



**Bu bir MMO
yayıdır**

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

BİLGİSAYAR DESTEKLİ KANAL TASARIMI İLE KANAL YALITIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

**HANDAN KARADENİZ
HASAN ÖZGÜÇ DİVARCI
DENİZ YILMAZ
İ. TİMUÇİN İNCE
AHMET CAN
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ**



BİLGİSAYAR DESTEKLİ KANAL TASARIMI İLE KANAL YALITIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Computer Aided Evaluation of Duct Insulation

Handan KARADENİZ
Hasan Özgüç DİVARCI
Deniz YILMAZ
İ. Timuçin İNCE
Ahmet CAN

ÖZET

Yüksek katlı binaların ve toplu yaşam alanlarının giderek artması inşaat sektörü ile birlikte mekanik tesisat sektörünün de önemini daha da arttırmıştır. Mekanik tesisat içerisinde ise en önemli konulardan biri havalandırma tesisatıdır. Binalarda doğal yollardan havalandırmanın yetersiz kaldığı veya mümkün olmadığı durumlarda mekanik havalandırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada İstanbul ilinde bulunan ve 650 kişi kapasitesine sahip bir konferans salonunun kanal tasarımı bir paket program aracılığı ile eşit hız, eşit basınç kaybı ve statik geri kazanım yöntemleriyle hesaplanarak yalıtımlı ve yalıtımsız durumlarda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İnşaat Birim Fiyatları (2015) listesine göre maliyet analizleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler; İklimlendirme, kanal tasarımı, havalandırma

ABSTRACT

Importance of mechanic installation industry have increased as well as construction industry due to increase in high storey buildings and living spaces . One of the most important part in mechanic installation is ventilation infrastructure. Natural ventilation is often inadequate or unavaliabe in most buildings and that creates the need for ventilation installations. In this project ,air channel installation cost of a conferance hall with 650 people capacity in Istanbul , controlled by a package software , using equal speed , equal pressure lose, static regain methods and including cladding has been compared to Ministry of Enviroment And Urbanization Construction Unit Prices list cost analysis.

Key Words; Air conditioning , channel design , ventatilation installations

1. GİRİŞ

İnsanların yaşam alanı olarak kullandıkları ortamlarda ısıtma, soğutma, sıhhi, havalandırma ve yangın tesisatları yani mekanik tesisat tasarımı ve uygulaması yapılırken temel hedef insanların rahat, huzurlu, sağlıklı ve en önemlisi de emniyetli bir şekilde yaşam sürmelerini sağlamaktır. Bu amaçla dünyanın birçok ülkesinde çeşitli kuruluşlarca kabul görmüş olan standartlar kullanılır. 15 katın üzerindeki yapılar (50 m ve daha fazla yükseklikteki yapılar) yüksek yapı kapsamı içine girer. Teorik olarak 75 m yükseklik aşıldığında tasarım kavramları da değişmektedir. Ashrae TL 9.12 (Technical Committae for Tall Buildings) ise 91 metre (300 feet) ve daha fazla yükseklikteki binaları yüksek yapılar olarak kabul etmektedir. Batı ülkelerinde yenilenen bazı standartlarla ise 25 metreyi geçen her

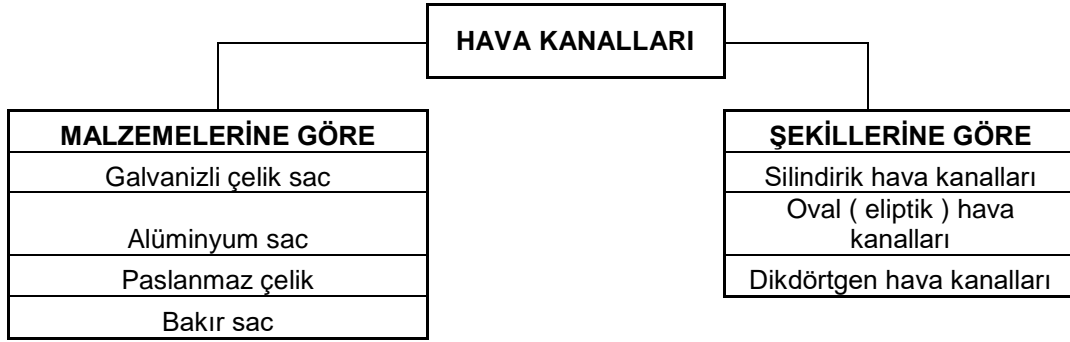
bina yüksek yapı olarak görülmektedir. Yüksek yapılarda her metrekare alan oldukça pahalı olduğundan en küçük bir yer kaybı bile olmamalıdır. Tesisat şaftlarının mimari projedeki yeri, yerleşimi, boyutları ve kullanımı çok özel bir dikkati gerektirir. Bu nedenle tesisat şaftları içerisinde yer alan havalandırma kanallarının standartlara uygun şekilde boyutlandırılması çok önemlidir. Ayrıca asma tavan uygulamalarında en çok hacmi havalandırma kanallarının kapladığı göz önünde bulundurulursa hem mimari dekorasyon uygulamalarını engelleyecek hem de yangın tesisatında asma tavan içi sprinkler uygulamasına neden olabilecek hacimlerin oluşmaması için kanal tasarımlarına dikkat edilmelidir.

1.1. Hava Kanalı

Klima ve havalandırma tesisatlarında veya endüstriyel havalandırma ve hava ile taşıma tesisatlarında havanın nakli amacı ile hava kanalları kullanılmaktadır. Hava kanalları şekilleri ve malzeme yapıları itibari ile iki ayrı gruba ayrılarak sınıflandırılırlar.

Hava kanalları kullanım alanlarına ve maliyetlerine bağlı olarak değişik şekillerde farklı malzemelerden imal edilebilirler.

Tablo 1. Hava kanalları



Bu çalışmada konferans salonu mimari tasarımı ve daha az yer kaplaması sebebi ile dikdörtgen hava kanalı tercih edilmiştir. Kanallar iç yüzeyleri pürüzsüz, toz tutmaz, gerektiğinde kolayca temizlenebilir; su emmez, yanmaz, korozyona dayanıklı, uzun ömürlü ve olabildiği kadar hafif malzemelerden yapılmalıdır. Bu amaçla kanalda taşınan hava içerisinde aşındırıcı veya korozyona sebebiyet verecek maddeler bulunmadığından ve malzemenin maliyeti de göz önünde bulundurularak galvanizli çelik sac tercih edilmiştir.

1.2. Kanal Tasarım Yöntemleri

1.2.1. Kanal Tasarımında Göz Önüne Alınan Hususlar

1.2.1.1. Ortam Basıncı

Ortam basıncı, fan yeri ve kanal sistem düzenlemesi ile belirlenir. Ortama hava veren fan ortam basıncını artırır. Ortamdan hava emen, başka bir deyişle egzoz fanı ise ortam basıncını azaltır. Her iki fan birlikte kullanılıyor ise ortamın basıncı fanların bağıl kapasitelerine bağlıdır. Yani besleme fanı egzoz fanından büyük ise ortam pozitif basınçta. Ters durumda ise ortam negatif basınçta. Diğer yandan difüzörlerin yerlerinin doğru tayin edilmesi ile rüzgâr etkisi nedeni ile sistemdeki basınç değişimleri en aza indirgenebilir.

1.2.1.2. Yangın ve Duman Kontrolü

Kanal sisteminin bir bölgeden diğer bölgeye yangın dumanını, sıcak gazları ve yangını taşıyarak sistemdeki olası yangını hızlandırıp genişletmesine engel olabilmek iklimlendirme sisteminin en önemli kısımlarından biridir. Bu hususta NFPA 90A iklimlendirme ve havalandırma sistemleri yapım standardı kullanılmaktadır. Daha ayrıntılı yangın koruma bilgisi için 1991 ASHRAE Handbook Applications, bölüm 47 ve NFPA Fire Protection Handbook 1991'den yararlanılabilir.

1.2.1.3. Kanal Yalıtımı

Hava kanalları ve dağıtım kutuları (alçak konut yapıları hariç) ASHRAE Standart 90.1(1989) bölüm 9.4'e göre ısı yalıtımı yapılmalıdır. İlave yalıtım, buhar geciktiricileri veya her ikisi birden nem geçişini ve yoğuşmasını sınırlandırmak için gerekebilir. Yalıtım yapılırken kanalın veya kutunun bulunduğu ortamın sıcaklık değerleri, kanaldaki havanın sıcaklıkları vb. kriterler göz önüne alınmalıdır. Şüphesiz ki doğru bir malzeme seçimi ile yalıtım gerçekleştirilmelidir.

