

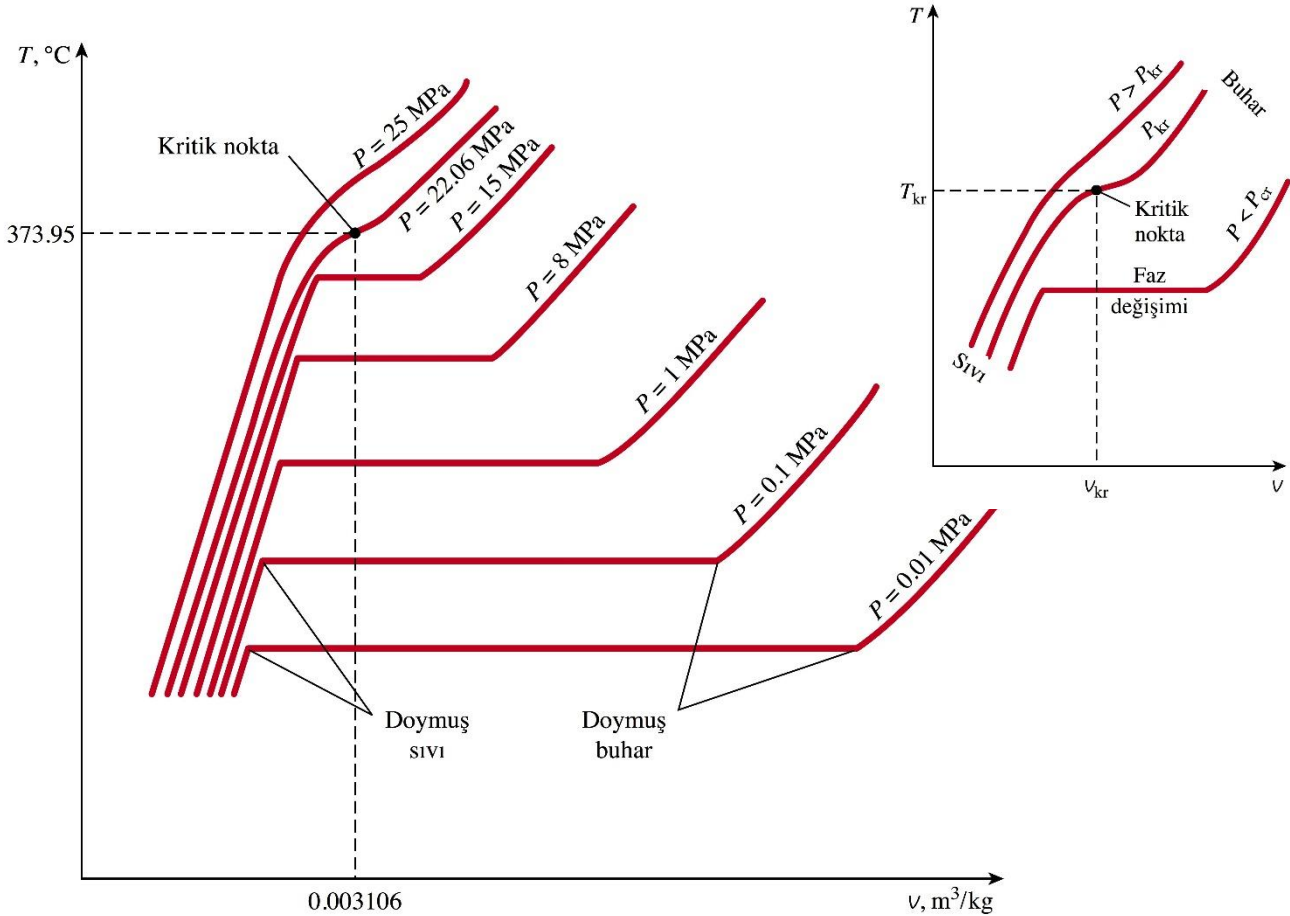
T (°C)-v (m³/kg) Diyagramı

Suyun 1 atm (101.325 kPa) basınçta faz değişimi işlemi piston-silindir düzeneği kapsamında anlatılmıştı. Şimdi bu işlemi değişik basınçlarda tekrarlayarak su için T-v diyagramını geliştirelim. Pistonun üzerine silindir içindeki basınç 1 MPa olacak şekilde kütleler yerleştirelim. Bu basınçta suyun özgül hacmi 1 atm basınçta olduğundan biraz daha küçük bir değere sahip olacaktır. Su 1 MPa basınç altında ısıtıldıkça hal değişimi 1 atm basınçtakine benzer bir biçimde gelişecektir, fakat bazı gözlemlenebilir farklılıklar da olacaktır.

