

ARPRO'nun ısı direnci özellikleri uygulamanın türüne bağlı olarak oldukça kritik bir öneme sahip olabilir.

Aşağıda, bu dokümanın kapsamındaki teknik bilgiler yer almaktadır:

1. Beklenen ARPRO ömrü – estetik bozulma
2. Beklenen ARPRO ömrü – performans bozulması
3. Eskime doğrultusunda mekanik özelliklerde gerçekleşen değişim
4. Kullanım doğrultusunda mekanik özelliklerde gerçekleşen değişim
5. Eskime doğrultusunda kalıplanmış parça boyutlarında gerçekleşen değişimler
6. Kullanım doğrultusunda kalıplanmış parça boyutlarında gerçekleşen değişimler
7. Isı yalıtımı

## 1. Beklenen ARPRO ömrü – estetik bozulma

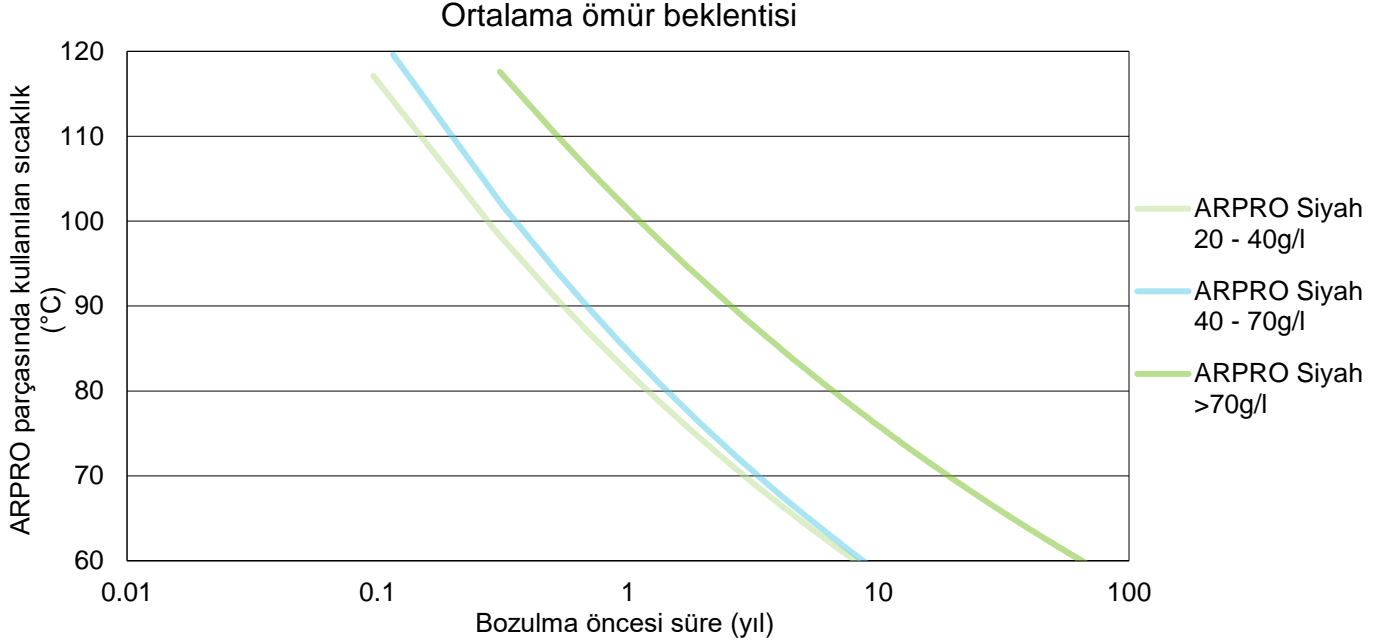
“Beklenen ARPRO ömrü”, mutlak sıcaklık, sürekli olarak uygulanan sıcaklık süresi ve uygulamanın kalıplanmış yoğunluğu ile bağlantılıdır. Bu dokümanda yer alan veriler, ARPRO'nun sürekli olarak uygulanan sıcaklıklarda nasıl bir performans gösterdiği hakkında bilgi verir. Bu bölümde yer alan grafikler, birçok farklı sıcaklıklarda ve hiçbir parçaya kuvvet uygulamadan ortaya çıkan ilk bozulma belirtilerini göstermektedir.

