

Yalıtımlı Bir Kabinde Farklı Akışkanlar İçin Bağlı Nemin Sıcaklığa Göre Değişimin Deneysel Olarak İncelenmesi

Tansel KOYUN ve Semih AVCI

Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Isparta
tanselkoyun@sdu.edu.tr

(Geliş/Received: 29.05.2015; Kabul/Accepted: 07.08.2015)

Özet

Ortamların iklimlendirilmesinde konfor şartları büyük önem taşır. Bir ortam iklimlendirmesinde iklimlendirme cihazının yaz, kış ya da her ikisinin olması durumuna göre ısıtma, soğutma, nemlendirme, nem alma ve taze hava verme gibi işlemler söz konusu olur. Konfor şartlarını belirleyen en önemli etkenler olarak sıcaklık ve bağlı nem sayılabilir. Bu durum göz önüne alınarak bu çalışmada havanın, ısıtılan farklı akışkanların buharıyla nemlendirilmesi için bir kabin hazırlanmıştır. Kabin içerisindeki ortam havasının dışarıdan ısı alışverişiyle etkilenmemesi için kabin yalıtılmıştır. Kabin içindeki havanın sirkülasyonu sağlanması amacıyla 2 tane pc fanı kullanılmıştır. Her bir akışkan için, 5 farklı sıcaklıkta nem ölçüm deneyleri yapılmıştır. Bu ölçümler yapılırken ölçme cihazı olarak kabin içerisinde sıcaklık ve nem sensörleri kullanılmıştır. Burada amaç farklı akışkanların havayı nemlendirme kabiliyetlerini analiz etmek olmuştur. Elde edilen sonuçlar grafikler halinde sunulmuştur. Deneyde kullanılan her üç akışkan için de doyma basınçları ile çığ noktası sıcaklıkları arasındaki değişimin doğru orantılı olduğu görülmüştür. Ayrıca doyma basıncına göre çığ noktası sıcaklıklarının değişiminin tuzlu su için diğer iki akışkana göre daha yüksek değerlere sahip olduğu da görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: 1-Bağlı nem,2- Nemlendirme,3- İklimlendirme 4-Su, saf alkol ve tuzlusu

Experimental Investigation of Relative Humidity depend on the temperature for Different Fluids in a Insulation container

Abstract

Acclimatised to the conditions of comfort in the environment is of great importance. of air conditioning equipment in an environment in summer, winter or air conditioning is not fully based on the condition of heating, cooling, humidification, dehumidification and fresh air would be like making processes concerned. Terms of comfort as the most important factors include temperature and relative humidity. In this study considering this state of the air, which is heated with steam for moistening a container of different fluids were prepared. Heat exchange with the ambient air in the container from the outside of the container is insulated to avoid exposure. In order to ensure circulation of the air inside the container two of the computer fan units were used. For each fluid, tests humidity measurement were carried out at five different temperatures. These measurements were made as measuring devices have been used within the container temperature and humidity sensors. In this study, air humidification abiltiy different liquid aim. The results obtained were graphed. it was seen as a direct proportion between the change of the saturation pressure of the dew point temperature for three fluids used in the experiment.Also change of the dew point temperature according to the saturation pressure, It is also seen to have higher values than the other two fluid for salty water.

Keywords: 1- Relative humidity, 2-Humidification, 3-Air-conditioning, 4-Water, alcohol, salty water

1.Giriş

Bağlı nem, havanın bünyesinde su buharı halinde tuttuğu mutlak nemin, bulunduğu sıcaklık ve basınç koşullarında tutabildiği azami su miktarına oranıdır. Başka bir deyişle, belli bir yerdeki hava kütlelerinin sıcaklığına ve basıncın bağlı

olarak taşıyabileceği azami nemin yüzde kaç kadar su buharına sahip olduğunu ifade eden bir kavramdır. Bağlı nemin % 100 olması, havanın artık suyla doyurulmuş olması demektir ve katılan bu durumda hava daha fazla su alamayacak buhar yoğunlaşarak sıvı haline dönüşecektir. Bağlı

nem % 100'den küçük bir değerdeyse buharlaşma gözlenir.