1.2.1.4. Havalandırma Sistemlerinde Dış Hava Miktarı Tayini

Yalnız havalandırma yapılan ortamlarda havanın tamamı dışarıdan alınmakta ve hava üzerinde hiçbir termodinamik işlem yapmadan ortama verilmektedir. Dışarıdan taze hava ortama gelirken, Ortamın bayatlamış havası da dışarı atılmaktadır. Bu işlemler genellikle, hava fanları yardımı ile cebri olarak yapıldıklarından, fanın gücünün belirlenmesinde ortam hava debisinin bilinmesi gerekmektedir.

Ortam hava debisinin belirlenmesinde göz önünde bulunması gereken hususlar;

- Ortam havasını kirlilik durumu
- Dış havanın fiziki durumu
- Ortam havasının sıcaklığı
- Ortam havasının nemliliği
- Ortamın kullanım amacı
- Ortamdan ortam havasına yapılan gaz katkıları
- Ortamda bulunmak durumunda olanların özellikleri

1.3. HAVALANDIRMA YÜKLERİNİN HESAPLANMASI

Yaşadığımız ortamlardaki havanın sıcaklık ve nem seviyesi ile toz ve zararlı gaz miktarları doğru hesaplanmış hava miktarları ve iyi bir hava dağıtım tasarımı ile insan sağlığı için uygun hale getirilebilir. Yeterli havalandırma yapabilmek için gerekli olan hava miktarının belirlenmesi için genel olarak yöntem kullanılır;

- Ortamdaki İnsan Sayısı Yöntemi
- Saatlik Hava Değişim Sayısı Yöntemi
- Birim Alan Yöntemi
- Isı Transferi Yöntemi

Yapılan çalışmada “ Ortamdaki İnsan Sayısı Yöntemi “kullanılmıştır.

1.3.1. Ortamdaki İnsan Sayısı Yöntemi

Ortam havalandırılmalarında, ortamın kullanım amacı ve ortamda bulunan insanların havayı kirlileme durumlarını da göz önünde bulundurmak gerekir. Ortamın ortalama taze hava ihtiyacını kişi sayısına göre belirlenmesinde kesin sayısal bir değer vermek imkânı yoktur. Bunun için ortamın kullanım amacına göre kişi başına tecrübe edilen yaklaşık değerler alınmaktadır. Tablo-1 de ortam kullanım amacı ve o ortamda bulunan insanların taze dış hava ihtiyaçlarına göre kişi başına ihtiyaç duyulan taze hava miktarları verilmiştir. Ancak, lüzumu halinde bu değerlerin 10-15 m³/h altında ve üstünde almak mümkündür.

Tablo 2. Birim alan yöntemine göre hava ihtiyacı

Bina Tipi	1 m² alan için hava debisi (m³/h)
Konferans salonu	34
Spor Salonu	25
Yüzme Havuzu	8,5
Mutfak	51
Restoran	34
Tuvalet	34
Depo	17

Ortam havasına insanlar tarafından yapılan katkılar konferans salonları gibi kalabalık yerlerin havalandırma debisinin hesaplanması için tercih edilebilen bir yöntemdir.

Tablo 3. ASHRAE'nin 62.1-2010 Standardına göre çeşitli ortamlar için dış hava ihtiyacı

Mahal Kullanım Amacı	Dış Hava Gereksinimi		Varsayılan Değerler		İç Hava Sınıfı
	Kişi [L/s.kişi]	Alan [L/s.m ²]	Kullanıcı Yoğunluğu [kişi/100m ²]	Kombine Dış Hava Gereksinimi [L/s.kişi]	
Halka Açık Alanlar					
Konferans salonları	2,5	0,3	150	2,7	1
Dini mekanlar	2,5	0,3	120	2,8	1
Lobiler	2,5	0,3	150	2,7	1
Müzeler/Sergi salonları	3,8	0,3	40	4,6	1

2. KANAL BOYUTLANDIRILMASI

Sistemde kullanılan fan, motor, ısıtıcı, soğutucu gibi makine ve teçhizatların güçlerinin belirlenmesinde, hava kanallarının fiziki yapı ve temel özelliklerinin bilinmesi gerekir. Havalandırma kanallarındaki basınç kayıplarının oluşmasında kanal cidarlarındaki sürtünme, ara bağlantı parçalarındaki pürüzler, yön değiştirmeler ve çap daralmaları etkili olmaktadır. Kanallardaki basınç kayıplarının hesabı; kanal yapımında kullanılan malzemenin, kanaldaki hava hızının ve kanal boyunun bilinmesi durumunda, kanal ağının toplam basınç kaybının bulunması ile mümkün olur.

Kanallar boyutlandırılırken aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulur:

- Kanallardaki Hava Hızları
- Kanal Kenar Oranları
- Havalandırma Sistemindeki Basınç

2.1. KANAL BASINÇ KAYBI HESAP YÖNTEMLERİ

Kanal tasarımında genel yöntem aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Bina planları çalışılır. Her hacme en uygun hava dağıtımını temin edecek besleme ve dönüş açıklıklarının yerleri belirlenir. Hesaplanan hava debilerinde ısı kazancı ve sızmalar nedeniyle olabilecek düzeltmeler yapılır. Ayrıca ortam basınçlandırılması öngörülüyor ise, hacme olan toplam besleme ve egzoz havası miktarları kontrol edilir.
- Çıkış açıklıklarının boyutları üretici firma kataloglarından belirlenir.
- Çıkış açıklıklarıyla hava girişi arasındaki kanal sistemi çizilir. Bunun üzerinde santral da görülmelidir. Kanal için bırakılan boşluklar genellikle kanal düzenlemesini ve şeklini belirleyen ana faktördür. Fizibil olduğu sürece yuvarlak kanallar tercih edilmelidir.
- Kanal sistemi bölümlere ayrılır ve her bölüme bir numara verilir. Bölümlerin oluşturulmasında akışın, boyutun ve şeklin değiştiği noktalar esas alınır. Her bölümdeki bağlantı elemanları belirlenir.
- Seçilen hesap yöntemine göre kanal boyutlandırılır. Toplam basınç kaybı hesaplanır ve buna göre fan seçilir.
- Sistemin detaylı kanal çizimi yapılır. Değişiklik gerekiyorsa, buna göre hesaplarda bu değişiklik dikkate alınır.
- Ayrım ve birleşme noktalarında basınç dengelemesinin gerçekleşmesi için, kollar ve kanal bölümleri gerekiyorsa tekrar boyutlandırılır.
- Yapılan tasarım, hedeflenen gürültü düzeyi doğrultusunda analiz edilerek, gerekiyorsa susturucular seçilir.

Kanal boyutlandırılmasında kullanılan yöntemler şunlardır;

- Statik basınç geri kazanım yöntemi
- Eşdeğer sürtünme kaybı yöntemi
- Sabit hız yöntemi
- Hız düşümü yöntemi
- Uzatılmış plenumlar
- T- yöntemi
- Toplam basınç yöntemi

2.1.1. Statik Basınç Geri Kazanım Yöntemi

Bu yöntem her basınç ve hızdaki besleme kanalları için uygulanabilir. Ancak normal olarak dönüş ve egzoz kanalları için kullanılmaz. Hesap olarak eş sürtünme yöntemine göre daha karmaşık olmasına karşın, teorik olarak bütün kollar ve çıkışlarda uniform basınç düşümü yaratması açısından daha güvenilir bir yöntemdir. Kanaldaki hızlar sistematik olarak azaltılır. Her bir kanal parçasının önünde hız düşürülerek, dinamik basınç (hız basınç) statik basınca dönüştürülür ve bu parçadaki basınç kaybının karşılanması için kullanılır. Ortalama kanal sistemlerinde bu statik geri kazanım oranı %75 oranındadır. İdeal şartlarda bu oran %90'a kadar yükselebilir.

Bu sistemin avantajı kanal sisteminin dengede (ayarlanan şekilde) kalmasıdır. Çünkü kayıp ve kazançlar hızla orantılıdır. Yüke bağlı olarak debilerin azalması sistemdeki balansı bozamaz. Bu nedenle V.A.V. sistemleri için ideal bir yöntemdir. Statik geri kazanım yönteminin dezavantajı uzun kolların sonlarında, özellikle bu kanal kolu diğerlerine göre çok uzunsa, aşırı büyük kanal boyutları vermesidir. Ayrıca bu bölgelerde hızlar da çok düştüğünden kanalın ısı kayıp ve kazançlarına karşı izolesi gerekir.

