

Buharda Kuruluk Derecesi

Islak buhardaki su miktarı enerjiyi nasıl etkiler?

Doymuş buharın içinde sıvı su damlacıkları bulunabilir. Kuruluk derecesi, su-buhar karışımındaki buharın kütle payını ifade eder; bu sayede enerjiyi ve proses davranışını daha doğru yorumlarız.

Islak buhar

Kuruluk x

Entalpi farkı

Drenaj

1. Islak ve Kuru Buhar Arasındaki Fark

Doyma bölgesindeki ıslak buhar, buhar ve sıvı suyun birlikte bulunduğu bir karışımdır. Kuru doymuş buhar ideal sınırdaki sıvı damlacık içermez. Kuruluk derecesi $x = 1$ bu sınırı, $x < 1$ ise karışımındaki sıvı varlığını gösterir.

Prensip gösterimi

Islak buhar



$$x = 0,80$$

Kuru doymuş



$$x = 1,00$$

Şekil 1 · Noktalar buhar ve sıvı su kütlelerini kavramsal olarak temsil eder.

TERİM NOTU

Kuruluk derecesi iki fazlı doymuş karışımlar içindir. Kızgın buhara " $x > 1$ " atanmaz; durumu basınç ve sıcaklıkla tanımlanır.

2. Kuruluk Derecesi Nasıl Hesaplanır?

Kuruluk derecesi, karışımdaki buhar kütlesinin toplam buhar ve sıvı su kütlesine oranıdır. Hacim oranı değildir.

$$x = m_{\text{buhar}} / (m_{\text{buhar}} + m_{\text{sıvı}})$$

$x = 0,95$ ise toplam karışım kütlesinin %95'i buhar, %5'i sıvı sudur.

3. Entalpi Üzerindeki Etkisi

Aynı doyma basıncında ıslak buharın özgül entalpisi sıvı su ve buhar paylarına bağlıdır. Doymuş karışım için aşağıdaki bağıntı kullanılır.

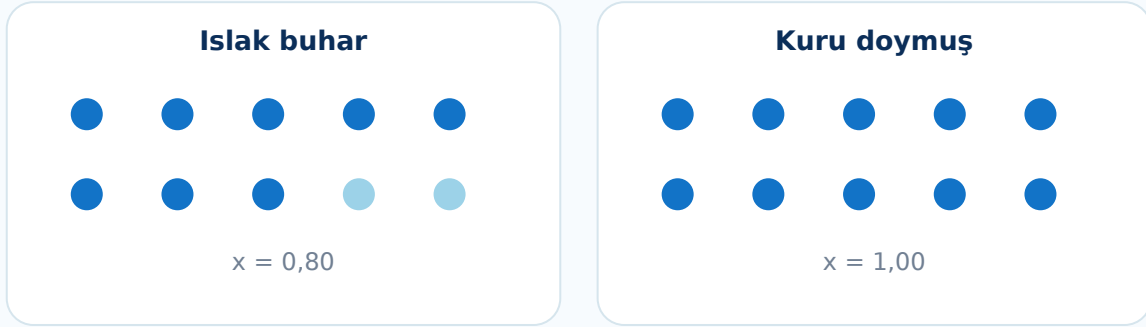
$$h = h_f + x \times h_{fg}$$

h : karışımın özgül entalpisi (kJ/kg); x : boyutsuz kuruluk derecesi.

4. Örnek: %95 Kuru Buhar

5 bar(a) basınçta $h_f = 640,09$ ve $h_{fg} = 2108,02$ kJ/kg'dır. Kuruluk derecesi 0,95 olduğunda karışım entalpisi 2642,71 kJ/kg olur.

Kuruluk derecesi kütle oranıdır



Şekil 2 · Doymuş karışımında kuruluk değişimi.

x	h (kJ/kg)	x × h _{fg} (kJ/kg)
1	2748,11	2108,02
0,95	2642,71	2002,62
0,9	2537,31	1897,22
0,8	2326,51	1686,42

Tablo 1 · Aynı basınçta kuruluğun entalpiye etkisi.

TABLO NOTU

Tablodaki x değeri kütle oranı gösterir. Karışımın yüzdesi akışkan hacmini veya damlacık boyutunu anlatmaz.

5. Kuruluk Derecesi Neden Düşer?

Kazan çıkışında su sürüklenmesi ve dağıtım hattındaki ısı kaybı, buharla birlikte su taşınmasına neden olabilir. Düşük noktalarda biriken kondens, akışla sürüklenerek ekipmana ulaşabilir.



