



BAHRİ BUDAK
TEKSTİL İŞLETMELERİNDE
MÜHENDİSLİK FORMÜLLERİ

AKIŞKANLAR • TERMODİNAMİK • ELEKTRİK

Formüller • Açıklamalı Örnekler • Tekstil Uygulamaları

Kapsam	20 akışkanlar, 23 termodinamik ve 22 elektrik hesabı
Yöntem	Her formülde değişken tanımı, SI birimi, adım adım örnek ve tekstil kullanım alanı
Hedef Kullanıcı	Boyahane, apre, enerji, bakım, laboratuvar, mühendislik ve yönetim ekipleri
Hazırlayan	Bahri Budak • Tekstil Boyama ve Apre Uzmanı

Teknik Bilgi • Doğru Birim • Ölçülebilir Proses • Enerji Verimliliği

DOKÜMANIN AMACI VE KAPSAMI

Bu doküman, tekstil işletmelerinde günlük olarak karşılaşılan su, hava, buhar, ısı, kurutma, pompa, fan, motor ve elektrik enerjisi hesaplarını ortak bir teknik dil altında toplamak amacıyla hazırlanmıştır.

“Tüm formüller” ifadesi, mühendislik bilimlerindeki sınırsız sayıdaki eşitlik yerine; örme, boyama, yıkama, apre, ramöz, sanfor, kazan, kompresör, su hazırlama ve yardımcı işletmelerde doğrudan kullanılan temel ve ileri seviye ana formülleri kapsamaktadır.

Tüm örnekler SI birimleriyle verilmiştir. Hesaplanan değerler ön boyutlandırma ve proses kontrolü içindir; ekipman seçimi üretici eğrileri, gerçek ölçümler, emniyet katsayıları ve yürürlükteki standartlarla doğrulanmalıdır.

TEMEL KULLANIM KURALI

- Birimleri formüle girmeden önce aynı sisteme dönüştürün.
- Mutlak basınç gereken yerde manometrik basınç kullanmayın.
- Gaz ve radyasyon hesaplarında sıcaklığı Kelvin olarak kullanın.
- Pompa, fan ve motor verimlerini çarpan olarak hesaba katın.
- Teorik sonucu gerçek sayaç, debimetre, basınç, sıcaklık ve enerji ölçümüyle karşılaştırın.

HIZLI BİRİM DÖNÜŞÜMLERİ

1 bar	100 kPa = 100.000 Pa \approx 10,2 mSS	1 m³/h	0,0002778 m ³ /s
1 kWh	3.600 kJ	1 kW	1 kJ/s
1 litre	0,001 m ³	1 g/L	1 kg/m ³
1 hp	yaklaşık 0,746 kW	1 mSS	yaklaşık 9,81 kPa
°C → K	K = °C + 273,15	1 ton/h	1.000 kg/h
1 Pa·s	1.000 cP	1 mm²	10 ⁻⁶ m ²

İÇİNDEKİLER

AKIŞKANLAR MEKANIĞI

A-01 Yoğunluk	A-02 Özgül ağırlık / bağıl yoğunluk	A-03 Basınç
A-04 Hidrostatik basınç	A-05 Hacimsel debi	A-06 Kütleli debi
A-07 Süreklilik ve boru hızı	A-08 Bernoulli enerji denklemi	A-09 Reynolds sayısı
A-10 Darcy-Weisbach boru kaybı	A-11 Yerel kayıplar	A-12 Toplam dinamik basma yüksekliği
A-13 Hidrolik güç	A-14 Pompa elektrik giriş gücü	A-15 Pompa benzerlik kanunları
A-16 Net pozitif emme yüksekliği	A-17 Tankta bekleme / çevrim süresi	A-18 Orifis / nozul debisi
A-19 Kimyasal dozaj hızı	A-20 Fan hava gücü	

TERMODİNAMİK VE ISI TRANSFERİ

T-01 Celsius-Kelvin dönüşümü	T-02 Duyulur ısı	T-03 Gerekli ısıtma gücü
T-04 Gizli ısı / buharlaşma ısı	T-05 Isıtma ve faz değişimi toplam enerjisi	T-06 Termodinamiğin birinci yasası
T-07 İdeal gaz denklemi	T-08 Gaz yoğunluğu	T-09 Buharın verdiği ısı
T-10 Buhar tüketimi	T-11 Isı iletimi	T-12 Taşınım ile ısı transferi
T-13 Işınlama ile ısı transferi	T-14 Genel ısı transferi	T-15 Logaritmik ortalama sıcaklık farkı
T-16 Eşanjör alanı	T-17 Isı geri kazanım etkinliği	T-18 Kazan verimi
T-19 Nem oranı	T-20 Nemli hava entalpisi	T-21 Havayla taşınan buharlaşma miktarı
T-22 Kurutma için yaklaşık enerji	T-23 Soğutma makinesi COP değeri	

ELEKTRİK VE MOTOR HESAPLARI

E-01 Ohm kanunu	E-02 İletken direnci	E-03 Doğru akım gücü
E-04 Tek faz aktif güç	E-05 Üç faz aktif güç	E-06 Görünür güç
E-07 Reaktif güç	E-08 Güç faktörü	E-09 Üç faz motor akımı
E-10 Elektrik enerjisi	E-11 Elektrik maliyeti	E-12 Motor / sistem verimi
E-13 Senkron devir	E-14 Asenkron motor kayması	E-15 Motor torku
E-16 Transformatör sarım oranı	E-17 Üç faz gerilim düşümü	E-18 Kablo bakır kaybı
E-19 Kompanzasyon kondansatörü ihtiyacı	E-20 Yük faktörü	E-21 Talep faktörü
E-22 Özgül elektrik tüketimi		

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

Su • flote • kimyasal • hava • pompa • fan

A-01 Yoğunluk	A-02 Özgül ağırlık / bağıl yoğunluk	A-03 Basınç
A-04 Hidrostatik basınç	A-05 Hacimsel debi	A-06 Kütleli debi
A-07 Süreklilik ve boru hızı	A-08 Bernoulli enerji denklemi	A-09 Reynolds sayısı
A-10 Darcy-Weisbach boru kaybı	A-11 Yerel kayıplar	A-12 Toplam dinamik basma yüksekliği
A-13 Hidrolik güç	A-14 Pompa elektrik giriş gücü	A-15 Pompa benzerlik kanunları
A-16 Net pozitif emme yüksekliği	A-17 Tankta bekleme / çevrim süresi	A-18 Orifis / nozul debisi
A-19 Kimyasal dozaj hızı	A-20 Fan hava gücü	

Her formül; SI birimleri, açıklama örneği ve tekstil prosesindeki kullanım yeriyle birlikte verilmiştir.

