

**HARRAN ÜNİVERSİTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
BÖLÜMÜ 2017- 2018 GÜZ YARIYILI ISI TRANSFERİ DERSİ
FORMÜL VE TABLOLAR**



HARRAN
ÜNİVERSİTESİ

DOÇ.DR. İSMAİL HİLALİ

YRD. DOÇ. DR. CUMA ÇETİNER

ARŞ. GÖR. HARUN ÇİFCİ

Kartezyen , silindirik ve küresel koordinat sistemlerinde, sabit ısı iletkenlik tek boyutlu ısı iletim denklemi

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\dot{g}}{k} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$
$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\dot{g}}{k} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$
$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\dot{g}}{k} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$

Çok uzun kanat için sıcaklık denklemi

Very long fin:

$$\frac{T(x) - T_{\infty}}{T_b - T_{\infty}} = e^{-ax} = e^{-x\sqrt{hp/kA_c}}$$

Çok uzun kanat için tüm kanattan sürekli ısı transfer hızı (fourier ısı iletim kanunundan)

Very long fin:

$$\dot{Q}_{\text{long fin}} = -kA_c \left. \frac{dT}{dx} \right|_{x=0} = \sqrt{hp k A_c} (T_b - T_{\infty}) \quad (3-61)$$

Adyabatik kanat ucu

Adiabatic fin tip:

$$\frac{T(x) - T_{\infty}}{T_b - T_{\infty}} = \frac{\cosh a(L - x)}{\cosh aL}$$

Adyabatik kanat ucu için ısı transfer hızı

Adiabatic fin tip:

$$\dot{Q}_{\text{insulated tip}} = -kA_c \left. \frac{dT}{dx} \right|_{x=0} = \sqrt{hp k A_c} (T_b - T_{\infty}) \tanh aL \quad (3-62)$$

TABLO 3-3

Genel kanat düzenlerinin verim ve yüzey alanları

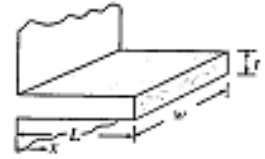
Düz dikdörtgen kanatlar

$$m = \sqrt{2h/kt}$$

$$L_c = L + t/2$$

$$A_{kanat} = 2wL_c$$

$$\eta_{kanat} = \frac{\tanh mL_c}{mL_c}$$

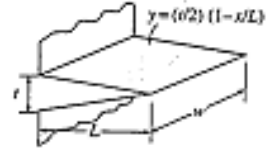


Düz üçgen kanatlar

$$m = \sqrt{2h/kt}$$

$$A_{kanat} = 2w\sqrt{L^2 + (t/2)^2}$$

$$\eta_{kanat} = \frac{1}{mL} \frac{I_2(2mL)}{I_0(2mL)}$$



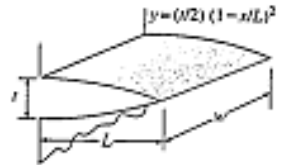
Düz parabolik kanatlar

$$m = \sqrt{2h/kt}$$

$$A_{kanat} = wL[C_2 + (L/t)\ln(t/L + C_1)]$$

$$C_1 = \sqrt{1 + (t/L)^2}$$

$$\eta_{kanat} = \frac{2}{1 + \sqrt{(2mL)^2 + 1}}$$



Dikdörtgen profilli dairesel kanatlar

$$m = \sqrt{2h/kt}$$

$$r_{2c} = r_2 + t/2$$

$$A_{kanat} = 2\pi(r_{2c}^2 - r_1^2)$$

$$\eta_{kanat} = C_2 \frac{K_1(mr_1)I_1(mr_{2c}) - I_1(mr_1)K_1(mr_{2c})}{I_0(mr_1)K_1(mr_{2c}) + K_0(mr_1)I_1(mr_{2c})}$$

$$C_2 = \frac{2r_1/m}{r_{2c}^2 - r_1^2}$$



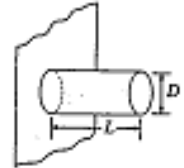
Dikdörtgen profilli iğne kanatlar

$$m = \sqrt{4h/kD}$$

$$L_c = L + D/4$$

$$A_{kanat} = \pi DL_c$$

$$\eta_{kanat} = \frac{\tanh mL_c}{mL_c}$$



Üçgen profilli iğne kanatlar

$$m = \sqrt{4h/kD}$$

$$A_{kanat} = \frac{\pi D}{2} \sqrt{L^2 + (D/2)^2}$$

$$\eta_{kanat} = \frac{2}{mL} \frac{I_2(2mL)}{I_0(2mL)}$$



Parabolik profilli iğne kanatlar

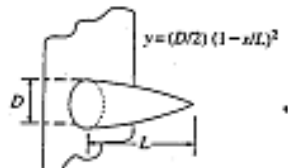
$$m = \sqrt{4h/kD}$$

$$A_{kanat} = \frac{\pi L^3}{8D} [C_3 C_4 - \frac{L}{2D} \ln(2DC_4/L + C_3)]$$

$$C_3 = 1 + 2(D/L)^2$$

$$C_4 = \sqrt{1 + (D/L)^2}$$

$$\eta_{kanat} = \frac{2}{1 + \sqrt{(2mL/3)^2 + 1}}$$



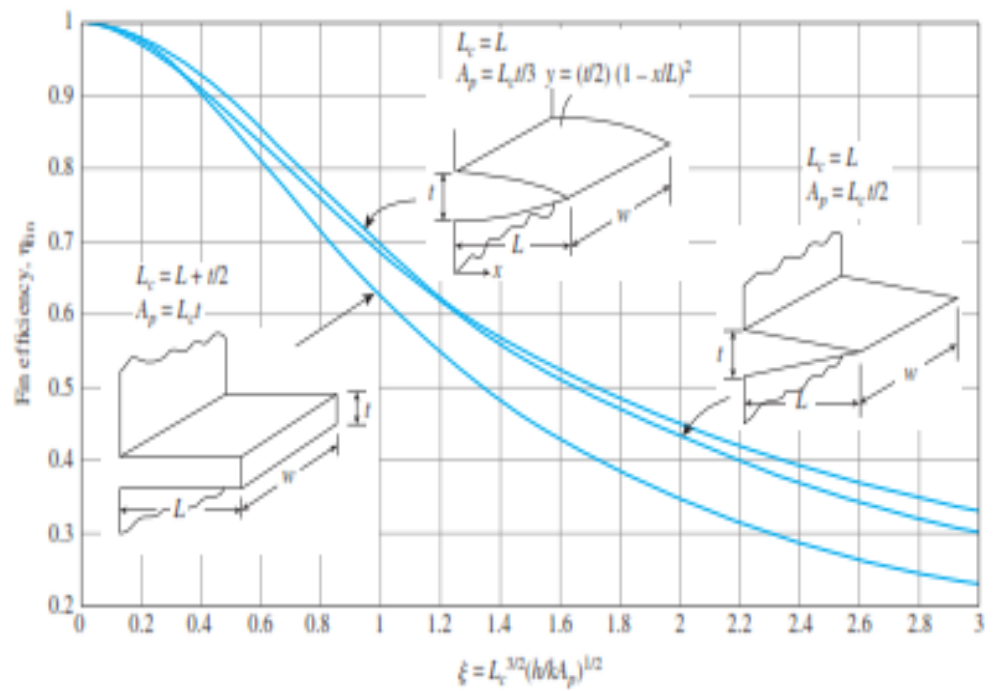


FIGURE 3-43
Efficiency of straight fins of rectangular, triangular, and parabolic profiles.

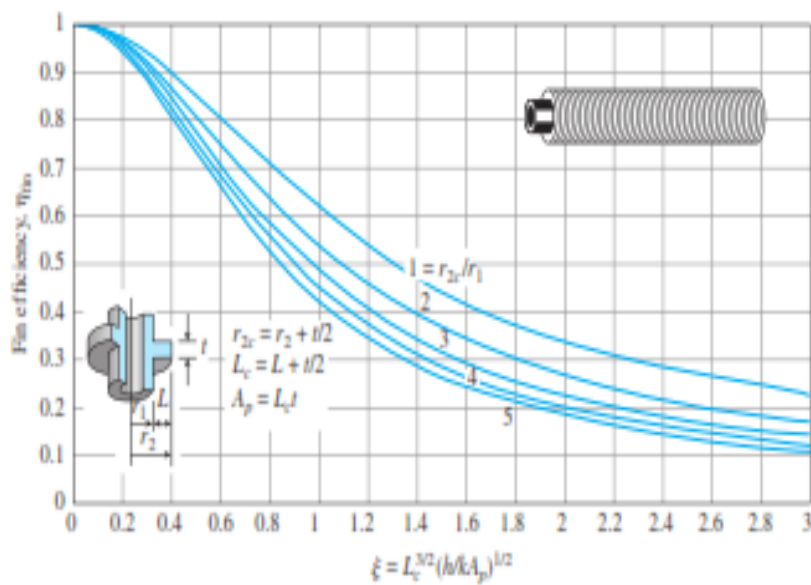


FIGURE 3-44
Efficiency of annular fins of constant thickness t .

TABLE 3.4 Temperature distribution and heat loss for fins of uniform cross section

Case	Tip Condition ($x = L$)	Temperature Distribution θ/θ_b	Fin Heat Transfer Rate q_f
A	Convection heat transfer: $h\theta(L) = -k d\theta/dx _{x=L}$	$\frac{\cosh m(L-x) + (h/mk) \sinh m(L-x)}{\cosh mL + (h/mk) \sinh mL}$ (3.75)	$M \frac{\sinh mL + (h/mk) \cosh mL}{\cosh mL + (h/mk) \sinh mL}$ (3.77)
B	Adiabatic: $d\theta/dx _{x=L} = 0$	$\frac{\cosh m(L-x)}{\cosh mL}$ (3.80)	$M \tanh mL$ (3.81)
C	Belirli sıcaklık Prescribed temperature: $\theta(L) = \theta_L$	$\frac{(\theta_L/\theta_b) \sinh mx + \sinh m(L-x)}{\sinh mL}$ (3.82)	$M \frac{(\cosh mL - \theta_L/\theta_b)}{\sinh mL}$ (3.83)
D	Infinite fin ($L \rightarrow \infty$): $\theta(L) = 0$	e^{-mx} (3.84)	M (3.85)

$\theta \equiv T - T_\infty$ $m^2 \equiv hP/kA_c$
 $\theta_b = \theta(0) = T_b - T_\infty$ $M \equiv \sqrt{hPkA_c} \theta_b$

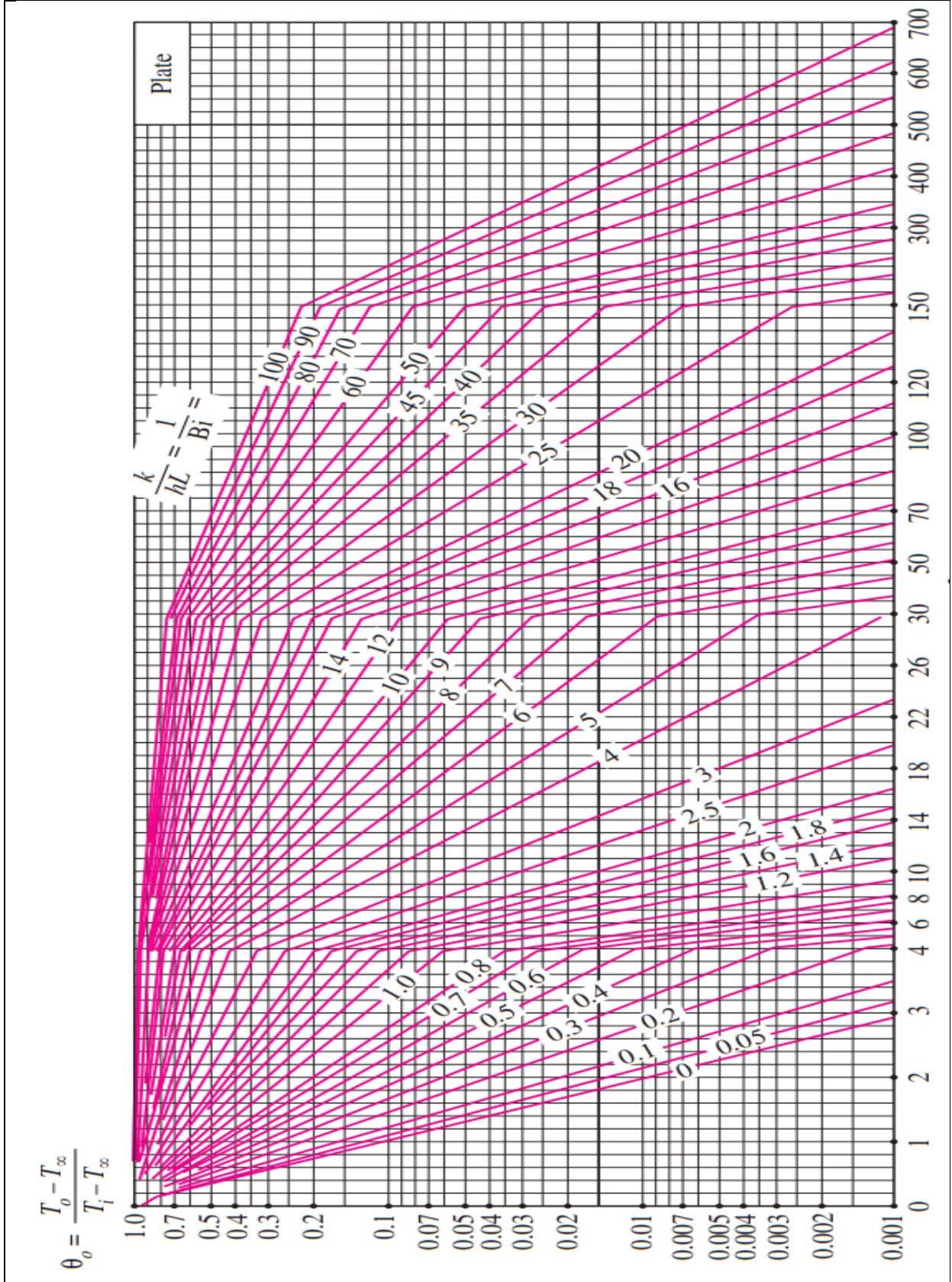
BÖLÜM 4: ZAMANA BAĞLI ISI İLETİMİ

$$\frac{T(t) - T_\infty}{T_i - T_\infty} = e^{-bt} \quad (4-4)$$

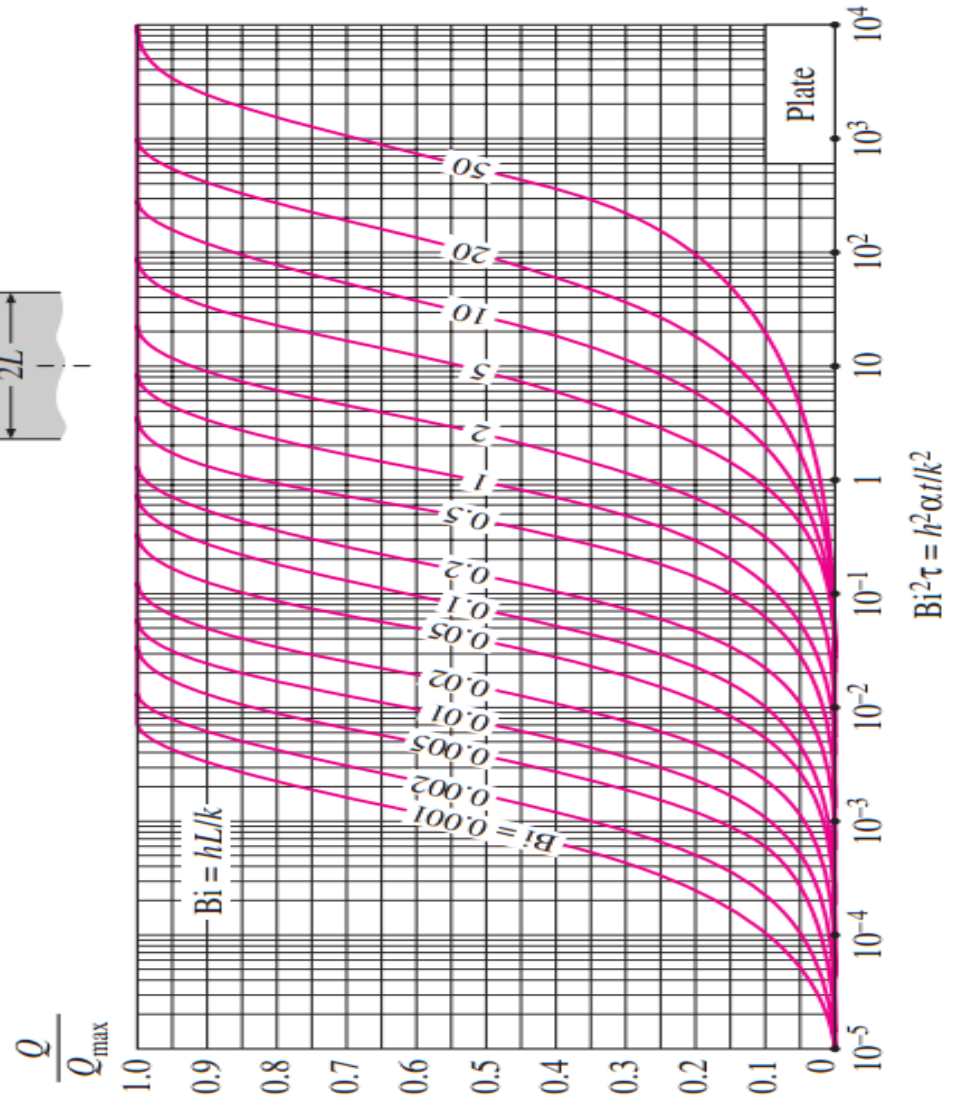
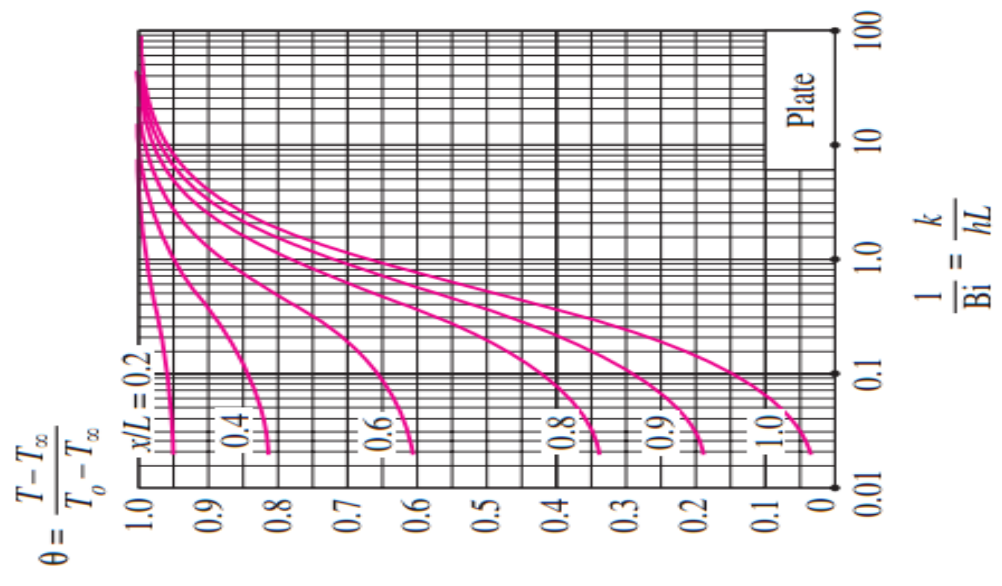
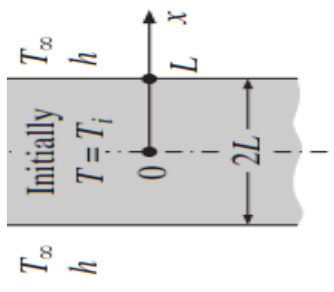
$$b = \frac{hA_s}{\rho V C_p} \quad (1/s) \quad (4-5)$$

$$Bi = \frac{hL_c}{k}$$

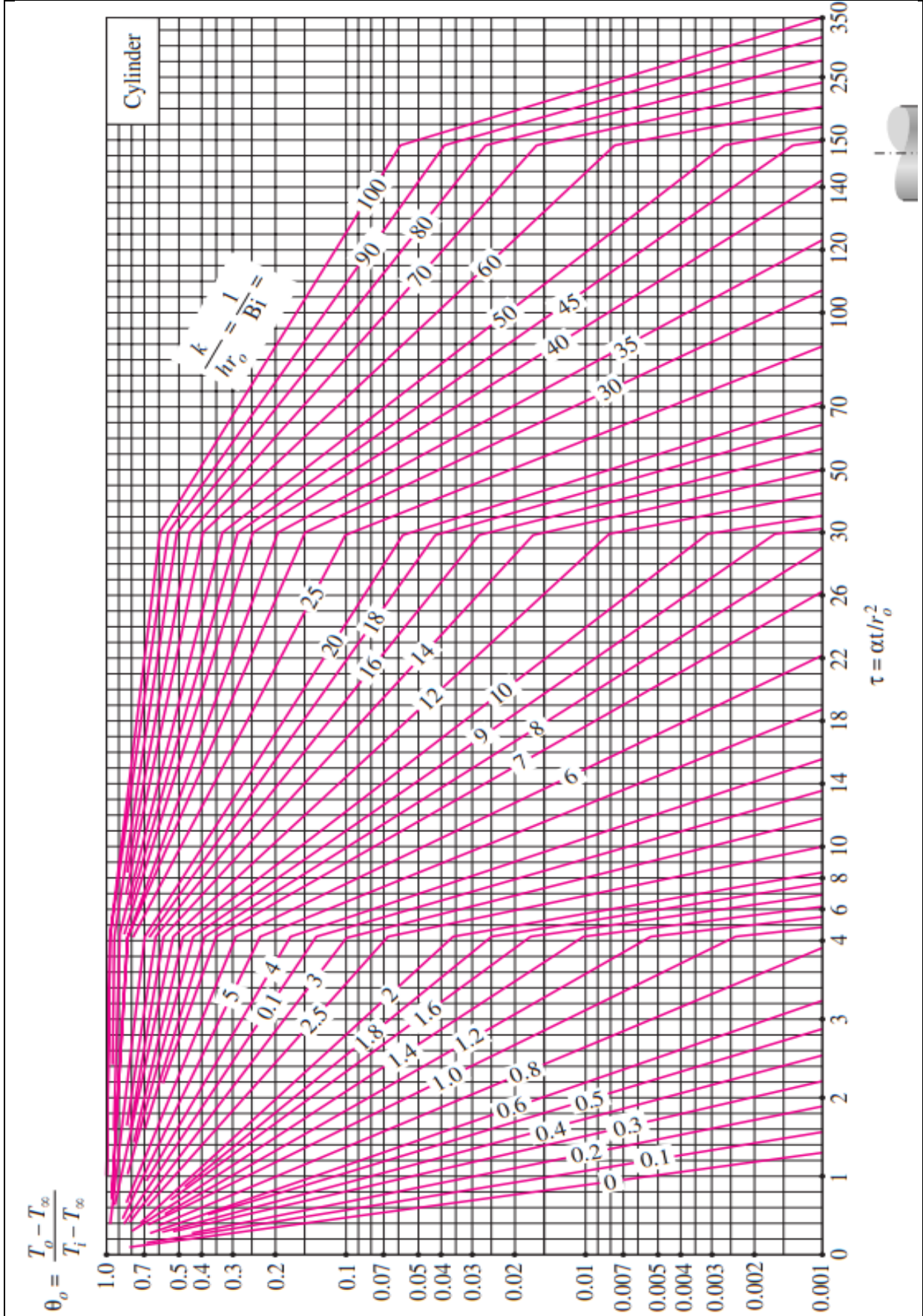
Şekil 4.15. Uniform T_i başlangıç sıcaklığında, iki taraftan h taşınım katsayısı ile T_∞ sıcaklığındaki ortamla taşınım açığı 2L kalınlıkla bir düzlem duvar için zamana bağlı sıcaklık ve ısı transfer grafikleri



