

İklimlendirme Sistemlerinde Kullanılan Farklı Tip Difüzörlerin Yerleşimlerinde Hız ve Sıcaklık Dağılımlarının Sayısal Olarak İncelenmesi

Alper YILDIRIM^{1,*}, Coşkun ÖZALP², Mustafa SÖYLER², Ertaç HÜRDOĞAN²,

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye Meslek Yüksek Okulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, 80000, Osmaniye

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, 80000, Osmaniye

YAYIN BİLGİSİ

Tarihçe:

Alınış: Temmuz 2018
Kabul: Ağustos 2018
Online Yayınlanma: Aralık 2018

Anahtar Kelimeler:

Menfez ve difüzörler,
Hava hız ve sıcaklık dağılımı,
Fluent-Ansys
PIV
HVAC

ÖZET

Çalışma alanlarında, insanların rahat olabilmesi için gerekli konfor koşulları sağlanmalıdır. İklimlendirme çalışmaları bu aşamada önemli bir görev üstlenmektedir. Çünkü ortamda bulunan havanın kalitesinin düşük olması, aktivitesi az bir solunuma, baş ağrısı, yorgunluk ve iştahsızlık gibi şikâyetlere neden olur. Ortam havasını değiştirmek ve sıcaklığı dengelemek için açılan pencere ve buna benzer havalandırma açıklıklarından ısı kaybı ya da kazancı söz konusu olduğundan klima tesisatı ile ekonomik olmayan bu durumun önüne geçilmesi gerekmektedir. İklimlendirme çalışması yapılan bir ortamda, havanın ısıtılması veya soğutulması, havanın filtre edilmesi ve neminin ayarlanması başlıca temel hedeflerdir. Klima sistemlerinde karşılaşılan problemlerin %70 civarı, hava dağıtım menfezlerinin uygun olmayan seçim ve yerleşiminden kaynaklandığını göstermiştir. Bu nedenden dolayı bu çalışmada menfez ve difüzörlerin hangi yerleşimde en verimli olacağı araştırılmıştır. Çalışmada slot difüzör ve jet nozulun hız ve sıcaklık dağılımları FLUENT-ANSYS akış modelleme programı ile incelenerek kıyaslamaları yapılmıştır.

Numerical Investigation of Temperature and Velocity Distributions of Different Types Diffusers Used in Air Conditioning Systems

ARTICLE INFO

History:

Received: July 2018
Accept: August 2018
Available online: December 2018

Keywords:

Grills and diffusers
Air velocity temperature distribution
Fluent-Ansys
PIV
HVAC

ABSTRACT

The conditions must be provided for people to be comfortable in their work areas. The climate studies have an important role at this stage. Because of the low quality of the air in the environment, the activity causes little complaints such as breathing, headache, fatigue and loss of appetite. In order to change the ambient air and compensate for the temperature, it is necessary to avoid the uneconomical situation with the air conditioner since there is heat loss or gain from the opening window and similar ventilation openings. In an environment where air conditioning work is done, heating or cooling the air, filtering the air and adjusting the humidity are the main objectives. %70 of the problems encountered in air conditioning systems are due to improper selection and placement of grills and diffusers. For this reason, in this study the location of the culverts and diffusers will be most efficient. In this study, linear aperture and slot diffuser velocity and temperature distributions were compared by comparing FLUENT-ANSYS flow modelling program.

1. Giriş

Klima sistemlerinde karşılaşılan problemlerin %70 civarı, hava dağıtım menfezlerinin uygun olmayan seçim ve yerleşiminden kaynaklandığını

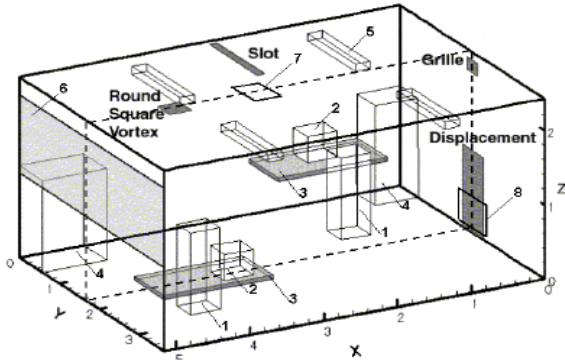
göstermiştir. Bu nedenden dolayı bu çalışmada bir 3x4x3,5 metre boyutlarında ofis odasında menfez ve difüzörlerin hangi yerleşimde en verimli olacağı araştırılmıştır. Bu çalışmada lineer menfez (Şekil 1), slot difüzör (Şekil 2) gruplarının hız ve

sıcaklık dağılımı incelenerek bunların kıyaslaması da yapılmıştır.

