

YER ALTI RAYLI SİSTEM İSTASYONLARINDA ISITMA, HAVALANDIRMA, KLİMA TESİSATI

Ethem ÖZBAKIR

ÖZET

Kentlerin büyümesi ile birlikte oluşan kent merkezlerindeki ulaşım talebindeki artış; metro, hafif metro, veya raylı sistem olarak nitelenen ve genellikle yer altı güzergahı ve istasyonlarını kullanan raylı sistemleri zorunlu kılmaktadır.

Ülkemizde de, geç de olsa bir raylı sistem yatırım seferberliği başlamış ve büyükşehirlerimiz yatırım bütçelerinin en büyük payını bu alana tahsis etmeye başlamışlardır.

Yer altı raylı sistem istasyonlarının, gerek işlevlerini uygun şekilde yerine getirmesi, gerekse yolcuların ve personelin konforunu sağlamak için bir dizi ısıtma, havalandırma ve klima tesisatı ile donatılması gerekir.

Bu tebliğ ile, yer altı raylı sistem istasyonlarında, acil havalandırma tesisatı dışında kalan ısıtma, havalandırma ve klima sistemleri incelenmektedir. Önce istasyonlarda bulunan mahaller kısaca tanımlanarak ısıtma, havalandırma, klima gereksinimleri açıklanmıştır. Daha sonra, kullanılacak tesisat sistemleri irdelenerek elektriksel ve elektronik odalar ile personel mahalleri ve ıslak hacim tesisat planlarından örnek verilmiştir. Son olarak ısıtma, havalandırma, klima tesisat tasarımında yararlanılabilecek kriterler özetlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Sözcükler : Yer altı, raylı sistem,metro, ısıtma, havalandırma, klima

ABSTRACT

Increase in the demand of transportation at city centers enforces railway systems which generally use underground routes and stations ; named as metro, LRT or railway systems.

In our country extensive railway system investments had started and municipalities spare largest portion of their investment budgets to this field.

To function properly and also to provide comfort for passengers and staff,underground railway system stations should be equipped with a series of heating, ventilating and air conditioning installation.

This paper examines heating, ventilating and air conditioning systems (except emergency ventilation) of underground railway stations. First, spaces of the stations are briefly defined and their requirements of heating, ventilating, air conditioning are explained. Then, applicable installation systems are examined and sample designs for electrical and electronic rooms, staff rooms and wet cores are given. Finally, criteria which might be used to design heating, ventilating, air conditioning is summarized.

Keywords : Underground, railway system, metro, heating, ventilating, air conditioning.

2. YER ALTI İSTASYONLARININ TEMEL GEREKSİNİMLERİ

Yer altı istasyonlarında elektrik enerjisi ile çalışan vagonların yaydığı ve iyi kontrol edilemeyen ısı enerjisi yolcular için konforsuz ortam yaratmanın yanı sıra ekipmanların ömrünü kısaltmakta, bakım-onarım gereksinmesini artırmaktadır[1].

Sıcaklık yanı sıra, tünel tavanı ve duvarlarından sızan ve önlemeyen zemin sularının neden olduğu nem, hava hızı, hava basınç değerlerindeki değişme, üzerinde durulması gereken diğer faktörlerdir. Bu faktörler mevsim, gece-gündüz, trafik yükü, işletme frekansı vb. etkenlere göre sürekli değişiklik göstermektedir.

Yolcu rahatlığı için çevresinin sıcaklığı, nemi, kokusu ve havalandırmanın neden olduğu hava akımının rahatsızlık vermeyecek düzeyde olması gerekir [2].

Yolcuların konfor gereksinmesi dışında, istasyonda çalışan personelin ve ekipmanın gereksinimleri de ısıtma, havalandırma, klima tesisatı açısından üzerinde önemle durulması gereken diğer hususlardır.

3. YER ALTI İSTASYONLARINDAKİ MAHALLER VE İHK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMELERİ

İstasyonlarda bulunan mahaller işlevleri ve tesisat özelliklerine göre üç ayrı gruba ayrılabilir.

3.1. Yolcuya Açık Mahaller:

Peronlar, bilet holü ve ara katlardaki kontrollü ve kontrolsüz alanlar, iniş/çıkış merdivenleri ve geçitler bu başlık altında toplanabilir. Bu mahallerin ortak özelliği; vagonların hareketinden doğrudan etkilenmeleri ve dış hava ile direk bağlantılı olmalarıdır. Özellikle peronlar vagonların yaydığı ısı ve partikül ile insanlardan ve aydınlatma tesisatından kaynaklanan ısı kazançlarının etkisindedir.