2.1.2. Eş Sürtünme Yöntemi

Kanal dizaynının da belki de en çok kullanılan yöntemdir. Bu sistemde bütün kanal boyunca birim uzunluktaki sürtünme kaybı aynı tutulur. Besleme, egzoz ve dönüş kanallarının boyutlandırılmasında kullanılabilir. Normal olarak yüksek basınçlı sistemlerin boyutlandırılmasında (750 Pa üzerinde) kullanılmaz. Bu yöntemde besleme kanallarında akış yönünde hız otomatik olarak giderek azalır. Böylece ses üretimi ihtimali de giderek azalır. Bu yöntemin ana dezavantajı çeşitli kanal kollarındaki basınç düşümlerinin eşitlenmesi yönünde hiçbir önlem getirmemesidir. Bu nedenle simetrik sistemler veya dallanmayan tek kanallar için uygundur.

2.1.3. Sabit Hız Yöntemi

Yine tecrübe ile optimum bir hız seçerek, bütün kanal sistemi boyunca bu hızı koruyacak şekilde boyutlandırma yapılabilir. Bu yöntem en çok yüksek basınçlı kanal sistemlerinde kullanılır. Bu kanal sistemlerinde havayı kullanım alanlarına dağıtmadan önce hızı ve sesi düşürmek üzere genişletilmiş terminal kutuları kullanılır. Sabit hız yönteminin kullanıldığı ikinci ana uygulama alanı ise endüstriyel toz toplama kanal boyutlandırmasıdır. Tozların ve tekstil endüstrisinde olduğu gibi elyafın taşlanabilmesi için belirli bir minimum hız değeri bulunmaktadır. Dolayısı ile bu tür endüstriyel egzoz kanallarında hız değeri söz konusu sınır değerinin altına düşmeyecek şekilde boyutlandırma yapılır.

3. KANAL SİSTEMİNDE EKONOMİ

Bir kanal sisteminde maliyetleri, diğer sistemlerde olduğu gibi ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyeti olarak ikiye ayırmak mümkündür. Çalışmamızda farklı hesap yöntemleri ile kanal boyutlandırması yapılan sistemin ilk yatırım maliyeti teorik olarak yalıtımsız ve elastomerik kauçuk köpüğü ile yalıtılarak incelenmiştir.

4. HAVA KANALLARINDA YALITIM

Yalıtım; ısı yalıtımı genel olarak enerji kazanımı amacıyla sıcaklık farkından dolayı oluşabilecek ısı kayıp ve kazançlarını önlemek için alınması gereken bir önlemdir. Isı yalıtımı; yapılarda, tesisatta ve endüstriyel uygulamalarda yapılmaktadır.

Bir binanın ısıtılması veya soğutulması için harcanan enerjinin azaltılmasında, mekanik tesisat yalıtımının önemi, göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür. Özellikle binaların ısıtma ve soğutma tesisatlarının, ısıtılmasına ve soğutulmasına gerek olmayan mahallerden geçen bölümleri ve bu bölümlerdeki vana ve armatürler, yalıtıldıkları takdirde sağlanacak enerji tasarrufu çok önemlidir. Bu yüzden mekanik tesisatı oluşturan boruların, tankların, depoların, klima kanallarının, vanaların ve armatürlerin, içinden geçen akışkanın sıcak veya soğuk oluşuna göre uygun özelliklere sahip ve uygun kalınlıktaki yalıtım malzemeleri ile kaplanmalarına tesisat yalıtımı denir.

4.1. Yalıtım Malzemelerinde Aranması Gereken Temel Özellikler

- ✓ Isı iletim kat sayısı (W/mK)
- ✓ Yoğunluk (kg/m³)
- ✓ Yangın sınıfı (DIN 4102, BS476)
- ✓ Sıcaklık dayanımı (°C)
- ✓ Mekanik dayanım (kPa)
- ✓ Buhar difüzyon direnci
- ✓ Su emme
- ✓ Boyutsal kararlılık (%)
- ✓ Yandıgı zaman çıkardığı duman ve gaz
- ✓ Çevre dostu olması
- ✓ Hijyenik olması, bakteri oluşumuna izin vermemesi
- ✓ Ekonomik olması

Yalıtım malzemeleri, tesisatlarda ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan yalıtım malzemeleri birbirlerinden çok farklı özellik göstermektedir. Tesisatta ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerini üç ana başlık altında toplamak mümkündür:

- ✓ Yumuşak köpükler (esnek malzemeler): elastomerik kauçuk köpüğü, polietilen köpük
- ✓ Mineral lifli malzemeler (cam yünü, taş yünü)
- ✓ Sert plastik köpükler [genleştirilmiş (expanded) polistiren (EPS), çekilmiş (extruded) polistiren (XPS)]

4.2. Elastomerik Kauçuk Köpüğü

Kauçuk köpüğü esaslı elastomerik yalıtım ürünleri ülkemize 10-15 yıl önce gelmiş ve kullanımı gitgide yaygınlaşmıştır. Tamamen esnek, kapalı hücreli, genleştirilmiş siyah esnek sentetik kauçuk boru ve levhalardır.



Şekil – 1. Levha Halinde Üretilmiş Elastomerik Kauçuk Köpüğü

Bünyesindeki yüksek orandaki kauçuğun sayesinde farklı uygulama alanlarında kullanılacak esnekliği sağlar. Sıcak borularda ısı kaybını, soğuk borularda ise ısı kazancını önemli miktarda azaltır^[2].



- Elastomerik kauçuk köpüğü için, kullanıldığı sıcaklığa bağlı olarak, ısı iletim katsayısı değeri aşağıdaki gibi verilmektedir;
-20°C için $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$
0°C için $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$
+20°C için $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$
- Elastomerik kauçuk köpüğü mekanik bakımdan 60-90 kg/m³ arasındaki yoğunluklarda mükemmel bir esnekliğe sahiptir.
- Basma mukavemeti 14-35 kN/m² (%25 deformasyon)'dir.
- Kapalı gözenekli olduğu için bünyesine pratik olarak su almaz. Elastomerik kauçuk köpüğü genel olarak, kimyasallara (yağ, madeni yağ vb.) karşı dayanıklıdır.
- Bir yalıtım malzemesinde yangın anında aranması gereken temel özellikler olan tutuşabilirlik, yüzeyde alev yayılma hızı ve yangın sınıfı için BS'lara uygun sertifikasyonlar alınabilmektedir.
- Elastomerik kauçuk köpüğü yalıtım malzemeleri arasında; buhar geçirimsizliği en yüksek malzemelerdendir. Su buharı geçirgenliği 0,21-0,07 $\mu\text{gm/Nh}$ olup, su buharı direnç katsayısı $\mu'n$ 'ün değeri 3.000-10.000 arasındadır.

Bu değerler, kullanılan kauçuk köpüğünün cinsine göre değişmektedir. Isı yalıtım malzemeleri arasında su buharı geçirimsizliği bakımından nitelikli bir malzeme olup, yoğunlaşma problemi olan yerlerde özellikle önerilmektedir