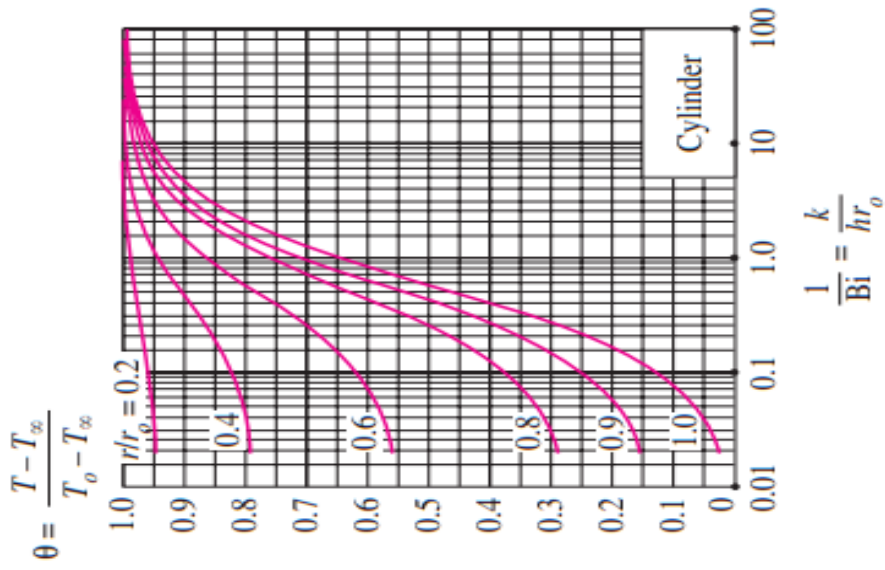
(a) Midplane temperature (from M. P. Heister)



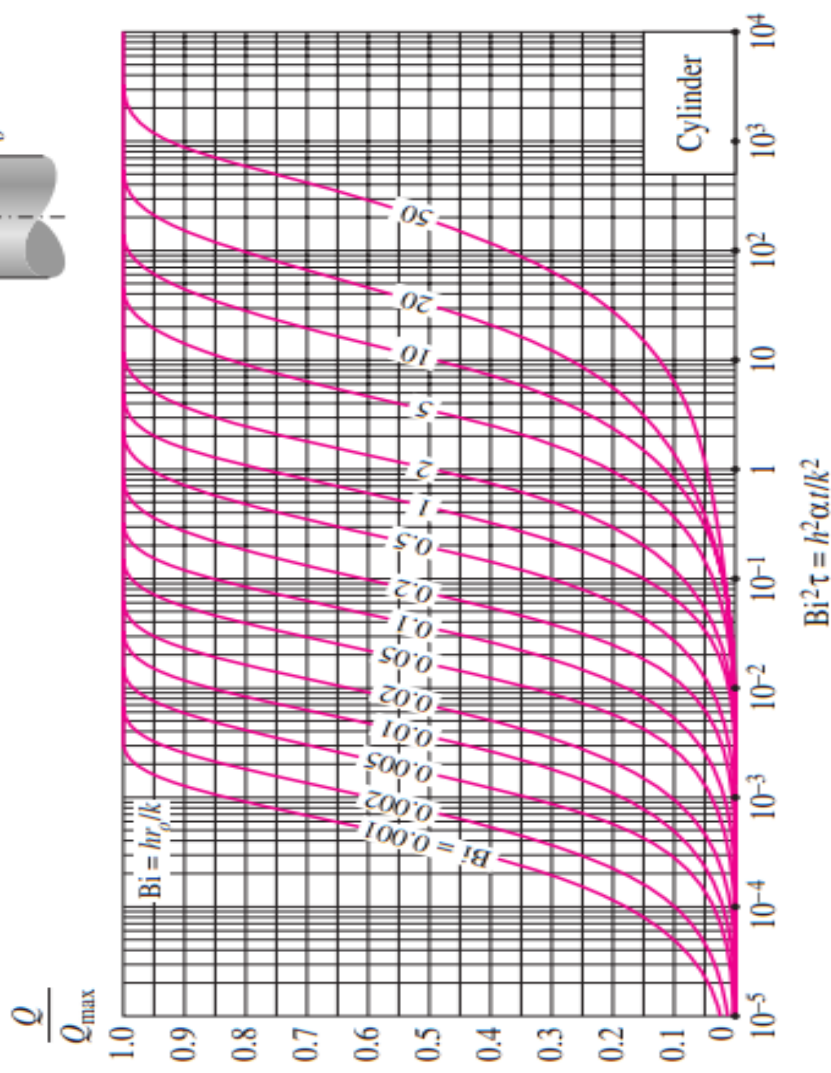
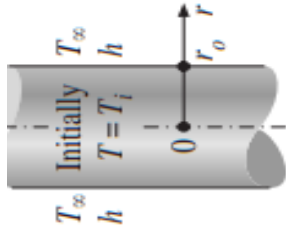
Şekil 4.16. Uniform T_i başlangıç sıcaklığında, iki taraftan h taşınım katsayısı ile T_∞ sıcaklığındaki ortamla taşınım açığı yarıçaplı uzun bir silindirin için zamana bağlı sıcaklık ve ısı transfer grafikleri



(a) Centerline temperature (from M. P. Heisler)



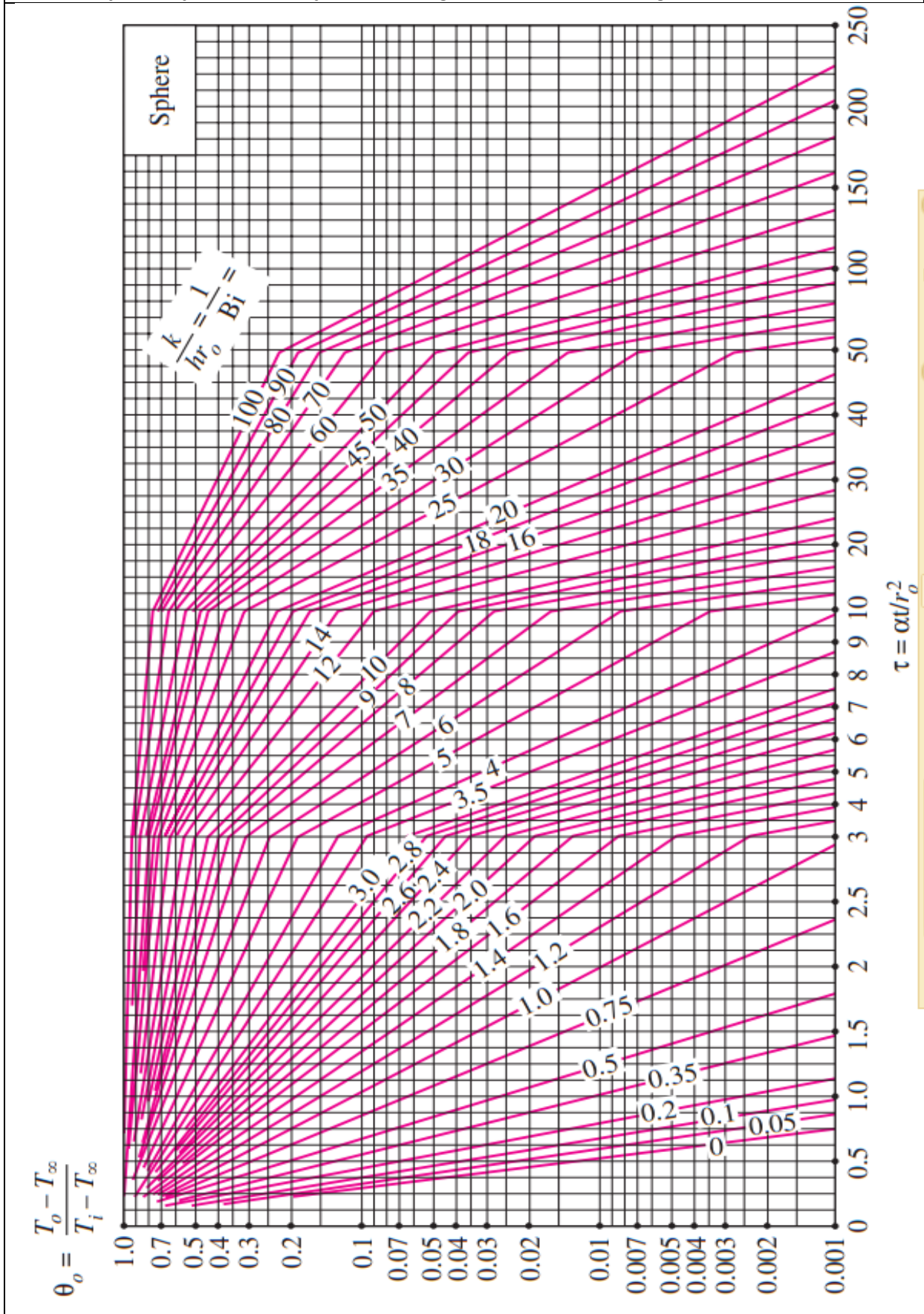
(b) Temperature distribution (from M. P. Heisler)



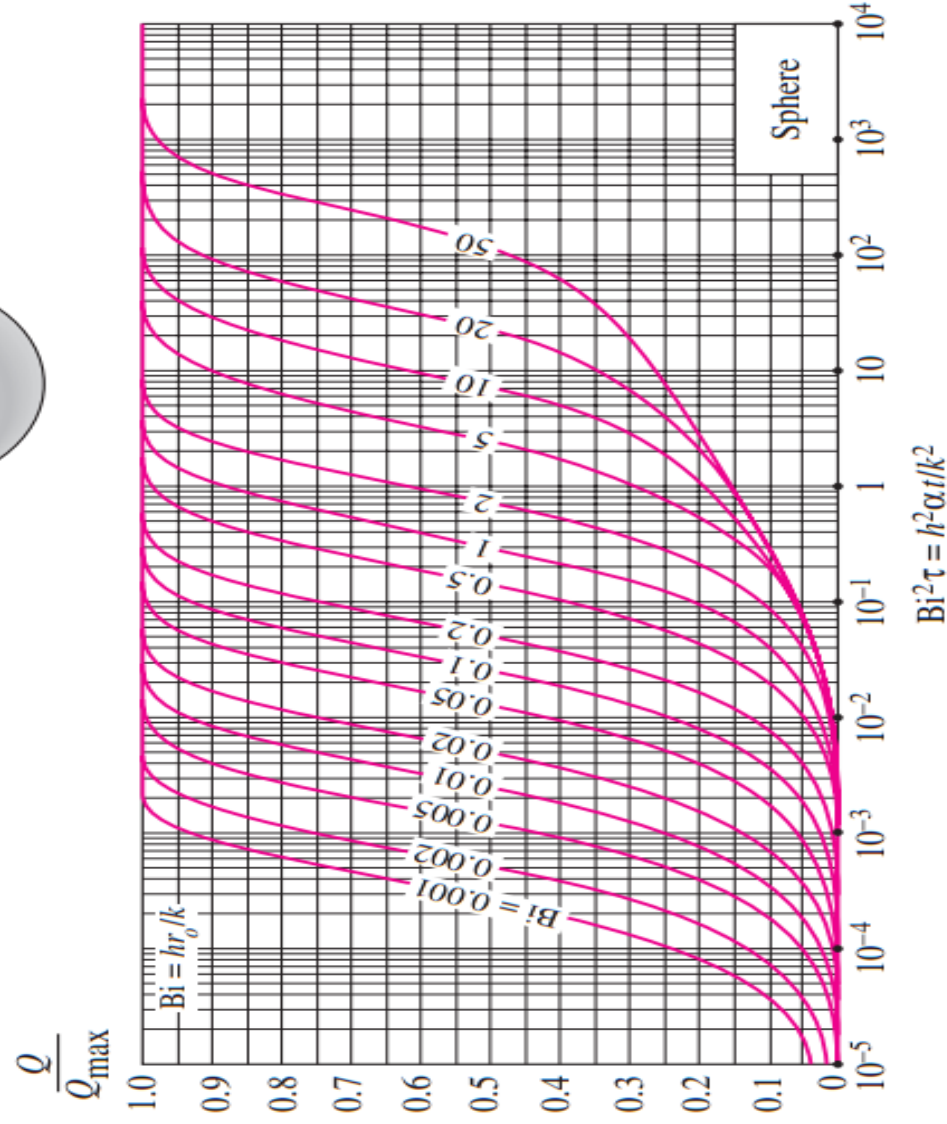
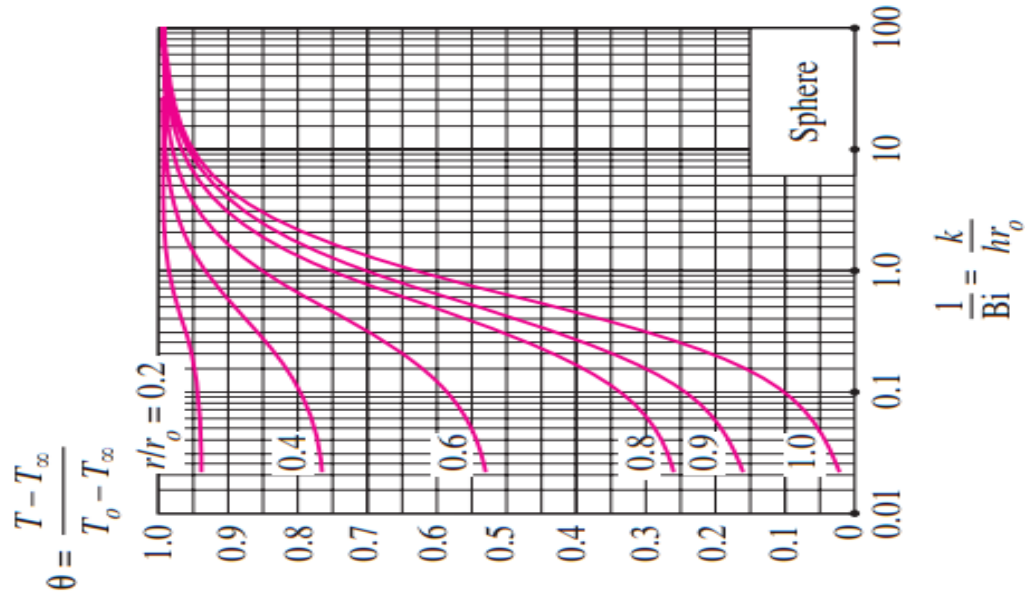
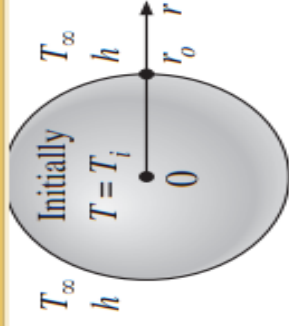
(c) Heat transfer (from H. Gröber et al.)

FIGURE 4-14

Şekil 4.17. Uniform T_i başlangıç sıcaklığında, iki taraftan h taşınım katsayısı ile T_∞ sıcaklığındaki ortamla taşınım açığa bir küre için zamana bağlı sıcaklık ve ısı transfer grafikleri



(a) Midpoint temperature (from M. P. Heisler)

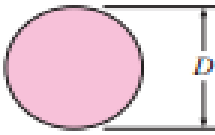

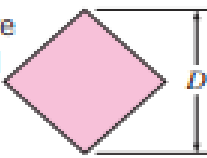
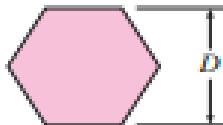
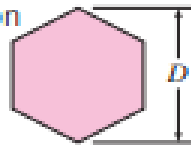
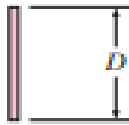
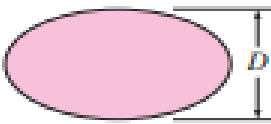


Taşınım: Dış akış

Laminar:
$$Nu = \frac{hL}{k} = 0.664 Re_L^{0.5} Pr^{1/3} \quad Re_L < 5 \times 10^5 \quad (7-21)$$

Turbulent:
$$Nu = \frac{hL}{k} = 0.037 Re_L^{0.8} Pr^{1/3} \quad \begin{matrix} 0.6 \leq Pr \leq 60 \\ 5 \times 10^5 \leq Re_L \leq 10^7 \end{matrix} \quad (7-22)$$

Tablo 7.1. dairesel dairesel olmayan silindir zerindeki apraz akışta zorlanmış taşınımında ortalama Nu sayısı iin ampirik bağıntılar

Cross-section of the cylinder	Fluid	Range of Re	Nusselt number
Circle 	Gas or liquid	0.4–4 4–40 40–4000 4000–40,000 40,000–400,000	$Nu = 0.989Re^{0.330} Pr^{1/3}$ $Nu = 0.911Re^{0.385} Pr^{1/3}$ $Nu = 0.683Re^{0.466} Pr^{1/3}$ $Nu = 0.193Re^{0.618} Pr^{1/3}$ $Nu = 0.027Re^{0.805} Pr^{1/3}$
Square 	Gas	5000–100,000	$Nu = 0.102Re^{0.675} Pr^{1/3}$
Square (tilted 45°) 	Gas	5000–100,000	$Nu = 0.246Re^{0.588} Pr^{1/3}$
Hexagon 	Gas	5000–100,000	$Nu = 0.153Re^{0.638} Pr^{1/3}$
Hexagon (tilted 45°) 	Gas	5000–19,500 19,500–100,000	$Nu = 0.160Re^{0.638} Pr^{1/3}$ $Nu = 0.0385Re^{0.782} Pr^{1/3}$
Vertical plate 	Gas	4000–15,000	$Nu = 0.228Re^{0.731} Pr^{1/3}$
Ellipse 	Gas	2500–15,000	$Nu = 0.248Re^{0.612} Pr^{1/3}$

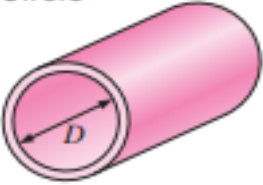
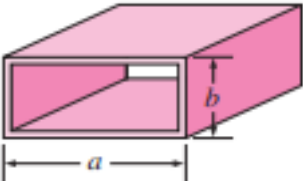
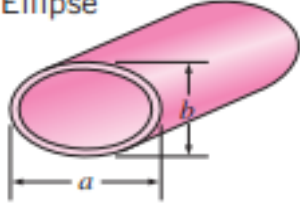
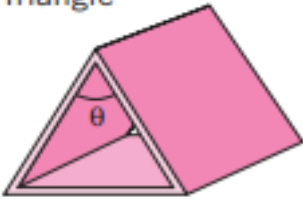
Taşıma: iç akış

$$Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^n \quad (8-68)$$

Tablo 8.1. Çeşitli kesitlerdeki borularda tam gelişmiş laminar akış için Nu sayısı ve sürtünme faktörü

TABLE 8-1

Nusselt number and friction factor for fully developed laminar flow in tubes of various cross sections ($D_h = 4A_c/p$, $Re = V_m D_h/\nu$, and $Nu = hD_h/k$)

