



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

DERSLİK İÇİ TAZE HAVA DAĞILIMININ SAYISAL OLARAK BELİRLENMESİ VE İYİLEŞTİRİLMESİ

MMO İZMİR ŞUBESİ İÇ ÇEVRE KALİTESİ ÇALIŞMA GRUBU

MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI

BİLDİRİ

DERSLİK İÇİ TAZE HAVA DAĞILIMININ SAYISAL OLARAK BELİRLENMESİ VE İYİLEŞTİRİLMESİ

MMO İzmir Şubesi İç Çevre Kalitesi Çalışma Grubu¹

ÖZET

Bu çalışmada, bir derslik içerisinde taze hava dağıtımını sağlayacak menfez yerleşimleri bilgisayar benzetimleri ile incelenmiştir. İncelenen derslik MMO İzmir Şubesi İç Çevre Kalitesi Çalışma Grubu ve İzmir Milli Eğitim Müdürlüğü işbirliği ile yapılan “İlköğretim Okullarında İç Hava Kalitesi Eğitimi” çalışmaları ile birlikte yürütülen Bornova Nihat Gündüz Ortaokulu örnek havalandırma uygulama projesinin yapılacağı dersliklerden biridir. Öncelikle öğrencilerin ihtiyacı olan taze hava miktarı bulunarak, bu debiyi sağlayacak ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları için önerilen üç farklı tasarım ile derslik içi hava hızı dağılımları karşılaştırılarak en uygun dağıtım sağlayan tasarım belirlenmiştir. Belirlenen tasarımın farklı düşey yönlendirme kanadı açıları (30, 45, 60, 75°) ve debiler (335, 400, 560, 840 m³/h) için havalandırma etkinliği incelenerek nihai tasarımın uygunluğu tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İç çevre kalitesi, Dersliklerin havalandırılması.

ABSTRACT

In this study, ventilation design of a classroom was investigated by computer simulations to provide a better fresh air distribution indoors. The classroom was selected from the Bornova Nihat Gündüz Ortaokulu ventilation application project, which is being held by the cooperation of CME İzmir Branch Indoor Environmental Quality Work Group and İzmir Educational Directorate under the project named “Indoor Air Quality Education for Primary Schools”. Firstly, the amount of fresh air that is needed for a proper ventilation was determined and then three different ventilation designs with heat recovery systems were compared for their ability to satisfy the desired criteria. The selected design was further investigated to discuss the effect of the angle of the vertical directing guides (30, 45, 60, 75°) and different flow rates (335, 400, 560, 840 m³/h) on the ventilation effectiveness.

Key Words: Indoor environmental quality, Ventilation of classrooms.

1. GİRİŞ

Zaman geçirdiğimiz tüm hacimlerde soluduğumuz havanın içeriği sağlığımız açısından çok önemlidir. İç hava kalitesinin artırılması amacıyla kurulan mekanik havalandırma sistemlerinde, havalandırılan hacmin her noktasında öngörülen hava şartlarının sağlanabilmesi için, emme ve üfleme menfezlerinin konumları doğru seçilmelidir. Geleneksel olarak tecrübeye dayalı konumlandırma yapılmaktadır. Ancak, özellikle büyük hacimler ve karmaşık dağıtım sistemlerinin olduğu ortamlarda, düzgün bir dağıtım sağlamak için bilgisayar benzetimlerinin yapılması gittikçe yaygınlaşan bir yöntemdir [1, 2].

¹ MMO İzmir Şubesi NGO Projesi İç Çevre Kalitesi Çalışma Grubu (Ziya Haktan Karadeniz, Güniz Gacaner, Orhan Ekren, Filiz Aktakka, Sinan Aktakka, Sait Sofuoğlu, İbrahim Atmaca, Necmi Varlık, Macit Toksoy)

Ayrıca, bilgisayar benzetimlerinde formaldehit ve CO₂ gibi zararlı gazların oda içerisindeki miktarlarının ve dağılımlarının belirlenmesi de mümkündür [3, 4, 5, 6].

İç hava kalitesi özellikle okul dersliklerinde daha da önemlidir. Öğrencilerin dikkatlerini ve algılarını yüksek tutabilmek için derslik içerisindeki CO₂ seviyesinin sınır değerlerin altında tutulması gerekir. Bu nedenle, MMO İzmir Şubesi ve İzmir Milli Eğitim Müdürlüğü işbirliği ile yapılan “İlköğretim Okullarında İç Hava Kalitesi Eğitimi” çalışmaları ile birlikte Bornova Nihat Gündüz Ortaokulu örnek havalandırma uygulama projesi yürütülmektedir.

Bu çalışmada, yukarıda bahsedilen örnek havalandırma uygulama projesinde belirlenen bir derslik içerisinde taze hava dağıtımını sağlayacak menfez yerleşimleri bilgisayar benzetimleri ile incelenmiştir. Öncelikle öğrencilerin ihtiyacı olan taze hava miktarı bulunarak, bu debiyi sağlayacak ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları için önerilen üç farklı proje ile derslik içi hava hızı dağılımları karşılaştırılarak en uygun dağıtım sağlayan tasarım belirlenmiştir. Belirlenen tasarımın farklı düzey yönlendirme kanadı açıları ve debiler için havalandırma etkinliği incelenerek nihai tasarımın uygunluğu tartışılmıştır.

2. TAZE HAVA İHTİYACININ BELİRLENMESİ

İnsanların yaşadığı kapalı hacimlerde ihtiyaç duydukları taze hava miktarlarını belirleyen ulusal ve uluslararası standartlar bulunmaktadır (ABD/ASHRAE 62/1: 2007, Portekiz/RSECE Dec-Lei 79/2006, İngiltere/Building Bulletin 101 v1.4- 5th July 2006, Fransa/RSDTYP Règlement Sanitaire Départemental Type, Finlandiya/Finnish Building Code, Part D2, AB/EN 15251:2007) [7]. MMO İzmir Şubesi ve İzmir Milli Eğitim Müdürlüğü işbirliği ile yapılan “İlköğretim Okullarında İç Hava Kalitesi Eğitimi” çalışmaları kapsamında yapılan araştırmalar sonucunda, mevcut dersliklerin etkin bir havalandırma sağlamak için gerekli koşulları (öğrenci başına düşen taban alanı, yükseklik, havalandırma tesisatının yerleştirilmesi için gerekli hacimlerin ayrılması vb.) sağlayamadığı görülmüştür.