5. PAKET PROGRAM (FINE HVAC) İLE HAVA KANALI TASARIMI

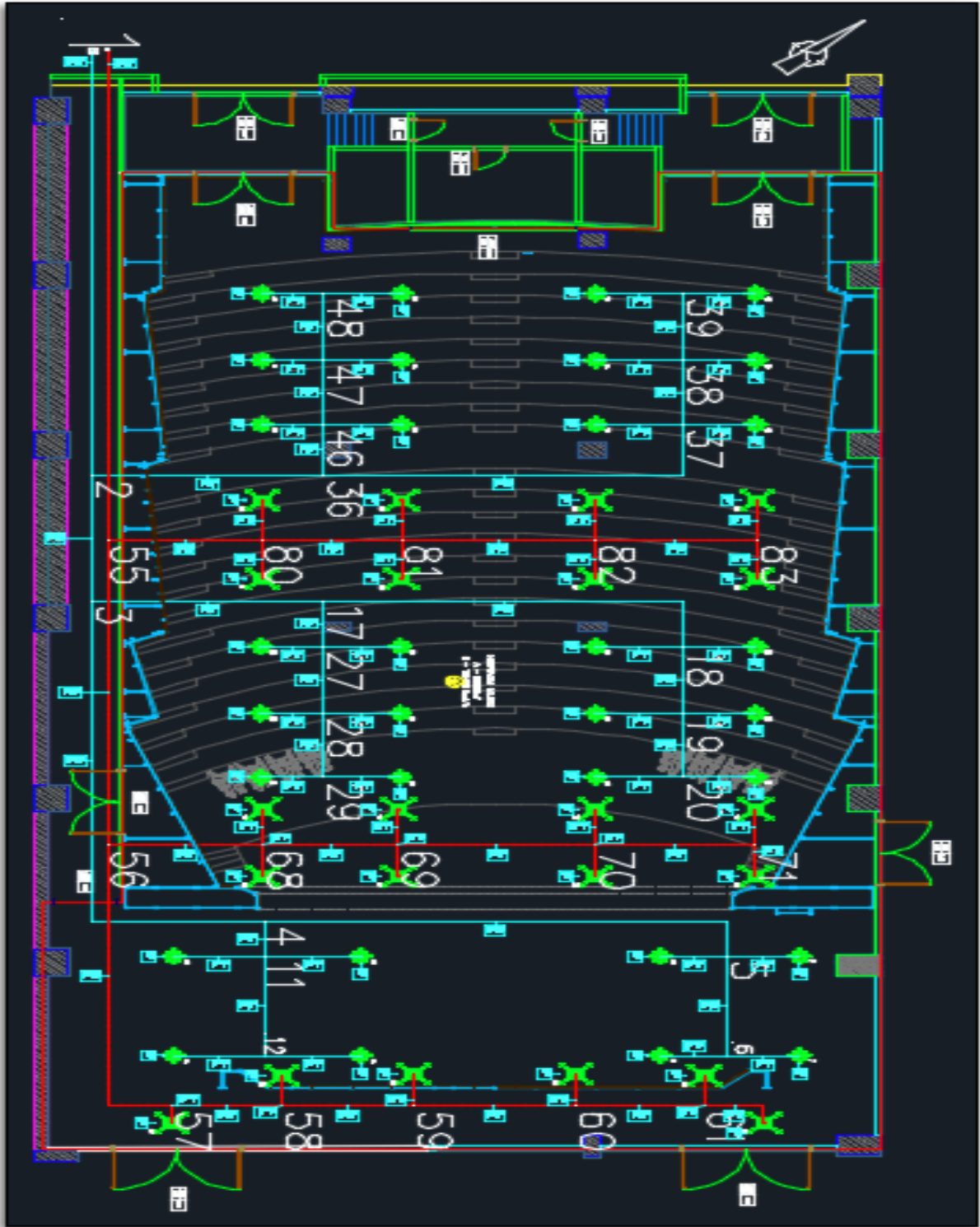
Fine HVAC paket programı ile bir konferans salonunun ısı kaybı, ısı kazancı ve psikometrik hesapları yapılarak ısıtma ve soğutma için klima santrali kapasitesi belirlenmiştir. Eşit basınç kaybı, eşit hız ve statik geri kazanım yöntemleri ile boyutları belirlenen kanallar elastomerik kauçuk köpüğü ile yalıtımlı hali ve yalıtımsız durumu göz önünde bulundurularak hava kanalı maliyetleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

*Bu çalışma ASHRAE metodolojisini baz almaktadır. Bu çalışmada;

- Konferans salonu mimari konstrüksiyonu gereği hava kanalları dikdörtgen olarak tasarlanmıştır.
- Hava kanalları ile menfezlerin bağlantısı kauçuk izolasyonlu flexible yapılmıştır.
- Hesaplanan klima santral debisine uygun olarak üç yöntem içinde kanal uzunlukları ve kanallardaki hava debilerinin sabit kaldığı kabul edilmiştir.
- Mimari yapı gereği ana kanalların geçtiği alanın genişliği 1,5 m olduğundan kanal genişlikleri 1 m olarak kabul edilmiştir; kanal yüksekliği programın hesapladığı değer olarak kabul edilmiştir.
- Yüksekliğe bağlı olarak hava hızlarının çok yüksek veya çok düşük çıktığı durumlarda kanal boyutları değiştirilerek hesap yaptırılıp hava hızı ve kanal boyutları standartlarda belirlenen değere getirilmiştir.
- Taze hava için swirl difüzörler kullanılırken, egzoz içinse kare anemostatlar kullanılmıştır.
- Kanallar ile difüzör ve anemostat bağlantıları flexible hava kanalı ile yapılmıştır. Flexible hava kanalı çapı ve buna bağlı olarak hava hızı konferans salonu yüksekliği göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır.

TABLO 4. Bina ve Mahal Şartları

İL	İstanbul
BİNA	Konferans Salonu
KAPASİTE	650 kişi
KONFOR ŞARTLARI	Soğutma için 26°C, %55 Bağıl Nem Isıtma için 22° C, %50 Bağıl Nem



ŞEKİL 2. Konferans Salonu Kanal Tasarımı

5.1. ISI KAYBI HESABI

Bu çalışma ASHRAE metodolojisini baz almaktadır. Bunun yanı sıra aşağıdaki kaynaklar da kullanılmaktadır:

- ✓ ASHRAE Handbook of Fundamentals 2013
- ✓ ASHRAE Soğutma ve Isıtma yükleri hesaplama prensipleri

Yapıların ısı kaybı dizaynı için gerekli olan hesaplamalarda uygulanan genel prosedürler :

1. Yapı dışı tasarım koşulları seçimi.
2. Korunmuş olan yapı içi tasarım koşulları seçimi.
3. Isıtılmayan komşu mahaller için sıcaklık tahmini.
4. Duvar, döşeme, tavan, pencere ve kapılar için iletim katsayısı seçimi ve ısı kaybı hesabı
5. Enfiltrasyona bağlı olarak ısı yükü ve mahallere direkt etki eden diğer tüm dış hava koşullarını içeren hesaplar
6. İletim ve infiltrasyon kaynaklı kayıpların miktarı

TABLO 5. ISI KAYBI HESABI ÇİZELGESİ

ISI KAYBI HESABI ÇİZELGESİ												Sayfa					
Tesisin Adı: KONFERANS SALONU												Kat	1				
												Tarih					
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Artırımlar					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	A _o Toplam Alan	Miktar	A Çıkarılan Alan	A Hesaba Giren Alan	U Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Q _o Artırımsız Isı Kaybı	Z _D Birleşik	Z _W Kat Yüksekliği	Z _H Yön	Z Toplam	Q _L = Q _o + Q _t Toplam Isı İhtiyacı	
		cm	M	M	m ²	Ad	m ²	m ²	Kcal/hm ² K	K	W	%	%	%	1+%	Kcal/h	
(1.1 - KONFERANS SALONU °C)																	
DK1	KB		1.85	2.50	4.63	1		4.63	4.5	25.0	520.9					1	
DD6	GB		11.20	8.00	89.60	1	9.60	80.00	0.53	25.0	1060					1	
DD6	GB		1.20	8.00	9.60	1		9.60	0.53	25.0	127.2					1	
DK5	GD		3.85	2.20	8.47	1		8.47	2.6	25.0	550.5					1	
DK5	GD		3.85	2.20	8.47	1		8.47	2.6	25.0	550.5					1	
DK5	KD		3.00	2.20	6.60	1		6.60	2.6	25.0	429.0					1	
DK5	KB		3.00	2.20	6.60	1		6.60	2.6	25.0	429.0					1	
DP1	KB		4.90	1.00	4.90	1		4.90	4.5	25.0	551.3					1	
DK5	KB		3.00	2.20	6.60	1		6.60	2.6	25.0	429.0					1	
DK5	GB		3.00	2.20	6.60	1		6.60	2.6	25.0	429.0					1	
Dö2			49.9	20	999.0	1		999.0	1.96	13.0	25455					1	
Ta2	P		49.9	20	999.0	1		999.0	2.8	25.0	69930					1	
											100461	0	0	5	1,10	110508	
Enfiltrasyon Isı Kaybı							$Q_{A_i} = a \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z_{r=}$										0
Havalandırma Isı Kaybı							$Q_L = V \times \rho \times c \times (t_i - t_d)=$										58697
Toplam																175074	

5.2. Isı Kazancı Hesabı

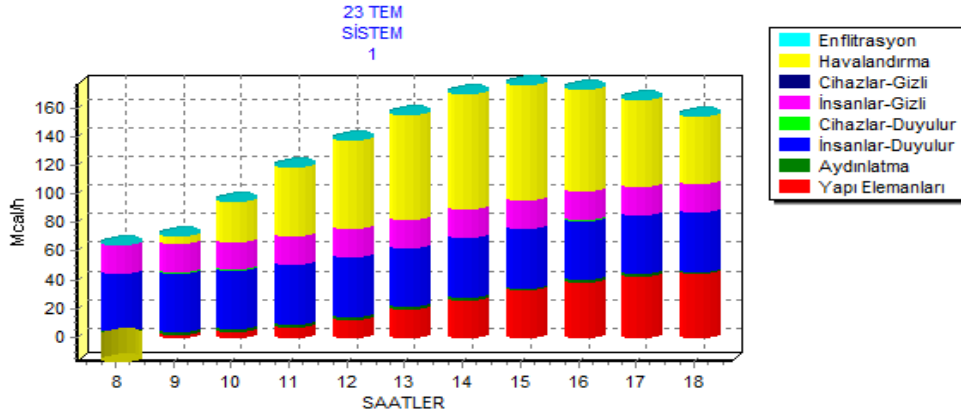
Bu çalışma Ashrae RTS metodolojisini baz almaktadır. Bunun yanı sıra aşağıdaki literatür de kullanılmaktadır:

