

Bina Enerji Performansı Değerlendirme Araçları- Enerji Simülasyonu

Gülsu ULUKAVAK
HARPUTLUGİL

ÖZET

Bugün artık tüm dünyada, binaların tıpkı makineler gibi performanslarına dayalı olarak sınıflandırıldığı standartlar, yönetmelikler ve kodlar geliştirmekte ve uygulanmaktadır. 2002 yılında yayınlanan Avrupa Birliği Bina Enerji Performansı Direktifi doğrultusunda, Türkiye’de de son on yılda önemli yasal düzenlemeler hayata geçmiştir.

Bu bildiri kapsamında öncelikle performans simülasyonlarının genel tanımına yer verilmiş, çeşitli detay düzeyindeki bazı programlar hakkında bilgi verilmiştir. Bina enerji performansı yönetmeliklerinin genel gereklilikleri ile ülkemizde 2009 yılında yürürlüğe giren “Bina Enerji Performansı Yönetmeliği” incelenmiştir. Dünyada geniş kullanım olanağı bulmuş olan 6 simülasyon programının kapasiteleri, yönetmeliğin beklentileri çerçevesinde sorgulanmıştır. Ayrıca BEP-tr ulusal yazılımı da bu çerçevede eleştirel olarak ele alınmıştır. Sonuç değerlendirme, hem ilgili değerlendirme araçlarının Türkiye’de kullanılabilir potansiyellerini ortaya çıkarmakta, hem de ulusal hesaplama yöntemi ile uyumlu yazılımlar için gerekenlerin tanımlanmasını sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bina Enerji Performansı, Yönetmelikler, Enerji Simülasyonu.

1. GİRİŞ

Bina performansının değerlendirilmesinde, söz konusu olan enerji performansı olduğunda, binanın hangi kriterlere dayalı olarak enerji etkinliğinin belirleneceğinin, standartlarca tanımlanması, yönetmelik ve yönergelerle de uygulama koşullarının açıklanması gerekir. Enerji etkin bina kavramı çerçevesinde, her ülkenin kendi yerel koşulları içinde geliştirdiği standart, yönetmelik ve yönergeleri vardır. Bina enerji yönetmelik ve standartları, binalarda enerji korunumu potansiyelinin farkına varılmasına ve binalarda enerji etkin tasarıma ilişkin talebin artmasına yardımcı olmaktadır. Bu aynı zamanda enerji etkin politikaların geliştirilmesi için bir temel oluşturulmasını sağlamaktadır.

Abstract:

Nowadays, various standards, codes and regulations which classify buildings based on their performances like machines are developed and become mandatory. Regarding EU Building Energy Performance Directive released in 2002, there are many essential regulations prepared, renewed or redeveloped in Turkey at last decade.

In this paper, there is a general overview of performance simulations and introduces a few of them. General approach to building energy regulations and Building Energy Performance Regulation that released in Turkey (BEP) has been scrutinised. Considering basic requirements that listed in BEP regulation, abilities of 6 different simulation programs has been compared. From this point of view, BEP-tr national calculation software has been criticised as well. As a conclusion, it is aimed not only to reveal potential usability of related simulation tools but also to define necessities that a simulation tool has to have in order to applicable with national calculation methodology.

Key Words:

Building Energy Performance, Regulations, Energy Simulation.

Enerji etkin binanın başarısı, tasarımının başından itibaren, disiplinler arası bir ekip tarafından binaya, “entegre sistemler bütünü” olarak yaklaşılması ile sağlanır. Bu noktada performansın sınanması için tasarım sürecinin her aşamasında performans hesaplamaları gerçekleştirmek ve sonuçları tanımlı sınır değerler bağlamında yorumlamak üzere performans simülasyonlarından destek almak önemlidir. Böylece farklı uzmanlık alanlarına sahip tasarım ekibinin ortak bir dil üzerinden tasarım performansının iyileştirilebilmesine yönelik karar alabilmesi sağlanır.

Bu çalışma ile binalarda enerji performansının iyileştirilebilmesine yönelik kullanılan enerji simülasyon programlarının genel bir tanımı yapılarak, ülkemizde 2009 yılında yürürlüğe giren “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” [1] çerçevesinde bu programların kullanılabilme kapasiteleri araştırılmaktadır.

2. ENERJİ SİMÜLYASYONU NEDİR?

“Benzeşim” olarak da türkçeleştirilebilen simülasyon, karmaşık bir sistemin basitleştirilmiş bir modelini oluşturarak, gerçek sistemin davranışını tahmin etmek ve analiz etmek üzere bu modeli kullanma süreci olarak tanımlanabilir. Simülasyonun temel amacı, gerçek sistemden dikkatlice çekip çıkartılarak, sadece belirli gereklerle ilgili elemanların dikkate alınması ve görelî olarak daha önemsiz olanların göz ardı edilmesi ile gerçek sistem davranışını doğru olarak tahmin etmek üzere kullanılabilen bir model geliştirmektir [2].

