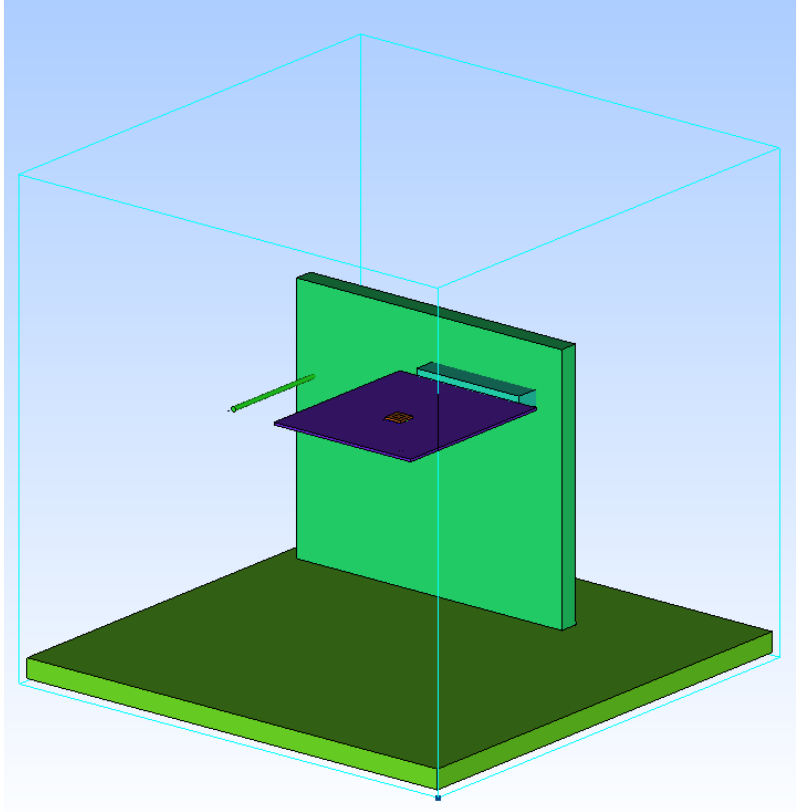


TEKNİK DOKÜMAN



Cradle CFD



BIAS
MÜHENDİSLİK



HEXAGON

Authorised Hexagon reseller

Cradle'da Elektronik Parça Aracı ve JEDEC Standardıyla Doğrulaması

Hazırlayan	ONAYLAYAN
Eren KOÇAK Makine Mühendisliği Stajyeri	Can OSSO CAE Takım Lideri

Tarih: 28/08/2025

Elektronik sistemlerin termal performansı önemli bir mühendislik problemidir. Transistörler, entegre devreler ve FPGA gibi yarı iletken bileşenler çalışma sırasında ciddi sıcaklık artışlarına maruz kalmaktadır. Bu durum, bileşenlerin güvenilirliği ve ömrü açısından ciddi riskler doğurur. Bu nedenle, termal analizlerin tasarım sürecine erken aşamada entegre edilmesi kaçınılmaz hale gelmiştir.

Cradle scSTREAM, elektronik bileşenlerin termal analizlerinin gerçekleştirilebildiği bir yazılımdır [1]. Bünyesinde barındırdığı Elektronik Parça Aracı (Electronics Parts Maker – EPM) modülü ile entegre devrelerin sadeleştirilmiş ya da detaylı modelleri oluşturulabilir.

1. Giriş

Bu çalışmanın amacı, Cradle scSTREAM yazılımının elektronik bileşenlerin termal analizinde ne ölçüde doğru sonuçlar verebildiğini test etmektir. Bu doğrultuda, endüstride yaygın kullanılan Delphi termal direnç modeli üzerinden bir analiz hazırlanmış, JEDEC standardına uygun bir test senaryosu ile karşılaştırma yapılmıştır. Test modeli olarak ALTERA üretimi EPM240 bileşeni seçilmiştir [2]. Yazılımın ilgili modülleri kullanılarak fiziksel modelleme ve sayısal çözüm gerçekleştirilmiş, sonuçlar üretici tarafından sağlanan deneysel verilerle karşılaştırılmıştır.