Yukarıda bahsedilen standartlardan, değişken hava debili bir havalandırma yöntemi öneren İngiliz standardının [8] hâlihazırda kullanılmakta olan dersliklere uygulanmasının en uygun yöntem olduğu sonucuna varılmıştır. Bu standarda göre; okul binası içinde insanlar tarafından kullanılan her alan içinde olabilecek en yüksek insan sayısına göre kişi başına en az 3 l/s, gerekli olduğu anda da kişi başına 8 l/s havalandırma debisi sağlanabilmelidir. Bültende kişi başına günlük ortalama değer gelecekte en az 5 l/s değerine çıkartılması önerisi de yer almaktadır. Bu değerler göz önünde bulundurulduğunda, seçilen derslikte 30 öğrenci ve öğretmen olmak üzere toplam 31 kişi bulunduğundan gerekli havalandırma debisi farklı durumlar için sırasıyla 335 m³/h (3 l/s), 560 m³/h (5 l/s) ve 840 m³/h (8 l/s) değerlerini sağlamalıdır.

Yukarıda değinilen proje kapsamında yapılan ayrıntılı incelemeler (özellikle sınıf içerisinde CO₂ derişiminin zamanla değışimi tahminleri) ve yapılan bilgisayar benzetimleri sonucu elde edilen bulguların birlikte değerlendirilmesi ile uygulamada kurulacak sistemin tasarımı yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, bu bildiri kapsamında 400 m³/h hava debisi için farklı tasarımların karşılaştırmalı sonuçları verilmiştir. Ayrıca, seçilen tasarımın İngiliz standartlarına göre istenen farklı debilerde (335, 560 ve 840 m³/h) çalıştığı durumlardaki havalandırma etkinliği de incelenmiştir.

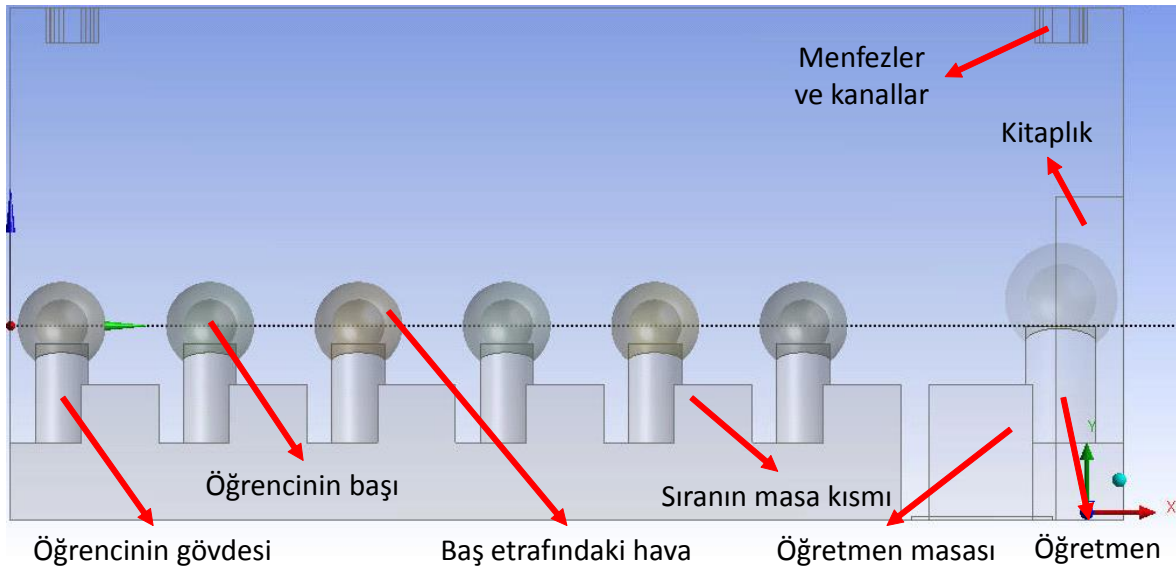
3. SAYISAL ÇALIŞMA

3.1.Sayısal Model

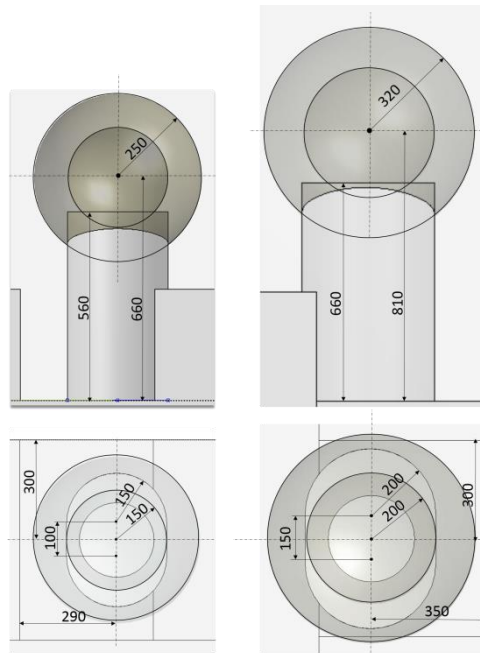
İncelenen derslik 630x624x290(y) cm ölçülerindedir. Derslikte, toplam 30 öğrenci ayrı sıralarda (masa kısmı 60x44x77(y) cm, oturma kısmı 60x44x45(y) cm) tekli oturmaktadır (5 sütunda 6'şar sıra

şeklinde). Bu öğrencilerin bacaklarının da sıra altındaki boşluğu hava akışını engelleyecek şekilde tamamen kapattığı düşünülmüştür. Öğrencilerin vücutları oval kesitli silindirlere modellenerek başları ise bu silindirlere kısmen gömülü küreler olarak modele eklenmiştir. Öğrencilerin kol ve el ayrıntıları modelde gerekli görülmedi. Öğretmen masası (107x59x77(y) cm), öğretmen sandalyesi ((77x60x44(y) cm)), kitaplık (86x38x183(y) cm) ve öğretmen de benzer şekilde modellenmiştir.

