutularak Rutubet Muhtevası Tayini - Hygrothermal performance of building materials and products - Determination of moisture content by drying at elevated temperature (TS EN ISO 12570). https://kutuphane.itu.edu.tr/

TSE (2007). *Doğal taşlar - Deney yöntemleri - Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini* (TS EN 1936). https://kutuphane.itu.edu.tr/

TSE (2013). Binalarda Isı Yalıtım Kuralları - Thermal insulation requirements for buildings (TS 825). https://kutuphane.itu.edu.tr/

TSE (2013). Isı yalıtım mamulleri - Binalar için - Su buharı iletim özelliklerinin tayini - Thermal insulating products for building applications - Determination of water vapour transmission properties (TS EN 12086). https://kutuphane.itu.edu.tr/

TSE (2014). Bina malzemeleri ve mamullerinin higrotermal performansı - higroskopik su emme özelliklerinin tayini - Hygrothermal performance of building materials and products - Determination of hygroscopic sorption properties (TS EN ISO 12571). https://kutuphane.itu.edu.tr/

TSE (2016). Binalarda kullanılan malzemelerin ve mamullerin ısı ve rutubet ilişkisine ait performansı - Su buharı iletim özelliklerinin tayini - Kap yöntemi - Hygrothermal performance of building materials and products - Determination of water vapour transmission properties - Cup method (TS EN ISO 12572). https://kutuphane.itu.edu.tr/

Tunca, M. (2019). *Geleneksel Ahşap Evlerde Su Ve Nem Kaynaklı Bozulmalar Üzerine Bir Araştırma: Taraklı Örneği*. (Yüksek lisans tezi). Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.

Tunçkol, P. (2012). *Ahşap yığma sistem kuruluşu ve gelişmiş üretim yönteminin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Turgut, Ç. (2019). *An ınvestıgatıon of transıent water vapor mıgratıon ın buıldıng external walls.* (Yüksek lisans tezi). İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Tülüce, G. E. (2019). *Doğu Karadeniz Bölgesindeki Tarihi Ahşap Yapılara Yönelik Koruma Metodolojisinin ICOMOS Kuralları Çerçevesinde Değerlendirilmesi Rize/Fındıklı/Çağlayan Yöresi Örneği.* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Umaroğulları, F. (2011). *Betonarme Düşey Yapı Kabuğunda Yalıtımın Yerinin ve Kalınlığının, Nem Denetimi Açısından Deneysel ve Sayısal Değerlendirmesi.* (Doktora tezi). Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Url-1 < *https://bauklimatik-dresden.de*>, erişim tarihi 09.02.2020.

Url-2 < https://www.metoffice.gov.uk >, erişim tarihi 14.05.2021.

Uslu, G. (2003). *The restoration project of Zaimoğlu Konağı in Sivrihisar.* (Yüksek lisans tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Uzun, Z., Köse, C. & Köse, **N. A.** (2018). A multidisciplinary study to reveal the historical value of wooden structures and to develop a conservation approach: Dere and Karlı Mosques in Samsun, Turkey. *Journal of Cultural Heritage*, 32, 60-72.

Viitanen, H. & Salonvaara, M. (2001). Failure Criteria. H. R. Trechsel (Ed.), *Moisture Analysis and Condensation Control in Building Enveleopes* içinde (66-80. ss.). Philadelphia: ASTM.

Vinha, J. (2007). *Hygrothermal performance of timber-framed external walls in Finnish climatic conditions: a method for determining the sufficient water vapour resistance of the interior lining of a wall assembly*. (Doktora tezi). Tampere University of Technology, Tampere Finlandiya.

Webb, A. L. (2017). Energy retrofits in historic and traditional buildings: A review of problems and methods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77 (2017), 748-759.

Yaman, F. Z. (2007). *Geleneksel ahşap yapılarda kullanılan ahşap yapı elemanlarının uzun-dönem performansı – Giresun Zeytinlik Mahallesinde örnek yapı incelemesi.* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yardım, B. (2006). *Examination of Dampness Problems of A Historic House.* (Yüksek lisans tezi). İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Yasav, A. (2007). *Çeşitli Koruyucu Maddelerle Muamele Edilmiş Meşe (Quercus Robur L.) ve Kestane (Castanea Sativa Mill.) Panellerinde Açık Hava Koşullarında Meydana Gelen Değişimler.* (Yüksek lisans tezi). Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.