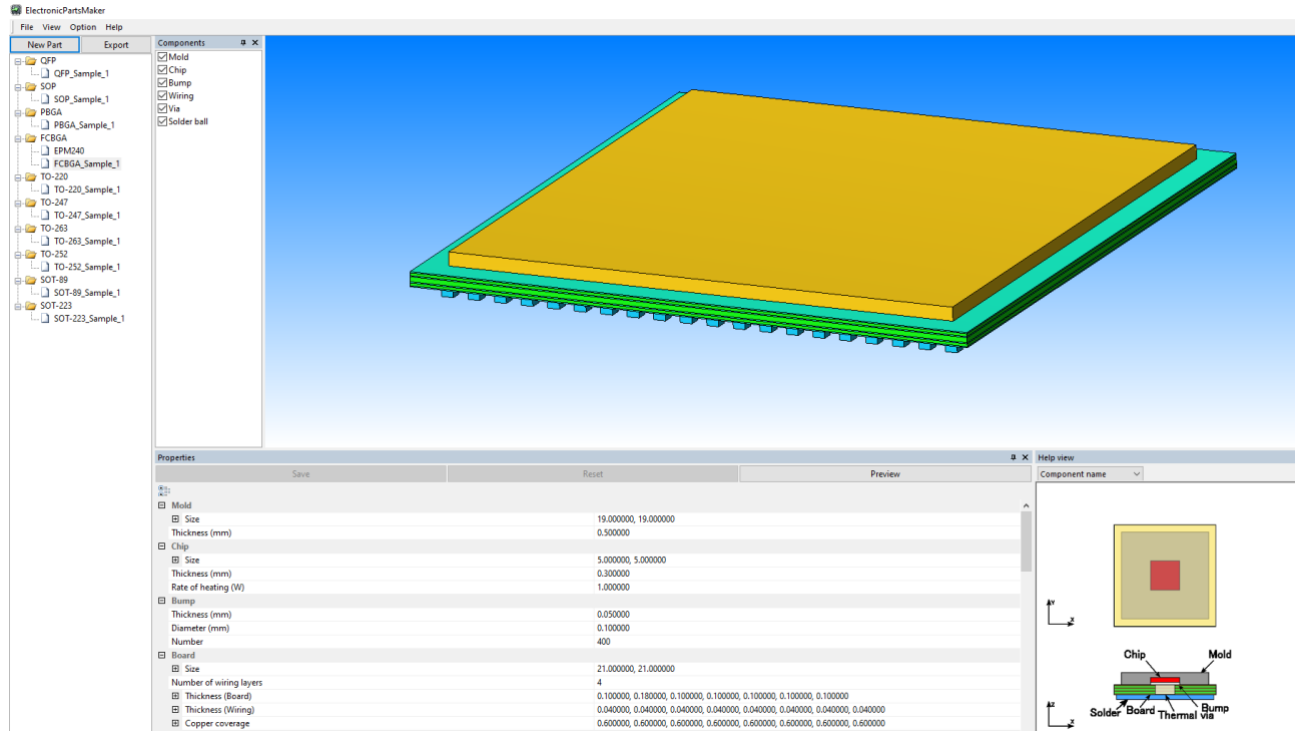
2. Cradle ScSTREAM ve “Electronics Parts” Maker Modülü

Cradle scSTREAM, termal davranışları analiz etmek amacıyla kullanılabilen bir hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) yazılımıdır. Bu yazılım kullanılarak elektronik kartlarda yer alan bileşenlerin ısı yükleri altındaki davranışları elde edilir. Ürün geliştirme aşamasında tasarım kararlarının termal açıdan doğrulanması mümkün kılınır.