Bina simülasyon programları, genellikle hesap yöntemlerine, modelleme düzeylerine, kullanım alanlarına göre sınıflandırılabilir. Hendrixx [3], bina simülasyonlarını binanın tasarımı sırasındaki boyut, biçim vb. bilgilerinin değerlendirilebildiği modelleme araçları, tasarım alternatiflerinin geliştirilmesine yardımcı tasarım araçları ve bina performansı yaklaşımlarını (enerji akışı, strüktürel dayanım, akustik vb.) değerlendiren analiz araçları olarak üçe ayırmaktadır. Binaların performansa dayalı tasarımı söz konusu olduğunda, her üç kategori de önem kazanmakta ve tasarım süreci boyunca entegre bir

bütün olarak çalışmaları ve değerlendirmeye dâhil edilmeleri gerekmektedir. Modelleme, tasarım ve analizi bir arada bulunduran, büyük, çok zonlu binalar ve bunların spesifik alanlara ait değerlendirmesini sağlayan, genellikle saatlik bazda ve her mekân için ayrı hesaplamalar gerçekleştirebilen araçlar, binanın entegre bir bütün olarak performansını analiz edebilen bina performans simülasyon programlarıdır. Bu detaylı simülasyon programları, çoğunlukla ısı sistemlerinin etkileşimi, ısıtma ve soğutma yükleri ile enerji tüketim hesaplamaları için kullanıldığından “bina enerji simülasyon programları” olarak nitelendirilmekte ve genelleştirilmektedir. Oysa ki günümüzde yaygın olarak, mekanların akustik performansı, yapay ve doğal aydınlatma performansı, bileşenler bazında malzeme performansı, yaşam döngüsü değerlendirme, yangın kaçış yolları vb. gibi yine detaylı analiz gerektiren farklı alanlardaki performans sorgusu da “bina performans simülasyonları” yardımıyla gerçekleştirilebilmektedir.

Bina performans simülasyonu adım adım ilerleyen ve geri dönüşlerle beslenen bir süreçtir. Problemin analizi ile başlayıp, sonuçların tasarım sentezine dönüştürüldüğü bu süreç, aşağıda sıralanan adımlardan biri veya birkaçını içermektedir [2]:

- Problemin veya tasarım gereklerinin analizi,
- Modelden beklentiyle örtüşecek uygun simülasyon yazılımının seçilmesi,
- Binanın ve sistemlerinin gerçeğe uygun, ilgili elemanlarına ve niteliklerine dayalı modelleme gerçekleştirilmesi,
- Modelin yazılım gereklerine uydurulması (modelin kalibrasyonu),
- İlgili koşulların (iç ortam konfor koşulları, iklim verisi vb.) düzenlenerek simülasyonun gerçekleştirilmesi,
- Birçok değişken (enerji gerekliliği, maksimum yük, konfor parametreleri, emisyonlar vb.) yardımıyla simülasyon sonuçlarının analizi,
- Sonuçların ilgili tasarım bilgisine dönüştürülmesi.

Bugün, bina performans simülasyonunun tasarımcılara uzmanlıklarını daha etkin kullanma, genişletme

ve iyileştirme olanağı sunduğu kabul edilmektedir. Simülasyon, tasarımcılar için sadece fikirlerin test edilmesinde değil, aynı zamanda yeni fikirlerin geliştirilmesi ve sunulmasında da önemlidir.

Bina ve sistemlerinin entegre tasarımının disiplinler arası bir ekiple yürütülmesi şarttır ve simülasyon, farklı disiplinler arasındaki iletişimi sağlamaya yönelik oldukça önemli bir teknoloji olarak da düşünülmelidir.

Bina performans analizine yönelik pek çok simülasyon programı vardır ve gerek hesaplama yöntemleri, gerekse kullanıcı ara yüzleri bağlamında çeşitli detay düzeylerinde olmak üzere geniş bir yelpaze içinde yer almaktadırlar. Bir konuya ilişkin bir simülasyon programının seçimi, (a) projenin gereklerine, (b) analizin maliyeti ve süresine, (c) kullanıcının deneyimine ve (d) uygun simülasyon aracı verilerinin olanaklarına bağlıdır.

3. BİNA ENERJİ PERFORMANSI YÖNETMELİĞİ

3.1. Binalarda Enerji Performansı ile İlgili Avrupa Birliği Direktifi

Avrupa Komisyonu'nun Kasım 2000'de yayınladığı "Avrupa'nın Enerji Kaynaklarına Ait Strateji" başlıklı Yeşil Bildiri'de (Green Paper), üç önemli noktaya değinilmiştir;

- Avrupa Birliği üye ülkelerinin dış enerji kaynaklarına bağımlılığı giderek artmaktadır ve genişleme süreci de bu durumu güçlendirmektedir. Eğer önlem alınmaz ise, 2030 yılında dışa bağımlılık %70'lere varacaktır.
- Bugün, Avrupa Birliği'nde sera gazı emisyonu artış eğilimindedir ve bu, iklim değişimine karşı geliştirilen tavır ve Kyoto Protokolü taahhütleri ile çelişmektedir.
- Avrupa Birliği, enerji kaynaklarına ait mevcut koşulları değiştirebilmek üzere sınırlı bir alana sahiptir. Talep açısından bakıldığında, Avrupa Birliği'nin, özellikle binalarda ve ulaşım sektöründe enerji korunumunu geliştirmek adına müdahalede bulunması şarttır [6].