A-01 Yoğunluk

$$\rho = m / V \quad [\text{kg/m}^3]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- ρ : yoğunluk
- m: kütle (kg)
- V: hacim (m³)

ÖRNEK HESAP

500 kg kimyasal çözelti 0,45 m³ hacim kaplıyorsa:
 $\rho = 500 / 0,45 = 1.111 \text{ kg/m}^3$

TEKSTİLDE KULLANIM: Kimyasal tank hacmi, flotte kütlesi, boya ve yardımcı kimyasal çözeltilerinin gerçek ağırlığının hesaplanması.

A-02 Özgül ağırlık / bağıl yoğunluk

$$SG = \rho_{\text{madde}} / \rho_{\text{su}} \quad [\text{boyutsuz}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- SG: bağıl yoğunluk
- ρ_{madde} : sıvının yoğunluğu
- ρ_{su} : aynı sıcaklıktaki su yoğunluğu

ÖRNEK HESAP

$\rho_{\text{madde}} = 1.150 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{su}} = 998 \text{ kg/m}^3$:
 $SG = 1.150 / 998 = 1,152$

TEKSTİLDE KULLANIM: Kostik, asit, tuz ve kimyasal stok çözeltilerinin konsantrasyon kontrolü; tank seviye-kütle dönüşümü.

A-03 Basınç

$$p = F / A \quad [\text{Pa} = \text{N/m}^2]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- p: basınç
- F: yüzeye dik kuvvet (N)
- A: kuvvetin etki alanı (m²)

ÖRNEK HESAP

$$F = 4.000 \text{ N}, A = 0,02 \text{ m}^2:$$

$$p = 4.000 / 0,02 = 200.000 \text{ Pa} = 200 \text{ kPa}$$

TEKSTİLDE KULLANIM: Fular baskı kuvveti, pnömatik silindirler, filtre basıncı ve proses hatlarındaki basınç değerlendirmesi.

A-04 Hidrostatik basınç

$$p = \rho \cdot g \cdot h \quad [\text{Pa}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- ρ : sıvı yoğunluğu
- g: yerçekimi ivmesi $\approx 9,81 \text{ m/s}^2$
- h: sıvı yüksekliği (m)

ÖRNEK HESAP

6 m su sütunu için:

$$p = 1.000 \times 9,81 \times 6 = 58.860 \text{ Pa} = 58,9 \text{ kPa}$$

TEKSTİLDE KULLANIM: Su depoları, boya mutfağı tankları, yumuşak su havuzları ve seviye sensörlerinin basınçla kalibrasyonu.

A-05 Hacimsel debi

$$Q = V / t \quad [\text{m}^3/\text{s} \text{ veya } \text{m}^3/\text{h}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- Q: hacimsel debi
- V: taşınan hacim
- t: süre

ÖRNEK HESAP

12 m³ su 10 dakikada aktarılırsa:
 $Q = 12 / (10/60) = 72 \text{ m}^3/\text{h}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Jet dolum-boşaltım süreleri, yıkama suyu tüketimi, pompa kapasitesi ve ramöz hava debisi.

A-06 Kütlesel debi

$$\dot{m} = \rho \cdot Q \quad [\text{kg}/\text{s} \text{ veya } \text{kg}/\text{h}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- \dot{m} : kütlesel debi
- ρ : yoğunluk
- Q: hacimsel debi

ÖRNEK HESAP

Su için $\rho = 998 \text{ kg}/\text{m}^3$ ve $Q = 0,020 \text{ m}^3/\text{s}$:
 $\dot{m} = 998 \times 0,020 = 19,96 \text{ kg}/\text{s}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Buhar, su, hava ve kimyasal akışlarının enerji ve madde dengelerinde kullanılması.

A-07 Süreklilik ve boru hızı

$$Q = A \cdot v \quad \text{ve} \quad v = 4Q / (\pi D^2) \quad [\text{m/s}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- A: boru kesit alanı
- v: ortalama hız
- D: iç çap
- Q: debi

ÖRNEK HESAP

$$Q = 0,010 \text{ m}^3/\text{s}, D = 0,080 \text{ m}:$$

$$v = 4 \times 0,010 / (\pi \times 0,080^2) = 1,99 \text{ m/s}$$

TEKSTİLDE KULLANIM: Boya makinesi ana pompa hattı, yıkama hatları, kimyasal dozaj boruları ve eşanjör devrelerinin çaplandırılması.

A-08 Bernoulli enerji denklemi

$$p/(\rho g) + v^2/(2g) + z = \text{sabit} \quad [\text{m akışkan sütunu}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- $p/(\rho g)$: basınç yüksekliği
- $v^2/(2g)$: hız yüksekliği
- z: kot yüksekliği

ÖRNEK HESAP

Yatay hatta hız 1 m/s'den 3 m/s'ye çıkarsa:

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) = 4.000 \text{ Pa} = 4 \text{ kPa}$$

TEKSTİLDE KULLANIM: Düze, venturi, daralan boru, filtre ve eşanjörlerde hız-basınç dönüşümünün anlaşılması.