Yazılımın içerisinde yer alan EPM modülü, kullanıcıların çeşitli elektronik paketleri tanımlayıp analizlere dahil edebilmesini sağlar. Bu modül ile aşağıdaki bileşen türleri parametrik olarak modellenebilir:

- QFP (Quad Flat Package)
- SOP (Small Outline Package)
- PBGA / FBGA / FDBGA (Ball Grid Array türleri)
- TO-220, TO-247, TO-263, TO-252 (transistör ve regülatör paketleri)
- SOT-89, SOT-223 (düşük güçlü entegre devre paketleri)

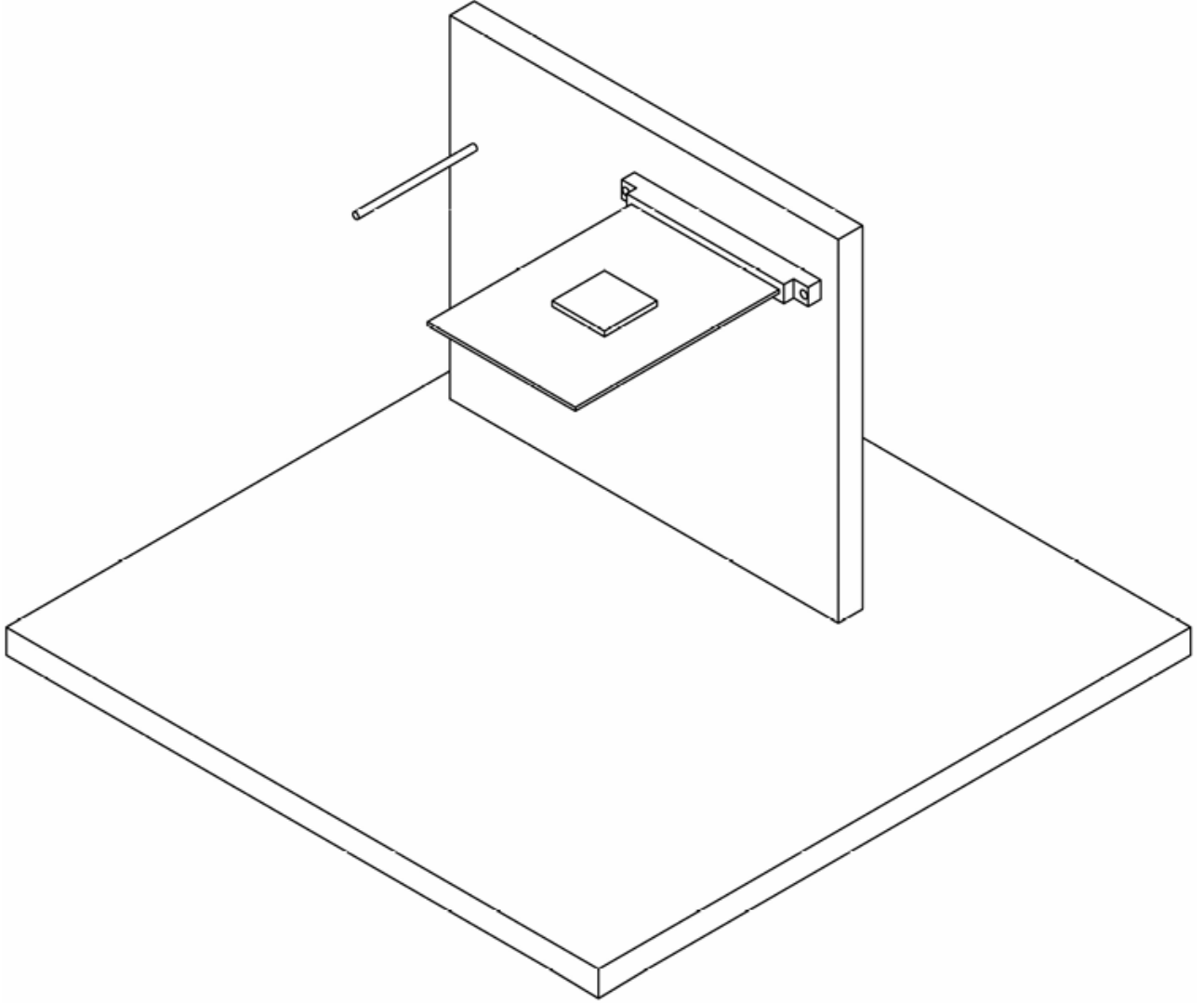
Bileşenlerin boyutları, iç yapısı, malzeme özellikleri ve güç tüketimleri kullanıcı tarafından üretici verilerine göre girilir. EPM ile hem detaylı geometri hem de sadeleştirilmiş termal direnç modeli (Delphi veya 2-RC model) oluşturulabilir (Şekil 1).