Bu görüşler ışığında enerji kullanımında, mümkün olan her alanda tasarruf etmek zorunluluğu için yeterli gerekçenin olduğu görülmektedir. Konut sektörü ve üçüncül sektör (endüstri binaları dışında kalan ofis, alışveriş, otel, restoran, okul, hastane, spor merkezi, kapalı yüzme havuzu vb. binaları kapsayan sektör) özellikle ısıtma, aydınlatma ve çeşitli ekipmanın yoğun kullanıldığı alanlar olarak tespit edilmiş ve yapılan çeşitli araştırmalar ve uygulamalar sonucunda, diğer sektörlerle kıyasla bu alanda önemli enerji tasarruf potansiyeli olduğu görülmüştür.

Yeşil Bildiri, bu noktadan hareketle, yeni teknolojilerin desteklenmesi ve teşviki için yürütülen Birlik programlarının pek çok üye ülkede enerji etkin binalar için yeni standartların uygulanmasını ortaya çıkaracak başarıya ulaşamadığını ifade etmektedir.

Aynı zamanda Mart 2000'de yürürlüğe giren Avrupa İklim Değişikliği Programı'nın en önemli başlıkları da binalardaki enerji korunumu ve buradaki potansiyeli değerlendirecek olası önlemlere ilişkindir.

Tüm bu gerekçeler göz önünde bulundurularak, Mayıs 2001'de teklif olarak Komisyon'a sunulan "Binaların Enerji Performansı" ile ilgili direktif, 16 Aralık 2002'de Avrupa Birliği resmi yayın organında yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

3.2. Türkiye'de Durum

Türkiye de Avrupa Birliği ülkeleri ile benzer yaklaşımlar içinde, Avrupa Birliği'ne uyum süreci içerisinde, yeni yasal düzenlemeler getirmekte, mevcut yasalarını revize etmekte, enerji tasarrufu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin düzenlenen yeni standart ve yönetmelikleri uygulamaya sokmaktadır.

Bu yasal düzenlemelerin en önemlisi "Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği"ni yürürlükten kaldıran "Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliği"dir. Avrupa Birliği'nin 2002/91/EC sayılı çerçeve direktifi doğrultusunda Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği 05 Aralık 2008 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanarak 05 Aralık 2009 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

BEP Yönetmeliği'nin amacı, "dış iklim şartlarını, iç mekân gereksinimlerini, mahalli şartları ve maliyet etkinliğini de dikkate alarak bir binanın bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama kurallarının belirlenmesini, birincil enerji ve karbondioksit emisyonu açısından sınıflandırılmasını, yeni ve önemli oranda tadilat yapılacak mevcut binalar için minimum enerji performans gereklilerinin belirlenmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin değerlendirilmesini, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolünü, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasını, binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini ve çevrenin korunmasını düzenlemek" olarak belirtilmiştir [1].

Burada söz konusu olan birincil enerji için, binaların ısıtma enerjisi tüketimi, soğutma enerjisi tüketimi, aydınlatma enerjisi tüketimi ve sıhhi sıcak su üretimi için harcanan enerjinin toplamından söz edilmektedir.

Bu Yönetmeliğin bir gereği de her bina için "Enerji Kimlik Belgesi" hazırlanmasıdır. Enerji Kimlik Belgesi'nin hazırlanmasında kullanılacak olan Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi, binanın enerji tüketimine etki eden tüm parametrelerin, binaların enerji verimliliğine etkisini değerlendirmek ve enerji performans sınıfını belirlemek için konutlar, ofisler, eğitim binaları, sağlık binaları, oteller ile alışveriş ve ticaret merkezleri gibi yönetmeliğin kapsamındaki mevcut ve yeni tüm bina tipleri için enerji performansını değerlendirmek amacıyla oluşturulmuştur.

Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi;

1. Binanın ısıtılması ve soğutulması için ihtiyacı olan net enerji miktarının hesaplanmasını,
2. Net ısıtma ve soğutma enerji ihtiyacını karşılayacak sistemlerden olan kayıpları ve sistem verimlerini de göz önüne alarak binanın toplam ısıtma ve soğutma enerji tüketiminin belirlenmesini,
3. Havalandırma enerjisi tüketiminin belirlenmesini,
4. Binalarda güneşi etkileri göz önüne alınarak,

güneşinden yararlanılmayan süre ve güneşinin etkili olmadığı alanlar için aydınlatma enerji ihtiyacının ve tüketiminin hesaplanmasını,

5. Sıhhi sıcak su için gerekli enerji tüketiminin hesaplanmasını kapsamaktadır [7].

Bu hesaplama yöntemine dayalı olarak, Türkiye şartları için uygun ulusal bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılımın, binalarda enerji kimlik belgesinin düzenlenmesini öngören ilgili yönetmelikte, kimlik belgesi vermekle yetkilendirilmiş uzmanlar tarafından kullanılması zorunlu kılınmıştır. BEP-tr ulusal yazılımında, binaların ısıtılması ve soğutulması için ihtiyaç duyulan enerjinin hesaplanmasında temel alınan standart, TS EN ISO 13790'dır.