Öncelikle su bu basınçta daha yüksek bir sıcaklıkta (179.88°C) kaynamaya başlayacaktır. İkinci olarak, 1 atm basınçta elde edilen değerlere oranla, doymuş sıvının özgül hacmi daha büyük, doymuş buharın özgül hacmi ise daha küçük olacaktır. Başka bir deyişle, doymuş sıvıyla doymuş buhar hallerini birleştiren yatay doğru kısalacaktır.

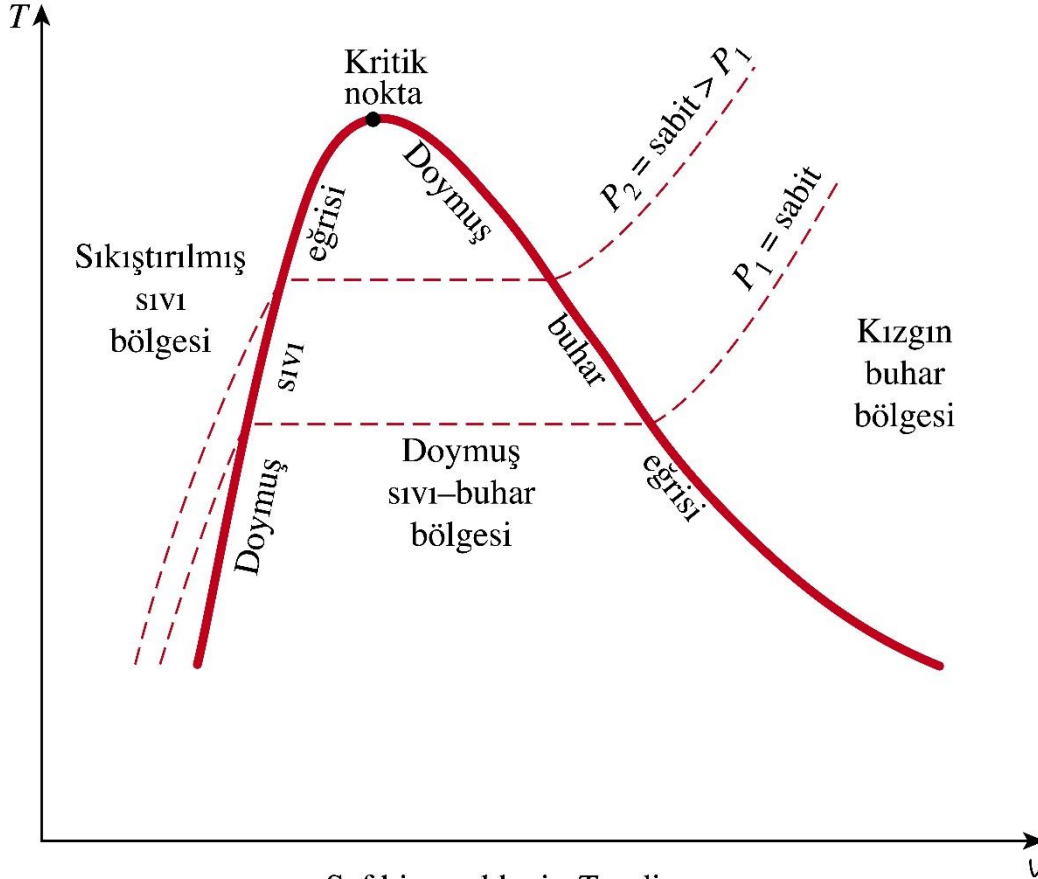
Basınç daha da artırıldıkça, doymuş sıvıyla doymuş buhar hallerini birleştiren doğru giderek kısalacak ve basınç 22.06 MPa olduğunda bir noktaya dönüşecektir. Bu nokta **kritik nokta** adıyla bilinir ve doymuş sıvıyla doymuş buhar hallerinin aynı olduğu hal şeklinde tanımlanır.