Lineer menfez, havalandırma sistemlerinde emiş ve üfleme olarak kullanılmaktadır. Tavan yüksekliğinin 3-4m olduğu hacimlerde kullanılması uygundur. Slot difüzör hem emiş hem de üfleme amaçlı kullanılırlar. Tavan yüksekliği 2,5-4m. olan yerlerde kullanılması uygundur.

Sezen çalışmasında klima santrali ile irtibatlandırılan kanalların ve menfezlerin seçiminin daha büyük bir önem taşıdığını belirtmiş ve iklimlendirilmesi planlanan mahal ortamına şartlandırılmış havanın verilmesinde kullanılan menfezlerde havanın çıkış hızı ve mahal içerisindeki yerleştirilmesi düşünülen konumları inceleyerek uygun çözümler üretmiştir [1].

Birçok çalışmada farklı menfez tiplerinde (slot, kare, lineer) Fluent 6.3.26 programı kullanılarak menfezlerin performansları incelenmiş olup k- ϵ ve k- ω modelleri kullanılarak çözüm elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre uygulamaya geçmeden önce uygun değer çalışma ve yerleşim şartları belirlenebilmektedir [2]. Örnek bir durum Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Mahaldeki difüzörlerin yerleşimi [2]

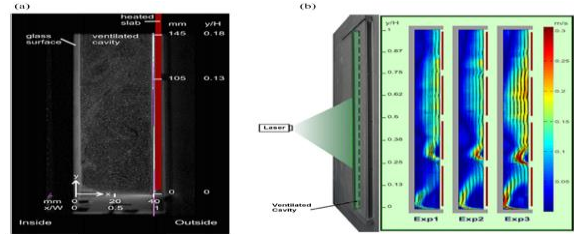
Kisup Lee ve arkadaşları [3] geleneksel havalandırma yerleşimini (GVY) ve yer altı hava dağıtım sistemi (YHDS) sisteminde hava akışını, hava sıcaklığını hava dağılım verimliliğini deneysel olarak farklı menfez tipleri (swirl, lineer ve yer panel difüzörü) kullanarak karşılaştırmış olup sonuçlar CFD programının sonuçları ile de kıyaslanmıştır. Deneysel ölçümler yapılarak havalandırma sistemi ile ilgili elde edilen sonuçlar da ayrıca irdelenmiştir. Sayısal ve deneysel verilerin sonuçları birbiri ile örtüşmüştür.

Kullanılan oda ve menfezler Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Deney odası ve kullanılan menfezler

Turning difüzör olarak adlandırılan kinetik enerjiyi basınç enerjisine çevirerek enerjiyi geri kazanımını sağlayan adaptörün sayısal olarak ve PIV ile karşılaştırılması Nordin ve arkadaşları tarafından yapılmıştır [4].



Şekil 3. Ölçümlerin a) CFD ile b) PIV ile görüntülenmesi

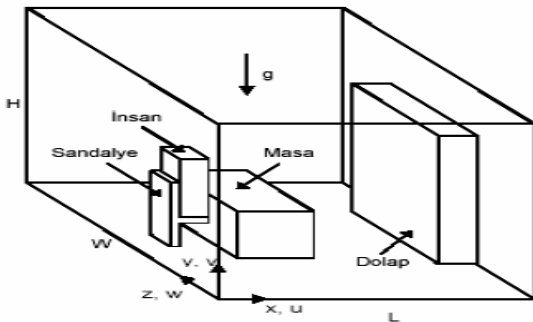
Aziz ve arkadaşları yuvarlak ve kare menfezlerin hava hareketlerini deneysel ve nümerik olarak incelemişlerdir. [5]. Havanın ortalama nemi, havalandırma etkinliği ve etkili çekiş sıcaklığı konfor kriterlerini kullanmış ve termal konfor bölgesini belirlemişlerdir. Deneysel olarak, odadaki sıcaklık alanını ölçmek için alt ölçekli bir oda kurulmuştur. Sayısal olarak, sayısal alanı ayırık hale getirmek için yapılandırılmamış sistem kullanılmış ve çözümde FLUENT programını kullanmışlardır. Sonuç olarak vorteks menfezi tarafından kazanılan enerji, kare ve yuvarlak menfezden 1,5 kat daha fazla olduğunu göstermişlerdir.