4. DEĞERLENDİRME

BEP Yönetmeliği esaslarına dayalı olarak, Yönetmelik gereğince, BEP-tr ulusal yazılımının kullanılması zorunlu olsa da, büyük, karmaşık yapıda, çok zonlu binaların gerçeğe yakın enerji tahminleri ile performanslarının daha iyi bir noktaya taşınabilmesini sağlamak üzere, detaylı simülasyon programları desteğine de ihtiyaç duyulmaktadır. Erten ve Yılmaz [8] da söz konusu olan enerji analizi olduğunda basitleştirilmiş hesap yöntemleri ile elde edilen sonuçların yanıltıcı olabileceği ve binanın sonuç performansının iyileştirilmesinde kullanılmayacağını belirtmektedir. Bu nedenle bu çalışma ile yeni tasarlanacak binaların performansının belirlenebilmesinde performans simülasyonlarının önemi vurgulanmak istenmektedir.

Bu çerçevede Tablo 1'de yönetmelikteki temel amaçlar doğrultusunda performans simülasyonları ile hedefe ulaşabilmeye yönelik bir yorum yer almaktadır.

BEP Yönetmeliği'nin beklentileri doğrultusundaki simülasyon entegrasyonu gereklerine, yukarıda sözü edilen simülasyon programlarından hangilerinin karışık verebildiği Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 1. BEP Yönetmeliği Amacı Doğrultusunda Bina Performans Simülasyonu Entegrasyon Olasılıkları

BEP Yönetmeliği	Amaç	Simülasyon entegrasyonu
Bina enerji performansı açısından mimari proje tasarımı	Binaların ve iç mekanların yönlendirilmesinde, o iklim bölgesindeki güneş, rüzgar, nem, yağmur, kar ve benzeri meteorolojik veriler dikkate alınarak oluşturulan mimari çözümler aracılığı ile istenmeyen ısı kazanç ve kayıpları engellenmelidir.	Mimari çözüm alternatiflerinin modellenmesi ile güneş gölge analizleri
	Bina içerisinde sürekli kullanılacak yaşam alanları, güneş ısı ve ışığı ile doğal havalandırmadan optimum derecede faydalanacak şekilde yerleştirilmelidir.	<ul style="list-style-type: none"> • Yüzeylerin güneşlenme sürelerine dayalı analiz • Gün ışığı faktörü ve aydınlık düzeylerine ilişkin modelleme • Hava akış simülasyonu ile doğal havalandırma analizi
	Mimari uygulama projesi ve sistem detayları, ısı yalıtım projesindeki malzemeler ve nokta detayları ile bütünlük sağlamalı, ısı yalıtımında sürekliliği sağlayacak şekilde, çatı-duvar, duvar-pencere, duvar-taban ve taban-döşeme-duvar bileşim detaylarını ihtiva etmelidir.	<ul style="list-style-type: none"> • Yapı kabuğunun modellenmesi, • Alternatif malzemelerin performans analizi
	Binanın yapılacağı yerin yenilenebilir enerji kaynak kullanım imkanlarının araştırılması ile oluşturulacak raporlar doğrultusunda alternatif mimari çözümler değerlendirilmelidir.	<ul style="list-style-type: none"> • Yenilenebilir enerji kaynaklarına imkan veren bileşen entegrasyonlarının araştırılması • Yenilikçi çözümlerin modellenmesi ve performans analizi
Isıtma ve soğutma sistemleri tasarım ve uygulama esasları	Binanın ısıtılması ve soğutulması için tasarlanacak olan mekanik sistemlerin enerji ekonomisi ve çevresel etkiler bağlamında kapasitelerinin belirlenmesi ve hesaplanması	<ul style="list-style-type: none"> • Isıtma ve soğutma sistem tasarımını olanaklı kılan performans simülasyonu analizi
Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri tasarım ve uygulama esasları	Binalardaki ısı konfor memnuniyetinin ve enerji performansının artırılması için gerekli kriterler bağlamında sistem tasarımının gerçekleştirilmesi	<ul style="list-style-type: none"> • HVAC sistem tasarımını olanaklı kılan simülasyon uygulamaları • İç ortam hava kalitesinin analizi, CFD analizi
Yıllık enerji hesabı ihtiyacı	Binanın ısıtılması, sıhhi sıcak su üretimi, soğutulması ve aydınlatma için kullanılan enerjiler dikkate alınır.	<ul style="list-style-type: none"> • Birincil enerji tanımına göre enerji performansının modellenmesi

Tablo 2. BEP Yönetmeliği'ndeki Beklentiye Göre Simülasyon Programları** Karşılaştırma Tablosu