**Test yöntemi:** ARPRO kalıplanmış parçalar, 85°C ve 120°C arasında değişen sıcaklıklarda kuru bir fırına maruz bırakılmıştır. Veri toplama işlemi ilk bozulma belirtisinde (örneğin tozlanma veya polimerik zincirlerin kırılması gibi) durdurulmuştur. Test edilen yoğunluklar, 20g/l ve 100g/l yoğunluktaki ARPRO Siyah.

**Kriter:** İlk bozulma belirtileri, numunenin tozlanmış bir duruma gelmesiyle ortaya çıkar. Bu da söz konusu sıcaklıkta ömür hesaplaması yapabileceğiniz bir veri noktası sunar. Genellikle tozlanma, kalıplanmış parçaların köşe ve kenarlarında başlar (resmi inceleyiniz). Bozulma işaretleri ortaya çıktığında ARPRO parçaları kuru fırından çıkarılır. Tozlanma meydana gelmediği sürece fiziksel özelliklerde herhangi bir düşme meydana gelmez.



Bu bölümde yer alan grafik, birçok farklı sıcaklıklarda ve hiçbir parçaya kuvvet uygulamadan ortaya çıkan ve beklenen ilk bozulma belirtilerini göstermektedir.



Eğrileri kullanmak için beklenen minimum ömür veya ortalama işlevsel sıcaklığın bilinmesi gerekmektedir. Örneğin, uygulamanın 10 yıllık bir ömrü varsa ARPRO 60°C veya altındaki sürekli bir işlevsel sıcaklıkta kullanılabilir. Uygulamanın sıcaklık profili kullanması gerekirse (bu profil, değişken sıcaklıklar veya hem kış hem yaz sezonlarında olabilir) o zaman ön görülen ömrü elde etmek için ortalama sıcaklık referans alınmalıdır.

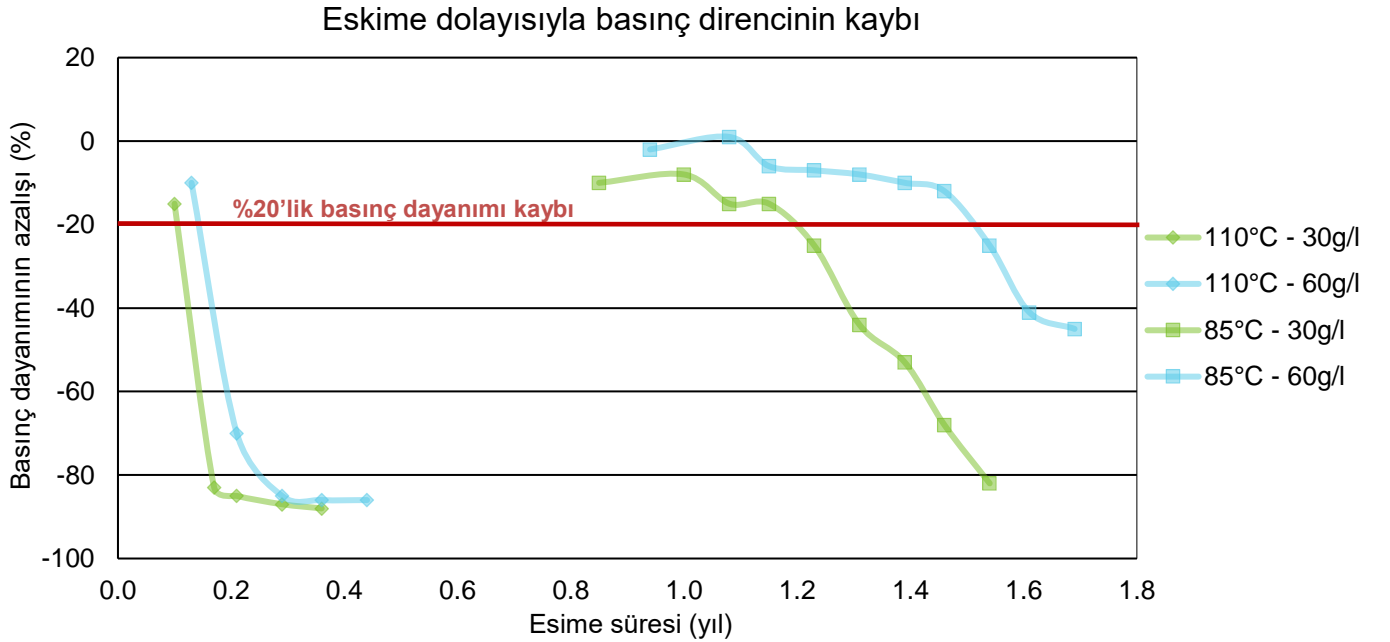
Notlar: Daha kısa bir ömre neden olabilecek birtakım hızlandırıcı faktörler mevcuttur.