Öntaş yapmış olduğu yüksek lisans tezinde havalandırılan bir ofis odası içerisine verilen havanın, hacim içindeki hız ve sıcaklık dağılımlarını sayısal ve deneysel olarak incelemiştir [6]. İki farklı deney yaparak ilk deney soğuk akış deneyi olup ortam havası içeri verilmiş, ikinci deney hava sabit sıcaklığa kadar ısıtılarak sıcak akış deneyi gerçekleştirilmiştir. Bu deneylerin sonucunda yarıklı tipli menfezin konfor şartlarına etkisi incelenmiştir. Bunlara ilaveten kare menfez ile daha önce yapılan çalışmadaki değerler kullanılarak yarıklı tipli hava basma menfezi ile kare hava basma menfezi kullanılarak

elde edilen sonuçların kıyaslanması imkânı doğmuştur. Sayısal çözüm olarak, deneyi yapılan modellerin yanı sıra daha farklı üfleme açıklığı konumları ve sıcak üfleme durumu HAD analizi ile belirlenmiştir. Yarık tipli hava basma menfezi ve kare hava basma menfezi ile yapılan çalışmalar karşılaştırıldığında yarık tipli menfezin üst kotlarda daha etkin bir hava akışına neden olduğuna buna karşın alt noktalarda hava hızlarının kare menfez ile yapılan çalışmaya göre daha düşük kaldığı görülmüştür. Bu ise konfor şartları irdelendiğinde esintisizliğe ve insanlarda rahatsızlığa neden olabileceği belirtilmiştir.

Karadeniz [7] ve arkadaşları split klima iç ünitesi çıkışındaki üç boyutlu hız dağılımı Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçümü (PGHÖ) (Particle Image Velocimetry, PIV) yöntemi ile belirleyerek, elde edilen sonuçları bilgisayar ortamında modellenen farklı oda koşulları için girdi olarak kullanılmışlardır. Böylece üç boyutlu deneysel verilerle desteklenen sayısal çözümlerle sonucunda, oda konfor koşullarına etki eden parametrelerden olan oda boyutlarının ve cihaz konumunun, şartlandırılmış havanın oda içerisindeki dağılımına olan etkileri incelemiştir.

Bir başka çalışmada içinde bir insan ve nesnelerin bulunduğu bir ofis odası içine verilen soğutma havasının, hacim içindeki dolaşımı sayısal olarak incelenmiştir [8]. Sürekli şartlardaki üç boyutlu kütle, momentum, türbülanslı enerji, türbülans kinetik enerjisi ve türbülans kinetik enerjisinin yayılım oranı denklemleri, tanımlanan sınır şartlarıyla birlikte Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) kullanılarak çözülmüştür. Sonuçlar, odanın çeşitli kesitlerinde hız vektörleri ve sıcaklık konturları ile gösterilmiştir. Menfez konumları değiştirilerek hava hareketi incelenmiş ve insanın konforlu olup olmadığı ile nesnelerin hava hareketine etkileri irdelenmiştir.



Şekil 4. Deney düzeneği yerleşimi

Nielsen V. Peter ve ark.,[9] beş farklı sistemi farklı menfez çeşitleri ile test etmişlerdir. Deneylerinde sıcaklık dağılımı termocouple ile ölçülmüş, hızlar 1.8 m yüksekliğinde bir çizgi boyunca anemometre ile ölçmüşlerdir. Çalışmalarında karışım havalı ve duvara montajlı sistemin konfor şartlarını sağlamaya daha elverişli olduğu gözlemiştir.

Hussein H.M.A. ve ark.,[10] farklı menfez tiplerinde (slot, kare, lineer) Fluent 6.3.26 programı kullanılarak menfezlerin performanslarını sayısal olarak incelemiştir. Türbülans modeli olarak k-ε ve k-ω modelleri kullanılmış ve modelleme ile montaj öncesi oluşabilecek sorunların tespitine yönelik çalışma gerçekleştirmişlerdir.