Yavan, Y. (2017). *Yapılarda Nem ve Isı Değişkenliğinin Malzeme Üzerinedeki Etkileri ve Yapı Elemanlarının Uğradıkları Deformasyonlar.* (Yüksek lisans tezi). Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yazıcıoğlu, F. & Alkan, S. (2020). An analysis on building elements of a wooden structured granary: "Serender" in Turkey's Eastern Black Sea Region. *Archnet-Ijar International Journal Of Architectural Research*, 14 (1), 77-89.

Yergün, U. (2018). *Kagir Yapı Sistemi ve Elemanları* [PDF belgesi]. Erişim: 13 Nisan 2022, https://avesis.yildiz.edu.tr

Yıldırım, T. (2011). Dîvânü Lügâti't-Türk'te Geçen Mimarlıkla İlgili Adlar. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2011 (4/2), 23-41.

Yıldız, Y. (2021). An Overview of Hygrothermal Simulation Tools. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (2), 273-286.

Yücel Dalkıran, M. (2008). *Ahşap iskelet yapı sisteminin ısı ve buhar geçişi açısından değerlendirilmesi.* (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Zarr, R. R., Burch, D. M. & Fanney, A. H. (1995). *Heat and Moisture Transfer in Wood-Based Wall Construction: Measured Versus Predicted,* (NIST Building Science Series 173). Washington: U.S. Government Printing Office.

EKLER

EK A: İTÜ Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Laboratuvarı'nda gerçekleştirilen deneylere ait sonuçlar ve süreçten fotoğraflar

EK A : İTÜ Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Laboratuvarı'nda gerçekleştirilen deneylere ait sonuçlar ve süreçten fotoğraflar

	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4	ÇK5	ÇK6
a (etüv kurusu) m	0.0368	0.0369	0.0393	0.0393	0.0395	0.0397
b (etüv kurusu) m	0.0378	0.0385	0.0382	0.0367	0.0376	0.0384
l (etüv kurusu) m	0.0393	0.0397	0.0370	0.0378	0.0376	0.0389
Etüv kurusu ağırlık (kg)	0.0400	0.0378	0.0381	0.0381	0.0565	0.0593
Kuru birim hacim kütlesi (kg/m³)	730.2299	669.3687	686.9589	697.5169	1014.4884	1002.2205
Sarıçam ort.kuru birim hacim kütlesi (kg/m³)	**800.1306**					

	MK1	MK2	MK3	MK4	MK5	MK6
a (etüv kurusu) m	0.0382	0.0382	0.0393	0.0396	0.0394	0.0394
b (etüv kurusu) m	0.0375	0.0392	0.0374	0.0373	0.0374	0.0376
l (etüv kurusu) m	0.0393	0.0386	0.0384	0.0391	0.0383	0.0381
Etüv kurusu ağırlık (kg)	0.0345	0.0347	0.0332	0.0333	0.0343	0.0338
Kuru birim hacim kütlesi (kg/m³)	613.8673	601.4900	588.4150	576.8123	607.7639	598.3222
Meşe ort.kuru birim hacim kütlesi (kg/m³)	**597.7784**					

	KK1	KK2	KK3	KK4	KK5	KK6
a (etüv kurusu) m	0.0394	0.0395	0.0380	0.0384	0.0395	0.0385
b (etüv kurusu) m	0.0383	0.0377	0.0384	0.0383	0.0380	0.0397
l (etüv kurusu) m	0.0382	0.0385	0.0380	0.0398	0.0380	0.0399
Etüv kurusu ağırlık (kg)	0.0353	0.0338	0.0337	0.0367	0.0381	0.0301
Kuru birim hacim kütlesi (kg/m³)	611.8791	589.5438	609.0339	627.4409	667.4695	493.8689
Kestane ort.kuru birim hacim kütlesi (kg/m³)	**599.8727**					

