

SUYUN ÜÇLÜ NOKTA HÜCRESİNİN UME 'DE YAPILIŞI

Fahrettin Çakıroğlu, Ayşegül Aşık, Sevilay Uğur, Ahmet T. İnce
TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü, P.K.21, 41470 Gebze-Kocaeli/Türkiye

Özet

ITS-90 ölçeğini sabit noktalarından birisi ve de ITS-90 ölçeği için temel referans noktası olan suyun üçlü noktasının yapımı UME sıcaklık laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Bu bildiriye suyun üçlü noktasının fiziksel olarak ne olduğu ve yapım tekniği detaylı bir şekilde anlatılacaktır. Yapılan bu suyun üçlü nokta hücreleri UME referans suyun üçlü nokta hücreleri ile karşılaştırılarak referans hücrelerden ± 0.1 mK belirsizlikle uluslararası izlenebilirliği sağlanmıştır.

1. Giriş

Uluslararası Birimler Sisteminde 7 temel birimden biri olan Kelvin (K), termodinamik sıcaklığa ait temel ölçü birimidir. Kelvin, suyun üçlü noktasının termodinamik sıcaklığının 273.16 da biridir.

İstenilen sıcaklık karşılaştırmasını yapmak için standart bir sistem seçilmeli ve buna, tanım olarak, T mutlak sıcaklığının herhangi bir değeri verilmelidir. Uluslararası anlaşmayla (IPTS-68) bu değer yukarıda da tanımlandığı gibi suyun üçlü nokta değeridir. Bu durumda, suyun katı, sıvı, ve gaz halleri birbiri ile dengededir. Bu seçimin nedeni suyun bütün bu üç durumunun birlikte denge halinde kaldığı basınç ve sıcaklığın tek bir belirli değerinin var olmasıdır. Deneysel olarak kolayca gerçekleştirilebilen bu sistemin sıcaklığı bu koşullar altında bulunan katı, sıvı, ve gaz bağıl miktarlarındaki her hangi değişmelerinden etkilenmez. Bunun için suyun üçlü nokta kolayca tekrar elde edilebilen bir sıcaklık standardı sağlar.

Uluslararası sıcaklık ölçeğince T_1 mutlak sıcaklığına

$$T_1 = 273,16$$

değeri verilmiştir [1].

Suyun üçlü noktası faz diyagramları ile açıklanır. Faz diyagramları, bazı

değişkenler sabit tutulmak üzere basınç-sıcaklık, basınç-bileşim, sıcaklık-bileşim ve enerji-sıcaklık eksenleri alınarak çizilen eğriler aracılığıyla saf suyun fiziksel hal değişimleri (sıvı, katı, buhar) açıklanır.

Faz; sıcaklık, basınç, yoğunluk, derişim, kırılma indisi ve dielektrik sabiti gibi özelliklerin her yerde aynı olduğu bölgelere denir.

Bir faz diyagramının çizilebilmesi için birbirinden bağımsız değişkenlerin bilinmesi gerekir. Bazı değişkenler sabit tutularak bağımsız değişken en az ikiye düşürülür ve faz diyagramı eksenleri çizilir. Sistemin açıklanabilmesi için gerekli denklemlerin sayısı Gibbs 'in faz yasasından hesaplanır [2]. S bağımsız değişken sayısı, B bileşen sayısını, F faz sayısını, 2 'de basınç ve sıcaklığı göstermek üzere;