A-09 Reynolds sayısı

$$Re = \rho \cdot v \cdot D / \mu \quad [\text{boyutsuz}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- μ : dinamik viskozite (Pa·s)
- ρ : yoğunluk
- v: hız
- D: karakteristik çap

ÖRNEK HESAP

$\rho=1.000$, $v=1,5$ m/s, $D=0,05$ m, $\mu=0,001$ Pa·s:
 $Re = 75.000 \rightarrow$ türbülanslı akış

TEKSTİLDE KULLANIM: Boru sürtünmesi, karışım kalitesi, ısı transferi ve kimyasal dozaj hatlarında akış rejiminin belirlenmesi.

A-10 Darcy-Weisbach boru kaybı

$$\Delta p = f \cdot (L/D) \cdot (\rho v^2/2) \quad [\text{Pa}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- f: Darcy sürtünme katsayısı
- L: boru uzunluğu
- D: iç çap
- v: hız

ÖRNEK HESAP

$f=0,025$; $L=40$ m; $D=0,05$ m; $v=1,5$ m/s:
 $\Delta p = 22.500$ Pa = 22,5 kPa

TEKSTİLDE KULLANIM: Pompa basma yüksekliği, su dağıtım hattı ve boya makinesi sirkülasyon devresindeki enerji kayıpları.

A-11 Yerel kayıplar

$$\Delta p_{\text{yerel}} = K \cdot (\rho v^2/2) \quad [\text{Pa}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- K: dirsek, vana, filtre vb. yerel kayıp katsayısı
- v: boru hızı

ÖRNEK HESAP

Toplam K=5, $\rho=1.000 \text{ kg/m}^3$, $v=1,5 \text{ m/s}$:
 $\Delta p = 5.625 \text{ Pa} = 5,63 \text{ kPa}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Vana, çekvalf, dirsek, filtre, nozul ve makine bağlantılarının toplam basınç kaybına etkisi.

A-12 Toplam dinamik basma yüksekliği

$$H_T = H_{\text{stat}} + H_{\text{basınç}} + H_{\text{kayıp}} \quad [\text{m}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- H_stat: kot farkı
- H_basınç: istenen çıkış basıncı eşdeğeri
- H_kayıp: boru ve yerel kayıplar

ÖRNEK HESAP

8 m statik + 12 m basınç + 6 m kayıp:
 $H_T = 8 + 12 + 6 = 26 \text{ m}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Kuyu, yumuşak su, boya mutfağı, jet ve eşanjör pompalarının doğru seçimi.

A-13 Hidrolik güç

$$P_h = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad [W]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- Q: debi (m³/s)
- H: toplam basma yüksekliği (m)
- ρ: yoğunluk

ÖRNEK HESAP

Q=0,020 m³/s ve H=30 m için:

$$P_h = 1.000 \times 9,81 \times 0,020 \times 30 = 5,89 \text{ kW}$$

TEKSTİLDE KULLANIM: Pompa shaft gücü ve motor gücü seçiminden önce akışkana aktarılan gerçek gücün hesaplanması.

A-14 Pompa elektrik giriş gücü

$$P_e = P_h / (\eta_p \cdot \eta_m) \quad [kW]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- η_p: pompa verimi
- η_m: motor verimi
- P_h: hidrolik güç

ÖRNEK HESAP

P_h=5,89 kW, η_p=0,72, η_m=0,90:

$$P_e = 5,89 / (0,72 \times 0,90) = 9,08 \text{ kW}$$

TEKSTİLDE KULLANIM: Jet ana pompası, su pompası ve sirkülasyon pompalarının gerçek elektrik tüketimi.

A-15 Pompa benzerlik kanunları

$$Q_2/Q_1=N_2/N_1; H_2/H_1=(N_2/N_1)^2; P_2/P_1=(N_2/N_1)^3 \quad [\text{oran}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- N: devir sayısı
- Q: debi
- H: basma yüksekliği
- P: güç

ÖRNEK HESAP

Devir %80'e düşürülürse, $Q_1=80 \text{ m}^3/\text{h}$, $H_1=30 \text{ m}$, $P_1=15 \text{ kW}$:
 $Q_2=64 \text{ m}^3/\text{h}$; $H_2=19,2 \text{ m}$; $P_2=7,68 \text{ kW}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Frekans konvertörlü pompa ve fanlarda hız azaltımının debi, basınç ve enerjiye etkisi.

A-16 Net pozitif emme yüksekliği

$$\text{NPSH}_a = p_{\text{abs}}/(\rho g) + z - h_f - p_v/(\rho g) \quad [\text{m}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- p_{abs} : emme yüzeyindeki mutlak basınç
- z: seviye farkı
- h_f : emme kaybı
- p_v : buhar basıncı

ÖRNEK HESAP

60 °C su, $z=3 \text{ m}$, emme kaybı=1 m için:
 $\text{NPSH}_a \approx 10,44 \text{ m}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Sıcak su, boya banyosu ve kondens pompalarında kavitasyon riskinin kontrolü.

A-17 Tankta bekleme / çevrim süresi

$$t = V / Q \quad [\text{h veya min}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- V: tank veya makine hacmi
- Q: giriş/çıkış debisi

ÖRNEK HESAP

$$V=25 \text{ m}^3, Q=50 \text{ m}^3/\text{h}:$$

$$t = 25/50 = 0,5 \text{ h} = 30 \text{ dakika}$$

TEKSTİLDE KULLANIM: Kimyasal tank karışım süresi, jet flotte çevrim süresi ve su depolarının yenilenme süresi.

A-18 Orifis / nozul debisi

$$Q = C_d \cdot A \cdot \sqrt{(2\Delta p/\rho)} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- C_d: debi katsayısı
- A: orifis alanı
- Δp: basınç farkı

ÖRNEK HESAP

$$C_d=0,62; A=0,0005 \text{ m}^2; \Delta p=100 \text{ kPa}:$$

$$Q = 0,00438 \text{ m}^3/\text{s} = 15,78 \text{ m}^3/\text{h}$$

TEKSTİLDE KULLANIM: Jet düze debisi, sprej nozulları, kimyasal enjeksiyon ve ölçüm orifisleri.