Şekil 1. “Electronics Parts Maker” arayüzü

3. JEDEC Standardı Kullanılarak Yazılımın Doğrulanması

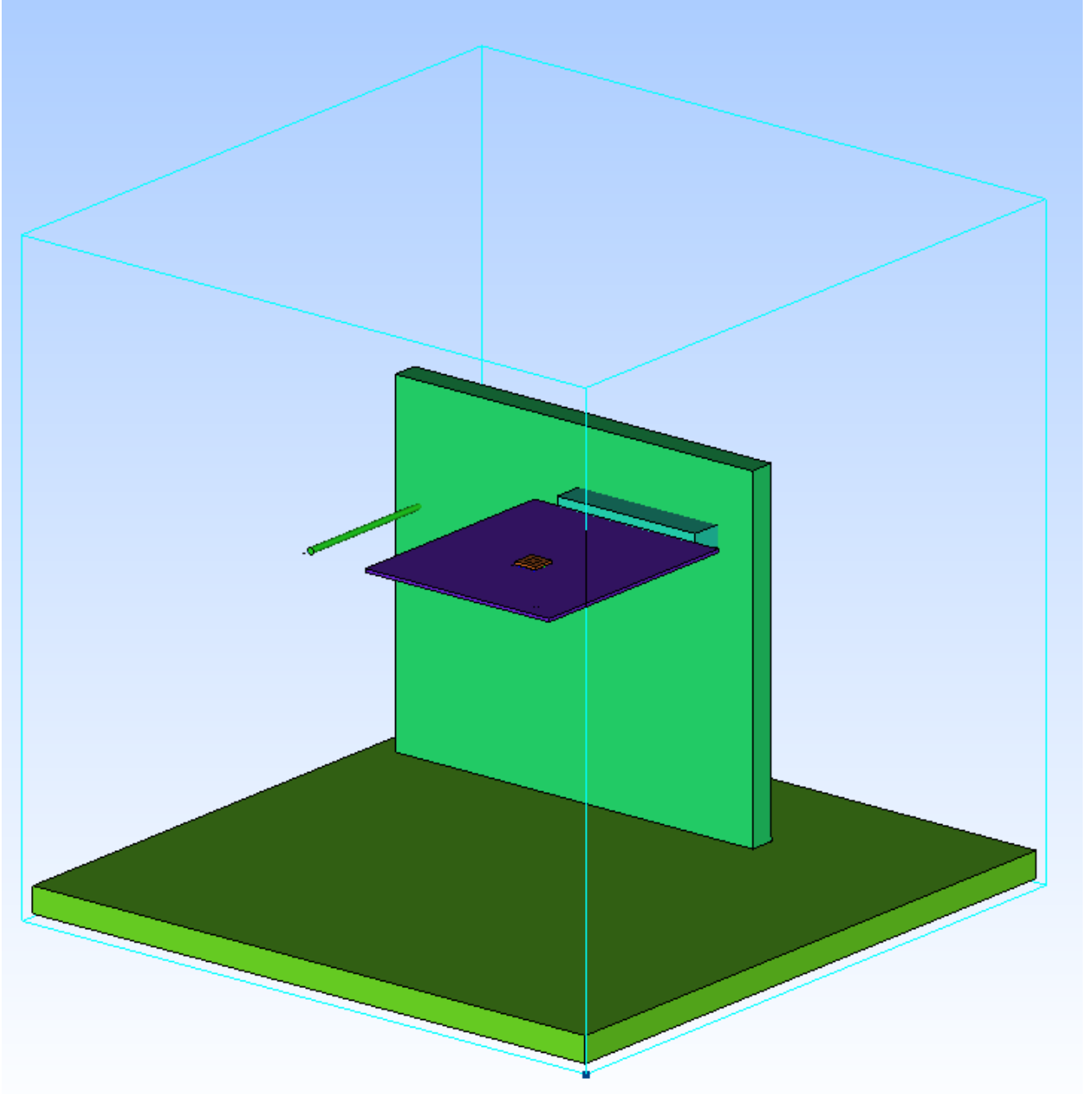
Yazılımın doğruluğunu değerlendirmek için Delphi modeli ile oluşturulmuş EPM240 bileşeni, JEDEC JESD51-2A standardında [3] tanımlanan test düzeneğinde analiz edilmiştir. Bu test düzeneği, sabit ortam sıcaklığında (20°C) doğal konveksiyon şartları altında, elektronik bileşenin ısıl davranışının değerlendirilmesine olanak tanır (Şekil 2).