	TK1	TK2	TK3	TK4	TK5	TK6
a (etüv kurusu) m	0.0438	0.0364	0.0430	0.0416	0.0423	0.0406
b (etüv kurusu) m	0.0403	0.0462	0.0453	0.0430	0.0454	0.0430
l (etüv kurusu) m	0.0441	0.0450	0.0397	0.0375	0.0340	0.0347
Etüv kurusu ağırlık (kg)	0.1831	0.1837	0.1918	0.1623	0.1611	0.1413
Kuru birim hacim kütlesi (kg/m³)	2354.9134	2426.5913	2481.9187	2416.3663	2468.7398	2334.9283
Taş ort.kuru birim hacim kütlesi (kg/m³)	**2413.9096**					

	HTK1	HTK2	HTK3	HTK4	HTK5	HTK6
a (etüv kurusu) m	0.0442	0.0417	0.0440	0.0416	0.0387	0.0421
b (etüv kurusu) m	0.0401	0.0449	0.0423	0.0428	0.0408	0.0435
l (etüv kurusu) m	0.0421	0.0420	0.0405	0.0398	0.0434	0.0407
Etüv kurusu ağırlık (kg)	0.1248	0.1326	0.1244	0.1146	0.1158	0.1198
Kuru birim hacim kütlesi (kg/m³)	1669.7153	1689.2613	1651.9551	1620.3658	1694.9984	1607.0052
Harman tuğlası ort.kuru birim hacim kütlesi (kg/m³)	**1655.5502**					

	KTK1	KTK2	KTK3	KTK4	KTK5	KTK6
a (etüv kurusu) m	0.0405	0.0451	0.0413	0.0423	0.0446	0.0446
b (etüv kurusu) m	0.0448	0.0418	0.0465	0.0473	0.0479	0.0438
l (etüv kurusu) m	0.0445	0.0418	0.0448	0.0492	0.0407	0.0407
Etüv kurusu ağırlık (kg)	0.1275	0.1238	0.1441	0.1608	0.1382	0.1329
Kuru birim hacim kütlesi (kg/m³)	1576.2986	1572.0840	1673.1436	1635.1186	1590.6966	1671.5177
Kerpiç tuğla ort.kuru birim hacim kütlesi (kg/m³)	**1619.8099**					

Şekil A.1 : Numunelerin görünür yoğunluk (kuru birim hacim kütlesi) değerlerine ait veriler.

	Ç1	Ç2	Ç3	M1	M2	M3	K1	K2	K3	T1	T2	T3	HT1	HT2	HT3
Etüv kurusu ağırlık (m3)	0.00022200	0.00024072	0.00020823	0.00014370	0.00013816	0.00013763	0.00012732	0.00014313	0.00015158	0.00051021	0.00061116	0.00051513	0.00037632	0.00031410	0.00043616
Suya doymuş ağırlık (m3)	0.00022563	0.00024719	0.00022306	0.00015933	0.00015391	0.00015234	0.00014449	0.00016964	0.00017186	0.00051315	0.00061472	0.00051841	0.00044078	0.00036817	0.00051038
Su içindeki ağırlık (m3)										0.00031963	0.00038448	0.00032443	0.00022187	0.00018669	0.00025820
Su içindeki ağırlık + vida (m3)	0.00003898	0.00005493	0.00003663	0.00002296	0.00002124	0.00001736	0.00001268	0.00003166	0.00003978	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000

Vida ağırlığı (m3)	0.00004602	0.00004602	0.00004602	0.00010774	0.00010774	0.00010774	0.00010774	0.00010774	0.00010774
Vida ağırlığı su içinde (m3)	0.00003307	0.00003307	0.00003307	0.00008402	0.00008402	0.00008402	0.00008402	0.00008402	0.00008402
	0.00000591	0.00002186	0.00000356	-0.00006106	-0.00006278	-0.00006666	-0.00007134	-0.00005236	-0.00004424

Açık gözeneklilik (m3/m3)	0.0165	0.0287	0.0676	0.0709	0.0727	0.0672	0.0796	0.1194	0.0938	0.0152	0.0155	0.0169	0.2945	0.2979	0.2943

Açık gözeneklilik (m3/m3) çam ort.	**0.0376**
Açık gözeneklilik (m3/m3) meşe ort.	**0.0703**
Açık gözeneklilik (m3/m3) kestane ort.	**0.0976**
Açık gözeneklilik (m3/m3) taş ort.	**0.0159**
Açık gözeneklilik (m3/m3) harman ort.	**0.2956**

Şekil A.2 : Numunelerin açık gözeneklilik değerlerine ait veriler.

