



**T.C.**  
**KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**ÇEVRESİNE ÜÇGEN KANATÇIKLAR  
YERLEŞTİRİLMİŞ SİLİNDİRLERDEN  
DOĞAL TAŞINIM ISI TRANSFERİ**

**Amisi KOY KOY**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Makine Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Temmuz-2020**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**  
**TEZ KABUL VE ONAYI**

Amisi KOY KOY tarafından hazırlanan “Çevresine Üçgen Kanatçıklar Yerleştirilmiş Silindirlere Doğal Taşınım Isı Transferi” adlı tez çalışması 06/07/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Prof. Dr. Şefik BİLİR

.....

#### Danışman

Dr.Öğr.Üyesi Şükrü Ulaş ATMACA

.....

#### Üye

Dr.Öğr.Üyesi Aziz Hakan ALTUN

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr Saadettin Erhan KESEN  
Enstitü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Amisi KOY KOY

06/07/2020



**ÖZET****YÜKSEK LİSANS TEZİ****ÇEVRESİNE ÜÇGEN KANATÇIKLAR YERLEŞTİRİLMİŞ SİLİNDİRLERDEN  
DOĞAL TAŞINIM ISI TRANSFERİ****Amisi KOY KOY****Konya Teknik Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Şükrü Ulaş ATMACA****2020, 100****Jüri****Prof. Dr. Şefik BİLİR  
Dr.Öğr.Üyesi Şükrü Ulaş ATMACA  
Dr.Öğr.Üyesi Aziz Hakan ALTUN**

Bu tez çalışmasında alüminyum bir silindir çevresine takılan farklı sayıda ve farklı yüksekliklerdeki üçgen şeklindeki kanatçıkların doğal taşınım ısı transferi incelenmiştir. Kanatçıklar silindirin çevresine sık durum olan 18, orta sıklık olan 12 adet ve seyrek olarak 6 adet olarak takılmışlardır. Deneylerde 12 cm uzunluğundaki silindir üzerine diğer dik kenarı 12, 6 ve 3 cm olan üçgen şeklinde kanatçıklar takılmıştır. Deney numunesi 45° lik açılar yapacak şekilde 7 farklı konumda yerleştirilmiştir. Silindik deney numunesinin merkezine elektrikli rezistans ile sabit ısı akısı uygulanmış ve yine silindirin iç yüzeyine yerleştirilen termokupllar ile sıcaklıklar ölçülmüştür.

Sonuçlar Nusselt sayısının Rayleigh sayısı ile değişimi olarak verilmiştir. Deney sonuçlarına göre kanatçık ile düz silindire göre ısı geçişi önemli oranda artmaktadır. Ayrıca kanatçık sayısının ve kanatçık yüksekliğinin artması da ısı transferini arttırmaktadır. Çevresel kanat sıklığının artırılması ısı transferi oranını beklenen oranda arttırmamıştır. Genel olarak silindir düşey konumda iken (90° ve 270°) ısı transferinin arttığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Genişletilmiş yüzeyler, kanatçıklar, taşınım, ısı transferi, doğal taşınım, üçgen kanatçıklar

**ABSTRACT****MS THESIS****NATURAL CONVECTION HEAT TRANSFER FROM TRIANGULAR FINNED  
CYLINDERS**

**Amisi KOY KOY**  
**Konya Technical University**  
**Institute of Graduate Studies**  
**Department Of Mechanical Engineering**

**Advisor: Assist.Prof. Şükrü Ulaş ATMACA**

**2020, 100**

**Jury**  
**Prof. Dr. Şefik BİLİR**  
**Assist.Prof. Şükrü Ulaş ATMACA**  
**Assist.Prof. Aziz Hakan ALTUN**

Natural convection heat transfer from aluminum cylinders with triangular fins was investigated for various fin numbers and fin dimensions. The fins were attached circumferentially to cylinder at a number of 18 for the frequent case, 12 for medium frequent case and 6 for the sparse case. The heights of the right triangular fins were 12cm, 6cm and 3cm while the other cathetus is congruent with the height of cylinder as 12cm. The tested heat sink is oriented at 7 different angular positions as the axis of the cylinder varies  $45^\circ$  from horizontal position. Constant heat flux is applied thorough the center of the cylinder and the inlet temperatures were measured with thermocouples.

The results are given by Nu versus Ra curves. From the result of the experiments it is observed that fins increase the heat transfer considerably when compared to the straight cylinder. By increasing the frequency of the number of fins and the height of the triangular fin the heat transfer increases. The increment of the number of circumferential fins does not enhance the heat transfer as its magnitude. It is also observed that the heat transfer is enhanced at the vertical orientation angle ( $90^\circ$  and  $270^\circ$ )

**Keywords:** Extended surfaces, fins, heat transfer by convection, natural convection, triangular fins

## ÖNSÖZ

Her şeyden önce, çalışmamı tamamlamamda bana güç ve cesaret veren kainatın yaratıcısına teşekkür ediyorum.

Tez danışmanım Dr.Öğr.ÜyesiŞükrü Ulaş ATMACA'ya ulaşılabilirliği, değerli önerileri, sabrı, anlayışı ve bu çalışmaya gösterdiği sürekli ilgi için minnettarlığımı ifade etmek isterim.Bu çalışmada, alacakları kararla bana verecekleri onur için jüri üyelerine içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Beni koşulsuz seven, yardımlarını esirgemeyen ve bu günlere yetiştiren sevgili ailem, ASUMANI KOY ve MONDULU GBANGA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu çalışmamda, araştırmalarım boyunca bana yardımlarını esirgemeyen Olivier MPUKUTA ve Ilker GÖKTEPELİ'ye teşekkür ederim.

Bana verdikleri cesareten dolayı kardeşlerim, Asumani KOY, Hermes MAYELE, Glody MONDULU, Nyota KOY, Guelord KOY, Zahabu KOY, Gracia BOLENGALIO, Olivier KOY, Eliane ELUMBA, Ruth YENGA, Ruth MWATCHA, Immaculée KONGO, Junior MUSA'ya teşekkür ediyorum.

Ayrıca çalışmalarımda destek ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım, Percy MUHOYA, Soner ÖRS, Anta N'TINA, Allegría MBUYI, Fabrice KIESE, Joël MUKE, Emmanuel NSOMWE, KOFI KANDODI, Deborah ONGWE, Joceline SAMBA, Da Costa EUDULINO, Yunus ADOASOTI, Claudine SEMELI, Christian MUAMBA, Billo DIALO, Nancy MUSUMARI, Naomie LUZOLANA, Jackson APOTA, Rodrigue MAWANGA, Ferdinand LANDU, Mark BALIMBO, Youssouf FADIL, Hervé MAKASI, Nyme KASEYA'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

Sırdaşım Bayan Evodie NGELESI NYAMA'ya içten arkadaşlığı ve muazzam sevgisi için teşekkür ederim.

Teyzelerime ve amcalarım : Elysée AMISI, Dodo KOY, Feza KOY, Véronique YENGA, Solange EGBOGBO'ya herşey için teşekkürler!

Büyükannem NYOTA AFUA'nın anısına, bu mutluluğu birlikte paylaşmak için aramızda olmasını isterdim.

Son olarak, bu tezi geliştirmek ve yürütmek için doğrudan veya dolaylı olarak bana yardımcı olan herkese en içten şekilde teşekkür etmek istiyorum.

Amisi KOY KOY

KONYA-2020

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>ÖNSÖZ</b> .....	vi
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	vii
<b>SİMGELER VE İNDİSLER</b> .....	viii
<b>1 GİRİŞ</b> .....	1
<b>2 KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	2
<b>3 MATERYAL VE METOT</b> .....	9
3.1 Denev Düzeneginin Tanıtımı.....	9
3.2 Denevlerin Yapılışı.....	11
3.3 Denevler.....	11
3.4 Data Analizi.....	12
<b>4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b> .....	15
4.1 Çevresel olarak 6 kanatçıgının etkisi.....	18
4.2 Çevresel olarak 12 kanatçıgının etkisi.....	22
4.3 Çevresel olarak 18 kanatçıgının etkisi.....	25
4.4 Çevresel kanatçık sıklıgının etkisi.....	29
4.5 Açısal Konumun Etkisi.....	38
<b>5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b> .....	43
<b>6 KAYNAKLAR</b> .....	44
<b>7 EKLER</b> .....	47
<b>KİŞİSEL BİLGİLER</b> .....	100

## SİMGELER VE İNDİSLER

<b>Simgeler</b>	<b>Birimler</b>
A : Silindir yüzey alanı	$m^2$
t : Kanatçık kalınlığı	m
g : Yerçekimi ivmesi	$m/s^2$
h : Isı taşınım katsayısı	$W/m^2K$
I : Elektrik Akımı	A
k : Isı iletkenlik katsayısı	$W/m^{\circ}K$
Nu : Nusselt sayısı	-
P : Isıtıcı gücü	W
Ra : Rayleigh sayısı	-
T : Sıcaklık	K
$T_w$ : Boru cidar sıcaklığı	K
$T_{\infty}$ : Çevre sıcaklığı	K
$T_{iz}$ : Yalıtım sıcaklığı	K
V : Gerilim	V
$\beta$ : Isıl genleşme katsayısı	$K^{-1}$
$\Delta T$ : Sıcaklık farkı	K
$\Delta x$ : Yalıtım kalınlığı	m
$\rho$ : Yoğunluk	$kg/m^3$
$\nu$ : Kinematik vizkosite	$m^2/sn$
$\alpha$ : Isıl yayılım katsayısı	$m^2/sn$
Q : Isı transferi	W
$Q_{yalıtım}$ : Yalıtımdan kaybolan ısı	W
$T_f$ : Film Sıcaklığı $^{\circ}C$	

### İndisler

$iz_{iç}$ : Yalıtım iç yüzeyinde
$iz_{dış}$ : Yalıtım dış yüzeyinde
Taş : Taşınım
w : Silindir yüzeyinde
$\infty$ : Ortam



## 1 GİRİŞ

Taşınımınla ısı geçişinde, zorlanmış ve doğal taşınım olmak üzere birbirinden farklı iki temel hareket vardır. Taşınımınla ısı geçişinde akışkan akışı üzerinde bu hareketlerden hangisi daha hakimse taşınım ona göre adlandırılır. Akışkan hareketi harici bir kuvvet nedeniyle gerçekleşiyorsa bu akışa zorlanmış taşınım denir. Öte yandan, akışkan akışı bir bölgeden başka bir bölgeye kendiliğinden hareket edebiliyorsa buna doğal taşınım denir.

Herhangi bir zorlanmış taşınımın olduğu ortamda, mutlaka doğal taşınımın da etkisi vardır. Ortamda sıcaklık farklılıkları ve yerçekimi varsa doğal taşınım başlayacaktır. Taşınım problemlerinde her iki taşınım olayının da hakim olduğu durumda olay birleşik taşınım olarak adlandırılır.

Doğal taşınımın akışkan hareketi akışkan içinde bir kaldırma kuvveti oluşması sebebiyle meydana gelir.

Doğal taşınım, radyatörlerden, bir binanın duvarlarından veya sakin bir ortamda durgun bir insan vücudundan kaynaklanan ısı akışı mekanizmasıdır. Bunun için, iklimlendirme veya soğutma cihazlarının üzerindeki ısı yükünün belirlenmesi, doğal taşınım ısı transfer katsayıları bilgisi gerektirir.

## 2 KAYNAK ARAŞTIRMASI

Çevresine farklı geometrilerde kanatçıklar yerleştirilmiş silindirden doğal taşınım ile ısı transferi birçok araştırmacı tarafından halen incelenmektedir. Doğal taşınım ısı transferi yüzey yapısına bağlı olarak önemli oranda değişmektedir. Silikon mikroişlemcilerde üretilen ısı miktarı neredeyse güneşin yüzey değeri olan santimetrekare başına 100W değerine kadar ulaşmıştır. Elektronik cihazların işlemlerini düzgün olarak yapmaya devam edebilmeleri, parçaların ısı yüzünden deformasyona uğramamaları ve birleşim noktalarında lehimlerin zarar görmemesi için bu ısının ortamdan hızla uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu sayede elektronik cihazların kullanım ömürleri de artmaktadır.

Genişletilmiş yüzeyler ile yapılan çalışmalarda, genişletilmiş yüzeyin formu, boyutları ve dizilimi önemlidir. Literatürde bu konusu benzer birçok çalışma bulmak mümkündür. Ancak literatürde silindirler üzerine yerleştirilen üçgen formundaki kanatçıklar ile ilgili çalışma çok kısıtlıdır.

Literatürde farklı geometriler ve bu farklı geometriler üzerlerinde kanatçıklar ile ilgili çok sayıda yayın bulunmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmı doğal taşınım ile ısı transferini ele alırken bir kısmı da zorlanmış taşınımında kanatçıklı geometrileri içermektedir.

İlk olarak kanatçıklarla ilgili kitaplardan bahsedilecektir. Bunlardan ilki(Rohsenow ve ark 1998) tarafından yazılan kitaptır. Bu kitabın 4. Bölümü G. D. Raithby ve K. G. T. Hollands tarafından hazırlanmıştır. Doğal taşınımı ele alan bu bölüm kanatçıklı yüzeylerden gerçekleşen ısı transferini ele alan çok kapsamlı bir derleme niteliğindedir. Kanatçıklı yüzeylerden doğal taşınım ısı transferini ele alan bir başka kitaptır. (Martyntenko ve Khramtsov 2005). Bu kitaplara ek olarak sadece kanatçıklar ile ilgili bir kitap (Kraus ve Bar-Cohen 1983)tarafından yazılan kitaptır. Tamamen genişletilmiş yüzeyler ile ilgili olan bu kitap çok geniş bir derleme niteliğindedir. Kanatçıklar ile ilgili analitik, sayısal ve deneysel çalışmaları çok detaylı bir şekilde vermektedir.

Literatürde kanatçıkların çok çeşitli geometrileri için çalışmaları bulmak mümkündür. Örneğin (Li ve Byon 2015)çalışmalarında doğal taşınım ısı transferine maruz kalan dikdörtgen kanatçıklara sahip dairesel tabanlı bir deney düzeneğinde, ısı transfer özelliklerinin belirlenmesi için sayısal ve deneysel çalışma gerçekleştirmişlerdir.Yine benzer şekilde (Yu ve ark 2010)çalışmalarında, yatay dairesel bir plaka üzerinde dikdörtgen kesitli kanatçıktan doğal taşınım ile ısı transferini, hem deneysel hem de sayısal olarak

çözümlemişlerdir. Kanatçık boyu, kanatçık yüksekliği ve kanatçık sayısı gibi üç geometrik değişkenin ısı transferine etkileri incelenmiştir. Çalışmada ayrıca ortalama Nusselt sayısını veren bir bağıntı da elde etmişlerdir.

Düşey bir levhada baklava dilimi şeklinde kanatçıklardan ısı transferi (Misumi ve ark 2003) tarafından yapılmıştır. (Kiwon 2007)de yaptığı sayısal çalışmada, düşey sabit plaka üzerine yerleştirilen poroz kanatçıklardan doğal taşınım ile ısı transferine ışınım ile ısı transferinin etkisini belirlemiştir. Yine poroz kanatçık çalışması olarak, (Gorla ve Bakier 2011), dikdörtgen kesitli poroz kanatçıklarda taşınım ve ışınım etkileri incelenmiştir. Poroz malzeme, özelliği gereği temas halinde olduğu akışkanın içinden geçmesine izin verir. Porozite parametresi, sıcaklık oranı ve ışınım parametreleri değiştirilerek yerel ısı transferi katsayısı ve kanatçıklardaki sıcaklık dağılımları belirlenmiştir. (Sikka ve ark 2002) yılında plaka yüzeyine yerleştirdikleri yivli ve ondüleli kanatçıkları deneysel olarak incelemişlerdir. Plaka hem yatayda hem de düşey konumda iken deneyler tekrarlanmıştır. Sonuçlar Nusselt sayısının Rayleigh ile değişimi olarak verilmiştir.

Küre üzerinde kanatçıklar için de çalışmalar bulunmaktadır. (Singh ve Dash 2015) kanatçıklı küresel cisimler üzerinde doğal taşınım ile ısı transferini, hem laminer hem de türbülanslı akış için ele almışlardır. Kanatçık yüksekliği/ küre çapı, kanatçıklar arası mesafe/ küre çapı gibi değişkenlerin Nusselt sayısına etkileri sayısal olarak belirlenmiştir. Çalışmada, bir değişken olarak da kanatçığın iletken olup olmaması alınmıştır. İletken kanatçıkların sayısının artması, laminer akış rejiminde Nusselt sayısının değerini azaltmıştır. İletken olmayan kanatçıklarda ise Nusselt sayısı, hem laminer hem de türbülanslı akışta kanatçık sayısı ile azalmıştır. Ayrıca, kanatçıklı küreler için Nusselt sayısını veren korelasyonlar geliştirilmiştir. (Kostoglou ve ark 2013) çalışmalarında minik ısıtıcılar kullanarak farklı yer çekimi ivmelerinde ısı transferini deneysel olarak incelemişlerdir. Nusselt sayısı ve Rayleigh sayısı için yeni bağıntılar geliştirilmiştir. Deneysel çalışmadan çıkan sonuçlar sayısal simülasyon ile karşılaştırılmıştır.

Zorlanmış taşınımı içeren bir çalışma (Bhowmik ve ark 2005) tarafınan yapılmıştır. Duvarına dört adet elektronik çip yerleştirilmiş düşey dikdörtgen kesitli bir kanaldaki ısı transferini, incelemişlerdir. Deneyde akışkan olarak su kullanmışlardır. Çalışma, doğal, karışık ve zorlanmış konveksiyon altındaki geniş aralıkta laminer akışı kapsamaktadır. Sonuç olarak Nusselt sayısı, Reynolds sayısı ve Grashof sayısı arasındaki ilişkilerle ampirik bağıntılar geliştirilmiştir.

(Şara ve Yapıcı 2007)dikdörtgen bir kanal içerisinde akışa dik ve paralel olarak dizilmiş dikdörtgen kesitli kanatçıklara deneysel olarak çalışmışlardır. Bu çalışmada diziliş parametresinin ısı transferi iyileşmesine etkisi incelemiştir. Kanatçıkların kendi aralarındaki mesafeye, akışa paralel veya dik olmalarına ya da düzgün veya şaşırtmalı dizilişlerine göre ısı transferine etkileri incelenmiştir.

(Harahap ve McManus 1967)yatay bir plaka üzerine dikey olarak yerleştirilen durulamin malzemedan imal edilen 5 adet dikdörtgen kanatçık içerisindeki ısı dağılımını deneysel olarak incelemiştir. İki farklı korelasyon geliştirilmiş ve bu korelasyonlardaki sapmalar tartışılmıştır.(Igarashi ve Mayumi 2001)2500-12800 Reynolds sayısı aralığında aynı hücum açısında dikdörtgen kanatçığa sahip bir silindir etrafındaki ısı transferi ve akış karakteristiklerini belirlemek üzere deneysel bir çalışma yapmışlardır.

(Yang ve Peng 2008)çalışmalarında, dikdörtgen bir blok üzerine yerleştirilen kanatçıkların zorlanmış taşınım ile ısı transferini sayısal olarak çözmüşlerdir. Kanatçıklar üzerine gelen akışı türbülanslı kabul etmişlerdir. Kanatçıklar arası mesafe ve kanatçık boylarını değişen parametreler olarak ele almışlardır. Çalışmalarının sonucunda Isı transferini iyileştiren optimum parametreleri vermişlerdir. (Sahin ve Demir 2008)çalışmalarında dikdörtgen blok üzerine yerleştirilmiş dairesel kanatçıklar üzerinde olarak ısı transferi değişimini ve basınç düşmesini deneysel olarak incelemiştir. Ayrıca çalışmalarının sonucunda bir bağıntı da vermişlerdir.

Çalışmaların bir kısmı doğrudan silindirler etrafında kanatçıkları içermektedir. Bu çalışmaların dikkat çekenleri aşağıda verilmiştir.

(Kuriyama ve ark 1996)havada yatay olarak tutulan bir dizi silindirden doğal taşınım ile ısı transferini deneysel olarak incelemiştir. Farklı silindir dizileri için yerel ısı transfer katsayılarını bulmuşlardır.

Benzer şekilde düşey bir silindirden laminer akış, doğal taşınım ile ısı transferi deneysel olarak (Day ve ark 2013) tarafından incelenmiştir. Çalışmalar sonucunda hesaplanan Nusselt sayısı değerleri literatürdeki bağıntılarla karşılaştırılarak sunulmuştur.

(Yıldız ve Yüncü 2004)yayınlarında, yatay, kanatçıklı silindirde doğal taşınım ile ısı transferini deneysel olarak incelemiştir. Kanatçık kalınlığı sabit tutulurken, kanatçık çapı, kanatçıklar arası mesafe ve ısıtıcıdan verilen güç değiştirilerek deneyler tekrarlanmıştır. Taşınım ısı transferi kanatçık çapına, kanatçıklar arası mesafeye silindir ve ortam sıcaklıkları

arasındaki farka bağlıdır. Isı transferinin en yüksek olduğu optimum kanatçıklar arası mesafe belirlenmiştir. Ayrıca yayında bir de bağıntı sunulmuştur.(Hahne ve Zhu 1994) yayınlarında kanatçıklı bir boruda sıcaklık dağılımını ve ortalama ısı transferi katsayısını deneysel olarak belirlemişlerdir.

Kanatçıklı silindirler özellikle elektronik sistemlerin soğutulmasında kullanılmaktadır. Bu konuda (Wang ve ark 1999)yayınlarında sabit sıcaklıklı yatay dairesel kanatçıklardan laminer akış, doğal taşınım problemini ele almışlardır. (Ahmed ve Yovanovich 1997) yayınlarında, farklı geometrilerdeki cisimlerden zorlanmış taşınım ile ısı transferini deneysel olarak incelemişlerdir.

Literatürde sayısal olarak benzer problemi ele alan yayınlar bulunmaktadır.

(Halder 2004)yayınında yatay, çevresinde aksel kanatçıklar olan bir silindirden doğal taşınım ısı transferini sayısal olarak çözmüştür. Problemi çözerken silindirin yüzey sıcaklığını ve çevre ortam sıcaklığını sabit ve üniform kabul etmiştir. Isı transferinin Grashof sayısı, kanatçık sayısı ve kanatçık boyutu ile arttığını belirtmiştir.

(Halder ve ark 2007)yayınlarında akselleri doğrultusunda çevresine kanatçıklar takılan bir silindirde laminer akış şartlarında karışık taşınım problemini sayısal olarak çözmüşlerdir. Isı transferini etkileyen değişkenler içinde en önemlisinin kanatçık kalınlığı olduğunu belirlemişlerdir. Isı transferinin en fazla olacağı durum için değişkenlerin optimum değerlerini vermiştir. (Kumar 1997), düşey halka kesitli ve iç kısmında kanatçıklar olan bir kanalda ısı transferini sayısal olarak çözmüştür. Isı transferinin radyus ve kanatçık oranı ile doğru orantılı olarak arttığını belirtmiştir. Ayrıca ısı transferinin kanatçık kesit oranı ve kanatçık inceliği ile ters orantılı olduğunu makalesinde sayısal olarak göstermiştir. Maksimum Nusselt sayısını ve optimum kanatçık sayısını çeşitli parametrelerin fonksiyonu olarak bulmuştur.(Almsater ve ark 2016), aksel kanatçıklı ısı borularında ısı direnci azaltmak için faz değişimini de göz önüne alan sayısal bir çalışma yapmışlardır. Aksel olarak eklenen kanatçıkların, kanatçıksız ısı borusuna göre ısı performansının önemli oranda arttığı belirtilmiştir. (Prakash ve Patankar 1981)yayınlarında düşey, içten kanatçıklı borularda tam gelişmiş laminer akış problemini ve ısı transferini, kaldırma kuvveti etkisini de göz önüne alarak incelemişlerdir. Problemi çözerken sonlu farklar metodunu kullanmışlardır. Sonuçlar geniş bir Rayleigh sayısı aralığında farklı kanatçık boyları ve kanatçık sayıları için verilmiştir. Kaldırma kuvveti etkisinin ısı transferini önemli oranda arttırdığı belirlenmiştir. (Zhou ve ark 2014) yayınlarında sürekli rejimde, iki boyutlu ısı transferi problemini sayısal olarak

çözmüşlerdir. Yeni geliştirdikleri bir jeneratör, araç egzozlarından elde edilen atık ısı ile çalışmaktadır.

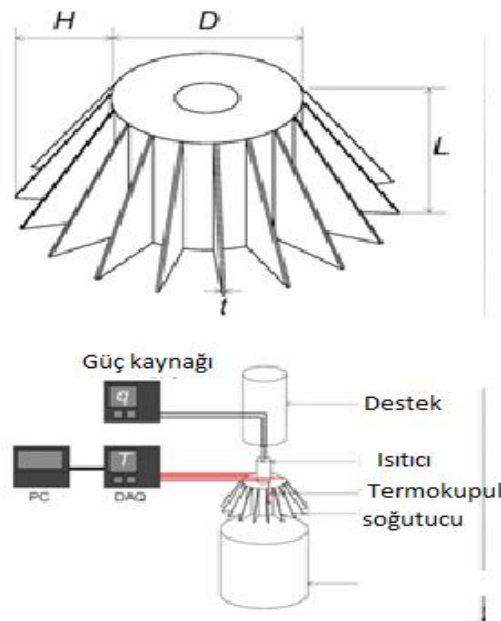
Delikli kanatçıklar ile ilgili de birçok çalışma vardır. Bu çalışmalardan bir kısmı da şu şekildedir.

(Mhamuad ve ark 2008) çalışmalarında deneysel olarak doğal taşınımı ele almışlardır. Üzerlerinde 18 dairesel deliğin açıldığı, boyutları 100x270 mm olan dikdörtgen kesitli kanatçıklar bir silindir etrafına aksel doğrultuda 15 adet olmak üzere yerleştirilmiştir. Deneysel sonucunda deliklerin çapları büyüdükçe ısı transferinin ve dolayısıyla ısı taşınım katsayısının arttığını belirtmişlerdir. (AlEsa ve Maqableh 2009) çalışmalarında bir dikdörtgen bloğun içine açılan dikdörtgen şeklinde oyuklardan doğal taşınım ile ısı transferini sayısal olarak incelemişlerdir. Çalışmada önce içi dolu dikdörtgen blok için çözümler yapılmış daha sonra içi boşluklu dikdörtgen blok ile karşılaştırılmıştır. Dikdörtgen kesitli oyukların ısı transferi karakteristikleri belirlenmiştir. Isı transferinde artış sağlayan oyuklar arası mesafe ve oyukların boyutları belirlenmiştir. (Elshafei 2010) çalışmasında, dikdörtgen kesitli bir blok üzerindeki delikli silindirik kanatçıkların doğal taşınım ile ısı transferini ele almışlardır. Silindirik kanatçıkların, geometrik dizilimleri, düz silindirler ve delikli silindirler için karşılaştırılmıştır. Delikli silindirik kanatçıkların ısı transferini artırıcı etkileri olduğunu belirtmiştir. (Shaeri ve Yaghoubi 2009), sayısal olarak dikdörtgen bir blok üzerine yerleştirilen delikli dikdörtgen kanatçıklarda zorlanmış taşınım ile ısı transferini incelemişlerdir. Delik sayısının artması kanatçık performansını arttırdığı belirtilmiştir. Ayrıca kanatçık verimi ile ilgili bir bağıntı da geliştirilmiştir. (Malekzadeh ve ark 2006), çalışmalarında basamak şekilli dikdörtgen kanatçıkları ele almışlardır. Sayısal olarak çözdükleri problemde kanatçık optimizasyonu yapmışlar ve düz kanatçığa göre performansının artış oranını belirlemişlerdir. (Pise ve Awasarmol 2010) çalışmalarında içi dolu ve delikli kanatçıklardan doğal taşınım ile ısı transferini deneysel olarak ele almışlardır. Deneysel sonucunda her kanatçığın dip, uç sıcaklıkları ile sürekli rejimde ısı transferi değerlerini belirlemişlerdir. (Huang ve ark 2015), farklı kombinasyonlu delikli kanatçıkları ele alarak zorlanmış taşınım ile ısı transferini incelemişlerdir. Çalışmalarında hem deneysel hem de sayısal olarak çözümler yapmışlar ve sonuçlarını karşılaştırmışlardır. (Ehteshum ve ark 2015) çalışmalarında delikli kanatçıkların performansını türbülanslı akışta deneysel olarak incelemişlerdir. Hava tüneline yaptıkları deneylerde kanatçık sayısını ve kanatçıklar üzerinde delik sayılarını değiştirmişlerdir. Hesaplamalarında taşınım ile ısı transferinin yanı sıra ışınım ile ısı transferini de göz önüne almışlardır. Delikli kanatçıklarda, içi dolu kanatçığa

göre daha yüksek ısıl performans, düşük basınç kaybı ve daha az malzeme gerektiği vurgulanmıştır. (Sudheer ve ark 2015), çalışmalarında düşey bir silindir etrafına yerleştirilen delikli kanatçıklardan doğal taşınım ile ısı transferini hem deneysel hem de sayısal olarak incelemiştir. Çalışmada deliklerin çapı ve kanatçık sayısı değiştirilerek ısı transferine etkileri belirlenmiştir. (Baruah ve ark 2011), çalışmalarında dikdörtgen bir blok üzerinde delikli ve içi dolu elips kelindeki kanatçıkların zorlanmış taşınım ile ısı transferini sayısal olarak incelemiştir. Çalışmalarında kanatçıkları farklı dizilimlerle yerleştirmişler, basınç kaybını ve ısı transferi sonuçlarını grafikler halinde sunmuşlardır. Delikli kanatçıkların ısı transferi performansının daha yüksek ve basınç kaybının daha az olduğu bulunmuştur. Düz bir yüzeyde üçgen kanatçıklardan ısı transferi çalışmasına örnek olarak (Iyengar ve Bar-Cohen 1998) çalışmalarında düz plaka üzerinde üçgen şeklinde kanatçıkların ısı transferini incelemiştir.

Doğrudan doğruya tez ile ilgili literatürde kaynak çok kısıtlıdır. Literatürde bulunan kaynaklar şu şekilde verilebilir.

(Lee ve ark 2016), çalışmalarında çevresine üçgen kanatçıklar yerleştirilmiş bir silindirden doğal taşınım ile ısı transferini ele almışlardır. Deneysel kanatçık yüksekliği, kanatçık sıklığı ve kanatçık taban sıcaklığı değiştirilerek sonuçlar alınmıştır. Çalışma sonucunda Nusselt sayısını belirlemek için ampirik bir formül geliştirmişlerdir.



Şekil 2.1. Deneysel düzeneği (Lee ve ark 2016)

(Kang ve ark 2017) sivri ucu aşığı doğrultuda olan üçgen kanatçıklardan ısı transferini incelemişlerdir. Bu çalışmada da bir önceki literatürdeki gibi kanatçık yüksekliği, kanatçık sıklığı ve taban sıcaklığı değişken olarak alınmıştır. Bu çalışmada da bir ampirik korelasyon verilmiştir.



Şekil 2.2. Deney düzeneği (Kang ve ark 2017)

(Lee ve ark 2018) çalışması da aynı deney düzeneğinde aynı değişken parametreler ile yapılan bir çalışmadır. Bu çalışma sonucunda da bir korelasyon verilmiştir.

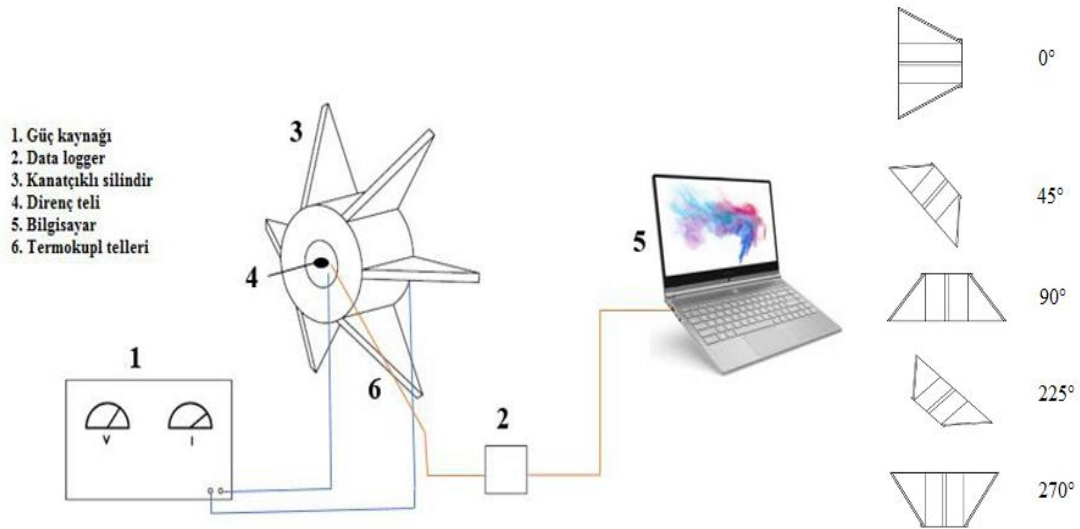
(Kwak ve ark 2017), çalışmalarında üçgen şeklinde kanatçıkların açısai konumu, porozite etkisi ve kanatçık yüksekliklerini değiştirerek hem sayısal hem de deneysel olarak incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda da ampirik bir formül verilmiştir. Ayrıca açısai değişim, porozite faktörü, ısı akısı ve boyut değişileri Nusselt sayısının Rayleigh sayısı grafikleri halinde sunulmuştur.



### 3 MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Deney Düzeneginin Tanıtımı

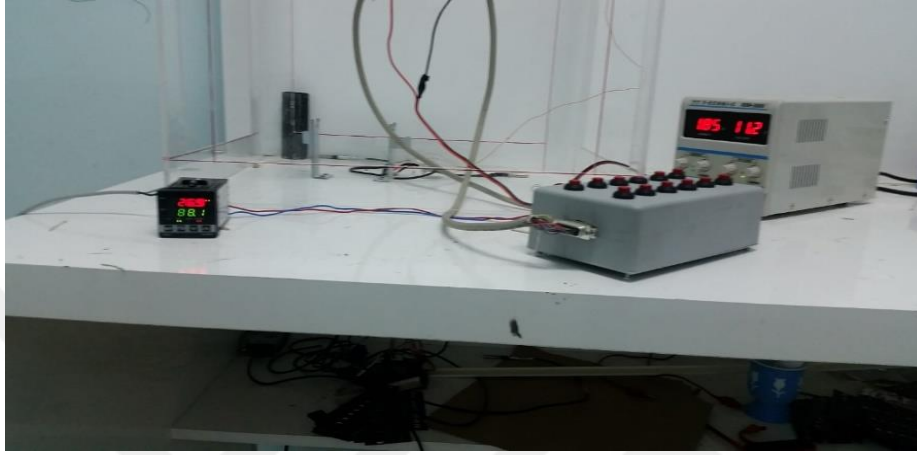
Deney düzenegi, ayarlı bir güç kaynağı, seçici anahtar, termokupl ve bağlantı elemanları ve kanatçıklı ve kanatçıksız deney numunelerinden oluşmaktadır. Deney düzeneginin şematik resmi Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Deney düzeneginin şematik resmi

Deney silindirlerinin ısıtılması ayarlı bir güç kaynağı tarafından silindir içerisine yerleştirilen 1200Wlık direnç teline akım verilmesiyle gerçekleştirilmektedir. 38 mm çapında ve 120mm kanatçık yüksekliğindeki silindirin içine ısıyı homojen şekilde dağıtması için ateş tuğlası tozundan silindirik bir beton dökülmüş, ısıtıcı direnç teli bu betonun tam merkezinden geçecek şekilde yerleştirilmiştir. Deney numunesinin silindirlerinin iç bölümünden farklı açısız konum ve noktalardan 8 noktadan K tipi termokupl ile sıcaklık ölçümleri yapılmaktadır. Silindirik beton ile deney numunesi arasında 8 farklı noktadan alınan sıcaklık değerleri ile ortalama sıcaklık değeri belirlenmektedir. Sıcaklıkların iç yüzeyden ölçülmesinin nedeni doğal taşınım akışının sekteye uğratılmamaya çalışılmasıdır. Silindirin iç ve dış yüzeyleri arasında sıcaklık farkı değerlerinin çok küçük ve ihmal edilebilir seviyede olmalarından dolayı, hesaplamalarda silindir iç yüzeyinden ölçülen sıcaklık silindir sıcaklığı olarak kabul edilmiştir. Silindirin her iki uç kısmına aksel yöndeki ısı kaybını azaltmak için 1cm kalınlığında camyünü ile ısı yalıtımı yapılmıştır. Deneylerde termokupl düzenegi ile silindir iç

yüzey sıcaklıklarının yanında ayrıca iki termokupl değeri ile ortam sıcaklığı ve iki termokupl ile de yalıtım yapılan uçlardaki cam yünü dış yüzey sıcaklıkları ölçülmüştür. Varyak 220 V değerinde şehir şebekesine bağlanmış ve direnç teline aktarılan güç, çıkış akım ve gerilim değerleri değiştirilerek ayarlanmıştır. Akım ve gerilim değerlerinden ısıtıcının gücü hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Deney düzeneğinin genel görünümü

Kanatçıklı ve kanatçıksız silindirlerin genel görünümü Şekil 3.3'te verilmiştir. Deneylerde değişen bir parametre de deney numunesinin yatay ile yaptığı açıdır. Bunun için de sadece kenarları olan bir kafes sistemi yapılmış ve ince bir tel ile deney numunesi ekseninden bağlanarak açılal konumu ayarlanmıştır.



(a)

(b)

Şekil 3.3. Kanatçıksız ve kanatçıklı deney silindirinin genel görünümü (a) kanatçıksız silindir (b) kanatçıklı silindir

Deney silindirleri  $\varnothing 38$  mm iç çapında ve  $\varnothing 42$  mm dış çapında 120mm boyunda alüminyum malzemedan imal edilmiş ve yüzeyleri anot kaplama yapılmıştır. Silindirlerden

kaybolan ısı hesaplanırken, ısı kaybının taşınım ve ışıınım yolu ile olduğu bilinmektedir. Sonuçlarının hesaplamalarında ısı ışıınımı hesaplamalarında yapılması planlanmıştı. Isı ışıınımı hesaplamalarında emisivite değerini 1 almak için malzemeler anot kaplanmıştır. Ancak bu hesaplamalara bu çalışmada yer verilmemiştir.

### 3.2 DeneYlerin Yapılışı

DeneYlere öncelikle kanatçıksız yatay silindir ile başlanılmıştır. Kanatçıksız yatay silindirlerden doğal taşınım ile elde edilen sonuçlar literatürde bulunan sonuçlar ile karşılaştırılmış ve deney düzeneğinin güvenilirliği belirlenmiştir. Karşılaştırma sonuçları bir sonraki bölümde verilmiştir. Doğal taşınımında çevrenin etkilerini en aza indirmek için penceresiz ve ısı kaynağı olmayan bir oda da yapılmıştır. Aynı Rayleigh sayılarında değerlendirebilmek için kanatçıksız silindirlerde güç değerleri 2W ile 20W arasında 2 Wattlık artışlarla yapılırken, kanatçıklı silindirlerde 5W ile 50W arasında 5Wattlık artışlar ile yapılmıştır. Her bir deney numunesi için 10 deney yapılmıştır.

Kullanılan kanatçıklar 1,5mm kalınlığında yine anot kaplanmış alüminyum malzemedен imal edilmiştir. Kanatçıklar üçgen şeklindeYdir. Dik kenarlardan birisi silindirin boyu kadar iken diğer dik kenar değiştirilerek 30mm, 60mm ve 120mm kadardır. Kanatçık sıklığı silindir çevresinde seyrek sıklık olarak 60° aı ile çevresel 6 adet, orta sıklık olarak 30° aı ile çevresel 12 adet ve yüksek sıklık olarak 20° aı ile çevresel 18 adet olacak şekilde tasarlanmıştır. Açısal konum olarak deney silindirinin aksnel uzantısının yatay ile yaptığı açı 0° olarak başlanmış ve açılar 45° arttırılarak ölçümler alınmıştır. Silindir yüzey sıcaklığı 8 adet termokupl değerinin aritmetik ortalaması olarak alınış, ortam sıcaklığı 2 termokupl değerinin ortalaması olarak belirlenmiştir. Yalıtım yapılan camyünü dış yüzey sıcaklıları birer termokupl değeri ile belirlenmiştir. Atmosfer basıncında havanın termofiziksel özellikleri ek1'de verilen değerlerden okunmuştur. Sıcaklık ölçümleri sistem rejime girdikten sonra alınmıştır. Sistemin rejime girmesi deneyin başlangıcında 2,5-3 saat kadar sürerken yüksek ısıtma değerlerinde bu değer 2 saate kadar düşmektedir.

### 3.3 DeneYler

Elektrikli güç ayarından güç değerleri basamak değerleri olarak arttırılmıştır. Sisteme verilen ısıtıcının voltaj ve akım değerleri avometre ile ölçülerek ve basamak değerleri olarak sisteme verilmiştir.

Deneyler kanatçiksız ve kanatçıklı silindirde, mukayese ve sistemin güvenilirliğini kontrol için yapılmıştır. Her iki durum için de yataya göre , 45°, 90°, 180° veya 0°, 225°, 270°,lik konumlarda tekrar edilmiştir. Kanatçiksız silindirde güç değerleri 2W ile 20W arasında 2 Wattlık artışla, kanatçıklı silindirde ise 5 W ile 50 W değerleri arasında 5 Wattlık artışla ölçümler yapılmıştır.

Deney verileri sistem sürekli rejime girdikten sonra alınmıştır. Başlangıç güç değerlerinde sürekli rejime ulaşma süresi yaklaşık 2,5-3 saat kadar sürerken yüksek güç değerlerinde bu süre 2 saate kadar inmiştir. Sonuçlar Ra-Nu eğrileri ile ifade edilmiştir.

### 3.4 Data Analizi

Deneyler esnasında her bir ısıtıcı gücü için silindir yüzey sıcaklığı, ortam sıcaklığı, yalıtım dış yüzey sıcaklığı veri olarak alınmıştır. Ölçüm sıcaklıkları hesaplamada Kelvin ( K) olarak ifade edilmiştir.

