

**YATAY BİR LEVHA ÜZERİNDEKİ DİKDÖRTGEN KESİTLİ  
KANATÇIK DİZİLERİNDEN DOĞAL KONVEKSİYON VE IŞIMA  
İLE ISI TRANSFERİNİN LAMİNAR ŞARTLARDA SAYISAL  
ANALİZİ**

**Hüseyin SEÇMEN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAYIS 2010**

**ANKARA**

Hüseyin SEÇMEN tarafından hazırlanan YATAY BİR LEVHA ÜZERİNDEKİ DİKDÖRTGEN KESİTLİ KANATÇIK DİZİLERİNDEN DOĞAL KONVEKSİYON VE İŞİMA İLE ISI TRANSFERİNİN LAMİNAR ŞARTLARDA SAYISAL ANALİZİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mecit SİVRİOĞLU

Tez Danışmanı, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İrfan AR

Kimya Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Mecit SİVRİOĞLU

Makine Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Atilla BIYIKOĞLU

Makine Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Tarih: 18 / 05 / 2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hüseyin SEÇMEN

**YATAY BİR LEVHA ÜZERİNDEKİ DİKDÖRTGEN KESİTLİ KANATÇIK  
DİZİLERİNDEN DOĞAL KONVEKSİYON VE IŞIMA İLE ISI  
TRANSFERİNİN LAMİNAR ŞARTLARDA SAYISAL ANALİZİ  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hüseyin SEÇMEN**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
Mayıs 2010**

**ÖZET**

Bu çalışmada yatay bir levha üzerine yerleştirilmiş dikdörtgen kesitli kanatçık dizilerinden doğal konveksiyon ve ışıma ile ısı transferi laminar akış şartlarında incelenmiştir. Problemin çözümü için Fluent 6.3 paket programı kullanılmıştır. Kanatçıklar arasında hız, basınç ve sıcaklık dağılımları incelenmiştir. Literatürdeki deneysel sonuçlarla karşılaştırılan sayısal sonuçların, uyum sağladığı belirlenmiştir. Kanatçıkların uzunluğu, yüksekliği, kanatçıklar arası mesafe, basınç, hız ve sıcaklık farkının ısı transferi katsayısına etkileri incelenmiştir. Problemin sayısal çözümünde sıcaklık farkı artışına paralel olarak ısı transfer katsayısının da arttığı görülmektedir. Sabit genişlikteki plaka üzerine yerleştirilen kanatçıkların sayısı azaldıkça (kanatçıklar arası mesafe “S” arttıkça) ısı transfer katsayısı artmakta, yaklaşık S=12mm’den itibaren de değerler azalmaya başlamaktadır. Işıma ile ısı transfer miktarının toplam ısı transfer miktarı (doğal konveksiyon ve ışıma bir arada) içindeki oranının yaklaşık %12- % 14 civarında olduğu tespit edilmiştir.

**Bilim Kodu : 625.04.02**  
**Anahtar Kelimeler : Doğal konveksiyon, Isı transferi, Işıma**  
**Sayfa Adedi : 128**  
**Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Mecit SİVRİOĞLU**

**NUMERICAL ANALYSIS OF NATURALLY CONVECTED AND  
RADIATED HEAT TRANSFER IN HORIZONTALLY ORIENTED FINS  
ARRAY UNDER LAMINAR CONDITIONS**

**(M. Sc. Thesis)**

**Hüseyin SEÇMEN**

**GAZI UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**May 2010**

**ABSTRACT**

**In this study, the natural convection and radiation heat transfer in a horizontally oriented rectangular fins arrays have been studied under the conditions of laminar flow, at the same time. The problem has numerically been solved by using Fluent 6.3 software. The distributions of velocity, pressure and temperature between fin arrays have been analyzed. Experimental results in the literature have been compared with numerical results and found that they are in agreement. In the present study the effects of fin length, height, fin spacing, velocity and the temperature difference on heat transfer coefficient have been investigated. The heat transfer coefficient increases with the decrease in number of fins placed on a flat plate with a fixed width until a fin spacing of  $S=12\text{mm}$ . After this value of fin spacing, however, it starts to decrease with the fin spacing. The ratio of the rate of radiation heat transfer to the total rate of heat transfer (natural convection + radiation) has been found about between 12-14 %.**

**Science Code : 625.04.02**  
**Key Words : Natural convection, Heat transfer, Radiation**  
**Pages : 128**  
**Thesis Manager : Prof. Dr. Mecit SİVRİOĞLU**

## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Prof. Dr. Mecit SİVRİOğLU 'na, Yrd. Doç. Dr. Nurettin DİNLER 'e, Öğr. Gör. Asım GENÇ 'e, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xx
1.GİRİŞ .....	1
2. TEORİK MODEL VE MATEMATİKSEL FORMULASYON.....	8
2.1. Problemin Tanımı .....	8
2.2. Varsayımlar .....	9
2.3. Genel Denklemler .....	10
2.3.1. Kütleinin korunumu .....	10
2.3.2. Momentum denklemleri .....	10
2.3.3. Enerji denklemi .....	11
2.4. Matematiksel Model .....	12
2.4.1. Işıma ile ısı transferi .....	12
2.4.2. Denklemlerin düzenlenmesi .....	14
2.4.3. Giriş ve sınır şartları .....	14
2.5. Toplam ısı transfer miktarı ve ortalama Nusselt sayısı .....	18
2.6. Çözüm Yöntemi .....	19

3. FLUENT 6.3 .....	20
3.1. Teknik Özellikleri .....	21
3.2. Modellemelerden Bazıları .....	21
3.3. Isı Transfer Modelleme .....	22
3.4. Sınır Koşulları .....	22
3.5. Malzeme Özellikleri .....	23
3.6. Gambit .....	24
4. ÇALIŞILAN MODELLER .....	25
4.1. Kontrol Hacmi ve Koordinat Sistemi .....	26
4.2. Modeller .....	26
5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	28
5.1. Çeşitli Parametrelerin Etkisi .....	29
5.1.1. Kanatçık aralığının etkisi (S) .....	29
5.1.2. Kanatçık yüksekliğinin etkisi (H) .....	65
5.1.3. Kanatçık uzunluğunun etkisi (L) .....	74
5.1.4. Sıcaklık farkının ısı transferine etkisi .....	88
6. BULGULAR VE ÖNERİLER .....	95
KAYNAKLAR .....	97
EKLER .....	100
EK-1. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışınmasız ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası .....	101
EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışınmalı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası .....	113
ÖZGEÇMİŞ .....	128



## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1 Şekil 4.1. 'de gösterilen hesaplama bölgesi için sınır şartları .....	17
Çizelge 4.1. Çalışılan modellerin kanatçık aralık, yükseklik ve boy değerleri .....	27
Çizelge 5.1. Değişik sıcaklık farklarında elde edilen ısı transfer katsayısı h (W/m <sup>2</sup> K) değerlerinin literatürdeki çalışmalarla karşılaştırılması ...	28
Çizelge 5.2. Değişik kanatçık aralığı S (mm) değerlerinde elde edilen ısı transfer katsayısı h (W/m <sup>2</sup> K) değerleri .....	40
Çizelge 5.3. Kanatçık yüksekliği H=25 mm, kanatçık boyu L=62.5 mm ve ΔT=50 K için farklı kanatçık aralığı S (mm) değerlerinde toplam ısı transfer miktarı ve ışıma miktarı değerleri .....	63
Çizelge 5.4. Değişik kanatçık yüksekliği H (mm) değerlerinde elde edilen ısı transfer katsayısı h (W/m <sup>2</sup> K) değerleri .....	68
Çizelge 5.5. Kanatçık aralığı S=30 mm, kanatçık boyu L=62.5 mm ve ΔT=50 K için farklı kanatçık yüksekliği H (mm) değerlerinde ısı transfer miktarı ve ışıma miktarı değerleri .....	74
Çizelge 5.6. Değişik kanatçık boyu L (mm) değerlerinde elde edilen ısı transfer katsayısı h (W/m <sup>2</sup> K) değerleri .....	79
Çizelge 5.7. Kanatçık aralığı S=30 mm, kanatçık yüksekliği H=25 mm ve ΔT=50 K için farklı kanatçık boyu L (mm) değerlerinde ısı transfer miktarı ve ışıma miktarı değerleri .....	85
Çizelge 5.8. Kanatçık plaka genişliği W = 66 mm, kanatçık yüksekliği H = 37.5 mm, kanatçık boyu L = 125 mm ve ΔT=50 K için sistem parametreleri değerleri .....	86

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kanatçıklar arasındaki tek çıkışlı akış .....	8
Şekil 2.2. Kanatçıklar arasındaki birden fazla çıkışlı akış .....	9
Şekil 2.3. (a) İki kanatçıklı fiziksel model (et kalınlığı ihmal) (b) Işımanın gerçekleştiği farklı yüzeyler .....	9
Şekil 2.4. Hesaplama bölgesinin detaylı çizimi .....	14
Şekil 4.1. Hesaplamalarda kullanılan kontrol hacmi ve kanatçık boyutları .....	25
Şekil 4.2. Kontrol hacmi ve koordinat sistemi .....	26
Şekil 5.1. Değişik sıcaklık farklarında elde edilen ısı transfer katsayısı $h$ ( $W/m^2K$ ) değerlerinin literatürdeki çalışmalarla karşılaştırılması .....	29
Şekil 5.2. Işımasız kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için yakınsama grafiği .....	30
Şekil 5.3. Işımasız kanatçık aralığı $S=20$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için yakınsama grafiği .....	31
Şekil 5.4. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için yakınsama grafiği .....	32
Şekil 5.5. Işımasız kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için statik basınç grafiği .....	33
Şekil 5.6. Işımasız kanatçık aralığı $S=20$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için statik basınç grafiği .....	33
Şekil 5.7. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için statik basınç grafiği .....	34

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 5.8. Işımasız kanatçık aralığı $S=20$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T =50$ K için sıcaklık konturları .....	34
Şekil 5.9. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T =50$ K için sıcaklık konturları .....	35
Şekil 5.10. Işımasız kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T =50$ K için hız değerleri .....	36
Şekil 5.11. Işımasız kanatçık aralığı $S=20$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T =50$ K için hız değerleri .....	36
Şekil 5.12. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T =50$ K için hız değerleri .....	37
Şekil 5.13. Işımasız kanatçık aralığı $S=40$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T =50$ K için hız değerleri .....	37
Şekil 5.14. Işımasız kanatçık aralığı $S=20$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	38
Şekil 5.15. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	39
Şekil 5.16. Işımasız kanatçık aralığı $S=40$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	39
Şekil 5.17. Işımasız değişik kanatçık aralığı $S$ (mm) değerlerinde elde edilen ısı transfer katsayısı $h$ ( $W/m^2K$ ) değerleri .....	40
Şekil 5.18. Işımasız kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için vektörel hız değerleri .....	41

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 5.19. Işımasız kanatçık aralığı $S=20$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için vektörel hız değerleri .....	41
Şekil 5.20. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için vektörel hız değerleri .....	42
Şekil 5.21. Işımasız kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	42
Şekil 5.22. Işımasız kanatçık aralığı $S=20$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	43
Şekil 5.23. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	43
Şekil 5.24. Işımasız kanatçık aralığı $S=40$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	44
Şekil 5.25. Işımasız kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	45
Şekil 5.26. Işımasız kanatçık aralığı $S=20$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	45
Şekil 5.27. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	46
Şekil 5.28. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=12.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri .....	46
Şekil 5.29. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=12.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	47

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 5.30. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=12.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	47
Şekil 5.31. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=12.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	48
Şekil 5.32. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için yakınsama grafiği .....	48
Şekil 5.33. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için hız değerleri .....	49
Şekil 5.34. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri .....	50
Şekil 5.35. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	50
Şekil 5.36. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için vektörel hız değerleri .....	51
Şekil 5.37. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki yüzey ısı akısı .....	51
Şekil 5.38. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ışıma ısı akısı .....	52
Şekil 5.39. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki yüzey anlık ışıma değerleri .....	52
Şekil 5.40. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	53

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 5.41. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık dağılımı (kesit-simetri) .....	53
Şekil 5.42. Işımalı kanatçık aralığı $S=20$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için yakınsama grafiği .....	55
Şekil 5.43. Işımalı kanatçık aralığı $S=20$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri .....	56
Şekil 5.44. Işımalı kanatçık aralığı $S=20$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	56
Şekil 5.45. Işımalı kanatçık aralığı $S=20$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	57
Şekil 5.46. Işımalı kanatçık aralığı $S=20$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	57
Şekil 5.47. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için yakınsama grafiği .....	58
Şekil 5.48. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri .....	59
Şekil 5.49. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	59
Şekil 5.50. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	60
Şekil 5.51. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	60

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 5.52. Işımalı kanatçık aralığı $S=40$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri .....	61
Şekil 5.53. Işımalı kanatçık aralığı $S=40$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	62
Şekil 5.54. Işımalı kanatçık aralığı $S=40$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	62
Şekil 5.55. Işımalı kanatçık aralığı $S=40$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	63
Şekil 5.56. Işımalı kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=62.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için farklı kanatçık aralığı $S$ (mm) değerlerinde ısı transfer miktarı .....	64
Şekil 5.57. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için yakınsama grafiği .....	64
Şekil 5.58. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri .....	65
Şekil 5.59. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=50$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için toplam değerleri .....	66
Şekil 5.60. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=50$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	66
Şekil 5.61. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=50$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	67
Şekil 5.62. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=50$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	67

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 5.63. Işımalı değişik kanatçık yüksekliği $H$ (mm) değerlerinde elde edilen ısı transfer katsayısı $h$ ( $W/m^2K$ ) değerleri grafiği .....	68
Şekil 5.64. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	69
Şekil 5.65. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	69
Şekil 5.66. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	70
Şekil 5.67. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=12.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için yakınsama grafiği .....	71
Şekil 5.68. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=12.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri .....	71
Şekil 5.69. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=12.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	72
Şekil 5.70. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=12.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	72
Şekil 5.71. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=12.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	73
Şekil 5.72. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık boyu $L=62.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için farklı kanatçık yüksekliği $H$ (mm) değerlerinde ısı transfer miktarı .....	74
Şekil 5.73. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=62.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri .....	75



<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 5.74. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=62.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	75
Şekil 5.75. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=62.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	76
Şekil 5.76 Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=62.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	76
Şekil 5.77. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=187.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için toplam sıcaklık değerleri .....	77
Şekil 5.78. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=187.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	77
Şekil 5.79. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=187.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	78
Şekil 5.80. Işımasız kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=187.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	78
Şekil. 5.81. Işımalı değişik kanatçık boyu $L$ (mm) değerlerinde elde edilen ısı transfer katsayısı $h$ ( $W/m^2K$ ) değerleri grafiği .....	79
Şekil 5.82. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=62.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri .....	80
Şekil 5.83. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=62.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	80
Şekil 5.84. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=62.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	81

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 5.85. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=62.5$ mm ve $\Delta T=50$ K içinsıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	81
Şekil 5.86. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=187.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için yakınsama grafiği .....	82
Şekil 5.87. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=187.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri .....	83
Şekil 5.88. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=187.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	83
Şekil 5.89. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=187.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri) .....	84
Şekil 5.90. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm, kanatçık boyu $L=187.5$ mm ve $\Delta T=50$ K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri) .....	84
Şekil 5.91. Işımalı kanatçık aralığı $S=30$ mm, kanatçık yüksekliği $H=25$ mm ve $\Delta T=50$ K için farklı kanatçık boyu $L$ (mm) değerlerinde ısı transfer miktarı .....	85
Şekil 5.92. Kanatçık plaka genişliği $W = 66$ mm, kanatçık yüksekliği $H = 37.5$ mm, kanatçık boyu $L = 125$ mm ve $\Delta T=50$ K için $S - Q_T$ grafiği .....	86
Şekil 5.93. Kanatçık plaka genişliği $W = 66$ mm, kanatçık yüksekliği $H = 37.5$ mm, kanatçık boyu $L = 125$ mm ve $\Delta T=50$ K için $S - h_m$ grafiği .....	87
Şekil 5.94. Kanatçık plaka genişliği $W = 66$ mm, kanatçık yüksekliği $H = 37.5$ mm, kanatçık boyu $L = 125$ mm ve $\Delta T=50$ K için $S - Nu_m$ grafiği .....	87
Şekil 5.95. Işımasız kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T=30$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	88

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 5.96. Işımasız kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	88
Şekil 5.97. Işımasız kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T=60$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	89
Şekil 5.98. Işımasız kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T =30$ K için ısı transferi .....	90
Şekil 5.99. Işımasız kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T =50$ K için ısı transferi .....	90
Şekil 5.100. Işımasız kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T =60$ K için ısı transferi .....	91
Şekil 5.101. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T=30$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	91
Şekil 5.102. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T=50$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	92
Şekil 5.103. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T=60$ K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri .....	92
Şekil 5.104. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T =30$ K için ısı transferi .....	93
Şekil 5.105. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T =50$ K için ısı transferi .....	93
Şekil 5.106. Işımalı kanatçık aralığı $S=10$ mm, kanatçık yüksekliği $H=37.5$ mm, kanatçık boyu $L=125$ mm, $\Delta T =60$ K için ısı transferi .....	94

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan bazı simgeler, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
$A_1$	Kanatçık sol yan yüzey alanı, $m^2$
$A_B$	Yatay taban plaka alanı, (WL), $m^2$
$A_w$	Kanatçık kesit alanı yarısı, ( $t_F L$ ), $m^2$
$C_p$	Özgül ısı, J/kgK
$E_{b1}$	Kanatçık sol yüzeyinden olan siyah yüzey ışıması
$E_{b2}$	Kanatçık sağ yüzeyinden olan siyah yüzey ışıması
$E_{b3}$	Kanatçıklar arası yatay yüzeyden olan siyah yüzey ışıması
$E_{b4}$	Kanatçık üst yüzeyinden olan siyah yüzey ışıması
$E_{b5}$	Kanatçık sol yan yüzeyinden olan siyah yüzey ışıması
$E_{b6}$	Kanatçık sağ yan yüzeyinden olan siyah yüzey ışıması
$F_{1j} = F_{2j}$	Sol ve sağ kanatçık yüzeyleri için yüzey faktörü
$x$	Kanatçık uzunluğu önündeki koordinat (m)
$y$	Kanatçık yüksekliği yönündeki koordinat (m)
$z$	Kanatçık aralığı yönündeki koordinat (m)
$F$	Işıma şekil faktörü
$g$	Yerçekimi ivmesi, $m/s^2$
$Gr$	Grashof sayısı, $g\beta(T_{w,0} - T_\infty)S^3/\nu_f^2$
$Gr_L$	Kanatçık uzunluğuna bağlı Grashof sayısı
$H$	Kanatçık yüksekliği, m
$h$	Isı transfer katsayısı, $W/m^2 K$
$h_m$	Ortalama ısı transfer katsayısı
$J$	Radiosite, $W/m^2$
$k$	Isıl iletkenlik, $W/m K$
$k_a$	Hava için ısıl iletkenlik
$k_f$	Kanatçık malzemesi için ısıl iletkenlik

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
<b>L</b>	Kanatçık boyu (Kanatçık tabanı), m
$\overline{Nu}_L$	Kanatçık boyuna bağlı ortalama Nusselt sayısı $\overline{Nu}_L$ ( $Nu_L = hL / k$ )
<b>Nu<sub>s</sub></b>	Kanatçık aralığına bağlı ortalama Nusselt sayısı ( $Nu_s = h L / k$ )
<b>p</b>	Basınç, Pa
<b>Pr</b>	Prandtl sayısı, $c_{pf}\mu_f/k_f$
<b>q</b>	Isı akısı, $W/m^2$
<b>q<sub>r1</sub></b>	Kanatçık yan yüzeyinden olan net ışıma ısı akısı, $W/m^2$
<b>q<sub>r3</sub></b>	Kanatçık alt yüzeyinden olan net ışıma ısı akısı, $W/m^2$
<b>Q</b>	Isı transferi miktarı, W
<b>Q<sub>I</sub></b>	Kanatçıklardan aktarılan ısı, W
<b>Q<sub>B</sub></b>	Kanatçık tabanından aktarılan ısı, W
<b>Q<sub>T</sub></b>	Aktarılan toplam ısı miktarı, W
<b>Ra</b>	Rayleigh sayısı, $g\beta(T_{w,0} - T_\infty)S^3/(v_f\alpha_w)$
<b>S</b>	Kanatçık aralığı, m
<b>T<sub>∞</sub></b>	Çevre sıcaklığı, K
<b>T<sub>w,0</sub></b>	Kanatçık uniform sabit sıcaklığı, K
<b>t<sub>F</sub></b>	Kanatçık yarı kalınlığı, m
<b>t</b>	Zaman, s
<b>W</b>	Kanatçık plaka genişliği, m
<b>T</b>	Sıcaklık, K
<b>u</b>	x-doğrultusundaki hız bileşeni, m/s
<b>v</b>	y-doğrultusundaki hız bileşeni, m/s
<b>w</b>	z- doğrultusundaki hız bileşeni, m/s
<b>q'''</b>	Birim hacimde üretilen ısı miktarı, $W/m^3$
<b>α</b>	Akışkan için ısı yayılımı, $(k/\rho c)_f$ , $m^2/s$
<b>β</b>	Akışkan için izobarik katsayı veya ısı genleşme katsayısı, $1/K$
<b>ε</b>	Emisivite
<b>γ</b>	Sıcaklık Oran parametresi, $(T_{w,0} - T_\infty)/T_\infty$
<b>μ</b>	Dinamik viskozite, $kg/m s$

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
$\nu$	Kinematik viskozite, $m^2/s$
$\rho$	Yoğunluk, $kg/m^3$
$\rho_f$	Referans sıcaklıktaki akışkan yoğunluğu $kg/m^3$
$\sigma$	Stefan–Boltzman sabiti, $5.67 \times 10^{-8} W/m^2 K^4$

## 1. GİRİŞ

Denizcilikte, sanayi kuruluşlarında, uzay teknolojisinde, teknolojik gelişmelerde, mühendislik uygulamalarının birçoğunda birim alandan daha fazla enerjinin uzaklaştırılmasının hesapları yapılmaktadır.

Bilgisayar teknolojisinde, savunma sanayinde kullanılan elektronik parçaların soğutulmaları hem performanslarını hem de boyutlarını etkilemektedir.

Soğutulması gereken sistemlerde doğal konveksiyonla soğutmada soğutulacak yüzey alanının artırılması büyük önem arz eder. Özellikle uçak, uzay ve gemi inşa sanayinde yüksek ısı transferinin gerektiği durumlarda yüzey alanı artırmak önemli olup, çeşitli kanatçık profilleri üzerine çalışılmıştır.

Kanatçık profilleri üzerine yapılan çalışmalar, kanatçıklar arasındaki mesafenin önemini ortaya koymuştur.

Doğal konveksiyon ve ışıma ile ısı transferinin nümerik analizi için yapılan bu çalışmada esas amaç, ısı transferi ve ısı transfer katsayısını kanatçıklar arasındaki akış durumlarına göre belirleyerek ideale en yakın kanatçık profilini tespit ederek, bu kanatçık profili sayesinde en az malzeme ile en düşük maliyetli ısı değiştirgecinden en yüksek ısı transferi miktarının elde edilmesini sağlamaktır.

Literatürde çeşitli kanatçıklardan ısı transferi ile ilgili çalışmalar yer almaktadır. Bu çalışmalardan dikey tabanlı dikdörtgen kesitli kanatçıklardan doğal konveksiyon ve ışıma ile ısı transferinin sayısal modellenmesinde [Leung C.W, Probert S.D and Rapley C.W.1990], dikey dikdörtgen bir tabandan dik olarak çıkan dikdörtgen kesitli kanatçık sırasının yüzeylerinden doğal konveksiyon ve ışıma kayıplarını belirlemek için iki boyutlu sayısal bir model geliştirilmiştir. Bu modelden elde edilen teorik değerler önceki araştırmalardan elde edilen deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Öngörülen amaç için optimum tasarım ile ilgili bilgiler gerektiği vurgulanan bu çalışmada, tasarım ile ilgili bilgileri biriktiren bilgisayar tabanlı bir programın tasarımcılar için çok yararlı olacağına işaret edilmiştir. Eş sıcaklık yüzey şartını kaldırarak yani kanatçıklar boyunca sıcaklık gradyanının etkilerine izin vererek ve gerçekte görülen üç boyutlu olay ele alınarak model geliştirilebileceği belirtilmiştir. Sonuç olarak, geliştirilen modelin, alüminyum tabandan dik çıkan dikey dikdörtgen kesitli kanatçıklardan kararlı ısı atılım oranını tahmin etmede birinci yaklaşımlı anlamlı bir rehberlik sağladığının tespiti dile getirilmiştir.

Yatay kare açık bir boşlukta geçici ve kararlı doğal konveksiyon ve yüzey ışımasının sayısal incelenmesi [Hinojosa J.F. and Estrada, Cabanillas R.E.- Alvarez G. 2005] başlıklı diğer bir çalışmada, elektronik cihazların tasarımı ve güneş yoğunlaştırıcılarının ısı alıcıları gibi bazı mühendislik problemleri açısından çalışmanın önemi vurgulanmıştır. Çalışmaya göre matematiksel formülasyonda yapılan en önemli varsayımlar üç tanedir; akış laminardır, akışkan ışıma açısından etki etmez, Boussinesq yaklaşımı geçerlidir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, duvarlar ve boşluk arasındaki ışıma alışverişi, toplam ortalama Nusselt sayısının duvarları arasında ışıma alışverişi olmayan duruma göre %94 - %125 arasında değişen değerlerde artmıştır. Yüzey ısı ışımanın bulunması adyabatik duvarlardaki sıcaklık dağılımını akışkan akma formunu ve dolayısıyla boşluğun dışına ısı enerji transferini modifiye etmektedir. Doğal konveksiyonlu yüzeysel ısı ışımadaki ( $\epsilon : 1$ ) kararlı sonuçlar, toplam ortalama Nusselt sayısının sadece konveksiyona ( $\epsilon : 0$ ) göre % 93.9 ile %125.7 arttığını göstermiştir. Ayrıca kararlı sonuçlara göre konvektif Nusselt bileşeni, radyatif Nusselt bileşeninden incelenen bütün Rayleigh sayıları için düşük çıkmıştır. Bu durum yüzey ışıma alışverişinin sadece göz önünde bulundurulacak kadar önemli olmadığı, aynı zamanda ısı transferi olayında katkısının daha büyük olduğunu göstermektedir.

Kısmen açık, kapalı hacimlerde yüzey ışımasının doğal konveksiyona etkisi [Lauriat G, Desrayaud, G., 2006] başlıklı çalışmada soğuk dış çevreyle ve sıcak iç çevreyle temasta olan iki boyutlu kısmen açık kapalı hacimlerde doğal konveksiyon ve yüzey ışıması ile ısı transferi sayısal olarak incelenmiştir. Birbirine bakan duvarlardaki radyoaktif alışverişler



dikey duvarların ortalama sıcaklıkları arasındaki sıcaklık farkını azaltmaya yardım eder. Işıma sıcak duvarın sıcaklığını önemli ölçüde düşürürken sıcak duvarın ısınmasının fazla bir önemi yoktur. Konveksiyon ve Işıma arasındaki etkileşim incelendiğinde bütün durumlar için ışımanın ısı transferine etkisi baskındır. Bu çalışmaya göre yüzey ışıması hesaba katıldığında, dış duvarın sıcaklıkları artarken birbirine bakan iki dikey duvarın ortalama sıcaklık farkları azalmaktadır.

Literatürde yatay bir levha üzerindeki kanatçıklardan ısı transferi çalışmaları da yer almaktadır. Bu konfigürasyonlardan yatay düzlem üzerine yerleştirilmiş dikdörtgen kanatçıklardan ısı transferi ile ilgili ilk çalışmada yatay levha üzerinde bulunan kanatçıklardan ortalama ısı transferi katsayısı ve akış konfigürasyonları, 45° eğik ve dikey levha üzerindeki kanatçıklardan olan ortalama ısı transfer katsayısı ve akış konfigürasyonları ile karşılaştırılmıştır [Starner and McManus, 1963]. Bu çalışmada dört farklı boyutlu kanatçık düzeneği kullanılmıştır. Ortalama ısı transfer katsayısının, kanatçık geometrisi ile ve kanatçıkların yerleştirildiği levhanın konumu ile nasıl değiştiğini tartışmışlardır. Dikey kanatçık düzeneğindeki ısı transfer katsayısının benzer aralıktaki paralel levhalar arasındakinden % 10-30 daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. 45° eğik levha üzerindeki kanatçıkların ortalama ısı transfer katsayısı, dikey olana göre %5-20 daha düşük belirlenirken, yatay levha üzerinde bulunan dikdörtgen kanatçıkların açık uçlarının kapatıldığında ısı transfer katsayısının önemli bir şekilde düştüğü sonucuna varmışlardır.

Bu konuda yapılan ikinci çalışmada, sekiz farklı kanatçık geometrisi kullanılmıştır [Harahap and McManus, 1967]. Akış alanını Schlieren-shadowgraph ve smoke injection teknikleri ile incelemişlerdir. Uzun kanatçıklarda havanın açık uçlardan girip, kanatçık uzunluğu boyunca ısınarak, kanatçık uzunluğunun ortasından yukarı doğru çıktığını görüntülemişlerdir. Bu akışı tek bacalı akış olarak isimlendirmişlerdir. Yüzeysel kanatçıklarda (küçük yükseklikli kanatçıklar) açık uçlardan giren havanın kanatçık uzunluğunun ortasına ulaşmadan kanaldan ayrıldığını tespit edip bu tip akışa kayan bacalı akış ismini vermişlerdir. Kanatçık uzunluğunun en önemli geometrik parametre olduğunu ve karakteristik uzunluk seçilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Ortalama Nusselt sayısı için aşağıdaki korelasyonları önermişlerdir.

$$\overline{Nu}_L = 5.22 \times 10^{-3} \left( Gr_L \cdot Pr \cdot \frac{S \cdot n}{H} \right)^{0.570} \left( \frac{H}{L} \right)^{0.656} \left( \frac{S}{L} \right)^{0.412} \quad (1.1)$$

$$10^6 < Gr_L \cdot Pr \cdot \frac{S \cdot n}{H} \leq 2.5 \times 10^7$$

ve

$$\overline{Nu}_L = 2.787 \times 10^{-3} \left( Gr_L \cdot Pr \cdot \frac{S \cdot n}{H} \right)^{0.745} \left( \frac{H}{L} \right)^{0.656} \left( \frac{S}{L} \right)^{0.412} \quad (1.2)$$

$$2.5 \times 10^7 < Gr_L \cdot Pr \cdot \frac{S \cdot n}{H} \leq 1.5 \times 10^8$$

Burada,  $Gr_L$ ,  $Nu_L$  ve  $n$ , kanatçık uzunluğuna bağlı Grashof sayısı, ortalama Nusselt sayısı ve  $n$  kanatçık adedini temsil eder.  $S$ , kanatçık aralığı,  $H$ , kanatçık yüksekliği,  $L$ , kanatçık uzunluğudur. Yukarıdaki korelasyonda, akışkan özelliklerini duvar sıcaklığında hesaplamışlardır. Bu korelasyon ile ortalama Nusselt sayısının  $Gr_L$ ,  $Pr$  ve geometrik parametrelerin ( $S$ ,  $H$  ve  $L$ ) oranına bağlı olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca bu geometrik parametrelerin ısı transfer katsayısına etkilerini açıklamışlardır.

Bu konu ile ilgili yapılan diğer bir deneysel çalışmada Zehnder-Mach interferometre tekniği ile yerel sıcaklık gradyanları ölçülmüştür [Jones and Smith, 1970]. Bu çalışmada kullanılan kanatçık yüksekliği ve aralığı, diğer çalışmalardakinden daha fazla tutulmuştur. Jones ve Smith bu çalışma sonunda kanatçık aralığının ana geometrik parametre olduğunu ve karakteristik uzunluk seçilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır. Ayrıca kanatçık yüksekliğinin değişiminin ısı transfer katsayısını çok değiştirmedeğini bulmuşlardır. Ortalama Nusselt sayısı için iki ampirik bağıntı önermişlerdir.

Kanatçık aralığının 2 inç'ten küçük olduğu durumlarda ( $S < 2''$ ):

$$\overline{Nu}_S = 6.7 \times 10^{-4} Gr_S \cdot Pr \cdot \left[ 1 - e^{-\left( \frac{0.764 \times 10^4}{Gr_S \cdot Pr} \right)^{0.44}} \right]^{1.7}$$

Kanatçık aralığının 2 inç'ten büyük olduğu durumlarda ( $S > 2''$ )

$$\overline{Nu}_S = 0.54 (Gr_S \cdot Pr)^{0.25}$$

Burada,  $Gr_s$  ve  $Nu_s$ , kanatçık aralığına bağlı Grashof sayısı ve Nusselt sayısıdır. Yukarıdaki denklemler akışkan özelliklerinin ortalama sıcaklıktaki değerleri için geçerlidir.

Bir diğer deneysel çalışmada en önemli geometrik faktörün kanatçık aralığı olduğu bulunmuştur [Mannan, 1970]. Kanatçık uzunluğunun ve yüksekliğinin, kanatçık aralığı kadar önemli olmadığı belirtilmiştir. Ayrıca bu çalışmada kısa kanatçıkların uzun kanatçıklara göre daha iyi performans gösterdiği ve kanatçık yüksekliğinin ısı transfer katsayısını çok değiştirmedeği bildirilmiştir. Ortalama Nusselt sayısı için aşağıdaki korelasyonlar önerilmiştir.

$$\overline{Nu}_s = 0.119 \left[ Gr_s \cdot Pr \cdot \left( \frac{S}{L} \right)^{0.656} \left( \frac{S}{H} \right)^{-0.0446} \right]^{0.397} \quad (1.3)$$

$$Gr_s \cdot Pr \cdot \left( \frac{S}{L} \right)^{0.656} \left( \frac{S}{H} \right)^{-0.0446} \geq 100$$

ve

$$\overline{Nu}_s = 0.02 \left[ Gr_s \cdot Pr \cdot \left( \frac{S}{L} \right)^{0.656} \left( \frac{S}{H} \right)^{-0.0446} \right]^{0.776} \quad (1.4)$$

$$Gr_s \cdot Pr \cdot \left( \frac{S}{L} \right)^{0.656} \left( \frac{S}{H} \right)^{-0.0446} < 100$$

Bu konuda yapılan diğer bir çalışmada da, yatay düzlem üzerine yerleştirilmiş dikdörtgen kanatçıkların süreksiz ısınıp soğuması rejiminde, ısı akısı ve yerel sıcaklık değişimi, diferansiyel interferometre tekniği ile ölçülmüştür [Sobhan, 1989, Sobhan, 1990]. Ayrıca kanatçık malzemesinin ısı iletkenliğinin, ortalama ısı transfer katsayısı üzerine etkilerini de incelemiş, ortalama Nusselt sayısı için aşağıdaki korelasyonu önermiştir.

$$\overline{Nu}_s = 2.20 \times 10^{-2} \left( \frac{k_a}{k_f} \right)^{-0.233} (Gr_s \cdot Pr)^{0.337}$$

$k_a$  ve  $k_f$ , hava ve kanatçık malzemesi için ısı iletkenliği temsil etmektedir.

Yatay levha üzerine yerleştirilmiş kanatçıklarla ilgili nümerik bir çalışmada uzunluğu kısa olan kanatçıkların akış modelleri belirlenmiştir [Sane and Sukhatme, 1974]. Elde ettikleri denklemlerde, kanatçık aralığı yönündeki hız bileşenlerini ihmal ederek sonuçları çeşitli kanatçık aralığı, uzunluğu, yüksekliği, ve sıcaklık farkı için karşılaştırıp, deneysel ve nümerik çalışmalar ile uyumluluğunu göstermişlerdir.

Üç boyutlu, yatay levha üzerine yerleştirilmiş kanatçıklardan doğal konveksiyon ve ışıma ile ısı transferinin nümerik analizinde enerji denklemi sabit kalırken, momentum ve süreklilik denklemleri vortisite ve vektör potansiyel denklemlerine dönüştürülmüştür [Mobedi, Yüncü and Yücel, 1995]. Farklı geometrik parametreler (kanatçık uzunluğu, yüksekliği, aralığı) için bulunan nümerik sonuçlar değerlendirilmiştir.

Yapılan deneysel çalışmalarda, farklı noktadaki sıcaklıkların ölçülmesinde ve akışın gözlenmesindeki zorluklardan dolayı, büyük geometrik parametreler kullanılmıştır. Bir çok deneyde geometrik parametreler çok fazla değiştirilmemiştir. Örneğin, Jones C.D. ve Smith L.D., yaptıkları çalışmada önerdikleri korelasyon, kanatçık uzunluğu  $L=10''$  için geçerlidir. Deneylerinde kanatçık uzunluğunu sabit tutmuşlardır. Harahap F. ve McManus H.N., deneylerinde kanatçık uzunluğunu  $L=5''$  ve  $L=10''$  olarak sabit tutmuşlardır. Bu yüzden önerilen korelasyonlar belli sınırlar içinde kullanılabilir.

Incropera, elektronik cihazlarda mümkün olan en iyi termal şartların sürdürülebilmesi için yani elektronik cihazlardan ortama en etkili ısı transferi için çalışmalara örnekler vermiştir [Incropera, 1988]. İzlenecek olan tipik yolun sırasıyla farklı malzemelerden olan kondüksiyon ile ısı transferi ve çevreye olan konveksiyon ile ısı transferinin olduğunu, ayrıca elektronik devrelerden güç yayılmasına bağlı olarak, soğutucu akışkanın sıvı veya gaz olabileceğini bildirmiştir. ısı transferi doğal, zorlanmış veya karışık konveksiyon ile sıvı olması durumunda da pool boiling veya zorlanmış konveksiyon kaynama olabileceğini belirtmiştir.

Dikey düzlem üzerinde bulunan izotermal üçgen kanatçıklardan doğal konveksiyon ile ısı transferinin deneysel incelenmesinde, yüksek Rayleigh sayılarında kanatçıklar yatay ve dikey olarak yerleştirilmiştir [Karagiozis, Raithby and Hollands, 1994]. Dikey oryantasyon için ölçülen Nusselt sayısı %4.8 rms hata için korole edilmiştir. Yatay kanatçık oryantasyonunun daha düşük bir ısı transferi gerçekleştirdiğini tespit etmişlerdir. Dikdörtgen kesitli kanatçıklardan ısı transferi üç boyutlu, açık sınırlı doğal konveksiyon problemidir. Problemin çözümünde kütle korunumu, momentum ve enerji denklemlerinin çözülmesi gerekir. Bu denklemler yüksek dereceden non-lineer denklemler olduğundan, analitik çözümleri hemen hemen imkansızdır. Ancak nümerik çözümle sonuca gidilebilir. Dolayısıyla bu çalışmada yatay levha üzerindeki dikdörtgen kesitli kanatçıklardan ısı transferi sayısal bir metot kullanılarak analiz edilmiştir.

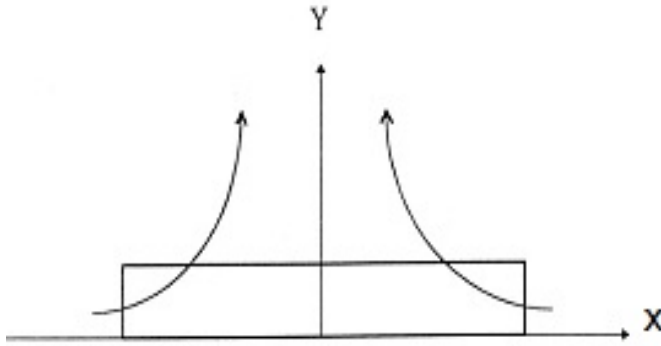
Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi düzlem levha üzerindeki kanatçıklardan ısı transferinin, doğal konveksiyon ve ışımanın aynı anda ele alındığı durumda çeşitli parametrelere göre tam bir analizi ve optimizasyonu şimdiye kadar detaylı olarak yapılmamıştır. Bu çalışmadaki amaç, bu konuda literatüre ve uygulamaya katkıda bulunmaktır.

## 2. TEORİK MODEL VE MATEMATİKSEL FORMULASYON

Bu bölümde problemin tanıtımı, fiziksel modelleme, problemle ilgili çeşitli varsayımlar, kullanılan koordinat sistemi ve hesaplama bölgesi ile ilgili bilgiler verilmektedir. Problemin daha iyi anlaşılabilmesi için her biri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

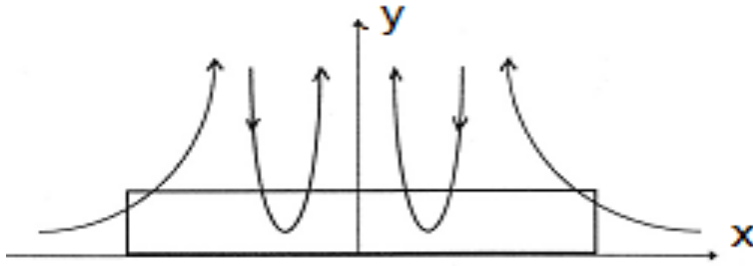
### 2.1. Problemin Tanıtımı

Günümüzde, elektronik cihazların soğutulmasında yaygın olarak kullanılan kanatçıklardan çevreye olan ısı transferini artırmaya yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Burada, yatay düzlem üzerine yerleştirilmiş dikdörtgen kesitli kanatçıklardan doğal konveksiyon ve ışıma ile ısı transferi problemi incelenmiştir. Bölüm 2.2 'de fiziksel modeli verilen kanatçık dizisinde hava kanatçığın her iki ucundan girerek, kanatçık ortasına kadar ilerler ve kanatçığın orta bölgesinden yukarı doğru kanatçık dışına çıkar. Bu tip akış Şekil 2.1 'de görülmektedir.



Şekil 2.1. Kanatçıklar arasındaki tek çıkışlı akış

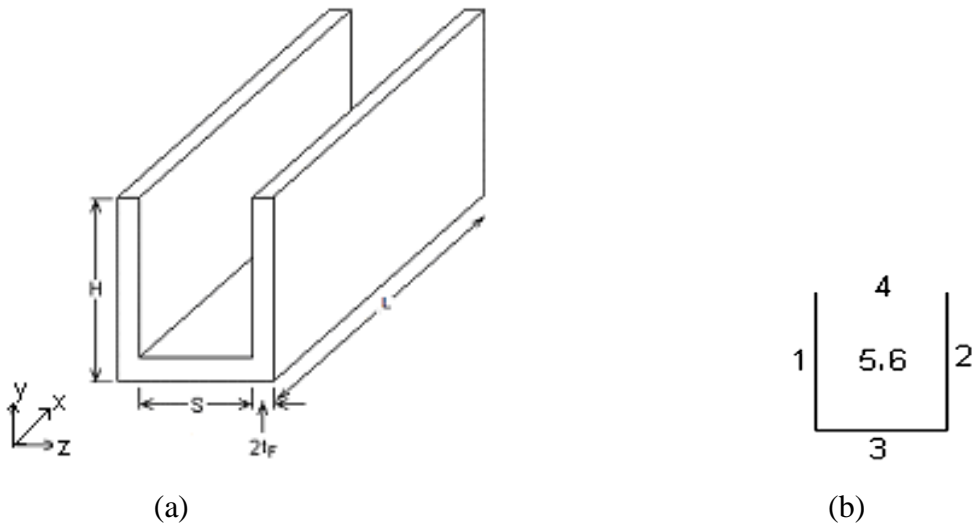
Çeşitli geometrilere göre akış tipi değişir. Diğer bir akış türü de, Şekil 2.2 'de görüldüğü gibi hava iki kanatçık arasından girdikten sonra kanatçığın ortasına kadar gelmeden ısınarak kanatçığı terk eder. Her iki tip akışta da kanatçık bölgesinin üstünde bir "plume" bölgesi oluşur. Soğuyan hava tekrar kanatçık içine girer ve orta bölgeye doğru ilerleyerek kanatçığı terk eder.



Şekil 2.2. Kanatçıklar arasındaki birden fazla çıkışlı akış

Nümerik olarak analiz edilecek olan kanatçık dizisi, yatay düzlem üzerine yerleştirilmiştir.

İki kanatçık, yatay düzlem üzerinde Şekil 2.3 'de görüldüğü gibi yer almaktadır.



Şekil 2.3. (a) İki kanatçıklı fiziksel model (et kalınlığı ihmal) (b) Işımanın gerçekleştiği farklı yüzeyler

## 2.2. Varsayımlar

Yatay düzlem üzerine yerleştirilmiş kanatçık dizisinden çevreye ışıma ile ısı transferi hesaba katılarak laminar şartlarda doğal konveksiyon ile ısı transferi incelenecektir. Kanatçık malzemesinin yüksek ısı iletim katsayısı sebebiyle kanatçık uniform sabit sıcaklıkta ( $T_{w,0}$ ) olduğu kabul edilmiştir. Kanatçık dizisi sonsuz sayıda olup kalınlığı ihmal edilmiştir. Denklemlerde viskoz disipasyonlardan dolayı ısı kaynakları ihmal edilmiştir. Isıl yayılım katsayısı ( $\alpha$ ), kinematik viskozite ( $\nu$ ) ve akışkan yoğunluğu ( $\rho$ ) gibi akışkan özellikleri, ortalama sıcaklıkta  $(T_{w,0} + T_{\infty})/2$  hesaplanarak sabit kabul edilmiştir.

### 2.3. Genel Denklemler

Doğal konveksiyonla ısı transferi ve akışkan akışı, kütle korunumu, momentum ve enerji denklemleri ile üç boyutlu olarak ifade edilir [Harahap and McManus, 1967]. Bu ifadeler lineer olmayan kısmi diferansiyel denklemlerdir.

#### 2.3.1. Kütle korunumu

Kararlı akış için üç boyutlu kütle korunumu aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = 0 \quad (2.1)$$

Bu denklemde kullanılan  $\nabla$  ve  $V$ , vektörel büyüklükler olup, gradyan ve hız vektörlerini temsil eder. Kartezyen koordinatlarda,  $\nabla$  ve  $V$  şu şekilde ifade edilir.

$$\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k} \quad (2.2)$$

$$\vec{V} = u \vec{i} + v \vec{j} + w \vec{k} \quad (2.3)$$

Dolayısıyla;

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (2.4)$$

yazılabilir. Burada  $u$ ,  $v$  ve  $w$  sırasıyla  $x$ ,  $y$  ve  $z$  yönündeki hızı temsil eder.

#### 2.3.2. Momentum denklemleri

Momentum denkleminin genel ifadesi,



$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + \left( \vec{V} \cdot \vec{\nabla} \right) \vec{V} = -\frac{1}{\rho} \vec{\nabla} P + \nu \left( \vec{\nabla}^2 \vec{V} \right) + g\beta(T_s - T_\infty) \vec{k} \quad (2.5)$$

şeklindedir. Sürekli şartlarda yukarıdaki varsayımlar da dikkate alınarak, bu denklem aşağıdaki şekilde yazılabilir.

x-yönündeki momentum denklemi;

$$\rho_f \left( u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = -\frac{\partial P}{\partial x} + \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (2.6)$$

y-yönündeki momentum denklemi;

$$\rho_f \left( u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) = -\frac{\partial P}{\partial y} + \rho_f \beta (T - T_\infty) + \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \quad (2.7)$$

z-yönündeki momentum denklemi;

$$\rho_f \left( u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) = -\frac{\partial P}{\partial z} + \mu \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) \quad (2.8)$$

Bu ifadelerde,  $\rho_f$ , referans sıcaklıktaki akışkan yoğunluğudur,  $\rho$  ise kaldırma kuvveti ile ilgili terim dışında sabit kabul edilmiştir (Boussinesq yaklaşımı). P ve T, hesaplama

bölgesindeki basınç ve sıcaklıktır. Eş. 2.5 'de;  $T_\infty$  çevre sıcaklığını,  $\beta = -\frac{1}{\rho_f} \frac{\rho - \rho_f}{T - T_f}$

yoğunluğun sıcaklığa bağlı olarak değişimi ifadesinde kullanılan, ısıl genleşme katsayısını temsil eder.

### 2.3.3. Enerji denklemi

Enerji denkleminin genel ifadesi,

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \left( \vec{V} \cdot \vec{\nabla} \right) T = \alpha \left( \vec{\nabla}^2 T \right) + \frac{q'''}{\rho C_p} \quad (2.9)$$

şeklindedir. Burada  $q''' =$  Birim hacimden üretilen ısı miktarı ( $W / m^3$ )'dür.

Sürekli şartlarda yukarıdaki varsayımları dikkate alarak bu denklem şu şekilde yazılabilir.

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} = \alpha \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \frac{q'''}{\rho C_p} \quad (2.10)$$

Enerji denkleminde yer alan  $\alpha$ , ısı yayılım katsayısıdır:

$$\alpha = \frac{k}{\rho C_p} \quad (2.11)$$

## 2.4. Matematiksel Model

Problemin çözümü, fiziksel olayın matematiksel denklemler ile ifade edilip uygun sınır şartların kullanılmasını gerektirir. Problemin Fiziği ve Matematiksel denklemler daha önce açıklanmıştı. Aşağıda ışıma modeli ve problemle ilgili sınır şartları açıklanmıştır.

### 2.4.1. Işıma ile ısı transferi

Işıma hesaplarında Fluent 6.3 'deki Surface to Surface modeli kullanılmıştır. Şekil 2.3'de gösterilen kanatçık yüzeyleri arasında ışıma ile ısı transferi gerçekleşecektir. Kanatçık sol yüzeyi ve kanatçıklar arası alandan olan siyah yüzey Işıması  $E_{b1}$  ve  $E_{b3}$  olarak tanımlanmıştır. Burada  $E_{b1} = \sigma T_w^4$  ve  $E_{b3} = \sigma T_{w,0}^4$  dir. Burada  $T_w$  kanatçık sıcaklığı olup  $T_w =$  sabittir. Kanatçık yan ve kanatçıklar arası alan için emisivite değerleri sırasıyla  $\varepsilon_1$  ve  $\varepsilon_3$  ve alanları sırasıyla  $A_1 = H L$  ve  $A_3 = S L$  dir. Geometrik boyutları, özellikleri ve sıcaklıkları aynı olduğu için sol ve sağ kanatçık yüzeyleri için yüzey faktörü  $F_{1j} = F_{2j}$ ,  $j = 1 \dots 6$ . dir. Dolayısı ile  $E_{b1} = E_{b2}$  ve  $J_1 = J_2$  olur.  $J_1$  ve  $J_2$  radyositedir. Aynı şekilde hayali 5 ve 6 yüzeyleri içinde  $F_{5j} = F_{6j}$ ,  $j = 1 \dots 6$  yazılır.

$E_{b4} = E_{b5} = E_{b6} = J_4 = J_5 = J_6 = \sigma T_\infty^4$ .  $F_{12}$  ve  $F_{31}$  değerlerinin hesaplanmasında literatürdeki (Incropera and Dewitt, 1996) denklemler kullanılmıştır. Diğer yüzeyler için ise  $F_{13} = A_3 F_{31} / A_1$ ,  $F_{14} = F_{13}$ ,  $F_{15} = (1 - F_{12} - 2F_{13}) / 2$ ,  $F_{35} = (1 - 2F_{31} - F_{34}) / 2$  denklemleri kullanılmıştır. 1 ve 3 nolu yüzeyler için;

$$E_{b1} - J_1 = S_{13} (J_1 - J_3) + (S_{14} + 2S_{15}) (J_1 - E_{b4})$$

$$E_{b3} - J_3 = 2S_{31} (J_3 - J_1) + (S_{34} + 2S_{35}) (J_3 - E_{b4})$$

dür. Burada  $R_1 = (1 - \varepsilon_1) / \varepsilon_1$ ,  $R_3 = (1 - \varepsilon_3) / \varepsilon_3$  ve herhangi bir  $i$  ve  $j$  için  $S_{ij} = R_i F_{ij}$  dir.

Yukarıdaki denklemlerden  $J_1$  ve  $J_3$  için;

$$J_1 = (a_{22} b_1 + S_{13} b_2) / (a_{11} a_{22} - 2S_{13} S_{31})$$

(2.12)

$$J_3 = (2S_{31} b_1 + a_{11} b_2) / (a_{11} a_{22} - 2S_{13} S_{31})$$

yazılabilir.

Burada,

$$a_{11} = 1 + S_{13} + S_{14}; a_{22} = 1 + 2S_{31} + S_{34}; b_1 = E_{b1} + S_{14} E_{b4}; b_2 = E_{b3} + S_{34} E_{b4}$$

dür. Kanatçık yan ve alt yüzeylerinden olan net Işıma ısı akısı ise sırasıyla  $q_{r1}$  ve  $q_{r3}$  aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$q_{r1} = (E_{b1} - J_1) / R_1 \text{ ve } q_{r3} = (E_{b3} - J_3) / R_3 \quad (2.13)$$

Birim hacimde ortaya çıkan ışıma enerjisi miktarı ise

$$q''' = (2LHq_{r1} + LSq_{r3}) / (SLH)$$

olup,  $q_{r1}$  ve  $q_{r3}$  Eş. (2.13) de verilmiştir.