A-19 Kimyasal dozaj hızı

$$\dot{m}_{kim} = C \cdot Q \quad [\text{kg/h}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- C: hedef konsantrasyon (kg/m^3)
- Q: su veya flotte debisi (m^3/h)

ÖRNEK HESAP

2 g/L = 2 kg/m^3 ve Q=20 m^3/h :
 $\dot{m}_{kim} = 2 \times 20 = 40 \text{ kg/h}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Kontinü yıkama, ramöz apre banyosu, pH kontrolü ve otomatik kimyasal dozaj sistemleri.

A-20 Fan hava gücü

$$P = Q_{\text{hava}} \cdot \Delta p / \eta_f \quad [\text{W}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- Q_hava: hava debisi (m^3/s)
- Δp : toplam basınç farkı (Pa)
- η_f : fan toplam verimi

ÖRNEK HESAP

Q=8 m^3/s , $\Delta p=1.200 \text{ Pa}$, $\eta=0,65$:
 $P = 8 \times 1.200 / 0,65 = 14,77 \text{ kW}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Ramöz sirkülasyon fanları, egzoz fanları, kurutma makineleri ve havalandırma sistemleri.

TERMODİNAMİK VE ISI TRANSFERİ

Buhar • sıcak su • kurutma • nemli hava • ısı geri kazanımı

T-01 Celsius-Kelvin dönüşümü	T-02 Duyulur ısı	T-03 Gerekli ısıtma gücü
T-04 Gizli ısı / buharlaşma ısı	T-05 Isıtma ve faz değişimi toplam enerjisi	T-06 Termodinamiğin birinci yasası
T-07 İdeal gaz denklemi	T-08 Gaz yoğunluğu	T-09 Buharın verdiği ısı
T-10 Buhar tüketimi	T-11 Isı iletimi	T-12 Taşınım ile ısı transferi
T-13 Işınım ile ısı transferi	T-14 Genel ısı transferi	T-15 Logaritmik ortalama sıcaklık farkı
T-16 Eşanjör alanı	T-17 Isı geri kazanım etkinliği	T-18 Kazan verimi
T-19 Nem oranı	T-20 Nemli hava entalpisi	T-21 Havayla taşınan buharlaşma miktarı
T-22 Kurutma için yaklaşık enerji	T-23 Soğutma makinesi COP değeri	

Her formül; SI birimleri, açıklamalı örnek ve tekstil prosesindeki kullanım yeriyile birlikte verilmiştir.

T-01 Celsius-Kelvin dönüşümü

$$T(K) = t(^{\circ}C) + 273,15 \quad [K]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- Kelvin mutlak sıcaklık ölçөгüdür
- Sıcaklık farklarında $1 K = 1 ^{\circ}C$

ÖRNEK HESAP

130 °C için:
 $T = 130 + 273,15 = 403,15 K$

TEKSTİLDE KULLANIM: İdeal gaz, radyasyon, termodinamik ve psikrometrik hesaplarda mutlak sıcaklık kullanımı.

T-02 Duyulur ısı

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T \quad [kJ]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- m: kütle (kg)
- c_p : özgül ısı (kJ/kg·K)
- ΔT : sıcaklık farkı

ÖRNEK HESAP

5.000 kg suyu 30 °C'den 80 °C'ye ısıtma:
 $Q = 5.000 \times 4,18 \times 50 = 1.045.000 kJ = 290,3 kWh_{th}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Jet banyosu, sıcak yıkama, kasar, boya ve sıcak su hazırlama enerji hesabı.

T-03 Gerekli ısıtma gücü

$$P = Q / t \quad [\text{kW}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- Q: ısı enerjisi (kJ)
- t: süre (s)
- 1 kW = 1 kJ/s

ÖRNEK HESAP

1.045.000 kJ 45 dakikada verilirse:
 $P = 1.045.000 / 2.700 = 387 \text{ kW}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Eşanjör kapasitesi, buhar vana çapı ve proses ısıtma süresinin kontrolü.

T-04 Gizli ısı / buharlaşma ısı

$$Q = m \cdot h_{fg} \quad [\text{kJ}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- h_{fg} : faz değişim gizli ısı
- m: buharlaşan veya yoğuşan kütle

ÖRNEK HESAP

300 kg suyu buharlaştırmak için $h_{fg} \approx 2.257 \text{ kJ/kg}$:
 $Q = 300 \times 2.257 = 677.100 \text{ kJ} = 188,1 \text{ kWh}_{th}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Ramöz, kurutma, sanfor ve buhar tüketiminde kumaştan uzaklaştırılan suyun enerji yükü.

T-05 Isıtma ve faz değişimi toplam enerjisi

$$Q_{top} = m \cdot c_p \cdot \Delta T + m \cdot h_{fg} \quad [kJ]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- İlk terim duyuşur ısı
- İkinci terim faz değişim ısısı

ÖRNEK HESAP

1.000 kg suyu 20 °C'den 100 °C'ye getirip buharlaştırma:
 $Q_{top} = 1.000 \times 4,18 \times 80 + 1.000 \times 2.257 = 2.591.400 \text{ kJ}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Kurutma yükü, buhar üretimi ve atk ısı geri kazanım potansiyeli.

T-06 Termodinamiğin birinci yasası

$$\Delta U = Q - W \quad [kJ]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- ΔU : iç enerji değişimi
- Q: sisteme verilen ısı
- W: sistemin yaptığı iş

ÖRNEK HESAP

Sisteme 500 kJ ısı verilip 120 kJ iş alınırsa:
 $\Delta U = 500 - 120 = 380 \text{ kJ}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Kazan, kompresör, pompa, kurutucu ve kapalı proses ekipmanlarında enerji dengesi.