Rayleigh sayısı;

$$Ra = \frac{g\beta\Delta T D^3}{\nu\alpha} \quad 3.1$$

şeklinde ifade edilmiştir.(Morgan 1975)

Burada D; karakteristik uzunluktur ve kanatçıkların tutturulduğu silindirin dış çapıdır.

g: yer çekim ivmesi  $\beta$  hacimsel genleşme katsayısıdır.

İdeal gazlar için hacimsel genleşme katsayısı;

$$\beta = \frac{1}{T_f} \text{(Holman 2010)} \quad 3.2$$

şeklinde tanımlanmıştır.

Film Sıcaklığı;

$$T_f = \frac{T_w + T_\infty}{2} \text{(Holman 2010)} \quad 3.3$$

şeklin de tanımlanmıştır.

$\Delta T$ : yüzey sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark;

$$\Delta T = T_w - T_\infty \quad 3.4$$

Deney silindirinin karakteristik çapı D'ye bağlı olarak Nusselt sayısı için

$$Nu = \frac{h.D}{k} \quad 3.5$$

ve taşınım katsayısı için

$$h = \frac{Q_{taş}}{A(T_w - T_\infty)} \quad 3.6$$

Bağlantıları kullanılmıştır.

Denklem 3.5 ve 3.6 birleştirilerek Nusselt ifadesi

$$Nu = Q_{taş}.D / A(T_w - T_\infty) \quad 3.7$$

Halini alır. Taşınım ile gerçekleşen ısı transferi

$$Q_{taş} = P - Q_{kayıp} \quad 3.8$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

Silindirin yüzey alanı

$$A = \pi.D.L \quad 3.9$$

Şeklindedir.

Kanatçıklı ve kanatçıksız silindirlerde taşınım yüzey alanı aynı alınmıştır. Bunun nedeni benzer şartlarda iki silindirin karşılaştırmasını yapabilmek içindir. Uç kısımlardan kaybolan ısı miktarı ;

$$Q_{kayıp} = Q_{kayıp1} + Q_{kayıp2} \quad 3.10$$

$$\Delta T_{kayıp} = T_{iz\ iç} - T_{iz\ dış} \quad 3.11$$

Deneyde ızalasyon iç sıcaklığı boru iç cidar sıcaklığı ile aynı kabul edilmiştir.

$$Q_{kayıp} = k.A_1. \Delta T_{kayıp} / \Delta x_1 + k.A_2. \Delta T_{kayıp} / \Delta x_2 \quad 3.12$$

$A_1 = A_2$  ve  $L_1 = L_2$  olduğundan değerler yerine konularak  $Q_{kayıp}$  hesaplanır.

Doğal taşınım ile ısı transferi doğada en çok görülen ısı transferi olaylarından biridir. Bu yolla ısı transferi için Nusselt ve Rayleigh sayılarının aldığı değerlere göre yorumlar yapılır. Sonuçlar bu yüzden Nusselt sayısının Rayleigh sayısına göre değişimi şeklinde verilecektir.

Genellikle doğal taşınımında  $Ra \leq 10^8$  değeri için ısı geçişinin laminar sınır tabaka içinde gerçekleştiği,  $Ra \geq 10^9$  değeri içinse sınır tabakadaki hareketin türbülanslı olduğu kabul edilir. Doğal taşınım için  $10^8 \leq Ra \leq 10^9$  aralığı geçiş bölgesidir.

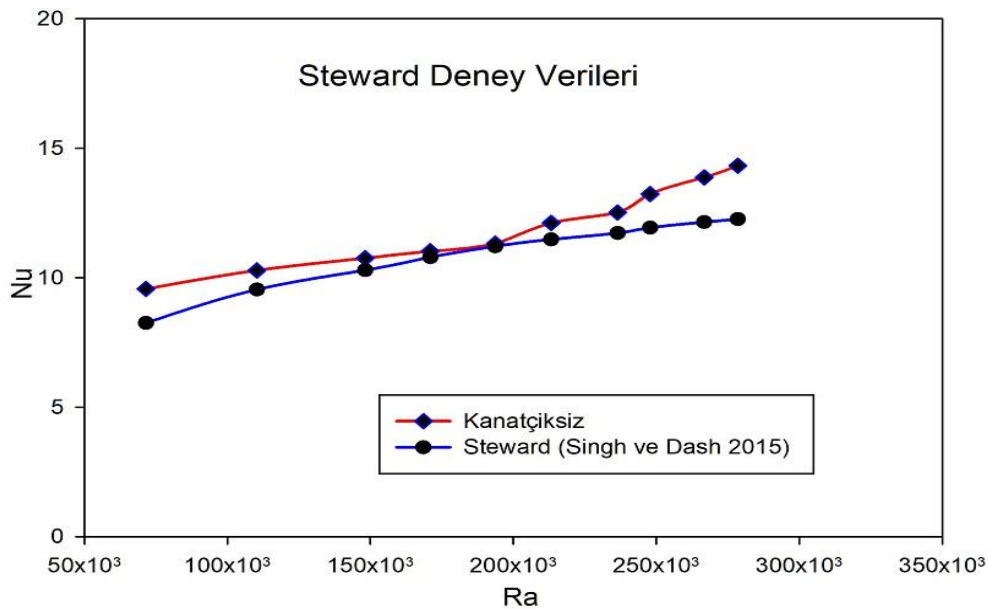


#### 4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

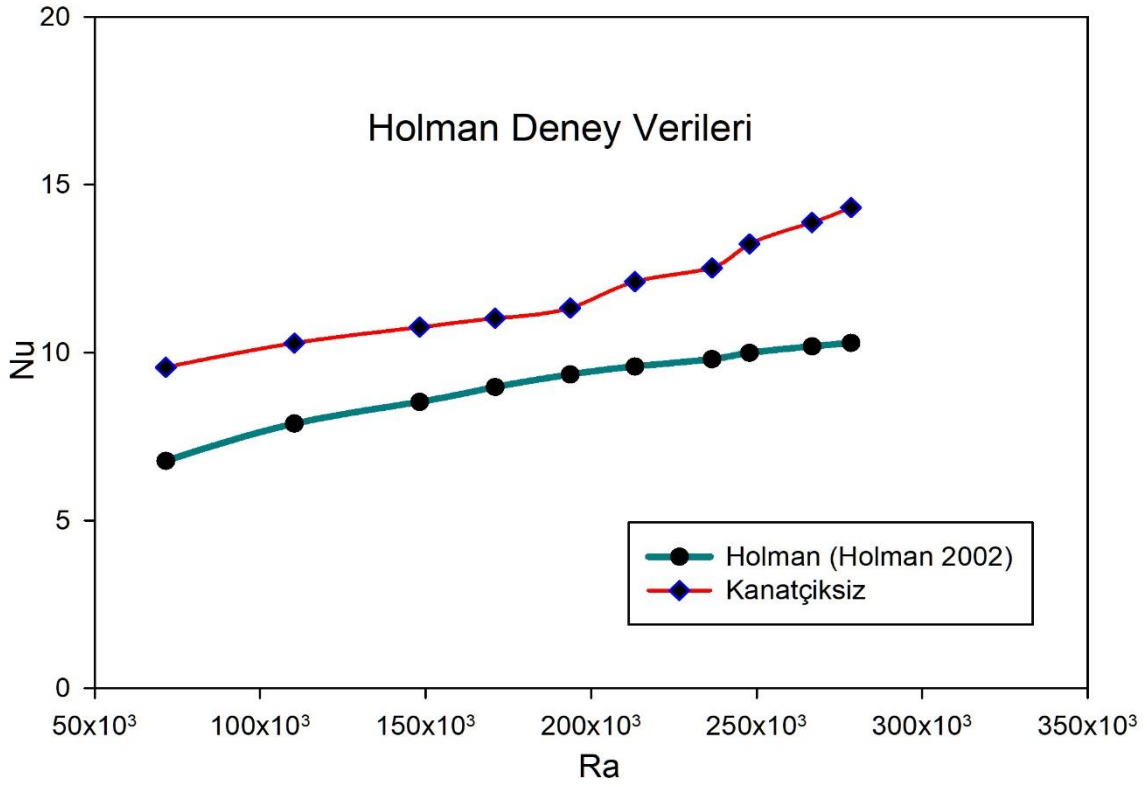
Deneylerde ölçümler, sistem kararlı rejime geldikten sonra, kanatçıksız düz silindir için 2W dan başlayarak 2 şer Watt artışla 10 farklı güçte yapılırken, kanatçıklı silindirlerde, ölçümler 5W dan başlatılmış ve 5 er Watt artırılarak yine 10 farklı güçte alınmıştır. Güç aralıklarının farklı olmasının nedeni aynı Rayleigh sayıları aralığında çalışabilmektir. Ölçümlerde deney silindiri tam yatay konum  $0^\circ$  olmak üzere  $45^\circ$ lik açılarda değiştirilerek 8 açısızal konumda sabitlenmiştir.

Deneylerden elde edilen sonuçlara göre, kanatçıklı ve kanatçıksız silindirlerde farklı güç değerlerinde Nusselt Sayısı-Rayleigh Sayısı (Nu-Ra) değişimleri verilmiştir. Kanatçık yüksekliğinin, kanatçık sıklığının ve deney silindirinin farklı açısızal konumlandırılmasının ısı transferine etkileri belirlenmiştir.

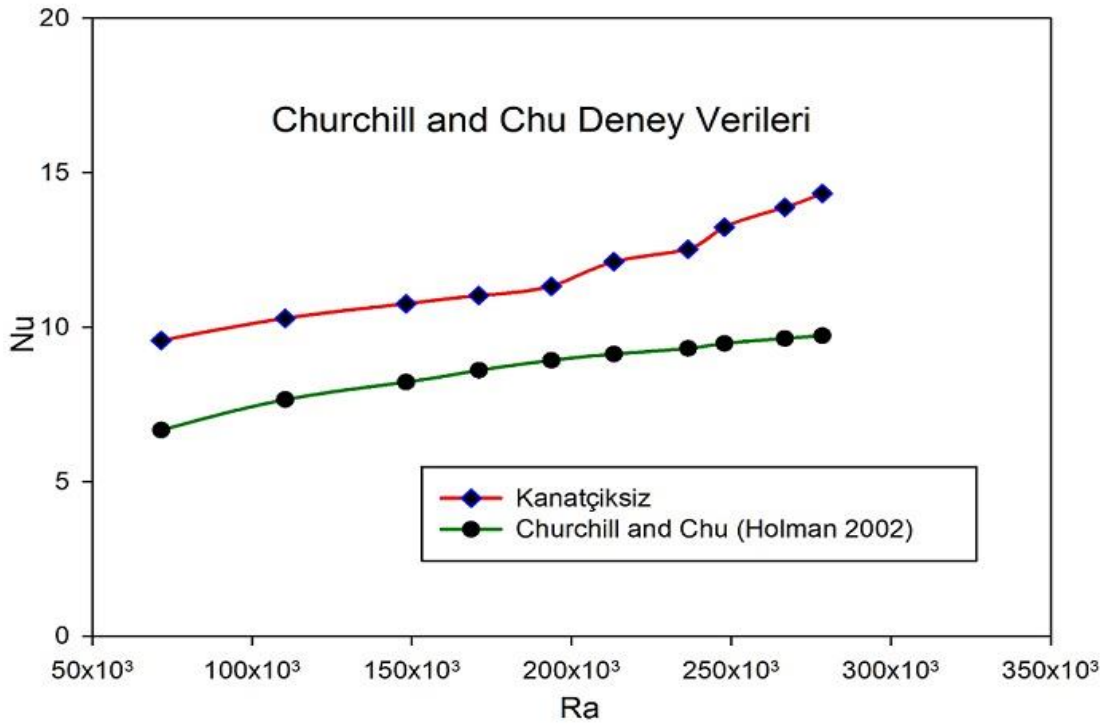
Deney sonuçlarının güvenilirliğini belirlemek için öncelikle kanatçıksız silindir deneyleri yapılmış ve literatürdeki sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Şekil 4.1’de Steward (Singh ve Dash 2015) , 4.2’de (Holman 2002), Şekil 4.3’te Churchill ve Chu (Holman 2002) ve Şekil 4.4’te(Tsubouchi ve Masuda 1966) ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Şekil 4.5’te Kanatçıksız silindir deney sonuçları ise literatürdeki tüm bu sonuçlar ile  $0^\circ$  konumundaki kanatçıksız silindir sonuçları topluca verilmiştir. Şekillerden anlaşılacağı üzere alınan sonuçlar arasındaki fark %8 ila %20 arasında değişmektedir. Bu değerler ile deneyin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 4.1 Kanatçıksız silindir deney sonuçları ile Steward bağıntısının karşılaştırılması

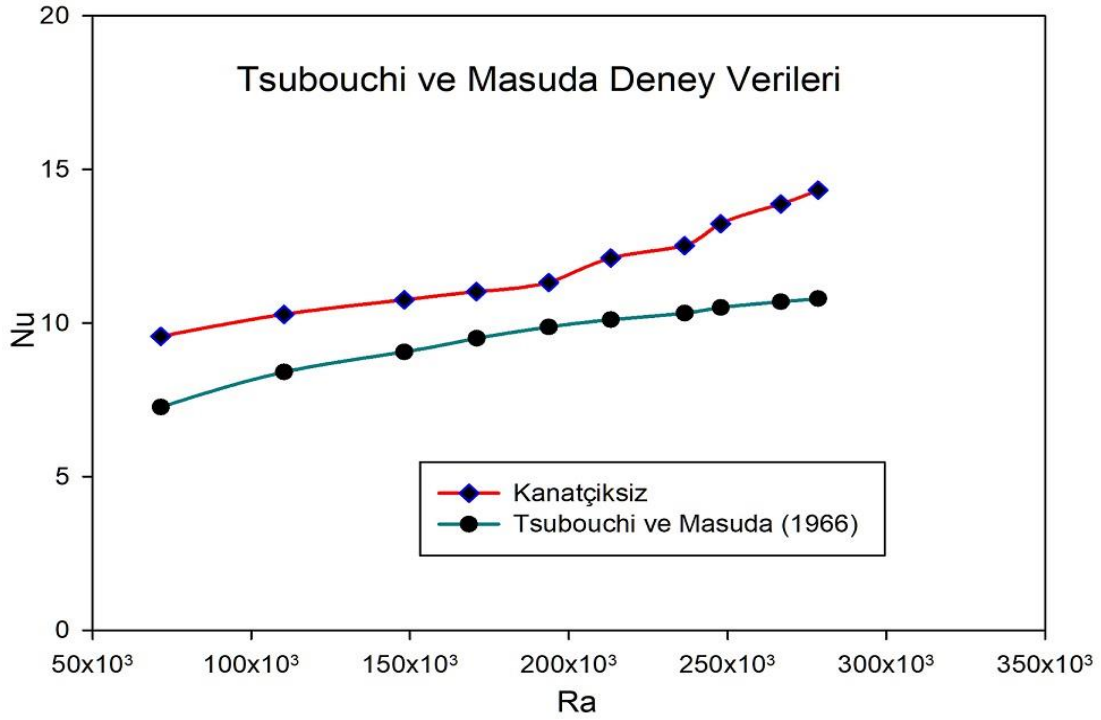


Şekil 4.2 Kanatçiksiz silindir deney sonuçları ile Holman bağıntısının karşılaştırılması

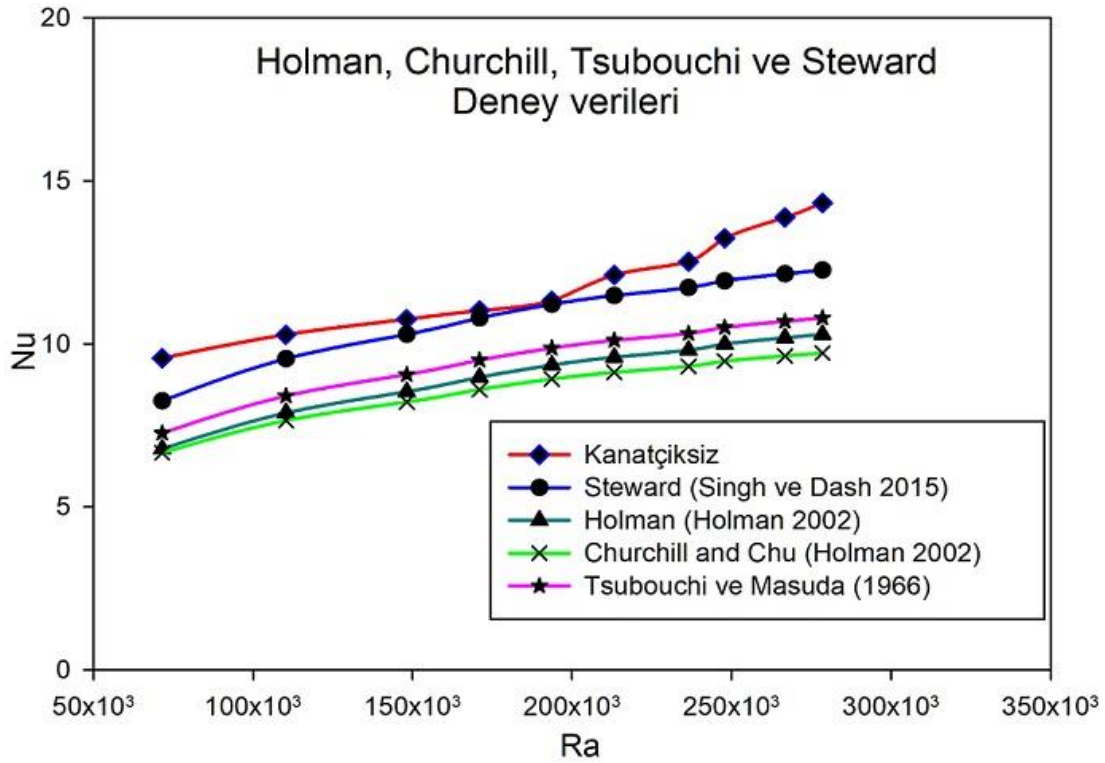


Şekil 4.3 Kanatçiksiz silindir deney sonuçları ile Churchill ve Chu bağıntısının karşılaştırılması



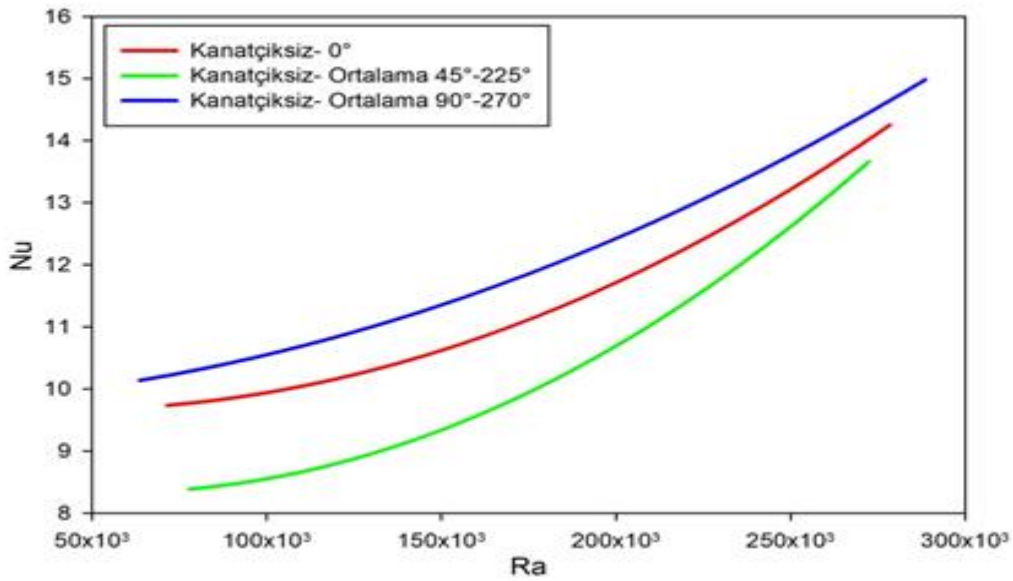


Şekil 4.4 Kanatçiksiz silindir deney sonuçları ile Tsubouchi ve Masuda bağıntısının karşılaştırılması



Şekil 4.5 Kanatçiksiz silindir deney sonuçları ile literatürdeki bağıntısının karşılaştırılması

Şekil 4.6'da kanatçiksız silindirin farklı açısall konumlarda elde edilen Ra-Nu değişimi verilmiştir. Deneyle 8 farklı açısall konumda yapılmıştır. Ancak kanatçiksız düz silindirde  $0^\circ$  ve  $180^\circ$  'lik,  $90^\circ$  ve  $270^\circ$  ve  $45^\circ$  ,  $135^\circ$  ,  $225^\circ$  ,  $315^\circ$  konumları aynı açısall değerlere karşılık geldiğinden bu değerlerin ortalaması alınarak Şekil 4.6'da verilmiştir. Kanatçiksız düz silindir için değerler birbirine yakın olmakla beraber en fazla ısı tranferi kanatçiksız silindir düşey konumda iken, en az ısı tranferi kanatçiksız silindir  $45^\circ$  konumda iken gerçekleştiği görülmüştür.



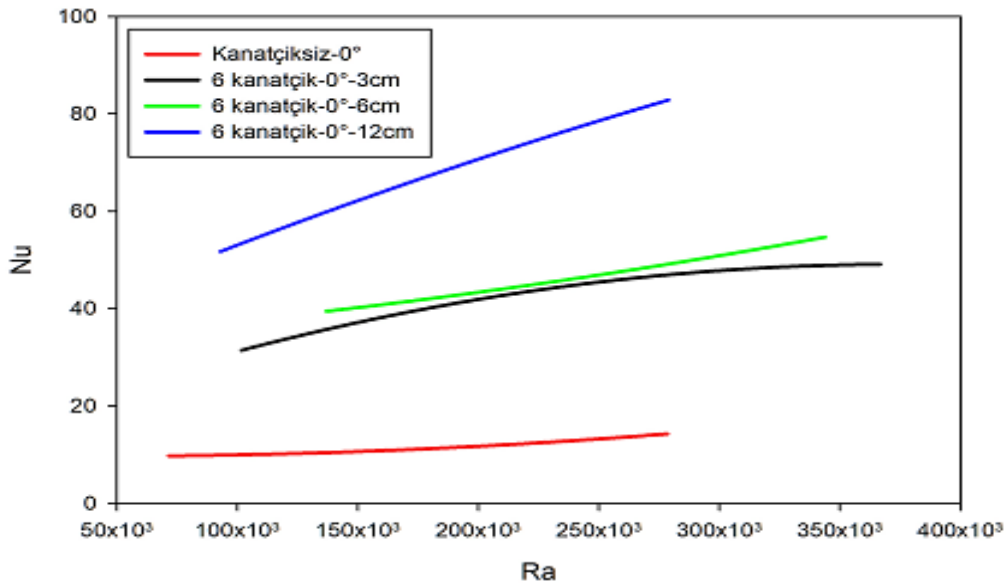
Şekil 4.6'da kanatçiksız silindirin farklı açısall konumlarda Ra-Nu değişimi

Açısall konum ile Nu-Ra grafiklerini verilirken  $0^\circ$  lik açısall konum  $180^\circ$  ile,  $45^\circ$  lik açısall konum  $135^\circ$  ile  $225^\circ$  lik açısall konum  $315^\circ$  açısall konum ile aynıdır. Bu yüzden bu değerler için sadece  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  ve  $225^\circ$  açısall konumların grafikleri sunulmuştur.

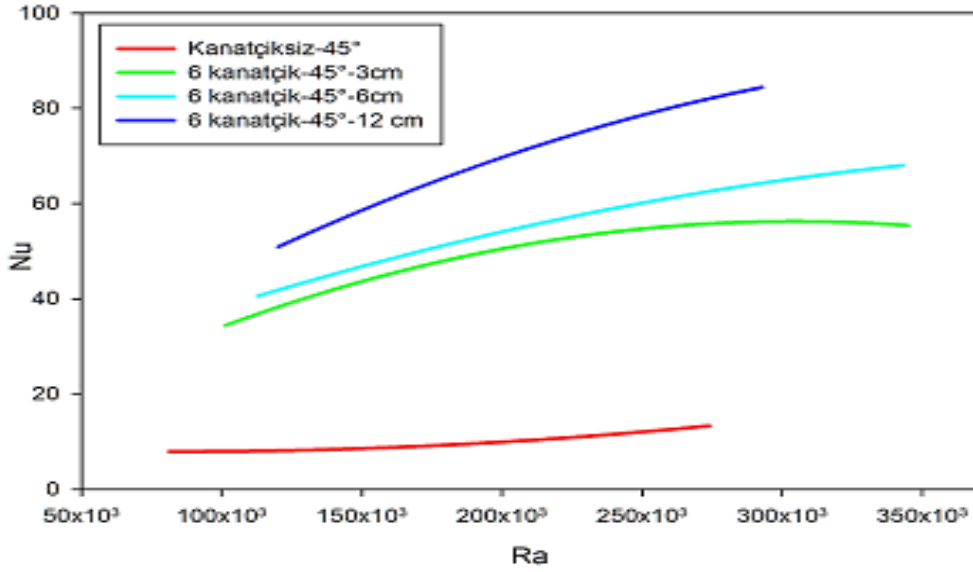
#### 4.1 Çevresel olarak 6 kanatçığın etkisi

Şekil 4.7'de çevresinde 6 adet çevresel kanatçık bulunan farklı boylardaki kanatçıkların  $0^\circ$  (yatay) konumunda Nu-Ra grafiği verilmiştir. Aynı şekilde karşılaştırma yapılabilmesi için yatay konumda kanatçiksız silindir sonuçları da gösterilmiştir. Kanatçık etkisiyle ısı tranferi kanatçiksız yatay silindire nazaran 30mm ve 60mm boylarında kanatçıklar için yaklaşık olarak 4, 120mm yüksekliğindeki kanatçıkta ise 7 kat kadar artmıştır. Eğrilerin karakteristikleri genel olarak birbirlerine benzerdir. 30mm ve 60mm boylarındaki kanatçıkların ısı tranferi oranına etkileri yaklaşık olarak aynı çıkmıştır.

Şekil 4.8’de çevresinde 6 adet çevresel kanatçık bulunan farklı boylardaki kanatçıkların  $45^\circ$  (yatay) konumunda Nu-Ra grafiği verilmiştir. Aynı şekilde karşılaştırma yapılabilmesi için  $45^\circ$ ’lik konumda kanatçiksız silindir sonuçları da gösterilmiştir. Kanatçık etkisiyle ısı transferi kanatçiksız yatay silindire nazaran 30mm ve 60mm boylarında kanatçıklar için yaklaşık olarak 4,5; 120mm yüksekliğindeki kanatçıkta ise 7 kat kadar artmıştır. Eğrilerin karakteristikleri genel olarak birbirlerine benzerdir. 30mm ve 60mm boylarındaki kanatçıkların ısı transferi oranına etkileri yatay konumdaki değerlere göre daha belirgindir. Kanatçık yüksekliği arttıkça gerçekleşen ısı transferi artmaktadır.



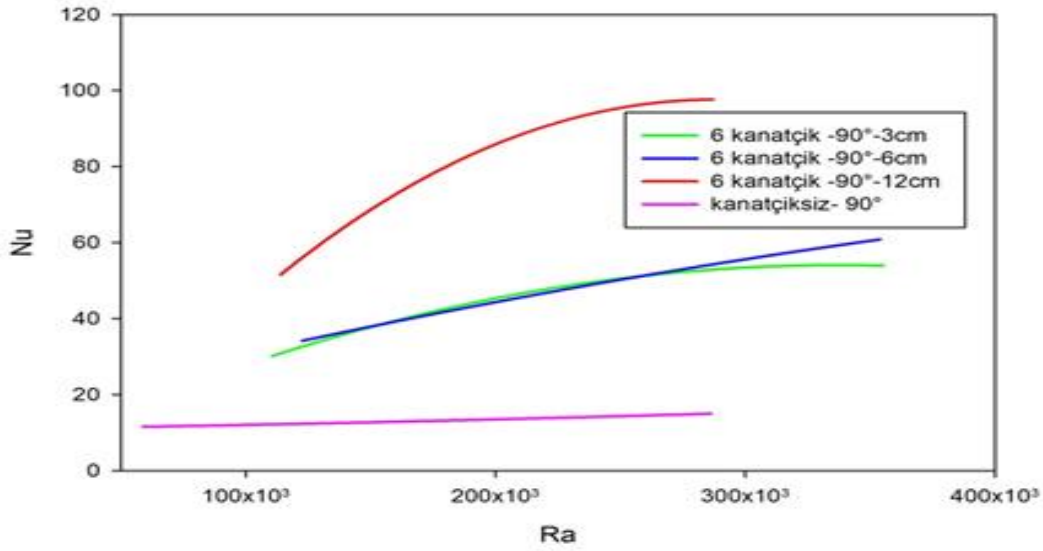
Şekil 4.7  $0^\circ$  açılmal konumda çevresel olarak 6 kanatçığın farklı kanatçık boylarının Nu-Ra değişimi



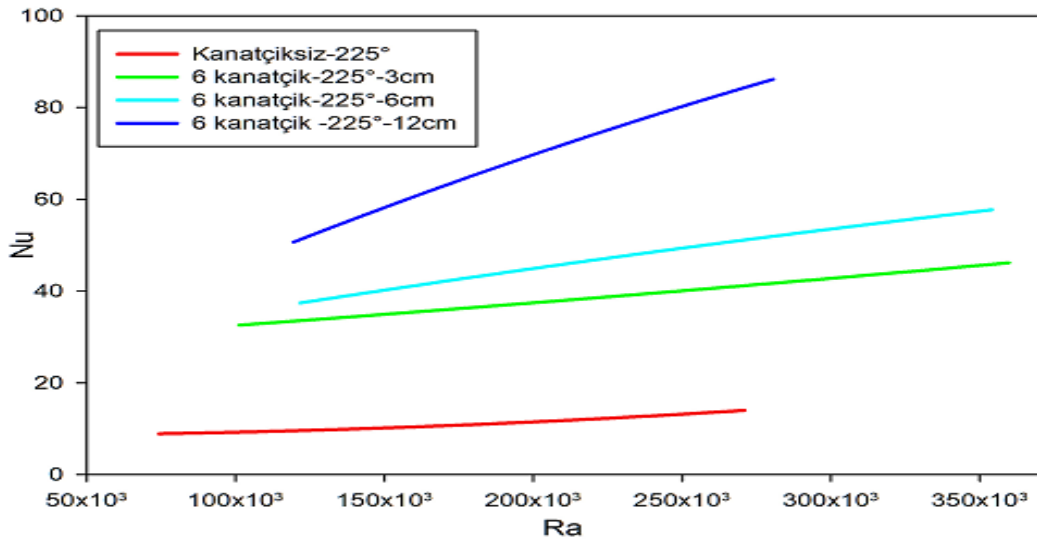
Şekil 4.8 45° açısız konumda çevresel olarak 6 kanatçığın farklı kanatçık boylarının Nu-Ra değişimi

Şekil 4.9'da 90° konumunda kanatçık boyları ile ısı transferinin değişimi gösterilmiştir. Bu grafikte de kanatçık yüksekliği arttıkça ısı transferinin arttığı görülmektedir. Ancak 30mm ve 60mm uzunluğundaki kanatçıkların ısı transferi artışına etkisi çok farklı değildir. 120 mm lik kanatçık ile ısı transferi kanatçiksiz silindire göre yaklaşık 8,5 kat artarken, 30mm ve 60mm lik kanatçıklarda 4,5 kat kadar artış göstermiştir.

Şekil 4.10'da 225° konumunda kanatçık boylarının ısı transferine etkileri verilmiştir. Yine bu grafikte karşılaştırma yapılabilmesi için kanatçiksiz silindirin aynı açısız konumdaki değerleri gösterilmiştir. Bu grafikte de diğer grafiklere benzer olarak kanatçık yüksekliği arttıkça ısı transferinin arttığı görülmektedir. 120mm yüksekliğindeki kanatçık kanatçiksiz silindire göre yaklaşık 7 kat, 30mm ve 60 mm yüksekliklerindeki kanatçıklar ise yaklaşık 4 kat kadar arttırmıştır. Bu açısız konumda 30mm ve 60mm yüksekliklerindeki kanatçıkların değerleri arası daha belirgindir.



Şekil 4.9 90° açısal konumda çevresel olarak 6 kanatçığın farklı kanatçık boylarının Nu-Ra değişimi

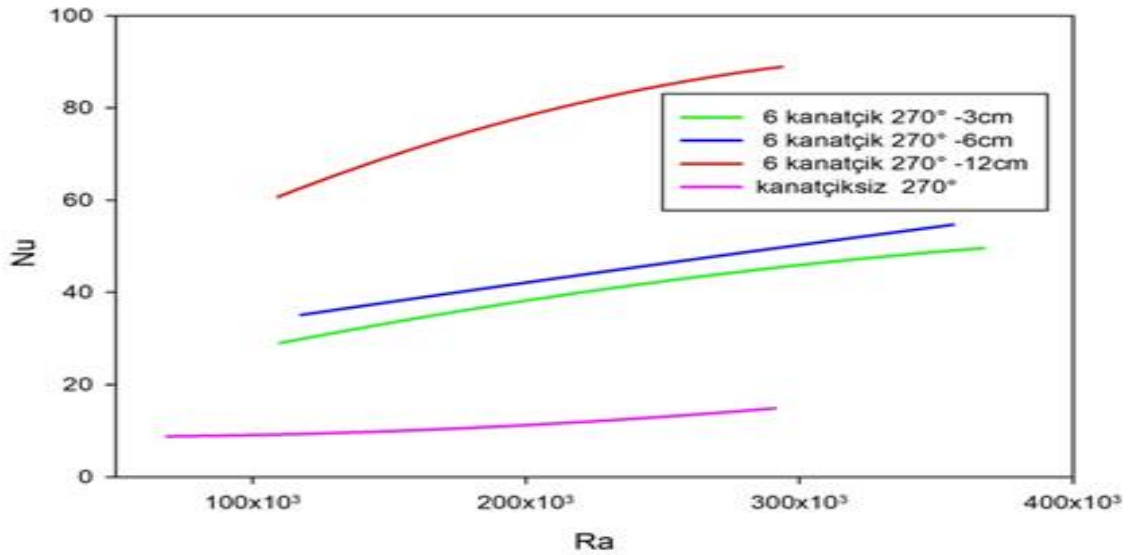


Şekil 4.10 225° açısal konumda çevresel olarak 6 kanatçığın farklı kanatçık boylarının Nu-Ra değişimi

Benzer grafiklerden son olarak 270° açısal konumda kanatçık yüksekliğinin etkisi Şekil 4.11’de verilmiştir. Bu grafikte de eğrilerin karakteristikleri birbirlerine benzemektedir. Yine bu açısal konumda da kanatçık yüksekliği arttıkça gerçekleşen ısı transferinin arttığı görülmektedir. En uzun kanatçık yüksekliği olan 120mm kanatçık yüksekliğinde ısı transferi 8 kata kadar artarken 30mm ve 60mm boylarındaki kanatçıkların etkisi 4 kat kadar olmuştur.

Bu grafikte de 30mm ve 60 mm boylarındaki kanatçıkların ısı transferine etkisi yakın çıkmıştır.

Şekil 4.7-4.11 arasında çevresel olarak 6 kanatçığın farklı boylarda etkileri verilmiştir. Bu grafiklerden genel olarak 30mm ve 60mm boylarındaki kanatçıkların etkileri yakın çıkarken 120mm yüksekliğindeki kanatçık belirgin şekilde farklı çıkmıştır.

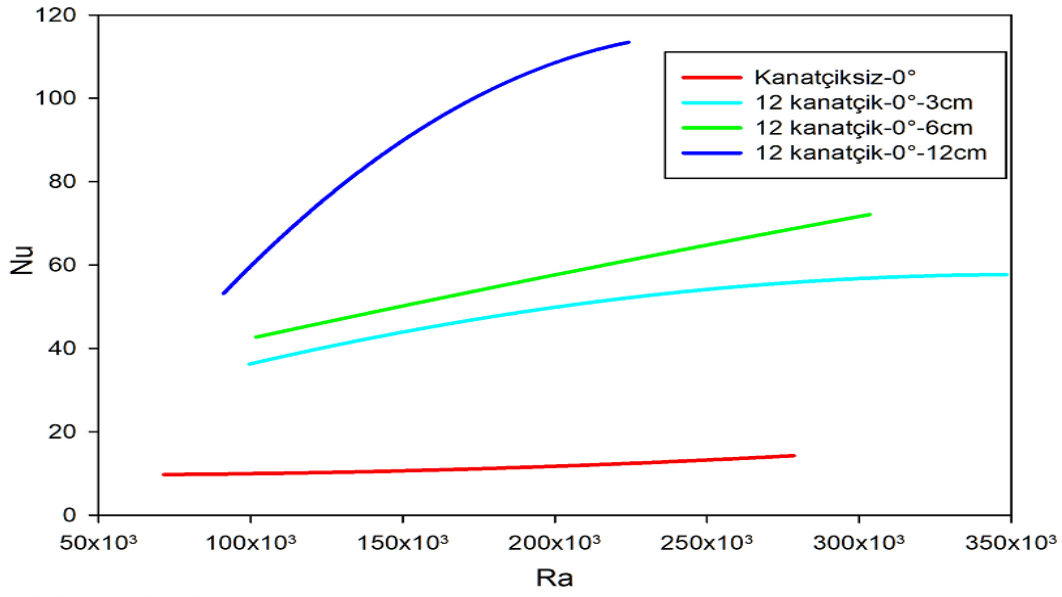


Şekil 4.11 270° açısal konumda çevresel olarak 6 kanatçığın farklı kanatçık boylarının Nu-Ra değişimi

#### 4.2 Çevresel olarak 12 kanatçığın etkisi

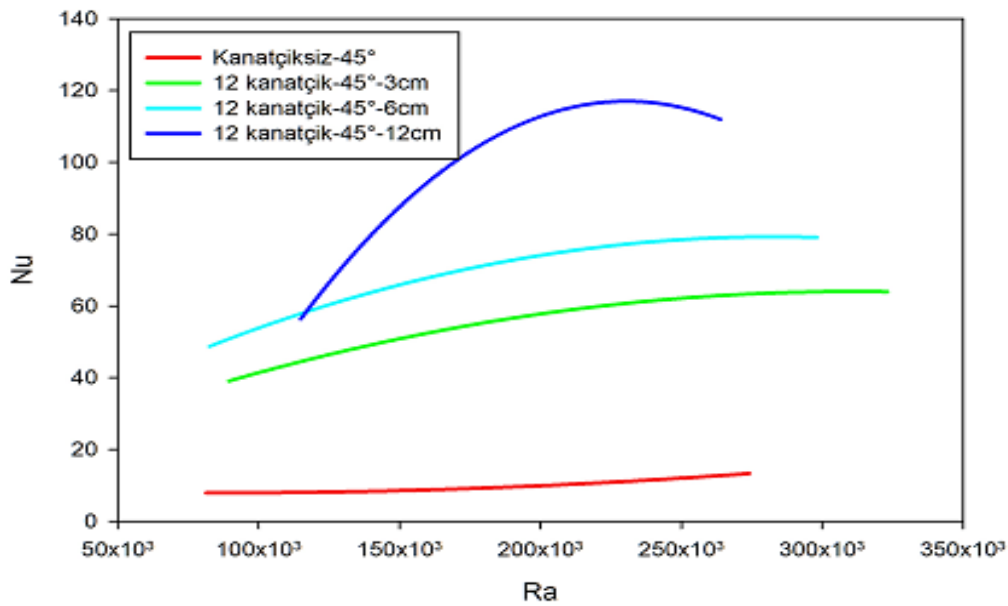
Bu altbaşlıkta çevresel olarak silindirin çevresine yerleştirilen 12 adet kanatçığın her bir açısal konumda farklı boylarda olması hali incelenmiştir.

Şekil 4.12'de 0° açısal konumda çevresel 12 açısal konumda yerleştirilen kanatçıkların farklı boyda olmaları durumu ele alınmıştır. Bu şekilde de kıyaslama yapılabilmesi açısından yatay konumdaki kanatçiksiz silindirin değerleri gösterilmiştir. Bu grafikten de görüldüğü gibi kanatçık yüksekliği arttıkça ısı transferi artmaktadır. 120mm yüksekliğindeki kanatçıktan gerçekleşen ısı transferi kanatçiksiz silindire nazaran 10 kat kadar, 60mm yüksekliğindeki kanatçığinki 6 kat kadar, 30 mm yüksekliğindeki kanatçıktan ise yaklaşık 5 kat kadar artmıştır. Bu şekil çevresel olarak 6 kanatçığın yerleştirildiği Şekil 4.7 ile karşılaştırıldığında zaman kanatçık boyları 30mm ile 60 mm için değerler birbirlerinden ayrıldığı görülmektedir.



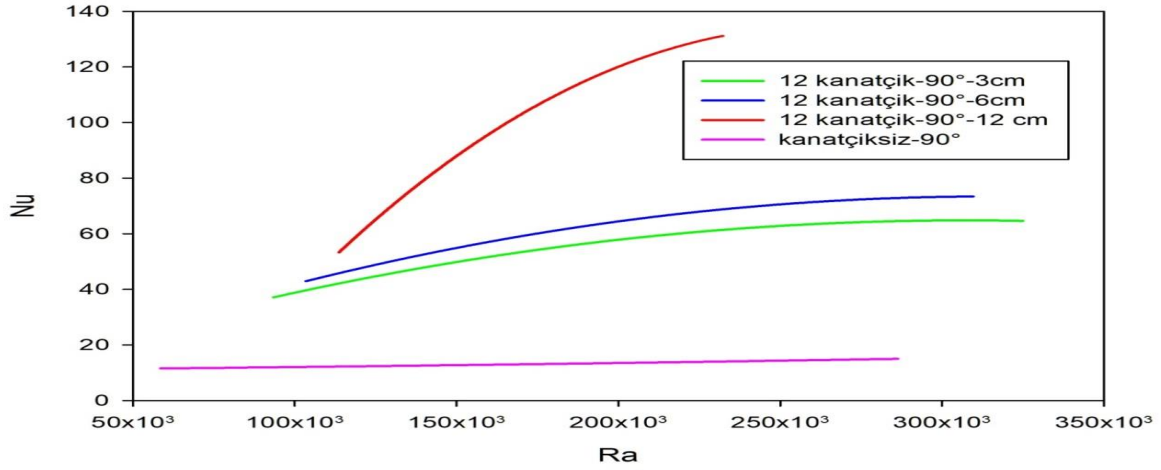
Şekil 4.12 0° açısıl konumda çevresel olarak 12 kanatçığın farklı kanatçık boylarının Nu-Ra değişimi

Şekil 4.13'te 45° açısıl konumda çevresel 12 açısıl konumda yerleştirilen kanatçıkların farklı boyda olmaları durumu sunulmuştur. 120mm yüksekliğindeki kanatçıktan gerçekleşen ısı transferi kanatçiksiz silindire nazaran 10 kat kadar, 60mm yüksekliğindeki kanatçığındaki 6 kat kadar, 30 mm yüksekliğindeki kanatçıktan ise yaklaşık 5 kat kadar artmıştır. Bu şekilde de 30mm ve 60mm boylarındaki kanatçıkların değerleri birbirlerine yakın çıkmıştır.

