

## BRIDGELUX LEDLER ÜZERİNDEKİ TERMAL ETKİ VE UYGUN SOĞUTUCU SEÇİMİ

LED'lere gerilim uygulandığında yarıiletken malzemenin üzerinden bir akım geçmektedir. Bu akımın etkisi ile LED üzerinde ısınma meydana gelir. Uygulanan gücün bir kısmı burada yaşanan ısınmaya gittiği için enerjinin %100'ü ışığa çevrilemez. COB LED uygulamalarında temel amaç açığa çıkan bu ısıyı mümkün olduğunca dışarıya aktarmaktır.

$$Q_t = V F_{max} * I_f * 0,085 \quad (1)$$

Qt: Güç

VFmax: Uygulanan gerilimin maksimum değeri

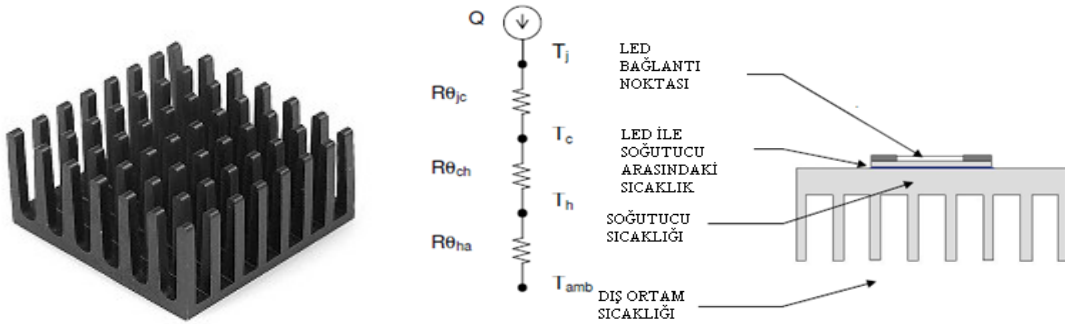
If: LEDi sürdüğümüz akım değeri ( maksimum güç değeri için LED'lerin katalog değeri dikkate alınmalıdır.)

Güç kaynakları çalıştığı zaman belli bir ısıya ulaştıkları için monte edilirken olabildiğince LED'lerin uzağına monte edilmelidir. Gerekliyorsa soğutucudan ayrı monte edilmelidir. Burada dikkat edilmesi gereken ebat ve maliyet ölçütleridir.

## SICAKLIK GEÇİŞİ VE UYGUN SOĞUTUCU SEÇİMİ

LED'ler yüzeye yerleştirilirken termal macun veya termal pad kullanılmalıdır. LED yüzeye olabildiğince sıfıra sıfır temas etmeli ve en fazla hava boşluğu 0,3mm olmamalıdır. İdeal bir soğutma sağlamak için kullanılacak LED'e göre soğutucu kanalları 0,15mm ile 0,3mm arasında olmalıdır. Kanallar fazla ince olduğu zaman malzemenin ısı geçirgenliği kaybolmaktadır. Fazla kalın bir yapıda kullanıldığı takdirde ise ısı dağılımı olmayıp ısıyı tek bir noktada odaklamış oluruz.

Soğutucu tercih edilirken gözeneklerin sıcak havayı dış ortama verebilecek ve soğuk havayı da LED ile arasındaki temas yüzeyine yansıtacak şekilde olması gerekmektedir.



Şekil 1: Termal Devre

### Bazı Malzemelerin Isı İletkenlikleri;

Demir: 79,5 W/mK      Alüminyum: 205 W/mK

Bakır: 385 W/mK      Hava(0°C'de): 0,024 W/mK

**Q:** LED üzerinden geçen sıcak-soğuk hava girişi

**T<sub>j</sub>:** LED üzerindeki bağlantı noktasında meydana gelen ısı miktarı

**T<sub>c</sub>:** LED'in kılıfında meydana gelen ısı miktarı

**T<sub>h</sub>:** LED ile soğutucunun birleştiği yüzeyde meydana gelen ısı miktarı

**T<sub>a</sub>:** Dış ortamdaki ısı miktarı

**RQ<sub>jc</sub>:** LED'in bağlantı noktası ile kılıf arasındaki termal direnç

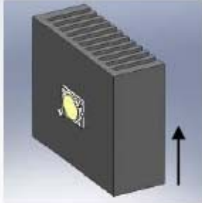
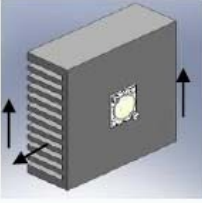
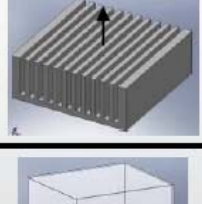