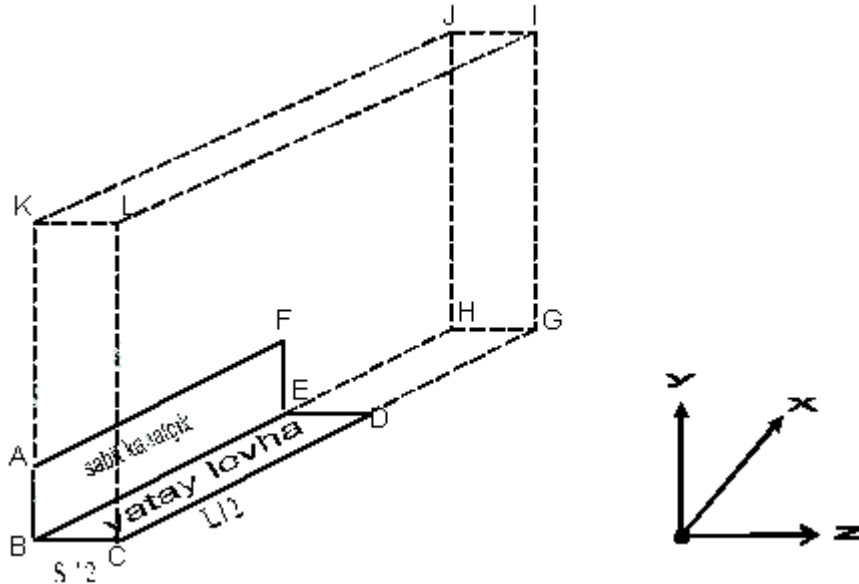
### 2.4.2. Denklemlerin düzenlenmesi

Problem formüle edilirken üç boyutlu bir hacim düşünülmüştür. İki kanatçık arasındaki hız ve sıcaklık alanları kütle, momentum ve enerjinin korunumu denklemleri kullanılarak formüle edilmiştir. Kanatçık yan yüzeyi ve alt yüzeyinden olan ışıma ise ısı üretim terimi olarak enerji denkleminde dahil edilmiştir.

### 2.4.3. Giriş ve sınır şartları

Süreklilik, momentum ve enerji denklemlerindeki hız, basınç ve sıcaklık bilinmeyenleri ancak uygun giriş ve sınır şartları ile çözülebilir. Hesaplama bölgesinde (Şekil 2.4.) duvar, simetri ve açık olmak üzere üç tip sınır vardır.

AFEHJKA, LCGIL ve BCLKB simetri düzlemi, HGIJH ve KLIJK, akışkanın hesaplama bölgesine girip çıktığı açık sınırlardır.



Şekil 2.4. Hesaplama bölgesinin detaylı çizimi

### Giriş şartı

Yukarıdaki temel denklemler için, sonuçlar sürekli durumda (hareketsiz soğuk hava) şu giriş şartı ile hesaplanır:

$$P = 0 ; T = T_{\infty}$$

### Duvar sınır şartı

Duvar yüzeylerinde hızlar sıfırdır. Dolayısıyla, ABEFA, BCDEB ve EDGHE yüzeylerinde hız sıfırdır. Kanatçık duvarlarının çok yüksek ısı iletim katsayısına sahip olduğu kabul edildiğinde, duvar üzerinde yüzey sıcaklığı  $T = T_{w,0} = \text{sabit}$  olarak yazılabilir.

Kanatçık duvarı  $z = 0$ 'da

$$T = T_{w,0}$$

$$u = v = w = 0 \quad (2.14)$$

Kanatçıklar arası alan  $y = 0$ 'da

$$T = T_{w,0} = \text{sabit}$$

$$u = v = \omega = 0 \quad (2.15)$$

Simetri düzlemlerinde karşıdan karşıya akış olmadığından, hız vektörlerinin normal bileşenlerinin değerleri simetri sınırlarında sıfırdır:

### Simetri sınır şartı

Simetri şartı  $z = S / 2$ 'de

$$\frac{\partial T}{\partial z} = 0 \quad \omega = 0 ; \quad \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\partial v}{\partial z} = 0 \quad (2.16)$$

Simetri şartı  $y = 0$ ' ( $x \geq L/2$ )'de

$$\frac{\partial T}{\partial y} = 0 \quad u = v = \omega = 0 \quad (2.17)$$

Simetri şartı  $z = 0$ 'da

$$\frac{\partial T}{\partial z} = 0 \quad \omega = 0; \quad \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\partial v}{\partial z} = 0 \quad (2.18)$$

Simetri şartı  $x = 0$ 'da

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 0 \quad u = 0; \quad \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial w}{\partial x} = 0 \quad (2.19)$$

#### Açık sınır şartı

Kanatçık düzeneği herhangi bir kapalı ortamda bulunmayıp, atmosfere açıktır. Açık sınırlarda, momentum ve enerji, ısı kaynaklarına uzak olduğundan, difüzyondan daha çok konveksiyon önemlidir. Bu yüzden açık sınırlarda difüzyon ihmal edilmiştir. Dolayısıyla, bağımlı değişkenlerin açık sınırların normaline göre türevleri sıfırdır.

GIJHG ve KLIJK yüzeylerinde sırasıyla,

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad \frac{\partial v}{\partial x} = 0 \quad \frac{\partial w}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial y} = 0 \quad \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad \frac{\partial w}{\partial y} = 0$$

kabul edilmiştir.

### Işıma sınır şartı

$$T = T_{w,0} = \text{sabit}$$

Alüminyum kanatçık malzemesi için  $\varepsilon = 0.15$  olarak alınmıştır.

Sınır şartları Çizelge 2.1 'de toplu halde verilmiştir.

Çizelge 2.1. Şekil 4.1' de gösterilen hesaplama bölgesi için sınır şartları

ABEFA (duvar)	$u = 0$	$v = 0$	$w = 0$	$T = T_{w,0}$
BCDEB (duvar)	$u = 0$	$v = 0$	$w = 0$	$T = T_{w,0}$
DGHED (simetri)	$u = 0$	$v = 0$	$w = 0$	$\frac{\partial T}{\partial y} = 0$
AFEHJKA (simetri)	$\omega = 0 ;$	$\frac{\partial v}{\partial z} = 0$	$\frac{\partial w}{\partial z} = 0$	$\frac{\partial T}{\partial z} = 0$
BCLKB (simetri)	$\frac{\partial u}{\partial x} = 0$	$\frac{\partial v}{\partial x} = 0$	$w = 0$	$\frac{\partial T}{\partial x} = 0$
CGILC (simetri)	$\omega = 0$	$\frac{\partial v}{\partial z} = 0$	$\frac{\partial w}{\partial z} = 0$	$\frac{\partial T}{\partial z} = 0$
GIJHG (açık)	$\frac{\partial u}{\partial z} = 0$	$\frac{\partial v}{\partial z} = 0$	$\frac{\partial w}{\partial z} = 0$	$\frac{\partial T}{\partial z} = 0$
LIJKL (açık)	$\frac{\partial u}{\partial y} = 0$	$\frac{\partial v}{\partial y} = 0$	$\frac{\partial w}{\partial y} = 0$	$\frac{\partial T}{\partial y} = 0$

### 2.5. Toplam ısı transfer miktarı ve ortalama Nusselt sayısı

$Q_I$ , Kanatçıklardan aktarılan ısı ve  $Q_B$ , kanatçık tabanından aktarılan ısı olmak üzere,

$$Q_I = 2 H L q_1 \quad (2.18)$$

$$Q_B = S L q_3 \quad (2.19)$$

olup toplam ısı transfer miktarı

$$Q_T = Q_I + Q_B \quad (2.20)$$

olarak hesaplanır.

Toplam ısı transfer alanı

$$A_T = S L + 2 H L \quad (2.21)$$

Ortalama ısı transfer katsayısı,  $h_m$

$$h_m = \frac{Q_T}{A_T (T_{w,0} - T_\infty)} \quad (2.22)$$

Ortalama Nusselt sayısı

$$\overline{Nu}_S = h_m S / k_f \quad (2.23)$$

denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır.



## 2.6. Çözüm Yöntemi

Problemin çözümü Alternating Direction Implicit (ADI) yöntemi kullanılarak Fluent 6.3 programında gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem kullanılırken süreklilik ve hız bileşenleri için yakınsama kriteri  $1 \times 10^{-3}$ , enerjinin korunumu için ise  $1 \times 10^{-6}$  alınmıştır.

### 3. FLUENT 6.3

Fluent sonlu hacimler yöntemini kullanan bir Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yazılımıdır.1983'ten bu yana dünya çapında bir çok endüstri dalında kullanılan ve günden güne gelişerek tüm dünyadaki HAD piyasasında en çok kullanılan yazılım durumuna gelen Fluent, en ileri teknolojiye sahip ticari HAD yazılımı olarak kullanıcılarının en zor problemlerine kolay ve kısa sürede elde edilen çözümler sunmaktadır.

Fluent, genel amaçlı bir HAD yazılımı olarak, otomotiv endüstrisi, havacılık endüstrisi, beyaz eşya endüstrisi, turbo makine (fanlar, kompresörler, pompalar, türbinler vb.) endüstrisi, kimya endüstrisi, yiyecek endüstrisi gibi birbirinden farklı bir çok endüstriye ait akışkanlar mekaniği ve ısı transferi problemlerinin çözümünde kullanılabilir. Bu özelliği sayesinde kullanıcılarına birbirinden farklı birçok probleme aynı ara yüzü kullanarak çözüm alma olanağı sağlar.

Kolay kullanımı ile Fluent, ürün performansını ürün henüz tasarım aşamasındayken ölçme, performansı düşüren etkenleri detaylı bir şekilde tespit ederek yine bilgisayar ortamında giderme ve piyasaya iyileştirme işlemleri tamamlanmış son ürünün verilmesini sağlayarak kullanıcılarının zorlu rekabet şartlarında emsallerinden bir adım önde olmasına katkıda bulunur.

Fluent 6.3 sahip olduğu ileri çözücü teknolojisi ve bünyesinde barındırdığı değişik fiziksel modeller sayesinde laminar, geçişsel ve türbülanslı akışlara, iletim, taşınım ve ışıma ile ısı geçişini içeren problemlere, kimyasal tepkimeleri içeren problemlere, yakıt pilleri, akustik, akış kaynaklı gürültü, çok fazlı akışları içeren problemlere hızlı ve güvenilir çözümler üreterek, AR-GE bölümlerinin tasarım esnasındaki en güvenilir aracı olmaya adaydır.

### 3.1. Teknik Özellikleri

Fluent 6.3 sıkıştırılmaz (düşük sabsonik), orta sıkıştırılabilir (transonik) ve yüksek sıkıştırılabilir (süpersonik ve hipersonik) akışlar için Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği çözücüsüdür.

Yakınsamayı hızlandıran çoklu ağ metoduyla beraber çoklu çözücü seçenekleri ile Fluent 6 geniş hız rejimleri aralıklarında optimum çözüm etkinliği ve hassasiyeti getirir. Fluent 6.3'deki fiziksel modellerin zenginliği, laminar, geçiş ve turbulanslı akışların, ısı transferinin, kimyasal tepkimelerin, çok fazlı akışların ve diğer olguların sayısal ağ esnekliği ve çözüm tabanlı ağ uyarlaması ile hassas çözümlerine olanak sağlar.

### 3.2. Modellemelerden Bazıları

- 3 boyutlu akışlar
- Sabit rejim veya geçici rejim akışları
- Laminar, geçiş veya türbülanslı akışlar
- Newtonyan ve newtonyan olmayan akışlar
- Zorlamalı, doğal, karışık konveksiyon, konjuge ısı transferi ve ışıma
- Homojen ve heterojen yanma modellerini ve yüzey tepkime modellerini de içeren kimyasal türler karışımı ve tepkimesi modelleri.
- Gaz-sıvı, gaz-katı ve sıvı-katı akışlar için serbest yüzey ve çok fazlı akış modelleri
- İzotropik olmayan geçirgenlik, ilk direnç, katı ısı iletimi ve gözenekli yüzey basınç zıplaması modelleriyle gözenekli ortam
- Fanlar, pompalar, radyatörler ve ısı değiştirgeçleri için yığık modeller
- Kütle korunumu ve döngü korunumu seçenekleriyle beraber rotor-stator etkileşimleri, tork konverterleri ve benzer turbo makine uygulamaları için karışım düzlemi modeli.
- Kütle, momentum, ısı ve kimyasal türler için hacimsel kaynaklar
- Malzeme özellikleri veri tabanı
- Akış kaynaklı gürültü öngörme modeli seviyede özelleştirme yeteneği
- Silindir içi akış modelleme yeteneği

### 3.3. Isı Transferi Modelleme

- Ayrık Geçiş Işınım Modeli (DTRM)
- DTRM için ışınım sayısal ağ seyreltilmesi
- P-1 ışınım modeli
- Rosseland modeli
- Gaz soğurma katsayısının su buharı, karbondioksit ve partikül konsantrasyonuna bağımlılığı
- Partiküller/damlalar için ışınım ısı transferi
- Saçılma, kırılma, speküler yüzeyler ve gri olmayan etkiler için dağınık ordinatlar modeli
- Yüzeyden yüzeye Işıma modeli

### 3.4. Sınır Koşulları

- Çoklu akış giriş/çıkışları;
- Hız veya kütle debisi girişi (kartezyen, silindirik polar bileşenler, büyüklük ve yön, büyüklük ve normal bileşen veya kullanıcı tanımlı koordinatlar cinsinden)
- Normal yönünde veya belirtilen akış açısında giriş statik veya toplam basıncı
- Çok bileşenli akışlar için giriş kütle oranları
- Giriş statik veya toplam sıcaklığı
- Giriş türbülans kinetik enerjisi ve disipasyon hızı (türbülans yoğunluğu ve uzunluk ölçeği, hidrolik çap veya viskozite oranı seçenekleriyle)
- Çıkış statik basıncı
- Yansıtmayan sınır koşulları
- Belirtilen akış miktarı oranı ile akış çıkışı sınır koşulu
- Kütle debisi çıkışları
- Giriş/çıkış fanları Duvar sınır koşulları;
- Kartezyen bileşen veya dönel hız kullanarak teğetsel duvar hızı
- Kayma koşullarını içeren kesme oranları
- Isı akısı, sıcaklık veya dış taşınım, Işıma veya karışık koşullu ısı sınır koşulları
- Yüzey pürüzlülük etkisini içeren türbülanslı akışlarda duvar fonksiyonlarını kullanan kesme gerilimi hesabı

- Bireysel fazlar için çok fazlı hız giriş sınır koşulu
- İki taraflı duvarlar
- Giriş sınır koşulları için zamana bağlı profiller
- Hacim kaynaklarından alt ağ ölçekli giriş tanımlamaları
- Simetri ve eksen sınır koşulları
- Ötelemeli veya dönele periyodik sınır koşulları
- Kütle debisi belirtilmiş periyodik sınır koşulları
- Basınç kaybı belirtilmiş periyodik sınır koşulları
- Sınır koşullarını kopyalama veya yeniden tanımlama yeteneği
- Sayısal hücrelerde sınır koşulları için sabit-değişken seçenekleri

### 3.5. Malzeme Özellikleri

- Sıcaklık ve kompozisyon bağımlı sabit veya değişken akışkan özellikleri
- Standart akışkan ve katılar için malzeme özelliklerini de içeren veritabanı
- Standart tepkime mekanizmaları, kimyasal türler karışımları, termodinamik ve kinetik özellikler
- Standart katılar, sıvılar, sıvı yakıtlar ve kömürler için parçacık/damlacık verileri
- İdeal gaz kanunu veya sıcaklığa polinom bağımlılıklı, Boussinesq yaklaşımı akışkan yoğunluğu hesaplanması
- Newtonyan olmayan akışkan modelleri
- Güç kanunu
- Herschel-Bulkley  
Carreau  
Cross  
Kullanıcı tanımlı kanunlar
- Katı bölgelerde sıcaklığa bağımlı ısı kapasite ve ısı iletkenlik

### 3.6. Gambit

Gambit, Hesaplama Akışkanlar Dinamiği (HAD) ve Sonlu Elemanlar (SE) analizlerinde kullanılabilen genel amaçlı bir ön işlemcidir.

Gambit, HAD ve SE analizlerinin üzerinde en fazla vakit harcanan kısmı olan model hazırlama ve sayısal ağ oluşturma işlemlerini, bünyesinde barındırdığı araçların da yardımıyla, kolaylaştırma ve hızlandırmayı amaçlayan bir yazılımdır. Gambit, sunduğu araçlarla, kullanıcıya kaliteli bir çözüm için gerekli ilk şart olan kaliteli sayısal ağa sahip olma imkanı tanır.

Diğer ön işlemcilerin aksine Gambit, sahip olduğu katı modelleme araçları sayesinde hem orta derecede karmaşık geometrilerin oluşturulmasına hem de gelişmiş geometri alım kapasitesi sayesinde UNIGRAPHICS, I-DEAS, Pro/ENGINEER, CATIA, SOLIDWORKS gibi profesyonel katı modelleme programlarından model alımına olanak tanıyarak kullanıcıya büyük bir esneklik sağlar.

Ayrıca kendisine ait “sanal geometri” kavramıyla dışarıdan alınmış modellerdeki en büyük sorun olan geometri temizleme işlemini kolaylaştırarak sayısal ağ oluşumuna uygun modellerin elde edilmesine olanak sağlar.

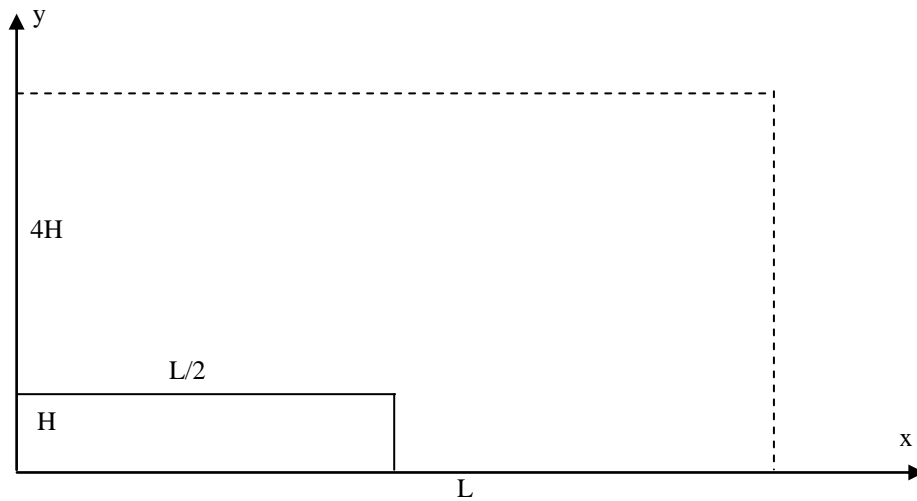
Gambit, iki boyutta dörtgen ve üçgen elemanların, üç boyutta ise altı yüzlü, dört yüzlü ve geçiş elemanları olarak kama tipi ve piramit tipi elemanların kullanımına izin vererek istenilen tipteki sayısal ağın basit ve hızlı bir şekilde oluşturulmasına imkan verir.

#### 4. ÇALIŞILAN MODELLER

Yatay bir düzlem üzerine yerleştirilmiş dikdörtgen kesitli kanatçıklardan laminar şartlarda doğal konveksiyon ve ışıma ile ısı transferinin sayısal analizi ve karşılaştırılması yapılmıştır. Süreklilik, momentum ve enerji denklemleri uygun sınır şartları kullanılarak FLUENT 6.3 programı yardımıyla çözdürülmüştür. Sonuçlar kanatçık uzunluğu ve kanatçık aralığı yönünde hız vektörleri, kanatçık uzunluğu yönünde sıcaklık konturları çizdirilerek açıklanmıştır. Kanatçık dizilerinden ısı transferinde kontrol edilebilir parametreler olan kanatçıklar arası mesafe, kanatçık uzunluğu, kanatçık yüksekliği ve sıcaklık farkının etkileri ayrı ayrı incelendi. Bu çalışmada;

Kanatçık boyu (**x** yönü)  $L/2$ ;, kanatçık yüksekliği (**y** yönü)  $H$ , kanatçıklar arası mesafe (**z** yönü)  $S$  ve kontrol hacmi yüksekliği  $= 5 H$  dır. (Bakınız Şekil 4.1.)

Grid alanları eşit olmayıp kanatçık uzunluğu  $L$  boyunca toplam  $25+25$ : **50** grid, kanatçık aralığı  $S$  boyunca **30** grid, kanatçık yüksekliği  $H$  boyunca 25 grid ve geriye kalan kontrol hacmi yüksekliğinde ise yine 25 grid olmak üzere **y** yönünde toplam **50** grid mevcuttur. Böylece toplam  $50 \times 50 \times 30$  olmak üzere 75000 (yetmiş beş bin) adet.grid kullanılmıştır. Kanatçık et kalınlığımız ihmal edilmiştir.

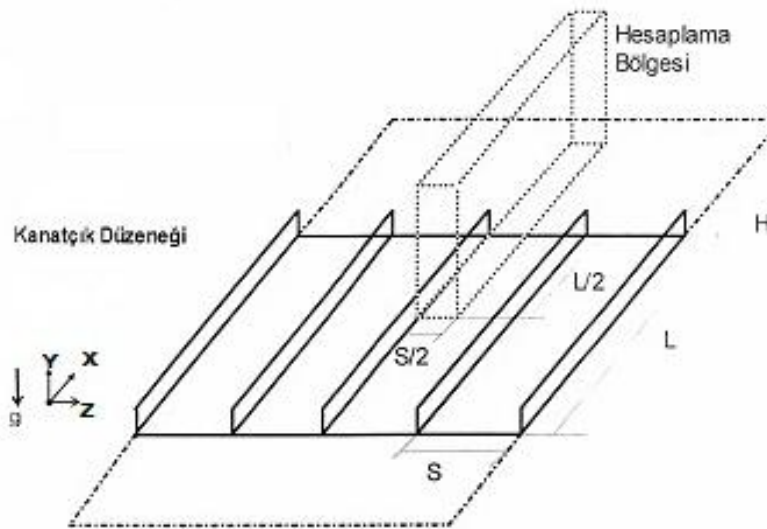


Şekil 4.1. Hesaplamalarda kullanılan kontrol hacmi ve kanatçık boyutları

Doğal konveksiyon ve ışıma ısı transferinde oluşan basınç, hız ve sıcaklık değişimleri izlenerek enerji-hız, basınç ve sıcaklık dağılım diyagramları oluşturuldu. Kontrol hacminde farklı kesitlerde sıcaklık ve basınç dağılımları incelenmiştir. Rayleigh ve Nusselt sayısında değişimler gözlenmiştir. Kontrol hacmindeki grid sayısı ne kadar çok alınırsa problemin çözümünde yakınsamanın daha iyi olduğu ve dolayısıyla daha doğru çözüme gidileceği tespit edilmiştir.

#### 4.1. Kontrol Hacmi ve Koordinat Sistemi

Şekil 4.2 de üç boyutlu problem için koordinat sistemi görülmektedir. Kanatçık uzunluğu yönünde ( $x$ ), kanatçık yüksekliği yönünde ( $y$ ) ve kanatçık aralığı yönünde ( $z$ ) eksenleri seçilmiştir. Şekilde görülen hesaplama bölgesi, simetriden dolayı iki kanatçık arasında kalan bölgenin dörtte biri olarak seçilmiştir.



Şekil 4.2. Kontrol hacmi ve koordinat sistemi

#### 4.2. Modeller

Bu çalışmada çözümlenen modellerin kanatçık yüksekliği ( $H$  mm), kanatçık aralığı ( $S$  mm) ve kanatçık boyu ( $L$  mm) değerleri Çizelge 4.1 'de verilmiştir.



Çizelge 4.1. Çalışılan modellerin kanatçık aralık, yükseklik ve boy değerleri

Kanatçık Aralığı S (mm)		Kanatçık yüksekliği H (mm)												
		12.5		25		37.5		50						
		S = 10	S = 20	S = 30	S = 40	S = 60	S = 10	S = 20	S = 30	S = 40	S = 60			
S10H12.5L62.5	S20H12.5L62.5	S30H12.5L62.5	S40H12.5L62.5	S60H12.5L62.5	S10H12.5L187.5	S20H12.5L187.5	S30H12.5L187.5	S40H12.5L187.5	S60H12.5L187.5	S10H12.5L62.5	S20H12.5L62.5	S30H12.5L62.5	S40H12.5L62.5	S60H12.5L62.5
S10H12.5L125	S20H12.5L125	S30H12.5L125	S40H12.5L125	S60H12.5L125	S10H12.5L187.5	S20H12.5L187.5	S30H12.5L187.5	S40H12.5L187.5	S60H12.5L187.5	S10H12.5L125	S20H12.5L125	S30H12.5L125	S40H12.5L125	S60H12.5L125
S10H12.5L187.5	S20H12.5L187.5	S30H12.5L187.5	S40H12.5L187.5	S60H12.5L187.5	S10H12.5L187.5	S20H12.5L187.5	S30H12.5L187.5	S40H12.5L187.5	S60H12.5L187.5	S10H12.5L187.5	S20H12.5L187.5	S30H12.5L187.5	S40H12.5L187.5	S60H12.5L187.5
S10H25L62.5	S20H25L62.5	S30H25L62.5	S40H25L62.5	S60H25L62.5	S10H25L125	S20H25L125	S30H25L125	S40H25L125	S60H25L125	S10H25L62.5	S20H25L62.5	S30H25L62.5	S40H25L62.5	S60H25L62.5
S10H25L125	S20H25L125	S30H25L125	S40H25L125	S60H25L125	S10H25L125	S20H25L125	S30H25L125	S40H25L125	S60H25L125	S10H25L125	S20H25L125	S30H25L125	S40H25L125	S60H25L125
S10H25L187.5	S20H25L187.5	S30H25L187.5	S40H25L187.5	S60H25L187.5	S10H25L187.5	S20H25L187.5	S30H25L187.5	S40H25L187.5	S60H25L187.5	S10H25L187.5	S20H25L187.5	S30H25L187.5	S40H25L187.5	S60H25L187.5
S10H37.5L62.5	S20H37.5L62.5	S30H37.5L62.5	S40H37.5L62.5	S60H37.5L62.5	S10H37.5L125	S20H37.5L125	S30H37.5L125	S40H37.5L125	S60H37.5L125	S10H37.5L62.5	S20H37.5L62.5	S30H37.5L62.5	S40H37.5L62.5	S60H37.5L62.5
S10H37.5L125	S20H37.5L125	S30H37.5L125	S40H37.5L125	S60H37.5L125	S10H37.5L125	S20H37.5L125	S30H37.5L125	S40H37.5L125	S60H37.5L125	S10H37.5L125	S20H37.5L125	S30H37.5L125	S40H37.5L125	S60H37.5L125
S10H37.5L187.5	S20H37.5L187.5	S30H37.5L187.5	S40H37.5L187.5	S60H37.5L187.5	S10H37.5L187.5	S20H37.5L187.5	S30H37.5L187.5	S40H37.5L187.5	S60H37.5L187.5	S10H37.5L187.5	S20H37.5L187.5	S30H37.5L187.5	S40H37.5L187.5	S60H37.5L187.5
S10H50L62.5	S20H50L62.5	S30H50L62.5	S40H50L62.5	S60H50L62.5	S10H50L125	S20H50L125	S30H50L125	S40H50L125	S60H50L125	S10H50L62.5	S20H50L62.5	S30H50L62.5	S40H50L62.5	S60H50L62.5
S10H50L125	S20H50L125	S30H50L125	S40H50L125	S60H50L125	S10H50L125	S20H50L125	S30H50L125	S40H50L125	S60H50L125	S10H50L125	S20H50L125	S30H50L125	S40H50L125	S60H50L125
S10H50L187.5	S20H50L187.5	S30H50L187.5	S40H50L187.5	S60H50L187.5	S10H50L187.5	S20H50L187.5	S30H50L187.5	S40H50L187.5	S60H50L187.5	S10H50L187.5	S20H50L187.5	S30H50L187.5	S40H50L187.5	S60H50L187.5
Doğal Konveksiyon										Doğal Konveksiyon + İşma				

## 5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

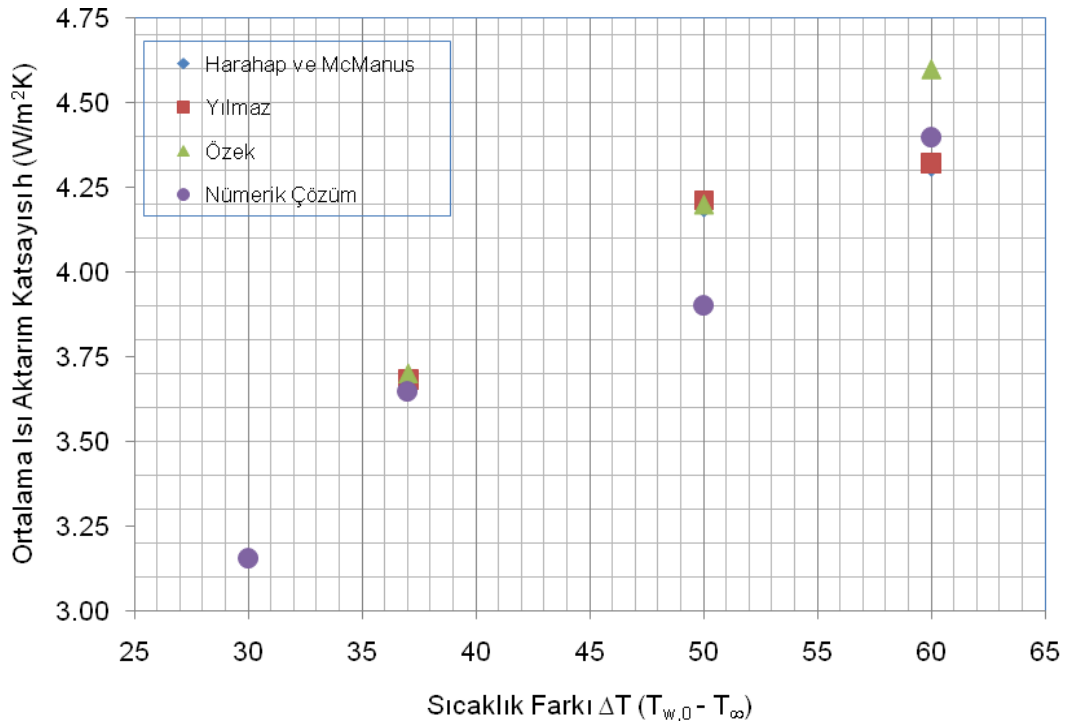
Bu çalışmada elde edilen sayısal sonuçların literatürde yapılan deneysel sonuçlarla karşılaştırılabilmesi ve çalışmanın doğruluğunun saptanması için bu çalışmanın sonuçları Harahap ve McManus'un yaptığı deneysel çalışmalar [3], Yılmaz'ın yaptığı çalışmalar [31] ve Özek'in çalışmaları [32] ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada, ortam sıcaklığı 293 K, kanatçık boyu 127 mm, kanatçık yüksekliği 38mm ve kanatçık yarı aralığı 6.3 mm alınarak bulunan değerler Harahap ve McManus'un çalışması ile karşılaştırılarak aşağıda Çizelge 5.1. ve Sekil 5.1 'de verilmiştir.

Bu karşılaştırmalar neticesinde sayısal sonuçlar ile deneysel sonuçların uyum içinde olduğu görülmüştür. Bu nedenle, yukarıdaki verilerde kullanılan modelleme özellikleri ve sayısal akışkanlar dinamiği programında kullanılan programlama kriterleri, diğer ölçüler ve ışımalı modelde de kullanılmıştır.

Çizelge 5.1 'de değişik sıcaklık farklarından elde edilen ısı transfer katsayısı  $h$  ( $W/m^2K$ ) değerlerinin, literatürdeki çalışmalardan Harahap ve McManus'un yaptığı deneysel çalışmalar [3], Yılmaz'ın yaptığı çalışmalar [31] ve Özek'in çalışmaları [32] ile karşılaştırılmasında, sayısal çözümde sıcaklık farkı artışına paralel olarak ısı transfer katsayısının arttığı görülmektedir. Çizelgede farklı sıcaklık değerlerine göre yapılan çalışmada ısı transfer katsayısı değerleri Harahap ve McManus deneysel çalışmasındaki değerlerle örtüşmektedir.

Çizelge 5.1. Değişik sıcaklık farklarından elde edilen ısı transfer katsayısı  $h$  ( $W/m^2K$ ) değerlerinin (ışınmasız) literatürdeki çalışmalarla karşılaştırılması

$\Delta T$	Harahap ve McManus [2]	Yılmaz [30]	Özek [31]	Nümerik Çözüm (Bu çalışma)
30	-	-	-	3.1542
37	3.68	3.68	3.7	3.6480
50	4.19	4.21	4.2	3.9015
60	4.31	4.32	4.6	4.3987



Şekil 5.1. Değişik sıcaklık farklarında elde edilen ısı transfer katsayısı  $h$  ( $W/m^2K$ ) değerlerinin literatürdeki çalışmalarla karşılaştırılması

## 5.1. Çeşitli Parametrelerin Etkisi

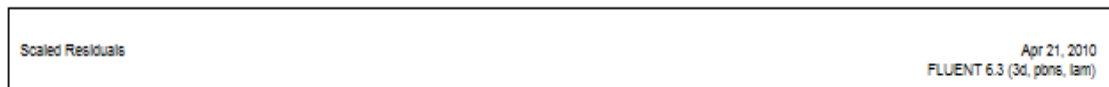
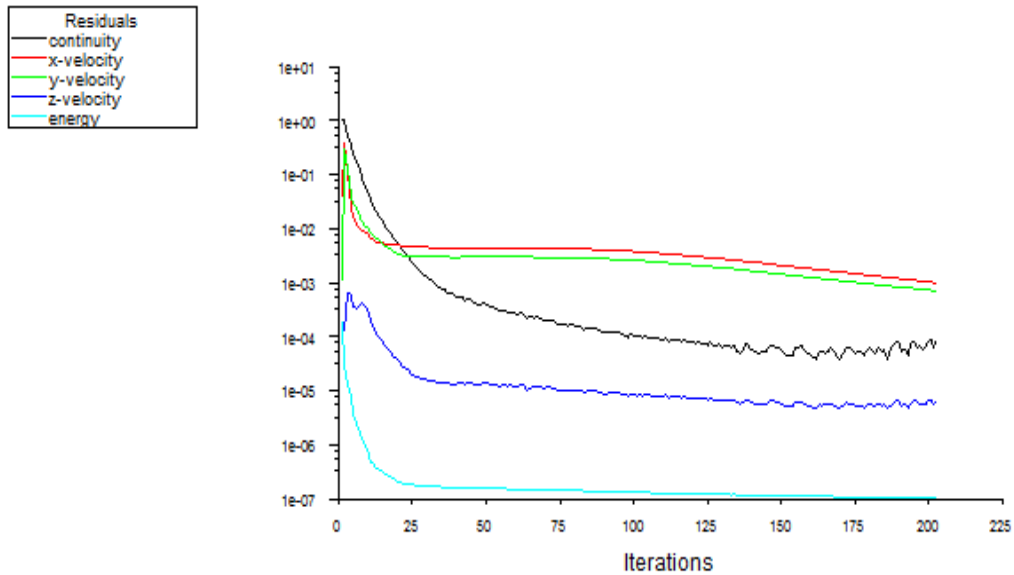
Modelleme ve programlama işlemleri sonrasında sayısal çözümlene yapılmış, çeşitli geometrik şekilli kanatçıklardan ısı transferi incelenmiş, sıcaklık konturları ve hız vektörleri çizdirilmiştir. Işımanın etkisini incelemek üzere Fluent 6.3. programındaki Surface to Surface (S2S) modeli kullanılmıştır.

### 5.1.1. Kanatçık aralığının etkisi (S)

Işımasız durumda (doğal konveksiyonla) kanatçık aralığının (S) ısı transferine etkisi

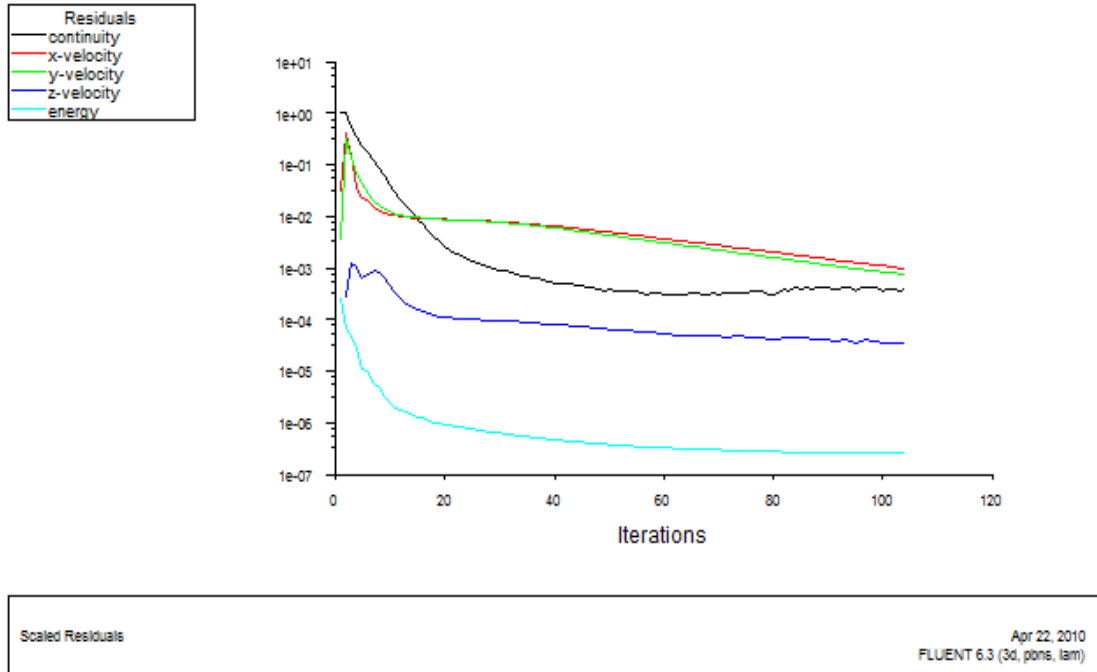
Aşağıdaki şekillerde ışımının olmadığı sadece doğal konveksiyonla ısı transferi durumlarında farklı kanatçık aralıklarının ısı transferine etkileri incelenmiştir.

Aşağıdaki grafikte (Şekil 5.2.) görüldüğü gibi doğal konveksiyonla ve ışımasız olarak kanatçık aralığı  $S = 10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H = 37.5$  mm, kanatçık boyu  $L = 125$  mm olan bir modelle sıcaklık farkı  $\Delta T = 50$  K olan bir durumda çalışma yapılmıştır.



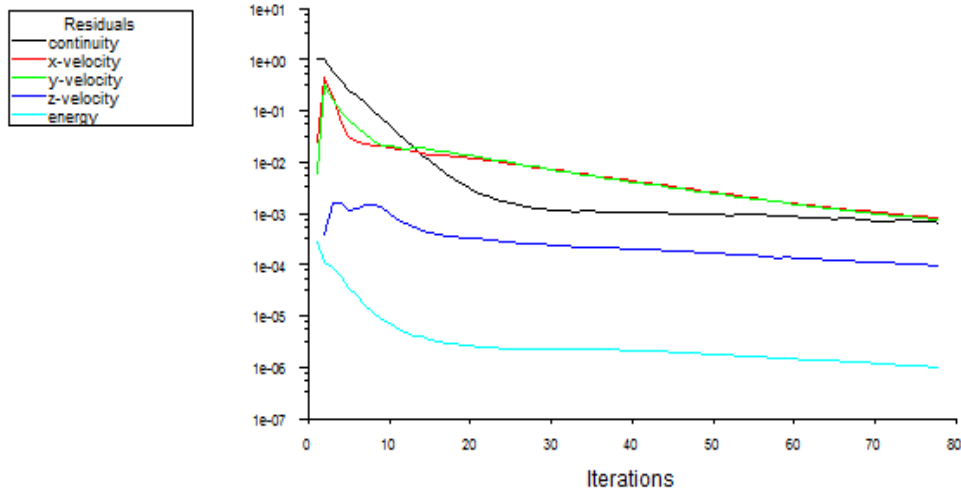
Şekil 5.2. Işımasız kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için yakınsama grafiği

Aşağıdaki grafikte (Şekil 5.3.) doğal konveksiyonla ve ışımasız olarak kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm bir modelle sıcaklık farkı  $\Delta T=50$ K olan bir durumda yapılan çalışma sunulmuştur.



Şekil 5.3. Işımsız kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için yakınsama grafiği

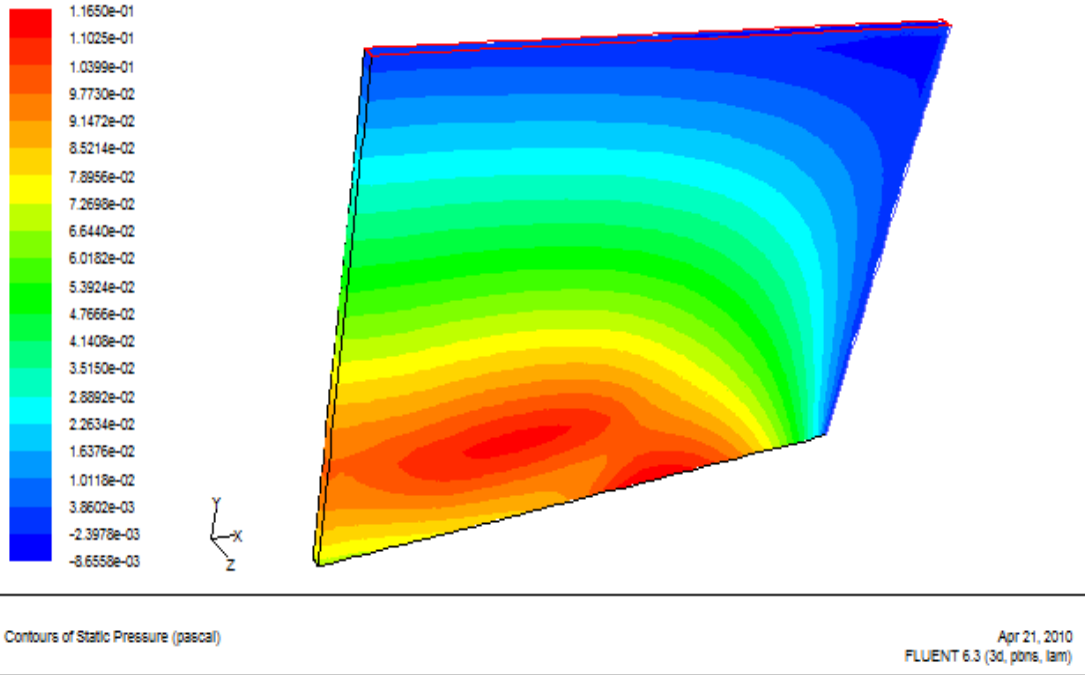
Aşağıdaki grafikte (Şekil 5.4) doğal konveksiyonla ve Işımsız olarak kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm bir modelle sıcaklık farkı  $\Delta T=50$ K olan bir durumda yapılan çalışma sunulmuştur. Yaklaşık 80 iterasyon neticesinde yakınsama sağlanmıştır.



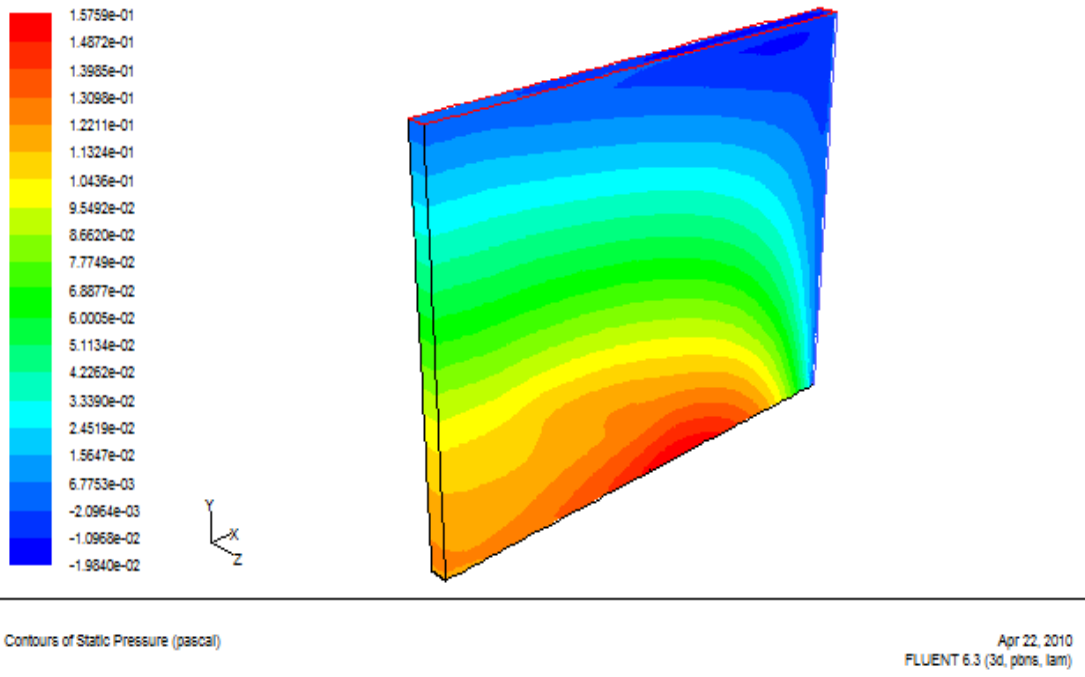
Şekil 5.4. Işımsız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için yakınsama grafiği

Şekil 5.5. - Şekil 5.7 'de ışımsız ortamda kanatçık aralıkları  $S=10$  mm,  $S=20$  mm,  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için statik basınç grafikleri görülmektedir. Soğutucu akışkanın sıcak kanatçık yüzeyi ile temas ettiği kanatçık giriş bölgesinde basınç en yüksek değerine ulaşmaktadır.

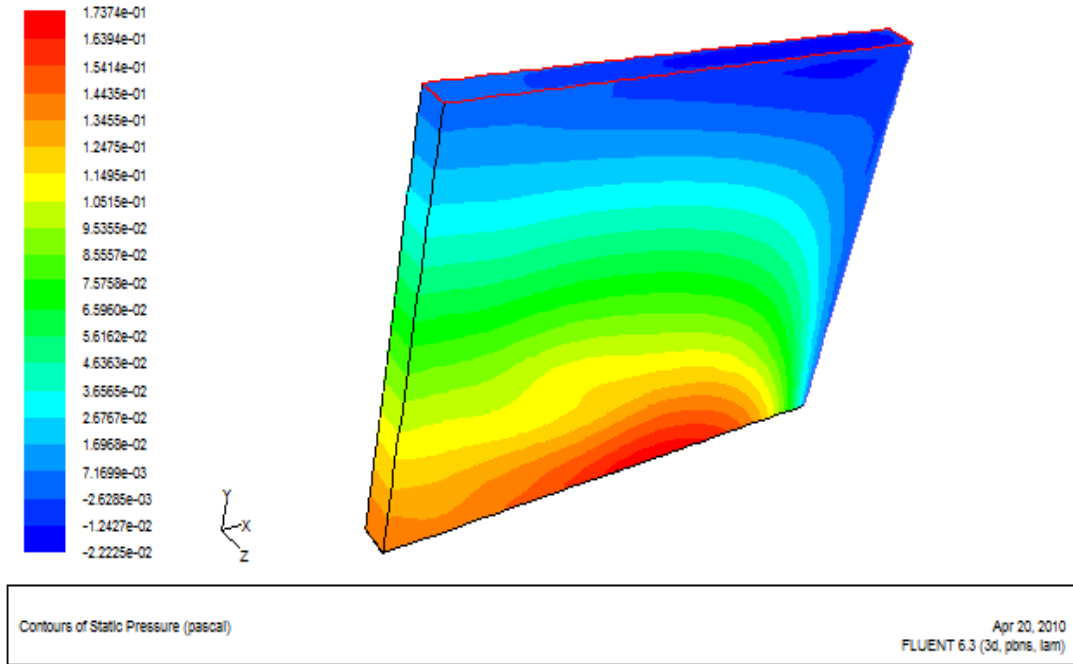
Şekil 5.8. ve 5.9.'da ise karşılıklı olarak  $S= 20$ mm ve  $S= 30$ mm için  $H= 37.5$ mm,  $L=125$ mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık konturları görülmektedir. Bu şekillerden görüldüğü gibi hava sıcaklığı kanatçık kanalının merkezine doğru artmakta ve sıcak hava buradan yukarı doğru yükselmektedir. İki şeklin karşılaştırılmasından, kanatçıklar arasındaki mesafe arttıkça hava sıcaklığının daha hızlı arttığı anlaşılmaktadır.



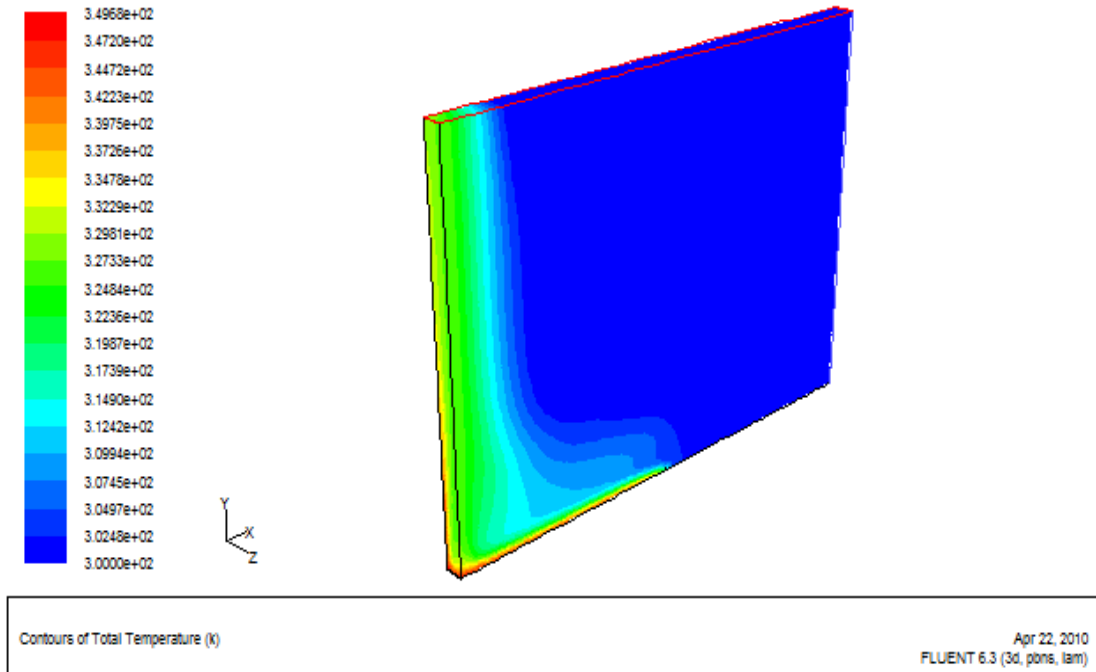
Şekil 5.5. Işımasız kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için statik basınç grafiği



Şekil 5.6. Işımasız kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için statik basınç grafiği

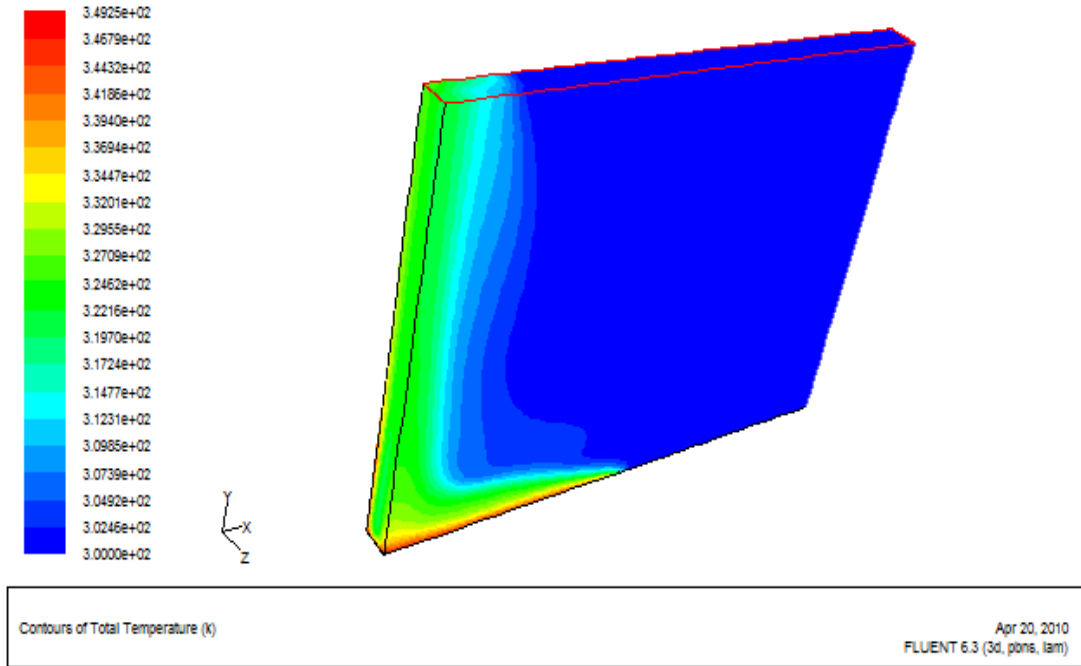


Şekil 5.7. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için statik basınç grafiği



Şekil 5.8. Işımasız kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T =50$  K için sıcaklık konturları.