Bu mekanlar genellikle dış ortam havasının içeri alındığı ve iç ortam havasının dışarı atıldığı “doğal” yöntemle havalandırılmakta ve soğutulmaktadır. Yöntem trenlerin tünel içinde işletme sırasında yarattığı “piston etkisi”ne dayanmaktadır.

Genellikle istasyonların iki ucunda dış havaya açık ve yaklaşık tünel en kesiti alanına sahip düşey şaftlar oluşturulmaktadır. İstasyona yaklaşan trenin önünde oluşan pozitif basınç; tünel ve istasyon içindeki sıcak ve kirli havayı yakın şaft, istasyon giriş/çıkışları ve diğer açıklıklardan dışarı atmaktadır. İstasyondan hareket eden trenin arkasında oluşan negatif basınç ise aynı açıklıklardan dış havanın içeri alınmasını sağlamaktadır.

Piston etkisi, tabii zeminin iki-üç kat altındaki peron mahallerini 5-6 dakika frekansla çalışan “normal işletme” koşullarında yeterli hava gereksinmesini karşılayacak yeterlidir.

Peron ve halka açık mahallerde hava hızı olarak 4.5 m/s tercih edilmeli, ancak bu değer 7 m/s'yi geçmemelidir [3].

İşletme sorunları, tren gecikmeleri ve ani yolcu yığılımları sonucunda “sıkışık işletme” durumu oluşabilir. Bu durumda trenler tünel içinde veya istasyonlarda, yolcularda tren içinde veya peronlarda kalabalık şekilde bekleyeceklerdir. Bu koşullar havalandırma ve soğutma gereksinmesini sağlayacak piston etkisini büyük ölçüde ortadan kaldıracaktır. Doğal havalandırmanın yetersizliği “ mekanik havalandırma”yı zorunlu kılacaktır.

İstasyonlarda “acil durum işletmesi” ise genellikle tren yangınları sonucunda yolcuların güvenlikle tahliyelerini ve acil durum personelinin rahat müdahalesini sağlayabilmek amacıyla dumanın uzaklaştırmasını kapsar. Dumanın uygun havalandırma şaftlarına yönlendirilmesi ve istasyon dışına atılması şüphesiz ki “ mekanik havalandırma” yı tekrar gündeme getirmektedir.

Genel kabul gören tasarım yaklaşımına göre istasyonlarda “ sıkışık işletme” ve “acil durum işletmesi” için iki ayrı mekanik havalandırma tesisatı yerine tek bir sistem kurulması daha ekonomik olabilir. Bu yaklaşıma göre sistem daha büyük hava debisi gerektiren acil durum işletmesine göre tasarlanır ve fan değişken devirli seçilebilir. Sıkışık işletme durumu ortaya çıktığında fan devri düşürülerek aynı menfez ve hava kanalları peronun havalandırılması ve soğutulmasında kullanılır. 10-60 m³/s kapasiteli tünel fanları [4] çift yönlü seçilerek acil durumda yangının yeri ve tahliye yönü dikkate alınarak üfleme veya egzost amaçlı çalıştırılırlar.

Yukarıdaki açıklamalar şüphesiz ki tren frekansının çok yüksek olmadığı ve sıcaklığında çok aşırı olmadığı ülkemiz ve daha kuzey enlemindeki ülkeler için geçerlidir. İki tren arasındaki sürenin 90 saniyelere düştüğü yoğun işletmelerde ve tropikal iklimlerde istasyonların dış hava ile soğutulması hemen hemen olanaksız olduğundan, istasyonlarda da klima tesisatı uygulanması ve bu nedenle de dış ortamdaki alınacak hava miktarının temiz hava gereksinmesi miktarı ile sınırlandırılması gerekir.

İstasyonların yangın tesisatı bu tebliğ kapsamına girmediğinden peronların mekanik havalandırma tesisatında daha fazla ayrıntıya girilmeyecektir.

3.2. Elektrik ve Elektronik Odalar:

Raylı sistem istasyonlarının işlevsel mahallerinin başında elektrik ve elektronik odalar gelir. Bu odalar yer altı istasyon yapılarını küçültmek ve inşaat maliyetlerini düşürmek için yerüstünde yapılmak istenir. Ancak çoğu kez güzergahta bu amaca uygun yer bulamama, kamulaştırma ve görsel faktörler nedeniyle söz konusu mahaller istasyonların içinde ve genellikle zemine en yakın kotta düzenlenmeye çalışılır.

