



ISI GEÇİŞİ TABLOLARI

(İmalat)

Eylül 2011

Derleyenler: Prof. Dr. Necdet ALTUNTOP

Arş. Gör. Doğan ERDEMİR

1. Metal Ve Metal Olmayan Bazı Katıların Fiziksel Özellikleri	2-4
2. Bazı Sıvı Ve Gazların Fiziksel Özellikleri	5-11
3. Taşınım Formülleri Tablosu	13
4. Boyutsuz Sayılar	14
5. Isı Transferinde Kullanılan Semboller, Birimleri Ve Boyutları	15
6. Şekil Faktörü Hesaplama Formülleri	16-29
7. Yüzeylerin Isıl Işınım Özellikleri	30-31
8. CO_2 Ve H_2O Gazlarının Işınım Yayma Oranları	32-33
9. Kanatçık Verim	34
10. Isı Değiştirici Grafikleri	35-48

Yararlanılan Kaynaklar

1. Isı ve Kütle Geçişinin Temelleri, Frank P. Incropera, David P. Dewitt.
2. Temel Isı Transferi, H. Yüncü, S. Kakaç.
3. Güneş Enerjisi, Abdurrahman Kılıç, Aksel Öztürk.
4. Akışkanlar Mekaniği Temelleri ve Uygulamaları, Y. Çengel, J. M. Cimbala
5. Thermal Radiation Heat Transfer, Robert Siegel, John R. Howell.
6. Isı Eşanjörleri (Değiştirgeçleri), Kemal Onat.

EK. A
METAL VE METAL OLMAYAN BAZI KATILARIN FİZİKSEL
ÖZELLİKLERİ

Tablo A-1 Metallerin Fiziksel Özellikleri

	20 °C de Özellikler				Değişik sıcaklıklarda özellikler				
	ρ kg/m ³	c_p J/(kg.K)	λ W/(m.K)	α m ² /s	λ (W/(m.K))				
					100°C	200°C	300°C	400°C	500°C
Aluminyum, saf	2707	896	204	8.42×10 ⁻³	206	215	229	249	
Duralumin, 94-96 Al, 3-5 Cu	2787	883	164	6.68	182	194			
Kurşun	11370	130	34.6	2.34	33.4	31.5	29.8		
Demir, saf	7987	452	72.7	2.03	67.5	62.3	55.4	48.5	39.8
Demir, bıcimlendirilmiş, C % 0,5	7849	460	58.9	1.63	57.1	51.9	48.5	45.0	36.4
Dökme demir, C % 4	7272	419	51.9	1.70					
Karbon çeliği, C % 0,5	7833	465	53.7	1.47	51.9	48.5	45.0	41.5	31.2
Karbon çeliği C % 1,5	7753	486	36.4	0.97	36.3	36.3	34.6	32.9	34.6
Nikel çeliği, % 10	7945	460	26.0	0.72					
Nikel çeliği, % 30	8073	460	12.1	0.33					
Nikel çeliği, % 50	8266	460	13.8	0.36					
Nikel çeliği, % 70	8506	460	26.0	0.67					
Nikel çeliği, % 90	8762	460	46.7	1.16					
Krom çeliği, % 1	7865	460	60.6	1.67	55.4	51.9	46.7	41.5	36.4
Krom çeliği, % 5	7833	460	39.8	1.11	38.1	36.4	36.4	32.9	29.4
Krom çeliği, % 10	7785	460	31.2	0.87	31.2	31.2	29.4	29.4	31.2
Cr - Mo çeliği					32.5	30.2		25.6	
Cr - Ni - Mo çeliği					16.3	15.1		13.9	
Cr - Ni çeliği, % 18 Cr, % 8 Ni	7817	460	16.3	0.44	17.3	17.3	19.0	19.0	22.5
Ni - Cr çeliği, % 20 Ni, % 15 Cr	7865	460	14.0	0.39	15.1	15.1	16.3	17.3	19.0
Manganez çeliği, % 2	7865	460	38.1	1.05	36.4	36.4	36.4	34.6	32.9
Tungsten çeliği, % 2	7961	444	62.3	1.76	58.9	53.7	48.5	45.0	36.4
Silisyum çeliği, % 2	7673	460	31.2	0.89					
Bakır, saf	8954	383	386	11.2	379	374	147	364	353
Bronz, (Tunç) 75 Cu, 25 Sn	8960	383	26.0	0.86					
Prinç, 70 Cu, 30 Zn	8522	385	111	3.41	128	144	369	147	
Alman gümüşü, 62 Cu, 15 Ni, 22 Zn	8618	394	24.9	0.73	31.2	39.8	45.0	48.5	
Konstantan, 60 Cu, 40 Ni	8922	410	22.7	0.61	22.2	26.0			
Magnezyum, saf	1746	1013	171	0.71	168	163	158		
Manganin (84 Cu, %4 Ni, %12 Mn)					83.4				
Molibden	10220	251	123	4.79	118	114	111	109	106
Molibden çeliği					37.2	24.9		30.2	
Nikel, % 99,9 saf	8906	446	90.0	2.27	83.1	72.7	64.0	58.9	
Gümüş, % 99,9 saf	10520	234	407	16.6	415	374	362	360	
Tungsten	19350	134	163	6.27	151	142	133	126	113
Çinko, saf	7144	384	112	4.11	109	106	100	93.5	
Kalay, saf	7304	227	64.0	3.88	58.9	57.1			

Tablo A-2 Metal Olmayan Katıların Fiziksel Özellikleri

	c_p J/(kg·K)	ρ kg/m ³	T °C	λ W/(m·K)	a m ² /s
Asbest	816	577	0	0.151	
Ateş toprağı (1450 °C de yakılmış)	963	2323	500	1.28	0.0568×10^{-5}
Bakalit	1590	1273	20	0.232	0.0114
Beton	879	1906	20	0.814	0.0490
		2307		1.40	0.0697
Buz	1926	913	0	2.22	0.1214
Cam yünü	670	200	20	0.0398	0.0284
Cam, levha	837	2707	20	0.762	0.0336
Çam odunu	2721	417	24	0.109	0.0095
Diatomit			204	0.242	
Granit	816	2643		1.73-3.98	0.080-0.183
İpek	1382	57.7	20	0.0363	0.0439
Kalsine			827	0.312	
Keçe, yün		330	30	0.0519	
Kireç taşı	908	2483	99	1.26	0.0568
Kum taşı	712	2163-2307	20	1.63-2.08	
Magnezit	1130		204	3.81	
			648	2.77	
			1204	1.90	
			299	1.33	0.106-0.127
Mermer	808	2499-2707	20	2.77	0.0394
Meşe odunu	2387	609-481	30	0.166	0.0126
Pamuk	1298	80.1	20	0.0589	0.194
Sarı çam odunu	2805	641	24	0.147	0.0083
Sıva, alçı taşı	837	1442	21	0.485	0.0413
Toprak, iri çakıllı	1842	2050	20	0.519	0.139
Tuğla, adi	837	1602	20	0.692	0.0516
Tuğla, krom	837	3011	200	2.32	0.0929

Tablo A-3 Binalarda Kullanılan Malzemelerin Isı İletim Katsayıları

Malzeme	λ W/(m·K)	Malzeme	λ W/(m·K)
Ahşap	0.140	Briket	0.814
Alçı, dış	0.139	Buz	2.326
Alçı, iç	0.291	Cam	1.1163
Amyant (asbest)	0.209	Cam pamuğu	0.0407
Asfalt	0.744	Deri	0.175
Bakalit	0.233	Eternit	0.0291
Betonarme	1.512	Grafit	0.523
Betosele	0.175	Grobeton	1.047
Bitüm	0.175	Heraklit	0.151
Bitümlü kanaviçe	0.349	İnce talaş	0.093
Blokaj	0.582	İzotaş	0.175
Karamozayık	0.279	Polistren (köpük)	0.0349
Kiremit	0.523	Porselen	1.1163
Kizelgur	0.174	Ruberoit	0.140
Kontrplak	0.175	Sıva, dış	0.872
Kum	0.582	Sıva, iç	0.698
Lastik	0.186	Şap	1.047
Linolyum	0.186	Taş	2.326
Mantar (yerli)	0.0698	Tesviye betonu	1.047
Marley	0.186	Tuğla (delikli)	0.465
Mermer	0.908	Tuğla, dış (dolu)	0.872
Mika	0.965	Tuğla, iç (dolu)	0.698
Mukavva	0.140	Yton, dış	0.175
Pamuk	0.0582	Yton, iç	0.151
Pleksiglas	0.186	Yün	0.0465

BAZI SIVI VE GAZLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

EK.3 SIVILARIN ÖZELLİKLERİ

EK.3.1 Doymuş suyun özellikleri

Sıcaklık (°C)	Doyma basıncı, p (kPa)	Yoğunluk, ρ (kg/m ³)		Buharlaşma entalpisi, h_{fg} (kJ/kg)	Özgül ısı, C_p (J/kg°C)		Isı iletim katsayısı, k (W/m°C)		Dinamik viskozite, μ (kg/ms)		Prandtl sayısı, Pr		Hacimsel genişleme katsayısı, β (1/K)
		Sıvı	Buhar		Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	
0.01	0.6113	999.8	0.0048	2501	4217	1854	0.561	0.0171	1.792X10 ⁻³	0.922X10 ⁻³	13.5	1.00	-0.068X10 ⁻³
5	0.8721	999.9	0.0068	2490	4205	1857	0.571	0.0173	1.519X10 ⁻³	0.934X10 ⁻³	11.2	1.00	0.015X10 ⁻³
10	1.2276	999.7	0.0094	2478	4194	1862	0.580	0.0176	1.307X10 ⁻³	0.946X10 ⁻³	9.45	1.00	0.733X10 ⁻³
15	1.7051	999.1	0.0128	2466	4186	1863	0.589	0.0179	1.138X10 ⁻³	0.959X10 ⁻³	8.09	1.00	0.138X10 ⁻³
20	2.339	998.0	0.0173	2454	4182	1867	0.598	0.0182	1.002X10 ⁻³	0.973X10 ⁻³	7.01	1.00	0.195X10 ⁻³
25	3.169	997.0	0.0231	2442	4180	1870	0.607	0.0186	0.891X10 ⁻³	0.987X10 ⁻³	6.14	1.00	0.247X10 ⁻³
30	4.246	996.0	0.0304	2431	4178	1875	0.615	0.0189	0.798X10 ⁻³	1.001X10 ⁻³	5.42	1.00	0.294X10 ⁻³
35	5.628	994.0	0.0397	2419	4178	1880	0.623	0.0192	0.720X10 ⁻³	1.016X10 ⁻³	4.83	1.00	0.337X10 ⁻³
40	7.384	992.1	0.0512	2407	4179	1885	0.631	0.0196	0.653X10 ⁻³	1.031X10 ⁻³	4.32	1.00	0.377X10 ⁻³
45	9.593	990.1	0.0655	2395	4180	1892	0.637	0.0200	0.596X10 ⁻³	1.046X10 ⁻³	3.91	1.00	0.415X10 ⁻³
50	12.35	988.1	0.0831	2383	4181	1900	0.644	0.0204	0.547X10 ⁻³	1.062X10 ⁻³	3.55	1.00	0.451X10 ⁻³
55	15.76	985.2	0.1045	2371	4183	1908	0.649	0.0208	0.504X10 ⁻³	1.077X10 ⁻³	3.25	1.00	0.484X10 ⁻³
60	19.94	983.3	0.1304	2359	4185	1916	0.654	0.0212	0.467X10 ⁻³	1.093X10 ⁻³	2.99	1.00	0.517X10 ⁻³
65	25.03	980.4	0.1614	2346	4187	1926	0.659	0.0216	0.433X10 ⁻³	1.110X10 ⁻³	2.75	1.00	0.548X10 ⁻³
70	31.19	977.5	0.1983	2334	4190	1936	0.663	0.0221	0.404X10 ⁻³	1.126X10 ⁻³	2.55	1.00	0.578X10 ⁻³
75	38.58	974.7	0.2421	2321	4193	1948	0.667	0.0225	0.378X10 ⁻³	1.142X10 ⁻³	2.38	1.00	0.607X10 ⁻³
80	47.39	971.8	0.2935	2309	4197	1962	0.670	0.0230	0.355X10 ⁻³	1.159X10 ⁻³	2.22	1.00	0.653X10 ⁻³
85	57.83	968.1	0.3536	2296	4201	1977	0.673	0.0235	0.333X10 ⁻³	1.176X10 ⁻³	2.08	1.00	0.670X10 ⁻³
90	70.14	965.3	0.4235	2283	4206	1993	0.675	0.0240	0.315X10 ⁻³	1.193X10 ⁻³	1.96	1.00	0.702X10 ⁻³
95	84.55	961.5	0.5045	2270	4212	2010	0.677	0.0246	0.297X10 ⁻³	1.210X10 ⁻³	1.85	1.00	0.716X10 ⁻³
100	101.33	957.9	0.5978	2257	4217	2029	0.679	0.0251	0.282X10 ⁻³	1.227X10 ⁻³	1.75	1.00	0.750X10 ⁻³

EK.3.1'in devamı

Sıcaklık (°C)	Doyma basıncı, p (kPa)	Yoğunluk, ρ (kg/m ³)		Buharlaşma entalpisi, h_g (kJ/kg)	Özgül ısı, C_p (J/kg°C)		Isı iletim katsayısı, k (W/m°C)		Dinamik viskozite, μ (kg/ms)		Prandtl sayısı, Pr		Hacimsel genişleme katsayısı, β (1/K)
		Sıvı	Buhar		Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	
110	143.27	950.6	0.8263	2230	4229	2071	0.682	0.0262	0.255X10 ⁻³	1.261X10 ⁻⁵	1.58	1.00	0.789X10 ⁻³
120	198.53	943.4	1.121	2203	4244	2120	0.683	0.0275	0.232X10 ⁻³	1.296X10 ⁻⁵	1.44	1.00	0.858X10 ⁻³
130	270.1	934.6	1.1496	2174	4263	2177	0.684	0.0288	0.213X10 ⁻³	1.330X10 ⁻⁵	1.33	1.01	0.913X10 ⁻³
140	361.3	921.7	1.965	2145	4286	2244	0.683	0.0301	0.197X10 ⁻³	1.365X10 ⁻⁵	1.24	1.02	0.970X10 ⁻³
150	475.8	916.6	2.546	2114	4311	2314	0.682	0.0316	0.183X10 ⁻³	1.399X10 ⁻⁵	1.16	1.02	1.025X10 ⁻³
160	617.8	907.4	3.256	2083	4340	2420	0.680	0.0331	0.170X10 ⁻³	1.434X10 ⁻⁵	1.09	1.05	1.145X10 ⁻³
170	791.7	897.7	4.119	2050	4370	2490	0.677	0.0347	0.160X10 ⁻³	1.468X10 ⁻⁵	1.03	1.05	1.787X10 ⁻³
180	1002.1	887.3	5.153	2015	4410	2590	0.673	0.0364	0.150X10 ⁻³	1.502X10 ⁻⁵	0.983	1.07	1.210X10 ⁻³
190	1254.4	876.4	6.388	1979	4460	2710	0.669	0.0382	0.142X10 ⁻³	1.537X10 ⁻⁵	0.947	1.09	1.280X10 ⁻³
200	1553.8	864.3	7.852	1941	4500	2840	0.663	0.0401	0.134X10 ⁻³	1.571X10 ⁻⁵	0.910	1.11	1.350X10 ⁻³
220	2318	840.3	11.60	1859	4610	3110	0.650	0.0442	0.122X10 ⁻³	1.641X10 ⁻⁵	0.865	1.15	1.520X10 ⁻³
240	3344	813.7	16.73	1767	4760	3520	0.632	0.0487	0.111X10 ⁻³	1.712X10 ⁻⁵	0.836	1.24	1.720X10 ⁻³
260	4688	783.7	23.69	1663	4970	4070	0.609	0.0540	0.102X10 ⁻³	1.788X10 ⁻⁵	0.832	1.35	2.000X10 ⁻³
280	6412	750.8	33.15	1544	5280	4835	0.581	0.0605	0.094X10 ⁻³	1.870X10 ⁻⁵	8.54	1.49	2.380X10 ⁻³
300	8581	713.8	46.15	1405	5750	5980	0.548	0.0695	0.086X10 ⁻³	1.965X10 ⁻⁵	0.902	1.69	2.950X10 ⁻³
320	11,274	667.1	64.57	1239	6540	7900	0.509	0.0836	0.078X10 ⁻³	2.084X10 ⁻⁵	1.00	1.97	-
340	14,586	610.5	92.62	1028	8240	11870	0.469	0.110	0.070X10 ⁻³	2.255X10 ⁻⁵	1.23	2.43	-
360	18,651	528.3	144.0	720	14,690	25,800	0.427	0.178	0.060X10 ⁻³	2.571X10 ⁻⁵	2.06	3.73	-
374.14	22,090	317.0	317.0	0	∞	∞	∞	∞	-0.043X10 ⁻³	4.313X10 ⁻⁵	-	=	-

EK.3.2 Amonyak (Doymuş sıvı)

Sıcaklık, $T(^{\circ}\text{C})$	Yoğunluk, $\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	Özgül ısı, $C_p \text{ (J/kg}^{\circ}\text{C)}$	Isı iletim katsayısı, k (W/m $^{\circ}\text{C}$)	Isıl yayınım katsayısı, α (m 2 /s)	Dinamik vizkozite, μ (kg/ms)	Kinematik vizkozite, $\nu \text{ (m}^2\text{/s)}$	Prandtl sayısı, Pr
-40	692	4467	0.546	1.78×10^{-7}	2.81×10^{-4}	4.06×10^{-7}	2.28
-20	667	4509	0.546	1.82×10^{-7}	2.54×10^{-4}	3.81×10^{-7}	2.09
0	640	4635	0.540	1.82×10^{-7}	2.39×10^{-4}	3.73×10^{-7}	2.05
20	612	4798	0.521	1.78×10^{-7}	2.20×10^{-4}	3.59×10^{-7}	2.02
40	581	4999	0.493	1.70×10^{-7}	1.98×10^{-4}	3.40×10^{-7}	2.00

EK.3.3 Etil alkol

-40	823	2037	0.186	1.11×10^{-7}	4.81×10^{-3}	5.84×10^{-6}	52.7
-20	815	2124	0.179	1.03×10^{-7}	2.83×10^{-3}	3.47×10^{-6}	33.6
0	806	2249	0.174	0.960×10^{-7}	1.77×10^{-3}	2.20×10^{-6}	22.9
20	789	2395	0.168	0.889×10^{-7}	1.20×10^{-3}	1.52×10^{-6}	17.0
40	772	2572	0.162	0.816×10^{-7}	0.834×10^{-3}	1.08×10^{-6}	13.2
60	755	2781	0.156	0.743×10^{-7}	0.592×10^{-3}	0.784×10^{-6}	10.6
80	738	3026	0.150	0.672×10^{-7}	0.430×10^{-3}	0.583×10^{-6}	8.7

EK.3.4 Freon12

-40	1515	885	0.069	5.14×10^{-8}	4.24×10^{-4}	2.80×10^{-7}	5.4
-20	1457	907	0.071	5.38×10^{-8}	3.43×10^{-4}	2.35×10^{-7}	4.4
0	1393	935	0.073	5.59×10^{-8}	2.98×10^{-4}	2.14×10^{-7}	3.8
20	1327	966	0.073	5.66×10^{-8}	2.62×10^{-4}	1.97×10^{-7}	3.5
40	1254	1002	0.069	5.46×10^{-8}	2.40×10^{-4}	1.91×10^{-7}	3.5

EK.3.5 Gliserin

-20	1288	2143	0.282	1.02×10^{-7}	134	104×10^{-3}	1.020
0	1276	2261	0.284	0.98×10^{-7}	12.1	9.5×10^{-3}	0.096
20	1264	2386	0.287	0.95×10^{-7}	1.49	1.2×10^{-3}	0.0124
40	1252	2513	0.290	0.92×10^{-7}	0.27	0.2×10^{-3}	0.0023

EK.3.6 Kurşun

601	10,588	161	15.5	0.01×10^{-5}	2.62×10^{-3}	2.47×10^{-7}	0.0272
700	10,476	157	17.4	1.06×10^{-5}	2.15×10^{-3}	2.05×10^{-7}	0.0194
800	10,359	153	19.0	1.20×10^{-5}	2.05×10^{-3}	1.98×10^{-7}	0.0165
900	10,237	149	20.3	1.33×10^{-5}	1.54×10^{-3}	1.50×10^{-7}	0.0113
1000	10,111	145	21.5	1.47×10^{-5}	1.32×10^{-3}	1.30×10^{-7}	0.0089

EK.3.7 Cıva

234	13,723	142	7.3	3.8×10^{-6}	2.00×10^{-3}	1.46×10^{-7}	0.0389
273	13,628	140	8.2	4.3×10^{-6}	1.69×10^{-3}	1.24×10^{-7}	0.0289
300	13,562	139	8.9	4.7×10^{-6}	1.51×10^{-3}	1.11×10^{-7}	0.0237
350	13,441	138	10.0	5.4×10^{-6}	1.31×10^{-3}	0.98×10^{-7}	0.0181
400	13,320	137	11.0	6.1×10^{-6}	1.18×10^{-3}	0.89×10^{-7}	0.0147
500	13,081	136	12.7	7.1×10^{-6}	1.02×10^{-3}	0.78×10^{-7}	0.0109
600	12,816	134	14.2	8.3×10^{-6}	0.84×10^{-3}	0.66×10^{-7}	0.0080

EK.3.8 Kullanılmayan makine yağı

Sıcaklık, T (°C)	Yoğunluk, ρ (kg/m ³)	Özgül ısı, C_p (J/kg°C)	Isı iletim katsayısı, k (W/m°C)	Isıl yayınım katsayısı, a (m ² /s)	Dinamik vizkozite, μ (kg/ms)	Kinematik vizkozite, ν (m ² /s)	Prandtl sayısı, Pr
0	899	1796	0.147	9.11×10^{-8}	3850×10^{-3}	4280×10^{-6}	47,100
20	888	1880	0.145	8.72×10^{-8}	800×10^{-3}	901×10^{-6}	10,400
40	876	1964	0.144	8.34×10^{-8}	212×10^{-3}	242×10^{-6}	2870
60	864	2047	0.140	8.00×10^{-8}	72.5×10^{-3}	83.9×10^{-6}	1050
80	852	2131	0.138	7.69×10^{-8}	32.0×10^{-3}	37.5×10^{-6}	490
100	840	2219	0.137	7.38×10^{-8}	17.1×10^{-3}	20.3×10^{-6}	276
120	829	2307	0.135	7.10×10^{-8}	10.2×10^{-3}	12.4×10^{-6}	175
140	817	2395	0.133	6.86×10^{-8}	6.53×10^{-3}	8.0×10^{-6}	116
160	806	2483	0.132	6.63×10^{-8}	4.49×10^{-3}	5.6×10^{-6}	84