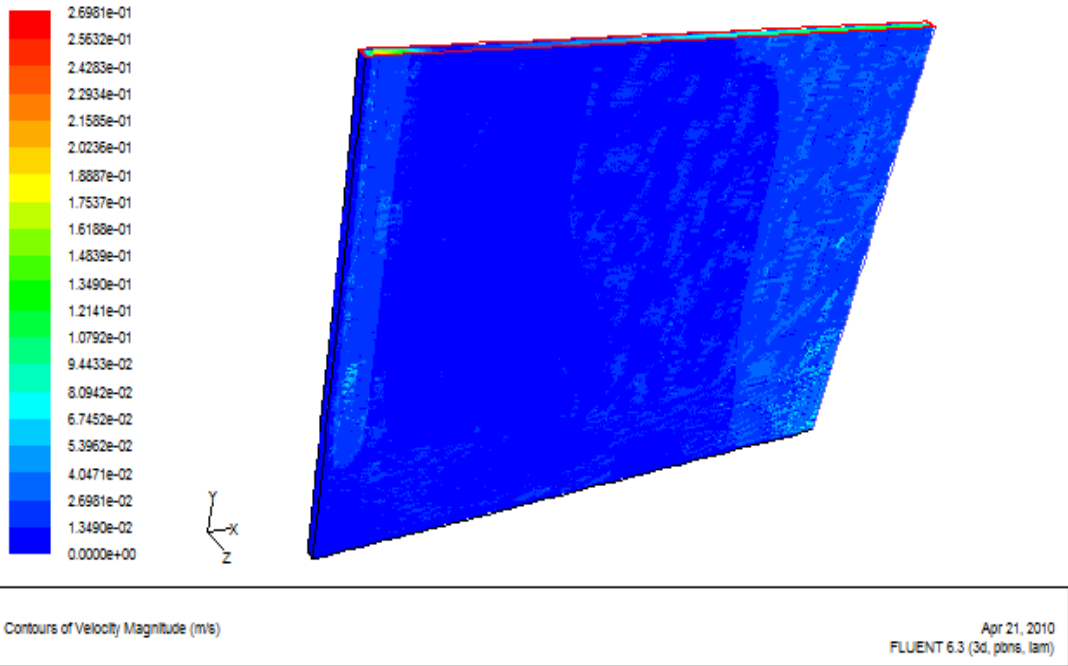




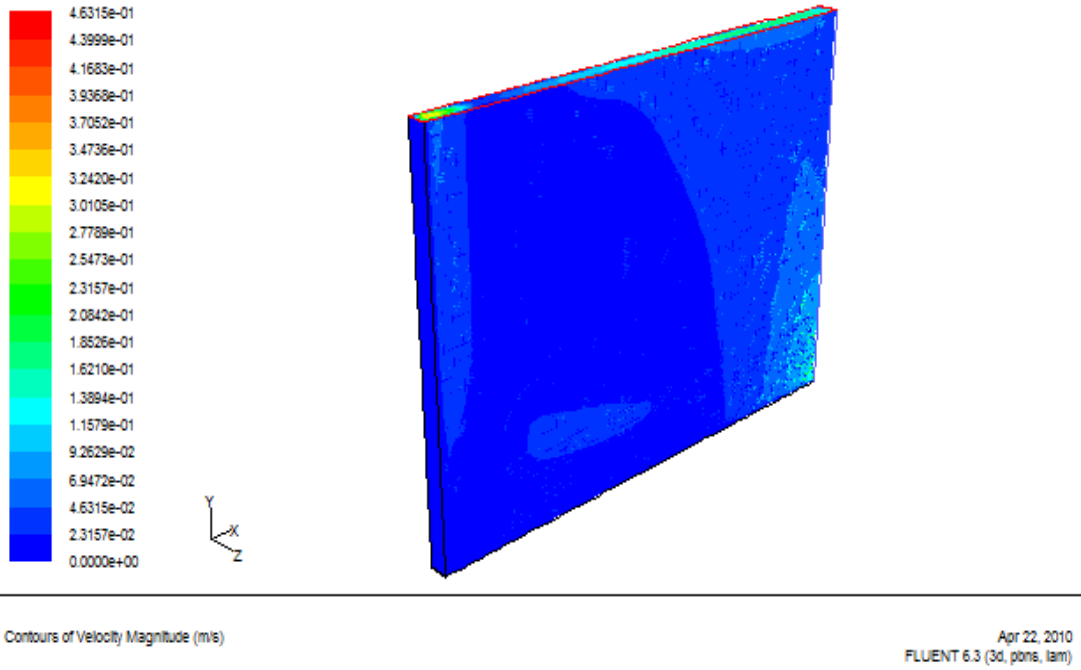
Şekil 5.9. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T = 50$  K için sıcaklık konturları.

Şekil 5.10. - Şekil 5.13. incelendiğinde kanatçık aralığı sırasıyla 10 mm, 20 mm, 30 mm ve 40 mm olup, dar aralıklı modelde hava daha hızlı hareket ederek (jet etkisi), kanat simetri eksenine yakın bölgede karşı taraftan gelen akımın etkisi ile yükselerek çıkış düzleminde kontrol hacmini terk etmektedir.

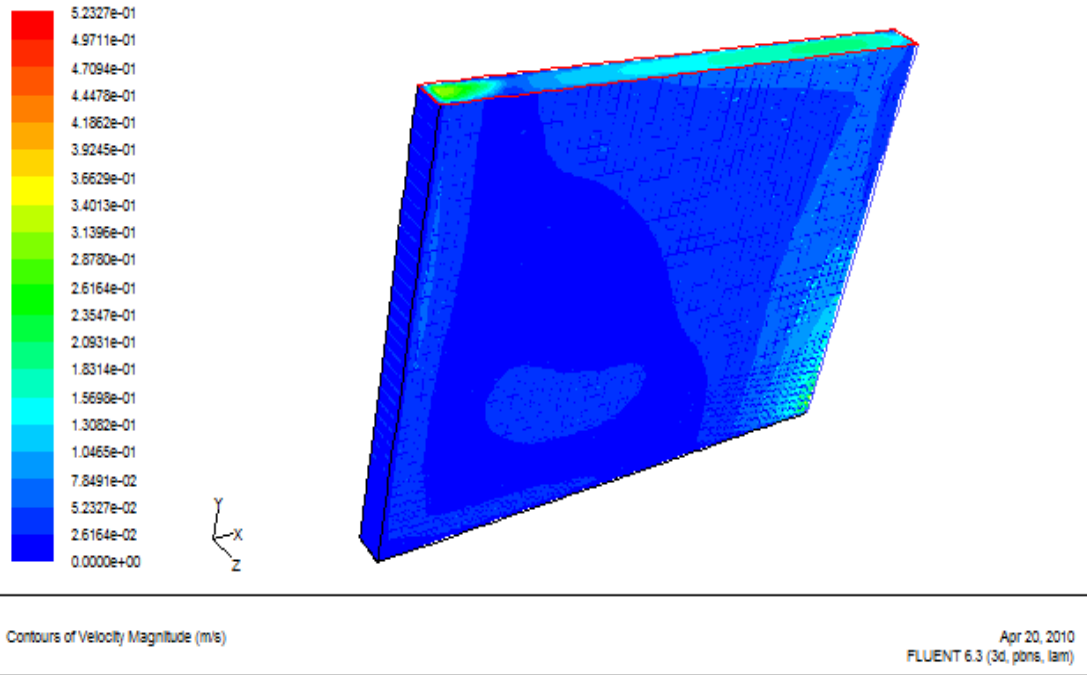
Daha geniş modellerde ise hava kanatçıklar arasına girmeden ve kanatçığın ilk yarısındaki bölgede karışmakta dönme hareketi ve hız değerleri azalmaktadır. Kanatçık aralığına bağlı olarak konumu değişen girdap bölgesi veya bölgeleri oluşmaktadır.



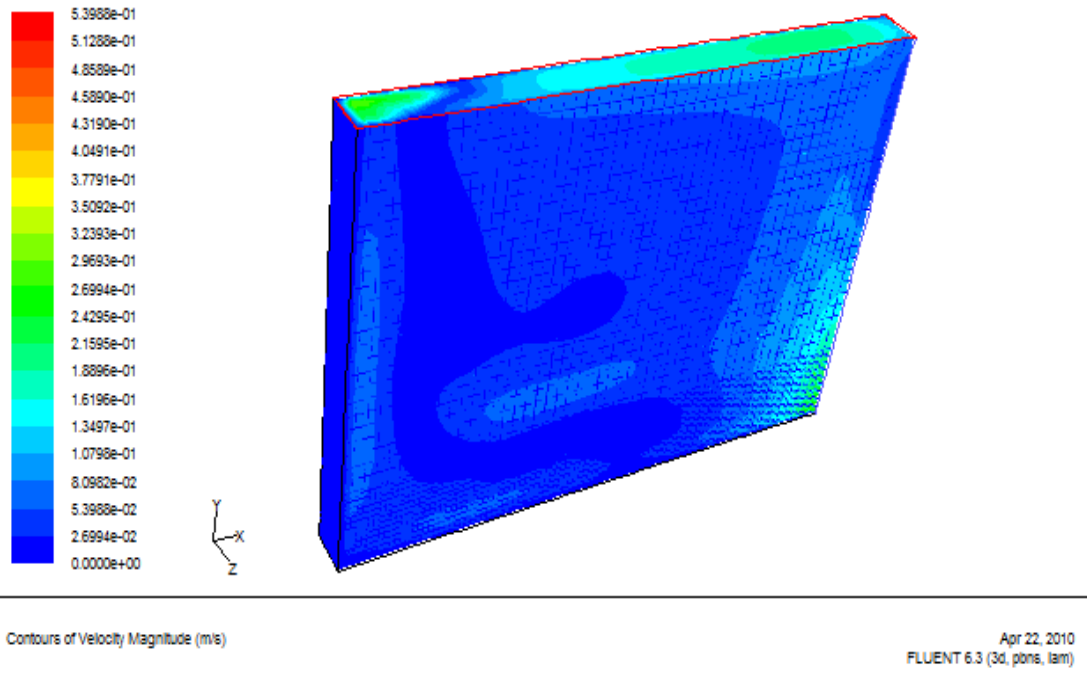
Şekil 5.10. Işımasız kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T = 50$  K için hız değerleri



Şekil 5.11. Işımasız kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T = 50$  K için hız değerleri

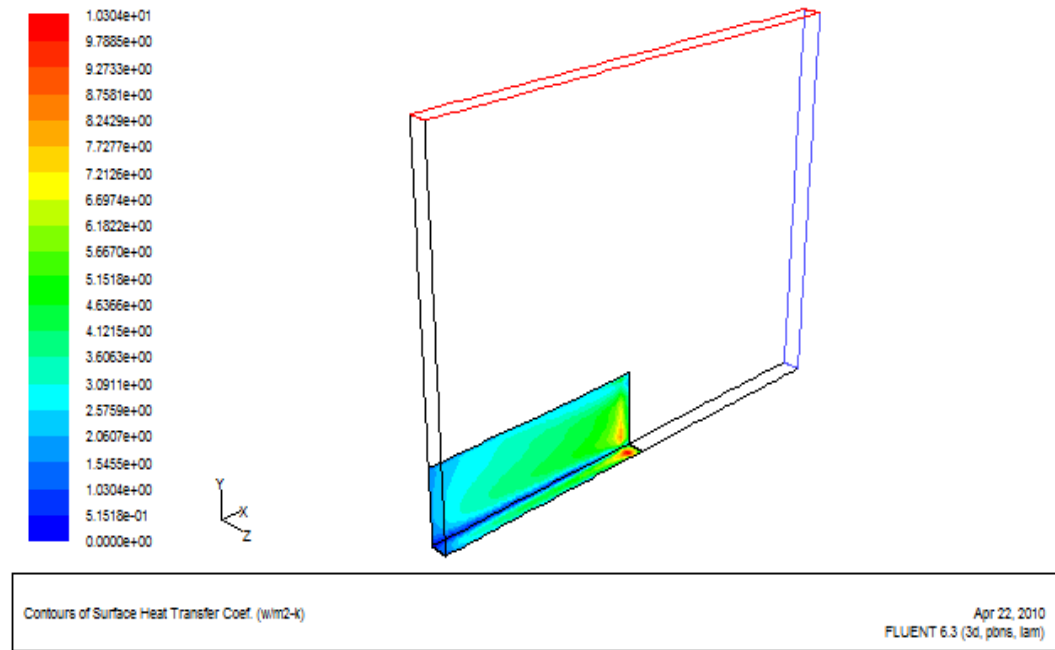


Şekil 5.12 Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T = 50$  K için hız değerleri

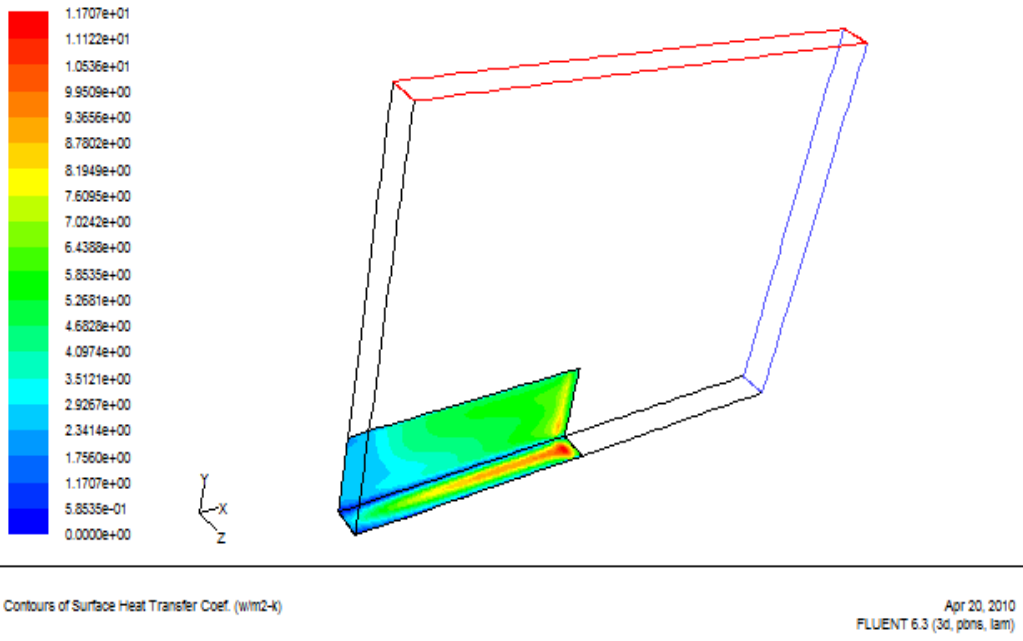


Şekil 5.13. Işımasız kanatçık aralığı  $S=40$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T = 50$  K için hız değerleri

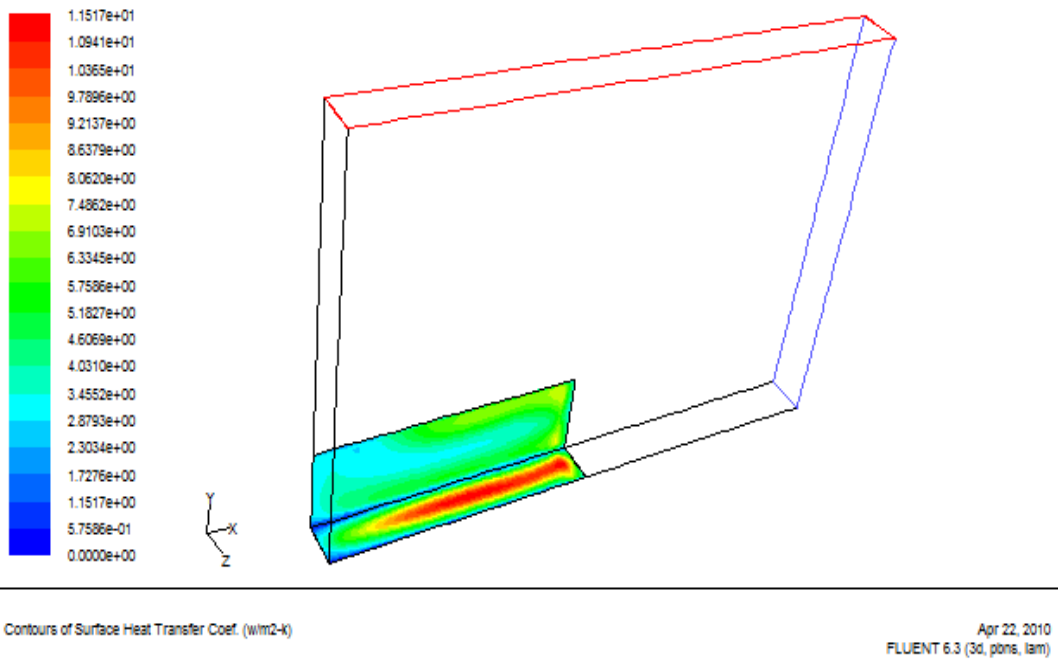
Şekil 5.14. - Şekil 5.16.'da aynı uzunlukta, aynı kanatçık yüksekliğinde, aynı sıcaklık farkı ve farklı kanatçık aralıklarındaki ısı transfer katsayılarının şekilleri görülmektedir. Şekil 5.17'de ise farklı kanatçık aralıklarında elde edilen sayısal değerlerin eğilim grafiği görülmektedir. Şekillerden de görüleceği gibi kanatçık aralıkları arttıkça ısı transfer katsayısı yükselmekte ancak belli bir değerden itibaren bu yükseliş yerini inişe bırakmaktadır.



Şekil 5.14. Işımasız kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



Şekil 5.15. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri

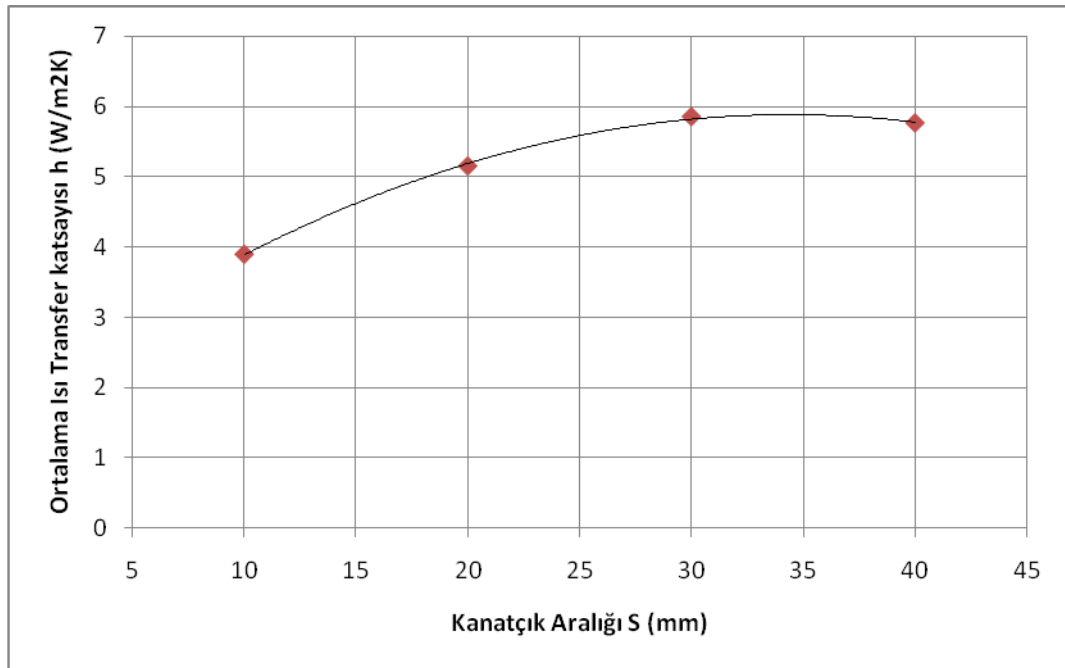


Şekil 5.16. Işımasız kanatçık aralığı  $S=40$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri

Şekil 5.17.'de doğal konveksiyonla ısı transferinin olduğu bir durumda kanatçık aralığının bir değerine kadar ( $S = 40$  mm) ısı transferinin arttığı, belirli pik değerinden itibaren ( $h = 5.85$  W/m<sup>2</sup>K) azalmaya başladığı görülmektedir.

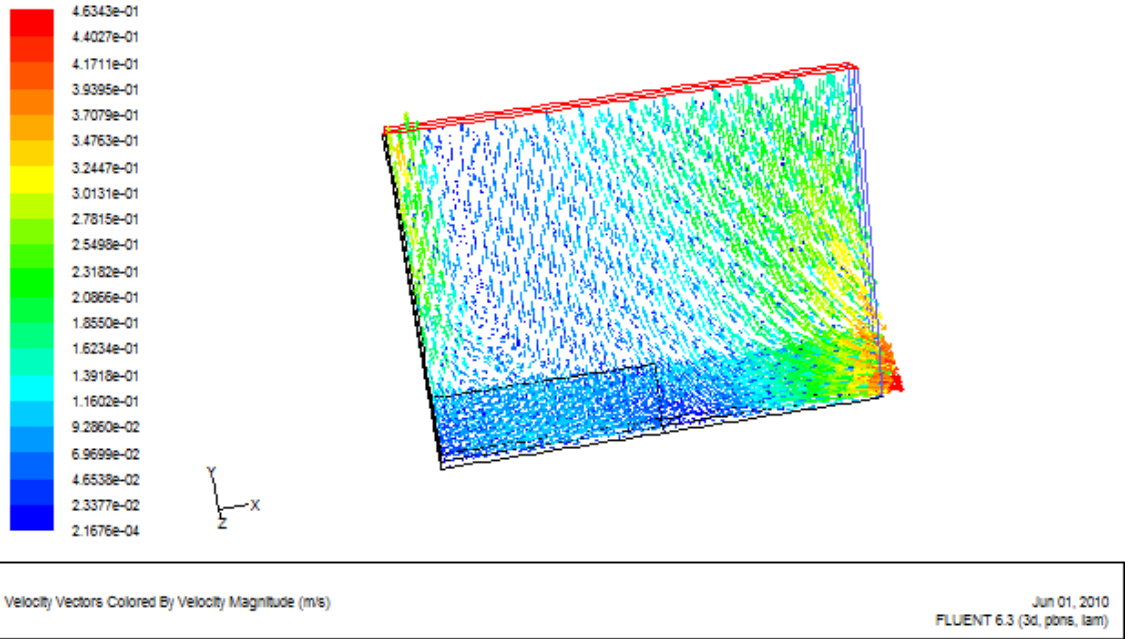
Çizelge 5.2. Değişik kanatçık aralığı  $S$  (mm) değerlerinde elde edilen ısı transfer katsayısı  $h$  (W/m<sup>2</sup>K) değerleri

Kanatçık aralığı $S$ (mm)	Nümerik Çözüm
10	3.9
20	5.15
30	5.85
40	5.76

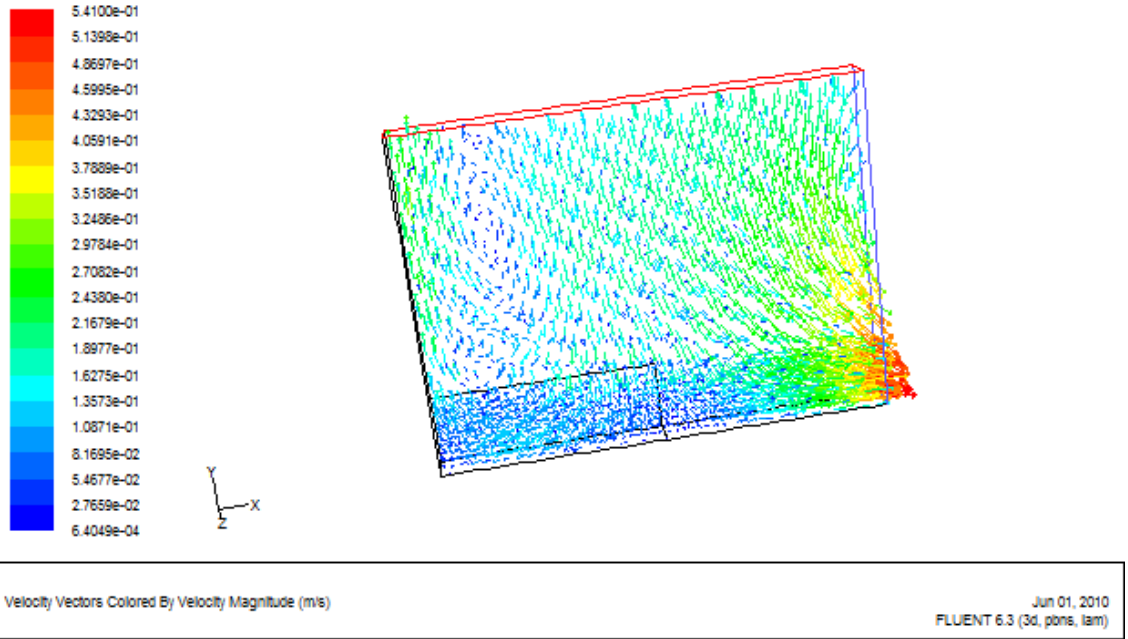


Şekil 5.17. Işımasız değişik kanatçık aralığı  $S$  (mm) değerlerinde elde edilen ısı transfer katsayısı  $h$  (W/m<sup>2</sup>K) değerleri

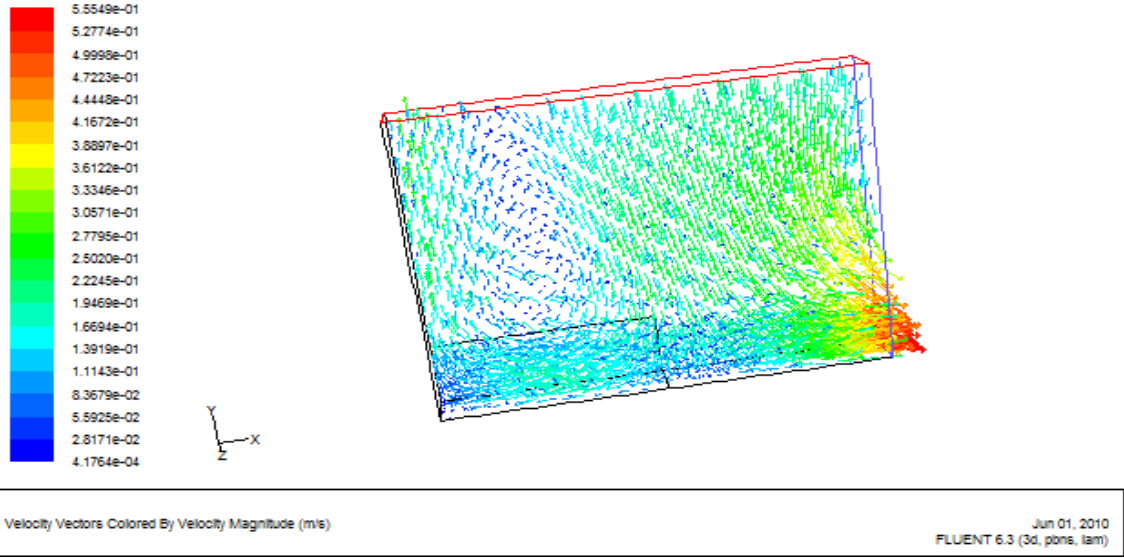
Şekil 5.18. - Şekil 5.20.'de doğal konveksiyonla ısı transferinde, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K ve farklı kanatçık aralıklarında  $S=10$  mm,  $S=20$  mm,  $S=30$  mm için vektörel hız değerleri görülmektedir.



Şekil 5.18. Işımasız kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için vektörel hız değerleri

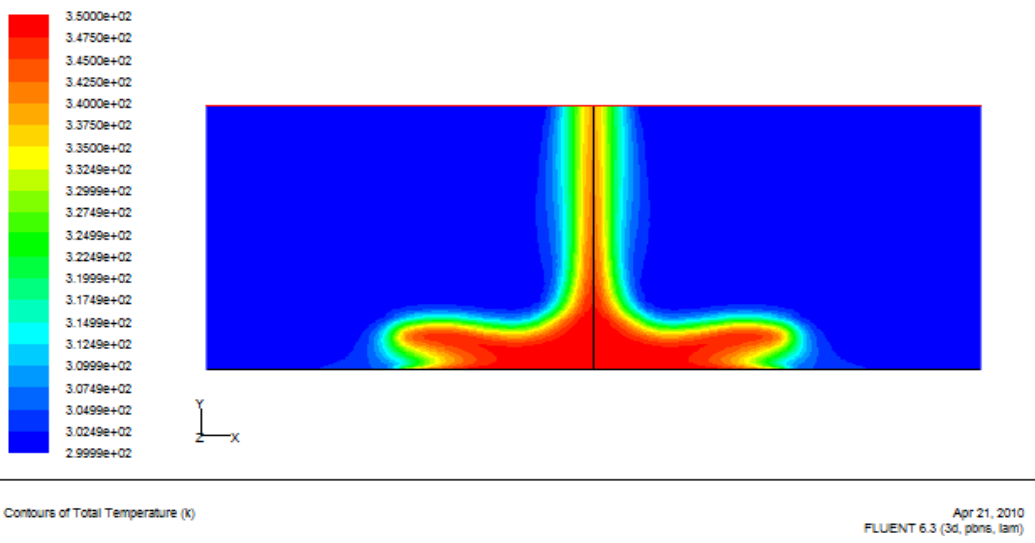


Şekil 5.19. Işımasız kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için vektörel hız değerleri



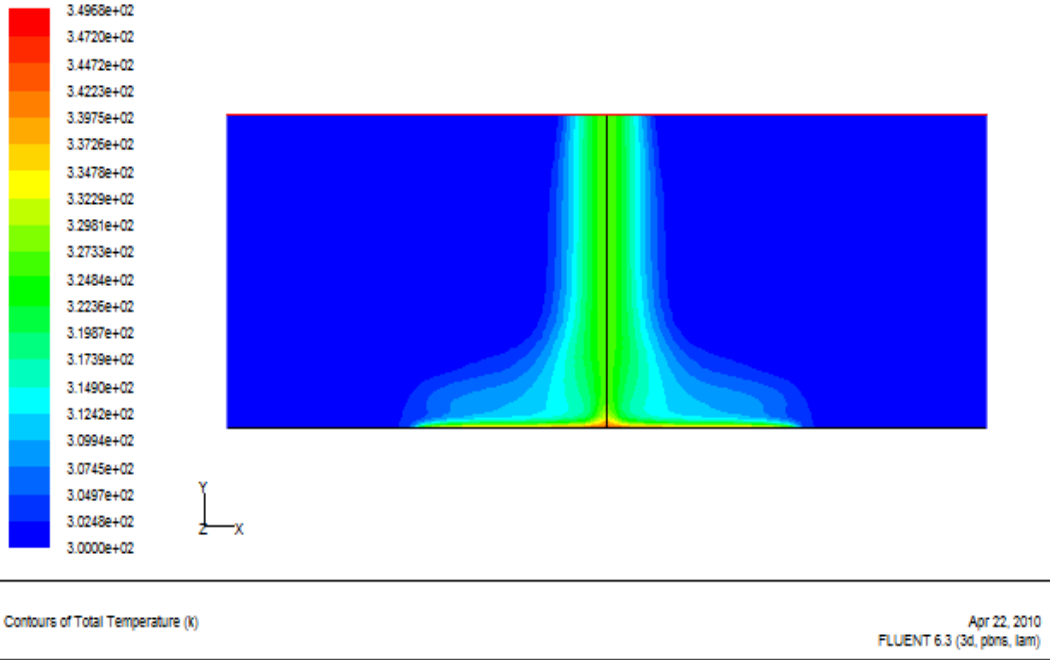
Şekil 5.20. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için vektörel hız değerleri

Şekil 5.21. - Şekil 24.'de aynı uzunlukta, aynı kanatçık yüksekliğinde, aynı sıcaklık farkı ve farklı kanatçık aralıklarındaki toplam sıcaklık değerlerinin şekilleri görülmektedir. Şekillerden de görüleceği gibi kanatçık aralıkları arttıkça simetri eksenini boyunca daha düşük sıcaklık bantlarının ve kanatçık bölgesinin üstünde bir "plume" bölgesinin oluştuğu gözlenmektedir.

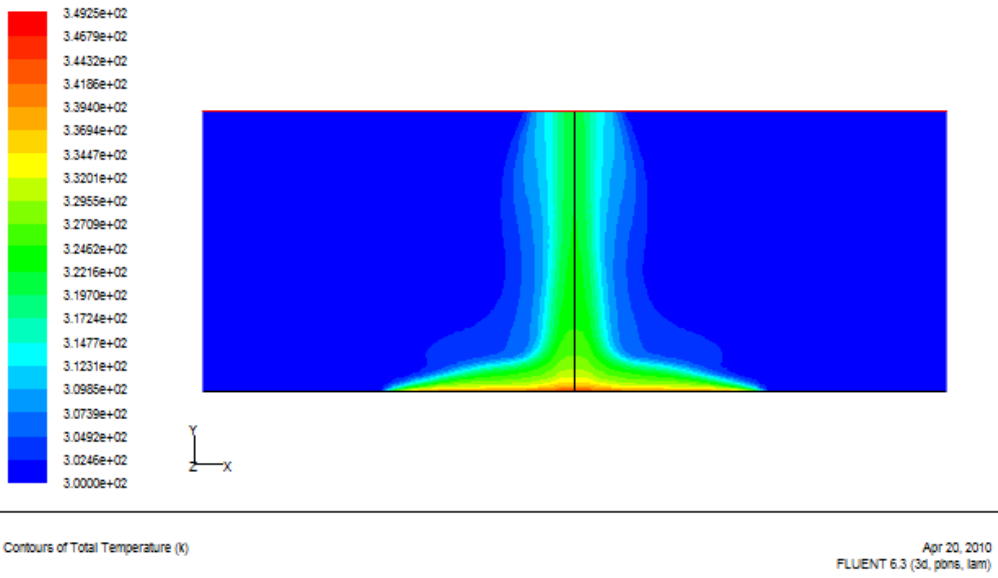


Şekil 5.21. Işımasız kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)

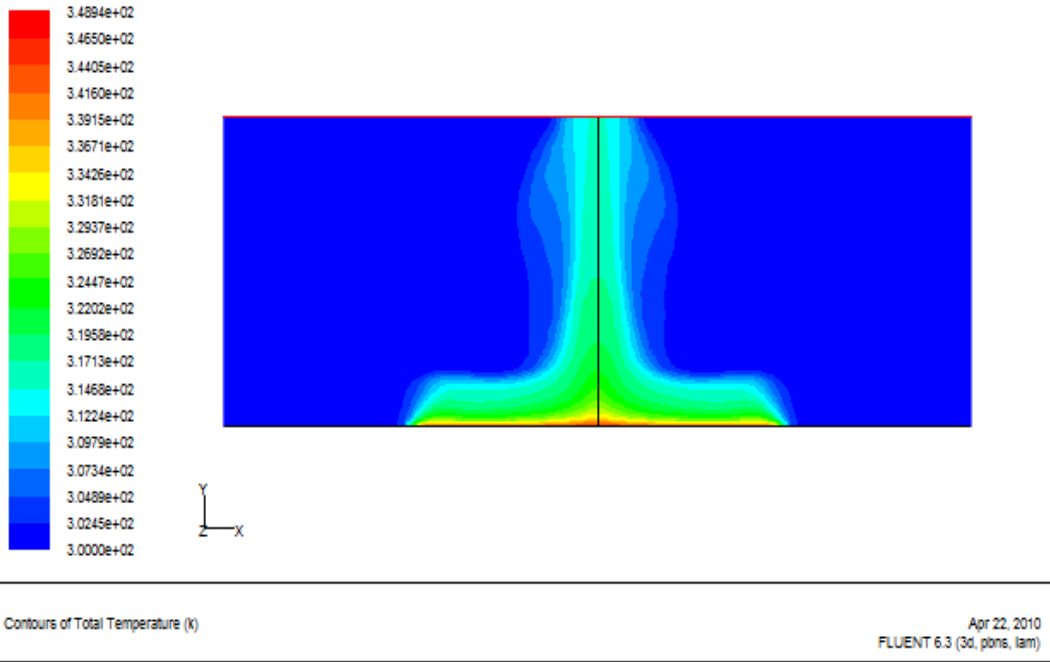




Şekil 5.22. Işımasız kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)



Şekil 5.23. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)

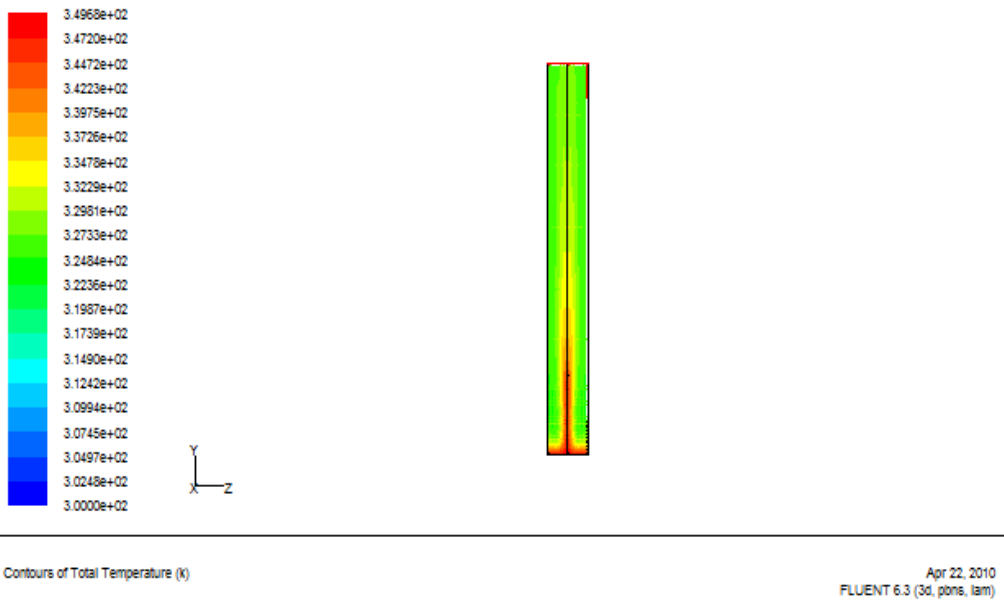


Şekil 5.24. Işımasız kanatçık aralığı  $S=40$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)

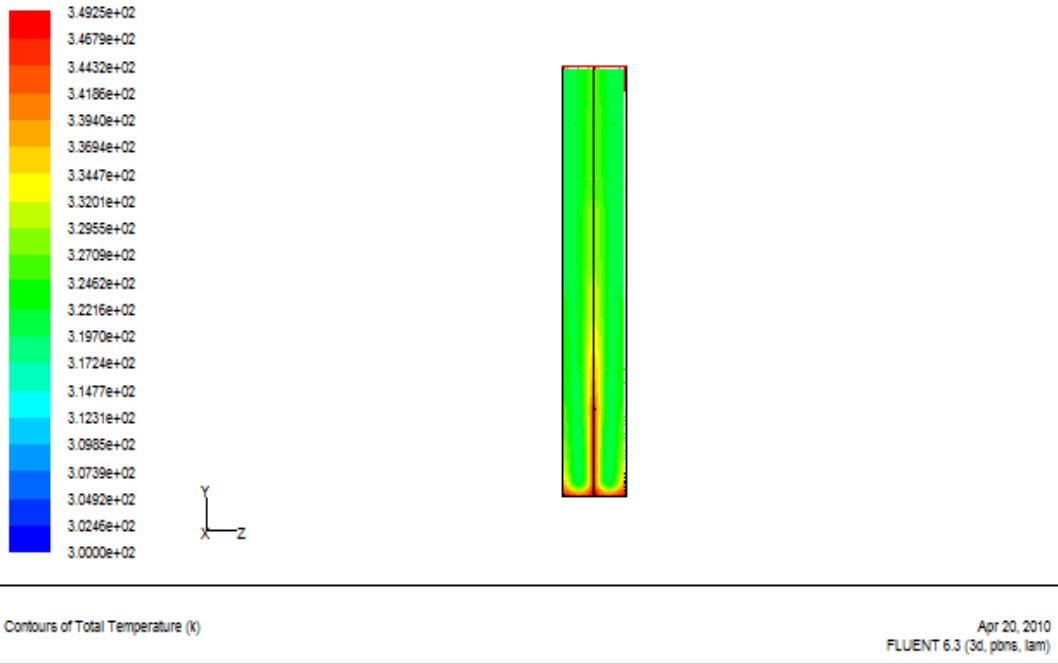
Şekil 5.25. - Şekil 5.27’de aynı uzunlukta, aynı kanatçık yüksekliğinde, aynı sıcaklık farkı ve farklı kanatçık aralıklarındaki sıcaklık değerlerinin şekilleri görülmektedir. Şekillerden de görüleceği gibi kanatçık aralıkları arttıkça simetri ekseninde sıcaklık değerlerinin sırayla ortalama 340 K’den 329 K ve 325 K değerlerine düştüğü görülmektedir



Şekil 5.25. Işımasız kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)

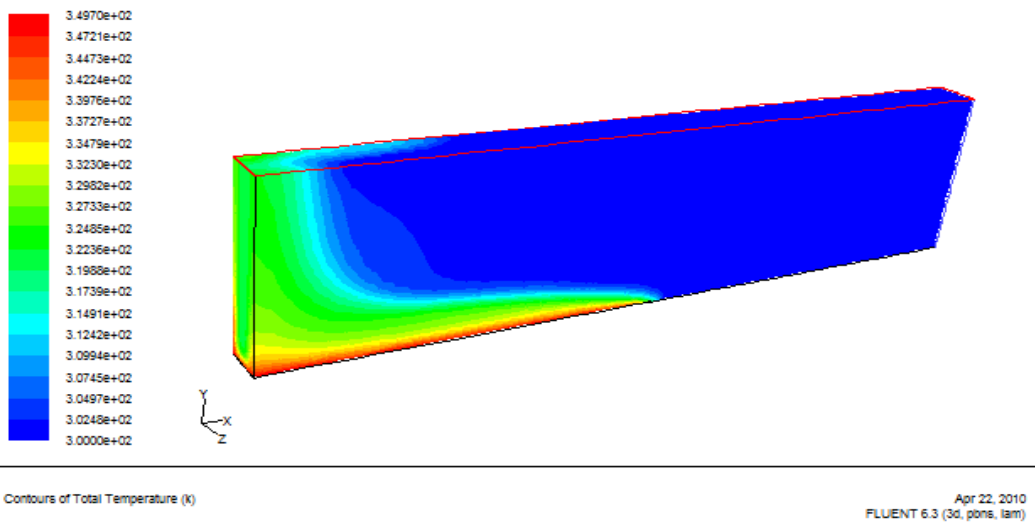


Şekil 5.26. Işımasız kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)

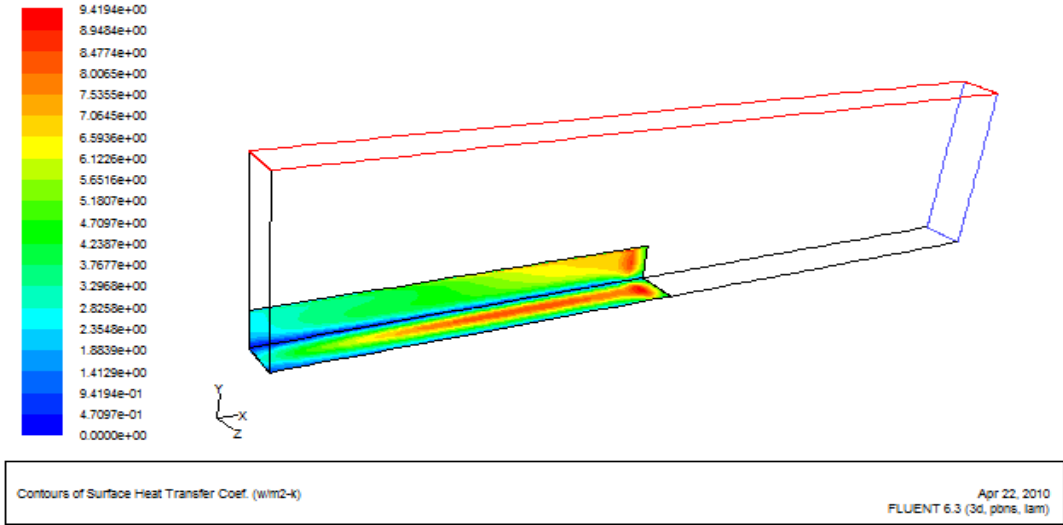


Şekil 5.27 Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)

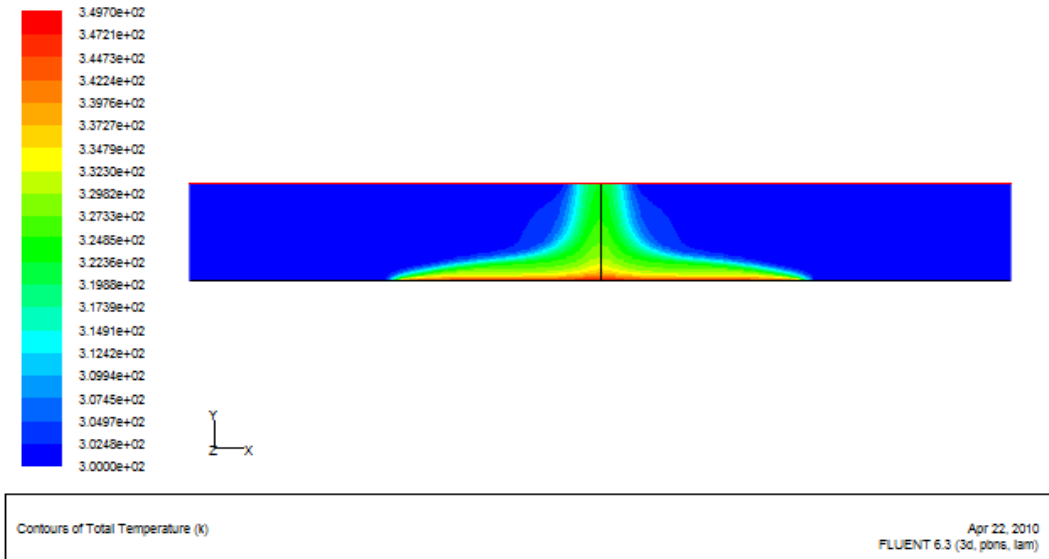
Şekil.5.28 - Şekil 5.31.'de aynı uzunlukta, farklı kanatçık yüksekliğinde, aynı sıcaklık farkı ve aynı kanatçık aralıklarındaki sıcaklık değerlerinin şekilleri görülmektedir. Şekillerde görüleceği gibi kanatçık yüksekliği arttıkça ısı transfer değerleri artış göstermektedir. Simetri ekseninde sıcaklık değerlerinde azalma görülmektedir.



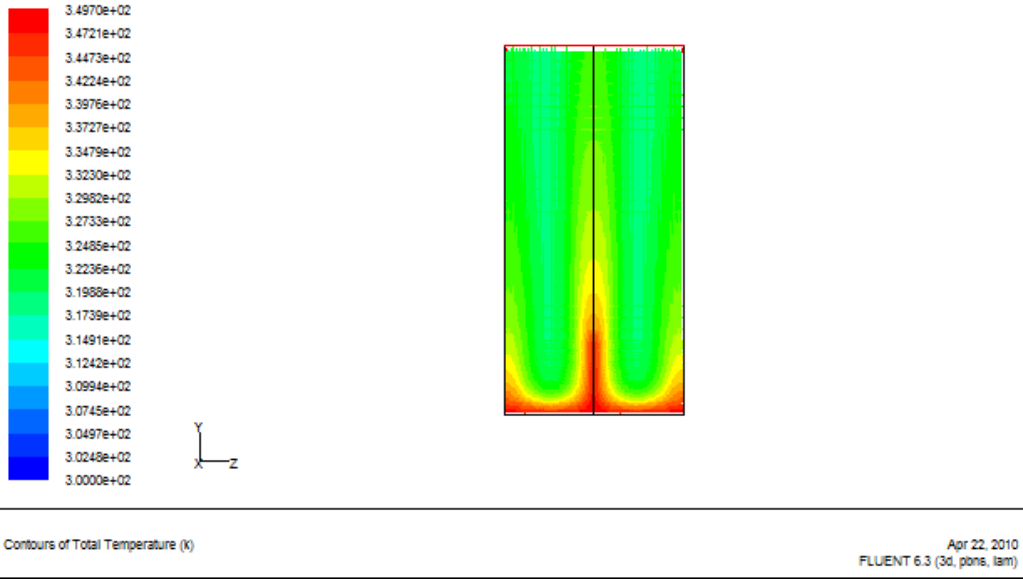
Şekil 5.28 Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=12.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri



Şekil 5.29 Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=12.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



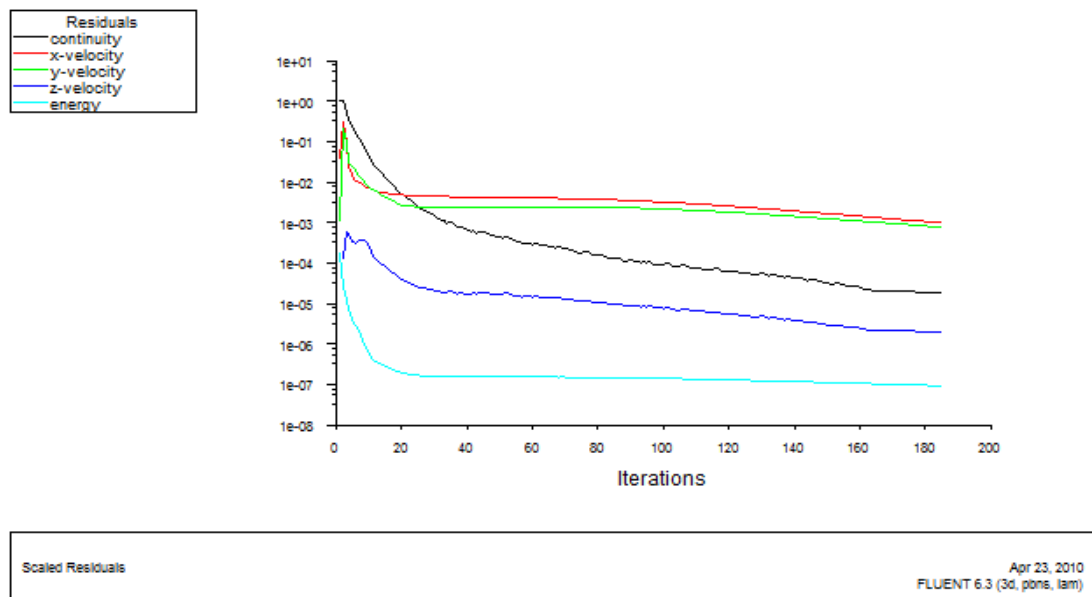
Şekil 5.30 Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=12.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)



Şekil 5.31. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=12.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)

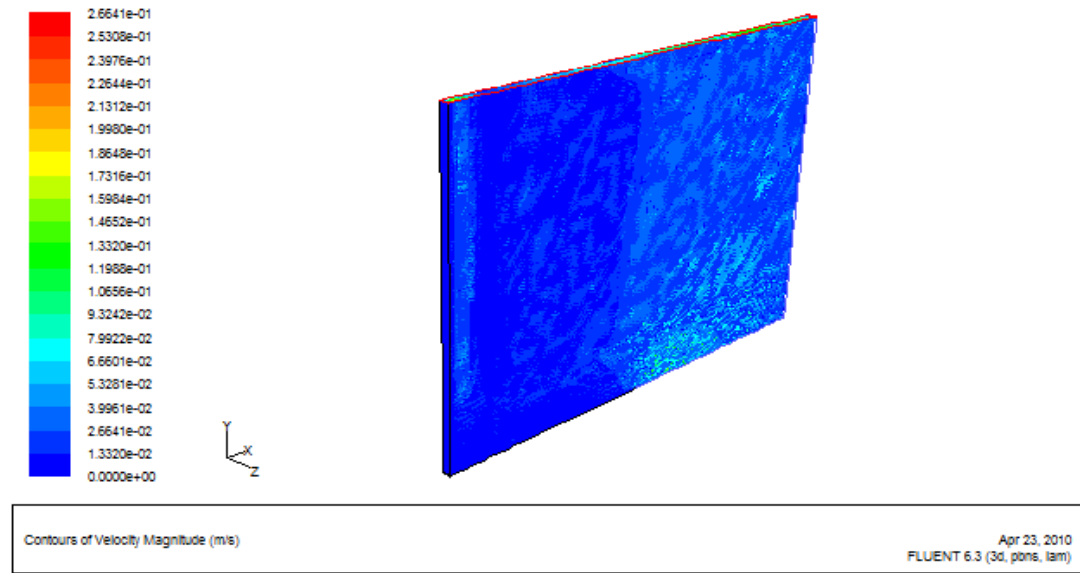
#### Işımalı (doğal konveksiyon + ışıma) kanatçık aralığının (S) ısı transferine etkisi

Aşağıdaki şekillerde ışımalı (doğal konveksiyon + ışıma) ısı transferi durumlarında farklı kanatçık aralıklarının ısı transferine etkileri incelenmiştir.

