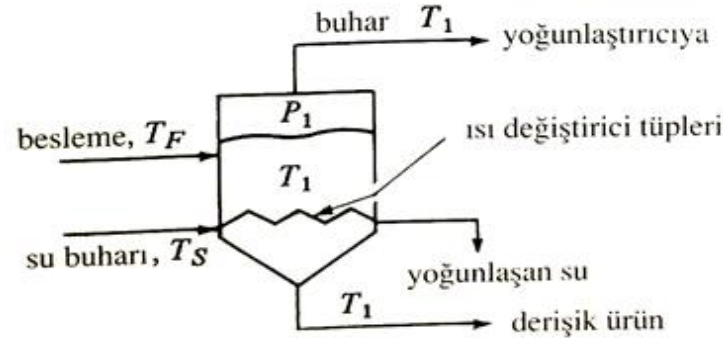


## 8.2B Buharlaştırıcıların Çalışma Yöntemleri

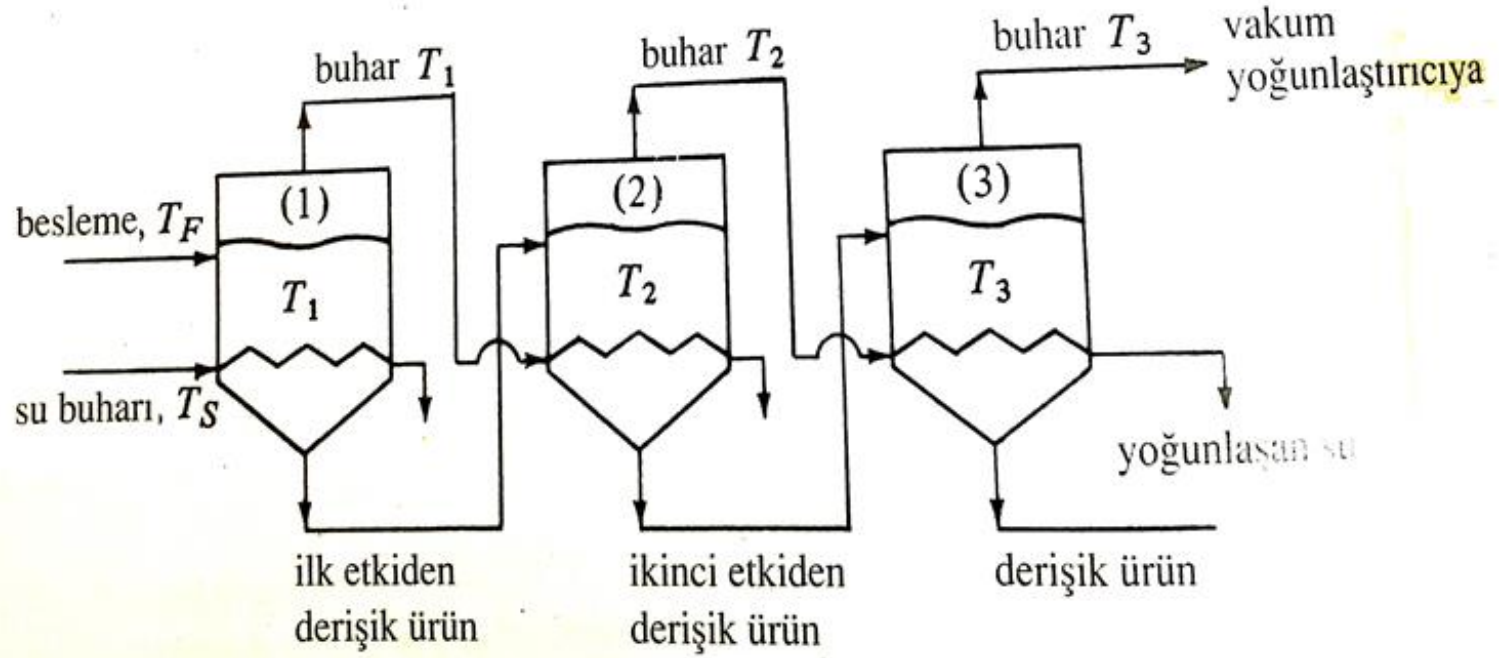
1. *Tek-etkili buharlaştırıcılar.* Tek aşamalı veya tek-etkili bir buharlaştırıcının basitleştirilmiş bir diyagramı Şekil 8.2-2'de verilmektedir. Besleme,  $T_F$  K'de girer ve  $T_S$  K sıcaklığındaki doymuş su buharı ısı değiştirici bölümüne girer. Yoğunlaşan su buharı, yoğunlaşmış veya damlalar halinde terk eder. Buharlaştırıcıdaki çözeltinin tam olarak karışmış olduğu kabul edildiğinden, derişik ürün ve buharlaştırıcıdaki çözelti aynı bileşime ve çözeltinin kaynama sıcaklığı olan aynı sıcaklığa sahiptirler. Buharın sıcaklığı da  $T_1$ 'dir, çünkü kaynamakta olan çözelti ile dengededir.  $P_1$  basıncı çözeltinin  $T_1$ 'deki buhar basıncıdır.