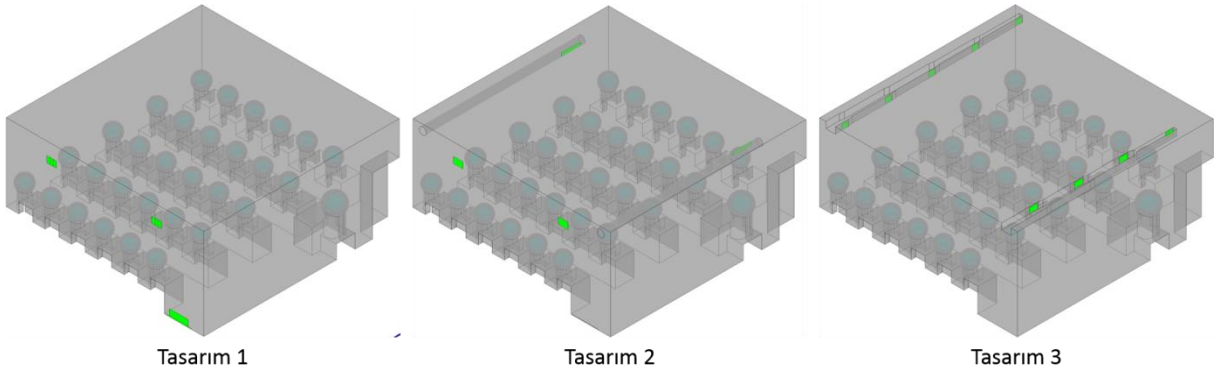
Derslik içerisindeki diğer eşyalar, hava akışı üzerindeki etkilerinin sınırlı olacağı kabulü ile modellenmedi. İncelenen tasarımlardan iki tanesinde bulunan hava kanalları da modele eklendi. Eşyaların, kanalların ve insanların bulunduğu kısımlar kapalı hacimler halinde toplam hava hacminden çıkarılarak hava akışının inceleneceği akışkan hacmi elde edildi. Ayrıca her bir öğrenci ve öğretmenin kafasının etrafına küre şeklinde hava hacimleri tanımlanarak (öğrenciler için 50 cm, öğretmen için 64 cm çapında) küre içerisindeki ve yüzeyindeki hız dağılımı ayrıntılı olarak incelenebilir hale getirildi. İncelemelerde kullanılan modelin ayrıntıları Şekil 1 ve 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Akış incelemelerinde kullanılan geometrik modelin ayrıntıları



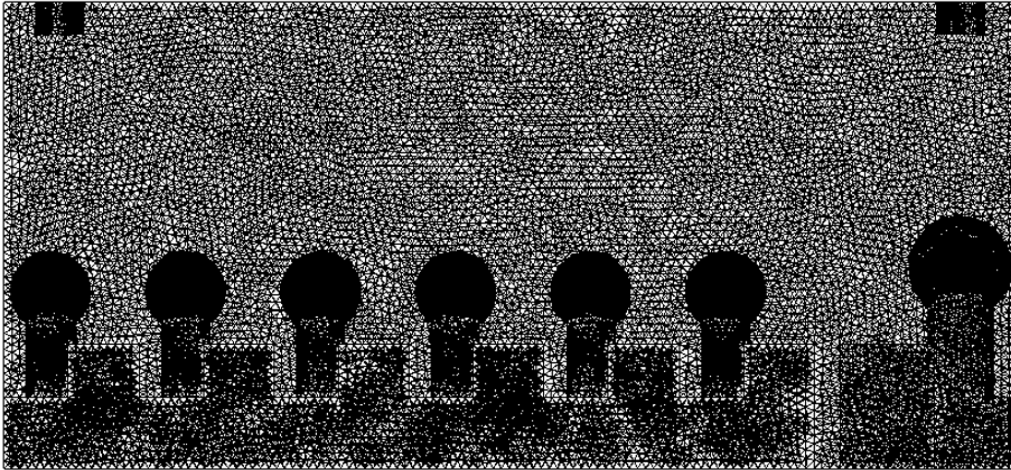
Şekil 2. Öğretmen ve öğrenci modellerinin ölçüleri (ölçüler mm'dir)



Şekil 2. Havalandırma tasarımları

3.2. Sınır Şartları ve Kabuller

Ağ oluşturma işleminde bir ağ duyarlılığı incelemesi yapılmadı. Bunun yerine sıkı bir ağ yapı oluşturulması tercih edildi. Tecrübe ile ağ yapının giriş ve çıkış yüzeylerinde daha sıkı olması ve hacmin genelinde düzgün dağılımlı bir tanecik büyüklüğü oluşması sağlandı. İncelenen tüm modellerde, ağ yapılar en az 500000 düğüm noktası ve 2500000 dört yüzlü (tetrahedral) eleman olacak şekilde hazırlandı. Tasarım 3'e ait ağ yapısı Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Örnek ağ yapısı