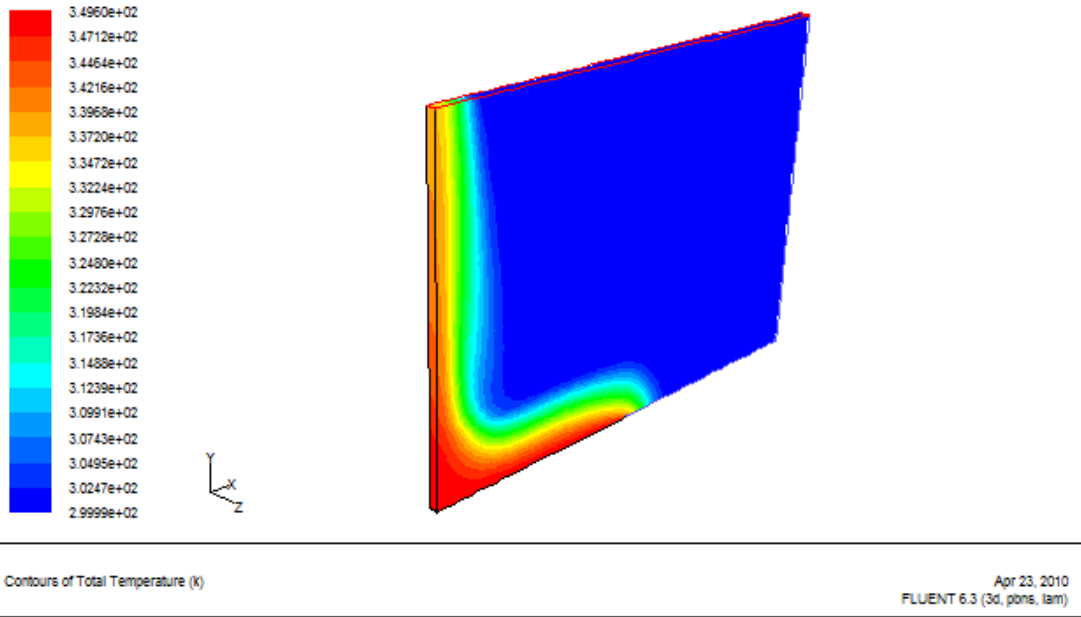


Şekil 5.32. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için yakınsama grafiği

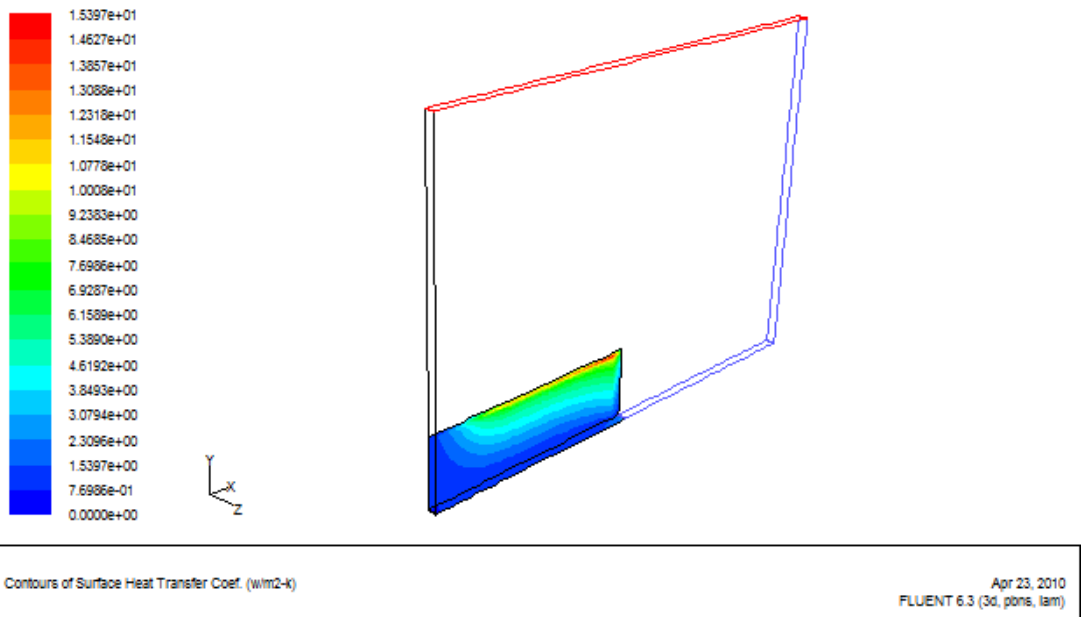
Şekil. 5.33. - Şekil 5.44.'de ışımalı ısı transferinde, aynı uzunlukta, aynı kanatçık yüksekliğinde, aynı sıcaklık farkı ve aynı kanatçık aralıklarında (kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K ) hız, sıcaklık, kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı, vektörel hız, yüzey ısı akısı, ışıma ısı akısı, ışıma ısı akısı, kanatçık yüzeyindeki yüzey anlık ışıma, simetri eksenini boyunca sıcaklık, simetri eksenini boyunca vektörel hız, simetri eksenini boyunca kesit sıcaklık dağılım değerlerinin şekilleri görülmektedir.



Şekil 5.33. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için hız değerleri

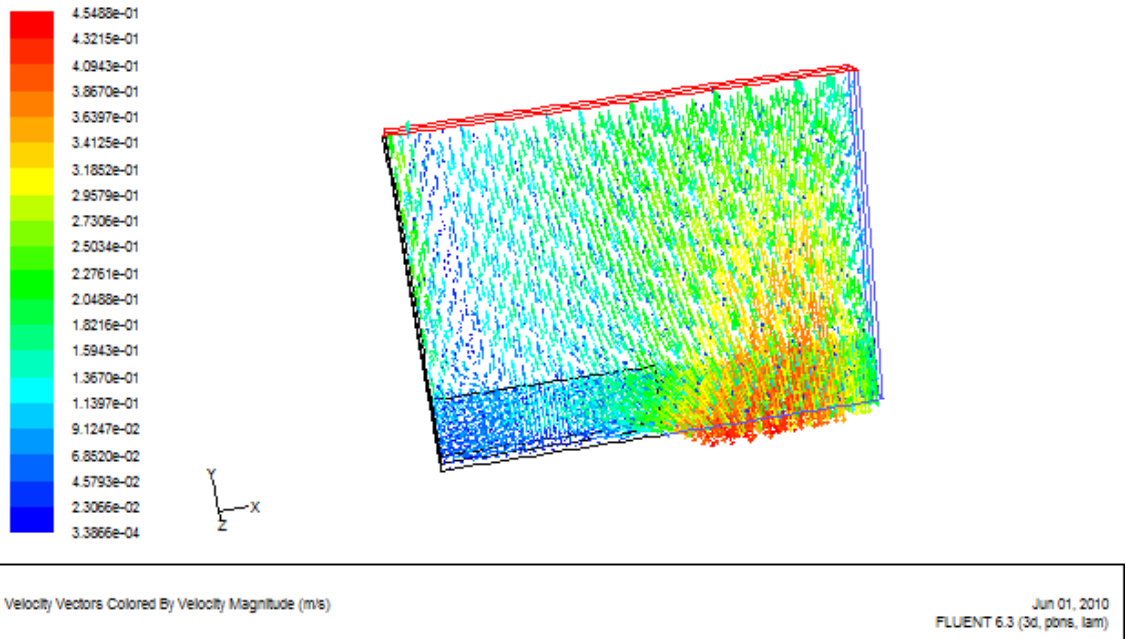


Şekil 5.34. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri

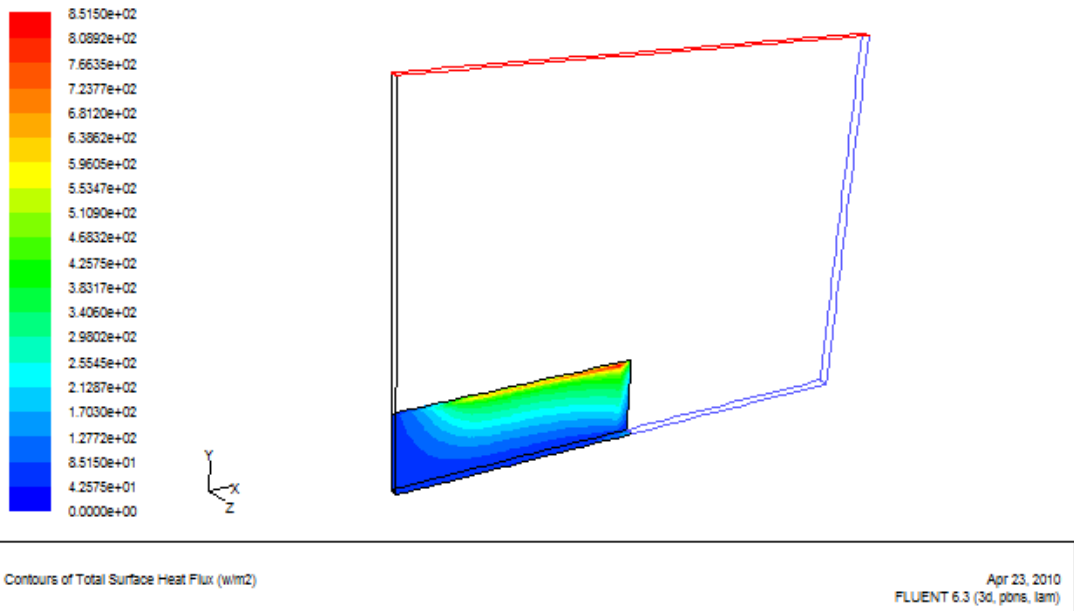


Şekil 5.35. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri

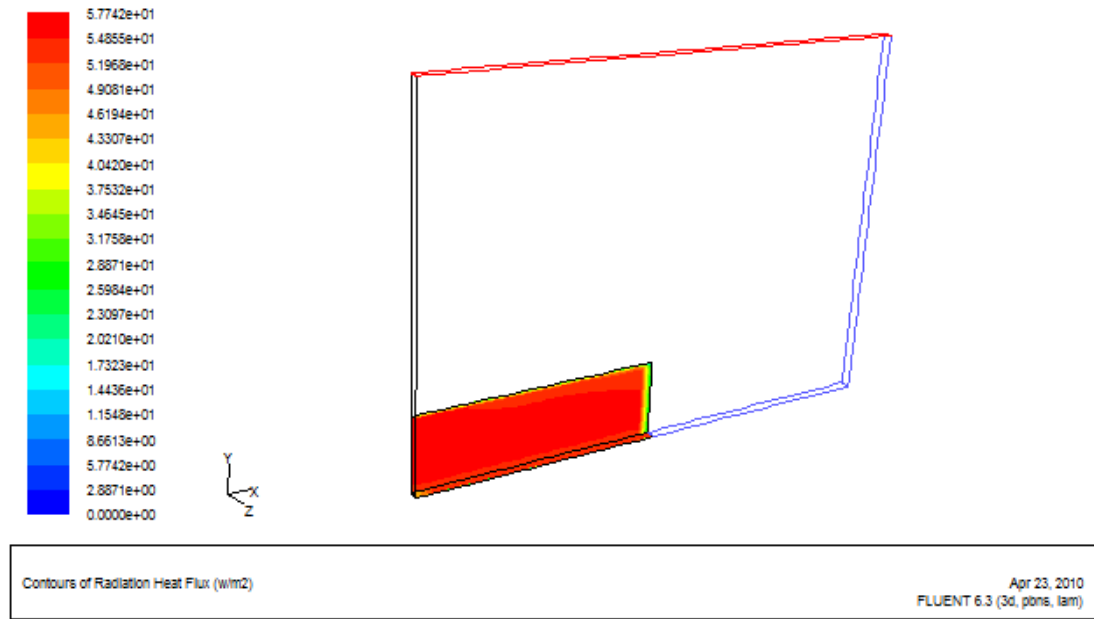




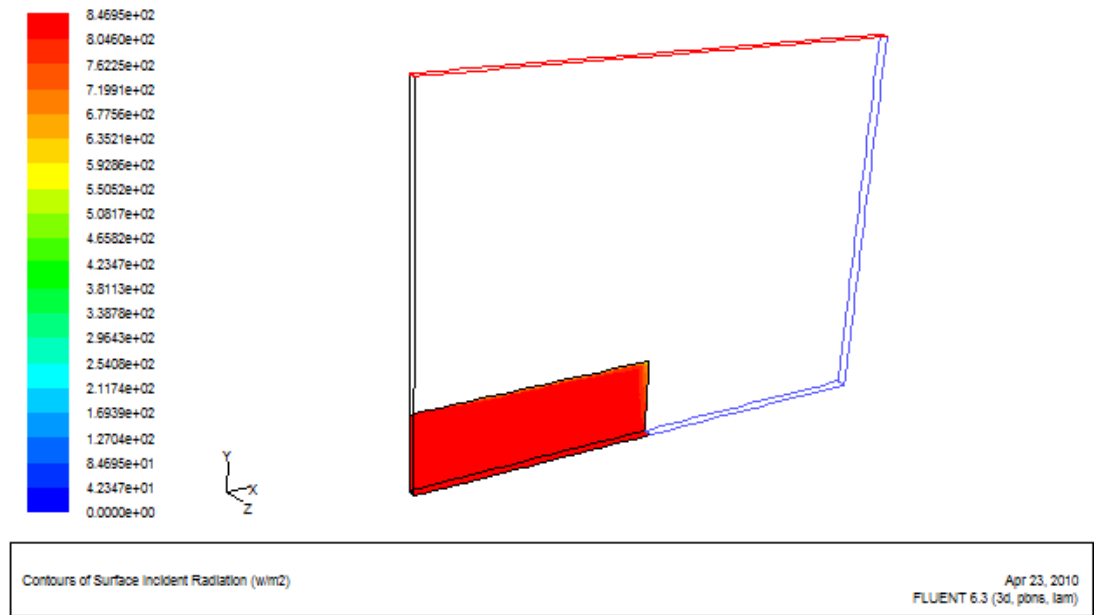
Şekil 5.36. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için vektörel hız değerleri



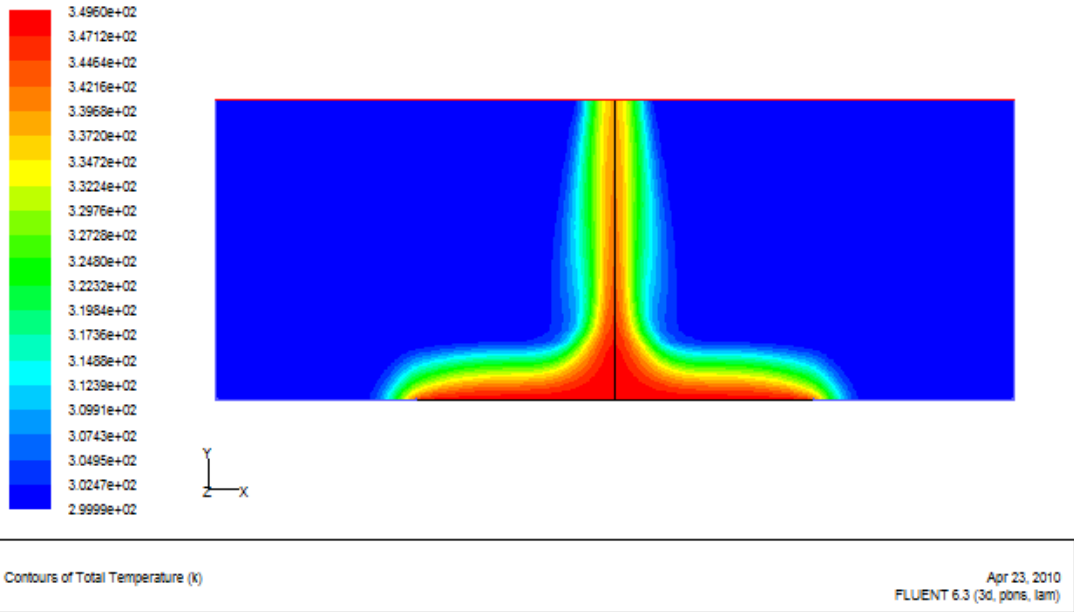
Şekil 5.37. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki yüzey ısı akısı



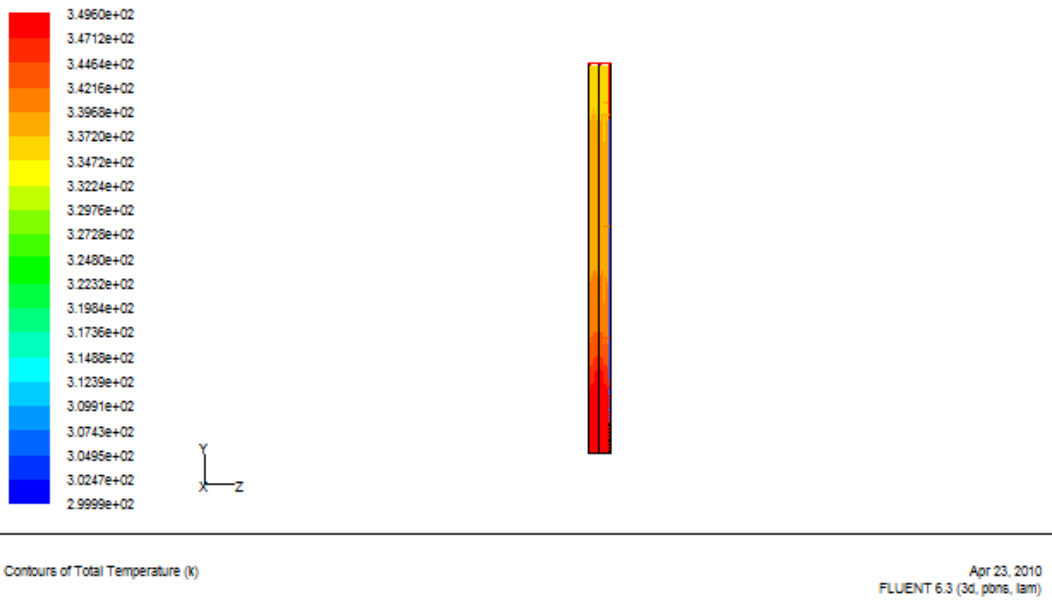
Şekil 5.38 Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ışıma ısı akısı



Şekil 5.39 Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki yüzey anlık ışıma değerleri



Şekil 5.40. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)



Şekil 5.41. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık dağılımı (kesit-simetri)

Fluent 6.3 programı çalıştırılarak elde edilen “rd1S5H37.5L250” (ışmalı, kanatçık aralığı 5mm, yüksekliği 37mm ve boyu 250mm) modeline ait yüzeylerin ve yüzeylere ait grid miktarlarının dağılımı, toplam ısı transfer miktarı içindeki ışıma ile ısı transfer miktarı aşağıda verilmiştir.

Welcome to Fluent 6.3.26  
 Copyright 2006 Fluent Inc.  
 All Rights Reserved

Loading "C:\Fluent.Inc\fluent6.3.26\lib\fl\_s1119.dmp"  
 Done.

> Reading "C:\Users\sia\Desktop\rdl06mart2010\rdlS5H37.5L250.cas"...  
 75000 hexahedral cells, zone 2, binary.  
 1500 quadrilateral pressure-outlet faces, zone 3, binary.  
 1500 quadrilateral pressure-inlet faces, zone 4, binary.  
 750 quadrilateral pressure-inlet faces, zone 5, binary.  
 1875 quadrilateral wall faces, zone 6, binary.  
 2500 quadrilateral wall faces, zone 7, binary.  
 1500 quadrilateral wall faces, zone 8, binary.  
 750 quadrilateral wall faces, zone 9, binary.  
 625 quadrilateral wall faces, zone 10, binary.  
 219500 quadrilateral interior faces, zone 12, binary.  
 80631 nodes, binary.  
 80631 node flags, binary.

Building...  
 grid,  
 materials,  
 interface,  
 domains,  
 mixture  
 zones,  
 default-interior  
 kanatçık\_yan\_yuzey  
 kanatçık\_alt\_yuzey  
 kanatçık\_sim  
 kh\_sol\_yan\_duvar  
 kh\_sag\_yan\_duvar  
 hava\_cikis\_yuzeyi  
 hava\_giris\_yuzeyi  
 kh\_alt\_taban  
 hava  
 shell conduction zones,  
 Done.

Attempting to read S2S file :  
 C:\Users\sia\Desktop\rdl06mart2010\rdlS5H37.5L250.s2s.gz  
 Reading "| gunzip c \"C:\Users\sia\Desktop\rdl06mart2010\rdlS5H37.5L250.s2s.gz\""...  
 Reading radiating clusters (1375) and view factor values from  
 C:\Users\sia\Desktop\rdl06mart2010\rdlS5H37.5L250.s2s.gz...

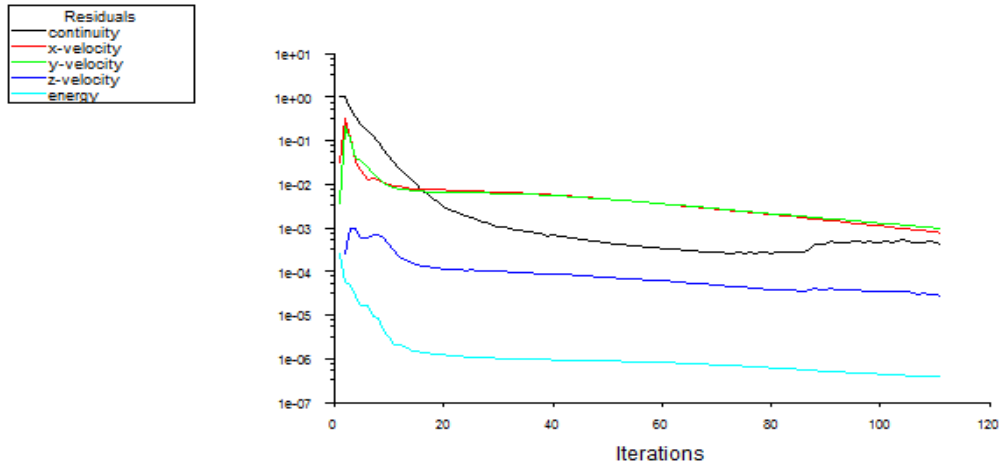
Initialized VF Storage  
 Reading Viewfactors from file  
 Completed 25% reading of viewfactors  
 Completed 50% reading of viewfactors  
 Completed 75% reading of viewfactors  
 Completed 100% reading of viewfactors  
 Reading "C:\Users\sia\Desktop\rdl06mart2010\rdlS5H37.5L250.dat"...  
 Done.

Total Heat Transfer Rate (w)

kanatçık_alt_yuzey	0.041880712
kanatçık_yan_yuzey	1.0407342
Net	1.0826149

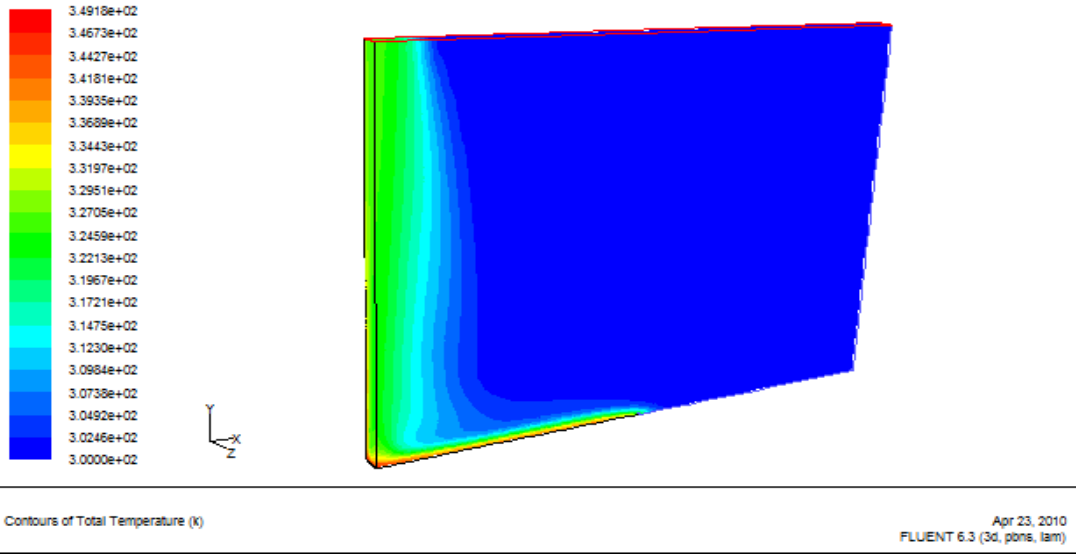
Radiation Heat Transfer Rate (w)

kanatçık_alt_yuzey	0.033072889
kanatçık_yan_yuzey	0.26040301
Net	0.2934759

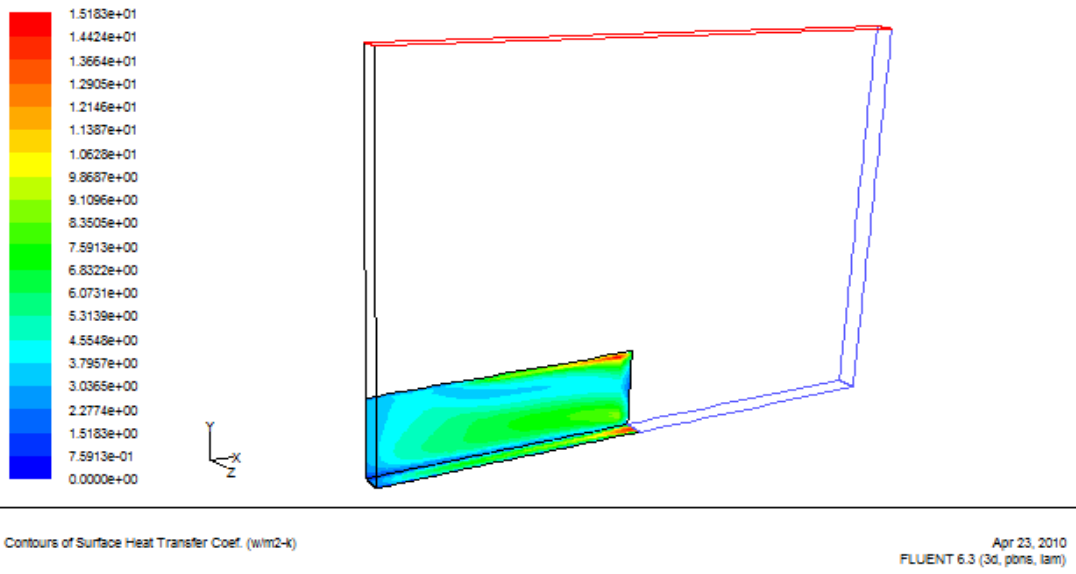


Scaled Residuals Apr 23, 2010  
FLUENT 6.3 (3d, pions, iam)

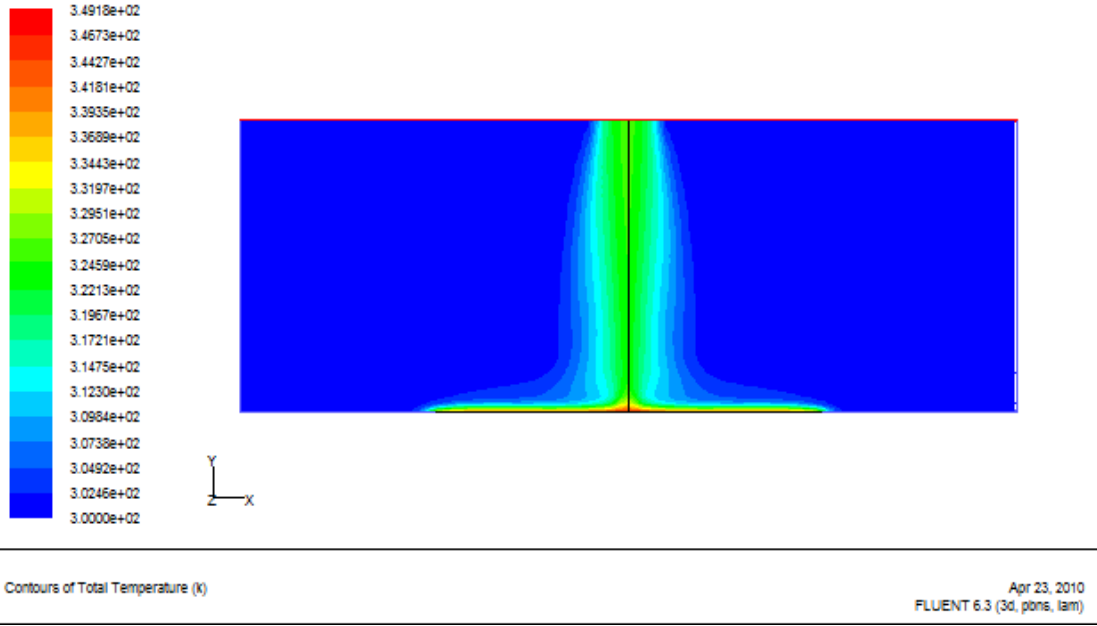
Şekil 5.42. Işımalı kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için yakınsama grafiği



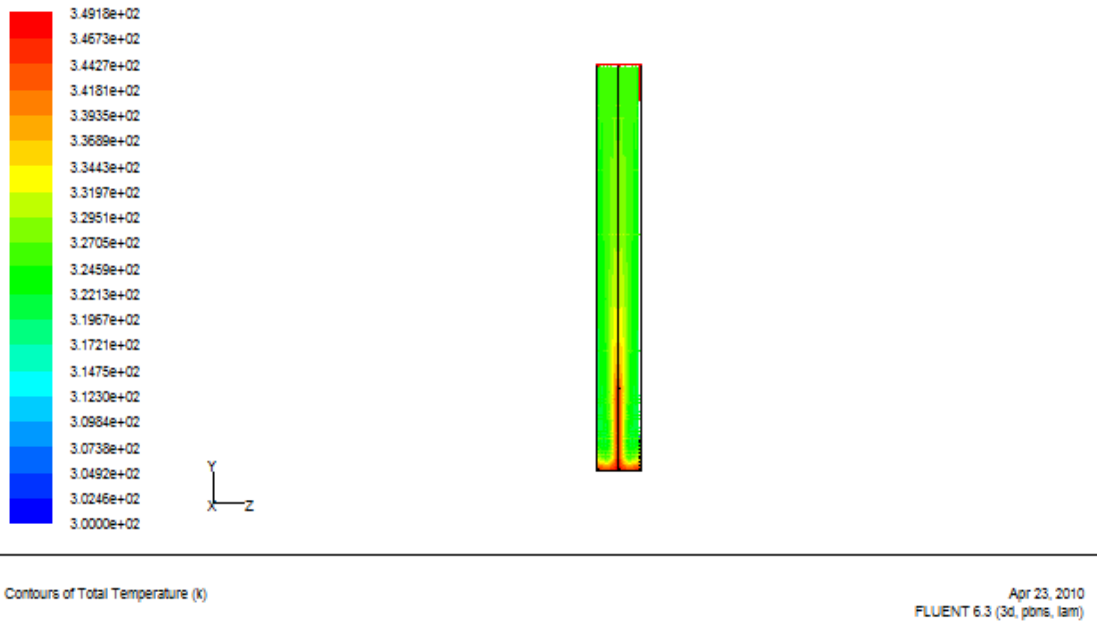
Şekil 5.43. Işımalı kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri



Şekil 5.44. Işımalı kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



Şekil 5.45. Işımalı kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)



Şekil 5.46. Işımalı kanatçık aralığı  $S=20$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)

Fluent 6.3 programı çalıştırılarak elde edilen “rd1S30H37.5L125” (ışmalı, kanatçık aralığı 30mm, yüksekliği 37mm ve boyu 125mm) modeline ait oluşturulan toplam ısı transfer miktarı içindeki ışıma ile ısı transfer miktarı aşağıda verilmiştir.

Total Heat Transfer Rate (w)

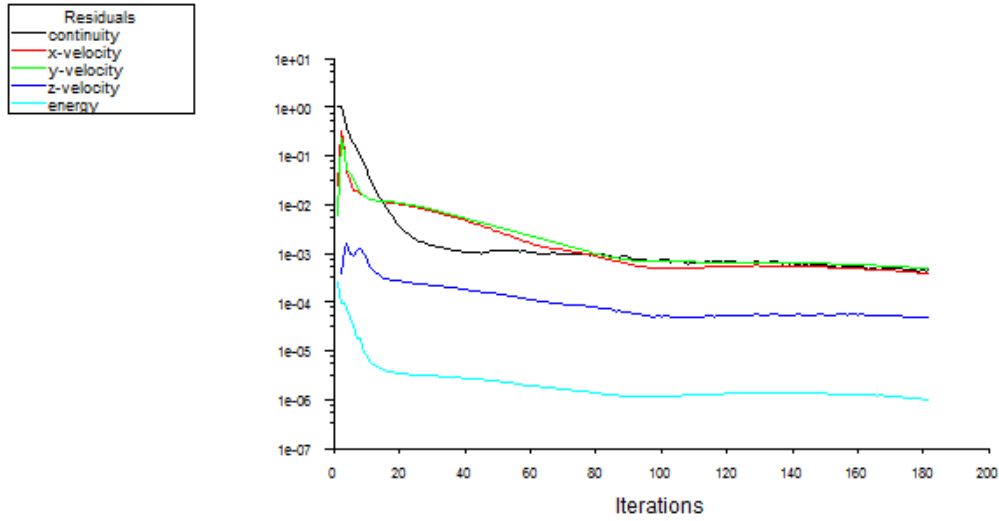
kanatçık\_alt\_yuzey 0.43046868  
kanatçık\_yan\_yuzey 1.4916155

Net 1.9220842

Radiation Heat Transfer Rate (w)

kanatçık\_alt\_yuzey 0.063186973  
kanatçık\_yan\_yuzey 0.25302944

Net 0.31621641

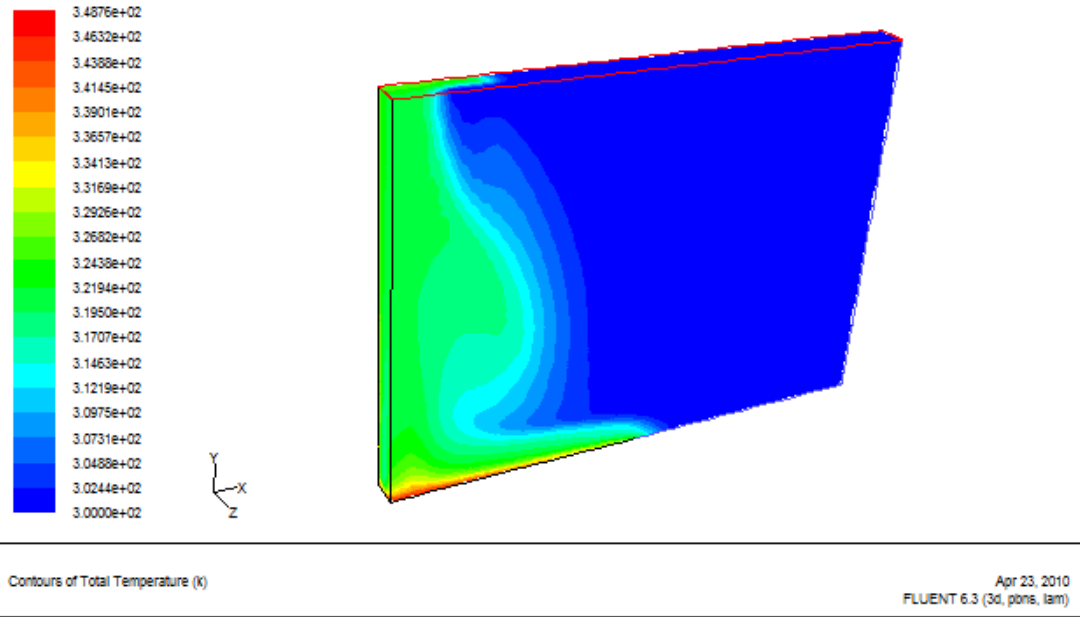


Scaled Residuals

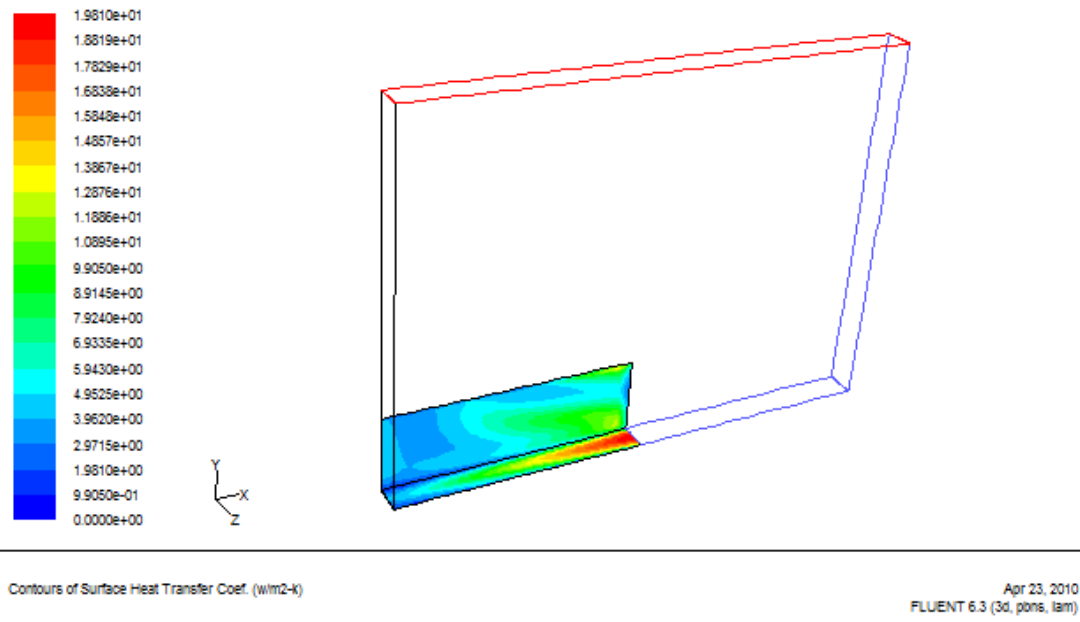
Apr 23, 2010  
FLUENT 6.3 (3d, pms, lam)

Şekil 5.47. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için yakınsama grafiği

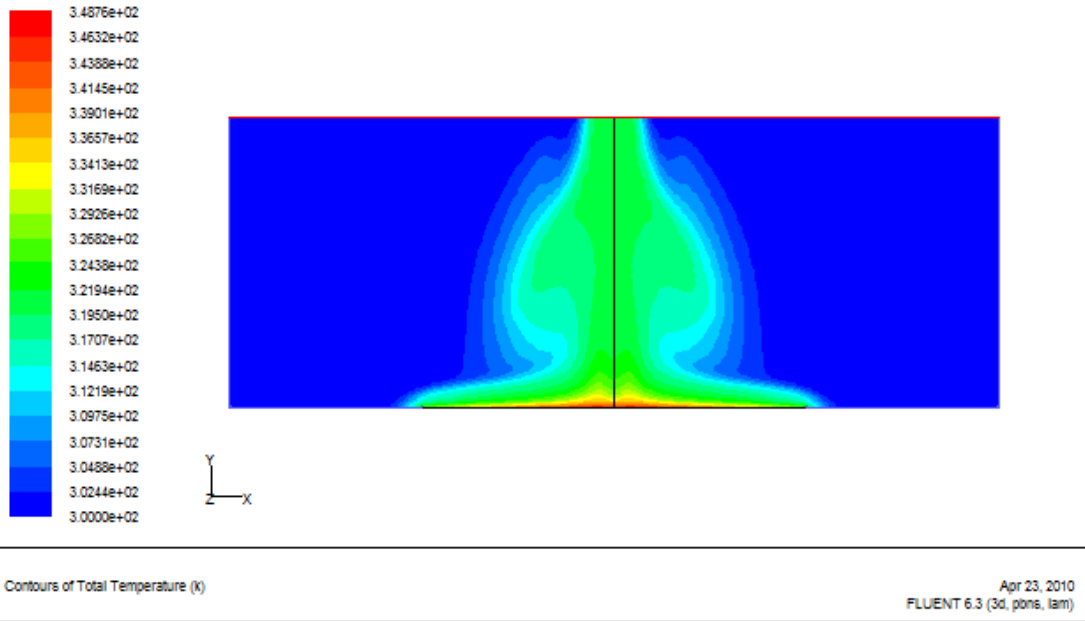




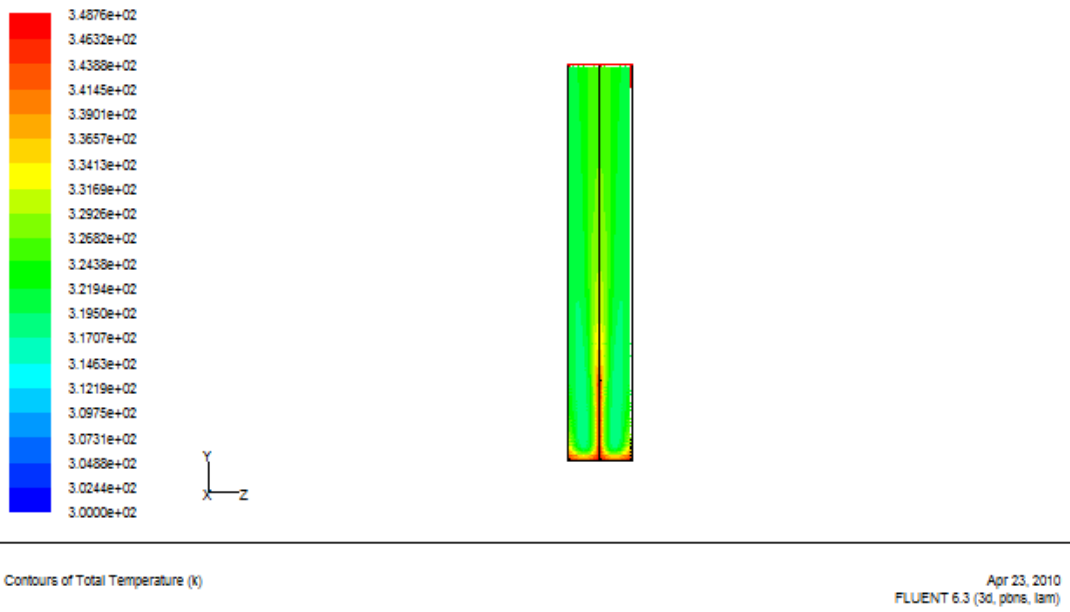
Şekil 5.48. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri



Şekil 5.49. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



Şekil 5.50. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)



Şekil 5.51. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)

Fluent 6.3 programı çalıştırılarak elde edilen “rdIS40H37.5L125” (ışmalı, kanatçık aralığı 40mm, yüksekliği 37.5mm ve boyu 125mm) modeline ait oluşturulan toplam ısı transfer miktarı içindeki ışıma ile ısı transfer miktarı aşağıda verilmiştir.

Total Heat Transfer Rate (w)

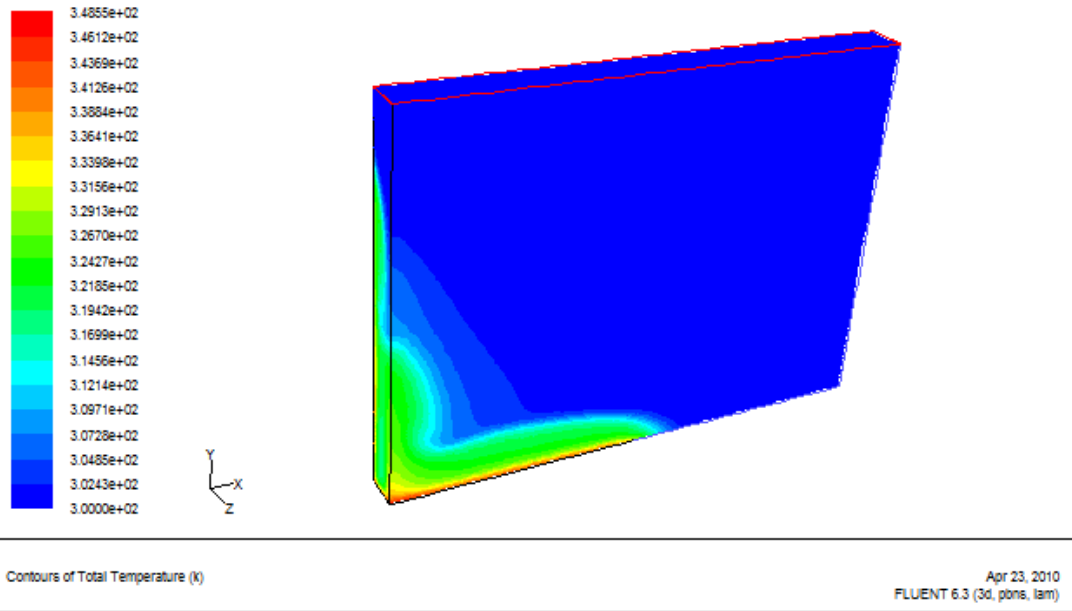
kanatçık_alt_yuzey	0.95665354
kanatçık_yan_yuzey	1.6120013

Net 2.5686548

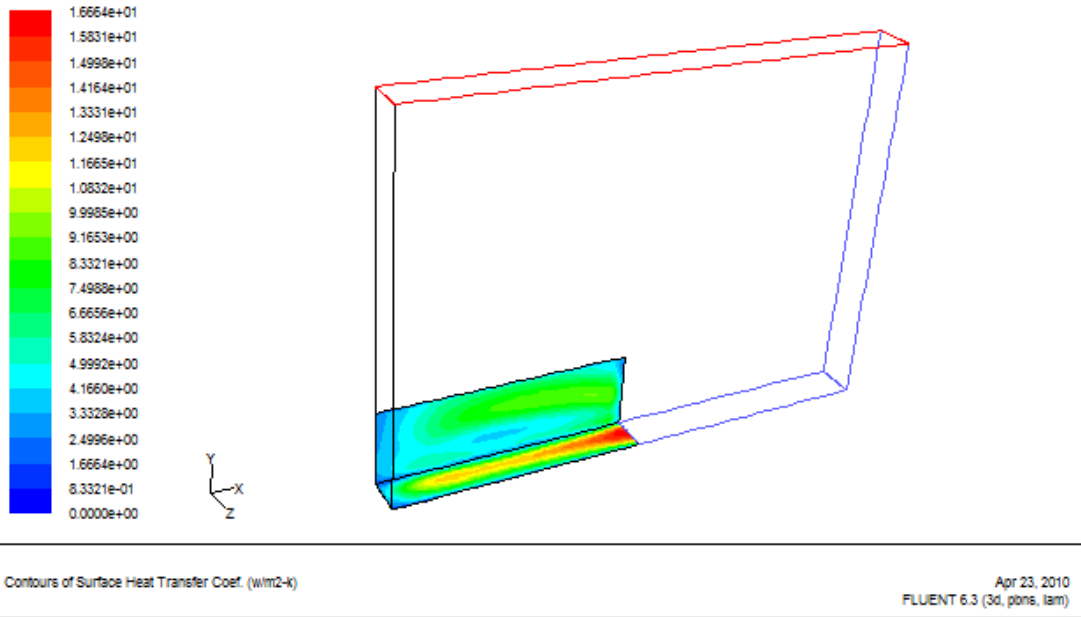
Radiation Heat Transfer Rate (w)

kanatçık_alt_yuzey	0.092274599
kanatçık_yan_yuzey	0.24981259

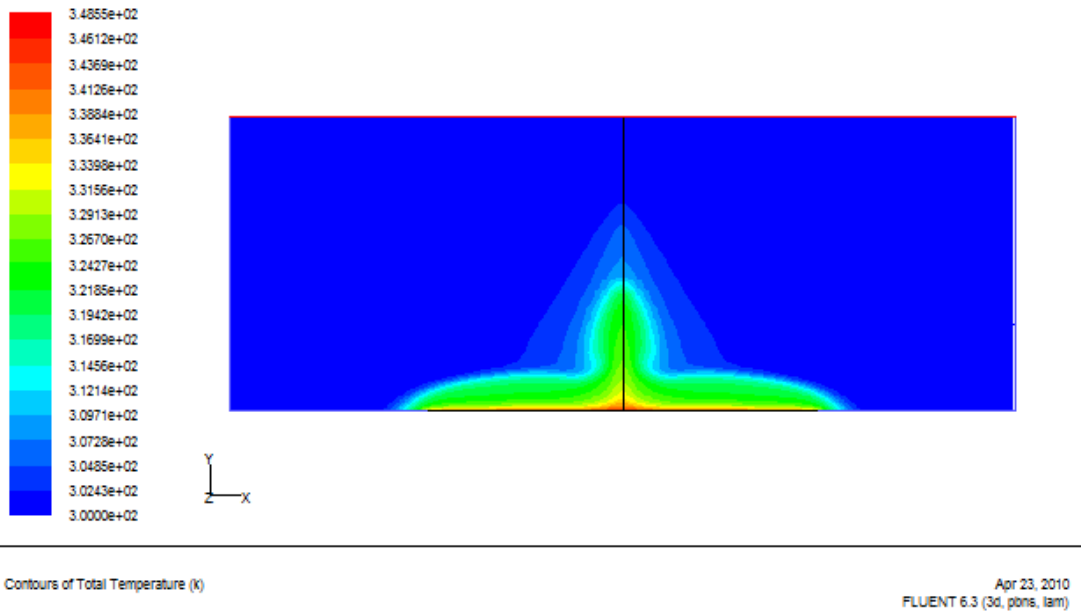
Net 0.34208719



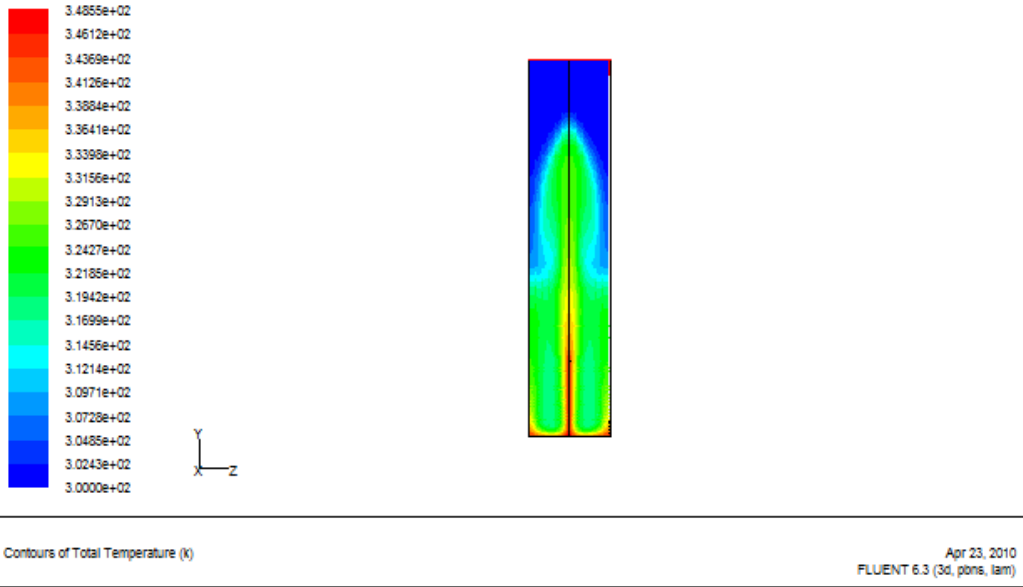
Şekil 5.52. Işımalı kanatçık aralığı  $S=40$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri



Şekil 5.53. Işımalı kanatçık aralığı  $S=40$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



Şekil 5.54. Işımalı kanatçık aralığı  $S=40$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)



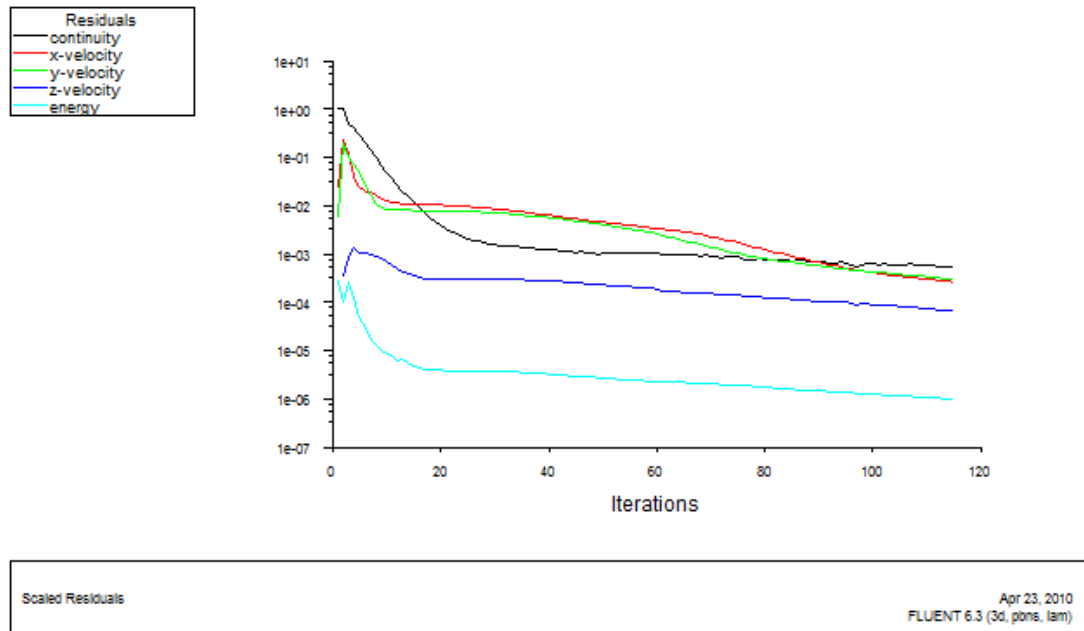
Şekil 5.55. Işımalı kanatçık aralığı  $S=40$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)

Çizelge 5.3. Kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=62.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için farklı kanatçık aralığı  $S$  (mm) değerlerinde toplam ısı transfer miktarı ve ışıma miktarı değerleri

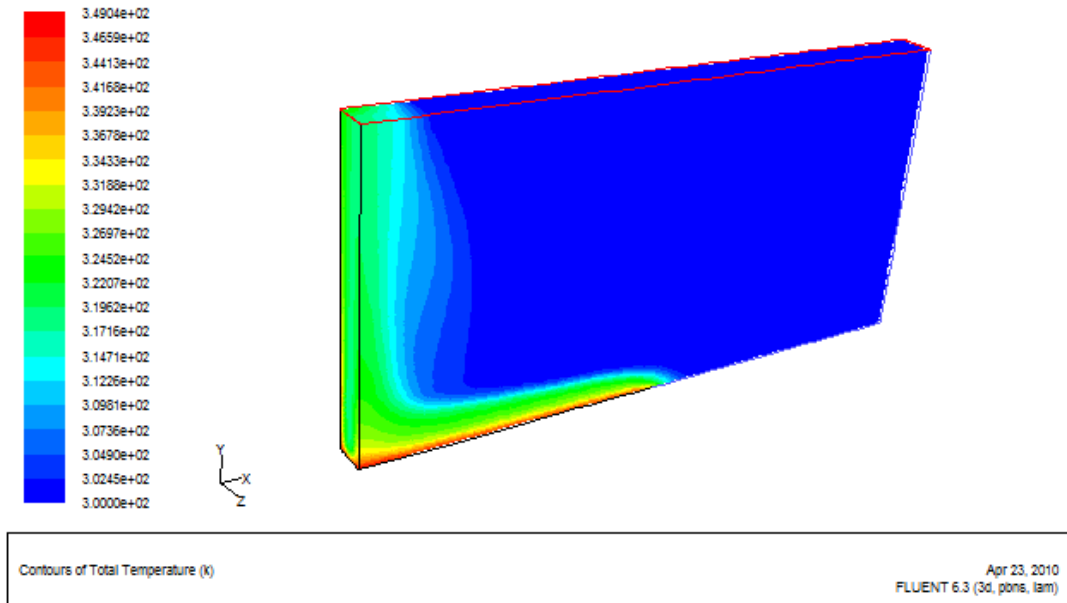
Kanatçık Aralığı $S$ (mm)	Toplam Isı Transfer Miktarı (W)	Işıma Isı Transfer Miktarı (W)	Işıma Miktarı (%)
10	1.0826	0.2934	27.10
20	1.922	0.3162	16.45
30	2.5686	0.342	13.31
40	2.8988	0.3717	12.82



Şekil 5.56. Işımalı kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=62.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için farklı kanatçık aralığı  $S$  (mm) değerlerinde ısı transfer miktarı



Şekil 5.57. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için yakınsama grafiği

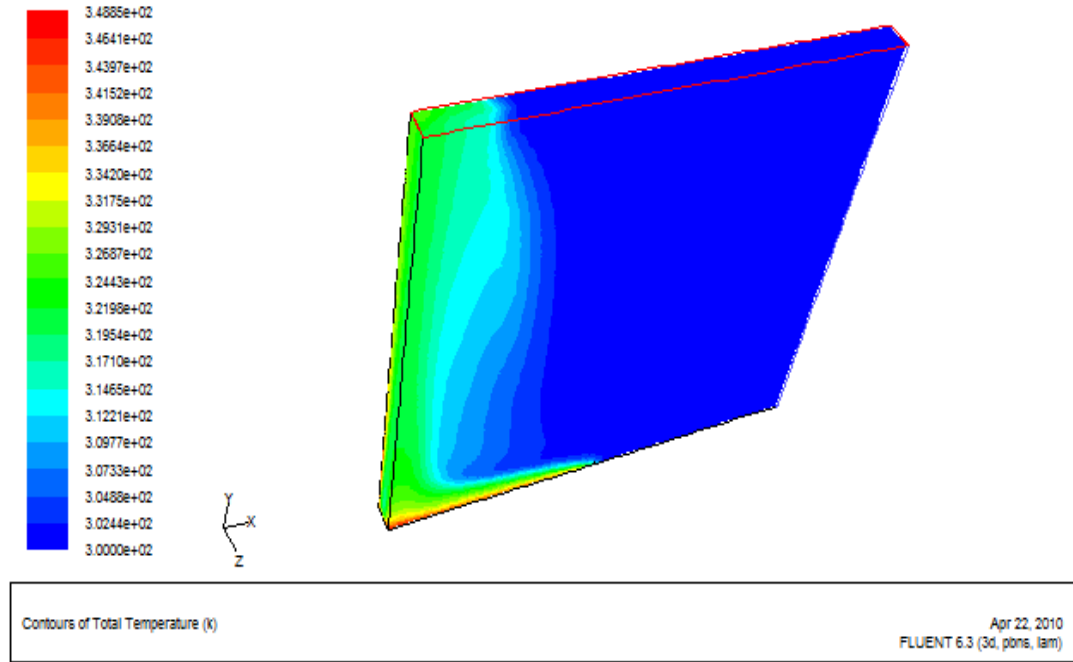


Şekil 5.58. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri

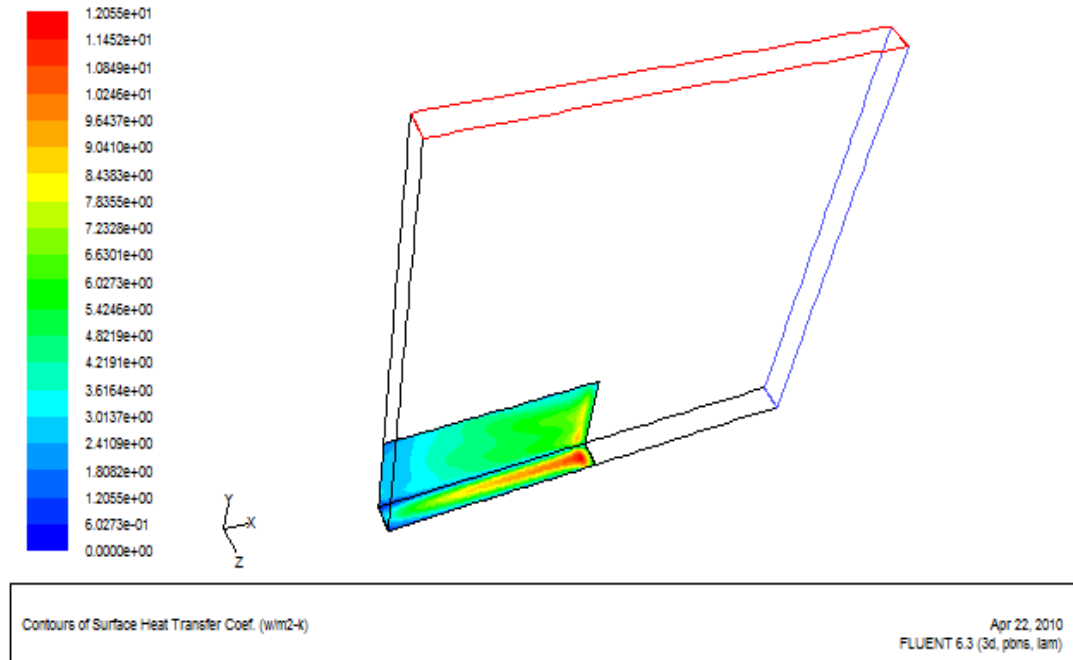
### 5.1.2. Kanatçık yüksekliğinin etkisi (H)

#### Işımasız (doğal konveksiyon) farklı kanatçık yüksekliğinin (H) ısı transferine etkisi

Aşağıdaki şekillerde ışısız sadece doğal konveksiyonla ısı transferinin olduğu durumlarda farklı kanatçık yüksekliklerinin ısı transferine etkisi incelenmiştir.