- UV ışınlarına maruz kalma (Daha fazla bilgi için lütfen bizimle "kaplama metodu" ile ilgili iletişime geçin).
- Kullanım sıcaklığına bağlı olarak bakır parçalara doğrudan temas. Bakırın ARPRO bozulması üzerindeki etkisi, 100°C üzerindeki sıcaklıklarda 3 ile 6 kat daha hızlıdır ancak 80°C'nin altındaki sıcaklıklarda neredeyse önemsizdir. ARPRO ve bakır arasındaki teması engellemek için şu çözümler uygulanabilir:
  - Hava katmanı.
  - Koruyucu katman olarak kullanılabilen farklı bir malzeme (örneğin alüminyum folyo).
  - Bakır epoksi boya ile boyamak.

## 2. Beklenen ARPRO ömrü – performans bozulması

Uygulamaya bağlı olarak (görülebilir veya görünmeyen) pudralama her zaman doğru “başarısızlık kriterleri” değildir, çünkü mekanik özellikler ilk meydana geldiğinde etkilenmez. Basınç dayanımının kaybı, zaman ve ısıyla ilişkilidir (her bir eğrinin başlangıç noktası, 1. kısımda yer alan “Ömür beklentisi” grafiğinden gelmektedir). Düşük sıcaklıklarda oluşan bozulma, yüksek sıcaklıklarla kıyaslandığında oldukça azdır.

**Test yöntemi:** ARPRO kalıplanmış parçalar, 85°C ve 110°C arasındaki sıcaklıklarda kuru bir fırına maruz bırakılmıştır. İlk estetik bozulma belirtisi ortaya çıktığında (1. kısmı inceleyin), ARPRO kalıplanmış parçalarının basınç direnci düzenli olarak görüntülenmektedir. ARPRO kalıplanmış parçalarının performansı genellikle basınç dayanımı %20'nin üzerinde olduğunda tehlikeli olarak kabul edilmektedir. Test edilen yoğunluklar ARPRO Siyah 30g/l ve 60g/l yoğunluklarıdır.



**Test sonuçlarının yorumlanması:** Düzenli 110°C'lik sürekli sıcaklıkta, 30g/l ve 60g/l'lik ARPRO, küçülmeye başlayacak ve performansını iki ay sonra kaybedecektir. 85°C'lik sürekli sıcaklıkta 30g/l'lik ARPRO, 15 ay sonra başlangıç basınç dayanımının %20'sini kaybedecektir. 60g/l'lik ARPRO'da ise bu durum 18 ay sonra gerçekleşecektir.

### 3. Eskime doğrultusunda mekanik özelliklerde gerçekleşen değişim

Isıya maruz kalma ARPRO'yu yumuşatacağı için malzemenin mekanik özelliklerini uzun bir sürede geri dönülemez bir şekilde değiştirecektir. Fakat sıcaklık tekrar ortam sıcaklığında döndüğünde eskime duracaktır.

**Test yöntemi:** Sıkışma direnci ve gerilme direnci, eskimeden önce ve sonra ölçülmektedir. Örnekler 400 x 300 x 80mm bloklardan kesilmekte ve 10 gün boyunca ISO 2440 doğrultusunda 110°C'de veya 5 gün boyunca 130°C'de eskitemektedir. Test edilen yoğunluk ARPRO Siyah 60g/l'dir.