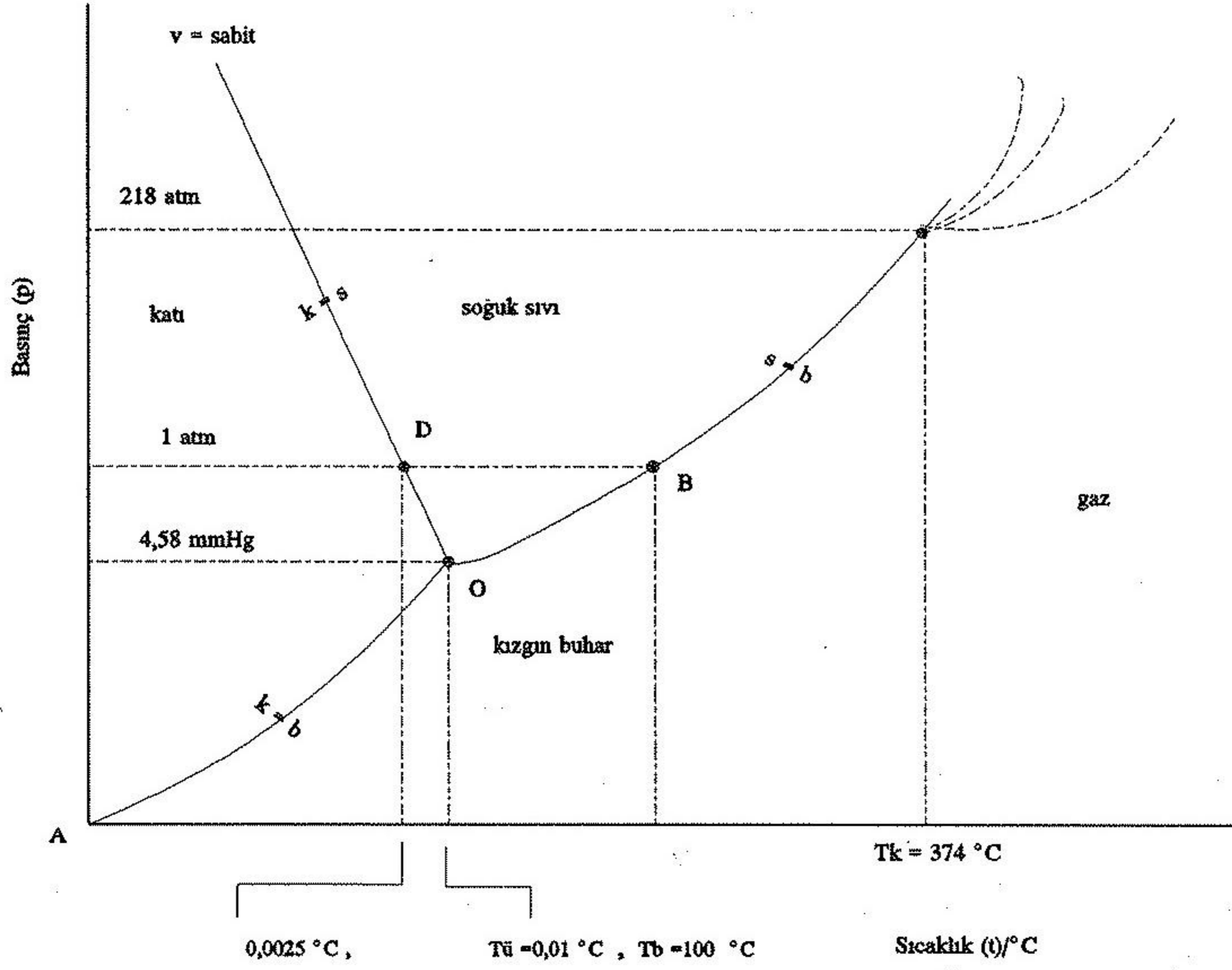
$$S = B + 2 - F$$

şeklindedir.

S ile gösterilen bağımsız değişken sayısına sistemin serbestlik derecesi denir. Örneğin, bir bileşenli $B=1$ bir mol su alırsak, bir fazlı yani $F=1$ olan bir halini belirlemek için en az $S=B+2-F = 1+2-1=2$ serbestlik derecesine gerek vardır. Bu iki bağımsız değişken için basınç ve sıcaklık alınarak suyun faz diyagramı şekil 1 'de görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi $k=s$, $k=b$ ve $s=b$ denge eğrileri O noktasında kesişmektedirler. Bu nokta da katı, sıvı, ve buhar beraberce dengede bulunmaktadır.