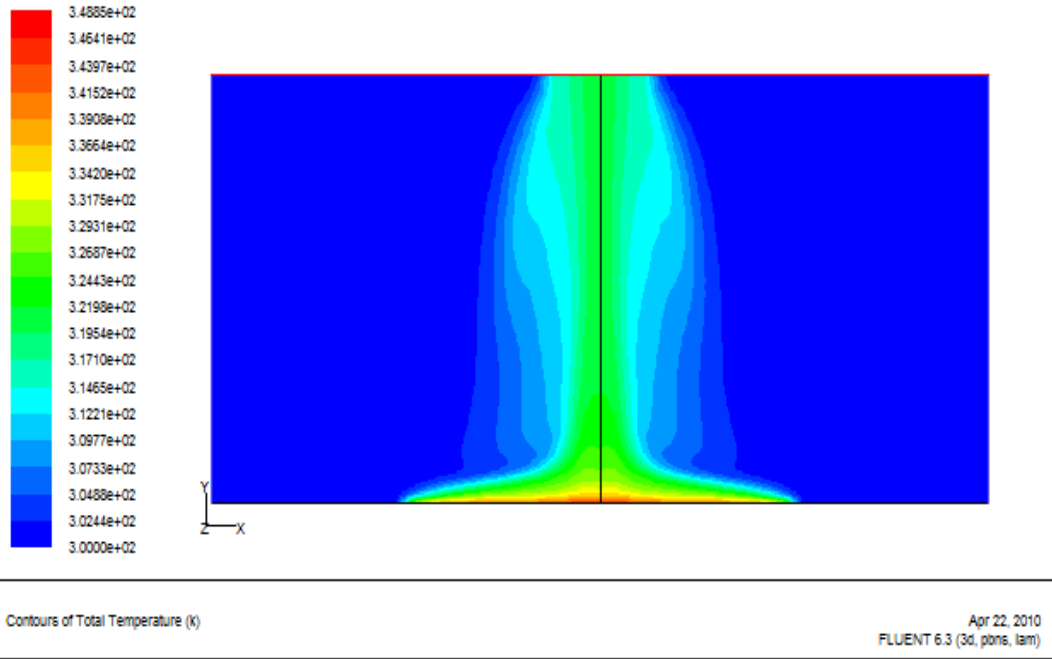


Şekil 5.59. Işımsız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=50$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için toplam değerleri

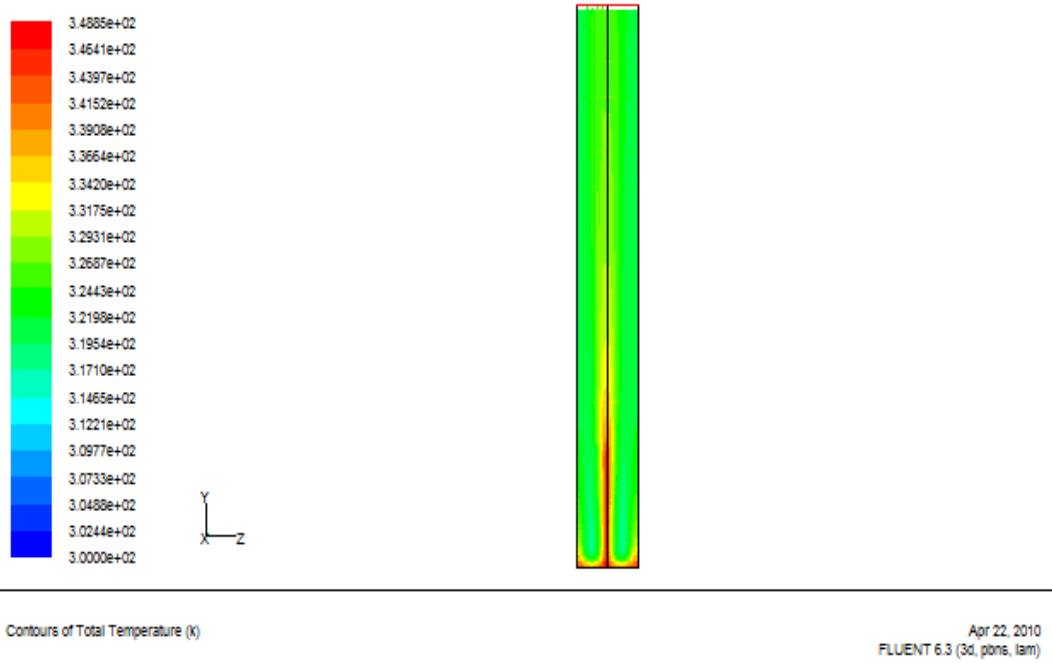


Şekil 5.60. Işımsız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=50$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri





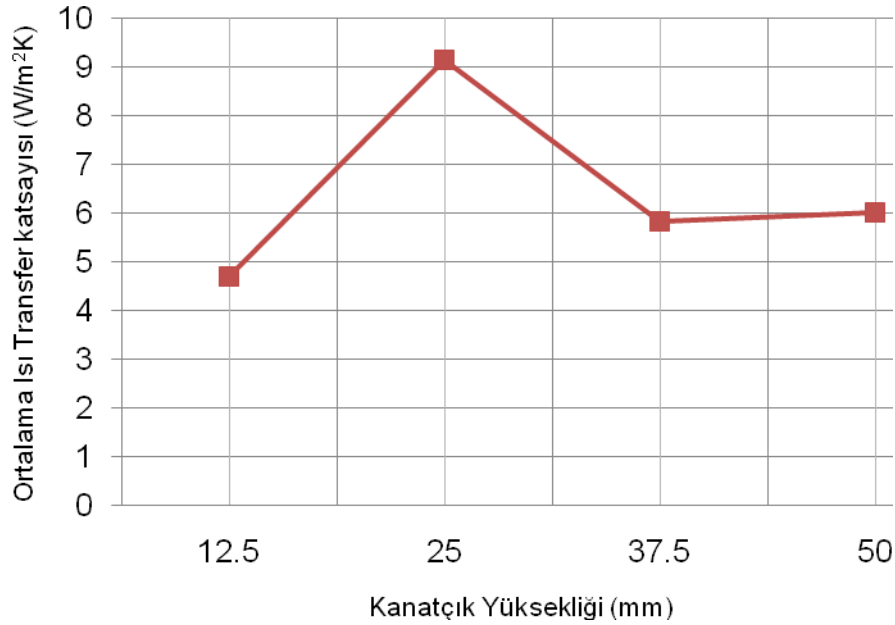
Şekil 5.61. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=50$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)



Şekil 5.62. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=50$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)

Çizelge 5.4. Değişik kanatçık yüksekliği H (mm) değerlerinde elde edilen ısı transfer katsayısı h ( $W/m^2K$ ) değerleri

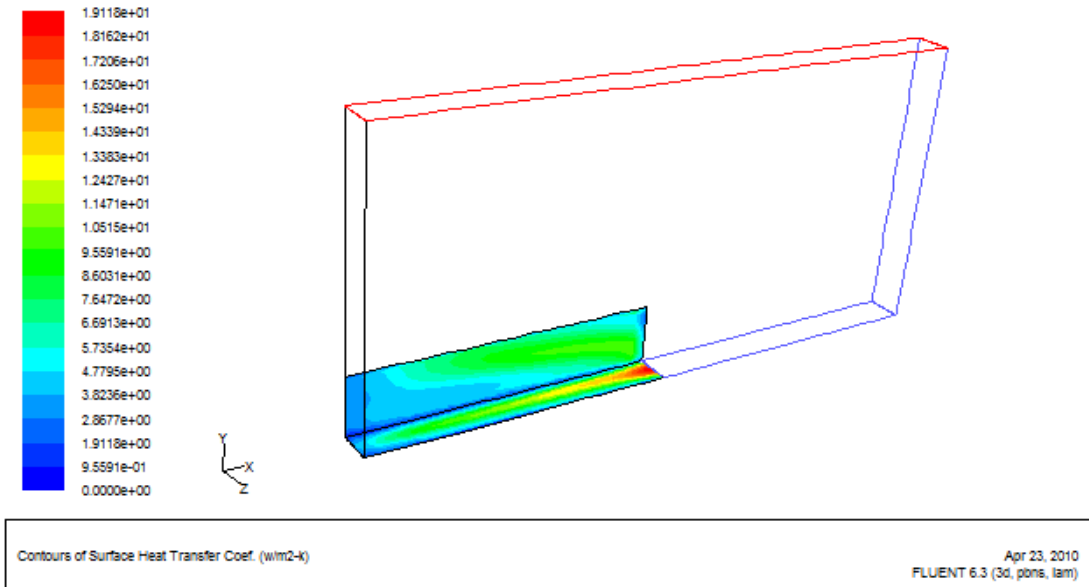
Kanatçık yüksekliği (mm)	Nümerik Çözüm
12.5	4.71
25	9.16
37.5	5.85
50	6.03



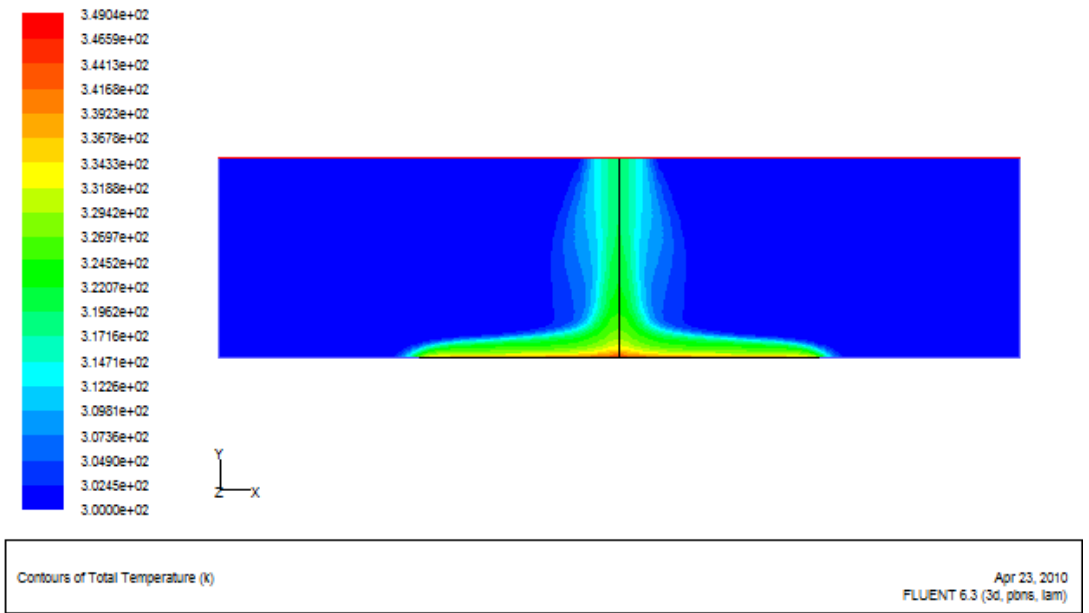
Şekil 5.63. Işımalı değişik kanatçık yüksekliği H (mm) değerlerinde elde edilen ısı transfer katsayısı h ( $W/m^2K$ ) değerleri grafiği

### Işımalı (doğal konveksiyon + ısıma) farklı kanatçık yüksekliğinin (H) ısı transferine etkisi

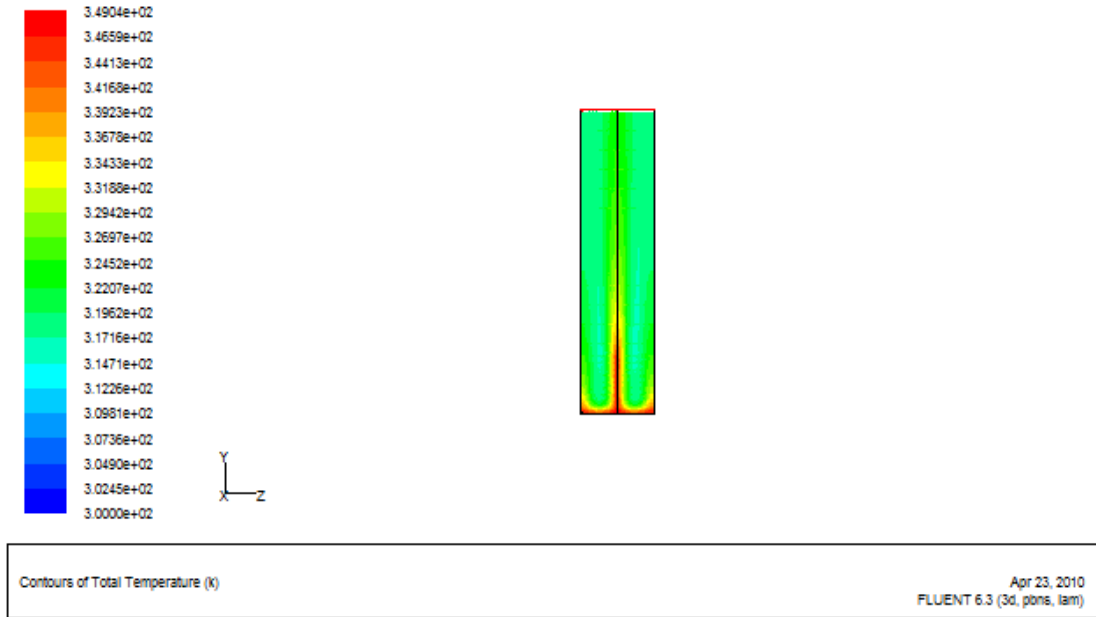
Aşağıdaki şekillerde, ışımalı (doğal konveksiyon + ısıma) ısı transferinin olduğu durumlarda farklı kanatçık yüksekliklerinin ısı transferine etkisi incelenmiştir.



Şekil 5.64. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



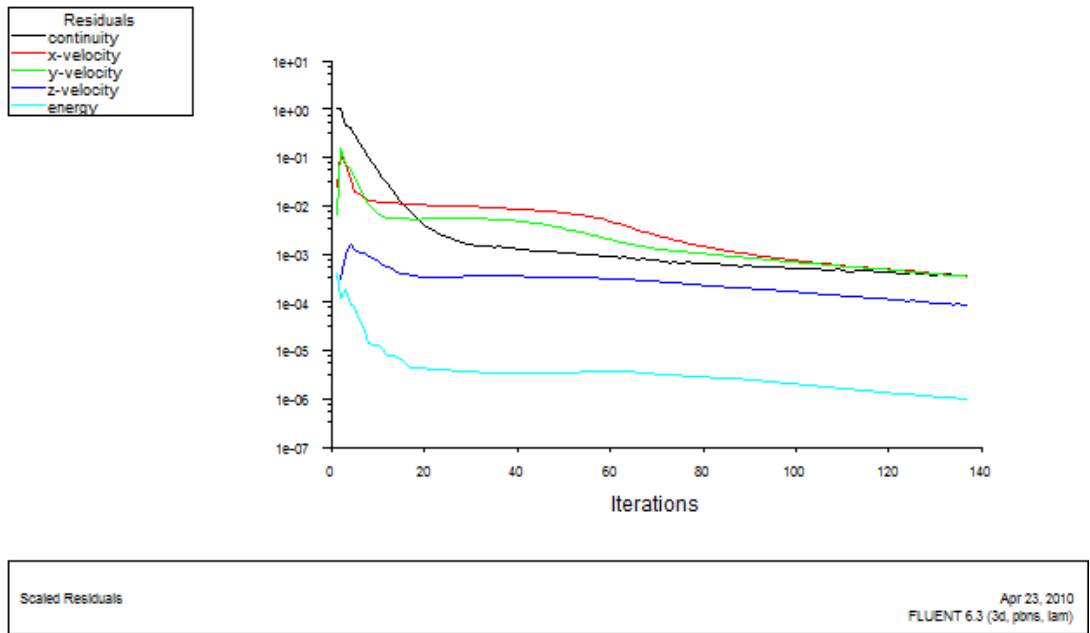
Şekil 5.65. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)



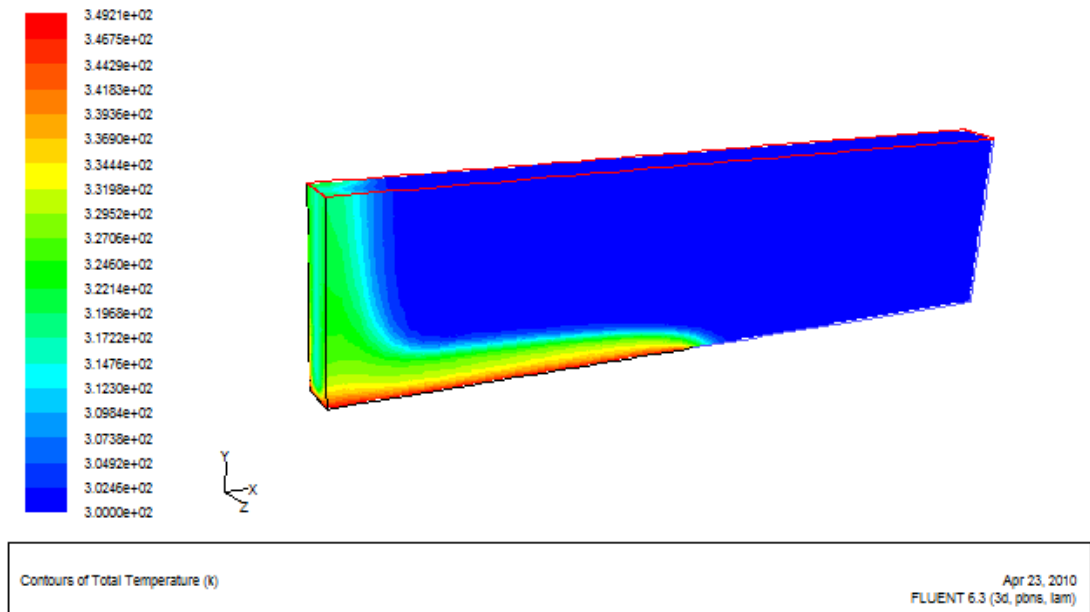
Şekil 5.66. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)

Fluent 6.3 programı çalıştırılarak elde edilen “rd1S30H12.5L125” (ışmalı, kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=12.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm) modeline ait toplam ısı transfer miktarı (doğal konveksiyon + ışıma) içindeki ışıma ile ısı transfer miktarı aşağıda verilmiştir.

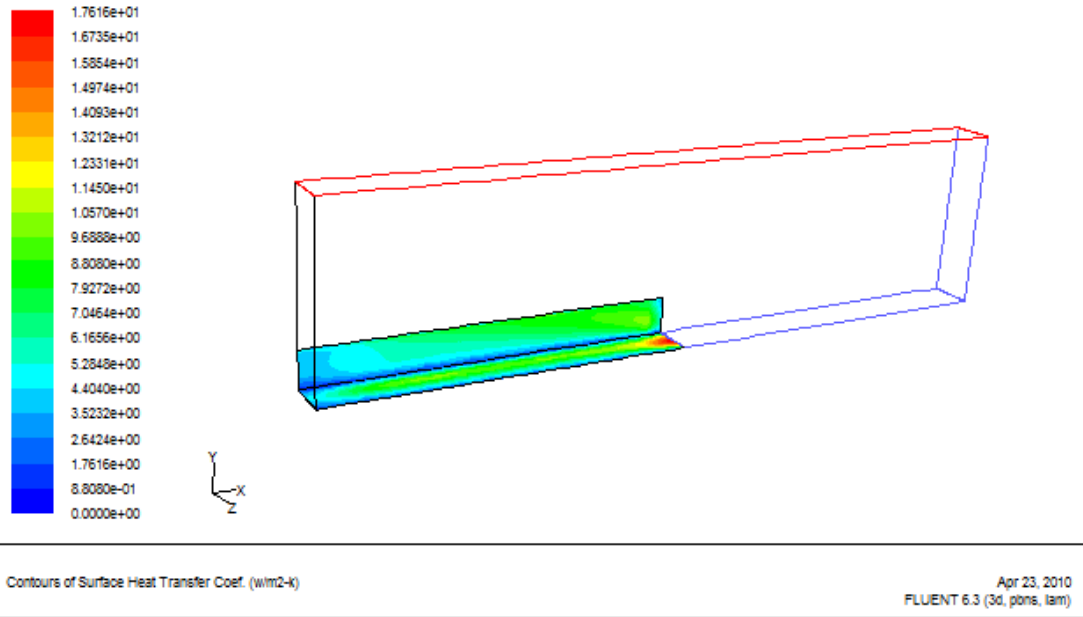
Total Heat Transfer Rate	(w)
kanatçık_alt_yuzey	0.82801384
kanatçık_yan_yuzey	1.1453129
Net	1.9733267
Radiation Heat Transfer Rate	(w)
kanatçık_alt_yuzey	0.094175659
kanatçık_yan_yuzey	0.16386133
Net	0.25803699



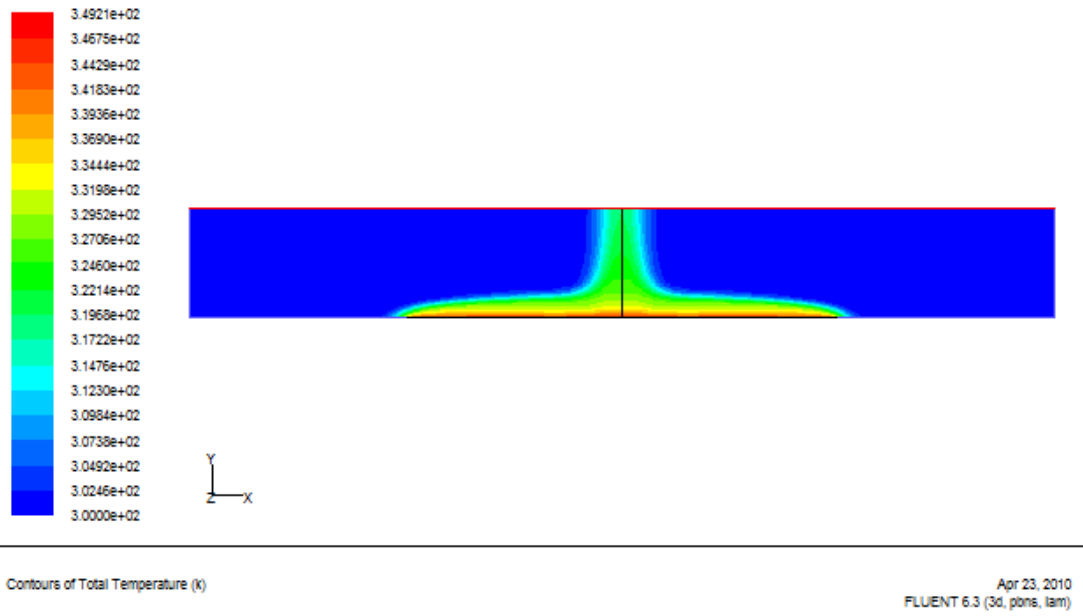
Şekil 5.67. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=12.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için yakınsama grafiği



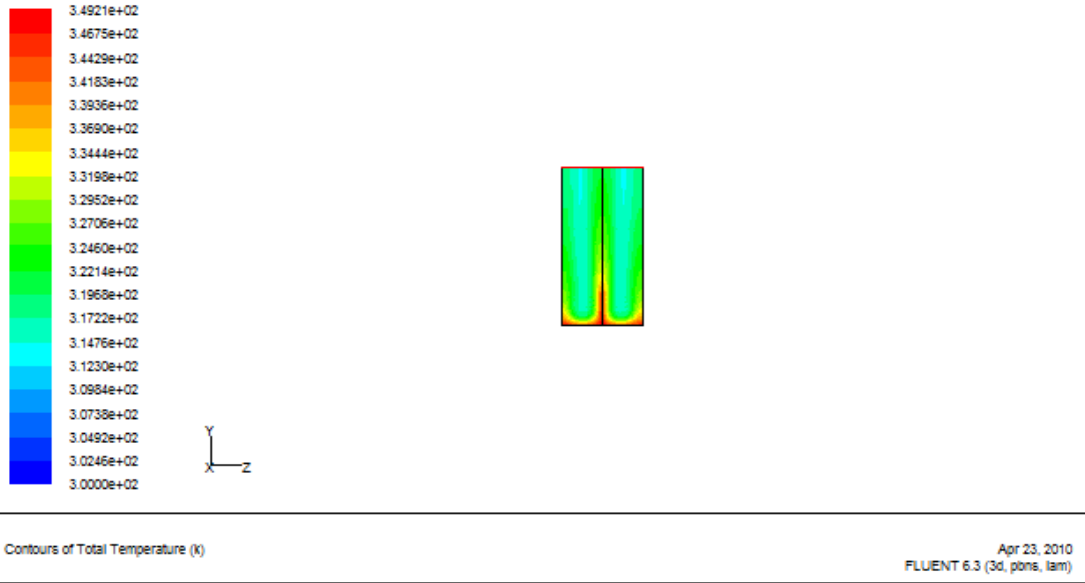
Şekil 5.68. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=12.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri



Şekil 5.69. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=12.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



Şekil 5.70. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=12.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)



Şekil 5.71. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=12.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)

Fluent 6.3 programı çalıştırılarak elde edilen “rd1S30H37.5L62.5” (ışmalı, kanatçık aralığı 30m, yüksekliği 37.5mm ve boyu 62.5mm) modeline ait toplam ısı transfer miktarı (doğal konveksiyon + ışıma) içindeki ışıma ile ısı transfer miktarı aşağıda verilmiştir.

Total Heat Transfer Rate (w)

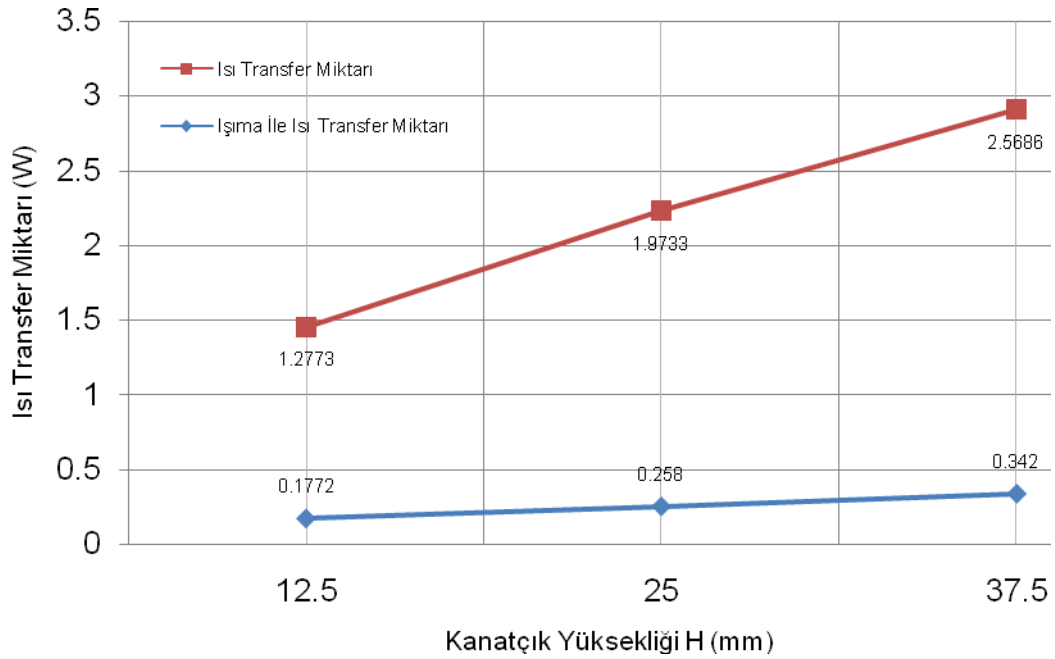
kanatçık_alt_yuzey	0.72118485
kanatçık_yan_yuzey	0.55620795
Net	1.2773928

Radiation Heat Transfer Rate (w)

kanatçık_alt_yuzey	0.096867457
kanatçık_yan_yuzey	0.080413066
Net	0.177280

Çizelge 5.5. Kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık boyu  $L=62.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için farklı kanatçık yüksekliği  $H$  (mm) değerlerinde ısı transfer miktarı ve ışıma miktarı değerleri

Kanatçık Yüksekliği $H$ (mm)	Toplam Isı Transfer Miktarı (W)	İşıma Isı Transfer Miktarı (W)	İşıma M (%)
12.5	1.2773	0.1772	13.87
25	1.9733	0.258	13.07
37.5	2.5686	0.342	13.31



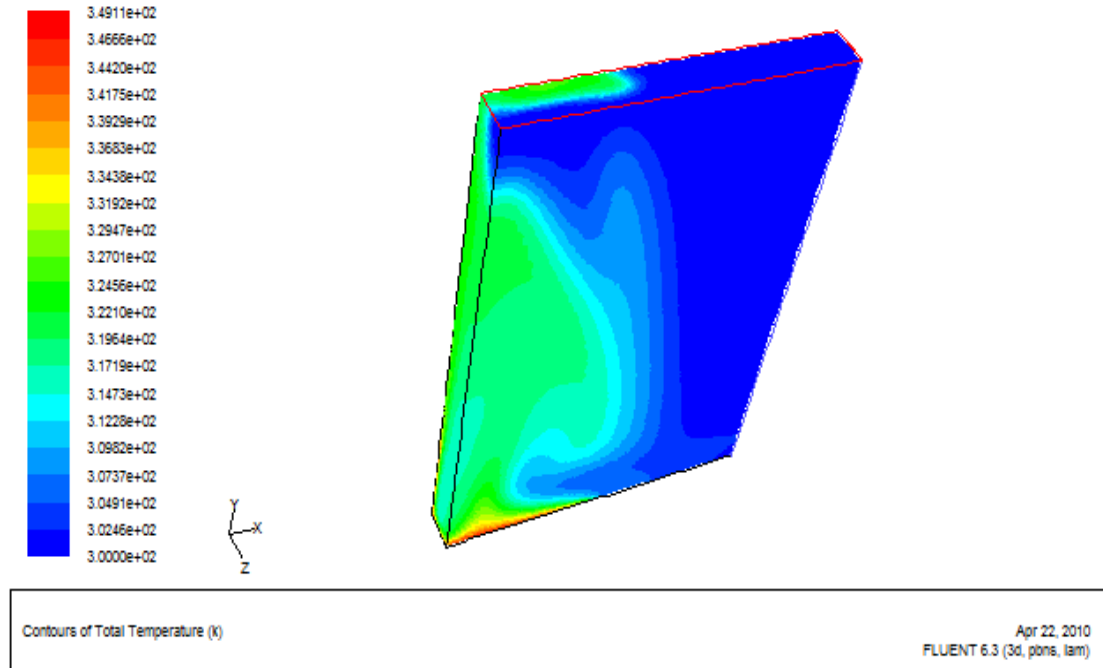
Şekil 5.72. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık boyu  $L=62.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için farklı kanatçık yüksekliği  $H$  (mm) değerlerinde ısı transfer miktarı

### 5.1.3. Kanatçık uzunluğunun etkisi (L)

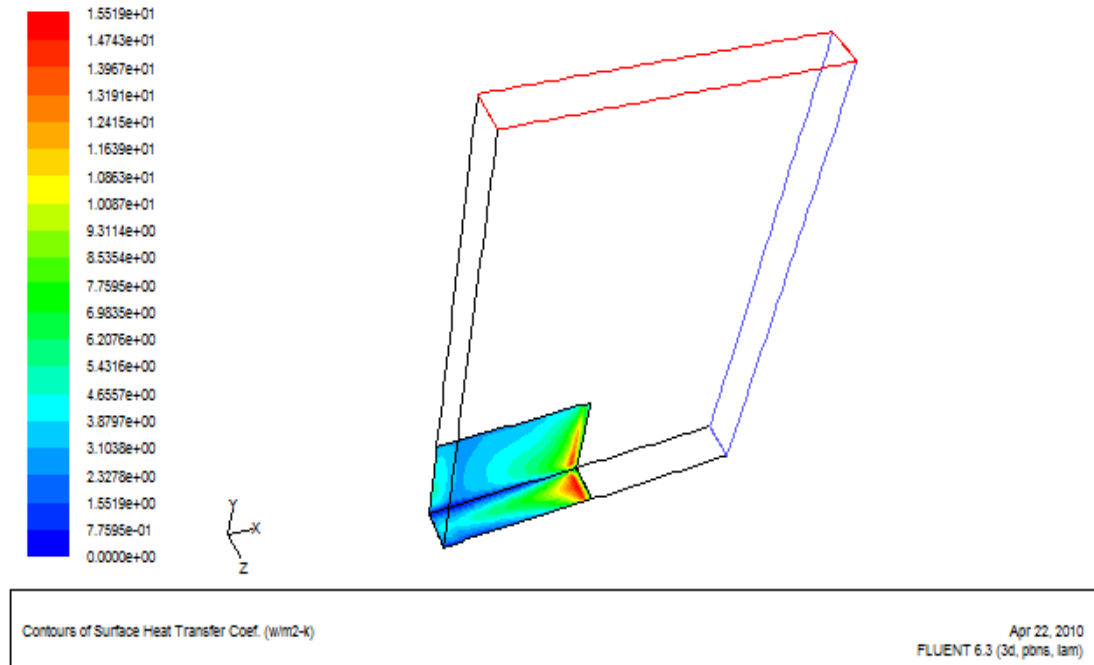
#### İşımasız (doğal konveksiyon) farklı kanatçık uzunluğunun (L) ısı transferine etkisi

Aşağıdaki şekillerde, ışımasız (doğal konveksiyon) ısı transferinin olduğu durumlarda farklı kanatçık boylarının ısı transferine etkisi incelenmiştir.

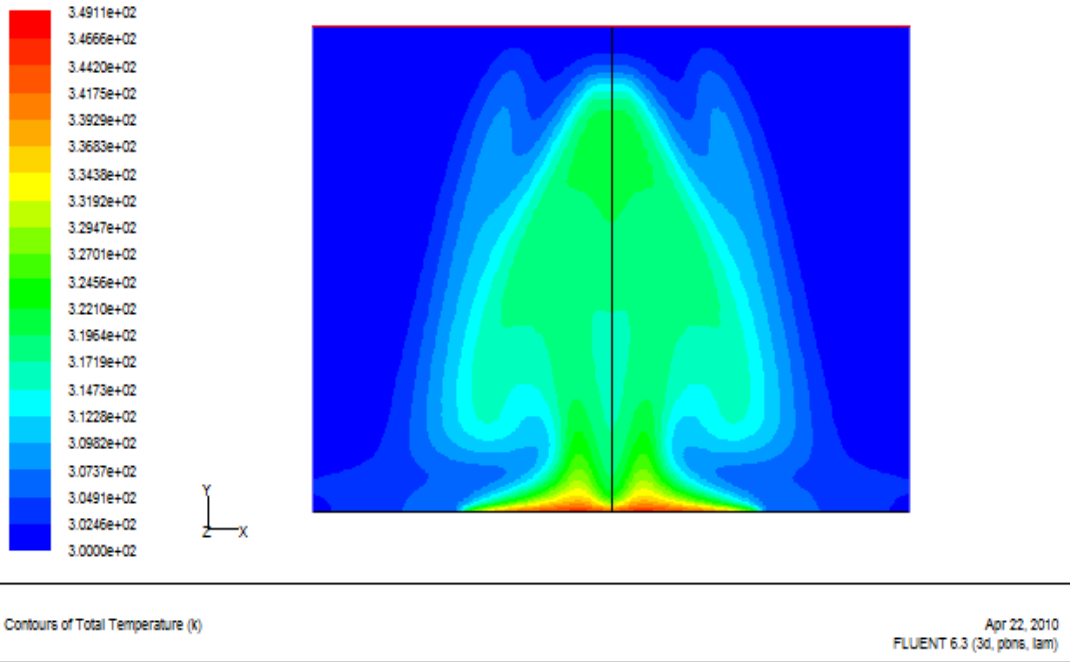




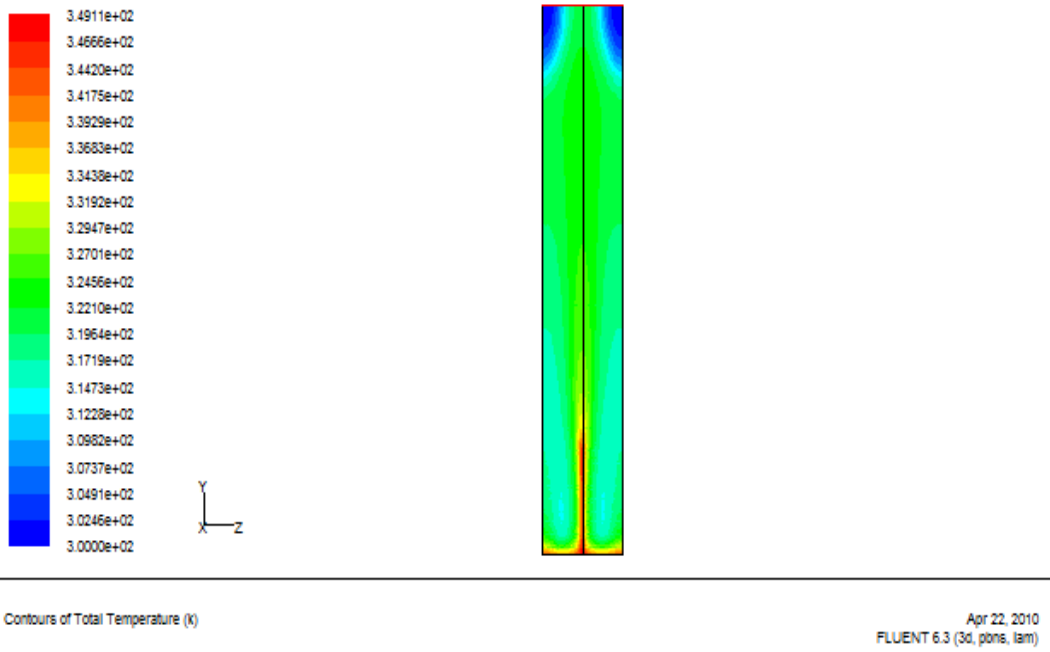
Şekil 5.73. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=62.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri



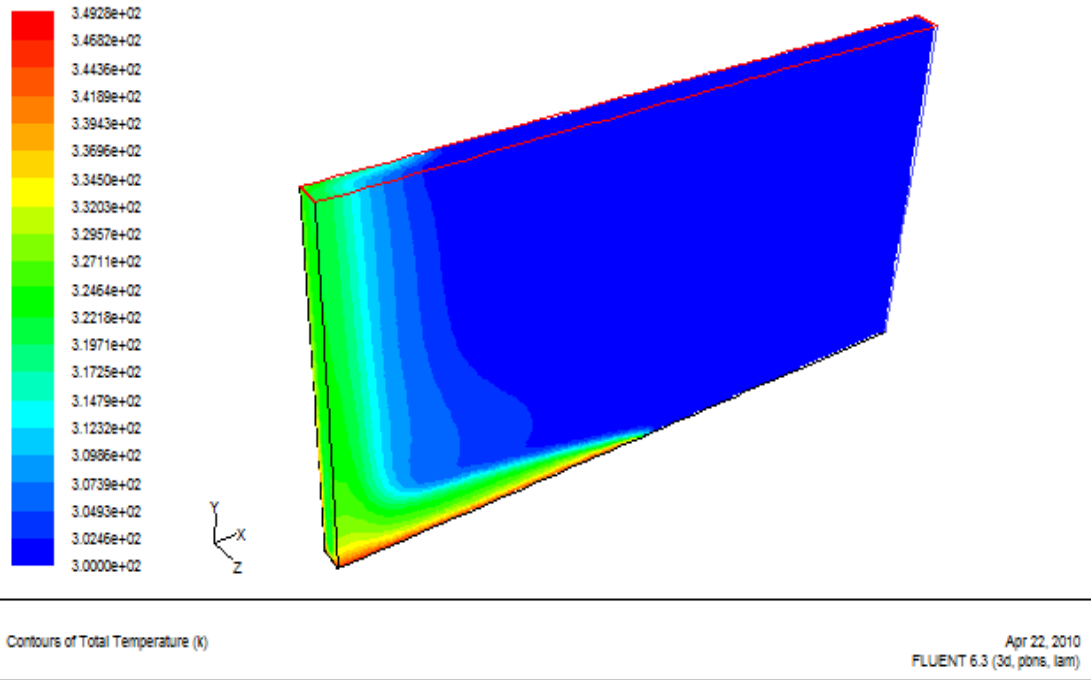
Şekil 5.74. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=62.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



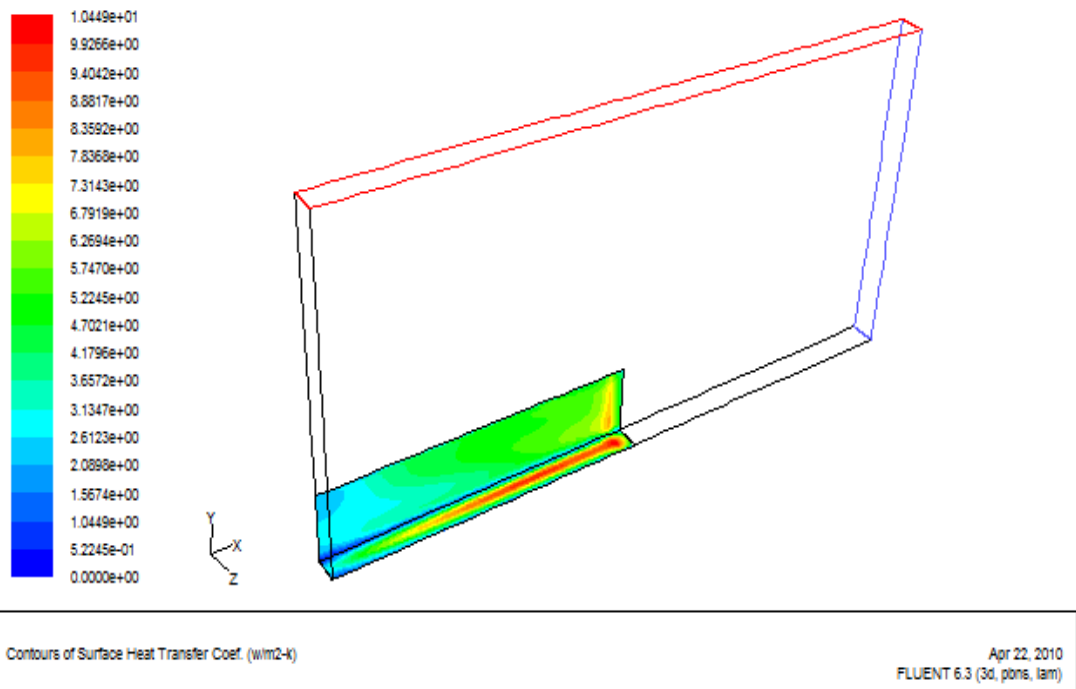
Şekil 5.75. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=62.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)



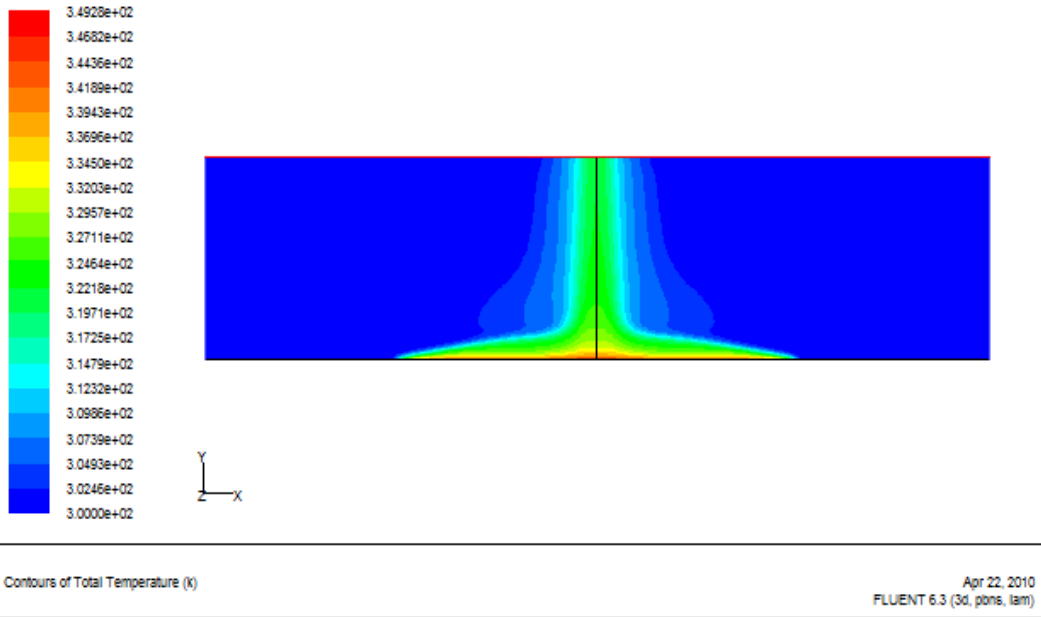
Şekil 5.76 Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=62.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)