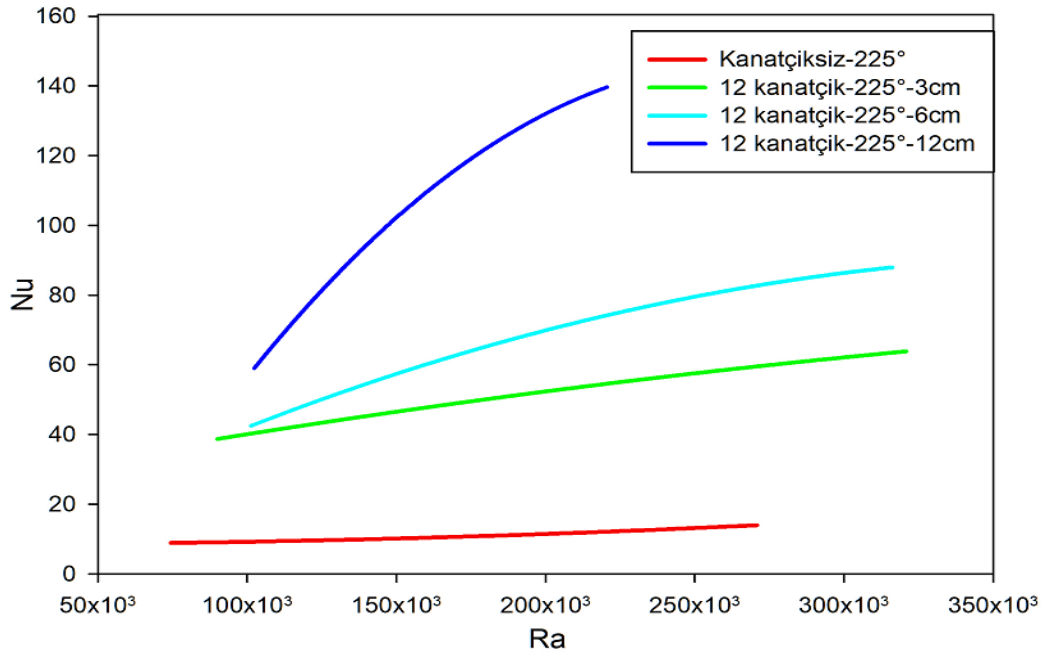


Şekil 4.13 45° açısıl konumda çevresel olarak 12 kanatçığın farklı kanatçık boylarının Nu-Ra değişimi

Şekil 4.14'te sivri ucun yukarı yönlü olduğu  $90^\circ$  açısai konumda kanatçik boylarının ısı transferine etkileri verşilmiştir. Şekil 4.15'te  $225^\circ$  açısai konum ve Şekil 4.16'da  $270^\circ$  açısai konumda farklı kanatçik boylarının ısı transferine etkileri sunulmuştur. Bu şekillerden (Şekil 4.12-4.16) genel olarak kanatçik yüksekliğinin artmasıyla ısı transferinin arttığı ve 30mm ve 60mm boylarındaki kanatçikların değeriinin yakın oldukları görölmektedir. Bu durum çevresel olarak 6 kanatçığın olduğu silindirlerde de oluşmuştur. (Şekil 4.7-4.11).

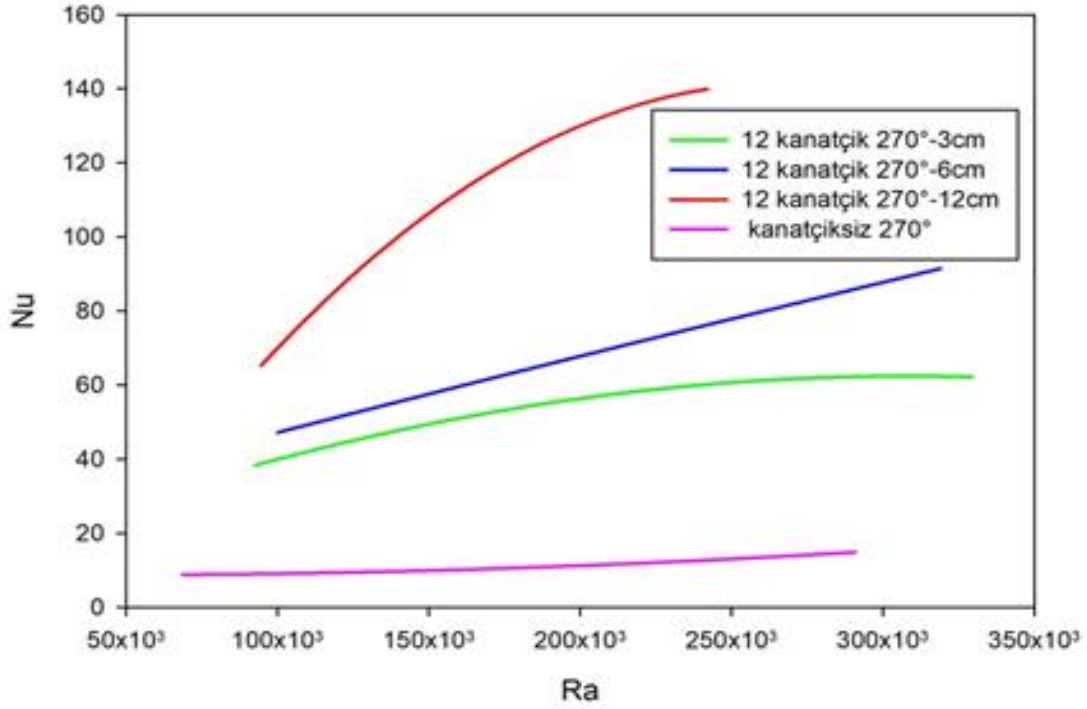


Şekil 4.14  $90^\circ$  açısai konumda çevresel olarak 12 kanatçığın farklı kanatçik boylarının Nu-Ra değışimi



Şekil 4.15  $225^\circ$  açısai konumda çevresel olarak 12 kanatçığın farklı kanatçik boylarının Nu-Ra değışimi





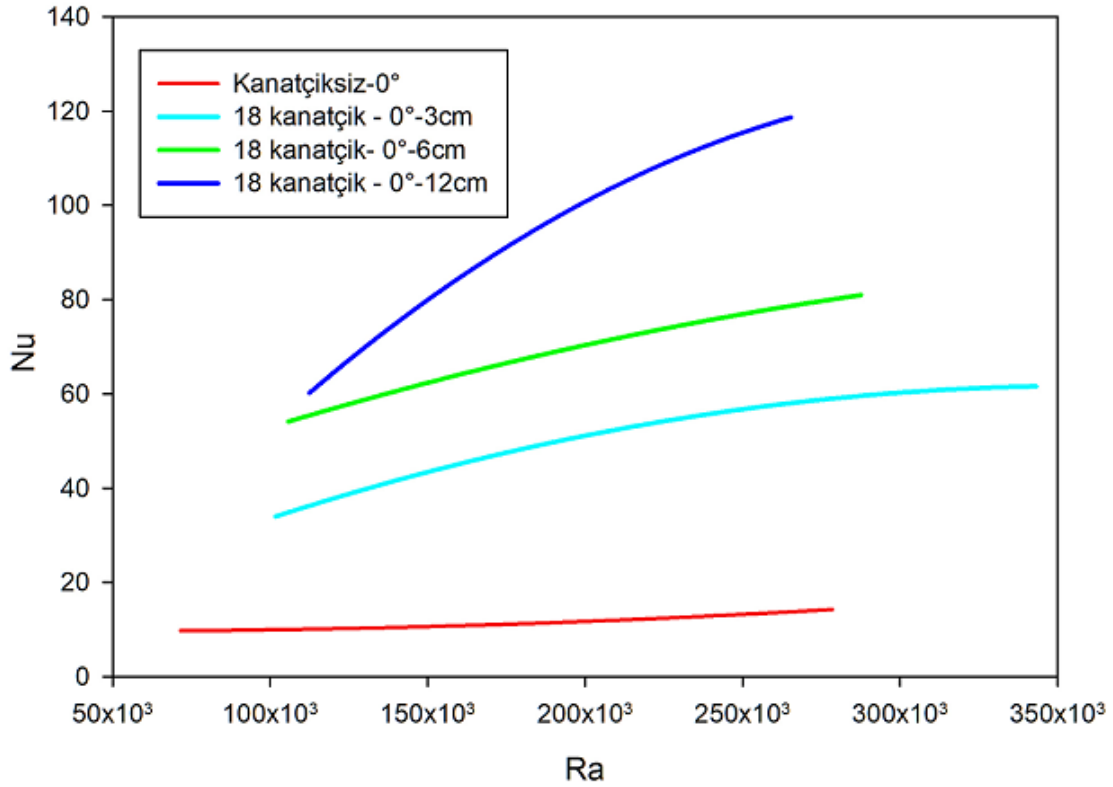
Şekil 4.16 270° açısal konumda çevresel olarak 12 kanatçığın farklı kanatçık boylarının Nu-Ra değişimi

### 4.3 Çevresel olarak 18 kanatçığın etkisi

Bu altbaşlık altında çevresel olarak 18 kanatçığın yerleştirildiği, farklı açısal konumlardaki kanatçık boylarının ısı transferine etkileri incelenmiştir.

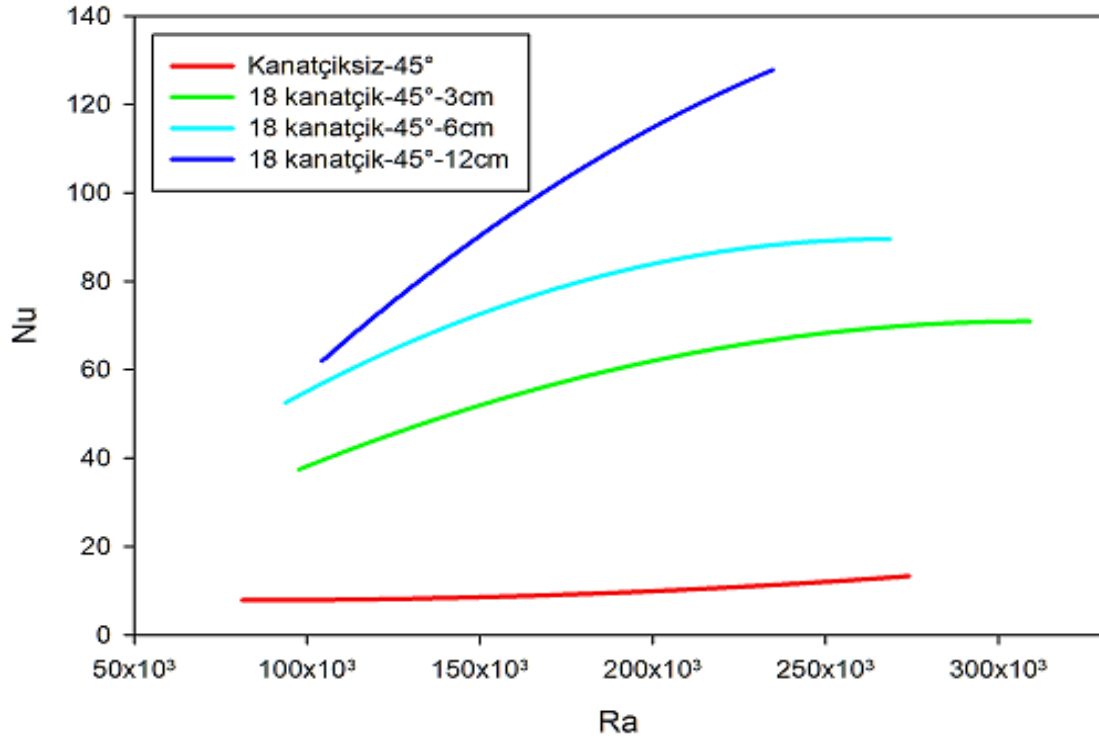
Şekil 4.17'de 0° açısal konumda (yatay konumda) gerçekleşen ısı transferi eğrileri gösterilmiştir. Bu grafiklerde de kıyaslama yapılabilmesi için kanatçiksiz düz silindirden gerçekleşen ısı transferi verilmiştir. Yine bu grafiklerde ısı transferinin kanatçık yüksekliği arttıkça arttığı görülmektedir. 120mm kanatçık yüksekliğinde düz silindire nazaran yaklaşık 10 kat, 60mm kanatçık yüksekliğinde 6 kat, 30mm kanatçık yüksekliğinde 4 kat kadar arttığı görülmektedir.

Şekil 4.18'de çevresel olarak yerleştirilmiş 18 kanatçığın 45° açısal konumda farklı kanatçık yüksekliklerinde ısı transferine etkileri verilmiştir. 45° açısal konumda kanatçiksiz düz silindirden olan ısı transferi de kıyaslama amaçla verilmiştir. Bu grafikte de benzer olarak kanatçık yüksekliği arttıkça gerçekleşen ısı transferi artmıştır. Ayrıca 30mm kanatçık yüksekliği ile 60mm yüksekliğinde kanatçıkların etkileri daha net şekilde görülmektedir.

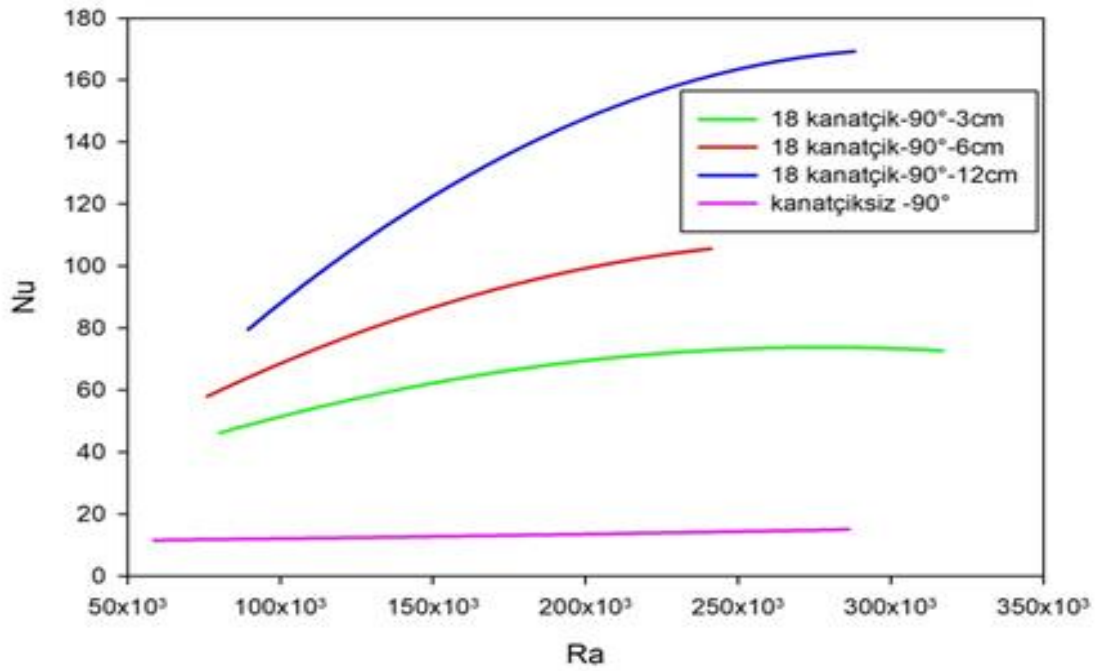


Şekil 4.17 0° açısız konumda çevresel olarak 18 kanatçığın farklı kanatçık boylarının Nu-Ra değişimi

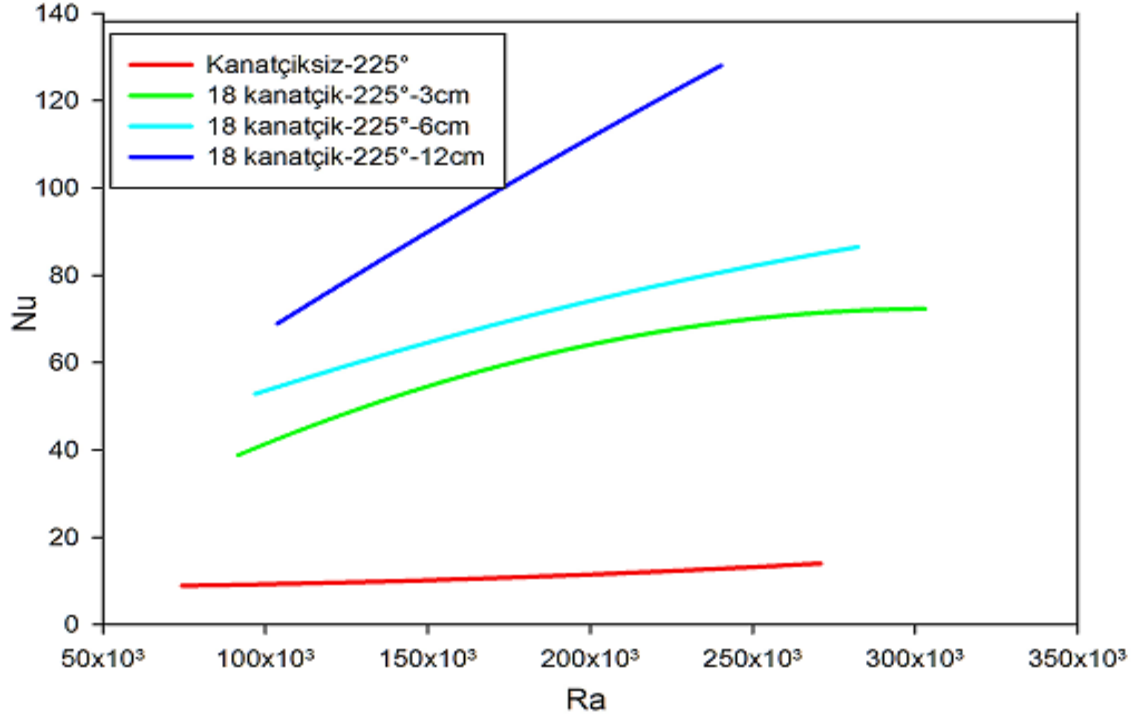
Şekil 4.19'da çevresel olarak yerleştirilmiş 18 kanatçığın 90° açısız konumda farklı boylarının ısı transferine etkileri, Şekil 4.20'de 225° açısız konumda farklı boylarının ısı transferine etkileri ve Şekil 4.21'de 270° açısız konumda farklı boylarının ısı transferine etkileri verilmiştir. Bu şekillerde genel olarak kanatçık yüksekliği arttıkça ısı transferinin arttığı görülmektedir. Çevresel olarak 6 ve 12 kanatçıklı değerlere göre (Şekil 4.7-4.16) 30mm ve 60mm yüksekliklerinde kanatçıkların ısı transferine etkileri daha net çıkmıştır.



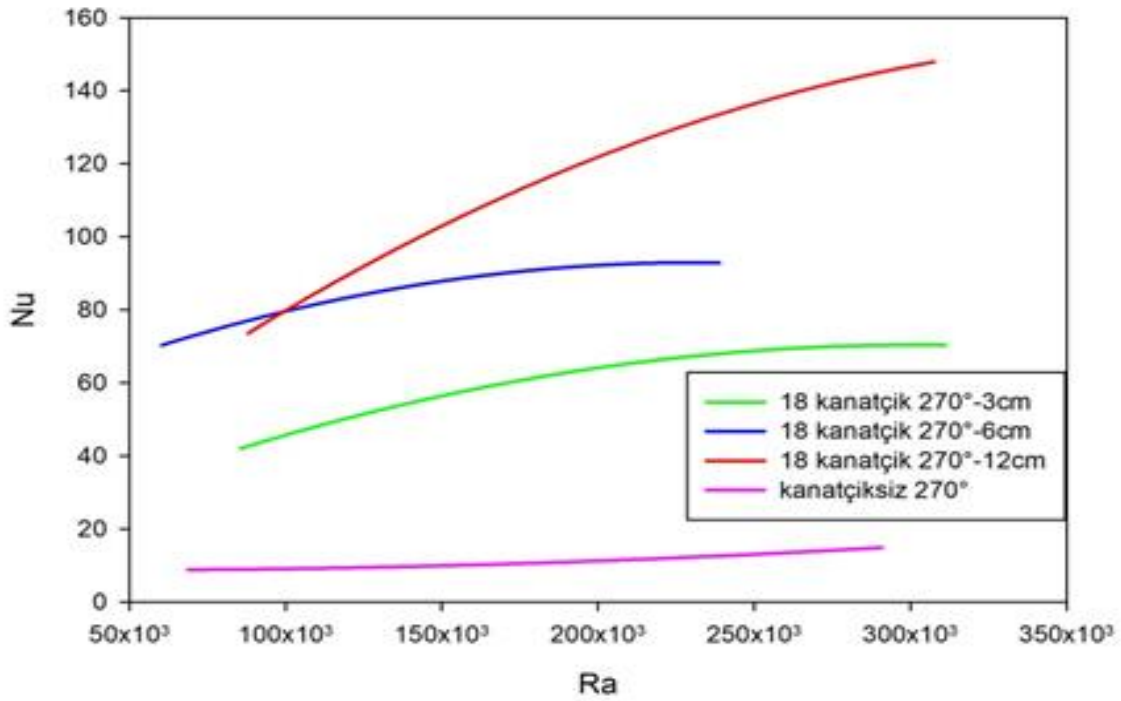
Şekil 4.18 45° açısız konumda çevresel olarak 18 kanatçığın farklı kanatçık boylarının Nu-Ra değişimi



Şekil 4.19 90° açısız konumda çevresel olarak 18 kanatçığın farklı kanatçık boylarının Nu-Ra değişimi



Şekil 4.20 225° açısal konumda çevresel olarak 18 kanatçığın farklı kanatçık boylarının Nu-Ra değişimi

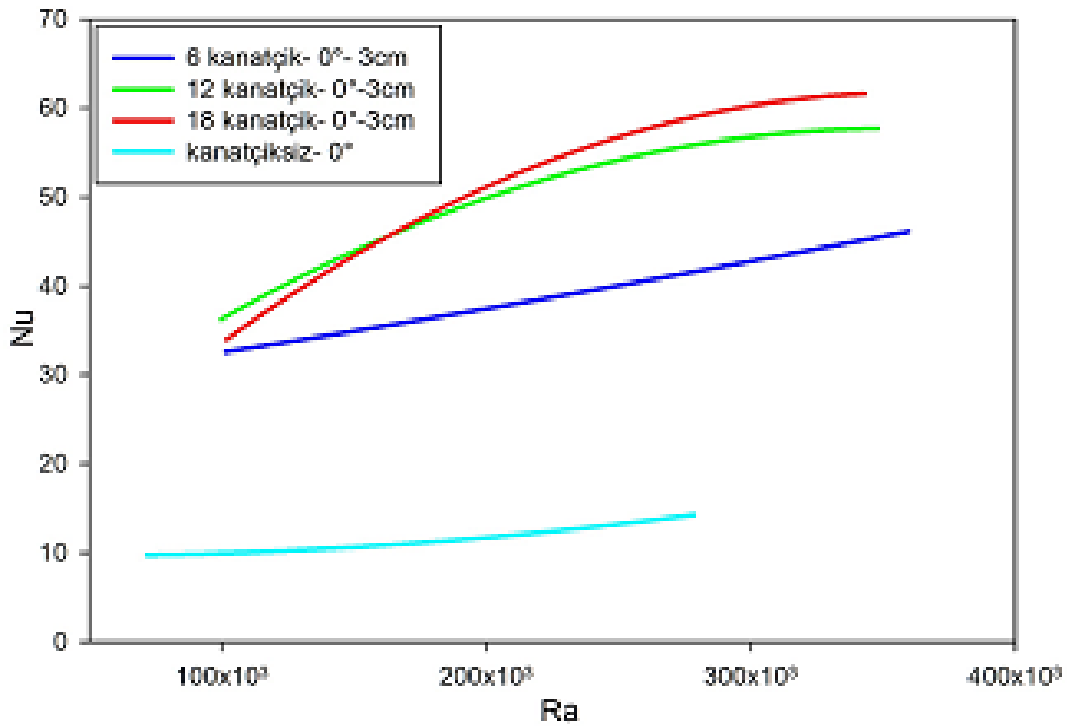


Şekil 4.21 270° açısal konumda çevresel olarak 18 kanatçığın farklı kanatçık boylarının Nu-Ra değişimi

#### 4.4 Çevresel kanatçık sıklığının etkisi

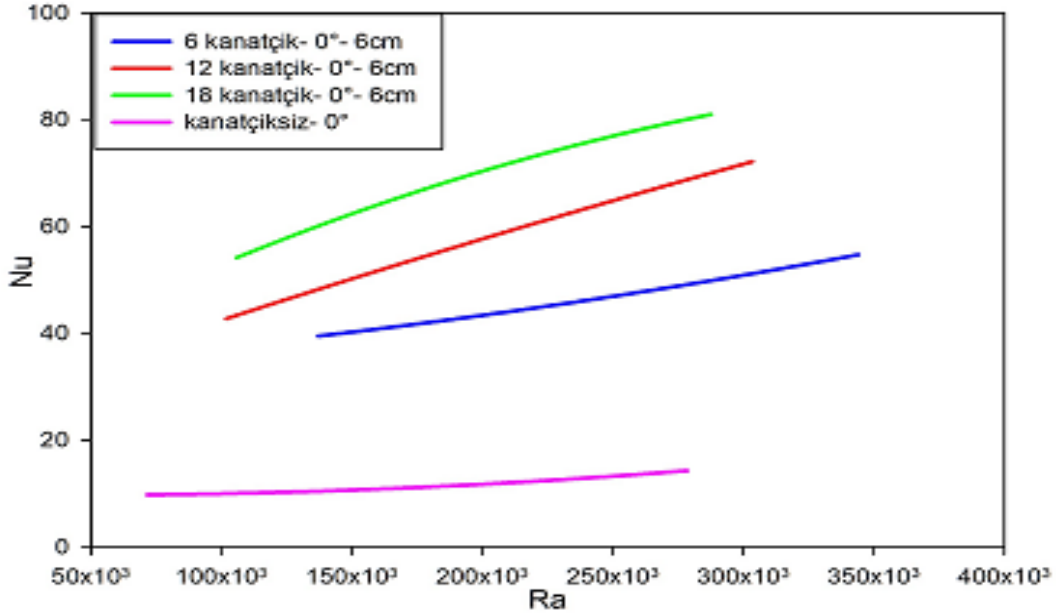
Bu alt başlık altında aynı açısız konumda çevresel olarak farklı kanatçık sıklıklarının değerleri verilmiştir.

Şekil 4.22’de 30mm yüksekliğindeki kanatçıkların  $0^\circ$  açısız konumda ısı transferine etkilerine verilmiştir. Bu grafiklerde de karşılaştırılma yapılabilmesi için  $0^\circ$  açısız konumda kanatçıksız silindirin değerleri verilmiştir. Şekilden kanatçık sıklığı arttıkça ısı transferinin arttığı görülmektedir. 30 mm kanatçık yüksekliğinde çevresel olarak 12 ve 18 kanatçığın değerleri birbirlerine çok yakındır. Çevresel olarak 18 ve 12 kanatçık kanatçıksız silindire nazaran 5,5 kadar artış sağlarken çevresel 6 kanatçık 3,5 kat kadar arttırmıştır.



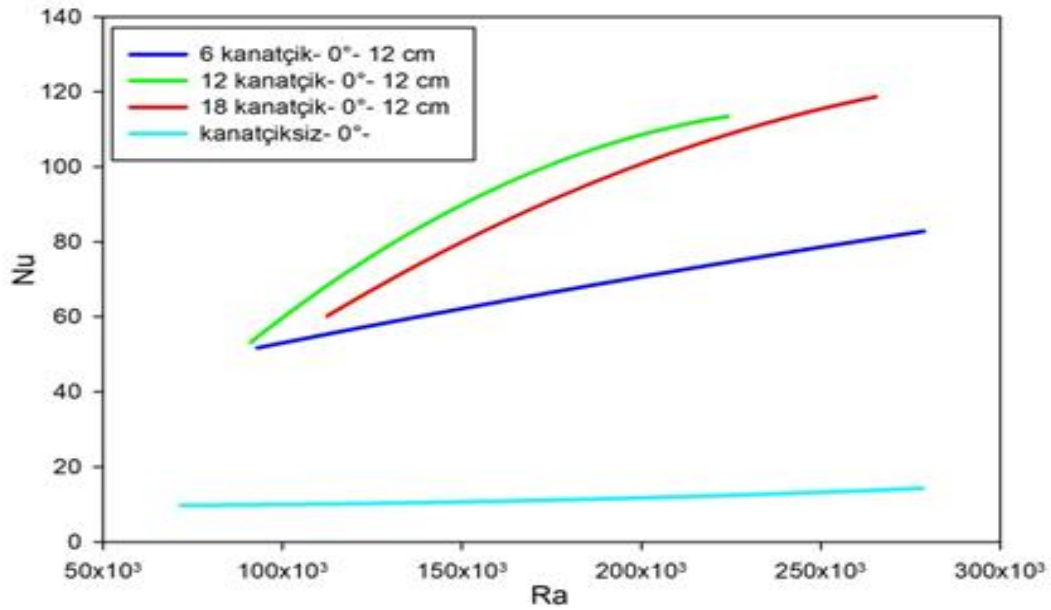
Şekil 4.22  $0^\circ$  açısız konumda 30mm kanatçık yüksekliğinde kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi

Şekil 4.23’te 60mm yüksekliğindeki kanatçıkların  $0^\circ$  açısız konumda ısı transferine etkilerine verilmiştir. Bu grafiklerde de karşılaştırılma yapılabilmesi için  $0^\circ$  açısız konumda kanatçıksız silindirin değerleri verilmiştir. Bu şekilden de kanatçık sıklığı arttıkça ısı transferinin arttığı görülmektedir. Çevresel olarak 18 kanatçık kanatçıksız düz silindire göre ısı transferini yaklaşık 7 kat, çevresel 12 kanatçık yaklaşık 6 kat çevresel 6 kanatçık yaklaşık 4,5 kat kadar arttırmıştır. Kanatçık sıklıklarının değerleri bu grafikte daha belirgindir.



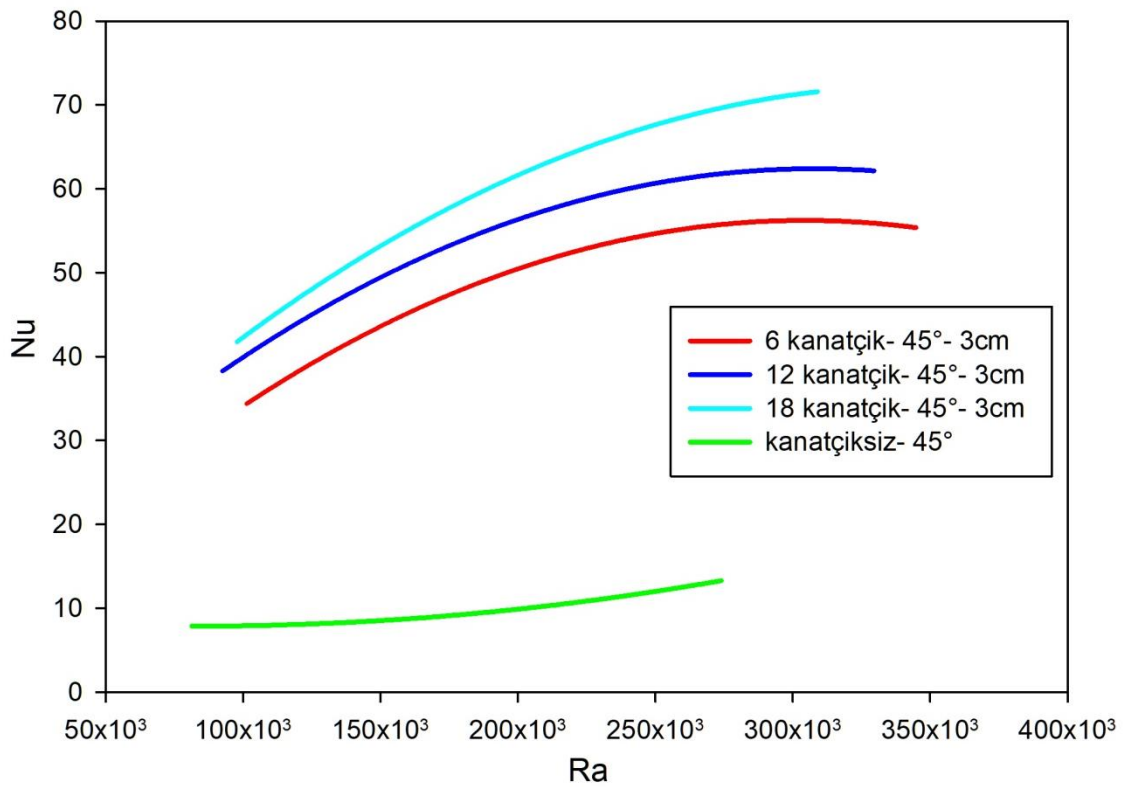
Şekil 4.23 0° açısız konumda 60mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi

Şekil 4.24'te 120 mm yüksekliğinde kanatçıkların 0° açısız konumda ısı transferine etkilerine verilmiştir. Bu grafiklerde de karşılaştırılma yapılabilmesi için 0° açısız konumda kanatçiksiz silindirin değerleri verilmiştir. Bu grafikte diğerlerinden farklı olarak çevresel olarak daha sık olan 18 kanatçık değerleri 12 kanatçık değerlerinden az çıkmıştır.

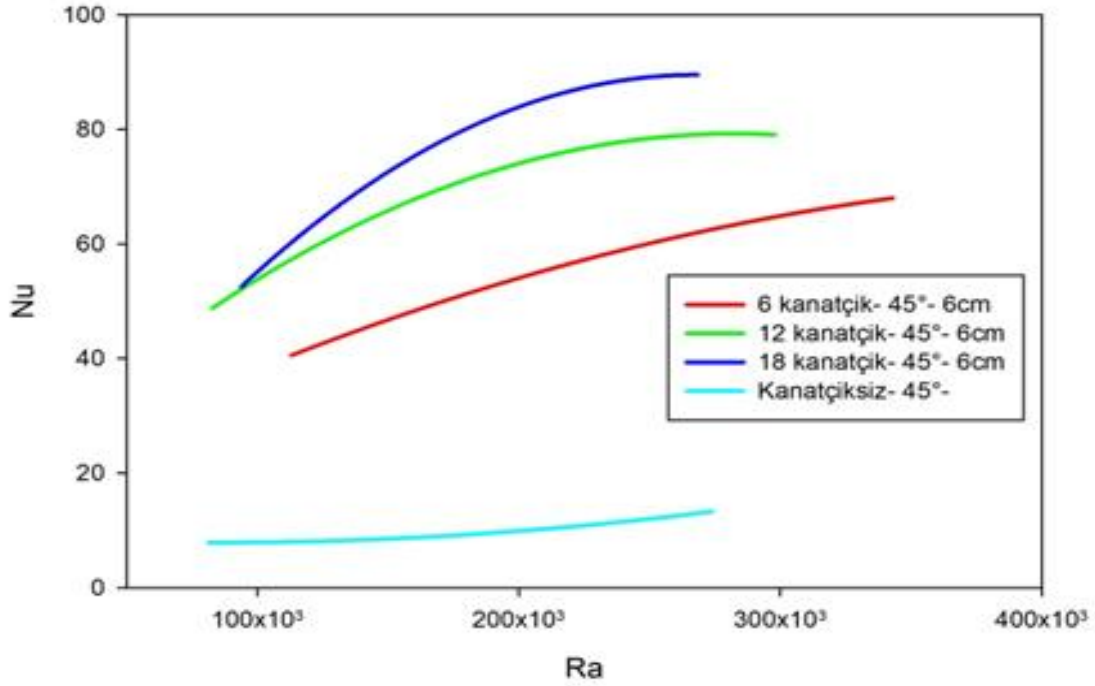


Şekil 4.24 0° açısız konumda 120mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi

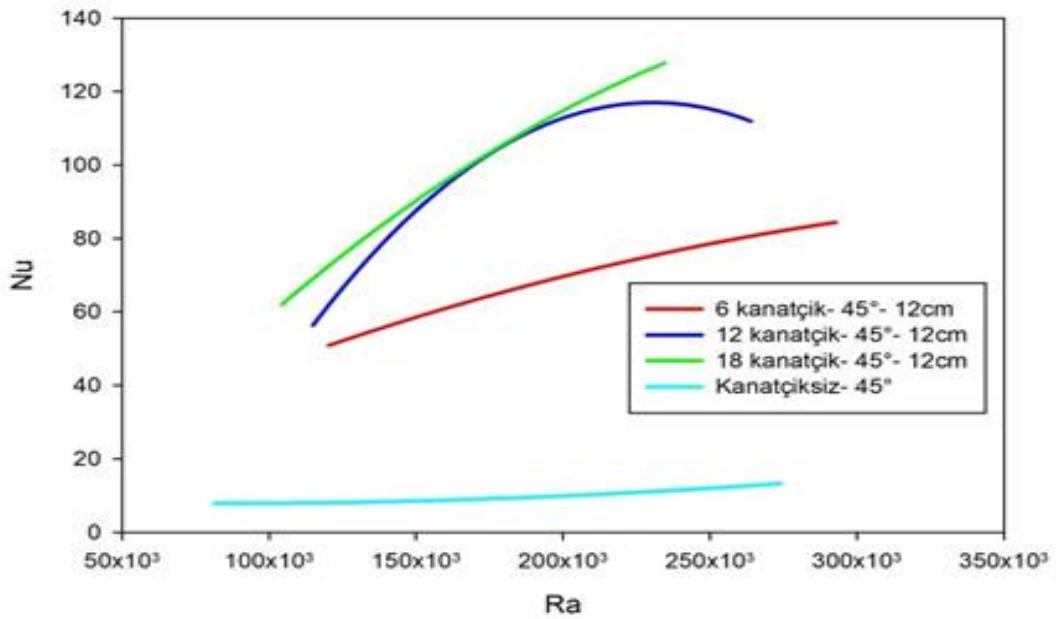
Şekiller 4.25,4.26 ve 4.27’de  $45^\circ$  açısall konumda kanatçık sıklıklarının etkileri verilmiştir. Şekil 4.25’te 30 mm yüksekliğindeki kanatçıklar, Şekil 4.26’da 60mm yüksekliğindeki kanatçıklar ve Şekil 4.27’de 120mm yüksekliğindeki kanatçıkların ısı transferine etkileri sunulmuştur. Bu üç şekilde de kıyaslama yapılabilmesi için kanatçiksiz silindirin  $45^\circ$  açısall konumdaki değerleri gösterilmiştir. Bu üç grafikten de genel olarak çevresel olarak kanatçık sıklığı arttıkça ısı transferinin arttığı görülmektedir. Şekil 4.25’te kanatçık sıklığı arttıkça ısı transferi değerleri birbirlerinden daha net bir şekilde ayrı iken Şekil 4.26 ve 4.27 de kanatçık sıklığının çevresel olarak 12 ve 18 olduğu değerlerin birbirlerine daha yakın olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan kanatçıkların sıklığı arttıkça kanatçıklar arasına sıkışan sıcak havanın rahatlıkla dışarı çıkamadığı kanısına varılmıştır. Kanatçıklar çevresel olarak daha seyrek iken soğuk ortam havası kanatçıklar arasına rahatlıkla girip çıkarken kanatçıklar sıklaştıkça ısınan havanın ortamdan ayrılmamasından kaynaklanmaktadır. Bu durum Lee ve ark. 2018 çalışmalarında da belirtilmiştir.



