



# TÜRKİYE'DE BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ İÇİN ÖNCELİKLİ SORUNLAR

*Problems For Building Energy Efficiency In Turkey*

**A. Zerrin Yılmaz**

## ÖZET

Bilindiği gibi dünyadaki en önemli sorunların başında, sınırlı kaynaklardan elde edilebilen enerjinin verimli kullanılması ve enerji tüketiminin neden olduğu karbon salımının azaltılması gelmektedir. Büyük ölçüde dışa bağımlı olduğumuz enerjinin verimli kullanımı ve karbon salımı azaltımı ülkemizin de en önemli sorunlarının başında yer almaktadır. Sektörlerin enerji kullanım oranlarına bakıldığında, ülkemizin toplam enerji tüketiminin %40-50 arasındaki paya sahip olan binalarda enerji tüketiminin konfordan ödün vermeden azaltılması ve tüm binaların enerji verimli hale dönüştürülmesi hem ülkemizin ekonomisi, hem de konforlu sağlıklı yerleşmelerin yaratılabilmesi açısından öncelikli ülke sorunlarının arasında yer almaktadır.

Bina enerji verimliliği konusunda tüm dünyada ciddi adımlar atılmış ve bu konuda zorunluluklar getiren AB Direktifleri (EPBD-Energy Performance of Buildings Directive) yayınlanmıştır. Tüm binaların enerji kimlik belgesi olmasını zorunlu kılan ilk direktif 2002 de yayınlandıktan sonra yıllar içinde (2010, 2012, 2018) geliştirilmiş ve en son 2018 direktifinde maliyetler de hesaba katılmak kaydıyla tüm binaların yenilenebilir enerji kaynaklarını da kullanarak yaklaşık sıfır enerjili ve karbon nötr olması öngörülmüştür. Ülkemizde de bu konuda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Alt Yapı Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Enerji Verimliliği dairesinde bazı çalışmalar yapılmış ve yapılmaktadır. Ancak bu çalışmalar, binaların sıfır enerji ve sıfır karbon olabilmesine yönelik sonuç alınabilecek seviyede değildir. Sonuç odaklı yöntemlerin ve örnek uygulamaların ilgili Bakanlık tarafından hızla oluşturulması ve uygulamaya geçirilmesi hem ülke ekonomisinin gözetilmesi ve hem de sağlıklı yaşam alanlarının tasarlanabilmesi için mutlaka öncelikli çalışmalar arasında yer almalıdır.

Bu konuda öncelikli çalışmaların başında, AB direktifinin de zorunlu tuttuğu gibi beş farklı iklim bölgemizde farklı bina tipolojileri (konut, ofis, sağlık binası..vs) için referans mimari parametre değerlerinin, ısıtma soğutma havalandırma, aydınlatma sistemlerine ait parametre değerlerinin mevcut bina stoku için belirlenmesi gerekmektedir. İkinci adım olarak da her iklim bölgesinde farklı bina tipleri için iyileştirme önlemlerinin neler olabileceğinin saptanması gerekir. Çünkü bilinmektedir ki; ülkemizdeki standart uygulamaların aksine- ki bu uygulamalar çoğunlukla bina enerji verimliliğini iyileştirmek yerine kötüleştirilmektedir- bina enerji verimliliği için alınacak önlemler binanın bulunduğu ilklime ve fonksiyonuna göre büyük farklılık gösterebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bina enerji performansı, Türkiye'deki sorunlar

## ABSTRACT

As it is known one of the most important problem of the modern life is to use the limited energy sources of the world very efficiently and to reduce the emissions based on energy consumptions. Almost half of the total energy consumption is belong to buildings in Turkey. Therefore improvement of the energy efficiency level of buildings will make a serious contribution to reducing total energy consumption and Co2 emission of the country.