Simülasyon entegrasyonu	ECOTECT	Energy-10	e-QUEST*	Energy-Plus*	Esp-r*	TRNSYS*
Mimari çözüm alternatiflerinin modellenmesi ile güneş gölge analizleri	+	+	+	+	+	+
Yüzeylerin güneşlenme sürelerine dayalı analiz	+	+	-	+	+	+
Gün ışığı faktörü ve aydınlık düzeylerine ilişkin modelleme	+	-	-	+	+	+
Hava akış simülasyonu (CFD) ile doğal havalandırma analizi	-	-	-	+	+	+
Yapı kabuğunun modellenmesi	-	-	-	+	+	-
Alternatif malzemelerin performans analizi	+	+	+	+	+	+
Yenilenebilir enerji kaynaklarına imkan veren bileşen entegrasyonlarının araştırılması	-	-	-	+	+	+
Isıtma ve soğutma sistem tasarımını olanaklı kılan performans simülasyonu analizi	-	-	+	+	+	+
HVAC sistem tasarımını olanaklı kılan simülasyon uygulamaları	-	-	+	+	+	+
İç ortam hava kalitesinin analizi, CFD analizi	-	-	-	+	+	+

* Bu simülasyon programları IEA SHC Tasks 8, 12 ve 22 içinde geliştirilmiş ve ASHRAE'nin ANSI/ASHRAE Standard 140-2001 Bina Enerji Analizi Bilgisayar Programları Standart Test Yöntemi (Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs) adı ile standartlaştırılarak geçerli bir test yöntemi olarak kabul görmüş olan BESTEST yöntemi içinde karşılaştırma tabanı olarak kullanılan ve güvenilirliği standartça kabul edilmiş olan programlardır.

** Burada söz edilen simülasyon programları ile ilgili özet bilgi ekte yer almaktadır.

SONUÇ

Binalarda enerji performansının iyileştirilebilmesine yönelik yapılacak analiz çalışmalarında beklentinin, tasarım süreci başından itibaren alternatifler içinden seçim yapmaya dayalı bir yaklaşım olması gerekmektedir. BEP-tr yazılımı gibi proje tasarımı sona erdikten sonra performans doğrulamasının yapılacağı analiz araçları bile, farklı uygulamalarla sonuçlardaki değişimin ve iyileştirmenin görülmesini sağlayabilecek nitelikte olmalıdır.

Enerji analiz programları çoğunlukla süreç içinde “Bunu nasıl gerçekleştirebilirim” sorusunun cevabını değil, “Bunu yaptığımda ne olur” sorusunun cevabını aramak için kullanılmaktadır. Eğer tasarımcı en iyi tasarım seçeneğini yakalayabilmek için tasarım seçeneklerini test etmek isterse, her bir öneri seçeneği ayrı ayrı simüle ederek sonuçlarını karşılaştırmak zorundadır. Tasarımcının ulaşmak istediği asıl amaca bağlı olarak, tasarım seçenekleri içinden seçim yap-

mak üzere, parametre değerleri azaltılarak veya çoğaltılarak ve sonuçları karşılaştırılarak en iyi sonucu veren bulmaya çalışmaktadır. Sonuçta aslında tasarımcı analiz programına “Bunu yaptığımda ne olur” sorusunu sorup, analiz ve karşılaştırma gerçekleştirerek “Bunu nasıl gerçekleştirebilirim” sorusunun cevabını bulmaya çalışmaktadır. Bu nedenle tasarım araçları halen çeşitli tasarım parametreleri değiştirilerek sonuçlarının karşılaştırılması ve değerlendirilmesine yönelik pratik yarar sağlamaktadır [2].

Bu çerçeveden bakıldığında, BEP-tr gibi ulusal bir yazılımın tasarım sürecinin başından itibaren hem mimarlarca hem de ilgili mühendislerce kullanılması son derece önemlidir. Aslında, BEP ulusal hesap yönteminde ayrıntısıyla yer alan çoğu parametrenin (içsel kazançlar, hava değişim oranları, güneş kazançları, ısı kapasite vb.), kullanıcının seçimine bırakılmadan varsayılarak hesaplamalara dâhil edilmesi önemli sıkıntıları beraberinde getirmektedir. Enerji analiz programlarının modelleme ve hesaplama sürecinde, BEP-tr yazılımından beklenenler aşağıda sıralanmaktadır [9]:

Modelleme: Her ne kadar basit bir model kurgulanması yeterli olacaksa da, modelden beklenen, gerçeğe uygun boyut, biçim ve yüzey özellikleri gibi değerlendirmede önemli parametreleri göz ardı edecek kadar basitleştirilmiş olamaz. “Varsayım” zorunluluğunu en aza indirecek önlemler geliştirmek ve kullanıcının seçimini etkin kılacak bir arayüz oluşturmak gereklidir. Bilgi eksikliği giderilmediği sürece, bilinçsizce yapılan seçimler, yanlış yönlendirmelere ve başarısız sonuçlara neden olabilir. Bu aşamada uzman gerekliliği şarttır.

Hesaplama: Net verilerle tanımlanmayan bilgilerin (örneğin HVAC sistem bileşenleri ve işletimi) hesaplamının çalıştırılabilmesi için kabul edilmesi aşamasında, “akıllı kabuller”in devreye girmesi ve kullanıcının programın kabullerine güveniyor olması gereklidir. Akıllı kabulleri tanımlamak oldukça zordur.

Sonuçların Analizi: Elde edilen sonuçlar ile değerlendirmeden beklentilerin çakışabiliyor olması şart-

tır. Bu beklentinin baştan belirlenmiş olması, karşılaşılabilecek pek çok sorunu önceden çözecektir.