EK.4 GAZLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

EK.4.1 Atmosfer basıncında kuru havanın özellikleri

Sıcaklık, T (K)	Yoğunluk, ρ (kg/m ³)	Özgül ısı, C_p (J/kg°C)	Isı iletim katsayısı, k (W/m°C)	Isıl yayınım katsayısı, a (m ² /s)	Dinamik vizkozite, μ (kg/ms)	Kinematik vizkozite, ν (m ² /s)	Prandtl sayısı, Pr
200	1.766	1003	0.0181	1.02×10^{-5}	1.34×10^{-5}	0.76×10^{-5}	0.740
250	1.413	1003	0.0223	1.57×10^{-5}	1.61×10^{-5}	1.14×10^{-5}	0.724
280	1.271	1004	0.0246	1.95×10^{-5}	1.75×10^{-5}	1.40×10^{-5}	0.717
290	1.224	1005	0.0253	2.08×10^{-5}	1.80×10^{-5}	1.48×10^{-5}	0.714
298	1.186	1005	0.0259	2.18×10^{-5}	1.84×10^{-5}	1.55×10^{-5}	0.712
300	1.177	1005	0.0261	2.21×10^{-5}	1.85×10^{-5}	1.57×10^{-5}	0.712
310	1.143	1006	0.0268	2.35×10^{-5}	1.90×10^{-5}	1.67×10^{-5}	0.711
320	1.110	1006	0.0275	2.49×10^{-5}	1.94×10^{-5}	1.77×10^{-5}	0.710
330	1.076	1007	0.0283	2.64×10^{-5}	1.99×10^{-5}	1.86×10^{-5}	0.708
340	1.043	1007	0.0290	2.78×10^{-5}	2.03×10^{-5}	1.96×10^{-5}	0.707
350	1.009	1008	0.0297	2.92×10^{-5}	2.08×10^{-5}	2.06×10^{-5}	0.706
400	0.883	1013	0.0331	3.70×10^{-5}	2.29×10^{-5}	2.60×10^{-5}	0.703
450	0.785	1020	0.0363	4.54×10^{-5}	2.49×10^{-5}	3.18×10^{-5}	0.700
500	0.706	1029	0.0395	5.44×10^{-5}	2.68×10^{-5}	3.80×10^{-5}	0.699
550	0.642	1039	0.0426	6.39×10^{-5}	2.86×10^{-5}	4.45×10^{-5}	0.698
600	0.589	1051	0.456	7.37×10^{-5}	3.03×10^{-5}	5.15×10^{-5}	0.698
700	0.504	1075	0.0513	9.46×10^{-5}	3.35×10^{-5}	6.64×10^{-5}	0.702
800	0.441	1099	0.0569	11.7×10^{-5}	3.64×10^{-5}	8.25×10^{-5}	0.704
900	0.392	1120	0.0625	14.2×10^{-5}	3.92×10^{-5}	9.99×10^{-5}	0.705
1000	0.353	1141	0.0672	16.7×10^{-5}	4.18×10^{-5}	11.8×10^{-5}	0.709
1200	0.394	1175	0.0759	22.2×10^{-5}	4.65×10^{-5}	15.8×10^{-5}	0.720
1400	0.252	1201	0.0835	27.6×10^{-5}	5.09×10^{-5}	20.2×10^{-5}	0.732
1600	0.221	1240	0.0970	33.0×10^{-5}	5.49×10^{-5}	24.9×10^{-5}	0.753
1800	0.196	1276	0.01032	38.3×10^{-5}	5.87×10^{-5}	29.9×10^{-5}	0.772
2000	0.177	1327		44.1×10^{-5}	6.23×10^{-5}	35.3×10^{-5}	0.801

EK.4.2 Amonyak

Sıcaklık, T (K)	Yoğunluk, ρ (kg/m ³)	Özgül ısı, C_p (J/kg°C)	Isı iletim katsayısı, k (W/m°C)	Isıl yayınım katsayısı, α (m ² /s)	Dinamik vizkozite, μ (kg/ms)	Kinematik vizkozite, ν (m ² /s)	Prandtl sayısı, Pr
200	1.038	2199	0.0153	0.67×10^{-5}	6.89×10^{-5}	0.66×10^{-5}	0.990
250	0.831	2248	0.0197	1.05×10^{-5}	8.53×10^{-5}	1.03×10^{-5}	0.973
300	0.692	2298	0.0246	1.55×10^{-5}	10.27×10^{-5}	1.48×10^{-5}	0.959
350	0.593	2349	0.0302	2.17×10^{-5}	12.06×10^{-5}	2.03×10^{-5}	0.938
400	0.519	2402	0.0364	2.92×10^{-5}	13.90×10^{-5}	2.68×10^{-5}	0.917
450	0.461	2455	0.0433	3.82×10^{-5}	15.76×10^{-5}	3.42×10^{-5}	0.894
500	0.415	2507	0.0506	4.86×10^{-5}	17.63×10^{-5}	4.25×10^{-5}	0.873
550	0.378	2559	0.0580	6.00×10^{-5}	19.5×10^{-5}	5.16×10^{-5}	0.860
600	0.346	2611	0.0656	7.26×10^{-5}	21.4×10^{-5}	6.18×10^{-5}	0.852
700	0.297	2710	0.0811	10.1×10^{-5}	25.1×10^{-5}	8.45×10^{-5}	0.839
800	0.260	2810	0.0977	13.4×10^{-5}	28.8×10^{-5}	11.1×10^{-5}	0.828

EK.4.3 Argon

200	2.435	523.6	0.0124	0.98×10^{-5}	1.60×10^{-5}	0.66×10^{-5}	0.674
250	1.948	522.2	0.0152	1.49×10^{-5}	1.95×10^{-5}	1.00×10^{-5}	0.672
300	1.623	521.6	0.0177	2.09×10^{-5}	2.27×10^{-5}	1.40×10^{-5}	0.669
350	1.392	521.2	0.0201	2.78×10^{-5}	2.57×10^{-5}	1.85×10^{-5}	0.666
400	1.218	521.0	0.0223	3.52×10^{-5}	2.85×10^{-5}	2.34×10^{-5}	0.665
450	1.082	520.9	0.0244	4.33×10^{-5}	3.12×10^{-5}	2.88×10^{-5}	0.665
500	0.974	520.8	0.0264	5.20×10^{-5}	3.37×10^{-5}	3.45×10^{-5}	0.664
550	0.886	520.7	0.0283	6.14×10^{-5}	3.60×10^{-5}	4.07×10^{-5}	0.662
600	0.812	520.6	0.0301	7.12×10^{-5}	3.83×10^{-5}	4.72×10^{-5}	0.662
700	0.696	520.6	0.0336	9.28×10^{-5}	4.25×10^{-5}	6.11×10^{-5}	0.658
800	0.609	520.5	0.0369	1.16×10^{-4}	4.64×10^{-5}	7.62×10^{-5}	0.655
900	0.541	520.5	0.0398	1.41×10^{-4}	5.01×10^{-5}	9.26×10^{-5}	0.654
1000	0.487	520.5	0.0427	1.68×10^{-4}	5.35×10^{-5}	11.0×10^{-5}	0.652
1200	0.406	520.5	0.0481	2.28×10^{-4}	5.99×10^{-5}	14.8×10^{-5}	0.648
1400	0.348	520.4	0.0535	2.96×10^{-4}	6.56×10^{-5}	18.9×10^{-5}	0.638

EK.4.4 Karbondioksit (atm basıncında)

200	2683	759	0.0095	0.47×10^{-5}	1.02×10^{-5}	0.38×10^{-5}	0.814
250	2146	806	0.0129	0.75×10^{-5}	1.26×10^{-5}	0.59×10^{-5}	0.790
300	1789	852	0.0166	1.09×10^{-5}	1.50×10^{-5}	0.84×10^{-5}	0.768
350	1533	897	0.0205	1.49×10^{-5}	1.73×10^{-5}	1.13×10^{-5}	0.755
400	1341	939	0.0244	1.94×10^{-5}	1.94×10^{-5}	1.45×10^{-5}	0.747
450	1192	979	0.0283	2.43×10^{-5}	2.15×10^{-5}	1.80×10^{-5}	0.743
500	1073	1017	0.0323	2.96×10^{-5}	2.35×10^{-5}	2.19×10^{-5}	0.740
550	0976	1049	0.0363	3.55×10^{-5}	2.54×10^{-5}	2.60×10^{-5}	0.734
600	0894	1077	0.0403	4.18×10^{-5}	2.72×10^{-5}	3.04×10^{-5}	0.727
700	0767	1126	0.0487	5.64×10^{-5}	3.06×10^{-5}	3.99×10^{-5}	0.708
800	0671	1169	0.0560	7.14×10^{-5}	3.39×10^{-5}	5.05×10^{-5}	0.708
900	0596	1205	0.0621	8.65×10^{-5}	3.69×10^{-5}	6.19×10^{-5}	0.716
1000	0537	1235	0.0680	10.25×10^{-5}	3.97×10^{-5}	7.40×10^{-5}	0.721
1200	0447	1283	0.0780	13.6×10^{-5}	4.49×10^{-5}	10.04×10^{-5}	0.739
1400	0383	1315	0.0867	17.2×10^{-5}	4.97×10^{-5}	13.0×10^{-5}	0.754

EK.4.5 Karbonmonoksit

Sıcaklık, T (K)	Yoğunluk, ρ (kg/m ³)	Özgül ısı, C_p (J/kg°C)	Isı iletim katsayısı, k (W/m°C)	Isıl yayınım katsayısı, a (m ² /s)	Dinamik vizkozite, μ (kg/ms)	Kinematik vizkozite, ν (m ² /s)	Prandtl sayısı, Pr
200	1708	1045	0.0175	0.98×10^{-5}	1.27×10^{-5}	0.75×10^{-5}	0.763
250	1366	1048	0.0214	1.50×10^{-5}	1.54×10^{-5}	1.13×10^{-5}	0.753
300	1138	1051	0.0252	2.11×10^{-5}	1.78×10^{-5}	1.56×10^{-5}	0.743
350	0976	1056	0.0288	2.80×10^{-5}	2.01×10^{-5}	2.05×10^{-5}	0.735
400	0854	1060	0.0323	3.57×10^{-5}	2.21×10^{-5}	2.59×10^{-5}	0.727
450	0759	1065	0.0355	4.39×10^{-5}	2.41×10^{-5}	3.18×10^{-5}	0.723
500	0683	1071	0.0386	5.28×10^{-5}	2.60×10^{-5}	3.80×10^{-5}	0.720
550	0621	1077	0.0416	6.22×10^{-5}	2.77×10^{-5}	4.46×10^{-5}	0.717
600	0569	1084	0.0444	7.20×10^{-5}	2.94×10^{-5}	5.17×10^{-5}	0.718
700	0488	1099	0.0497	9.27×10^{-5}	3.25×10^{-5}	6.66×10^{-5}	0.718
800	0427	1114	0.0549	11.5×10^{-5}	3.54×10^{-5}	8.29×10^{-5}	0.718
900	0379	1128	0.0596	13.9×10^{-5}	3.81×10^{-5}	10.04×10^{-5}	0.721
1000	0342	1142	0.0644	16.5×10^{-5}	4.06×10^{-5}	11.9×10^{-5}	0.720
1100	0310	1155	0.0692	19.3×10^{-5}	4.30×10^{-5}	13.9×10^{-5}	0.718
1200	0285	1168	0.0738	22.2×10^{-5}	4.53×10^{-5}	15.9×10^{-5}	0.717

EK.4.6 Helyum

200	0.2440	5197	0.115	0.91×10^{-4}	1.50×10^{-5}	0.61×10^{-4}	0.676
250	0.1952	5197	0.134	1.54×10^{-4}	1.75×10^{-5}	0.90×10^{-4}	0.680
300	0.1627	5197	0.150	1.77×10^{-4}	1.99×10^{-5}	1.22×10^{-4}	0.690
350	0.1394	5197	0.165	2.28×10^{-4}	2.21×10^{-5}	1.59×10^{-4}	0.698
400	0.1220	5197	0.180	2.83×10^{-4}	2.43×10^{-5}	1.99×10^{-4}	0.703
450	0.1085	5197	0.195	3.45×10^{-4}	2.63×10^{-5}	2.43×10^{-4}	0.702
500	0.0976	5197	0.211	4.17×10^{-4}	2.83×10^{-5}	2.90×10^{-4}	0.695
550	0.0887	5197	0.229	4.97×10^{-4}	3.02×10^{-5}	3.40×10^{-4}	0.684
600	0.0813	5197	0.247	5.84×10^{-4}	3.20×10^{-5}	3.93×10^{-4}	0.673
700	0.0697	5197	0.278	7.67×10^{-4}	3.55×10^{-5}	5.09×10^{-4}	0.663
800	0.0610	5197	0.307	9.68×10^{-4}	3.88×10^{-5}	6.37×10^{-4}	0.657
900	0.0542	5197	0.335	11.9×10^{-4}	4.20×10^{-5}	7.75×10^{-4}	0.652
1000	0.0488	5197	0.363	14.3×10^{-4}	4.50×10^{-5}	9.23×10^{-4}	0.645
1200	0.0407	5197	0.416	19.7×10^{-4}	5.08×10^{-5}	12.5×10^{-4}	0.635
1400	0.0349	5197	0.469	25.9×10^{-4}	5.61×10^{-5}	16.1×10^{-4}	0.622
1600	0.0305	5197	0.521	32.9×10^{-4}	6.10×10^{-5}	20.0×10^{-4}	0.608
1800	0.0271	5197	0.570	40.4×10^{-4}	6.57×10^{-5}	24.2×10^{-4}	0.599
2000	0.0244	5197	0.620	48.9×10^{-4}	7.00×10^{-5}	28.7×10^{-4}	0.587

EK.4.7 Hidrojen

200	0.1299	13,540	0.128	0.77×10^{-4}	0.68×10^{-5}	0.55×10^{-4}	0.717
250	0.0983	14,070	0.156	1.13×10^{-4}	0.79×10^{-5}	0.80×10^{-4}	0.713
300	0.0819	14,320	0.182	1.55×10^{-4}	0.89×10^{-5}	1.09×10^{-4}	0.705
350	0.0702	14,420	0.203	2.01×10^{-4}	0.99×10^{-5}	1.42×10^{-4}	0.705
400	0.0614	14,480	0.221	2.49×10^{-4}	1.09×10^{-5}	1.78×10^{-4}	0.714
450	0.0546	14,500	0.239	3.02×10^{-4}	1.18×10^{-5}	2.17×10^{-4}	0.719
500	0.0492	14,510	0.256	3.59×10^{-4}	1.27×10^{-5}	2.59×10^{-4}	0.721
550	0.0447	14,520	0.274	4.22×10^{-4}	1.36×10^{-5}	3.04×10^{-4}	0.722
600	0.0410	14540	0.291	4.89×10^{-4}	1.45×10^{-5}	3.54×10^{-4}	0.724
700	0.0351	14,610	0.325	6.34×10^{-4}	1.61×10^{-5}	4.59×10^{-4}	0.724
800	0.0307	14,710	0.360	7.97×10^{-4}	1.77×10^{-5}	5.76×10^{-4}	0.723
900	0.0273	14,840	0.394	10.8×10^{-4}	1.92×10^{-5}	7.03×10^{-4}	0.723
1000	0.0246	14,990	0.428	11.6×10^{-4}	2.07×10^{-5}	8.42×10^{-4}	0.724
1200	0.0205	15,370	0.495	15.7×10^{-4}	2.36×10^{-5}	11.5×10^{-4}	0.733

EK.4.8 Nitrojen

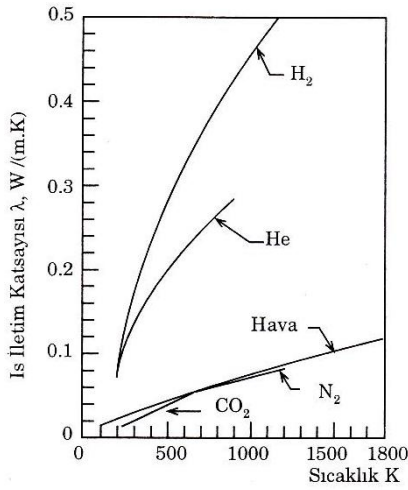
Sıcaklık, T (K)	Yoğunluk, ρ (kg/m ³)	Özgül ısı, C_p (J/kg°C)	Isı iletim katsayısı, k (W/m°C)	Isıl yayınım katsayısı, a (m ² /s)	Dinamik vizkozite, μ (kg/ms)	Kinematik vizkozite, ν (m ² /s)	Prandtl sayısı, Pr
200	1.708	1043	0.0183	1.02x10 ⁻⁵	1.29x10 ⁻⁵	0.75x10 ⁻⁵	0.734
250	1.367	1042	0.0222	1.56x10 ⁻⁵	1.55x10 ⁻⁵	1.13x10 ⁻⁵	0.725
300	1.139	1040	0.0260	2.19x10 ⁻⁵	1.79x10 ⁻⁵	1.57x10 ⁻⁵	0.715
350	0.967	1041	0.0294	2.92x10 ⁻⁵	2.01x10 ⁻⁵	2.08x10 ⁻⁵	0.711
400	0.854	1045	0.0325	3.64x10 ⁻⁵	2.21x10 ⁻⁵	2.59x10 ⁻⁵	0.710
450	0.759	1050	0.0356	4.47x10 ⁻⁵	2.41x10 ⁻⁵	3.17x10 ⁻⁵	0.709
500	0.683	1057	0.0387	5.36x10 ⁻⁵	2.59x10 ⁻⁵	3.79x10 ⁻⁵	0.708
550	0.621	1065	0.0414	6.26x10 ⁻⁵	2.76x10 ⁻⁵	4.45x10 ⁻⁵	0.711
600	0.569	1075	0.0441	7.20x10 ⁻⁵	2.93x10 ⁻⁵	5.14x10 ⁻⁵	0.713
700	0.488	1098	0.0493	9.20x10 ⁻⁵	3.24x10 ⁻⁵	6.63x10 ⁻⁵	0.720
800	0.427	1122	0.0541	11.3x10 ⁻⁵	3.52x10 ⁻⁵	8.24x10 ⁻⁵	0.730
900	0.380	1146	0.0587	13.5x10 ⁻⁵	3.79x10 ⁻⁵	9.97x10 ⁻⁵	0.739
1000	0.342	1168	0.0631	15.8x10 ⁻⁵	4.04x10 ⁻⁵	11.8x10 ⁻⁵	0.747
1200	0.285	1205	0.0713	20.8x10 ⁻⁵	4.50x10 ⁻⁵	15.8x10 ⁻⁵	0.761
1400	0.244	1233	0.0797	26.5x10 ⁻⁵	4.92x10 ⁻⁵	20.2x10 ⁻⁵	0.761

EK.4.9 Oksijen

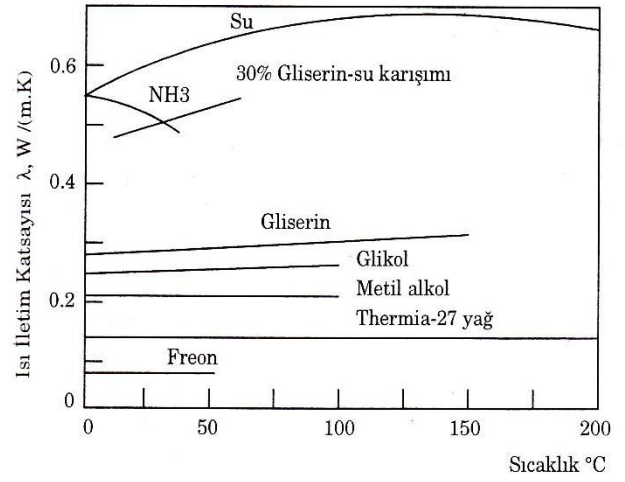
200	1951	906	0.0182	1.03x10 ⁻⁵	1.47x10 ⁻⁵	0.75x10 ⁻⁵	0.728
250	1561	914	0.0225	1.58x10 ⁻⁵	1.78x10 ⁻⁵	1.14x10 ⁻⁵	0.721
300	1301	920	0.0267	2.23x10 ⁻⁵	2.07x10 ⁻⁵	1.59x10 ⁻⁵	0.711
350	1115	929	0.0306	2.95x10 ⁻⁵	2.34x10 ⁻⁵	2.10x10 ⁻⁵	0.710
400	0976	942	0.0342	3.72x10 ⁻⁵	2.59x10 ⁻⁵	2.65x10 ⁻⁵	0.713
450	0867	956	0.0377	4.55x10 ⁻⁵	2.83x10 ⁻⁵	3.26x10 ⁻⁵	0.717
500	0780	971	0.0412	5.44x10 ⁻⁵	3.05x10 ⁻⁵	3.91x10 ⁻⁵	0.720
550	0709	987	0.0447	6.38x10 ⁻⁵	3.27x10 ⁻⁵	4.61x10 ⁻⁵	0.722
600	0650	1003	0.0480	7.36x10 ⁻⁵	3.47x10 ⁻⁵	5.34x10 ⁻⁵	0.725
700	0557	1032	0.0544	9.46x10 ⁻⁵	3.85x10 ⁻⁵	6.91x10 ⁻⁵	0.730
800	0488	1054	0.0603	1.17x10 ⁻⁴	4.21x10 ⁻⁵	8.63x10 ⁻⁵	0.736
900	0434	1074	0.0661	1.42x10 ⁻⁴	4.54x10 ⁻⁵	10.5x10 ⁻⁵	0.738
1000	0390	1091	0.0717	1.68x10 ⁻⁴	4.85x10 ⁻⁵	12.4x10 ⁻⁵	0.738
1200	0325	1116	0.0821	2.26x10 ⁻⁴	5.42x10 ⁻⁵	16.7x10 ⁻⁵	0.737
1400	0278	1136	0.0921	2.91x10 ⁻⁴	5.95x10 ⁻⁵	21.3x10 ⁻⁵	0.734

