

3. BÖLÜM:

Kurutma Havaının Psikrometrik Özellikleri II

Psikometrik diyagramların kurutma işlemlerinde kullanılması,
kurutma için gerekli hava miktarı ve ısı enerjisinin
hesaplanması

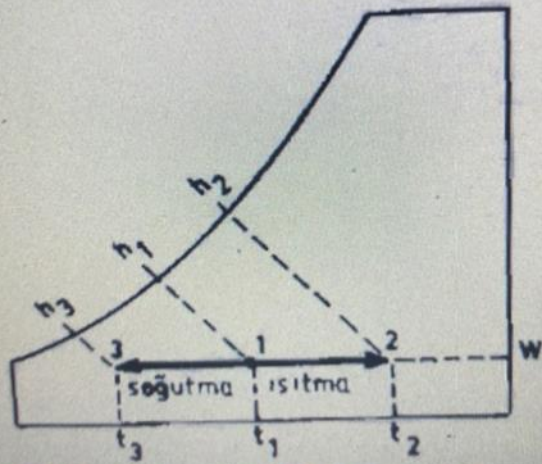
- Psikrometrik diyagram bir atmosfer basınç altında nemli havanın kuru termometre sıcaklığı, yaş termometre sıcaklığı, çiglenme noktası sıcaklığı, özgül nem, bağıl nem, özgül hacim ve entalpi gibi termodinamik özelliklerini verir.
- Nemli havaya ilişkin bu özelliklerden herhangi ikisi bilinince diyagram üzerinde havanın durumu genellikle saptanabilir. Diğer özellikler bu iki özelliğin kesişmesiyle oluşan noktadan ve diğer özelliklere ilişkin uygun doğruların gösterdiği değerleri okumakla bulunabilir.

Tarımsal yapılar da çevre koşullarının düzenlenmesi ve tarımsal ürünlerin depolanması ve kurutulmasında genellikle;

1. Nemli havanın ısıtılması veya soğutulması,
2. Nemli havanın ısıtılması ve nemlendirilmesi,
3. Nemli havanın soğutulması ve neminin azaltılması,
4. Buharlaşmayla soğutma,
5. Nemli havanın adyabatik doyması,
6. Nemli havanın adyabatik karışımı,
7. Ürün kurutma gibi işlemlerle karşılaşılır.

1. Nemli Havanın Isıtılması veya Soğutulması:

- Sabit basınç altında, nemli havanın özgül neminde herhangi bir değişiklik yapılmadan havaya ısı ekleme veya havadan ısı alma (çıkarma) işlemidir. Bu işlem psikrometrik diyagram üzerinde yatay eksene paralel olarak düzgün doğru şeklinde uzanır.
- Nemli havanın sadece ısıtılması veya soğutulması işleminde, nemli havanın kuru termometre sıcaklığı, yaş termometre sıcaklığı, entalpisi, bağıl nemi ve özgül hacmi değişir.
- Özgül nemi, çiglenme noktası sıcaklığı ve buhar basıncı değişmez. Bu işlemin psikrometrik diyagram üzerindeki durumu şekilde görülmektedir.



Şekil 5.1. Nemli havanın ısıtılması veya soğutulması

- Nemli havanın ısıtılması işleminde eklenen ısı miktarı ;

- $q = m_h (h_2 - h_1)$ veya

- $q = m_h C_p (t_2 - t_1)$ bağıntıları yardımıyla hesaplanabilir.

- Burada;

q , havanın özgül nemini değiştirmeden havaya eklenen ısı miktarı (KCal);

m_h hava miktarı (kg);

h_2 havanın ısıtılması gereken sıcaklıktaki entalpisi (Kcal/kg);

h_1 havanın mevcut durumundaki entalpisi (KCal/kg);

t_2 , havanın ısıtılması gereken sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$);

t_1 , havanın mevcut sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$);

C_p Nemli havanın özgül ısısı (0,244 KCal/kg $^{\circ}\text{C}$)'dir.

- Nemli havanın soğutulması, nemli havanın ısınması işleminin tersi bir işlem olduğuna göre, bu işlem sırasında havadan çıkarması gereken ısı miktarı aşağıdaki bağıntılarla bulunabilir:

➤ $q = m_h (h_2 - h_3)$ veya $q = m_h C_p (t_2 - t_3)$

- Burada;