Bağlı nem ortamın havasını önemli derecede etkileyen bir etkidir. Bu çalışmada hava içindeki bağlı nemin farklı akışkanlara göre nasıl değiştiğini görebilmek için adyabatik bir kabin içinde nemlendirme yapılmıştır. Akışkan olarak da soğutmada yaygınca kullanılan su, alkol ve tuzlu su seçilmiştir. Hava nemlendirmede değişik yöntemler kullanılabilir: atomizasyon (örneğin; püskürtme memesiyle atomizasyon, döndürme diskiyle atomizasyon), kendinden üreteçli buhar nemlendirmesi (örneğin; “elektrotlu buhar nemlendirmesi”, “ısıtıcı tipli buhar nemlendirmesi”) ve buhar enjeksiyonuyla nemlendirme. Deneyde ısıtıcı tipli buhar nemlendirilmesi yapılmıştır. Günlük hayatta tekstil sektörü, gıda sektörü, tıbbi cihazlarda bu tip ısıtıcılara rastlanmaktadır. Bu yöntem klasik paket tip klima cihazlarında da kullanılmaktadır[1].

Bağlı nem, havada bulunan su buharı miktarının, aynı sıcaklıktaki havada bulunabilecek en çok su buharı miktarına oranıyla ilgilidir. Bağlı nem ϕ ile gösterilir,

$$\phi = \frac{m_{su\ buhar}}{m_{d, su\ buhar}} = \frac{P \times V / R \times T}{P_d \times V / R \times T} = \frac{P}{P_d} \quad (1)$$

Burada:

P: su buharının, T sıcaklığında kısmi basıncı,
P_d: su buharının, T sıcaklığında doymuş haldeki kısmi basıncıdır.

Bağlı nem ayrıca basınç ve özgül neme bağlı olarak da aşağıdaki gösterildiği gibi yazılabilir.

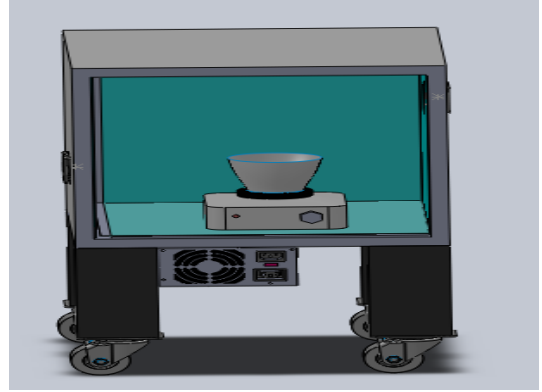
$$\phi = \left(\frac{\omega}{(0.622 + \omega) \times P_{d, su\ buhar}} \right) \quad (2)$$

Burada ω ; özgül nem, P_d ise doyma basınç değeridir. Bağlı nem, kuru hava için 0, doymuş hava için 1 değerini alır. Havada bulunabilecek su buharı miktarının sıcaklığa bağlı olduğu not edilmelidir. Bu nedenle özgül nem sabit kalırken, bağlı nem sıcaklıkla değişir [2].

2.Deneyin Yapılışı

Kabin içerisindeki havanın ısı kaybını önlemek amacıyla 25x25x25 cm küp şeklinde yalıtımlı bir kabin hazırlanmıştır. Kabinin iki yüzeyine karşılıklı olarak sirkülasyon sağlaması amacıyla 2 adet bilgisayar fanı bağlanmıştır. (Şekil 1.)

Akışkan olarak ise 0,5 lt su, alkol ve tuzlu su çözeltisi (yarım litre su için de 8 gr tuz vardır.Çözeltinin hacimsel yüzdesi %0.5 dir.) kullanılmıştır. Sıcaklık ve bağlı nemdeki değişimler sıcaklık-nem sensörü yardımıyla 7 dakika ara ile ölçülmüştür (Şekil 3).