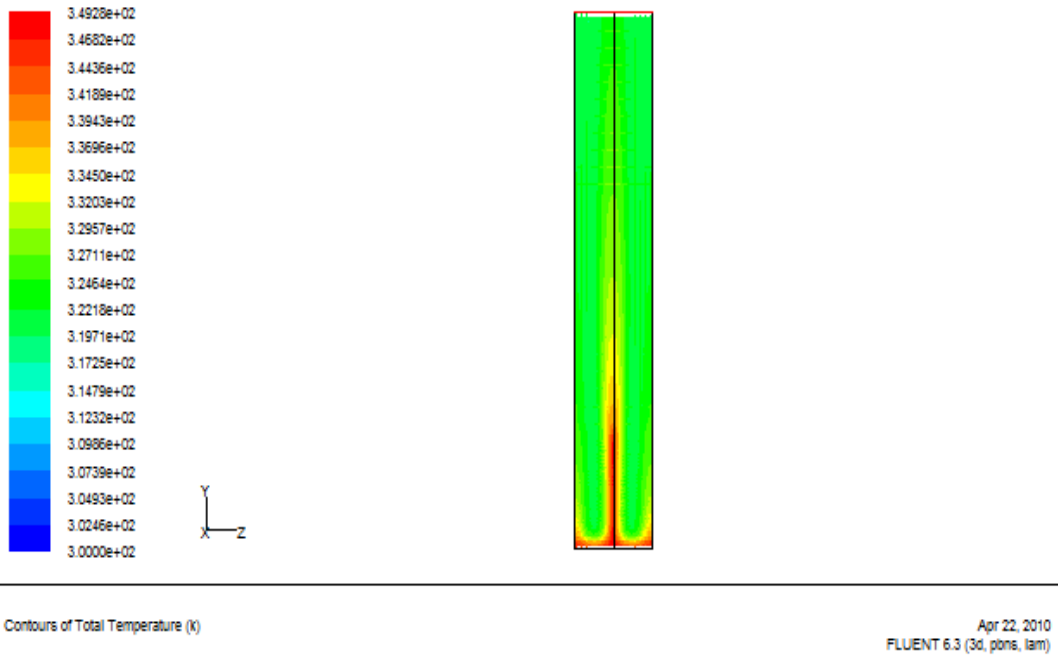
Şekil 5.77. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=187.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için toplam sıcaklık değerleri



Şekil 5.78. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=187.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



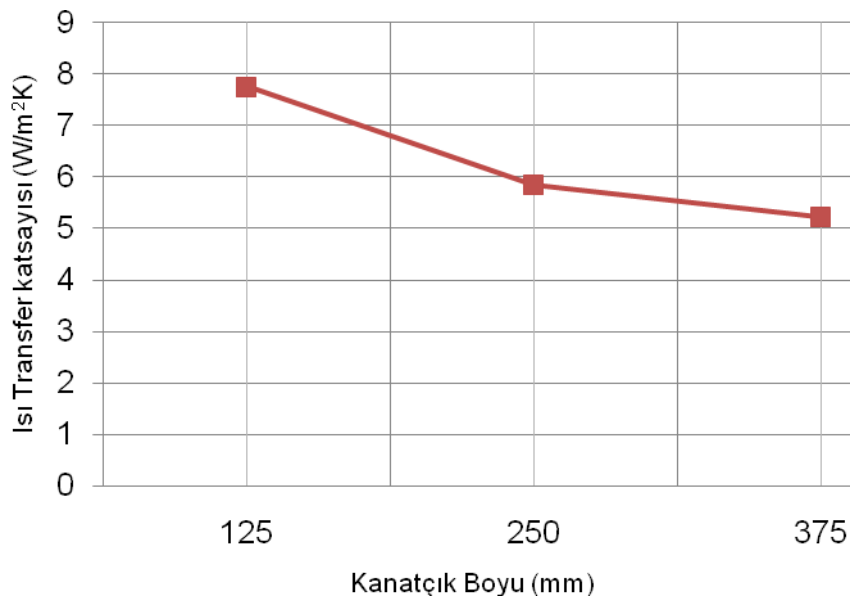
Şekil 5.79. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=187.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)



Şekil 5.80. Işımasız kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=187.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)

Çizelge 5.6. Değişik kanatçık boyu  $L$  (mm) değerlerinde elde edilen ısı transfer katsayısı  $h$  ( $W/m^2K$ ) değerleri

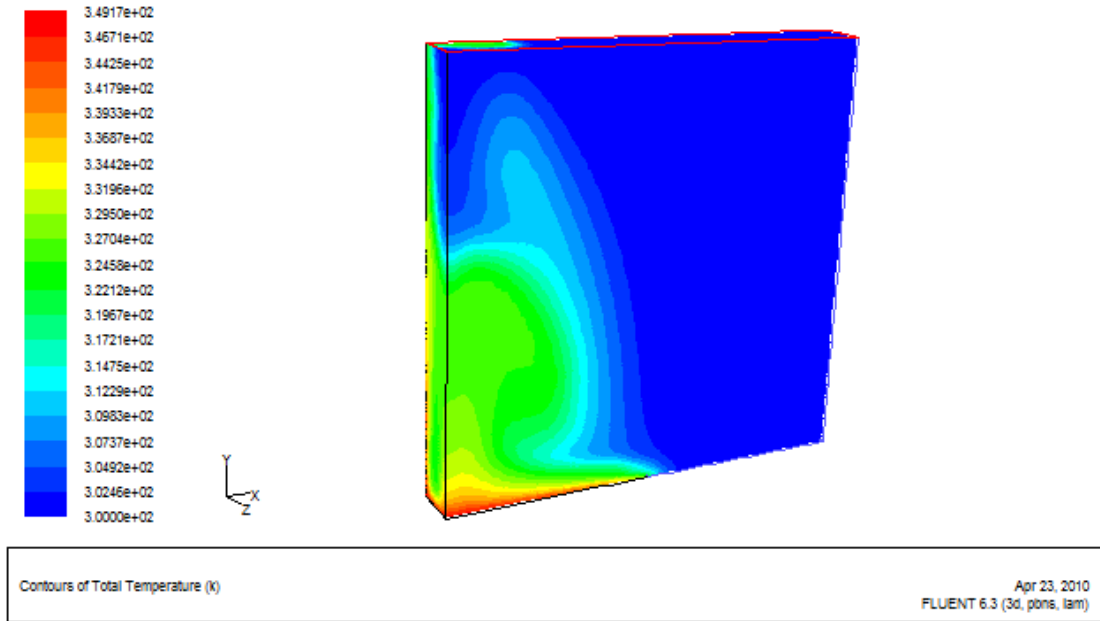
Kanatçık boyu (mm)	Nümerik Çözüm
125	7.76
250	5.85
375	5.22



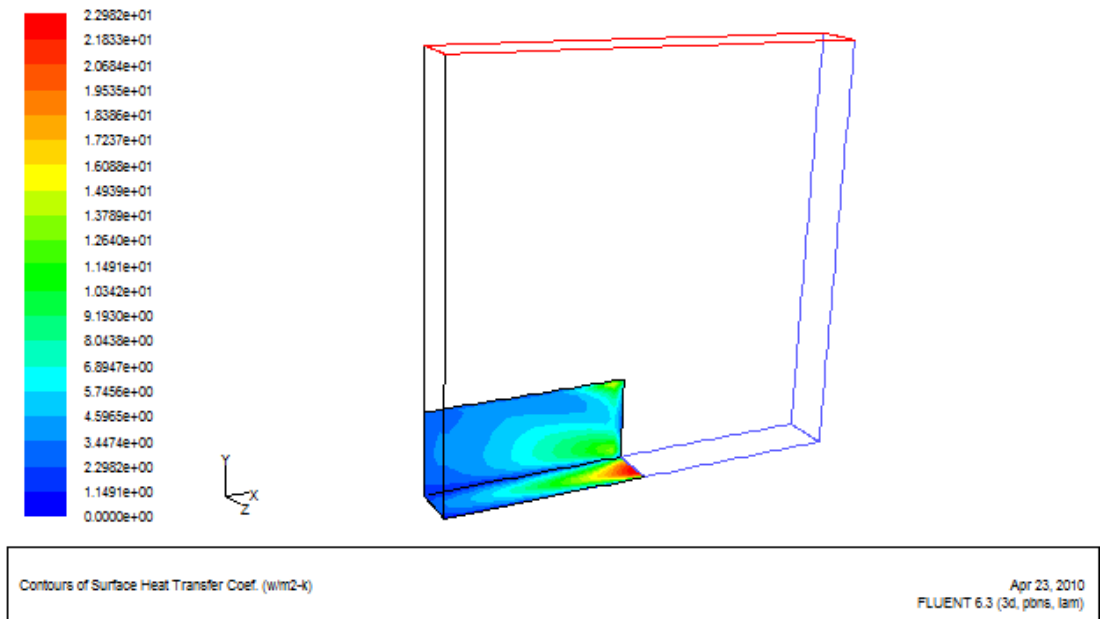
Şekil. 5.81. Işımalı değişik kanatçık boyu  $L$  (mm) değerlerinde elde edilen ısı transfer katsayısı  $h$  ( $W/m^2K$ ) değerleri grafiği

Işımalı (doğal konveksiyon ve ışıma) farklı kanatçık uzunluğunun ( $L$ ) ısı transferine etkisi

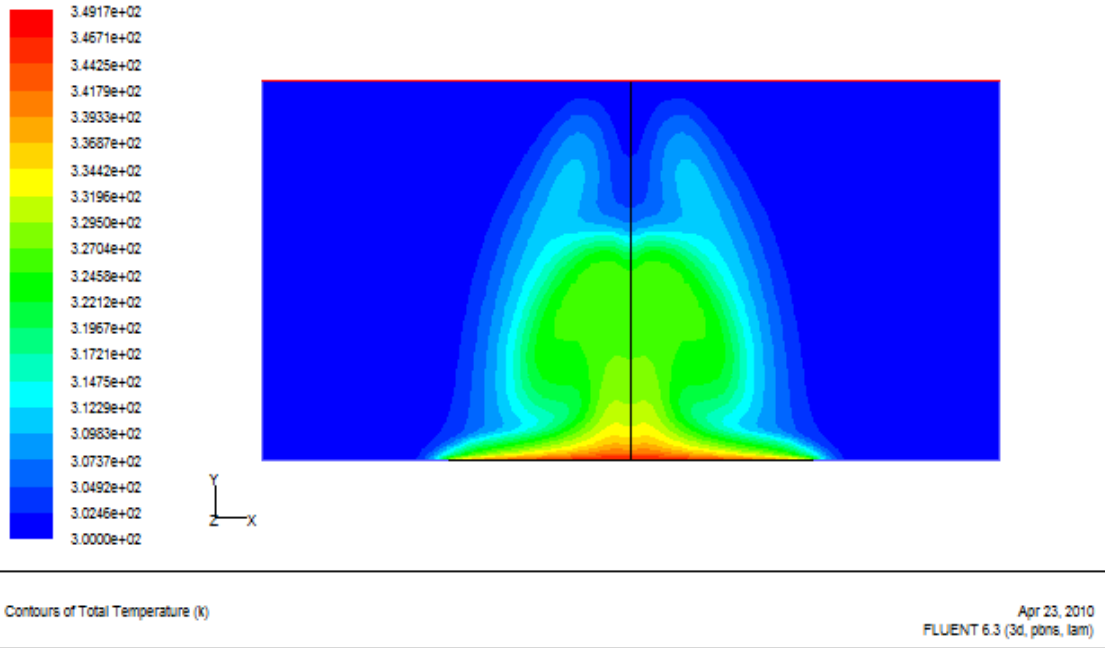
Aşağıdaki şekillerde, ışımalı (doğal konveksiyon + ışıma) ısı transferinin olduğu durumlarda farklı kanatçık boylarının ısı transferine etkisi incelenmiştir.



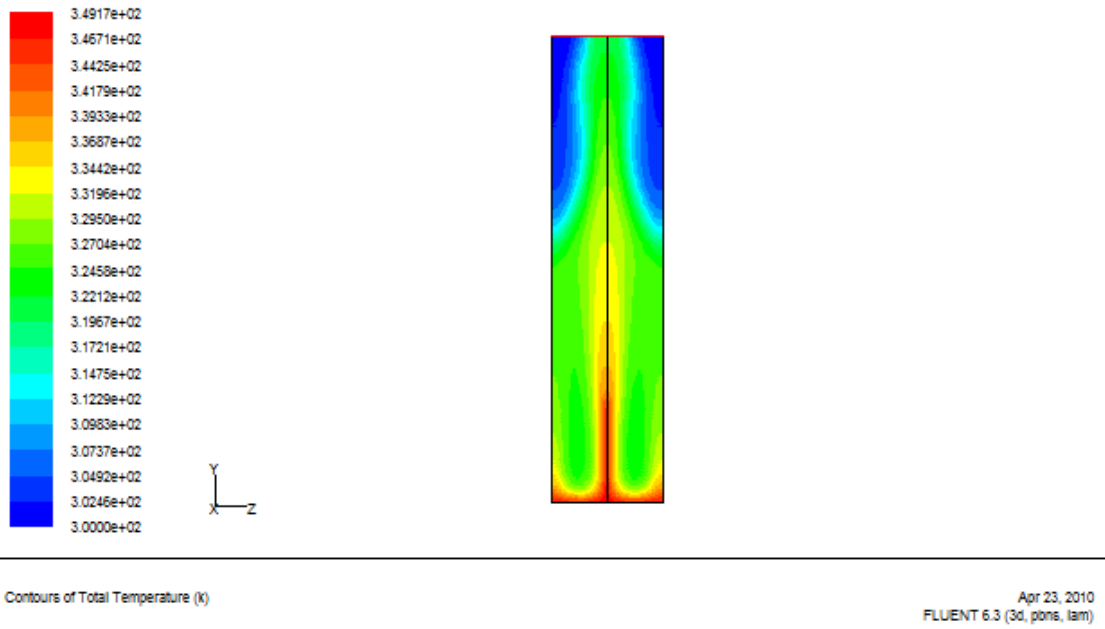
Şekil 5.82. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=62.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri



Şekil 5.83. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=62.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



Şekil 5.84. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=62.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)



Şekil 5.85. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=62.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)

Fluent 6.3 programı çalıştırılarak elde edilen “rd1S30H25L187.5” (ışmalı, kanatçık aralığı 30m, yüksekliği 25mm ve boyu 187.5mm) modeline ait toplam ısı transfer

miktarı (doğal konveksiyon + ışıma) içindeki ışıma ile ısı transfer miktarı aşağıda verilmiştir.

Total Heat Transfer Rate (w)

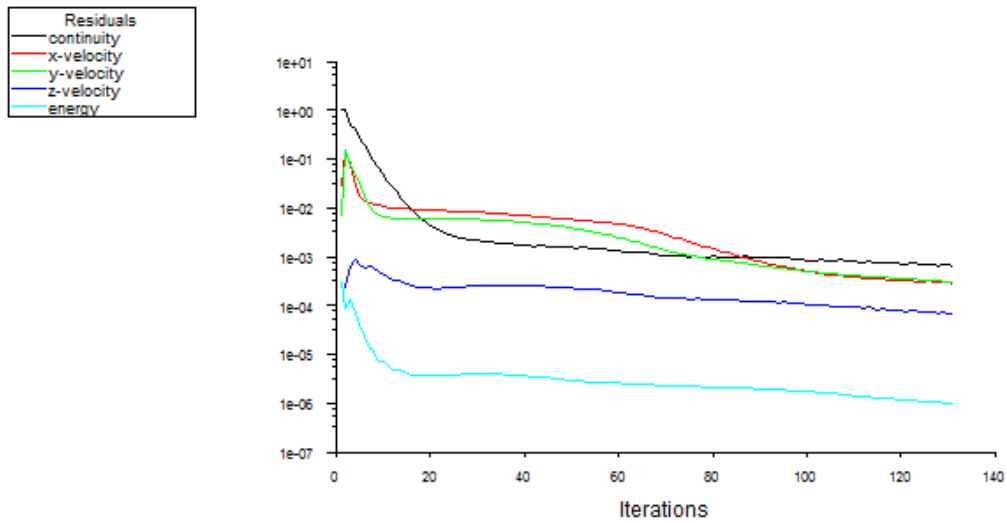
kanatçık_alt_yuzey	0.41111937
kanatçık_yan_yuzey	0.49720335

Net 0.90832272

Radiation Heat Transfer Rate (w)

kanatçık_alt_yuzey	0.047365572
kanatçık_yan_yuzey	0.082988508

Net 0.13035408

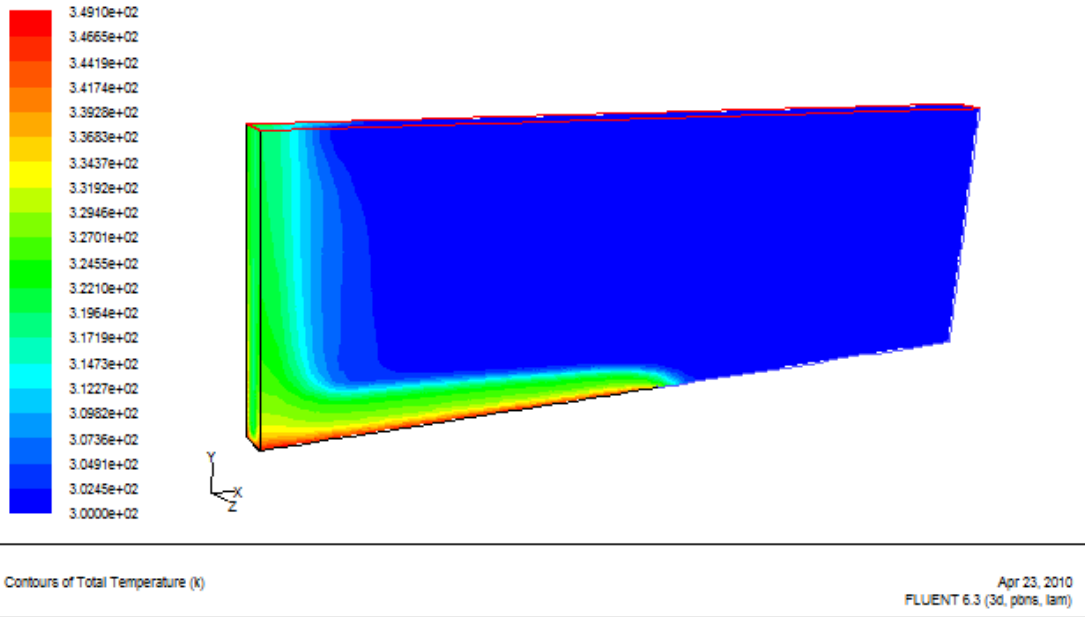


Scaled Residuals

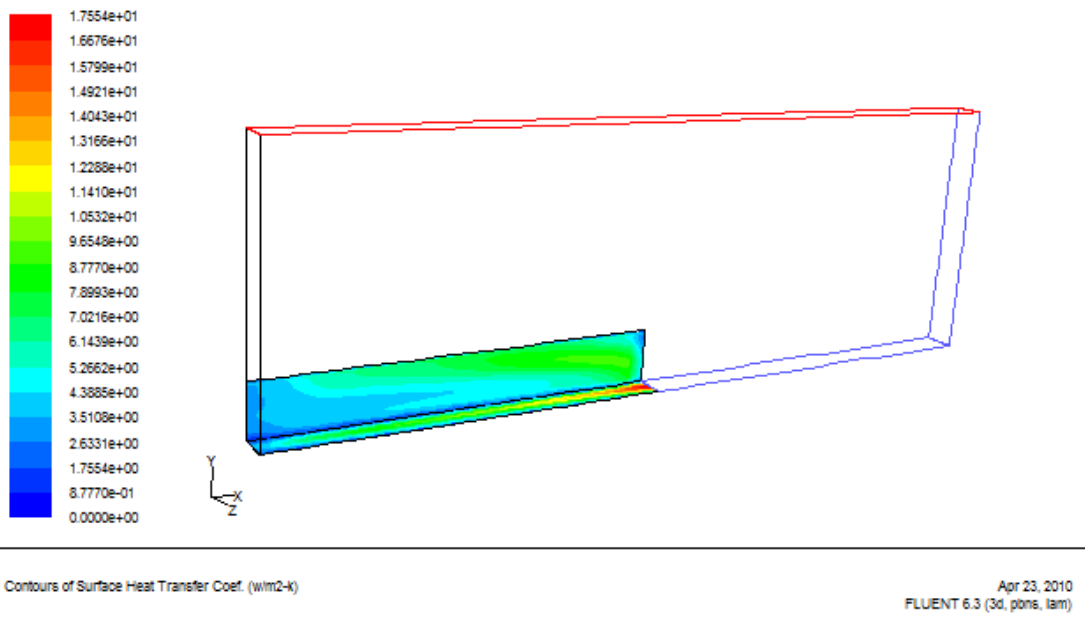
Apr 23, 2010  
FLUENT 6.3 (3d, pons, lam)

Şekil 5.86. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=187.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için yakınsama grafiği

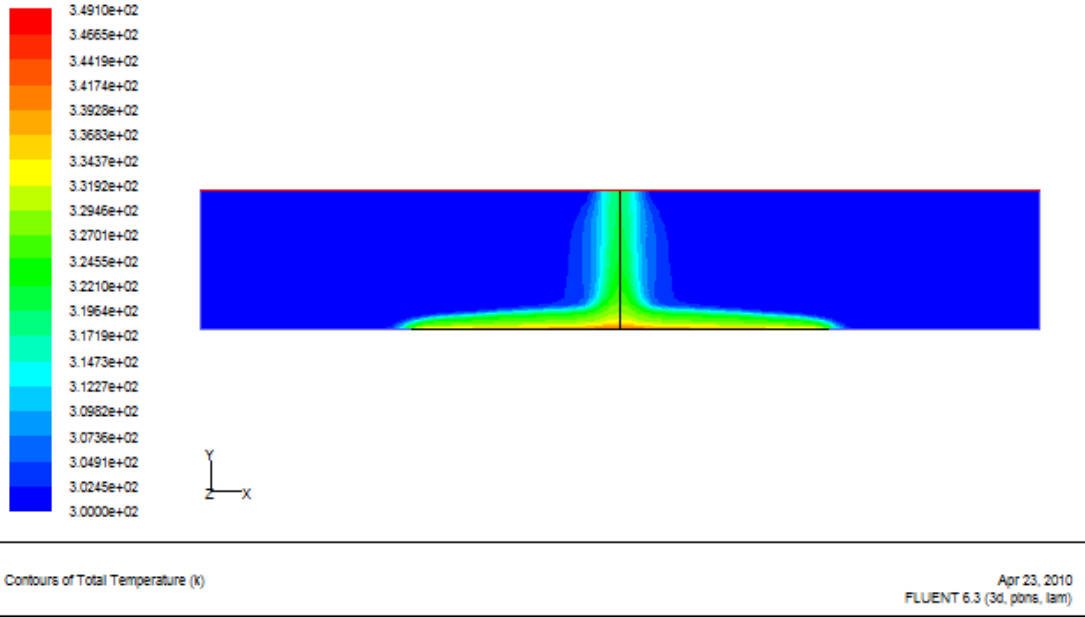




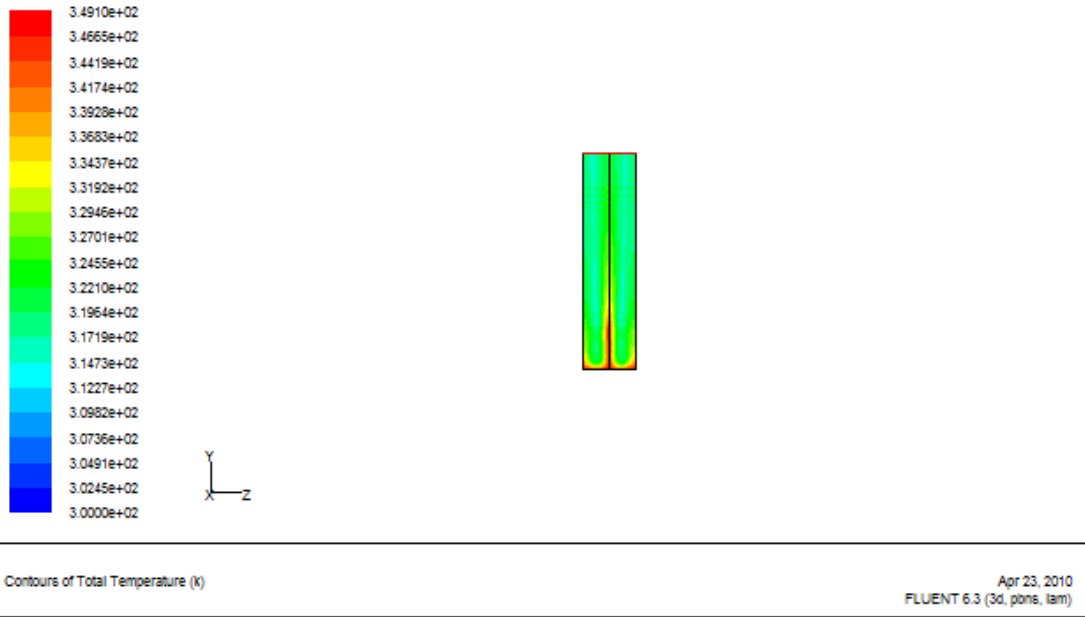
Şekil 5.87. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=187.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri



Şekil 5.88. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=187.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



Şekil 5.89. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=187.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (yüzey-simetri)



Şekil 5.90. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm, kanatçık boyu  $L=187.5$  mm ve  $\Delta T=50$  K için sıcaklık değerleri (kesit-simetri)

Fluent 6.3 programı çalıştırılarak elde edilen “rd1S30H25L125” (ışmalı, kanatçık aralığı 30m, yüksekliği 25mm ve boyu 125mm) modeline ait toplam ısı transfer miktarı (doğal konveksiyon + ısıma) içindeki ısıma ile ısı transfer miktarı aşağıda verilmiştir.

Total Heat Transfer Rate (w)

kanatçık\_alt\_yuzey 1.1132622  
kanatçık\_yan\_yuzey 1.5517707

Net 2.6650329

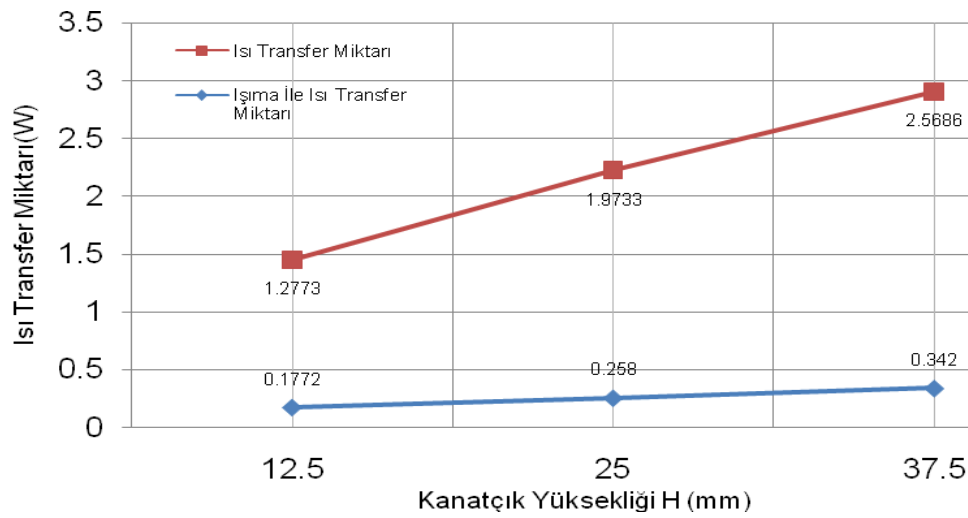
Radiation Heat Transfer Rate (w)

kanatçık\_alt\_yuzey 0.14228652  
kanatçık\_yan\_yuzey 0.24716698

Net 0.3894535

Çizelge 5.7. Kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm ve  $\Delta T=50$  K için farklı kanatçık boyu  $L$  (mm) değerlerinde ısı transfer miktarı ve ışıma miktarı değerleri

Kanatçık Boyu $L$ (mm)	Isı Transfer Miktarı (W)	İşıma Isı Transfer Miktarı (W)	İşıma Miktarı (%)
125	0.9083	0.1303	14.35
250	1.9733	0.258	13.07
375	2.665	0.3894	14.61



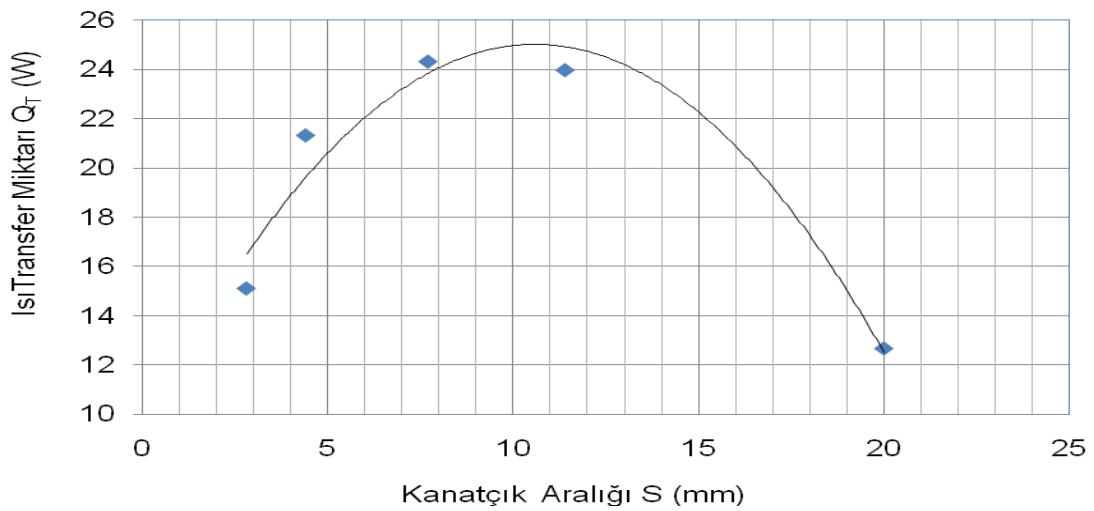
Şekil 5.91. Işımalı kanatçık aralığı  $S=30$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=25$  mm ve  $\Delta T=50$  K için farklı kanatçık boyu  $L$  (mm) değerlerinde ısı transfer miktarı

Çizelge 5.6 - Çizelge 5.8'de farklı kanatçık aralığı, farklı kanatçık boyu ve farklı kanatçık yüksekliklerindeki ısı transfer miktarının ışıma ile ısı transfer miktarına göre değerleri verilmektedir.

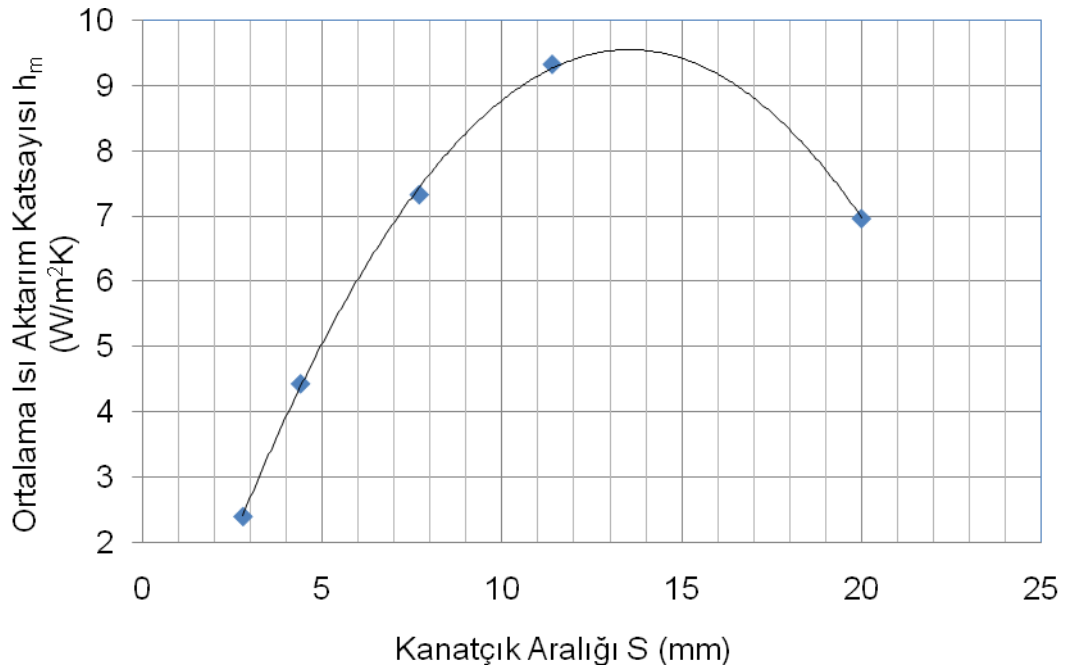
Çizelge 5.8 ve Şekil 5.92. - Şekil 5.94. incelendiğinde sabit genişlikteki bir plaka üzerine yerleştirilen farklı sayıdaki kanatçık dizisi için optimum çözüm aralığı olarak  $S = 8 - 12$  mm aralığı olduğu görülmektedir. Bu değer aralığında aktarılan ısı miktarı ve kanatçık dizisinin etkinliğinin maksimum değerine ulaştığı görülmektedir.

Çizelge 5.8. Kanatçık plaka genişliği  $W = 66$  mm, kanatçık yüksekliği  $H = 37.5$  mm, kanatçık boyu  $L = 125$  mm ve  $\Delta T = 50$  K için sistem parametreleri değerleri

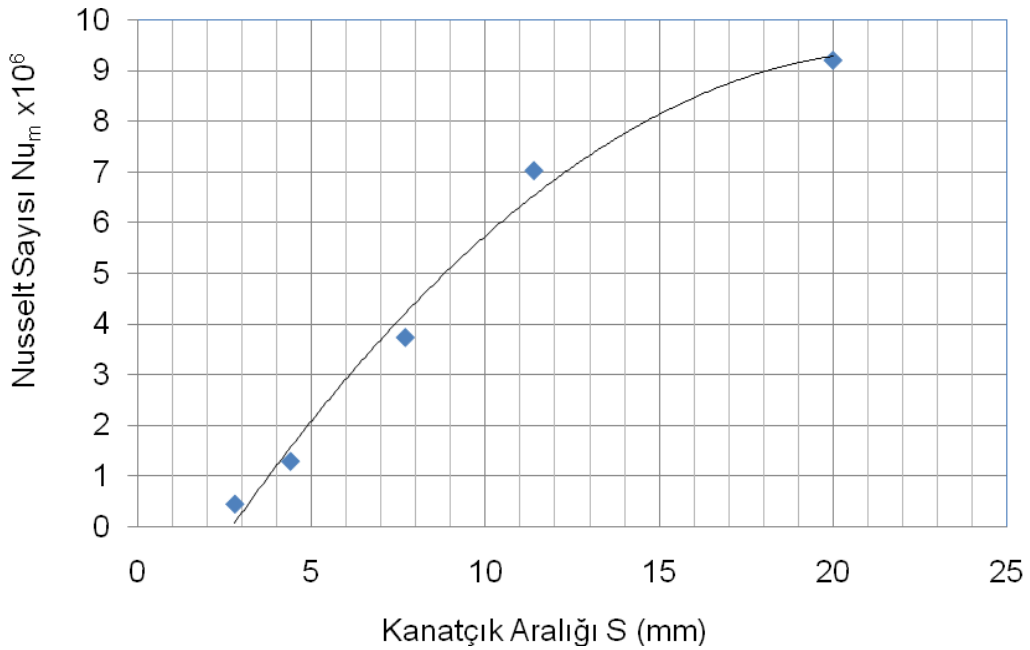
Kanatçık Aralığı S (mm)	Kanat Sayısı N (Adet)	Toplam Isı Transfer Miktarı $Q_T$ (W)	Ortalama Isı Transfer Katsayısı $h_m$ (W/m <sup>2</sup> K)	Ortalama Nusselt Sayısı $Nu_m$
20	4	12.70	6.97	9.22E+06
11.4	6	23.97	9.33	7.04E+06
7.7	8	24.32	7.34	3.74E+06
4.4	12	21.33	4.44	1.29E+06
2.8	16	15.13	2.40	4.45E+05



Şekil 5.92. Kanatçık plaka genişliği  $W = 66$  mm, kanatçık yüksekliği  $H = 37.5$  mm, kanatçık boyu  $L = 125$  mm ve  $\Delta T = 50$  K için  $S - Q_T$  grafiği



Şekil 5.93. Kanatçık plaka genişliği  $W = 66$  mm, kanatçık yüksekliği  $H = 37.5$  mm, kanatçık boyu  $L = 125$  mm ve  $\Delta T = 50$  K için  $S - h_m$  grafiği

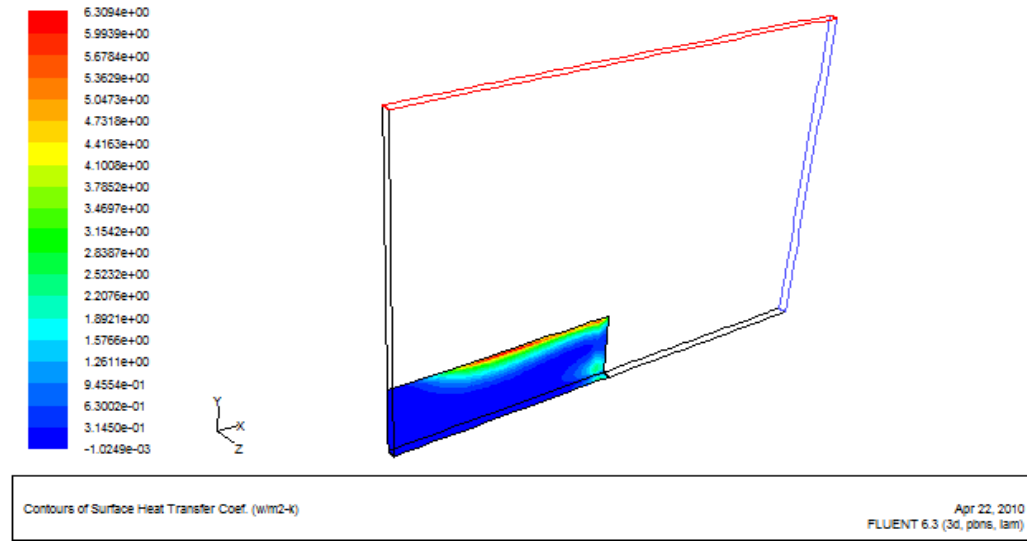


Şekil 5.94. Kanatçık plaka genişliği  $W = 66$  mm, kanatçık yüksekliği  $H = 37.5$  mm, kanatçık boyu  $L = 125$  mm ve  $\Delta T = 50$  K için  $S - Nu_m$  grafiği

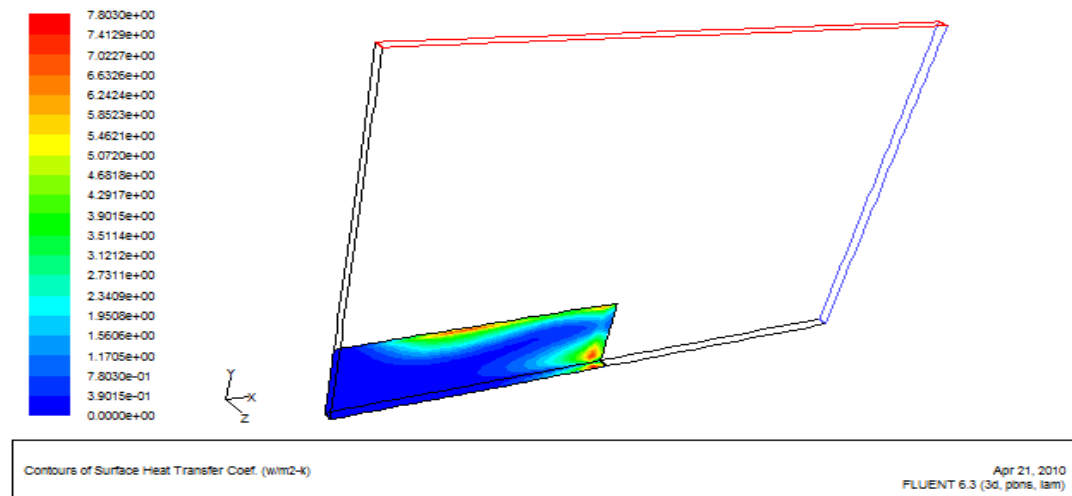
### 5.1.4. Sıcaklık farkının ( $\Delta T$ ) ısı transferine etkisi

#### İşimsiz (doğal konveksiyon) sıcaklık farkının ( $\Delta T$ ) ısı transferine etkisi

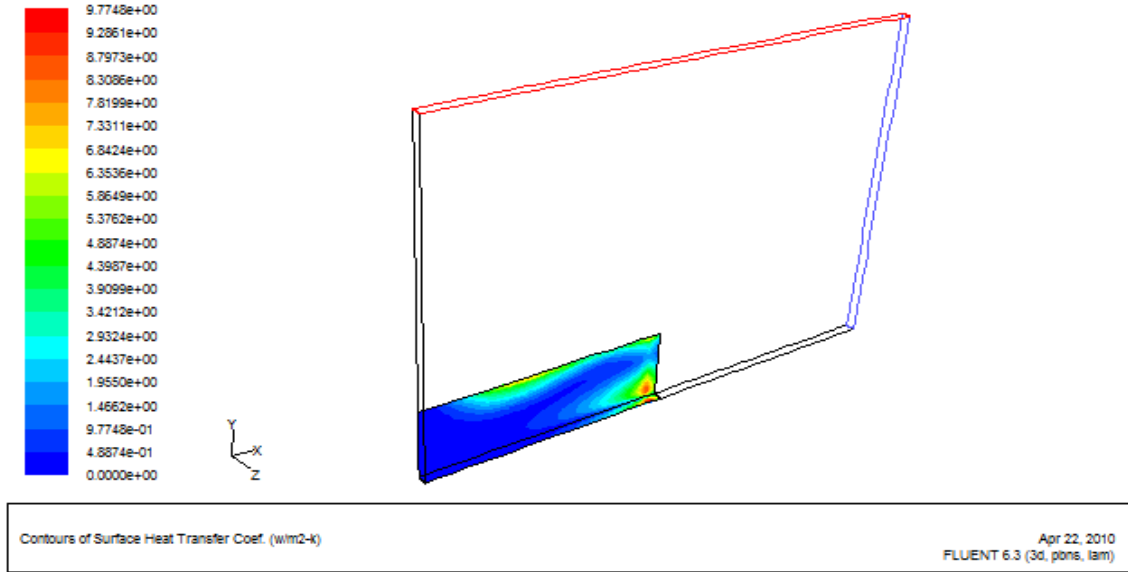
Aşağıdaki şekillerde, işimsiz (doğal konveksiyon) ısı transferinin olduğu durumlarda farklı  $\Delta T$  değerlerinin ısı transferine etkisi incelenmiştir.



Şekil 5.95. İşimsiz kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T=30$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



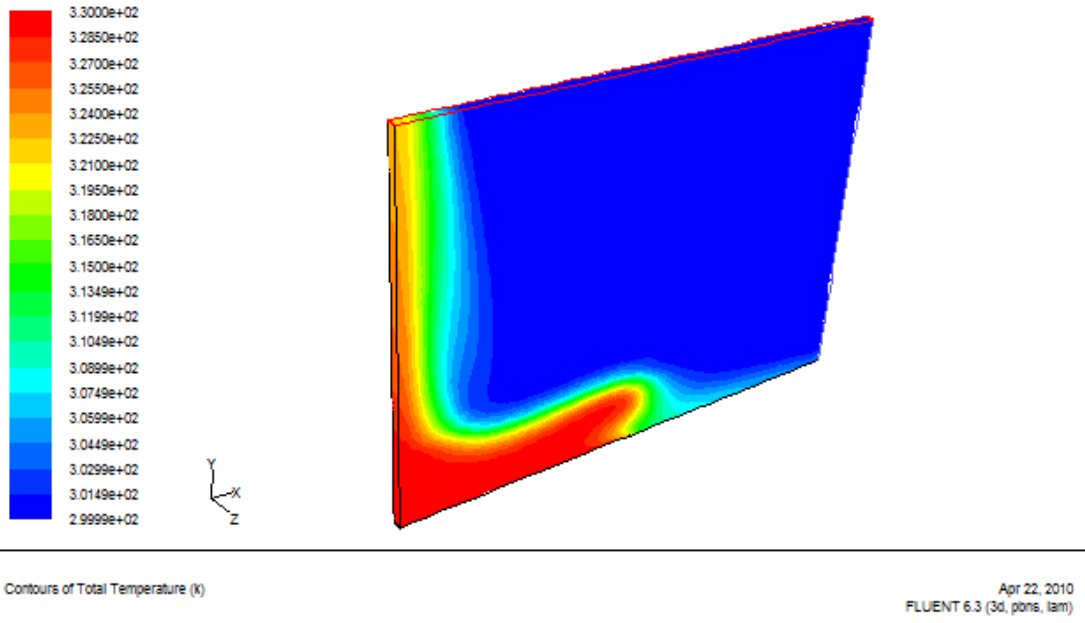
Şekil 5.96. İşimsiz kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



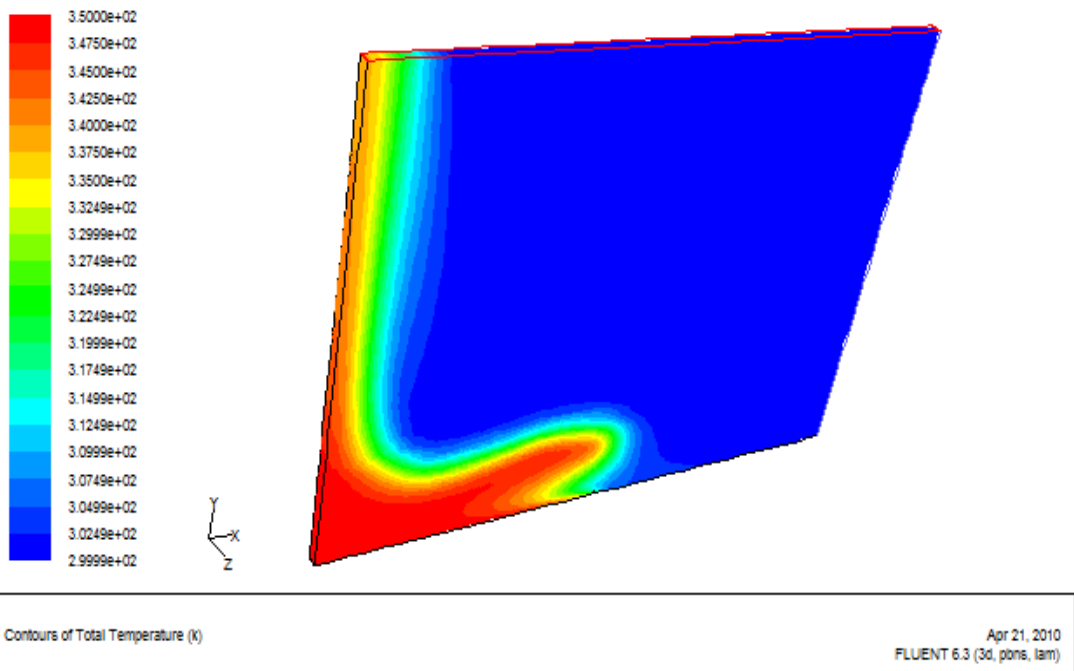
Şekil 5.97. Işımasız kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T=60$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri

Şekil 5.98. - Şekil 5.100. 'de  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm için  $\Delta T$  sırasıyla 30, 50 ve 60 K alınarak  $\Delta T$  'nin sıcaklık dağılımına etkisi gözlemlenmiştir. Şekillerden de görüldüğü gibi kanatçık boyunca simetri düzleminde sıcaklık değerleri yaklaşık olarak sırasıyla 324 K, 340 K, 358 K okunmaktadır. Bu değerler kanatçık sıcaklığının maksimum değerine yakın değerler olup kanatçık aralığının az olması bu durumda etkindir.

Kanatçık aralığı arttıkça simetri eksenindeki sıcaklık maksimum değerinin altına inmektedir. Bu durum aşağıda verilen geniş kanatçık aralığındaki sabit sıcaklıkta modellerden elde edilen grafiklerde görülecektir.  $\Delta T = 50$  K için kanatçık aralığı 10 mm, 20 mm, 30 mm alındığında sıcaklık değeri sırası ile 340 K, 332 K ve 329 K değerlerine düşmektedir. Bu değerlerden de gözlemleneceği gibi sıcaklık azalışı ilk 10 mm için 8 K iken daha sonraki 10 mm için bu değer 3 K 'e inmektedir. Bu durum bize kanat aralığını fazla genişletmenin faydası olmadığını göstermektedir.

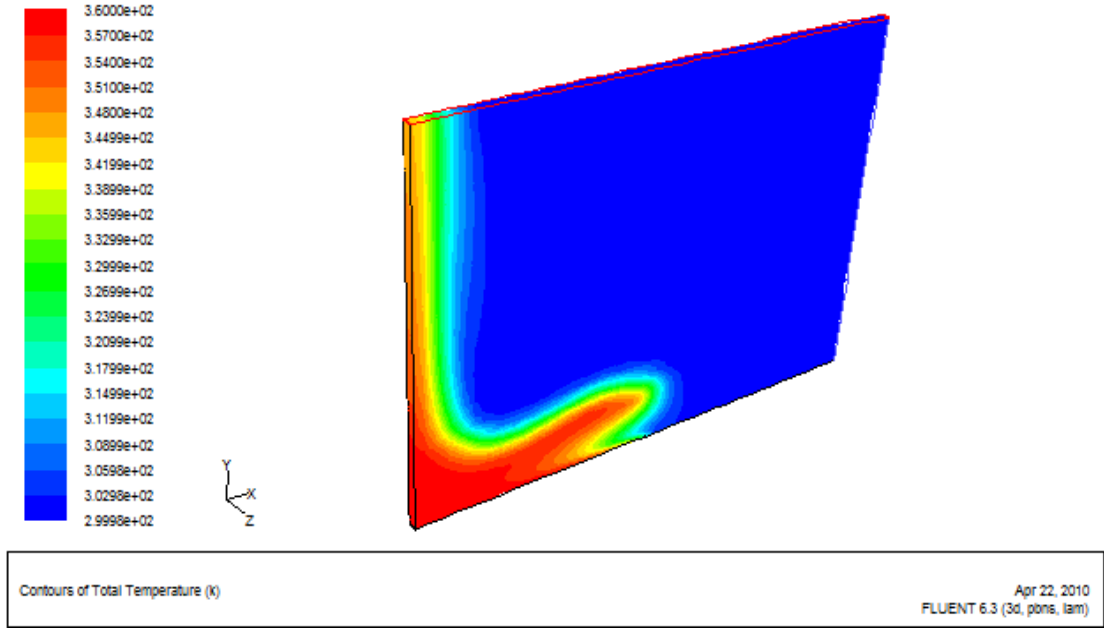


Şekil 5.98. Işımasız kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T = 30$  K için ısı transferi



Şekil 5.99. Işımasız kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T = 50$  K için ısı transferi

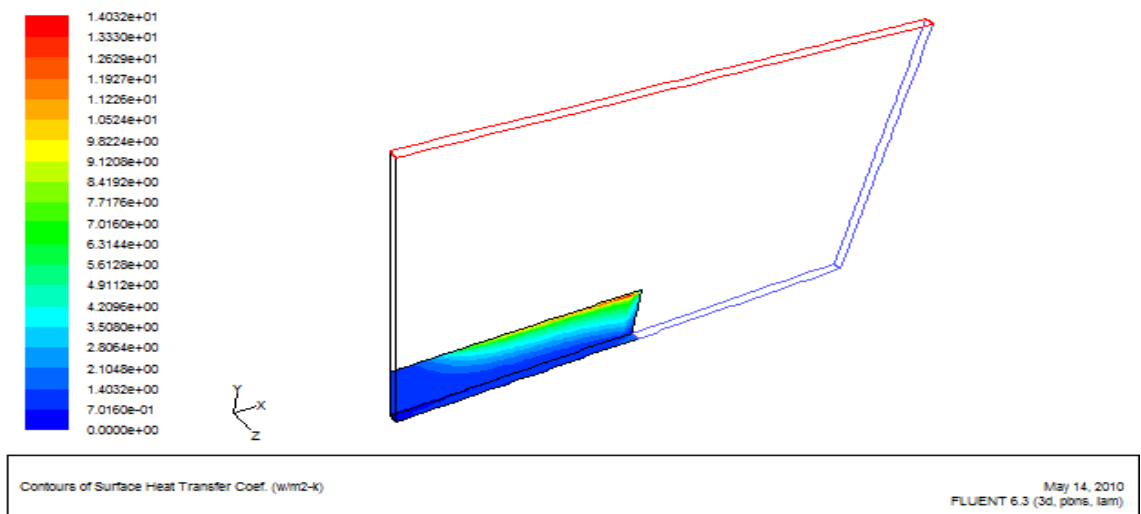




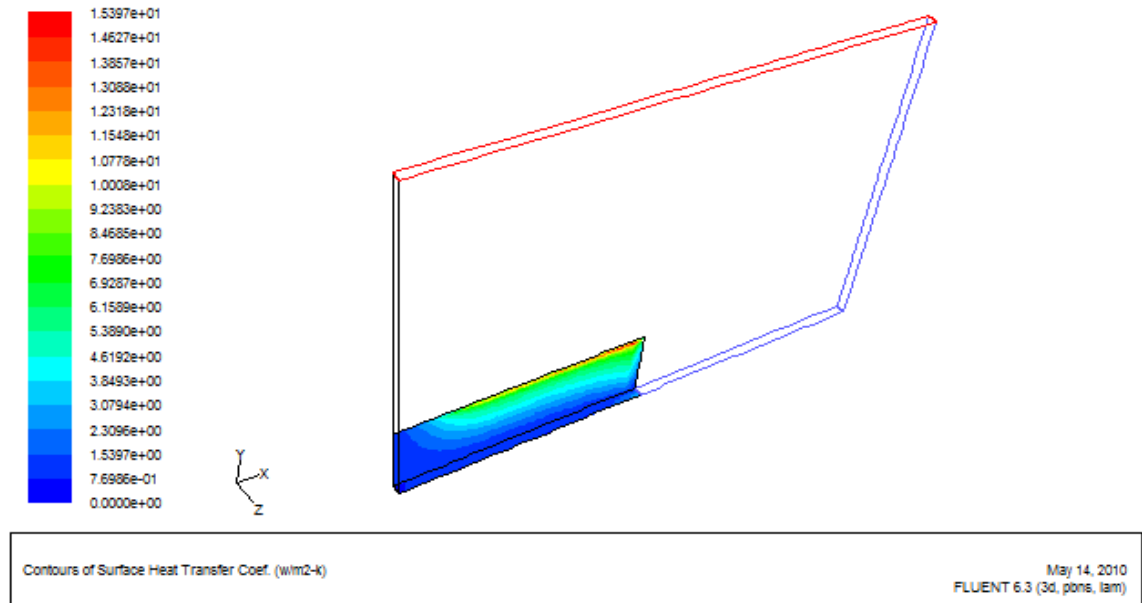
Şekil 5.100. Işımasız kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T =60$  K için ısı transferi

### Işımalı (doğal konveksiyon + ışıma) sıcaklık farkının ( $\Delta T$ ) ısı transferine etkisi

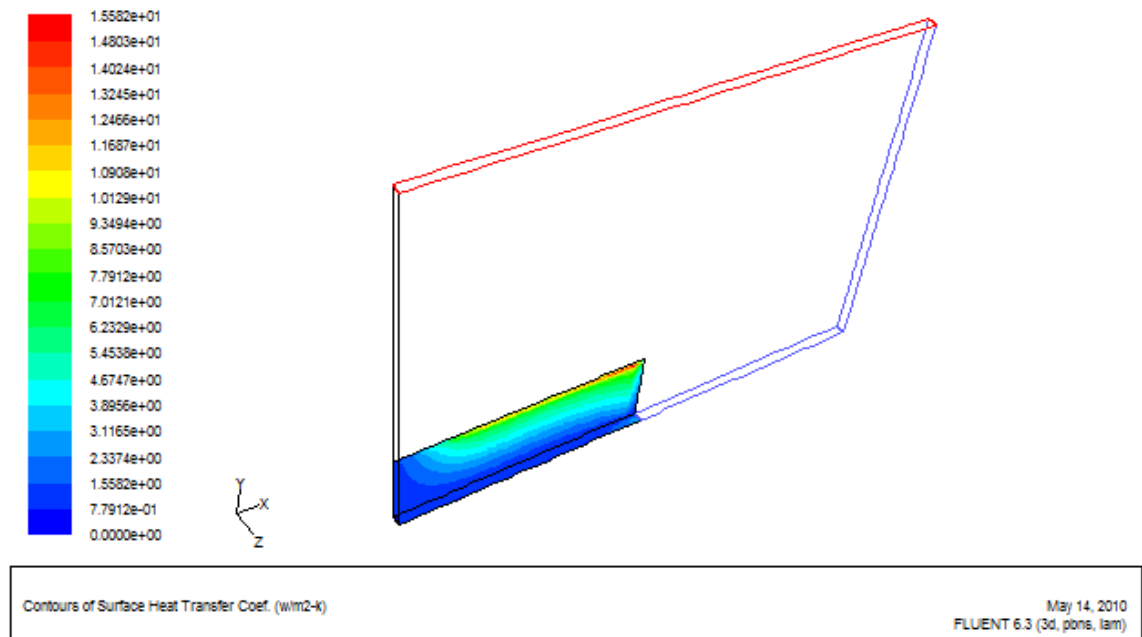
Aşağıdaki şekillerde, ışımalı (doğal konveksiyon + ışıma) ısı transferinin olduğu durumlarda farklı  $\Delta T$  değerlerinin ısı transferine etkisi incelenmiştir.