Tube Geometry	a/b or θ°	Nusselt Number		Friction Factor f
		$T_s = \text{Const.}$	$\dot{q}_s = \text{Const.}$	
Circle 	—	3.66	4.36	64.00/Re
Rectangle 	a/b 1 2 3 4 6 8 ∞	2.98 3.39 3.96 4.44 5.14 5.60 7.54	3.61 4.12 4.79 5.33 6.05 6.49 8.24	56.92/Re 62.20/Re 68.36/Re 72.92/Re 78.80/Re 82.32/Re 96.00/Re
Ellipse 	a/b 1 2 4 8 16	3.66 3.74 3.79 3.72 3.65	4.36 4.56 4.88 5.09 5.18	64.00/Re 67.28/Re 72.96/Re 76.60/Re 78.16/Re
Triangle 	θ 10° 30° 60° 90° 120°	1.61 2.26 2.47 2.34 2.00	2.45 2.91 3.11 2.98 2.68	50.80/Re 52.28/Re 53.32/Re 52.60/Re 50.96/Re

Tablo 8.4. Bir yüzeyi sabit sıcaklıkta diğer yüzeyi yalıtımlı olan dairesel bir halka içinde tam gelişmiş laminar akış için Nu sayısı

TABLE 8-4

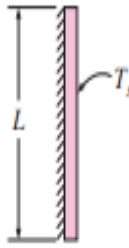
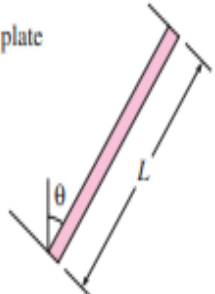
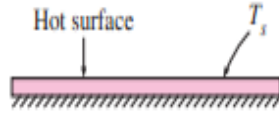
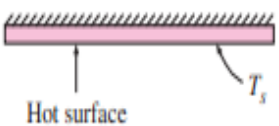
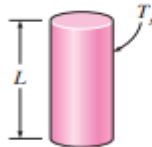

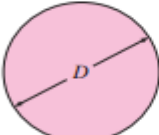
Nusselt number for fully developed laminar flow in an annulus with one surface isothermal and the other adiabatic (Kays and Perkins, Ref. 14)

D_i/D_o	Nu_i	Nu_o
0	—	3.66
0.05	17.46	4.06
0.10	11.56	4.11
0.25	7.37	4.23
0.50	5.74	4.43
1.00	4.86	4.86

Doğal taşınım

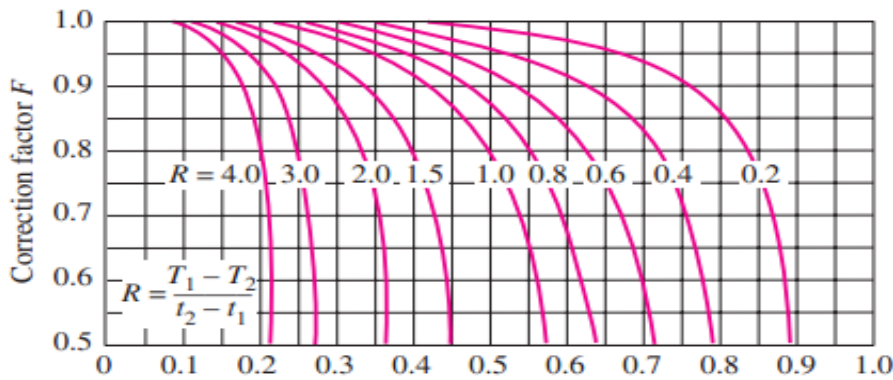
$$Gr_L = \frac{g\beta(T_s - T_\infty)L_c^3}{\nu^2} \quad (9-15)$$

Tablo 9.1. Doğal taşınımда yüzeyler üzerinde ortalama Nu sayıları için ampirik bağıntılar

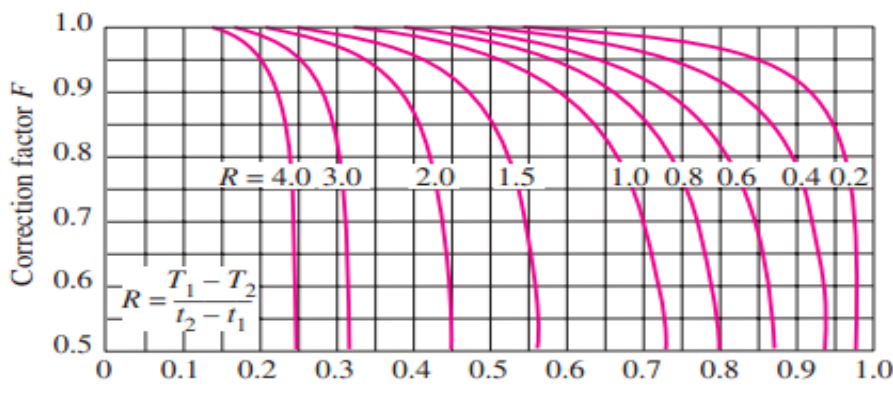
Geometry	Characteristic length L_c	Range of Ra	Nu
Vertical plate 	L	10^4-10^9 10^9-10^{13} Entire range	$Nu = 0.59Ra_L^{1/4}$ $Nu = 0.1Ra_L^{1/3}$ $Nu = \left\{ 0.825 + \frac{0.387Ra_L^{1/6}}{[1 + (0.492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$ (complex but more accurate)
Inclined plate 	L		Use vertical plate equations for the upper surface of a cold plate and the lower surface of a hot plate Replace g by $g \cos\theta$ for $Ra < 10^9$
Horizontal plate (Surface area A and perimeter p) (a) Upper surface of a hot plate (or lower surface of a cold plate)  (b) Lower surface of a hot plate (or upper surface of a cold plate) 	A_s/p	10^4-10^7 10^7-10^{11} 10^5-10^{11}	$Nu = 0.54Ra_L^{1/4}$ $Nu = 0.15Ra_L^{1/3}$ $Nu = 0.27Ra_L^{1/4}$
Vertical cylinder 	L		A vertical cylinder can be treated as a vertical plate when $D \geq \frac{35L}{Gr_L^{1/4}}$
Horizontal cylinder 	D	$Ra_D \leq 10^{12}$	$Nu = \left\{ 0.6 + \frac{0.387Ra_D^{1/6}}{[1 + (0.559/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$
Sphere 	D	$Ra_D \leq 10^{11}$ ($Pr \geq 0.7$)	$Nu = 2 + \frac{0.589Ra_D^{1/4}}{[1 + (0.469/Pr)^{9/16}]^{4/9}}$

Isı değiştiriciler.

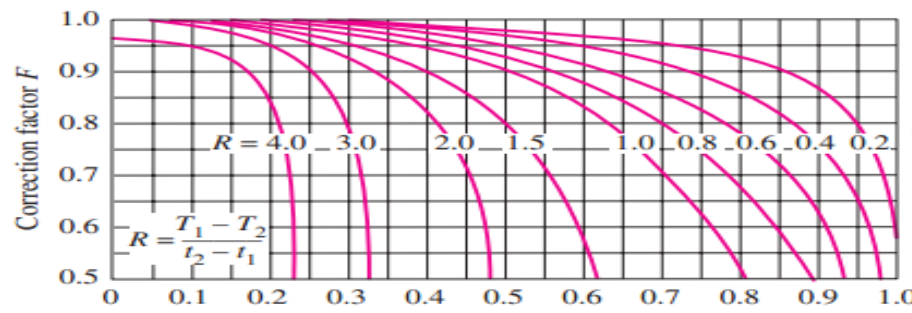
şekil 11.18 Genel gövde borulu ve apraz akışlı ısı değiştiriciler için düzeltme faktörü F grafikleri



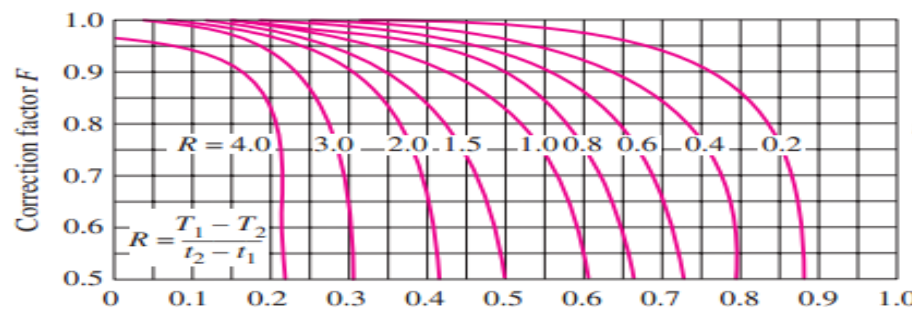
(a) One-shell pass and 2, 4, 6, etc. (any multiple of 2), tube passes



(b) Two-shell passes and 4, 8, 12, etc. (any multiple of 4), tube passes



(c) Single-pass cross-flow with both fluids *unmixed*

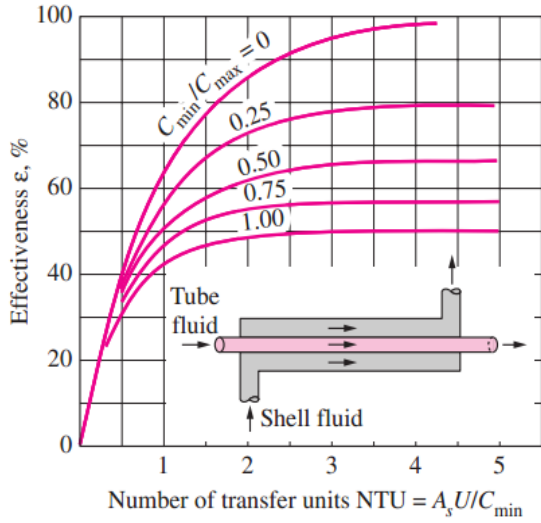


(d) Single-pass cross-flow with one fluid *mixed* and the other *unmixed*

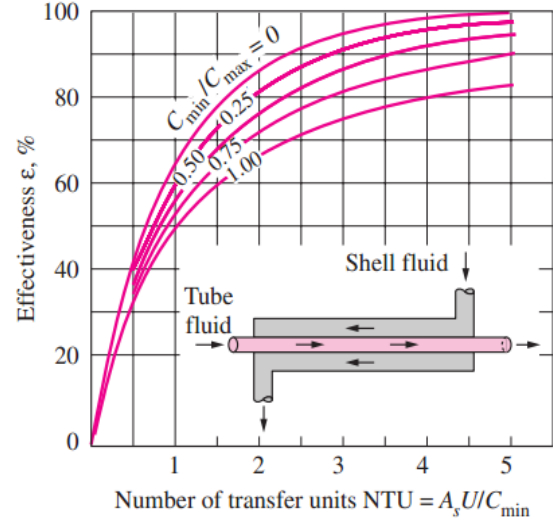
Tablo 11.4. Isı değiştiriciler için etkenlik bağıntıları

Heat exchanger type	Effectiveness relation
1 <i>Double pipe:</i>	
Parallel-flow	$\varepsilon = \frac{1 - \exp[-NTU(1 + c)]}{1 + c}$
Counter-flow	$\varepsilon = \frac{1 - \exp[-NTU(1 - c)]}{1 - c \exp[-NTU(1 - c)]}$
2 <i>Shell and tube:</i>	
One-shell pass 2, 4, . . . tube passes	$\varepsilon = 2 \left\{ 1 + c + \sqrt{1 + c^2} \frac{1 + \exp[-NTU\sqrt{1 + c^2}]}{1 - \exp[-NTU\sqrt{1 + c^2}]} \right\}$
3 <i>Cross-flow (single-pass)</i>	
Both fluids unmixed	$\varepsilon = 1 - \exp \left\{ \frac{NTU^{0.22}}{c} [\exp(-c NTU^{0.78}) - 1] \right\}$
C_{max} mixed, C_{min} unmixed	$\varepsilon = \frac{1}{c} (1 - \exp \{1 - c[1 - \exp(-NTU)]\})$
C_{min} mixed, C_{max} unmixed	$\varepsilon = 1 - \exp \left\{ -\frac{1}{c} [1 - \exp(-c NTU)] \right\}$
4 <i>All heat exchangers with $c = 0$</i>	$\varepsilon = 1 - \exp(-NTU)$

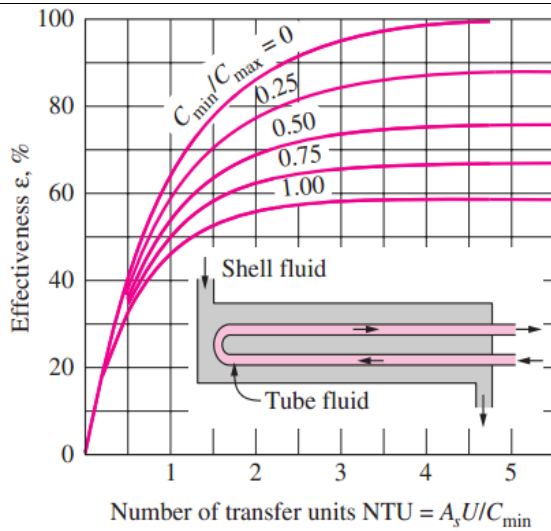
Şekil 11.26 ısı değiştiriciler için etkinlik



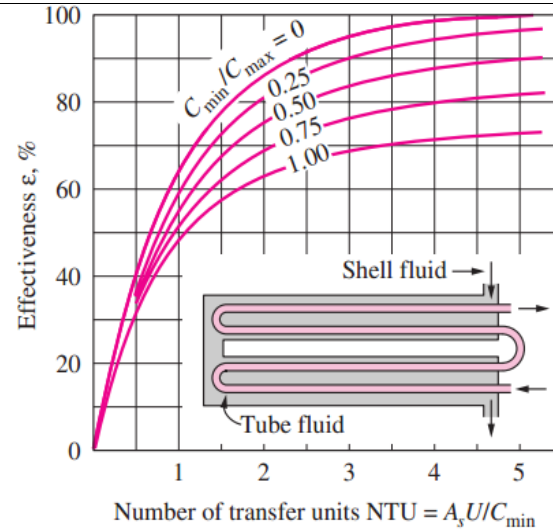
(a) Parallel-flow



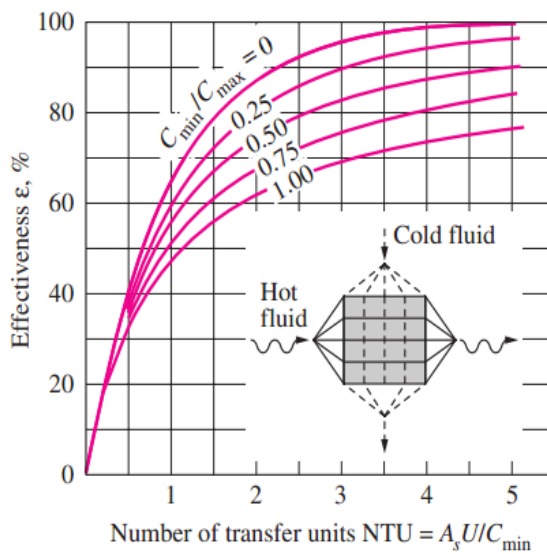
(b) Counter-flow



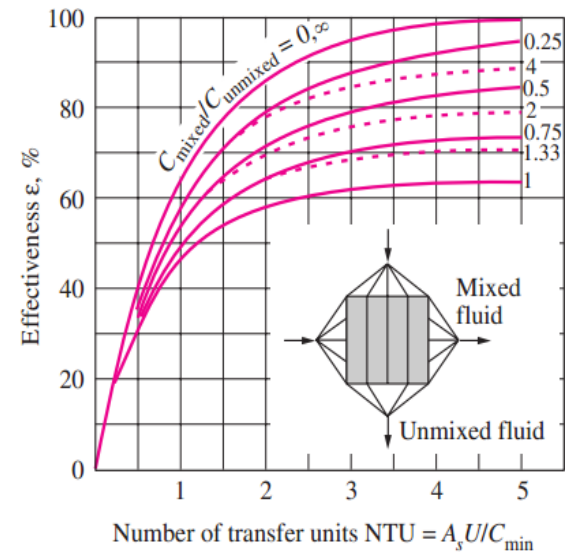
(c) One-shell pass and 2, 4, 6, ... tube passes



(d) Two-shell passes and 4, 8, 12, ... tube passes



(e) Cross-flow with both fluids unmixed



(f) Cross-flow with one fluid mixed and the other unmixed

Faz deęiřimi olan sistemlerde etkinlik

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} = 1 - \exp(-NTU) \quad (13-41)$$

Tablo 11.5 ısı değiştiriciler için NTU bağıntıları

TABLE 13-5

NTU relations for heat exchangers $NTU = UA_s/C_{\min}$ and $c = C_{\min}/C_{\max} = (\dot{m}C_p)_{\min}/(\dot{m}C_p)_{\max}$ (Kays and London, Ref. 5.)

Heat exchanger type	NTU relation
1 <i>Double-pipe:</i> Parallel-flow	$NTU = -\frac{\ln [1 - \varepsilon(1 + c)]}{1 + c}$
Counter-flow	$NTU = \frac{1}{c - 1} \ln \left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon c - 1} \right)$
2 <i>Shell and tube:</i> One-shell pass 2, 4, . . . tube passes	$NTU = -\frac{1}{\sqrt{1 + c^2}} \ln \left(\frac{2/\varepsilon - 1 - c - \sqrt{1 + c^2}}{2/\varepsilon - 1 - c + \sqrt{1 + c^2}} \right)$
3 <i>Cross-flow (single-pass)</i> C_{\max} mixed, C_{\min} unmixed	$NTU = -\ln \left[1 + \frac{\ln (1 - \varepsilon c)}{c} \right]$
C_{\min} mixed, C_{\max} unmixed	$NTU = -\frac{\ln [c \ln (1 - \varepsilon) + 1]}{c}$
4 <i>All heat exchangers</i> with $c = 0$	$NTU = -\ln(1 - \varepsilon)$

TAVUK EK-1

Bazı maddelerin molar kütle, gaz sabiti ve ideal gaz özgül ısıları

Madde	Molar Kütle M, kg/kmol	Gaz Sabiti R, kJ/kg·K*	25 °C'de Özgül Isı Verileri		
			c_p , kJ/kg·K	c_v , kJ/kg·K	$k = c_p/c_v$
Hava	28.97	0.2870	1.005	0.7180	1.400
Amonyak, NH ₃	17.03	0.4882	2.093	1.605	1.304
Argon, Ar	39.95	0.2081	0.5203	0.3122	1.667
Brom, Br ₂	159.81	0.05202	0.2253	0.1732	1.300
İzobütan, C ₄ H ₁₀	58.12	0.1430	1.663	1.520	1.094
n-Bütan, C ₄ H ₁₀	58.12	0.1430	1.694	1.551	1.092
Karbon dioksit, CO ₂	44.01	0.1889	0.8439	0.6550	1.288
Karbon monoksit CO	28.01	0.2968	1.039	0.7417	1.400
Klor, Cl ₂	70.905	0.1173	0.4781	0.3608	1.325
Klorodiflorometan (R-22), CHClF ₂	86.47	0.09615	0.6496	0.5535	1.174
Ethan, C ₂ H ₆	30.070	0.2765	1.744	1.468	1.188
Etilen, C ₂ H ₄	28.054	0.2964	1.527	1.231	1.241
Flor, F ₂	38.00	0.2187	0.8237	0.6050	1.362
Helyum, He	4.003	2.077	5.193	3.116	1.667
n-Heptan, C ₇ H ₁₆	100.20	0.08297	1.649	1.566	1.053
n-Hekzan, C ₆ H ₁₄	86.18	0.09647	1.654	1.558	1.052
Hidrojen, H ₂	2.016	4.124	14.30	10.18	1.405
Kripton, Kr	83.80	0.09921	0.2480	0.1488	1.667
Methane, CH ₄	16.04	0.5182	2.226	1.708	1.303
Neon, Ne	20.183	0.4119	1.030	0.6180	1.667
Azot, N ₂	28.01	0.2968	1.040	0.7429	1.400
Azot oksit, NO	30.006	0.2771	0.9992	0.7221	1.384
Azot dioksit, NO ₂	46.006	0.1889	0.8060	0.6171	1.306
Oksijen, O ₂	32.00	0.2598	0.9180	0.6582	1.395
n-Pentan, C ₅ H ₁₂	72.15	0.1152	1.664	1.549	1.074
Propan, C ₃ H ₈	44.097	0.1885	1.669	1.480	1.127
Propan, C ₃ H ₆	42.08	0.1976	1.531	1.333	1.148
Buhar, H ₂ O	18.015	0.4615	1.865	1.403	1.329
Kükürt dioksit, SO ₂	64.06	0.1298	0.6228	0.4930	1.263
Tetraflorometan, CCl ₄	153.82	0.05405	0.5415	0.4875	1.111
Tetrafloroetan (R-134a), C ₂ H ₂ F ₄	102.03	0.08149	0.8334	0.7519	1.108
Trifloroetan (R-143a), C ₂ H ₃ F ₃	84.04	0.09893	0.9291	0.8302	1.119
Ksenon, Xe	131.30	0.06332	0.1583	0.09499	1.667

* kJ/kg·K birimi kPa·m³/kg·K'ye eşdeğerdir. Gaz sabiti $R = R_u/M$ den bulunur; burada $R_u = 8.31447$ kJ/kmol·K değeri evrensel gaz sabiti ve M molar küttedir.

Kaynak: Özgül ısı değerleri The National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersburg, MD tarafından hazırlanan özellik programlarından alınmıştır.