Buharlaştırılacak çözelti seyreltik kabul edilebilir ve çözücü su ise, o zaman yoğunlaşan 1 kg su buharı yaklaşık olarak 1 kg buhar oluşturacaktır. Bu, giren besleme kaynama sıcaklığına yakın bir  $T_F$  sıcaklığına sahip ise geçerlidir. Tüm ısı aktarım katsayısı kavramı, bir buharlaştırıcıdaki ısı aktarım hızını hesaplamada kullanılır. Genel eşitlik aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$q = UA \Delta T = UA(T_S - T_1) \quad (8.2-1)$$

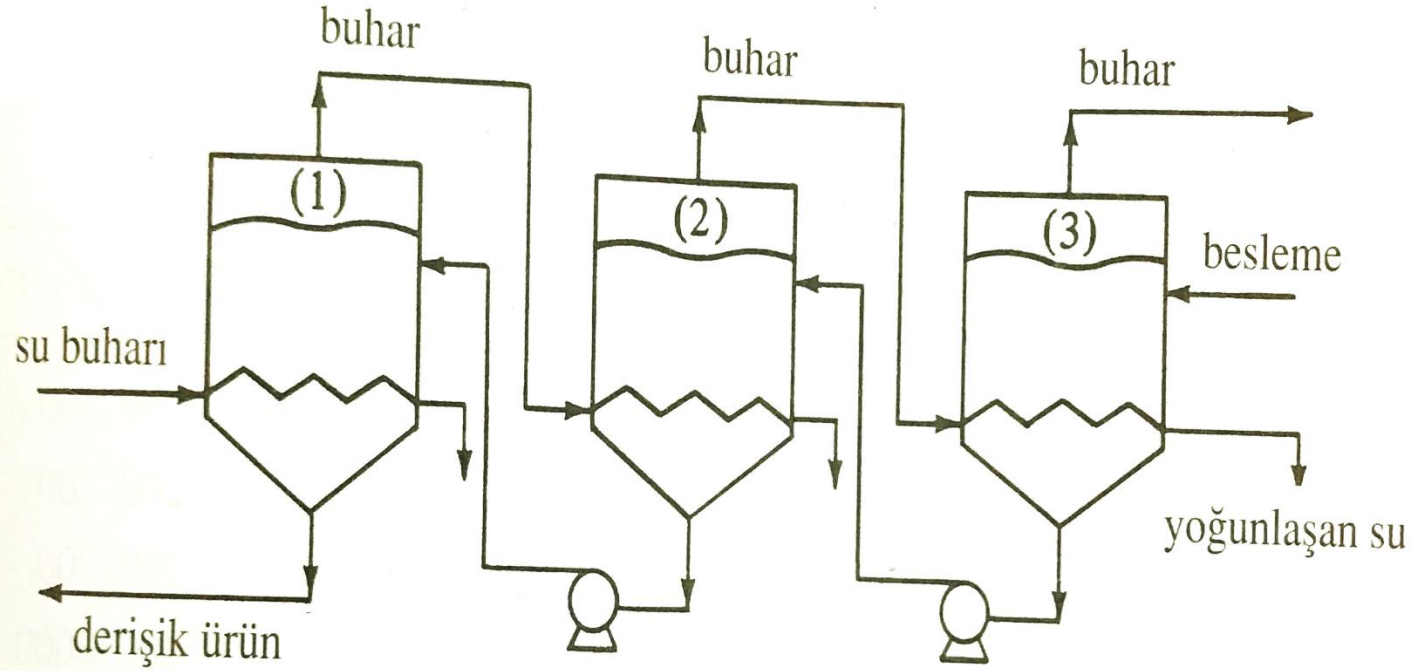


Şekil 8.2-2. Tek-etkili buharlaştırıcının basitleştirilmiş diyagramı.