Because of the importance of the subject, the serious studies have been carried out in EU countries/ In 2002, 2010, 2012, 2018 EPBD-Energy Performance of Buildings Directives have been published to be used by every country including Turkey. The last version of the directive brings Nearly Zero Energy Building concept together with cost calculations. There are some studies in our country but they are not sufficient to reach the goal of EPBD

The most important step of improvement energy efficiency level of buildings is to define reference values of architectural, mechanical and electrical systems parameters for five different climatic zones of Turkey for every building typologies, Then the second important step should be to define energy efficiency improvement actions for every building typology in the five climatic zones,

**Key Words:** Improvement building energy efficiency, Problems in Turkey

## 1. GİRİŞ

Bilindiği gibi binalar bir ülkedeki toplam enerji tüketiminin önemli bir yüzdesini kullanmaktadır. Tüm binaların enerji kimlik belgesi olmasını zorunlu kılan ilk AB direktif 2002 de yayınlandıktan sonra yıllar içerisinde (2010, 2012, 2018) geliştirilmiş ve en son 2018 direktifinde maliyetler de hesaba katılmak kaydıyla tüm binaların yenilenebilir enerji kaynaklarını da kullanarak yaklaşık sıfır enerjili ve karbon sıfır olması öngörülmüştür [1]. Ülkemizde bu konuda çalışmalar sürmekle birlikte henüz önemli sonuç alınabilecek yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Bu konuda öncelikli çalışmaların başında, AB direktifinin de zorunlu tuttuğu gibi; ılımlı kuru, ılımlı nemli, sıcak kuru, sıcak nemli ve soğuk bölge olmak üzere beş farklı iklim bölgemizde farklı bina tipolojileri (konut, ofis, sağlık binası..vs) için referans mimari parametre değerlerinin, ısıtma soğutma havalandırma, aydınlatma sistemlerine ait parametre değerlerinin mevcut bina stoku için belirlenmesi gerekmektedir. Bu referans değerler binaların yapım yılına bağlı olarak uymak zorunda oldukları standartların önerdiği kurallara dayalı olarak belirlenebilir. İkinci adım olarak da her iklim bölgesinde farklı bina tipleri için iyileştirme önlemlerinin neler olabileceğinin saptanması gerekir. Çünkü bilinmektedir ki; ülkemizdeki standart uygulamaların aksine- ki bu uygulamalar çoğunlukla bina enerji verimliliğini iyileştirmek yerine kötüleştirmektedir- bina enerji verimliliği için alınacak önlemler binanın bulunduğu ilklime ve fonksiyonuna göre büyük farklılık gösterebilmektedir.

Bu çalışmada, Eskişehir Kocakır Bölgesi için gerçekleştirilen sıfır enerjili ve sıfır atıklı olması öngörülen "Ekolojik Kent Projesi" ve enerji verimlilik düzeyini iyileştirmek için bina fonksiyonuna bağlı olarak belirlenen iyileştirme önlemleri örnek alınarak tüm iklim bölgelerimizde yapılması gereken çalışmalara kısaca değinilmiştir [2].

## 2. SIFIR ENERJİ BİNALARA ULAŞMAK İÇİN ATILMASI GEREKEN ADIMLAR

Yukarıda açıklandığı gibi ilgili son AB direktifinde öngörüldüğü üzere tüm ülkelerde mevcut ve yeni binaların yaşam dönemi maliyetleri de hesaba katılarak sıfır enerjili olabilmeleri için çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde de T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Alt Yapı Hizmetleri ve Kentsel Dönüşüm Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen Eskişehir-Kocakır Örnek Ekolojik Kent Projesi'nde farklı bina tipolojileri için çalışmalar yapılmıştır. Seçilen tüm binaların AB direktifine uygun olarak sıfır enerjili olabilmeleri için öncelikle her örnek bina için referans değerler saptanmış ve daha sonra bina fonksiyonuna bağlı olarak değişebilecek iyileştirme önlemleri belirlenmiştir. Aşağıdaki Şekil1.de Kocakır genel yerleşme planı görülmektedir.