- ✓ ASHRAE Esasları El Kitabı 2013
- ✓ ASHRAE Uygulamalar El Kitabı 2011
- ✓ ASHRAE Sistemler ve Ekipmanlar El Kitabı 2012
- ✓ ASHRAE Doğal ve Mekanik Havalandırma Standartları
- ✓ ASHRAE Soğutma ve Isıtma Yükü Hesaplama Manueli ASHRAE GRP 158

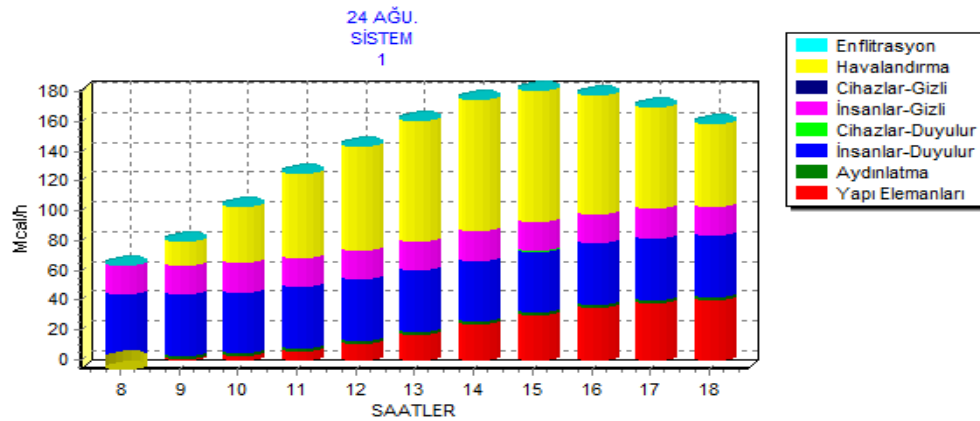
ASHRAE yöntemine göre, RTS ile soğutma yüklerinin (Aydınlatma, insan, duvar, çatı, pencere, cihaz, vb.) hesaplanması için genel prosedür aşağıdaki gibidir:

1. Tasarıma göre bileşenlerin 24 saatlik ısı kazanımları hesaplanır.
2. Işınım ve taşınım ile olan ayrılmış ısı kazanımları hesaplanır.
3. Soğutma yüklerinde zaman gecikmesi ile ısı kazanım bölümlerinin ışınım süresi uygunluğuna bakılır.
4. Taşınım ile ısı kazanımının toplamı ve gecikmeli ışınımın tanımlanması her saat aralığına göre yapılır.

5.3. Sistem Grafikleri



Şekil 3. Temmuz ayı havalandırma dahil bina toplam yükler grafiği



Şekil 4. Ağustos ayı havalandırma dahil bina toplam yükler grafiği

5.4. PSİKROMETRİ HESAPLARI

Bu çalışma Ashrae'yi baz almaktadır. Bunun yanı sıra, aşağıdaki literatur de kullanılmaktadır:

- i) ASHRAE Esasları El Kitabı
- ii) ASHRAE Uygulamalar El Kitabı
- iii) ASHRAE Sistemler El Kitabı
- iv) ASHRAE Ekipman El Kitabı

TABLO 6. Soğutma Sistemi Mahal Şartları

Mahal Şartları		
Seçilen Sıcaklık	Trdb – Trwb	26.00 °C - 19.49 °C
Seçilen Nem Değeri	Fr – Wr	%55.00 - 11.75 gr/kg
Çevre Şartları		
Dış Hava Sıcaklığı	Tadb – Tawb	32.00 °C - 22.80 °C
Dış Hava Nemi	Fa – Wa	%45.98 - 13.95 gr/kg
Karışım Havası Şartları		
Karışım Havası Sıcaklığı	Tmdb – Tmwb	30.20 °C - 21.85 °C
Karışım Noktası Nemi	Fm – Wm	%48.59 - 13.29 gr/kg
Cihaz Isıtma Serpantini Çıkış Şartları		
Giriş Sıcaklığı	Tedb – Tewb	30.20 °C - 21.85 °C
Giriş Havası Nemi	Fe – We	%48.59 - 13.29 gr/kg
Cihaz Soğutma Serpantini Çıkış Şartları		
Çıkış Sıcaklığı	Tldb – Tlwb	16.67 °C - 15.56 °C
Çıkış Havası Nemi	Fl – Wl	%89.44 - 10.76 gr/kg
Mahal Giriş Şartları		
Üfleme Havası Sıcaklığı	Tsadb – Tsawb	16.67 °C - 15.56 °C
Üfleme Havası Nemi	Fsa – Wsa	%89.44 - 10.76 gr/kg

- v) ASHRAE Doğal ve Mekanik Havalandırma Standartları
- vi) Carrier Klima Sistem Tasarımı El Kitabı

5.4.1. Soğutma Sistemi

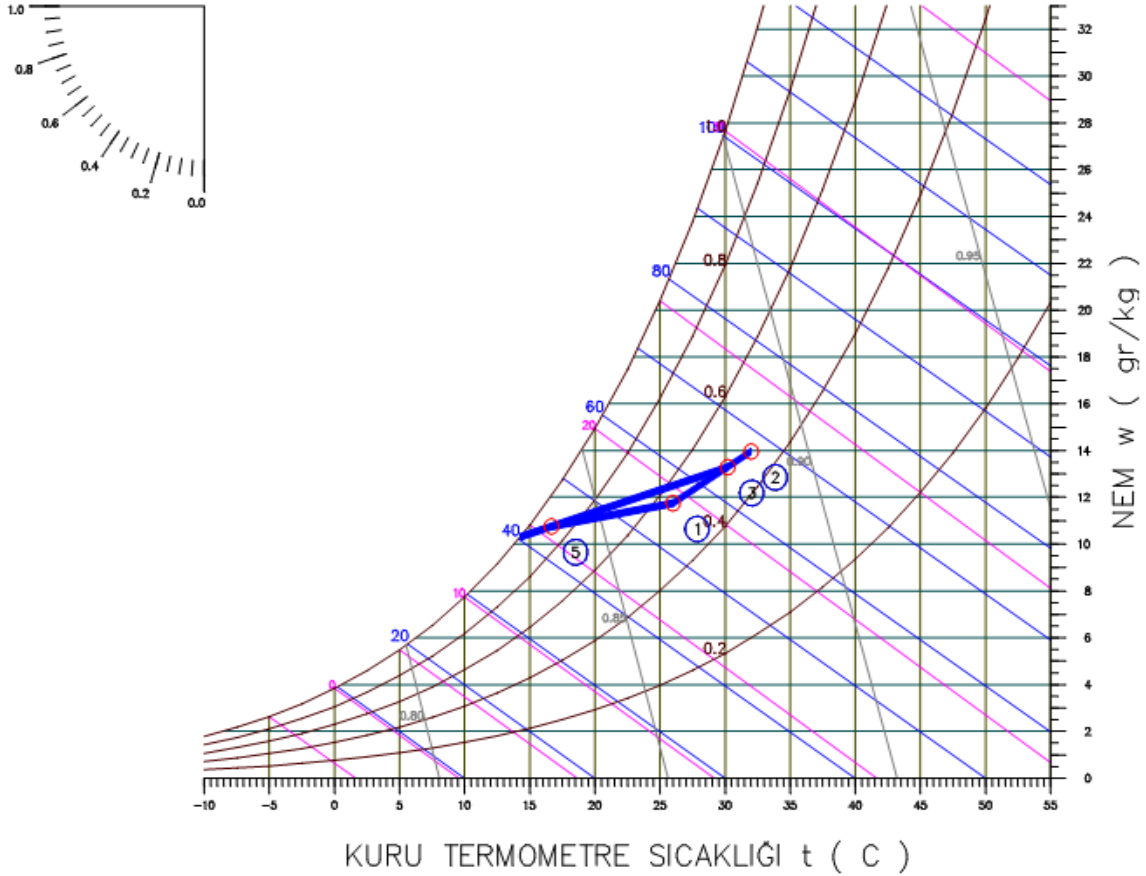
Simülasyon Metodu: Nem almalı soğutma, reheatsiz

Nem almalı soğutma simülasyonu için belirlenen standart değerler ve buna bağlı olarak programın hesapladığı değerler aşağıdaki tablodaki gibidir.