Şekil 1. Deney düzeneğinin solidworks'te çizimi



Şekil 2. Deney düzeneği montaj halindedir



Şekil 3. Deney düzeneği

Sonuçlar tablo halinde verilmiştir. (Tablo 1. ve Tablo 2.). Ayrıca 3 ayrı akışkan için iç ortam sıcaklığının bağlı neme göre değişimi ve akışkan

sıcaklığının hava sıcaklığına göre değişimi grafikler halinde sunulmuştur. Ayrıca üç farklı akışkan için okunan sıcaklık ve bağıl nem değerlerine göre doyma basıncı ve çığ noktası sıcaklığı hesaplanmıştır. Alkol (Etanol) ve su için doyma basınç değeri saf maddeler için Antoine Denkleminden hesaplanmıştır [8] . Hesaplanan değerler Tablo 2. de gösterilmektedir. Ancak Tablo 2. den de görüleceği üzere saf alkol için deney sıcaklıklarına bağlı olarak çığ noktası hesabına literatürde ulaşılammıştır. Bu nedenle saf alkol için çığ noktası sıcaklığı, doyma basıncına denk gelen sıcaklıktır. Bu sıcaklık değeri ancak Antoine denklemi ile hesaplanabilir.

$$\ln P^d = A - \frac{B}{t + C} \quad (3)$$

Burada, A,B ve C Antoine denklemi için parametreler; t (°C) ise sıcaklık değeridir. Su için çığ noktası sıcaklığı doymuş su için termodinamik tablodan hesaplanır[3]. Tuzlu-su (% 0.5 hacimsel yüzde) saf madde olmadığı için doyma basınç ve çığ noktası sıcaklığı, çözelti yarı-yatışkın (Sıcaklık değişiminin çok yavaş gerçekleştiği durum, bu durumda incelenen zaman dilimi içinde karışımın derişimi de çok az değişmektedir. Böylece kaynama noktası yükselmesi zamanla değişmediği kabul edilir) bundan dolayı Raoult yasası kullanılarak doyma basıncı hesaplanır. Tuzlu-su için doyma basıncı değeri,

$$P_{\text{çözücü}} = (1 - x_{\text{çözünen}}) P_{\text{çözücü}}^* \quad (4)$$

Burada,

x = çözünenin mol yüzdesi

$P_{\text{çözücü}}^*$ = saf çözücü(su) buhar basıncı alınarak hesaplanır.

Her iki madde için de kendi kaynama noktalarında, atmosfer basıncında çözeltinin ve saf çözücünün buhar basınçları eşittir. Bu şartlar altında tuzlu-su için çığ noktası sıcaklığı,

$$P_{\text{çözücü}} = (1 - x_{\text{çözünen}}) P_{\text{çözücü}}^*$$

Yapılan çalışmada üç akışkan için farklı sıcaklıklarda bağıl nem değişimlerinin incelenmesi

amaçlanmıştır. Bu amaçla, yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar grafikler halinde sunulmuştur. Şekil.4'den 6'ya kadar görüldüğü üzere su, alkol ve tuzlu su için kabin sıcaklığı arttıkça iç ortamın bağıl nemi azalmaktadır. Çalışmada ayrıca farklı akışkanların aynı sıcaklıktaki bağıl nemleri ölçülmüştür. Buna göre aynı sıcaklık aralığında bağıl nemin su için (% 35- % 40) ,alkol için (% 40- % 45) ve tuzlu su için (% 40- % 45) aralığında değiştiği görülmektedir. Şekil 8-10 da ise kabin içinde akışkan sıcaklığına göre hava sıcaklığının değişimi gösterilmiştir. Grafiklerde de görüldüğü üzere akışkan sıcaklığı ile hava sıcaklığı değişiminin doğru orantılı olduğu görülmüştür. Şekil 7'de ise iç ortam sıcaklığı ile bağıl nem değişimi grafik halinde verilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere değişim ters orantılıdır ve ayrıca aynı sıcaklıkta en büyük bağıl nem değerlerine alkol ile ulaşılmaktadır. Şekil 11'de ise akışkan sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasındaki değişim görülmektedir. Doğru orantılı bir değişim söz konusudur. Ayrıca aynı akışkan sıcaklığında en yüksek kabin havası sıcaklığına tuzlu suda ulaşıldığı da görülmüştür. Şekil 12'de ise doyma basınçları ile çığ noktası sıcaklıkları arasındaki değişim görülmektedir. Grafiklerden de görüldüğü üzere doyma basıncı ile çığ noktası sıcaklığı arasındaki değişim doğru orantılıdır.