Şekil 2 · Buhar hattı, biriken kondens ve buhar kapanının prensip gösterimi.

SAHA YAKLAŞIMI

Doğru boru eğimi, uygun izolasyon, drenaj cepleri, buhar kapanları ve gerekli yerlerde separatör birlikte değerlendirilmelidir.

6. Sahada Hangi Yanılgılardan Kaçınmalı?

- Basınç ve sıcaklık, ıslak buharın kuruluşunu tek başına belirlemez.
- Görünür beyaz bulut, doğrudan bir kuruluk ölçümü değildir.
- Islak buhar ekipmanlarda erozyon ve su darbesi riskini artırabilir.
- Kuruluk için uygun örnekleme/ölçüm yöntemi ve proses bilgisi gerekir.

Sonuç

Kuruluk derecesi buharın yalnız “kaç bar” olduğunu değil, birim kütlede ne kadar buhar ve su taşıdığını da ortaya koyar. Kaliteli buhar, doğru tasarlanmış bütün bir sistemin sonucudur.

SONRAKİ TEKNİK BİLGİ

Buharla Isıtma Nasıl Gerçekleşir?

Steam Dryness Fraction

How water in wet steam changes energy transfer

Saturated steam can carry entrained liquid droplets. Dryness fraction gives the mass share of vapour in a water-steam mixture and helps describe its energy and process behaviour.

Wet steam

Quality x

Enthalpy

Drainage

1. How Do Wet and Dry Steam Differ?

Wet steam is a two-phase saturated mixture of vapour and liquid water. Dry saturated steam is the ideal boundary with no liquid droplets. A dryness fraction of $x = 1$ describes that boundary; $x < 1$ indicates liquid water in the mixture.

Conceptual diagram

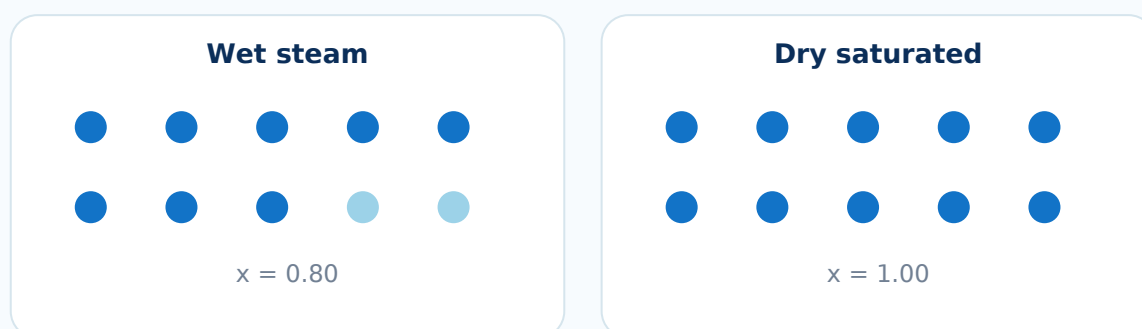


Figure 1 · Dots conceptually represent vapour and liquid water portions by mass.

TERMINOLOGY

Dryness fraction applies in the two-phase saturation region. Superheated steam is not assigned $x > 1$; it is described by pressure and temperature.

2. How Is Dryness Fraction Defined?

Dryness fraction is vapour mass divided by total liquid-plus-vapour mass. It is not a volume fraction.

$$x = m_{\text{vapour}} / (m_{\text{vapour}} + m_{\text{liquid}})$$

At $x = 0.95$, vapour accounts for 95% of the mixture mass and liquid water for 5%.