Trenlerin çalışması için gerekli enerjiyi sağlayan redresör / cer trafoları, istasyon iç ihtiyaç trafoları, O.G pano, O.G. kompanzasyon, A.G. pano, akü ve bu odaların gazlı söndürme tüplerinin konulacağı yangın tüp odaları “ elektriksel oda” lar olarak gruplanabilir.

Bu odaların içinde personel bulunmaz. Personel sadece bakım-onarım amacıyla bu odalara girer. Bu nedenle mahallerin temiz hava gereksinmesi yok kabul edilebilir.

Adı geçen mahallerin ısıtma gereksinmesi de yoktur. Zira yangın tüp odaları hariç diğer odalarda çalışırken ısı yayan elektrikli cihazlar mevcuttur ve sıcaklık hiçbir zaman kritik en düşük sıcaklık olan 5° C’ in altına düşmez.

Bu odaların asıl sorunu tam tersine mahal sıcaklığının düşürülmesidir. Zira elektriksel cihazların çalışma sürekliliğinin sağlanabilmesi için ortam sıcaklığının 40° C’ in üstüne çıkmaması gerekir.

Tropikal iklimlerde hava kanalsız klima cihazları ile soğutma uygun çözüm iken ülkemizde havalandırma tesisatı ile soğutma ilk yatırım ve işletme giderleri açısından ekonomik olmaktadır.

Elektrik odaları havalandırma tesisatı dış ortamdaki alınan temiz havanın bir kaba filtreden geçirilip vantilatörlerle basınçlandırılıp hava kanalları ve menfezlerle mahallere üflenmesi ve aynı mahallerden menfezler, hava kanalları ve aspiratörle emilecek ısınmış havanın dış ortama atılmasından oluşabilir. Oda termostatları ile kumanda edilecek sistem herhangi bir odada mahal sıcaklığı 40° C’ a çıktığında devreye girecek , sıcaklık 35° C’ ye indiğinde duracaktır. Bu yaklaşımda o an soğutma gereksinmesi olmayan mahallere de hava üflenecek ve emilecektir, ancak elektrik tüketiminin kısmen artması dışında teknik bir sakınca söz konusu değildir. Alternatif çözüm her mahallin üfleme ve emişinin VAV kutuları ile kontrol edilmesi ve fanların frekans kontrollü olarak seçilmesidir. İkinci çözüm, ilk yatırım giderinin yüksekliği ve VAV kutularına yer bulma sorunu nedeniyle tercih edilmeyebilir.

Akü odası nötr, yangın tüp odası eksi basınçta tutulurken, diğer odalarda cüzi bir artı basınç yararlı olacaktır.

Büyük miktarda ısı yayan redresör/ cer trafo ve iç ihtiyaç trafo odalarında temiz/ soğuk havanın döşeme seviyesinden üflenmesi, kirli/ısınmış havanın tavan seviyesinden emilmesi tasarımda dikkate alınması gereken bir başka husus olarak belirtilebilir.

Fanlarda çıkabilecek, herhangi bir sorun işletmeyi durduracağından vantilatör ve aspiratörlerin birer asıl ve birer stand-by olarak tesisi ve mahalli çalışma yanı sıra SCADA tarafından izlenme ve kumanda olanağı bulunması bir zorunluluktur.

İstasyonlarda haberleşme ve sinyalizasyon ekipmanlarının konulduğu mahaller ise “ elektronik oda”lar olarak gruplanabilir.

Bu odalarda, bilgisayar sistem odaları özelliğinde ısıtma , havalandırma, klima koşulları sağlanmalıdır. Yaz-kış sabit sıcaklık, nem kontrolü , artı basınç ve daha yüksek tozsuzluk belli başlı koşullardır.

Ortam özelliklerini sağlamak üzere farklı çözümler geliştirilebilir. Bir çözüm, basınçlandırmanın dış ortamdan alınan temiz havanın kaba ve ince filtrelerden geçirildikten sonra vantilatörle basınçlandırılıp hava kanalları ve menfezler yardımı ile mahallere üflenmesi, düşük miktardaki egzost havasının ise motorlu yangın damperli transfer menfezleri yardımı ile koridor vb. mahallere atılması ve mahallin split tip klima cihazları ile soğutulmasıdır. Bu çözümde kış aylarında üflenmiş havanın ortam tasarım sıcaklığına kadar ısıtılabilmesi için oda termostat kontrollü elektrikli kanal tipi ısıtıcılar önerilebilir.