3.Sonuçlar

Bu çalışmada yalıtılmış bir kabin içinde farklı akışkanların iç ortam sıcaklığına göre bağıl nem, çığ noktası sıcaklığı ve doyma basıncı değerlerinin değişimi incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- su, alkol ve tuzlu su için kabin sıcaklığı arttıkça iç ortamın bağıl nem azalmaktadır

- aynı sıcaklık aralığında bağıl nemin su için (% 35- % 40) ,alkol için (% 40- % 45) ve tuzlu su için (% 40- % 45) aralığında değişmektedir.

- akışkan sıcaklığı ile hava sıcaklığı doğru orantılı olarak değişmektedir.

-yapılan deneye göre aynı akışkan sıcaklığında en yüksek kabin havası sıcaklığına tuzlu suda ulaşıldığı görülmüştür.

-her üç akışkan için de doyma basınçları ile çığ noktası sıcaklıkları arasındaki değişimin doğru orantılı olduğu görülmüştür. Ayrıca doyma basıncına göre çığ noktası sıcaklıklarının değişiminin tuzlu su için diğer iki akışkana göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür.

4.Semboller

φ : Bağıl nem (%)

$m_{su\ buhar}$: Su buharı kütlesi(kg)

$m_{d,su\ buhar}$: Doymuş su buharı kütlesi (kg)

P : Kısmi basınç

P_d : Doymuş haldeki kısmi basınç

R : Özel gaz sabiti

T : Sıcaklık (°C)

ω : Özgül nem (kg su buharı/ kg kuru hava)

5.Grafikler ve Tablolar

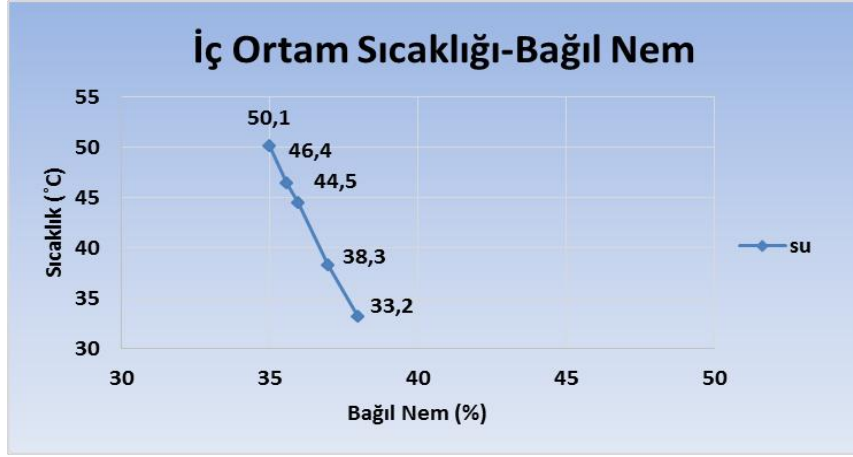
Tablo 1. İç ortam sıcaklığı-bağıl nem

Su		Alkol		Tuzlu Su (%0.5)		Hava		
T(°C)	φ (%)	T(°C)	φ (%)	T(°C)	φ (%)	Su	Alkol	Tuzlu Su(%0.5)
33.2	38	35.6	44	32.8	44	22.7	21.4	22.2
38.3	37	38.4	43.9	38.5	43.9	23.1	22.5	24.1
44.5	36	47.8	43	43.4	43	27.6	26.3	28.1
46.4	35.6	51.5	42.3	45.5	42.3	29.9	27.7	30.5
50.1	35	56.3	41	49.6	41	35.6	29.7	36.3