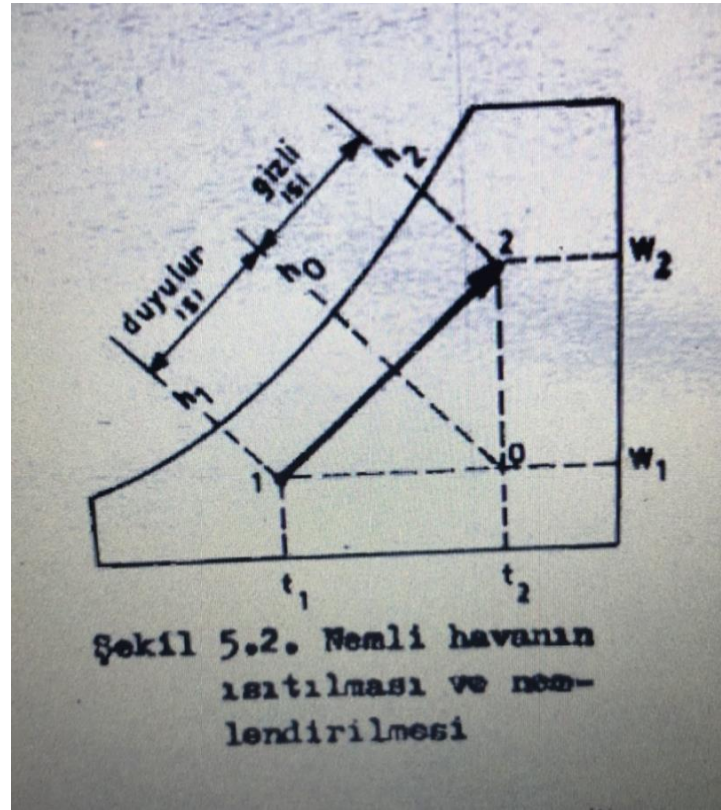
h_3 havanın soğutulması gereken sıcaklıktaki entalpisi,

t_3 ise havanın soğutulması gereken sıcaklık derecesini ifade eder.

- Nemli havanın ısıtılması veya soğutulması işleminde kuru havanın özgül ısısı yerine nemli havanın özgül ısısı kullanılmalıdır.

2. Nemli Havanın Isıtılması ve Nemlendirilmesi

- Bu işlemde havaya hem ısı hem de belirli miktarda su buharı eklenir. Bu işlem sonucunda nemli havanın entalpisi, özgül nemi, buhar basıncı, kuru termometre sıcaklığı, yaş termometre sıcaklığı, çiglenme noktası sıcaklığı ve özgül hacmi artar.
- Nemli havanın bağıl nemindeki değişme ise havaya eklenen enerji ve su buharı miktarına bağlıdır. Bu işlemin psikrometrik diyagram üzerindeki durumu şekilde gösterilmektedir.



- Bu işlem sırasında havaya eklenen toplam ısı miktarı;

- $q = m_h (h_2 - h_1)$

- Havaya eklenen su buharı miktarı ise;

- $W = m_h (W_2 - W_1)$ bağıntılarıyla hesaplanır.

W havaya eklenen su buharı miktarı (kg);

W_2 havanın ikinci durumundaki özgül nemi (kg/kg);

W_1 havanın ilk durumundaki özgül nemi (kg/kg)'dir.

- Bu işlemde havaya hem ısı hem de su buharı eklendiğine göre, eklenen toplam ısı, duyulur ısı ve gizli ısı olmak üzere iki kısımdan oluşur.

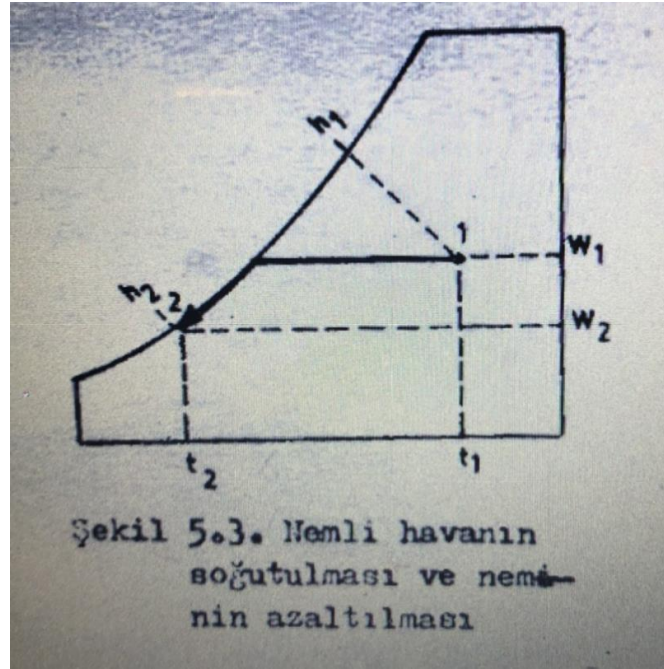
Böylece;

$$\begin{aligned} \blacktriangleright q_{\text{duyulur}} &= m_h (h_o - h_1) \\ q_{\text{gizli}} &= m_h (h_2 - h_o) \text{ olur.} \end{aligned}$$

- Burada h_o havanın ilk durumundaki özgül nemini değiştirmeden, ikinci durumdaki sıcaklık derecesine kadar ısıtıldığındaki entalpisini temsil etmektedir.