Aynı havalandırma santrali, A.G. pano odasına sürekli temiz hava sağlama ve artı basınçta tutma işlevini de üstlenebilir.

Elektriksel odalarda açıklanan aynı gerekçeyle bu vantilatörlerin de birer asıl ve birer stand-by olarak tesisi ve mahalli çalışma yanı sıra SCADA tarafından izlenmesi ve kumanda edilebilmesi sağlanmalıdır.

Redresör trafosu bulunmayan bir istasyonun elektriksel ve elektronik odalarının ısıtma, havalandırma, klima tesisatı tasarımına ait bir örnek Şekil-1’de sunulmuştur.

3.3. Personel Odaları ve Islak Hacimler:

Raylı sistem standart istasyonlarında görev yapacak personelin kullanacağı zorunlu odalar; istasyon kontrol , bilet gişesi, sağlık/ ilk yardım , güvenlik personel ve personel (dinlenme, yemek) dir. Hattın başlangıç ve bitiş istasyonlarında ayrıca sürücüler için bekleme ve dinlenme odaları öngörülebilir. İstasyonlarda ayrıca yatırımcı beklentisi ve isteğine göre su, doğalgaz vb. belediye hizmetlerine ait başvuru, danışma ve satış mahalleri ile büfeler bulunabilir.

Öte yandan istasyonların temizliği için temizlik/ paspas odaları ile personel ve yolcuların kullanımı için WC’ ler düzenlenmek zorundadır.

Bu bölüm kapsamındaki odalarda konfor koşullarının sağlanması için ısıtma ve havalandırma tesisatı şarttır. Yakıt sorunu ve yangın riski nedeniyle mahal ısıtmasında en uygun sistem elektrikli ısıtıcılardır. Oda tipi veya kendinden termostatlı duvar tipi sabit elektrikli ısıtıcılar en ekonomik çözüm olabilir.

Bilet, su ve doğalgaz satış ile büfelerinin küçük de olsa kontrolsüz alana açıklıkları bulunduğundan bu mahallerin havalandırma tesisatının diğer mahal havalandırma sistemlerinden ayrılmasında yarar vardır. En pratik çözüm duvar tipi aspiratör kullanmaktır.

Diğer mahaller ise içinde personel çalışan odalar ile WC’ ler ve temizlik/ paspas odaları olmak üzere iki ayrı sistemle havalandırılabilir. Söz konusu ıslak hacimlerde yalnız hava kanallı egzost sistemi yeterli iken, personel çalışan odalarda personel sayısı, dış ortam koşulları ve bu odaların dış ortam havasından yararlanabilme faktörlerine bağlı olarak yalnız hava kanallı egzost sistemi veya hava kanallı egzost ve hava kanallı üfleme sistemleri kombinasyonu birlikte tasarlanabilir.

Bu mahallerde klima tesisatı gereksinmesi; radyasyondan ısı kazancı olmadığından, personel (genellikle bir, nadiren iki kişi), aydınlatma, bilgisayar ve odaya giren hava yüklerine bağlıdır. Yaz aylarında dış ortam koşulları aşırı olumsuz ve bilgisayar/monitör sayısı fazla ise personel konforu ve verimliliği için klima tesisatı tasarlamakta yarar vardır. Tekli veya çoklu split klima ekonomik çözüm olarak düşünülebilir.

Personel odaları ve ıslak hacimlerdeki IHK tesisatı mahalli olarak işletilmekte olup SCADA tarafından izlenme ve kontrolüne gerek duyulmamaktadır.

Şekil-2 de personel odaları ve ıslak hacimlerin ısıtma, havalandırma, klima tesisatı tasarımına örnek bir kat planı verilmiştir.

4. TASARIM KRİTERLERİ

IHK tasarımında kullanılacak tüm kriterleri toplu olarak gösteren bir kaynak mevcut değildir. TS 2164 [5], TS 3419 [6], TS 12127 [2], ASHRAE Standard 62-1999'dan [7] yararlanarak hazırlanan ve ülkemizdeki bazı raylı sistem yer altı istasyonları tasarımlarında kullanılan veriler örnek olarak aşağıda verilmiştir.