Şekil 4.25  $45^\circ$  açısall konumda 30mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi



Şekil 4.26 45° açısal konumda 60mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi

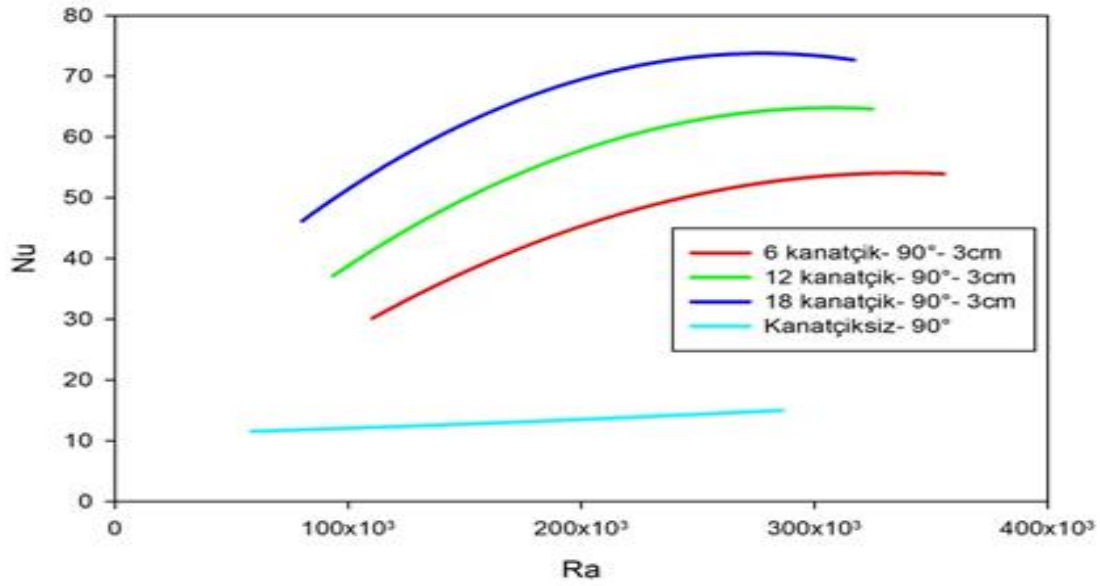


Şekil 4.27 45° açısal konumda 120mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi

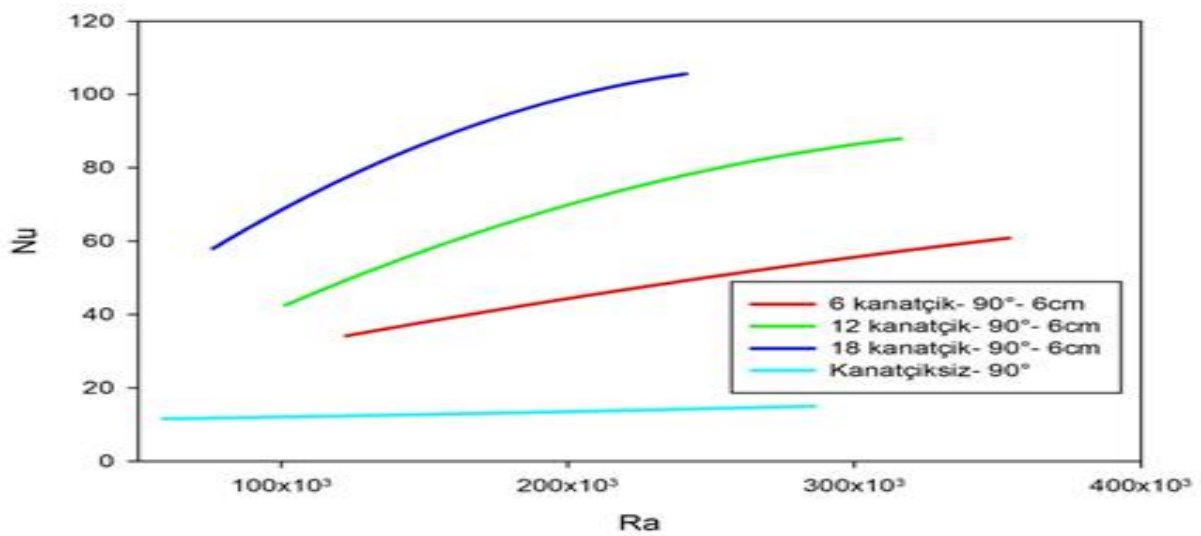
Şekiller 4.28, 4.29 ve 4.30 da 90° açısal konumda yerleştirilmiş kanatçıklı silindirlere çevresel olarak sıklığı değerleri verilmiştir. Şekil 4.28 30mm yüksekliğindeki kanatçıkları, 4.29 60mm yüksekliğindeki kanatçıkları ve 4.30 120mm yüksekliğindeki



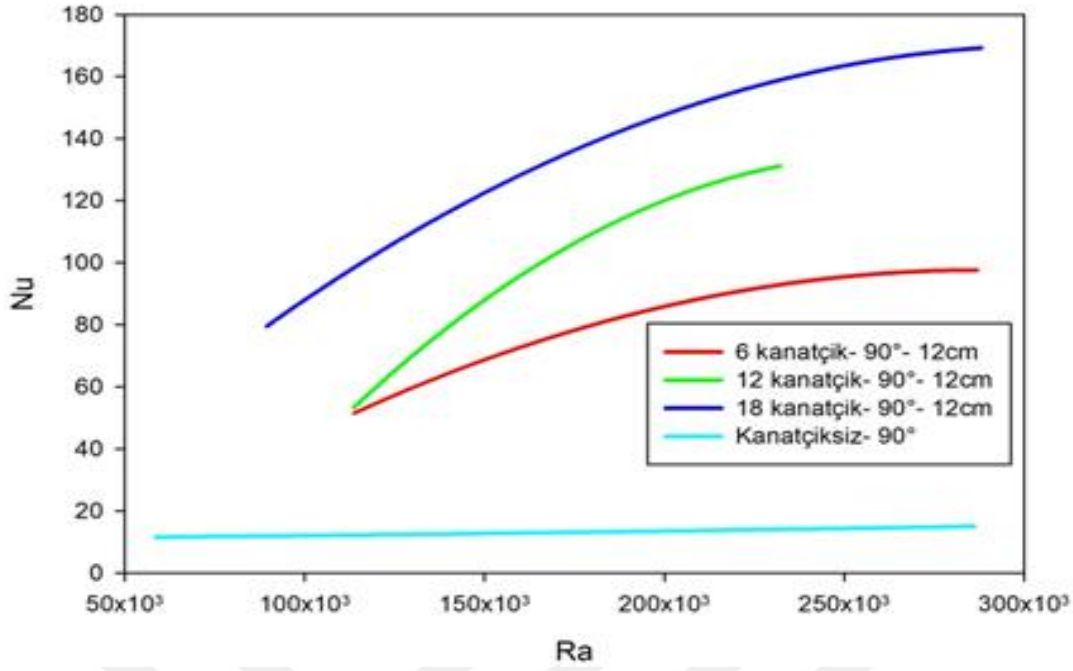
kanatçıkları göstermektedir. Bu şekillerde de  $90^\circ$ 'lik açısal konumda kanatçiksız düz silindir değerleri verilmiştir. Bu üç şekilden kanatçık sıklığı arttıkça ısı transferinin arttığı görülmektedir. Nusselt sayısı değerleri bu şekillerde birbirlerinden net bir şekilde ayrılmıştır. Bunun nedeni bir önceki bölümde belirtilen, kanatçıklar arasında ısınan havanın kolaylıkla dışarı çıkmasından kaynaklanmıştır. Zira  $90^\circ$  açısal konum kanatçıklı silindirlerin düşey olarak konumlandığı ve kanatçıklar arasında ısınan havanın doğal taşınım etkisiyle rahatlıkla çıktığı konumdur.



Şekil 4.28  $90^\circ$  açısal konumda 30mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi

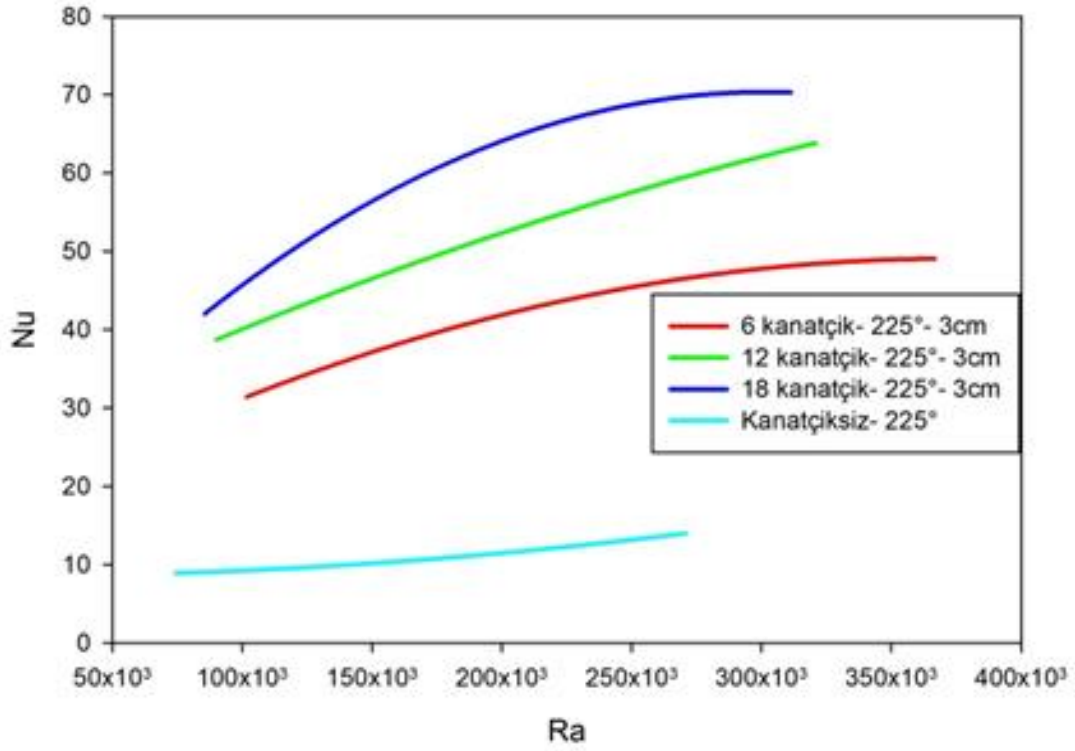


Şekil 4.29  $90^\circ$  açısal konumda 60mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi

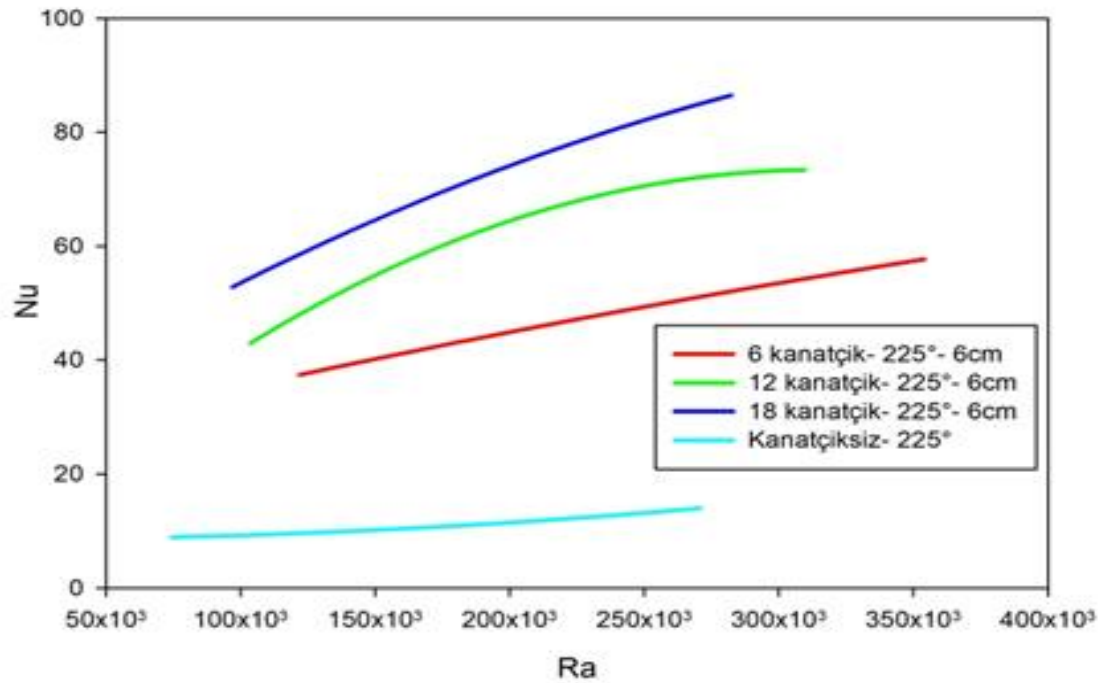


Şekil 4.30 90° açısal konumda 120mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi

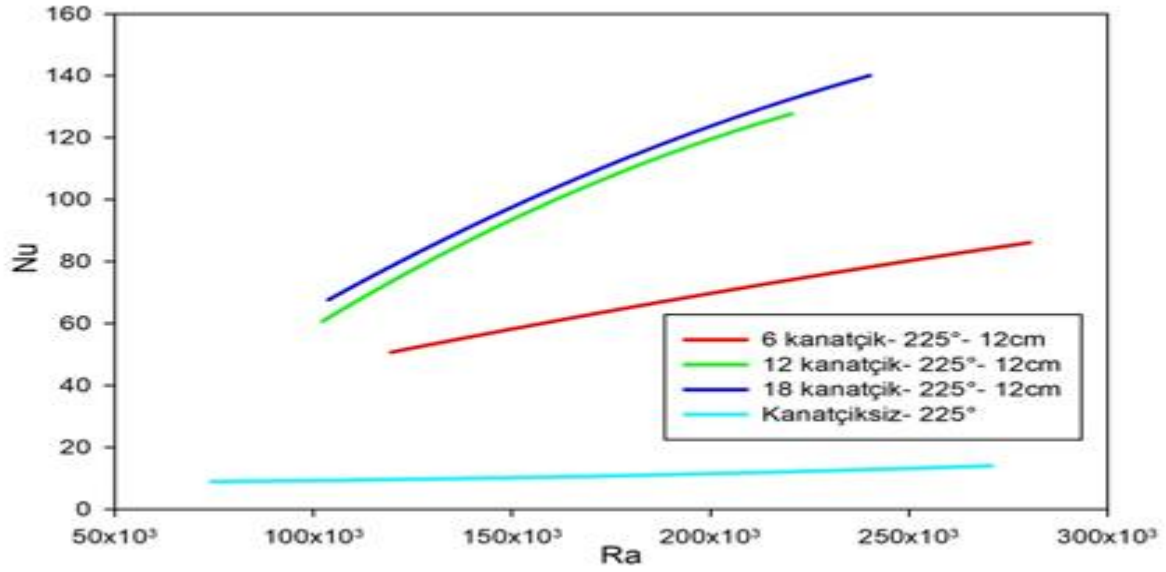
Şekiller 4.31, 4.32 ve 4.33'te 225° açısal konumda yerleştirilmiş kanatçıklı silindirlerin çevresel olarak sıklığı değerleri verilmiştir. Şekil 4.31 30 mm yüksekliğindeki kanatçıklar, Şekil 4.32 60mm yüksekliğindeki kanatçıklar Şekil 4.33 ise 120mm yüksekliğindeki kanatçıklar içindir. Yine benzer olarak kanatçiksiz düz silindirin aynı açısal konumundaki değerleri karşılaştırma yapmak için verilmiştir. Bu şekillerden de genel olarak kanatçık sıklığı arttıkça gerçekleşen ısı transferinin arttığı görülmektedir. Kanatçık yüksekliği 30mm iken çevresel olarak kanatçık sıklığı arttıkça gerçekleşen ısı transferi belirgin şekilde artarken, kanatçık yüksekliği arttıkça çevresel olarak sık olan kanatçıkların değerleri birbirlerine yaklaşmaktadır. Kanatçık yüksekliği arttıkça beklenildiği gibi ısı transferi de artmaktadır.



Şekil 4.31 225° açısız konumda 30 mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi

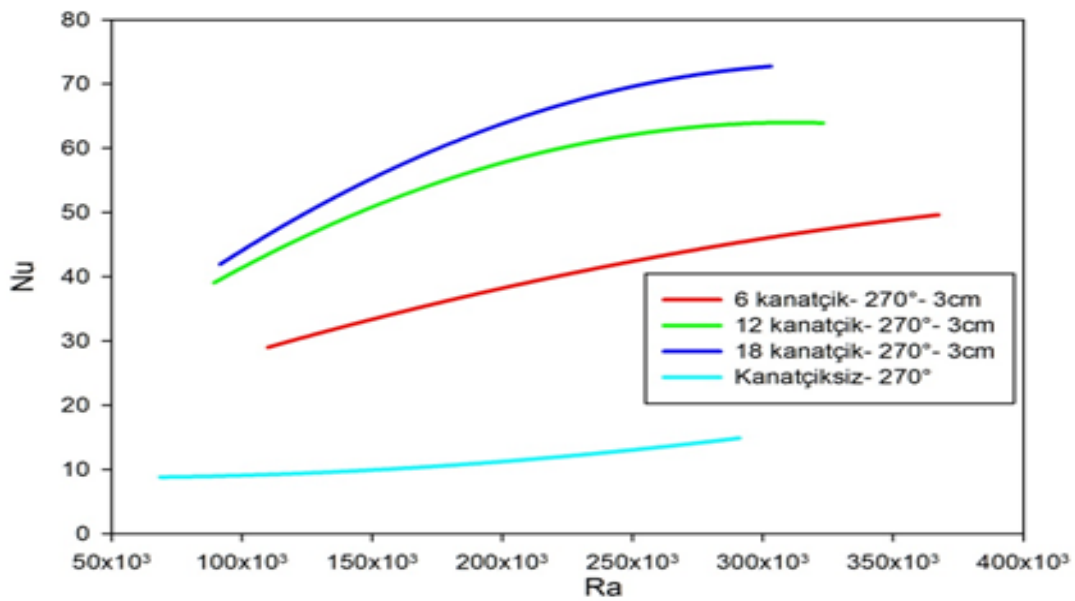


Şekil 4.32 225° açısız konumda 60 mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi

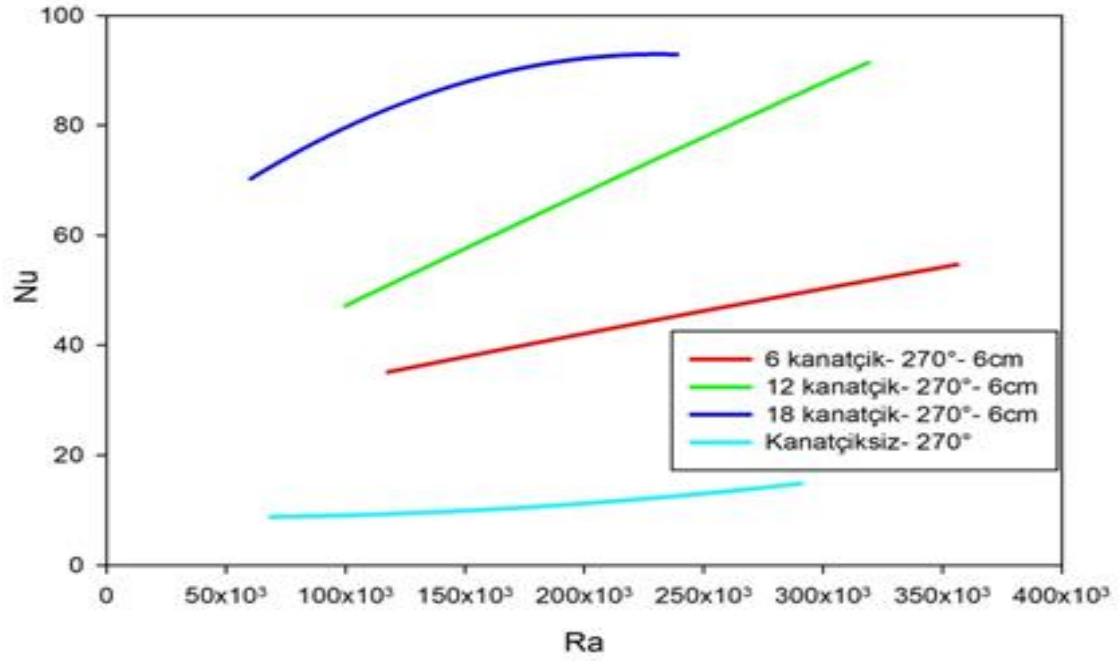


Şekil 4.33 225° açısal konumda 120 mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi

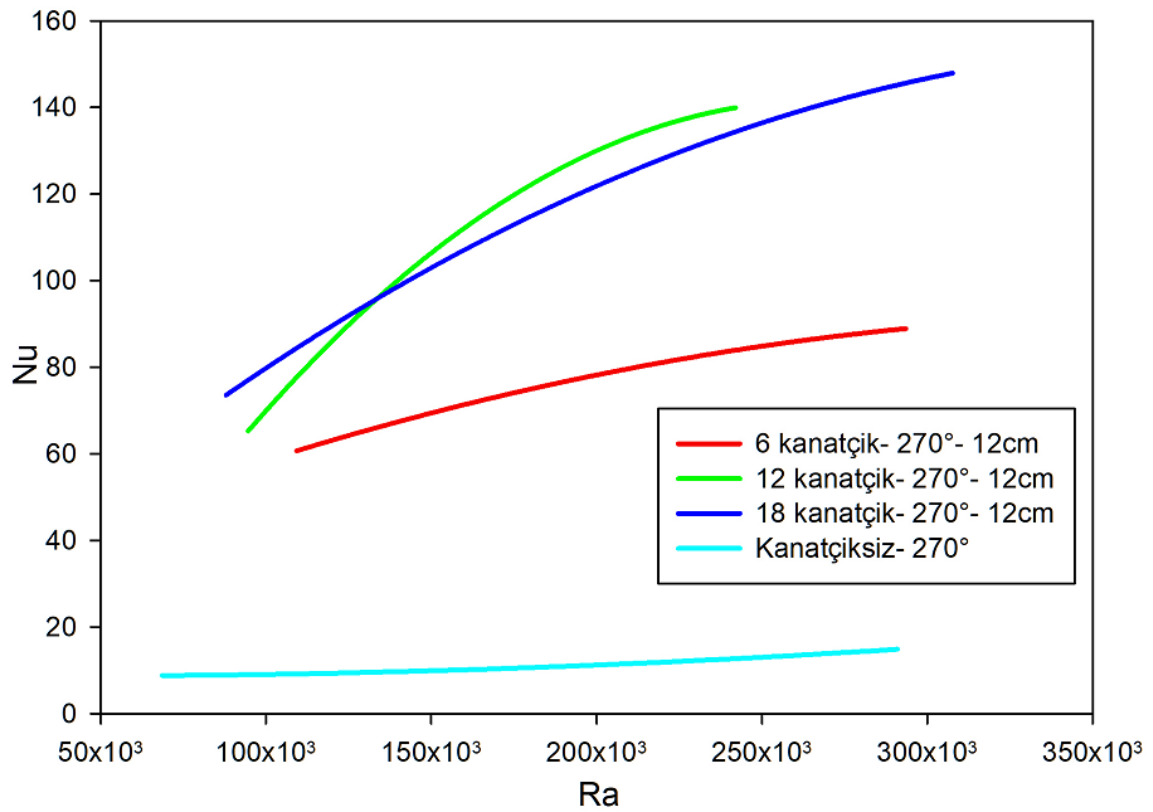
Şekiller 4.34, 4.35 ve 4.36'da 270° açısal konumda yerleştirilmiş kanatçıklı silindirin çevresel olarak sıklığı değerleri verilmiştir. Şekil 4.34 30 mm yüksekliğindeki kanatçıklar, Şekil 4.35 60mm yüksekliğindeki kanatçıklar Şekil 4.36 ise 120mm yüksekliğindeki kanatçıklar içindir. Yine benzer olarak kanatçiksiz düz silindirin aynı açısal konumundaki değerleri karşılaştırma yapmak için verilmiştir. Bu şekillerden de genel olarak kanatçık sıklığı arttıkça gerçekleşen ısı transferinin arttığı görülmektedir.



Şekil 4.34 270° açısal konumda 30 mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi



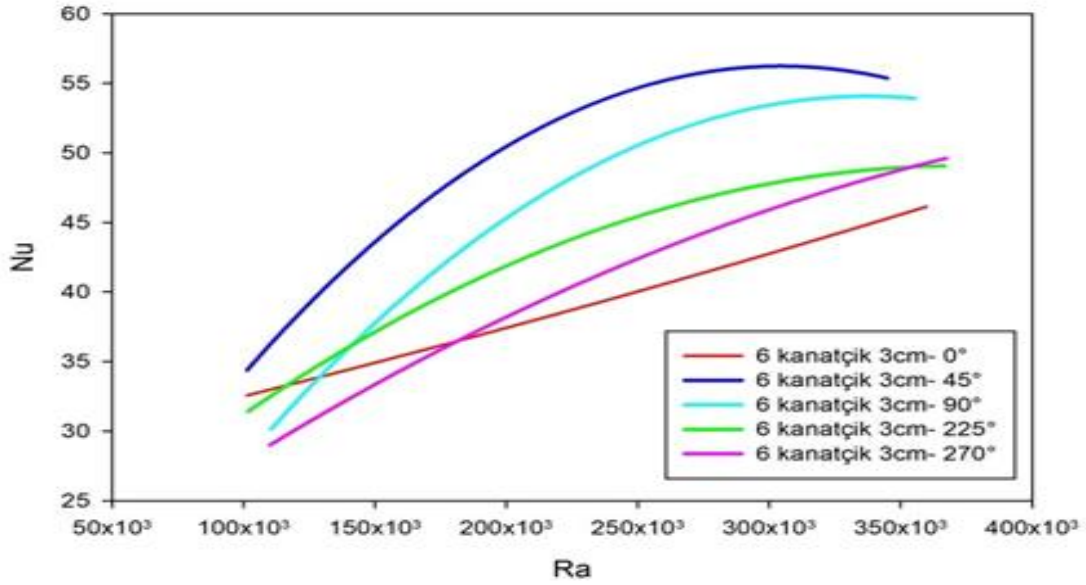
Şekil 4.35 270° açısal konumda 60 mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi



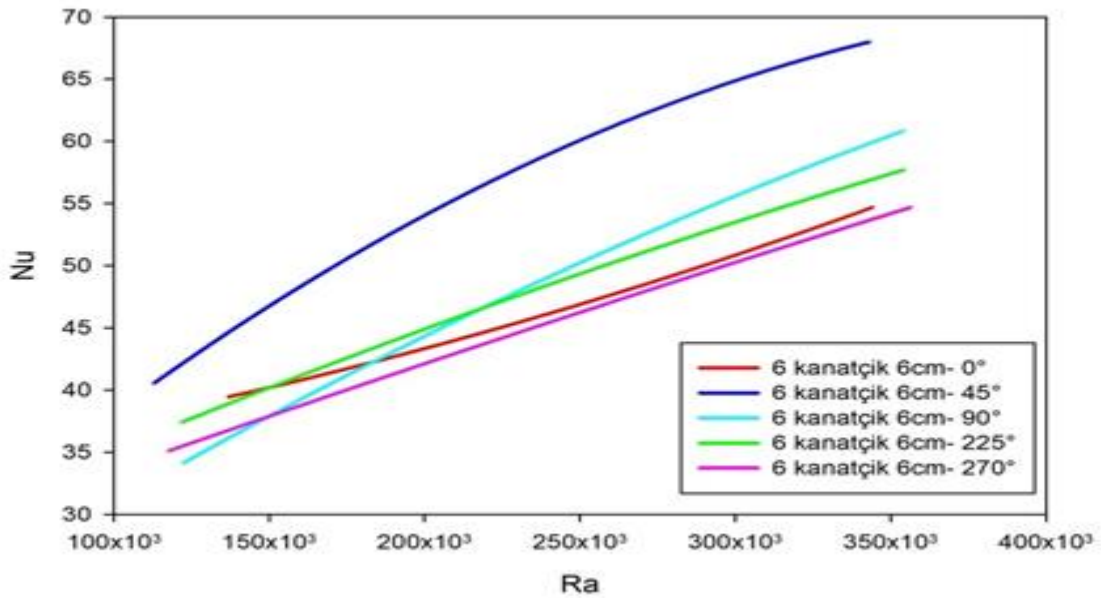
Şekil 4.36 270° açısal konumda 120 mm kanatçık yüksekliğindeki kanatçıklarda çevresel kanatçık sıklığının etkisi

#### 4.5 Açısal Konumun Etkisi

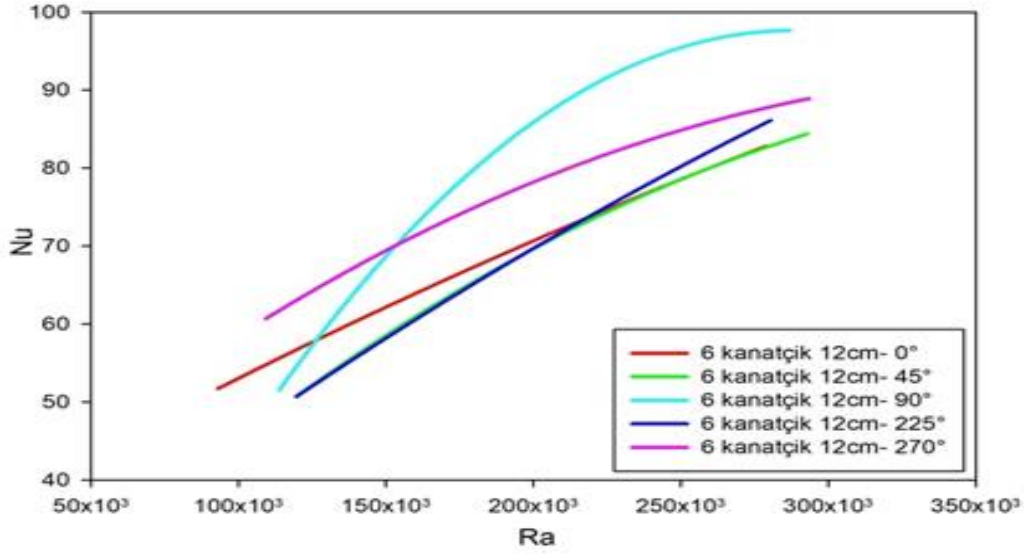
Bu bölümde kanatçık sayılarının ve kanatçık boylarının açısal konum ile değişimleri verilmiştir. İlk olarak Şekiller 4.37, 4.38 ve 4.39'da çevresel olarak 6 kanatçığın sırasıyla 30mm, 60mm ve 120 mm boylarındaki kanatçıklar için Nu-Ra değişimleri verilmiştir. Şekil 4.37 ve 4.38'de en yüksek değer  $45^\circ$ 'lik açısal konumda gerçekleşmekte iken 120mm lik kanatçık değerinde  $90^\circ$  açısal konumda gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 4.37 Çevresel olarak 6 ve boyları 30mm olan kanatçıkların açısal olarak etkisi

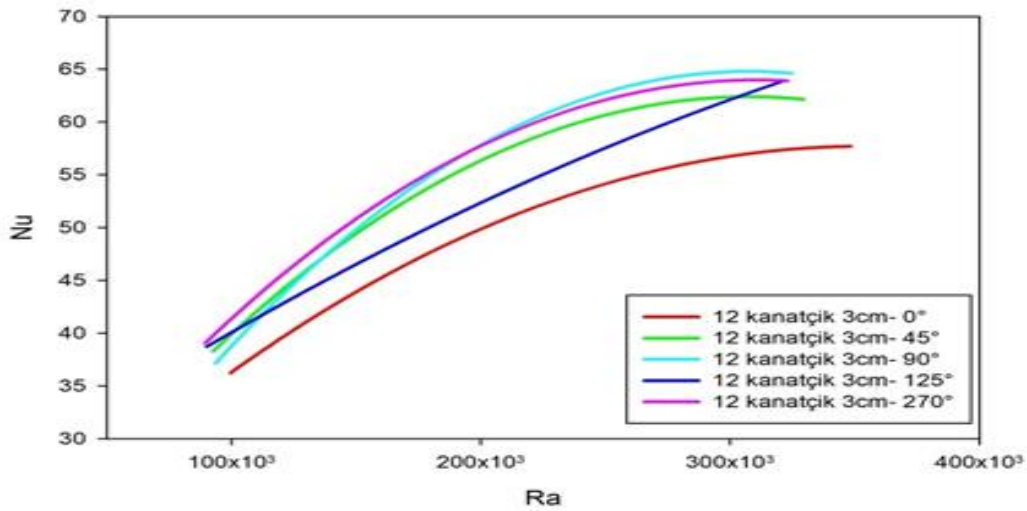


Şekil 4.38 Çevresel olarak 6 ve boyları 60mm olan kanatçıkların açısal olarak etkisi



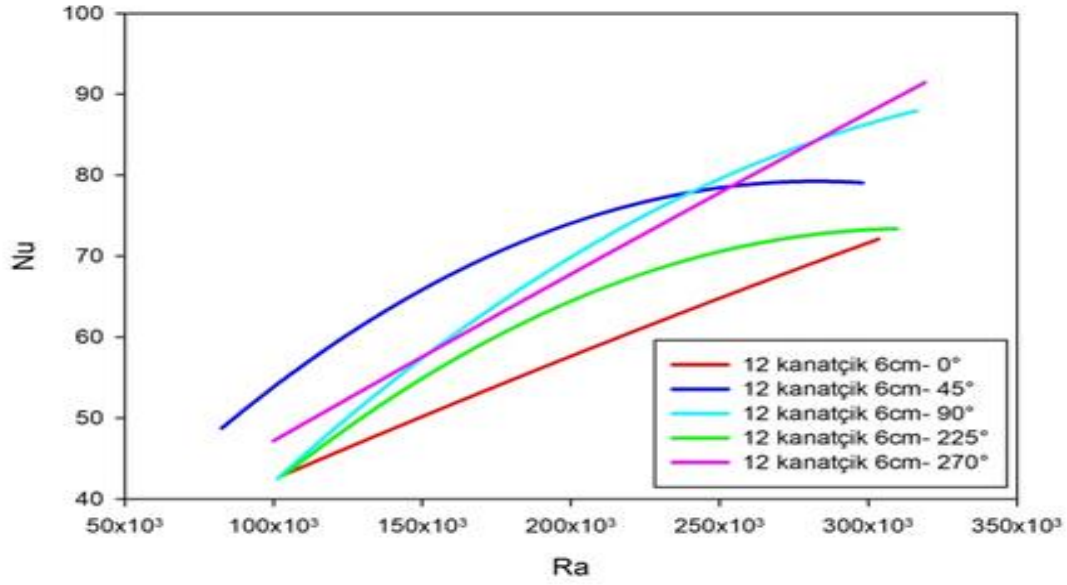
Şekil 4.39 Çevresel olarak 6 ve boyları 120mm olan kanatçıkların açısız olarak etkisi

Şekiller 4.40, 4.41 ve 4.42’de çevresel olarak 12 kanatçığın sırasıyla 30mm, 60mm ve 120 mm boylarındaki kanatçıklar için Nu-Ra değişimleri verilmiştir. Şekil 4.40’ta en düşük değer 0° açısız konumda, en yüksek değerler 90° ve 270°’lik açısız konumlarda gerçekleşmiştir. Şekil 4.41’de en düşük değer yine 0° açısız konumda çıkarken en yüksek değer için net bir açısız konum söylemek mümkün değildir. Değerler birbirlerine çok yakın olmakla beraber 45° açısız konumda en yüksek değer elde edilmiştir. 120mm yüksekliğindeki kanatçıklar için Şekil 4.42 incelendiğinde en yüksek değerlerin 270°ve 225° açısız konumda olduğu görülmektedir.

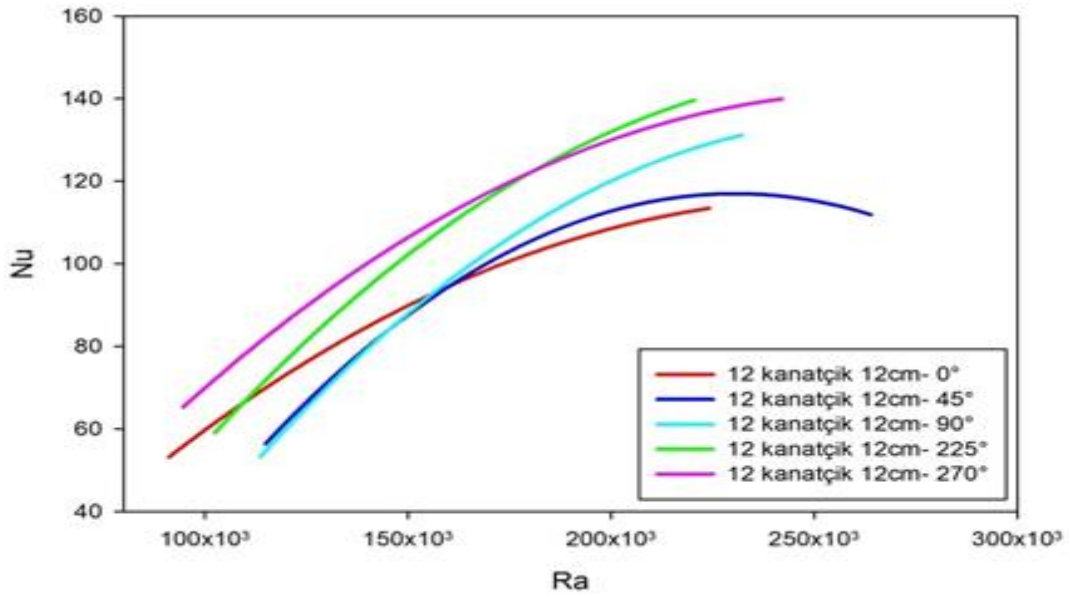


Şekil 4.40 Çevresel olarak 12 ve boyları 30 mm olan kanatçıkların açısız olarak etkisi





Şekil 4.41 Çevresel olarak 12 ve boyları 60 mm olan kanatçıkların açısasal olarak etkisi



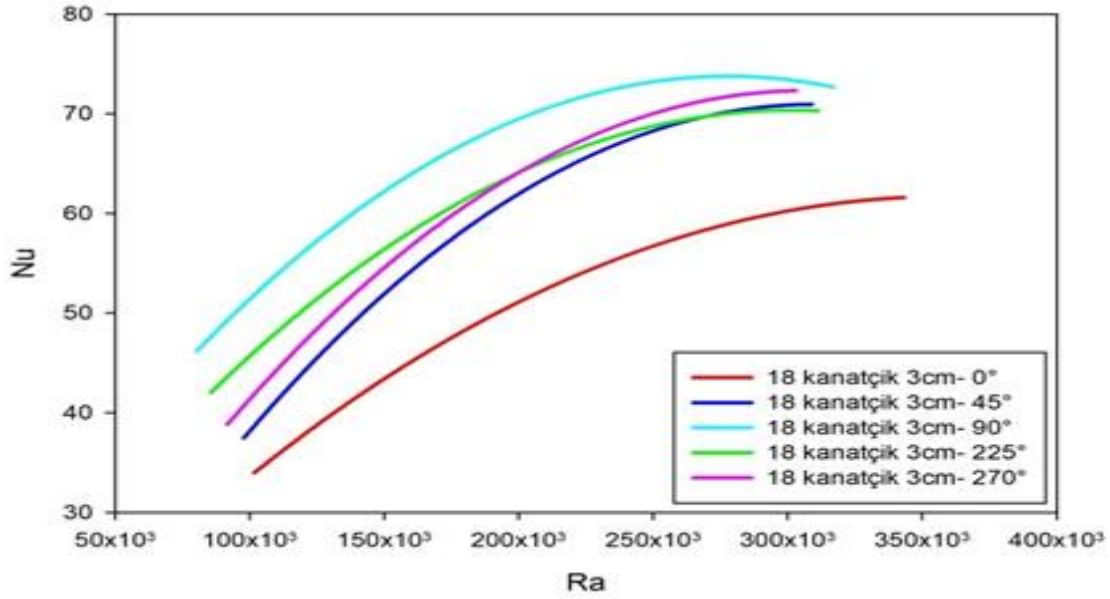
Şekil 4.42 Çevresel olarak 12 ve boyları 120 mm olan kanatçıkların açısasal olarak etkisi

Şekiller 4.43, 4.44 ve 4.45’de çevresel olarak 18 kanatçığın sırasıyla 30mm, 60mm ve 120 mm boylarındaki kanatçıklar için Nu-Ra değişimleri verilmiştir. Şekil 4.43’te en düşük değer  $0^\circ$  açısasal konumda, en yüksek değerler  $90^\circ$  ve  $225^\circ$ ’lik açısasal konumlarda gerçekleşmiştir. Şekil 4.44’te en düşük değer yine  $0^\circ$  açısasal konumda çıkarken en yüksek değerler  $90^\circ$  ve  $270^\circ$  açısasal konumda en yüksek değer elde edilmiştir. 120mm yüksekliğindeki

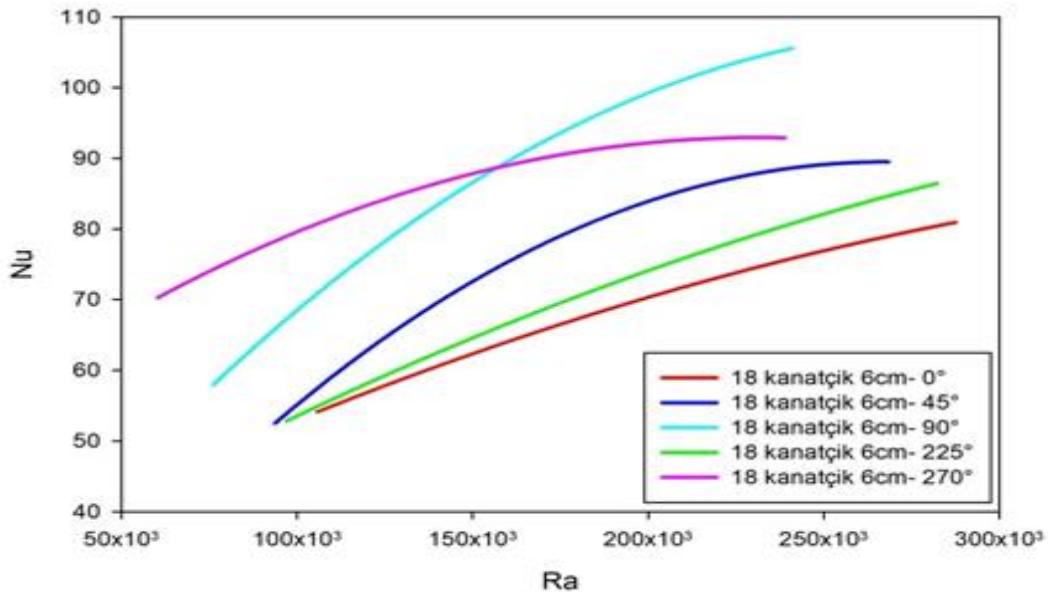


kanatçıklar için Şekil 4.45 incelendiğinde en yüksek değerlerin  $90^\circ$  ve  $270^\circ$  açısıl konumda olduğu görülmektedir.