3. Nemli Havanın Soğutulması ve Neminin Azaltılması (Kurutulması)

- Hava kendi çiglenme noktası sıcaklığından daha düşük bir sıcaklığa kadar soğutulduğunda, başlangıçta havanın içerisinde bulunan su buharı zorunlu olarak yoğunlaşır. Böylece bu işlemde havadan hem ısı hem de belirli oranda su buharı çıkarılmaktadır. Bu işlem sonucunda başlangıçtaki nemli havanın entalpisi, özgül nemi, buhar basıncı, kuru termometre sıcaklığı, yaş termometre sıcaklığı, çiglenme noktası, sıcaklığı ve özgül hacmi azalır. Bu işlemin psikrometrik diyagram üzerindeki durumu şekilde görülmektedir.



- Bu işlem sırasında havadan çıkarılan toplam ısı miktarı:

➤ $q = m_h [(h_1 - h_2) - (W_1 - W_2)] h_s$

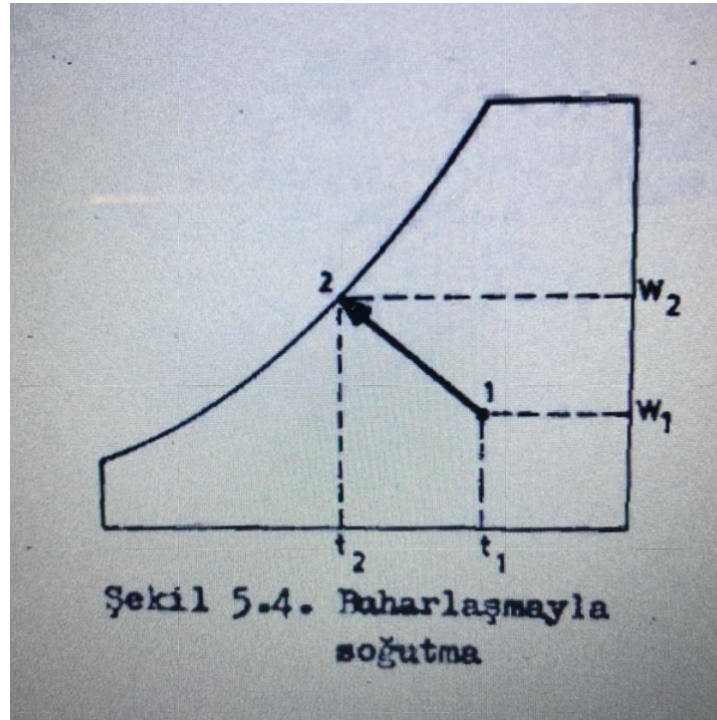
- Havadan çıkarılan su buharı miktarı ise;

➤ $W = m_h (W_1 - W_2)$

h_s : havanın soğutulması gereken sıcaklıktaki suyun entalpisi (KCal/kg)'dir.

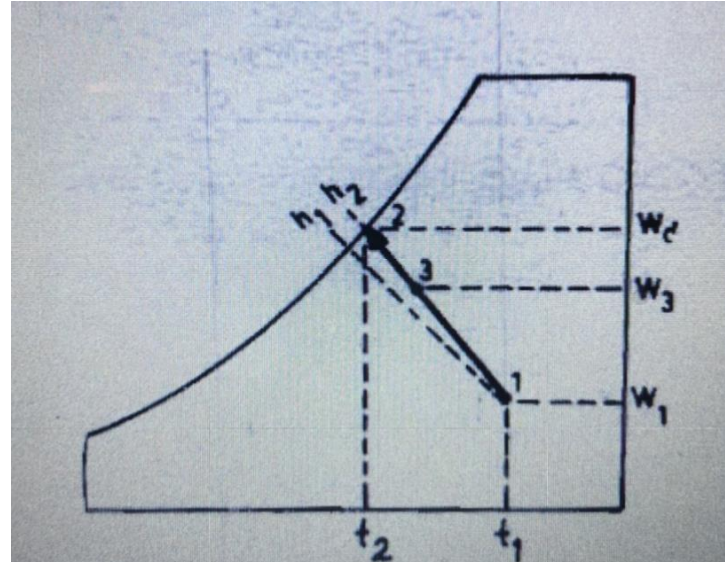
4. Buharlaşmayla Soğutma

Buharlařmayla soğutma bir adyabatik doyma işlemidir, yani işlem sırasında ısı eklenmez ve ısı kaybı olmaz. Buharlařmayla soğutma işlemi, yař termometre sıcaklığı doğruları boyunca yukarıya doğru uzanır. Soęutulacak hava, havanın yař termometre sıcaklığına eřit sıcaklıktaki suyla temasa getirilir. Havanın duyulur ısı suyu buharlaştırır ve böylece havanın kuru termometre sıcaklığı dūřer. Bu durumda duyulur ısı eklenen buhar, būnyesinde gizli ısıya dūnūřur.