Şekil 2. JEDEC test düzeneğinin kutusuz izometrik görünümü [3]

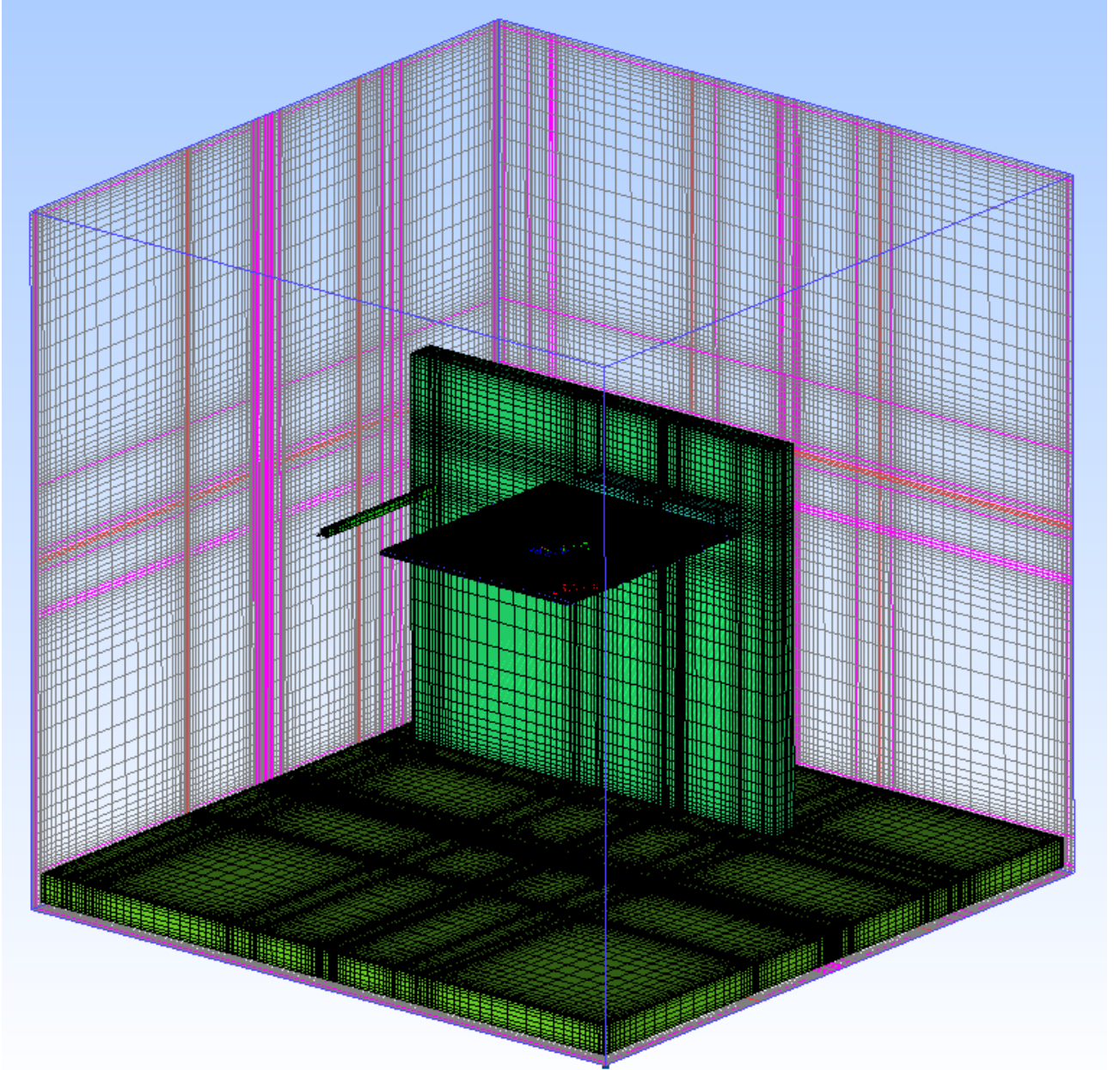
Modelleme ve analiz süreci aşağıdaki adımlarla yürütülmüştür:

