

Makale

BORULARDA ISI KAYBI VE YALITIMI

Y. Müh. Gökhan ÖZBEK

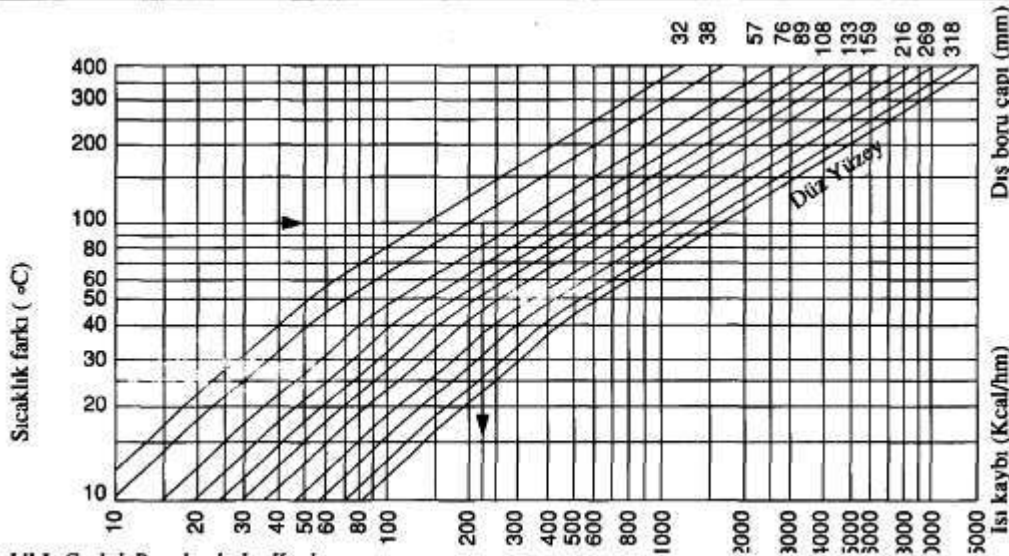
Özet:

Bu yazıda ısıtma tesisatında kullanılan borulardan olan ısı kaybı üzerinde durulmuştur. Isıtılmayan hacimlerden geçen sıcak su borularından olan ısı kaybı çıplak ve izoleli haller için verilmiştir. Isı kaybının azaltılması için gerekli izolasyon kalınlığının çeşitli kaynaklarca verilen değerleri gösterilmiştir ve birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Isıtma tesisatlarında borular ısıtılan hacimlerden geçiyorsa, borudan hacme yayılan ısı, kayıp olarak değerlendirilmez. Ancak ısıtılmayan hacimlerden geçen borular için ısı kaybı söz konusudur. Eğer bu ısı kaybı için önlem alınmazsa kazandan çıkan su radyatörlere kadar soğuyacak ve daha soğuk su ile beslenen radyatörlerin ısı gücü düşecektir.

Tablo 1. Çıplak Borudan Yayılan Isı Miktarı

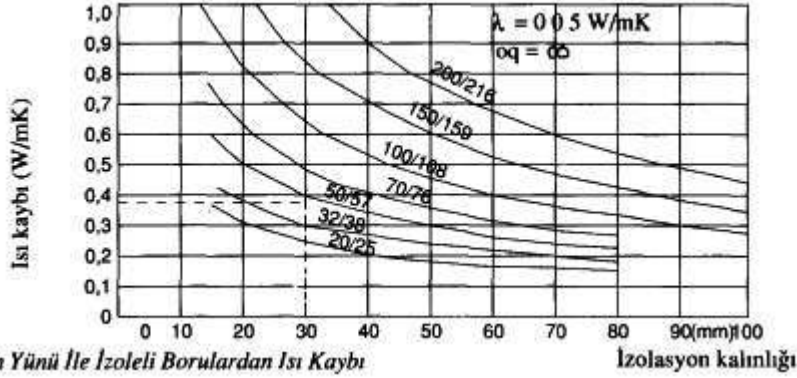
Boru		Dış çap mm	Isı kaybı W/m			
DN	İç		90/70 °C su Oda sıcaklığı		0.1 Atü buhar Oda sıcaklığı	
			10	20	10	20
15	1/2	21.3	73	60	99	86
20	3/4	26.9	90	73	121	105
25	1	33.7	106	87	143	124
32	1 1/4	42.4	131	108	180	156
40	1 1/2	48.3	148	121	201	173
50	2	60.3	180	148	244	212
65	2 1/2	76.1	221	181	299	260
80	3	88.9	250	207	341	295
100	4	114.3	314	261	430	372