ÇB1	ÇB2	ÇB3	MB1	MB2	MB3	KB1	KB2	KB3	TB1	TB2	TB3	HTB1	HTB2	HTB3	KTB1	KTB2	KTB3
177.4005	178.6883	137.8926	40.5866	90.9881		59.0947	74.0707	48.3787	267.5110	287.9111	341.3701	18.2899	16.2954	15.1524	18.0966	17.7864	15.8444

Buhar difüzyon (-) çam ort.	164.6604
Buhar difüzyon (-) meşe ort.	65.7873
Buhar difüzyon (-) kestane ort.	60.5147
Buhar difüzyon (-) taş ort.	298.9307
Buhar difüzyon (-) harman ort.	16.5792
Buhar difüzyon (-) kerpiç ort.	17.2425

Şekil A.3 : Numunelerin buhar difüzyon dirençlerine değerlerine ait veriler.

Deneyin gerçekleştirildiği tarih: 28.12.2021				ÇK4	ÇK5	ÇK6	MK4	MK5	MK6	KK4	KK5	KK6
			a (etüv kurusu)	39.27	39.46	39.74	39.61	39.39	39.40	38.42	39.53	38.46
			b (etüv kurusu)	36.72	37.58	38.35	37.29	37.41	37.61	38.30	37.96	39.70
			l (etüv kurusu)	37.83	37.57	38.85	39.05	38.31	38.10	39.75	38.04	39.93
			Etüv kurusu ağırlık (g)	38.05	56.52	59.34	33.27	34.31	33.78	36.70	38.10	30.11
Tarih	Nem	Saat	Sıcaklık									
29.12.2021	75%	12:45	22°c	40.174	57.307	59.947	34.863	35.897	35.444	38.55	40.206	32.143
30.12.2021	75%	12:45	22°c	40.708	57.53	60.145	35.246	36.293	35.782	38.964	40.707	32.593
31.12.2021	75%	12:45	22°c	41.08	57.742	60.304	35.562	36.616	36.077	39.244	41.093	32.807
03.01.2022	75%	12:45	22°c	41.69	58.143	60.607	36.253	37.238	36.666	39.836	41.75	33.124
05.01.2022	75%	12:45	22°c	41.886	58.307	60.754	36.488	37.493	36.911	40.075	41.961	33.24
06.01.2022	75%	12:45	22°c	41.929	58.359	60.803	36.553	37.572	36.988	40.146	42.02	33.272
07.01.2022	75%	12:45	22°c	42.007	58.428	60.861	36.614	37.639	37.069	40.22	42.06	33.299
12.01.2022	75%	12:45	22°c	42.226	58.679	61.084	36.804	37.878	37.314	40.47	42.228	33.431
19.01.2022	75%	12:45	22°c	42.352	58.82	61.212	36.906	37.99	37.361	40.595	42.302	33.485
20.01.2022	75%	12:45	22°c	42.254	58.821	61.163	36.905	37.906		40.512	42.217	33.42
01.02.2022	75%	12:45	22°c	42.409	58.91	61.305	36.964	38.059	37.495	40.662	42.359	33.531
08.02.2022	75%	12:45	22°c	42.415	58.924	61.327	36.979	38.077	37.52	40.686	42.371	33.547
09.02.2022	75%	12:45	22°c	42.419	58.925	61.321	36.974	38.071	37.512	40.675	42.36	35.539
16.02.2022	75%	12:45	22°c	42.499	58.952	61.355	37.007	38.102	37.539	40.704	42.388	33.561
23.02.2022	75%	12:45	22°c	42.446	58.952	61.355	37.009	38.102	37.539	40.703	43.383	33.556
01.03.2022	75%	12:45	22°c	42.472	58.973	61.378	37.037	38.139	37.57	40.736	42.411	33.583
17.03.2022	75%	12:45	22°c	42.493	58.998	61.402	37.061	38.171	37.597	40.761	42.433	33.598
24.03.2022	75%	12:45	22°c	42.492	58.992	61.394	37.063	38.156	37.595	40.754	42.427	33.595
31.03.2022	75%	12:45	22°c	42.475	58.968	61.378	37.045	38.154	37.586	40.74	42.412	33.585
07.04.2022	75%	12:45	22°c	42.457	58.941	61.352	37.037	38.14	37.575	40.73	42.398	33.57
14.04.2022	75%	12:45	22°c	42.446	58.92	61.336	37.029	38.14	37.578	40.72	42.394	33.353