TABLO 7. Soğutma İçin Klima Santral Hesapları

Soğutma Sistemi		
Cihaz Hava Debisi	Vsa	28337.87(m ³ /h)
Serpantin Duyulur Isı Faktörü	GSHF	0.6862
Taze Hava İle Gelen Isı Kazancı	OALH	30.827 (Mcal/h)
Dış Hava Duyulur Isısı	OASH	34.332 (Mcal/h)
Taze Hava İle Gelen Toplam Isı Kazancı	OATH	65.160 (Mcal/h)
Toplam Gizli Isı	TLH	50.620 (Mcal/h)
Toplam Duyulur Isı	TSH	110.699 (Mcal/h)
Serpantin Toplam Isısı	GTH	161.319 (Mcal/h)
Soğutucu Akışkan Debisi	P	16.13(m ³ /h)

5.4.1.1. Soğutma Sistemi Simülasyonunun Psikrometrik Diyagramda Gösterilmesi



5.4.2. Isıtma Sistemi

Simülasyon Metodu: Buharlı Nemlendirmeli Isıtma (soğutma öncelikli)

Buharlı nemlendirmeli ısıtma (soğutma öncelikli) simülasyonu için belirlenen standart değerler ve buna bağlı olarak programın hesapladığı değerler aşağıdaki tablodaki gibidir.

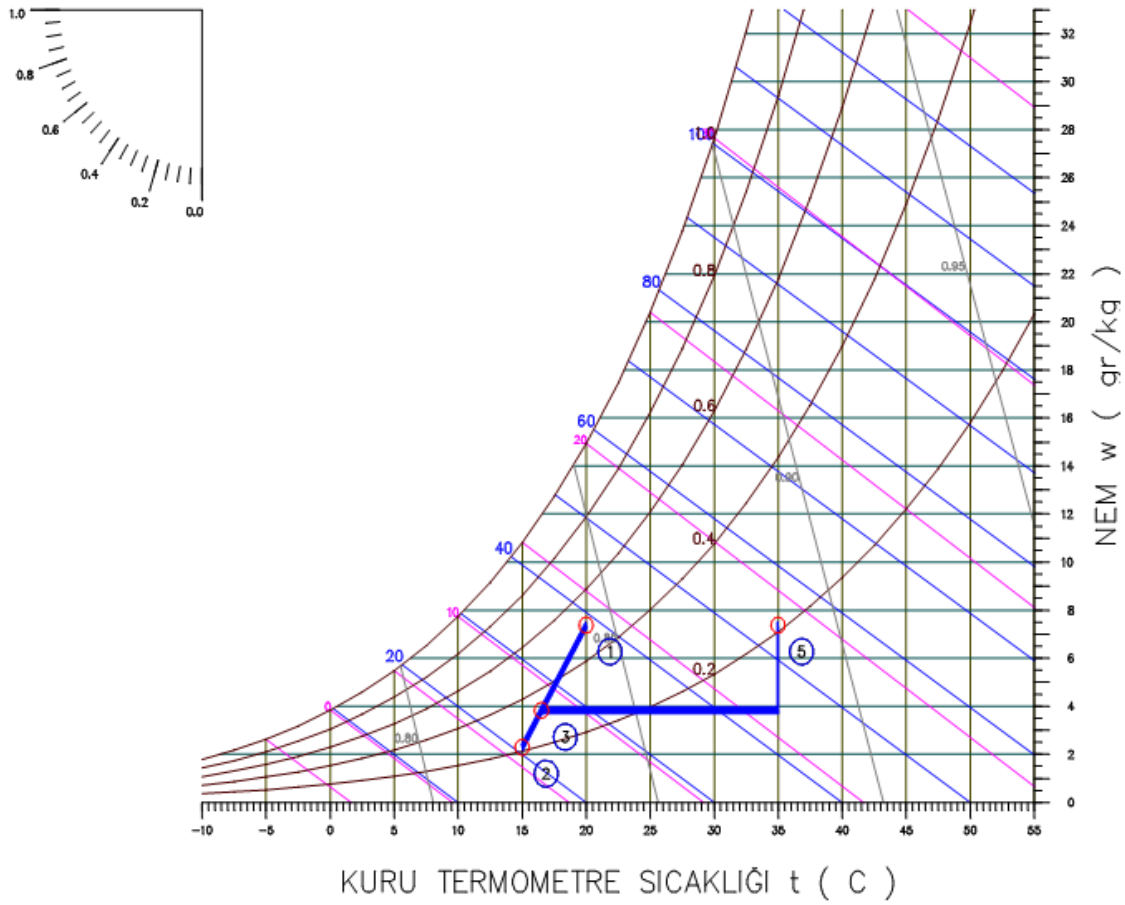
**TABLO 8.** Isıtma Sistemi Mahal Şartları

Mahal Şartları		
Seçilen Sıcaklık	Trdb – Trwb	22.00 °C - 13.73 °C
Seçilen Nem Değeri	Fr – Wr	%50.00 - 7.38 gr/kg
Ön Isıtıcı Çıkış Şartları		
Egzoz Hava Akımının Çıkış Sıcaklığı	Trvdb – Trvwb	15.00 °C - 6.06 °C
Egzoz Hava Akımının Çıkış Nemi	Frv – Wrv	%21.54 - 2.30 gr/kg
Karışım Havası Şartları		
Karışım Havası Sıcaklığı	Tmdb – Tmwb	16.50 °C - 8.59 °C
Karışım Noktası Nemi	Fm – Wm	%32.48 - 3.83 gr/kg
Cihaz Soğutma Serpantini Çıkış Şartları		
Giriş Sıcaklığı	Tedb – Tewb	16.50 °C - 8.59 °C
Giriş Havası Nemi	Fe – We	%32.48 - 3.83 gr/kg
Cihaz Isıtma Serpantini Çıkış Şartları		
Çıkış Sıcaklığı	Tldb - Tlwb	34.97 °C - 18.97 °C
Çıkış Havası Nemi	Fl – Wl	%20.80 - 7.38 gr/kg
Mahal Giriş Şartları		
Üfleme Havası Sıcaklığı	Tsadb – Tsawb	34.97 °C - 18.97 °C
Üfleme Havası Nemi	Fsa – Wsa	%20.80 - 7.38 gr/kg

TABLO – 9: Isıtma İçin Klima Santral Hesapları

Isıtma Sistemi		
Cihaz Hava Debisi	Vsa	28337.87 (m ³ /h)
Serpantin Duyulur Isı Faktörü	GSHF	1.00
Taze Hava İle Gelen Isı Kazancı	OALH	71.144 (Mcal/h)
Dış Hava Duyulur Isısı	OASH	28.610 (Mcal/h)
Taze Hava İle Gelen Toplam Isı Kazancı	OATH	28.610(Mcal/h)
Toplam Gizli Isı	TLH	71.144(Mcal/h)
Toplam Duyulur Isı	TSH	151.12 (Mcal/h)
Serpantin Toplam Isısı	GTH	151.12 (Mcal/h)
Soğutucu Akışkan Debisi	P	7.56

5.4.2.1. Isıtma Sistemi Simülasyonunun Psikrometrik Diyagramda Gösterilmesi



5.5. Kanal Boyutlandırma ve Metraj Hesabı

TABLO 10. Dikdörtgen Hava Kanalı Boyutları

Devre Numarası	Kanal Uzunluğu (m)	Kanal Boyutları (GenişlikxYükseklik) (mm)			Kanal Metrajları (m ²) Saç Kalınlığı (mm)		
		E.H.	E.B.K.	S.G.K.	E.H.	E.B.K.	S.G.K.
Taze Hava Kanalları							
1.2	19,6	1000x1400	1000x1400	1000x1400	94,08 (1)	94,08 (1)	94,08 (1)
2.3	5,8	1000x850	1000x850	1000x1450	21,46 (0,8)	21,46 (0,8)	28,42 (1)
3.4	19,85	1000x350	1000x350	1000x1100	53,595 (0,8)	53,595 (0,8)	83,37 (0,8)
4.5	15,21	1000x200	1000x200	1000x850	36,504 (0,8)	36,504 (0,8)	56,277 (0,8)
5.6	4,59	650x150	650x200	650x800	7,344 (0,6)	7,344 (0,6)	13,311 (0,6)
4.11	1,61	1000x200	1000x200	1000x750	3,864 (0,8)	3,864 (0,8)	5,635 (0,8)
11.12	4,59	650x150	650x200	650x800	7,344 (0,6)	7,344 (0,6)	13,311 (0,8)
3.17	6,8	1000x550	1000x550	1000x1450	21,08 (0,8)	21,08 (0,8)	33,32 (1)
17.18	12,66	1000x300	1000x300	1000x1100	32,916 (0,8)	32,916 (0,8)	53,172 (0,8)
18.19	3,09	1000x200	1000x200	1000x1050	7,416 (0,8)	7,416 (0,8)	12,669 (0,8)