TABLO 2

Kaynama ve donma noktası özellikleri

Madde	1 atm'de Kaynama Verileri		Donma Verileri		Sıvı Özellikleri		
	Normal Kaynama Noktası, °C	Buharlaştırma Gizli Isısı h_{fg} , kJ/kg	Donma Noktası °C	Erime Gizli Isısı h_{if} , kJ/kg	Sıcaklık °C	Yoğunluk ρ , kg/m ³	Özgül Isı c_p , kJ/kg·K
Amonyak	-33.3	1357	-77.7	322.4	-33.3	682	4.43
					-20	665	4.52
					0	639	4.60
					25	602	4.80
Argon	-185.9	161.6	-189.3	28	-185.6	1394	1.14
Benzen	80.2	394	5.5	126	20	879	1.72
Salamura (kütlesel olarak %20 sodyum klorür)	103.9	—	-17.4	—	20	1150	3.11
n-Bütan	-0.5	385.2	-138.5	80.3	-0.5	601	2.31
Karbon dioksit	-78.4*	230.5 (0 °C'de)	-56.6	—	0	298	0.59
Etanol	78.2	838.3	-114.2	109	25	783	2.46
Etil alkol	78.6	855	-156	108	20	789	2.84
Etilen glikol	198.1	800.1	-10.8	181.1	20	1109	2.84
Gliserin	179.9	974	18.9	200.6	20	1261	2.32
Helyum	-268.9	22.8	—	—	-268.9	146.2	22.8
Hidrojen	-252.8	445.7	-259.2	59.5	-252.8	70.7	10.0
İzobütan	-11.7	367.1	-160	105.7	-11.7	593.8	2.28
Kerosen	204-293	251	-24.9	—	20	820	2.00
Cıva	356.7	294.7	-38.9	11.4	25	13,560	0.139
Metan	-161.5	510.4	-182.2	58.4	-161.5	423	3.49
					-100	301	5.79
Metanol	64.5	1100	-97.7	99.2	25	787	2.55
Azot	-195.8	198.6	-210	25.3	-195.8	809	2.06
					-160	596	2.97
Oktan	124.8	306.3	-57.5	180.7	20	703	2.10
Yağ (hafif)					25	910	1.80
Oksijen	-183	212.7	-218.8	13.7	-183	1141	1.71
Petrol	—	230-384			20	640	2.0
Propan	-42.1	427.8	-187.7	80.0	-42.1	581	2.25
					0	529	2.53
					50	449	3.13
Soğutucu akışkan-134a	-26.1	216.8	-96.6	—	-50	1443	1.23
					-26.1	1374	1.27
					0	1295	1.34
					25	1207	1.43
Su	100	2257	0.0	333.7	0	1000	4.22
					25	997	4.18
					50	988	4.18
					75	975	4.19
					100	958	4.22

* Sublimleşme sıcaklığı. (518 kPa'lık ölçü noktasının altında karbon dioksit katı veya gaz halinde bulunur. Yine karbon dioksidin donma noktası sıcaklığı).

T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

Katkı metallerin özellikleri

Yapı	Ergime Noktası, K	300 K 'de Özellikler				Çeşitli Sıcaklıklarda Özellikler (K), K/Wm-K/ ρ (J/kg-K)						
		ρ kg/m ³	c_p J/kg-K	k W/m-K	$\alpha \times 10^6$ m ² /s	100	200	400	600	800	1000	
Alüminyum:												
Saf	933	2702	903	237	97.1	302	237	240	231	218		
Alaşım 2024-T6 (%4.5 Cu, %1.5 Mg, %0.60 Mn)	775	2770	875	177	73.0	482 65	798 163	949 186	1033 186	1146		
Alaşım 195, Döküm (%4.5 Cu)		2790	883	168	68.2	473	787	925	1042			
Berilyum	1550	1850	1825	200	59.2	990	301	174	185			
Bizmut	545	9780	122	7.86	6.59	203 16.5	1114 9.69	2191 7.04	2604	2823	3013	90.8
Bor	2573	2500	1107	27.0	9.76	112 190	120 55.5	127 16.8	10.6	9.60	9.85	
Kadmilyum	594	8650	231	96.8	48.4	128 203	600 99.3	1463 94.7	1892	2160	2338	
Krom	2118	7160	449	93.7	29.1	198 159	222 111	242 90.9	80.7	71.3	65.4	
Kobalt	1769	8862	421	99.2	26.6	192 167	384 122	484 85.4	542 67.4	581 58.2	616 52.1	
Bakır:						236	379	450	503	550	628	
Saf	1358	8933	385	401	117	482 252	413 356	393 397	379 417	366 433	352 451	
Ticari bronz (%90 Cu, %10 Al)	1293	8800	420	52	14		42	52	59			
Fosfor diğili bronzu (%89 Cu, %11 Sn)	1104	8780	355	54	17		785	160	545			
Kovan pirinci (%70 Cu, %30 Zn)	1188	8530	380	110	33.9	75	95	137	149			
Konstantan (%55 Cu, %45 Ni)	1493	8920	384	23	6.71	17	19	360	425			
Germanyum	1211	5360	322	59.9	34.7	237 232	362 96.8	43.2	27.3	19.8	17.4	
Altın	1336	19,300	129	317	127	190 327	290 323	337 311	348 298	357 284	375 270	
İridyum	2720	22,500	130	147	50.3	109 172	124 153	131 144	135 138	140 144	145 153	
Demir:						90	122	133	138	144	153	
Saf	1810	7870	447	80.2	23.1	134 216	94.0 384	69.5 490	54.7 574	43.3 680	32.8 975	
Armao demiri (%99.75 saf)		7870	447	72.7	20.7	95.6 215	80.6 384	65.7 490	53.1 574	42.2 680	32.3 975	
Karbon çelikleri:												
Sade karbon çeliği (Mn ≤ %1 Si ≤ %0.1)		7854	434	60.5	17.7			56.7	48.0	39.2	30.0	
AISI 1010		7832	434	63.9	18.8			487 58.7	559 48.8	685 39.2	1169 31.3	
Karbon-silikon (Mn ≤ %1 %0.1 < Si ≤ %0.6)		7817	446	51.9	14.9		487	559 49.8	685 44.0	1168 37.4		29.3
								501	582	699	971	

Katı metallerin özellikleri (Devamı)

Yapı	Ergime Noktası, K	300 K 'de Özellikler				Çeşitli Sıcaklıklarda Özellikler (K), K(W/m-K)/ c_p (J/kg-K)					
		ρ kg/m ³	c_p J/kg-K	k W/m-K	$\alpha \times 10^6$ m ² /s	100	200	400	600	800	1000
Karbon-manganez-silikon (%1 < Mn < %1.65 0.1% < Si < %0.6)		8131	434	41.0	11.6			42.2 487	39.7 559	35.0 685	27.6 1090
Krom (düşük) çelikler: ½ Cr-½ Mo-Si (%0.18 C, %0.65 Cr, %0.23 Mo, %0.6 Si)		7822	444	37.7	10.9			38.2 492	36.7 575	33.3 688	26.9 969
1 Cr-½ Mo (%0.16 C, %1 Cr, %0.54 Mo, %0.39 Si)		7858	442	42.3	12.2			42.0 492	39.1 575	34.5 688	27.4 969
1 Cr-V (%0.2 C, %1.02 Cr, %0.15 V)		7836	443	48.9	14.1			46.8 492	42.1 575	36.3 688	28.2 969
Paslanmaz çelikler: AISI 302		8055	480	15.1	3.91			17.3 512	20.0 559	22.8 585	25.4 606
AISI 304	1670	7900	477	14.9	3.95	9.2 272	12.6 402	16.6 515	19.8 557	22.6 582	25.4 611
AISI 316		8238	468	13.4	3.48			15.2 504	18.3 550	21.3 576	24.2 602
AISI 347		7978	480	14.2	3.71			15.8 513	18.9 559	21.9 585	24.7 606
Kurşun	601	11,340	129	35.3	24.1	39.7 118	36.7 125	34.0 132	31.4 142		
Magnezyum	923	1740	1024	156	87.6	169 649	159 934	153 1074	149 1170	146 1267	
Molibden	2894	10,240	251	138	53.7	179 141	143 224	134 261	126 275	118 285	112 295
Nikel: Saf	1728	8900	444	90.7	23.0	164 232	107 383	80.2 592	65.6 530	67.6 562	71.8 562
Nikom (%80 Ni, %20 Cr)	1672	8400	420	12	3.4			14 480	16 525	21 545	
Inconel X-750 (%73 Ni, %15 Cr, %6.7 Fe)	1665	8510	439	11.7	3.1	8.7	10.3	13.5	17.0	20.5	24.0
Niobyum	2741	8570	265	53.7	23.6	55.2 188	52.6 249	55.2 274	58.2 283	61.3 292	64.4 301
Paladyum	1827	12,020	244	71.8	24.5	76.5 168	71.6 227	73.6 251	79.7 261	86.9 271	94.2 281
Platin: Saf	2045	21,450	133	71.6	25.1	77.5 100	72.6 125	71.8 136	73.2 141	75.6 146	78.7 152
Alağım 60Pt-40Rh (%60 Pt, %40 Rh)	1800	16,630	162	47	17.4			52 —	59 —	65 —	69 —
Renyum	3453	21,100	136	47.9	16.7	58.9 97	51.0 127	46.1 139	44.2 145	44.1 151	44.6 156
Rodyum	2236	12,450	243	150	49.6	186 147	154 220	146 253	136 274	127 293	121 311

TABLO A-8

Katkı metallerin özellikleri (Son)

Yapı	Ergime Noktası, K	300 K 'de Özellikler				Çeşitli Sıcaklıklarda Özellikler (K), k(W/m-K)/c _p (J/kg-K)					
		ρ kg/m ³	c_p J/kg-K	k W/m-K	$\alpha \times 10^5$ m ² /s	100	200	400	600	800	1000
Silikon	1685	2330	712	148	89.2	884	264	98.9	61.9	42.4	31.2
Gümüş	1235	10,500	235	429	174	259	556	790	867	913	946
Tantalyum	3269	16,600	140	57.5	24.7	187	225	239	250	262	277
Toryum	2023	11,700	118	54.0	39.1	110	133	144	146	149	152
Kalay	505	7310	227	66.6	40.1	99	112	124	134	145	156
Titanyum	1953	4500	522	21.9	9.32	85.2	73.3	62.2	243		
Tungsten	3660	19,300	132	174	68.3	188	215	243	19.4	19.7	20.7
Uranyum	1406	19,070	116	27.6	12.5	300	465	551	591	633	675
Vanadyum	2192	6100	489	30.7	10.3	208	186	159	137	125	118
Çinko	693	7140	389	116	41.8	87	122	137	142	146	148
Zirkonyum	2125	6570	278	22.7	12.4	21.7	25.1	29.6	34.0	38.8	43.9
						94	108	125	146	176	180
						35.8	31.3	31.3	33.3	35.7	38.2
						258	430	515	540	563	597
						117	118	111	103		
						297	367	402	436		
						33.2	25.2	21.6	20.7	21.6	23.7
						205	264	300	332	342	362

Frank P. Incropera and David P. DeWitt, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, 3rd ed., 1990. Bu tablo John Wiley & Sons, Inc. izniyle kullanılmıştır.

Metal olmayan katıların özellikleri

Yapı	Ergime Noktası, K	300 K 'de Özellikler				Çeşitli Sıcaklıklarda Özellikler (K), k (W/m-K)/c _p (J/kg-K)					
		ρ kg/m ³	C _p J/kg-K	k W/m-K	α × 10 ⁶ m ² /s	100	200	400	600	800	1000
Alüminyum oksit safir	2323	3970	765	46	15.1	450	82	32.4	18.9	13.0	10.5
Alüminyum oksit çok kristalli	2323	3970	765	36.0	11.9	133	55	26.4	15.8	10.4	7.85
Berilyum oksit	2725	3000	1030	272	88.0	—	—	940	1110	1180	1225
Bor	2573	2500	1105	27.6	9.99	190	52.5	18.7	11.3	8.1	6.3
Bor fiber epoksi (%30 hacim) kompozit	590	2090						1490	1880	2135	2350
k, fiberlere				2.29		2.10	2.23	2.28			
k, fiberlere ⊥				0.59		0.37	0.49	0.60			
C _p		1122				364	757	1431			
Karbon Amorf	1500	1950	—	1.60	—	0.67	1.18	1.89	21.9	2.37	2.53
Elmas, tip IIa yalıtkan	—	3500	509	2300		10,000	4000	1540			
Grafit, pirofitik	2273	2210				21	194	853			
k, tabakalara				1950		4970	3230	1390	892	667	534
k, tabakalara ⊥				5.70		16.8	9.23	4.09	2.68	2.01	1.60
C _p			709			136	411	992	1406	1650	1793
Grafit, elya epoksi (%25 hacim) kompozit	450	1400									
k, tabakalara ısı akışı				11.1		5.7	8.7	13.0			
k, tabakalara ⊥ ısı akışı				0.87	0.46	0.68	1.1				
C _p		935				337	642	1216			
Prioseramik	1623	2600	808	3.98	1.89	5.25	4.78	3.64	3.28	3.08	2.96
Corning						—	—	908	1038	1122	1197
Silikon karbür	3100	3160	675	490	230			—	—	—	87
Silikon dioksit kristal (kuartz)	1893	2650						880	1050	1135	1195
k, c-eksenine				10.4		39	16.4	7.6	5.0	4.2	
k, c-eksenine ⊥				6.21		20.8	9.5	4.70	3.4	3.1	
C _p			745			—	—	885	1075	1250	
Silikon dioksit çok kristalli (erimiş silis)	1883	2220	745	1.38	0.834	0.69	1.14	1.51	1.75	2.17	2.87
Silikon nitür	2173	2400	691	16.0	9.65	—	—	905	1040	1105	1155
Kükürt	392	2070	708	0.206	0.141	—	—	13.9	11.3	9.88	8.76
Torym dioksit	3573	9110	235	13	6.1	—	—	778	937	1063	1155
Titanyum dioksit çok kristalli	2133	4157	710	8.4	2.8	0.165	0.185	—	—	—	—
						403	606				
								10.2	6.6	4.7	3.68
								255	274	285	295
								7.01	5.02	8.94	3.46
								805	880	910	930

TABLO A-5

Yapı malzemelerinin özellikleri (24°C ortalama sıcaklıkta)

Malzeme	Kalınlık, L mm	Özgöl Kütle, ρ kg/m ³	Isıl iletkenlik, k W/m-K	Özgöl Isı, c_p kJ/kg-K	R-değeri (listelenen kalınlık, L%), K-m ² /W
Yapı Levhaları					
Asbest-çimento levha	6 mm	1922	—	1.00	0.011
Açıpan	10 mm	800	—	1.09	0.057
	13 mm	800	—	—	0.078
Kontrplak (Douglas çamı)	—	545	0.12	1.21	—
	6 mm	545	—	1.21	0.055
	10 mm	545	—	1.21	0.083
	13 mm	545	—	1.21	0.110
	20 mm	545	—	1.21	0.165
Yalıtım levhası ve sızdırmaz kilif (özgül kütleli düzenli)	13 mm	288	—	1.30	0.232
	20 mm	288	—	1.30	0.359
Duralit (yüksek özgül kütleli, sertliği standart)	—	1010	0.14	1.34	—
Sunta:					
Orta özgül kütleli	—	800	0.14	1.30	—
Halı altlığı:	16 mm	640	—	1.21	0.144
Ağaç altı döşeme	20 mm	—	—	1.38	0.166
İnşaat Perdeleri					
Buhar geçirgen keçe	—	—	—	—	0.011
Buhar cırtası (2 tabakalı 0.73 kg/m ² 'lik keçe)	—	—	—	—	0.021
Döşeme Malzemeleri					
Halı ve lifli yastık	—	—	—	1.42	0.367
Halı ve kauçuk yastık	—	—	—	1.38	0.217
Yer karosu (asfalt, muşamba, vinil)	—	—	—	1.26	0.009
Duvar Malzemeleri					
<i>Duvar ögesi:</i>					
Tuğla, bilinen		1922	0.72	—	—
Tuğla, cephe		2082	1.30	—	—
Tuğla, ateş tuğlası		2400	1.34	—	—
		1920	0.90	0.79	—
		1120	0.41	—	—
Beton tuğlalar (3 oval çekirdek, kum ve çakıl agregalı)	100 mm	—	0.77	—	0.13
	200 mm	—	1.0	—	0.20
	300 mm	—	1.30	—	0.23
<i>Betonlar:</i>					
Hafif agregalar, (genleşmiş şist, çamur veya kayagan taş; genleşmiş curuf, micir, sünger taşı ve curuf)		1920	1.1	—	—
		1600	0.79	0.84	—
		1280	0.54	0.84	—
		960	0.33	—	—
	940	0.18	—	—	—
Çimento/kireç, harç ve dış sıva		1920	1.40	—	—
		1280	0.65	—	—
Dış sıva		1857	0.72	—	—

Tablo A-5Yapı malzemelerinin özellikleri (Sarı)
(24°C ortalama sıcaklıkta)

Malzeme	Kalınlık, L mm	Özgöl kütle, ρ kg/m ³	Isıl iletkenlik, k W/m-K	Heat, c_p kJ/kg-K	R-değeri (listelenen kalınlık, L/R), K-m ² /W
Çati					
Asbest bağlayıcı kiremit		1900	—	1.00	0.037
Bitümlü rulo çatı		1100	—	1.51	0.026
Bitümlü kiremit		1100	—	1.26	0.077
Gömme çatı	10 mm	1100	—	1.46	0.058
Kayaşan taş	13 mm	—	—	1.26	0.009
Ağaç çatı (düz ve plastik/film yüzeyli)		—	—	1.30	0.166
Sıva Malzemeleri					
Çimento sıva, kum agrega	19 mm	1860	0.72	0.84	0.026
Alıcı sıva:					
Hafif agrega	13 mm	720	—	—	0.055
Kum agrega	13 mm	1680	0.81	0.84	0.016
Perlit agrega	—	720	0.22	1.34	—
Cephe kaplama (düz yüzeylerde)					
Asbest bağlayıcı kiremit	—	1900	—	—	0.037
Duralit cephe kaplama	11 mm	—	—	1.17	0.12
Ağaç (kesme) cephe kaplama	25 mm	—	—	1.30	0.139
Bindirmeli ağaç (kontrplak) cephe kaplama	10 mm	—	—	1.21	0.111
Alüminyum veya çelik cephe kaplama (kaplama fazlası):					
Arkası boş	10 mm	—	—	1.22	0.11
Arkası ısı yalıtım levhali	10 mm	—	—	1.34	0.32
Tabakalı özel cam	—	2530	1.0	0.84	0.018
Ağaçlar					
Sert ağaçlar (akçaağaç, meşe, etc.)	—	721	0.159	1.26	—
Yumuşak ağaçlar (kökner, pine, etc.)	—	513	0.115	1.38	—
Metaller					
Alüminyum (1100)	—	2739	222	0.896	—
Demir, yumuşak	—	7833	45.3	0.502	—
Demir, Paslanmaz	—	7913	15.6	0.456	—

Kaynak: Tablo A-5 ve A-6, ASHRAE, *Handbook of Fundamentals* (Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, 1993), Chap. 22, Table 4 'ten uyarlanmıştır. İzini kullanılmıştır.