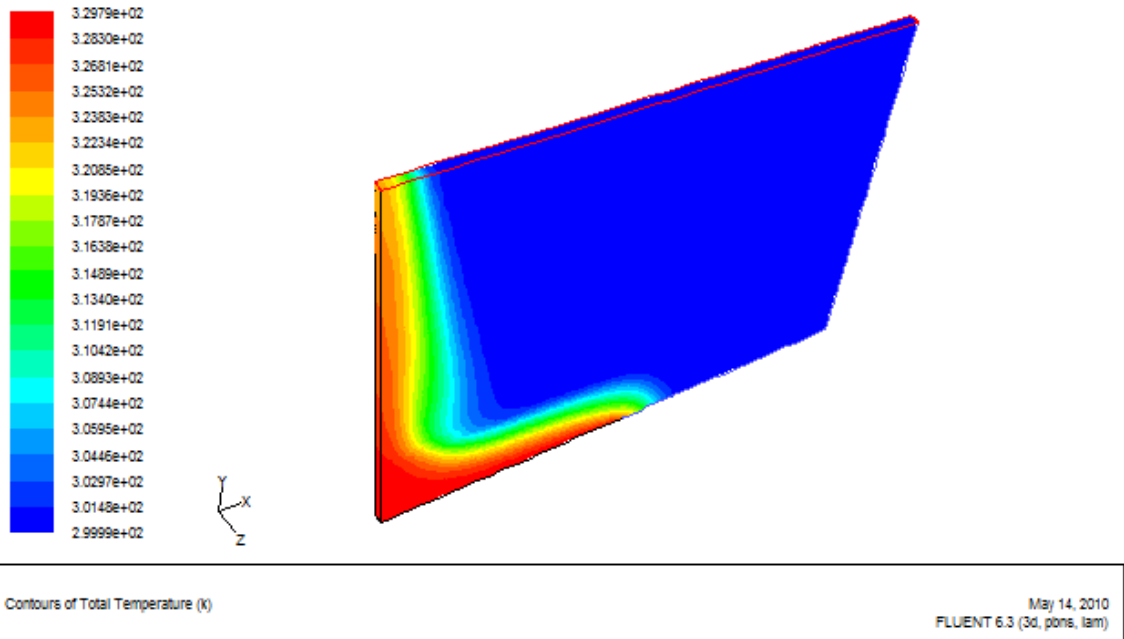
Şekil 5.101. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T=30$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



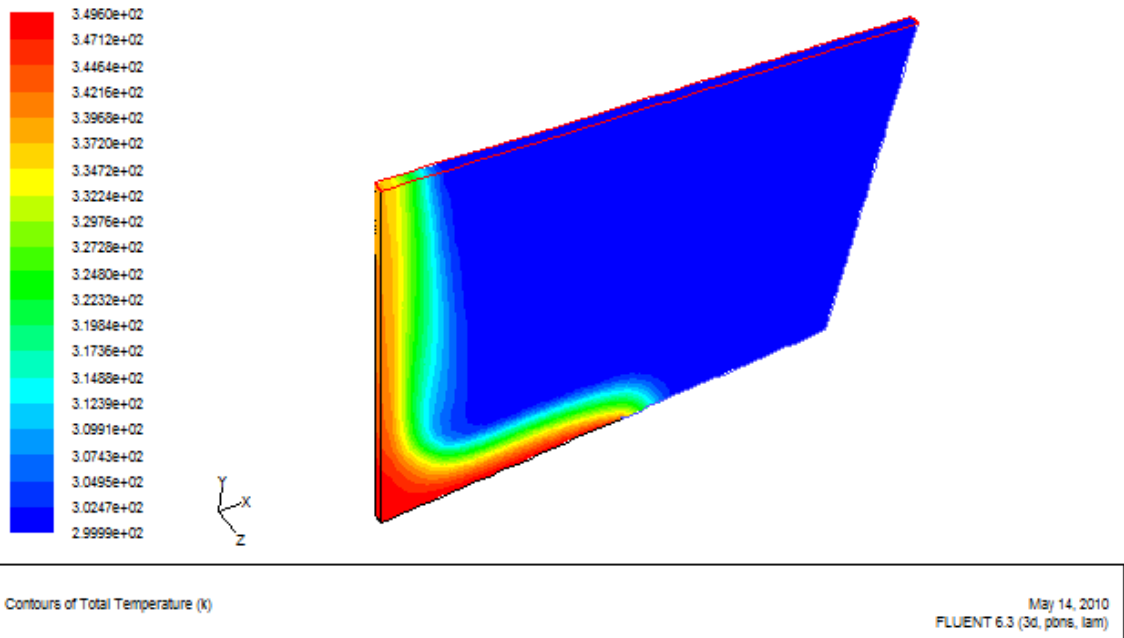
Şekil 5.102. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T=50$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



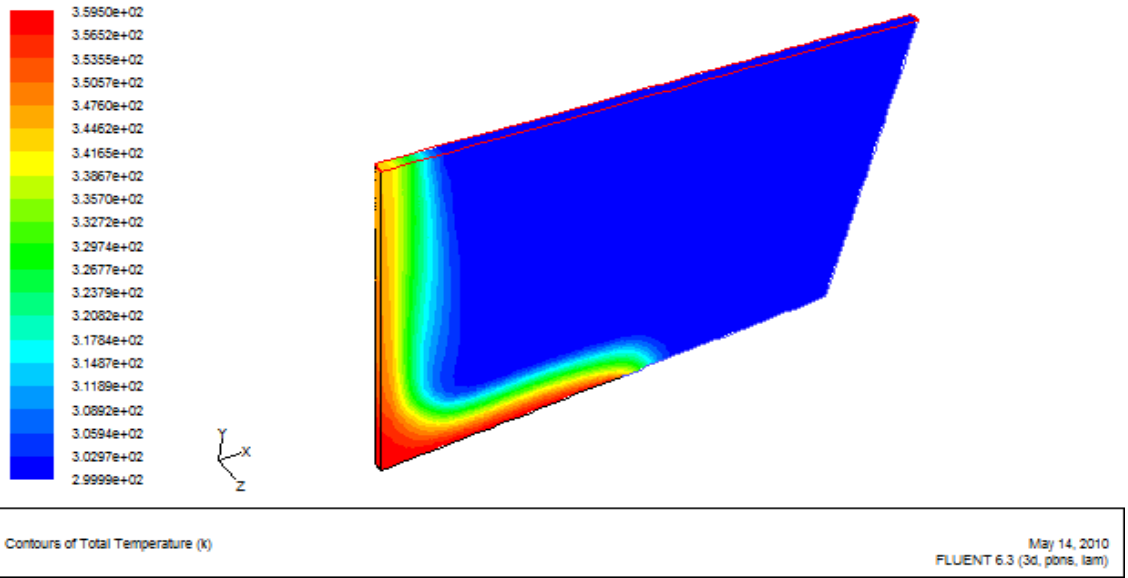
Şekil 5.103. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T=60$  K için kanatçık yüzeyindeki ısı transfer katsayısı değerleri



Şekil 5.104. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T = 30$  K için ısı transferi



Şekil 5.105. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T = 50$  K için ısı transferi



Şekil 5.106. Işımalı kanatçık aralığı  $S=10$  mm, kanatçık yüksekliği  $H=37.5$  mm, kanatçık boyu  $L=125$  mm,  $\Delta T = 60$  K için ısı transferi

## 6. BULGULAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, yatay düzlem üzerine yerleştirilmiş dikdörtgen kesitli kanatçık dizilerinden doğal konveksiyon ve ışıma ile ısı transferinin sayısal analizi yapılmıştır. Süreklilik, momentum ve enerji denklemleri uygun sınır şartları kullanılarak FLUENT 6.3 programı yardımıyla çözdürülmüştür. Sonuçlar kanatçık uzunluğu ve kanatçık aralığı yönünde hız vektörleri, kanatçık uzunluğu yönünde sıcaklık konturları çizdirilerek açıklanmıştır. Kanatçık dizilerinden ısı transferinde kontrol edilebilir parametreler olan kanatçık uzunluğu, kanatçık yüksekliği, kanatçık aralığı ve sıcaklık farkının etkileri ayrı ayrı incelenmiştir. Çalışılan model yatay düzlem üzerindeki kanatçık dizisinden olan ısı transferi probleminin çözümü amacıyla oluşturulmuştur. Bu modele göre kanatçık dizisi iki kanatçığın meydana getirdiği kanalların yan yana birleştirilmesiyle elde edildiği kabul edilmiştir. İki kanatçıklı kanal sistemin sayısal sonuçlarını açıklamak üzere ısı transfer miktarı ve ortalama Nusselt sayısı olmak üzere iki değişken belirlenmiştir. Diğer taraftan kanatçıklar arası mesafe, kanatçık sayısı, kanatçık yüksekliği ve kanatçıklar arasındaki yatay alan sıcaklığı gibi sistem parametrelerinin etkileri üzerinde çalışılmıştır.

Literatürdeki deneysel ve sayısal sonuçlarla karşılaştırma yapılarak kullanılan sayısal modelin doğruluğu gösterilmiştir. İki kanatçıklı kanal sistem için ışıma ısı transferi kanatçık ve kanatçıklar arası yatay alandan olan ısı akıları ( $q_1$  ve  $q_3$ ) elde edilerek hesaplanmıştır. Kanatçıklardan ( $Q_1$ ), kanatçıklar arası yatay alandan ( $Q_3$ ) olan ısı transfer miktarları sistem parametreleri  $T_{w,0}$ ,  $S$  ve  $H$  'nin fonksiyonu olarak hesaplanmıştır. Problemin sayısal çözümünde sıcaklık farkı artışına paralel olarak ısı transfer katsayısının da arttığı görülmektedir. Sabit genişlikteki plaka üzerine yerleştirilen kanatçıkların sayısı azaldıkça (kanatçıklar arası mesafe “S” arttıkça) ısı transfer katsayısı artmakta, yaklaşık  $S=12\text{mm}$ 'den itibaren de değerler azalmaya başlamaktadır.

Aynı uzunlukta, aynı kanatçık yüksekliğinde, aynı sıcaklık farkında fakat farklı kanatçık aralıklarındaki sıcaklık değerleri incelendiğinde kanatçık aralıkları arttıkça simetri eksenini boyunca daha düşük sıcaklık konturlarının oluştuğu görülmektedir.

Işıma ile ısı transfer miktarının toplam ısı transfer miktarı (doğal konveksiyon ve ısıma bir arada) na oranının yaklaşık %12- % 14 civarında olduğu tespit edilmiştir.

İleride yapılacak çalışmalarda, kanatçıkların et kalınlığının hesaplamalara katıldığı ve kanatçıkların şeklinin dikdörtgen olmayıp, değişik şekillerde olması durumunda benzer hesaplamaların yapılması faydalı olacaktır.

## KAYNAKLAR

1. Jones, C.D. and Smith, L.F., "Optimum Arrangement of Rectangular Fins on Horizontal Surfaces for Free Convection Heat Transfer", *ASME Journal of Heat Transfer*, 92: 6-10 (1970).
2. Harahap, F. and McManus, H.N., "Natural Convection Heat Transfer from Horizontal Rectangular Fin Arrays", *ASME Journal of Heat Transfer*, 89: 32-38 (1967).
3. Starner, K.E. and McManus, H.N., "An Experimental Investigation of Free-Convection Heat Transfer From Rectangular-Fin Arrays", *ASME Journal of Heat Transfer*, 85: 273-278 (1963).
4. Mobedi, M., Yüncü, H. and Yücel, B., "A Three Dimensional Numerical Study on Natural Convection Heat Transfer From Horizontal Rectangular Fin Arrays", *10. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi*, 1: 677-686 (1995).
5. Incropera, F.P., "Convection Heat Transfer in Electronic Equipment Cooling", *ASME Journal of Heat Transfer*, 110: 1097-1101 (1988).
6. Fitzroy, N.D., "Optimum Spacing of Fins Cooled by Free Convection", *ASME Journal of Heat Transfer*, 462-463 (1971).
7. Karagiozis, A., Raithby, G.D. and Hollands, K.G.T., "Natural Convection Heat Transfer From Arrays of Isothermal Triangular Fins in Air", *Journal of Heat Transfer*, 116: 105-111 (1994).
8. Welling, J.R. and Wooldridge, C.B., "Free Convection Heat Transfer Coefficients From Rectangular Vertical Fins", *ASME Journal of Heat Transfer*, 439-444 (1965).
9. Aziz, K. and Hellums, J.D., "Numerical Solution of the Three-Dimensional Equations of Motion for Laminar Natural Convection", *The Physics of Fluids*, 10: 314-324 (1967).
10. Park, K.A. and Bergles, A.E., "Natural Convection Heat Transfer Characteristics of Simulated Microelectronics Chips", *ASME Journal of Heat Transfer*, 109: 90-96 (1987).
11. Karki, K.C. and Patankar, S.V., "Cooling of a Vertical Shrouded Fin Array by Natural Convection: a Numerical Study", *ASME Journal of Heat Transfer*, 109: 671-676 (1987).
12. Razelos, P., "A Note on the Heat Transfer in Convective Fins", *Warme» und Stoffübertragung*, 12: 113-119 (1979).

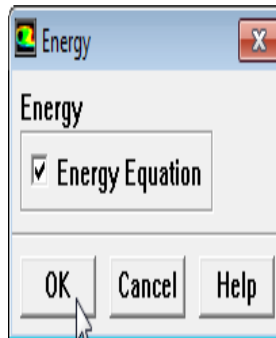
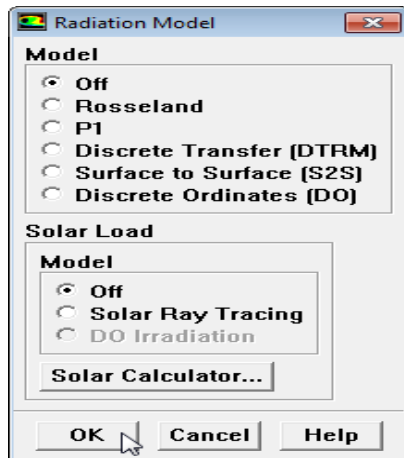
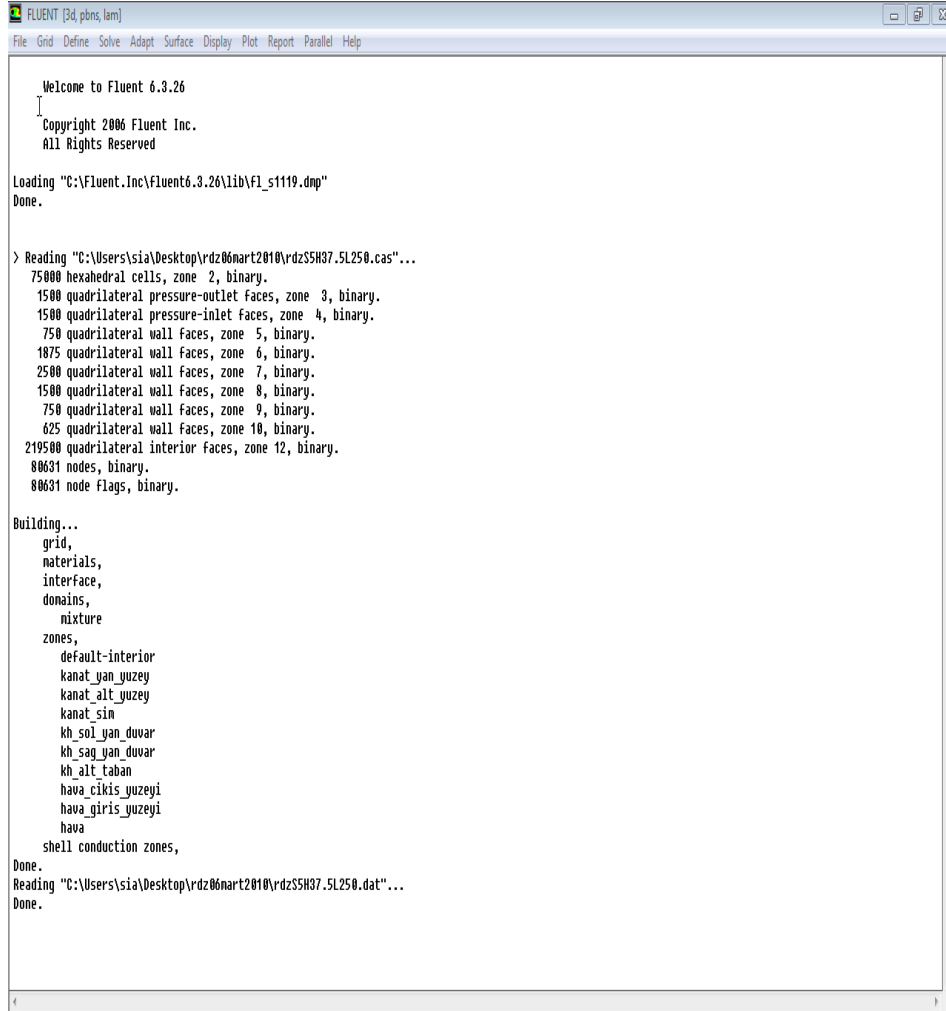
13. Yeh, R.H., "Optimum Designs of Longitudinal Fins", *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 73: 181-189 (1995).
14. Garg, V.K. and Velusamy, K., "Heat Transfer Characteristics for a Plate Fin", *ASME Journal of Heat Transfer*, 108: 224-227 (1986).
15. Pica, A.L., Rodono, G. and Volpes, R., "An Experimental Investigation on Natural Convection of Air in a Vertical Channel", *Int. J. of Heat Mass Transfer*, 36: 611-616 (1993).
16. Le, D.Q., Hatfield, D. W. and Edwards, D.K., "Comparison of Data With Correlations for Natural Convection Through Rectangular Cells of Arbitrary Aspect Ratio", *ASME Journal of Heat Transfer*, 104: 795-798 (1982).
17. Cohen, A.B. and Rohsenow, W.M., "Thennally Optimum Spacing of Vertical, Natural Convection Cooled, Parallel Plates", *ASME Journal of Heat Transfer*, 106: 116-123 (1984).
18. Higuera, F.J., "Natural Convection Below Heated Horizontal Rectangular Plates", *Int. J. of Heat Mass Transfer*, 36: 3565-3571 (1993).
19. Kadle, D.S. and Sparrow E.M., "Numerical and Experimental Study of Turbulent Heat Transfer and Fluid Flow in Longitudinal Fin Arrays", *ASME Journal of Heat Transfer*, 108: 16-23 (1986).
20. Ozoe, H., Yamamoto, K., Churchill, S.A.V. and Sayama, H., "Three-Dimensional, Numerical Analysis of Laminar Natural Convection in a Confmed Fluid Heated From Below", *ASME Journal of Heat Transfer*, 98: 202-207 (1976).
21. Newell, M.E. and Schmidt, F.W., "Heat Transfer by Laminar Natural Convection Within Rectangular Enclosures", *ASME Journal of Heat Transfer*, 92: 159-168 (1970).
22. Yang, R. and Yao, L.S., "Natural Convection Along a Finite Vertical Plate", *ASME Journal of Heat Transfer*, 109: 413-418 (1987).
23. Jularia, Y., "Natural Convective Cooling of Electronic Equipment", *Hemisphere Pub. Corp.*, Washington, 961-986 (1985).
24. Jularia, Y., "Basics of Natural Convection 12<sup>th</sup> ed.", *John Wiley & Sons*, New York, 1-12 (1987).
25. Kakaç, S. and Yener Y., "Convective Heat Transfer", *CRC Press*, London, 311-368 (1995).
26. Arpacı, V., "Convection Heat Transfer", *Prentice-Hall Inc.*, 210-242 (1984).



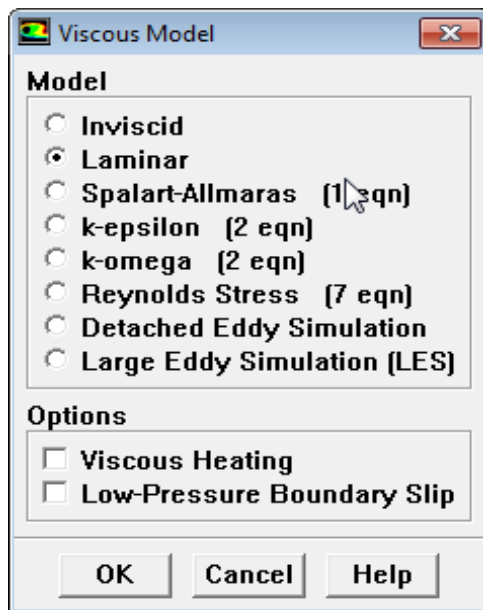
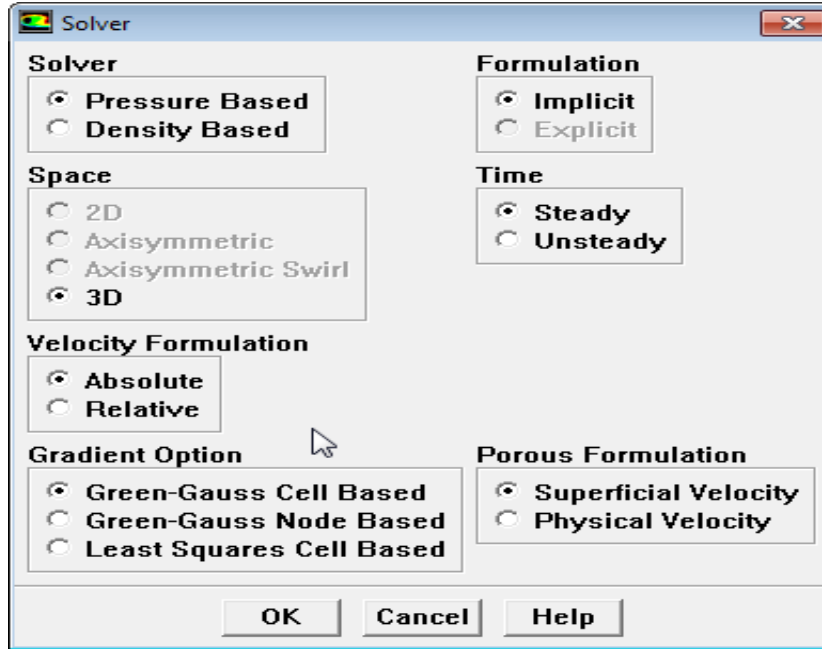
27. Onbaşıoğlu, S.U., “Numerical Analysis of an Enhancement Technique for Natural Convection Heat Transfer From Vertical Finned Plates”, *11. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi*, 627-636 (1997).
28. Sözbir, N., Sözbir, M., Ekmekçi, İ., Saraç, H.İ. ve Çallı, İ., “Elektronik Sistemlerin Isı Taşınımı ile Soğutulması”, *11. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi*, 546-553 (1997).
29. Incropera, F.P., Dewitt, D.P., “Fundamental of Heat and Mass Transfer 4<sup>th</sup> ed.”, *John Wiley & Sons*, New York, (1996).
30. Roache, P.J., “Computational Fluid Dynamics”, *Hermosa*, Albuquerque, (1985).
31. Yılmaz, Ö., “Yatay Levha Üzerine Yerleştirilmiş Çeşitli şekillerdeki İnce Kanatçık Dizilerinden Doğal Konveksiyon İle Isı Transferinin Sayısal Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2007).
32. Özek, M., “Yatay Levha Üzerine Yerleştirilmiş Dikdörtgen Kesitli Kanatçık Dizilerinden Doğal Konveksiyon İle Isı Transferinin Sayısal Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (1998).
33. Rao, V.D., Naidu, S.V., Rao, B.G., Sharma, K.V., “Heat Transfer from a Horizontal Fin Array by Natural Convection and Radiation A Conjugate Analysis”, *Int. J. of Heat and Mass Transfer*, 49: 3379 – 3391 (2006).

**EKLER**

EK-1. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımsız ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası



EK-1. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımsız ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



EK-1. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımsız ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)

Materials

Name: air

Material Type: fluid

Order Materials By:  Name  Chemical Formula

Chemical Formula:

Fluent Fluid Materials: air

Mixture: none

Fluent Database...  
User-Defined Database...

Properties

Density (kg/m<sup>3</sup>): boussinesq (Edit...)  
1.225

Cp (j/kg-k): constant (Edit...)  
1006.43

Thermal Conductivity (w/m-k): constant (Edit...)  
0.0242

Viscosity (kg/m-s): constant (Edit...)  
1.7894e-05

Change/Create Delete Close Help

Materials

Name: air

Material Type: fluid

Order Materials By:  Name  Chemical Formula

Chemical Formula:

Fluent Fluid Materials: air

Mixture: none

Fluent Database...  
User-Defined Database...

Properties

Cp (j/kg-k): constant (Edit...)  
1006.43

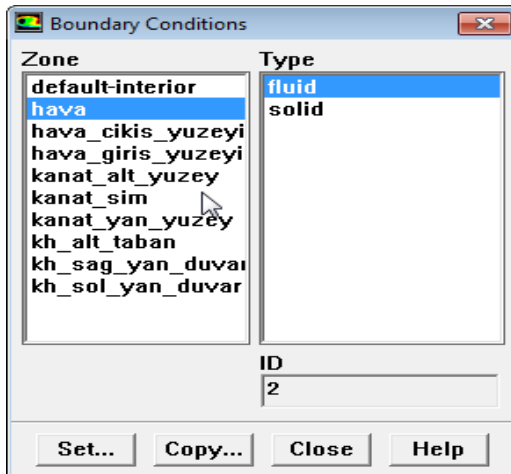
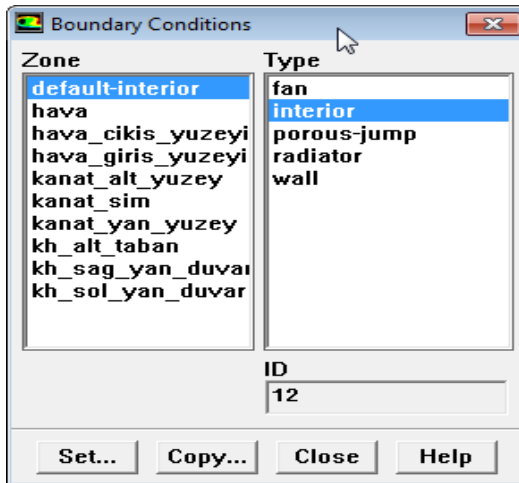
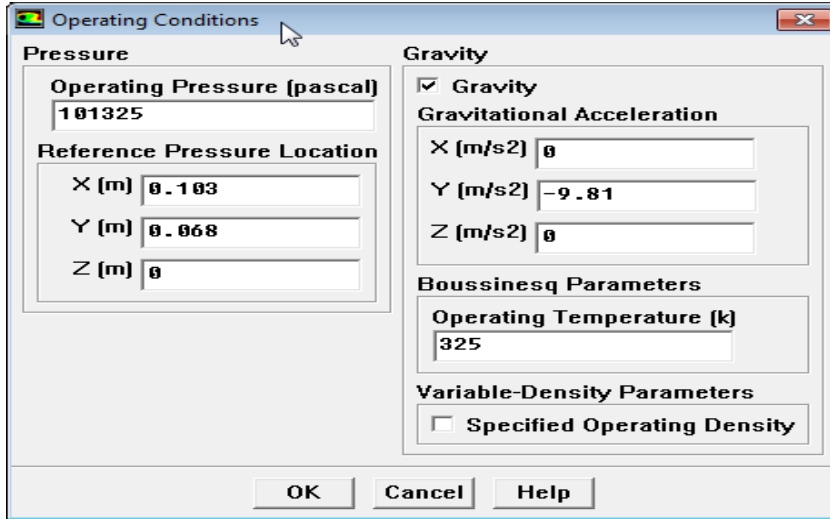
Thermal Conductivity (w/m-k): constant (Edit...)  
0.0242

Viscosity (kg/m-s): constant (Edit...)  
1.7894e-05

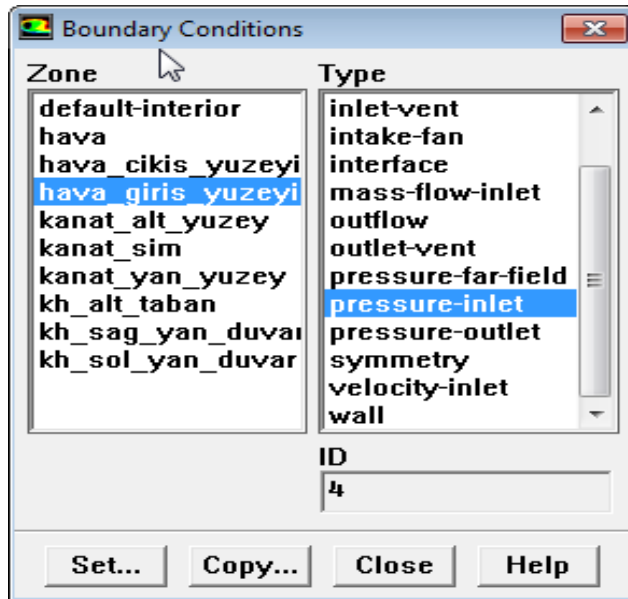
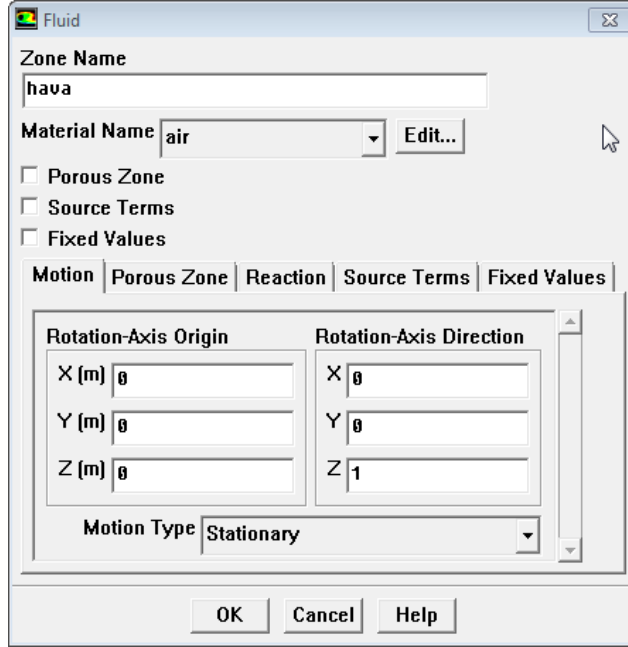
Thermal Expansion Coefficient (1/k): constant (Edit...)  
0.003663

Change/Create Delete Close Help

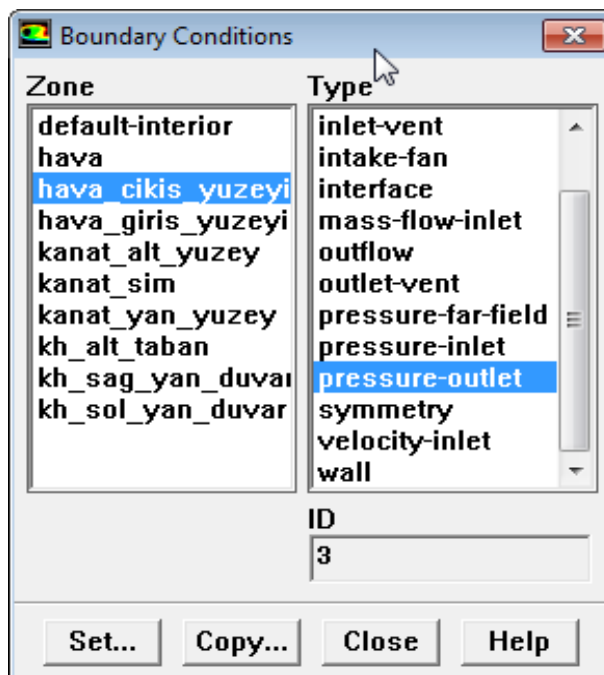
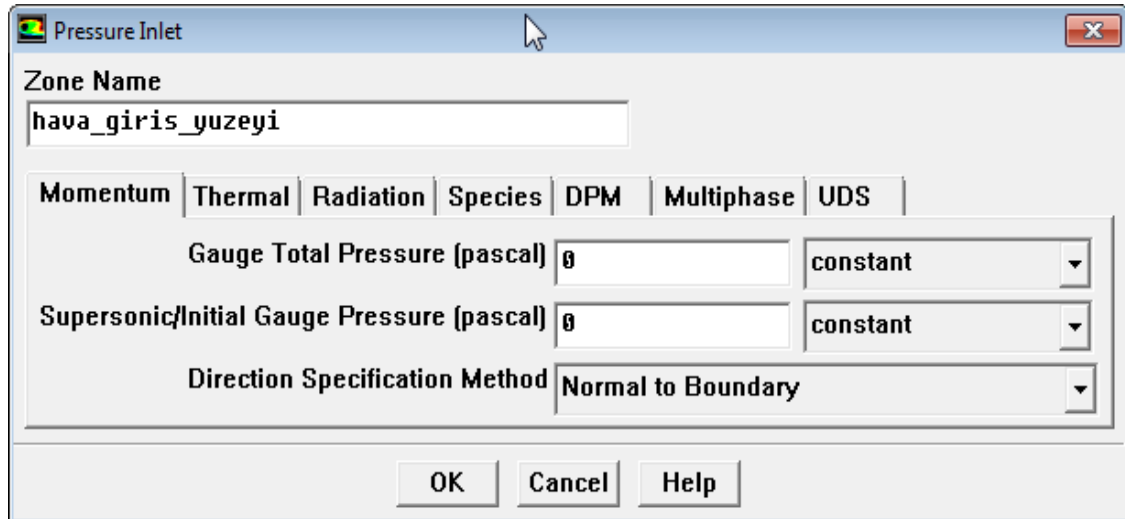
EK-1. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışmasız ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



EK-1. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımasız ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



EK-1. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışısız ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)





EK-1. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışısız ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)

Pressure Outlet

Zone Name  
hava\_cikis\_yuzeyi

Momentum | Thermal | Radiation | Species | DPM | Multiphase | UDS

Gauge Pressure (pascal) g constant

Backflow Direction Specification Method Normal to Boundary

Radial Equilibrium Pressure Distribution  
 Target Mass Flow Rate

OK Cancel Help

Wall

Zone Name  
kanat\_ait\_yuzey

Adjacent Cell Zone  
hava

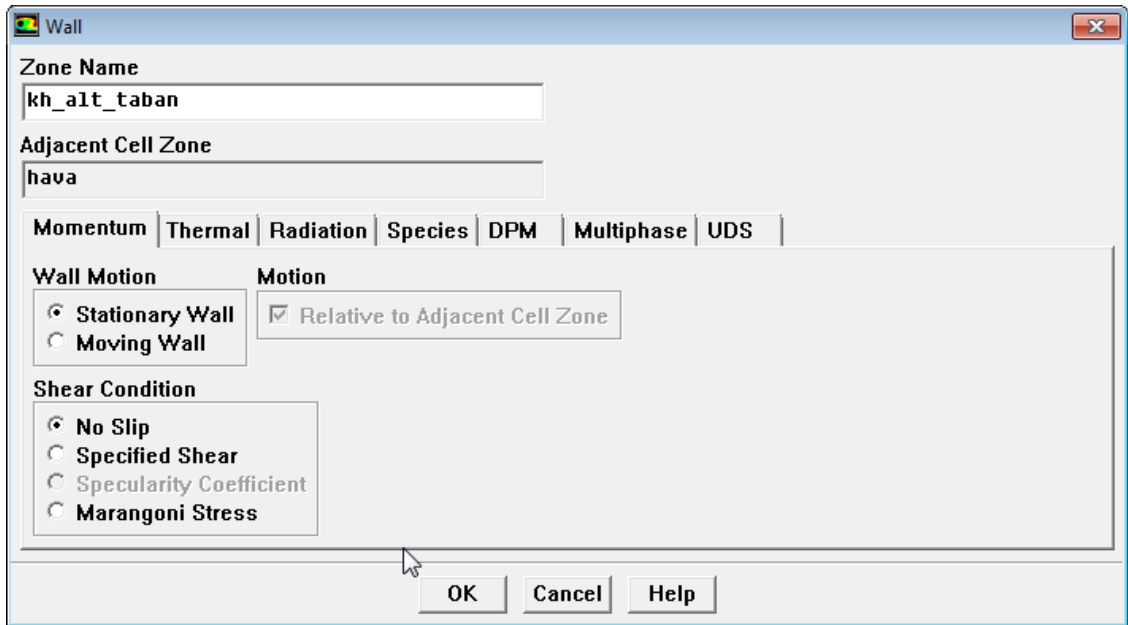
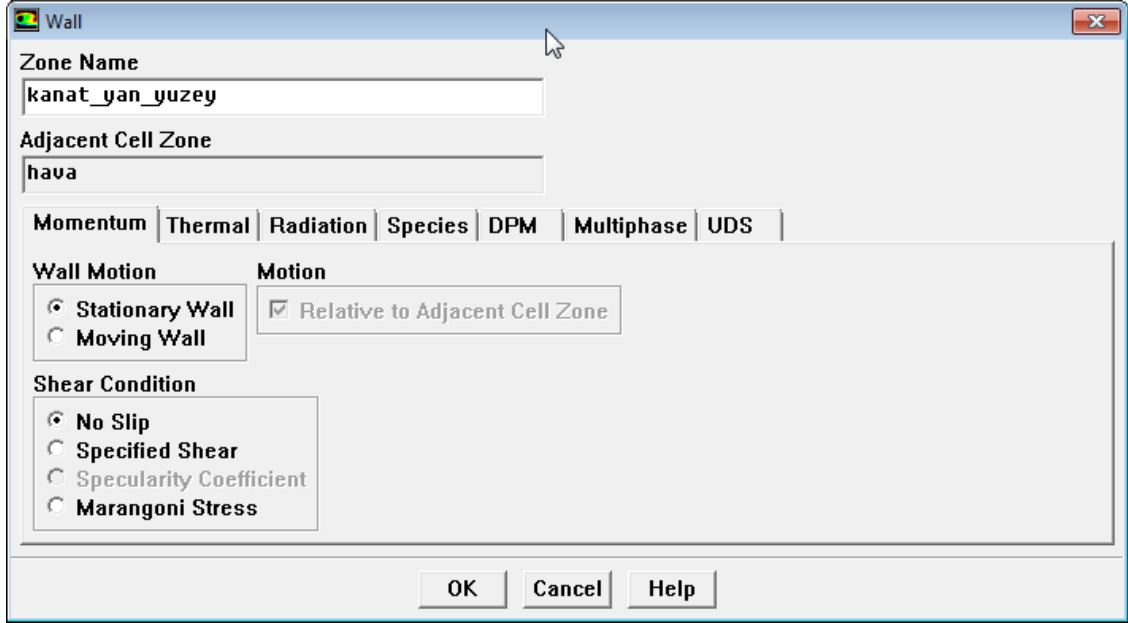
Momentum | Thermal | Radiation | Species | DPM | Multiphase | UDS

Wall Motion Motion  
 Stationary Wall  Relative to Adjacent Cell Zone  
 Moving Wall

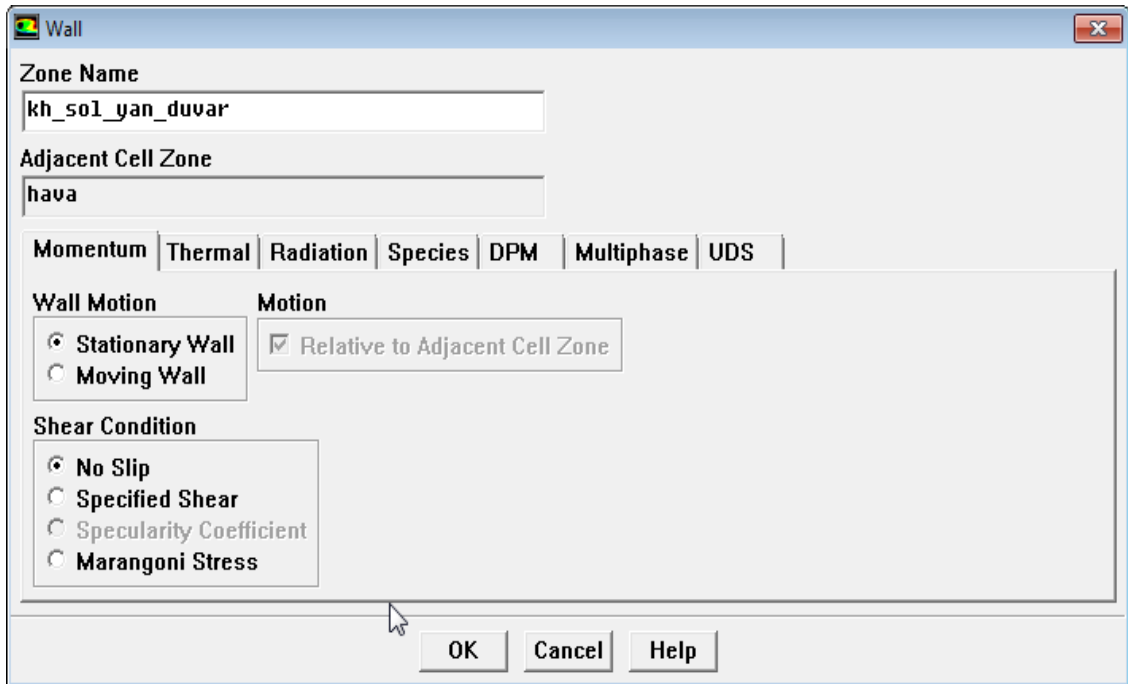
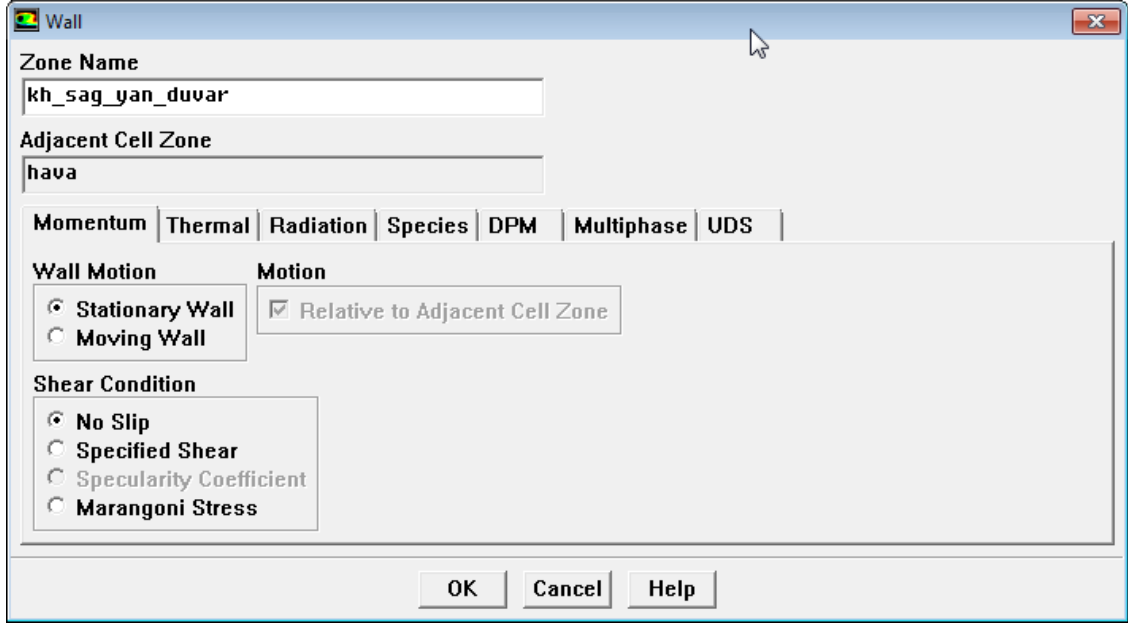
Shear Condition  
 No Slip  
 Specified Shear  
 Specularity Coefficient  
 Marangoni Stress

OK Cancel Help

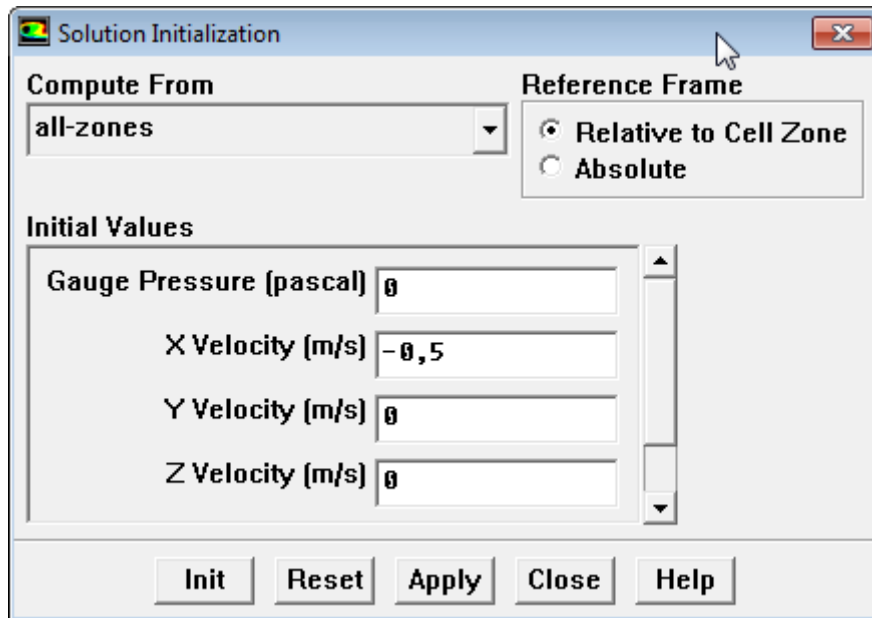
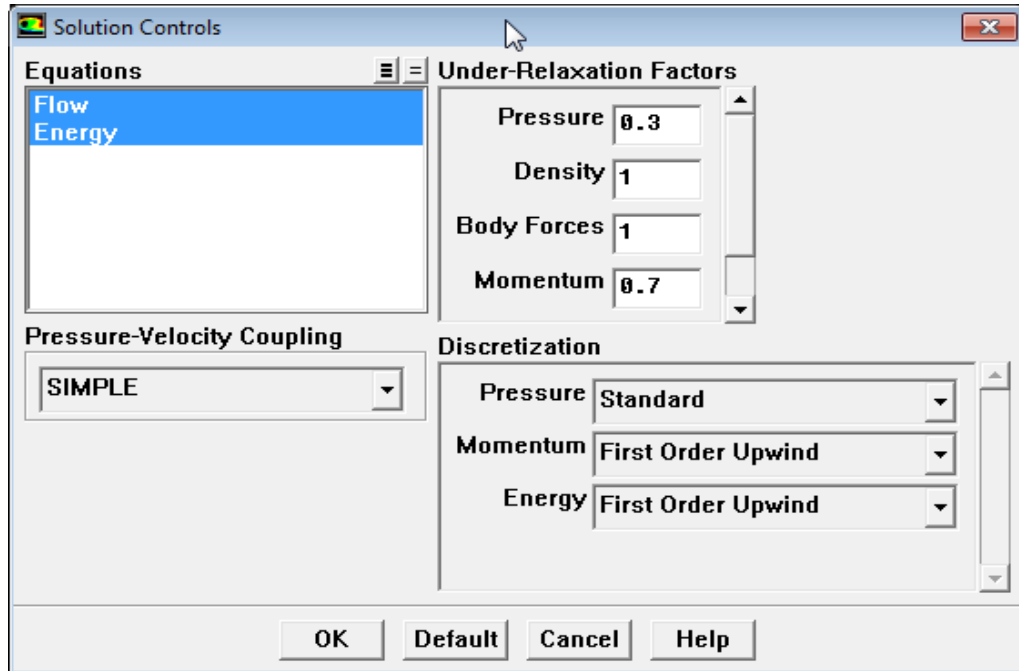
EK-1. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışısız ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