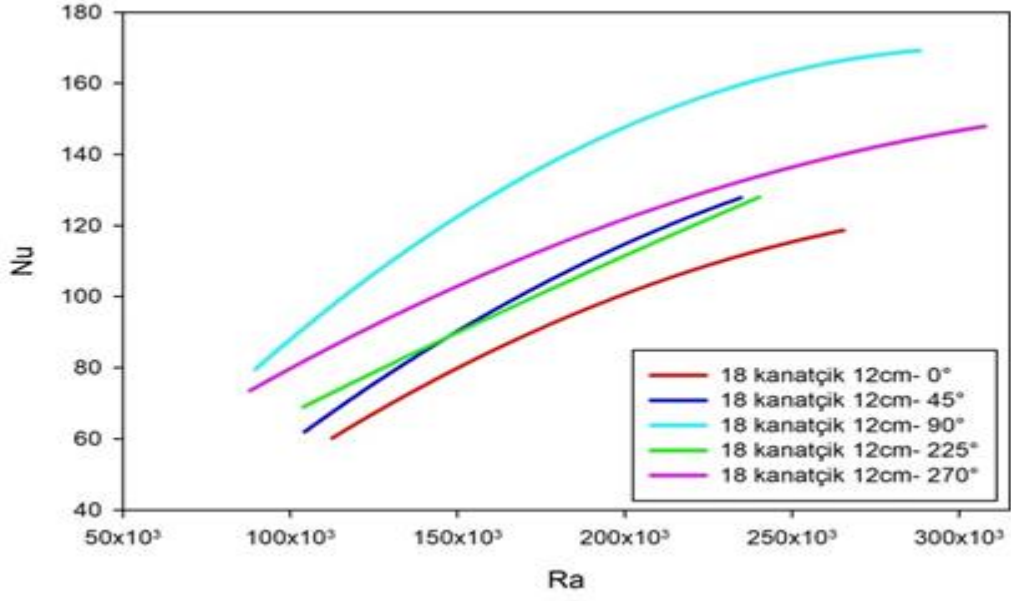
Bu şekillerden (4.37-4.45) açısıl konum ile ısı transferi için net bir değişimin olmadığı, ancak deney numunesinin dik konumu olan  $90^\circ$  ve  $270^\circ$  açısıl konumlarında az da olsa büyük olduğu görülmektedir. Bu da Kwak ve ark. (2017) sonuçları ile uyum içindedir.



Şekil 4.43 Çevresel olarak 18 ve boyları 30 mm olan kanatçıkların açısıl olarak etkisi



Şekil 4.44 Çevresel olarak 18 ve boyları 60 mm olan kanatçıkların açısıl olarak etkisi



Şekil 4.45 Çevresel olarak 18 ve boyları 120 mm olan kanatçıkların açısız olarak etkisi

## 5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Deneylemler sonunda bulunan veriler, bu konular üzerine daha önce çalışmalar yapan araştırmacıların buldukları sonuçlara kıyayama yapıldığında genel anlamda bir paralellik arz etmektedir.

Sonuçlar genel olarak şu şekilde özetlenebilir. Silindir çevresinde kanatçık takılmasıyla ısı transferi önemli oranda artmaktadır. Kanatçık yüksekliğinin ve çevresel kanatçık sıklığının artması da ısı transferini arttırmaktadır. Çevresel olarak yerleştiren kanatçık sayısı 02 iken ( çevresel olarak 6 ve 12 kanatçık ) 30 mm ve 60 mm kanatçık boylarında yakın sonuçlar çıkmaktadır. kanatçık sıklığı arttıkça kanatçık yüksekliği daha önemli olmaktadır.

Kanatçıklar çevresel olarak daha seyrek iken soğuk ortam havası kanatçıklar arasına rahatlıkla girip çıkabilmektedir. Ancak kanaçık sıklığı arttıkça kanatçıklar arasına giren hava çıkamamaktadır. Bu yüzden bazı açısal konumlarda çevresel olarak sık olan kanaçık deneylemlerinin sonuçları ( çevresel 12 ve 18 kanatçık ) birbirlerine yalındır.

Çalışmanın bir başka parametresi silindir yatayla yaptığı açıdır. Silindirin açısal konumunun ısı transferine etkisi çok net olmamakla birlikte genel olarak düşey konumda iken (  $90^\circ$  ve  $270^\circ$  ) ısı transferinin arttığı bulunmuştur. Bu bulgu da (Kwak ve ark 2017) çalışmasının sonuçları ile uyumludur. Açısal konum tam düşey durumda iken soğuk ortam havası hiç engele takılmadan rahatlıkla silindir ve kanatçığa temas etmekte ve ısındıktan sonra da rahatlıkla kanatçıkların arasından çıkmaktadır. Doğal taşınım hareketi bu açısal konum ile tam olarak uyum halindedir.

Bu çalışmanın sonucunda öneri olarak, ısı transferinin en fazla olduğu optimum bir kanatçık yüksekliği, kanatçık sıklığı ve açısal konum belirlenebilir. Çalışmada ısı transferi hesaplamalarında ışıyım faktörü göz önüne alınabilir.

Önceki çalışmalarda olduğu gibi Nusselt sayısı ve Rayleigh sayısı arasında bir bağıntı geliştirilebilir. Çalışma farklı malzemededen imal edilmiş kanatçıklar ile tekrarlanabilir.

## 6 KAYNAKLAR

- Ahmed GR, Yovanovich, 1997. Experimental study of forced convection from isothermal circular and square cylinders and toroids. 119, 1, 70-9.
- AlEssa AH, Maqableh AM, 2009. Enhancement of natural convection heat transfer from a fin by rectangular perforations with aspect ratio of two. 4, 10, 540-7.
- Almsater S, Saman W, Bruno, 2016. Performance enhancement of high temperature latent heat thermal storage systems using heat pipes with and without fins for concentrating solar thermal power plants. 89, 36-50.
- Baruah M, Dewan A, Mahanta, 2011. Performance of Elliptical Pin Fin Heat Exchanger with Three Elliptical Perforations. 3, 2, 65-73.
- Bhowmik H, Tso C, Tou K, Tan F, 2005. Convection heat transfer from discrete heat sources in a liquid cooled rectangular channel. 25, 16, 2532-42.
- Day JC, Zemler MK, Traum MJ, Boetcher SK, 2013. Laminar Natural Convection From Isothermal Vertical Cylinders: Revisiting a Classical Subject. 135, 2, 022505.
- DeWitt DP, Incropera FP, 2004. Isı ve kütle geçişinin temelleri. *Literatür Yayıncılık*, İstanbul 556-60.
- Ehteshum M, Ali M, Islam MQ, Tabassum M, 2015. Thermal and hydraulic performance analysis of rectangular fin arrays with perforation size and number. 105, 184-91.
- Elshafei, 2010 Natural convection heat transfer from a heat sink with hollow/perforated circular pin fins. *3rd International Conference on Thermal Issues in Emerging Technologies Theory and Applications*, 185-93.
- Gorla RSR, Bakier A, 2011. Thermal analysis of natural convection and radiation in porous fins. 38, 5, 638-45.
- Hahne E, Zhu D, 1994. Natural convection heat transfer on finned tubes in air. 37, 59-63.
- Haldar, 2004. Laminar free convection around a horizontal cylinder with external longitudinal fins. 25, 6, 45-53.
- Haldar S, Kochhar G, Manohar K, 2007. Numerical study of laminar free convection about a horizontal cylinder with longitudinal fins of finite thickness. 46, 7, 692-8.
- Harahap F, McManus H, 1967. Natural convection heat transfer from horizontal rectangular fin arrays. 89, 1, 32-8.
- Holman J, (2010). Heat Transfer (McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering), *The McGraw-Hill Companies, Inc.*
- Holman JP, 2002. Heat Transfer-Si Units-Sie, *Tata McGraw-Hill Education*, p.
- Huang C-H, Liu Y-C, Ay H, 2015. The design of optimum perforation diameters for pin fin array for heat transfer enhancement. 84, 752-65.
- Igarashi T, Mayumi Y, 2001. Fluid flow and heat transfer around a rectangular cylinder with small inclined angle (the case of a width/height ratio of a section of 5). *International journal of heat fluid flow* 22, 3, 279-86.
- Iyengar M, Bar-Cohen A. Least-material optimization of vertical pin-fin, plate-fin, and triangular-fin heat sinks in natural convective heat transfer. ITherm'98. *Sixth Intersociety Conference on Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronic Systems* (Cat. No. 98CH36208), 295-302.
- Kang BD, Kim HJ, Kim D-K, 2017. Nusselt Number Correlation for Vertical Tubes with Inverted Triangular Fins under Natural Convection. 10, 8, 1183.
- Kiwan S, 2007. Effect of radiative losses on the heat transfer from porous fins. 46, 10, 1046-55.

- Kostoglou M, Evgenidis SP, Karapantsios TD, 2013. Unexpected natural convection heat transfer for small Rayleigh numbers in external geometry. 64, 773-82.
- Kraus AD, Bar-Cohen A, 1983. Thermal analysis and control of electronic equipment.
- Kumar R, 1997. Three-dimensional natural convective flow in a vertical annulus with longitudinal fins. 40, 14, 3323-34.
- Kuriyama M, Tokanai H, Harada E, Konno H, 1996. Natural-convection heat transfer around a horizontal array of heated cylinders in air. 25, 6, 410-9.
- Kwak D-B, Noh J-H, Lee K-S, Yook S-J, 2017. Cooling performance of a radial heat sink with triangular fins on a circular base at various installation angles. 120, 377-85.
- Lee G-W, Kim H, Kim D-K, 2018. Experimental Study on Horizontal Cylinders with Triangular Fins under Natural Convection. 11, 4, 836.
- Lee M, Kim HJ, Kim D-K, 2016. Nusselt number correlation for natural convection from vertical cylinders with triangular fins. 93, 1238-47.
- Li B, Byon C, 2015. Investigation of natural convection heat transfer around a radial heat sink with a concentric ring. 89, 159-64.
- Malekzadeh P, Rahideh H, Karami G, 2006. Optimization of convective–radiative fins by using differential quadrature element method. 47, 11-12, 1505-14.
- Martynenko OG, Khramtsov, 2005. Heat Transfer by Mixed Convection. 429-74.
- Mhamuad AM, Ibrahim TK, Jasim RR, 2008. Determination of the temperature distribution the perforated fins under. 15, 2, 63-78.
- Misumi T, Suzuki K, Kitamura K, 2003. Fluid flow and heat transfer of natural convection around large horizontal cylinders: experiments with air. 32, 4, 293-305.
- Morgan CG, 1975. Laser-induced breakdown of gases. 38, 5, 621.
- Pise AT, Awasarmol UV, 2010. Investigation of enhancement of natural convection heat transfer from engine cylinder with permeable fins. 1, 1, 238-47.
- Prakash C, Patankar S, 1981. Combined free and forced convection in vertical tubes with radial internal fins. 103, 3, 566-72.
- Rohsenow WM, Hartnett JP, Cho YI, 1998. Handbook of heat transfer, *McGraw-Hill New York, p.*
- Sahin B, Demir A, 2008. Thermal performance analysis and optimum design parameters of heat exchanger having perforated pin fins. 49, 6, 1684-95.
- Şara ON, Yapıcı S, 2007. Mikro Kanallarda Basınç Düşüşü ve Isı/Kütle Aktarımı: I-*Basınç Düşüşü ve Sürtünme Faktörü Bağlıları.*
- Shaeri M, Yaghoubi M, 2009. Thermal enhancement from heat sinks by using perforated fins. 50, 5, 1264-70.
- Sikka KK, Torrance KE, Scholler C, Salanova P, 2002. Heat sinks with fluted and wavy plate fins in natural and low-velocity forced convection. 25, 2, 283-92.
- Singh B, Dash SK, 2015. Natural convection heat transfer from a finned sphere. 81, 305-24.
- Sudheer M, Shetty A, Somayaji S, 2015. Finite Element Investigations of Temperature Distribution in Fins with Circular Perforations. 5, 3C, 157-61.
- Tsubouchi T, Masuda H, 1966. Natural convection heat transfer from a horizontal circular cylinder with small rectangular grooves. 18, 211-42.
- Wang C-S, Yovanovich M, Culham J, 1999. Modeling natural convection from horizontal isothermal annular heat sinks. 121, 1, 44-9.
- Yang Y-T, Peng H-S, 2008. Numerical study of pin-fin heat sink with un-uniform fin height design. 51, 19-20, 4788-96.
- Yildiz Ş, Yüncü H, 2004. An experimental investigation on performance of annular fins on a horizontal cylinder in free convection heat transfer. 40, 3-4, 239-51.
- Yu S-H, Lee K-S, Yook S-J, 2010. Natural convection around a radial heat sink. 53, 13-14, 2935-8.

Zhou M, He Y, Chen Y, 2014. A heat transfer numerical model for thermoelectric generator with cylindrical shell and straight fins under steady-state conditions. 68, 1-2, 80-91.



## 7 EKLER

## EK-1: Atmosfer Basıncında Havanın Termofiziksel özellikleri

Sıcaklık, $T$ (K)	Yoğunluk, $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Özgül ısı, $C_p$ (J/kg°C)	Isı iletim katsayısı, $k$ (W/m°C)	Isıl yayınım katsayısı, $a$ (m <sup>2</sup> /s)	Dinamik vizkozite, $\mu$ (kg/ms)	Kinematik vizkozite, $\nu$ (m <sup>2</sup> /s)	Prandtl sayısı, $Pr$
200	1.766	1003	0.0181	1.02x10 <sup>-5</sup>	1.34x10 <sup>-5</sup>	0.76x10 <sup>-5</sup>	0.740
250	1.413	1003	0.0223	1.57x10 <sup>-5</sup>	1.61x10 <sup>-5</sup>	1.14x10 <sup>-5</sup>	0.724
280	1.271	1004	0.0246	1.95x10 <sup>-5</sup>	1.75x10 <sup>-5</sup>	1.40x10 <sup>-5</sup>	0.717
290	1.224	1005	0.0253	2.08x10 <sup>-5</sup>	1.80x10 <sup>-5</sup>	1.48x10 <sup>-5</sup>	0.714
298	1.186	1005	0.0259	2.18x10 <sup>-5</sup>	1.84x10 <sup>-5</sup>	1.55x10 <sup>-5</sup>	0.712
300	1.177	1005	0.0261	2.21x10 <sup>-5</sup>	1.85x10 <sup>-5</sup>	1.57x10 <sup>-5</sup>	0.712
310	1.143	1006	0.0268	2.35x10 <sup>-5</sup>	1.90x10 <sup>-5</sup>	1.67x10 <sup>-5</sup>	0.711
320	1.110	1006	0.0275	2.49x10 <sup>-5</sup>	1.94x10 <sup>-5</sup>	1.77x10 <sup>-5</sup>	0.710
330	1.076	1007	0.0283	2.64x10 <sup>-5</sup>	1.99x10 <sup>-5</sup>	1.86x10 <sup>-5</sup>	0.708
340	1.043	1007	0.0290	2.78x10 <sup>-5</sup>	2.03x10 <sup>-5</sup>	1.96x10 <sup>-5</sup>	0.707
350	1.009	1008	0.0297	2.92x10 <sup>-5</sup>	2.08x10 <sup>-5</sup>	2.06x10 <sup>-5</sup>	0.706
400	0.883	1013	0.0331	3.70x10 <sup>-5</sup>	2.29x10 <sup>-5</sup>	2.60x10 <sup>-5</sup>	0.703
450	0.785	1020	0.0363	4.54x10 <sup>-5</sup>	2.49x10 <sup>-5</sup>	3.18x10 <sup>-5</sup>	0.700
500	0.706	1029	0.0395	5.44x10 <sup>-5</sup>	2.68x10 <sup>-5</sup>	3.80x10 <sup>-5</sup>	0.699
550	0.642	1039	0.0426	6.39x10 <sup>-5</sup>	2.86x10 <sup>-5</sup>	4.45x10 <sup>-5</sup>	0.698
600	0.589	1051	0.456	7.37x10 <sup>-5</sup>	3.03x10 <sup>-5</sup>	5.15x10 <sup>-5</sup>	0.698
700	0.504	1075	0.0513	9.46x10 <sup>-5</sup>	3.35x10 <sup>-5</sup>	6.64x10 <sup>-5</sup>	0.702
800	0.441	1099	0.0569	11.7x10 <sup>-5</sup>	3.64x10 <sup>-5</sup>	8.25x10 <sup>-5</sup>	0.704
900	0.392	1120	0.0625	14.2x10 <sup>-5</sup>	3.92x10 <sup>-5</sup>	9.99x10 <sup>-5</sup>	0.705
1000	0.353	1141	0.0672	16.7x10 <sup>-5</sup>	4.18x10 <sup>-5</sup>	11.8x10 <sup>-5</sup>	0.709
1200	0.394	1175	0.0759	22.2x10 <sup>-5</sup>	4.65x10 <sup>-5</sup>	15.8x10 <sup>-5</sup>	0.720
1400	0.252	1201	0.0835	27.6x10 <sup>-5</sup>	5.09x10 <sup>-5</sup>	20.2x10 <sup>-5</sup>	0.732
1600	0.221	1240	0.0970	33.0x10 <sup>-5</sup>	5.49x10 <sup>-5</sup>	24.9x10 <sup>-5</sup>	0.753
1800	0.196	1276	0.01032	38.3x10 <sup>-5</sup>	5.87x10 <sup>-5</sup>	29.9x10 <sup>-5</sup>	0.772
2000	0.177	1327		44.1x10 <sup>-5</sup>	6.23x10 <sup>-5</sup>	35.3x10 <sup>-5</sup>	0.801

## EK-2: Örnek Hesaplamalar

### a. Kanatçksız silindir

Deneyler sırasında ölçülen sıcaklıklar ortam sıcaklığı  $T_{\infty}$ , ve silindir cidar sıcaklığı  $T_w$  olup tablo halinde EK-3'te verilmiştir. Ayrıca her bir  $T_f$  film sıcaklığına bağlı olarak, atmosfer basıncındaki havanın termofiziksel özellikleri tablosundan bulunan akışkan kinematik vizkozitesi, ısı iletim katsayısı ve ısı taşınım katsayısı kullanılmıştır. Örnek hesaplamada akım  $I= 0,54$ , voltaj  $V = 3,7$  ve gücü  $1,998$  degeri referans alınmıştır.

$P= 1,998W$  degeri için;

Ortam sıcaklığı  $T_{\infty} = 293,55 K$

Silindir yüzey sıcaklığı  $T_w = 303,74 K$

Yalıtımın iç yüzey sıcaklığı  $T_{iz iç} = 303,74 K$

Yalıtımın dış yüzey sıcaklığı (sol kısım için)  $T_{iz dış1} = 297,7 K$

Yalıtımın dış yüzey sıcaklığı (sağ kısım için)  $T_{iz dış2} = 297,3 K$

Film sıcaklığı  $T_f = (T_w + T_{\infty}) / 2 = (303,74 + 293,55) / 2 = 298,65 K$

$\Delta T = T_w - T_{\infty} = 303,74 - 293,55 = 10,19 K$

$\Delta T_{kayıp1} = T_{iz iç} - T_{iz dış1} = 303,74 - 297,7 = 6,14 K$

$\Delta T_{kayıp2} = T_{iz iç} - T_{iz dış2} = 303,74 - 297,3 = 6,44 K$

$A_{taşınım} = \Pi.D.L = 3,14 * 0,042 * 0,012 = 0,0158 m^2$

$A_{kayıp1} = A_{kayıp2} = (\pi D^2) / 4 = 3,1428 * 0,042^2 / 4 = 0,00138 m^2$

Yalıtımdan kaybolan toplan ısı;

$Q_{kayıp top} = Q_{kayıp1} + Q_{kayıp2} = k.A_1. \Delta T_{kayıp} / \Delta x_1 + k.A_2. \Delta T_{kayıp} / \Delta x_2$

$= 0,04 * 0,00138 * 6,14 / 0,01 + 0,04 * 0,00138 * 6,44 / 0,01 = 1,0419K$

burada k; cam yünü yalıtım malzemesinin ısı iletim katsayısı ve  $0,04 W/mK$  dir.

Burada taşınım ile ısı transferi;

$Q_{taş.} = P - Q_{kayıp} = 1,998 - 1,0419 = 0,956W$  bulunur.

Isı taşınım katsayısı h;

$h = Q / A (T_w - T_{\infty}) = 0,956 / (0,0158 * 10,19) = 5,94 w / m^2K$

Nusselt Sayısı;

$Nu = h.D / k = 5,94 * 0,042 / 0,0261 = 9,56$

Burada k;  $T_f = 298,65K$  sıcaklıkta havanın ısı iletkenlik katsayısıdır.

Rayleigh sayısı;

$Ra = g.\beta.\Delta T.D^3 / \nu\alpha = 9,81 * 0,00335 * 10,19 * 0,042^3 / (1,57 * 10^{-5} * 2,21 * 10^{-5})$



=71506,24

Burada  $\beta$  ısıl genleşme katsayısıdır ve  $1/T_f$  dir.  $\nu$ ; kinematik vizkozite,  $\alpha$ ; ısı yayılım katsayısıdır. Kanatçiksız silindir için hesaplanan bu değerler Ek-4'te verilmiştir.

### b. Kanatçıklı silindir

Örnek olarak  $P = 5,096$  watt için 30 mm uzunluğunda 2 mm kalınlığından ve genişliği boru malzemesi ile aynı olan( 120 mm) plakadan silindir çevresine 18 adet yerleştirilmiş ve hesaplar yapılmıştır. Farklı güç değerleri ve farklı uzunluk ve farklı sayılardaki kanatçıklar için ölçülen deney parametreleri Ek-4'te hesaplanan değerler ise Ek-5'te verilmiştir.

Yüzey Sıcaklığı :  $T_w = 309,46$  K

Ortam sıcaklığı  $T_\infty = 294,4$ K

İzolasyon iç yüzey sıcaklığı  $T_{iz.iz.} = 309,46$  K

İzolasyon dış yüzey sıcaklığı  $T_{iz.dış.1} = 300,6$  K  $T_{iz.dış.2} = 300,8$  K

Ortalama sıcaklık  $T_f = 301,93$  K

$\Delta T = T_w - T_\infty = 15,06$  K

Taşıma ve ışıma ile ısı transfer yüzey alanı

$A_{taş} = \Pi.D.L = 3,14 * 0,042 * 0,012 = 0,0158$  m<sup>2</sup>

Isı kayıpları hesaplanırsa;

$Q_{kayıp\ top} = Q_{kayıp1} + Q_{kayıp2} = k.A_1. \Delta T_{kayıp} / \Delta x_1 + k.A_2. \Delta T_{kayıp} / \Delta x_2$

$= 0,04 * 0,00138 * 8,86 / 0,01 + 0,04 * 0,00138 * 8,66 / 0,01$

$= 0,09671$  watt

$Q_{taş} = P - Q_{kayıp} = 4,984 - 0,09671$

$Q_{taş} = 4,89$  Watt

Isı taşınım katsayısı;

$h = Q / A (T_w - T_\infty) = 4,89 / (0,0158 * 115,06) = 20,55$  W / m<sup>2</sup>K

Nusselt Sayısı

karakteristik uzunluk silindirin dış çapı alınmıştır.

$Nu = h.D/k$

$= 20,55 * 0,042 / 0,0262 = 32,94$

Rayleigh Sayısı;

$Ra = g.\beta.\Delta T.D^3/\nu\alpha = 9,81 * 0,003274 * 12,6375 * 0,042^3 / (1,59 * 10^{-5} * 2,24 * 10^{-5})$

$= 101724,30$  olarak bulunur.

**EK-3: Kanatçksız silindir için test ölçüm değerleri**

AÇI	V	I					Yalıtım 1	Tçevre		Yalıtım 2				
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T12	T11	T7	T8	T9	T10
0°	3,7	0,54	30,5	30,4	31,1	31	24,7	20,2	20,9	24,3	30,2	32,1	30,5	30,1
0°	5,1	0,80	36,7	36,3	37,5	37,2	24,9	20,6	20,7	24,7	36,3	38,9	36,9	36,0
0°	6	1,03	43,1	42,6	44,3	43,9	24,8	20,3	20,2	24,5	43,1	42,8	43,7	42,2
0°	6,8	1,20	47,7	47,5	49,1	48,8	25,5	20,7	20,3	24,7	46,9	48,3	48,2	46,2
0°	7,6	1,33	52,8	51,9	54,7	52,3	24,8	20,5	20,4	24,5	51,7	52,5	54,1	51,5
0°	8,3	1,45	57,5	56,9	59,1	57,8	25	20,7	20,5	24,7	56,2	57,2	59,1	55,1
0°	9,1	1,56	63,2	61,4	65,5	65,4	25,2	20,9	20,5	24,9	61,6	63,5	64,7	61,0
0°	9,6	1,70	66,6	65,6	69,3	69,4	25,3	21,1	20,8	25,1	64,7	66,8	68,4	64,8
0°	10,1	1,81	72,3	70,4	74,7	73,1	25,8	21,2	21,4	25,5	70,4	71,8	74,4	70,0
0°	10,7	1,90	76,4	73,7	78,2	78,6	25,4	20,9	20,8	25,2	73,4	75,1	78,4	73,4
45°	3,5	0,59	33,1	32,6	34,0	33,1	25,3	20,9	21,7	25,1	32,7	32,3	33,2	32,7
45°	4,9	0,82	38,6	38,2	39,5	38,9	25,4	21,2	21,6	25,2	38,4	37,4	39,3	38,3
45°	5,9	1,04	43,6	42,9	44,5	43,9	24,9	20,7	21,1	24,8	43,1	41,2	44,3	43,2
45°	6,8	1,19	48,9	47,9	50,2	49,5	25,1	20,9	21,9	25,2	48,3	44,8	50,1	48,6
45°	7,7	1,33	53,8	52,6	54,8	55,3	23,1	18,7	18,3	22,6	51,8	47,9	53,8	50,9
45°	8,4	1,46	58,9	57,7	60,6	59,2	25,1	20,9	21,0	25,3	57,7	51,6	60,1	57,5
45°	9,1	1,57	63,3	62,4	66,4	64,8	25,4	21,1	21,2	25,8	61,8	55,2	65,3	62,1
45°	9,7	1,67	68,7	67,0	70,7	68,8	25,5	21,1	21,2	25,9	66,5	59,8	69,7	68,4
45°	10,3	1,78	73,2	69,2	74,6	73,5	25,0	20,7	20,7	25,7	69,3	64,5	73,8	69,8
45°	11	1,87	76,1	73,6	79,1	76,8	25,1	20,8	20,9	25,3	74,8	63,7	78,1	74,8
90°	3,2	0,63	36,9	35,4	40,4	39,4	27,8	26,6	26,6	28,3	36,7	35,9	36,4	35,4
90°	4,6	0,87	42,1	42,2	51,1	46,4	28,9	26,6	26,7	29,6	41,7	42,9	42	41
90°	5,6	1,07	49,5	47,3	63	55,3	29,9	26,8	26,9	31	48,5	49,9	48,5	48,6
90°	6,5	1,23	55	53,4	71,6	63,5	30,4	26,6	26,8	32,1	55,5	55,4	54,3	54,4
90°	7,4	1,39	61,8	60,9	82,3	71,7	31,4	26,7	27,1	33,6	62,3	61,9	60,2	60,3
90°	8	1,50	67,4	65,3	81,1	79,7	31,9	27,1	27,2	34,5	68	67,6	65,1	65,2
90°	8,6	1,61	73	69,9	98,3	85,3	32,4	26,6	27	35,6	71,7	73,2	69,5	69,7
90°	9,3	1,72	79	76,1	106,	92,1	33,2	26,9	27,2	36,5	77,5	79,2	76,1	75,3
90°	9,9	1,83	84,1	80,4	111,	97,9	33,3	26,2	26,3	36,6	83,1	83,8	80,5	80,8
90°	10,3	1,89	84,1	80,4	111,	97,9	33,	26,2	26,3	36,6	83,1	83,8	80,5	80,8
225°	3,6	0,56	31,8	31,9	32,4	32,6	25,5	21,3	21,1	25,5	31,6	30,6	32,1	31,6
225°	5,6	0,72	36,5	35,4	37,3	36,7	25,8	21,1	21,0	25,4	35,8	36,7	37,4	36,1

225°	6,5	0,92	41,7	41,2	42,6	42,1	25,6	21,0	21,2	25,6	41,3	41,9	42,8	41,7
225°	7,4	1,09	46,7	46,1	47,8	47,6	25,5	21,4	21,2	25,6	46,0	47,5	47,8	46,3
225°	8,1	1,23	50,2	49,2	52,1	52,5	25,4	20,9	20,8	25,3	49,1	50,2	51,2	49,8
225°	8,8	1,37	55,9	54,8	57,5	56,6	25,6	21,1	21,2	25,5	55,1	56,2	57,8	55,5
225°	9,4	1,49	59,9	58,7	61,8	60,8	25,9	21,9	21,3	25,7	59,3	61,5	61,9	59,8
225°	10,2	1,57	65,8	64,4	68,1	67,7	25,8	21,6	21,4	26,1	64,8	66,6	68,1	65,3
225°	10,8	1,70	69,9	68,2	72,3	72,7	26,1	21,5	21,2	25,9	68,8	69,9	72,2	69,5
225°	11,2	1,80	72,7	71	75,7	74,8	26,0	21,0	20,4	26,3	71,1	72,7	75,3	72,1
270°	3,2	0,64	34,6	34,3	40,1	37,3	27,9	24,8	25,6	27,6	34,6	34,4	34,2	34,9
270°	4,6	0,89	42,3	43,5	53,8	48,8	28,1	25,3	25,9	28,5	44,2	44,2	43,4	43,9
270°	5,6	1,09	51,8	50,3	64,7	57,9	27,5	25,5	25,4	28,2	51,3	52,4	48,9	51,7
270°	6,5	1,25	57,7	56,2	74,3	65,8	28,6	25,7	25,9	29,8	57,3	57,5	57,1	56,3
270°	7,4	1,45	64,8	62,7	85,5	74,5	27,7	26,1	26,4	29,2	64,5	65,2	62,6	62,9
270°	8,0	1,62	70,3	68,8	92,7	82,3	28,1	25,3	25,5	28,9	72,3	71,2	68,3	68,4
270°	8,6	1,70	75,2	72,7	100,	88,1	27,2	24,7	24,5	28,5	75,4	75,8	72,4	73,2
270°	9,3	1,70	82,3	79,4	109,	95,8	26,6	24,4	24,3	27,3	81,4	82	79,8	79,5
270°	9,9	1,92	86,5	83,2	115	102	28,8	25,4	25,7	29,4	86,8	87,3	83,4	82,8
270°	10,4	2,01	87,3	85,1	117	105	30,3	25,8	26,4	30,8	88,7	88,6	90,3	85,8

**Not:**Ölçülen T1,T2,T3,T4,T7,T8,T9,T10 sıcaklıkları Silindir cidar sıcaklıkları. T5 ve T11 yalıtım sıcaklıkları T6 ve T12 ise çevre sıcaklıklarıdır. Sıcaklık birimi (C<sup>0</sup>)

**EK-4**Kanatçksız silindirde elde edilen deney verileri ve hesap sonuçları

AÇI	PT	Qkayıp	QTaş.	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
0°	1.998	1.0419	0.956	303.74	293.55	3.35	298.65	5.94	0.0261	1.57	2.21	71506.24	9.56
0°	4.08	1.7445	2.34	309.98	293.65	3.31	301.82	6.4	0.0262	1.59	2.24	110302.64	10.28
0°	6.18	2.5349	3.65	316.21	293.25	3.28	304.73	6.77	0.0264	1.62	2.28	148187.90	10.75
0°	8.16	3.1011	5.06	320.84	293.5	3.26	307.17	11.71	0.0266	1.64	2.31	170992.54	11.02
0°	10.108	3.74956	6.36	325.69	293.45	3.23	309.57	12.49	0.0268	1.67	2.34	193678.81	11.32
0°	12.035	4.36891	7.67	330.36	293.6	3.21	311.98	7.76	0.0269	1.69	2.38	213222.86	12.11
0°	14.196	0.42217	8.98	336.29	293.7	3.18	315	8.11	0.0272	1.72	2.42	236487.30	12.52
0°	16.08	0.46092	10.34	339.95	293.95	3.16	316.95	13.97	0.0273	1.74	2.45	247825.77	13.23
0°	18.108	0.52429	11.44	345.14	294.3	3.12	320.22	14.23	0.0275	1.77	2.49	266725.08	13.87
0°	20.33	0.55863	13.17	348.9	293.85	3.11	321.38	14.59	0.0276	1.78	2.51	278510.05	14.32
45°	2.065	1.2157	0.8493	305.96	294.3	3.33	300.13	4.61	0.0261	1.57	2.21	81333.18	7.42
45°	4.018	1.8606	2.16	311.58	294.4	3.30	302.99	5.25	0.0263	1.60	2.25	114459.40	8.38
45°	6.136	2.4911	3.65	316.34	293.9	3.28	305.12	5.52	0.0265	1.62	2.28	144831.73	8.75
45°	8.092	3.1042	4.99	321.54	294.4	3.25	307.97	5.88	0.0267	1.65	2.32	167470.44	9.25
45°	10.241	3.9306	6.31	325.61	291.5	3.24	308.56	11.71	0.0267	1.66	2.33	207672.79	9.78
45°	12.064	4.4141	7.65	330.91	293.95	3.20	312.43	13.10	0.0270	1.70	2.39	211568.98	10.23
45°	14.157	5.0742	9.08	335.66	294.15	3.18	314.91	13.85	0.0272	1.72	2.42	230490.44	10.89
45°	16.100	5.7899	10.31	340.45	294.15	3.15	317.3	14.09	0.0273	1.74	2.45	248652.65	11.21
45°	18.205	6.3839	11.82	343.99	293.7	3.14	318.85	14.88	0.0274	1.76	2.47	264008.88	13.07
45°	20.37	6.9497	13.42	347.63	293.85	3.12	320.74	15.79	0.0276	1.78	2.50	274051.55	13.74

AÇI	PT	Qkayıp	QTaş.	T <sub>w</sub>	T <sub>co</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
90°	2.016	0.986	1.03	308.56	299.6	3.29	304.09	7.28	0.0264	1.61	2.27	58623.14	11.58
90°	4.002	1.949	2.053	316.68	299.65	3.25	308.17	7.63	0.0267	1.65	2.32	105085.54	12
90°	5.992	2.901	3.091	324.33	299.85	3.21	312.09	7.99	0.0269	1.69	2.38	141993.89	12.48
90°	7.995	3.804	4.191	330.89	299.7	3.17	315.30	8.50	0.0272	1.72	2.43	171932.03	13.13
90°	10.286	4.831	5.455	338.18	299.9	3.14	319.04	9.02	0.0274	1.76	2.48	200149.31	13.83
90°	12	5.698	6.303	344.05	300.15	3.11	322.1	9.09	0.0277	1.79	2.52	219982.54	13.78
90°	13.846	6.567	7.28	349.33	299.8	3.08	324.57	9.30	0.0279	1.81	2.56	239286.05	14
90°	15.996	7.608	8.39	355.69	300.05	3.05	327.87	9.54	0.0281	1.84	2.61	256829.86	14.26
90°	18.117	8.562	9.56	360.7	299.25	3.03	329.98	9.85	0.0283	1.86	2.64	275590.68	14.62
90°	20.056	8.562	9.56	365.7	299.25	3.01	331.98	9.85	0.0283	1.86	2.64	286251.26	15.25
225°	2.016	1.9461	0.9221	304.83	294.2	3.34	299.52	5.49	0.0261	1.57	2.21	74371.18	8.84
225°	4.002	0.12023	2.36	309.49	294.05	3.31	301.77	5.90	0.0262	1.59	2.24	104291.05	9.50
225°	5.98	0.18006	3.69	314.91	294.1	3.28	304.51	6.19	0.0264	1.62	2.27	134903.10	9.85
225°	8.066	0.23659	5.16	319.98	294.3	3.26	307.14	6.39	0.0266	1.64	2.31	160610.40	10.08
225°	9.963	0.27810	6.55	323.54	293.85	3.24	308.70	6.97	0.0267	1.66	2.33	180762.39	10.96
225°	12.056	0.33816	7.91	329.18	294.15	3.21	311.67	7.91	0.0269	1.69	2.37	204045.49	11.31
225°	14.006	0.38265	9.30	333.46	294.6	3.19	314.03	8.05	0.0271	1.71	2.41	218623.68	12.48
225°	16.014	0.44602	10.43	339.35	294.5	3.16	316.93	8.49	0.0273	1.74	2.45	241630.12	13.06
225°	18.36	0.49062	12.13	343.44	294.35	3.14	318.90	8.67	0.0274	1.76	2.48	256670.06	13.28
225°	20.16	0.51921	13.44	346.18	293.7	3.13	319.94	9.02	0.0275	1.77	2.49	270883.42	13.88

AÇI	PT	Qkayıp	QTaş.	Tw	T <sub>∞</sub>	β. 10 <sup>-3</sup>	Tf	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α. 10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
270°	2,048	0.08611	0.926	308.55	298.2	3.30	303.38	5.66	0.0263	1.60	2.26	68650.35	9.04
270°	4.094	0.19000	1.81	318.51	298.6	3.24	308.56	5.75	0.0267	1.66	2.33	121218.57	9.05
270°	6.104	0.28461	2.73	326.63	298.45	3.20	312.54	6.13	0.0270	1.70	2.39	161309.90	9.54
270°	8.125	0.34312	3.87	333.28	298.8	3.17	316.04	7.10	0.0272	1.73	2.44	188194.74	10.96
270°	10.73	0.43487	5.39	340.84	299.25	3.13	320.05	8.20	0.0275	1.77	2.49	214673.05	12.52
270°	12.96	0.50552	6.53	347.29	298.4	3.10	322.85	8.45	0.0277	1.80	2.53	241936.26	12.81
270°	14.62	0.5658	7.41	352.1	298.6	3.07	325.35	8.77	0.0279	1.82	2.57	255214.02	13.20
270°	16.74	0.65357	8.99	359.15	298.35	3.04	328.75	9.36	0.0282	1.85	2.62	277153.92	13.94
270°	19.008	0.68205	9.74	363.88	298.55	3.02	331.22	9.44	0.0284	1.87	2.66	288279.15	13.96
270°	20.904	0.69475	11.22	366.48	298.55	3.01	332.79	10.54	0.0285	1.89	2.68	291016.61	15.53

### Kanatçıklı silindir için test ölçüm değerleri

#### 3 cm kanatçık yüksekliğinde 6 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°

AÇI	V	I					Yalıtım 1	Tçevre			Yalıtım 2				
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T12	T11	T7	T8	T9	T10	
0°	5.3	0.9	38.1	37.7	38.5	38.1	26.8	22.6	22.8	26.9	37.8	38.2	38.8	37.8	
0°	7.5	1.29	47.1	46.1	47.3	47.9	26.9	22.6	23.1	27.1	46.3	47	47.8	46.4	
0°	9.2	1.60	57.6	56.1	59.1	58.1	27.2	22.8	23.1	27.4	56.4	57.8	58.9	56.4	
0°	10.6	1.91	67	66.6	68.8	67.1	27	22.9	23.3	27.3	64.8	66.6	68.4	65.5	
0°	11.7	2.10	74.3	71.4	79.2	74.5	27.1	22.9	23.5	27.5	72.2	74.3	76.4	72.4	
0°	13	2.34	83.8	80.2	86.6	84.1	27	22.7	23.4	27.6	80.9	83.4	85.8	81.2	
0°	14	2.52	91.2	86.7	94.3	91.5	26.5	21.8	22.1	26.7	88.1	90.8	93.6	88.2	
0°	15	2.58	94	89.2	97.6	96.8	25	20.5	21.3	25.5	90.8	93.3	96.6	91.2	
0°	16.2	2.8	103	99	108	107	23.8	19.3	20.5	24.4	100	103	106	101	
0°	16.8	2.99	112	107	118	116	24.1	19.5	20.5	24.7	108	113	116	109	
45°	5.3	0.89	38.7	38.3	39.5	41.8	22.4	22.4	22.3	27.6	38.3	38.6	39.2	38.3	
45°	7.6	1.34	48.6	49.1	50.4	55	26.8	22.3	22.1	26.4	47.5	48	49.5	47.7	
45°	9.1	1.64	56.8	55.2	59.7	65.6	27.4	22.2	22.2	26.6	55.4	56.1	58.4	55.7	
45°	10.5	1.93	66	63.8	70	78.4	27.2	22.3	22.5	26.8	64.3	64.9	68.3	64.9	
45°	11.7	2.15	74.4	71.6	79.1	89.7	27.1	21.8	21.5	25.9	72.3	72.9	76.9	72.6	
45°	12.9	2.35	83.5	80.1	89.1	101	21.6	26.9	21.9	26.2	80.6	82.7	86.3	81.5	
45°	13.9	2.56	90.6	86.6	96.7	111	26.3	20.9	20.7	25.2	87.7	88.6	93.8	88.1	
45°	14.9	2.73	94.6	90.1	101	120	24.1	18.7	18.7	23.3	91.7	93.6	98.6	92.5	
45°	15.7	2.89	96.8	93.2	103	129	24.3	18.8	18.8	23.4	93.8	96.5	101	95.1	
45°	16.9	2.99	103	99.1	110	137	24.9	18.7	18.7	23.9	101	104	107	100	
90°	5.1	0.96	37.6	35.8	38.7	39.5	25.9	21.8	20.3	25.7	36.6	36.4	37.8	36.7	
90°	7.4	1.38	47.4	44.2	49.5	47.8	26.3	21.8	19.4	25.9	45.8	45	48	45.9	
90°	9	1.66	53.1	51.5	56.5	53.5	25.1	22.7	21	25.3	50.2	52.1	54.9	49.8	
90°	10.5	1.93	62.4	60.5	66.6	63.6	25.6	23	21.1	25.4	58.9	61.8	65.1	58.3	
90°	11.7	2.15	70.6	67.9	75.8	71.5	25.2	23.5	21.3	25.3	66.3	69.2	73.7	65.3	
90°	12.7	2.37	79.2	75.8	85.2	80.6	25.4	23.4	20.9	25	73.6	77.2	82.6	72.4	
90°	13.7	2.58	84.6	81.2	91.6	86.8	24.8	23	20.2	24.4	78.5	82.3	88.5	76.8	
90°	14.8	2.72	91.2	86.7	98.7	92.9	24.9	20.8	18.8	24.3	83.9	88.4	94.9	82.2	
90°	15.7	2.88	96.7	92.7	105	100	21.7	21.2	17.2	24.9	89.1	93.7	101	87.1	
90°	16.7	3.04	105	100	115	108	22.2	21.3	17.5	24.4	97.6	101	110	95.8	
225°	5.4	0.89	35.6	35.1	36.5	37.4	25.5	21	20.9	25.3	34.7	35.9	36.1	35.4	
225°	8.3	1.38	46.9	45.4	49.2	48.1	26.1	21.2	21.3	25.8	46.7	47.2	48.9	47	