EK.4.10 Su Buharı

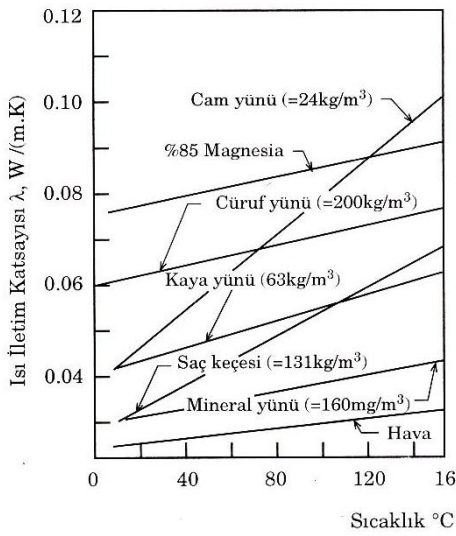
300	00253	2041	0.0181	3.51x10 ⁻⁵	0.91x10 ⁻⁵	36.1x10 ⁻⁵	1.03
350	0258	2037	0.0222	4.22x10 ⁻⁵	1.12x10 ⁻⁵	4.33x10 ⁻⁵	1.02
400	0555	2000	0.0264	2.38x10 ⁻⁵	1.32x10 ⁻⁵	2.38x10 ⁻⁵	1.00
450	0491	1968	0.0307	3.17x10 ⁻⁵	1.52x10 ⁻⁵	3.10x10 ⁻⁵	0.98
500	0441	1977	0.0357	4.09x10 ⁻⁵	1.73x10 ⁻⁵	3.92x10 ⁻⁵	0.96
550	0401	1994	0.0411	5.15x10 ⁻⁵	1.93x10 ⁻⁵	4.82x10 ⁻⁵	0.94
600	0367	2022	0.0464	6.25x10 ⁻⁵	2.13x10 ⁻⁵	5.82x10 ⁻⁵	0.93
700	0314	2083	0.0572	8.74x10 ⁻⁵	2.54x10 ⁻⁵	8.09x10 ⁻⁵	0.93
800	0275	2148	0.0686	11.6x10 ⁻⁵	2.95x10 ⁻⁵	10.7x10 ⁻⁵	0.92
900	0244	2217	0.078	14.4x10 ⁻⁵	3.36x10 ⁻⁵	13.7x10 ⁻⁵	0.95
1000	0220	2288	0.087	17.3x10 ⁻⁵	3.76x10 ⁻⁵	17.1x10 ⁻⁵	0.99



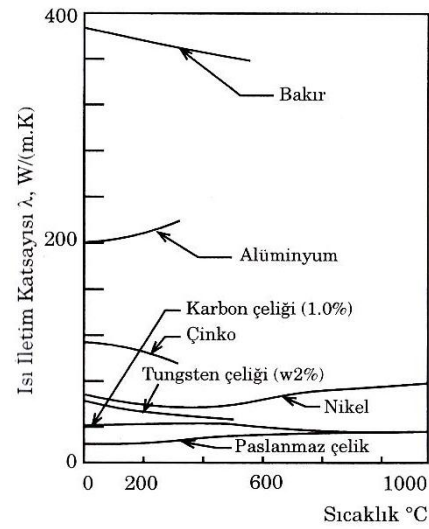
Şekil 1.4 Gazların ısı iletim katsayılarının sıcaklıkla değişimi



Şekil 1.5 Sıvıların ısı iletim katsayılarının sıcaklıkla değişimi



Şekil 1.6 Yalıtım malzemelerinin ısı iletim katsayılarının sıcaklıkla değişimi



Şekil 1.7 Metallerin ısı iletim katsayılarının sıcaklıkla değişimi

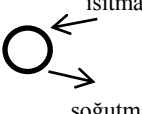
Tablo 1.1 Çeşitli maddelerin ısı iletim katsayılarının mertebeleri

Malzeme	Isı İletim Katsayısı W/(m.K)
Gazlar	0.002 – 0.2
Yağlar	0.1 – 1.0
Su	0.5 – 0.7
Sıvı metaller	10 – 100
Katılar (metal olmayan)	0.03 – 3.0
Katılar (alaşımlar)	20 – 200
Saf metaller	40 – 400

Tablo 1.2 Mertebe olarak ortalama ısı transferi katsayıları

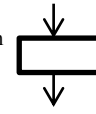
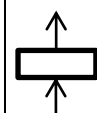
Akışkan	Doğal Konveksiyon W / (m².K)	Zorlanmış Konveksiyon W / (m².K)
Gazlar	5 – 30	30 – 300
Yağlar	5 – 100	30 – 3000
Su (tek faz)	30 – 300	300 – 10000
Sıvı metaller	50 – 500	500 – 20000
Su kaynaması	2000 – 20000	3000 – 100000
Su buharı yoğuşması	3000 – 30000	3000 – 200000

ZORLANMIŞ TAŞINIM

DÜZ LEVHA (Yatay Akış)	Kullanım Şartı	Formül	Açıklama
	Re< 5x10 ⁵	$Nu_x = 0.332 (Re)^{1/2} (Pr)^{1/3}$	Akışkan Özellikleri $T_f = \frac{T_y + T_\infty}{2}$ Film sıcaklığında sabit
	T _y =sabit	$\overline{Nu}_L = 0.664 (Re)^{1/2} (Pr)^{1/3}$	
	q _y =sabit	$Nu_x = 0.418 (Re)^{1/2} (Pr)^{1/3}$	
	$\overline{Nu}_L = 0.836 (Re)^{1/2} (Pr)^{1/3}$		
	Re> 5x10 ⁵	$\overline{Nu}_L = (Pr)^{\frac{1}{3}}(0.036 Re_L^{0.8} - 835)$	
BORU VE KANALLAR (İç Akış)	Re<2300	$\overline{Nu}_D = 3.65 + \frac{\left(0,0668\left(\frac{D}{L}\right)Re_DPr\right)}{\left(1 + 0,04\left[\left(\frac{D}{L}\right)Re_DPr\right]^{2/3}\right)}$	Akışkan özel. yayık sıcaklıkta sabit $T_{ya} = \frac{T_g+T_c}{2}$
	T _y =sabit	$\overline{Nu}_D = 1,86 (Re_DPr)^{1/3} \left(\frac{D}{L}\right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_y}\right)^{0,14}$	Akışkan özellikleri giriş ve çıkış sıcaklıkları ortalamasında sabit $Re Pr \left(\frac{D}{L}\right) > 10$
		$\overline{Nu}_D = 0,023 Re_D^{0,8} Pr^n$	Akışkan özel. yayık sıcaklıkta sabit (L/D)>0,0 Pr>0,5
	Re>2300	$\overline{Nu}_D = 0,027 Re^{0,8} Pr^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_y}\right)^{0,14}$	n=0,4 ısıtma n=0,3 soğutma
	T _y =sabit		
	$D = D_{Is} = \frac{4A}{S_{Is}} = \frac{Islak Alan \times 4}{Islak Çevre}$		

DOĞAL (KENDİLİĞİNDEN) TAŞINIM

$$Nu = C (Gr * Pr)^m$$

Geometri	(Gr * Pr)	C	m	Açıklama
Düşey levha ve silindir (karakter uzunluk, yükseklik)	10 ⁴ - 10 ⁹ 10 ⁹ - 10 ¹³	0,59 0,10	1/4 1/3	Akışkan özellikleri $T_f = \frac{T_y + T_\infty}{2}$ film sıcaklığında sabit
Yatay Silindir (karakteristik uzunluk, çap)	10 ⁴ - 10 ⁹ 10 ⁹ - 10 ¹²	0,53 0,13	1/4 1/3	
Yatay Levha ısıtılan levhanın üst yüzeyi veya soğutulan levhanın alt yüzeyi 	2x10 ⁴ - 8x10 ⁵ 2x10 ⁵ - 4x10 ⁷ 8x10 ⁶ - 10 ¹¹	0,54 0,70 0,155	1/4 1/4 1/3	
Yatay Levha ısıtılan levhanın alt yüzü veya soğutulan levhanın üst yüzü 	10 ⁵ - 10 ¹¹ >10 ¹¹	0,58 0,25	1/4 1/4	

BOYUTSUZ SAYILAR

TABLO 6.2 Bazı boyutsuz ısı ve kütle geçiş parametreleri

Grup	Tanımı	Fiziksel Anlamı
Biot sayısı (Bi)	$\frac{hL}{k_s}$	Bir katının iç ısıl direncinin, sınır tabaka ısıl direncine oranı.
Kütle geçişi için Biot sayısı (Bi_m)	$\frac{h_m L}{D_{AB}}$	İç madde yayılımı direncinin sınır tabaka madde geçişi direncine oranı.
Bond sayısı (Bo)	$\frac{g(\rho_l - \rho_v)L^2}{\sigma}$	Yerçekimi ve yüzey gerilme kuvvetlerinin oranı.
Sürtünme katsayısı (C_f)	$\frac{\tau_s}{\rho V^2 / 2}$	Boyutsuz yüzey kayma gerilmesi
Eckert sayısı (Ec)	$\frac{V^2}{c_p(T_s - T_\infty)}$	Akışın kinetik enerjisinin sınır tabakası entalpi farkına oranı.
Fourier sayısı (Fo)	$\frac{\alpha t}{L^2}$	Bir katıda ısı iletiminin ısıl enerjinin depolanma hızına oranı. Boyutsuz zaman.
Kütle transferi için Fourier sayısı (Fo_m)	$\frac{D_{AB} t}{L^2}$	Madde yayılımının, madde depolama hızına oranı. Boyutsuz zaman.
Sürtünme faktörü (f)	$\frac{\Delta p}{(L/D)(\rho u_m^2 / 2)}$	İç akış için boyutsuz basınç düşümü.
Grashof sayısı (Gr_L)	$\frac{g\beta(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2}$	Kaldırma kuvvetlerinin, sürtünme kuvvetlerine oranı.
Colburn j faktörü (j_h)	$StPr^{2/3}$	Boyutsuz ısı geçiş katsayısı.
Colburn j faktörü (j_m)	$St_m Sc^{2/3}$	Boyutsuz kütle geçiş katsayısı.
Jakop sayısı (Ja)	$\frac{c_p(T_s - T_{sat})}{h_{fg}}$	Duyulur ısı, sıvı-buhar faz değişimi sırasında gizli ısıya oranı.
Lewis sayısı (Le)	$\frac{\alpha}{D_{AB}}$	Isı ve kütle yayılım katsayılarının oranı.
Nusselt sayısı (Nu_L)	$\frac{hL}{k_f}$	Yüzeydeki boyutsuz sıcaklık gradyanı.
Peclet sayısı (Pe_L)	$\frac{VL}{\alpha} = Re_L Pr$	Boyutsuz bir ısı geçişi parametresi.
Prandtl sayısı (Pr)	$\frac{c_p \mu}{k} = \frac{\nu}{\alpha}$	Momentum ve ısı yayılım katsayılarının oranı.
Reynolds sayısı (Re_L)	$\frac{VL}{\nu}$	Atalet ve sürtünme kuvvetlerinin oranı.
Schmidt sayısı (Sc)	$\frac{\nu}{D_{AB}}$	Momentum ve kütle yayılım katsayılarının oranı.

TABLO 6.2 Devam

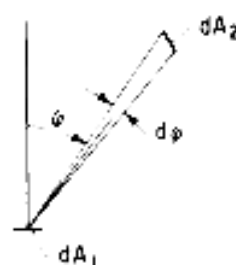
Grup	Tanımı	Fiziksel Anlamı
Sherwood sayısı (Sh_L)	$\frac{h_m L}{D_{AB}}$	Yüzeydeki boyutsuz derişiklik gradyanı.
Stanton sayısı (St)	$\frac{h}{\rho V c_p} = \frac{Nu_L}{Re_L Pr}$	Değıştirilmiş Nusselt sayısı.
Kütle transferi için Stanton sayısı (St_m)	$\frac{h_m}{V} = \frac{Sh_L}{Re_L Sc}$	Değıştirilmiş Sherwood sayısı.
Weber sayısı (We)	$\frac{\rho V^2 L}{\sigma}$	Atalet ve yüzey gerilme kuvvetlerinin oranı.

Isı Geçişinde Kullanılan Semboller, Birimleri ve Boyutları

Sembol	Açıklama	Boyut	SI birimi
L, x, R, D	uzunluk	L	m
t	zaman	T	s
m	kütle	M	kg
T	sıcaklık	θ	K
F	kuvvet	MLT^{-2}	N
Q, W, E	ısı, iş, enerji	$ML^2 T^{-2}$	J
Q, W	ısı gücü, güç	$ML^2 T^{-3}$	W
V, u, v, w, a	hız, ses hızı	LT^{-1}	m/s
a, g	ivme, yerçekimi ivmesi	LT^{-2}	m/s
$\dot{m}$	kütle debisi	MT^{-1}	kg/s
$\dot{m}'' = \rho V$	kütle hızı	$ML^{-2} T^{-1}$	kg/m ² s
P	basınç	$ML^{-1} T^{-2}$	N/m ² (Pa)
ρ	yoğunluk	ML^{-3}	kg/m ³
c_p, c	özgül ısı	$L^2 T^{-2} \theta^{-1}$	kJ/kg-K
μ	dinamik vizkozite	$ML^{-1} T^{-1}$	kg/m-s
$\nu = \mu/\rho$	kinematik vizkozite	$L^2 T^{-1}$	m ² /s
k	ısı iletim katsayısı	$MLT^{-3} \theta^{-1}$	W/m-K
$\alpha = k/\rho c$	ısı yayılım katsayısı	$L^2 T^{-1}$	m ² /s
γ_k	kütle yayılımı	$L^2 T^{-1}$	m ² /s
β	hacimsal genişleme kats.	θ^{-1}	1/K
h	ısı taşınım katsayısı	$MT^{-3} \theta^{-1}$	W/m ² -K
h_m	kütle taşınım katsayısı	LT^{-1}	m/s
	ortalama serbest yol	L	m

CATALOG OF SELECTED CONFIGURATION FACTORS

1



Area dA_1 of differential width and any length, to infinitely long strip dA_2 of differential width and with parallel generating line to dA_1 .

$$dF_{d1 \rightarrow d2} = \frac{\cos \varphi}{2} d\varphi = \frac{1}{2} d(\sin \varphi)$$

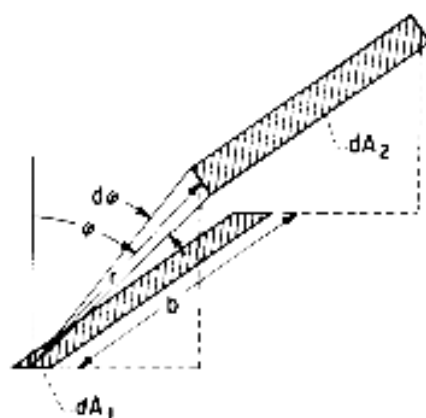
2



Area dA_1 of differential width and any length to any cylindrical surface A_2 generated by a line of infinite length moving parallel to itself and parallel to the plane of dA_1 .

$$F_{d1 \rightarrow 2} = \frac{1}{2} (\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1)$$

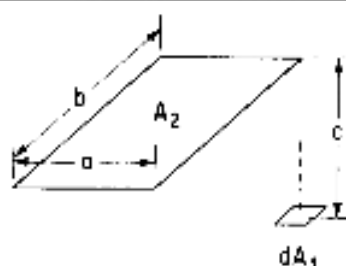
3



Strip of finite length b and of differential width, to differential strip of same length on parallel generating line

$$dF_{d1 \rightarrow 2} = \frac{\cos \varphi}{\pi} d\varphi \tan^{-1} \frac{b}{r}$$

4

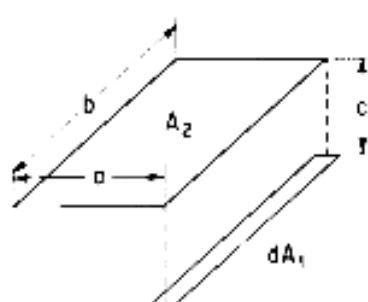


Plane element dA_1 to plane parallel rectangle; normal to element passes through corner of rectangle.

$$X = \frac{a}{c} \quad Y = \frac{b}{c}$$

$$F_{d1 \rightarrow 2} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

5

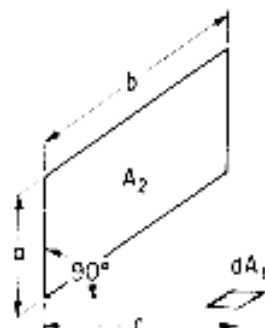


Strip element to rectangle in plane parallel to strip; strip is opposite one edge of rectangle.

$$X = \frac{a}{c} \quad Y = \frac{b}{c}$$

$$F_{d1 \rightarrow 2} = \frac{1}{\pi Y} \left(\sqrt{1+Y^2} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} - \tan^{-1} X + \frac{XY}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} \right)$$

6

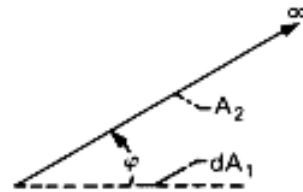


Plane element dA_1 to rectangle in plane 90° to plane of element.

$$X = \frac{a}{b} \quad Y = \frac{c}{b}$$

$$F_{d1 \rightarrow 2} = \frac{1}{2\pi} \left(\tan^{-1} \frac{1}{Y} - \frac{Y}{\sqrt{X^2+Y^2}} \tan^{-1} \frac{1}{\sqrt{X^2+Y^2}} \right)$$

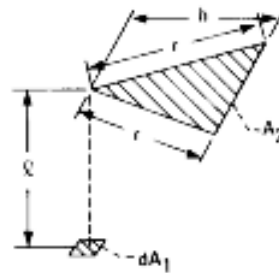
7



Element dA_1 of differential width and any length to semi-infinite plane. Plane containing dA_1 and semi-infinite plane intersect at angle φ at edge of semi-infinite plane.

$$F_{d1-2} = \frac{1}{2}(1 + \cos \varphi)$$

8

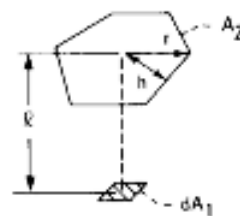


Plane element dA_1 to parallel isosceles triangle of height h and sides r ; normal to element passes through vertex of triangle.

$$H = \frac{h}{l} \quad R = \frac{r}{l}$$

$$F_{d1-2} = \frac{H}{\pi\sqrt{1+H^2}} \tan^{-1} \sqrt{\frac{R^2 - H^2}{1+H^2}}$$

9

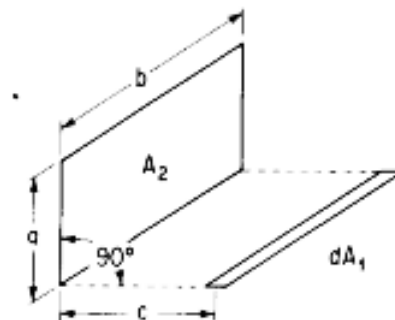


Plane element dA_1 to parallel polygon having n equal sides; normal to element passes through center of polygon.

$$H = \frac{h}{l} \quad R = \frac{r}{l}$$

$$F_{d1-2} = \frac{nH}{\pi\sqrt{1+H^2}} \tan^{-1} \sqrt{\frac{R^2 - H^2}{1+H^2}}$$

10

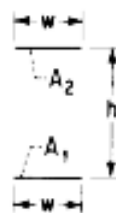


Strip element dA_1 to rectangle in plane at 90° to plane of strip.

$$X = \frac{a}{b} \quad Y = \frac{c}{b}$$

$$F_{d1-2} = \frac{1}{\pi} \left[\tan^{-1} \frac{1}{Y} + \frac{Y}{2} \ln \frac{Y^2(X^2 + Y^2 + 1)}{(Y^2 + 1)(X^2 + Y^2)} - \frac{Y}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \tan^{-1} \frac{1}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \right]$$

11

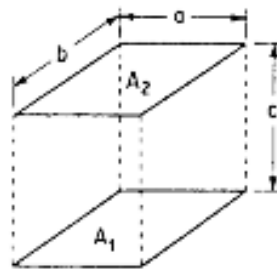


Two infinitely long, directly opposed parallel plates of the same finite width.

$$H = \frac{h}{w}$$

$$F_{1-2} = F_{2-1} = \sqrt{1+H^2} - H$$

12

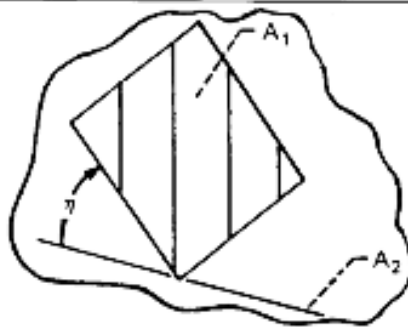


Identical, parallel, directly opposed rectangles.

$$X = \frac{a}{c} \quad Y = \frac{b}{c}$$

$$F_{1-2} = \frac{2}{\pi XY} \left\{ \ln \left[\frac{(1 + X^2)(1 + Y^2)}{1 + X^2 + Y^2} \right]^{1/2} + X \sqrt{1 + Y^2} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1 + Y^2}} \right. \\ \left. + Y \sqrt{1 + X^2} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1 + X^2}} - X \tan^{-1} X - Y \tan^{-1} Y \right\}$$

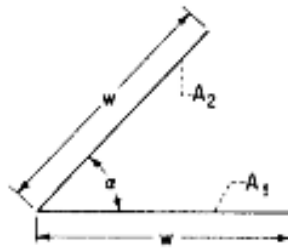
13



Finite rectangle A_1 of any size, tilted at angle η relative to an infinite plane A_2 .

$$F_{1-2} = \frac{1}{2}(1 - \cos \eta)$$

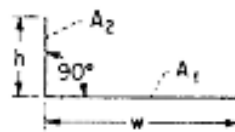
14



Two infinitely long plates of equal finite width w , having one common edge and having an included angle α to each other.

$$F_{1-2} = F_{2-1} = 1 - \sin \frac{\alpha}{2}$$

15

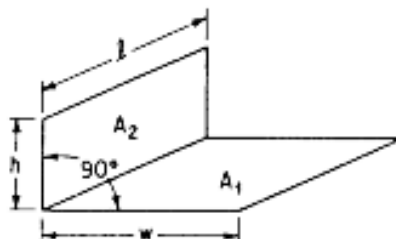


Two infinitely long plates of unequal widths h and w , having one common edge and having an angle of 90° to each other.