T-07 İdeal gaz denklemleri

$$pV = mRT \quad [\text{uyumlu SI birimleri}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- p: mutlak basınç
- V: hacim
- m: gaz kütlesi
- R: özgül gaz sabiti
- T: Kelvin

ÖRNEK HESAP

10 m³ hava, 6 bar mutlak, 40 °C; R=0,287 kPa·m³/kg·K:
 $m = pV/(RT) = 66,76 \text{ kg}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Kompresör hava depoları, pnömatik sistemler, kurutma havası ve yanma havası hesapları.

T-08 Gaz yoğunluğu

$$\rho = p / (R \cdot T) \quad [\text{kg/m}^3]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- p: mutlak basınç
- R: özgül gaz sabiti
- T: mutlak sıcaklık

ÖRNEK HESAP

6 bar mutlak ve 40 °C hava için:
 $\rho = 600/(0,287 \times 313,15) = 6,68 \text{ kg/m}^3$

TEKSTİLDE KULLANIM: Basınçlı hava tüketiminin normal ve çalışma şartları arasında dönüştürülmesi.

T-09 Buharın verdiği ısı

$$Q = \dot{m}_s \cdot (h_g - h_k) \quad [\text{kW}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- \dot{m}_s : buhar debisi (kg/s)
- h_g : giriş buhar entalpisi
- h_k : çıkan kondens entalpisi

ÖRNEK HESAP

400 kg/h buhar ve kullanılabilir entalpi farkı 2.200 kJ/kg:
 $\dot{Q} = 400 \times 2.200 / 3.600 = 244,4 \text{ kW}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Jet eşanjörü, ramöz bataryası, sıcak su tankı ve proses buhar tüketimi.

T-10 Buhar tüketimi

$$\dot{m}_s = Q / \Delta h \quad [\text{kg/s veya kg/h}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- \dot{Q} : proses ısı yükü
- Δh : buhar-kondens kullanılabilir entalpi farkı

ÖRNEK HESAP

500 kW ısı yükü ve $\Delta h = 2.200 \text{ kJ/kg}$:
 $\dot{m}_s = 500 \times 3.600 / 2.200 = 818 \text{ kg/h}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Buhar hattı, vana, kondenstop ve kazan kapasitesi seçiminde proses bazlı tüketim.

T-11 Isı İletimi

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta T / L \quad [W]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- k: ısı iletkenlik
- A: alan
- L: kalınlık
- ΔT : sıcaklık farkı

ÖRNEK HESAP

$k=0,045 \text{ W/mK}$, $A=100 \text{ m}^2$, $L=0,05 \text{ m}$, $\Delta T=60 \text{ K}$:
 $\dot{Q} = 5,4 \text{ kW}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Boru, tank, ramöz ve kazan izolasyon kayıpları ile izolasyon kalınlığı değerlendirmesi.

T-12 Taşınım İle Isı Transferi

$$Q = h \cdot A \cdot \Delta T \quad [W]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- h: taşınım katsayısı
- A: yüzey alanı
- ΔT : yüzey-akışkan sıcaklık farkı

ÖRNEK HESAP

$h=25 \text{ W/m}^2\text{K}$, $A=80 \text{ m}^2$, $\Delta T=40 \text{ K}$:
 $\dot{Q} = 80 \text{ kW}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Ramöz kamarası, kurutma, hava-su eşanjörleri ve sıcak yüzeylerden havaya ısı geçişi.

T-13 Işınım ile ısı transferi

$$Q = \varepsilon \sigma A (T_1^4 - T_2^4) \quad [\text{W}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- ε : yayma katsayısı
- σ : $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$
- T: Kelvin

ÖRNEK HESAP

$\varepsilon=0,8$; $A=20 \text{ m}^2$; $T_1=200 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_2=30 \text{ }^\circ\text{C}$:
 $\dot{Q} \approx 37,8 \text{ kW}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Ramöz sıcak yüzeyleri, kazan, baca ve yüksek sıcaklıklı ekipmanların ısı kaybı.

T-14 Genel ısı transferi

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_m \quad [\text{W}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- U: toplam ısı geçiş katsayısı
- A: ısı transfer alanı
- ΔT_m : ortalama sıcaklık farkı

ÖRNEK HESAP

$U=0,8 \text{ kW/m}^2\text{K}$, $A=60 \text{ m}^2$, $\Delta T_m=35 \text{ K}$:
 $\dot{Q} = 1.680 \text{ kW}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Plakalı, borulu ve serpantin eşanjörlerinin kapasite kontrolü.

T-15 Logaritmik ortalama sıcaklık farkı

$$\Delta T_{lm} = (\Delta T_1 - \Delta T_2) / \ln(\Delta T_1 / \Delta T_2) \quad [K]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- ΔT_1 ve ΔT_2 : eşanjörün iki ucundaki sıcaklık farkları

ÖRNEK HESAP

$$\Delta T_1 = 80 \text{ K}, \Delta T_2 = 40 \text{ K}$$

$$\Delta T_{lm} = 57,71 \text{ K}$$

TEKSTİLDE KULLANIM: Karşı akışlı veya paralel akışlı eşanjörlerde gerçek ortalama itici sıcaklık farkı.

T-16 Eşanjör alanı

$$A = Q / (U \cdot \Delta T_{lm}) \quad [m^2]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- \dot{Q} : ısı yükü
- U: toplam ısı geçiş katsayısı
- ΔT_{lm} : logaritmik ortalama fark

ÖRNEK HESAP

$$\dot{Q} = 500 \text{ kW}, U = 0,9 \text{ kW/m}^2\text{K}, \Delta T_{lm} = 57,71 \text{ K}$$

$$A = 9,63 \text{ m}^2$$

TEKSTİLDE KULLANIM: Boya banyosu, sıcak su ve ısı geri kazanım eşanjörlerinin ön boyutlandırması.