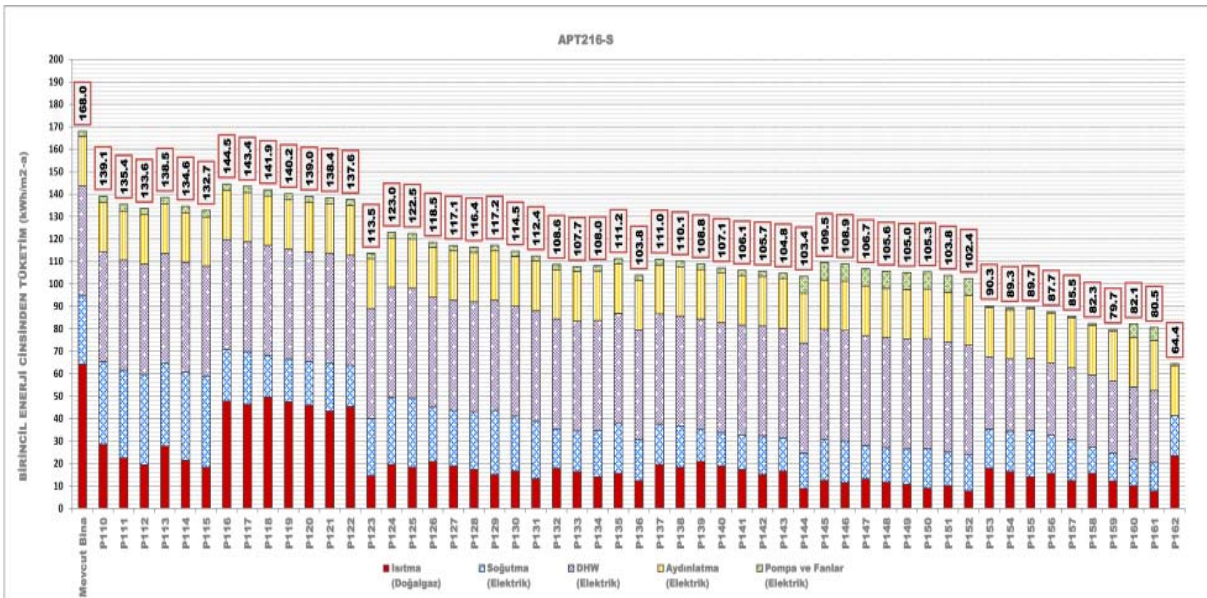


Şekil 1. Eskişehir Kocakır Ekolojik Yerleşme Planı

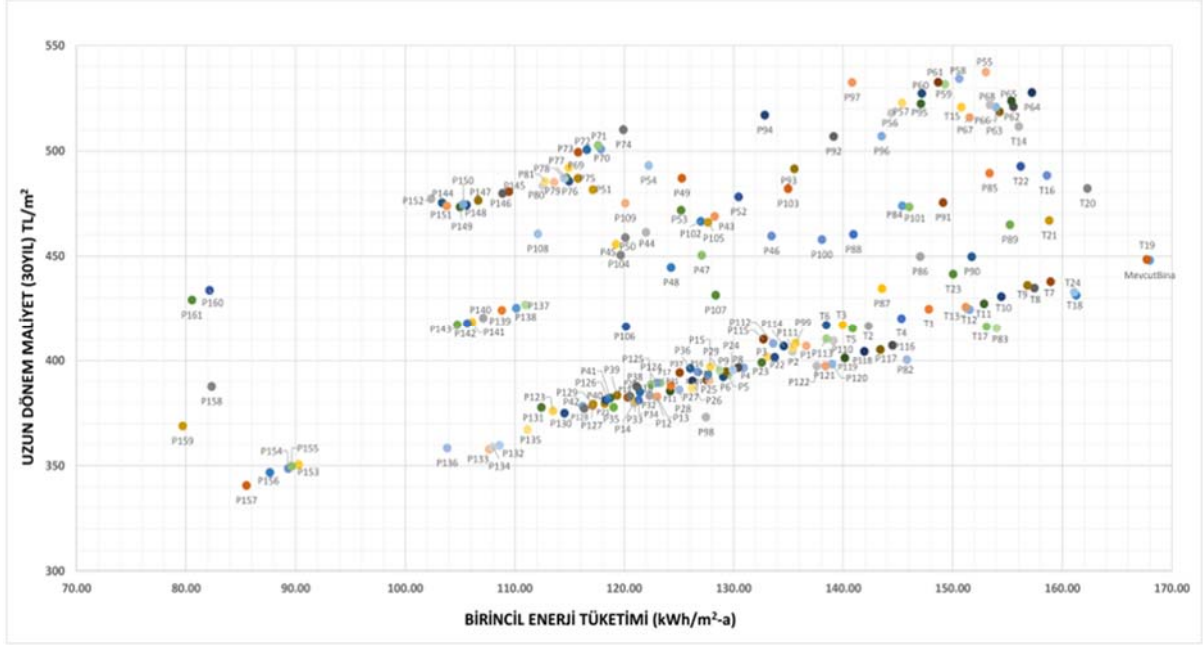
Eskişehir Kocakır yerleşmesindeki seçilen 9 bina tipi için bu binaların mimari, mekanik ve aydınlatma sistemlerinin;

- mevcut bina standartlarına ve yapı geleneklerine uygun olarak yapılması (referans durum),
- binanın ekonomik yaşam dönemi boyunca en düşük toplam maliyeti sağlayacak şekilde yapılması (maliyet optimum durum),
- yaklaşık sıfır enerji seviyesini sağlayacak şekilde yapılması (yaklaşık sıfır enerji durumu)

durumları için enerji tüketim seviyeleri, karbon salım miktarları, ilk yatırım ve toplam maliyetleri hesaplanmış ve örnek olarak bazı binaların sonuçları aşağıdaki şekil ve tablolarda verilmiştir.