Şekil 1. Çıplak Borularda Isı Kaybı

Çıplak borularda metre başına, sıcaklık farkına bağlı olarak ısı kaybı değerleri Şekil 1'de ve Tablo 1 'de verilmiştir. Görüldüğü gibi ortama büyük ölçüde bir ısı kaybı vardır. Boru bir ısı yalıtım malzemesi ile izole

edildiğinde, izolasyon kalınlığına bağlı olarak kaybedilen ısı değerleri çok azalmaktadır. Şekil 2'de camyünü ile izole edildiklerinde borulardan olan ısı kayıpları verilmiştir. Tablo 2'de ise izolasyon kalınlığına bağlı olarak izolasyon dış yüzey alanları verilmiştir. Bu tablo izolasyon malzemesi ve galvanizli sac metrajı için yararlıdır.



Şekil 2. Cam Yünü İle İzoleli Borulardan Isı Kaybı

[bakınız: 58](#)

Tablo 2. Boru İzolasyonlarının Dış Yüzey Alanı [m²/m]

Anma Çapı NW İnce	mm	İç Çap mm	Dış Çap mm	İzolasyon Kalınlığı (mm)				
				15	20	25	30	40
3/8"	-	12.25	16.75	0.148	0.178	0.210	-	-
1/2"	15	15.75	21.25	0.161	0.192	0.224	0.255	0.318
3/4"	20	21.25	26.75	0.178	0.210	0.241	0.272	0.335
1"	25	27	33.5	0.199	0.231	0.262	0.294	0.356
1 1/4"	32	35.75	42.25	0.227	0.258	0.290	0.321	0.384
1 1/2"	40	40	44.5	0.235	0.267	0.298	0.329	0.492
		46.5	51	0.254	0.286	0.317	0.349	0.412
2"	50	51.5	57	0.273	0.305	0.336	0.369	0.430
		57.5	63.5	0.295	0.327	0.358	0.390	0.452
		64	70	0.314	0.346	0.377	0.408	0.471
2 1/2"	65	70	76	0.333	0.364	0.396	0.427	0.490
		76.5	83	0.335	0.386	0.418	0.449	0.512
3"	80	82.5	89	0.374	0.405	0.437	0.468	0.531
		88.5	95	0.393	0.424	0.456	0.487	0.550
		94.5	102	0.415	0.446	0.478	0.509	0.572
4"	100	100.5	108	0.343	0.465	0.496	0.528	0.591
		113	121	0.474	0.506	0.537	0.569	0.631
5"	125	125	133	0.512	0.544	0.575	0.606	0.669
6"	150	150	159	0.594	0.625	0.657	0.668	0.751
8"	200	203	216	0.773	0.804	0.836	0.867	0.930

Bu tablo izolasyonlu borulara kaplanacak alüminyum veya galvaniz sac miktarını hesaplamak için kullanılabilir. (Daire ve bindirmeleri ekleyiniz.)

Artan izolasyon kalınlığı ile borudan olan ısı kaybının önlenmesi değerleri doğrusal değişmez, giderek azalır. Dolayısı ile izolasyonu fazla arttırmanın yararı yoktur. Bu kavram ekonomik izolasyon kalınlığı ile belirlenir. Ekonomik açıdan bu değer yatırım maliyeti ile yakıt tasarrufu karlılığı arasındaki optimum faydanın sağlandığı izolasyon kalınlığına karşı gelmektedir.

Optimum izolasyon kalınlığı değerleri Şekil 3'te verilmiştir.

Bu şekilde x ekseninde F faktörü görülmektedir.

$F = P \cdot (T_i - T_d) Z \cdot \lambda \cdot 10^{-5}$ ifadesinden hesaplanır.

Burada,

P = Isı enerjisi maliyeti (Alman markı cinsinden)
(DM/MWh)

Z = Yıllık çalışma saati (Saat/yıl)

λ = İzolasyonun ısı iletim katsayısı
(W/mK)

Örneğin; NW 250 çaplı boruda 120 °C'de buhar varsa ve ortam sıcaklığı 20 °C, ısı enerjisi maliyeti 50DM/kWh, yıllık çalışma süresi 8000 saat ve ısı iletim katsayısı=0.05W/mK değerinde ise,

$$F = 50 \times (120 - 20) \times 8000 \times 0.05 \times 10^{-5} = 20$$

bulunur.