$$H = \frac{h}{w}$$

$$F_{1-2} = \frac{1}{2}(1 + H - \sqrt{1 + H^2})$$

16

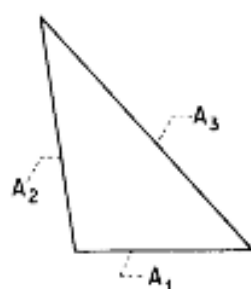


Two finite rectangles of same length, having one common edge and having an angle of 90° to each other.

$$H = \frac{h}{l} \quad W = \frac{w}{l}$$

$$F_{1-2} = \frac{1}{\pi W} \left(W \tan^{-1} \frac{1}{W} + H \tan^{-1} \frac{1}{H} - \sqrt{H^2 + W^2} \tan^{-1} \frac{1}{\sqrt{H^2 + W^2}} \right. \\ \left. + \frac{1}{4} \ln \left\{ \frac{(1 + W^2)(1 + H^2)}{1 + W^2 + H^2} \left[\frac{W^2(1 + W^2 + H^2)}{(1 + W^2)(W^2 + H^2)} \right]^{W^2} \left[\frac{H^2(1 + H^2 + W^2)}{(1 + H^2)(H^2 + W^2)} \right]^{H^2} \right\} \right)$$

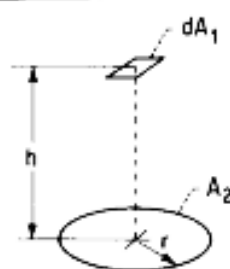
17



Infinitely long enclosure formed by three plane areas.

$$F_{1-2} = \frac{A_1 + A_2 - A_3}{2A_1}$$

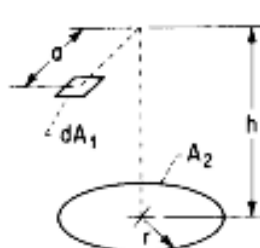
18



Plane element dA_1 to circular disk in plane parallel to element; normal to element passes through center of disk.

$$F_{d1-2} = \frac{r^2}{h^2 + r^2}$$

19



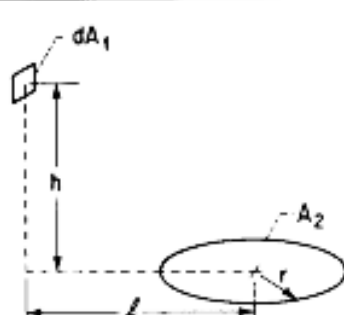
Plane element dA_1 to circular disk in plane parallel to element.

$$H = \frac{h}{a} \quad R = \frac{r}{a}$$

$$Z = 1 + H^2 + R^2$$

$$F_{d1-2} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1 + H^2 - R^2}{\sqrt{Z^2 - 4R^2}} \right)$$

20



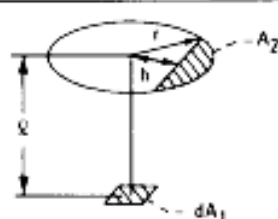
Plane element dA_1 to circular disk; planes containing element and disk intersect at 90° ; $l \geq r$.

$$H = \frac{h}{l} \quad R = \frac{r}{l}$$

$$Z = 1 + H^2 + R^2$$

$$F_{d1-2} = \frac{H}{2} \left(\frac{Z}{\sqrt{Z^2 - 4R^2}} - 1 \right)$$

21

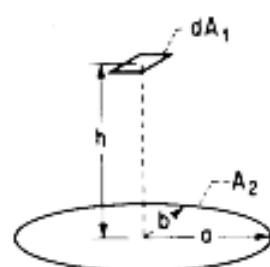


Plane element dA_1 to parallel circular segment; normal to element passes through center of disk containing segment.

$$H = \frac{h}{l} \quad R = \frac{r}{l}$$

$$F_{d1-2} = \frac{1}{\pi} \left(\frac{R^2}{1 + R^2} \cos^{-1} \frac{H}{R} - \frac{H}{\sqrt{1 + H^2}} \tan^{-1} \sqrt{\frac{R^2 - H^2}{1 + H^2}} \right)$$

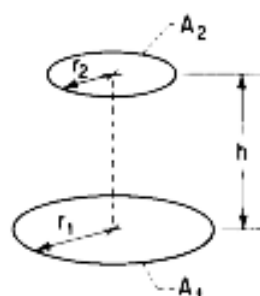
22



Plane element dA_1 to elliptical plate in plane parallel to element; normal to element passes through center of plate.

$$F_{d1-2} = \frac{ab}{\sqrt{(h^2 + a^2)(h^2 + b^2)}}$$

23



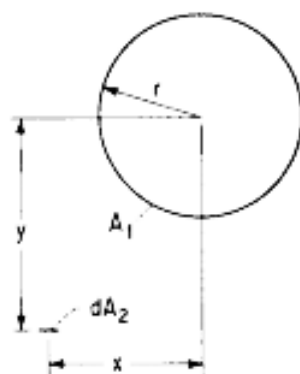
Parallel circular disks with centers along the same normal.

$$R_1 = \frac{r_1}{h} \quad R_2 = \frac{r_2}{h}$$

$$X = 1 + \frac{1 + R_2^2}{R_1^2},$$

$$F_{1-2} = \frac{1}{2} \left[X - \sqrt{X^2 - 4 \left(\frac{R_2}{R_1} \right)^2} \right]$$

24

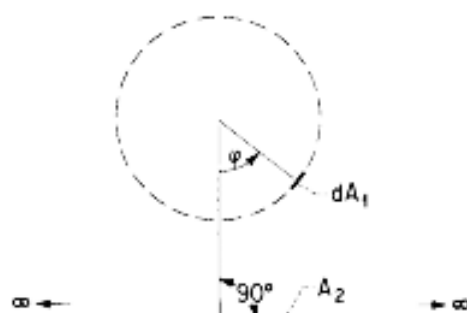


Strip element dA_2 of any length to infinitely long cylinder; $y \geq r$.

$$X = \frac{x}{r} \quad Y = \frac{y}{r}$$

$$F_{d2-1} = \frac{Y}{X^2 + Y^2} \quad (Y \geq 1)$$

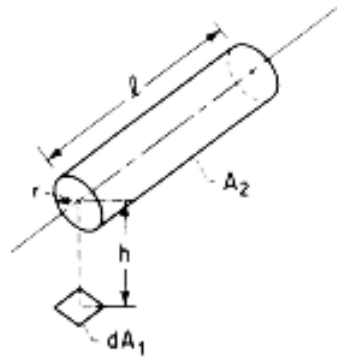
25



Element of any length on cylinder to plane of infinite length and width.

$$F_{d1-2} = \frac{1}{2}(1 + \cos \varphi)$$

26



Plane element dA_1 to right circular cylinder of finite length l and radius r ; normal to element passes through one end of cylinder and is perpendicular to cylinder axis.

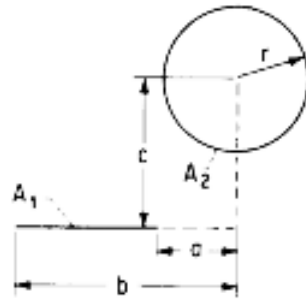
$$L = \frac{l}{r} \quad H = \frac{h}{r}$$

$$X = (1 + H)^2 + L^2$$

$$Y = (1 - H)^2 + L^2$$

$$F_{d1-2} = \frac{1}{\pi H} \tan^{-1} \frac{L}{\sqrt{H^2 - 1}} + \frac{L}{\pi} \left[\frac{X - 2H}{H\sqrt{XY}} \tan^{-1} \sqrt{\frac{X(H-1)}{Y(H+1)}} - \frac{1}{H} \tan^{-1} \sqrt{\frac{H-1}{H+1}} \right]$$

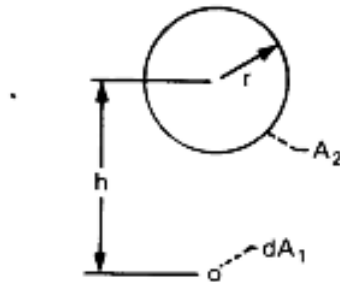
27



Infinitely long plane of finite width to parallel infinitely long cylinder.

$$F_{1-2} = \frac{r}{b-a} \left(\tan^{-1} \frac{b}{c} - \tan^{-1} \frac{a}{c} \right)$$

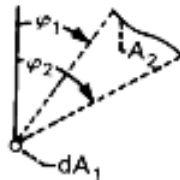
28



Infinitely long cylindrical line source dA_1 to a parallel infinitely long cylinder A_2 .

$$F_{d1-2} = \frac{1}{\pi} \sin^{-1} \left(\frac{r}{h} \right)$$

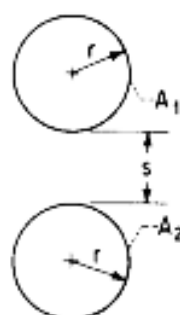
29



Infinitely long cylindrical line source dA_1 to any cylindrical surface A_2 generated by a line of infinite length moving parallel to itself and parallel to the line source.

$$F_{d1-2} = \frac{1}{2\pi} (\varphi_2 - \varphi_1)$$

30

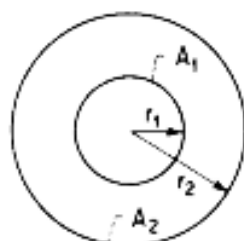


Infinitely long parallel cylinders of the same diameter.

$$X = 1 + \frac{s}{2r}$$

$$F_{1-2} = F_{2-1} = \frac{1}{\pi} \left(\sqrt{X^2 - 1} + \sin^{-1} \frac{1}{X} - X \right)$$

31



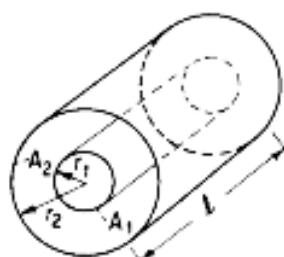
Concentric cylinders of infinite length.

$$F_{1-2} = 1$$

$$F_{2-1} = \frac{r_1}{r_2}$$

$$F_{2-2} = 1 - \frac{r_1}{r_2}$$

32



Two concentric cylinders of same finite length.

$$R = \frac{r_2}{r_1} \quad L = \frac{l}{r_1}$$

$$A = L^2 + R^2 - 1$$

$$B = L^2 - R^2 + 1$$

$$F_{2-1} = \frac{1}{R} - \frac{1}{\pi R} \left\{ \cos^{-1} \frac{B}{A} - \frac{1}{2L} \left[\sqrt{(A+2)^2 - (2R)^2} \cos^{-1} \frac{B}{RA} + B \sin^{-1} \frac{1}{R} - \frac{\pi A}{2} \right] \right\}$$

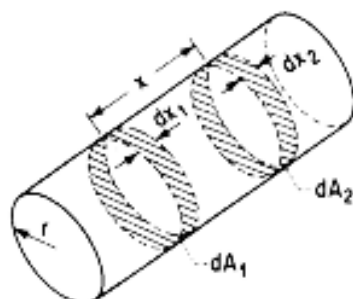
$$F_{2-2} = 1 - \frac{1}{R} + \frac{2}{\pi R} \tan^{-1} \frac{2\sqrt{R^2 - 1}}{L} - \frac{L}{2\pi R} \left[\frac{\sqrt{4R^2 + L^2}}{L} \sin^{-1} \frac{4(R^2 - 1) + (L^2/R^2)(R^2 - 2)}{L^2 + 4(R^2 - 1)} \right. \\ \left. - \sin^{-1} \frac{R^2 - 2}{R^2} + \frac{\pi}{2} \left(\frac{\sqrt{4R^2 + L^2}}{L} - 1 \right) \right]$$

where for any argument ξ :

$$-\frac{\pi}{2} \leq \sin^{-1} \xi \leq \frac{\pi}{2}$$

$$0 \leq \cos^{-1} \xi \leq \pi$$

33

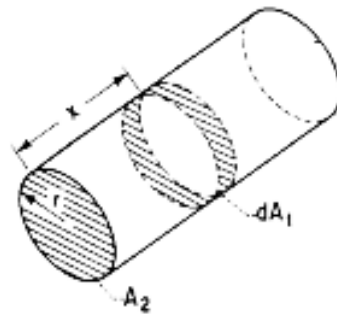


Two ring elements on the interior of a right circular cylinder.

$$X = \frac{x}{2r}$$

$$dF_{d1-d2} = \left[1 - \frac{2X^3 + 3X}{2(X^2 + 1)^{3/2}} \right] dX_2$$

34

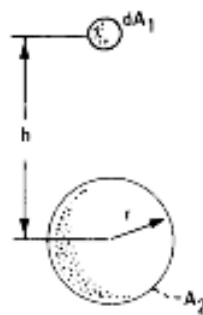


Ring element dA_1 on interior of right circular cylinder to circular disk A_2 at end of cylinder.

$$X = \frac{x}{2r}$$

$$F_{d1-2} = \frac{X^2 + \frac{1}{2}}{\sqrt{X^2 + 1}} - X$$

35

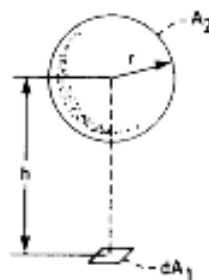


Spherical point source to a sphere of radius r .

$$R = \frac{r}{h}$$

$$F_{d1-2} = \frac{1}{2}(1 - \sqrt{1 - R^2})$$

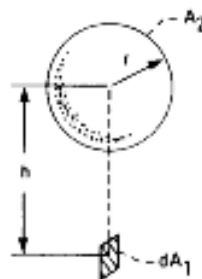
36



Plane element dA_1 to sphere of radius r ; normal to center of element passes through center of sphere.

$$F_{d1-2} = \left(\frac{r}{h}\right)^2$$

37

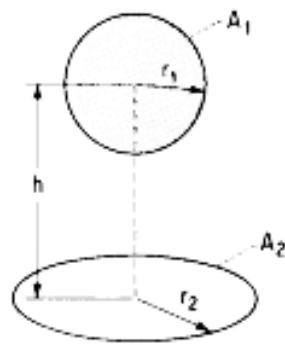


Plane element dA_1 to sphere of radius r ; tangent to element passes through center of sphere.

$$H = \frac{h}{r}$$

$$F_{d1-2} = \frac{1}{\pi} \left(\tan^{-1} \frac{1}{\sqrt{H^2 - 1}} - \frac{\sqrt{H^2 - 1}}{H^2} \right)$$

38

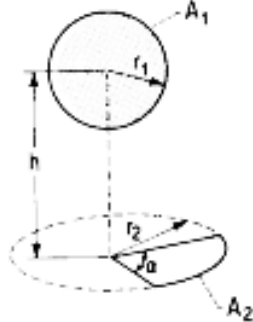


Sphere of radius r_1 to disk of radius r_2 ; normal to center of disk passes through center of sphere.

$$R_2 = \frac{r_2}{h}$$

$$F_{1-2} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + R_2^2}} \right)$$

39

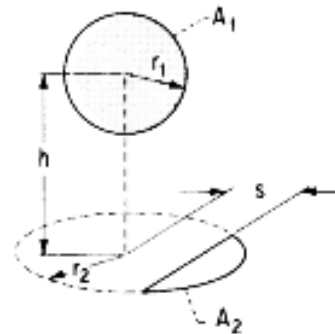


Sphere to sector of disk; normal to center of disk passes through center of sphere.

$$R_2 = \frac{r_2}{h}$$

$$F_{1-2} = \frac{\alpha}{4\pi} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + R_2^2}} \right)$$

40

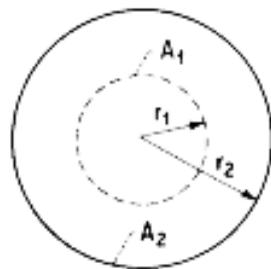


Sphere to segment of disk.

$$R_2 = \frac{r_2}{h} \quad S = \frac{s}{h}$$

$$F_{1-2} = \frac{1}{8} - \frac{\cos^{-1}(S/R_2)}{2\pi\sqrt{1 + R_2^2}} + \frac{1}{4\pi} \sin^{-1} \frac{(1 - S^2)R_2^2 - 2S^2}{(1 + S^2)R_2^2}$$

41



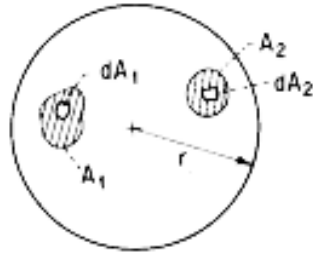
Concentric spheres.

$$F_{1-2} = 1$$

$$F_{2-1} = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

$$F_{2-2} = 1 - \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

42



Differential or finite areas on the inside of a spherical cavity.

$$dF_{dA1-dA2} = dF_{A1-A2} = \frac{dA_2}{4\pi r^2}$$

$$F_{dA1-A2} = F_{A1-A2} = \frac{A_2}{4\pi r^2}$$

İki Boyutlu Geometriler İçin Şekil Faktörleri

TABLO 13.1 İki Boyutlu Geometriler İçin Şekil Faktörleri [4]

Geometri	Bağıntı
Paralel Levhalar 	$F_{ij} = \frac{[(W_i + W_j)^2 + 4]^{1/2} - [(W_j - W_i)^2 + 4]^{1/2}}{2W_i}$ $W_i = w_i / L, W_j = w_j / L$
Bir Kenarları Ortak Eşit Genişlikte Eğimli Düz Levhalar 	$F_{ij} = 1 - \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$

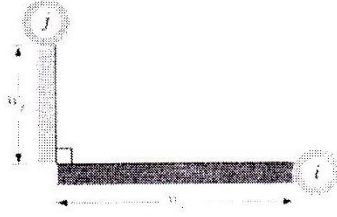
(devam ediyor)

TABLO 13.1 Devam

Geometri

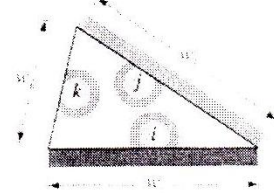
Bağıntı

Bir Kenarları Ortak Dik Levhalar



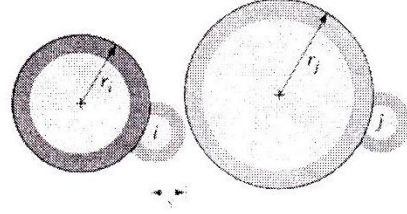
$$F_{ij} = \frac{1 + (w_j / w_i) - [1 + (w_j / w_i)^2]^{1/2}}{2}$$

Üç Kenarlı Kapalı Çerçeve



$$F_{ij} = \frac{w_i + w_j - w_k}{2w_i}$$

Çapları farklı Paralel Silindirler

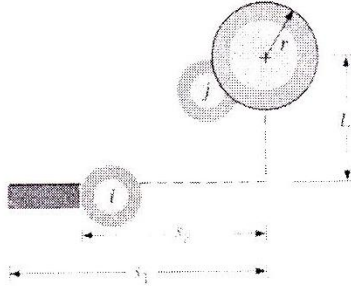


$$F_{ij} = \frac{1}{2\pi} \left\{ \pi + [C^2 - (R+1)^2]^{1/2} - [C^2 - (R-1)^2]^{1/2} + (R-1) \cos^{-1} \left[\left(\frac{R}{C} \right) - \left(\frac{1}{C} \right) \right] - (R+1) \cos^{-1} \left[\left(\frac{R}{C} \right) + \left(\frac{1}{C} \right) \right] \right\}$$

$$R = r_j / r_i, S = s / r_i$$

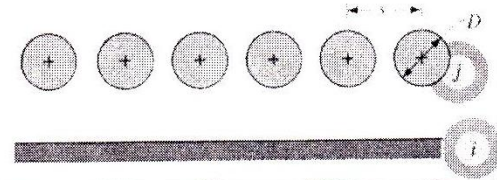
$$C = 1 + R + S$$

Silindir ve Paralel Dikdörtgen



$$F_{ij} = \frac{r}{s_1 - s_2} \left[\tan^{-1} \frac{s_1}{L} - \tan^{-1} \frac{s_2}{L} \right]$$

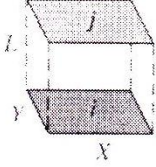
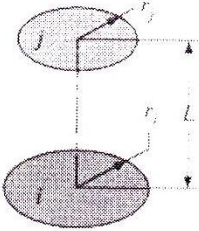
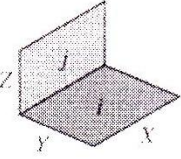
Sonsuz Levha ve Bir Sıra Silindir

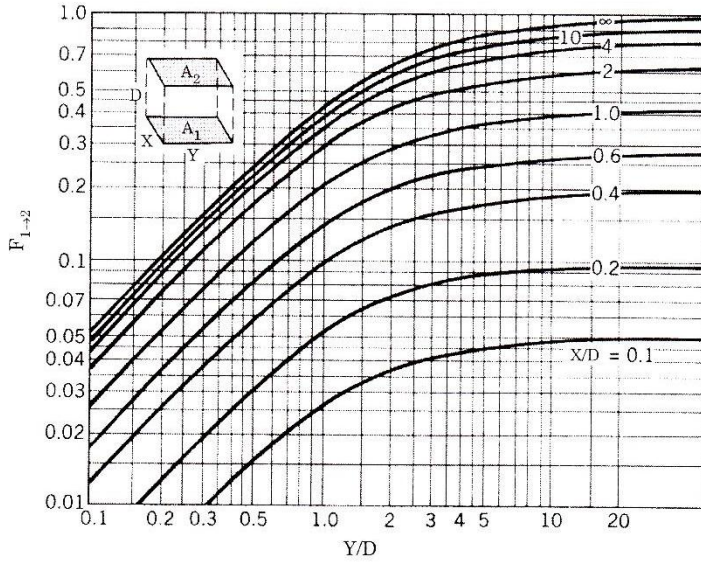


$$F_{ij} = 1 - \left[1 - \left(\frac{D}{s} \right)^2 \right]^{1/2} + \left(\frac{D}{s} \right) \tan^{-1} \left(\frac{s^2 - D^2}{D^2} \right)^{1/2}$$