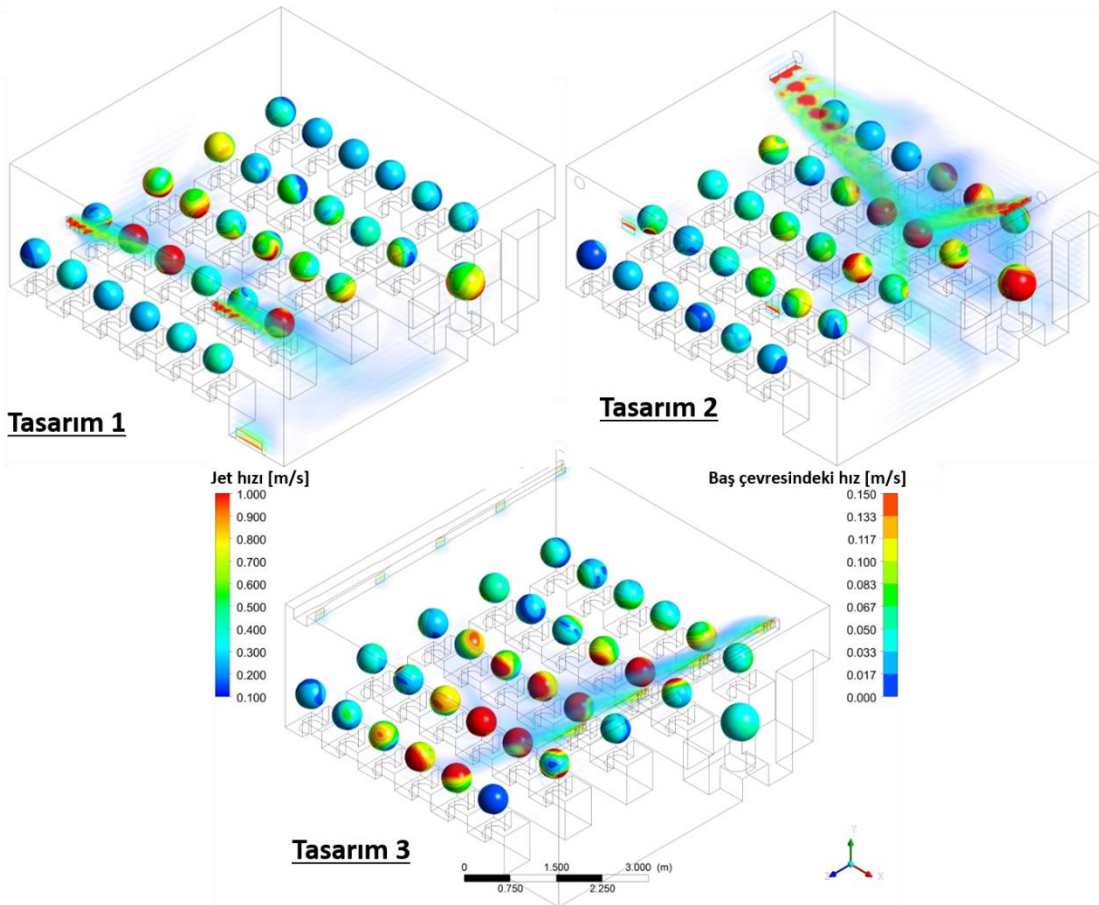
Belirlenen taze hava debisi giriş menfezlerine “Giriş (Inlet)” tanımlamasıyla sabit debi sınır şartı verilerek eşit şekilde dağıtıldı. Her bir menfez, kullanılacak planlanan dağıtıcının katalog verilerinde tanımlandığı şekilde üç ayrı yatay yönlendirme bölümüne ayrıldı. Havanın menfezden çıkış yönü, üç bölümden sırasıyla 22° - 0° - 22° açılarla genişleyecek şekilde ayarlandı. Ayrıca, menfezler düşey yönlendirme kanatları ile havayı derslik içerisine düşeyde de farklı açılarda gönderebildiğinden, menfez çıkışlarına havanın derslik içerisine üfleme açısı düşeyde farklı açılara ayarlandı. Tasarım 2 ve 3'de çıkış menfezlerinde “Çıkış (Outlet)” sınır şartı tanımlandı ve 20 Pa emiş olduğu kabul edildi. Tasarım 1'de ise emişin gerçekleştiği transfer menfezi ve kapı altı açıklığına 0 Pa bağıl basınç olan “Açıklık (Openning)” sınır şartı tanımlandı. Sınıfta giriş ve çıkış menfezleri dışında hava giriş çıkışına izin veren başka bir açıklık olmadığı kabul edildi. Sınıf içerisindeki ve dış kaynaklardan gelmesi muhtemel ve içerideki kaynaklar nedeniyle oluşan her türlü ısı aktarımı ihmal edildi. Bu nedenle içeride sadece izotermal zorlanmış akış koşullarının olduğu düşünüldü. Türbülans etkileri k-ε türbülans modeli kullanılarak göz önünde bulunduruldu.

4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

4.1. Farklı Tasarımların Derslik İçi Hız Dağılımına Etkisi

Öncelikle üç farklı tasarım için incelemeler yapılarak öngörülen debi için ($400 \text{ m}^3/\text{h}$) tasarımlar karşılaştırıldı. Karşılaştırma çalışması düşey yönlendirme kanatlarının yatay ile 30° açığı yaptığı durum için yapıldı. Bunun nedeni, Tasarım 2 ve 3'de daha düşük açılarda akışın tavana yapışması nedeniyle üç durumun doğru şekilde karşılaştırılmayacak olması ve özellikle Tasarım 3'de üfleme ve emiş menfezlerinin karşılıklı yerleştirilmesi nedeniyle oluşacak *by-pass*'ın sonuçları etkilemesidir.

Farklı tasarımların üstünlüğünü karşılaştırmak için öğrencilerin ve öğretmenin başları etrafında oluşturulan ayırık hava hacimleri üzerindeki hız dağılımları incelendi (Şekil 4). Havalandırma hesaplarında, konforun sağlanabilmesi için kişilerin üzerlerine gelmesine izin verilen en yüksek hava hızı olan $0,15 \text{ m/s}$ ve üzerindeki hız değerleri, küre yüzeyleri üzerinde yüksek hızlı bölgeler olarak kırmızı renk ile temsil edildi. Küreler üzerindeki düşük hızlı bölgeler mavi tonları ile gösterildi ($0,05 \text{ m/s}$ altındaki hızlar) ve bu bölgelerde etkin havalandırma yapılamadığı kabul edildi. Renk ölçeğinin ortasında kalan yeşil tonlar ise, etkin havalandırmanın sağlandığı ve aynı zamanda hava hızlarının konfor hissini bozmayacak kadar düşük olduğu bölgeleri temsil edecek şekilde kullanıldı. Bu nedenle en iyi tasarımın küreler üzerinde yeşil tonların hâkim olduğu, kırmızı ve mavi tonların hiç olmadığı ya da en az bulunduğu tasarım olmalıdır. Bu nitel değerlendirmenin yanında, küresel hacimler üzerindeki en yüksek hız değerinin de olabildiğince düşük olması gerekmektedir. Böylece nitel değerlendirme ile gözden kaçabilecek yerel uygunsuzluklar en aza indirilebilir. Görsellerde baş çevresindeki hızların yanında, üfleme menfezlerinden çıkan havanın dağılımını daha net görebilmek için hacimsel hız dağılımı da verilmiştir. $0,1-1 \text{ m/s}$ aralığı için görselleştirilen jetlerde 1 m/s ve daha yüksek hızlar kırmızı renk ile temsil edilirken, $0,1 \text{ m/s}$ altındaki hızlar şeffaflaştırılmıştır.