1. EPM240 bileşeni EPM modülü ile oluşturulmuş ve Delphi modeli olarak dışa aktarılmıştır.
2. Test düzeneği CAD ortamında modellenmiş ve elektronik bileşen ilgili konumuna yerleştirilmiştir.
3. Model, scSTREAM içerisine aktarılmış ve hesaplama alanı oluşturulmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. JEDEC test düzeneği ve elektronik bileşenin konumlandırıldığı hesaplama alanı

4. Ağ yapısı oluşturulmuş ve çözüm bölgesi ayrıklaştırılmıştır (Şekil 4).

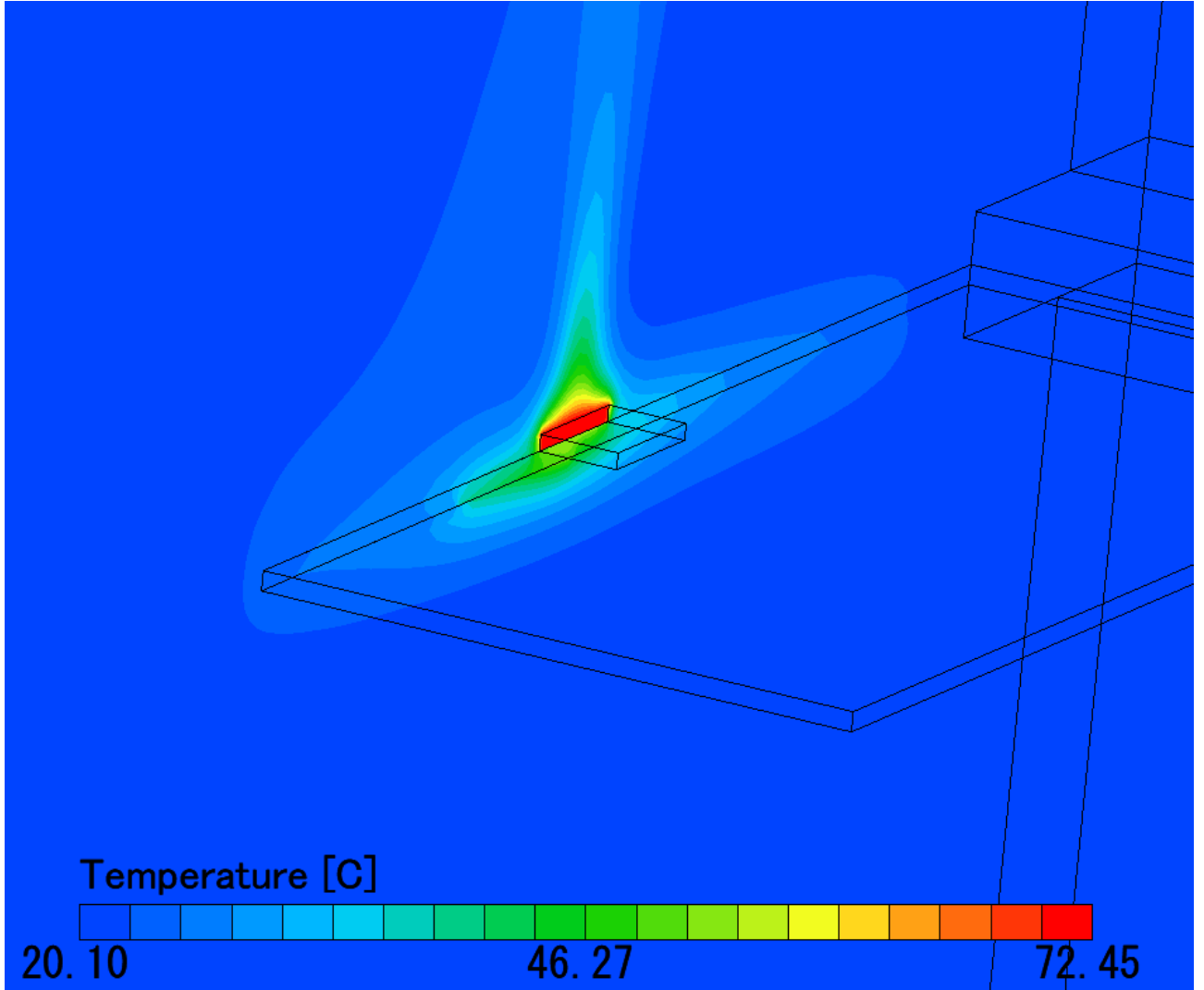


Şekil 4. Ağ yapısı

5. Elektronik bileşenin güç tüketimi 1 W olarak atanmış, sınır koşulları belirlenmiş ve analiz başlatılmıştır.

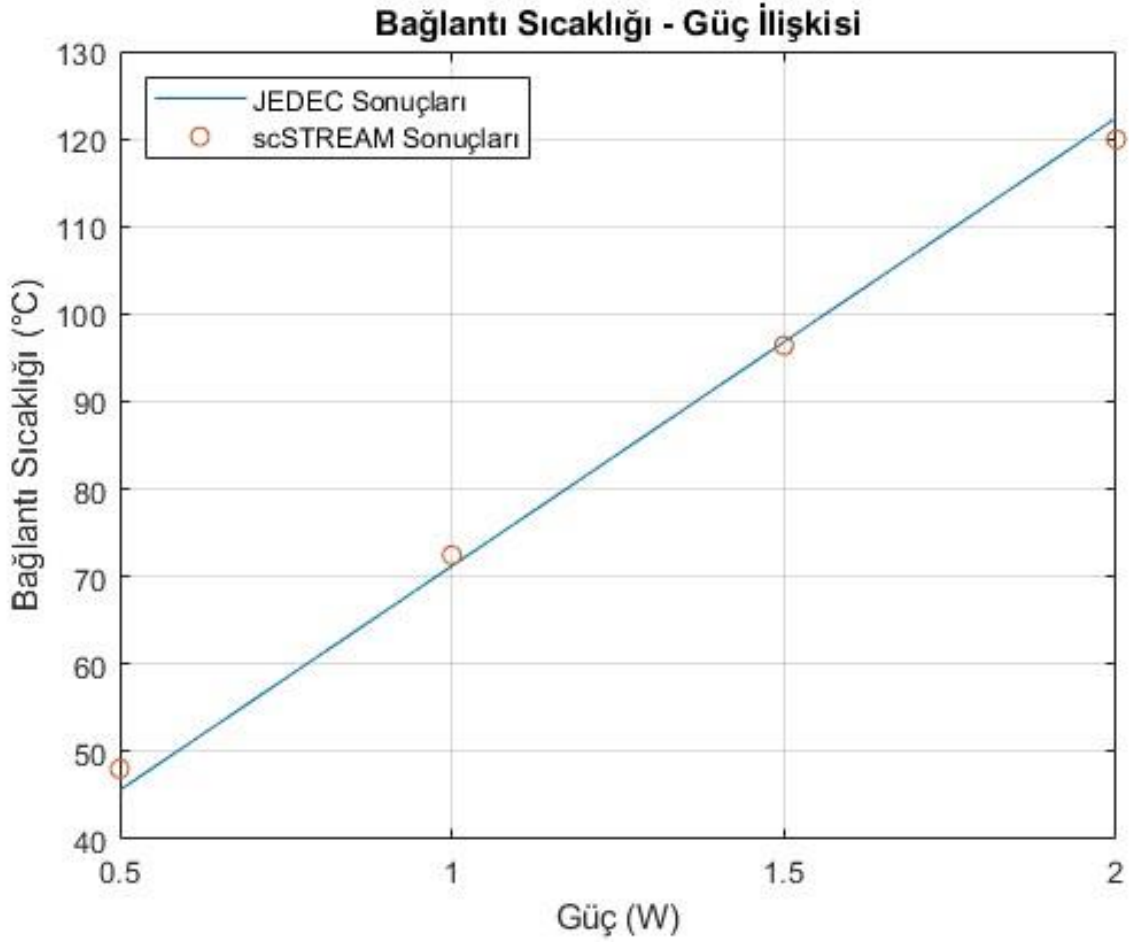
4. Sonuçlar ve Karşılaştırma