Kütleve yüzde nem muhtevası u = (m - m0) / m0		0.11553	0.04246	0.03364	0.11298	0.11163	0.11243	0.10954	0.1127	0.10771
	çam ort.	0.06388								
	meşe ort.	0.11235								
	kest. ort.	0.10998								

Hacimce nem muhtevası ψ = u ρb/ρw		0.08078	0.04318	0.03379	0.06533	0.06801	0.06743	0.06889	0.07541	0.05332
	çam ort.	0.0526								
	meşe ort.	0.0669								
	kest. ort.	0.0659								

Şekil A.4 : Ahşap numunelerin %75 bağıl nem şartlarında higroskopik sorpsiyon değerlerine ait veriler.

Deneyin gerçekleştirildiği tarih: 11.05.2022				TK1	TK2	TK3	HTK1	HTK2	HTK3	KTK1	KTK2	KTK3
			a (etüv kurusu)	43.79	36.37	43.01	44.22	41.66	43.98	40.52	45.12	41.3
			b (etüv kurusu)	40.26	46.22	45.31	40.14	44.91	42.3	44.83	41.76	46.54
			l (etüv kurusu)	44.1	45.04	39.65	42.1	41.95	40.48	44.52	41.81	44.82
			Etüv kurusu ağırlık (g)	183.089	183.725	191.776	124.773	132.584	124.404	127.477	123.847	144.139
Tarih	Nem	Saat	Sıcaklık									
12.05.2022	75%	13:00	22°c	183.12	183.74	191.797	124.791	132.605	124.425	127.915	124.312	144.638
18.05.2022	75%	13:00	22°c	183.13	183.749	191.809	124.8	132.623	124.434	128.318	124.666	145.094
24.05.2022	75%	13:00	22°c	183.13	183.753	191.813	124.8	132.623	124.436	128.361	124.706	145.086
25.05.2022	75%	13:00	22°c	183.13	183.749	191.806	124.799	132.618	124.434	128.353	124.701	145.077
26.05.2022	75%	13:00	22°c	183.133	183.75	191.814	124.799	132.622	124.439	128.354	124.704	145.079
02.06.2022	75%	13:00	22°c	183.13	183.75	191.811	124.8	132.632	124.436	128.367	124.715	145.092
03.06.2022	75%	13:00	22°c	183.132	183.749	191.811	124.8	132.63	124.441	128.365	124.704	145.088
09.06.2022	75%	13:00	22°c	183.135	183.753	191.812	124.8	132.629	124.442	128.313	124.712	145.093
14.06.2022	75%	13:00	22°c	183.132	183.747	191.809	124.802	132.628	124.44	128.313	124.712	145.094
15.06.2022	75%	13:00	22°c	183.133	183.749	191.808	124.797	132.631	124.443	128.313	124.709	145.09
16.06.2022	75%	13:00	22°c	183.132	183.748	191.81	124.797	132.628	124.442	128.303	124.707	145.086
22.06.2022	75%	13:00	22°c	183.131	183.749	191.811	124.801	132.829	124.441	128.313	124.715	145.09
23.06.2022	75%	13:00	22°c	183.129	183.75	191.81	124.8	132.632	124.442	128.318	124.721	145.096
28.07.2022	75%	13:00	22°c	183.129	183.748	191.81	124.799	132.647	124.444	128.31	124.718	
04.08.2022	75%	13:00	22°c	183.134	183.756	191.816	124.809	132.644	124.449	128.317	124.71	145.094

Kütleve yüzde nem muhtevası u = (m - m0) / m0		0.000245782	0.00016873	0.000208577	0.000288524	0.000452543	0.000361725	0.006589424	0.006968275	0.006625549
	taş ort.	0.000207696								
	harman ort	0.000367597								
	ker. ort.	0.006727749								

Hacimce nem muhtevası ψ = u ρb/ρw		0.000580188	0.000410425	0.000518916	0.000482912	0.000766303	0.000598991	0.010411889	0.010981069	0.011112164
	taş ort.	0.0005								
	harman ort.	0.0006								
	ker. ort.	0.0108								

Şekil A.5 : Taş, harman tuğlası ve kerpiç tuğla numunelerin %75 bağıl nem şartlarında higroskopik sorpsiyon değerlerine ait veriler.