225°	9.6	1.58	53.1	51.1	55.7	54.1	25.9	21.3	21.4	25.8	54.3	55.2	52.8	52.8
225°	11.1	1.82	61.6	58.7	65.7	61.9	25.6	20.6	20.7	25.5	60.4	62.1	64.2	60.8
225°	12.3	2.03	68.1	65.2	72.7	68.7	25.5	20.7	20.9	25.7	66.7	68.6	71	67.2
225°	13.5	2.23	76.2	72.4	81.8	76.5	25.9	20.6	21.1	26.2	74.4	76.9	79.5	75.1
225°	14.6	2.40	82.9	78.4	88.6	83.4	26.1	20.7	21.2	26.4	80.6	93.5	86.2	81.3
225°	15.7	2.56	89.2	84.2	95.8	89.3	25.8	20.6	20.9	26.2	86.6	90.4	92.9	87.3
225°	16.7	2.72	93.9	88.9	101	94.8	23.3	17.4	18	23.2	90.9	94.5	97.9	91.7
225°	17.5	2.88	99.6	94.3	107	99.7	22.7	17.4	17.9	23.5	96.3	101	104	97.4
270°	5.5	0.9	35.4	34.9	36.1	35.6	25.4	20.9	21	25.2	35.5	36.3	36.5	35.7
270°	7.7	1.28	43.8	45.3	44.4	43.7	25.7	22.1	21.3	25.4	43.2	44.8	44.7	43.4
270°	9.9	1.53	51.1	49.4	52	50.7	25.9	20.9	21.6	26.4	50.8	51.5	52.9	51.1
270°	11.1	1.74	57.9	55.6	59.8	57.2	25.8	21.9	21.7	26.9	57.7	58.3	60.2	58
270°	12.7	1.98	66.6	63.4	68.7	65.2	25.1	21.1	21.6	27.1	65.5	66.7	69.2	66.4
270°	13.2	2.18	72.8	68.5	75.6	71.9	24.2	20.6	21.8	27.4	71.1	72.6	75.6	72.3
270°	14.4	2.49	84.1	79.8	89.5	83.3	23.6	21.5	21.3	26.9	83	87.7	88.4	83.2
270°	15.3	2.64	86.3	81.4	91.8	85	23.5	19.6	20.2	24.1	86.2	91.1	91.7	86.4
270°	16.3	2.77	93.4	88.2	99.8	92.2	23.9	19.7	20	24.5	93.2	98.6	99	92.7
270°	17.1	2.94	98.7	93.2	105	96.8	24.4	19.4	20.2	24.8	96.8	105	104	97.7



**3 cm kanatçık yüksekliğinde 12 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

AÇI	V	I					Yalıtım 1	Tçevre		Yalıtım 2				
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T12	T11	T7	T8	T9	T10
0°	5.7	0.89	35.2	34.6	36.6	36.4	27	21.1	20.9	25	36.4	35.2	35.7	34.9
0°	8.1	1.26	42.9	41.7	45.8	44.5	27.4	20.8	21	26.2	42.1	42.9	43.7	42.5
0°	9.6	1.57	50.5	48.9	55.2	53.7	27.8	21.1	21.4	26.6	49.9	50.9	52	49.6
0°	11.2	1.80	57.7	55.2	63.5	60.6	28.9	21.2	21.5	25.6	56.6	57.9	59.6	56.5
0°	12.3	2.05	63.8	63.3	70.6	68.7	28.4	18.9	20.3	25.4	62.4	63.8	66.5	62.6
0°	13.4	2.28	73.6	71.1	82.2	78.2	28.6	20.6	21.4	25.8	71.8	73.3	76.4	71.6
0°	14.5	2.45	79	75.2	88.7	84.4	29.5	20.8	19.6	25.7	77.1	79.3	82.4	76.8
0°	15.3	2.64	84.6	79	94.8	90.5	27.7	18.9	19.3	26.5	82.3	84.6	87.6	82.7
0°	16.7	2.72	89.4	85.8	99.8	96.1	27.1	18	18.3	26.3	88.2	90.3	92.8	86.7
0°	17.5	2.87	95.9	89.4	106	104	26.6	18.2	18.5	26	93	95.6	98.3	91.8
45°	5.5	0.88	34.1	33.7	36.5	35.5	27.3	21.7	21.6	27.8	34.9	34.1	34.6	34.2
45°	7.9	1.28	41.5	40.6	45.7	43	27.9	21.8	22	28.1	40.7	41.6	42.2	40.6
45°	15	0.72	48.4	46.8	54.6	50.5	28.7	22.2	22.1	28.6	47.8	48.5	49.7	47.3
45°	11.2	1.83	55.5	53.3	63.5	58.5	28.9	21.9	21.8	29.4	54.3	55.6	57.1	54.1
45°	12.4	2.04	61.8	58.9	71.6	65.6	28.9	22.1	22.2	29.8	60.1	62.9	63.7	59.9
45°	13.5	2.23	67.8	64.5	78.9	72.4	29	21.9	21.7	30.3	65.7	68.7	70.3	65.6
45°	14.7	2.4	74.3	70.5	86.2	79.7	29.4	22	21.8	30.6	71.5	74.4	76.5	71.9
45°	15.7	2.58	79.7	75.4	92.9	84.7	28.8	21.7	21.4	30.8	76.6	82.2	81.4	76.6
45°	16.7	2.73	86.1	80.8	100	92.4	28.8	21.8	21.5	30.4	82.5	87.6	89.2	82.4
45°	17.6	2.87	90.8	85.2	107	98	28.6	21.4	20.2	31.6	87.4	94.1	93.7	86.6
90°	5.6	0.89	34.6	34.1	36.2	36.3	26.5	21.4	21.5	26	36.1	34.4	34.9	34.3
90°	7.9	1.29	41.3	40.3	44.5	42.4	26.9	21.6	21	26.6	40.5	41.3	42.2	40.5
90°	9.6	1.58	47.7	46.2	52.7	50.2	27.7	21.8	21.7	26.2	45.8	47.5	49.1	46.7
90°	11	1.8	54.4	52.3	60.4	56.6	26.8	21.4	21.3	26.6	51.5	53.7	55.9	52.9
90°	12.5	2.06	62.4	58.6	69.4	65.9	27.3	21.6	21.4	27.4	58.3	60.9	63.7	59.5
90°	13.6	2.22	67.4	63.8	75.8	71.1	27.5	21.3	21.4	28.2	63.6	66.8	70.2	65.3
90°	14.6	2.41	73.2	69.2	83.1	77.2	27.9	21.6	21.6	27.5	68.8	72.6	75.9	70.5
90°	15.8	2.57	79.1	74.3	90.1	84.2	28.1	21.4	21.6	28	74.6	78.7	82.3	76.6
90°	16.1	2.81	85.9	80.4	98.3	92	28.3	21.1	21.3	27.8	79.8	85.6	88.8	82.1
90°	16.9	2.98	92.1	85.9	106	99.2	27.8	20.5	20.3	27.3	85.1	91.2	95.6	87.6
225°	5.7	0.88	34.5	34.1	38.5	36.3	26.1	21.8	22.1	28.1	34.3	34.4	35.1	34.2
225°	8.2	1.23	40.9	40.2	47.8	42.5	26.4	22.2	22.4	28.2	40.6	40.9	42.2	40.8

225°	9.9	1.54	48.9	47.2	58.9	51.2	27.1	21.3	22.6	29.6	47.8	48.2	50.2	48
225°	11.3	1.78	54.5	52.2	67.2	57.5	26.7	21.5	22.8	29.6	53.2	55.4	58.6	53.1
225°	12.5	2.01	60.3	57.7	75.5	64.1	26.9	21.7	22.9	30	58.4	60.9	62.8	58.7
225°	13.8	2.19	66.5	63.8	84.5	71.3	27.1	21.4	22.7	30.6	65.2	65.8	68.2	63.8
225°	15	2.4	73.3	69.6	95.2	78.9	26.9	21.6	22	30.8	70.8	71.8	75.4	70.3
225°	15.9	2.56	79.6	74.9	106	85.5	27.2	21.8	22.2	29.4	76.2	77.5	81.6	76.3
225°	16.8	2.72	84.1	79.3	111	91.4	27.4	20.9	21.3	29.7	80.3	81.6	86.2	80.1
225°	17.6	2.87	89.7	84.5	120	97.5	27.7	20.7	21	28.5	84.6	86.5	91.6	84.8
270°	5.4	0.94	36.1	35.4	35.1	36.7	27.1	22.1	22.4	27	36	35.5	36.7	36.1
270°	8.2	1.26	42.6	41.7	42.7	45.5	26.8	22.4	22.6	27.4	44.8	44.2	44.4	43.1
270°	9.4	1.51	48.5	46.8	48.3	52.1	26.6	22.5	22.7	27.2	54.6	49.9	50.6	48.9
270°	11.2	1.79	55.2	52.9	55	58.9	26.5	22.6	22.9	27.6	61.1	57.3	57.6	54.9
270°	12.5	2.04	63.4	59.7	62.6	67.2	26.1	22.4	22.8	27.9	71.4	65.1	65.6	62.3
270°	13.6	2.24	68.7	65.1	69.2	74.2	25.8	21.8	22.5	27.7	76.2	71.8	72.1	68.3
270°	14.7	2.39	75.6	70.5	74.6	81.4	25.9	22	22	28	83.6	79.2	78.6	73.9
270°	15.7	2.57	80.2	75.7	79.8	86.8	26.1	21.2	21.2	28.3	89.8	86.2	84.4	79.5
270°	16.8	2.70	86.2	80.4	85.2	93.1	26.6	21	21.3	27.5	93.9	90.4	89.5	84.6
270°	17.7	2.84	91.8	85.4	90.7	99.2	25.3	20.1	20.4	26.9	101	95.8	95.7	90.3

**3 cm kanatçık yüksekliğinde 18 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

							Yalıtım 1	Tçevre		Yalıtım 2				
AÇI	V	I	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T12	T11	T7	T8	T9	T10
0°	5.6	0.89	36.3	25.8	36.7	37.4	27.6	21.3	21.5	27.8	36	36.3	36.9	36.3
0°	7.9	1.28	44.2	43.2	45.5	46.4	28.8	21.5	21.8	27.5	43.6	45.7	45.3	43.2
0°	9.6	1.58	51.4	49.8	53.3	53.8	28.3	21.3	21.5	27.6	50.2	51.4	52.8	49.8
0°	11.2	1.82	56.9	54.5	59.4	59.9	27.8	20.7	21.4	27.8	55.4	58.1	58.8	54.9
0°	12.7	2.04	66.6	64.9	69.7	71.8	28.7	21.3	21.1	27.4	64.4	66.4	68.9	63.9
0°	13.5	2.26	72.7	69.3	76.3	77.4	28.5	21.2	21.2	27.6	70.2	72.6	75.2	69.3
0°	14.6	2.44	78.7	74.1	82.9	84.2	28.1	21.8	21.3	27.8	75.8	78.5	81.7	74.8
0°	15.7	2.56	83.6	78.5	88	89.7	26.8	20.4	20.5	26.8	80.7	83.7	86.7	79.5
0°	16.6	2.74	88.5	82.6	92.4	94.4	26.1	19.6	19.9	24.9	84.6	87.8	91.3	82.8
0°	17.6	2.9	95.1	88.5	100	103	26.3	18.5	18.8	25.5	91.3	94.8	98.9	89.9
45°	5.5	0.92	35.6	35.1	36.4	36.7	28.9	21.2	21.8	27.5	35.6	35.9	36.8	35.3
45°	7.8	1.28	41.2	40.1	42.5	42.8	28.4	21.8	21	26.7	40.1	41.8	42.1	40.2
45°	9.6	1.57	47.8	45.7	49.5	50.3	28.6	21.4	21.8	26.9	45.8	47.6	48.8	46.3
45°	11.2	1.82	53.7	51.4	56.6	58.1	27.7	21.5	21.2	27.1	51.8	54.6	57.9	51.9
45°	12.3	2.02	59.2	56.3	63.2	63.5	27.6	21.7	21.4	27.2	56.6	59.8	61.9	57.3
45°	13.6	2.23	65.1	61.5	69.4	69.3	27.9	21.3	21.2	27.7	62.4	65.6	67.9	62.7
45°	14.7	2.42	70.3	67.6	75.3	75.5	27.6	21.9	21.4	26.8	67.7	71.2	73.9	67.5
45°	15.7	2.54	74.9	70.6	80.7	80.4	27.4	20.3	20.5	26.7	70.8	75.5	78.4	71.5
45°	16.8	2.72	81.6	75.9	87.1	88.1	27.7	20.6	20.1	26.8	76.8	82	85.2	77.4
45°	17.9	2.85	85.9	79.9	93.1	92.8	27.5	20.7	20.3	26.6	80.5	86.1	89.6	81.2
90°	5.6	0.9	33.3	33.6	33.5	34.1	28.1	21.4	21.1	26.7	30.8	32.2	33.1	31.5
90°	7.9	1.3	40.1	38.9	40.8	41.4	27.3	21.6	21.2	26.6	36.1	38.9	40.3	37.3
90°	9.3	1.55	45.5	43.5	46.4	47.8	26.1	21.2	21.3	26.4	42.7	43.8	46.4	42.7
90°	11	1.83	49.7	47	50.8	52.5	26.4	20.5	21.1	25.4	47.2	48.3	51.3	46.8
90°	12.4	2.04	57.1	53.3	58.6	60.6	26.1	20.9	19.8	25.3	54.3	57.2	59.1	54.6
90°	13.5	2.24	62.4	57.9	63.9	67.2	26.9	20.7	19.7	25.7	59.6	62.5	66.1	59.7
90°	14.6	2.41	67.9	62.4	69.2	72.6	25.7	20.8	18.5	25.9	63.4	67.6	70.4	63.8
90°	15.7	2.57	72.6	66.7	73.6	78.3	25.9	20.3	18.1	25.3	68.8	72.9	75.2	68.4
90°	16.7	2.73	78.2	71.5	79.2	84.1	25.6	20.4	18.2	26.9	72.7	77.5	80.9	73.1
90°	17.7	2.86	85.6	80.5	88.6	93.3	24.9	20	17.8	25.8	80.9	85.4	87.7	79.1
225°	5.4	0.95	34.3	33.2	36.1	35.6	25.9	21.4	21.2	25.7	34.1	34.6	35.4	34.2
225°	7.5	1.36	40.1	38.1	42.8	41.6	25.4	20.5	20.4	25.3	39.6	40.8	41.2	39.5

225°	9.2	1.65	45.8	43.2	49.9	48.3	26.3	20.6	20.6	25.3	44.8	45.9	47.6	44.8
225°	10.6	1.89	51.6	48.4	56.8	55.1	25.9	20.7	21.1	25.5	50.2	51.6	53.9	50.1
225°	12	2.11	57.8	53.2	636	61.6	263	20.6	21.3	26.1	55.9	57.5	60.3	55.3
225°	13.1	2.31	62.9	58.3	70.4	67.8	27.5	20.7	21.1	25.7	60.6	62.6	66.8	60.5
225°	14.2	2.49	68.5	62.8	76.7	74.5	26.2	20.9	21	26.8	67.3	67.9	72.5	65.7
225°	15.2	2.65	73.6	67.9	84.2	80.4	27.6	20.4	21.1	26.3	73.1	74.3	78.2	70.3
225°	16.2	2.82	78.7	72.6	90.5	86.9	26.1	20.5	21.2	26.2	76.5	79.7	83.3	74.8
225°	17.2	2.95	84.3	76.7	95.8	92.8	26.8	20.8	21.5	26.5	81.6	85.5	88.2	79.3
270°	5.4	0.91	33.3	32.6	35.1	34.1	27.8	21	21.4	26.7	33.2	33.9	33.6	32.9
270°	7.7	1.31	39.7	39.5	42.8	41	28.6	21.2	21.5	27.7	40.9	39.2	40.4	38.9
270°	9.5	1.59	46.3	44.3	51.3	48.7	28.9	22.2	22	26.4	45.4	48.4	47.4	45.2
270°	10.9	1.86	52.6	49.7	59.8	55.9	28.3	22.5	22.8	26.6	51.3	54.8	54.3	51.3
270°	12.2	2.08	59.4	55.5	68.2	62.7	28.8	22.2	22.3	26.4	57.6	62.5	60.9	57.2
270°	13.3	2.27	64.6	60.1	74.8	69.2	27.7	21.8	21.6	26.3	62.2	69.2	66.3	62.5
270°	14.5	2.47	69.7	65.7	82.5	76.4	27.6	22.1	21.5	26	68.6	72.3	72.8	67.8
270°	15.4	2.62	73.9	68.4	85.3	79.5	27.5	20.9	20.9	26.5	71.3	78.6	76.3	70.8
270°	16.5	2.75	80.7	73.9	92.3	86.8	26.1	20	21.2	26.7	76.9	85.4	83.2	75.8
270°	17.4	2.9	86.3	78.9	99.2	93.4	26.5	20.5	21.4	25.4	82.3	92.8	88.6	81.7

**6 cm kanatçık yüksekliğinde 6 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

AÇI	V	I					Yalıtım 1	Tçevre		Yalıtım 2				
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T12	T11	T7	T8	T9	T10
0°	6.3	1.02	44.5	41.1	41.4	39.2	29.2	20.5	20.9	29.4	44.3	39.8	41.5	41.3
0°	7.8	1.36	49.3	47.2	48.1	44.3	29	21.2	21.5	28.2	47.8	45.4	47.7	47.2
0°	9.4	1.60	57.8	55.2	55.1	51.5	29.7	20.7	21.5	28	54.9	50.5	57.6	55.9
0°	10.8	1.99	71.1	67.7	67.2	65.3	28.9	21.5	21.4	29.4	68.3	54.5	66.4	64.9
0°	11.7	2.14	77.6	74.1	72.3	70.5	29.3	21.6	21.9	28.8	73.6	58.7	72	70.9
0°	13	2.37	87.5	83.5	81.7	80.2	29.4	19.6	28	19.9	83.5	64.2	81.5	80.4
0°	13.7	2.56	92.5	88.3	86.5	85.6	29.2	21.8	28.4	20	87.7	69.8	85.7	84.6
0°	14.8	2.71	99.6	94.9	92.4	90.9	27.5	20.5	20.9	27.3	93.9	71.8	91.6	90.9
0°	15.7	2.87	108	103	99.4	95.6	27.4	20.4	20.4	27.1	101	76	98.4	96.8
0°	16.6	3.02	117	109	106	101	27.7	20.7	21.5	27.4	108	82.9	104	103
45°	5.4	0.90	37.4	38.5	38	37.8	29.4	21.4	21.2	28.2	38.5	39.8	38.3	37.8
45°	7.4	1.36	45	45.7	44.3	47.4	28.2	21.6	21.9	27.5	45.1	50.1	46.7	45.6
45°	9.1	1.66	52.9	54	51.8	52.9	29.3	21.3	21.7	27.6	53.2	60.5	55.3	53.9
45°	10.5	1.91	59.9	61.4	58.8	60.3	28.9	22.3	21.8	27.5	60.6	70.1	63.1	61.7
45°	11.6	2.16	67.6	69.2	66.1	67.9	28.6	21.8	21.6	27.6	68.1	80.5	71.6	69.5
45°	12.8	2.35	74.5	76.8	72.6	75.1	30.4	21.3	21.5	27.8	75.3	89.7	79.7	77.3
45°	13.8	2.54	81	83.1	78.6	81.6	28.7	21.5	21.9	27.7	81.7	97.9	86.4	84.6
45°	14.8	2.72	87.7	88.3	83.1	87.4	28.9	21.7	21.4	27.5	86.4	105	92.1	88.7
45°	15.8	2.87	90.5	92.2	87.5	90.8	28.4	20.8	21.6	28.2	90.7	110	96.9	93.2
45°	16.7	3.01	95.9	99.7	97	96.7	27.9	20.7	20.4	27.4	97.4	118	103	100
90°	5.2	0.99	37.1	38.8	35.7	36.5	27.7	19.7	20.1	27.3	38.2	38.2	40.7	39.1
90°	7.3	1.39	44	46.6	41.9	42.6	28.3	20	19.6	27.8	46.7	51.4	47.8	46.6
90°	8.9	1.69	51.2	54.7	48.2	50.5	28.9	20.7	20.8	27.4	53.9	62.5	56.9	55.4
90°	10.4	1.93	57.4	61.4	53.8	56.1	29.2	21.5	21.3	27.3	60.7	72.4	64.8	64.2
90°	11.6	2.16	64	69.5	59.5	59.7	62.1	27.5	21.2	27.7	68.5	81.8	73.1	70.1
90°	12.8	2.35	70.5	76.2	65.2	69.5	27.3	21.5	21.2	27.1	74.8	90.5	80.5	77.2
90°	13.9	2.56	76.7	84	71.2	73.6	27.1	21.1	21.8	26.9	82.6	100	89.3	85
90°	14.9	2.7	80.3	88.9	73.7	77	25.5	21.9	20.3	25.8	84.8	106	92.3	88.5
90°	16	2.84	85.8	94.5	77.3	82.5	25.9	20.9	20.4	25.6	114	99.3	94.5	90.3
90°	17	3.1	92.2	104	85.5	90.9	25.7	18.2	19.8	24.8	100	126	110	104
225°	5.6	0.95	38.1	40.1	36.7	37.8	27.9	20.4	20.1	28.2	37.3	40.5	38.5	37.3
225°	8	1.26	43.1	45.4	41.3	43.5	26.5	19.7	19.3	27.1	42.9	48.1	45	42.4

225°	9.6	1.6	51.4	53.2	48.2	51.3	26	19.8	19	27.2	51.7	59.6	53.4	50.6
225°	10.8	1.86	59.1	60	55.4	59.1	26.1	19.5	18.7	27.6	57.9	69.5	61.8	57.9
225°	12.1	2.09	67.5	67.1	62.3	67.5	26.7	19.7	18.5	27.2	65.8	79.5	71.1	66.2
225°	13.3	2.28	72.6	72.4	66.6	72.8	26.5	20.1	18.9	27.3	70.9	87.9	77.2	71.4
225°	14.4	2.46	83.7	80.6	75.5	83.8	25.4	18.9	19.9	27.2	81.7	103	89.4	82.1
225°	15.3	2.78	89.3	83.1	80	89	26.5	20.1	18.6	26.9	86.5	110	94.6	87
225°	16.2	2.9	95.7	88.9	83.9	93.5	27.8	19.5	18.7	26.4	91.3	116	101	92.2
225°	17.2	2.98	98.4	92.5	87.3	98	25.1	18.8	18.3	25.3	96.4	123	106	96.7
270°	5.5	0.93	36.7	42.8	35.9	39.7	28	21.1	20.2	26.7	36.1	39.5	37.7	36.2
270°	7.6	1.32	45.3	55.3	42.5	44.4	28.5	21.4	20.5	27.2	43.3	49.8	45.9	43.8
270°	9.3	1.64	51.8	66.3	50.2	52.2	27.6	21.1	19.1	27.1	51.1	60.8	55.2	52.1
270°	10.9	1.88	60.2	76.8	57.4	60.5	27.8	21.5	19.3	27	58.4	71.4	63.9	59.9
270°	12	2.13	66.3	85.5	63.3	66.6	28.4	21.4	18.7	26.8	64.5	81	71.3	66.6
270°	13.2	2.3	73	94.4	70.4	73.2	28.7	21.3	18.5	26.4	71.4	90.5	79.5	73
270°	14.2	2.5	79.6	104	75.9	79.6	27.3	21.4	18.2	26.1	75.6	98.5	87.4	79.5
270°	15.2	2.66	84.8	109	80.8	85.1	27.1	21.6	18.1	26.4	83.4	107	93.2	85.9
270°	15.8	2.87	90.9	119	86	91.9	26.4	20.4	18	25.2	86.8	115	99.4	91.4
270°	17	3.01	97.8	124	90	96.9	25.2	19.6	18.9	24.4	93.7	124	106	98

**6 cm kanatçık yüksekliğinde 12 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

AÇI	V	I					Yalıtım 1	Tçevre		Yalıtım 2				
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T12	T11	T7	T8	T9	T10
0°	5.5	0.92	35.2	35.3	36.2	35.8	27.1	20.5	21.9	28.5	36.5	37.9	36.6	36.3
0°	7.8	1.29	41.2	41.4	42.1	41.8	28.8	21.7	21.5	27	43.2	45.9	43.2	42.7
0°	9.7	1.55	48.4	48.1	48.6	48.4	27.4	21.6	21.9	28.8	52	54.6	50.6	49.6
0°	10.8	1.86	53	53.5	54.1	53.6	27.6	21.5	21.1	27.4	56.1	62.4	56.4	55.2
0°	12	2.09	59.3	59	59.2	58.7	27.7	21.7	21.3	28.6	58.8	68.8	62.1	60.6
0°	13	2.29	63.9	64.8	64.4	64.1	27.9	20.4	21.9	29.2	63.3	76	67.6	65.9
0°	14	2.5	68.7	69.4	69.5	68.3	29.1	21.9	21.6	28.4	67.8	82.8	75.7	71.3
0°	15.1	2.66	74.3	75.2	74.7	74.1	27.9	21.2	21.8	28.6	73.5	89.7	78.8	76.8
0°	16	2.82	81.2	80.7	80.3	79.7	27.8	22.7	22	29.4	79.1	96.9	84.4	82.3
0°	16.9	2.98	83.9	85.1	84.7	84.1	28.8	21.6	21.9	29.5	82.3	103	89.9	86.9
45°	6.3	0.8	29.7	30.5	32.9	31.9	27.3	21.3	21.6	27.2	34.8	36.7	35.3	35.5
45°	8.1	1.26	32.7	34.2	36.1	36.8	27.8	20.3	21.9	28.1	40.3	43.5	40.9	40.3
45°	9.8	1.54	35.7	39.3	40.3	42	28.9	19.4	22.1	29.4	45	50.9	46.6	46
45°	10.6	1.82	40.4	44.3	44.5	47.4	27.9	20.4	22.6	29.6	50.4	58.8	52.5	51.7
45°	12.2	2.05	45.7	49	49.3	53	28.8	20.6	22.9	29.3	54.8	66.2	59.1	57
45°	13.4	2.25	49.8	54.3	53.1	58.4	27.5	20.6	21.8	28.6	60.5	74.3	64.8	63.3
45°	14.3	2.45	53.1	58.9	56.7	62.9	28.8	19.6	22	28.9	64.8	80.4	70.5	68.5
45°	15.4	2.6	58	63.7	61.5	69	27.6	20.2	21.5	28.1	71	88.4	75.4	74
45°	16.2	2.78	61.6	67.5	64.9	72.7	28.7	18.1	22.1	27.9	75.4	95.3	80.3	79.2
45°	17.1	2.93	64	70.5	67.8	76.7	27.4	18.1	20.4	27.6	80.9	100	85.6	84.3
90°	5.4	0.94	34.2	33.9	33.4	34.9	28.1	19.5	20.7	28.4	35.2	37.4	36.4	35.5
90°	7.7	1.31	39.5	39.3	38.5	41.1	28.2	20.9	20.6	28.6	40.7	44.6	42.8	41.6
90°	9.4	1.6	44.9	44.8	43.9	44.9	28.3	20.3	20.8	29.1	47.1	51.4	49.3	48.4
90°	10.9	1.84	50	48.5	48.1	53.5	27.5	21.4	21.1	28.4	51.9	57.8	56.9	53.5
90°	12.2	2.06	53.9	53.7	52.3	59.1	27.5	21.1	22.7	28.2	56.7	64.6	60.5	58.7
90°	13	2.32	60	59.8	58.3	65.8	27.7	20.9	22.8	28.8	62.7	74.1	68.5	65.4
90°	14.2	2.47	64.2	64	61.6	70.6	28.4	19.4	20.1	28.6	67.3	82.7	73.6	70.2
90°	15.3	2.62	68.5	67.9	66.1	75.2	28.6	20.8	20.3	28.4	72.5	89.6	79.2	75.2
90°	16.3	2.77	73.8	73.5	70.9	81.7	28	20.7	20.1	28.6	77.3	96.4	84.7	81.7
90°	17.2	2.92	78.3	78	75.4	86.9	27.6	20.6	20.8	27.8	82.2	103	90.4	86.8
225°	5.6	0.9	34.5	34.9	34.8	35.9	27.3	20.6	20.5	27.5	34.6	36.9	35.5	35.1
225°	8	1.26	40.1	40.6	40.4	42	27.7	20.8	20.9	27.8	40.1	44.1	42	40.9

225°	9.5	1.59	47.1	48	48.5	50.8	27.8	20.6	20.7	27.5	47.4	53.4	50.3	49
225°	10.7	1.87	52.6	53.8	53.6	57.1	27.1	21.8	21.7	28.7	52.4	60.2	56.2	55.4
225°	12.2	2.05	58.6	60.3	60	64.1	28.5	20.7	20.6	28.9	58.3	68.9	63.1	61.5
225°	13.3	2.26	62.4	64.5	64.3	68.8	28	21.1	20.6	28.6	62.4	74.6	67.3	65.7
225°	14	2.5	68.6	71.1	70.6	76.1	27.6	21.3	20.2	28.9	68.2	83.4	74.4	72.1
225°	15.1	2.65	74.1	76.3	75.2	81.6	28.2	20.8	20.4	28.6	72.4	89.7	79.8	77.6
225°	16.2	2.79	78.9	82	81.7	88.1	27.8	20.3	21	28.3	78	96.3	85.8	84
225°	17	2.95	83.2	86.1	85.4	92.7	28.6	20	20.8	27.2	82	103	90.5	88.3
270°	5.6	0.86	33.6	34	33.9	34.4	27.8	20.4	20.1	27.9	33.5	39.8	34.5	34.2
270°	7	1.26	39.7	40.3	40.1	41.4	27.6	20.6	20.5	28.3	69.7	46.3	41.2	40.4
270°	9.9	1.52	45.8	47.4	46.6	48.5	28.5	20.1	20.3	28.5	46	54.9	48.3	47.9
270°	11.2	1.79	51	53.2	51.8	54.3	29.1	20.9	20.7	29.4	52.8	62.5	55.3	53.1
270°	12.3	2.10	58.2	60.5	59.8	63.1	30.2	20.7	21.5	30.1	58.1	71.8	62.7	61.3
270°	13.2	2.29	64.6	66.5	65.3	69.2	28	21.3	21.1	30.5	64.1	80.1	68.3	66.8
270°	14.4	2.44	68.3	71.9	70.5	75	29.1	21.2	20.8	30.1	68	87.6	74.5	72.9
270°	15.3	2.62	73.8	77.6	75.8	81.3	29.2	20.7	21.5	29.7	73.4	95.2	79.7	78.3
270°	16.1	2.8	78.1	84.5	80.8	86.3	28.8	21.1	21.3	29.3	78.3	102	85.7	83.6
270°	17.2	2.91	84.5	87.8	87.3	92.5	28.9	20.5	20.9	28.5	85.2	110	89.4	88.8



**6 cm kanatçık yüksekliğinde 18 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

AÇI	V	I					Yalıtım 1	Tçevre		Yalıtım 2				
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T12	T11	T7	T8	T9	T10
0°	6.3	0.8		34.9	35	35.6	27.2	19.4	20.2	28.4	35.2	34.9	35.1	35.2
0°	8.5	1.1		38.7	38.9	38.4	26.4	20.3	20.5	27.3	39.1	38.8	38.7	39
0°	10.5	1.38		42.3	42.9	42.2	27.1	20.4	20.7	27.9	43.5	42.8	43.2	43.9
0°	10.8	1.86	47	46.8	48.1	49.6	27.2	20.5	20.2	28.4	48.1	47.2	47.4	49
0°	12.7	2.04		55.6	57.2	55.6	28.6	20.8	20.6	27.6	56.9	55.4	55.3	57.4
0°	13.1	2.31		61.1	64.6	61.1	28.4	20.1	20.5	28.1	63.2	60.8	61.2	63.4
0°	14.6	2.4		63.2	68.4	63.3	27.5	20.4	28.3	20.8	65.3	63.2	63.1	65.7
0°	15.5	2.59		68.1	73.4	68	27.3	20.2	20.4	27.7	70.9	67.3	68	70.9
0°	15.9	2.82		72.5	80.2	72.4	27.8	22.5	21.1	28.4	75.7	72.6	73.3	76.5
0°	16.9	2.98		76.9	85.3	76.4	27.5	21.1	20.7	27.8	79.9	76.7	77.3	81.7
45°	5.5	0.91	33	33.2	33.6	33.4	27.5	20.3	20.4	27.9	33.6	35.1	34.4	34
45°	7.9	1.27	37.9	37.8	38.9	37.7	28.2	20.2	20.6	28.7	39.9	41.4	40	39.4
45°	9.3	1.62	41.9	41.3	43.2	41.9	28.4	20.8	21.7	28.8	43	46.6	44.4	43.3
45°	10.7	1.88	45.9	45.5	47.7	45.6	28.3	21.7	21.1	28.9	46.8	53	49.5	48.3
45°	11.2	2.09	50.4	49.7	52.3	49.9	28.7	21.4	21.9	28.6	51.2	58.1	53.9	52.4
45°	13	2.31	54.1	53.5	56.9	54.4	28.4	21.6	21.8	28.5	54.6	63.9	58.7	57.8
45°	14.1	2.49	58.3	57.4	60.9	57.8	27.9	21.8	22.1	27.1	58.9	69.8	64	61.7
45°	14.6	2.76	64.9	64	68.8	64.3	27.3	22.3	22.1	27.4	65.4	79.3	71.2	69.1
45°	15.6	2.9	68.6	67.8	72.8	67.9	28.5	22.3	21.9	28.6	70.3	85.7	75.5	73.3
45°	16.5	3.04	71.6	70.8	76.1	71.2	28.3	22.1	22.6	28	73.2	91.9	79.1	76.6
90°	5.2	0.91	30.8	30.9	32.2	31.4	27.1	21.6	21.7	27.7	33.1	34.7	33.9	33.5
90°	7.7	1.3	33.7	34.2	36.7	34.5	28	21.3	20.8	29.3	38.8	41.5	39.5	38.9
90°	9.3	1.63	36.8	37.4	40	37.6	28.8	21.5	22.2	28.9	42.2	47.2	43.7	43.4
90°	10.7	1.88	40	40.9	44.7	40.9	29.2	21.3	21.9	30.6	45.9	53.2	49.4	47.7
90°	11.8	2.12	42.8	43.9	48.1	43.8	28.1	21.3	22.9	28.6	50.1	59.2	53.4	52.4
90°	13.2	2.3	45.4	47.1	51.3	46.6	28.8	21.5	22.9	28.3	53.9	64.5	56.8	57.4
90°	14.2	2.47	48	49.7	54.7	49.7	28.2	19.7	22.6	29	57.2	69.7	60.8	60.5
90°	15.3	2.62	54	52.3	58.1	54.3	28.7	21.3	22.2	29.4	60.8	75.1	64.7	64.3
90°	16.3	2.77	53.9	55.8	62.2	55.7	28.5	21.4	22.3	29.3	64.5	80.8	68.9	68.4
90°	16.9	2.86	54.6	57.6	63.8	57.6	28.1	20.8	21.6	29.5	66	83.6	70.7	70.3
225°	5.2	0.96	33.9	34.4	34.5	34.5	27.2	20.8	20.1	27.4	33.7	35.7	34.7	34.3
225°	7.1	1.33	37.7	38.1	38.3	37.8	27.4	20.5	20.7	27.1	37.3	40.7	38.8	38.3

225°	9.1	1.66	43	43.8	44	43.2	27.6	20.2	20.9	28.3	42.3	48.1	44.5	43.8
225°	10.3	1.91	47.2	48.4	48.5	48.9	27.4	20.4	21.3	28.6	46.4	53.8	50.7	48.2
225°	11.8	2.12	52.8	53.7	53.4	52.5	27.8	20.3	21	28.1	51.3	61.1	55.4	53.9
225°	12.5	2.27	55.1	56.5	56.2	55	28.2	20.1	21.1	29	53.8	64.8	57.5	56.9
225°	14	2.51	59.4	60.6	61.8	59.7	29.4	19.9	20.7	28.8	58.6	71.3	62.7	61.4
225°	15.1	2.66	65.9	67.4	67.4	65.7	29.8	20.2	21.1	29.1	64.2	80.9	70.4	68.3
225°	15.7	2.87	69.1	70.4	70.5	68.8	30.1	20.7	21.3	29.3	66.5	84.6	72.6	71.3
225°	16.7	3.02	73.3	75	75	72.9	30.3	20.3	21	28.7	70.5	91.2	76.3	77.4
270°	5.5	0.96	34.7	35	35.3	35.4	28.3	19.1	20.5	29.7	35.1	37.1	36.4	35.5
270°	7.4	1.38	38.6	39.7	39.2	38.7	28	19.9	20.2	30.5	39.4	42.9	40.3	40
270°	9.2	1.69	43.4	45	44.7	43.9	29.8	20.3	20.3	29.6	43.7	50.3	46.2	45.3
270°	10.2	1.98	48.9	50.5	49.9	49.3	28.9	20.5	20.7	29.3	48.3	57.4	52.1	50.6
270°	11.5	2.2	53.5	55.3	54.7	54	28.5	20.3	20.8	29.9	52.3	64.3	58.3	55.6
270°	12.5	2.42	56.3	57.6	58.2	56.5	28.4	20.4	21.7	29.5	54.9	69.2	60.4	58.8
270°	13.6	2.59	61.6	63.6	62.8	61.8	28.6	20.1	21.5	29.1	60.3	77.1	66.2	64.8
270°	14.7	2.73	65.5	67.4	67.6	65.6	28.9	21.4	21.2	29.4	63.9	84.4	72.2	68.6
270°	15.8	2.86	69.2	71.5	70.9	69.2	27.2	20.2	20	28.9	67.5	88.8	74.5	72.9
270°	16.6	3.02	73.2	76.3	75.4	73.4	29	21.6	21.4	27.7	71.5	95.6	79.4	77.4

**12 cm kanatçık yüksekliğinde 6 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

AÇI	V	I					Yalıtım 1	Tçevre		Yalıtım 2				
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T12	T11	T7	T8	T9	T10
0°	5.5	0.92	38.5	38.9	38.2	38.8	28.5	20	20.7	28.6	39.1	38.4	38.5	39.2
0°	7.9	1.25	42.6	43.1	42.2	43.3	28.2	20.2	20.3	28.3	42.2	42.1	42.1	42.5
0°	9.3	1.62	48.7	49.5	48.1	50.4	28.1	20.8	20.6	28.9	48.4	48	48	48.3
0°	10.9	1.85	55	56.3	54.2	57.2	28	20.7	20.4	28.7	54.6	54	54.8	54.9
0°	12.3	2.04	60	63.4	59.1	63.1	28.1	21	20.9	28.4	59.5	59.2	58.8	59.4
0°	12.7	2.26	62.7	67.3	61.5	66.1	28.2	20.9	20.7	29	62.2	61.3	61.4	61.8
0°	14.3	2.47	66	70.7	64	69.4	26.8	20.9	20.9	27.7	64.6	63.6	63.7	64.6
0°	15	2.7	73.4	78.2	71.5	77.6	28	21.1	20.8	29.3	72.7	71	71.1	72.6
0°	16.1	2.78	81.1	84.4	78.6	85.6	28.2	20.8	20.6	29.4	78.5	78	78	79
0°	17.2	3.05	87.3	91.1	84.1	92.4	27.2	21.2	21.3	28.1	84.2	83.7	83.8	84.7
45°	5.3	0.94	37.4	38.2	37.5	38.5	28.1	20.5	20.4	28.8	38.3	38.7	38.7	38.7
45°	7.4	1.35	42.2	43.5	42.3	44.9	27.8	21.2	21.1	28.2	44.3	44.1	44.1	44.3
45°	9.1	1.65	46.6	48.3	46.6	49.6	27.6	20.6	20.7	28.4	50.9	49.1	49	49.3
45°	10.5	1.93	51.2	53.4	51	55	27	20.4	20.6	28.2	54.1	54	53.9	54.5
45°	12	2.09	54.6	57.9	54.5	59.2	27.4	20.8	21	28.3	57.8	57.9	58.3	58.1
45°	12.8	2.35	60.8	63.4	59.6	65.6	27	21.3	21.1	28.5	65.4	63.7	63.7	64.2
45°	13.9	2.53	64.2	68.3	63.6	70.8	26.8	21.2	21.6	28.1	69.5	68.7	68.4	69.2
45°	14.5	2.77	69.4	74.8	69.1	77.7	26.3	20.3	20.6	28.4	75.4	74.4	74.5	75.3
45°	15.8	2.85	72.5	78.2	71.6	81.2	26.1	20.1	20.5	28.8	78.2	77.6	77.7	78.6
45°	17	3	76.4	82.7	75.5	85.7	26	21.2	21.1	28.1	82.9	82.1	82.3	82.1
90°	5.3	0.93	36.2	37	36.3	37.5	27.2	20.8	21.2	28.7	40.2	38.7	38.9	39.4
90°	7	1.31	38.4	40.2	39	40.7	26.3	20.2	21.2	27.8	44.2	42	42.3	43.6
90°	9.1	1.67	41.9	44.5	42.6	45.9	26.5	20.8	21.5	27.5	48.7	48.1	48.6	48.9
90°	10.6	1.89	44.8	47.8	45.4	49.7	26.9	21.2	21.3	26.9	54.1	52	52.9	52.7
90°	11.8	2.13	48.3	51.9	48.8	54.2	26.8	21.4	21	28.4	58.4	57	57.8	57.8
90°	12.8	2.34	50.4	54.6	51.4	56.5	27.3	20.9	21.3	27.5	60.9	59.6	60.6	60.5
90°	14.1	2.49	54.5	60.1	55.1	63.2	27.4	19.2	20.5	27.8	66.4	64.9	66.2	66.6
90°	15.1	2.66	56.8	62.6	57.9	65.3	27.6	19	20.7	27.4	70.6	68.7	70.4	70.3
90°	16.1	2.8	58.8	68.4	60.2	70.1	27.4	19.3	20.5	28	77.5	73.2	75.1	74.6
90°	16.6	3.04	63.7	72.8	64.9	75.9	28.1	19.4	19.5	28.7	81.7	78.9	82.4	80.8
225°	5.1	0.98	39.2	39.9	39.1	40.1	28.2	21.1	21.2	28.8	38.9	38.7	38.6	38.9
225°	7.4	1.36	43.6	44.9	44.3	45.3	28.1	20.8	20.7	28	43	42.7	42.3	43.2