Test	Yöntem	Birim	Sonuç	Sonuç
Isıdan kaynaklı eskime	ISO 2440		110°C - 10 gün	130°C - 5 gün
Gerilme direnci				
Başlangıç ortam sıcaklığı	ISO 1798	kPa	930	930
Isıdan kaynaklı eskime sonrasında değişmektedir		%	15'e kadar*	15'e kadar*
Gerilme uzaması				
Başlangıç ortam sıcaklığı	ISO 1798	%	25	25
Isıdan kaynaklı eskime sonrasında değişmektedir		%	15'e kadar*	30'e kadar*
Basınç dayanımı %25 gerinim				
Başlangıç ortam sıcaklığı	ISO 844	kPa		
Isıdan kaynaklı eskime sonrasında değişmektedir		%	5'e kadar*	10'e kadar*

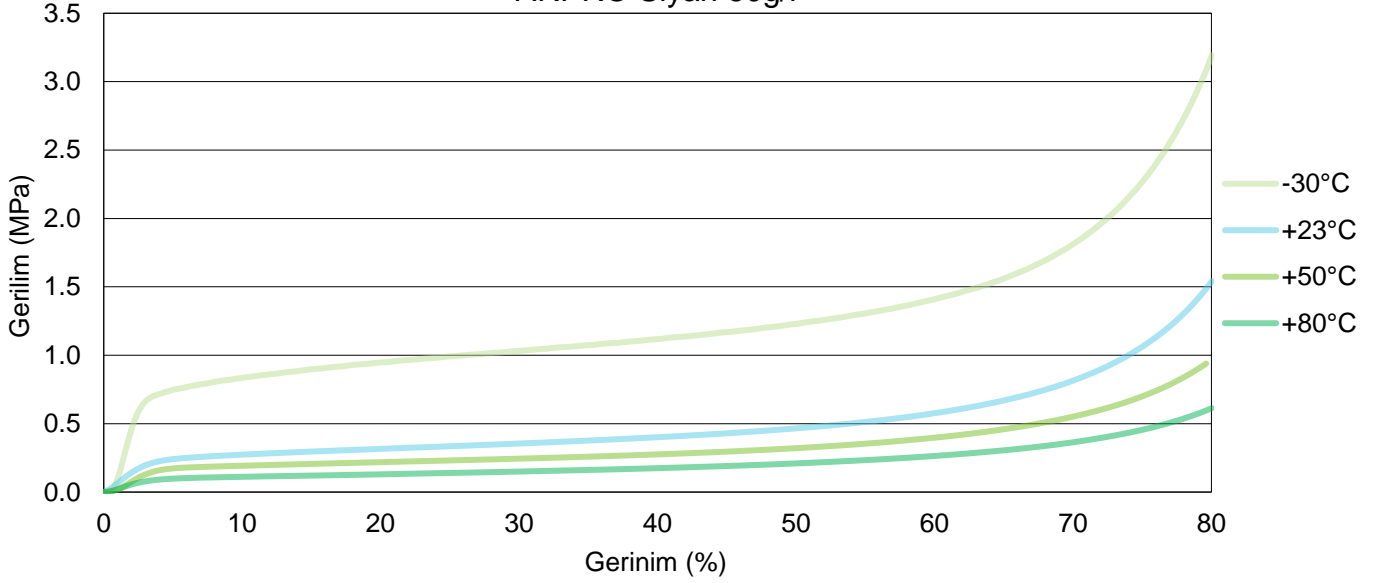
\* Mal varyasyonunun parçası test varyasyonu ile bağlantılıdır. Özellikle uzama söz konusu olduğunda gerilme test sonuçları, sıkıştırma sonuçlarıyla kıyaslandığında çok daha fazla değişkenlik gösterir. Diğer varyasyon ise, örneklerin yoğunlaştırılması doğrultusunda veya eskime sürecinde ortaya çıkan az miktardaki çekilme payı doğrultusunda oluşur.

#### 4. Kullanım doğrultusunda mekanik özelliklerde gerçekleşen değişim

Isıya maruz kalma ARPRO'yu yumuşatır, bu durum da kullanım esnasında materyalin mekanik özelliklerini değiştirebilir ancak bu değişimler geri döndürülebilir yapıdadır. Sıcaklık tekrar ortam sıcaklığında döndüğünde ARPRO'nun mekanik özellikleri ortam sıcaklığındakine geri dönecektir.

**Test yöntemi:** ISO 844 doğrultusunda 5mm/dakika hızında sıkıştırma. Test edilen yoğunluk ARPRO Siyah 60g/l'dir.

Basınç özellikleri - ISO 844  
ARPRO Siyah 60g/l



**Test sonuçları:** ARPRO'ya ısı uygulandığında malzeme yumuşayacaktır ancak yüksek sıcaklıkta bile kalan direncini koruyacaktır. Camlaşma (yaklaşık -10°C) ısısının altında bile test edildiğinde sıcaklık fark etmeksizin genel termoplastik davranış stabil kalacaktır.