2. Materyal Yöntem

2.1 Fiziksel Model

Çalışmada sınır şartı olarak dış hava 311 K alınmıştır. İç hava sıcaklığının 299 K olması istenmiş ve buna göre ısı kaybı kazancı yapılmıştır. Odanın ölçüleri en*boy*yükseklik 3*4*3,5 metre olacak şekilde modellenmiştir. Duvarlardan, taban ve tavandan güneş yönüne göre ısı kayıp kazanç hesabı yapılmıştır. Oda içerisinde bir insan, 1 adet buzdolabı, 1 adet bilgisayar, 1 adet masa, 1 adet sandalye, 2 adet lamba bulunduğu ve odada kapı ve pencere bulunmadığı kabulleri yapılmıştır.

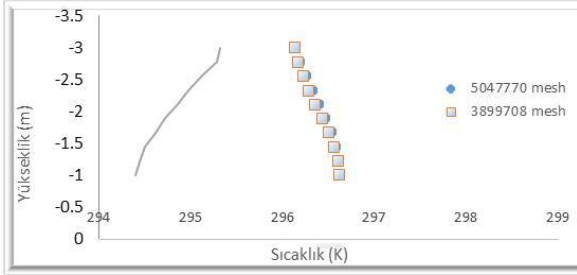
2.2 Sayısal Model

Model oluştururken tetrahedral mesh oluşturulmuş, (RNG) k-ε türbülans modeli kullanılmıştır. Navier-Stokes denklemleri ve Lagrangian yörüngeleri hesabı için ANSYS_FLUENT programı kullanılmıştır. Basınç ve hız bağlantısında yarı örtülü basınç bağı denklemler için (SIMPLE) algoritması, hava yoğunluğundaki değişimlerin hesabı için Boussinesq varsayımı kullanılmıştır. Yakınsamada süreklilik ve momentum eşitlikleri için 10-4, enerji eşitliği içinse 10-7 değeri alınmıştır.

2.3 Mesh Bağımsızlığı

Oda içerisine 2,5 metre uzunluğunda "line" oluşturulmuş ve line üzerindeki 10 farklı noktadan sıcaklık değerleri alınmıştır. Aynı geometriye 3 farklı sayıda mesh atılmış ve sıcaklık değerleri kıyaslanmıştır. Mesh bağımsızlığı için sonuçlara

bakıldığında hata %1 den azdır. Şekil 5’de bu mesh sayıları ve hata payı gösterilmektedir. Bu çalışmada 38999708 adet mesh sayısındaki geometrinin hız ve sıcaklık verileri kullanılmıştır.



Şekil 5. Slot düzör için mesh bağımsızlığı

2.4 Sınır Şartları

Hava giriş hızı (V_{in}) = 2,5 m/s ve hava giriş besleme sıcaklığı (T_{in}) = 286 K olarak hesaplanmıştır. Tablo 1’de her bir eleman için ısı akıları gösterilmiştir.

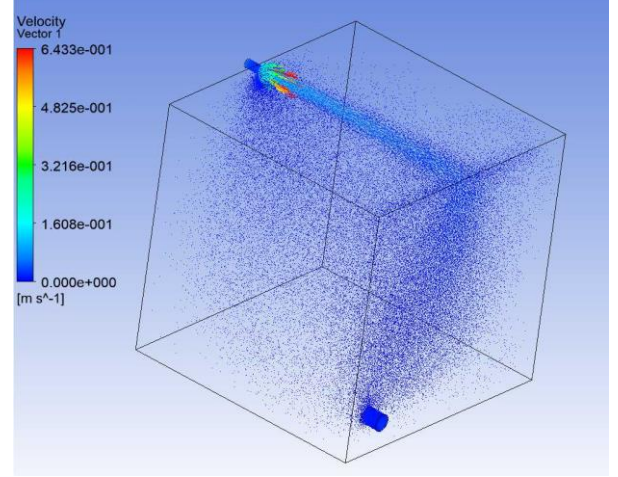
Tablo 1. Her bir eleman için ısı akıları

Isı Kaynağı	Soğutma Yüklü (W/m ²)
İnsan (ofiste oturan)	70
Buzdolabı	50
Lamba*2	15
Bilgisayar	35
Batı Duvar	4
Doğu Duvar	20
Kuzey Duvar	4
Güney Duvar	21
Taban	10
Tavan	10