3. Effect on Specific Enthalpy

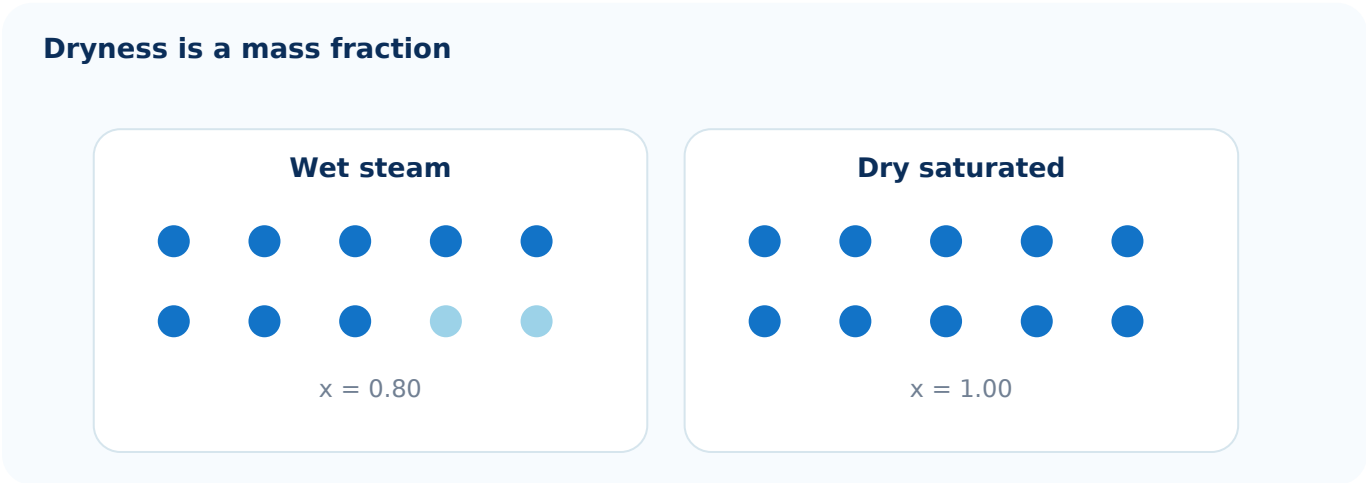
At the same saturation pressure, the enthalpy of wet steam depends on how much of the mixture is vapour and how much is liquid. The relation for a saturated two-phase mixture is:

$$h = h_f + x \times h_{fg}$$

h : mixture specific enthalpy (kJ/kg); x : dimensionless dryness fraction.

4. Example: 95% Dry Steam

At 5 bar(a), $h_f = 640.09$ and $h_{fg} = 2108.02$ kJ/kg. When dryness fraction is 0.95, mixture enthalpy is 2642.71 kJ/kg.



5. Why Does Steam Become Wet?

Water may be carried over at the boiler outlet, while line heat losses cause condensation during distribution. Condensate can accumulate at low points and become entrained in flowing steam.

Water droplets carried with steam

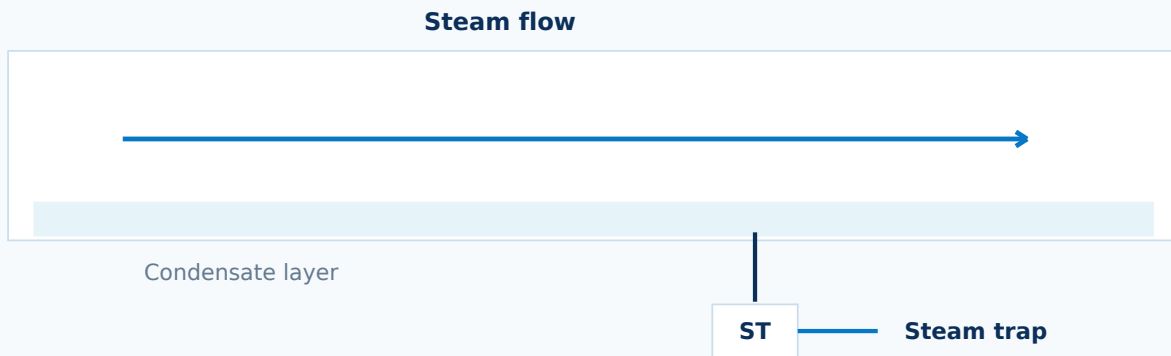


Figure 2 · Steam line, accumulated condensate and trap (schematic).

FIELD APPROACH

Pipe gradients, insulation, drain legs, steam traps and separators where needed should be considered as one system.

6. Common Field Misconceptions

- Pressure and temperature alone do not determine dryness within the wet-steam region.
- A visible white cloud is not a dryness measurement.
- Wet steam can increase erosion and waterhammer risk.
- Appropriate sampling or measurement methods and process information are required.

Conclusion

Dryness fraction reveals how much of the mixture mass is vapour or water, beyond a simple pressure reading. Good steam quality is an outcome of sound system design.

NEXT TECHNICAL GUIDE

How Does Steam Heating Work?