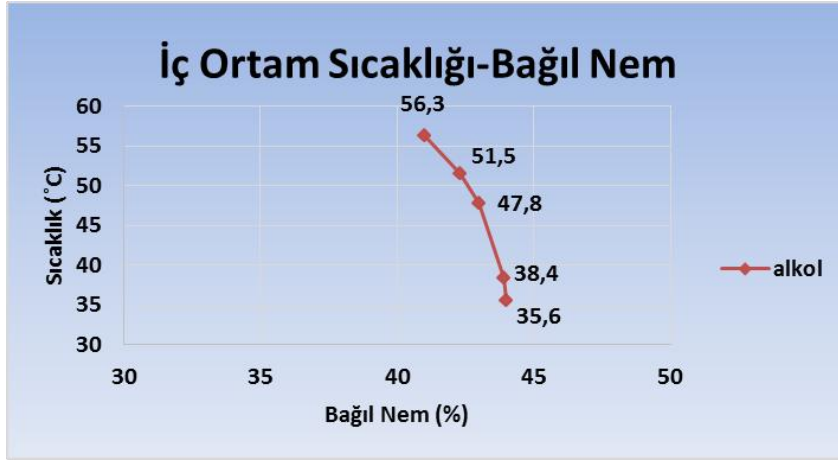
$$T_{\text{ort}} = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tablo 2. Yapılan deney sıcaklıklarına göre su, alkol ve tuzlu su (%0.5 hacimsel yüzde) için doyma basınç ve çığ noktası sıcaklıkları

SU		ALKOL		TUZLU SU (%0.5)		SU		ALKOL		TUZLU SU(%0.5)	
T(°C)	ψ	T(°C)	ψ	T(°C)	ψ	Pd(kPa)	Tçığ(°C)	Pd(kPa)	Tçığ(°C)	Pd(kPa)	Tçığ(°C)
33.2	38	35.6	44	32.8	44	5.12	16.9	14.24	35.6	5.06	34.4
38.3	37	38.4	43.9	38.5	43.9	6.77	21	16.512	38.4	6.70	39.82
44.5	36	47.8	43	43.4	43	9.39	26	26.557	47.8	9.29	44.83
46.4	35.6	51.5	42.3	45.5	42.3	10.35	27.4	31.742	51.5	10.24	47.01
50.1	35	56.3	41	49.6	41	12.46	30.4	39.735	56.3	12.33	50.82



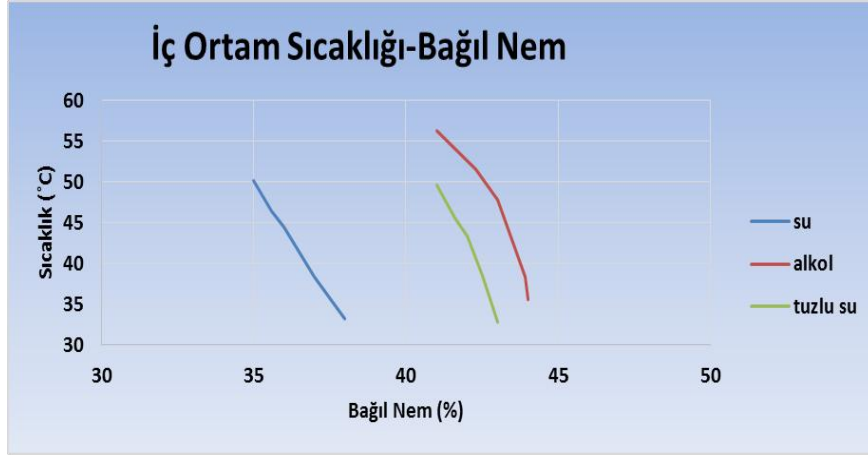
Şekil 4. Su için iç ortam sıcaklığı- bağıl nem grafiği