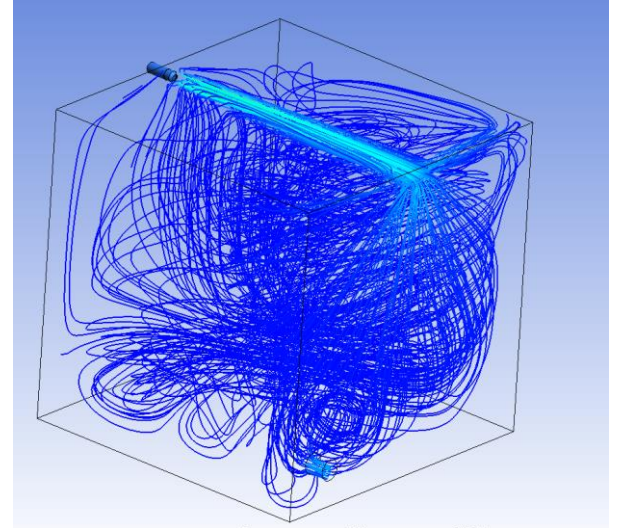
Çalışmanın bu kısmında elde edilen ilk sonuçlara yer verilmiştir. Toplam dört adet süreklilik, momentum denklemlerinin yanı sıra, k-ε türbülans modeli için iki ilave transport toplam altı adet diferansiyel denklem çözülmektedir.

2.2. Sayısal Çözüm

HAD programı kullanılarak oluşturulan modelde jet nozula hava giriş hızı 0,05 m/s olarak alınmıştır. Şekil 6’de havanın odadaki hız dağılımı, Şekil 7’de havanın akım çizgilerinin durumu gösterilmiştir.

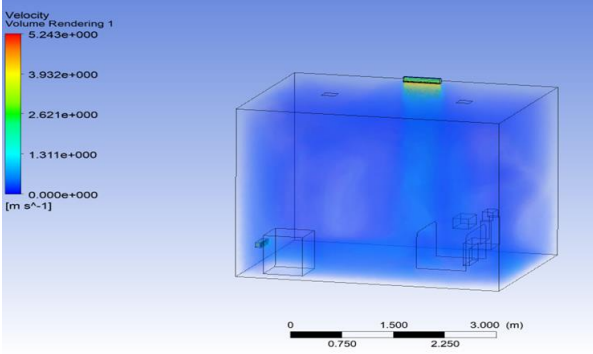


Şekil 6. Havanın oda içindeki hız durumu



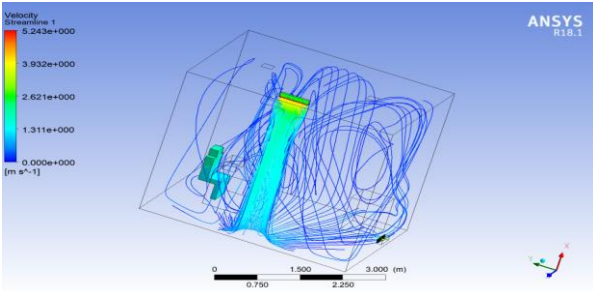
Şekil 7. Havanın oda içindeki akım çizgilerinin durumu
Şekil 6’de hava duvara hızlı çarpmış ve hız duvarda sönümlenmiştir. Daha uzun yerleşimlerde havanın daha da ileri gitme durumu görülmüştür. Hava tüm odaya Şekil 7’de görüleceği üzere homojen dağılmamış olup karmaşık bir yapı mevcuttur.

Şekil 8’de oda içerisindeki hız dağılımı gözükmemektedir. Difüzör girişinde hız maksimum 5.24 m/s olsa da difüzör çıkış hızı 2,5 m/s olup oda içerisindeki hızın ortalama 0.2 m/s olduğu gözükmemektedir.



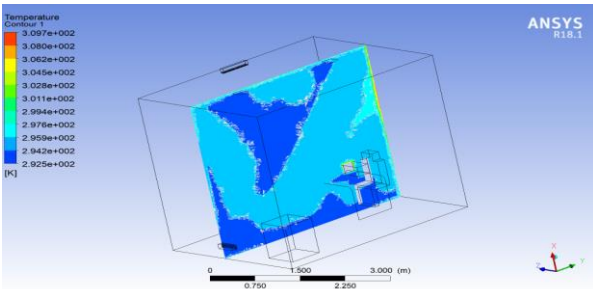
Şekil 8. Oda içerisindeki hız dağılımı genel görünümü

Şekil 9'de slot difüzörden hava çıkışının perde şeklinde olduğu görülmüştür. Hava blok halinde yere çarpmış ve sonra yukarı çıkarak tüm odaya dağılmıştır.