Yalıtım malzemelerinin özellikleri
(24°C ortalama sıcaklıkta)

Malzeme	Kalınlık, L mm	Özgül Kütle, ρ kg/m ³	Isıl iletkenlik, k W/m-K	Isı, c_p kJ/kg-K	R-değeri (listelenen kalınlık için, L/k), K-m ² /W
Örtü ve dolgu					
Mineral elyaf (taş, curuf veya cam işlenmiş elyaf)	50-70 mm 75-90 mm 135-165 mm	4.8-32 4.8-32 4.8-32	— — —	0.71-0.96 0.71-0.96 0.71-0.96	1.23 1.94 3.32
Kereste ve levha					
Cam köpüğü		136	0.055	1.0	—
Cam yünü (organik bağlı)		64-144	0.036	0.96	—
Genleşmiş polistren (kalıplanmış boncuklar)		16	0.040	1.2	—
Genleşmiş poliüretan (genleşmiş R-11)		24	0.023	1.6	—
Genleşmiş perlit (organik bağlı)		16	0.052	1.26	—
Genleşmiş kauçuk (sert)		72	0.032	1.68	—
Reçine bağlayıcı mineral elyaf		240	0.042	0.71	—
Mantar		120	0.039	1.80	—
Mahallinde Püskürtme veya Şekillendirme					
Poliüretan köpük		24-40	0.023-0.026	—	—
Cam yünü		56-72	0.038-0.039	—	—
Üretan, iki parçalı karışım (sert köpük)		70	0.025	1.045	—
Asbest/inorganik bağlayıcı mineral yün granülleri		190	0.046	—	—
Zayıf Dolgu					
Mineral yün (taş, curuf veya cam)	~75 - 125 mm ~165 - 222 mm ~191 - 254 mm ~185 mm	9.6-32 2	— — — —	0.71 0.71 0.71 0.71	1.94 3.35 3.87 5.28
Silis köpük		122	0.025	—	—
Vermikülit (genleşmiş)		122	0.068	—	—
Perlit, genleşmiş		32-66	0.039-0.045	1.09	—
Testere veya rende talaşı		128-240	0.065	1.38	—
Selülozik yalıtım (çekilmiş kâğıt veya odun hamuru)		37-51	0.039-0.046	—	—
Çatı Yalıtımı					
Cam köpüğü	—	144	0.058	1.0	—
Önceden şekillendirilmiş, döşeme üstü kullanımı için	13 mm 25 mm 50 mm	— — —	— — —	1.0 2.1 3.9	0.24 0.49 0.93
Yansıtıcı Yalıtım					
Silis tozu (boşaltılmış)		160	0.0017	—	—
Kabarcık cam hasırları ayıran alüminyum folyo; 10-12 tabaka (boşaltılmış); kryojenik uygulamalar için		40	0.00016	—	—
Alüminyum folyo ve zımpara kağıdı tabakaları; 75-150 tabaka (boşaltılmış); kryojenik uygulamalar için (150 K)		120	0.000017	—	—

Bilinen gıdalarda özellikleri
(a) Özgül ısı ve donma noktası özellikleri

Gıda	Su içeriği, ^a % (kütle)	Donma Noktası, ^a °C	Özgül ısı, ^b kJ/kg·K		Erime Gizi İsisi, kJ/kg	Su içeriği, ^a % (kütle)	Donma Noktası, ^a °C	Özgül ısı, ^b kJ/kg·K		Erime Gizi İsisi, ^a kJ/kg
			Donma Üstü	Donma Altı				Donma Üstü	Donma Altı	
Selüloz	84	-1.2	3.65	1.90	281	89	-0.9	3.82	1.96	297
Enginar	93	-0.6	3.96	2.01	311	83	-1.6	3.62	1.89	277
Kıyılmış	89	-0.7	3.82	1.96	297	85	-1.0	3.69	1.91	284
Fasulye, taze	90	-0.6	3.86	1.97	301	86	-0.8	3.72	1.92	287
Bıçkılı	92	-0.9	3.92	2.00	307	85	-2.0	3.69	1.91	284
Lahana	88	-1.4	3.79	1.95	294	18	—	—	—	60
Havuç	92	-0.8	3.92	2.00	307	90	-0.8	3.86	1.97	301
Karnabahar	92	-0.8	3.92	2.00	307	87	-1.1	3.75	1.94	291
Kereviz	94	-0.5	3.99	2.02	314	93	-0.4	3.96	2.01	311
Msir, tahi	74	-0.6	3.32	1.77	247					
Hyar	95	-0.5	4.06	2.05	321					
Patlıcan	93	-0.8	3.96	2.01	311					
Yabamırtı	75	-1.8	3.35	1.78	251					
Pruska	85	-0.7	3.69	1.91	285					
Maul	95	-0.2	4.02	2.04	317					
Manzar	91	-0.9	3.89	1.99	304					
Barmya	90	-1.8	3.86	1.97	301					
Soğan, yeşil	89	-0.9	3.82	1.96	294					
Soğan, kuru	88	-0.8	3.79	1.95	294					
Maydanoz	85	-1.1	3.69	1.91	287					
Bereyle, yeşil	74	-0.6	3.77	1.97	307					
Blber, tahi	92	-0.7	3.92	2.00	303					
Petates	78	-0.6	3.45	1.82	261					
Bal kabağ	91	-0.8	3.89	1.99	301					
İspanak	93	-0.3	3.96	2.01	314					
Domates, olgun	94	-0.5	3.99	2.02	314					
Şalgam	92	-1.1	3.92	2.00	307					
Mayısalar										
Enna	84	-1.1	3.65	1.90	281					
Kapa	86	-1.1	3.69	1.91	284					
Avokado	65	-0.3	3.02	1.66	217					
Muz	75	-0.8	3.35	1.78	251					
Bılgan	82	-1.6	3.59	1.87	274					
Kasun	92	-1.2	3.92	2.00	307					
Yapraklı yeşil	84	-1.7	3.65	1.90	281					
Msir, tahi	80	-1.8	3.52	1.85	267					
Msir, kuru	23	—	—	—	77					
Msir, taze	78	-2.4	3.45	1.82	261					
Çorba	89	-1.1	3.82	1.96	297					
Orman	82	-1.1	3.59	1.87	274					
Limon	89	-1.4	3.82	1.96	297					
Zeytin	75	-1.4	3.35	1.78	251					
Portakal	87	-0.8	3.75	1.94	291					
Diğer										
Südem	5	—	—	—	17					
Arpacık	16	—	—	—	53					
Peynir, peçet	37	-12.9	2.08	1.31	124					
Peynir, beyaz	39	-10.0	2.15	1.33	130					
Süra peçet	74	—	—	—	3					
Yumurta, bütün	71	-0.6	3.32	1.77	247					
Bal	17	—	—	—	57					
Domuz eti	53	-5.6	2.95	1.63	210					
Saf süt	88	-0.6	3.79	1.95	294					
Yer fıstığı, kavulmuş	6	—	—	—	20					
Yer fıstığı, kavulmuş	2	—	—	—	7					
Pesav etisi	5	—	—	—	10					
Çiğ	4	—	—	—	13					

Kaynaklar: ^aSu içeriği ve donma noktası verileri, ASHRAE, Handbook of Fundamentals, SI version (Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 1993), Chap. 30. Tablo 1.1'den alınmıştır. İsim kullanılmıştır. Donma noktası, sebze ve meyveler için donmanın başlangıç sıcaklığı, diğer yiyecekler için ortalama donma sıcaklığıdır. ^bÖzgül ısı verileri, donma noktası üstünde $C_{p, donma} = 3.35 \times (\text{Su içeriği}) + 0.84$ ve üstüne noktası altında $C_{p, donma} = 1.26 \times (\text{Su içeriği}) + 0.84$ şeklinde Seibels formülünden bulunan C_p değeri su ve buzun özgül ısı değerlerine dayanır. ^cErime gütü ısı suyun erime gütü ısı (334 kJ/kg) ile yiyeceğin su içeriği çarpılarak bulunur.

TABLO A-7

Bilinen gıdaların özellikleri (Son)
(b) Diğer özellikler

Gıda	Su İçeriği % (kütle)	Sıcaklık, T °C	Öz kütle, ρ kg/m ³	Isıl İletkenlik, k W/m-K	Isıl Yayımlım Katsayısı, α m ² /s	Özgü Isı, c_p kJ/kg-K
Meyvalar/Sebzeler						
Elma suyu	87	20	1000	0.559	0.14×10^{-6}	3.86
Elma	85	8	840	0.418	0.13×10^{-6}	3.81
Elma, kurutulmuş	41.6	23	856	0.219	0.096×10^{-6}	2.72
Kayısı, kurutulmuş	43.6	23	1320	0.375	0.11×10^{-6}	2.77
Muz, taze	76	27	980	0.481	0.14×10^{-6}	3.59
Brokoli	—	-6	560	0.385	—	—
Vişne, taze	92	0-30	1050	0.545	0.13×10^{-6}	3.99
İncir	40,4	23	1241	0.310	0.096×10^{-6}	2.69
Özüm suyu	89	20	1000	0.567	0.14×10^{-6}	3.91
Şeftali	89	2-32	960	0.526	0.14×10^{-6}	3.91
Erik	—	-16	610	0.247	—	—
Patates	78	0-70	1055	0.498	0.13×10^{-6}	3.64
Kuru özüm	32	23	1380	0.376	0.11×10^{-6}	2.48
Etler						
Siğir eti, kıyma	67	6	950	0.406	0.13×10^{-6}	3.36
Siğir eti, yağsız	74	3	1090	0.471	0.13×10^{-6}	3.54
Yağlı siğir eti	0	35	810	0.190	—	—
Siğir eti, ciğer	72	35	—	0.448	—	3.49
Kedi maması	39,7	23	1140	0.326	0.11×10^{-6}	2.68
Piliç göğsü	75	0	1050	0.476	0.13×10^{-6}	3.56
Köpek maması	30,6	23	1240	0.319	0.11×10^{-6}	2.45
Balık, morina	81	3	1180	0.534	0.12×10^{-6}	3.71
Balık, somon	67	3	—	0.531	—	3.36
Domuz budu	71,8	20	1030	0.480	0.14×10^{-6}	3.48
Kuzu budu	72	20	1030	0.456	0.13×10^{-6}	3.49
Domuz eti, yağsız	72	4	1030	0.456	0.13×10^{-6}	3.49
Hindî göğsü	74	3	1050	0.496	0.13×10^{-6}	3.54
Dana eti	75	20	1060	0.470	0.13×10^{-6}	3.56
Diğer						
Tereyağı	16	4	—	0.197	—	2.08
Çikolatalı kek	31,9	23	340	0.106	0.12×10^{-6}	2.48
Margarin	16	5	1000	0.233	0.11×10^{-6}	2.08
Süt, kaymağı alınmış	91	20	—	0.566	—	3.96
Saf süt	88	28	—	0.580	—	3.89
Zeytinyağı	0	32	910	0.168	—	—
Yerfıstığı yağı	0	4	920	0.168	—	—
Su	100	0	1000	0.569	0.14×10^{-6}	4.217
	100	30	995	0.618	0.15×10^{-6}	4.173
Beyaz kek	32,3	23	450	0.082	0.10×10^{-6}	2.49

TABLO A-8

Çeşitli malzemelerin özellikleri
(Aksi belirtilmedikçe 300 K 'deki değerlerdir)

Malzeme	Özgül kütle, ρ kg/m ³	Isıl iletkenlik, k W/m-K	Özgül ısı, c_p J/kg-K	Malzeme	Özgül kütle, ρ kg/m ³	Isıl iletkenlik, k W/m-K	Özgül ısı, c_p J/kg-K
Asfalt	2115	0.062	920	Buz	920	1.88	2040
Bakelite	1300	1.4	1465	273 K	920	2.03	1945
Tuğla, refrakter				253 K	922	2.03	1945
Krom tuğlası				173 K	928	3.49	1460
473 K	3010	2.3	835	Deri, pençe	998	0.159	—
823 K	—	2.5	—	Muşamba	535	0.081	—
1173 K	—	2.0	—	Mika	1180	0.186	—
Ateş kili, yanmış				Kâğıt	2900	0.523	—
1600 K	—	—	—	Plastik	930	0.180	1340
773 K	2050	1.0	960	Pleksiglas	1190	0.19	1465
1073 K	—	1.1	—	Teflon			
1373 K	—	1.1	—	300 K	2200	0.35	1050
Ateş kili, yanmış				400 K	—	0.45	—
1725 K	—	—	—	Leksan	1200	0.19	1260
773 K	2325	1.3	960	Naylon	1145	0.29	—
1073 K	—	1.4	—	Propilen	910	0.12	1925
1373 K	—	1.4	—	Polyester	1395	0.15	1170
Ateş kili, yanmış				PVC, vinil	1470	0.1	840
478 K	2645	1.0	960	Porselen	2300	1.5	—
922 K	—	1.5	—	Kauçuk, tabii	1150	0.28	—
1478 K	—	1.8	—	Kauçuk, sertleştirilmiş			
Magnezit				Yumuşak	1100	0.13	2010
478 K	—	3.8	1130	Sert	1190	0.16	—
922 K	—	2.8	—	Kum	1515	0.2-1.0	800
1478 K	—	1.9	—	Kar, taze	100	0.60	—
Tavuk eti, beyaz (%74.4 su içeriği)				Kar, 273 K	500	2.2	—
198 K	—	1.60	—	Toprak, kuru	1500	1.0	1900
233 K	—	1.49	—	Toprak, ıslak	1900	2.0	2200
253 K	—	1.35	—	Şeker	1600	0.58	—
273 K	—	0.48	—	Doku, insan			
293 K	—	0.49	—	Cilt	—	0.37	—
Çamur, kuru	1550	0.930	—	Yağ tabakası	—	0.2	—
Çamur yağ	1495	1.675	—	Kas	—	0.41	—
Kömür, antrasit	1350	0.26	1260	Vazelin	—	0.17	—
Beton, (taş karışım)	2300	1.4	880	Ağaç, damarlına dik			
Mantar	86	0.048	2030	Balza ağacı	140	0.055	—
Pamuk	80	0.06	1300	Kökner	415	0.11	2720
Katı yağ	—	0.17	—	Meşe	545	0.17	2385
Cam				Beyaz çam	435	0.11	—
Pencere	2800	0.7	750	Sarı çam	640	0.15	2805
Pirex	2225	1-1.4	835	Ağaç, radyal			
Kalın	2500	1.05	—	Meşe	545	0.19	2385
Kurşunlu	3400	0.85	—	Kökner	420	0.14	2720
				Yün, nakil	145	0.05	—

Kaynak: Çeşitli kaynaklardan derlenmiştir.

Tablo 9 (A-9)

Doymuş suyun özellikleri

Sıcaklık T, °C	Doyma Basıncı P _{sat} , kPa	ρ, kg/m ³		Buharlaştırma Entalpisi h _{fg} , kJ/kg	Özgül İsi c _p , J/kg·K		İzol İletkenlik k, W/m·K		Dinamik Viskozite μ, kg/m·s		Prandtl Sayısı Pr		Hacimsel Genleşme Katsayısı β, 1/K	
		Liquid	Vapor		Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar
		ρ, kg/m ³			c _p , J/kg·K		k, W/m·K		μ, kg/m·s		Pr		β, 1/K	
0.01	0.6113	999.8	0.0048	2501	4217	1854	0.561	0.0171	1.792 × 10 ⁻³	0.922 × 10 ⁻⁵	13.5	1.00	-0.068 × 10 ⁻³	
5	0.8721	999.9	0.0068	2490	4205	1857	0.571	0.0173	1.519 × 10 ⁻³	0.934 × 10 ⁻⁵	11.2	1.00	0.015 × 10 ⁻³	
10	1.2276	999.7	0.0094	2478	4194	1862	0.580	0.0176	1.307 × 10 ⁻³	0.946 × 10 ⁻⁵	9.45	1.00	0.733 × 10 ⁻³	
15	1.7051	999.1	0.0128	2466	4185	1863	0.589	0.0179	1.138 × 10 ⁻³	0.959 × 10 ⁻⁵	8.09	1.00	0.138 × 10 ⁻³	
20	2.339	998.0	0.0173	2454	4182	1867	0.598	0.0182	1.002 × 10 ⁻³	0.973 × 10 ⁻⁵	7.01	1.00	0.195 × 10 ⁻³	
25	3.169	997.0	0.0231	2442	4180	1870	0.607	0.0185	0.891 × 10 ⁻³	0.987 × 10 ⁻⁵	6.14	1.00	0.247 × 10 ⁻³	
30	4.246	996.0	0.0304	2431	4178	1875	0.615	0.0189	0.798 × 10 ⁻³	1.001 × 10 ⁻⁵	5.42	1.00	0.294 × 10 ⁻³	
35	5.628	994.0	0.0397	2419	4178	1880	0.623	0.0192	0.720 × 10 ⁻³	1.016 × 10 ⁻⁵	4.83	1.00	0.337 × 10 ⁻³	
40	7.384	992.1	0.0512	2407	4179	1885	0.631	0.0196	0.653 × 10 ⁻³	1.031 × 10 ⁻⁵	4.32	1.00	0.377 × 10 ⁻³	
45	9.593	990.1	0.0655	2395	4180	1892	0.637	0.0200	0.596 × 10 ⁻³	1.046 × 10 ⁻⁵	3.91	1.00	0.415 × 10 ⁻³	
50	12.35	988.1	0.0831	2383	4181	1900	0.644	0.0204	0.547 × 10 ⁻³	1.062 × 10 ⁻⁵	3.55	1.00	0.451 × 10 ⁻³	
55	15.76	985.2	0.1045	2371	4183	1908	0.649	0.0208	0.504 × 10 ⁻³	1.077 × 10 ⁻⁵	3.25	1.00	0.484 × 10 ⁻³	
60	19.94	983.3	0.1304	2359	4185	1916	0.654	0.0212	0.467 × 10 ⁻³	1.093 × 10 ⁻⁵	2.99	1.00	0.517 × 10 ⁻³	
65	25.03	980.4	0.1614	2346	4187	1926	0.659	0.0216	0.433 × 10 ⁻³	1.110 × 10 ⁻⁵	2.75	1.00	0.548 × 10 ⁻³	
70	31.19	977.5	0.1983	2334	4190	1936	0.663	0.0221	0.404 × 10 ⁻³	1.126 × 10 ⁻⁵	2.55	1.00	0.578 × 10 ⁻³	
75	38.58	974.7	0.2421	2321	4193	1946	0.667	0.0225	0.378 × 10 ⁻³	1.142 × 10 ⁻⁵	2.38	1.00	0.607 × 10 ⁻³	
80	47.39	971.8	0.2935	2309	4197	1962	0.670	0.0230	0.355 × 10 ⁻³	1.159 × 10 ⁻⁵	2.22	1.00	0.633 × 10 ⁻³	
85	57.83	968.1	0.3536	2296	4201	1977	0.673	0.0235	0.333 × 10 ⁻³	1.176 × 10 ⁻⁵	2.08	1.00	0.670 × 10 ⁻³	
90	70.14	965.3	0.4235	2283	4205	1993	0.675	0.0240	0.315 × 10 ⁻³	1.193 × 10 ⁻⁵	1.96	1.00	0.702 × 10 ⁻³	
95	84.55	961.5	0.5045	2270	4212	2010	0.677	0.0246	0.297 × 10 ⁻³	1.210 × 10 ⁻⁵	1.85	1.00	0.716 × 10 ⁻³	
100	101.33	957.9	0.5978	2257	4217	2029	0.679	0.0251	0.282 × 10 ⁻³	1.227 × 10 ⁻⁵	1.75	1.00	0.750 × 10 ⁻³	
110	143.27	950.6	0.8263	2230	4229	2071	0.682	0.0262	0.255 × 10 ⁻³	1.261 × 10 ⁻⁵	1.58	1.00	0.798 × 10 ⁻³	
120	198.53	943.4	1.121	2203	4244	2120	0.683	0.0275	0.232 × 10 ⁻³	1.296 × 10 ⁻⁵	1.44	1.00	0.858 × 10 ⁻³	
130	270.1	934.6	1.496	2174	4263	2177	0.684	0.0288	0.213 × 10 ⁻³	1.330 × 10 ⁻⁵	1.33	1.01	0.913 × 10 ⁻³	
140	361.3	921.7	1.965	2145	4286	2244	0.683	0.0301	0.197 × 10 ⁻³	1.365 × 10 ⁻⁵	1.24	1.02	0.970 × 10 ⁻³	
150	475.8	916.6	2.546	2114	4311	2314	0.682	0.0316	0.183 × 10 ⁻³	1.399 × 10 ⁻⁵	1.16	1.02	1.025 × 10 ⁻³	
160	617.8	907.4	3.256	2083	4340	2400	0.680	0.0331	0.170 × 10 ⁻³	1.434 × 10 ⁻⁵	1.09	1.05	1.145 × 10 ⁻³	
170	791.7	897.7	4.119	2050	4370	2490	0.677	0.0347	0.160 × 10 ⁻³	1.468 × 10 ⁻⁵	1.03	1.05	1.278 × 10 ⁻³	
180	1,002.1	887.3	5.153	2015	4410	2590	0.673	0.0364	0.150 × 10 ⁻³	1.502 × 10 ⁻⁵	0.983	1.07	1.420 × 10 ⁻³	
190	1,254.4	876.4	6.388	1979	4460	2710	0.669	0.0382	0.142 × 10 ⁻³	1.537 × 10 ⁻⁵	0.947	1.09	1.580 × 10 ⁻³	
200	1,553.8	864.3	7.852	1941	4500	2840	0.663	0.0401	0.134 × 10 ⁻³	1.571 × 10 ⁻⁵	0.910	1.11	1.750 × 10 ⁻³	
220	2,318	840.3	11.60	1859	4610	3110	0.650	0.0442	0.122 × 10 ⁻³	1.641 × 10 ⁻⁵	0.865	1.15	1.920 × 10 ⁻³	
240	3,344	813.7	16.73	1767	4760	3520	0.632	0.0487	0.111 × 10 ⁻³	1.712 × 10 ⁻⁵	0.836	1.24	1.720 × 10 ⁻³	
260	4,688	783.7	23.69	1663	4970	4070	0.609	0.0540	0.102 × 10 ⁻³	1.788 × 10 ⁻⁵	0.832	1.35	2.000 × 10 ⁻³	
280	6,412	750.8	33.15	1544	5280	4835	0.581	0.0605	0.094 × 10 ⁻³	1.870 × 10 ⁻⁵	0.854	1.49	2.380 × 10 ⁻³	
300	8,581	713.8	45.15	1405	5750	5980	0.548	0.0695	0.086 × 10 ⁻³	1.965 × 10 ⁻⁵	0.902	1.69	2.950 × 10 ⁻³	
320	11,274	667.1	64.57	1239	6540	7900	0.509	0.0836	0.078 × 10 ⁻³	2.084 × 10 ⁻⁵	1.00	1.97		
340	14,586	610.5	92.62	1028	8240	11,870	0.469	0.110	0.070 × 10 ⁻³	2.255 × 10 ⁻⁵	1.23	2.43		
360	18,651	528.3	144.0	720	14,690	25,800	0.427	0.178	0.060 × 10 ⁻³	2.571 × 10 ⁻⁵	2.06	3.73		
374.14	22,090	317.0	317.0	0	—	—	—	—	0.043 × 10 ⁻³	4.313 × 10 ⁻⁵				

Not: 1. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 2. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 3. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 4. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 5. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 6. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 7. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 8. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 9. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 10. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 11. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 12. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 13. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 14. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 15. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 16. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 17. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 18. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 19. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 20. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 21. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 22. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 23. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 24. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 25. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 26. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 27. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 28. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 29. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 30. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 31. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 32. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 33. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 34. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 35. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 36. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 37. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 38. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 39. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 40. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 41. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 42. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 43. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 44. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 45. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 46. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 47. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 48. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 49. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 50. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 51. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 52. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 53. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 54. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 55. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 56. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 57. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 58. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 59. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 60. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 61. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 62. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 63. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 64. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 65. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 66. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 67. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 68. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 69. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 70. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 71. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 72. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 73. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 74. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 75. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 76. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 77. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 78. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 79. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 80. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 81. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 82. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 83. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 84. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 85. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 86. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 87. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 88. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 89. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 90. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 91. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 92. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 93. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 94. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 95. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 96. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 97. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 98. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 99. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 100. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 101. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 102. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 103. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 104. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 105. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 106. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 107. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 108. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 109. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 110. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 111. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 112. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 113. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 114. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 115. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 116. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 117. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 118. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 119. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 120. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 121. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 122. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 123. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 124. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 125. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 126. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 127. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 128. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 129. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 130. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 131. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 132. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 133. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 134. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 135. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 136. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 137. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 138. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 139. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 140. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 141. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 142. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 143. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 144. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 145. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 146. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 147. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 148. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 149. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 150. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 151. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 152. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 153. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 154. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 155. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 156. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 157. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 158. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 159. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 160. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 161. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 162. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 163. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 164. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 165. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 166. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 167. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 168. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 169. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 170. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 171. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 172. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 173. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 174. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 175. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 176. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 177. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 178. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 179. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 180. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 181. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 182. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 183. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 184. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 185. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 186. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 187. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 188. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 189. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 190. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 191. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 192. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 193. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 194. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 195. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 196. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 197. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 198. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 199. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 200. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 201. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 202. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 203. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 204. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 205. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 206. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 207. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 208. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 209. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 210. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 211. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 212. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 213. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 214. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 215. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 216. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 217. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 218. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 219. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 220. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 221. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 222. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 223. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 224. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 225. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 226. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 227. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 228. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 229. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 230. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 231. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 232. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 233. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 234. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 235. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 236. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 237. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 238. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 239. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 240. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 241. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 242. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 243. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 244. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 245. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 246. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 247. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 248. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 249. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 250. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 251. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 252. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 253. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 254. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 255. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 256. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 257. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 258. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 259. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 260. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 261. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 262. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 263. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 264. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 265. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 266. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 267. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 268. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 269. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 270. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 271. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 272. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 273. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 274. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 275. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 276. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 277. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 278. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 279. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 280. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 281. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 282. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 283. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 284. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 285. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 286. Kışkıkta buharlaşma entalpisi, 287. Kışkıkta bu