Bir maddenin kritik noktada sahip olduğu sıcaklık, basınç ve özgül hacim değerleri sırasıyla kritik sıcaklık, T_{kr} , kritik basınç, P_{kr} ve kritik özgül hacim, v_{kr} diye adlandırılır.



Kritik basıncın üzerindeki basınçlarda belirgin bir faz değişimi görülmez. Bunun yerine maddenin özgül hacmi sürekli olarak artar ve herhangi bir anda sadece tek fazda bulunur. Sonuçta madde buhar fazına geçer, fakat bu geçişin ne zaman olduğu belirsizdir. Kritik halin üstünde, sıkıştırılmış sıvı bölgesiyle kızgın buhar bölgesini birbirinden ayıran kesin bir çizgi yoktur. Genellikle kritik sıcaklığın üzerindeki sıcaklıklarda maddeye kızgın buhar, kritik sıcaklığın altındaki sıcaklıklarda maddeye sıkıştırılmış sıvı denir.

T ($^{\circ}\text{C}$)- v (m^3/kg) ve P (kPa)- v (m^3/kg) diyagramlarındaki doymuş sıvı hallerini gösteren noktalar birleştirildiği zaman **doymuş sıvı eğrisi** elde edilir ve benzer olarak aynı şekil üzerindeki doymuş buhar halleri birleştirilerek **doymuş buhar eğrisi** çizilebilir. Bu iki eğri kritik noktada birleşerek bir kubbe oluşturur. Tüm sıkıştırılmış sıvı halleri doymuş sıvı eğrisinin solunda kalır. Bu bölge **sıkıştırılmış sıvı bölgesi** diye adlandırılır. Tüm kızgın buhar halleri doymuş buhar eğrisinin sağında kalır ve bu bölge **kızgın buhar bölgesi** diye bilinir. Madde bu iki bölgede sadece sıvı veya sadece buhar fazındadır. Her iki fazın bir arada dengede bulunduğu hallerin tümü kubbenin altında, **doymuş sıvı-buhar karışımı bölgesi** veya **ıslak buhar bölgesi** adı verilen bölgededir.