T-17 Isı geri kazanım etkinliği

$$\varepsilon = (T_{\text{soğuk},\text{ç}} - T_{\text{soğuk},\text{g}}) / (T_{\text{sıcak},\text{g}} - T_{\text{soğuk},\text{g}}) \quad [\% \text{ veya oran}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- g: giriş
- ç: çıkış
- ε: etkinlik

ÖRNEK HESAP

Soğuk hava 20→55 °C, sıcak egzoz girişi 100 °C:
 $\varepsilon = (55-20)/(100-20) = 0,4375 = \%43,8$

TEKSTİLDE KULLANIM: Ramöz havadan havaya geri kazanım, sıcak atık su eşanjörü ve kazan ekonomizeri.

T-18 Kazan verimi

$$\eta_{\text{kazan}} = Q_{\text{faydalı}} / Q_{\text{yakıt}} \quad [\%]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- Q_faydalı: buhar veya sıcak suya aktarılan enerji
- Q_yakıt: yakıtın enerji girişi

ÖRNEK HESAP

8.000 kW faydalı çıkış, 9.300 kW yakıt girişi:
 $\eta = 8.000/9.300 = \%86,0$

TEKSTİLDE KULLANIM: Buhar maliyeti, baca kaybı, yanma ayarı ve yakıt performansı.

T-19 Nem oranı

$$W = 0,622 \cdot p_v / (p - p_v) \quad [\text{kg su/kg kuru hava}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- p_v : su buharı kısmi basıncı
- p : toplam mutlak basınç

ÖRNEK HESAP

$p_v=2,0$ kPa, $p=101,325$ kPa:
 $W = 0,0125$ kg/kg kuru hava

TEKSTİLDE KULLANIM: Ramöz ve kurutucularda havanın taşıdığı su miktarı, egzoz ayarı ve psikrometrik analiz.

T-20 Nemli hava entalpisi

$$h = 1,006T + W(2.501 + 1,86T) \quad [\text{kJ/kg kuru hava}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- T : kuru termometre sıcaklığı (°C)
- W : nem oranı (kg/kg)

ÖRNEK HESAP

$T=60$ °C, $W=0,020$ kg/kg:
 $h = 112,6$ kJ/kg kuru hava

TEKSTİLDE KULLANIM: Ramöz hava ısıtma yükü, egzoz enerji kaybı, ısı geri kazanımı ve kurutma dengesi.

T-21 Havayla taşınan buharlaşma miktarı

$$\dot{m}_{su} = \dot{m}_{kuru_hava} \cdot (W_2 - W_1) \quad [\text{kg/h}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- \dot{m}_{kuru_hava} : kuru hava debisi
- W_1, W_2 : giriş ve çıkış nem oranları

ÖRNEK HESAP

5.000 kg/h kuru hava, $\Delta W=0,012$ kg/kg:
 $\dot{m}_{su} = 60$ kg/h

TEKSTİLDE KULLANIM: Ramöz, kurutma ve tumbler proseslerinde gerçek su uzaklaştırma kapasitesi.

T-22 Kurutma için yaklaşık enerji

$$Q = \dot{m}_{su} \cdot h_{fg} / \eta_{kurutma} \quad [\text{kW}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- \dot{m}_{su} : buharlaştırılan su (kg/h)
- h_{fg} : çalışma sıcaklığındaki buharlaşma ısısı
- η : kurutma verimi

ÖRNEK HESAP

600 kg/h su, $h_{fg}=2.350$ kJ/kg, $\eta=0,65$:
 $\dot{Q} = 602,6$ kW

TEKSTİLDE KULLANIM: Ramöz, kurutma ve sanfor kapasitesi ile doğal gaz/buhar tüketiminin tahmini.

T-23 Soğutma makinesi COP değeri

$$\text{COP} = Q_{\text{soğutma}} / P_{\text{elektrik}} \quad [\text{boyutsuz}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- $Q_{\text{soğutma}}$: üretilen soğutma kapasitesi
- P_{elektrik} : kompresör ve yardımcılarının gücü

ÖRNEK HESAP

350 kW soğutma, 100 kW elektrik:
COP = 3,5

TEKSTİLDE KULLANIM: Chiller, klima, laboratuvar iklimlendirmesi ve proses soğutma sistemlerinin enerji performansı.

ELEKTRİK VE MOTOR HESAPLARI

Motor • kablo • trafo • güç faktörü • enerji maliyeti

E-01 Ohm kanunu	E-02 İletken direnci	E-03 Doğru akım gücü
E-04 Tek faz aktif güç	E-05 Üç faz aktif güç	E-06 Görünür güç
E-07 Reaktif güç	E-08 Güç faktörü	E-09 Üç faz motor akımı
E-10 Elektrik enerjisi	E-11 Elektrik maliyeti	E-12 Motor / sistem verimi
E-13 Senkron devir	E-14 Asenkron motor kayması	E-15 Motor torku
E-16 Transformatör sarım oranı	E-17 Üç faz gerilim düşümü	E-18 Kablo bakır kaybı
E-19 Kompanzasyon kondansatörü ihtiyacı	E-20 Yük faktörü	E-21 Talep faktörü
E-22 Özgül elektrik tüketimi		

Her formül; SI birimleri, açıklamalı örnek ve tekstil prosesindeki kullanım yeriyle birlikte verilmiştir.

E-01 Ohm kanunu

$$V = I \cdot R \quad [V]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- V: gerilim
- I: akım
- R: direnç

ÖRNEK HESAP

V=400 V, R=20 Ω:
I = V/R = 20 A

TEKSTİLDE KULLANIM: Isıtıcı, sensör, kontrol devresi ve elektrik arızalarında temel akım-gerilim kontrolü.