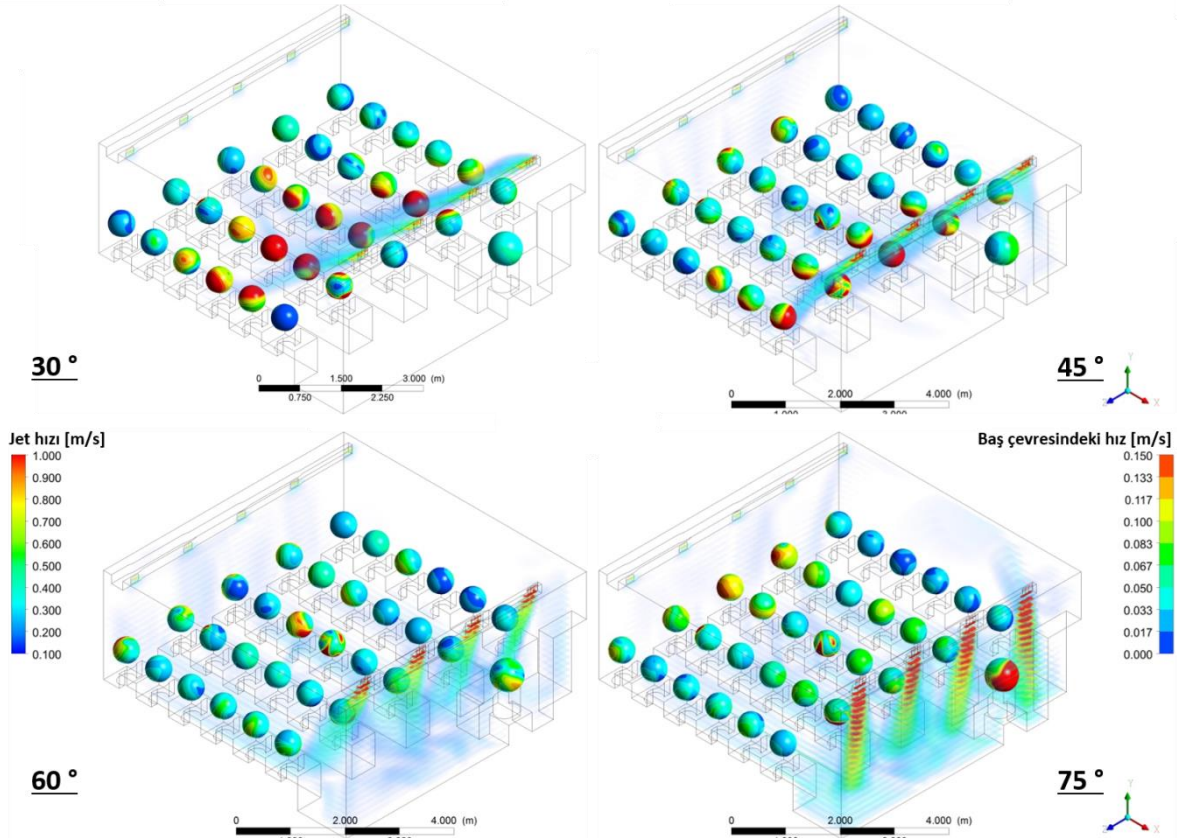


Şekil 4. Farklı tasarımlar için derslik içindeki ve baş çevresindeki hız dağılımları

Tasarım 1’de üfleme menfezinden çıkan taze hava ikinci sütunda oturan öğrencilerin üzerine doğrudan gelmektedir. Üçüncü ve dördüncü sütunda oturan öğrencilerde uygun hızda taze hava alabilen öğrenciler olmakla beraber, birinci ve beşinci sütundaki öğrencilerde çok düşük hava hızları nedeniyle yeterli havalandırma sağlanamadığı söylenebilir. Tasarım 2’de yüksek hızlı havanın özellikle 2 öğrenci üzerinde toplandığı, ancak özellikle kapı tarafındakiler başta olmak üzere birçok öğrencinin yeterli miktarda taze hava alamayacağı görülmüştür. Tasarım 3’de ise yüksek hızlı hava akımına maruz öğrenci sayısının diğer tasarımlara göre daha fazla olduğu, ancak çoğu öğrencinin yeterli miktarda taze hava alabileceği görülmüştür. Tasarım 1, 2 ve 3 için baş çevresindeki yerel en yüksek hızlar sırasıyla 0,5, 0,8 ve 0,3 m/s olarak belirlenmiştir. Farklı menfez çıkış açıları çalışmanın bu kısmında incelenmemiştir. Ancak, düşey yönlendirme kanatlarının yatayla yaptığı açı arttıkça Tasarım 1 ve 2 için genel tablonun çok fazla değişmeyeceği sadece yüksek hızlı hava akımına maruz öğrencilerin farklı olacağı öngörülebilir. Tasarım 3, içinse açının belli bir değerden fazla artırılmasının yüksek hızlı hava akımına maruz öğrenci sayısını azaltacağı tahmin edilebilir. Bu değerlendirmeler göz önünde bulundurularak incelendiğinde Tasarım 3’ün diğer tasarımlardan daha etkin bir havalandırma sağlayabileceği görülmektedir.