**RQ<sub>ha</sub>:** Soğutucunun termal direnci

**RQ<sub>ch</sub>:** LED'in kılıfı ile soğutucu arasındaki termal direnç

**NOT:** RQ<sub>ch</sub> değeri kullanılan termal macunun veya pad'in yapısına göre değişmektedir. Aynı zamanda LED ile soğutucu arasında yalıtkan bir malzeme kullanılmış ise örneğin mika vb. RQ<sub>ch</sub> değeri 0,2 °C ile 0,5 °C arasında tercih edilmelidir.

$$RQ_{ha} = (T_h - T_a) / Q_t \quad RQ_{ch} = (T_c - T_h) / Q_t \quad (2)$$

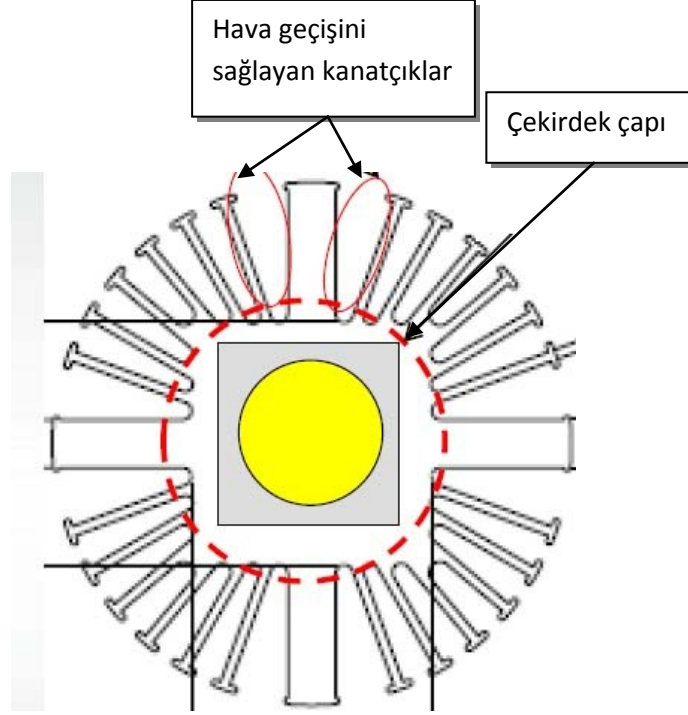
Soğutucu konumlandırmasında aşağıdaki grafikteki gibi kayıplar yaşanmaktadır. Fiziksel olarak soğutma kanallarının dikey olması gerekmektedir.

Fin Orientation	Illustration	Guideline
		Typical Relative Effectiveness
Vertical		100%
Horizontal		85%
Horizontal Down		60%
Vertical (Inside a 6 x 7 x 7 in <sup>3</sup> Non-Conducting Box)		—

Tablo-1: Soğutucu Konumlandırması

## Dairesel Soğutma Sistemleri

Ampul, Down-light gibi ürünlerde kullanılması zaruri olan dairesele soğutma sistemlerinin dizaynında dikkat edilmesi gereken durumlar;



Şekil-2: Dairesel Soğutucu

Kanatçıklar arasındaki hava boşlukları soğutmaya sağlar. COB LED'lerin alt kısmında hava boşluğu bulunmayacak şekilde kanatçıklar arasındaki derinliği arttırmak gerekmektedir. Kanatçıklarda derinlik ne kadar artarsa o kadar iyi soğutma sağlanır.

## TERMAL ARAYÜZ SEÇİMİ

Yüzey ile pad arasında veya macun arasında hava boşluğu olmamalıdır. Kullanılacak macunun termal iletimine, sıcaklık profiline, elektrik geçirgenliğine ve aradaki boşluğu tam doldurup doldurmadığına bakılmalıdır.

### Örnek 1:

Kullanılan LED: BXRA-C1202-00000 Sürüldüğü Akım: 1050 mA

Ta: 40°C Tc: 85°C (yeni modeller için) RQch: 0,07°C

Bu bilgiler doğrultusunda nasıl bir soğutucu tasarlanması gerektiğini hesaplamalıyız.

