



BİNALARDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: ÖMÜR BOYU MALİYETE İLİŞKİN YAKLAŞIMLAR

Dr. İbrahim ÇAKMANUS, Makina Yüksek Mühendisi
Doç. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA, Yüksek Mimar



DÜNYA SEKTÖREL YAYINCILIK GRUBU

Teknik Kitaplar No 5

BİNALARDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: ÖMÜR BOYU MALİYETE İLİŞKİN YAKLAŞIMLAR

Dr. İbrahim ÇAKMANUS, Makina Yüksek Mühendisi
Doç. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA, Yüksek Mimar

1. Basım Kasım 2008

ISBN: 978-975-6263-12-9

© 2008 Her hakkı mahfuzdur. Bu kitap veya bir kısmı Yazarların ve Yayınevi'nin müsadesi alınmaksızın kısmen veya tamamen hiçbir şekilde ve teknikle çoğaltılamaz yayınlanamaz.

Doğa Yayıncılık Ltd. Şti.

Ali Nazım Sk. No: 30 Koşuyolu 34718 Kadıköy / İSTANBUL

Tel: 0216 327 80 10

Faks: 0216 327 79 25

www.dogayayin.com

info@dogayayin.com

Baskı ve Cilt:

Altan Basım Ltd. Şti.

Yüzyıl Matbaacılar Sitesi Bağcılar / İstanbul

Tel: 0212 629 03 74

YAZARLAR HAKKINDA

Dr. İbrahim ÇAKMANUS: 1960 Giresun doğumludur. Makina Mühendisliği bölümlerinde olmak üzere KTÜ'de lisans, ODTÜ'de yüksek lisans, Gazi Üniversitesi'nde doktora yapmıştır. 1983-1991 yılları arasında Demiryollar, Limanlar, Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü'nde, 1992 yılından Eylül 2008'e kadar T.C. Merkez Bankası A.Ş.'de çalışmıştır. Halen iş yaşamını serbest mühendis ve danışman olarak sürdürmektedir. ASHRAE (American Society Of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers), Makina Mühendisleri Odası, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, Isı Bilim ve Tekniği Derneği ve Toplumsal Saydamlık Hareketi Derneği üyesidir. Evli ve iki kızı vardır.

Doç. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA: Eskişehir'de doğmuştur. Lisans eğitimi ni FH Mimarlık-Hamburg, Yüksek Lisans Mimar Sinan Üniversitesi, Doktora çalışmasını Dortmund Üniversitesi'nde yapmıştır. 1985 yılında Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesinde göreve başlamıştır. 1998 yılında Doçent Dr. unvanını almıştır. Halen Ege Üniversitesinde öğretim üyeliği görevini sürdürmektedir. İlgi alanları Yapıda Endüstrileşme, Güneş Mimarisi ve Enerji Etkin binalardır.

SUNUŞ

Modern yaşam tarzına bağlı olarak yoğun teknoloji ve enerji kullanımı ile artan çevre kirliliğinin neden olduğu iklimsel sorunlar somut etkilerini günümüz insanoğluna çarpıcı bir şekilde göstermeye başlamıştır. Daha fazla zaman kaybetmeden gerekli dersleri çıkartıp, kendi akıl ve bilincimizle bu gidişatı durdurmak ve ciddi önlemler almak zorundayız. Aksi halde doğa, bozulan dengelerini korumak için insanlığı daha büyük sorunlarla baş başa bırakmak konusunda tereddüt göstermeyecektir.

Aslında, bilinen insanlık tarihi boyunca, binlerce yıllık birikimle, doğal malzeme kullanılarak yapılan yapılarda doğal ısıtma, soğutma ve havalandırma teknikleri başarılı bir şekilde kullanılmış, ancak bunlardan pek azı günümüze kadar yaşatılabiştir.

Son yüzyılda, insanlık kolayca temin ettiği ucuz enerji nedeniyle, yapı sektöründe kolay çözümlere yönelmiş, işin sanatsal boyutunu abartmış, ekolojik, enerji etkin, çevreci yapı tarzını terk etmiştir.

Bugün gelinen noktada, enerji kaynaklarının sonsuz olmadığı anlaşılmış, yoğun tüketime bağlı olarak artan küresel ısınma ve etkileri, insanoğlunu yeni arayışlara yönlendirmiştir. Aslında çözüm basit ve net olup, eskiye dönüşür. Gelecek yüzyılda yaşayan insanlar, büyük bir olasılıkla, bunsalar bile fosil yakıt kullanamayacaklar, gereksinimlerini büyük ölçüde yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılamak zorunda kalacaklardır.