4.2. Seçilen Tasarımın Ayrıntılı İncelemesi

Tasarım 3’ün daha etkin bir havalandırma sağlayabileceği sonucuna varıldığından, bu tasarım üzerinde farklı üfleme koşulları için ayrıntılı inceleme yapılmıştır. Düşey yönlendirme kanatlarının yatayla yaptığı açının farklı değerleri ve değişken debili havalandırma öngören İngiliz standardında önerilen farklı debiler için inceleme yapılarak seçilen tasarımın etkinliği ayrıntılı olarak incelenmiştir.

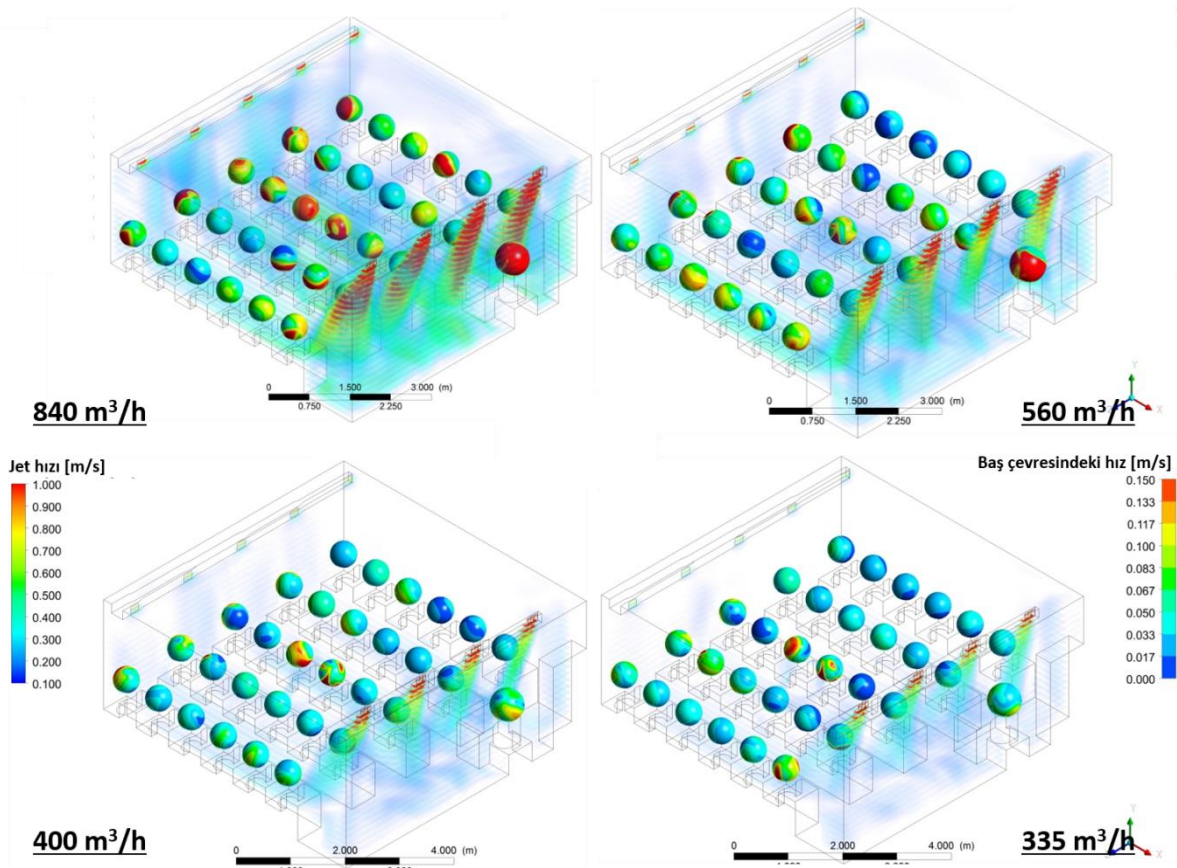


Şekil 5. Tasarım 3 için $400 \text{ m}^3/\text{h}$ debide düşey yönlendirme kanatlarının yatayla yaptığı açının değişiminin derslik içi akışa etkisi

Şekil 5’de görüldüğü gibi, 60° açığa kadar, hava doğrudan öğrencilerin üzerine geldiği için birçok öğrenci 0.15 m/s ’den büyük hızda akışa maruz kalmaktadır. 60° üfleme açısından sonra yüksek hızda akışa maruz kalan öğrenci yoktur. 75° açıda, menfezler düşey konumlandırılmış ve açılar

yönlendirilebilir kanatçıklarla sağlandığı için jette burulma ve genişleme zorluğu görülüyor. 60° açı için bu etkiler daha makul seviyede. Menfezler, kanalların alt yüzeylerine yerleştirilerek bu çarpımlar azaltılabilir. Ancak, öğretmenin çoğunlukla tahtanın hemen önünde bulunacak olması nedeniyle 75°'lik açı tercih edilmemelidir. Bu nedenle 60° üfleme açısının incelenen sınıfın boyutları, yerleşim planı ve bu tasarımın kullanıldığı durum için en uygun açı olduğu söylenebilir.

Şekil 6'da Tasarım 3 için 60° üfleme açısında farklı debilerin derslik içi akışa etkisi verilmiştir. En yüksek taze hava debisinde, yüksek hızlı hava akımına maruz kalan öğrenciler bulunmaktadır. Diğer tüm debiler için öğrencilerin ve öğretmenin başları çevresindeki hava hızları izin verilen değerlerin altındadır. Bu nedenle, standartta öngörülen tüm çalışma koşullarında Tasarım 3'ün 60° üfleme açısında kullanılabilir olduğu düşünülmektedir. Sadece en yüksek debide bazı öğrencilerde rahatsızlık olması söz konusudur. Ancak yüksek debi ihtiyacını ders aralarında karşılayarak, günlük ortalama havalandırma debisini sağlamak yoluyla öğrencilerin bu etkiye en az ölçüde maruz kalması sağlanabilir. Mevcut koşullar altında öğrencileri rahatsız etmeden ders sırasında sağlanabilecek en yüksek taze hava miktarının 560 m³/h olduğu görülmektedir.