Şekil 2. Bir Apartman Binası için Enerji Verimliliği İyileştirme Önlemlerinin Sonucu Enerji Tüketimleri



**Şekil 2.** Örnek Apartman Binası için Enerji Verimliliği İyileştirme Önlemleri ve Yaşam Dönemi Maliyetleri

Şekil 1 ve 2’de verilen örnek çalışmalar tüm bina tipolojileri için gerçekleştirilmiş ve sonuçlar bazı binalar için aşağıdaki Tablo1. de özetlenmiştir.

**Tablo 1.** Katta Dört Daireli Apartman Binası Enerji Tüketim, Karbon Salım ve Maliyet Değerleri

**A. Referans Bina Durumu**

Birincil Enerji Tüketimi (kWh/m <sup>2</sup> .yıl)	106.55
Karbon Salımı (Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .yıl)	26.12
Yapım Maliyeti (TL/m <sup>2</sup> )	700.00
Y.D. Toplam Maliyet (TL/m <sup>2</sup> )	913.88 (575.87* + 338.01**)

**B. Maliyet Optimum Bina Durumu**

Birincil Enerji Tüketimi (kWh/m <sup>2</sup> .yıl)	55.55
Karbon Salımı (Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .yıl)	13.77
Yapım Maliyeti (TL/m <sup>2</sup> )	710.85
Y.D. Toplam Maliyet (TL/m <sup>2</sup> )	831.16 (575.87* + 255.29**)

**C. Yaklaşık Sıfır Enerji Bina Durumu**

Birincil Enerji Tüketimi (kWh/m <sup>2</sup> .yıl)	27.62
Karbon Salımı (Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .yıl)	6.67
Yapım Maliyeti (TL/m <sup>2</sup> )	792.13
Y.D. Toplam Maliyet (TL/m <sup>2</sup> )	856.39 (575.87* + 280.52**)

**Tablo 2.** Eğitim Binası Enerji Tüketim, Karbon Salım ve Maliyet Değerleri**A. Referans Bina Durumu**

Birincil Enerji Tüketimi (kWh/m <sup>2</sup> .yıl)	92.31
Karbon Salımı (Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .yıl)	23.68
Yapım Maliyeti (TL/m <sup>2</sup> )	750.00
Y.D. Toplam Maliyet (TL/m <sup>2</sup> )	919.37 (649.89* + 269.48**)

**B. Maliyet Optimum Bina Durumu**

Birincil Enerji Tüketimi (kWh/m <sup>2</sup> .yıl)	73.16
Karbon Salımı (Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .yıl)	18.61
Yapım Maliyeti (TL/m <sup>2</sup> )	750.00
Y.D. Toplam Maliyet (TL/m <sup>2</sup> )	884.16 (649.89* + 234.27**)

**C. Yaklaşık Sıfır Enerji Bina Durumu**

Birincil Enerji Tüketimi (kWh/m <sup>2</sup> .yıl)	25.00
Karbon Salımı (Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .yıl)	6.01
Yapım Maliyeti (TL/m <sup>2</sup> )	750.00
Y.D. Toplam Maliyet (TL/m <sup>2</sup> )	898.65 (649.89* + 248.76**)

**Tablo 3.** Ofis Binası Enerji Tüketim, Karbon Salım ve Maliyet Değerleri**A. Referans Bina Durumu**

Birincil Enerji Tüketimi (kWh/m <sup>2</sup> .yıl)	172.65
Karbon Salımı (Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .yıl)	44.39
Yapım Maliyeti (TL/m <sup>2</sup> )	700.00
Y.D. Toplam Maliyet (TL/m <sup>2</sup> )	1043.25 (561.22* + 482.03**)