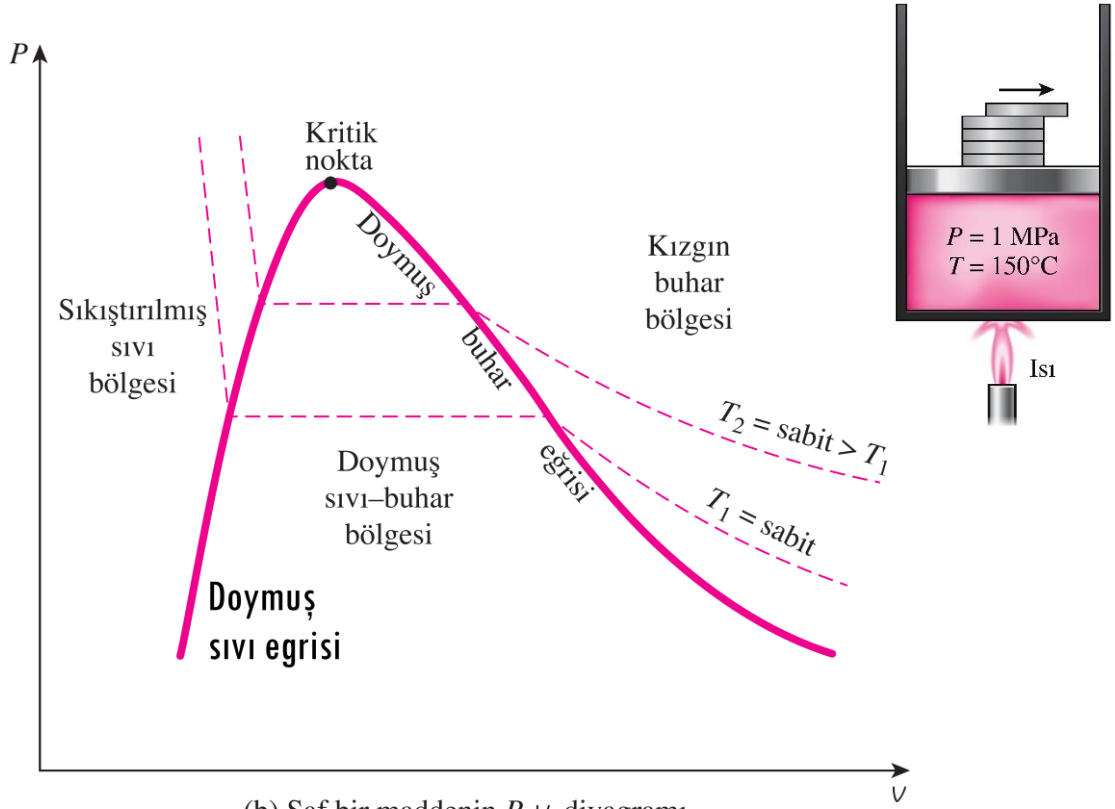


Saf bir maddenin $T-v$ diyagramı

P (kPa)- v (m^3/kg) Diyagramı

Saf maddenin P (kPa)- v (m^3/kg) diyagramının genel görünüşü T ($^{\circ}\text{C}$)- v (m^3/kg) diyagramına benzerdir fakat bu diyagramda sabit sıcaklık (izotermal) eğrileri ($T = \text{sabit}$) aşağı doğru bir eğim gösterir. İçinde 1 MPa basınç ve 150°C sıcaklıkta suyun bulunduğu piston-silindir düzeneğini yeniden ele alalım. Bu halde su sıkıştırılmış sıvıdır. Pistonun üzerindeki kütleler birer birer kaldırılırsa silindir içindeki basınç giderek azalacaktır. Bu sırada suyun sıcaklığının çevreyle ısı alışverişi sonucu sabit kaldığı kabul edilsin. Basınç azaldıkça suyun özgül hacmi biraz artar. Basınç belirtilen sıcaklıktaki (150°C) doyma-basıncı değerine (0.47616 MPa) eriştiği zaman su kaynamaya başlar. Buharlaşma işlemi süresince sıcaklık ve basınç sabit kalır, fakat özgül hacim artar. Son damla sıvı buharlaştıktan sonra basıncın daha fazla düşürülmesi, özgül hacmin daha da artmasına yol açar. Faz değişimi sırasında piston üzerinden kütle kaldırılmamaktadır. Çünkü faz değişimi sabit sıcaklık ve basınçta gerçekleşmektedir. İşlem başka sıcaklıklar için tekrarlanırsa faz değişimi benzer bir yol

izleyecektir. Doymuş sıvı ve doymuş buhar halleri bir eğri ile birleştirilirse saf maddenin P (kPa)- v (m^3/kg) diyagramı elde edilir.



(b) Saf bir maddenin P - v diyagramı

YARARLANILAN KAYNAKLAR:

“Thermodynamics: An Engineering Approach”, 9th Edition, Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, Mehmet Kanoglu, McGraw-Hill Education, 2019.

“Termodinamiğin Temelleri”, SI Basım, Claus Borgnakke, Richard E. Sonntag, Sekizinci Baskıdan Çeviri, (Hüseyin Günerhan, çeviri editörü yardımcıları arasında yer almaktadır), Palme Yayıncılık, 2018, Ankara.

“Principles of Engineering Thermodynamics”, SI Edition, John R. Reisel, Cengage Learning, 2016.

“Termodinamik-Mühendislik Yaklaşımıyla”, Yedinci Baskıdan Çeviri, (Hüseyin Günerhan, editör yardımcıları arasında yer almaktadır), Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, Palme Yayıncılık, 2015.

“Engineering Thermodynamics”, 8th Edition, Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, John Wiley, 2014.

Bu bilgi notunun bazı bölümleri, yukarıda verilen kitaplardan ve/veya ilgili sunumlarından yararlanılarak veya ilham alınarak hazırlanmıştır.

“Termodinamik 1” derslerine ait bilgi notları; Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Hüseyin GÜNERHAN tarafından çeşitli kaynaklardan da yararlanılarak ve emek ve zaman harcanarak hazırlanmış özgün bir eserdir. İzin alınmadan çoğaltılması ve kullanılması telif hakları gereği yasaktır.

(Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu, Kanun Numarası: 5846, Kabul Tarihi: 5/12/1951, Yayımlandığı Resmi Gazete: 13/12/1951 Sayı: 7981, Yayımlandığı Düstur: Tertip 3 Cilt 33 Sayfa 49).