ALTERA firmasının verilerine göre EPM240 bileşeninin bağlantı noktası ile 20 ° sıcaklıktaki ortam havası arasındaki termal direnç değeri **51.2°C/W**'dir. Bu durumda 1 W güç altında beklenen bağlantı sıcaklığı **71.2°C**'dir. Analiz sonucunda elde edilen bağlantı sıcaklığı değeri **72.45°C** olarak hesaplanmıştır (Şekil 5)



Şekil 5. 1 W güç altında elde edilen sıcaklık dağılımı

Analiz, farklı güç değerleri için de tekrar edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen sıcaklık değerleri ve doğrusal olarak artan referans değerler karşılaştırıldığında sonuçlar JEDEC standardıyla uyumlu olduğu görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Bağlantı sıcaklığı - Güç karşılaştırma grafiği (JEDEC ve scSTREAM sonuçları)

5. Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada Cradle scSTREAM yazılımı, elektronik bileşenlerin termal analizinde endüstriyel bir referans olan JEDEC testi kullanılarak doğrulanmıştır. Kullanılan sadeleştirilmiş Delphi model sayesinde hem düşük çözüm süresi hem de yüksek doğruluk elde edilmiştir.

Yazılımın bu özelliği, tasarım aşamasındaki mühendislerin prototip oluşturmada önce sıcaklık tahminleri yaparak uygun yerleşim ve soğutma çözümlerini belirlemelerini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca bileşenler arası termal etkileşimlerin öngörülmesinde de ScSTREAM etkili bir araçtır.

6. Referanslar

[1] Cradle scSTREAM 2025.1 User's Guide.

[2] Altera Teknik Dokümanları – EPM240 Datasheet.

[3] JEDEC JESD51-2A: *Integrated Circuits Thermal Test Method Environmental Conditions – Natural Convection (Still Air)*, JEDEC Solid State Technology Association, 2008.