Kışın ısıtılan mahal sıcaklıkları:

su deposu, pompa, A.G. pano, akü, havalandırma, drenaj pompa	: 5 °C
WC, temizlik odası, paspas odası	: 15 °C
bilet gişesi, istasyon kontrol odası, sağlık odası, güvenlik personel odası, gaz satış, personel odası	: 22 °C
haberleşme, sinyalizasyon	: 20 °C

Kışın ısıtılmayan mahal sıcaklıkları:

peron, kontrollü ve kontrolsüz alanlar, koridor, yedek oda, fan odaları, zemine oturan döşeme, yan toprak, tavan üzeri toprak	: Dış ortam sıcaklığı ve tabii zeminden olan derinliğe göre tasarımcı tarafından belirlenir.
--	--

Yazın klimatize edilen mahal sıcaklığı ve nem oranı:

haberleşme, sinyalizasyon	: 25 °C KT, %40 – 50 BN
personel odaları	: Dış ortam sıcaklığından 8-10 °C düşük KT, %50 BN

Hava miktarları:

haberleşme, sinyalizasyon, A.G. pano, yangın tüp odası, asansör makine dairesi, yürüyen merdiven makine dairesi, yangın pompa odası	: 2 d / h
--	-----------

akü odası	: 6 d / h
WC, temizlik odası, paspas odası	: 36 m ³ /h, m ²
personel yemek / dinlenme odası	: 10 d / h
sağlık, güvenlik personel, istasyon kontrol, bilet gişe, büfe	: 7 d / h
pis su pompa odası	: 4 d / h

Hava hızları:

üfleme ve emme menfezleri	: 2-3 m/s
tali hava kanalları	: maksimum 7 m/s
ana hava kanalları	: maksimum 10 m/s
peron ve yolcuya açık alanlar	: maksimum 7 m/s

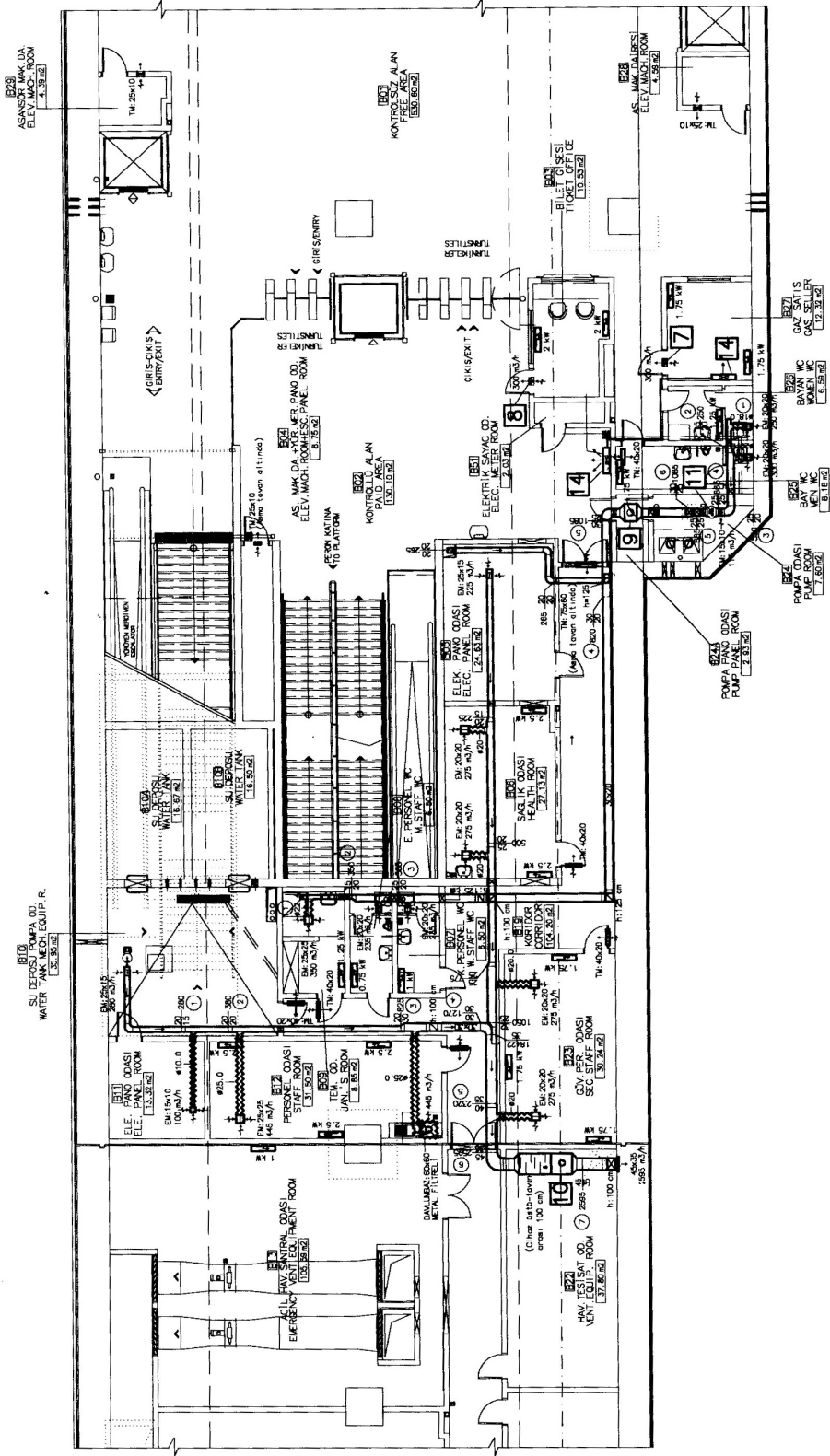
Elektrik ve elektronik odalar ısı yayma değerleri: Elektrik tasarımından alınır.