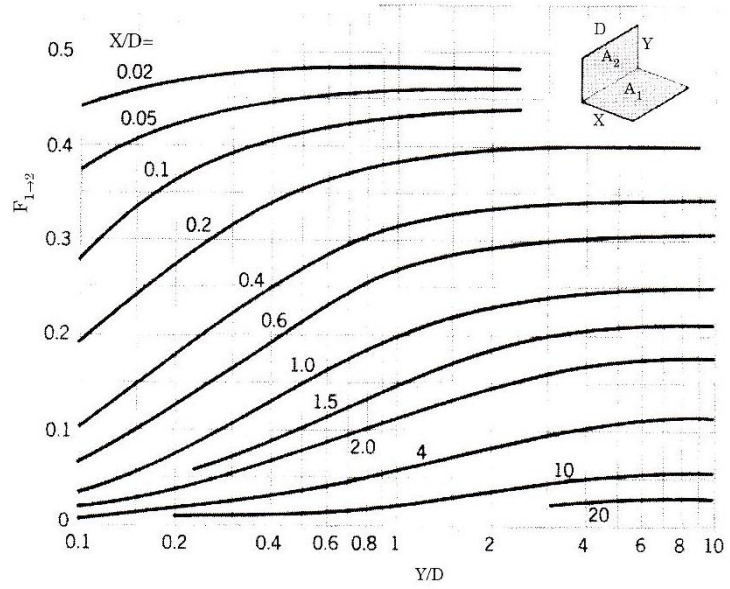
Üç Boyutlu Geometriler İçin Şekil Faktörleri

TABLO 13.2 Üç Boyutlu Geometriler İçin Şekil Faktörleri [4]

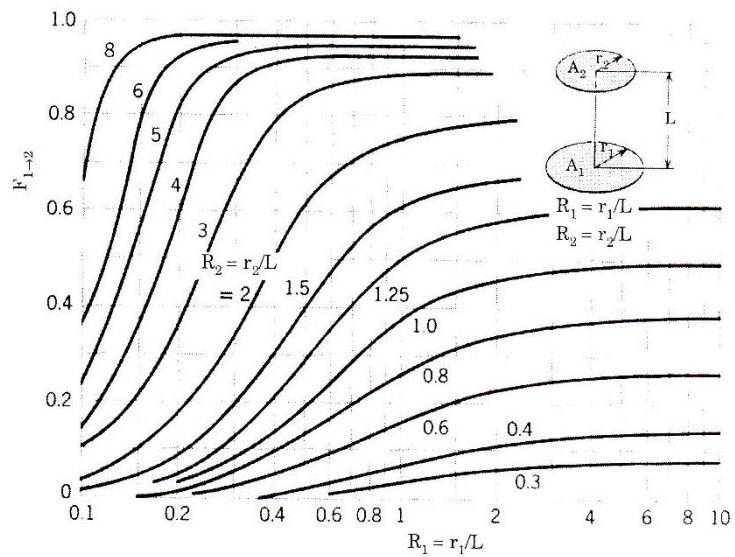
Geometri	Bağıntı
Paralel Dikdörtgen Levhalar (Şekil 13.4) 	$\bar{X} = X / L, \bar{Y} = Y / L$ $F_{ij} = \frac{2}{\pi \bar{X} \bar{Y}} \left\{ \ln \left[\frac{(1 + \bar{X}^2)(1 + \bar{Y}^2)}{1 + \bar{X}^2 + \bar{Y}^2} \right]^{1/2} \right.$ $+ \bar{X}(1 + \bar{Y}^2)^{1/2} \tan^{-1} \frac{\bar{X}}{(1 + \bar{Y}^2)^{1/2}}$ $+ \bar{Y}(1 + \bar{X}^2)^{1/2} \tan^{-1} \frac{\bar{Y}}{(1 + \bar{X}^2)^{1/2}} - \bar{X} \tan^{-1} \bar{X} - \bar{Y} \tan^{-1} \bar{Y} \left. \right\}$
Eş Eksenli Paralel Dairesel Levhalar (Şekil 13.5) 	$R_i = r_i / L, R_j = r_j / L$ $S = 1 + \frac{1 + R_j^2}{R_i^2}$ $F_{ij} = \frac{1}{2} \left\{ S - [S^2 - 4(r_j / r_i)^2]^{1/2} \right\}$
Ortak Kenarları Olan Birbirine Dik Dikdörtgen Levhalar (Şekil 13.6) 	$H = Z / X, W = Y / X$ $F_{ij} = \frac{1}{\pi W} \left(W \tan^{-1} \frac{1}{W} + H \tan^{-1} \frac{1}{H} \right.$ $- (H^2 + W^2)^{1/2} \tan^{-1} \frac{1}{(H^2 + W^2)^{1/2}}$ $+ \frac{1}{4} \ln \left\{ \frac{(1 + W^2)(1 + H^2)}{1 + W^2 + H^2} \left[\frac{W^2(1 + W^2 + H^2)}{(1 + W^2)(W^2 + H^2)} \right]^{W^2} \right.$ $\left. \times \left[\frac{H^2(1 + H^2 + W^2)}{(1 + H^2)(H^2 + W^2)} \right]^{H^2} \right\} \left. \right)$



Şekil 10.7 Birbirine paralel iki dikdörtgen yüzey arasında ısıma şekil faktörü [5]



Şekil 10.8 Birbirine dik ve bitişik iki dikdörtgen yüzey arasında ısıma şekil faktörü [5]



Şekil 10.9 Birbirine paralel iki disk arasında ısıma şekil faktörü [5]

EK-C

YÜZEYLERİN ISIL IŞINIM ÖZELLİKLERİ

Tablo C. Yüzeylerin Isıl Işınım Yayınlama Katsayıları

Yüzey	T°C	ϵ
Aluminyum:		
Çok parlatılmış % 98.3 saf	237 - 576	0.039 - 0.057
Pürüzlü parlak	100	0.18
Ticari levha	100	0.09
Okside olmuş	93 - 505	0.20 - 0.31
Pirinç:		
Çok parlatılmış, 73,2 Cu, 26,7 Zn	247 - 357	0.028 - 0.31
Parlatılmış	100	0.06
Levha, doğal yüzey	22	0.06
Bakır:		
Parlatılmış elektrolitik bakır	80	0.018
Parlatılmış	100	0.052
Erimiş	1076 - 1278	0.16 - 0.13
Demir ve Çelik:		
Parlatılmış çelik	100	0.066
Parlatılmış demir	427 - 1028	0.14 - 0.38
Dökme demir, parlatılmış	200	0.21
Dökme demir	22	0.44
Demir levha, paslanmış	19	0.69
Çelik levha, ince oksit tabaka	24	0.82
Çelik levha, pürüzlü	38 - 372	0.94 - 0.97
Dökme demir erimiş	1300 - 1400	0.29
Çelik, erimiş	1522 - 1650	0.43 - 0.40
Paslanmaz çelik, parlatılmış	100	0.074
Kurşun, gri oksit	24	0.28
Magnezyum oksit	278 - 827	0.55 - 0.20
Nikrokrom tel, parlak	49 - 1000	0.65 - 0.79
Nikel-gümüş, parlatılmış	100	0.135
Saf gümüş, parlatılmış	227 - 627	0.02 - 0.032
Çinko, galvanize sac, oldukça parlak	28	0.23
Tungsten flamenn	3320	0.39
Kalay	23	0.043 - 0.064
Asbes levha	23	0.96
Kırmızı tuğla, pürüzlü	21	0.93
Düz cam	22	0.94
Çeşitli yağlı boyalar	100	0.92 - 0.96
Çeşitli alüminyum boyalar	100	0.27 - 0.67
İnce kağıt (siyah levha üzerine yapıştırılmış)		0.92 - 0.94
Su	0 - 100	0.95 - 0.963

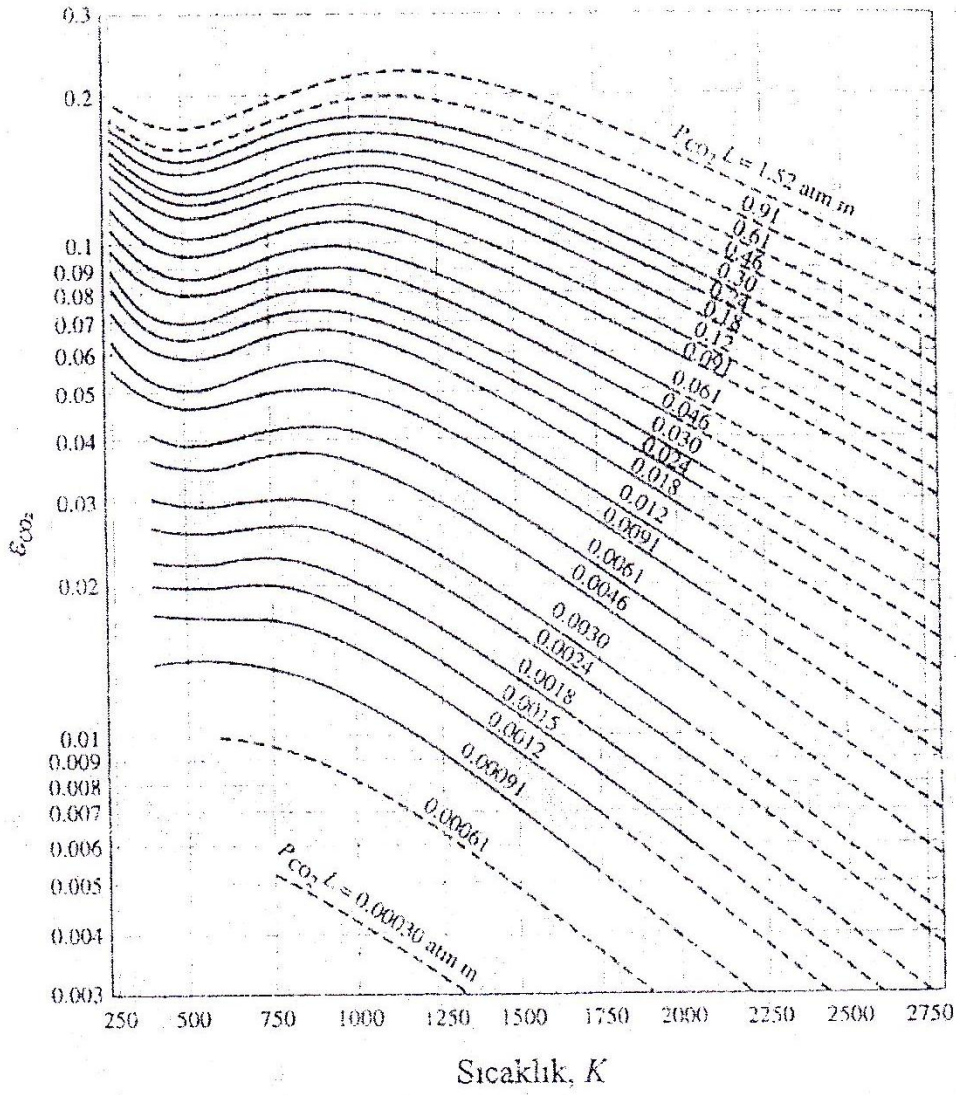
EK.5.2 Metal olmayan yüzeylerin ısı ışı nım yayma katsayıları

Madde	Yüzeyin durumu	Sıcaklık (K)	Emissivite,
Asbest levha		297	0.96
Tuğla	Kırmızı pürüzlü	293	0.93
Karbon filament		1313	0.53
Cam	Pürüzsüz	293	0.93
Buz	Pürüzsüz	273	0.966
	Pürüzlü	273	0.985
Kargir duvar	Sıvalı	273	0.93
Kağıt	Siyah levha üzerine yansıtılmış	293	0.80
İnce sıva	Beyaz pürüzlü	293	0.93
Porselen	Sırlı	293	0.93
Kuvars	Erimiş	293	0.93
Kauçuk			
Yumuşak	Gri	297	0.86
Sert	Siyah pürüzlü	297	0.95
Ahşap			
Kayın ağacı	Düz	343	0.935
Meşe	Düz	294	0.885

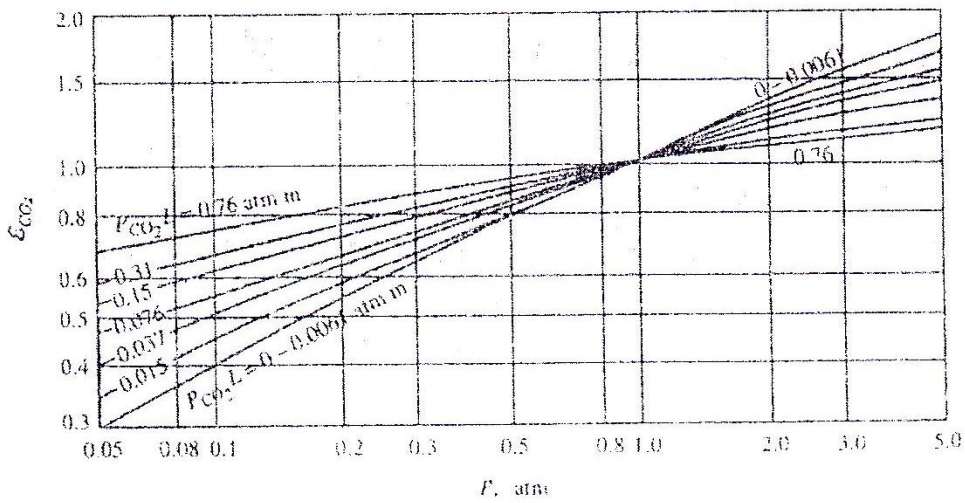
EK.5.3 Kaplama ve boyalı yüzeylerin ısı ışı nım katsayıları

Madde	Yüzeyin durumu	Sıcaklık (K)	Emissivite,
Alüminyum bronz		373	0.20-0.40
Alüminyum emaye	Pürüzlü	293	0.39
Alüminyum boya	325°C'ye kadar ısıtılmış	423-588	0.35
Bakalit emaye		353	0.935
Emaye			
Beyaz	Pürüzlü	293	0.90
Siyah	Parlak	298	0.876
Yağlı boya		273-473	0.885
Kırmızı kurşun macunu		293-373	0.93
Cila, siyah	Parlak	294	0.82
	Donuk	348-418	0.91

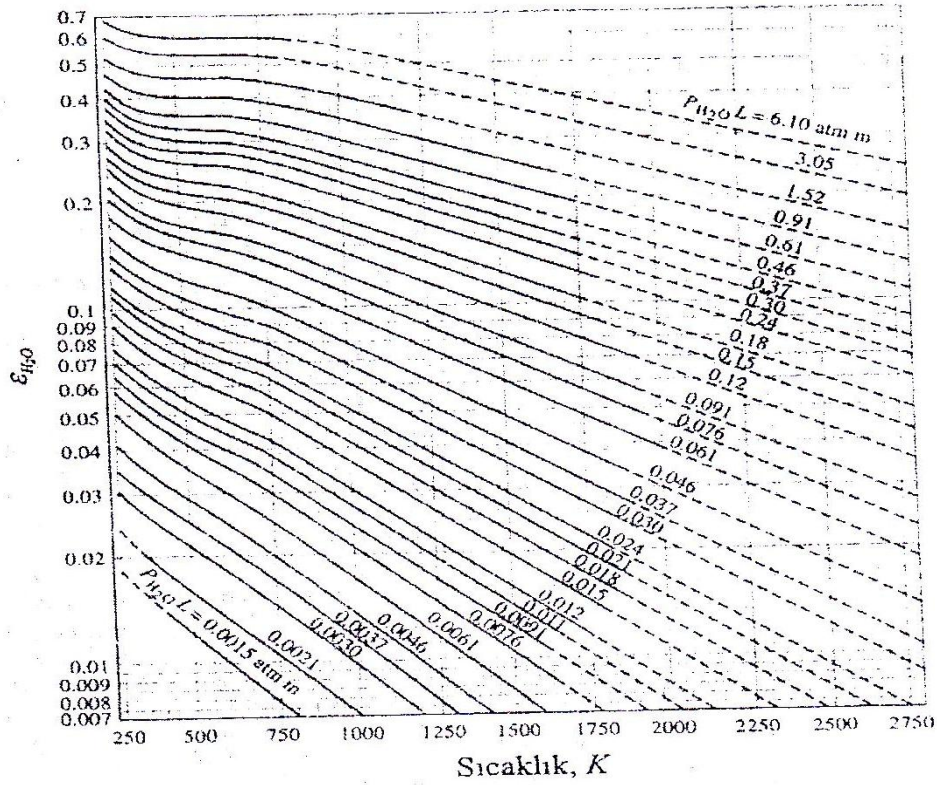
CO₂ ve H₂O Buharının Işınım Yayma Oranları ve Düzeltme Faktörleri



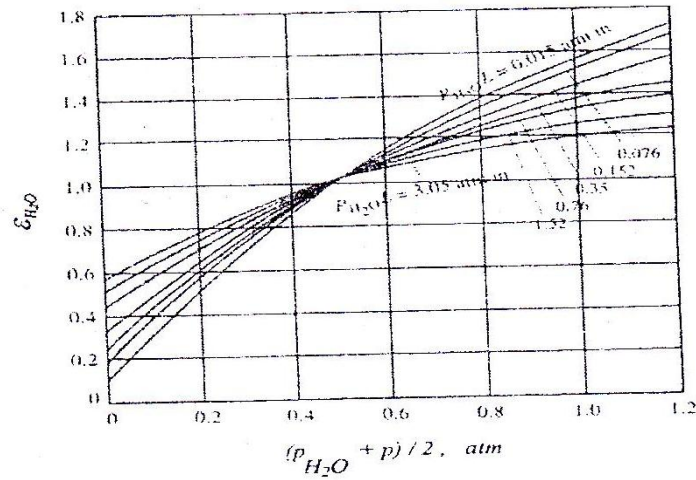
Şekil 11.29 1 atm toplam basınçta CO₂'in ışıınım yayma oranı (13)



Şekil 11.30 CO₂'in ışıınım yayma oranı için düzeltme faktörü (14)



Şekil 11.31 1 atm toplam basınçta su buharının ışıyım yayma oranı (13)



Şekil 11.32 H_2O in ışıyım yayma oranı için düzeltme faktörü (14)

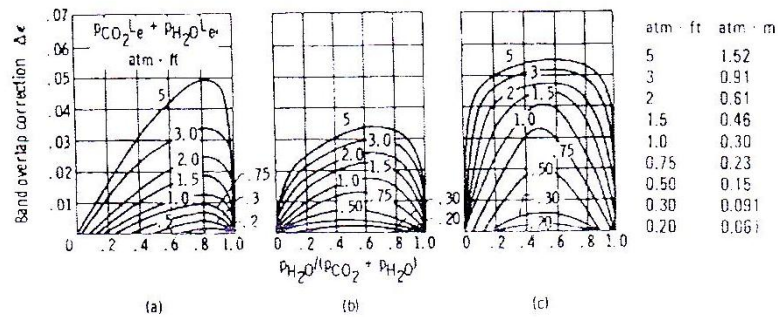
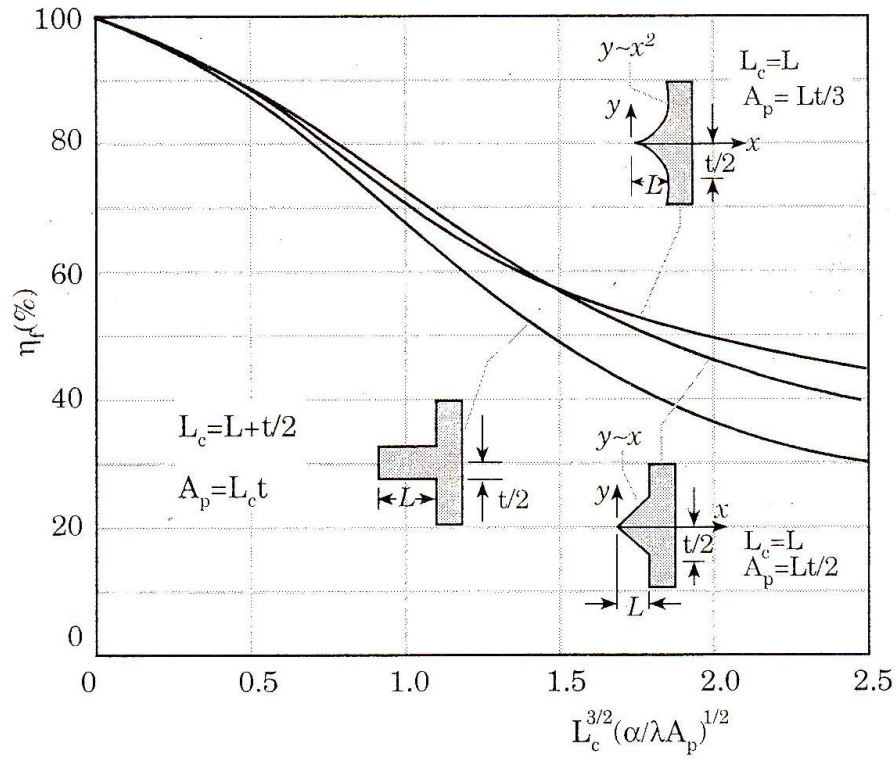
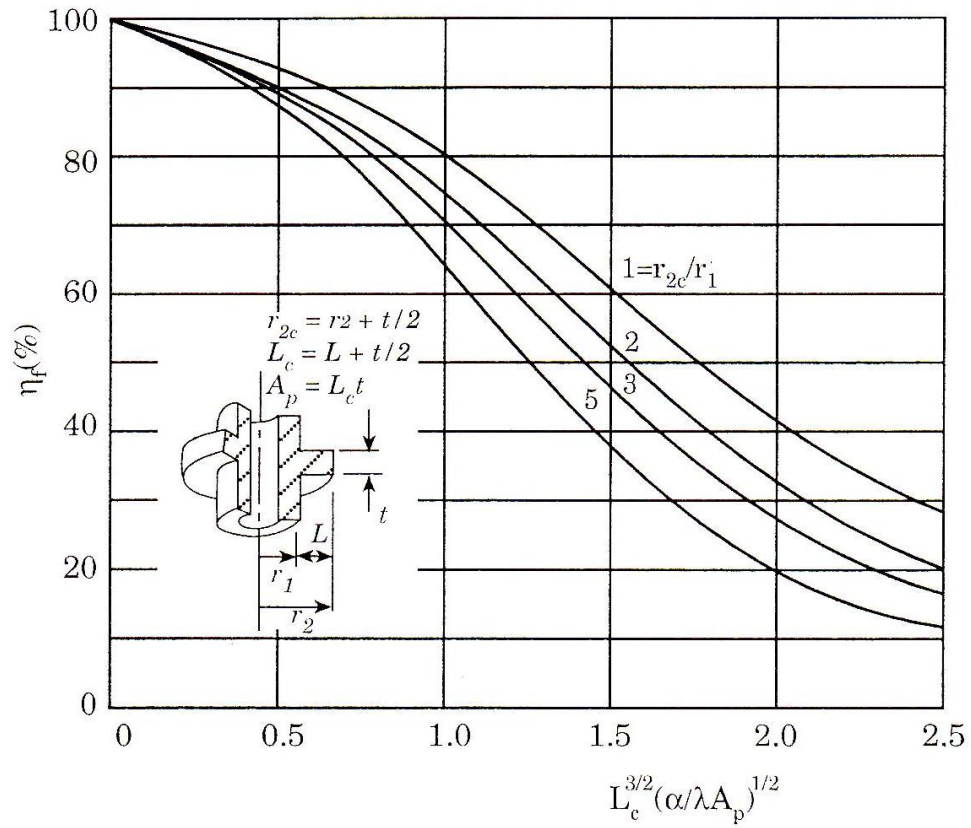


Figure 13-17 Correction on total emittance for band overlap when both CO_2 and water vapor are present [8]. (a) Gas temperature $T_g = 400 \text{ K}$ (720°R); (b) gas temperature $T_g = 810 \text{ K}$ (1460°R); (c) gas temperature, $T_g = 1200 \text{ K}$ (2160°R).