Deneyin gerçekleştirildiği tarih: 29.12.2021				ÇK1	ÇK2	ÇK3	MK1	MK2	MK3	KK1	KK2	KK3
			a (etüv kurusu)	36.78	36.91	39.25	38.21	38.19	39.27	39.40	39.54	38.00
			b (etüv kurusu)	37.82	38.53	38.2	37.46	39.18	37.40	38.28	37.69	38.36
			l (etüv kurusu)	39.33	39.74	37.01	39.31	38.6	38.44	38.24	38.46	37.96
			Etüv kurusu ağırlık (g)	39.95	37.83	38.12	34.54	34.74	33.22	35.29	33.79	33.70
Tarih	Nem	Saat	Sıcaklık									
30.12.2021	85%	12:45	22°C	42.471	40.331	40.317	36.327	36.886	35.231	37.869	36.144	36.155
31.12.2021	85%	12:45	22°C	42.981	40.861	40.869	36.783	37.358	35.652	38.394	36.675	36.629
03.01.2022	85%	12:45	22°C	43.815	41.775	41.798	37.609	38.238	36.522	39.138	37.491	37.409
05.01.2022	85%	12:45	22°C	44.112	42.073	42.092	37.938	38.578	36.855	39.372	37.713	37.646
06.01.2022	85%	12:45	22°C	44.208	42.172	42.2	38.036	38.683	36.962	39.452	37.784	37.718
07.01.2022	85%	12:45	22°C	44.316	42.296	42.327	38.142	38.778	37.089	39.496	37.836	37.778
12.01.2022	85%	12:45	22°C	44.701	42.715	42.783	38.613	39.132	37.458	39.751	38.049	38.023
19.01.2022	85%	12:45	22°C	44.91	42.878	42.955	38.834	39.398	37.637	39.88	38.153	38.141
20.01.2022	85%	12:45	22°C	44.916	42.885	42.964	38.853	39.316	37.642	39.885	38.16	38.144
01.02.2022	85%	12:45	22°C	45.051	42.991	43.063	38.991	39.462	37.718	39.973	38.236	38.224
08.02.2022	85%	12:45	22°C	45.041	42.978	43.048	39.013	39.477	37.778	39.983	38.253	38.249
09.02.2022	85%	12:45	22°C	45.055	42.998	43.042	38.999	39.465	37.763	39.972	38.239	38.234
16.02.2022	85%	12:45	22°C	45.102	43.025	43.099	39.055	39.52	37.815	40.012	38.277	38.264
23.02.2022	85%	12:45	22°C	45.1	43.016	43.102	39.054	39.518	37.819	39.994	38.267	38.265
01.03.2022	85%	12:45	22°C	45.153	43.064	43.139	39.112	39.573	37.861	40.053	38.302	38.296
17.03.2022	85%	12:45	22°C	45.195	43.105	43.176	39.163	39.62	37.905	40.085	38.337	38.331
24.03.2022	85%	12:45	22°C	45.18	43.099	43.171	39.162	39.621	37.909	40.078	38.332	38.334
31.03.2022	85%	12:45	22°C	45.164	43.073	43.132	39.136	39.593	37.877	40.059	38.305	38.31
07.04.2022	85%	12:45	22°C	45.146	43.063	43.132	39.144	39.599	37.876	40.058	38.301	38.3
14.04.2022	85%	12:45	22°C	45.149	43.058	43.131	39.144	39.601	37.882	40.052	38.303	38.31

Kütleve yüzde nem muhtevası u = (m – m0) / m0	0.13014	0.1382	0.13145	0.13329	0.13993	0.14034	0.13494	0.13356	0.1368
çam ort.	0.13326								
meşe ort.	0.13785								
kest. ort	0.1351								

Hacimce nem muhtevası ψ = u ρb/ρw	0.09526	0.09273	0.09052	0.08202	0.08437	0.08278	0.08277	0.07893	0.08351
çam ort.	0.0928								
meşe ort.	0.0831								
kest. ort	0.0817								

Şekil A.6 : Ahşap numunelerin %85 bağıl nem şartlarında higroskopik sorpsiyon değerlerine ait veriler.