Tüm bunlara ek olarak, ulusal yazılımın bir “tasarım analizi” değil, “sonuç performansı belirleme” programı olduğu düşünüldüğünde, binaya ilişkin tüm detaylı bilginin kullanıcı tarafından tanımlanabilir olması gerekmektedir. Bu noktada “varsayım”a ve “akıllı kabuller”e neredeyse hiç gerek kalmamalıdır. Ulusal yazılımın söz konusu olan sıkıntılarının giderilmesi ile gelişmiş yeni bir ulusal yazılımın elde edilmesi asıl hedef olmalıdır. Bu yazılımın geliştirilmesi aşaması devam ederken uluslararası düzeyde kabul görmüş, analizin karmaşıklık düzeyine uygun simülasyon programlarından biri ya da bir kaç seçilerek, kurslar ve çalıştaylar aracılığı ile kullanıcılar eğitilmeli, BEP Yönetmeliği’ne uygun analizlerin yapılması sağlanmalıdır. Hatta bu seçilen programlara, Enerji Kimlik Belgesi (EKB) için gerek koşulların tanımlandığı bir modülün eklenmesi ile EKB’nin doğrudan bu programlar yardımı ile oluşturulması sağlanabilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] BEP, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, Bayındırlık Bakanlığı, 2010.
- [2] Hensen, J. L. M., "Simulating Building Performance: Just How Useful Is It?", REHVA Journal, nr. 4, Federation of European Heating, Ventilating and Air-conditioning Associations-REHVA, Brussels, 18-24, 2003.
- [3] Hendricx, A., “A Core Object Model For Architectural Design”, PhD Thesis, Catholic University Louvain, Department of Architecture, Belgium, 28-30, 2000.
- [4] Hui, S. C. M., “Using Performance-based Approach in Building Energy Standards and Codes”, In Proc. Of the Chongqing-Hong Kong Joint Symposium 2002, 8-10 July, Chongqing, China, A52-61, 2002.
- [5] Briggs, R. S., Brambley M. R., “Whole Building Energy Targets: A Methodology for Future Performance-Based Standards”, Proc. of Building Simulation '91 Conference, IBPSA, August, 20-22, Sophia-Antipolis, Nice, France,

- 631-637 (1991).
- [6] CEC, “Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Energy Performance of Buildings”, Presented by The Commission of the European Communities, Brussel, Belgium, 3-8, 2001.
- [7] Bayram, M., “BEP-tr Hesaplama Yönteminde Referans Bina Kavramı ve Enerji Sınıflandırması”, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16 Nisan, İzmir, 2011.
- [8] Erten, D., Yılmaz, Z., “LEED ve BREEAM Sertifikalarında Enerji Performans Değerlendirmesinin Karşılaştırılması”, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16 Nisan, İzmir, 2011, 1541-1552.
- [9] Ulukavak Harputlugil, “Assessing the Accuracy of National Calculation Methodology of Türkiye (BEP-tr) by Using BESTEST”, ICONARCH-I, Proceedings of International Congress of Architecture-I, 15-17 November, Konya, Türkiye, pp. 66-75, 2012.
- [10] Autodesk Ecotect Analysis, <http://www.autodesk.com>.
- [11] Energy-10, <http://www.nrel.gov/buildings/energy10.html>.
- [12] Doe-2, <http://www.doe2.com>.
- [13] Energy-Plus, <http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus>.
- [14] Esp-r, <http://www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r.htm>.
- [15] TRNSYS, <http://www.trnsys.com>.

EK

Aşağıda Tablo 2’de yer alan programlar ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bu programlar dışında uygulama alanları ve detay düzeyleri farklı pek çok program vardır. [En geniş simülasyon programları arşivi için bkz. http://www.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/]

ECOTECT [10]: Çevresel performans analizinin karmaşık süreçlerini, tasarımcının kullanabileceği şekilde nasıl basitleştirilebileceğine yönelik yapılan araştırmalar çerçevesinde geliştirilen ECOTECT, tasarımın erken evrelerinin doğası ve buna yönelik

bir analizin sonuçlarının, başlangıç tasarım kararlarının değerlendirilmesinde ve çevresel etkileri optimize etmekte nasıl kullanılacağı sorusuna bir cevap olarak tanıtılmaktadır. ECOTECT ile; (a) herhangi bir geometri üzerindeki gölge ve yansıtma analizi yapılabilir, (b) güneş ışınımı ve gölgeleme yüzdeleri hesaplanabilir, (c) optimum gölgeleme elemanları oluşturulabilir, (d) malzeme maliyeti ve oluşum enerjisi hesabı elde edilebilir, (e) oluşturulan modelin her bir mekanın aylık ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanabilir, (f) herhangi bir mekan için saatlik içsel sıcaklıklar tahmin edilebilir, (g) günışığı faktörleri ve aydınlatma düzeyleri belirlenebilir, (h) CAD dxf dosyaları ve diğer uyumlu dosyalar okunabilir, yazılabilir, (i) herhangi bir mekanın tüm geometrik akustik analizi gerçekleştirilebilir, (j) herhangi bir mekanın istatistiksel reverberasyon süreleri hesaplanabilir.

