

# Yüzeysel Isı Taşınım Katsayısı (Film Katsayısı)

Himerpa A.Ş.

Faruk Bilal / İnşaat Mühendisi

**G** enel Isı transferinin mekanizması iletim, taşınım ve radyasyon şeklinde olur. İletim katı malzemenin içinden geçen ısı enerjisi şekline denir. Taşınım temelde hareket halindeki sıvı veya gazdan geçen ısı transferidir. Taşınım iki tiptir. Doğal taşınım ve cebri taşınım. Cebri ısı taşınımı, akım dışardan bir elemanın (fan, pompa, rüzgar gibi) sebep olduğu zaman oluşur (ve daha büyük ısı transfer oranları elde etmek için kullanılır). Doğal taşınım akımdaki ısıl dalgalanmalara bağlı yoğunluktaki değişimden doğan akımın kütle değişimidir. Daha düşük viskozite, harekete karşı daha düşük dirence sebep olmasıyla viskozite doğal taşınımı etkiler ve taşınım gazlarda çok önemlidir. İzolasyonlardaki en önemli problem doğal taşınımı yok etmesidir.

## Yüzeysel Isı Taşınım Katsayısı

Yüzeysel ısı taşınım katsayısı aradaki sıcaklık farkının 1°K olması halinde 1 m<sup>2</sup> alanında bir malzeme yüzeyinden, değiştiği havaya veya havadan malzeme yüzeyine bir saatte geçen ısı miktarıdır. Birimi W/m<sup>2</sup>K'dir. İç yüzeysel ısı taşınım katsayısı ve dış ısı taşınım katsayısı olmak üzere ikiye ayrılır. Boru yüzeyi ile izo-

lasyonun iç yüzeyi arasındaki ısı transferi diye tanımlanan iç yüzeysel ısı taşınım katsayısının ( $h_i$ ) tipik değeri 1000 W/m<sup>2</sup>K'dir. Bu değer akışkan madde için çok yüksektir ve önemsenmeyebilir. Borularda izolasyon malzemesiyle boru çok yakın temasta olduğundan iç ısı transferi olmamış farzedilir. Havalandırma hatları ve kanallarında ise bu değer gazlar için 30 W/m<sup>2</sup>K olarak alınır. İzolasyonun dış yüzeyi ile hava arasındaki ısı transferine dış yüzeysel ısı taşınımı ( $h_d$ ) denir.

## Isı Taşınım Katsayısını Etkileyen Faktörler

Taşınımın olduğu yüzeyin şekli, eğimi, göreceli yönelmesi. Yeni akışkanın enjeksiyonu. Yüzeyin pürüzlülüğü. Akışkanın açık veya kapalı bir alanda olması; Taşınımın şekli: doğal taşınım (daha düşük  $h$ ) ve cebri taşınım (daha yüksek  $h$ ). Yüzey üzerindeki hava hareketleri, Akan akışkanın cinsi, akışkanın hızı ve Reynold sayısı (laminar/turbulent akış); Elektrik ve manyetik alanların varlığı. Yüzey yutuculuğu. Hava ile izolasyonun yüzeyi arasındaki sıcaklık farkları. Diğer yüzeylerle radyasyon alışverişi. Isısal sınırlayıcı tabaka ısısal iletkenlik, viskozite, yoğunluk (basınca orantılı) ve akışkanın özgül ısısı.

## Newton'un Soğuma Yasası ve Sınırlayıcı Tabakalar

Isı taşınım transferiyle birleşen iki sınırlayıcı tabaka vardır.  
1 Isısal sınırlayıcı tabaka yüzeyin dışıyla temastaki akışkandaki sıcaklık değişiminin nasıl olduğunu anlatır. Temas yüzeyinde akışkanın sıcaklığı yüzeyin sıcaklığı ile aynıdır.  
2 Hız sınırlayıcı tabaka temas yüzeyine doğru hızdaki değişikliği açıklar. Temas yüzeyinde, akışkanın hızı sıfırdır.