Deneyin gerçekleştirildiği tarih: 11.05.2022				TK4	TK5	TK6	HTK4	HTK5	HTK6	KTK4	KTK5	KTK6
			a (etüv kurusu)	41.63	42.33	40.56	41.62	38.65	42.14	42.26	44.61	44.62
			b (etüv kurusu)	42.98	45.38	43.01	42.75	40.75	43.48	47.26	47.87	43.81
			l (etüv kurusu)	37.53	33.98	34.69	39.75	43.39	40.67	49.23	40.67	40.66
			Etüv kurusu ağırlık (g)	162.261	161.143	141.301	114.601	115.834	119.75	160.769	138.152	132.856
Tarih	Nem	Saat	Sıcaklık									
12.05.2022	75%	13:00	22°C	162.278	161.156	141.317	114.627	115.861	119.781	161.627	138.876	133.549
18.05.2022	75%	13:00	22°C	162.296	161.165	141.322	114.646	115.873	119.799	162.389	139.549	134.154
24.05.2022	75%	13:00	22°C	162.238	161.168	141.326	114.644	115.87	119.799	162.46	139.693	134.202
25.05.2022	75%	13:00	22°C	162.3	161.17	141.328	114.65	115.874	119.802	162.464	139.615	134.208
26.05.2022	75%	13:00	22°C	162.301	161.171	141.33	114.65	115.875	119.803	162.468	139.618	134.215
02.06.2022	75%	13:00	22°C	162.309	161.179	141.335	114.657	115.881	119.809	162.468	139.657	134.248
03.06.2022	75%	13:00	22°C	162.308	161.179	141.335	114.653	115.876	119.806	162.48	139.657	134.247
09.06.2022	75%	13:00	22°C	162.304	161.177	141.334	114.664	115.886	119.814	162.499	139.651	134.238
14.06.2022	75%	13:00	22°C	162.321	161.181	141.336	114.667	115.889	119.816	162.501	139.654	134.249
15.06.2022	75%	13:00	22°C	162.317	161.181	141.336	114.668	115.886	118.815	162.491	139.643	134.243
16.06.2022	75%	13:00	22°C	162.308	161.178	141.333	114.618	115.885	119.814	162.489	139.636	134.236
22.06.2022	75%	13:00	22°C	162.309	161.178	141.335	114.677	115.891	119.819	162.499	139.655	134.251
23.06.2022	75%	13:00	22°C	162.31	161.18	141.338	114.679	115.891	119.822	162.489	139.659	134.25
28.07.2022	75%	13:00	22°C	162.305	161.177	141.332	114.707	115.923	119.849	162.507	139.674	134.264
04.08.2022	75%	13:00	22°C	162.312	161.18	141.341	114.714	115.926	119.857	162.483	139.652	134.25

Kütleve yüzde nem muhtevası u = (m - m0) / m0	0.00031	0.00023	0.00028	0.00099	0.00079	0.00089	0.01066	0.01086	0.01049
taş ort.	0.00028								
harman ort	0.00089								
ker. ort.	0.01067								

Hacimce nem muhtevası ψ = u ρb/ρw	0.00076	0.00057	0.00066	0.0016	0.00135	0.00144	0.01747	0.01731	0.01758
taş ort.	0.0007								
harman ort	0.0015								
ker. ort.	0.0175								

Şekil A.7 : Taş, harman tuğlası ve kerpiç tuğla numunelerin %85 bağıl nem şartlarında higroskopik sorpsiyon değerlerine ait veriler.