## 5. Eskime doğrultusunda kalıplanmış parça boyutlarında gerçekleşen değişimler

Kalıplanmış parçalarda ARPRO partikülleri yer almaktadır. Her bir partikülün boyutları ısıdan etkilenebildiğinden, kalıplanmış parça boyutları da ısıdan etkilenecektir.

Soğuk sıcaklıklar boyutlar üzerinde daha zayıf bir etkiye sahiptir, en kuvvetli varyasyonlara yüksek sıcaklıkta rastlanmaktadır. Oluşan etki, uygulanan sıcaklık, eskime süresi ve test edilen yoğunluğa bağlı olarak parçalarda küçük çaplı bir çekilme oluşmasıdır. 1g/l ile 5g/l'lik küçük çaplı bir yoğunlaşma, aşağıda belirtilen sıcaklık ve yoğunluklarda gözlemlenmiştir.

**Test yöntemi:** ISO 2796. 100 x 100 x 25mm boyutundaki üç ARPRO numunesi, 10 gün boyunca 110°C'de veya 5 gün boyunca 130°C'de kuru fırında ısıtılmaktadır. Sıcaklık  $\pm 2^\circ\text{C}$  derecede düzenlenmektedir. Boyutlar eskime süresinden önce ve sonra, 3 farklı zaman noktasında ve tüm yönlerde ölçülmektedir. Bu veri sayfasında belirtilen değerler, ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık varyasyonlarıdır.

ARPRO kalıplanmış yoğunluğu (g/l)	Doğrusal boyutsal değişiklik (%)	
	10 gün boyunca 110°C'de eskime	5 gün boyunca 130°C'de eskime
30	- 1.0	- 5.8
60	- 0.6	- 3.0
80	- 0.6	- 1.7
150	- 0.6	- 1.1

**Not:** Bu etki, pres seçeneklerini kalıplama esnasında değiştirerek kısmen artırılabilir veya azaltılabilir. (Lütfen "kalıplama sürecinde değişen pres seçenekleri" hakkında daha fazla bilgi almak için bizimle iletişime geçin).

## 6. Kullanım doğrultusunda kalıplanmış parça boyutlarında gerçekleşen değişimler

Malzemenin doğrusal ısı genişleme katsayısı (CLTE), malzemenin sıcaklık nedeniyle (hem ısı hem de soğukluk) genişleme (veya küçülme) eğilimidir. Fakat mekanik bir daralma uygulandığı takdirde ARPRO söz konusu boyutsal varyasyonları telafi edebilir.

**Test yöntemi:** Ölçü işaretleri, numunenin bir ucundan diğer ucuna uzunlamasına 25mm aralıklarla termostatik bir odada başlangıç sıcaklığında 24 saat boyunca yerleştirilir. Ölçü uzunluğu, termostatik odadan çıkarıldıktan sonra hiç vakit kaybedilmeden ölçülür. Ardından numune 24 saat boyunca nihai sıcaklıkta bekletilir. Ölçü uzunluğu, sıcaklık iyileştirilmesinden hemen sonra bir daha ölçülür. Kullanılan başlangıç ve nihai sıcaklıklar sırasıyla şu şekildedir: -40°C'den 20°C'ye, ve 20°C'den 80°C'ye. Test edilen yoğunluklar 20g/l ve 200g/l yoğunluğundaki ARPRO Siyah'tır.