Bu faktör ile şekilden 250 mm çaplı boru için ekonomik izolasyon kalınlığı değeri 130 mm okunur. Isıtma uygulamalarında izolasyon kalınlığı camyünü için,

NW	20'ye kadar	20mm.
NW	32'ye kadar	30mm.
NW	65'e kadar	40mm.
NW	125'e kadar	50mm.
NW	200'e kadar	60mm.

olarak salık verilmektedir. Tablo 3'te detaylı olarak akışkan sıcaklığına bağlı izolasyon kalınlıkları görülmektedir.

[bakınız: 59](#)

Tablo 3. Optimum Boru İzolasyonu Kalınlıkları

Boru Çapları		AKIŞKAN SICAKLIĞINA BAĞLI OLARAK İZOLASYON KALINLIKLARI (mm)													
DN	İnç	50°C	100°C	150°C	200°C	250°C	300°C	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	
25	1"	30	30	40	40	50	50	60	60	70	70	80	90	100	
32	1 1/4"	30	40	40	50	50	50	60	60	70	70	80	90	100	
40	1 1/2"	30	40	50	50	60	60	70	70	80	80	90	100	110	
50	2"	30	50	50	60	70	70	80	90	100	110	120	130	170	
70	2 1/2"	40	50	60	60	70	80	80	90	100	110	120	150	180	
80	3"	40	60	60	70	70	80	80	90	110	120	140	160	180	
100	4"	40	60	60	70	70	80	90	100	110	130	140	170	200	
125	5"	50	60	60	70	80	90	100	110	120	130	150	170	220	
150	6"	50	60	60	80	80	90	100	110	120	150	160	180	230	
200	8"	60	70	70	90	100	110	120	120	140	160	180	220	270	
250	10"	60	70	80	90	100	130	130	140	150	170	190	-	-	
300	12"	60	80	80	100	110	130	140	140	160	180	200	-	-	
350	14"	70	80	80	100	120	130	140	140	160	180	200	-	-	
400	16"	70	80	80	110	120	130	140	150	160	180	200	-	-	
450	18"	70	80	80	120	130	140	150	150	170	190	210	-	-	
500	20"	70	80	80	120	130	170	150	160	170	190	220	-	-	
Depo Yüzeyleri		80	80	80	120	130	140	150	160	170	200	220	-	-	
Kanal		60	80	80	90	100	120	120	130	140	160	200	-	-	

Dışarıda açıktan geçen borular için bu değerlere 10-20 mm ilave edilir.

Bayındırlık Bakanlığı Şartnamesi'nde salık verilen ve Tablo 4'te görülen izolasyon kalınlıkları ise çok daha fazladır. Yine Bayındırlık Bakanlığı Şartnamesi'ne göre, 10" çapın altındaki boru izolasyonu prefabrik olacaktır.

[bakınız: 60](#)

Tablo 4. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Genel Teknik Şartnamesi'nde İstenen Boru Yalıtım Kalınlıkları (Soğuk akışkanlar için yalıtım kalınlıkları) [mm]

Akışkan Sıcaklığı	Boru Çapı				
	3/4"e kadar	1"-2"	2 1/2" - 3 1/2"	4"-6"	8"-12"
10 °C ve Yukarısı	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.
10 °C - 15 °C	30	40	50	50	50
14 °C (-18 °C)	50	60	80	80	80
(-18 °C) - (-35 °C)	60	80	90	90	90

Tablo 4. (Devam) Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Genel Teknik Şartnamesi'nde İstenen Boru Yalıtım Kalınlıkları (Sıcak akışkanlar için yalıtım kalınlıkları) [mm]

Boru Anma Çapı	Borudaki Sıcaklık (°C)			
	40-95	96-150	150-200	200-250
1/2" - 3/4"	20	30	30	30
1" - 1 1/2"	30	30	40	40
2"	30	30	40	40
2 1/2" - 3"	30	40	40	50
3 1/2" - 4"	40	50	50	60
5"	40	50	60	80
6"	50	50	60	80
8"	50	60	60	80
10" ve yukarısı	50	60	70	80

Not =Son çıkan DİN normlarında boruların izolasyon kalınlığının, boru çapı kadar olması tavsiye ediliyor.

Yaygın boru izolasyon malzemesi olarak cam-yünü, kauçuk köpüğü, polietilen köpük, perlit ve flex türü malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemeler prefabrike olup, çeşitli çaplardaki borulara hemen uygulanabilecek şekilde hazır olarak piyasada bulunmaktadır.