75%	çam ort.	0.0526	taş ort.	0.0005
	meşe ort.	0.0669	harman ort.	0.0006
	kest. ort.	0.0659	ker. ort.	0.0108
85%	çam ort.	0.0928	taş ort.	0.0007
	meşe ort.	0.0831	harman ort.	0.0015
	kest. ort.	0.0817	ker. ort.	0.0175
80%	**çam ort.**	**0.0727**	**taş ort.**	**0.0006**
	meşe ort.	**0.0750**	**harman ort.**	**0.0010**
	kest. ort.	**0.0738**	**ker. ort.**	**0.0141**

Şekil A.8 : Numunelerin %80 bağıl nem şartlarında higroskopik sorpsiyon değerlerine ait veriler.

Şekil A.9 : Numunelerin buhar difüzyon direnç değerlerinin belirlenmesi için yapılan deney sürecinde gerçekleştirilen tartımlar.

Şekil A.10 : Numunelerin higroskopik sorpsiyon değerlerinin belirlenmesi için %75 ve %80 bağıl nem ortamlarının desikatörlerde oluşturulması.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad **:** Seda Nur ALKAN

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** **:** 2012, Bahçeşehir Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü
- **Yüksek Lisans** **:** 2015, Bahçeşehir Üniversitesi, Mimarlık

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2012-2022 yılları arasında Bahçeşehir Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nde çalıştı.
- 2022-2023 Güz ve Bahar Dönemlerinde Medipol Üniversitesi'nde yarı zamanlı öğretim üyesi olarak ders vermektedir.

DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Alkan, S. N. &** Yazıcıoğlu, F. 2020. Hygrothermal Performance Analysıs of Tradıtıonal Tımber Framed House in Turkey, *Eco-Architecture 2020 8th International Conference on Harmonisation between Architecture and Nature*, Online : Eylül 7–9.
- **Alkan, S. N. &** Yazıcıoğlu, F. 2020. Hygrothermal Performance Analysis of Traditional Timber-framed Adobe Infill Houses in Turkey, *Kerpic'20 – Healthy Buildings: The Role of Earthen Materials on Providing Healthy and Sustainable Indoor Environment 8th International Conference İstanbul Turkey*, Online : Kasım 26-27.
- Yazıcıoğlu, F. **& Alkan, S. N.** 2018. Analysis of the Building Elements of a Unique Granary, Serender. *CAUMME PAUMME 2018*, Kasım 22-23 İstanbul, Türkiye.
- Yazıcıoğlu F. **& Alkan, S. N.** 2019. An Analysis on Building Elements of a Wooden Structured Granary: 'Serender' in Turkey's Eastern Black Sea Region, *Archnet-IJAR*, 14 (1), 77-89.
- **Alkan, S. N. &** Yazıcıoğlu, F. 2020. Hygrothermal Performance Analysıs of Tradıtıonal Tımber- Framed Houses in Turkey, *WIT Transactions on The Built Environment - Eco-Architecture VIII*, 195, 125-135.

DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Alkan, S. N. &** Uçman Altınışık, I. 2015. The Problems of Skyscraper in Istanbul Considering Urban Regulation Mechanism(S). *Archdesign '15: II. Architectural Design Conference,* Haziran 25-27 İstanbul, Türkiye.
- **Alkan, S. N. &** Yazıcıoğlu, F. 2016. Retrofitting Buildings into Energy Efficient Architecture Schools: Istanbul. *Advanced Building Skins*, Ekim 10-11 Bern, İsviçre.
- **Alkan, S. N. &** Yazıcıoğlu, F. 2017. Energy Efficiency of Building Skin of Regional Houses in Rize. *3rd International Conference on New Trends in Architecture and Interior Design*, Nisan 28-30 Helsinki, Finlandiya.
- **Alkan, S. N.,** Yazıcıoğlu, F. & Vatan Kaptan, M. 2018. Analysis of Heating Related Energy Performance of Traditional Timber Framed Buildings: The Case Study of Rize, Turkey. *8th International Conference on Building Resilience – ICBR Lisbon'2018*, Kasım 14-16 Lizbon, Portekiz.
- **Alkan, S. N. &** Yazıcıoğlu, F. 2019. A Comparative Thermal Performance Analysis of Traditional Timber Framed Buildings in Turkey. *İaSU2019*, Haziran 24-26 Ulanbator, Moğolistan.
- **Alkan, S. N. &** Yazıcıoğlu F. 2017. City Center and Coastline Relations in Terms of Public Spaces through Black sea Highway: Rize, *Intercultural Understanding*, 7, 7-12.