225°	9.1	1.69	49.2	51.4	47.1	51.7	28	21.3	21.8	28.3	48.5	47.8	47	48.2
225°	10.2	1.97	55.1	58.1	53.3	58.8	27.8	20.9	21.5	28.7	54.1	52.8	51.8	53.2
225°	11.5	2.18	59	62.7	56.4	63.4	27.9	21.6	21.8	27.7	60.3	56.5	55.5	57.1
225°	12.7	2.37	63.8	68.2	60.4	68.7	28.2	21.4	21.3	27.1	61.9	60.6	59.1	61
225°	13.8	2.58	68.6	75.2	65.9	75.8	27.5	21.1	20.7	26.6	67	65.5	63.8	66.5
225°	15	2.7	74	80	69.9	80.4	27.4	22	22.1	27	71.4	69.6	67.7	70.5
225°	15.9	2.84	77.6	84.1	73.3	84.7	26.7	21.2	20.7	28.4	74.5	72.4	70.6	73.4
225°	16.8	2.99	80.4	88.5	76.8	88.8	27.1	22.2	22.4	28.3	78.4	75.8	74.2	76.7
270°	5.2	0.98	36.6	36.8	35.6	37.3	26.9	20.5	20.3	26.7	36.3	36.1	36.2	36.7
270°	7.5	1.34	41.6	42.1	40.2	43.1	27.2	21.2	21.4	26.3	40.8	40	40.5	40.9
270°	9.3	1.62	46.2	46.9	44.5	48.7	27.1	21.5	21.3	26.9	45.6	43.9	44.9	45.2
270°	107	1.87	49.7	50.6	48.4	53.2	27.4	21.8	21.5	27.7	49.4	47.1	49.5	49.4
270°	11.4	2.20	58.1	59.9	56	62.4	27.1	21.3	21	26.9	56	53.9	55.5	55.8
270°	12.7	2.37	63.1	65.2	60.8	67.9	27.4	21.7	21.6	26.8	61.7	58.1	59.7	60.1
270°	13.7	2.56	67.8	70.4	64.8	73.3	27.1	20.1	20.4	27.4	64.4	62.2	64	64.4
270°	14.7	2.73	72.6	75.5	69.3	78.6	27.5	24.3	20.7	27.8	68.5	66.6	68	69
270°	15.8	2.77	73.8	76.7	68.9	79.6	26.8	20.3	20.5	26.5	73.7	67	68.9	70.5
270°	16.8	2.98	79.9	83.5	74.8	86.4	27.5	19.6	19.8	26.3	79.3	72.7	74	75.6

**12 cm kanatçık yüksekliğinde 12 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

AÇI	V	I					Yalıtım 1	Tçevre			Yalıtım 2				
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T12	T11	T7	T8	T9	T10	
0°	5.3	0.92	38	38.7	37.4	38.7	30.1	20.2	20.4	30.4	37.4	37.6	37.3	40.7	
0°	7.7	1.30	41.3	41.6	40.2	42.2	29.5	20.5	20.4	30.3	39.8	40.3	40.1	44.2	
0°	9.2	1.62	44.5	45.8	42.6	46.4	29.2	20.4	20	30.1	43.7	43.5	42.9	46.7	
0°	10.5	1.86	47.6	49.7	44.9	50.3	29.7	20.7	20.5	30.3	45.9	46.5	45.9	49.2	
0°	12	2.11	51.4	53.9	48.3	55	29.2	20.6	21	30.4	49.5	50.4	49.6	51.7	
0°	12.7	2.3	53.4	57.1	50	58.1	28.8	20.9	20.7	30.4	52.1	52.6	51.9	53.9	
0°	14.1	2.5	57.2	61.5	54.9	62.9	28.8	20.5	20.3	29.9	55.4	56.3	55.4	57.5	
0°	14.9	2.69	60.5	66.2	56.5	66.8	28.5	21.1	21.3	30.1	59	59.6	58.8	61	
0°	15.8	2.85	64.2	70	58.7	70.4	28.6	20.8	21.3	30.2	64	62.8	61.4	64.3	
0°	16.8	2.98	67.7	72.8	60.2	73.5	27.6	20.5	19.7	30	65.7	64.6	63.6	66.3	
45°	5.4	0.93	36.5	37.1	34.6	36.6	28.5	20.1	20.4	30.1	38	38.2	38.1	39	
45°	7.2	1.35	38.1	39	35.8	38.1	26.5	19.5	19.3	29.3	40.5	40.2	40.3	40.8	
45°	9.2	1.63	40.5	42.4	36.1	40.4	25.2	20.2	20.5	29.4	44.5	44.7	44.6	45.4	
45°	10.4	1.93	42.7	45.6	37.2	43.1	25.4	20.3	20.2	29.6	47.3	48	47.8	49.4	
45°	11.9	2.1	44.1	47	39	44.4	25	20.1	20.4	29.3	53.4	50.3	50.2	51.8	
45°	12.8	2.3	46.2	49.2	43.8	50.6	28.6	20.3	20.6	29	55.5	52.3	52.8	53.1	
45°	13.5	2.59	50.1	55.2	46.5	55.4	27.2	19.2	20.1	29.7	58.3	57.3	57.9	58.3	
45°	14.9	2.74	53.1	58.7	48.7	58.7	26.8	18.5	20.3	29.5	60.8	60.5	61.3	62	
45°	15.7	2.84	54.5	61.9	49.1	60.3	28.5	18.4	18.3	30.2	63.2	62.6	63.6	63.9	
45°	16.5	3.05	56.6	63.5	50.9	63.4	26.3	16	16.6	29.7	68.9	65.9	67	67.5	
90°	5.5	0.91	36.5	42.2	37.3	33.4	30.4	21.1	21.1	31.4	38.9	37.7	37.8	38.8	
90°	7.4	1.33	39.4	39.8	37.3	40	29.6	20.1	20.6	31.7	41.7	40.6	40.6	42.2	
90°	9.2	1.64	41.2	42.2	28.8	43.1	29.8	21	20.8	31.7	45	44.1	44.3	44.5	
90°	10.6	1.89	42.8	45.2	40.8	45.5	28.6	20.9	21.4	30.7	50.8	46.4	46.5	46.9	
90°	11.8	2.12	45.3	48.2	45.5	48.4	28.2	21.5	21.7	30.9	55.6	49.3	50.2	50.9	
90°	12.8	2.27	47.8	53.8	42	50.5	28.6	21.4	21.3	31	58.7	51.4	53.7	53.4	
90°	13.8	2.53	49.9	56.3	45.3	54	27.3	21.1	21.5	30.5	62.2	54.7	56.1	57	
90°	14.9	2.66	52.7	58.9	49.8	56.7	27.5	21.5	21.3	30.2	67.3	57.5	58.9	59.8	
90°	15.9	2.83	54.6	60.8	52.3	59.9	28.3	21.9	21.4	30	71.3	60.7	62.8	63.9	
90°	16.5	3.04	57.7	64.8	55.7	63.4	26.5	22.1	22.3	29.6	76.2	65.9	67.9	69.4	
225°	5.6	0.9	35.9	36	33.3	35.8	28.7	20.6	20.2	28.5	35.9	33.8	35.5	35.7	
225°	7.4	1.35	38.9	40.4	34.3	38.9	28.8	20.8	20.1	28.1	42.5	36.3	38.3	37.8	

225°	9.1	1.65	42	43.8	35.6	42.4	29.3	20.5	20.7	28.2	43.6	38.9	42.3	40.9
225°	10.5	1.91	45.7	45.9	36.8	45.9	29.4	20.7	20.8	28.4	47.1	41.3	44.8	44.6
225°	11.4	2.19	49	49.3	37.6	49.1	29.1	20.2	20.8	28.6	48.3	43.4	47.8	46.8
225°	12.8	2.34	52.2	53.3	38.2	52	29.6	20.6	20.7	28.1	51.5	45.1	50.4	51.2
225°	14	2.52	55.3	56	38.9	55	29.8	21.3	21.2	28.4	54.4	48	53.3	53.1
225°	14.9	2.7	58.2	59.5	40.3	58.5	29	19.9	20.3	29.9	57.6	50.2	55.7	54.5
225°	15.7	2.77	60.9	62	40.8	61.3	29.2	21	21.1	28	59.7	52.2	58.3	57
225°	16.9	2.98	64.9	67	40.4	64.4	29.5	20.8	20.9	28.1	64.6	52.9	62.6	60.5
270°	5.5	0.91	35.6	36.4	35	36.2	27.9	20.3	20.6	27.8	34.7	33.9	34.4	34
270°	7.5	1.28	39.1	41.2	40	40	27.7	21.1	21	27.6	37.6	35.7	36.8	36.3
270°	9.3	1.58	42.1	43.1	42.6	43.6	28.5	20.7	20.5	27.7	39.4	37.5	39.2	38.8
270°	10.7	1.87	45.3	48.5	45.2	47	27.5	20.2	20.3	27.2	41.8	39.8	41.5	40.9
270°	12	2.05	49.1	50.9	48.6	51.2	27.7	20.7	20.3	27.1	45.1	41.1	43.5	42.3
270°	13.2	2.28	52.3	54.4	53.3	55.3	27.8	20.9	20.7	27.2	46.9	43.2	46.3	45.8
270°	14.2	2.47	55.7	57.4	57.7	58.9	27.6	21	21.3	27	49.8	45.9	48.9	48.5
270°	15.3	2.62	59.9	62.2	60.4	62.3	27.7	20.1	20.4	27.4	53.3	47.5	50.6	53.7
270°	16.3	2.77	62.8	65.9	64.8	66.7	27.9	19	20.7	27.6	58.9	49.3	52.8	57.7
270°	16.9	2.97	66.7	69.8	68.6	70.1	27.8	19.7	20.5	26.6	63.8	52.8	55.5	62.2

**12 cm kanatçık yüksekliğinde 18 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

							Yalıtım 1	Tçevre		Yalıtım 2				
AÇI	V	I	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T12	T11	T7	T8	T9	T10
0°	5.2	1.03	36.3	36.7	37.7	36.5	27.8	20.1	20.3	27.9	36	36.6	36.9	37.1
0°	7.2	1.39	40.3	42.2	40.4	39.5	28	19.5	20.1	28.1	41.4	43.6	40.6	44.3
0°	9	1.7	45.6	45.4	50.2	45.1	28.6	20.4	21.5	28.9	44.2	45.8	43.5	46.5
0°	10.2	2.03	49.4	49.5	55.7	49.7	28.1	20.7	21.6	29.7	47.3	48.1	46.3	50.5
0°	11.8	2.12	53.8	54.1	59.1	53.5	28.6	20.4	21.6	29.1	48.5	51.2	50.1	52.8
0°	12.3	2.45	57.3	57.5	63.6	57.1	28.4	20.5	21.3	29.2	50.1	54.3	53.3	53.1
0°	13.2	2.59	60.9	60.6	68.1	60.5	28.6	20.5	21.5	29.8	52.8	57.3	55.6	55.9
0°	14.5	2.88	68.4	70	77.7	68.3	26.9	18.5	19	27.6	57.1	63.5	61.2	62.1
0°	15.4	2.97	71.3	69.7	82.2	70.5	30.4	20.5	21.7	31.2	61.4	66	63.4	63.5
0°	16.4	3.12	75.5	73.1	87.7	74.2	27.4	20.6	22	28.4	66.2	70.4	67.2	67.4
45°	5.2	1	38.8	35.7	36.6	35.8	28.7	20.2	21.3	29	38	38.2	37.1	37.1
45°	7.3	1.38	44.2	39.4	39.7	38.7	28.4	20	21.7	29.4	41	42.6	40.5	40.3
45°	9.1	1.65	48.6	40.2	41.7	40.3	28.6	20.4	21.6	29.3	45.1	46.6	43.3	43.1
45°	10.3	1.94	53.1	41.8	44.2	42.5	29.7	22.2	19.9	29.1	45.5	50	46.2	45.8
45°	11.6	2.15	57.8	44.2	47	44.5	29.3	22	22.8	31	49.3	54.1	49.2	49.4
45°	12.6	2.37	60.6	46.5	48.9	46.3	21.8	28.8	22.5	29.7	49.7	57.1	50.9	51.7
45°	14	2.5	65.9	48.1	52	49	28.5	20.2	20.9	30.1	52.1	61.9	54.6	59.8
45°	14.7	2.71	69.1	49.9	55.1	52.1	28.7	19.8	20.7	30.4	54	64.6	56.9	63.1
45°	15.8	2.7	72.2	50.5	55.8	53.4	27.4	20.1	21.7	29.4	55.3	67.1	58.9	67.3
45°	16.9	2.91	75	53.5	57.5	53.8	29.1	19.6	21.5	30.7	57.9	71.4	62.1	71.3
90°	5.1	0.98	33.6	34	34.5	34.1	27.4	19.9	20.5	28.4	35.8	32.3	36	35.9
90°	7	1.38	34.9	36.6	36.4	35.6	27.7	19.5	20.2	28.2	38.2	33	38.9	38.3
90°	9	1.66	36.8	37.7	39.1	37.8	27.2	19.7	20.8	30	43	34.7	42.7	42.2
90°	10.1	1.96	37.4	38.6	42	38.5	27.7	20.2	20.9	28.9	43.8	36.4	44.6	46.7
90°	11.6	2.25	42.7	44.6	50	44.7	27.3	20.9	22.3	29.8	50.1	43.6	50.3	54.5
90°	12.4	2.45	50.9	52.5	55.8	52.3	27.2	20.7	22.1	29.7	56.8	50.7	57.8	60.8
90°	13.4	2.62	57.5	58.3	62.2	60.5	26.2	21.1	22.2	29	64.3	60.7	63.3	67.4
90°	14.4	2.76	62.8	65.1	68.9	65.6	26.5	20.9	22.5	29.5	72.7	66.7	70.7	76.1
90°	15.3	2.9	74.5	67.4	75.4	67.8	27.6	21.1	21.6	29.3	79.9	74.3	79.2	78.7
90°	16.1	3.11	80.9	79.5	82.7	75.7	27.4	21	22.1	29.9	87.1	80.1	82.3	81.3
225°	5.3	0.97	35	34.7	35.3	34.6	27.6	20.5	20.6	27.7	35.5	40.1	34.8	39.4
225°	7.4	1.3	37	37.4	38.1	37.1	27.5	20.8	21	27.8	36.9	46.8	37.7	37.6

225°	9	1.68	39.6	39.8	40.8	39.5	27.5	20.6	20.8	28	39.2	54.3	40.4	43.2
225°	10.3	1.94	41.3	41.8	43.3	41.4	27.4	21	20.9	27.9	41.5	64.3	44.5	52.1
225°	11.5	2.17	43.4	44.1	46.5	44	27.4	21.1	20.9	27.2	45.7	73.8	46.3	56.6
225°	12.6	2.38	45.7	46.1	49.3	46.2	28.1	20.2	21	28.4	48.2	75.9	49.8	59.5
225°	13.8	2.54	48.2	48.4	52.4	48.5	28	20.5	21.2	28.3	49.2	85.1	53.2	61.7
225°	14.7	2.7	50	50.2	54.5	50.2	28.2	20.8	21.4	28.5	50.3	88.6	55.4	64.5
225°	15.4	2.93	52.6	53.4	57.8	53.4	28.2	20.4	21.3	27.9	53.1	102	57.9	67.1
225°	16.6	3.02	54	55.2	59.6	55	28.5	20.7	20.9	29.8	54.7	105	61.8	71.7
270°	5.1	1	33.7	34	36.5	34.7	28.2	21.8	21.9	29.1	34.8	34.6	34.8	34.4
270°	7.3	1.4	40.7	40.6	42.1	40.5	28	21.5	22.1	28.4	40.6	40.5	40.8	40.8
270°	8.9	1.7	48.5	48.5	50.3	48.2	27.6	21.4	22.5	28.6	48.7	49.6	46.2	46
270°	10.1	1.96	56.3	57.3	56.4	55.2	27.8	21.7	22.4	28.2	54.5	56	52.8	51.9
270°	11.4	2.2	61.3	62.7	63.2	56.3	27.5	22.2	22.3	28.1	62.8	63.1	59.3	58.9
270°	12.5	2.4	68.4	69.3	70.4	62.9	27.3	20.9	21.5	27.8	69.3	70.3	66.4	65.7
270°	13.6	2.57	74.7	75.8	76.2	70	28	20.7	21.4	28.3	76.9	76.5	72.2	70.5
270°	14.7	2.73	79.4	80.5	81.3	75.2	27.1	21	21.6	31.2	81.4	82.2	78.5	75.6
270°	15.3	2.84	84.2	85.5	86.5	80.8	27.6	20.8	21.3	27.5	86.3	87.2	83.7	80.3
270°	16.5	3.04	87.7	88.9	89.7	84.4	27.3	21.2	21.5	28.1	90.5	90.2	88.3	84.3

**Not:**Ölçülen T1,T2,T3,T4,T7,T8,T9,T10 sıcaklıkları Silindir cidar sıcaklıkları. T5 ve T11 yalıtım sıcaklıkları T6 ve T12 ise çevre sıcaklıklarıdır. Sıcaklık birimi (C<sup>0</sup>)



### EK-5: Kanatçıklı silindirde elde edilen deney verileri ve hesap sonuçları

#### A. 3 cm kanatçık yüksekliğinde 6 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°

AÇI	PT	Qkayıp	QTaş.	T <sub>w</sub>	T <sub>o</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	ü.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
0°	4.77	0.12453	4.65	311.13	295.7	3.30	303.42	19.07	0.0263	1.61	2.26	101709.71	30.45
0°	9.675	0.22069	9.46	319.99	295.85	3.25	307.92	24.80	0.0267	1.65	2.32	148958.60	39.01
0°	14.72	0.33396	14.39	330.55	295.95	3.19	313.25	26.32	0.0270	1.70	2.40	196618.10	40.95
0°	20.246	0.43829	19.81	339.85	296.1	3.15	317.98	28.66	0.0274	1.75	2.46	232665.69	43.93
0°	24.99	0.51932	24.47	347.34	296.2	3.11	321.77	30.29	0.0277	1.79	2.52	256262.12	45.93
0°	30.42	0.61769	29.80	356.25	296.05	3.07	326.15	31.33	0.0280	1.83	2.58	284499.14	47
0°	35.28	0.70601	34.57	363.55	294.95	3.04	329.25	31.90	0.0283	1.85	2.63	311520.84	47.34
0°	38.7	0.75558	37.95	366.69	293.9	3.03	330.30	33	0.0283	1.86	2.65	325216.38	48.98
0°	45.36	0.87525	44.49	376.38	292.9	2.99	334.64	33.73	0.0286	1.91	2.71	350483.72	49.54
0°	50.232	0.97130	49.26	385.38	293	2.95	339.19	33.75	0.0290	1.95	2.77	366692.88	48.88
45°	4.717	0.12519	4.59	312.09	295.35	3.29	303.72	17.36	0.0264	1.61	2.26	110010.44	27.62
45°	10.184	0.25260	9.93	322.48	295.2	3.24	308.84	23.04	0.0267	1.66	2.33	166089.53	36.24
45°	14.924	0.34070	14.58	330.86	295.2	3.20	313.03	25.88	0.0270	1.70	2.39	204127.43	40.26
45°	20.265	0.44800	19.82	340.58	295.4	3.15	317.99	27.77	0.0274	1.75	2.46	240270.53	42.57
45°	25.155	0.54858	24.61	349.19	294.65	3.11	321.92	28.56	0.0277	1.79	2.52	273299.50	43.30
45°	30.315	0.65191	29.66	358.6	294.75	3.06	326.68	29.40	0.0280	1.83	2.59	299604.52	44.10
45°	35.584	0.74056	34.84	365.88	293.8	3.03	329.84	30.59	0.0283	1.86	2.64	323264.05	45.40
45°	40.677	0.81762	39.86	370.76	291.7	3.02	331.23	31.91	0.0284	1.87	2.66	348864.99	47.19
45°	45.373	0.85240	44.52	374.06	291.8	3.00	332.93	34.25	0.0285	1.89	2.68	354103.52	50.47
45°	50.531	0.91864	49.61	380.61	291.7	2.98	336.16	35.32	0.0287	1.92	2.73	367383.70	51.69

AÇI	PT	Qkayıp	QTaş.	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
90°	4.896	0.12807	4.77	310.4	294.05	3.31	302.23	18.47	0.0263	1.59	2.24	110437.73	29.50
90°	10.212	0.22743	9.99	319.7	293.6	3.26	306.65	24.23	0.0266	1.64	2.30	163946.94	38.08
90°	14.94	0.3036	14.64	325.7	294.85	3.22	310.28	30.04	0.0268	1.67	2.35	183968.55	47.08
90°	20.265	0.40462	19.86	335.15	295.05	3.17	315.1	31.35	0.0272	1.72	2.42	221961.02	48.41
90°	25.155	0.49448	24.66	343.04	295.4	3.13	319.22	32.76	0.0275	1.76	2.48	248295.37	50.03
90°	30.099	0.58656	29.51	351.33	295.15	3.09	323.24	33.25	0.0278	1.80	2.54	275963.01	50.24
90°	35.346	0.65346	34.69	356.79	294.6	3.07	325.70	35.31	0.0280	1.82	2.58	295518.53	52.97
90°	40.256	0.72047	39.54	362.86	2928	3.05	327.83	35.72	0.0281	1.84	2.61	323391.44	53.39
90°	45.216	0.79886	44.42	368.66	292.2	3.03	330.43	36.77	0.0283	1.87	2.65	339786.66	54.57
90°	50.768	0.89148	49.88	377.05	292.4	2.99	334.73	37.30	0.0286	1.91	2.71	355395.87	54.78
225°	4.806	0.11526	4.69	308.84	293.95	3.32	301.40	19.94	0.0262	1.59	2.23	101332.25	31.97
225°	11.454	0.23714	11.22	320.43	294.25	3.25	307.34	27.13	0.0266	1.64	2.31	163235.29	42.83
225°	15.168	0.30680	14.86	326.64	294.35	3.22	310.50	29.13	0.0268	1.68	2.36	190598.52	45.65
225°	20.202	0.40164	19.80	334.93	293.65	3.18	314.29	30.36	0.0271	1.71	2.46	253831.61	47.05
225°	24.969	0.47395	24.50	341.53	293.8	3.15	317.67	32.49	0.0273	1.75	2.46	253831.61	49.99
225°	30.105	0.55697	29.55	349.6	293.85	3.11	321.73	33.55	0.0276	1.79	2.52	279362.80	51.06
225°	35.04	0.62774	34.41	356.11	293.95	3.08	325.03	35.04	0.0279	1.82	2.57	297491.18	52.75
225°	40.192	0.70060	39.49	362.46	293.75	3.05	328.11	36.38	0.0282	1.84	2.61	317159.95	54.18
225°	45.424	0.78329	44.64	367.2	290.7	3.04	328.95	36.93	0.0282	1.85	2.63	347395.69	55
225°	50.4	0.84798	49.55	372.91	290.65	3.02	331.78	38.12	0.02284	1.88	2.67	359702.47	56.38

AÇI	PT	Qkayıp	QTaş.	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
270°	4,95	0,11537	4,84	308,75	293,95	3,32	301,35	20,70	0,0262	1,58	2,23	101357,23	33,18
270°	9,856	0,20546	9,65	317,16	294,7	3,27	305,93	27,19	0,0265	1,63	2,29	143005,03	43,09
270°	15,147	0,27484	14,87	324,19	294,25	3,23	309,22	31,44	0,0268	1,66	2,34	180945,28	49,26
270°	19,836	0,35041	19,49	331,09	294,8	3,20	312,95	33,99	0,0270	1,70	2,39	207733,72	52,88
270°	25,146	0,44558	24,70	339,46	294,35	3,16	316,91	34,66	0,0273	1,74	2,45	243030,88	53,32
270°	30,084	0,51568	29,57	345,51	294,2	3,13	319,86	36,48	0,0275	1,77	2,49	264844,29	55,72
270°	35,856	0,65832	35,20	357,88	294,4	3,07	326,14	35,10	0,0280	1,83	2,58	300000,09	52,64
270°	40,392	0,70314	39,69	360,49	292,9	3,06	326,70	37,17	0,0280	1,83	2,59	317153,79	55,76
270°	45,151	0,77766	44,37	367,64	292,85	3,03	330,25	37,55	0,0283	1,86	2,64	335417,85	55,73
270°	50,274	0,82855	49,45	372,65	292,8	3,01	332,73	39,20	0,0285	1,89	2,68	344874,99	57,77

**B. 3 cm kanatçık yüksekliğinde 12 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

AÇI	PT	Qkayıp	Q <sub>tas.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
0°	5,073	0,10632	4,97	308,63	294	3,32	301,32	21,50	0,0262	1,59	2,23	99562,85	34,47
0°	10,206	0,18172	10,03	316,26	293,9	3,28	305,08	28,39	0,0265	1,62	2,28	144315,40	45
0°	15,072	0,26651	14,81	324,34	294,25	3,23	309,30	31,15	0,0268	1,66	2,34	181851,82	48,82
0°	20,16	0,34445	19,82	331,45	294,35	3,20	312,9	33,81	0,0270	1,70	2,39	212370,38	52,59
0°	25,215	0,42294	24,79	338,21	292,6	3,17	315,41	34,40	0,0272	1,73	2,43	249967,67	53,12
0°	30,552	0,52528	30,03	347,78	293,9	3,12	320,84	35,28	0,0276	1,78	2,50	274561,13	53,69
0°	35,525	0,58247	34,94	353,36	293,2	3,09	323,28	36,76	0,0278	1,80	2,54	295513,25	55,54
0°	40,392	0,64761	39,75	358,76	292,1	3,07	325,43	37,74	0,0279	1,82	2,57	317991,90	56,81
0°	45,424	0,71142	44,71	364,14	291,15	3,05	327,65	38,77	0,0281	1,84	2,61	336916,09	57,95
0°	50,225	0,77777	49,45	369,75	291,35	3,03	330,55	39,92	0,0283	1,87	2,65	348407,98	59,25
45°	4,84	0,07894	4,76	307,7	294,65	3,32	301,18	23,09	0,0262	1,58	2,23	89372,42	37,05
45°	10,112	0,15445	9,96	314,99	294,9	3,28	304,95	31,38	0,0265	1,62	2,28	129664,41	49,74
45°	15,072	0,22687	14,85	322,2	295,15	3,24	308,68	34,75	0,0267	1,66	2,33	164689,21	54,66
45°	20,496	0,30161	20,20	329,49	294,85	3,20	312,17	36,91	0,0270	1,69	2,38	200300,06	57,42
45°	25,296	0,37216	24,92	336,06	295,15	3,17	315,61	38,55	0,0272	1,73	2,43	224209,11	59,53
45°	30,105	0,43707	29,67	342,24	294,8	3,14	318,52	39,58	0,0274	1,76	2,47	249047,16	60,67
45°	35,28	0,50376	34,78	348,63	294,9	3,11	321,77	40,97	0,0277	1,79	2,52	269240,59	62,12
45°	40,506	0,56735	39,94	354,19	294,55	3,08	324,37	42,39	0,0279	1,81	2,56	288128,81	63,81
45°	45,591	0,64396	44,95	360,63	294,65	3,05	327,64	42,92	0,0281	1,84	2,61	305943,26	64,16
45°	50,512	0,69276	49,82	365,85	293,8	3,03	329,83	43,76	0,0283	1,86	2,64	323129,51	64,95

AÇI	PT	Qkayıp	Qİtaş.	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>r</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
90°	4,984	0,09782	4,89	308,11	294,45	3,32	301,28	22,66	0,0262	1,58	2,23	93549,98	36,33
90°	9,788	0,16428	9,62	314,63	294,3	3,29	304,47	29,95	0,0264	1,62	2,27	132193,25	47,65
90°	15,008	0,24884	14,76	322,49	294,75	3,24	308,62	33,68	0,0267	1,66	2,33	168890,16	52,98
90°	19,8	0,30912	19,49	327,7	294,35	3,22	311,03	36,99	0,0269	1,68	2,37	196024,77	57,75
90°	25,35	0,38629	24,96	335,34	294,5	3,18	314,92	38,68	0,0272	1,72	2,42	226770,17	59,73
90°	30,192	0,44326	29,75	341	294,35	3,15	317,68	40,36	0,0273	1,75	2,46	248088,10	62,09
90°	35,186	0,50519	34,68	346,81	294,6	3,12	320,71	42,04	0,0276	1,78	2,50	266051,16	63,97
90°	40,606	0,57342	40,03	352,99	294,5	3,09	323,75	43,32	0,0278	1,80	2,55	268183,31	65,45
90°	45,241	0,64650	44,60	359,61	294,2	3,06	326,91	43,06	64,51	1,83	2,59	306924,53	64,51
90°	50,562	0,72080	49,84	365,84	293,4	3,03	329,62	43,55	0,0283	1,86	2,64	324878,58	64,63
225°	5,016	0,08920	4,93	308,18	294,95	3,32	301,57	23,59	0,0262	1,59	2,23	90035,30	37,82
225°	10,086	0,16218	9,92	314,99	295,3	3,28	305,15	31,89	0,0265	1,62	2,28	127082,74	50,54
225°	15,246	0,23957	15,01	323,05	294,95	3,24	309	33,81	0,0267	1,66	2,34	170350,83	53,19
225°	20,114	0,31254	19,80	329,46	295,15	3,20	312,31	36,53	0,0270	1,69	2,38	198391,89	56,83
225°	25,125	0,37371	24,75	335,3	295,3	3,17	315,3	39,16	0,0272	1,72	2,43	220496,35	60,47
225°	30,222	0,43928	29,78	341,64	295,05	3,14	318,35	40,46	0,0274	1,75	2,47	245982,51	62,02
225°	36	0,52782	35,47	348,66	294,8	3,11	321,73	41,68	0,0276	1,79	2,52	269892,02	63,43
225°	40,704	0,59506	40,11	355,2	295	3,08	325,1	42,17	0,0279	1,82	2,57	288110,83	63,48
225°	45,696	0,64253	45,05	359,75	294,1	3,06	326,93	43,43	0,0281	1,83	2,59	308050,69	64,91
225°	50,512	0,70987	49,80	365,4	293,85	3,03	329,63	44,05	0,0283	1,86	2,64	320887,11	65,38

AÇI	PT	Qkayıp	Qİtaş.	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>r</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
270°	5,076	0,09826	4,98	308,95	295,25	3,31	302,1	23,01	0,0263	1,59	2,24	92538,04	36,75
270°	10,332	0,18249	10,15	316,63	295,5	3,27	306,07	30,40	0,0265	1,63	2,30	133951,84	48,18
270°	14,798	0,25293	14,55	322,96	295,6	3,23	309,28	33,66	0,0268	1,66	2,34	165352,80	52,75
270°	20,048	0,32634	19,72	329,61	295,75	3,20	312,68	36,86	0,0270	1,70	2,39	193823,75	57,34
270°	25,5	0,41577	25,09	337,66	295,6	3,16	316,63	37,76	0,0273	1,74	2,44	227527,64	58,09
270°	30,464	0,48521	29,98	343,7	295,15	3,13	319,43	39,08	0,0275	1,77	2,48	251608,61	59,69
270°	35,133	0,55454	34,58	350,18	295	3,10	322,59	39,66	0,0277	1,79	2,53	274528,05	60,14
270°	40,349	0,61383	39,74	355,8	294,2	3,08	325	40,83	0,0279	1,82	2,57	294811,08	61,47
270°	45,36	0,67190	44,69	360,91	294,15	3,05	327,53	42,37	0,0281	1,84	2,60	309344,13	63,33
270°	50,268	0,74675	49,52	366,74	293,25	3,03	330	42,65	0,0283	1,86	2,64	329587,62	63,30

**C. 3 cm kanatçık yüksekliğinde 18 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

AÇI	PT	Qkayıp	Q <sub>ins.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
0°	4.984	0.09671	4.89	309.46	294.4	3.31	301.93	20.55	0.0266	1.59	2.24	101724.30	32.94
0°	10.112	0.18205	9.93	317.64	294.65	3.27	306.15	27.34	0.0265	1.63	2.30	145743.15	43.33
0°	15.168	0.26066	14.91	324.56	294.4	3.23	309.48	31.29	0.0268	1.67	2.34	181183.40	49.04
0°	20.384	0.32502	20.06	330.24	294.05	3.20	312.15	35.08	0.0270	1.69	2.38	209262.68	54.57
0°	25.908	0.43089	25.48	340.08	294.08	3.15	317.14	36.15	0.0273	1.74	2.45	246397.05	55.62
0°	30.51	0.49492	30.02	345.88	294.2	3.13	320.04	36.77	0.0275	1.77	2.49	266754.10	56.16
0°	35.624	0.56183	35.06	351.84	294.55	3.10	323.20	38.73	0.0278	1.80	2.54	282326.19	58.52
0°	40.192	0.62928	39.56	356.8	293.45	3.08	325.13	39.53	0.0279	1.82	2.57	303186.34	59.51
0°	45.484	0.69055	44.79	361.05	293.45	3.06	326.9	41.51	0.0281	1.83	2.59	320485.3	62.04
0°	51.04	0.79496	50.25	368.19	291.65	3.03	329.92	42.10	0.0283	1.86	2.64	343266.24	62.48
45°	5.06	0.08534	4.98	308.93	294.5	3.32	301.72	21.84	0.0262	1.59	2.24	97763.37	35.01
45°	9.984	0.15235	9.83	314.35	294.4	3.29	304.38	31.19	0.0264	1.61	2.27	130528.08	49.62
45°	15.072	0.22058	14.85	320.73	294.6	3.25	307.67	35.97	0.0266	1.65	2.32	161238.12	56.79
45°	20.384	0.29919	20.09	327.5	294.35	3.22	310.93	38.36	0.0269	1.70	2.36	193372.79	59.89
45°	25.25	0.35692	24.89	332.73	294.55	3.19	313.64	41.20	0.0271	1.71	2.40	215693.04	63.95
45°	30.328	0.40506	29.92	338.49	294.25	3.16	316.37	42.81	0.0273	1.73	2.44	240703.91	65.86
45°	35.574	0.4849	35.09	344.13	294.65	3.13	319.39	44.89	0.0275	1.76	2.48	257885.28	68.56
45°	40.34	0.53323	39.81	348.35	293.4	3.12	320.88	45.85	0.0276	1.78	2.50	280013.62	69.77
45°	45.696	0.60179	45.10	354.76	293.35	3.09	324.06	46.48	0.0278	1.81	2.55	298810.39	70.22
45°	51.015	0.65235	50.36	359.14	293.5	3.07	326.32	48.56	0.0280	1.83	2.59	309010.31	72.84

AÇI	PT	Qkayıp	Q <sub>ins.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>co</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v.10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
90°	5.04	0.05918	4.98	305.76	294.25	3.33	300.01	27.39	0.0261	1.57	2.21	80286.87	44.08
90°	10.27	0.135557	10.14	312.23	294.4	3.30	303.32	35.99	0.0263	1.60	2.26	118264.32	57.48
90°	14.415	0.20535	14.21	317.85	294.25	3.27	306.05	38.11	0.0265	1.63	2.30	149610.20	60.40
90°	20.13	0.25723	19.87	322.2	293.8	3.25	308	44.28	0.0267	1.65	2.33	174493.28	69.65
90°	25.296	0.34390	24.95	329.85	293.35	3.21	311.6	44.82	0.0269	1.69	2.37	212608.06	69.98
90°	30.24	0.3987	29.84	335.41	293.2	3.18	314.31	45.74	0.0271	1.71	2.41	236726.13	70.89
90°	35.186	0.4566	34.73	340.16	292.65	3.16	316.41	46.27	0.0273	1.74	2.44	257009.94	71.19
90°	40.349	0.5113	39.84	345.06	292.2	3.14	318.63	47.70	0.0274	1.76	2.47	277500.69	73.12
90°	45.591	0.5620	45.03	350.15	292.3	3.11	321.23	49.27	0.0276	1.78	2.51	292675.86	74.98
90°	51.622	0.6601	50.96	358.14	291.9	3.08	325.02	48.69	0.0279	1.82	2.57	317017.63	73.30
225°	5.13	0.0982	5.03	307.69	294.3	3.32	301	23.78	0.0262	1.58	2.23	91700.90	38.12
225°	10.2	0.1668	10.03	313.46	293.45	3.30	303.46	31.73	0.0264	1.61	2.26	131899.64	50.48
225°	15.18	0.2262	14.95	319.29	293.6	3.26	306.45	36.83	0.0266	1.64	2.30	161371.52	58.15
225°	20.034	0.2927	19.74	325.21	293.9	3.23	309.56	39.90	0.0268	1.67	2.34	188091.92	62.53
225°	25.32	0.3527	24.97	331.15	293.95	3.20	312.55	42.48	0.0270	1.70	2.39	212942.81	66.08
225°	30.26	0.4100	29.85	336.74	293.9	3.17	315.32	44.10	0.0272	1.72	2.43	236151.60	68.10
225°	35.358	0.4746	34.88	342.49	293.95	3.14	318.22	45.48	0.0274	1.75	2.47	256277.98	69.72
225°	40.28	0.5332	39.75	348.25	293.75	3.12	321	46.16	0.0276	1.78	2.47	281093.64	70.25
225°	45.684	0.5987	45.09	353.38	293.85	3.09	323.62	47.94	0.0278	1.80	2.55	291271.88	72.43
225°	50.74	0.6501	50.09	358.53	294.15	3.07	326.34	49.24	0.0280	1.83	2.59	303078.67	73.87



AÇI	PT	Qkayıp	QTaş.	Tw	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
270°	4.914	0.06999	4.85	306.59	294.2	3.33	300.40	24.78	0.0261	1.58	2.22	85491.39	39.88
270°	10.087	0.1342	9.95	313.3	294.35	3.29	303.83	33.23	0.0264	1.61	2.26	124533.93	52.87
270°	15.015	0.21151	14.89	320.13	295.1	3.25	307.62	37.65	0.0266	1.65	2.32	154450.44	59.45
270°	20.274	0.2899	19.99	326.71	295.65	3.21	311.18	40.73	0.0269	1.68	2.37	181997.63	63.59
270°	25.376	0.3632	25.01	333.5	295.25	3.18	314.38	41.38	0.0271	1.71	2.41	214517.28	64.14
270°	30.191	0.43178	29.76	339.11	294.7	3.16	316.91	42.41	0.0273	1.74	2.45	239259.62	65.25
270°	35.815	0.49879	35.32	344.98	294.8	3.13	319.89	44.55	0.0275	1.77	2.49	259011.63	68.04
270°	40.348	0.53555	39.81	348.51	293.9	3.11	321.21	46.14	0.0276	1.78	2.51	276283.99	70.22
270°	45.375	0.6125	44.76	354.88	293.6	3.09	324.24	46.71	0.0278	1.81	2.55	298177.84	70.57
270°	50.46	0.6812	49.78	360.9	293.95	3.06	327.4	48.06	0.0281	1.84	2.60	311241.66	71.83

**D. 6 cm kanatçık yüksekliğinde 6 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

AÇI	PT	Q <sub>kayıp</sub>	Q <sub>ins.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
0°	6.426	0.1362	6.29	314.64	293.7	3.29	304.17	19.01	0.0264	1.61	2.27	137005.41	30.25
0°	10.608	0.2046	10.40	320.13	294.35	3.26	307.24	25.54	0.0266	1.64	2.31	161235.83	40.33
0°	15.04	0.2866	14.75	327.81	294.1	3.22	310.96	27.70	0.0269	1.68	2.36	198980.36	43.25
0°	21.492	0.4033	21.09	338.68	294.45	3.16	316.57	30.18	0.0273	1.74	2.44	239266.46	46.43
0°	25.038	0.4655	24.57	344.21	294.75	3.13	319.48	31.45	0.0275	1.77	2.48	256324.66	48.03
0°	30.81	0.56978	30.24	353.31	2922.75	3.10	323.03	31.60	0.0278	1.80	2.54	298440.82	47.75
0°	35.072	0.6215	34.45	358.09	294.4	3.07	326.25	34.24	0.0280	1.83	2.58	300992.52	51.36
0°	40.108	0.6994	39.41	363.75	293.7	3.04	328.73	35.61	0.0282	1.85	2.62	319319.61	53.04
0°	45.059	0.7731	44.29	370.28	293.4	3.01	331.79	36.46	0.0284	1.88	2.67	335063.90	53.93
0°	50.132	0.8399	49.29	376.63	294.1	2.98	335.37	37.80	0.0287	1.91	2.72	344066.76	55.32
45°	4.86	0.1045	4.76	311.26	294.3	3.30	302.78	17.76	0.0263	1.60	2.25	112993.68	28.37
45°	10.064	0.2030	9.86	319.24	294.75	3.26	307	25.49	0.0266	1.64	2.31	153167.79	40.25
45°	15.106	0.2855	14.82	327.31	294.5	3.21	310.91	28.59	0.0269	1.68	2.36	193066.47	44.64
45°	20.055	0.3731	19.68	334.99	295.05	3.18	315.02	31.19	0.0272	1.72	2.42	221772.78	48.16
45°	25.056	0.4633	24.59	343.06	294.7	3.14	318.88	32.19	0.0274	1.76	2.48	252853.21	49.34
45°	30.08	0.5358	29.55	350.63	294.4	3.10	322.52	33.26	0.0277	1.79	2.53	279751.94	50.43
45°	35.052	0.6200	34.43	357.36	294.7	3.07	325.88	34.78	0.0280	1.82	2.58	297751.91	52.17
45°	40.256	0.6805	39.58	362.84	294.55	3.04	328.70	36.68	0.0282	1.85	2.62	311296.73	54.63
45°	45.346	0.7251	44.62	366.98	294.2	3.03	330.70	38.80	0.0284	1.87	2.65	323432.81	57.39
45°	50.267	0.8094	49.46	373.96	293.55	3.00	333.76	38.93	0.0286	1.90	2.69	343038.07	58.64