### Newton'un Denklemi:

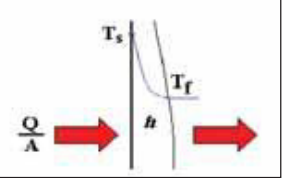
$$Q/A=h(T_s-T_f)$$

Q/A: Isı Transferi/Alan

T<sub>s</sub>: Katı Sıcaklığı

T<sub>f</sub>: Katı bitişiğindeki akışkanın sıcaklığı

h: ısı taşınım katsayısı

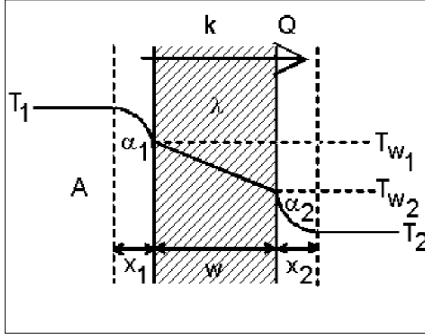


Şekil 1. Sınırlayıcı tabaka

## Muhtelif Akışkanlar ve Durumlar İçin Yüzeysel Isı Taşınım Katsayıları

Akışkan	h W/m <sup>2</sup> .K		h (w/m <sup>2</sup> .K)
Hava Doğal Taşınım (max.2 m/s) hareketsiz	4-20	Zayıf havalandırma veya havalandırma yok, yükseltilmiş döşeme altı, ısının yukarıdan aşağıya geçtiği yatay yüzeyler	5-6
Hava Cebri Taşınım (5 m/s)	20-40	Asma tavandan geçen hatlar, serbest hava dolaşımı olan hatlar,	7-8
Hava Cebri Taşınım (25 m/s)	80-100	Isının aşağıdan yukarıya geçtiği yatay yüzeyler, iç tarafı kapalı düşey yüzeyler (iç pencere, duvar gibi)	
Su doğal taşınım (hareketsiz)	200-500	Etrafında serbest hava dolaşımı olan, duvara yanaşık olmayan	9
Su büyük sıcaklık farkı	3,000	hatlar, birkaç kat yanyana ise aralarında mesafe olan hatlar.	
Su cebri taşınım	500-10,000		
Karıştırılan su	2,000-4,000	Dış pencereler	11.5
Yoğuşan buhar	5,000-15,000	Yalıtımsız boru	18
Kaynar su	2,000-6,000	Rüzgar hızı ortalama 2 m/s olan düşey ve yatay dış yüzeyler	23

Yapı elemanlarında yoğuşma hesabında normal duvarda iç yüzeysel ısı iletme katsayısı 6 W/m<sup>2</sup>.K, köşelerde ise 4.5 W/m<sup>2</sup>.K. Fırın iç yüzeysel ısı iletme katsayısı 58 W/m<sup>2</sup>.K



Kaplama	Yutma Kat sayısı ε	h (W/m <sup>2</sup> .K)	Kalınlık (mm)	İzoleli Isı Kaybı W/m	İzolesiz Isı Kaybı W/m	Yüze Sıcaklığı °C
Parlak Alüminyum	0.05	3.0	34	-13.75	-77.20	20.4
Okside Alüminyum	0.13	3.5	29	-16.07	-84.80	20.4
Galvaniz Saç	0.44	5.3	21	-22.73	-114.2	20.7
Paslı Saç	0.69	6.8	15	-31.15	-138.0	20.4
Boya	0.89	8.0	13	-36.11	-157.0	20.5
Pvc	0.91	8.1	13	-36.24	-158.9	20.3
Kauçuk	0.93	8.3	12	-38.62	-160.8	20.3

Yüze Yutma Katsayısına Göre Tablosal Yüzeysel Isı Taşınım Değerleri	Hesaplanmış Yüzeysel Isı Taşınım Değerleri ve Kauçuk Köpüğü Yoğuşmayı Önleme Kalınlıkları				
Yüze yutma katsayısı (ε,epsilon)	h (W/m <sup>2</sup> .K)	Kaplama	Yutma Kat sayısı ε	h (W/m <sup>2</sup> .K)	Kalınlık(mm)
ε < 0.2 düşük yutma (parlak metal, parlattılmış alüminyum)	3-5	Parlak Alüminyum	0.05	3.22	30.0
0.2 < ε < 0.9 orta yutma (galvaniz saç, alüminize saç, çinko alüminyum saç, alüminyum boyalı ve benzeri saç)	5-8	Okside Alüminyum	0.13	3.69	26.2
		Galvaniz Saç	0.44	5.51	17.5
0.9 < ε yüksek yutma (mat siyah yüzeyler, kaplamasız izolasyon malzemeleri, çimento, kağıt, kumaş, bitirme, kompozisyonları, plastik kaplı metaller ve alüminyum haricindeki boyalar)	8-10	Paslı Saç	0.69	6.97	16.8
		Boya	0.89	8.15	11.8
		Pvc	0.91	8.27	11.7
		Kauçuk	0.93	8.38	11.5