Şekil 6. Tasarım 3 için 60° üfleme açısında farklı debilerin derslik içi akışa etkisi

5. SONUÇ

Bir dersliğin havalandırılması yapılan üç havalandırma sistemi tasarımı karşılaştırılarak, seçilen tasarım üzerinde yapılan ayrıntılı inceleme ile havalandırmanın uygun şekilde yapılıp yapılamayacağı tartışılmıştır. Mevcut derslikler etkin bir havalandırma sağlamak için gerekli koşulları (öğrenci başına düşen taban alanı, yükseklik, havalandırma tesisatının yerleştirilmesi için gerekli hacimlerin ayrılması vb.) sağlayamamaktadır. Ancak öğrencilerin sağlığı ve başarısı üzerinde çok etkili olduğundan dersliklerin havalandırması kaçınılmazdır. Önerilen bilgisayar benzetimleri ile Milli Eğitim Bakanlığına

bağlı devlet okullarındaki dersliklerin havalandırılması için en uygun yöntemler ayrıntılı olarak incelenebilir. Bu okulların çoğunda belirli mimari projeler kullanıldığından benzer fiziksel koşullara sahip birçok derslik için tek bir tasarım yapmak yeterli olacaktır. İlk ve ortaokul seviyesindeki öğrencilerin çoğunun devlet okullarında okuması nedeniyle bu dersliklerin havalandırılmasının oldukça etkili sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir.

Önerilen bilgisayar benzetimlerinde sıcaklık dağılımı, CO₂ derişimi, uçucu bileşiklerin dağılımı gibi etkileri de göz önünde bulundurmak mümkündür. Bu çalışma ile ilk defa önerilen baş çevresine tanımlı küresel hava hacimleri içerisinde havanın nasıl hareket ettiğini ve sıcaklık, CO₂ vb. dağılımlarını ayrıntılı olarak incelemek, böylece havalandırılan ortam içerisindeki yerel uygunsuzlukları ve olası nedenlerini ortaya çıkarmak mümkün olacaktır.

Önerilen tasarımlar olası birçok tasarım içerisinde örnek olarak seçilmiştir. Özellikle üstten emilip tabandan toplamalı sistemler, ya da çok daha geniş alana yayılmış menfezler ile daha düşük hava hızları sağlanması ve daha etkin havalandırma yapılması mümkündür. Ancak, yer darlığı, yüksek taze hava ihtiyacı, maliyet, uygulama zorlukları vb. etkenler nedeniyle karşılaştırma çalışmasında ucuz, ülkemizde yaygın ve kolay uygulanabilen tasarımlar tercih edilmiştir. Bornova Nihat Gündüz Ortaokulu örnek havalandırma uygulama projesinin hayata geçmesi ile bu çalışmada incelenen ve uygun görülen havalandırma tasarımının gerçek çalışma şartları altında incelenmesi ve bu çalışmada elde edilen bulguların doğrulanması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] LIN, Z, CHOW, T.T., FONG, K.F., WANG, Q., LI, Y, “Comparison of Performances of Displacement and Mixing Ventilations. Part I: Thermal Comfort”, International Journal of Refrigeration, 28, 276-287, 2005.
- [2] LIN, Z, CHOW, T.T., FONG, K.F., TSANG, C.F., WANG, Q., “Comparison of Performances of Displacement and Mixing Ventilations. Part II: Indoor Air Quality”, International Journal of Refrigeration, 28, 288-305, 2005.
- [3] BURATTI, C., MARIANI, R., MORETTI, E., “Mean Age of Air in a Naturally Ventilated Office: Experimental Data and simulations”, Energy and Buildings, 43, 2021-2027, 2011.
- [4] TIAN, L., LIN, Z., WANG, Q., “Comparison of Gaseous Contaminant Diffusion Under Stratum Ventilation and Under Displacement Ventilation”, Building and Environment, 45, 2035-2046, 2010.
- [5] ZHUANG, R., LI, X., TU, J., “Cfd Study of The Effects of Furniture Layout on Indoor Air Quality Under Typical Office Ventilation Schemes”, Building and Simulation, 7, 163-275, 2014.
- [6] Wang Y., Kuckelkorn J., Zhao F., Mu M., Spliethoff H., Indoor Air Environment and Heat Recovery Ventilation in a Passive School Building: A Case Study for Winter Condition, 2014 ASHRAE Winter Conference, 2014
- [7] IANNIELLA, E. “Ventilation systems and IAQ in school buildings”. REHVA Journal, March, 2011
- [8] Ventilation of School Buildings: Regulations Standards Design Guidance. Building Bulletin 101. Version 1.4 – 5th July 2006.

ÖZGEÇMİŞ

Ziya Haktan KARADENİZ

1980 yılında İzmir’de doğan Ziya Haktan KARADENİZ; 2002 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü’nden, 2005 ve 2011 yıllarında ise sırasıyla aynı Üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Yüksek Lisans ve Doktora Programlarından mezun olmuştur. 2002-2013 yılları



arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma görevlisi olarak çalışmıştır. 2013 yılından beri İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır.

Güniz GACANER

1988 yılında DEÜ Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünde lisans eğitimini, 1992 yılında da aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü Termodinamik Enerji Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitimini tamamladı.1988-2000 yılları arasında mekanik tesisat alanında; proje mühendisi, proje müdürü, teknik müdür olarak çalışmış, aynı zamanda TS-ISO 9001 Kalite Güvence Belgesi alma çalışmasında bulunmuş ve Ar-Ge müdürü, yönetim temsilciliği görevini yürütmüştür. 2000 yılında GG Mühendislik Mak. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti. kurmuştur. Mekanik tesisat alanında tasarım, proje, danışmanlık, kontrollük hizmetleri vermeye devam etmektedir. MMO İzmir Şubesi Mekanik Tesisat, Kadın Mühendisler, Yapı Denetim, Hastane Hijyenik Klima ve Havalandırma Komisyonlarında çalışmalarda bulunmuştur. Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Yönetim Kurulu Üyeliği, VIII. IX. X. XI. ve XII TESKON Yürütme ve Düzenleme Kurulu Üyelikleri, Makine Mühendisleri Odası İzmir Şubesi 24.25.26. Dönem Yönetim Kurulu Üyeliği, 27. Dönem'de Yönetim Kurulu Başkanlığı görevini sürdürmektedir.