AÇI	PT	Qkayyp	QTaş.	T <sub>w</sub>	T <sub>co</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
90°	5.148	0.1164	5.03	311.04	292.9	3.31	301.97	17.55	0.0262	1.59	2.24	122528.47	28.13
90°	10.147	0.1976	9.95	318.95	292.8	3.27	305.88	24.08	0.0265	1.63	2.29	166499.62	38.17
90°	15.041	0.2872	14.75	327.16	293.75	3.22	310.46	27.94	0.0268	1.68	2.36	197209.55	43.79
90°	20.072	0.3654	19.71	334.35	294.4	3.18	314.38	31.23	0.0271	1.71	2.41	224051.38	48.40
90°	25.056	0.45264	24.60	341.6	294.4	3.15	318	33	0.0274	1.75	2.46	251013.04	50.57
90°	30.08	0.5338	29.55	348.55	294.35	3.11	321.45	34.51	0.0277	1.78	2.51	274209.71	52.33
90°	35.584	0.6160	34.97	355.8	294.45	3.08	325.13	36.08	0.0279	1.82	2.57	293614.60	54.31
90°	40.23	0.6711	39.56	359.44	294.1	3.06	326.77	38.32	0.0281	1.83	2.59	306596.09	57.28
90°	45.44	0.7345	44.71	365.28	293.65	3.04	329.47	39.51	0.0283	1.86	2.63	323531.61	58.64
90°	52.7	0.8425	51.86	374.56	292	3.00	333.28	39.76	0.0285	1.89	2.69	354073.75	60.07
225°	5.32	0.1131	5.21	311.29	293.25	3.31	302.27	18.28	0.0263	1.59	2.24	121853.01	29.19
225°	10.08	0.1890	9.89	316.96	292.5	3.28	304.73	25.59	0.0264	1.62	2.28	157869.17	40.71
225°	15.36	0.2852	15.08	325.43	292.4	3.24	308.92	28.90	0.0267	1.66	2.34	200238.01	45.46
225°	20.088	0.3670	19.72	333.09	292.1	3.20	312.60	30.45	0.0270	1.70	2.39	234637.79	47.37
225°	25.289	0.4574	24.83	341.38	292.1	3.16	316.74	31.89	0.0273	1.74	2.45	265496.82	49.06
225°	30.324	0.5176	29.81	346.78	292.5	3.13	319.64	34.76	0.0275	1.77	2.49	280174.40	53.09
225°	35.424	0.6478	34.78	357.98	292.4	3.08	325.19	35.57	0.0279	1.82	2.57	313858.94	53.55
225°	42.534	0.6982	41.84	362.94	292.35	3.05	327.65	37.51	0.0281	1.84	2.61	325837.88	56.07
225°	46.98	0.7531	46.23	368.31	292.1	3.03	330.21	38.39	0.0283	1.86	2.64	341786.26	56.98
225°	51.256	0.8235	50.43	372.79	291.55	3.01	332.17	39.29	0.0285	1.88	2.67	354065.96	57.90

AÇI	PT	Qkayıp	QTaş.	T <sub>w</sub>	T <sub>co</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
270°	5.115	0.1185	5	311.08	293.65	3.31	302.37	18.16	0.0263	1.59	2.24	117732.70	29
270°	10.032	0.2040	9.83	319.28	293.95	3.26	306.62	24.56	0.0266	1.64	2.30	159110.19	38.78
270°	15.252	0.3048	14.95	327.96	293.1	3.22	310.53	27.14	0.0268	1.68	2.36	205768.48	42.54
270°	20.492	0.3987	20.09	336.56	293.4	3.18	314.98	29.46	0.0272	1.72	2.42	239652.31	45.49
270°	25.56	0.4752	25.09	343.64	293.05	3.14	318.35	31.39	0.0274	1.75	2.47	267101.43	48.12
270°	30.36	0.5590	29.80	351.18	292.9	3.11	322.04	32.36	0.0277	1.79	2.52	292040.61	49.07
270°	35.5	0.6438	34.87	358.01	292.8	3.07	325.41	33.84	0.0279	1.82	2.57	311074.88	50.94
270°	40.432	0.7110	39.72	364.15	292.85	3.05	328.5	35.26	0.0282	1.85	2.62	326086.81	52.52
270°	45.346	0.7921	44.56	370.55	292.2	3.02	331.38	36	0.0284	1.87	2.66	345732.00	53.24
270°	51.17	0.8722	50.30	376.8	292.25	2.99	334.53	37.65	0.0286	1.91	2.70	356290.75	55.30

**E. 6 cm kanatçık yüksekliğinde 12 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

AÇI	PT	Qkayıp	QTaş.	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	ü.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
0°	5.06	0.0931	4.97	309.23	294.2	3.32	301.72	20.93	0.0262	1.59	2.24	101828.37	33.55
0°	10.062	0.1638	9.90	315.69	294.7	3.28	305.20	29.85	0.0265	1.62	2.28	135473.17	47.31
0°	15.035	0.2422	14.79	323.04	294.75	3.24	308.90	33.09	0.0267	1.66	2.34	171502.67	52.05
0°	20.088	0.3091	19.78	328.5	294.3	3.21	311.4	36.61	0.0269	1.69	2.37	199210.84	57.16
0°	25.08	0.3606	24.72	333.81	294.5	3.18	314.16	39.80	0.0271	1.71	2.41	220462.08	61.68
0°	30.228	0.4162	29.81	339.25	294.15	3.16	316.7	41.84	0.0273	1.74	2.44	243972.81	64.37
0°	35	0.4741	34.53	344.69	294.75	3.13	319.72	43.76	0.0275	1.77	2.49	257772.83	66.84
0°	40.166	0.5398	39.63	350.14	294.5	3.10	322.32	45.08	0.0277	1.79	2.53	276816.61	68.35
0°	45.12	0.6015	44.52	356.08	295.45	3.07	325.77	46.48	0.0280	1.82	2.58	288105.62	69.72
0°	50.362	0.6440	49.72	360.48	294.75	3.05	327.62	47.88	0.0281	1.84	2.61	303404.50	71.57
45°	5.04	0.0680	4.97	306.41	294.45	3.33	300.43	26.30	0.0261	1.58	2.22	82524.37	42.32
45°	10.206	0.1121	10.09	311.1	294.1	3.31	302.6	37.57	0.0263	1.60	2.25	113603.39	60
45°	15.092	0.1555	14.94	316.23	293.75	3.28	304.99	42.06	0.0265	1.62	2.28	145089.90	66.67
45°	20.02	0.2208	19.80	321.75	294.5	3.25	308.13	41.20	0.0267	1.65	2.32	168149.21	64.81
45°	25.01	0.2783	24.73	327.26	294.75	3.22	311.01	48.15	0.0269	1.68	2.37	191087.42	75.17
45°	30.228	0.3506	29.88	332.81	294.2	3.19	313.51	48.98	0.0271	1.71	2.40	218122.27	75.91
45°	35.035	0.3934	34.64	337.48	293.8	3.17	315.64	50.20	0.0272	1.73	2.43	239390.22	77.52
45°	40.04	0.4668	39.53	343.13	293.85	3.14	318.49	50.77	0.0274	1.76	2.47	258706.66	77.82
45°	45.036	0.5113	44.53	347.61	293.1	3.12	320.36	51.70	0.0275	1.77	2.50	279340.81	78.96
45°	50.103	0.5656	49.54	351.73	292.25	3.11	321.99	52.72	0.0277	1.79	2.52	298053.80	79.93

AÇI	PT	Qkayıp	Q <sub>ins.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>co</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
90°	5.076	0.0758	5	308.11	293.1	3.33	300.61	21.08	0.0262	1.58	2.22	103569.47	33.80
90°	10.087	0.1392	9.95	314.01	293.75	3.29	303.88	31.08	0.0264	1.61	2.27	132556.33	49.45
90°	15.04	0.2003	14.84	319.84	293.55	3.26	306.70	35.73	0.0266	1.64	2.30	165140.42	56.41
90°	20.056	0.2727	19.78	325.65	294.25	3.23	309.95	39.88	0.0268	1.67	2.35	187829.90	62.50
90°	25.132	0.3248	24.81	330.44	294.9	3.20	312.67	44.12	0.0270	1.70	2.39	203440.52	68.73
90°	30.16	0.3983	29.76	337.33	294.85	3.16	316.09	44.64	0.0272	1.73	2.44	231127.99	68.93
90°	35.274	0.4502	34.62	342.28	292.75	3.15	317.52	45.24	0.0273	1.75	2.46	263404.15	69.6
90°	40.086	0.5054	39.58	347.28	293.55	3.12	320.42	46.62	0.0275	1.77	2.50	275343.63	71.21
90°	45.151	0.5708	44.58	353	293.4	3.10	323.2	48.34	0.0278	1.80	2.54	293709.92	73.03
90°	50.224	0.6120	49.61	358.13	293.7	3.07	325.92	49.73	0.0280	1.80	2.58	309564.52	74.60
225°	5.04	0.0870	4.95	308.28	293.55	3.32	300.92	21.27	0.0262	1.58	2.22	101332.24	34.10
225°	10.08	0.1494	9.93	314.28	293.85	3.29	304.07	30.76	0.0264	1.61	2.27	133668.60	48.94
225°	15.105	0.2391	14.87	322.31	293.65	3.25	307.98	32.84	0.0267	1.65	2.32	176849.77	51.66
225°	20.009	0.3010	19.71	328.16	294.75	3.21	311.46	37.34	0.0269	1.69	2.37	194609.19	58.30
225°	25.01	0.3660	24.65	334.85	293.65	3.18	314.25	37.87	0.0271	1.71	2.41	231061.75	58.69
225°	30.058	0.4190	29.64	339.25	293.85	3.16	316.55	41.32	0.0273	1.74	2.44	245595.69	63.57
225°	35	0.4947	34.51	346.06	293.75	3.13	319.91	41.76	0.0275	1.77	2.49	270005.94	63.78
225°	40.015	0.5514	39.46	351.34	293.6	3.10	322.47	43.25	0.0277	1.79	2.53	287264.40	65.58
225°	45.198	0.6216	44.58	357.35	293.65	3.07	325.5	44.29	0.0280	1.82	2.57	303871.64	66.44
225°	50.15	0.6735	49.48	361.9	293.4	3.05	327.65	45.72	0.0281	1.84	2.61	316190.60	68.34

AÇI	PT	Qkayıp	Q <sub>T.ıs.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
270°	4.816	0.0736	4.74	307.74	293.25	3.33	300.50	20.70	0.0261	1.58	2.22	99981.45	33.32
270°	8.82	0.1456	8.68	314.14	293.55	3.29	303.85	26.68	0.0264	1.61	2.26	135311.53	42.45
270°	15.048	0.2173	14.83	321.18	293.2	3.26	307.19	33.55	0.0266	1.64	2.31	174995.29	52.97
270°	20.048	0.2815	19.77	327.25	293.8	3.22	310.53	37.41	0.0268	1.68	2.36	197445.66	58.63
270°	25.83	0.3510	25.48	334.94	294.1	3.18	314.52	39.49	0.0271	1.72	2.41	227711.12	61.20
270°	30.228	0.4290	29.80	341.11	294.2	3.15	317.66	40.21	0.0273	1.75	2.46	249470.80	61.82
270°	35.136	0.4857	34.65	346.59	294	3.12	320.30	41.70	0.0275	1.77	2.50	269501.61	63.69
270°	40.086	0.5514	39.54	352.39	294.1	3.09	323.25	42.93	0.0278	1.80	2.54	286327.59	64.86
270°	45.08	0.6167	44.46	357.91	294.2	3.07	326.06	44.17	0.0280	1.83	2.58	301087.04	66.26
270°	50.052	0.6844	49.37	363.69	293.7	3.04	328.70	44.65	0.0282	1.85	2.62	319046.10	66.5

**F. 6 cm kanatçık yüksekliğinde 18 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

AÇI	PT	Qkayıp	QTaş.	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
0°	5.04	0.0809	4.96	308.13	292.8	3.33	300.47	20.48	0.0261	1.58	2.22	105777.48	32.96
0°	9.35	0.1319	9.22	311.8	293.4	3.31	302.6	31.72	0.0263	1.60	2.24	123507.89	50.66
0°	14.49	0.1708	14.32	315.97	293.3	3.28	304.46	39.98	0.0264	1.62	2.28	146316.19	63.61
0°	20.088	0.2234	19.87	321.03	293.35	3.26	307.19	45.43	0.0266	1.64	2.31	173119.00	71.73
0°	25.092	0.3102	24.78	329.2	293.35	3.21	311.28	43.75	0.0269	1.68	2.37	210064.88	68.31
0°	30.261	0.3748	29.89	335.2	293.15	3.18	314.18	44.99	0.0271	1.71	2.41	235828.80	69.73
0°	35.04	0.4052	34.64	337.6	293.4	3.17	315.5	49.60	0.0272	1.73	2.43	242240.10	76.59
0°	40.145	0.4639	39.68	342.52	293.45	3.15	317.99	50.66	0.0274	1.75	2.46	263616.87	77.66
0°	44.838	0.5149	44.32	347.74	294.8	3.11	321.27	52.99	0.0276	1.78	2.51	267835.09	80.64
0°	50.362	0.5688	49.79	352.17	293.8	3.10	322.99	53.99	0.0277	1.80	2.54	287648.45	81.86
45°	5.005	0.0672	4.94	306.79	293.35	3.33	300.07	23.24	0.0261	1.57	2.21	93749.39	37.40
45°	10.033	0.1179	9.92	312.13	293.4	3.30	302.77	33.52	0.0263	1.60	2.25	124786.07	53.53
45°	15.066	0.1612	14.91	316.2	294.25	3.28	305.23	42.99	0.0265	1.62	2.28	141669.18	68.14
45°	20.116	0.2075	19.91	320.39	294.4	3.25	307.40	48.49	0.0266	1.65	2.31	161068.49	76.56
45°	25.08	0.2604	24.83	325.24	294.65	3.23	309.95	51.35	0.0268	1.67	2.35	156430.77	80.47
45°	30.03	0.3123	29.72	329.74	294.7	3.20	312.22	53.68	0.0270	1.69	2.38	202612.99	83.51
45°	35.109	0.3654	34.74	334.1	294.95	3.18	314.53	56.16	0.0271	1.72	2.41	218288.21	87.04
45°	40.296	0.4475	39.85	341.38	295.2	3.14	318.29	54.62	0.0274	1.75	2.47	243817.83	83.73
45°	45.24	0.4878	44.75	345.74	295.1	3.12	320.42	58.93	0.0275	1.77	2.50	259508.68	90
45°	50.16	0.5317	49.63	349.31	295.35	3.10	322.33	60.21	0.0277	1.79	2.53	268458.38	91.29



AÇI	PT	Qkayıp	Q <sub>Tns.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>co</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
90°	4.732	0.0454	4.69	305.56	294.65	3.33	300.11	27.21	0.0261	1.57	2.21	76103.82	43.78
90°	10.01	0.1058	9.91	310.23	294.05	3.31	302.14	38.77	0.0263	1.59	2.24	109289.45	61.92
90°	15.159	0.1346	15.03	314.04	294.85	3.29	304.45	49.57	0.0264	1.62	2.27	124780.55	78.86
90°	20.116	0.1760	19.94	318.34	294.6	3.26	306.47	53.16	0.0266	1.64	2.30	149122.62	83.94
90°	25.016	0.2193	24.80	322.21	295.1	3.24	308.66	57.90	0.0267	1.66	2.33	165054.51	91.08
90°	30.36	0.2686	30.09	325.88	295.2	3.22	310.54	62.08	0.0268	1.68	2.36	181095.15	97.29
90°	35.074	0.3057	34.77	329.29	295.15	3.20	312.22	64.46	0.0270	1.69	2.38	197408.89	100.27
90°	40.086	0.3467	39.74	333.45	294.75	3.18	314.1	64.99	0.0271	1.71	2.41	217041.02	100.73
90°	45.151	0.3851	44.77	336.78	294.85	3.17	315.82	67.58	0.0272	1.73	2.43	229799.26	104.35
90°	48.334	0.4055	47.93	338.53	294.2	3.16	316.37	68.43	0.0273	1.73	2.44	241193.59	105.28
225°	4.992	0.0795	4.91	307.5	293.45	3.33	300.48	22.12	0.0261	1.58	2.22	96945.44	35.59
225°	9.443	0.1229	9.32	311.38	293.6	3.31	302.49	33.18	0.0263	1.60	2.25	118815.78	52.98
225°	15.106	0.1789	14.93	317.15	293.55	3.28	305.35	40.04	0.0265	1.62	2.29	151653.43	63.46
225°	19.673	0.2320	19.44	322.01	293.85	3.25	307.93	43.69	0.0267	1.65	2.32	173311.72	68.73
225°	25.016	0.2905	24.73	327.26	293.65	3.22	310.46	46.57	0.0268	1.68	2.36	198390.09	72.98
225°	28.375	0.3133	28.06	329.98	293.6	3.21	311.79	48.82	0.0269	1.69	2.38	211018.70	76.22
225°	35.14	0.3611	34.78	334.81	293.3	3.19	314.06	53.03	0.0271	1.71	2.41	233532.40	82.19
225°	40.166	0.4338	39.73	341.74	293.65	3.15	317.70	52.29	0.0273	1.75	2.46	255746.12	80.44
225°	45.059	0.4640	44.60	344.73	294	3.13	319.37	55.64	0.0275	1.76	2.48	264400.17	84.98
225°	50.434	0.5189	49.92	349.45	293.65	3.11	321.55	56.62	0.0276	1.78	2.51	282304.46	86.16

AÇI	PT	Qkayıp	Q <sub>ins.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>co</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v.10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
270°	5.28	0.0724	5.21	308.56	292.8	3.33	300.68	20.92	0.0262	1.58	2.22	108744.49	33.54
270°	10.212	0.1292	10.08	312.85	293.05	3.30	302.95	32.06	0.0263	1.60	2.25	132581.03	51.20
270°	15.548	0.1724	15.38	318.31	293.3	3.27	305.81	38.92	0.0265	1.63	2.29	159241.13	61.69
270°	20.196	0.2405	19.96	323.88	293.6	3.24	308.74	41.72	0.0267	1.66	2.33	184354.50	65.63
270°	25.3	0.2959	25.01	329	293.55	3.21	311.28	44.65	0.0269	1.68	2.37	207721.06	69.72
270°	30.25	0.3317	29.92	331.99	294.05	3.20	313.02	49.91	0.0270	1.70	2.39	217178.77	77.64
270°	35.224	0.3968	34.83	337.78	293.8	3.17	315.79	50.11	0.0272	1.73	2.43	241089.18	77.38
270°	40.131	0.4444	39.69	342.4	294.3	3.14	318.35	52.23	0.0274	1.75	2.47	253954.90	80.06
270°	45.188	0.4995	44.69	346.04	293.1	3.13	319.57	53.43	0.0275	1.77	2.48	274359.63	81.62
270°	50.132	0.5457	49.59	350.78	293.5	3.11	322.14	54.80	0.0277	1.79	2.52	287029.61	83.09

**G. 12 cm kanatçık yüksekliğinde 6 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

AÇI	PT	Q <sub>kayıp</sub>	Q <sub>ins.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
0°	5.06	0.0679	4.99	311.7	297.35	3.31	302.53	22.01	0.0263	1.60	2.25	93025,44	50,02
0°	9.875	0.1133	9.76	315.51	293.25	3.29	304.38	33.83	0.0264	1.61	2.27	115403,72	58,62
0°	15.066	0.1786	14.89	321.68	293.7	3.25	307.69	39.30	0.0266	1.65	2.32	143444,61	61,59
0°	20.165	0.2515	19.91	328.13	293.55	3.22	310.84	41.21	0.0269	1.68	2.36	175048,15	64,1
0°	25.092	0.3098	24.78	333.31	293.95	3.19	313.63	44.35	0.0271	1.71	2.40	193792,08	68,48
0°	28.702	0.3361	28.37	336.06	293.8	3.18	314.93	46.96	0.0272	1.72	2.42	206018,64	72,25
0°	35.321	0.3818	34.94	338.83	293.9	3.16	316.37	54.03	0.0273	1.73	2.44	216787,47	74,65
0°	40.5	0.4517	40.05	346.51	293.95	3.12	320.23	52.20	0.0275	1.77	2.49	242551,34	77,83
0°	44.758	0.5255	44.23	353.4	293.7	3.09	323.55	50.26	0.0278	1.80	2.54	265708,8	80,59
0°	52.46	0.6046	51.86	359.41	294.25	3.06	326.83	53.67	0.0281	1.83	2.59	278794,96	82,74
45°	4.982	0.0643	4.92	311.25	293.45	3.31	302.35	22.56	0.0263	1.67	2.24	120231,91	50,89
45°	9.99	0.1293	9.86	316.71	294.15	3.28	305.43	33.62	0.0265	1.63	2.29	144081,01	58,08
45°	15.015	0.1842	14.83	321.68	293.65	3.25	307.67	39.06	0.0266	1.65	2.32	172962,28	61,21
45°	20.265	0.2406	20.02	326.39	293.5	3.23	309.95	43.86	0.0268	1.67	2.35	196742,84	68,48
45°	25.08	0.2809	24.80	330.29	293.9	3.21	312.10	48.46	0.0270	1.69	2.38	211076,71	75,1
45°	30.08	0.3483	29.73	336.3	294.2	3.17	315.25	49.39	0.0272	1.72	2.42	233031,39	75,98
45°	35.167	0.4018	34.77	340.84	294.4	3.15	317.62	50.88	0.0273	1.75	2.46	246971,3	77,15
45°	40.165	0.4690	39.70	346.83	293.45	3.12	320.14	50.88	0.0283	1.86	2.64	277787,47	80,64
45°	45.03	0.5023	44.53	349.95	293.3	3.11	321.63	53.53	0.0276	1.79	2.52	283872,69	83,87
45°	51	0.5552	50.44	354.34	294.15	3.09	324.25	56.81	0.0279	1.81	2.55	292874,09	85,22

AÇI	PT	Qkayıp	Q <sub>ins.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>co</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
90°	4.929	0.0671	4.86	311.03	294	3.31	302.52	23.61	0.0263	1.60	2.25	113803,87	52,56
90°	9.17	0.1132	9.06	314.3	293.7	3.29	304	34.54	0.0264	1.61	2.27	134780,87	59,74
90°	15.197	0.1673	15.03	319.15	294.15	3.26	306.65	45.03	0.0266	1.64	2.30	157037,3	71,26
90°	20.034	0.2046	19.83	322.93	294.25	3.24	308.59	50.85	0.0267	1.66	2.33	174613,18	79,69
90°	25.134	0.2504	24.93	327.28	294.2	3.22	310.74	54.26	0.0269	1.68	2.36	195261,66	84,4
90°	29.952	0.2789	29.67	329.81	294.1	3.21	311.96	59.50	0.0269	1.69	2.38	207132,43	89,21
90°	35.109	0.3371	34.77	335.13	292.85	0.00319	313.99	59.83	0.0271	1.71	2.41	237864,37	92,05
90°	40.166	0.3803	39.79	338.33	292.85	3.17	315.59	62.03	0.0272	1.73	2.43	249255,2	95,08
90°	45.08	0.4213	44.66	342.74	292.9	3.15	317.82	63.58	0.0274	1.73	2.43	265052,75	96,75
90°	50.464	0.4719	49.99	348.14	292.35	3.12	320.25	63.04	0.0275	1.77	2.49	287048,46	98,24
225°	4.998	0.07375	4.92	312.18	294.155	3.30	303.17	22.19	0.0263	1.60	2.26	119590,9	50,17
225°	10.064	0.1282	9.94	316.66	293.75	3.28	305.21	33.27	0.0265	1.62	2.28	147865,19	57,53
225°	15.379	0.1845	15.19	321.86	294.55	3.25	308.21	41.24	0.0267	1.65	2.33	167796,18	64,63
225°	20.094	0.2473	19.85	327.66	294.2	3.22	310.93	42.66	0.0269	1.68	2.36	197504,69	66,36
225°	25.07	0.2988	24.77	331.86	294.7	3.19	313.28	47.28	0.0270	1.70	2.40	211165,57	73,01
225°	30.099	0.3457	29.75	335.96	294.35	3.17	315.16	50.06	0.0272	1.72	2.42	230319,15	77,02
225°	35.604	0.4139	35.19	341.54	293.7	3.15	317.72	51.04	0.0274	1.75	2.46	253352,99	79,95
225°	40.5	0.4608	40.04	345.94	295.05	3.12	320.50	54.05	0.0276	1.78	2.50	259324,72	81,95
225°	45.1656	0.4979	44.66	349.33	293.95	3.11	321.64	54.67	0.0276	1.79	2.52	277508,73	84,6
225°	50.232	0.5329	49.70	352.95	295.3	3.09	324.13	58.63	0.0278	1.81	2.55	280514,89	87,5

AÇI	PT	Qkayıp	Q <sub>T.ış.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
270°	5.096	0.0624	5.03	309.45	293.4	3.32	301.43	26.42	0.0262	1.59	2.23	109226,5	57,03
270°	10.05	0.1148	9.94	314.15	294.3	3.29	304.23	39.69	0.0264	1.61	2.27	129873,8	67,91
270°	15.066	0.1627	14.90	318.74	294.4	3.26	306.57	46.36	0.0266	1.64	2.30	152891,51	72,93
270°	20.009	0.2000	19.81	322.66	294.65	3.24	308.66	52.22	0.0267	1.66	2.33	170534	74,53
270°	25.08	0.2893	24.79	330.2	294.15	3.20	312.18	48.96	0.0270	1.1.69	2.38	208453,15	77,88
270°	30.099	0.3437	29.76	335.08	294.65	3.18	314.87	51.70	0.0272	1.72	2.42	224493,58	79,54
270°	35.072	0.3882	34.68	339.41	293.25	3.16	316.33	54.66	0.0273	1.73	2.44	251746,76	83,49
270°	40.131	0.4346	39.70	344.01	293.5	3.14	318.76	56.45	0.0274	1.76	2.47	265163,83	85,59
270°	43.766	0.4608	43.31	344.55	293.4	3.14	318.98	58.34	0.0274	1.76	2.48	267440,9	88,46
270°	50.064	0.5231	49.54	351.28	292.7	3.11	321.99	58.52	0.0277	1.79	2.52	293543,9	90,1

## H. 12 cm kanatçık yüksekliğinde 12 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°

AÇI	PT	Q <sub>kayıp</sub>	Q <sub>ins.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	ú.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
0°	4.929	0.0440	4.89	311.23	293.3	3.31	302.27	22.22	0.0263	1.59	2.24	91140,66	55,35
0°	10.01	0.0835	9.93	314.21	293.45	3.29	303.83	36.95	0.0264	1.61	2.26	108304,34	63,56
0°	14.902	0.1168	14.79	317.51	293.2	3.28	305.36	46.73	0.0265	1.62	2.29	124889,34	73,78
0°	19.53	0.1491	19.38	320.5	293.6	3.27	307.05	53.56	0.0266	1.64	2.31	138826,84	84,26
0°	25.32	0.1924	25.13	324.23	293.8	3.24	309.02	60.18	0.0267	1.66	2.34	156008,63	93,96
0°	29.21	0.2213	28.99	326.64	293.8	3.22	310.22	63.62	0.0268	1.67	2.35	166762,52	98,96
0°	35.25	0.2682	34.98	330.64	293.4	3.21	312.02	66.60	0.0270	1.69	2.38	186419,72	103,22
0°	40.081	0.3047	39.78	334.05	294.2	3.18	314.13	70.23	0.0271	1.71	2.41	195518,23	108,84
0°	45.03	0.3431	44.69	337.48	294.05	3.17	315.77	71.73	0.0272	1.73	2.43	209691,61	110,36
0°	50.064	0.3754	49.69	339.8	293.1	3.16	316.45	73.65	0.0273	1.74	2.44	224163,44	112,9
45°	5.022	0.0443	4.98	310.26	293.25	3.31	301.76	24.23	0.0262	1.59	2.24	114895,77	58,55
45°	9.72	0.0795	9.64	312.1	292.4	3.31	302.25	38.86	0.0263	1.59	2.24	133065,65	66,82
45°	14.996	0.1218	14.87	315.33	293.35	3.29	304.34	52.34	0.0264	1.61	2.27	143809,88	82,96
45°	20.072	0.1506	19.92	318.14	293.25	3.27	305.70	60.35	0.0265	1.63	2.29	158477,07	95,29
45°	24.99	0.1814	24.81	320.53	293.25	3.26	306.89	67.45	0.0266	1.64	2.31	170617,28	106,1
45°	29.44	0.1948	29.25	323.44	293.45	3.24	308.45	71.23	0.0267	1.66	2.33	182588,89	109,45
45°	34.965	0.2476	34.72	327.88	292.65	3.22	310.27	70.36	0.0268	1.67	2.35	210087,91	111,63
45°	40.54	0.2852	40.54	330.98	292.4	3.21	311.69	74.20	0.0269	1.69	2.37	224723,81	113,74
45°	44.588	0.2930	44.30	332.89	290.85	3.21	311.87	73.71	0.0269	1.69	2.38	243848,99	114,24
45°	50.325	0.3413	49.98	335.91	289.8	3.20	312.86	73.38	0.0270	1.70	2.39	263946,04	115

AÇI	PT	Qkayıp	Q <sub>ins.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>co</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
90°	5.005	0.0470	4.96	311.16	294.15	3.31	302.66	22.41	0.0263	1.60	2.25	113670,22	55,65
90°	9.842	0.0723	9.77	313.2	293.35	3.30	303.28	36.70	0.0263	1.60	2.26	131662,75	68,39
90°	15.088	0.1010	14.99	315.9	293.9	3.28	304.9	49.93	0.0265	1.62	2.28	141991,89	79,13
90°	20.034	0.1431	19.89	318.61	294.15	3.26	306.38	58.66	0.0266	1.63	2.30	154587,9	92,27
90°	25.016	0.1711	24.84	322.18	294.6	3.24	308.39	67.04	0.0267	1.65	2.33	168933,7	105,06
90°	29.056	0.1920	28.86	324.41	294.35	3.23	309.38	70.69	0.0268	1.66	2.34	181670,51	110,78
90°	34.914	0.2391	34.67	327.44	294.3	3.22	310.87	74.99	0.0269	1.68	2.36	195615,82	117,08
90°	39.634	0.2623	39.37	330.7	294.4	3.20	312.55	79.84	0.0270	1.70	2.39	207790,97	124,2
90°	44.997	0.2999	44.70	333.79	294.65	3.18	314.22	81.64	0.0271	1.71	2.41	219508,67	126,53
90°	50.16	0.3431	49.82	338.13	295.2	3.16	316.67	85.38	0.0273	1.74	2.44	232233,99	131,35
225°	5.04	0.0292	5.01	308.24	293.4	3.33	300.82	29.25	0.0262	1.58	2.22	102396,46	61,71
225°	9.99	0.0660	9.92	311.43	293.45	3.31	302.44	44.91	0.0263	1.60	2.25	120152,29	71,45
225°	15.015	0.0932	14.92	314.19	293.6	3.29	303.90	56.92	0.0264	1.61	2.27	134715,45	90,21
225°	20.055	0.1227	19.93	317.01	293.75	3.28	305.38	65.49	0.0265	1.62	2.29	149468,59	103,41
225°	24.966	0.1497	24.82	319.41	293.5	3.26	306.46	71.70	0.0266	1.64	2.30	162753,45	112,79
225°	29.952	0.1810	29.77	322.24	293.65	3.25	307.95	76.62	0.0267	1.65	2.32	176417,83	120,08
225°	35.28	0.2059	35.07	324.75	294.25	3.23	309.5	83.76	0.0268	1.67	2.34	183225,92	124,78
225°	40.23	0.2413	39.99	327.31	293.1	3.22	310.21	83.78	0.0268	1.67	2.35	204005,32	130,32
225°	43.489	0.2642	43.22	329.53	294.05	3.21	311.79	86.89	0.0269	1.69	2.38	205798,34	134,66
225°	50.362	0.2965	50.07	332.66	293.85	3.19	313.26	91.04	0.0270	1.70	2.40	220541,87	140,87

AÇI	PT	Qkayıp	Q <sub>T.ıs.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>co</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
270°	5.005	0.0351	4.97	308.03	293.45	3.33	300.74	29.73	0.0262	1.58	2.22	94634,51	67,48
270°	9.6	0.0739	9.53	311.34	294.05	3.30	302.70	45.38	0.0263	1.60	2.25	115192,26	82,2
270°	14.694	0.0922	14.60	313.79	293.6	3.29	303.70	58.30	0.0264	1.61	2.26	132682,85	92,4
270°	20.009	0.1324	19.88	316.75	293.25	3.28	305	65.91	0.0266	1.62	2.28	151673,16	104,07
270°	24.6	0.1637	24.44	319.48	293.5	3.26	306.49	71.18	0.0266	1.64	2.30	163193,16	111,97
270°	30.096	0.1926	29.90	322.69	293.8	3.25	308.25	78.39	0.0267	1.65	2.33	177503,91	122,85
270°	35.074	0.2215	34.85	325.85	294.15	3.22	310.5	84.15	0.0268	1.68	2.36	187115,92	131,39
270°	40.086	0.2567	39.83	329.24	293.25	3.21	311.25	85.17	0.0269	1.69	2.37	209637,37	132,49
270°	45.151	0.2831	44.87	332.86	292.85	3.20	312.86	88.64	0.0270	1.70	2.39	229028	137,38
270°	50.193	0.3192	49.87	336.69	293.1	3.18	314.90	89.77	0.0272	1.72	2.42	242039,95	138,62



**I. 12 cm kanatçık yüksekliğinde 18 kanatçık için 0°,45°,90°,225° ve 270°**

AÇI	PT	Q <sub>kayıp</sub>	Q <sub>Taş.</sub>	Tw	T <sub>∞</sub>	β <sub>10-3</sub>	Tf	h	k	v. 10-5	á.10-5	Ra	Nu
0°	5.096	0.0624	5.034	309.73	293.2	3.32	301.47	23.95	0.0262	1.59	2.23	112493,09	63,1
0°	10.008	0.0827	9.93	314.54	292.8	3.29	302.67	37.54	0.0264	1.61	2.26	142869	69,5
0°	15.3	0.1370	15.16	318.79	293.9	3.27	306.35	47.36	0.0266	1.63	2.30	157788,04	84,5
0°	20.4	0.1839	20.22	322.56	294.1	3.24	308.36	52.43	0.0267	1.65	2.33	174017,63	92,17
0°	25.016	0.2213	24.80	325.9	294	3.23	309.95	56.28	0.0268	1.67	2.35	190820,82	97,87
0°	30.135	0.2538	29.88	328.79	293.9	3.21	311.35	60.83	0.0269	1.68	2.37	204438,71	104,66
0°	34.188	0.2844	33.90	331.96	293.8	3.20	312.88	63.19	0.0270	1.70	2.39	218438,11	107,93
0°	41.76	0.3510	41.41	339.04	291.75	3.17	315.40	64.73	0.0272	1.73	2.43	252076,65	111,22
0°	44.66	0.3721	44.29	341.5	294.1	3.15	317.8	69.23	0.0274	1.75	2.46	259174,98	117,66
0°	51.168	0.4500	50.72	345.71	294.3	3.13	320.01	67.71	0.0275	1.77	2.49	265360,46	120,73
45°	5.2	0.0476	5.15	310.16	293.75	3.31	301.96	26.27	0.0262	1.59	2.38	104322,83	66,61
45°	10.074	0.0872	9.99	313.8	293.85	3.29	303.83	39.64	0.0264	1.61	2.26	131105,63	72,83
45°	15.015	0.1177	14.90	316.61	294	3.28	305.31	50.66	0.0265	1.62	2.29	145291,7	79,99
45°	19.98	0.1407	19.84	319.14	294.05	3.26	306.60	59.54	0.266	1.64	2.30	157602,63	93,66
45°	24.94	0.1688	24.77	322.44	295.3	3.24	308.87	68.05	0.0267	1.66	2.34	164531,02	103,24
45°	29.86	0.2011	29.67	328.43	293.55	3.23	309.81	74.19	0.0268	1.67	2.35	175327,84	112,81
45°	35	0.2443	34.76	328.43	293.55	3.22	310.99	72	0.0269	1.68	2.36	205886,53	115,84
45°	39.837	0.2642	39.57	331.1	293.25	3.20	312.18	75.38	0.0270	1.69	2.38	218861,35	118,81
45°	42.66	0.2875	42.37	333.06	293.9	3.19	313.48	78.78	0.0271	1.71	2.40	221229,43	122,09
45°	49.18	0.3043	48.88	335.81	293.55	3.18	314.68	83.81	0.0271	1.72	2.42	234654,93	129,41

AÇI	PT	Qkayıp	Q <sub>ins.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>co</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
90°	4.998	0.0291	4.97	307.53	293.2	3.33	300.37	21.78	0.0261	1.57	2.22	89507,24	83,61
90°	9.66	0.0501	9.61	309.49	292.85	3.32	301.17	48.12	0.0262	1.58	2.23	113958,4	91,84
90°	14.94	0.0707	14.87	312.25	293.25	3.30	302.75	63.80	0.0263	1.60	2.25	126584,91	101,5
90°	19.796	0.1016	19.69	314	293.55	3.29	303.78	75.77	0.0264	1.61	2.26	134391,49	120,1
90°	25.2	0.1285	25.07	320.56	293.6	3.26	307.08	85.36	0.0266	1.64	2.31	168615,91	134,8
90°	30.38	0.1528	30.23	327.7	294.4	3.22	311.05	91.58	0.0269	1.68	2.37	195730,88	144,6
90°	35.018	0.1772	34.93	334.78	294.65	3.18	314.72	100.5	0.0271	1.72	2.42	222827,79	158,1
90°	39.6	0.1954	39.40	341.58	294.7	3.14	318.14	103.9	0.0274	1.75	2.46	248519,79	162,9
90°	44.37	0.2184	44.15	347.65	294.35	3.12	321	105.3	0.0276	1.78	2.51	270523,48	165
90°	50.071	0.2407	49.83	354.2	294.55	3.08	324.38	109.1	0.0279	1.81	2.56	288177,13	170,4
225°	5.141	0.5001	5.09	309.18	293.55	3.32	301.37	27.70	0.0262	1.58	2.23	103817,31	69,25
225°	9.62	0.0765	9.54	311.58	293.9	3.30	302.74	44.14	0.0263	1.60	2.25	117790,59	75,22
225°	15.12	0.1142	15.01	315.1	293.7	3.29	304.4	54.58	0.0264	1.62	2.27	139150,79	86,51
225°	19.982	0.1615	19.82	319.28	293.95	3.26	306.62	58.81	0.0266	1.64	2.30	159110,19	92,51
225°	24.955	0.207	24.75	323.05	294	3.24	308.53	62.53	0.0267	1.66	2.33	176865,86	97,99
225°	29.988	0.2163	29.77	325.59	293.6	3.23	309.60	69.17	0.0268	1.67	2.35	191359,18	108
225°	35.052	0.2494	34.80	328.84	293.85	3.21	311.35	74.06	0.0269	1.68	2.37	205025,66	115,2
225°	39.69	0.2689	39.42	330.96	294.1	3.20	312.53	78.93	0.0270	1.70	2.39	210996,56	120,7
225°	45.122	0.3212	44.80	335.39	293.85	3.18	314.62	78.13	0.0271	1.72	2.42	230657,02	122,4
225°	50.132	0.3295	49.80	337.63	293.8	3.17	315.72	82.51	0.0272	1.73	2.43	240212,3	127

AÇI	PT	Qkayp	Q <sub>tas.</sub>	T <sub>w</sub>	T <sub>∞</sub>	β10 <sup>-3</sup>	T <sub>f</sub>	h	k	v. 10 <sup>-5</sup>	α.10 <sup>-5</sup>	Ra	Nu
270°	5.1	0.0336	5.07	307.69	294.85	3.32	301.27	32.58	0.0273	1.75	2.46	87934,25	77,03
270°	10.22	0.069	10.151	313.83	294.8	3.29	304.32	50.79	0.0276	1.78	2.50	124508,74	87,7
270°	15.13	0.0942	15.04	321.25	294.95	3.25	308.1	64.83	0.0278	1.80	2.54	162287,12	102,74
270°	19.796	0.1165	19.68	328.05	295.05	3.21	311.55	75.49	0.0280	1.82	2.58	192220,99	119,64
270°	25.08	0.1435	24.94	333.95	295.25	3.18	314.6	85.09	0.0281	1.84	2.61	214887,5	134,36
270°	30	0.1684	29.83	340.84	294.2	3.15	317.52	87.41	0.0273	1.75	2.46	248034,92	137,5
270°	34.952	0.1930	34.76	347.1	294.05	3.12	320.58	89.32	0.0276	1.78	2.50	270331,62	139,98
270°	40.131	0.2234	39.91	352.26	294.3	3.09	323.28	89.92	0.0278	1.80	2.54	284706,59	140,4
270°	43.452	0.2568	43.20	357.31	294.05	3.07	325.68	91.87	0.0280	1.82	2.58	301582,19	143,44
270°	50.16	0.2863	49.87	361	294.35	3.05	327.68	97.78	0.0281	1.84	2.61	307651,15	152,1

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Amisi KOY KOY  
**Uyruğu** : Demokratik Kongo  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Kinşasa, 31.12.1989  
**Telefon** : 0542 764 77 95  
**Faks** : -  
**e-mail** : amisikoy5@gmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Génie Lisesi, KINSHASA	2009
Üniversite	: Ista Üniversitesi, KINSHASA	2015
Yüksek Lisans	: Konya Teknik Üniversitesi, KONYA	-
Doktora	:	

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
-----	-------	--------

**UZMANLIK ALANI** : Isı transferi

**YABANCI DİLLER** : Türkçe

**BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER** : -

**YAYINLAR:** Çevresine Üçgen Şeklinde Kanatçıklar Yerleştirilmiş Silindirlere Doğal Taşınım İle Isı Transferinin Deneysel İncelenmesi, Amisi Koy Koy, Ulaş Atmaca, Selçuk Zirvesi 1. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 7-8 Aralık 2019 KONYA, Uygulamalı Bilimler Kongresi Kitabı, sayfa 63, ISBN: 978-605-80174-2-9