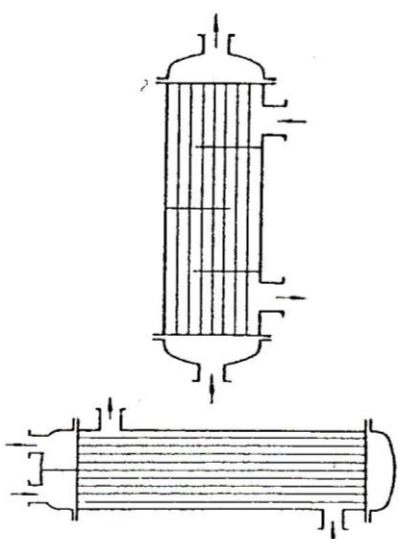
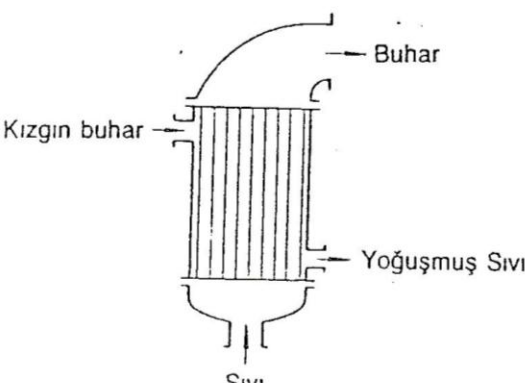
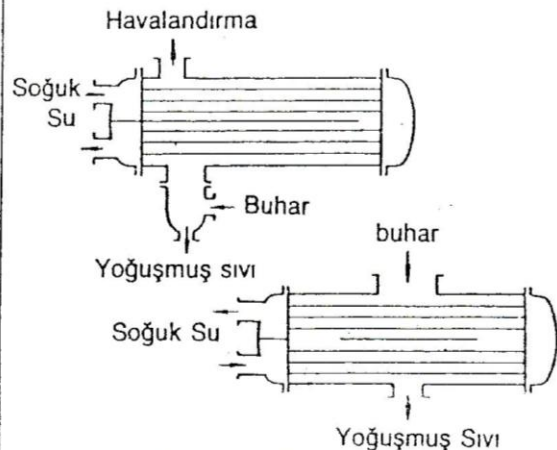
Kanatcık Verimleri



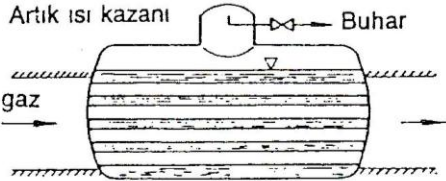
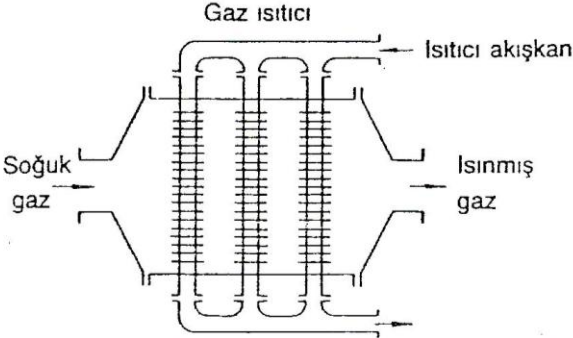
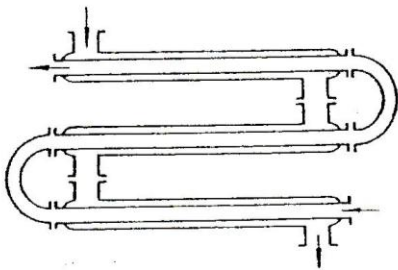
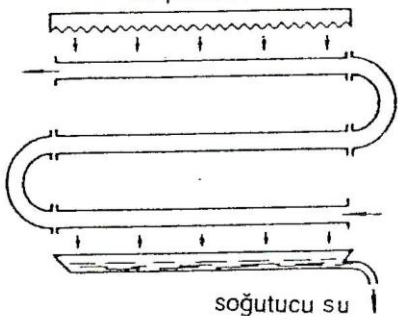
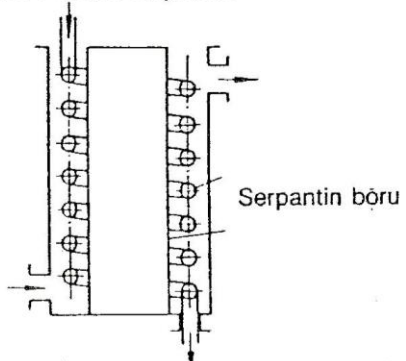
Şekil 3.23 Kesit alanı dikdörtgen, üçgen ve parabol olan kanatcıkların verimi [4]



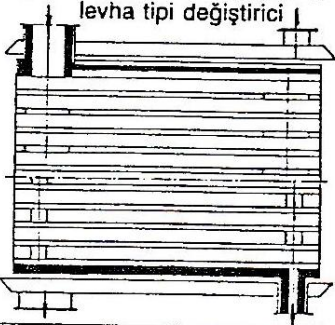
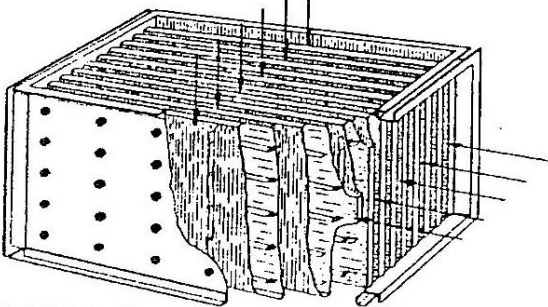
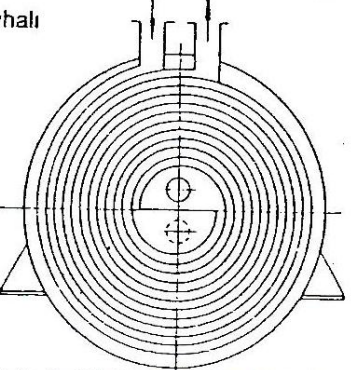
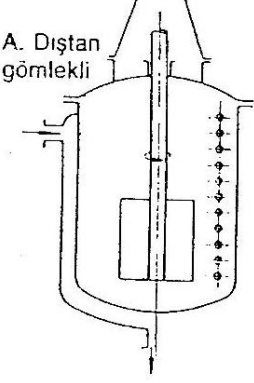
Şekil 3.24 Kesit alanı dikdörtgen, dairesel kanatcıkların verimi [4]

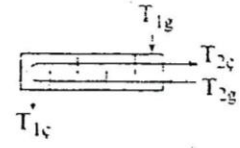
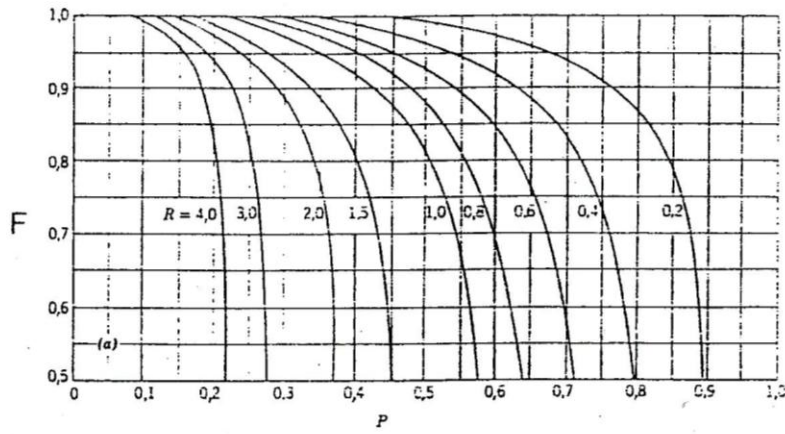
Isı Değiştirici Tipi	Açıklamalar	K W/m ² C
	Gaz (≈ 1 bar) boru içinde Gaz (≈ 1 bar) boru dışında	5...15
	Gaz (200...300) boru içinde Gaz (200...300) boru dışında	150...500
	Gaz (≈ 1 bar) Sıvı	15...70
	Gaz (200...300 bar) boru içinde Sıvı, boru dışında	200...400
	Sıvı, boru içinde Sıvı, boru dışında	150...1200
	Kızgın buhar, boru dışında Sıvı, boru içinde	300...1200
	Yoğusturucu ve buharlaştırıcı için aşağıdaki şekillere bakınız	
Buharlaştırıcı 	Boru dışında kızgın buhar 1. Doğal taşınım a) Viskoz sıvılar b) Viskoz olmayan sıvılar	300...900 600...1700
	2. Zorlanmış taşınım	900...1300
Yoğusturucu 	Boru içinde soğuk su, boru dışında organik buhar veya amonyak buharı	300...1200
	Buhar türbini yoğusturucuları (Saf subuharı, ince bakır borular)	1500...400
	Sistemde yoğuşmayan gazlar varsa, K toplam ısı geçiş katsayısı önemli değerlerde azalır.	

**BAZI ISI DEĞİŞTİRİCİ TİPLERİ VE AKIŞKAN ÇİFTLERİNE
AİT YAKLAŞIK TOPLAM ISI GEÇİŞ KATSAYILARI (Devam)**

Isı Değiştirici Tipi	Açıklamalar	K W/m^2C
	Borular içinde duman gazı, borular dışında buharlaşmakta olan su	15...50
	Kanatlı borular içinden subuharı veya sıcak su, borular dışından ısıtılacak olan gaz geçmekte a) Doğal taşınım b) Zorlanmış taşınım	5...12 12...50
	Gaz (≈ 1 bar) içteki boruda Gaz (≈ 1 bar) dıştaki boruda	10...35
	Gaz (200...300 bar) içteki boruda Gaz (≈ 1 bar) dıştaki boruda	20...60
	Gaz (200...300 bar) içteki boruda Gaz (200...300 bar) dıştaki boruda	150...500
	Gaz (200...300 bar) içteki boruda Sıvı dıştaki boruda	200...600
	İçte ve dışta sıvı	300...1400
	Dışta soğutucu su, boru içinde Gaz (≈ 1 bar)	20...60
	Dışta soğutucu gaz, su boru içinde gaz (200...300 bar)	150...350
	Dışta soğutucu su, boru içinde sıvı,	300...900
	Su püskürtmeli yoğuşturucu, dışta soğutucu su, boru içinde yoğunlaşmakta olan buhar	300...1200
	Dışta soğutucu su veya salamura, içte gaz (≈ 1 bar)	20...60
	Dışta soğutucu su, içte gaz (200...300 bar)	150...500
	Dışta soğutucu veya salamura, içte sıvı	200...700
	Dışta soğutucu veya salamura, içte yoğunlaşmakta olan buhar	350...900

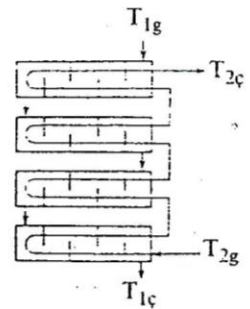
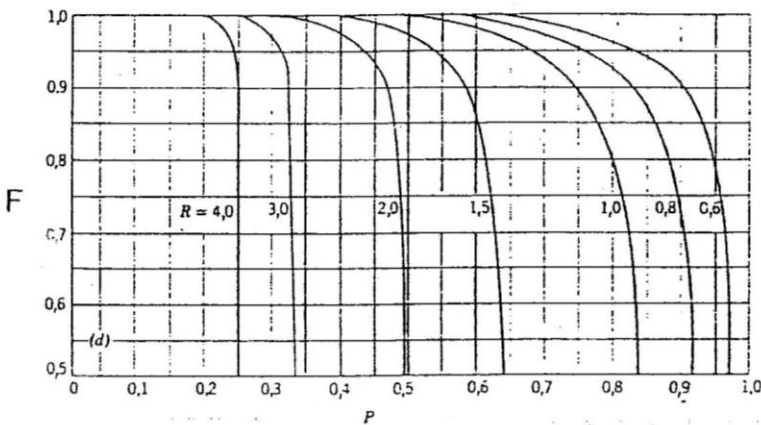
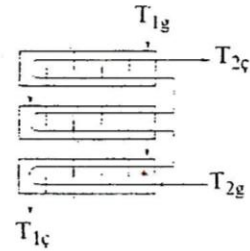
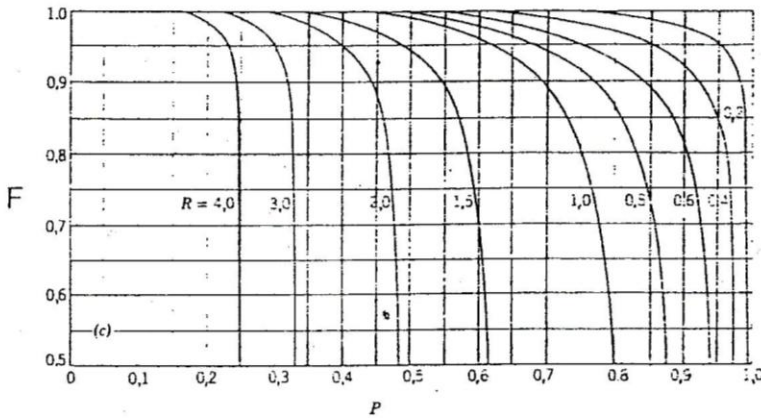
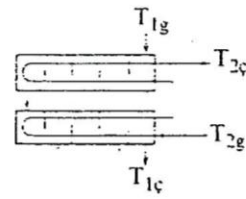
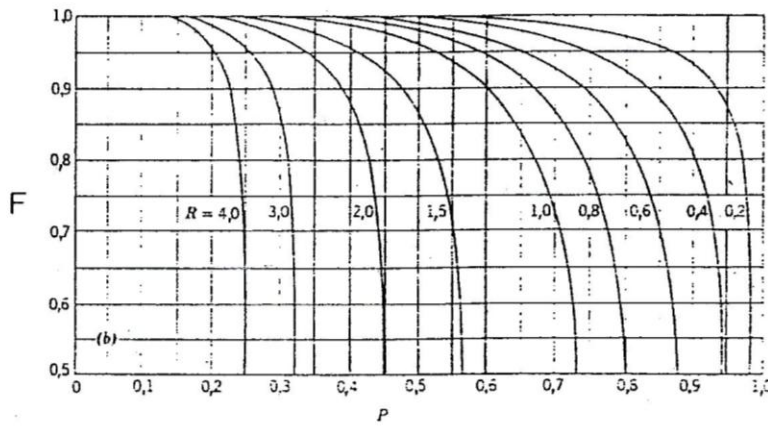
**BAZI ISI DEĞİŞTİRİCİ TİPLERİ VE AKIŞKAN ÇİFTLERİNE
AİT YAKLAŞIK TOPLAM ISI GEÇİŞ KATSAYILARI (Devam)**

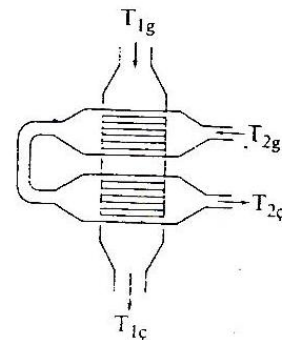
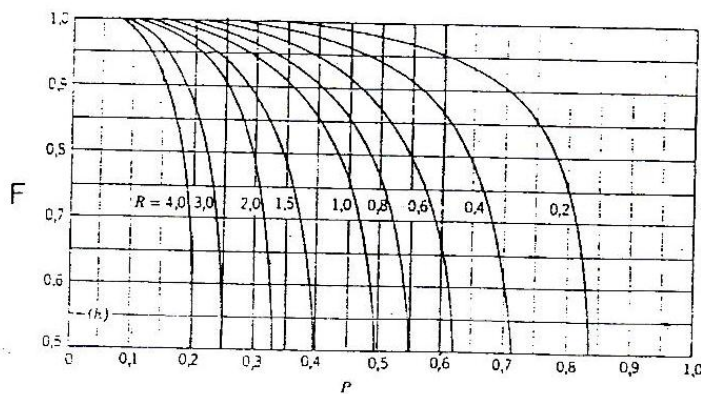
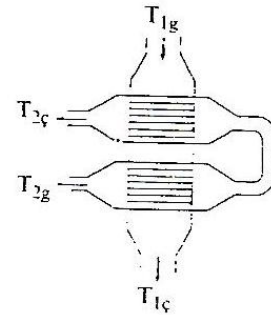
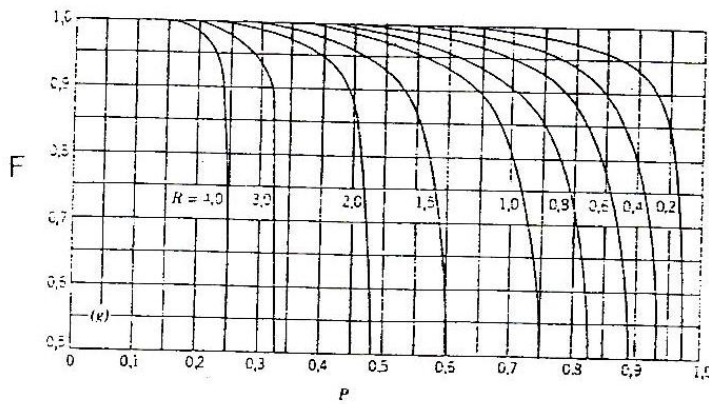
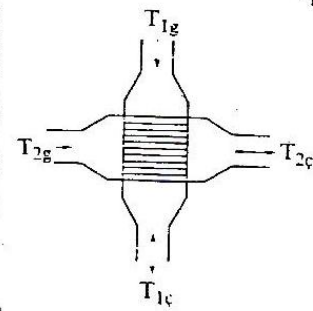
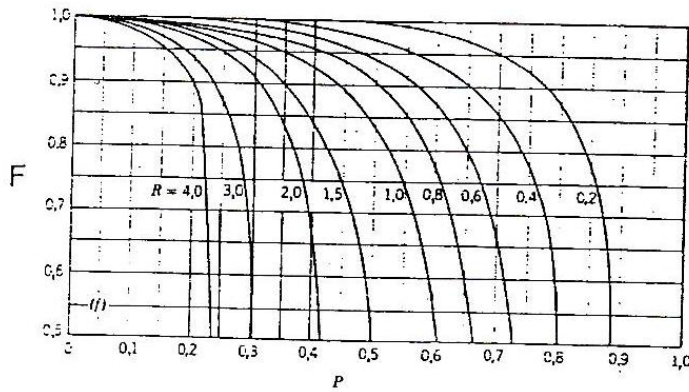
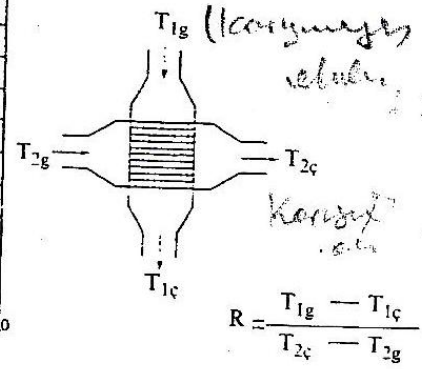
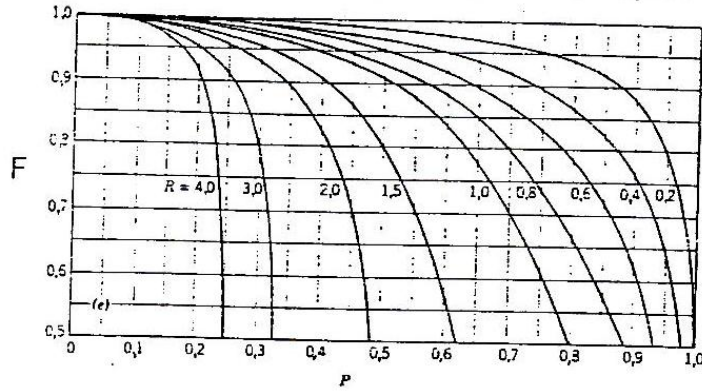
Isı Değiştirici Tipi	Açıklamalar	K W/m ² C
Çelik veya grafitten yapılmış levha tipi değiştirici 	Gaz - Su	20...60
	Sıvı - Su	350...1200
Bölmeli ısı değiştirici 	Gaz - Gaz (≈ 1 bar)	10...35
	Gaz - Sıvı	20...60
Spiral levhali 	Sıvı - Sıvı	700...2500
	Sıvı - yoğunlaşmakta olan buhar	900...3500
Karıştırmalı kaplar  A. Dıştan gömlekli B. Serpantin boru kap içinde C. Dıştan boru sarımlı Yarım boru Tam boru $S = (1,5 \div 2)d$	A. Dıştan gömlekli Dışta yoğunlaşmakta olan buhar, içte sıvı	500...1500
	Dışta yoğunlaşmakta olan buhar, içte kaynamakta olan sıvı	700...1700
	Dışta soğutucu su veya salamura içte soğutulacak sıvı	150...350
	B. Serpanti boru kap içinde Boru içinde yoğunlaşan buhar, kapta sıvı	700...2500
	Boru içinde yoğunlaşan buhar, kapta kaynamakta olan sıvı	1200...3500
	Boru içinde soğutucu su veya salamura kapta soğutulacak sıvı	500...1200
	C. Dıştan boru sarımları kaynaklı Boru içinde yoğunlaşmakta olan buhar, kapta sıvı	500...1700
	Boru içinde yoğunlaşmakta olan buhar, kapta kaynamakta olan sıvı	700...2300
	Boru içinde soğuk su veya salamura, kapta soğutulacak sıvı	350...900