Şekil 8.2-3. İleri beslemeli üç etkili buharlaştırıcı.





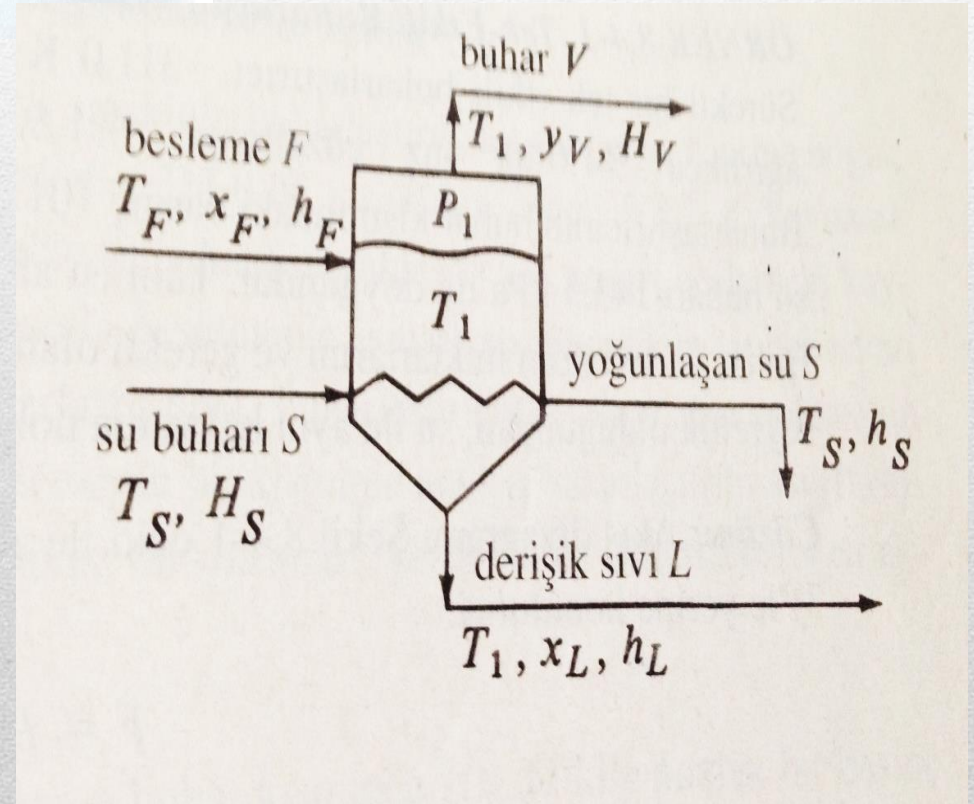
Şekil 8.2-4. Geri beslemeli üç etkili buharlaştırıcının basitleştirilmiş diyagramı.

## 8.4 TEK ETKİLİ BUHARLAŞTIRICILAR İÇİN HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

### 8.4A Buharlaştırıcılar İçin Isı ve Madde Denklikleri

Tek-etkili bir buharlaştırıcı için temel çözüm eşitliği, Eşitlik (8.2-1)'de verilmiş olup aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$q = UA \Delta T$$





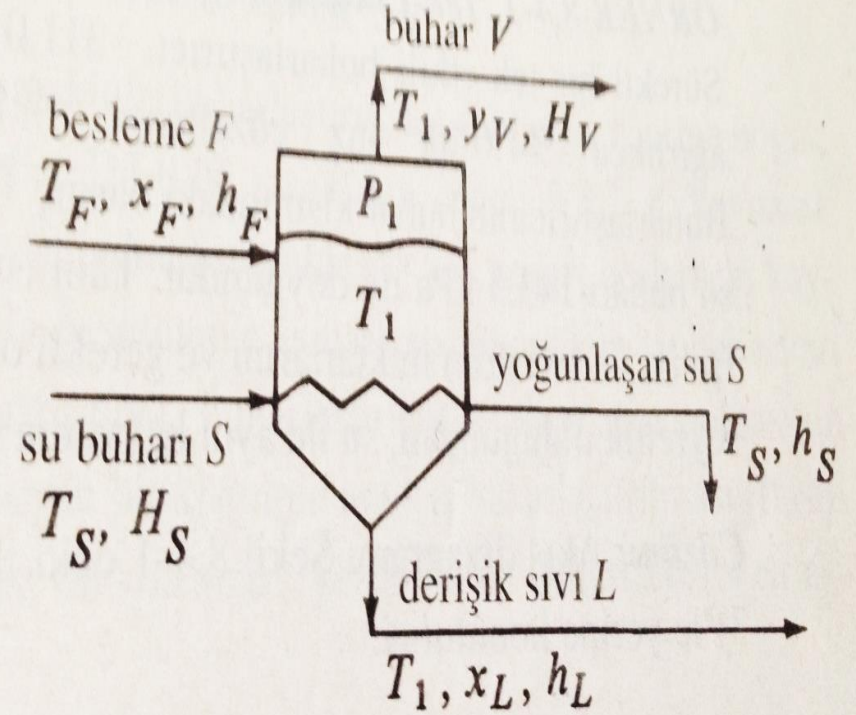
(8.4-1)