E-02 İletken direnci

$$R = \rho_e \cdot L / A \quad [\Omega]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- ρ_e : özdirenç
- L: iletken uzunluğu
- A: kesit alanı

ÖRNEK HESAP

Bakır için $\rho_e \approx 0,0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$; L=50 m; A=10 mm²:
R = 0,0875 Ω

TEKSTİLDE KULLANIM: Motor besleme kablosu, ısıtıcı hattı ve pano-kablo boyutlandırmasında gerilim düşümü hesabı.

E-03 Doğru akım gücü

$$P = V \cdot I = I^2R = V^2/R \quad [W]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- DC devrelerde güç faktörü yoktur
- Uygun eşitlik bilinen büyüklüklere göre seçilir

ÖRNEK HESAP

24 V ve 10 A:
 $P = 24 \times 10 = 240 \text{ W}$

TEKSTİLDE KULLANIM: PLC, sensör, valf bobini, otomasyon beslemesi ve DC güç kaynakları.

E-04 Tek faz aktif güç

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \quad [W]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- $\cos\phi$: güç faktörü
- V: RMS gerilim
- I: RMS akım

ÖRNEK HESAP

230 V, 12 A, $\cos\phi=0,90$:
 $P = 2,484 \text{ kW}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Küçük pompalar, laboratuvar cihazları, aydınlatma ve tek fazlı yardımcı ekipmanlar.

E-05 Üç faz aktif güç

$$P = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos\varphi \quad [\text{W}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- V_L : hatlar arası gerilim
- I_L : hat akımı
- $\cos\varphi$: güç faktörü

ÖRNEK HESAP

400 V, 50 A, $\cos\varphi=0,85$:
 $P = 29,45 \text{ kW}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Jet, ramöz, kompresör, fan, pompa ve tüm üç fazlı motorların elektrik gücü.

E-06 Görünür güç

$$S = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \quad [\text{VA veya kVA}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- S : trafo ve kabloyu yükleyen toplam görünür güç

ÖRNEK HESAP

400 V ve 50 A:
 $S = 34,64 \text{ kVA}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Trafo, jeneratör, pano, şalter ve kablo kapasitesinin belirlenmesi.

E-07 Reaktif güç

$$Q = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \sin\varphi \quad [\text{var veya kvar}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- Q: manyetik alan için gereken fakat işe dönüşmeyen güç
- $\sin\varphi = \sqrt{1-\cos^2\varphi}$

ÖRNEK HESAP

400 V, 50 A, $\cos\varphi=0,85$:
Q = 18,25 kvar

TEKSTİLDE KULLANIM: Kompanzasyon ihtiyacı, trafo yükü ve elektrik faturasında reaktif ceza riskinin analizi.

E-08 Güç faktörü

$$\cos\varphi = P / S \quad [\text{boyutsuz}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- P: aktif güç
- S: görünür güç

ÖRNEK HESAP

P=29,45 kW, S=34,64 kVA:
 $\cos\varphi = 0,85$

TEKSTİLDE KULLANIM: Motor, kompresör ve fan hatlarında kompanzasyon ve sistem kapasitesinin etkin kullanımı.

E-09 Üç faz motor akımı

$$I = P_{\text{out}} / (\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi \cdot \eta) \quad [\text{A}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- P_out: motor mil gücü
- η: motor verimi
- cosφ: güç faktörü

ÖRNEK HESAP

75 kW, 400 V, cosφ=0,88, η=0,93:
I ≈ 132,3 A

TEKSTİLDE KULLANIM: Motor şalteri, kontaktör, kablo ve frekans konvertörü ön boyutlandırması.

E-10 Elektrik enerjisi

$$E = P \cdot t \quad [\text{kWh}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- P: ortalama güç (kW)
- t: çalışma süresi (h)

ÖRNEK HESAP

45 kW ekipman 20 saat çalışırsa:
E = 900 kWh

TEKSTİLDE KULLANIM: Makine, vardiya, proses ve bölüm bazında enerji tüketiminin hesaplanması.

E-11 Elektrik maliyeti

$$\text{Maliyet} = E \cdot \text{Birim fiyat} \quad [\text{para birimi}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- E: tüketilen enerji
- Birim fiyat: sözleşmeye göre TL/kWh vb.

ÖRNEK HESAP

900 kWh ve 4,20 TL/kWh:
Maliyet = 3.780 TL

TEKSTİLDE KULLANIM: Sipariş maliyeti, makine saat maliyeti, enerji bütçesi ve yatırım geri ödeme hesabı.

E-12 Motor / sistem verimi

$$\eta = P_{\text{out}} / P_{\text{in}} \quad [\%]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- P_out: faydalı çıkış gücü
- P_in: elektrik giriş gücü

ÖRNEK HESAP

90 kW girişten 82 kW mil gücü elde edilirse:
 $\eta = 82/90 = \%91,1$

TEKSTİLDE KULLANIM: Motor, pompa, fan, kompresör ve tahrik zincirinin enerji performansı.

E-13 Senkron devir

$$n_s = 120 \cdot f / p \quad [\text{dev/dak}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- f: şebeke frekansı (Hz)
- p: motor kutup sayısı

ÖRNEK HESAP

50 Hz, 4 kutuplu motor:
 $n_s = 1.500 \text{ dev/dak}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Pompa, fan, ramöz zinciri, sanfor ve diğer motorlu ekipmanların nominal hız kontrolü.

E-14 Asenkron motor kayması

$$s = (n_s - n) / n_s \quad [\% \text{ veya oran}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- n_s : senkron devir
- n: gerçek rotor devri

ÖRNEK HESAP

$n_s=1.500 \text{ dev/dak}$, $n=1.450 \text{ dev/dak}$:
 $s = \%3,33$

TEKSTİLDE KULLANIM: Motor yüklenmesi, mekanik sıkışma ve motor performansının değerlendirilmesi.

E-15 Motor torku

$$T = 9.550 \cdot P(\text{kW}) / n(\text{dev/dak}) \quad [\text{N}\cdot\text{m}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- P: mil gücü
- n: mekanik devir

ÖRNEK HESAP

75 kW ve 1.450 dev/dak:
T = 494 N·m

TEKSTİLDE KULLANIM: Ramöz zinciri, sanfor, sıkma, tambur, pompa ve fan tahriklerinin mekanik yük hesabı.