İdeal bir soğutma için 1 watt'lık bir tüketime 8cm\*8cm'lik kare bir soğutucu tasarlanmalıdır. Burada yapılan hesabın amacı minimum düzeyde ne kadar bir soğutma alanına ihtiyacımız olduğunu belirlemektir.

$$Q_t = V F_{max} * I F * 0,085 = 13,8V * 1050mA * 0,85 = 12,3 \text{ Watts}$$

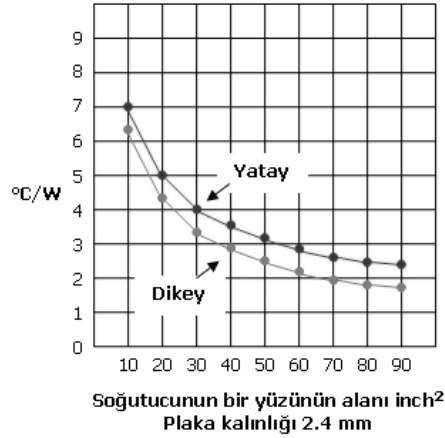
**NOT:** Eğer kullanılacak soğutucu modelinde soğutma kanalları yere dik bir şekilde tasarlanmamış ise karekök içinde  $Q_t$  değerinin 10 katı alınarak yüzey miktarına ulaşılabilir. ( $\sqrt{12,3 \cdot 10} = 28,16 \text{ cm}^2$ )

$$R_{Qch} = (T_c - T_h) / Q_t \quad T_h = T_c - (R_{Qch} \cdot Q_t) = 85^\circ \text{C} - (0,07^\circ \text{C/W} \cdot 12,3 \text{W}) = 98^\circ \text{C}$$

$$R_{Qha} = (T_h - T_a) / Q_t = (98^\circ \text{C} - 40^\circ \text{C}) / 12,3 \text{Watts}$$

$$R_{Qha} = 4,71^\circ \text{C/W}$$

Bulunan bu değer ile kullanılacak malzemenin yapısına bağlı olarak bir kıyaslama yapmak gerekmektedir. Malzemenin termal direncine bağlı olarak yüzey miktarını gösteren diyagram incelenmelidir. İdeal bir soğutma için Watt başına  $64,5 \text{ cm}^2$ 'lik bir alana ihtiyaç vardır.



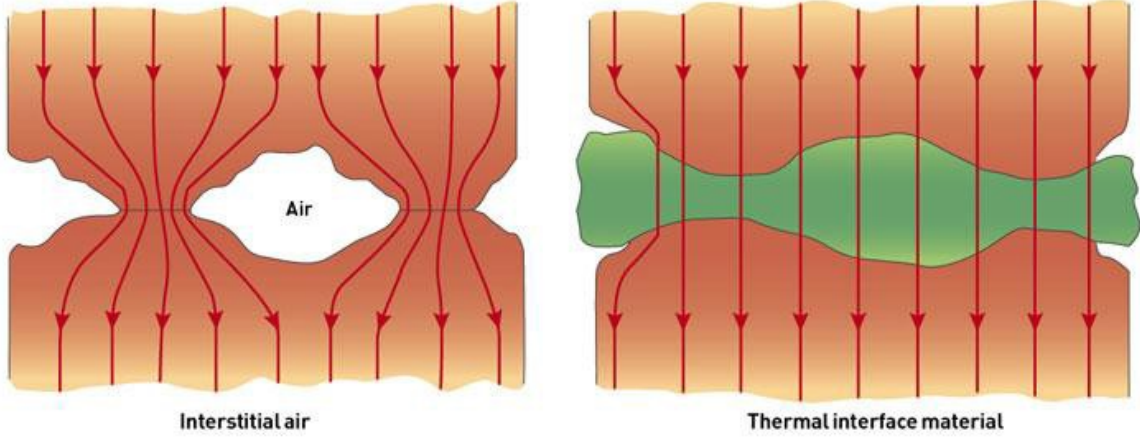
Şekil-3: Soğutucu Alanı- Termal iletim

### Termal Dizayn Proses

- 1) Fiziksel sınırların ve estetik ölçülerin belirlenmesi
- 2) Sıcaklık sınırlarının belirlenmesi
- 3) Yönlendirmenin belirlenmesi
- 4) Güç hesabının yapılması
- 5) Termal materyalin belirlenmesi
- 6) Termal direncin hesaplanması
- 7) Soğutucu sistemin hesaplanması
- 8) Dizaynın bilgisayar ortamında test edilmesi
- 9) Prototip yapılması
- 10) Prototip'in test edilmesi- sınırların belirlenmesi