ECOTECT’in, admittance yöntemine dayalı gerçekleştirdiği analizlerde, verdiği sonuçlar yaklaşık değerler taşımaktadır. Tasarımın ilk evrelerinde henüz kararları kesinleşmemiş mimarın performans etkinliğine yönelik doğru adımlar atabilmesine yardımcı olacak ve tıpkı tasarımın kendisi gibi sürekli geri dönüşlerle beslenen bir süreçte değerlendirme gerçekleştiren bir program için de, analiz sonrası verilerinin tam ve kesin değerler taşıyor olmasından çok karşılaştırmalı değerlendirme olanağı sağlayabiliyor olması yeterli görülmektedir. ECOTECT programının bugün için en üstün özelliğinin AutoCAD ile çalışabiliyor olması ve detaylı analiz programları için veri çıkışı sağlayabiliyor olmasıdır.

Energy-10 [11]: Energy-10 maliyet etkinliğini de göz önünde bulundurarak, enerji etkin bina tasarımı gerçekleştirmek hedefindeki mimarlar ve mühendisler için çabuk sonuç alınabilecek bir analiz aracı olarak geliştirilmiştir. Çoğunlukla taban alanı 10,000 ft²’den küçük ofis binaları ve konut binalarını karakterize eden tek ya da iki ısı zon üzerinden analiz gerçekleştirilmektedir.

Bina bütününde yapılan analizlerde enerji korunumu ve maliyet etkinliği araştırılırken, günışığı denetimi,

pasif güneş tasarımı ilkeleri, yüksek performanslı pencere tasarımı ve aydınlatma sistemleri gibi enerji etkinliği stratejileri hedefine ulaşmayı amaçlamaktadır.

Energy-10 programının diğer programlara göre en önemli farklılığı analizi gerçekleştirilen binaya ait sonuçları, “düşük enerjili model” oluşturarak elde ettiği sonuçlarla karşılaştırma olanağı sağlamasıdır. Böylece, tasarımın başarısı, aynı bina tipinin en etkin sonucu veren değerlerle oluşturulmuş model ile karşılaştırılarak gösterilmesidir. Bu, aynı zamanda tasarımcıya, hangi tasarım parametresinde alacağı önlemlerin başarıya erişimi kolaylaştıracağına yönelik ipuçları da vermektedir.

DOE-2 (eQuest) [12]: Detaylı analiz gerçekleştiren programların büyük çoğunluğu, (DOE-2, BLAST, TRNYSYS, SERI-RES, ESP-r, vb.), oldukça detaylı modelleme gerektirmekte, ama performans tahmininde doğruya en yakın değerleri sunabilmektedir. Ancak, 2000’li yıllara kadar bu programlar için yapılan en büyük eleştiri, kullanımlarının oldukça zor, binayı tanımlarken, text formatında, oldukça karmaşık veri girişi gerektiren ve elde edilen çıktılarının yine text formatında ve oldukça karmaşık, nümerik tablolar içermesi, bu nedenle anlaşılmasının güç olmasıdır.

Bu programlardan biri olan DOE-2, binanın iklimi, mimarisi, işletim zaman cetveli ve HVAC ekipmanının tanımlanmasıyla, binanın enerji tüketimini ve enerji maliyetini saatlik bazda simüle etmektedir. ABD Enerji Departmanı (DOE)’nin sponsorluğunda 1979’dan bu yana geliştirilen DOE-2, enerji etkin binaların tasarımına, yeni teknolojilerin etkisinin analiz edilebilmesine ve enerji korunumu standartlarının geliştirilebilmesine yönelik olarak ABD ile birlikte, dünyada kırktan fazla ülkede geniş kullanım olanağına sahiptir.

Bugün DOE-2’yi simülasyon motoru olarak kullanan çeşitli bina enerji analiz programları (Visual-DOE, Power-DOE, E-Quest, vb.) Windows’a dayalı grafik kullanıcı arabirimi (GUI) ve çeşitli algoritmik ve veritabanı iyileştirmeleri içeren yeni versiyonları-

dır. Bunlardan biri olan e-QUEST, veri hazırlanması ve veri girişi ile çıktıların izlenebilmesi için gerekli sürenin azaltılmış olması ve kullarımdaki kolaylık nedeniyle bina tasarımında yer alan tasarımcı ve mühendislerce, DOE-2’ye oranla çok daha yaygın kullanıma sahip olmuştur.

Yeni olarak eQUEST, bazı kullanıcı sihirbazları ile uzmanlık gerekliliğini büyük ölçüde ortadan kaldırırken, özellikle bina tanımında ciddi sınırlılıklar getirmekte ve deneyimsiz kullanıcıyı programın kabullerine zorlamaktadır.

Energy-Plus [13]: Energy-Plus programı, DOE-2 ve BLAST gibi geçerliliği çoğu yerde kanıtlanmış ve pek çok projelerde pratik kullanım olanağı bulmuş iki programın tüm deneyimleri üzerine, kavramsal bazda ve biraz daha tasarımın ilk evrelerine dönük yaklaşımlar hedeflemiş bir programdır.