Doymuş amonyakın özellikleri

Sıcaklık T, °C	Doyma Basıncı P, kPa		Özgül Kütle ρ , kg/m ³		Buharlaştırma Entalpisi h _{fg} , kJ/kg		Özgül Isı c _p , J/kg·K		Isıl İletkenlik k, W/m·K		Dinamik Viskozite μ , kg/m·s		Prandtl Sayısı Pr		Hacimsel Genleşme Katsayısı β , 1/K		Yüzey Gerilimi, N/m
	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	
	-40	71.66	690.2	0.6435	1389	4414	2242	—	0.01792	2.926 × 10 ⁻⁴	7.957 × 10 ⁻⁶	—	0.9955	0.00176	0.03565		
-30	119.4	677.8	1.037	1360	4465	2322	—	0.01898	2.630 × 10 ⁻⁴	8.311 × 10 ⁻⁶	—	1.017	0.00185	0.03341			
-25	151.5	671.5	1.296	1345	4489	2369	0.5958	0.01957	2.492 × 10 ⁻⁴	8.490 × 10 ⁻⁶	1.875	1.028	0.00190	0.03229			
-20	193.1	665.1	1.603	1329	4514	2420	0.5853	0.02015	2.361 × 10 ⁻⁴	8.669 × 10 ⁻⁶	1.821	1.041	0.00194	0.03118			
-15	236.2	658.6	1.956	1313	4538	2476	0.5737	0.02075	2.236 × 10 ⁻⁴	8.851 × 10 ⁻⁶	1.769	1.056	0.00199	0.03007			
-10	290.8	652.1	2.391	1297	4564	2536	0.5621	0.02138	2.117 × 10 ⁻⁴	9.034 × 10 ⁻⁶	1.718	1.072	0.00205	0.02896			
-5	354.9	645.4	2.886	1280	4589	2601	0.5505	0.02203	2.003 × 10 ⁻⁴	9.218 × 10 ⁻⁶	1.670	1.089	0.00210	0.02786			
0	429.6	638.6	3.458	1262	4617	2672	0.5390	0.02270	1.896 × 10 ⁻⁴	9.405 × 10 ⁻⁶	1.624	1.107	0.00216	0.02676			
5	516	631.7	4.116	1244	4645	2749	0.5274	0.02341	1.794 × 10 ⁻⁴	9.593 × 10 ⁻⁶	1.580	1.126	0.00223	0.02566			
10	615.3	624.6	4.870	1226	4676	2831	0.5158	0.02415	1.697 × 10 ⁻⁴	9.784 × 10 ⁻⁶	1.539	1.147	0.00230	0.02457			
15	728.8	617.5	5.729	1206	4709	2920	0.5042	0.02492	1.606 × 10 ⁻⁴	9.978 × 10 ⁻⁶	1.500	1.169	0.00237	0.02348			
20	857.8	610.2	6.705	1186	4745	3016	0.4927	0.02573	1.519 × 10 ⁻⁴	1.017 × 10 ⁻⁵	1.463	1.193	0.00245	0.02240			
25	1003	602.8	7.809	1166	4784	3120	0.4811	0.02658	1.438 × 10 ⁻⁴	1.037 × 10 ⁻⁵	1.430	1.218	0.00254	0.02132			
30	1167	595.2	9.055	1144	4828	3232	0.4695	0.02748	1.361 × 10 ⁻⁴	1.057 × 10 ⁻⁵	1.399	1.244	0.00264	0.02024			
35	1351	587.4	10.46	1122	4877	3354	0.4579	0.02843	1.288 × 10 ⁻⁴	1.078 × 10 ⁻⁵	1.372	1.272	0.00275	0.01917			
40	1555	579.4	12.03	1099	4932	3485	0.4464	0.02943	1.219 × 10 ⁻⁴	1.099 × 10 ⁻⁵	1.347	1.303	0.00287	0.01810			
45	1782	571.3	13.8	1075	4993	3631	0.4348	0.03049	1.155 × 10 ⁻⁴	1.121 × 10 ⁻⁵	1.327	1.335	0.00301	0.01704			
50	2033	562.9	15.78	1051	5063	3790	0.4232	0.03162	1.094 × 10 ⁻⁴	1.143 × 10 ⁻⁵	1.310	1.371	0.00316	0.01598			
55	2310	554.2	18.00	1025	5143	3967	0.4116	0.03283	1.037 × 10 ⁻⁴	1.166 × 10 ⁻⁵	1.297	1.409	0.00334	0.01493			
60	2614	545.2	20.48	997.4	5234	4163	0.4001	0.03412	9.846 × 10 ⁻⁵	1.189 × 10 ⁻⁵	1.288	1.452	0.00354	0.01389			
65	2948	536.0	23.26	968.9	5340	4384	0.3885	0.03550	9.347 × 10 ⁻⁵	1.213 × 10 ⁻⁵	1.285	1.499	0.00377	0.01285			
70	3312	526.3	26.39	939.0	5463	4634	0.3769	0.03700	8.879 × 10 ⁻⁵	1.238 × 10 ⁻⁵	1.287	1.551	0.00404	0.01181			
75	3709	516.2	29.90	907.5	5608	4923	0.3653	0.03862	8.440 × 10 ⁻⁵	1.264 × 10 ⁻⁵	1.296	1.612	0.00436	0.01079			
80	4141	505.7	33.87	874.1	5780	5260	0.3538	0.04038	8.030 × 10 ⁻⁵	1.292 × 10 ⁻⁵	1.312	1.683	0.00474	0.00977			
85	4609	494.5	38.36	838.6	5988	5659	0.3422	0.04232	7.646 × 10 ⁻⁵	1.322 × 10 ⁻⁵	1.338	1.768	0.00521	0.00875			
90	5116	482.8	43.48	800.6	6242	6142	0.3306	0.04447	7.284 × 10 ⁻⁵	1.354 × 10 ⁻⁵	1.375	1.871	0.00579	0.00776			
95	5665	470.2	49.35	759.8	6561	6740	0.3190	0.04687	6.945 × 10 ⁻⁵	1.389 × 10 ⁻⁵	1.429	1.999	0.00652	0.00677			
100	6257	456.6	56.15	715.5	6972	7503	0.3075	0.04958	6.628 × 10 ⁻⁵	1.429 × 10 ⁻⁵	1.503	2.163	0.00749	0.00579			

Not 1: Kinematik viskozite ν ve ısı yayılım katsayısı α tanımları olan $\nu = \mu/\rho$ ve $\alpha = k/\rho c_p = w/Pr$ 'den bulunabilir. Yukarıdaki buhar ve sıvı için hesaplanmıştır.

TABLO A-10

Doymuş propanın özellikleri

Sıcaklık T, °C	Doyma Basıncı P, kPa		Özgül Kütle ρ , kg/m ³		Buharlaştırma Entalpisi h _{fg} , kJ/kg		Özgül Isı c _p , J/kg·K		Isıl İletkenlik k, W/m·K		Dinamik Viskozite μ , kg/m·s		Prandtl Sayısı Pr		Hacimsel Genleşme Katsayısı β , 1/K		Yüzey Gerilimi, N/m
	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	
	-120	0.4053	664.7	0.01408	498.3	2003	1115	0.1802	0.00589	6.136 × 10 ⁻⁴	4.372 × 10 ⁻⁶	6.820	0.827	0.00153	0.02630		
-110	1.157	654.5	0.03776	489.3	2021	1148	0.1738	0.00645	5.054 × 10 ⁻⁴	4.625 × 10 ⁻⁶	5.878	0.822	0.00157	0.02486			
-100	2.881	644.2	0.08672	480.4	2044	1183	0.1672	0.00705	4.252 × 10 ⁻⁴	4.881 × 10 ⁻⁶	5.195	0.819	0.00161	0.02344			
-90	6.406	633.8	0.1870	471.5	2070	1221	0.1606	0.00769	3.635 × 10 ⁻⁴	5.143 × 10 ⁻⁶	4.686	0.817	0.00165	0.02202			
-80	12.97	623.2	0.3602	462.4	2100	1263	0.1539	0.00836	3.149 × 10 ⁻⁴	5.409 × 10 ⁻⁶	4.297	0.817	0.00171	0.02062			
-70	24.26	612.5	0.6439	453.1	2134	1308	0.1472	0.00908	2.755 × 10 ⁻⁴	5.680 × 10 ⁻⁶	3.994	0.818	0.00177	0.01923			
-60	42.46	601.5	1.081	443.5	2173	1358	0.1407	0.00985	2.430 × 10 ⁻⁴	5.956 × 10 ⁻⁶	3.755	0.821	0.00184	0.01785			
-50	70.24	590.3	1.724	433.6	2217	1412	0.1343	0.01067	2.158 × 10 ⁻⁴	6.239 × 10 ⁻⁶	3.563	0.825	0.00192	0.01649			
-40	110.7	578.8	2.629	423.1	2258	1471	0.1281	0.01155	1.926 × 10 ⁻⁴	6.529 × 10 ⁻⁶	3.395	0.831	0.00201	0.01515			
-30	167.3	567.0	3.864	412.1	2310	1535	0.1221	0.01250	1.726 × 10 ⁻⁴	6.827 × 10 ⁻⁶	3.266	0.839	0.00213	0.01382			
-20	243.8	554.7	5.503	400.3	2368	1605	0.1163	0.01351	1.551 × 10 ⁻⁴	7.136 × 10 ⁻⁶	3.158	0.848	0.00226	0.01251			
-10	344.4	542.0	7.635	387.8	2433	1682	0.1107	0.01459	1.397 × 10 ⁻⁴	7.457 × 10 ⁻⁶	3.069	0.860	0.00242	0.01122			
0	473.3	528.7	10.36	374.2	2507	1768	0.1054	0.01576	1.259 × 10 ⁻⁴	7.794 × 10 ⁻⁶	2.996	0.875	0.00262	0.00996			
5	549.8	521.8	11.99	367.0	2547	1814	0.1028	0.01637	1.195 × 10 ⁻⁴	7.970 × 10 ⁻⁶	2.964	0.883	0.00273	0.00934			
10	635.1	514.7	13.81	359.5	2590	1864	0.1002	0.01701	1.135 × 10 ⁻⁴	8.151 × 10 ⁻⁶	2.935	0.893	0.00286	0.00872			
15	729.8	507.5	15.85	351.7	2637	1917	0.0977	0.01767	1.077 × 10 ⁻⁴	8.339 × 10 ⁻⁶	2.909	0.905	0.00301	0.00811			
20	834.4	500.0	18.13	343.4	2688	1974	0.0952	0.01836	1.022 × 10 ⁻⁴	8.534 × 10 ⁻⁶	2.886	0.918	0.00318	0.00751			
25	949.7	492.2	20.69	334.8	2742	2036	0.0928	0.01908	9.702 × 10 ⁻⁵	8.738 × 10 ⁻⁶	2.866	0.933	0.00337	0.00691			
30	1076	484.2	23.53	325.8	2802	2104	0.0904	0.01982	9.197 × 10 ⁻⁵	8.952 × 10 ⁻⁶	2.850	0.950	0.00358	0.00633			
35	1215	475.8	26.72	316.2	2869	2179	0.0881	0.02061	8.710 × 10 ⁻⁵	9.178 × 10 ⁻⁶	2.837	0.971	0.00384	0.00575			
40	1366	467.1	30.29	306.1	2943	2264	0.0857	0.02142	8.240 × 10 ⁻⁵	9.417 × 10 ⁻⁶	2.828	0.995	0.00413	0.00518			
45	1530	458.0	34.29	295.3	3026	2361	0.0834	0.02228	7.785 × 10 ⁻⁵	9.674 × 10 ⁻⁶	2.824	1.025	0.00448	0.00463			
50	1708	448.5	38.79	283.9	3122	2473	0.0811	0.02319	7.343 × 10 ⁻⁵	9.950 × 10 ⁻⁶	2.826	1.061	0.00491	0.00408			
60	2110	427.5	49.66	258.4	3283	2769	0.0765	0.02517	6.487 × 10 ⁻⁵	1.058 × 10 ⁻⁵	2.784	1.164	0.00609	0.00303			
70	2580	403.2	64.02	228.0	3596	3241	0.0717	0.02746	5.649 × 10 ⁻⁵	1.138 × 10 ⁻⁵	2.834	1.343	0.00811	0.00204			
80	3127	373.0	84.28	189.7	4501	4173	0.0663	0.03029	4.790 × 10 ⁻⁵	1.249 × 10 ⁻⁵	3.251	1.722	0.01248	0.00114			
90	3769	329.1	118.6	133.2	6977	7239	0.0595	0.03441	3.807 × 10 ⁻⁵	1.448 × 10 ⁻⁵	4.465	3.047	0.02647	0.00037			

TABLO A-13

Sıvıların özellikleri

Sıcaklık T, °C	Özgül kütle ρ , kg/m ³	Özgül ısı c_p , J/kg.K	Isıl iletkenlik k , W/m.K	Isıl yayılım katsayısı α , m ² /s	Dinamik viskozite μ , kg/m.s	Kinematik viskozite ν , m ² /s	Prandtl Sayısı Pr	Hacimsel Genleşme Katsayısı β , 1/K
Metan (CH₄)								
-160	420.2	3492	0.1863	1.270×10^{-7}	1.133×10^{-4}	2.699×10^{-7}	2.126	0.00352
-150	405.0	3580	0.1703	1.174×10^{-7}	9.169×10^{-5}	2.264×10^{-7}	1.927	0.00391
-140	388.8	3700	0.1550	1.077×10^{-7}	7.551×10^{-5}	1.942×10^{-7}	1.803	0.00444
-130	371.1	3875	0.1402	9.749×10^{-8}	6.288×10^{-5}	1.694×10^{-7}	1.738	0.00520
-120	351.4	4146	0.1258	8.634×10^{-8}	5.257×10^{-5}	1.496×10^{-7}	1.732	0.00637
-110	328.8	4611	0.1115	7.356×10^{-8}	4.377×10^{-5}	1.331×10^{-7}	1.810	0.00841
-100	301.0	5578	0.0967	5.761×10^{-8}	3.577×10^{-5}	1.188×10^{-7}	2.063	0.01282
-90	261.7	8902	0.0797	3.423×10^{-8}	2.761×10^{-5}	1.055×10^{-7}	3.082	0.02922
Metil alkol (CH₃(OH))								
20	788.4	2515	0.1987	1.002×10^{-7}	5.857×10^{-4}	7.429×10^{-7}	7.414	0.00118
30	779.1	2577	0.1980	9.862×10^{-8}	5.088×10^{-4}	6.531×10^{-7}	6.622	0.00120
40	769.6	2644	0.1972	9.690×10^{-8}	4.460×10^{-4}	5.795×10^{-7}	5.980	0.00123
50	760.1	2718	0.1965	9.509×10^{-8}	3.942×10^{-4}	5.185×10^{-7}	5.453	0.00127
60	750.4	2798	0.1957	9.320×10^{-8}	3.510×10^{-4}	4.677×10^{-7}	5.018	0.00132
70	740.4	2885	0.1950	9.128×10^{-8}	3.146×10^{-4}	4.250×10^{-7}	4.655	0.00137
İzobütan (R600a)								
-100	683.8	1881	0.1383	1.075×10^{-7}	9.305×10^{-4}	1.360×10^{-6}	12.65	0.00142
-75	659.3	1970	0.1357	1.044×10^{-7}	5.624×10^{-4}	8.531×10^{-7}	8.167	0.00150
-50	634.3	2069	0.1283	9.773×10^{-8}	3.769×10^{-4}	5.942×10^{-7}	6.079	0.00161
-25	608.2	2180	0.1181	8.906×10^{-8}	2.688×10^{-4}	4.420×10^{-7}	4.963	0.00177
0	580.6	2306	0.1068	7.974×10^{-8}	1.993×10^{-4}	3.432×10^{-7}	4.304	0.00199
25	550.7	2455	0.0956	7.069×10^{-8}	1.510×10^{-4}	2.743×10^{-7}	3.880	0.00232
50	517.3	2640	0.0851	6.233×10^{-8}	1.155×10^{-4}	2.233×10^{-7}	3.582	0.00285
75	478.5	2896	0.0757	5.460×10^{-8}	8.785×10^{-5}	1.836×10^{-7}	3.363	0.00385
100	429.6	3361	0.0669	4.634×10^{-8}	6.483×10^{-5}	1.509×10^{-7}	3.256	0.00628
Gliserin								
0	1276	2262	0.2820	9.773×10^{-8}	10.49	8.219×10^{-3}	84,101	
5	1273	2288	0.2835	9.732×10^{-8}	6.730	5.287×10^{-3}	54,327	
10	1270	2320	0.2846	9.662×10^{-8}	4.241	3.339×10^{-3}	34,561	
15	1267	2354	0.2856	9.576×10^{-8}	2.496	1.970×10^{-3}	20,570	
20	1264	2386	0.2860	9.484×10^{-8}	1.519	1.201×10^{-3}	12,671	
25	1261	2416	0.2860	9.388×10^{-8}	0.9934	7.878×10^{-4}	8,392	
30	1258	2447	0.2860	9.291×10^{-8}	0.6582	5.232×10^{-4}	5,631	
35	1255	2478	0.2860	9.195×10^{-8}	0.4347	3.464×10^{-4}	3,767	
40	1252	2513	0.2863	9.101×10^{-8}	0.3073	2.455×10^{-4}	2,697	
Motor yağı (kullanılmamış)								
0	899.0	1797	0.1469	9.097×10^{-8}	3.814	4.242×10^{-3}	46,636	0.00070
20	888.1	1881	0.1450	8.680×10^{-8}	0.8374	9.429×10^{-4}	10,863	0.00070
40	876.0	1964	0.1444	8.391×10^{-8}	0.2177	2.485×10^{-4}	2,962	0.00070
60	863.9	2048	0.1404	7.934×10^{-8}	0.07399	8.565×10^{-5}	1,080	0.00070
80	852.0	2132	0.1380	7.599×10^{-8}	0.03232	3.794×10^{-5}	499.3	0.00070
100	840.0	2220	0.1367	7.330×10^{-8}	0.01718	2.046×10^{-5}	279.1	0.00070
120	828.9	2308	0.1347	7.042×10^{-8}	0.01029	1.241×10^{-5}	176.3	0.00070
140	816.8	2395	0.1330	6.798×10^{-8}	0.006558	8.029×10^{-6}	118.1	0.00070
150	810.3	2441	0.1327	6.708×10^{-8}	0.005344	6.595×10^{-6}	98.31	0.00070

Kaynak: Venter S. & Klein ve F. I. Akışkanlar mekaniği, 2. baskı, McGraw-Hill, İstanbul, 2002.