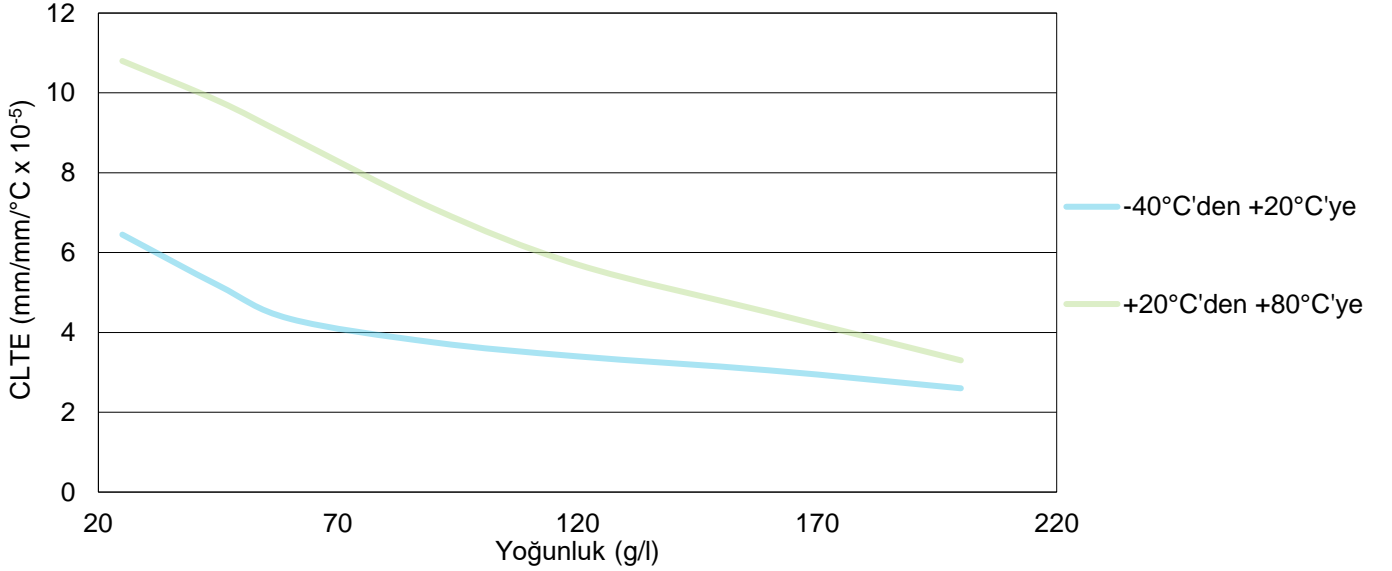
K olarak ifade edilen CLTE, denklemde şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$K = (L_1 - L_0) / (\Delta T * L_0)$$

Örnek: L1, nihai sıcaklığa maruz kalındığındaki numune uzunluğudur, L0 ise aynı numune uzunluğunun başlangıç sıcaklığında maruz kaldığı uzunluktur ve  $\Delta T$  ise, nihai sıcaklıktan başlangıç sıcaklığının çıkarılmasıyla hesaplanan sıcaklıktır.

**Not:** Nihai sonuçlar, spesifik kalıplanmış parça geometrisi doğrultusunda az oranda değişiklik gösterebilmektedir.

Doğrusal ısı genişemesinin katsayısı  
ARPRO Siyah 20g/l'den 200g/l



**Test sonucunun yorumlanması:** 160g/l yoğunlukta 20°C'den 80°C'ye geçen ARPRO'nun ARPRO boyut değişikliği, her bir mm ve °C doğrultusunda  $4.5 \cdot 10^{-5}$  mm birim değişiklik göstermektedir. Bu durum şu şekilde yorumlanabilir: 160g/l'lik bir yoğunluğa ve 100mm orijinal uzunluğa sahip bir ARPRO parçasının 80°C'de 24 saatlik bir sürede bekletilmesinin ardından parçanın nihai uzunluğu şu şekilde olacaktır 100.27mm.