Bu malzemelere ait değerler Tablo 5'te verilmiştir.

[bakınız: 61](#)

Tablo 5. Boru-İzocam İle Sentetik Köpük Boru Yalıtım Malzemelerinin Teknik Özellikleri

	Alüfolyo kaplı Boru-İzocam	Polietilen Köpüğü Boru	Elastometrik Yalıtım (Kauçuk Köpüğü)
Isı İletkenliği [W/mK]	0.035 (10°C'de)	0.040 (40°C'de)	0.038 (0°C'de) 0.040 (20 °C'de) 0.042 (50°C'de)
Yangın Direnci (DIN 4102)	A Yanmaz	B1 Zor Alev Alan	B2 Normal Alev Alan
Kullanım Sıcaklığı (°C)	-50 →+250 + 450 (1)	-45 →+105 + 100 (2)	-40 →+105 + 85 (2)
Buhar Dilüzyon Direnci	Alüfolyolu olduğu için sonsuz kabul edilebilir.	16.000	1.100 2.500
Üretim Aralığı Çap-Et (mm)	Çap 15 ~ 273 Et 25 ~ 100	Çap 12 ~ 60 (3) Çap 76 ~ 140 (4) Et 5 ~ 20 (3) Et 10 ~ 30 (4)	Çap 6 ~ 160 Et 6 ~ 32

(1) özel bağlayıcı ile, (2) Levha tipi için, (3) Yerli, (4) İthal.

Isı yalıtım malzemelerinin etkinliği içerdiği gözeneklere bağlı olduğundan, izolasyonun ezilip kırılmamasına ve ıslanmamasına çok dikkat edilmelidir. Bu nedenle özellikle dış şartlara açık borulardaki izolasyon tabakası rutubete ve dış etkilere ».arşı korunmalıdır.

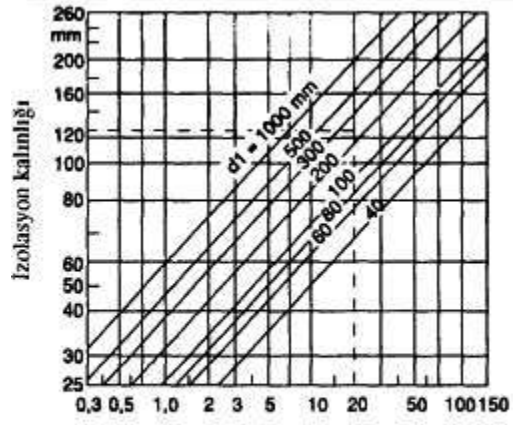
Camyünü üzerine parlak alüminyum saç levhadan kılıf yapılır. Bu amaçla kullanılacak alüminyum levha kalınlığı 0.5 mm. olmalıdır. Depo izolasyonlarında ise kullanılan alüminyum levha kalınlığının 0.6 mm. yapılması önerilir.

Piyasada bilinenin tersine, flex türü izolasyon malzemeleri ile camyünü, alternatif olarak karşılaştırıldığında, aynı kalınlıkta seçilmelidir. (Isı iletim katsayıları yaklaşık olarak aynı olduğu için)

Buhar borularındaki diğer önemli bir ısı kaybı da izole edilmemiş flanş, vana ve fittingsten kaynaklanır. Tablo 6'daki çizelgede, durgun bir ortamdaki borularda bulunan flanş ve vanalardan olan ısı kaybı, eşdeğer boru uzunluğu olarak verilmiştir. Bu kayıpların önlenmesi için prefabrike izolasyon malzemesi üretilmektedir. Veya özel olarak yapılmış kutular kullanılabilir. Ancak bu izolasyon, elemana kolayca ulaşılacak biçimde sökülebilir olmalıdır.

Tablo 6. Flanş ve Vanalardan Isı Kaybı İçin Eşdeğer Boru Uzunluğu [m]

Cinsi	DN	Boru Sıcaklığı (°C)		
		50	100	300
Flanş	25	0.2 m	0.4 m	1.0 m
	100	0.5 m	1.0 m	2.5 m
	300	1.5 m	3.0 m	7.0 m
Vana	25	0.5 m	1.0 m	2.5 m
	100	1.2 m	2.5 m	7.0 m
	300	3.0 m	6.0 m	12.0 m
Askı ve mesnet		% 15	% 15	% 15



Faktör $F = P \cdot \Delta v \cdot \beta \cdot \lambda \cdot 10^{-5}$

Şekil 3. Ekonomik İzolasyon Kalınlığı