E-16 Transformatör sarım oranı

$$V_1/V_2 = N_1/N_2 = I_2/I_1 \quad [\text{oran}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- V: gerilim
- N: sarım sayısı
- I: akım

ÖRNEK HESAP

400 V / 100 V dönüşümünde:
N₁/N₂ = 4

TEKSTİLDE KULLANIM: Kontrol trafoları, pano yardımcı gerilimleri ve ölçü trafolarının temel ilişkisi.

E-17 Üç faz gerilim düşümü

$$\Delta V \approx \sqrt{3} \cdot I \cdot R_{\text{hat}} \cdot \cos\phi \quad [\text{V}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- R_hat: hattın toplam faz direnci
- I: akım
- cosφ: güç faktörü

ÖRNEK HESAP

I=80 A, R_hat=0,20 Ω, cosφ=0,90:

ΔV = 24,94 V = %6,24 (400 V sistemde)

TEKSTİLDE KULLANIM: Uzun motor hatları, kuyu pompaları, ramöz ve yardımcı işletmelerde kablo kesiti kontrolü.

E-18 Kablo bakır kaybı

$$P_{\text{kayıp}} = 3 \cdot I^2 \cdot R_{\text{hat}} \quad [\text{W}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- I: hat akımı
- R_hat: bir faz hattının toplam direnci

ÖRNEK HESAP

I=80 A ve R_hat=0,20 Ω:

P_kayıp = 3,84 kW

TEKSTİLDE KULLANIM: Kablo ısınması, enerji kaybı ve kesit artırmanın ekonomik etkisi.

E-19 Kompanzasyon kondansatörü ihtiyacı

$$Q_c = P \cdot (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) \quad [\text{kvar}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- φ_1 : mevcut güç faktörü açısı
- φ_2 : hedef güç faktörü açısı

ÖRNEK HESAP

$P=100 \text{ kW}$, $\cos\varphi_1=0,75$, $\cos\varphi_2=0,95$:
 $Q_c \approx 55,3 \text{ kvar}$

TEKSTİLDE KULLANIM: Motor ağırlıklı tekstil tesislerinde merkezi veya lokal kompanzasyon kapasitesi.

E-20 Yük faktörü

$$\text{Yük faktörü} = E / (P_{\text{maks}} \cdot t) \quad [\%]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- E: dönem enerjisi
- P_{maks} : maksimum talep
- t: dönem süresi

ÖRNEK HESAP

$E=18.000 \text{ kWh}$, $P_{\text{maks}}=1.200 \text{ kW}$, $t=24 \text{ h}$:
 Yük faktörü = %62,5

TEKSTİLDE KULLANIM: Trafo ve sözleşme gücünün ne kadar düzenli kullanıldığını değerlendirme.

E-21 Talep faktörü

$$\text{Talep faktörü} = P_{\text{maks}} / P_{\text{bağlı}} \quad [\%]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- P_maks: ölçülen maksimum talep
- P_bağlı: tesisin toplam bağlı gücü

ÖRNEK HESAP

P_maks=1.200 kW, bağlı güç=1.800 kW:
Talep faktörü = %66,7

TEKSTİLDE KULLANIM: Trafo, jeneratör ve ana dağıtım sistemi kapasite planlaması.

E-22 Özgül elektrik tüketimi

$$\text{SEC} = E / \text{Üretim} \quad [\text{kWh/kg veya kWh/ton}]$$

DEĞİŞKENLER VE AÇIKLAMA

- E: bölüm veya tesis tüketimi
- Üretim: aynı dönemin net üretimi

ÖRNEK HESAP

25.000 kWh ile 30.000 kg üretim:
SEC = 0,833 kWh/kg = 833 kWh/ton

TEKSTİLDE KULLANIM: Boyahane, apre, kompresör ve toplam tesis enerji performansının kıyaslanması.

TEKSTİLDE HIZLI UYGULAMA HARİTASI

Boyahane / Jet	Debi, hız, basınç kaybı, pompa gücü, NPSH, duyulur ısı, buhar tüketimi, motor akımı.
Ramöz / Kurutma	Fan gücü, nemli hava entalpisi, buharlaşma miktarı, kurutma enerjisi, ısı geri kazanımı.
Kazan / Buhar	Kazan verimi, buhar entalpisi, buhar tüketimi, kondens enerjisi, baca ve izolasyon kayıpları.
Su Hazırlama	Hidrostatik basınç, debi, tank süresi, pompa basma yüksekliği, özgül enerji.
Kompresör / Hava	İdeal gaz, gaz yoğunluğu, üç faz güç, motor akımı, enerji ve özgül tüketim.
Elektrik / Bakım	Güç faktörü, kompanzasyon, kablo kaybı, gerilim düşümü, motor torku ve kayma.

TEKNİK KAYNAKLAR

- NIST SP 811 ve NIST SP 330 — SI birimleri, semboller ve dönüşüm kuralları.
- NASA Glenn Research Center — Bernoulli denklemi, Reynolds sayısı ve akışkanlar mekaniği temel ilişkileri.
- U.S. Department of Energy — Improving Pumping System Performance ve değişken hızlı pompalama rehberleri.
- U.S. Department of Energy — Improving Steam System Performance ve Process Heating Sourcebook.
- ASHRAE — Psikrometrik özellikler, nem oranı ve nemli hava entalpisi.
- ABB teknik rehberleri — Üç faz güç, motor verimi, güç faktörü, sürücü ve motor boyutlandırma ilişkileri.

NOT: Örneklerde kullanılan su, hava ve buhar özellikleri yaklaşık değerlerdir. Hassas projelerde çalışma sıcaklığı ve basıncına ait güncel özellik tabloları kullanılmalıdır.