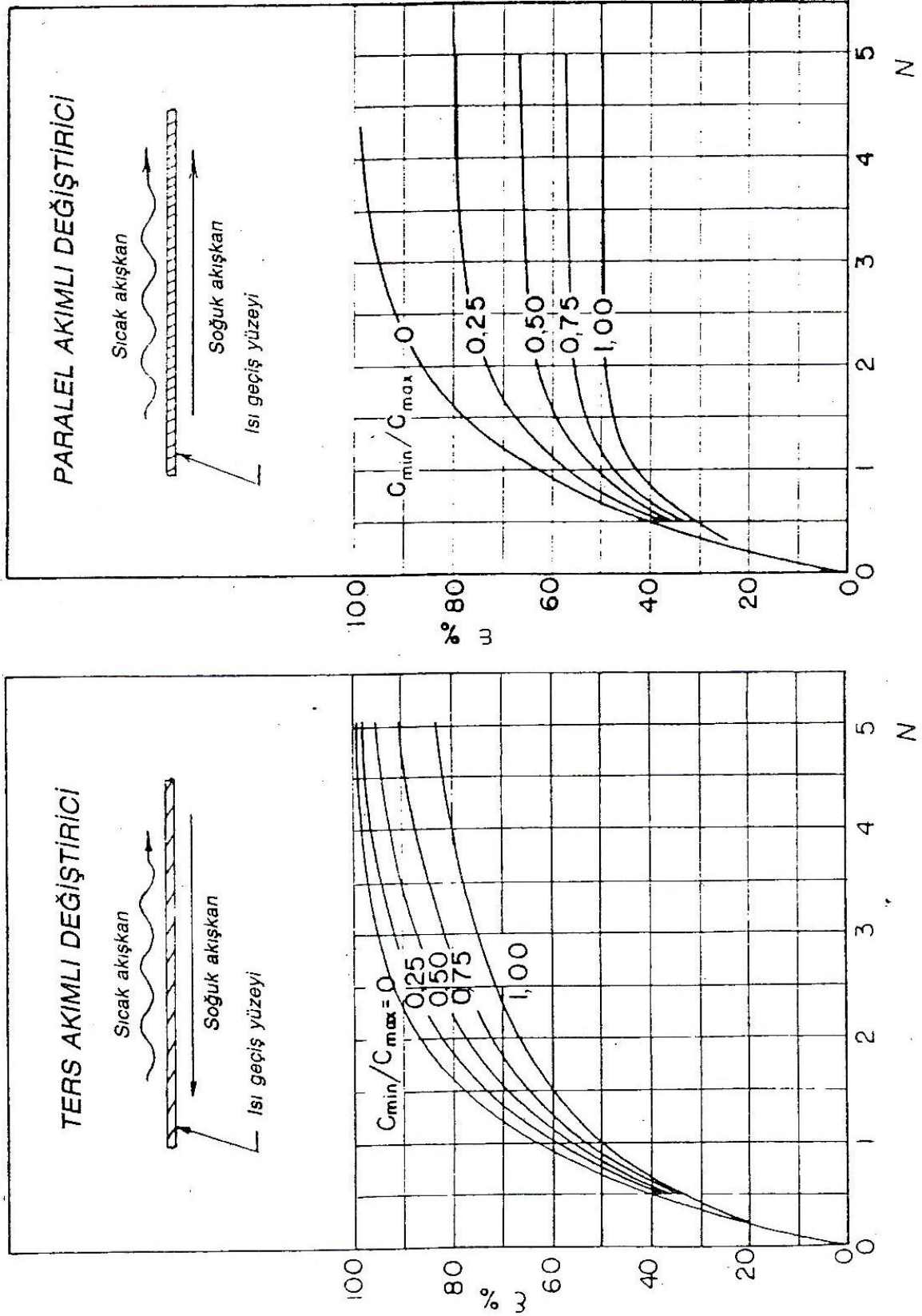


$$R = \frac{T_{1g} - T_{1c}}{T_{2c} - T_{2g}}$$

$$P = \frac{T_{2c} - T_{2g}}{T_{1g} - T_{2g}}$$

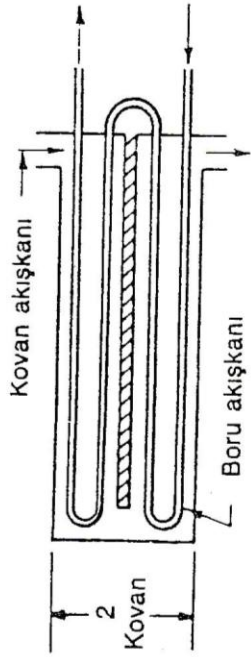




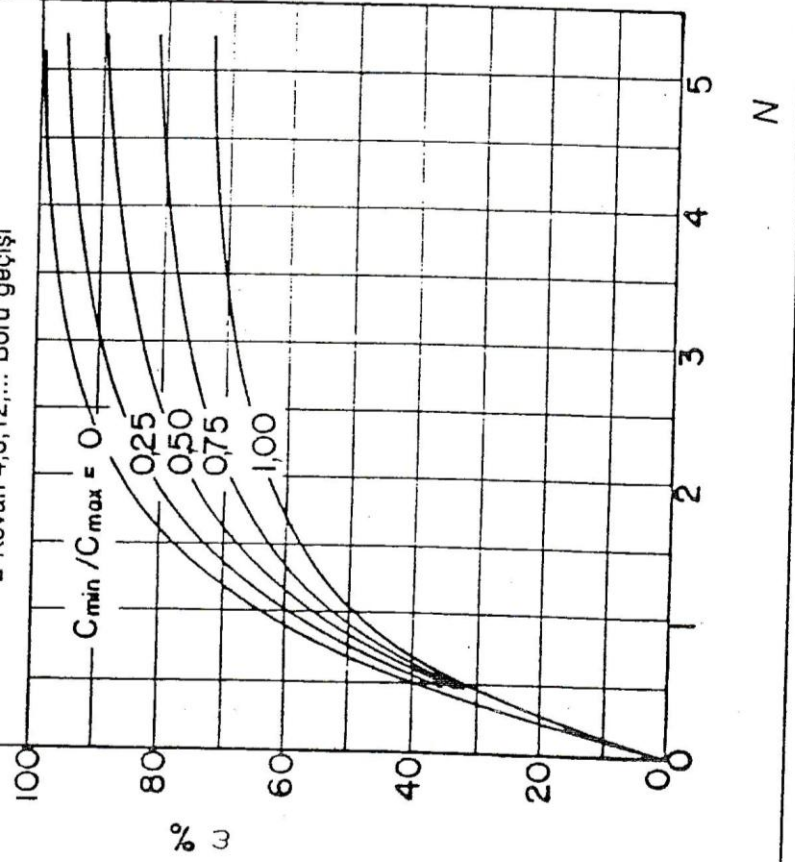


Kaynak [14]

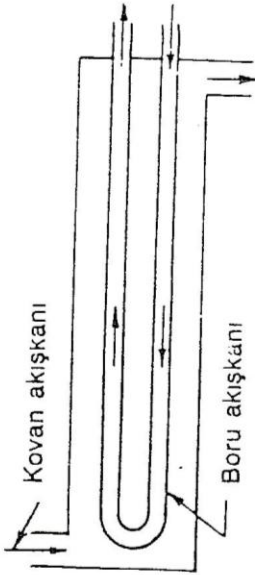
2-4 TERS AKIMLI DEĞİŞTİRİCİ



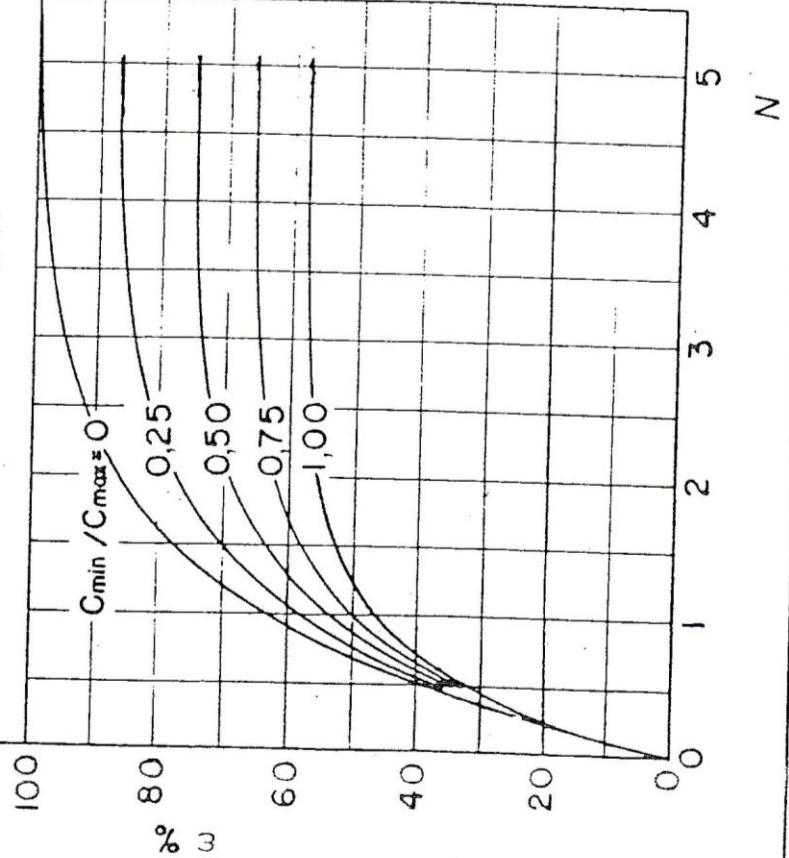
2 Kovan-4,8,12,... Boru geçişi



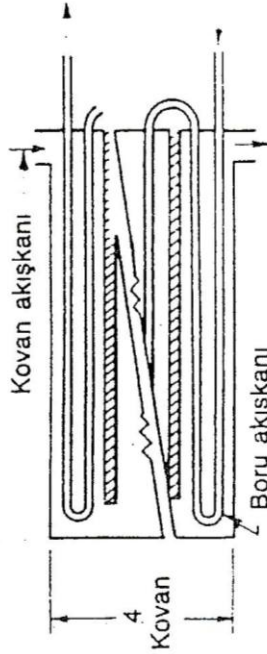
1-2 PARALEL / TERS AKIMLI DEĞİŞTİRİCİ



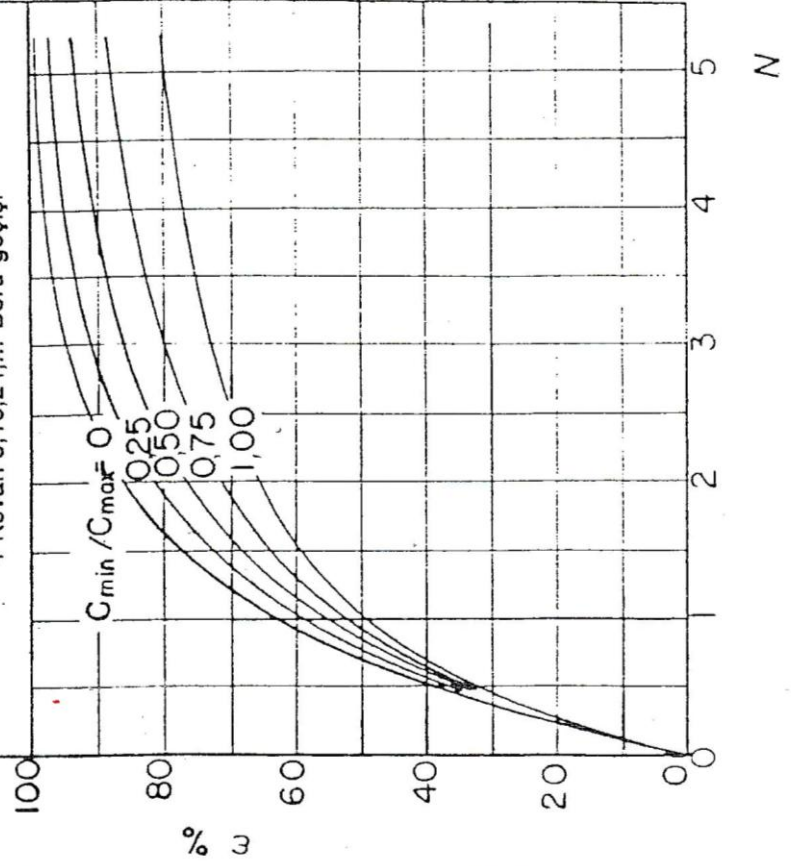
1 Kovan - 2,4,6,... Boru geçişi



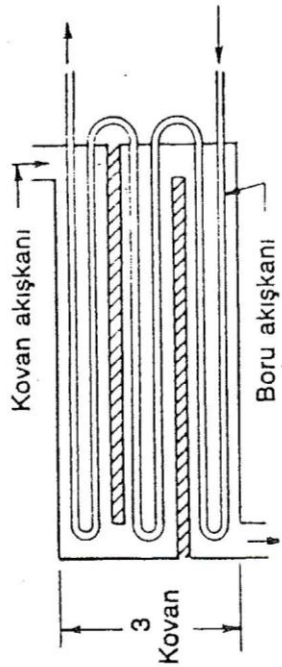
4-8 TERS AKIMLI DEĞİŞTİRİCİ



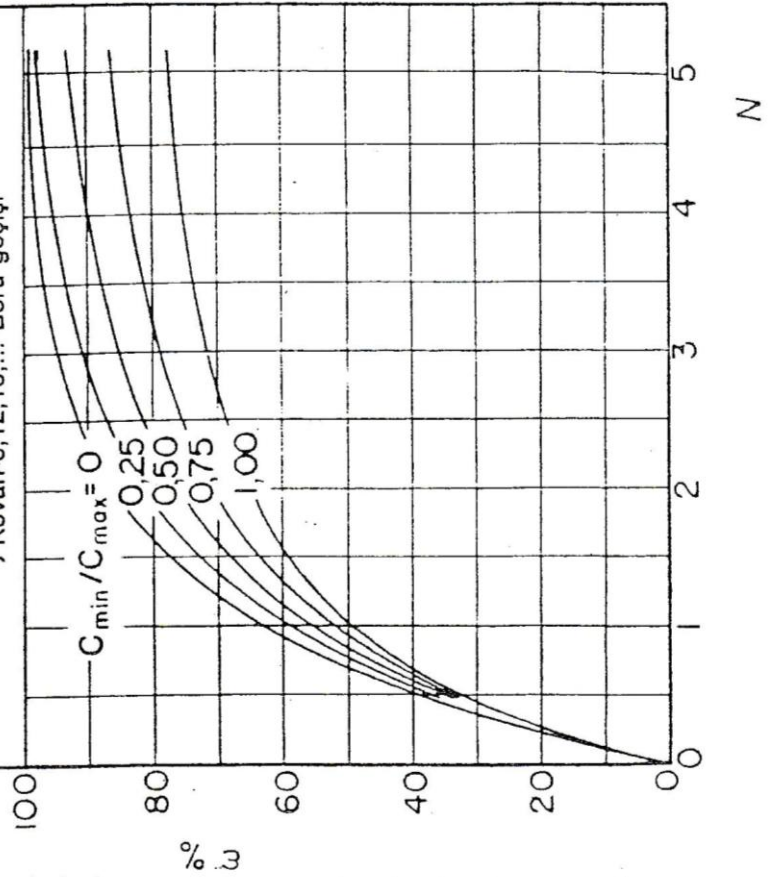
4 Kovan-8,16,24,... Boru geçişi

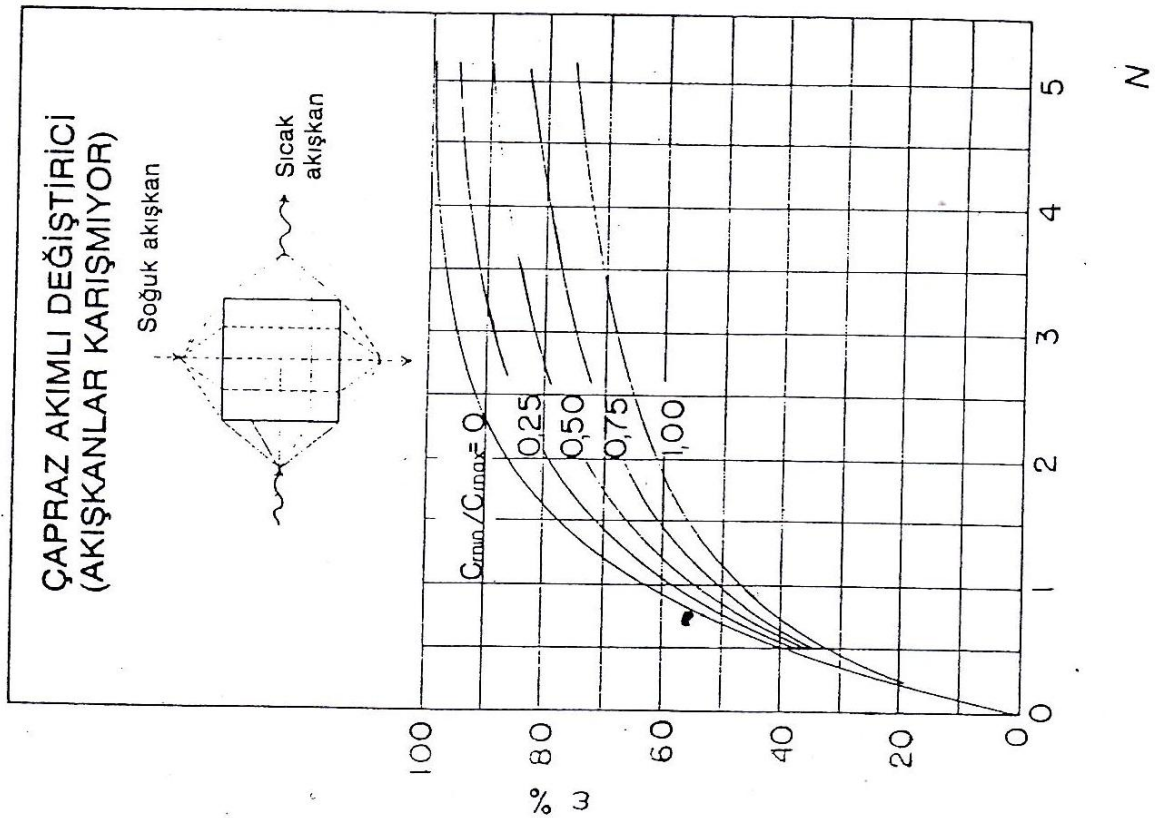
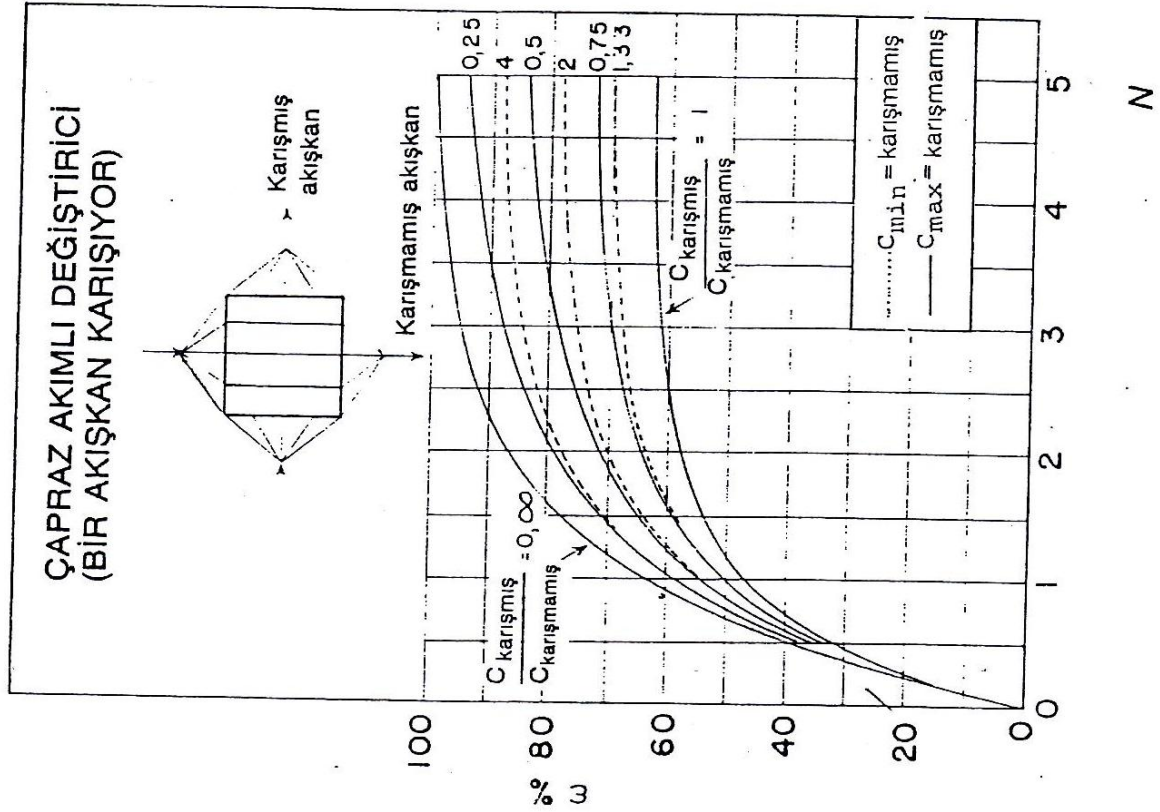