5. Nemli Havanın Adyabatik Doyması

- Adyabatik terimi, işleme ısı verilmediği ve işlemde ısı alınmadığını ifade eder. Doymamış haldeki hava su ile temasa geldiğinde hava doymuş hale gelir veya bu hale yaklaşır. Suyun sıcaklığı havanın yaş termometre sıcaklığında ise hava adyabatik olarak doymuş hale gelir.



Şekil 5.5. Nemli havanın adyabatik doyması

- Şekilde görüldüğü gibi, psikrometrik diyagram üzerinde havanın ilk durumunu temsil eden 1 noktası, yaş termometre sıcaklığı doğrusu boyunca hareket ederek 2 noktasına gelir. Ancak uygulamada 2 noktasına tam olarak ulaşmanın sağlanması gerçekleşmeyebilir ve 2 noktasına çok yakın bir 3 noktasına ulaşılır. Nemli havayı doymuş hale getirmek için gerekli olan buharlaşma ısı, havanın duyulur ısı tarafından sağlanır. Böylece havanın kuru termometre sıcaklığı düşer ve özgül nemi artar. Doymuş havanın entalpisi ilk durumdaki havanın entalpisinden çok az daha yüksektir. Çünkü işlem tarafından absorbe edilen suyun entalpisi ikinci durumdaki doymuş havanın entalpisine eklenmiştir.

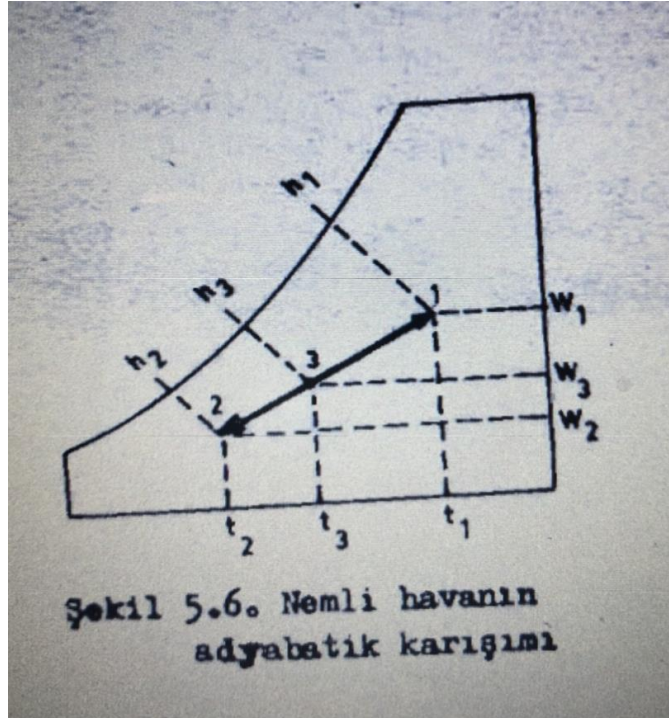
➤ Böylece;

$$h_1 + (W_d - W_1) h_s = h_2 \text{ eşitliği yazılabilir.}$$

- Buradan entalpi doğruları ile yaş termometre sıcaklığı doğrularının birbirinden çok az farklı olduğu gerçeği ortaya çıkar.

6. Nemli Havanın Adyabatik Karışımı

- Karışım adyabatik olarak meydana geliyorsa, iki farklı durumdaki havanın adyabatik karışımından sonra, üçüncü durumdaki havanın yeri, iki başlangıç durumunu birbirine bağlayan düzgün doğru üzerine düşer. Son durumun yani karışımın diyagram üzerindeki yeri, karışan iki havanın kütle akımları oranına orantılı olarak doğruyu iki kısma ayırmakla bulunabilir. Bu noktanın yeri saptandıktan sonra, karışımın termodinamik özellikleri diyagramdan okunarak bulunur.



7. Ürün Kurutma

- Tarımsal ürünlerin kurutulması sırasında gerekli olan ısı ve ürün kitesinden alınması gerekli nem miktarının hesaplanması psikrometrik diyagram yardımıyla bulunabilir. Ürünün kurutulması işlemi bir adyabatik doyma işlemi olarak dikkate alınır.
- Hava ıslak ürün kitesi içerisinde geçtiğinde, havada buhar olarak tutulan su miktarının artması sonucu havanın duyulur ısısının büyük bir bölümü gizli ısıya dönüşür. Adyabatik kurutma işleminde havanın kuru termometre sıcaklığı düşer. özgül nemi, buhar basıncı ve çiglenme noktası sıcaklığı artar entalpi ve yaş termometre sıcaklığı pratik olarak sabit kalır.