Bu durumu algılayabilen gelişmiş batılı ülkeler ciddi programlarla hazırlıklara başlamıştır. Örnek olarak; Avrupa 2030 yılında binalarda kullanılacak enerji miktarını sıfır olarak hedeflemiş, tüm yapı mevzuatını buna göre yenilemiş, amaca ulaşmada her türlü teşvik mekanizmasını harekete geçirmiştir. Artık dünyanın pek çok yerinde, kendi gereksinimi olan enerjiyi kendisi üreten, enerji etkin, ekolojik çevreci yapılar yükselmekte ve bunların sayıları giderek artmaktadır.

Ülkemizde de bu yarıştan kopmamak için yenilenebilir enerjilerle, soğal ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma tekniklerinin kullanıldığı, çevreci yapı bilincinin oluşturulması, bu anlamda mimarlık ve mühendislik disiplinlerimizin geliştirilebilmesi gerekmektedir. Bu amaca ulaşmada üniversitelerimizin, meslek odalarımızın ve sektörel derneklerimizin yoğun işbirliği önem arz etmektedir.

Çok değerli meslektaşlarımız Doç. Dr. Türkan Özbalta ve Dr. İbrahim Çakmanus tarafından hazırlanan bu kitabın mimar ve mühendislerimize enerji etkin yapı tasarımı konusunda önemli bir kaynak olacağını düşünüyorum ve kendilerine teşekkür ediyorum.

Abdullah BİLGİN
TTMD Yönetim Kurulu Başkanı
Ekim, 2008

ÖNSÖZ

1973'de yaşanan petrol krizi, enerjide dışa bağımlı olan ABD, Avrupa, Japonya gibi ülkelerde enerjinin korunumunu ve enerji verimliliğini ön plana çıkartmıştır. Günümüzde ise petrolün varili 100\$ civarına çıkmıştır. Ayrıca fosil yakıtların endüstri, ulaştırma ve binalarda yoğun biçimde kullanılması sonucu küresel ısınma, kuraklık, çevre kirliliği gibi sorunlar kendisini iyice hissettirmiştir. Bütün bunlar fosil yakıtların kullanımının azaltılması gerektiğini göstermektedir. Bu bağlamda Dünyada toplam enerjinin yaklaşık üçte biri yapı sektöründe kullanılmakta olup bunun azaltılması, ekonominin iyileşmesine ve çevre tahribatının azaltılmasına katkı sağlayabilme potansiyeline sahiptir. Bunun yolu yeni binalarda iklime uygun yerleşim, mükemmel yalıtım, özellikli camlar kullanılması, çift cam kabuk cephe sistemleri vb. ile doğal havalandırma yapılması, aydınlatmada gün ışığından maksimum düzeyde yararlanılması gibi yöntemlerle binanın tüketeceği enerji miktarı olabildiğince azaltıldıktan sonra kalan yükleri karşılamak için gerekli enerjinin olanaklı olduğunca verimli HVAC sistemleri ve yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanmasıdır. Bütün bunlardan sonra kalan ihtiyaç fosil kaynaklarından karşılanmalıdır. Mevcut binalarda ise yalıtım yapılması, eskiyen ısıtma ve HVAC sistemlerinin yüksek verim sağlayacak şekilde yenilenmesi, yenilenebilir enerji sistemlerinin entegrasyonu, verimli aydınlatma sistemleri ile yüksek verimli ev aletleri kullanılması bu amaca ulaşmada yardımcı olacaktır. Yüksek verimli HVAC sistemleri kullanımı, tesisatın yalıtımı, ısı geri kazanım sistemleri kullanımı, hızı değiştirilebilen pompa ve fanların seçilmesi, serbest soğutma (free cooling), ısı pompaları, otomatik kontrol vb. ilk yatırım maliyetini artırıyor gibi gözükse de, binaların 40-50 yıl gibi uzun süreler hizmet vereceği ve HVAC sistemlerinin ise 20-25 yıllık ekonomik ömürleri olduğu düşünüldüğünde çok büyük enerji ekonomisi sağlayacak, teknolojinin gelişmesine katkıda bulunacak ve çevre tahribatını azaltacaktır.