Orhan EKREN

Lisans eğitimini Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünde 1999 yılında tamamlamıştır. 2003 yılında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Enerji Mühendisliği'nden yüksek lisans derecesi ile mezun olmuştur. Aynı bölümde, 2000-2003 yılları arasında araştırma görevliliği yapmıştır. 2009 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünü Termodinamik anabilimdalından doktor unvanını almıştır. 2011 yılında doktora sonrası araştırma için, Southern Illinois University Makina Mühendisliği bölümünde bir yıl süreyle araştırmacı olarak görev almıştır. 2003-2005 yılları arasında DSİ 21.Bölge Müdürlüğünde kontrol mühendisi olarak görev almıştır. 2005- yılından buyana Ege Üniversitesi'nde öğretim elemanı olarak çalışmaktadır. 2014 mart ayından itibaren Ege Güneş Enerjisi Enstitüsü'nde Doç.Dr. unvanı ile çalışmalarını sürdürmektedir. Çalışma konuları arasında, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Hibrid Enerji Sistemleri Boyutlandırması, Soğutma Sistem Kapasitesi Modulasyonu ve Enerji Verimliliği, Enerji Depolama, HVAC&R, Isı Pompası Sistemleri, Alternatif Soğutma Yöntemleri yer almaktadır.

Filiz AKTAKKA

1993 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 1993-2002 yılları arası Mekanik Tesisat A.Ş Firmasında Proje ve Teklif Mühendisi olarak çalıştı; özellikle klima havalandırma tesisatı konusunda bir çok proje ve taahhüt işlerinde görev aldı.2002-2005 yılları ortağı olduğu Uzkan Ltd Şti firmasında Alarko Carrier bayisi olarak tesisat sektöründe çalışmalar yaptı. 2006-2010 yılları arası Tunç Tesisat Mühendislik, 2010-2011 Meytes Tesisat firmalarında profesyonel çalışmalarını sürdürdü. Halen HVAC alanındaki sosyal sorumluluk projelerine gönüllü olarak katkı koyarak çalışmalarına devam etmektedir. Evli ve iki çocuk annesidir.

Sinan AKTAKKA

1972 yılında Kütahya / Tavşanlı'da doğmuştur. 1989 yılında Çınarlı Endüstri Meslek Lisesi Elektronik Bölümünde lise eğitimini, 1993 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimini ve 1997 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Termodinamik Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. 1995 yılından bu yana HVAC sektöründe çeşitli firmalarda Proje ve Tasarım Mühendisi olarak görev almıştır. 2011 yılından bu yana ENEKO A.Ş.'de Ar-Ge yöneticisi olarak görev yapmaktadır. 2004 yılından itibaren MMO'da MİEM ve PBK kapsamında Havalandırma Tesisatı ve Klima Tesisatı Eğitimlerini vermektedir. MMO, TTMD ve ASHRAE üyesidir.

Sait C. SOFUOĞLU

DEÜ Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'den mezun oldu. İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak iki yıl çalıştı. Öğrenimine ABD'de devam edip yüksek lisans ve



doktorasını Illinois Institute of Technology'den aldı. 2002 yılından itibaren İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kimya Mühendisliği bölümünde öğretim üyesi olarak çalışan SC Sofuoğlu, halen İYTE'de Prof.Dr. ünvanı ile görevine devam etmektedir. Bina-içi hava kirliliği, hava kirliliği, maruziyet ve risk değerlendirmesi konularında araştırmalar yapmakta ve bu konularda dersler vermektedir.

İbrahim ATMACA

1979 yılı Antalya doğumludur. 1999 yılında Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden Lisans, 2002 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalından yüksek lisans ve 2006 yılında aynı Enstitüden Doktora derecelerini aldı. 2007 yılında Akdeniz Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim dalına Yardımcı Doçent olarak atandı, 2014 yılında Doçent oldu. Güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma sistemleri, güneş enerjisi destekli ısı pompası sistemleri, iklimlendirilen ortamlarda ısı konfor ve iç hava kalitesi, nanoakışkanların çeşitli ısı uygulama alanları, binalarda ısı yalıtımı ve enerji verimliliği, termoelektrik soğutuculu damıtma sistemleri, evaporatif soğutma ile iklimlendirme sistem verimlerinin iyileştirilmesi konularında çalışmalarını sürdürmektedir. Halen Akdeniz Üniversitesinde bölüm başkan yardımcısı olarak görevini sürdüren İbrahim Atmaca, evli ve bir çocuk babasıdır.

Necmi VARLIK

1968 yılı Soma doğumludur. 1991 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 1993 yılında Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesinde Teknik Görevli olarak işe başlamıştır. 1993 yılında ilki düzenlenen Ulusal Tesisat Mühendisliği kongrelerinin ilk üçünde kongre sekreteryasında görev almıştır. 4. Kongreden itibaren 6 kongrenin Kongre Sekreterliğini yapmıştır. Son üç kongrenin yürütme kurulunda görev almıştır. Halen Makina Mühendisleri Odası Tepekule Kongre Merkezi Müdürlüğü görevini yürütmektedir.

Macit TOKSOY

Macit TOKSOY 1949 doğumludur. İTÜ 1972 mezunudur. 1972 – 2013 seneleri arasında Ege Üniversitesi, North Carolina State Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi ve İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsünde ısı transferi, enerji depolama, enerji verimliliği, jeotermal bölge ısıtması ve jeotermal elektrik santralleri alanlarında akademik hayatını sürdürmüştür. 2013 Yılından bu yana Eneko Havalandırma ve Isı Ekonomisi Sistem Teknolojileri şirketinde ısı geri kazanımlı havalandırma teknolojisi alanında çalışmaktadır. Akademik alanlarının yanında uluslararası spor etkinliklerinin planlanması ve lojistik yönetimi ilgi alanıdır. Üniversitede İzmir Yaz ve Erzurum Kış Oyunlarında, Mersin Akdeniz Oyunlarında üst düzey yöneticilik yapmıştır.