EnergyPlus pek çok mühendislik verisini bir arada bulundurması ve yüzlerce parametreyi değerlendirebilme şansına sahip olması açısından önem taşımaktadır. Ancak hâlen daha tasarım sonrasına, tasarımcı tarafından tüm kararların verilmesinden sonraki bir aşamaya performans değerlendirmesini bırakıyor olması, tasarım kavramına mühendislik alanı içinden bakıyor olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Son birkaç yıldır Design Builder, Sketch-Up gibi tasarımcıya üç boyutlu modelleme imkânı sunan programlarla entegre çalışma yönünde başlatılmış olan çalışmalar başarılı sonuçlar verse de, detaylı analiz için gereken yüklü veri girişi halen tasarımın başında pek çok bilgiyi varsaymak zorunda olan tasarımcıyı zorlamaktadır.

ESP-r [14]: ESP-r, enerji akışının ve çevresel kontrol sistemlerinin analizini gerçekleştiren dinamik bir ısı simülasyon programıdır. ESP-r, tasarımcıya ve araştırmacıya iklimin, kullanıcı etkileşiminin, tasarım parametrelerinin, kontrol sistemlerinin enerji gerekleri ve çevresel koşulları nasıl etkilediği hakkında bir yargıya varabilmelerine yardımcı olmaktadır.

Simülasyon sürecine her biri belirli uygulama ile

katkıda bulunan, bir dizi programın bir araya gelmesinden oluşan ESP-r'ın birincil ara yüzü “proje yönetimi” uygulamasıdır. ESP-r, tasarım problemlerinin özelliklerini destekleyen “proje yönetimi” sayesinde, tasarım özelliklerine ve performans göstergeleri yardımı ile burada yapılacak değişikliklere yardımcı olacak fonksiyonlara sahiptir. Tasarım problemi olarak görülebilecekler; (a) opak ve şeffaf konstrüksiyon malzemeleri, (b) yüzey bitirmeleri, kullanıcı yoğunluğu, aydınlatma vb.'yi içeren bina geometrisi ile pencere açıklıkları, gölgeleme elemanı pozisyonu ve elektrikli aydınlatma kontrolü gibi uygulamalar, (c) hava akış yolları (sızıntılar, kanallar) ve bileşenler (fanlar, damperler) veya CFD'ye dayalı hava akış modeli, (d) enerji, gaz ve buhar dönüştürücüleri veya PV piller yardımıyla elektrik üretimini içeren dinamik bileşenlerin bir arada olduğu ya da “ideal sistem” olarak geçtiği çevresel sistemler, (e) sensör-uygulama-uygulayıcı ilişkilerini, belirli bir zaman cetveli ile sunan zonlar, hava akışı ve tesisat sistemleri için kontrol sistemi özellikleri.

ESP-r, bina, tesisat ve elektrik ağı ile CFD'ye dayalı hava akış simülasyonunu bir araya getirmektedir. Hesaplama yöntemi olarak “finite difference” yöntemini kullanan ESP-r, 2006 yılına kadar yalnızca Linux işletim sisteminde çalışabilmekteyken, 2006 yılında Windows ortamında çalışabilen sürümü geliştirilmeye başlanmıştır.

TRNSYS [15]: Modüler sistem yaklaşımına dayalı

bir enerji simülasyon programı olan TRYSYS, en esnek programlardan biri olarak tanımlanabilir. TRNSYS, bir grafik arayüz ve simülasyon motoru ile çok sayıda bina bileşeni, HVAC sistem bileşeni ve yenilenebilir enerji teknolojisi içeren kütüphaneden oluşmaktadır. Ayrıca kütüphanesinde yer almayan yeni bileşenlerin tanımlanmasını da olanaklı kılmaktadır. 30 yıldan uzun bir süredir, HVAC analizi ve boyutlandırması, çok zonlu hava akışı analizi, elektrik simülasyonu, güneş tasarımı ve bina ısı performansını, analizi ve kontrolü hesaplamaları için kullanılmaktadır.

Modüler yapısı nedeniyle TRNSYS çeşitli karmaşıklık düzeyindeki enerji sistemlerinin modellenmesinde esneklik sunabilmektedir. Yazılım koduna ve dokümantasyonuna erişim olanağı sağlaması nedeniyle kullanıcının kolayca standart kütüphane dışında tanımlama yapmasına olanak sağlayacak düzenleme yapmasına izin vermektedir. TRNSYS programı input dosyalarını oluşturmak üzere çek-bırak bileşenlerinden oluşan grafik ara yüzü (Simulation studio), kolayca bina girdi dosyası oluşturmayı sağlayan birimi (TRNBuild) ve kullanıcı olmayanlara TRNSYS tabanlı uygulamaları sağlayan bir programa (TRNEdit) sahiptir. Bazı ek bileşenlerin yüklenebilmesi için web tabanlı kütüphane olanağı ve yazılımda sıklıkla güncelleme imkânı sunmaktadır. Ayrıca TRNSYS COMIS, CONTAM, FLUENT, GenOpt, MATLAB ve Excel gibi diğer programlarla birlikte çalışabilecek arayüze sahiptir.