Yoğuşma kontrol hesapları için düşük yüzeysel yutma katsayısı ve düşük yüzeysel taşınım katsayısı önemlidir. Yüksek yutma katsayısı düşük yutma katsayısına göre izolasyon kalınlığında (30/11.5=3 misli) azalma sağlar.

Hava Kanalı Dış sıcaklık: 25°C,  
İç Sıcaklık: 8°C, Nem: %75

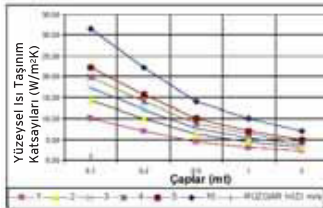
### Turbulent ve Laminar Akış

$H^3 \times \Delta\theta < 10$  veya  $v \times H < 8$  veya  $v \times D < 0.00855$  olursa akışlar laminar; büyük olursa turbulent akış olur. Akıştaki sıcaklık farkları ve rüzgar hızları küçükse laminar; büyükse turbulent olur. Hareket halindeki akışkanın akış çizgileri düzgün ve yanyana ise-

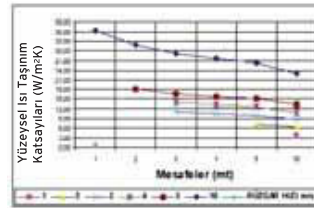
ler laminar akış; veya akış çizgilerinde bir intizam bulunmayıp bir karışıklık mevcut ise bu Türbülanslı Akış'tır.

( D: boru çapı (mt); v rüzgar hızı (m/s); H: mesafeler(mt.); Δθ: Sıcaklık farkı (°C))

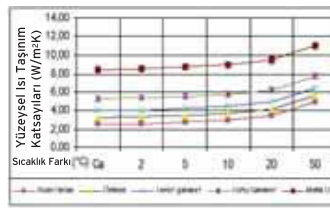
Dış Ortam Yatay Turbulent Akışlı Borular



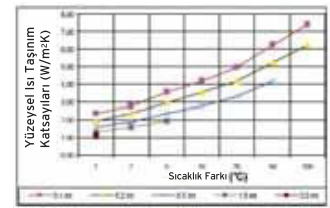
Dış Ortam Dikey Duvar Turbulent Akış



İç Ortam Yatay Laminar Akışlı Borular



İç Ortam Dikey Laminar Akışlar



Rüzgar Hızı ve Yutma Katsayısına (ε) Göre Yüzeysel Isı Taşınım Katsayıları h (W/m<sup>2</sup>.K)

Kaplama	ε Yutma Katsayısı	Rüzgar Hızları (m/s)					Çap: 34 mm
		2	3	4	5	10	
Parlak Alüminyum	0.05	18.4	23.6	28.2	32.3	49.5	
Kauçuk	0.93	22.9	28.0	32.6	36.7	53.9	
Tasarruf Edilen Isı W/m		232	291	342	389	583	Ortam Sıcaklığı: 5 °C
Yüze Sıcaklığı °C	0.05	9.1	8.3	7.7	7.4	6.6	Hat Sıcaklığı: 80°C
Yüze sıcaklığı °C	0.93	8.4	7.8	7.3	7.1	6.5	İzol.Kalın.:25 mm

**Kaynaklar:** 1-Armacell web sitesi, teknik notları ve hesap proğramı 2-İzocam Sarı Kitap 3-Yapılarda Isı Yalıtımı ve Buhar Geçışı Prof. Dr. Alpin Kemal Dağsöz 4-Armacell İspanya Manuel Navas 5-Thermaflext teknik notları 6-İyem Tesisatlarda Isı Ses, Yangın Yalıtımı Metin Çiplak 7-Himerpa Çalışmaları/IsıFilm Katsayısı001 8-Thermal Insulation Handbook .C.Turner and J.F.Malloy 9-Guide technique Climaver