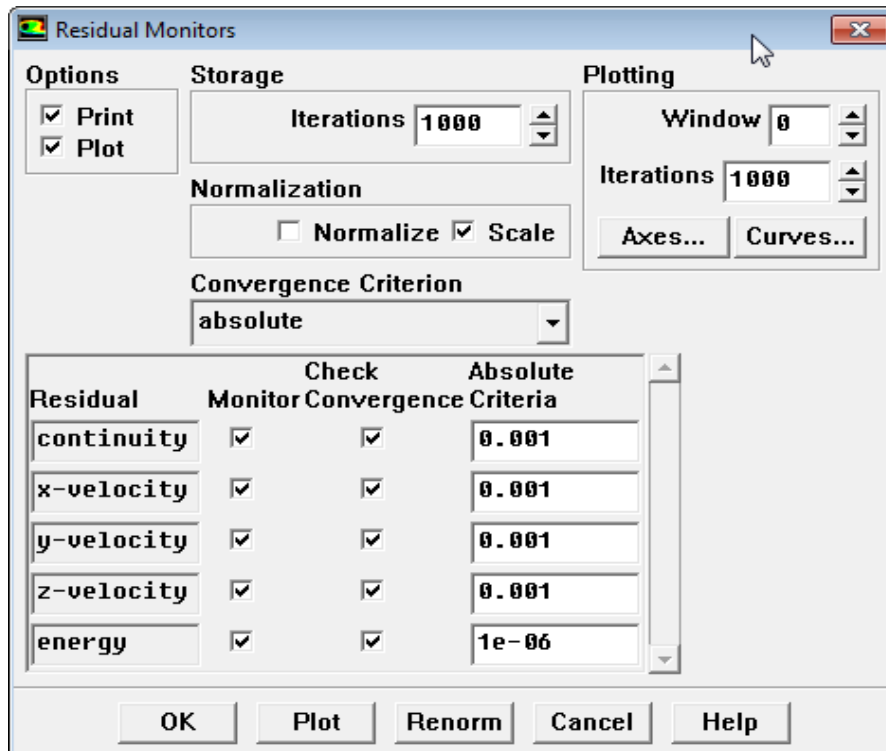
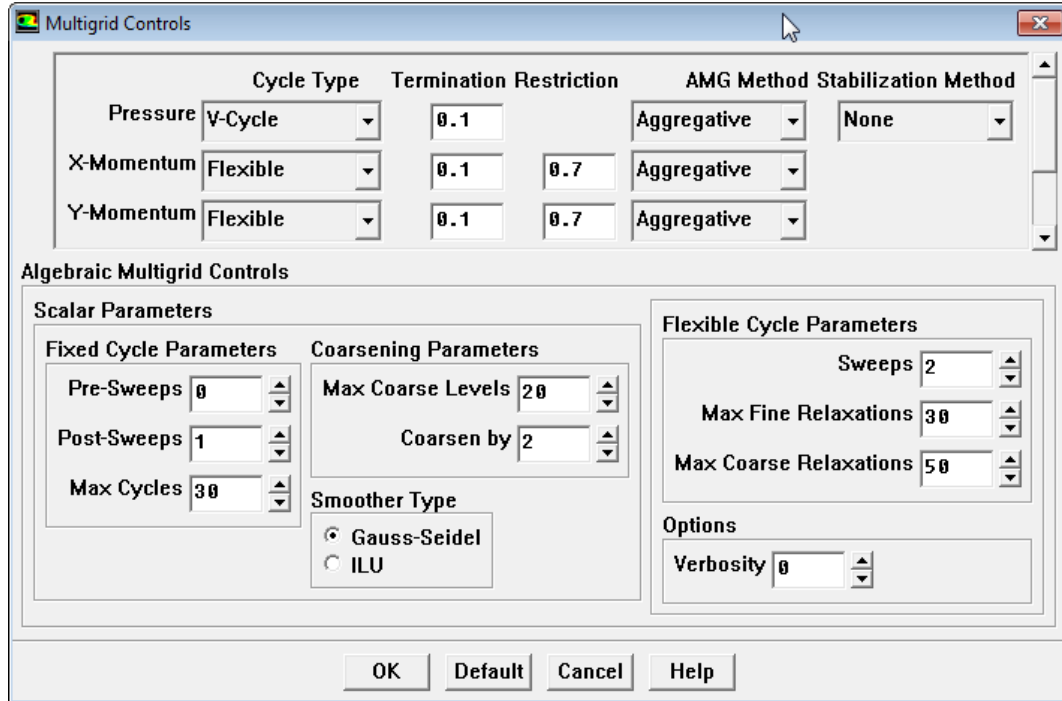
EK-1. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımsız ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



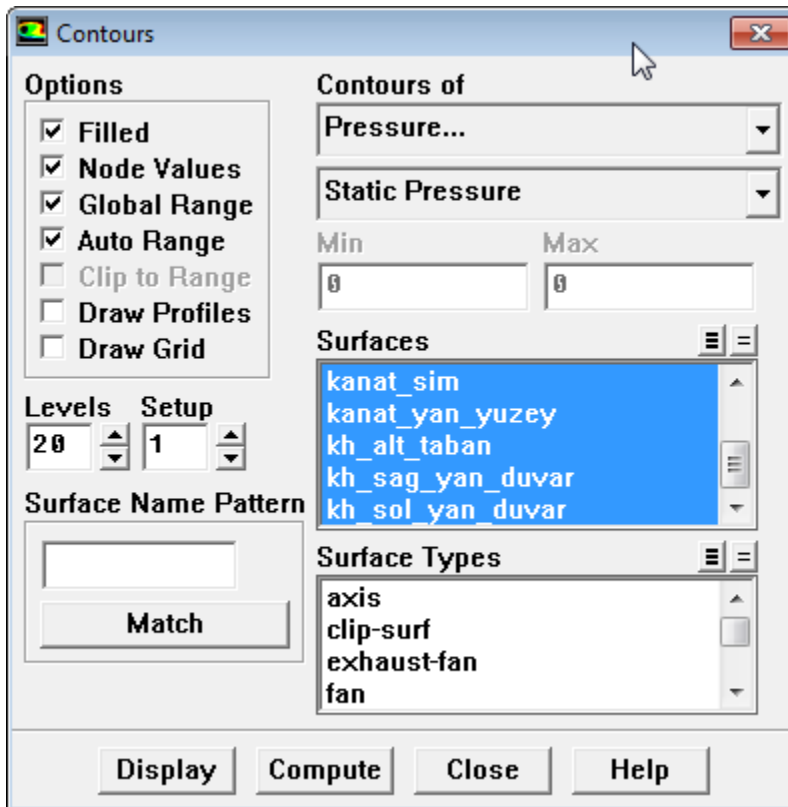
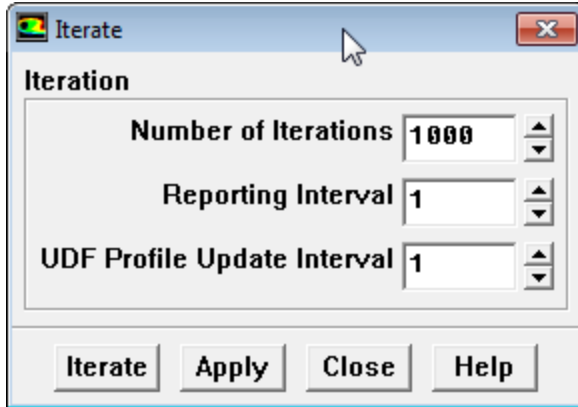
EK-1. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımsız ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



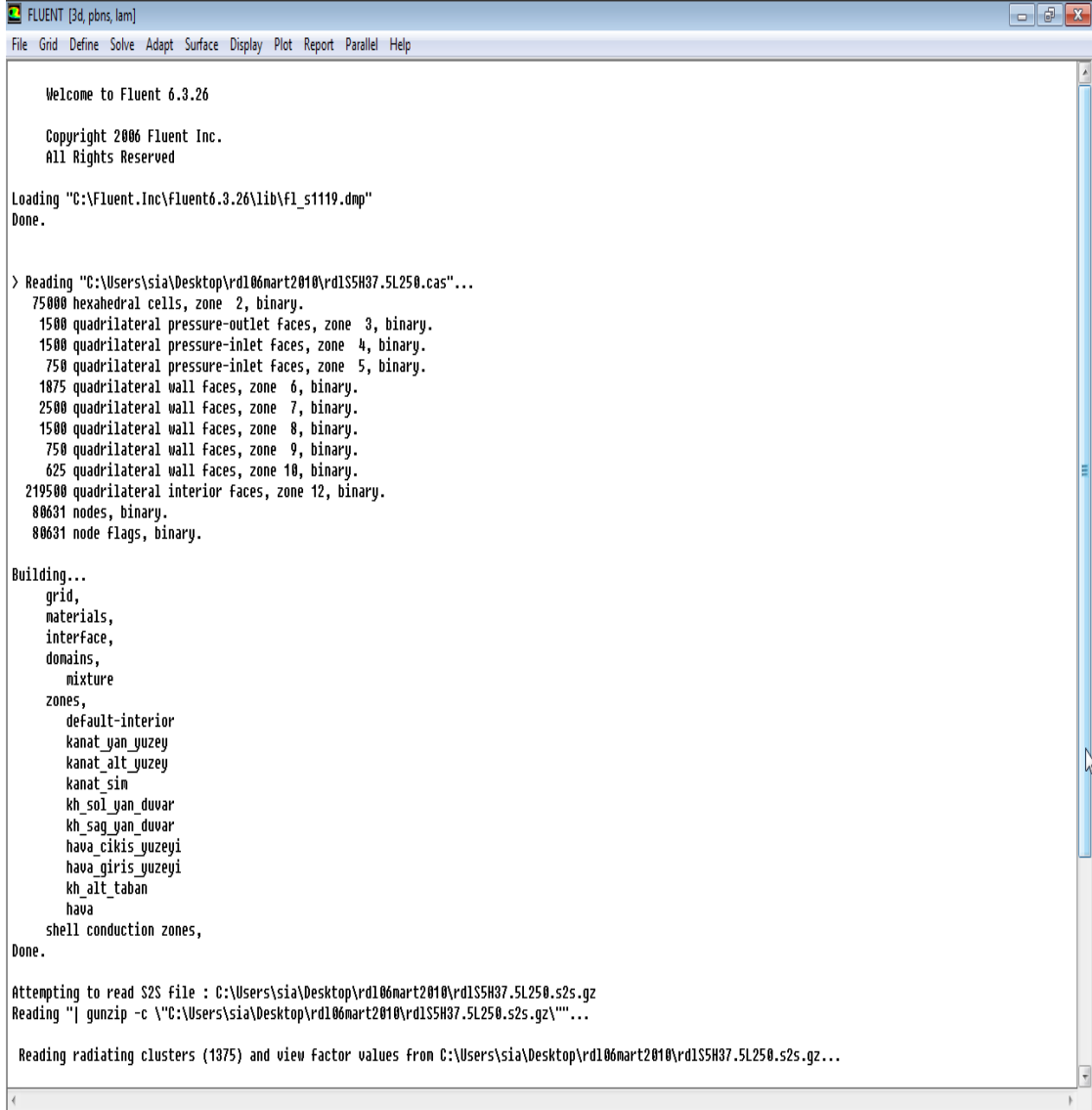
EK-1. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımsız ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



EK-1.  $S=5$  mm,  $H=37.5$  mm,  $L=250$  mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımsız ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon vee ışıklı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası



```

FLUENT [3d, pbns, lam]
File Grid Define Solve Adapt Surface Display Plot Report Parallel Help

Welcome to Fluent 6.3.26

Copyright 2006 Fluent Inc.
All Rights Reserved

Loading "C:\Fluent.Inc\Fluent6.3.26\lib\fl_s1119.dmp"
Done.

> Reading "C:\Users\sia\Desktop\rd106mart2010\rd1S5H37.5L250.cas"...
75000 hexahedral cells, zone 2, binary.
1500 quadrilateral pressure-outlet faces, zone 3, binary.
1500 quadrilateral pressure-inlet faces, zone 4, binary.
750 quadrilateral pressure-inlet faces, zone 5, binary.
1875 quadrilateral wall faces, zone 6, binary.
2500 quadrilateral wall faces, zone 7, binary.
1500 quadrilateral wall faces, zone 8, binary.
750 quadrilateral wall faces, zone 9, binary.
625 quadrilateral wall faces, zone 10, binary.
219500 quadrilateral interior faces, zone 12, binary.
80631 nodes, binary.
80631 node flags, binary.

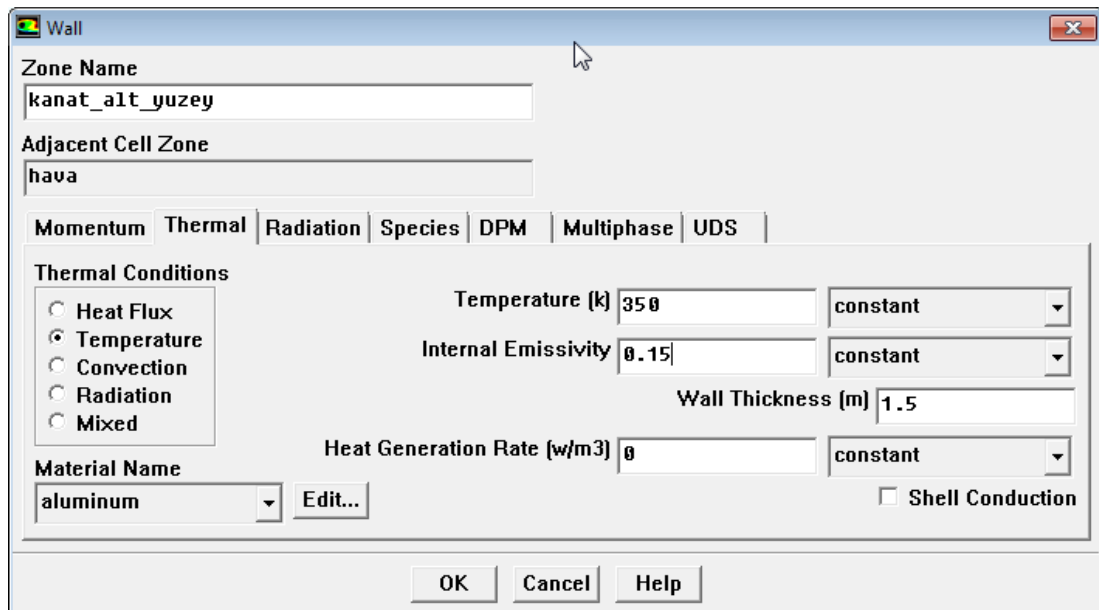
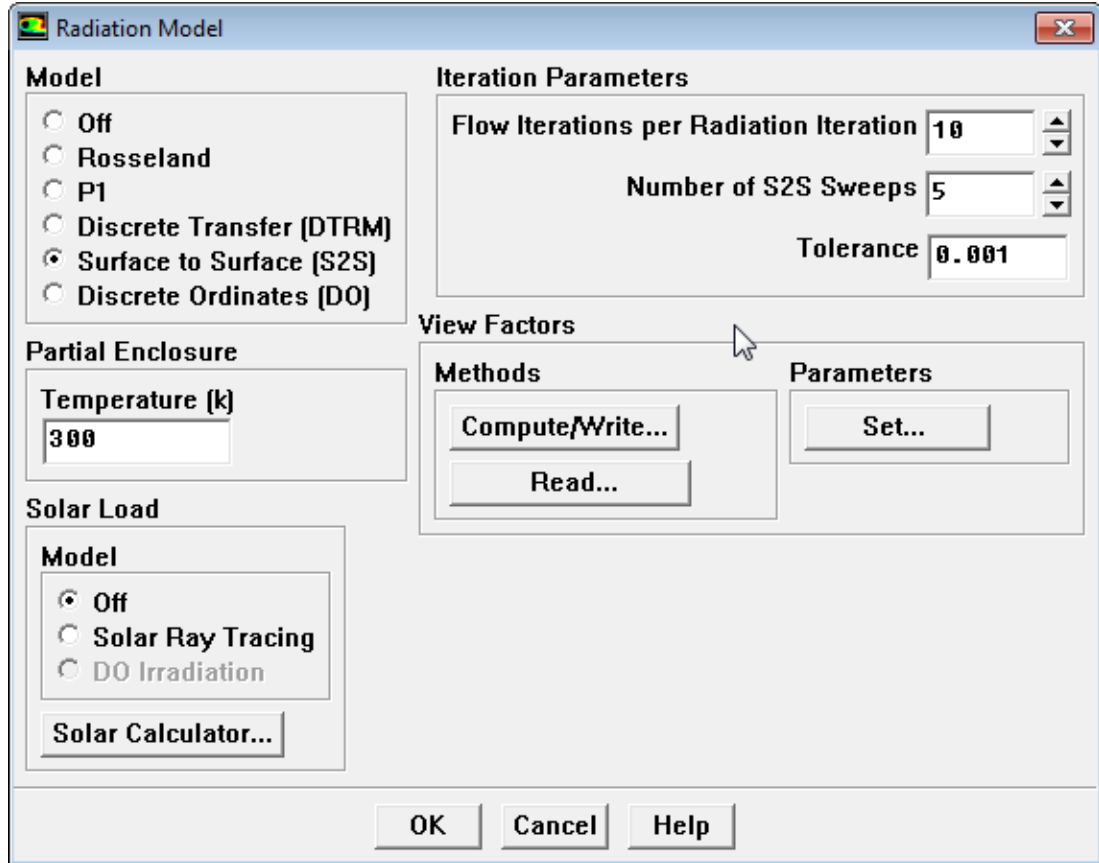
Building...
grid,
materials,
interface,
domains,
mixture
zones,
default-interior
kanat_yan_yuzey
kanat_alt_yuzey
kanat_sin
kh_sol_yan_duvar
kh_sag_yan_duvar
hava_cikis_yuzeyi
hava_giris_yuzeyi
kh_alt_taban
hava
shell conduction zones,
Done.

Attempting to read S2S file : C:\Users\sia\Desktop\rd106mart2010\rd1S5H37.5L250.s2s.gz
Reading "| gunzip -c \"C:\Users\sia\Desktop\rd106mart2010\rd1S5H37.5L250.s2s.gz\""...

Reading radiating clusters (1375) and view factor values from C:\Users\sia\Desktop\rd106mart2010\rd1S5H37.5L250.s2s.gz...

```

EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon vee ışıklı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)





EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon vee ışımali ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)

Wall

Zone Name  
kanat\_ait\_yuzey

Adjacent Cell Zone  
hava

Momentum Thermal Radiation Species DPM Multiphase UDS

Thermal Conditions

Heat Flux  
 Temperature  
 Convection  
 Radiation  
 Mixed

Temperature (k) 350 constant

Internal Emissivity 0.15 constant

Wall Thickness (m) 1.5

Heat Generation Rate (w/m3) 0 constant

Material Name  
aluminum Edit...

Shell Conduction

OK Cancel Help

View Factor and Cluster Parameters

Cluster Parameters

Faces per Surface Cluster for Flow Boundary Zones  
1

Apply to All Walls

View Factor Parameters

Surfaces  
 Blocking  
 Nonblocking

Method  
 Adaptive  
 Hemicube

Smoothing  
 None  
 Least Squares

Hemicube Parameters

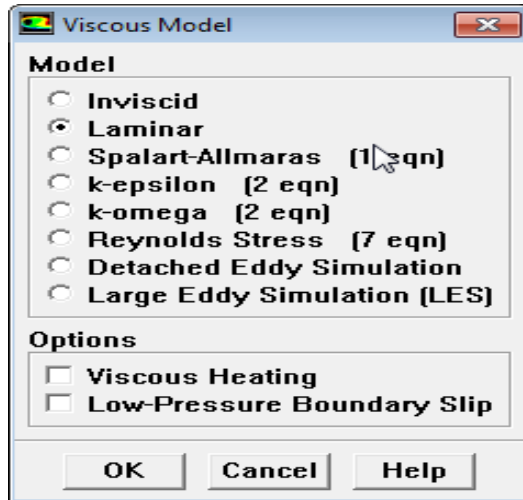
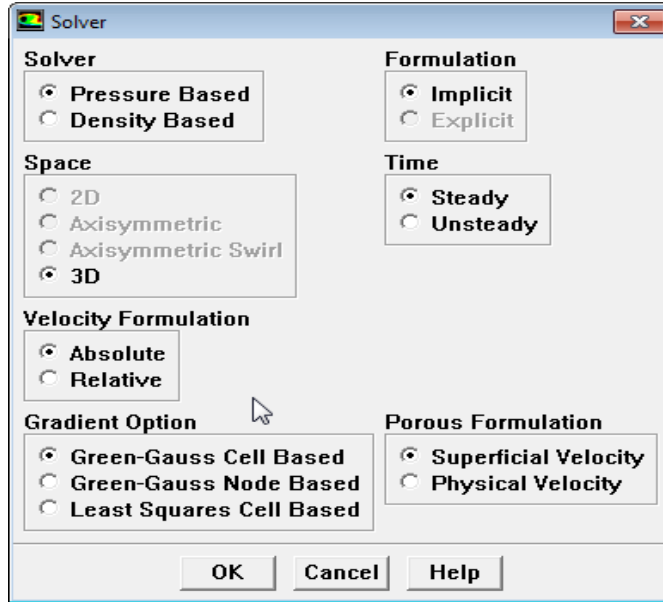
Resolution 10

Subdivisions 10

Normalized Separation Distance 5

OK Cancel Help

EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımalı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımalı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)

The screenshot shows the 'Materials' dialog box in Fluent 6.3. The 'Name' field is set to 'air'. The 'Material Type' is 'fluid'. The 'Order Materials By' is set to 'Name'. The 'Chemical Formula' field is empty. The 'Fluent Fluid Materials' dropdown is set to 'air'. The 'Mixture' dropdown is set to 'none'. The 'Properties' section shows the following values:

Property	Value
Density (kg/m <sup>3</sup> )	1.225
Cp (j/kg-k)	1006.43
Thermal Conductivity (w/m-k)	0.0242
Viscosity (kg/m-s)	1.7894e-05

At the bottom of the dialog, there are four buttons: 'Change/Create', 'Delete', 'Close', and 'Help'.

EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımalı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)

**Materials**

Name: air

Material Type: fluid

Order Materials By:  Name  Chemical Formula

Chemical Formula:

Fluent Fluid Materials: air

Mixture: none

Fluent Database... User-Defined Database...

**Properties**

Cp (j/kg-k): constant, 1006.43

Thermal Conductivity (w/m-k): constant, 0.0242

Viscosity (kg/m-s): constant, 1.7894e-05

Thermal Expansion Coefficient (1/k): constant, 0.003663

Change/Create Delete Close Help

**Operating Conditions**

**Pressure**

Operating Pressure (pascal): 101325

Reference Pressure Location

X (m): 0.103

Y (m): 0.068

Z (m): 0

**Gravity**

Gravity

Gravitational Acceleration

X (m/s<sup>2</sup>): 0

Y (m/s<sup>2</sup>): -9.81

Z (m/s<sup>2</sup>): 0

**Boussinesq Parameters**

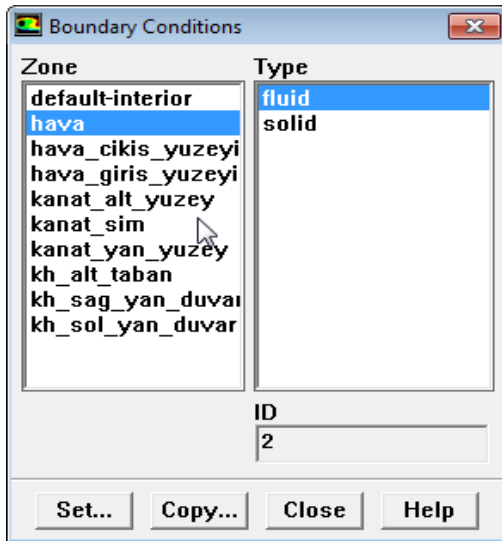
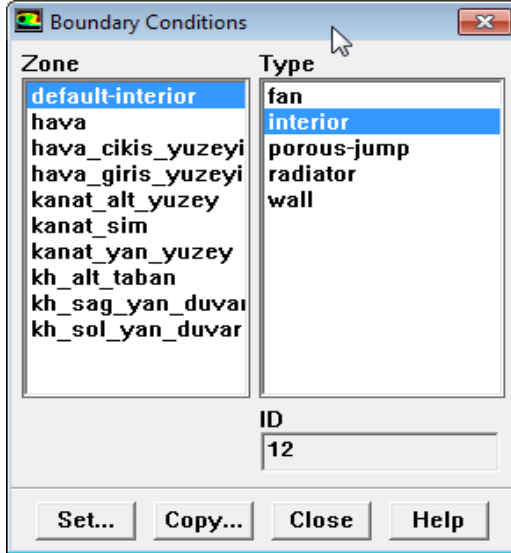
Operating Temperature (k): 325

**Variable-Density Parameters**

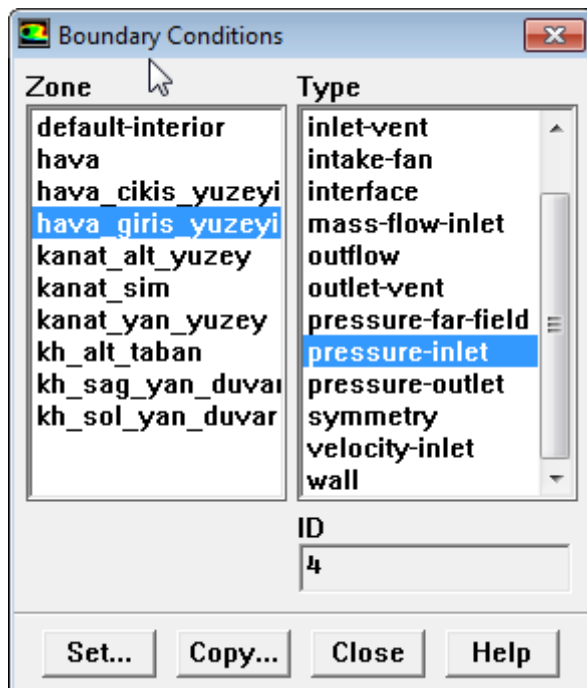
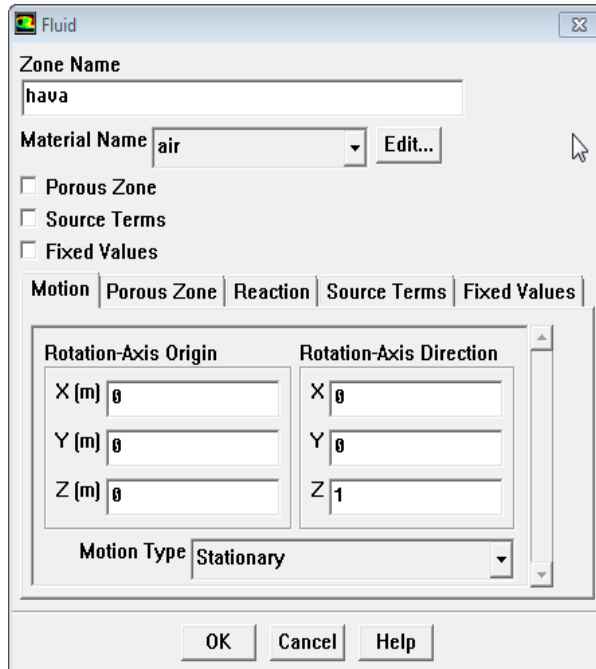
Specified Operating Density

OK Cancel Help

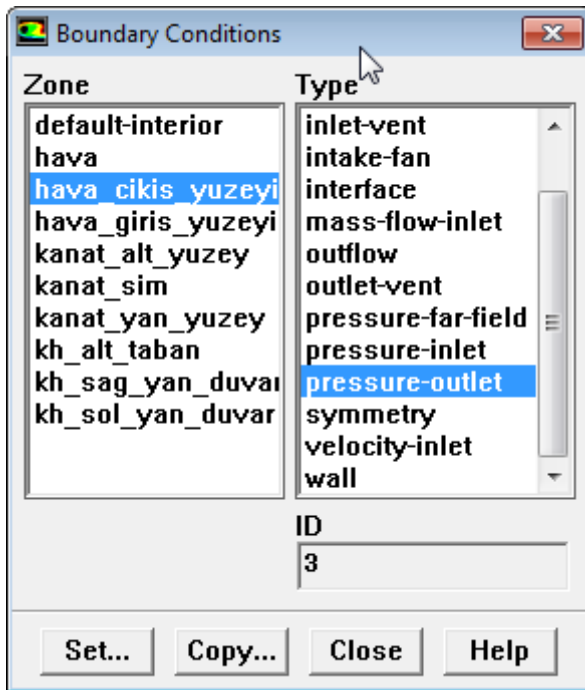
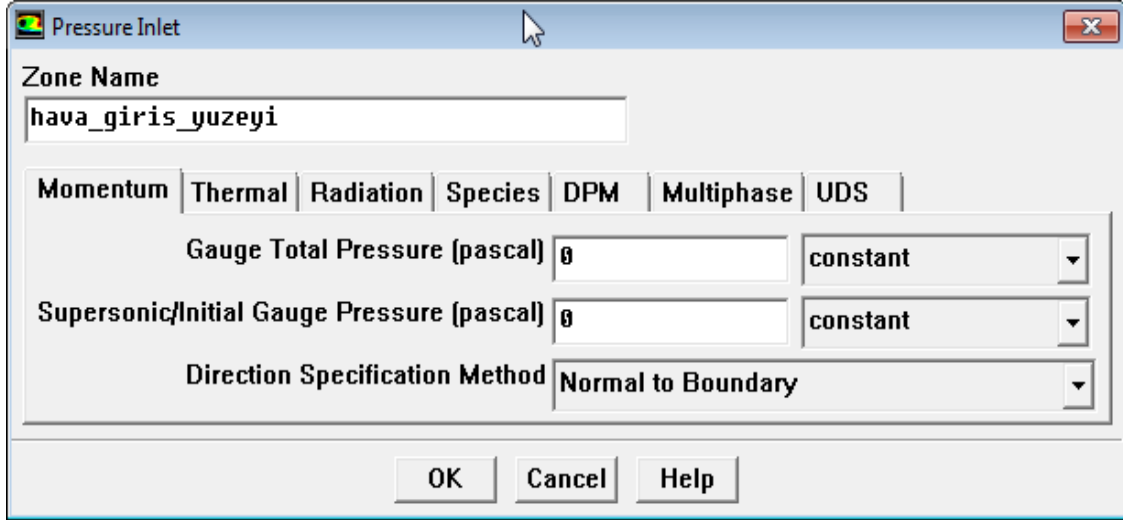
EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımalı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımalı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon vee ışımalı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon vee ışımalı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)

Pressure Outlet

Zone Name  
hava\_cikis\_yuzeyi

Momentum | Thermal | Radiation | Species | DPM | Multiphase | UDS

Gauge Pressure (pascal) 0 constant

Backflow Direction Specification Method Normal to Boundary

Radial Equilibrium Pressure Distribution  
 Target Mass Flow Rate

OK Cancel Help

Wall

Zone Name  
kanat\_ait\_yuzey

Adjacent Cell Zone  
hava

Momentum | Thermal | Radiation | Species | DPM | Multiphase | UDS

Wall Motion  
 Stationary Wall  
 Moving Wall

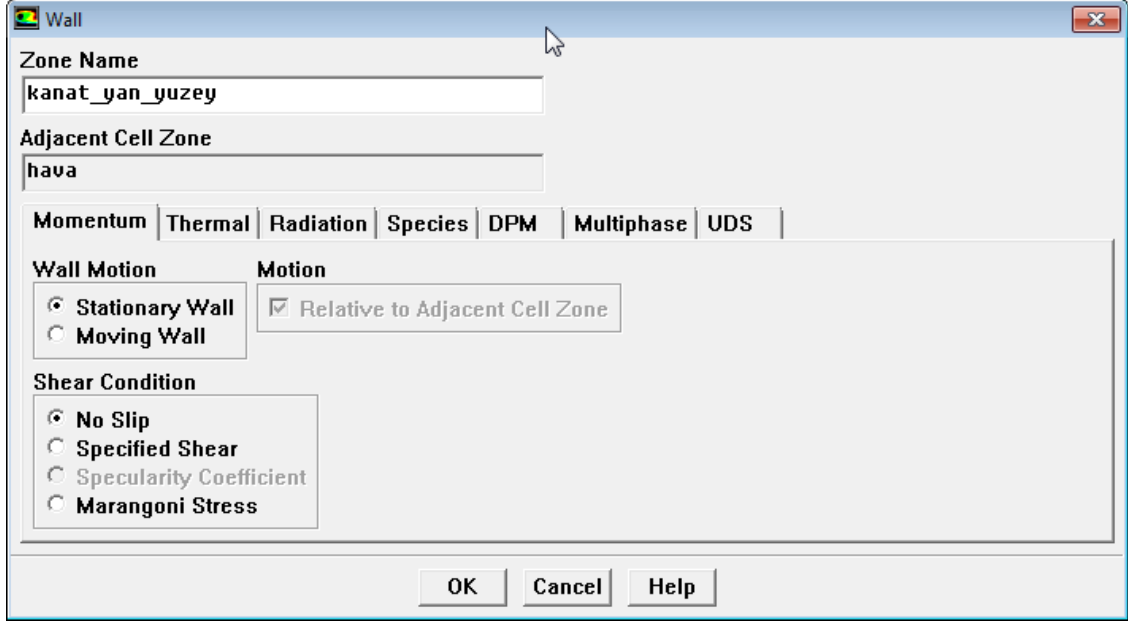
Motion  
 Relative to Adjacent Cell Zone

Shear Condition  
 No Slip  
 Specified Shear  
 Specularity Coefficient  
 Marangoni Stress

OK Cancel Help



EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon vee ışıklı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



The image shows the 'Wall' dialog box in Fluent 6.3. The 'Zone Name' field is set to 'kanat\_yan\_yuzey' and the 'Adjacent Cell Zone' is 'hava'. The 'Momentum' tab is selected. Under 'Wall Motion', 'Stationary Wall' is selected. Under 'Motion', 'Relative to Adjacent Cell Zone' is checked. Under 'Shear Condition', 'No Slip' is selected. The 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons are at the bottom.

Zone Name  
kanat\_yan\_yuzey

Adjacent Cell Zone  
hava

Momentum Thermal Radiation Species DPM Multiphase UDS

Wall Motion Motion

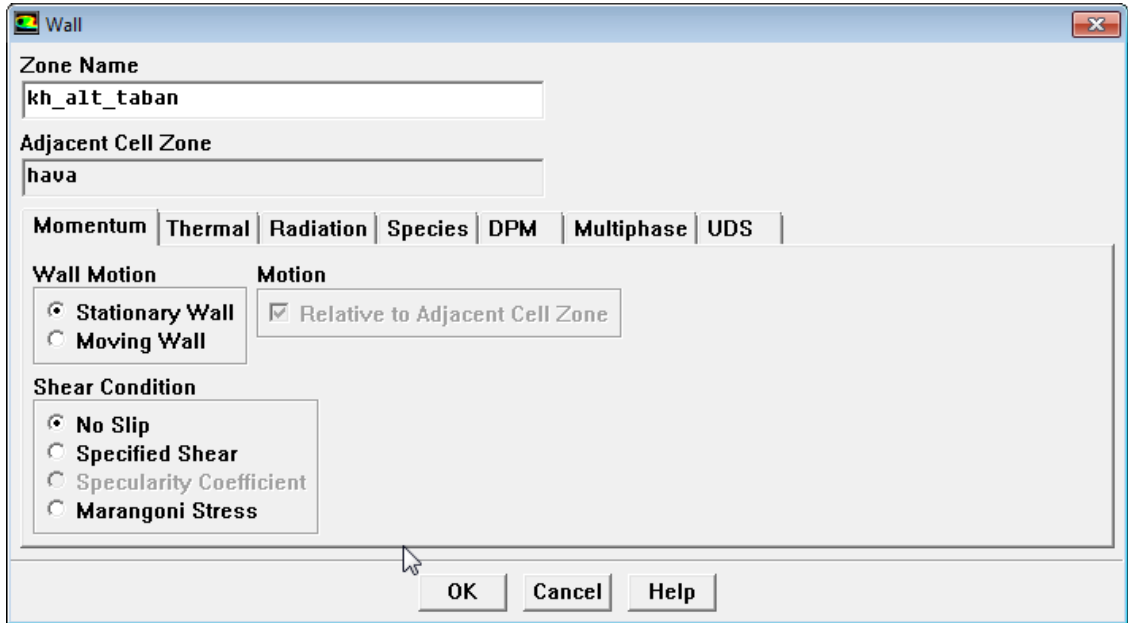
Stationary Wall  
 Moving Wall

Relative to Adjacent Cell Zone

Shear Condition

No Slip  
 Specified Shear  
 Specularity Coefficient  
 Marangoni Stress

OK Cancel Help



The image shows the 'Wall' dialog box in Fluent 6.3. The 'Zone Name' field is set to 'kh\_ait\_taban' and the 'Adjacent Cell Zone' is 'hava'. The 'Momentum' tab is selected. Under 'Wall Motion', 'Stationary Wall' is selected. Under 'Motion', 'Relative to Adjacent Cell Zone' is checked. Under 'Shear Condition', 'No Slip' is selected. The 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons are at the bottom.

Zone Name  
kh\_ait\_taban

Adjacent Cell Zone  
hava

Momentum Thermal Radiation Species DPM Multiphase UDS

Wall Motion Motion

Stationary Wall  
 Moving Wall

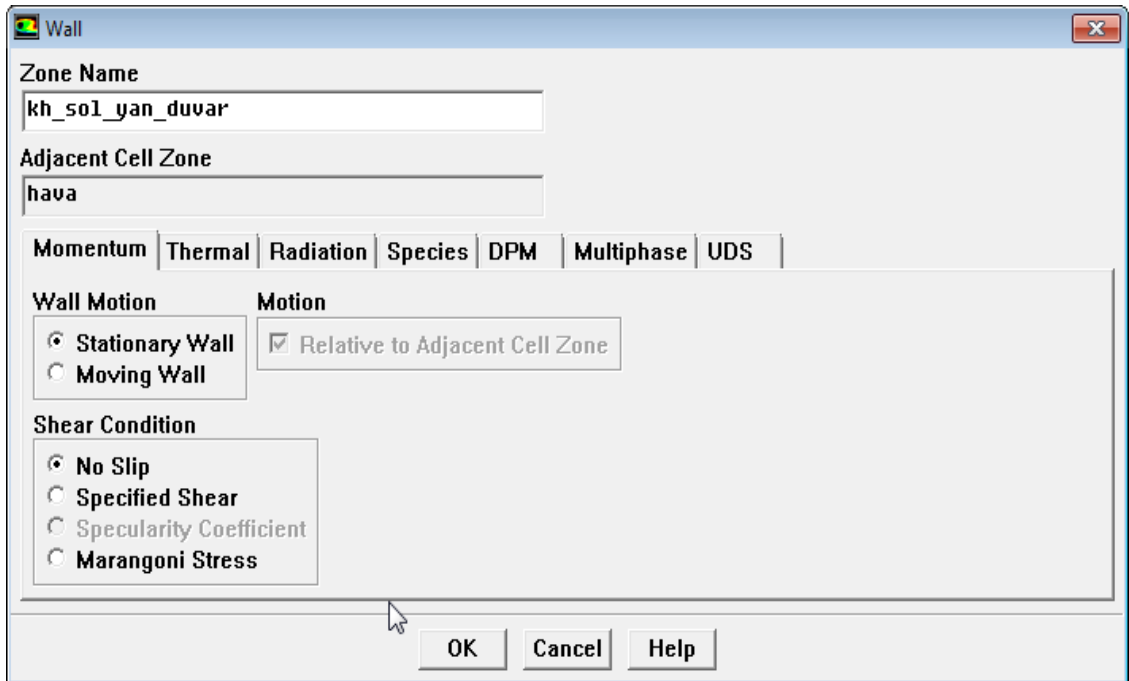
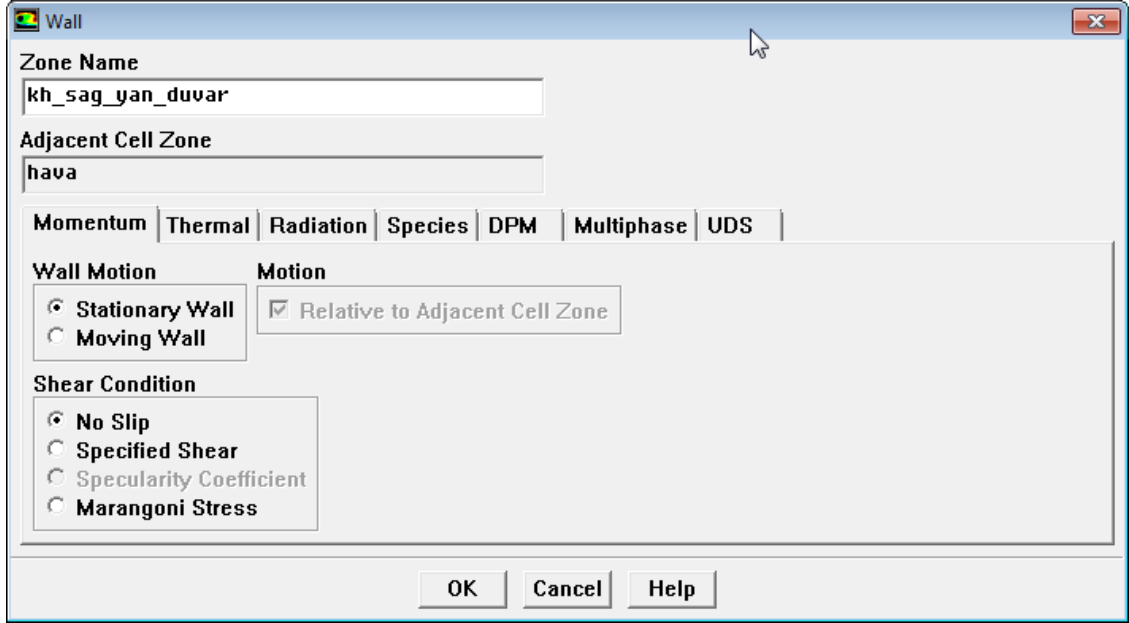
Relative to Adjacent Cell Zone

Shear Condition

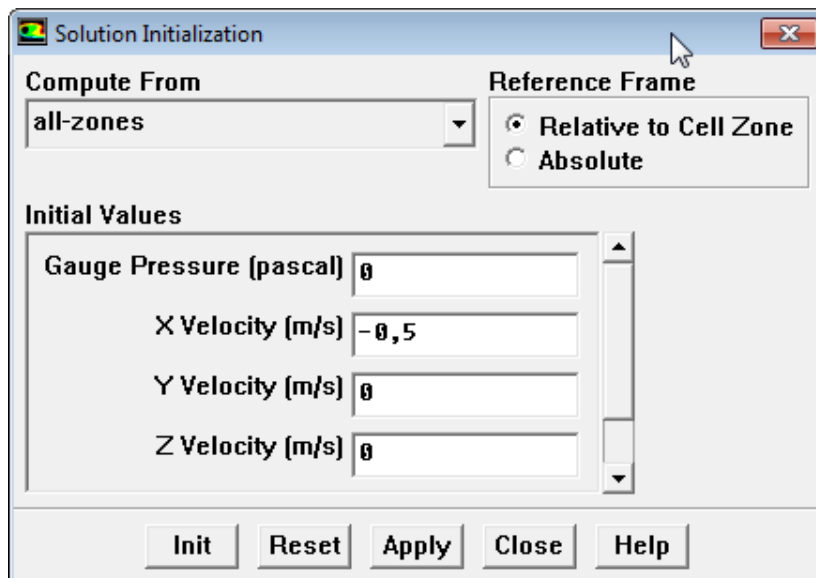
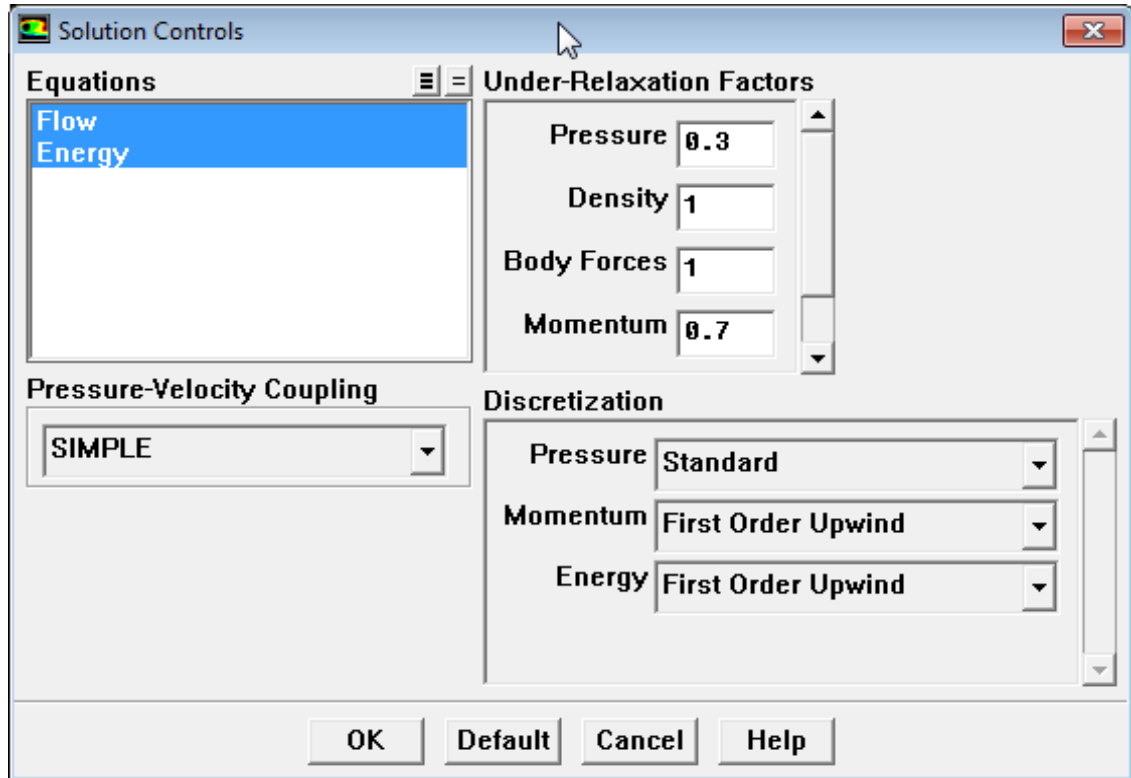
No Slip  
 Specified Shear  
 Specularity Coefficient  
 Marangoni Stress

OK Cancel Help

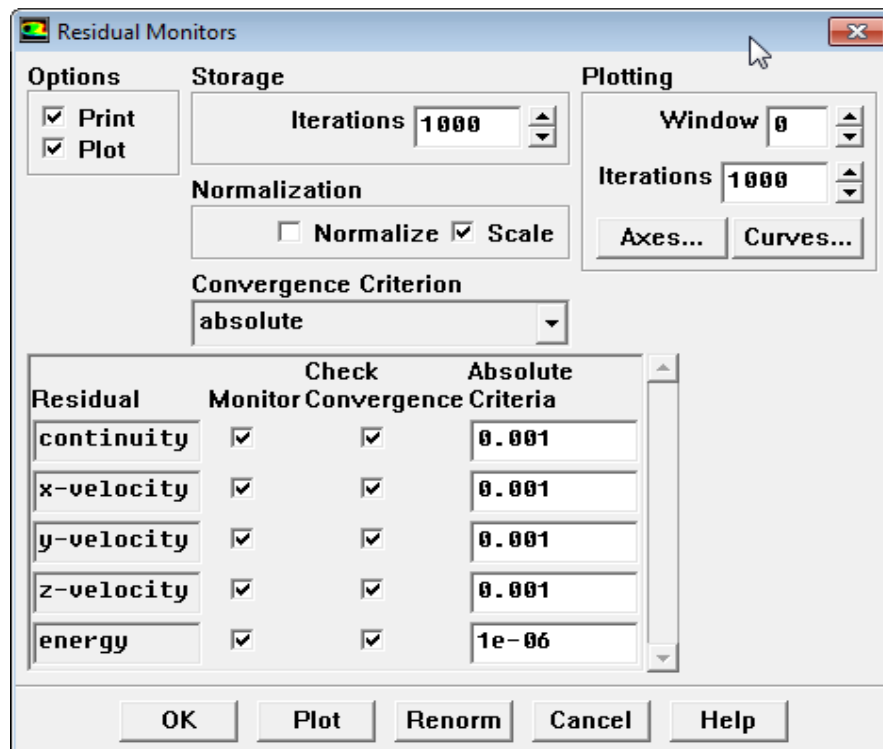
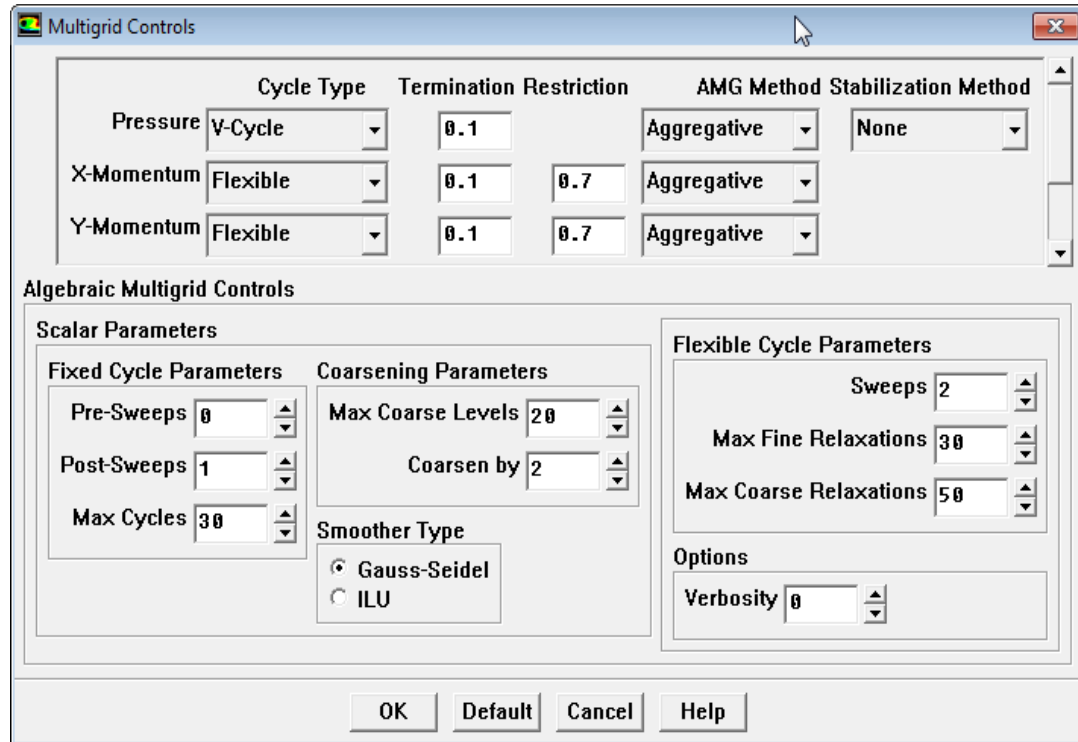
EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon vee ışımalı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



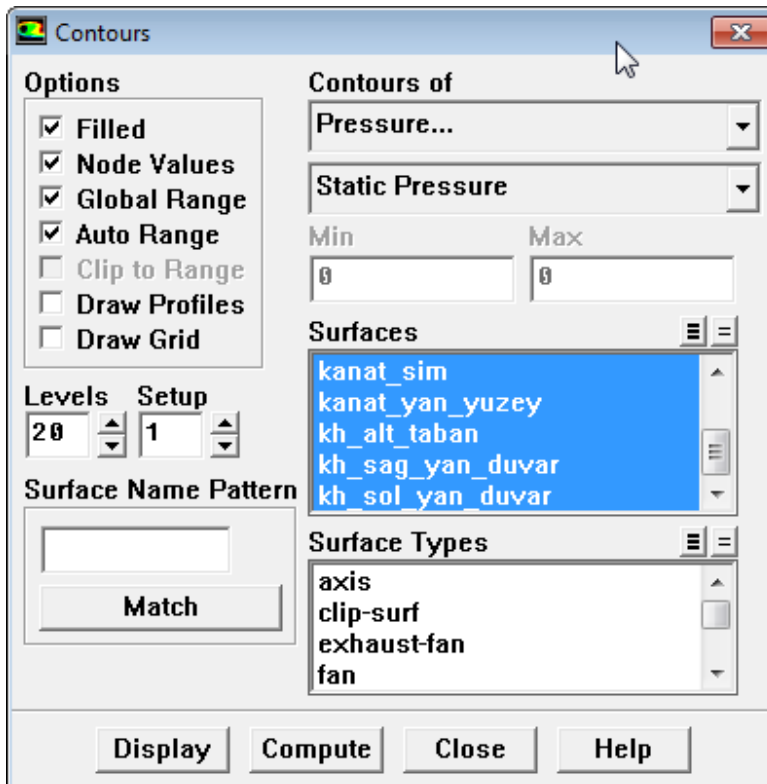
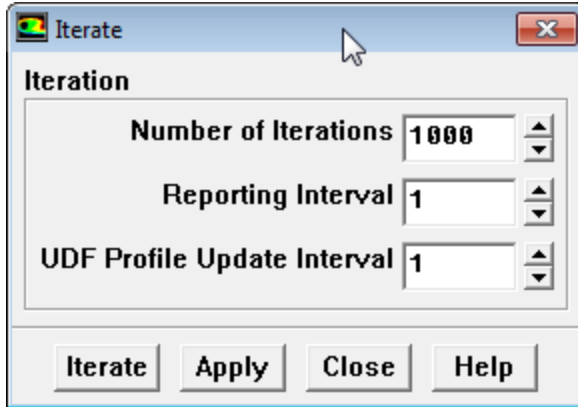
EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon vee ışımalı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon ve ışımalı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



EK-2. S=5 mm, H=37.5 mm, L=250 mm modeli için doğal konveksiyon vee ışımalı ısı transferine ait Fluent 6.3 programı işletim sırası (devam)



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı,adı : SEÇMEN Hüseyin  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum Tarihi ve Yeri : 30.11.1964 Zile  
 Medeni Hali : Evli  
 Telefon : 0 (312) 232 38 50  
 Faks : 0 (312) 232 42 24  
 e-mail : secmen60@hotmail.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Yıldız Teknik Ün./Mak.Müh.Böl.	1991
Lise	Zile End. Mes.Lis./Makine	1981

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1993-1996	G O P Ün.	Öğretim Görevlisi
1996-1999	Denizcilik Müsteşarlığı	Mühendis
1999-2001	Devlet Bakanlığı	Özel Kalem Md. Yrd.
2001-2003	Denizcilik Müsteşarlığı	Mühendis
2003-2005	İzmit Liman Başkanlığı	Liman Başkanı
2005-2006	Mersin Bölge Müdürlüğü	Bölge Md.Yrd.
2006-.....	Denizcilik Müsteşarlığı	Merkez Teşkilatı

### Yabancı Dil

İngilizce

### Hobiler

Masa Tenisi, Bilgisayar teknolojileri, Kitap okuma