Şekil 9. Havanın slot difüzörden çıkışı ve odadaki dağılımı

Şekil 9'da hava sıcaklığını görmek için odanın orta noktasına düzlem atılmış olup buradaki sıcaklık dağılımı görülmektedir. İnsanın ayak ve diz hizaları 292 K olduğu görülmüştür. Bu değer konfor şartlarından epey uzak olup soğuk hissi verir. Diz bölgesinin üstünde ise 297-298 K aralığında sıcaklık vardır. Burada konfor şartları sıcaklık olarak sağlanmıştır.



Şekil 9. Oda içerisinde kesitteki sıcaklık dağılımı

3. Sonuçlar

Doğru menfez seçiminin sonunda aşağıda sıralanan sonuçlar elde edilecektir.

- Doğru menfez seçerek optimum hava akımını sağlayarak enerji tasarrufu sağlamak.
- Düzgün montaj yaparak, montaj sonrası oluşacak demontajdan oluşacak para, zaman kaybını minimuma indirmek.
- İstenilen sıcaklık ve hava hızını sağlanmış olsa bile aynı zamanda insanlar için termal konforun sağlanmasının yapılması.
- HAD analizi ile PIV değerlerinin karşılaştırılmasının yapılması.

İlk sonuçlar değerlendirildiğinde HAD analizi ile yapılan modellemede görüleceği gibi jet nozulun atış mesafesi yüksektir.

Slot difüzörde hava perde şeklinde ve hızlı indiğinden dolayı difüzörün altındaki kimseler bundan olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle slot difüzörlerin tavan yüksekliği fazla olan yerlerde tercih edilmesi daha uygundur. Odanın genelinde sıcaklık ve hızı istenilen değerlerde olsa da, lokal bölgelerde oldukça farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar termal konforu etkilemektedir.

Kaynakça

- [1] Sezen Y. 1999. Bir klima tasarımında şartlandırılmış havanın dağıtımında hava hızlarının menfez seçimine ve boyutlandırılmasına etkisi. IV ulusal tesisat mühendisliği kongresi ve sergisi, İzmir, Kasım 1999.
- [2] Ahmet ST., Mahdi AA., Hussein MA., Numerical simulation of cold air distribution in the room with different supply patterns. International Journal of Computer Applications 2013; Volume 72– No.19
- [3] Lee K., Zhang T., Jiang, Z., Chen, Q. Comparison of airflow and contaminant distributions in rooms with traditional displacement ventilation and under-floor air distribution systems, 2009, ASHRAE Transactions, 115(2).
- [4] Nordin N., Karim ZAA., Othman S., Raghavan VR., Experimental investigation of 2-d turning diffuser performance by varying inflow Reynolds number. conference

on Mechanical, Automotive and Aerospace Engineering, Kuala Lumpur, July 2013.

- [5] Aziz M. A., Gad I., Mohammed ES., Mohammed RH., Experimental and numerical study of influence of air ceiling diffusers on room air flow characteristics, Energy and Buildings 2012; 55:738–746
- [6] Öntaş E., Kapalı hacimlerde slot difüzör kullanımının hava dağılımına etkisi, İTÜ yüksek lisans tezi 2008.
- [7] Karadeniz Z. H., Dilek Kuşlutaş D., Özer Ö. İklimlendirilen hacimlerin akış dağılımının incelenmesinde parçacık görüntülemeli hız ölçümü verilerinin sayısal oda modeline uygulanması, Ulusal iklimlendirme kongresi ve fuarı, Antalya, Aralık 2011.
- [8] Kuas G., Başkaya Ş., Havalandırılan bir ofis odasında hava hareketinin sayısal analizi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. 2002; 17, No 2, 35-52
- [9] Nielsen P. V. (2006) " Air Distribution in a Room with Ceiling-Mounted Diffusers Comparison with Wall-Mounted Diffuser, Vertical Ventilation, and Displacement Ventilation", ASHRAE Transactions, vol.112, pp.498-504
- [10] Hussein H.M.A. ve ark., (2013) "Numerical Simulation of Cold Air Distribution in The Room with Different Supply Patterns", International Journal of Computer Applications, Volume 72– No.19