19.20	2,95	650x150	650x200	650x800	4,72 (0,6)	5,015 (0,6)	8,555 (0,6)
17.27	2,11	1000x300	1000x300	1000x950	5,486 (0,8)	5,486 (0,8)	8,229 (0,8)
27.28	3,09	1000x200	1000x200	1000x950	7,416 (0,8)	7,416 (0,8)	12,051 (0,8)
28.29	2,95	650x150	650x200	650x800	4,72 (0,6)	5,015 (0,6)	8,555 (0,6)
2.36	6,8	1000x550	1000x550	1000x850	21,08 (0,8)	21,08 (0,8)	25,16 (0,8)
36.37	12,89	1000x300	1000x300	1000x650	33,514 (0,8)	33,514 (0,8)	42,537 (0,8)
37.38	2,95	1000x200	1000x200	1000x550	7,08 (0,8)	7,08 (0,8)	9,145 (0,8)
38.39	3,09	650x150	650x200	650x550	4,944 (0,6)	5,253 (0,6)	8,034 (0,6)
36.46	2,34	1000x300	1000x300	1000x550	6,084 (0,8)	6,084 (0,8)	7,254 (0,8)
46.47	2,95	1000x200	1000x200	1000x450	7,08 (0,8)	7,08 (0,8)	8,555 (0,8)
47.48	3,09	650x150	650x200	1000x550	4,944 (0,6)	5,253 (0,6)	7,416 (0,6)

Egzoz Kanalları

1-55	22,65	1000x1400	1000x1400	1000x1400	108,72 (1)	108,72 (1)	108,72 (1)
55-56	14,1	1000x900	1000x900	1000x900	53,58 (0,8)	53,58 (0,8)	53,58 (0,8)
56-57	13,93	1000x400	1000x400	1000x400	39,004 (0,8)	39,004 (0,8)	39,004 (0,8)
57-58	3,25	1000x350	1000x350	1000x350	8,775 (0,8)	8,775 (0,8)	8,775 (0,8)
58-59	3,86	1000x300	1000x300	1000x300	10,036 (0,8)	10,036 (0,8)	10,036 (0,8)
59-60	4,76	1000x200	1000x200	1000x200	11,424 (0,8)	11,424 (0,8)	11,424 (0,8)
60-61	3,79	700x200	700x200	700x200	6,822 (0,8)	6,822 (0,8)	6,822 (0,8)
56-68	4,58	1000x500	1000x500	1000x500	13,74 (0,8)	13,74 (0,8)	13,74 (0,8)
68-69	3,97	1000x400	1000x400	1000x400	11,116 (0,8)	11,116 (0,8)	11,116 (0,8)
69-70	5,8	1000x300	1000x300	1000x300	15,08 (0,8)	15,08 (0,8)	15,08 (0,8)
70-71	4,7	650x200	650x200	650x200	7,99 (0,6)	7,99 (0,6)	7,99 (0,6)
55-80	4,53	1000x500	1000x500	1000x500	13,59 (0,8)	13,59 (0,8)	13,59 (0,8)
80-81	4,11	1000x400	1000x400	1000x400	11,508 (0,8)	11,508 (0,8)	11,508 (0,8)
81-82	5,7	1000x300	1000x300	1000x300	14,82 (0,8)	14,82 (0,8)	14,82 (0,8)
82-83	4,75	650x200	650x200	650x200	8,075 (0,6)	8,075 (0,6)	8,075 (0,6)

Dirsek ve Redüksiyon

Redüksiyon Metrajları															
Devre Numarası	E.H.					E.B.K.					S.G.K.				
	a	b	c	d	m ²	a	b	c	d	m ²	a	b	c	d	m ²
	(mm)					(mm)					(mm)				
Taze Hava															
2 3	1000	1400	1000	850	4,25	1000	1400	1000	850	4,25	1000	1400	1000	1450	4,85
3 4	1000	850	1000	350	3,2	1000	850	1000	350	3,2	1000	1450	1000	1100	4,55
4 5	1000	350	1000	200	2,55	1000	350	1000	200	2,55	1000	1100	1000	850	3,95
5 6	1000	200	650	150	2	1000	200	650	150	2	1000	850	650	800	3,3
11 12	1000	200	650	150	2	1000	200	650	150	2	1000	750	650	800	3,2
18 19	1000	300	1000	200	2,5	1000	300	1000	200	2,5	1000	1100	1000	1050	4,15



19 20	1000	200	650	150	2	1000	200	650	150	2	1000	1050	650	800	3,5					
27 28	1000	300	1000	200	2,5	1000	300	1000	200	2,5	1000	1100	1000	950	4,05					
37 38	1000	300	1000	200	2,5	1000	300	1000	200	2,5	1000	650	1000	550	3,2					
38 39	1000	200	650	150	2	1000	200	650	150	2	1000	550	650	650	2,85					
46 47	1000	300	1000	200	2,5	1000	300	1000	200	2,5	1000	550	1000	450	3					
47 48	1000	200	650	150	2	1000	200	650	150	2	1000	450	650	550	2,65					
Egzoz																				
55 56	1000	1400	1000	900	4,3	1000	1400	1000	900	4,3	1000	1400	1000	900	4,3					
56 57	1000	900	1000	400	3,3	1000	900	1000	400	3,3	1000	900	1000	400	3,3					
57 58	1000	400	1000	350	2,75	1000	400	1000	350	2,75	1000	400	1000	350	2,75					
58 59	1000	350	1000	300	2,65	1000	350	1000	300	2,65	1000	350	1000	300	2,65					
59 60	1000	300	1000	200	2,5	1000	300	1000	200	2,5	1000	300	1000	200	2,5					
60 61	1000	200	700	200	2,1	1000	200	700	200	2,1	1000	200	700	200	2,1					
68 69	1000	400	1000	300	2,7	1000	400	1000	300	2,7	1000	500	1000	400	2,9					
69 70	1000	300	650	200	2,15	1000	300	650	200	2,15	1000	400	1000	300	2,7					
80 81	1000	400	1000	300	2,7	1000	400	1000	300	2,7	1000	500	1000	400	2,9					
82 83	1000	300	650	200	2,15	1000	300	650	200	2,15	1000	300	650	200	2,15					
					Toplam =	57,3						Toplam =	57,3						Toplam =	71,5

Dirsekler																				
Devre Numarası	E.H.					E.B.K.					S.G.K.									
	a	b	r1	r2	m ²	a	b	r1	r2	m ²	a	b	r1	r2	m ²					
	(mm)					(mm)					(mm)									
Taze Hava																				
3 4	1000	350	1200	200	2,96	1000	350	1200	200	2,96	1000	1100	1200	200	4,61					
4 5	1000	200	1200	200	2,63	1000	200	1200	200	2,63	1000	850	1200	200	4,06					
17 18	1000	300	1200	200	2,85	1000	300	1200	200	2,85	1000	1100	1200	200	4,61					
36 37	1000	300	1200	200	2,85	1000	300	1200	200	2,85	1000	650	1200	200	3,62					
Egzoz																				
56 57	1000	400	1200	200	5,27	1000	400	1200	200	5,27	1000	400	1200	200	3,07					
					Toplam =	16,6						Toplam =	16,6						Toplam =	20

TABLO 11. Menfezler ve Kauçuk Yalıtımlı Flexible

Menfezler					
Boyut (mm)	Adet	Birim Fiyat (Adet/TL)*		Montaj Bedeli (TL)*	Toplam (TL)
600x600	54	150		12	8748

Kauçuk Yalıtımlı Flexible				
Çap (mm)	Birim Fiyat (m/TL)*	Montaj Fiyatı (TL)*	Gereken Miktar (m)	Toplam (TL)
Ø300	35,4	8,35	80	3500
Ø350	35,4	8,35	55	2406,25
				5906,25

TABLO 12. Elastomerik Kauçuk Köpüğü İle Yalıtım

25 mm Kauçuk Köpüğü Yalıtım			
Eşit Hız			
Toplam Alan (m ²)	Birim Fiyat (m ² /TL)*	Montaj Fiyatı (TL)*	Toplam Maliyet (TL)
800,901	42,1	7,95	40085
Eşit Basınç Kaybı			
Toplam Alan (m ²)	Birim Fiyat (m ² /TL)*	Montaj Fiyatı (TL)*	Toplam Fiyat (TL)
820,42	42,1	7,95	40290
Statik Geri Kazanım			
Toplam Alan (m ²)	Birim Fiyat (m ² /TL)*	Montaj Fiyatı (TL)*	Toplam Maliyet (TL)
964,806	42,1	7,95	48288,54

5.6. Birim Fiyatlar ve Kanal Yatırım Maliyetleri

TABLO 13. Birim Fiyatlar

Malzeme	Birim Fiyat (m ² /TL)*	Montaj Bedeli (TL)*
600 mm' ye kadar galvanizli saçtan dikdörtgen havalandırma kanalı (0,60 mm)	76,5	26,9
1250 mm' ye kadar galvanizli saçtan dikdörtgen havalandırma kanalı (0,80 mm)	85,5	29,7
2500 mm' ye kadar galvanizli saçtan dikdörtgen hava kanalı (1,00 mm)	96,5	32,4

Bu fiyatlar Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İnşaat Birim Fiyatları listesinde (2015) alınmıştır.