Y. G. 140 / E-142

Sıvı metallerin özellikleri

Sıcaklık T, °C	Özgül kütle ρ , kg/m ³	Özgül Isı c_p , J/kg·K	Isıl İletkenlik k, W/m·K	Isıl Yayılm Katsayısı α , m ² /s	Dinamik Viskozite μ , kg/m·s	Kinematik Viskozite ν , m ² /s	Prandtl Sayısı Pr	Hacimsel Genleşme Katsayısı β , 1/K
Civa (Hg) Ergime Noktası: -39°C								
0	13595	140.4	8.18200	4.267×10^{-6}	1.687×10^{-3}	1.241×10^{-7}	0.0289	1.810×10^{-4}
25	13534	139.4	8.51533	4.514×10^{-6}	1.534×10^{-3}	1.133×10^{-7}	0.0251	1.810×10^{-4}
50	13473	138.6	8.83632	4.734×10^{-6}	1.423×10^{-3}	1.056×10^{-7}	0.0223	1.810×10^{-4}
75	13412	137.8	9.15632	4.956×10^{-6}	1.316×10^{-3}	9.819×10^{-8}	0.0198	1.810×10^{-4}
100	13351	137.1	9.46706	5.170×10^{-6}	1.245×10^{-3}	9.326×10^{-8}	0.0180	1.810×10^{-4}
150	13231	136.1	10.07780	5.595×10^{-6}	1.126×10^{-3}	8.514×10^{-8}	0.0152	1.810×10^{-4}
200	13112	135.5	10.65465	5.996×10^{-6}	1.043×10^{-3}	7.959×10^{-8}	0.0133	1.815×10^{-4}
250	12993	135.3	11.18150	6.363×10^{-6}	9.820×10^{-4}	7.558×10^{-8}	0.0119	1.829×10^{-4}
300	12873	135.3	11.68150	6.705×10^{-6}	9.336×10^{-4}	7.252×10^{-8}	0.0108	1.854×10^{-4}
Bismut (Bi) Ergime Noktası: 271°C								
350	9969	146.0	16.28	1.118×10^{-5}	1.540×10^{-3}	1.545×10^{-7}	0.01381	
400	9908	148.2	16.10	1.096×10^{-5}	1.422×10^{-3}	1.436×10^{-7}	0.01310	
500	9785	152.8	15.74	1.052×10^{-5}	1.188×10^{-3}	1.215×10^{-7}	0.01154	
600	9663	157.3	15.60	1.026×10^{-5}	1.013×10^{-3}	1.048×10^{-7}	0.01022	
700	9540	161.8	15.60	1.010×10^{-5}	8.736×10^{-4}	9.157×10^{-8}	0.00906	
Kurşun (Pb) Ergime Noktası: 327°C								
400	10506	158	15.97	9.623×10^{-6}	2.277×10^{-3}	2.167×10^{-7}	0.02252	
450	10449	156	15.74	9.649×10^{-6}	2.065×10^{-3}	1.976×10^{-7}	0.02048	
500	10390	155	15.54	9.651×10^{-6}	1.884×10^{-3}	1.814×10^{-7}	0.01879	
550	10329	155	15.39	9.610×10^{-6}	1.758×10^{-3}	1.702×10^{-7}	0.01771	
600	10267	155	15.23	9.568×10^{-6}	1.632×10^{-3}	1.589×10^{-7}	0.01661	
650	10206	155	15.07	9.526×10^{-6}	1.505×10^{-3}	1.475×10^{-7}	0.01549	
700	10145	155	14.91	9.483×10^{-6}	1.379×10^{-3}	1.360×10^{-7}	0.01434	
Sodyum (Na) Ergime Noktası: 98°C								
100	927.3	1378	85.84	6.718×10^{-5}	6.892×10^{-4}	7.432×10^{-7}	0.01106	
200	902.5	1349	80.84	6.639×10^{-5}	5.385×10^{-4}	5.967×10^{-7}	0.008987	
300	877.8	1320	75.84	6.544×10^{-5}	3.878×10^{-4}	4.418×10^{-7}	0.006751	
400	853.0	1296	71.20	6.437×10^{-5}	2.720×10^{-4}	3.188×10^{-7}	0.004953	
500	828.5	1284	67.41	6.335×10^{-5}	2.411×10^{-4}	2.909×10^{-7}	0.004593	
600	804.0	1272	63.63	6.220×10^{-5}	2.101×10^{-4}	2.614×10^{-7}	0.004202	
Potasyum (K) Ergime Noktası: 64°C								
200	795.2	790.8	43.99	6.995×10^{-5}	3.350×10^{-4}	4.213×10^{-7}	0.006023	
300	771.6	772.8	42.01	7.045×10^{-5}	2.667×10^{-4}	3.456×10^{-7}	0.004906	
400	748.0	754.8	40.03	7.090×10^{-5}	1.984×10^{-4}	2.652×10^{-7}	0.00374	
500	723.9	750.0	37.81	6.964×10^{-5}	1.668×10^{-4}	2.304×10^{-7}	0.003309	
600	699.6	750.0	35.50	6.765×10^{-5}	1.487×10^{-4}	2.126×10^{-7}	0.003143	
Sodyum-Potasyum (%22Na-%78K) Ergime Noktası: -11°C								
100	847.3	944.4	25.64	3.205×10^{-5}	5.707×10^{-4}	6.736×10^{-7}	0.02102	
200	823.2	922.5	26.27	3.459×10^{-5}	4.587×10^{-4}	5.572×10^{-7}	0.01611	
300	799.1	900.6	26.89	3.736×10^{-5}	3.467×10^{-4}	4.339×10^{-7}	0.01161	
400	775.0	879.0	27.50	4.037×10^{-5}	2.357×10^{-4}	3.041×10^{-7}	0.00753	
500	751.5	880.1	27.89	4.217×10^{-5}	2.108×10^{-4}	2.805×10^{-7}	0.00665	
600	728.0	881.2	28.28	4.408×10^{-5}	1.859×10^{-4}	2.553×10^{-7}	0.00579	

Tablo 10. A-11E

Havanın 1 atm basınçta özellikleri

Sıcaklık T, °C	Özgül Kütlesi ρ, kg/m ³	Özgül Isı c _p , J/kg-K	Isıl İletkenlik k, W/m-K	Isıl Yayıncılık Katsayısı α, m ² /s	Dinamik Viskozite μ, kg/m-s	Mineramik Viskozite ν, m ² /s	Prandtl Sayısı Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158 × 10 ⁻⁶	8.636 × 10 ⁻⁶	3.013 × 10 ⁻⁶	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	8.036 × 10 ⁻⁶	1.189 × 10 ⁻⁵	5.837 × 10 ⁻⁶	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	1.252 × 10 ⁻⁵	1.474 × 10 ⁻⁵	9.319 × 10 ⁻⁶	0.7440
-40	1.514	1002	0.02057	1.356 × 10 ⁻⁵	1.527 × 10 ⁻⁵	1.008 × 10 ⁻⁵	0.7436
-30	1.451	1004	0.02134	1.465 × 10 ⁻⁵	1.579 × 10 ⁻⁵	1.087 × 10 ⁻⁵	0.7425
-20	1.394	1005	0.02211	1.578 × 10 ⁻⁵	1.630 × 10 ⁻⁵	1.169 × 10 ⁻⁵	0.7408
-10	1.341	1006	0.02288	1.696 × 10 ⁻⁵	1.680 × 10 ⁻⁵	1.252 × 10 ⁻⁵	0.7387
0	1.292	1006	0.02364	1.818 × 10 ⁻⁵	1.729 × 10 ⁻⁵	1.338 × 10 ⁻⁵	0.7362
5	1.269	1006	0.02401	1.880 × 10 ⁻⁵	1.754 × 10 ⁻⁵	1.382 × 10 ⁻⁵	0.7350
10	1.246	1006	0.02439	1.944 × 10 ⁻⁵	1.778 × 10 ⁻⁵	1.426 × 10 ⁻⁵	0.7336
15	1.225	1007	0.02476	2.009 × 10 ⁻⁵	1.802 × 10 ⁻⁵	1.470 × 10 ⁻⁵	0.7323
20	1.204	1007	0.02514	2.074 × 10 ⁻⁵	1.825 × 10 ⁻⁵	1.516 × 10 ⁻⁵	0.7309
25	1.184	1007	0.02551	2.141 × 10 ⁻⁵	1.849 × 10 ⁻⁵	1.562 × 10 ⁻⁵	0.7296
30	1.164	1007	0.02588	2.208 × 10 ⁻⁵	1.872 × 10 ⁻⁵	1.608 × 10 ⁻⁵	0.7282
35	1.145	1007	0.02625	2.277 × 10 ⁻⁵	1.895 × 10 ⁻⁵	1.655 × 10 ⁻⁵	0.7268
40	1.127	1007	0.02662	2.346 × 10 ⁻⁵	1.918 × 10 ⁻⁵	1.702 × 10 ⁻⁵	0.7255
45	1.109	1007	0.02699	2.416 × 10 ⁻⁵	1.941 × 10 ⁻⁵	1.750 × 10 ⁻⁵	0.7241
50	1.092	1007	0.02735	2.487 × 10 ⁻⁵	1.963 × 10 ⁻⁵	1.798 × 10 ⁻⁵	0.7228
60	1.059	1007	0.02808	2.632 × 10 ⁻⁵	2.008 × 10 ⁻⁵	1.896 × 10 ⁻⁵	0.7202
70	1.028	1007	0.02881	2.780 × 10 ⁻⁵	2.052 × 10 ⁻⁵	1.995 × 10 ⁻⁵	0.7177
80	0.9994	1008	0.02953	2.931 × 10 ⁻⁵	2.096 × 10 ⁻⁵	2.097 × 10 ⁻⁵	0.7154
90	0.9718	1008	0.03024	3.086 × 10 ⁻⁵	2.139 × 10 ⁻⁵	2.201 × 10 ⁻⁵	0.7132
100	0.9458	1009	0.03095	3.243 × 10 ⁻⁵	2.181 × 10 ⁻⁵	2.306 × 10 ⁻⁵	0.7111
120	0.8977	1011	0.03235	3.565 × 10 ⁻⁵	2.264 × 10 ⁻⁵	2.522 × 10 ⁻⁵	0.7073
140	0.8542	1013	0.03374	3.898 × 10 ⁻⁵	2.345 × 10 ⁻⁵	2.745 × 10 ⁻⁵	0.7041
160	0.8148	1016	0.03511	4.241 × 10 ⁻⁵	2.420 × 10 ⁻⁵	2.975 × 10 ⁻⁵	0.7014
180	0.7788	1019	0.03646	4.593 × 10 ⁻⁵	2.504 × 10 ⁻⁵	3.212 × 10 ⁻⁵	0.6992
200	0.7459	1023	0.03779	4.954 × 10 ⁻⁵	2.577 × 10 ⁻⁵	3.455 × 10 ⁻⁵	0.6974
250	0.6746	1033	0.04104	5.890 × 10 ⁻⁵	2.760 × 10 ⁻⁵	4.091 × 10 ⁻⁵	0.6946
300	0.6158	1044	0.04418	6.871 × 10 ⁻⁵	2.934 × 10 ⁻⁵	4.765 × 10 ⁻⁵	0.6935
350	0.5664	1056	0.04721	7.892 × 10 ⁻⁵	3.101 × 10 ⁻⁵	5.475 × 10 ⁻⁵	0.6937
400	0.5243	1069	0.05015	8.951 × 10 ⁻⁵	3.261 × 10 ⁻⁵	6.219 × 10 ⁻⁵	0.6948
450	0.4880	1081	0.05298	1.004 × 10 ⁻⁴	3.415 × 10 ⁻⁵	6.997 × 10 ⁻⁵	0.6965
500	0.4565	1093	0.05572	1.117 × 10 ⁻⁴	3.563 × 10 ⁻⁵	7.806 × 10 ⁻⁵	0.6986
600	0.4042	1115	0.06093	1.352 × 10 ⁻⁴	3.846 × 10 ⁻⁵	9.515 × 10 ⁻⁵	0.7037
700	0.3627	1135	0.06581	1.598 × 10 ⁻⁴	4.111 × 10 ⁻⁵	1.133 × 10 ⁻⁴	0.7082
800	0.3289	1153	0.07037	1.855 × 10 ⁻⁴	4.362 × 10 ⁻⁵	1.326 × 10 ⁻⁴	0.7149
900	0.3008	1169	0.07465	2.122 × 10 ⁻⁴	4.600 × 10 ⁻⁵	1.529 × 10 ⁻⁴	0.7205
1000	0.2772	1184	0.07868	2.398 × 10 ⁻⁴	4.826 × 10 ⁻⁵	1.741 × 10 ⁻⁴	0.7260
1500	0.1990	1234	0.09599	3.908 × 10 ⁻⁴	5.817 × 10 ⁻⁵	2.922 × 10 ⁻⁴	0.7478
2000	0.1563	1264	0.11113	5.664 × 10 ⁻⁴	6.630 × 10 ⁻⁵	4.270 × 10 ⁻⁴	0.7539

Gazların 1 atm basıncındaki özellikleri

Sıcaklık T, °C	Özgül kütle ρ , kg/m ³	Özgül ısı c_p , J/kg·K	Isıl iletkenlik λ , W/m·K	Isıl yayınım katsayısı α , m ² /s	Dinamik Viskozite μ , kg/m·s	Kinematik Viskozite ν , m ² /s	Prandtl Sayısı Pr
Karbon Dioksit, CO₂							
-50	2.4035	746	0.01051	5.860×10^{-5}	1.129×10^{-5}	4.699×10^{-6}	0.8019
0	1.9635	811	0.01456	9.141×10^{-5}	1.375×10^{-5}	7.003×10^{-6}	0.7661
50	1.6597	866.6	0.01858	1.291×10^{-4}	1.612×10^{-5}	9.714×10^{-6}	0.7520
100	1.4373	914.8	0.02257	1.716×10^{-4}	1.841×10^{-5}	1.281×10^{-5}	0.7464
150	1.2675	957.4	0.02652	2.186×10^{-4}	2.063×10^{-5}	1.627×10^{-5}	0.7445
200	1.1336	995.2	0.03044	2.698×10^{-4}	2.276×10^{-5}	2.008×10^{-5}	0.7442
300	0.9358	1060	0.03814	3.847×10^{-4}	2.682×10^{-5}	2.866×10^{-5}	0.7450
400	0.7968	1112	0.04565	5.151×10^{-4}	3.061×10^{-5}	3.842×10^{-5}	0.7458
500	0.6937	1156	0.05293	6.600×10^{-4}	3.416×10^{-5}	4.924×10^{-5}	0.7460
1000	0.4213	1292	0.08491	1.560×10^{-3}	4.898×10^{-5}	1.162×10^{-4}	0.7455
1500	0.3025	1356	0.10688	2.606×10^{-3}	6.106×10^{-5}	2.019×10^{-4}	0.7745
2000	0.2359	1387	0.11522	3.521×10^{-3}	7.322×10^{-5}	3.103×10^{-4}	0.8815
Karbon Monoksit, CO							
-50	1.5297	1081	0.01901	1.149×10^{-5}	1.378×10^{-5}	9.012×10^{-6}	0.7840
0	1.2497	1048	0.02278	1.739×10^{-5}	1.629×10^{-5}	1.303×10^{-5}	0.7499
50	1.0563	1039	0.02641	2.407×10^{-5}	1.863×10^{-5}	1.764×10^{-5}	0.7328
100	0.9148	1041	0.02992	3.142×10^{-5}	2.080×10^{-5}	2.274×10^{-5}	0.7239
150	0.8067	1049	0.03330	3.936×10^{-5}	2.283×10^{-5}	2.830×10^{-5}	0.7191
200	0.7214	1060	0.03656	4.782×10^{-5}	2.472×10^{-5}	3.426×10^{-5}	0.7164
300	0.5956	1085	0.04277	6.619×10^{-5}	2.812×10^{-5}	4.722×10^{-5}	0.7134
400	0.5071	1111	0.04860	8.628×10^{-5}	3.111×10^{-5}	6.136×10^{-5}	0.7111
500	0.4415	1135	0.05412	1.079×10^{-4}	3.379×10^{-5}	7.653×10^{-5}	0.7087
1000	0.2681	1226	0.07894	2.401×10^{-4}	4.557×10^{-5}	1.700×10^{-4}	0.7080
1500	0.1925	1279	0.10458	4.246×10^{-4}	6.321×10^{-5}	3.284×10^{-4}	0.7733
2000	0.1502	1309	0.13833	7.034×10^{-4}	9.826×10^{-5}	6.543×10^{-4}	0.9302
Metan, CH₄							
-50	0.8761	2243	0.02367	1.204×10^{-5}	8.564×10^{-6}	9.774×10^{-6}	0.8116
0	0.7158	2217	0.03042	1.917×10^{-5}	1.028×10^{-5}	1.436×10^{-5}	0.7494
50	0.6050	2302	0.03766	2.704×10^{-5}	1.191×10^{-5}	1.969×10^{-5}	0.7282
100	0.5240	2443	0.04534	3.543×10^{-5}	1.345×10^{-5}	2.567×10^{-5}	0.7247
150	0.4620	2611	0.05344	4.431×10^{-5}	1.491×10^{-5}	3.227×10^{-5}	0.7284
200	0.4132	2791	0.06194	5.370×10^{-5}	1.630×10^{-5}	3.944×10^{-5}	0.7344
300	0.3411	3158	0.07996	7.422×10^{-5}	1.886×10^{-5}	5.529×10^{-5}	0.7450
400	0.2904	3510	0.09918	9.727×10^{-5}	2.119×10^{-5}	7.297×10^{-5}	0.7501
500	0.2529	3836	0.11933	1.230×10^{-4}	2.334×10^{-5}	9.228×10^{-5}	0.7502
1000	0.1536	5042	0.22562	2.914×10^{-4}	3.281×10^{-5}	2.136×10^{-4}	0.7331
1500	0.1103	5701	0.31857	5.068×10^{-4}	4.434×10^{-5}	4.022×10^{-4}	0.7936
2000	0.0860	6001	0.36750	7.120×10^{-4}	6.360×10^{-5}	7.395×10^{-4}	1.0386
Hidrojen, H₂							
-50	0.11010	12635	0.1404	1.009×10^{-4}	7.293×10^{-6}	6.624×10^{-5}	0.6562
0	0.08995	13920	0.1652	1.319×10^{-4}	8.391×10^{-6}	9.329×10^{-5}	0.7071
50	0.07603	14349	0.1881	1.724×10^{-4}	9.427×10^{-6}	1.240×10^{-4}	0.7191
100	0.06584	14473	0.2095	2.199×10^{-4}	1.041×10^{-5}	1.582×10^{-4}	0.7196
150	0.05806	14492	0.2296	2.729×10^{-4}	1.136×10^{-5}	1.957×10^{-4}	0.7174
200	0.05193	14482	0.2486	3.306×10^{-4}	1.228×10^{-5}	2.365×10^{-4}	0.7155

300	0.04287	14481	0.2843	4.580×10^{-4}	1.403×10^{-5}	3.274×10^{-4}	0.717
400	0.03650	14540	0.3180	5.992×10^{-4}	1.570×10^{-5}	4.302×10^{-4}	0.717
500	0.03178	14653	0.3509	7.535×10^{-4}	1.730×10^{-5}	5.443×10^{-4}	0.720
1000	0.01930	15577	0.5206	1.732×10^{-3}	2.455×10^{-5}	1.272×10^{-3}	0.754
1500	0.01386	16553	0.6581	2.869×10^{-3}	3.099×10^{-5}	2.237×10^{-3}	0.779
2000	0.01081	17400	0.5480	2.914×10^{-3}	3.690×10^{-5}	3.414×10^{-3}	1.170
<i>Azot, N₂</i>							
-50	1.5299	957.3	0.02001	1.366×10^{-5}	1.390×10^{-5}	9.091×10^{-6}	0.687
0	1.2498	1035	0.02384	1.843×10^{-5}	1.640×10^{-5}	1.312×10^{-5}	0.710
50	1.0564	1042	0.02746	2.494×10^{-5}	1.874×10^{-5}	1.774×10^{-5}	0.710
100	0.9149	1041	0.03090	3.244×10^{-5}	2.094×10^{-5}	2.289×10^{-5}	0.709
150	0.8058	1043	0.03416	4.058×10^{-5}	2.300×10^{-5}	2.851×10^{-5}	0.709
200	0.7215	1050	0.03727	4.921×10^{-5}	2.494×10^{-5}	3.457×10^{-5}	0.709
300	0.5956	1070	0.04309	6.758×10^{-5}	2.849×10^{-5}	4.783×10^{-5}	0.709
400	0.5072	1095	0.04848	8.727×10^{-5}	3.166×10^{-5}	6.242×10^{-5}	0.709
500	0.4416	1120	0.05358	1.083×10^{-4}	3.451×10^{-5}	7.816×10^{-5}	0.709
1000	0.2681	1213	0.07938	2.440×10^{-4}	4.594×10^{-5}	1.713×10^{-4}	0.709
1500	0.1925	1266	0.11793	4.839×10^{-4}	5.562×10^{-5}	2.889×10^{-4}	0.815
2000	0.1502	1297	0.18590	9.543×10^{-4}	6.426×10^{-5}	4.278×10^{-4}	0.405
<i>Oksijen, O₂</i>							
-50	1.7475	984.4	0.02067	1.201×10^{-5}	1.616×10^{-5}	9.246×10^{-6}	0.709
0	1.4277	928.7	0.02472	1.865×10^{-5}	1.916×10^{-5}	1.342×10^{-5}	0.709
50	1.2068	921.7	0.02867	2.577×10^{-5}	2.194×10^{-5}	1.818×10^{-5}	0.709
100	1.0451	931.8	0.03254	3.342×10^{-5}	2.451×10^{-5}	2.346×10^{-5}	0.709
150	0.9216	947.6	0.03637	4.164×10^{-5}	2.694×10^{-5}	2.923×10^{-5}	0.709
200	0.8242	964.7	0.04014	5.048×10^{-5}	2.923×10^{-5}	3.546×10^{-5}	0.709
300	0.6804	997.1	0.04751	7.003×10^{-5}	3.350×10^{-5}	4.923×10^{-5}	0.709
400	0.5793	1023	0.05463	9.204×10^{-5}	3.744×10^{-5}	6.463×10^{-5}	0.709
500	0.5044	1048	0.06148	1.163×10^{-4}	4.114×10^{-5}	8.156×10^{-5}	0.709
1000	0.3063	1121	0.09198	2.678×10^{-4}	5.732×10^{-5}	1.871×10^{-4}	0.699
1500	0.2199	1165	0.11901	4.643×10^{-4}	7.133×10^{-5}	3.243×10^{-4}	0.815
2000	0.1716	1201	0.14705	7.139×10^{-4}	8.417×10^{-5}	4.907×10^{-4}	0.605
<i>Su Bahan, H₂O</i>							
-50	0.9839	1892	0.01353	7.271×10^{-6}	7.187×10^{-6}	7.305×10^{-6}	1.000
0	0.8038	1874	0.01673	1.110×10^{-5}	8.956×10^{-6}	1.114×10^{-5}	1.000
50	0.6794	1874	0.02032	1.596×10^{-5}	1.078×10^{-5}	1.587×10^{-5}	0.999
100	0.5884	1887	0.02429	2.187×10^{-5}	1.265×10^{-5}	2.150×10^{-5}	0.999
150	0.5189	1908	0.02861	2.890×10^{-5}	1.456×10^{-5}	2.806×10^{-5}	0.979
200	0.4640	1935	0.03326	3.705×10^{-5}	1.650×10^{-5}	3.556×10^{-5}	0.961
300	0.3831	1997	0.04345	5.680×10^{-5}	2.045×10^{-5}	5.340×10^{-5}	0.940
400	0.3262	2066	0.05467	8.114×10^{-5}	2.446×10^{-5}	7.498×10^{-5}	0.920
500	0.2840	2137	0.06677	1.100×10^{-4}	2.847×10^{-5}	1.002×10^{-4}	0.910
1000	0.1725	2471	0.13623	3.196×10^{-4}	4.762×10^{-5}	2.761×10^{-4}	0.869
1500	0.1238	2736	0.21301	6.288×10^{-4}	6.411×10^{-5}	5.177×10^{-4}	0.828
2000	0.0966	2928	0.29183	1.032×10^{-3}	7.808×10^{-5}	8.084×10^{-4}	0.782

Nota: Ideal water in air. *K* = *B* / *B* (Analisis) berapapun suhu udara. *T* = suhu udara, *T* = suhu air.