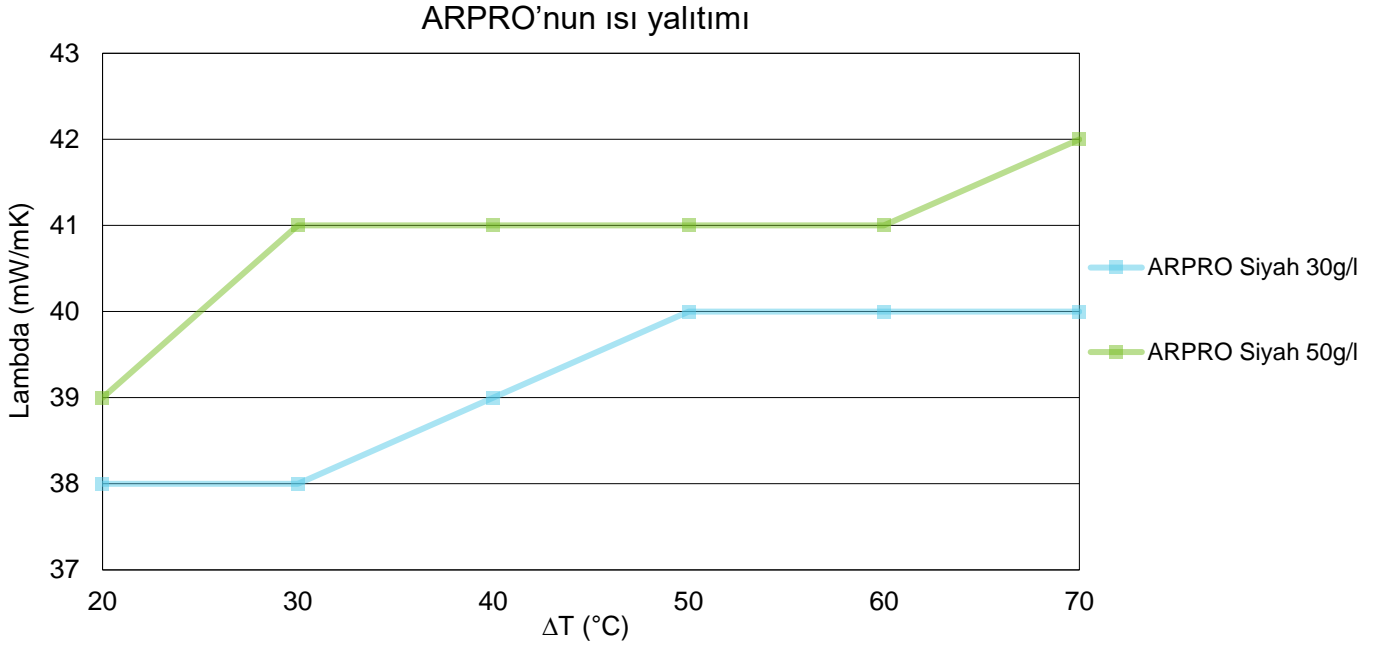
$$L_1 = L_0 + K * \Delta T * L_0 = 100 + 4.5 \cdot 10^{-5} * 60 * 100 = 100.27\text{mm}$$



## 7. Isı yalıtımı

Aşağıda yer alan veriler 2 farklı testten alınmıştır, bu veriler bize bir malzemenin termal iletkenliğini ( $\lambda$ ) vermektedir.  $\lambda$  ne kadar küçük olursa yalıtım da o kadar etkili olur.

Test yöntemi A: ISO 8301. Sonuçlar, iki farklı levhaya artan bir sıcaklık farkı uygulayarak elde edilmiştir. Sıcaklık 20 ile 70°C arasındadır. Soğuk levha sıcaklığı 21°C'de tutulurken kızgın levha sıcaklığı değişkenlik göstermektedir. Bu örnekte  $\lambda$ , sıcaklık gradyanının işlevini ifade etmektedir. Test edilen yoğunluklar 30g/l ve 50g/l yoğunluğundaki ARPRO Siyahtır.



**Test Yöntemi B:** ISO 8301-8302. Bir ısı akış ölçer ve bir soğutma plakası ile temas halinde olan iki kalıplanmış numune arasına koruyucu bir ısıtıcı yerleştirilir. Değer, ısı akışı, numune yüzeyi arasındaki ortalama sıcaklık farkı ve numune boyutları ile belirlenir. Bu sonuçlar, 10 ile 40°C arasında değişen ortalama sıcaklık varyasyonlarından elde edilmektedir ancak soğuk ve kızgın levha arasındaki sıcaklık farkı her zaman 16°C'de tutulmaktadır. Bu örnekte  $\lambda$ , birim alan başına aktarılan enerjiyi simgeler ve süre ise 1°C/d. sıcaklık gradyanı altında tutulmaktadır. Test edilen yoğunluklar 20g/l ile 220g/l ARPRO Siyah, 20g/l ile 80g/l ARPRO Beyaz ve 40g/l ile 60g/l ARPRO Gri'den meydana gelmektedir.

Not: Birtakım katkı maddeleri ısı yalıtımını etkileyebilmektedir. Örneğin, karbon karası pigmenti birtakım ışınların yansımaya neden olmaktadır dolayısıyla termal iletkenlik söz konusu olduğunda böylece ARPRO Gri, ARPRO Beyaz'dan daha iyi yalıtır.