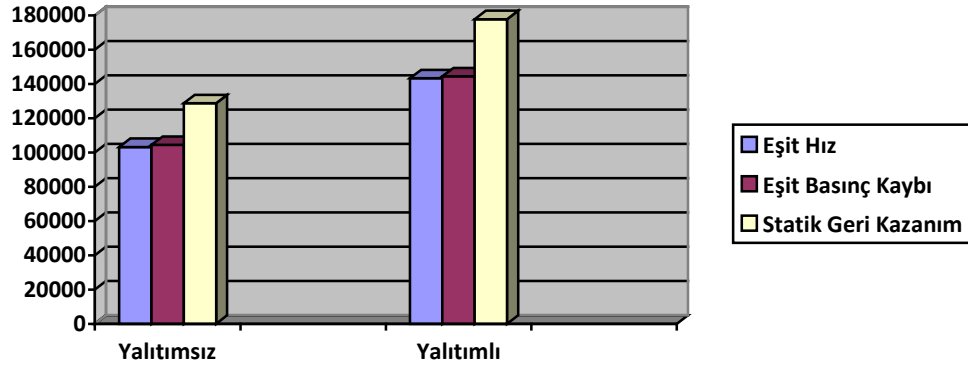
TABLO 14. Kanal Yatırım Maliyetleri

	Eşit Hız	Eşit Basınç Kaybı	Statik Geri Kazanım
Yalıtımsız (Kanal + Redüksiyon + Dirsek + Menfez + Flexible)	103.188,80 TL	104.395,70 TL	128.693,24 TL
Yalıtımlı	143.273,80 TL	144.480,70 TL	177.781,24 TL

6. SONUÇ

Bu çalışmadaki asıl amaç hava kanallarının boyutlandırılmasında kullanılan yöntemlerin yatırım maliyetleri açısından farklılıklarının karşılaştırmaktır. Ayrıca seçilen yöntemlerin saha uygulamalarında diğer mekanik tesisatlar, elektrik tesisatı ve mimari açıdan uygunluğu değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Eşit hız ve eşit basınç kaybı hesaplarında kanal boyutları birbirine yakınken statik geri kazanımda ise kanal boyutları yaklaşık 1.2 kat daha fazla hesaplanmıştır. Bu durumda statik geri kazanım yönteminde daha fazla galvaniz sac, yalıtım malzemesi ve işçilik gerekecektir.
- Eşit hız ve eşit basınç kaybı hesabına göre kanal boyutları yaklaşık olarak aynı çıktığından maliyetleri de aynıdır. Statik geri kazanım yönteminde ise kanal boyutlarının fazla olması sebebiyle maliyeti 1.3 kat daha fazladır. Kanal boyutlarının fazla olması ayrıca daha fazla işçilik gerektireceğinden işçilik maliyetini de arttırmıştır.
- Statik geri kazanım yönteminde kanal boyutlarının diğer iki yöntemle göre fazla çıkması, hem diğer mekanik tesisatlara hem de elektrik tesisatına ve mimari dekorasyon elemanlarına asma tavan içerisinde daha az alan bırakacaktır.
- Her üç yöntemde de hava kanallarının giriş altından gittiği göz önüne alınırsa, asma tavan derinliği 80 cm'nin üstüne çıktığından asma tavan içi yangın sprinkler ve yangın dedektörleri konulduğundan ekstra maliyet yaratmıştır. Eşit basınç kaybı ve eşit hız yöntemleri ile hesaplanan hava kanalı devre elemanlarının toplam statik basınçları kanal devre elemanı hava debisi ile orantılı olarak azalırken statik geri kazanım yönteminde neredeyse sabit ve diğer iki yöntemle göre oldukça küçük değerdir.



Şekil 5. Havalandırma kanalı yalıtımsız ve yalıtımlı maliyet analizi

KAYNAKLAR

- [1] H. Bulgurcu, Havalandırma Sistemleri, Ders Sunumları, Balıkesir 2001.
- [2] Isısan Çalışmaları, "Klima Tesisatı" Isısan Yayınevi, 2001.
- [3] Isısan Çalışmaları, "Yüksek Yapılarda Tesisat" Isısan Yayınevi,
- [4] ÇİMEN, F., "Hava Kanalları" Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi, Temel Bilgiler, Tasarım ve Uygulama Eki, sayı:1 Mart-Nisan 2003.
- [5] AKINCI, H. , "Günümüzde Uygulanan Isı Yalıtım Malzemeleri, Özellikleri, Uygulama Teknikleri ve Fiyat Analizleri" Ocak 2007

ÖZGEÇMİŞ

Handan KARADENİZ

1989 yılı İstanbul doğumludur. 2014 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümünü bitirmiştir. Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisansına devam etmektedir. Özel bir şirkette hidrolik pnömatik alanında satış ve proje bölümünde çalışmaktadır.

Hasan Özgüç DİVARCI

1990 yılı İstanbul doğumludur. 2014 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisansına devam etmektedir. Özel bir şirkette mekanik mühendisi olarak çalışmaktadır.

Deniz YILMAZ

1980 yılı İstanbul doğumludur. 2000 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünden 2003 yılında Yüksek Mühendis, İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünden 2011 yılında Doktor unvanını almıştır. 2011 yılında İstanbul AREL Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlamış, 2012 yılında aynı üniversitede Yrd. Doç. Dr. olarak atanmıştır. Ayrıca Panel Sistem Soğutma A.Ş. firmasında Ar-Ge Müdürü olarak görev yapmaktadır. Termodinamik, Isı Tekniği ve Tesisat konularında çalışmaktadır.

Timuçin İNCE

1962 yılı Aydın/Nazilli doğumludur. 1982 yılında Kara Harp Okulu Teknik Bilimler Bölümü Makine Bölümünü, 1985 yılında Boğaziçi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 1988 yılında Yüksek Mühendis ünvanını, 1992 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünden Doktor ünvanını almıştır. 1982-2010 yılları arasında Silahlı Kuvvetlerin çeşitli kademelerinde Mühendis ve Öğretim Elemanı olarak görev yapmıştır. 2011 yılından beri İstanbul AREL Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde Yrd. Doç. Dr. Olarak görev yapmaktadır. Isı Transferi, Akışkanlar Mekaniği ve Otomotiv konularında çalışmaktadır.

Ahmet CAN

19.02.1953 Tekirdağ doğumlu. 1974 yılında Yıldız Devlet Müh. Mim. Akademisinden "Mak. Müh" unvanı ile mezun oldu. 1976 yılında Isı ve Proses Opsiyonundan "Yük.Mak.Müh" unvanı aldı. 1977 yılında 1 yıl asistanlık yaptı. 1978 - 1984 yılları arasında T.C. 1416 sayılı kanuna tabi devlet burslusu olarak Almanya'da 1978 -1981 yılları arasında Ord. Prof. Dr.-Ing.hab. Theodor GAST'ın nezdinde Technische Universitaet BERLİN, Fachbereich Energie und Verfahrenstechnik-Diplom Ingenieur (Dipl.-Ing.) unvanı ve 1982 - 1984 yılları arasında Doktor Ingenieur (Dr.- Ing.) unvanı aldı. Türkiye Cumhuriyeti Devletine mecburi hizmeti sebebiyle Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümüne Ocak 1985'te Yardımcı Doçent olarak atandı. Kasım 1989'da Termodinamik Bilim Dalı Doçenti oldu. Ocak 1997'de Termodinamik Bilim Dalında Profesör oldu. 18 Aralık 2012 tarihinde naklen Türk Alman Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Sistem Mühendisliği Bölümüne Profesör olarak atandı. Halen İstanbul AREL Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi ve Mühendislik Fakültesi Dekanı olarak görev yapmaktadır.