Burada  $\Delta T$  K ( $^{\circ}$ F), tek-etkili buharlaştırıcı ve kaynayan sıvı arasındaki sıcaklık farkıdır. Eşitlik (8.4-1)'in çözümünü yapmak için, Şekil 8.4-1'de gösterilen buharlaştırıcı üzerinde ısı ve madde dengeli kurularak,  $q$  'nın değeri (W veya btu/st) belirlenmelidir.

Buharlaştırıcı beslemesi  $F$  kg/st ( $\text{lb}_m/\text{st}$ ) olup kütle kesri katı içeriğine,  $T_F$  sıcaklığına ve  $h_F$  J/kg ( $\text{btu}/\text{lb}_m$ ) entalpisine sahiptir. Dışarı çıkan derişik sıvı  $L$  kg/st ( $\text{lb}_m/\text{st}$ ) olup  $x_L$  katı içeriğine,  $T_1$  sıcaklığına ve  $h_L$  entalpisine sahiptir. Buhar  $V$  kg/st ( $\text{lb}_m/\text{st}$ ) saf çözücü şeklinde olup katı içeriği  $y_V = 0$ , sıcaklığı  $T_1$  ve entalpsi  $H_V$  'dir. Giren doymuş su buharı  $S$  kg/st ( $\text{lb}_m/\text{st}$ ) olup sıcaklığı  $T_S$  ve entalpsi  $H_S$  'dir. Terk eden yoğunlaşmış su buharı  $S$  kg/st'in entalpsi  $h_S$  olup doymuşluk sıcaklığı olan  $T_S$  'de olduğu kabul edilir. Bu, su buharının gizli ısı  $\lambda$  'yı dışarı verdiği anlamına gelir; burada:

$$\lambda = H_S - h_S$$

(8.4-2)



Buhar  $V$ , sıvı  $L$  ile dengede olduğundan, buhar ve sıvının sıcaklıkları aynıdır. Aynı zamanda  $P_1$  basıncı, kaynama noktası  $T_1$ 'de ve  $x_L$  bileşimindeki sıvının doymunluk buhar basıncıdır (kaynama noktası yükselmesi olmadığı kabul edilir.)

Kararlı halde olduğundan, madde denkliği, "kütle giriş hızı = kütle çıkış hızı" dır. O zaman, toplam denklik aşağıdaki gibidir:

$$F = L + V \quad (8.4-3)$$

Yalnızca çözünen (katılar) üzerinde bir kütle denkliği şöyle olur:

$$Fx_F = Lx_L \quad (8.4-4)$$

Isı denkliği için "toplam giren ısı = toplam terk eden ısı" olduğundan:

$$\begin{aligned} &\text{beslenmedeki ısı} + \text{buhardaki ısı} \\ &= \text{derişik sıvıdaki ısı} + \text{buhardaki ısı} + \text{yoğunlaşan buhardaki ısı} \end{aligned} \quad (8.4-5)$$