Gürültü seviyesi:

peron, kontrollü ve kontrolsüz alanlar	: 55 dB(A)
personel odaları	: 35 – 45 dB(A)

5. SONUÇ

Yer altı raylı sistem istasyonları işlevlerini yerine getirebilmek için bir dizi IHK tesisat sistemleri ile donatılmalıdır. Sistem tasarımı için öncelikle istasyon içinde bulunan mahaller ve gereksinimleri ayrı ayrı tanımlanmalıdır. Daha sonra sıcaklık, nem, hava kalitesi, hava hızı vb. IHK parametrelerini kabul edilebilir sınırlar içinde tutabilmek için gerekli tasarım kriterleri kullanılarak yatırım ve işletme için en ekonomik tesisat sistemleri tasarlanarak uygulanmalıdır.



Şekil 2. Personel Odaları ve Islak Hacimler İHK Planı

KAYNAKLAR

- [1] ASHRAE Handbook, HVAC Applications, ASHRAE, 2003.
- [2] TS 12127, “Şehir İçi Yollar – Raylı Taşıma Sistemleri Bölüm 1: Yer Altı İstasyonu Tesisleri Tasarım Kuralları”, Şubat 1997.
- [3] Megaw, T.M., Bartlett, J.V., “Tunnels: Planning, Design, Construction Volume 2”, Ellis Horwood Limited John Wiley & Sons.
- [4] Bonnett Clifford F, “Practical Railway Engineering”, London: Imperial College Press, 1996.
- [5] TS 2164, “Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları”, Ocak 1984.
- [6] TS 3419, “Havalandırma ve İklimlendirme Tesisleri – Projelendirme Kuralları”, Nisan 2002.
- [7] ASHRAE Standard 62-1999, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, ASHRAE, 1999.

ÖZGEÇMİŞ

Ethem ÖZBAKIR

1949 Kemalîye doğumludur. 1970 yılında Orta Doğu Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Bölümünü bitirmiştir. Yüksek Lisansını 1974 yılında aynı Üniversite’den almıştır. İngiltere’nin Bradford Üniversitesinde 9 ay süre ile Proje Hazırlama ve Teknoloji Seçimi üzerine ihtisas yapmıştır. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Ankara Belediyesinde çeşitli görevlerde bulunmuştur. 1977-1980 yılları arasında EGO Genel Müdürlüğü yapmıştır. Makina Mühendisleri Odası Ankara Şubesi Başkanlığı ve merkez denetim kurulu üyeliğinde bulunmuştur. 1980 yılından bu yana çalıştığı, mekanik tesisat projeciliği ve müşavirliği ile uğraşan BİLGE Mühendislik ve Müşavirlik Ltd. Şti. ’nin ortak yönetici ve kurucusudur. Halen ODTÜ, Gazi, Bilkent ve Çankaya Üniversitelerinde Mimarlık ve İç Mimarlık Bölümlerinde tesisat dersi vermektedir. Taşıt Tünellerinin Havalandırılması ve Mühendislik Etiği alanlarında sunumları vardır.