TABLO A-17

Yüksek rakımlarda atmosfer özellikleri

Rakım, z, m	Sıcaklık, T, °C	Basınç, P, kPa	Yerçekimi, g, m/s ²	Ses Hızı, c, m/s	Özgül kütle, ρ, kg/m ³	Viskozite μ, kg/m·s	Isıl İletkenlik k, W/m·K
0	15.00	101.33	9.807	340.3	1.225	1.789 × 10 ⁻⁵	0.0253
200	13.70	98.95	9.806	339.5	1.202	1.783 × 10 ⁻⁵	0.0252
400	12.40	96.61	9.805	338.8	1.179	1.777 × 10 ⁻⁵	0.0252
600	11.10	94.32	9.805	338.0	1.156	1.771 × 10 ⁻⁵	0.0251
800	9.80	92.08	9.804	337.2	1.134	1.764 × 10 ⁻⁵	0.0250
1000	8.50	89.88	9.804	336.4	1.112	1.758 × 10 ⁻⁵	0.0249
1200	7.20	87.72	9.803	335.7	1.090	1.752 × 10 ⁻⁵	0.0248
1400	5.90	85.60	9.802	334.9	1.069	1.745 × 10 ⁻⁵	0.0247
1600	4.60	83.53	9.802	334.1	1.048	1.739 × 10 ⁻⁵	0.0245
1800	3.30	81.49	9.801	333.3	1.027	1.732 × 10 ⁻⁵	0.0244
2000	2.00	79.50	9.800	332.5	1.007	1.726 × 10 ⁻⁵	0.0243
2200	0.70	77.55	9.800	331.7	0.987	1.720 × 10 ⁻⁵	0.0242
2400	-0.59	75.63	9.799	331.0	0.967	1.713 × 10 ⁻⁵	0.0241
2600	-1.89	73.76	9.799	330.2	0.947	1.707 × 10 ⁻⁵	0.0240
2800	-3.19	71.92	9.798	329.4	0.928	1.700 × 10 ⁻⁵	0.0239
3000	-4.49	70.12	9.797	328.6	0.909	1.694 × 10 ⁻⁵	0.0238
3200	-5.79	68.36	9.797	327.8	0.891	1.687 × 10 ⁻⁵	0.0237
3400	-7.09	66.63	9.796	327.0	0.872	1.681 × 10 ⁻⁵	0.0236
3600	-8.39	64.94	9.796	326.2	0.854	1.674 × 10 ⁻⁵	0.0235
3800	-9.69	63.28	9.795	325.4	0.837	1.668 × 10 ⁻⁵	0.0234
4000	-10.98	61.66	9.794	324.6	0.819	1.661 × 10 ⁻⁵	0.0233
4200	-12.3	60.07	9.794	323.8	0.802	1.655 × 10 ⁻⁵	0.0232
4400	-13.6	58.52	9.793	323.0	0.785	1.648 × 10 ⁻⁵	0.0231
4600	-14.9	57.00	9.793	322.2	0.769	1.642 × 10 ⁻⁵	0.0230
4800	-16.2	55.51	9.792	321.4	0.752	1.635 × 10 ⁻⁵	0.0229
5000	-17.5	54.05	9.791	320.5	0.736	1.628 × 10 ⁻⁵	0.0228
5200	-18.8	52.62	9.791	319.7	0.721	1.622 × 10 ⁻⁵	0.0227
5400	-20.1	51.23	9.790	318.9	0.705	1.615 × 10 ⁻⁵	0.0226
5600	-21.4	49.86	9.789	318.1	0.690	1.608 × 10 ⁻⁵	0.0224
5800	-22.7	48.52	9.785	317.3	0.675	1.602 × 10 ⁻⁵	0.0223
6000	-24.0	47.22	9.788	316.5	0.660	1.595 × 10 ⁻⁵	0.0222
6200	-25.3	45.94	9.788	315.6	0.646	1.588 × 10 ⁻⁵	0.0221
6400	-26.6	44.69	9.787	314.8	0.631	1.582 × 10 ⁻⁵	0.0220
6600	-27.9	43.47	9.786	314.0	0.617	1.575 × 10 ⁻⁵	0.0219
6800	-29.2	42.27	9.785	313.1	0.604	1.568 × 10 ⁻⁵	0.0218
7000	-30.5	41.11	9.785	312.3	0.590	1.561 × 10 ⁻⁵	0.0217
8000	-36.9	35.65	9.782	308.1	0.526	1.527 × 10 ⁻⁵	0.0212
9000	-43.4	30.80	9.779	303.8	0.467	1.493 × 10 ⁻⁵	0.0206
10,000	-49.9	26.50	9.776	299.5	0.414	1.458 × 10 ⁻⁵	0.0201
12,000	-56.5	19.40	9.770	295.1	0.312	1.422 × 10 ⁻⁵	0.0195
14,000	-56.5	14.17	9.764	295.1	0.228	1.422 × 10 ⁻⁵	0.0195
16,000	-56.5	10.53	9.758	295.1	0.166	1.422 × 10 ⁻⁵	0.0195
18,000	-56.5	7.57	9.751	295.1	0.122	1.422 × 10 ⁻⁵	0.0195

Yüzeylerin yayıcılıkları

(a) Metaller

Malzeme	Sıcaklık, K	Yayıcılık, ε	Malzeme	Sıcaklık, K	Yayıcılık, ε
Alüminyum			Magnezyum, parlatılmış	300-500	0.07-0.13
Parlatılmış	300-900	0.04-0.06	Civa	300-400	0.09-0.12
Ticari levha	400	0.09	Molibden		
Ağır oksitli	400-800	0.20-0.33	Parlatılmış	300-2000	0.05-0.21
Anotlanmış	300	0.8	Oksitli	600-800	0.80-0.82
Bizmut, parlak	350	0.34	Nikel		
Pirinç			Parlatılmış	500-1200	0.07-0.17
İyi parlatılmış	500-650	0.03-0.04	Oksitli	450-1000	0.37-0.57
Parlatılmış	350	0.09	Platin, parlatılmış	500-1500	0.06-0.18
Mat plaka	300-600	0.22	Gümüş, parlatılmış	300-1000	0.02-0.07
Oksitli	450-800	0.6	Paslanmaz çelik		
Krom, parlatılmış	300-1400	0.08-0.40	Parlatılmış	300-1000	0.17-0.30
Bakır			Hafif oksitli	600-1000	0.30-0.40
İyi parlatılmış	300	0.02	Çok oksitli	600-1000	0.70-0.80
Parlatılmış	300-500	0.04-0.05	Çelik		
Ticari levha	300	0.15	Parlatılmış levha	300-500	0.08-0.14
Oksitli	600-1000	0.5-0.8	Ticari levha	500-1200	0.20-0.32
Siyah oksitli	300	0.78	Çok oksitli	300	0.81
Altın			Kalay, parlatılmış	300	0.05
İyi parlatılmış	300-1000	0.03-0.06	Tungsten		
Parlak varak	300	0.07	Parlatılmış	300-2500	0.03-0.29
Demir			Flaman	3500	0.39
İyi parlatılmış	300-500	0.05-0.07	Çinko		
Döküm	300	0.44	Parlatılmış	300-800	0.02-0.05
Dövme demir	300-500	0.28	Oksitli	300	0.25
Paslı	300	0.61			
Oksitli	500-900	0.64-0.78			
Kurşun					
Parlatılmış	300-500	0.06-0.08			
Oksitlenmiş, pürüzlü	300	0.43			
Oksitli	300				

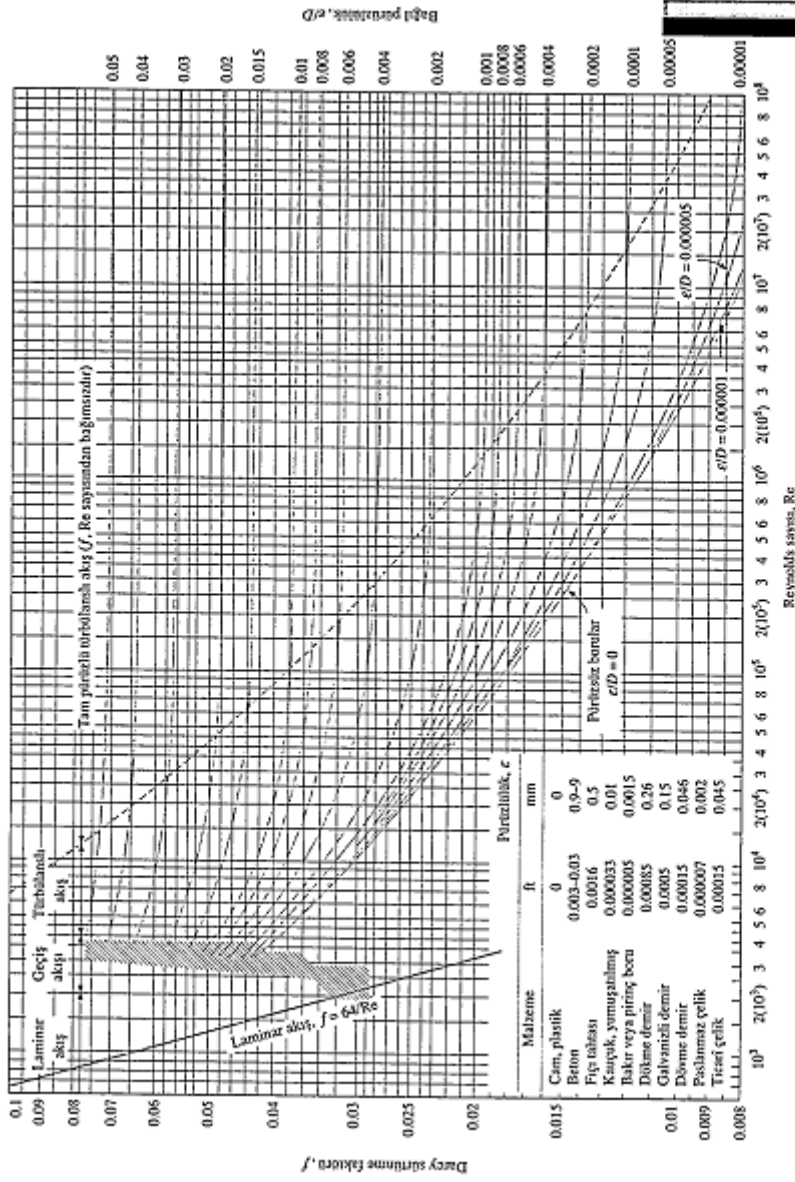
Yüzeylerin yayıcılıkları (Son)

(b) Metal olmayanlar

Malzeme	Sıcaklık, K	Yayıcılık, ε	Material	Sıcaklık, K	Yayıcılık, ε
Alümina	800-1400	0.65-0.45	Kâğıt, beyaz	300	0.90
Alüminyum oksit	600-1500	0.69-0.41	Sıva, beyaz	300	0.93
Asbest	300	0.96	Porcelain, sırlı	300	0.92
Asfalt döşeme	300	0.85-0.93	Kuvarz, kaba, erimiş	300	0.93
Tuğla			Kauçuk		
Bilinen	300	0.93-0.96	Sert	300	0.93
Ateş kili	1200	0.75	Yumuşak	300	0.86
Karbon flaman	2000	0.53	Kum	300	0.90
Giyecek	300	0.75-0.90	Silikon karbür	600-1500	0.87-0.85
Beton	300	0.88-0.94	Çilt, insan	300	0.95
Cam			Kar	273	0.80-0.90
Pencere	300	0.90-0.95	Toprak	300	0.93-0.96
Pirex	300-1200	0.82-0.62	Is	300-500	0.95
Piroseramik	300-1500	0.85-0.57	Teflon	300-500	0.85-0.92
Buz	273	0.95-0.99	Su, derin	273-373	0.95-0.96
Magnezyum oksit	400-800	0.69-0.55	Ağaç		
Taş duvar	300	0.80	Kayın	300	0.94
Boyalar			Meşe	300	0.90
Alüminyum	300	0.40-0.50			
Siyah, lake, cilalı	300	0.88			
Yağlar, bütün renkler	300	0.92-0.96			
Kırmızı astar	300	0.93			
Beyaz akrilik	300	0.90			
Beyaz emaye	300	0.90			

Malzemelerin güneş ışınımı özellikleri

Tanım/yapı	Güneş Işınım Soğurganlığı, α_s	Yayıcılık ϵ_s , 300 K	Oran, α_s/ϵ_s	Güneş Işınım Gecirgenliği, τ_s
Alüminyum				
Parlatılmış	0.09	0.03	3.0	
Anotlanmış	0.14	0.84	0.17	
Kuvarz-aşırı kaplanmış	0.11	0.37	0.30	
Folyo	0.15	0.05	3.0	
Tuğla, kırmızı (Purdue)	0.63	0.93	0.68	
Beton	0.60	0.88	0.68	
Galvanizli metal plaka				
Temiz, yeni	0.65	0.13	5.0	
Oksitli, havalandırılmış	0.80	0.28	2.9	
Cam, 3.2 mm kalınlık				
Yaprak veya temperlenmiş				0.79
Düşük demir oksitli tip				0.88
Mermer, hafif kirli beyaz (yansıtıcı değil)	0.40	0.88	0.45	
Metal, kaplama				
Siyah sülfat	0.92	0.10	9.2	
Siyah kobalt oksit	0.93	0.30	3.1	
Siyah nikel oksit	0.92	0.08	11	
Siyah krom	0.87	0.09	9.7	
Polyester film, 0.13-mm kalınlık				0.87
Boyalar				
Siyah (Papaz)	0.98	0.98	1.0	
Beyaz, akrilik	0.26	0.90	0.29	
Beyaz, çinko oksit	0.16	0.93	0.17	
Kâğıt, beyaz	0.27	0.83	0.32	
Pleksiglas, kalınlık 3.2 mm				0.90
Porselen çini, beyaz (yansıtıcı sır yüzey)	0.26	0.85	0.30	
Çatı kiremidi, parlak kırmızı				
Kuru yüzey	0.65	0.85	0.76	
Islak yüzey	0.88	0.91	0.96	
Kum, kuru				
Hafif kirli beyaz	0.52	0.82	0.63	
Mat kırmızı	0.73	0.86	0.82	
Kar				
Ufak parçalar, taze	0.13	0.82	0.16	
Buz parçacıkları	0.33	0.89	0.37	
Çelik				
Ayna gibi	0.41	0.05	8.2	
Çok paslı	0.89	0.92	0.96	
Taş (yavruağzı)	0.65	0.87	0.74	
Tedlar, kalınlık 0.10 mm				0.92
Teflon, kalınlık 0.13 mm				0.92
Ağaç	0.59	0.90	0.66	



ŞEKİL A-20

Dairesel borulardaki tam gelişmiş akışta $\Delta P_L = f \frac{L}{D} \frac{\rho V^2}{2}$ yük kaybı bağıntısında kullanılan sürtünme faktörü için Moody diyagramı. Türbülanslı akışta sürtünme faktörü, $\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{e/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$ Colebrook denkleminde bulunur.

Çizelge 4.5 Bazı ısı taşınımı bağıntılarının toplu halde gösterilişi.

	Levha üzerinde akış	Şartlar
1	$\delta = 5xRe_x^{-1/2}$	Laminer, T_f , Hız sınır tabaka
	$f = 2x0,323Re_x^{-0,5}$, $\Delta P = f\rho u_m^2 / 2$	Laminer, sürtünme katsayısı ve basınç kaybı
2	$Nu_x = 0,332 Re_x^{1/2} Pr^{1/3}$	Laminer, T_f , $0,6 \leq Pr \leq 50$
3	$\delta_r = 0,977 \delta Pr^{1/3}$	Laminer, yerel, T_f , ısı sınır tabaka
4	$\bar{Nu}_L = 0,664 Re_L^{1/2} Pr^{1/3}$	Laminer, ortalama, T_f , T_f =sbt.
5	$Nu_x = 0,453 Re_x^{1/2} Pr^{1/3}$	Laminer, yerel, sabit ısı akısı
6	$\bar{Nu}_L = 0,906 Re_L^{1/2} Pr^{1/3}$	Laminer, ortalama, sabit ısı akısı
7	$\bar{Nu}_L = (0,677 Re_L^{1/2} Pr^{1/3}) / [1 + (0,0468 / Pr)^{2/3}]^{1/4}$	Laminer, ortalama, $(RePr) \geq 100$
8	$\bar{Nu}_L = (0,677 Re_L^{1/2} Pr^{1/3}) / [1 + (0,0205 / Pr)^{2/3}]^{1/4}$	Laminer, ortalama, sabit ısı akısı
9	$\delta_i = 0,384 x Re_x^{-1/5}$	Türbülanslı, yerel, T_f , $Re_x \leq 10^8$
10	$\bar{Nu}_L = 0,037 Re_L^{0,8} Pr^{1/3}$	Girişten itibaren türbülanslı, T_f =sabit.
11	$Nu_x = 0,0296 Re_x^{4/5} Pr^{1/3}$	Türbülanslı, yerel, T_f , $Re_x \leq 10^8$, $0,6 \leq Pr \leq 60$
12	$\bar{Nu}_L = (0,037 Re_L^{4/5} - 871) Pr^{1/3}$	Türbülanslı, ortalama, T_f , $Re_x \leq 10^8$, $0,6 \leq Pr \leq 60$
13	$\bar{Nu}_L = 0,0616 Re_L^{0,8} Pr^{1/3}$	Türbülanslı, ortalama, sabit ısı akısı
Boru içinde akış		
14	$f = 64 / Re_D$	Laminer, tam gelişmiş $Re_D < 2300$
15	$\Delta P = fL\rho u_{\text{ort}}^2 / 2D$	Laminer ve türbülanslı halde basınç kaybı
17	$Nu_D = 3,66$	Laminer, tam gelişmiş, $T_f = \text{sabit}$, $Pr \geq 0,6$
18	$Nu_D = 4,36$	Laminer, tam gelişmiş, $q = \text{sabit}$, $Pr \geq 0,6$
19	$\bar{Nu}_D = 3,66 + \frac{0,0668(D/L) Re_D Pr}{1 + 0,04[(D/L) Re_D Pr]^{2/3}}$	Laminer, tam gelişmiş, giriş kısmı, $T_f = \text{sabit}$, $Pr \geq 0,6$
20	$f = 0,316 Re_D^{-1/4}$	Türbülanslı, Tam Gel. $2300 < Re < 20000$
21	$f = 0,184 Re_D^{-1/5}$	Türbülanslı, tam gelişmiş, $Re_D > 2 \times 10^4$
22	$Nu_D = 0,023 Re_D^{0,8} Pr^n$	Türb. tam gelişmiş, $0,6 \leq Pr \leq 160$, $Re_D \geq 10000$, $L/D \geq 10$, $T_f > T_s$ için $n=0,3$, $T_f < T_s$ için $n=0,4$
23	$\bar{Nu}_D = 0,116(Re_D^{2/3} - 125) Pr^{1/3} [1 + (D/L)^{2/3}] (\mu / \mu_s)^{0,14}$	Türbülanslı, ısı gelişmiş, hız gelişmemiş $0,6 \leq Pr \leq 1000$, $22300 < Re_D < 14 \times 10^4$, $L/D < 60$
24	$Nu_D = 0,027 Re_D^{4/5} Pr^{1/3} (\mu / \mu_s)^{0,14}$	Türbülanslı, tam gelişmiş, $Re_D \geq 10000$, $0,7 \leq Pr \leq 16700$, $L/D \geq 10$
Boru dışında boruya dik akış		
25	$\bar{Nu}_D = C Re_D^n Pr^{1/3}$	Ortalama, T_f , $0,4 < Re_D < 4 \times 10^5$, $Pr \geq 0,7$, Çiz. 4.1
26	$\bar{Nu}_D = C_1 Re_{D,\text{max}}^m Pr^{1/3}$	Boru demeti, ortalama, T_f , $N_L \geq 10$, $Pr \geq 0,7$, $2000 < Re_{D,\text{max}} < 4 \times 10^4$, C_1 ve m Çizelge 4.2'de
27	$\bar{Nu}_D = C Re_{D,\text{max}}^n Pr^{0,36} (Pr / Pr_s)^{1/4}$	Boru demeti, ortalama, T_f , $N_L \geq 20$, $1000 < Re_{D,\text{max}} < 2 \times 10^5$, $0,7 < Pr < 500$, Çiz. 4.3
28	$\bar{Nu}_D = C_2 \bar{Nu}_{D(N_L \geq 20)}$	Boru demeti, ortalama, T_f , $N_L < 20$, $1000 < Re_{D,\text{max}} < 2 \times 10^5$, $0,7 < Pr < 500$, Çiz. 4.4.
Küre üzerinde akış		
29	$\bar{Nu}_D = 2 + (0,4 Re_D^{1/2} + 0,06 Re_D^{2/3}) Pr^{0,4} (\mu / \mu_s)^{1/4}$	Ortalama, T_f , $3,5 < Re_D < 7,6 \times 10^4$, $0,71 < Pr < 380$, $1,0 < (\mu / \mu_s) < 3,2$