Şekil 5. Alkol için iç ortam sıcaklığı- bağıl nem grafiği



Şekil 6. Tuzlu su için iç ortam sıcaklığı- bağıl nem grafiği



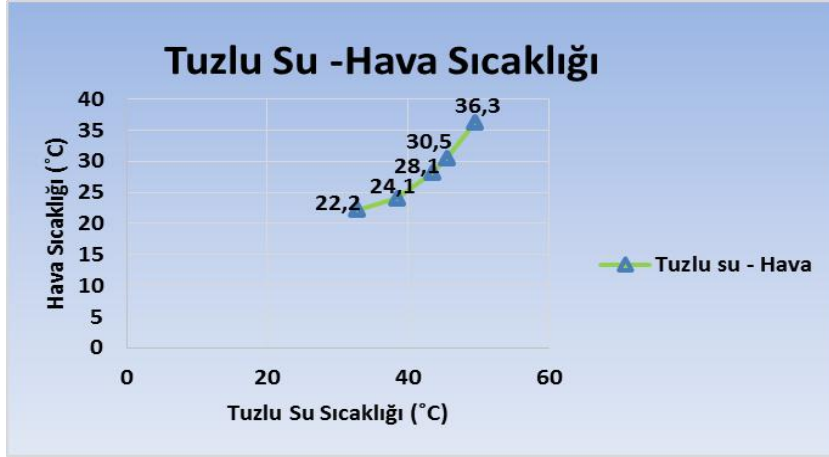
Şekil 7. Su-alkol-tuzlusu karşılaştırma grafiği



Şekil 8. Su-hava sıcaklık grafiği



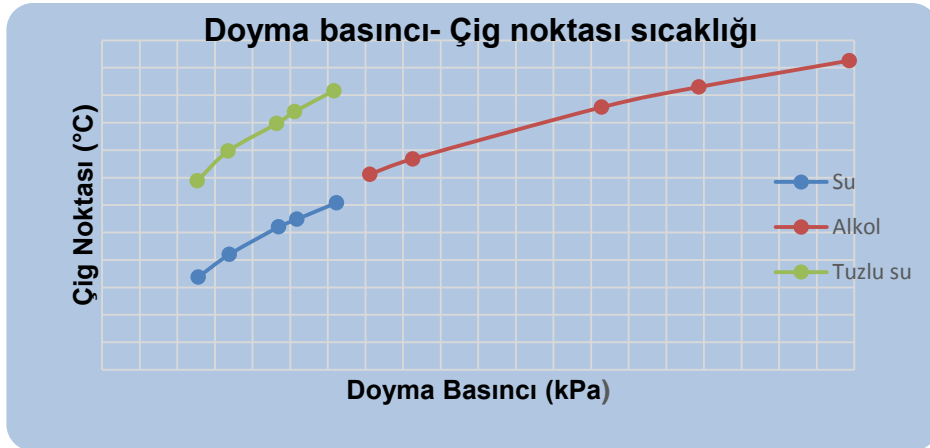
Şekil 9. Alkol – hava sıcaklık grafiği



Şekil 10. Tuzlu su-hava sıcaklık grafiği



Şekil 11. Su-alkol-tuzlu su-hava karşılaştırma grafiği



Şekil 12. Su-alkol-tuzlu su doyma basıncı çiğ noktası karşılaştırılma grafiği

Kaynaklar

1. Fujita, G., Kurose, R. ve Komori, S., (2010). Experimental study on effect of relative humidity on heat transfer of an evaporating water droplet in air flow, *International Journal of Multiphase Flow*, **36**, 244-247.
2. Li, A., Zhao, Y., Jiang, D. ve Hou X., (2012). Measurement of temperature, relative humidity, concentration distribution and flow field in four typical Chinese commercial kitchens, *Building and Environment*, **56**, 139-150.
3. Haghghat, F. and Bellis, L., (1998). Material emission rates: Literature Review, and the impact of indoor air temperature and relative humidity, *Building and Environment*, **Vol. 33, No. 5**, 261-277.
4. Chua, K.J., Ho, J.C. and Chou, S.K., (2007). A comparative study of different control strategies for indoor air humidity, *Energy and Buildings*, **39**, 537-545.
5. Sobrinho, P.M. and Tuna C.E., (2013). Experimental research on the influence of the air humidity conditions in an air conditioning system, *Experimental Thermal and Fluid Science*, **49**, 152-159.
6. Alahmer, A., Omar, M.A., Mayyas A. and Dongri S., (2011). Effect of the humidity and temperature control on in-cabin thermal comfort state: Thermodynamic and psychrometric analyses, *Applied Thermal Engineering*, **31**, 2636-2644.
7. Wu, X.P., Johnson, P. and Akbarzadeh, A., (1997). Application of heat pipe heat exchangers to humidity control in air-conditioning systems, *Applied Thermal Engineering*, **Vol.17, No.6**, 561-568.
8. ddbonline.ddbst.com