Basıncı 4,58 mmHg sıcaklığı ise 0,01 °C olan bu noktaya suyun üçlü noktası denir. Şekil 1 'de basıncın 1 atm olduğu yerden sıcaklık eksenine çizilen paralel $k=s$ denge eğrisini D noktasında, $s=b$ denge eğrisini B noktasında kesmektedir. Buradaki D noktası suyun 1 atm 'lik kendi buhar basıncı altındaki donma sıcaklığının 0,0025 °C olduğunu, B noktası ise suyun kaynama sıcaklığının aynı basınçta 100 °C olduğunu göstermektedir. Suyun, üçlü nokta sıcaklığı 0,01 °C, 1 atm 'lik su buharı basıncı altındaki donma noktası da 0,0025 °C olduğuna göre, suyun donma noktasını 1 atm 'e yakın bir basınç 0,0025 °C düşürmektedir. Bir atm basıncı altında suda çözünen bir miktar hava, sıcaklığı 0,0075 °C daha düşürerek suyun normal donma noktası olan 0,0000 °C sıcaklığa indirecektir. Kısaca üçlü nokta ile normal donma noktası arasındaki farkın 0,0025 °C 'ı basınç, 0,0075 °C 'ı ise kriyoskopik etkiden kaynaklanmaktadır.

Suyun üçlü nokta hücrelerinde kullanılan suyun saflığı çok yüksek olmalı, ideal olarak okyanus suyu izotopik bileşimleri oranlarında olmalıdır. Dünyanın çeşitli



Şekil 1 : Suyun kendi buhar basıncı altındaki basınç-sıcaklık faz diyagramının şematik görünüşü

bölgelerindeki su kaynaklarının izotopik bileşimleri aşağıda gösterilmiştir [3].

Saf suda kendiliğinden doğal olarak oluşan bu izotoplar üçlü nokta sıcaklığını düşürür. Fakat bu izotopların saf sudaki doğal olarak varlığı sorun yaratmaz. Saf suyu buharlaştırıp yoğunlaştırarak yani destile ederek suyun üçlü nokta hücrelerinde kullanabiliriz. Saf suyu, UME 'de iyon değiştirici ve destile ederek elde ediyoruz. Su içerisinde bulunan iyonları gidermek için anyonik ve katyonik reçinelerin HR ve OH

Sonuç

Suyun üçlü nokta hücresi ITS-90 ölçeğinde önemli bir sabit noktadır. UME bu sabit noktayı kendi yöntemleri ile UME 'de yapmayı başarmış ve uluslararası girdiği karşılaştırmalarda, UME yapımı hücrelerin diğer referans hücrelerden farkın ± 0.1 mK olduğu bulunmuştur [7].

Kaynaklar

1. International Temperature Scale 1990 (ITS-1990), Metrologia 27, s.3-10, 1990
2. T. Ü. Kimyası, Doç.Dr.Y. Sarıkaya, Doç.Dr.E. Erdil, Aml Ofset, Ankara, 1985.
3. International Practical Temperature Scale-1968 (IPTS-1968)
4. Teknik Cam, Güzel sanatlar matbaası, İstanbul, 1993.
5. Malzeme Bilimi, L.H. Van Vlack, Kipaş Dağıtımçılık, İstanbul, 1980.
6. D. Ambrose, R. R. Collerson and J. H. Ellender, J. Phys.E., 6, 1973, s. 975-978.
7. İnce, Ahmet T., " UME 'de yapılan suyun üçlü nokta hücrelerinin İngiltere (NPL) ve Amerika (NIST) 'daki Ulusal Metroloji kuruluşları ile karşılaştırılması ve yeni ulusal sabit noktaların yapılması", I. Ölçümbilim Kongresi, Eskişehir, 1995.