Bu ifade, ışıınım veya taşınım ile ısı kaybı olmadığını kabul eder. Eşitlik (8.4-5)'te yerine konulursa

$$Fh_F + SH_S = Lh_L + VH_V + Sh_S \quad (8.4-6)$$

Eşitlik (8.4-2), (8.4-6)'da yerine konulursa;

$$Fh_F + S\lambda = Lh_L + VH_V \quad (8.4-7)$$

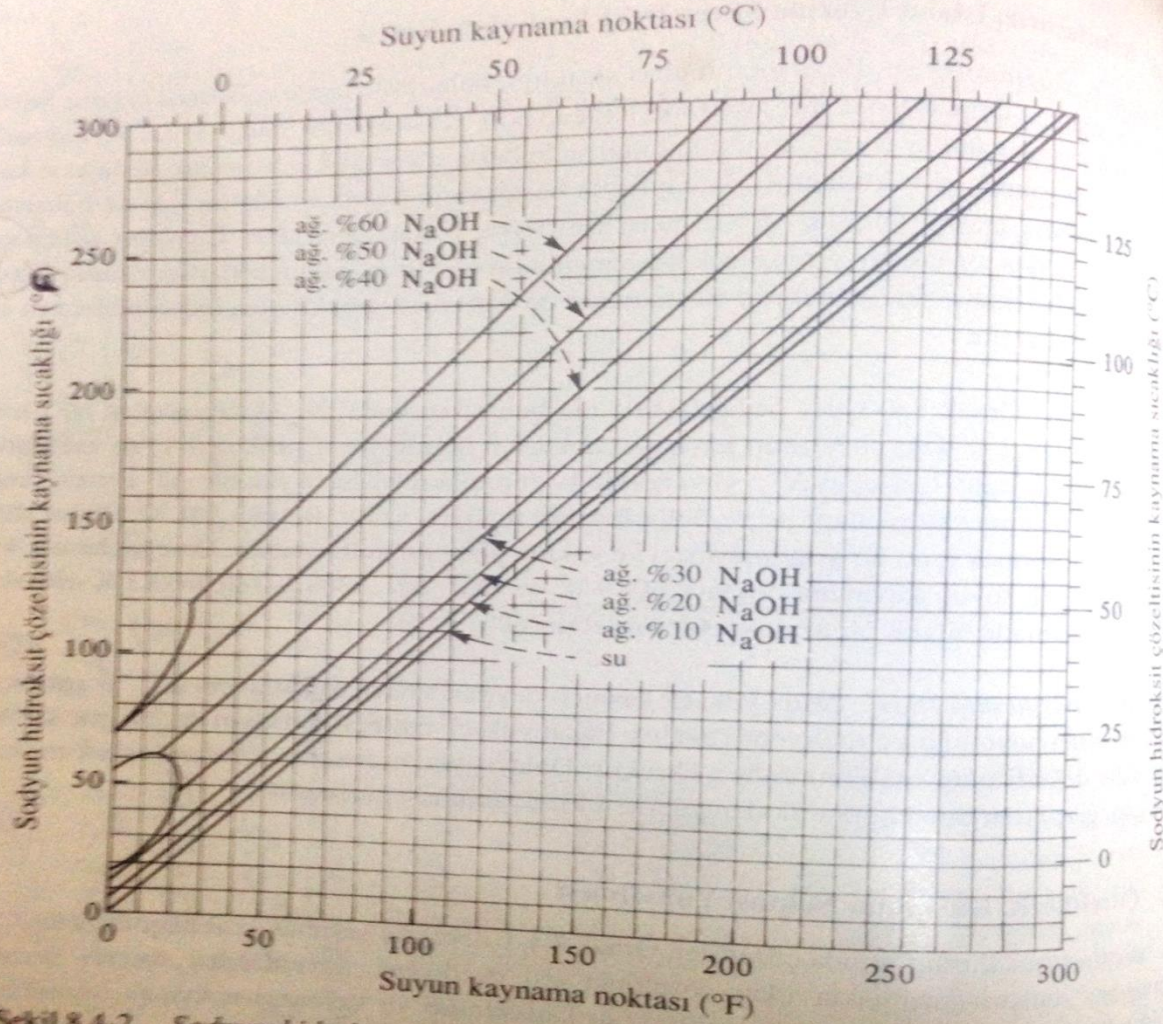


Buharlaştırıcı içinde aktarılan  $q$  ısısı aşağıdaki gibidir:

$$q = S(H_S - h_S) = S\lambda \quad (8.4-8)$$

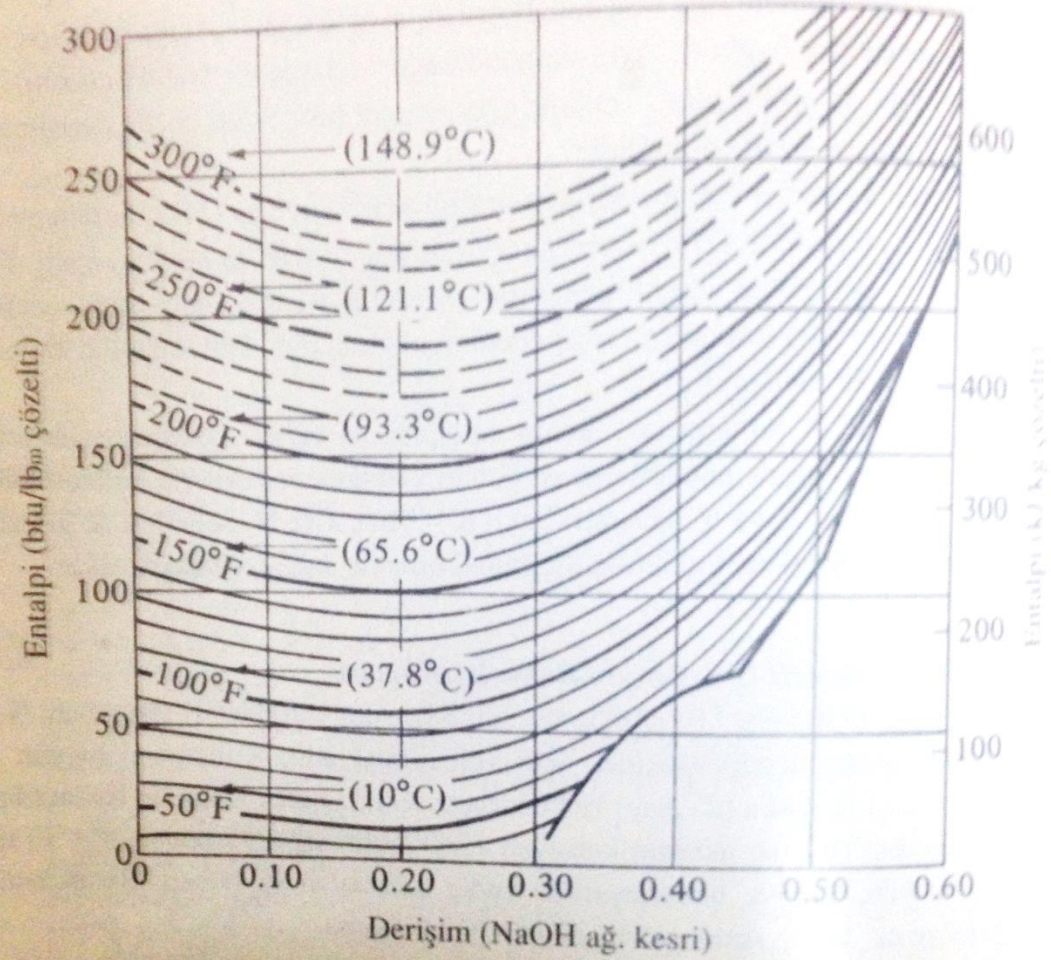
Eşitlik (8.4-7)'deki doygunluk sıcaklığı  $T_S$ 'deki su buharının gizli ısısı  $\lambda$ , Ek A.2'deki su buharı çizelgelerinden elde edilebilir. Fakat besleme ve ürünlerin entalpileri çoğunlukla mevcut değildir; bu entalpi-derişim verileri, yalnızca çözelti halindeki birkaç madde için mevcuttur. Dolayısıyla, ısı denkliği kurmak için bazı yaklaşımlar yapılır. Bunlar aşağıdaki gibidir.

1. Sulu bir çözeltiden 1 kg kütlenin buharlaşma gizli ısısının,  $P_1$  basıncındaki saf suyun denge sıcaklığından ziyade kaynayan çözeltinin  $T_1$  sıcaklığı (yüzey sıcaklığı) kullanılarak, su buharı çizelgelerinden elde edilebileceği gösterilebilir.
2. Sıvı beslemenin ve ürünün ısı kapasiteleri  $c_{pF}$  ve  $c_{pL}$  bilinirse, entalpileri hesaplamak için kullanılabilirler (burada, çoğu durumlarda bilinmeyen seyreltme ısıları ihmal edilir).



Şekil 8.4-2. Sodyum hidroksitin sulu çözeltileri için Dühring doğruları.





Şekil 8.4-3. NaOH-su sistemi için entalpi-derişim grafiğı. [Referans hal, 0°C (273 K) veya 32°F'de sıvı su.] [W. L. McCabe, Trans. A.I.Ch.E., 31, 129, 1935'ten izinle.]