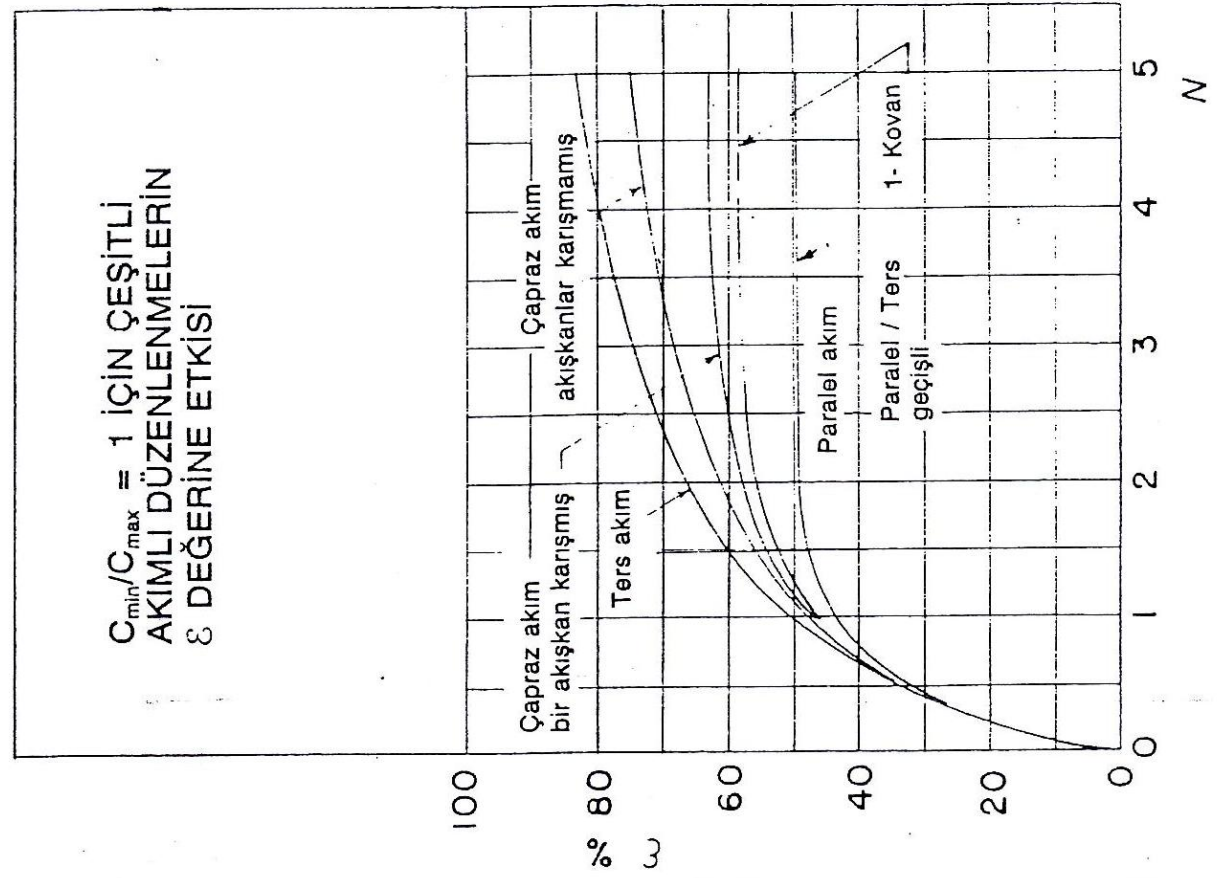
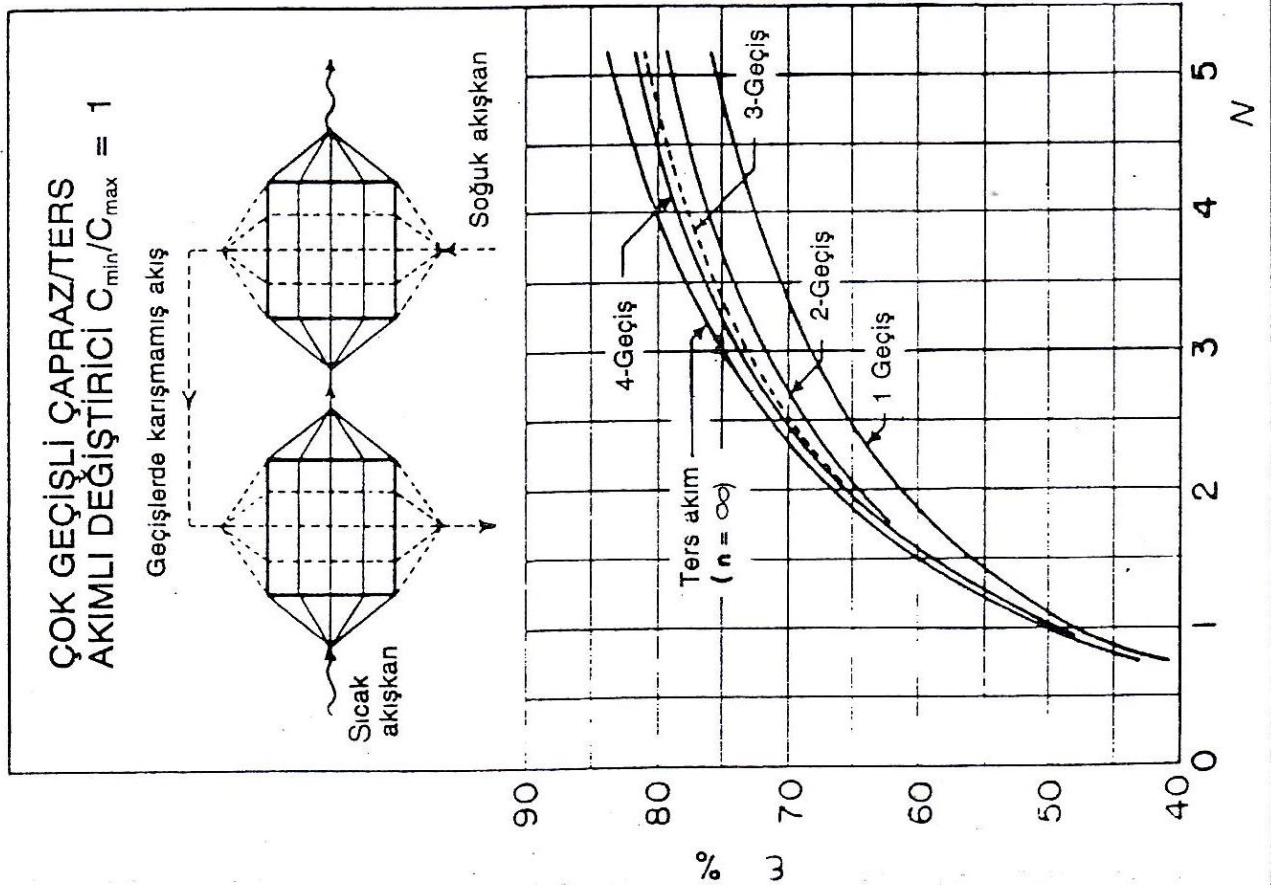
3-6 TERS AKIMLI DEĞİŞTİRİCİ

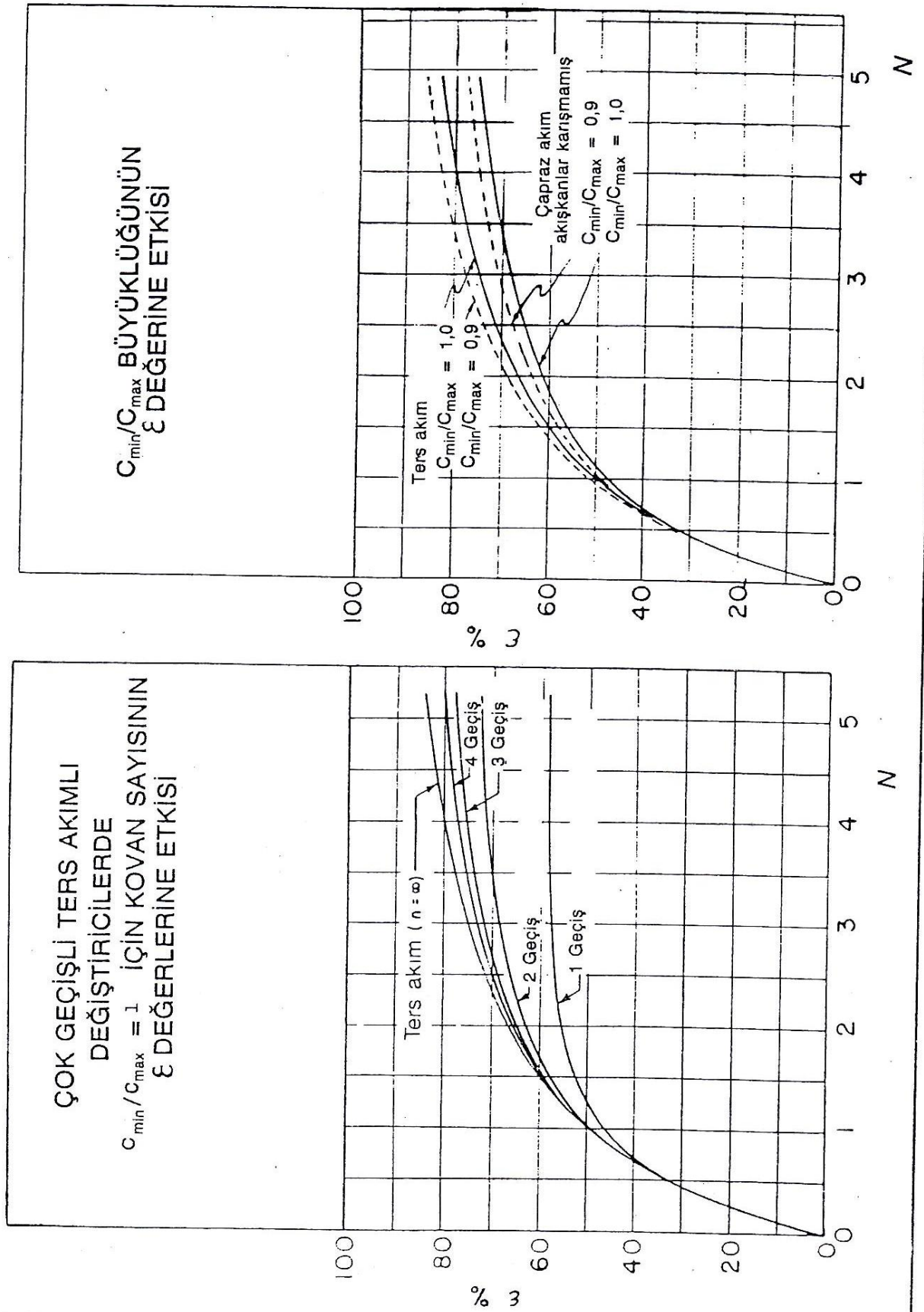


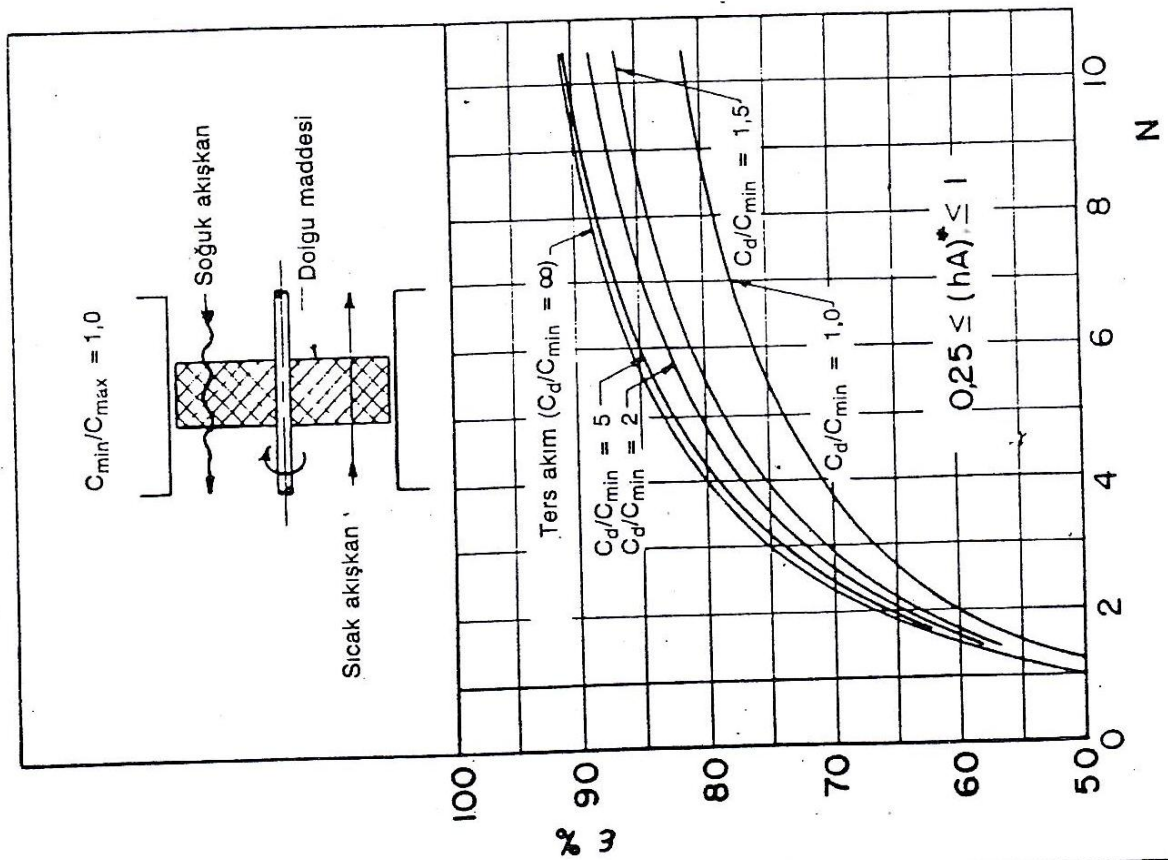
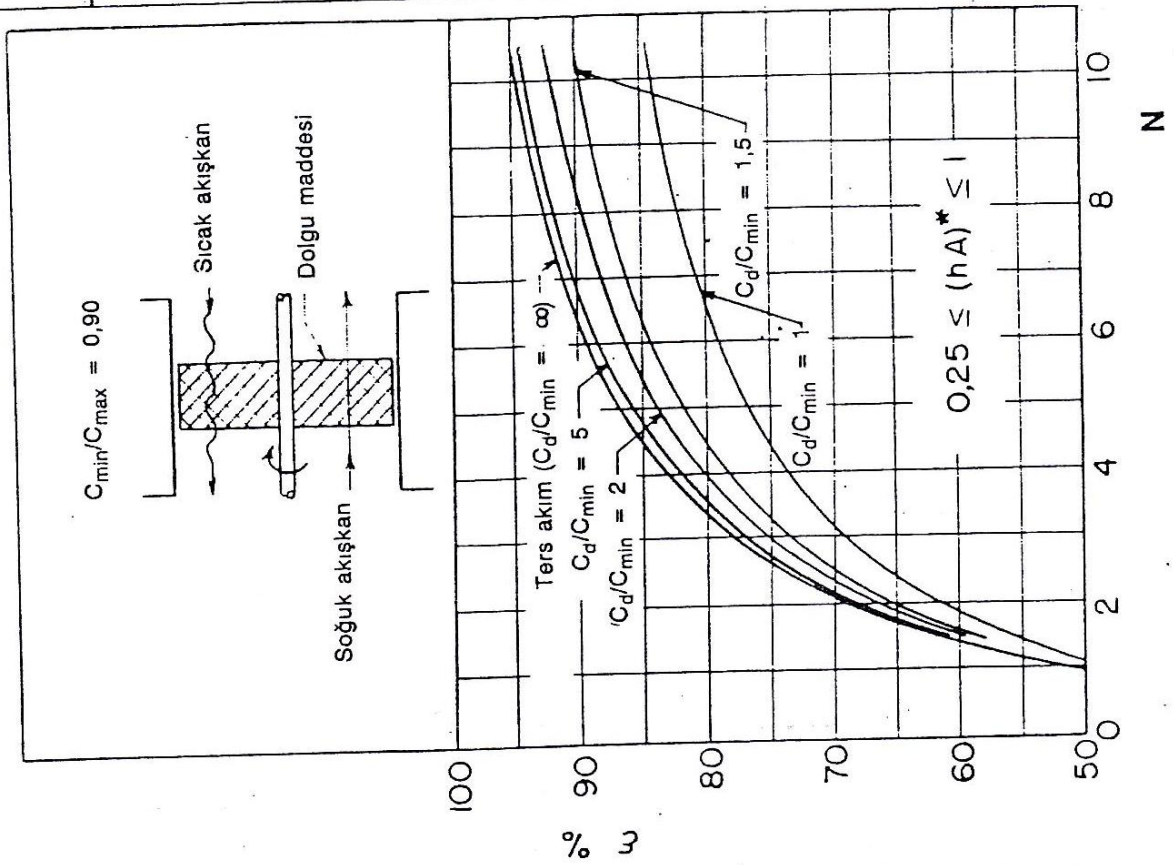
3 Kovan-6,12,18,... Boru geçişi

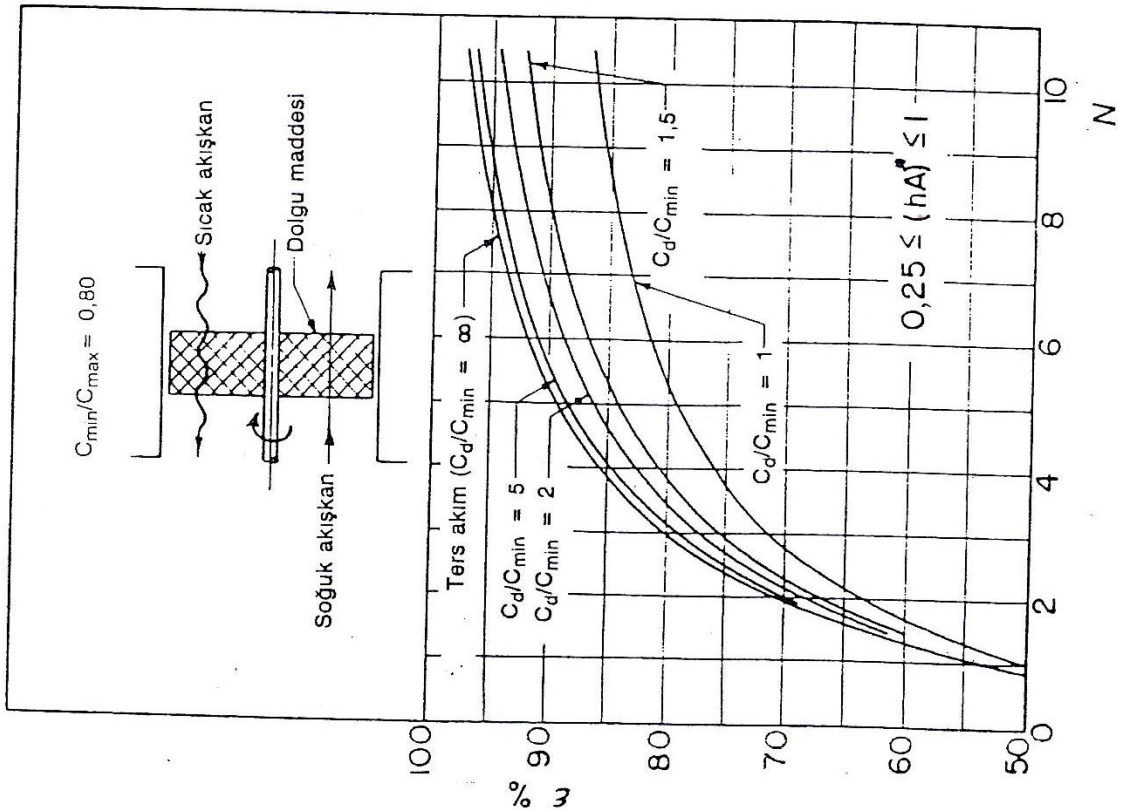
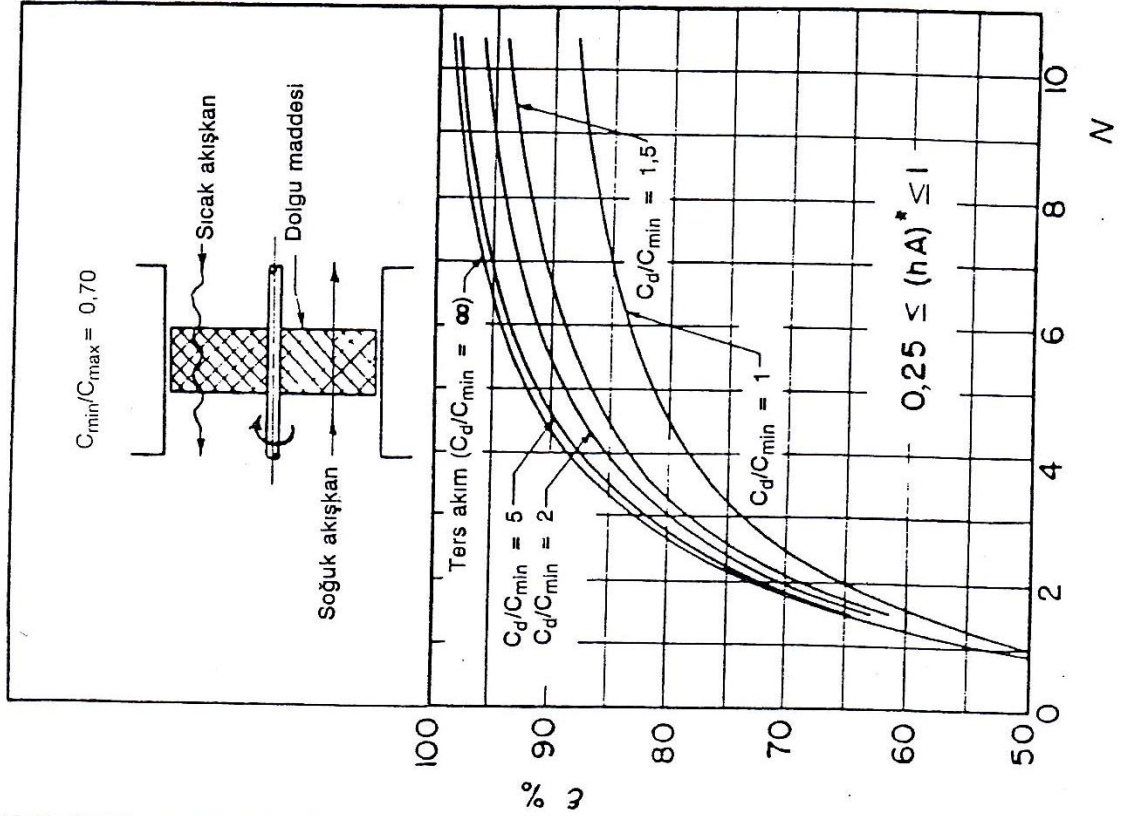












Isı Deđiřtiricileri İçin Kirlenme Faktörü

Tablo 11.1. Kirlenme Faktörü [9]

Akışkan	Kirlenme Faktörü F (m
Deniz suyu	
Sıcaklık < 325 K	0.00009
Sıcaklık > 325 K	0.00020
Aritılmış kazan besleme suyu	0.00020
Yakıt yağı (Fuel oil)	0.00090
Isıl işlem yağı	0.00070
Buhar (yağısız)	0.00009
Alkol buharı	0.00009
Hava	0.00040
Soğutucu akışkan (refrigerant)	0.00020