Enerjinin ülkelerin ekonomilerine getirdiği yük, fosil yakıtların çevresel etkilere sebep olması, hayatın kaynağı olan suyun bulunabilirliğinin giderek zorlaşması, buna karşın sağlık ve psikolojik gereksinimler, üretim verimliliğinin artırılması zorunluluğu, iç çevre kalitesinin artırılması ihtiyaçları; binaların tasarımı, yapımı ve işletilmesi süreçlerinde (başlangıcından ömürlerinin sonuna kadar) sürdürülebilirlik kavramını ortaya çıkarmıştır. Sürdürülebilir binalar mimarlık, makine mühendisliği, elektrik mühendisliği, bilgisayar mühendisliği, yapı fiziği, akustik, yangın, inşaat mühendisliği, ekonomi gibi disiplinlerin ortak çalışmaları ile yapılabilir. Böylesine geniş bir konuyu tek bir çalışmada detaylı olarak ele almak olanaklı değildir. Bu nedenle gerçekte bu çalışma sürdürülebilir binaların ne kadar çok bilgi, emek ve zaman isteyen ve disiplinler arası işbirliği gerektiren bir iş olduğunu göstermeyi amaçlamaktadır. Örneğin şekil 1.1.'deki optimizasyon süreci için binanın herhangi bir seçenekte cephe, HVAC, yenilenebilir enerji vb. sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri ile binanın işletilmesi sürecinde işletme ve bakım maliyetlerinin tahmin edilmesi gerekir. Bunun yanında, seçilen sistemlerin sağlık, konfor ve emniyet

gereksinimlerini ne kadar karşıladığını belirleyebilmek için bilgisayar simülasyonları vb. gerekebilir. Maliyetlerin belirlenebilmesi ise seçeneklerin yaklaşık olarak projelendirilmesi gerekir. Konunun çok geniş kapsamı, farklı alanlardaki detaylı bilgilerin bir araya getirilmesini ve takım çalışmasını gerektirmektedir. Öte yandan sürdürülebilirlik kavramı içerisinde ömür boyu maliyet analizi ve optimizasyonu öne çıkmaktadır. Bu çalışmanın birinci bölümünde ömür boyu maliyet ve optimizasyon özetlenmiştir. Daha sonraki bölümlerde optimizasyon sürecinin gerçekleştirilmesine yönelik araçlar ve bileşenlerden bazıları tanıtılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda ikinci bölümde enerji ve çevre, üçüncü bölümde iç çevre kalitesi, dördüncü bölümde doğal havalandırma, beşinci bölümde güneş enerjisi, altıncı bölümde ısıtma ve soğutma yükleri, yedinci bölümde tesisat sistemleri, sekizinci bölümde enerji sistemlerinin ilk yatırım ve işletme maliyetleri, dokuzuncu bölümde bilgisayar uygulamaları, onuncu bölümde ise uygulama örnekleri üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmanın birinci, üçüncü, altıncı, yedinci, sekizinci ve dokuzuncu bölümler mekanik tesisat konularını kapsamaktadır. İkinci, dördüncü ve beşinci bölümler mimarlığı ve mekanik tesisatı ilgilendiren konulardır. Çalışmanın bütünlüğü açısından doğal aydınlatma üzerinde kısaca durulmuştur. Öte yandan binanın yapımında kullanılan malzemelerin sanayide üretilmesi esnasında da enerji kullanılmaktadır. Sürdürülebilir binalar için buradaki maliyetlerin de dikkate alınması gerekir. Ancak bu çalışmada bu konu üzerinde durulmamıştır.

Bu kitaptaki bilgiler, bölümlerin sonunda verilen kaynaklara ve yazarların kişisel deneyimlerine dayalı olup, yukarıda belirtildiği üzere birbirinden çok farklı disiplinlere ilişkin söz konusu konular hakkında fikir vermeyi amaçlamaktadır. Bu konuda çalışma yapacak profesyonel ve akademisyenlerin ASHRAE gibi kaynaklara başvurmaları ve kapsamlı bilgisayar programları kullanmaları önerilir. Öte yandan buradaki bilgiler kaynak gösterilerek kullanılabilir. Son olarak bu kitabı yayınlayan Doğa Sektörel Yayın Grubu'na Sayın İsmail Ceyhan şahsında teşekkür ederiz.

İbrahim Çakmanus,
Türkan Göksal Özbalta
Ankara, 2008

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----|
| Giriş | 11 |
| 1. Bina Ömür Boyu Maliyetinin Optimizasyonu | 17 |
| 2. Çevre ve Enerji | 29 |
| 3. İç Mekan Kalitesi | 39 |
| 4. Doğal Havalandırma | 45 |
| 5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları | 67 |
| 6. Isıtma ve Soğutma Yükleri | 95 |
| 7. Mekanik Tesisat Sistemleri | 113 |
| 8. İlk Yatırım Ve İşletme Maliyetleri | 137 |
| 9. Bilgisayar Uygulamaları | 147 |
| 10. Uygulama Örnekleri | 163 |