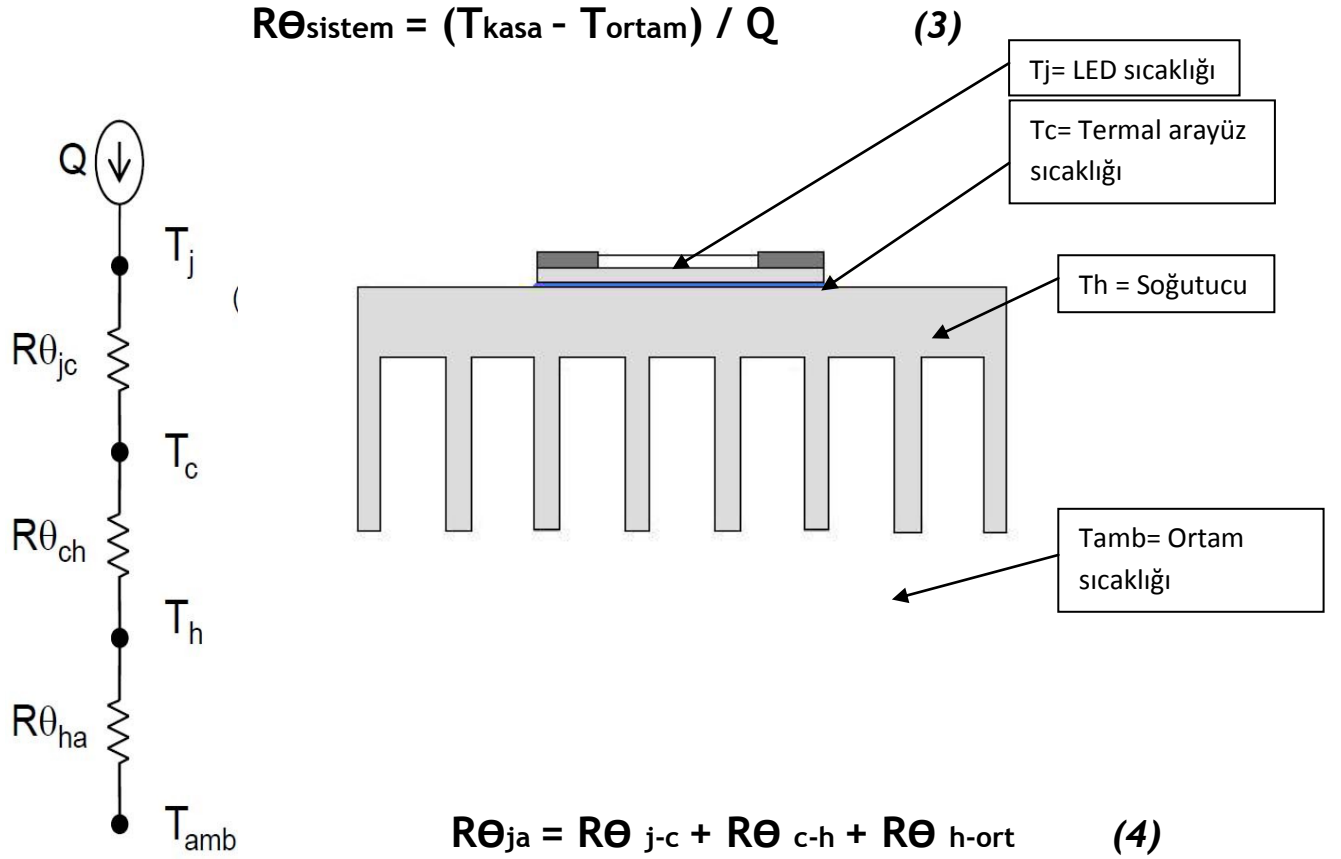
## Termal Materyal Seçimi

İki termal transfer yüzeyi arasındaki boşlukları gidermek ve ısıyı daha iyi iletebilmek için araya termal direnci düşük, iletkenliği yüksek malzeme konulması gerekmektedir.



Şekil-4: PCB ile soğutucu arasındaki boşluğun giderilmesi

## Termal Direnç Eşitliği



Şekil-5: Soğutucu Termal Direnci Hesabı