**B. Maliyet Optimum Bina Durumu**

Birincil Enerji Tüketimi (kWh/m <sup>2</sup> .yıl)	96.65
Karbon Salımı (Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .yıl)	24.89
Yapım Maliyeti (TL/m <sup>2</sup> )	681.50
Y.D. Toplam Maliyet (TL/m <sup>2</sup> )	877.72 (561.22* + 316.50**)

**C. Yaklaşık Sıfır Enerji Bina Durumu**

Birincil Enerji Tüketimi (kWh/m <sup>2</sup> .yıl)	72.45
Karbon Salımı (Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .yıl)	18.57
Yapım Maliyeti (TL/m <sup>2</sup> )	729.78
Y.D. Toplam Maliyet (TL/m <sup>2</sup> )	928.83 (561.22* + 367.61**)

Bu tablolarda \* işaretli değerler;

\*Bina enerji verimliliğini etkilemeyen inşaat kalemleri için sabit olan maliyet ve

\*\*Bina enerji verimliliğini etkileyen inşaat kalemleri için yaşam dönemi toplam maliyettir.

Bu tablolardan görüldüğü gibi binanın fonksiyonuna bağlı olarak birim alan başına enerji tüketim seviyeleri değişmektedir. Enerji verimliliği iyileştirme çalışmaları göstermektedir ki; her bina tipi için iyileştirme önlemleri de farklılık göstermektedir. Yaklaşık sıfır enerji seviyesi için diğer iyileştirme önlemlerinin yanı sıra bina entegre güneş enerjisi sistemleri de önerilmiştir. Konut binaları için termal güneş panelleri ve elektrik üreten PV paneller önerilmiş, konut dışı binalar için ise sadece PV panel kullanımı öngörülmüştür. Bunun nedeni, termal panellerin bu bina tiplerinde enerji/ekonomi dengesindeki katkısının yetersiz olmasıdır.

Bu çalışmaların sonuçları göstermiştir ki; ekolojik yerleşme birimindeki binaların, şu an Türkiye'deki yapı gelenekleri ve standartlarına göre yapılması (referans bina) yerine, maliyet optimum ve yaklaşık sıfır enerji seviyelerini sağlayacak şekilde yapılması durumunda, yerleşme ölçeğinde bina kaynaklı karbon salımında çok önemli ölçüde azaltma yapılabilmektedir. Kentsel tasarım çalışmalarında belirlenmiş olan farklı bina tipleri için yaklaşık toplam inşaat alanının 3,350,000.- m<sup>2</sup> olacağı düşünülerek, tüm Kocakır Mevkii yerleşmesinin bina kaynaklı karbon salımı miktarları detaylı, dinamik enerji simülasyonlarının sonuçları olarak aşağıda verilmiştir.

- **Binaların referans bina standardında yapılması durumunda** yerleşmenin bina kaynaklı karbon salımı: **103,347,500.- kgCO<sub>2</sub>/yıl olup m<sup>2</sup> başına “30.85 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-yıl”**dır.
- **Binaların maliyet optimum enerji verimliliği seviyesini sağlayacak şekilde yapılması durumunda** yerleşmenin bina kaynaklı karbon salımı: **66,363,500.- kgCO<sub>2</sub>/yıl olup m<sup>2</sup> başına “19.81 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-yıl”**dır.
- **Binaların yaklaşık sıfır enerji seviyesini sağlayacak şekilde yapılması durumunda** yerleşmenin bina kaynaklı karbon salımı: **36,749,500.- kgCO<sub>2</sub>/yıl olup m<sup>2</sup> başına “10.97 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-yıl”**dır.

Bu sonuçlar göstermektedir ki; ilk yatırım maliyetini çok artırmadan binaların çok daha enerji verimli olması ve **bölge bazında %35 ve %66 arası** çok önemli ölçüde bina kaynaklı karbon salımı azaltılması yapılabilmektedir. **Bu azaltma oranları, yerleşmenin tümünde sırasıyla yaklaşık olarak 36984 ton ve 66598 ton bina kaynaklı yıllık karbondioksit salımı azaltılmasına karşılık gelmektedir.**

Her bina için bina bazında yapılan bu enerji verimliliği çalışmalarından sonra, bölgesel ölçekte yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanılması için olası potansiyel irdelenmiş ve bölgesel ısıtma soğutma sistemlerinin de uygulanabilirlik açısından ön analizleri yapılmıştır. Öngörülen uygun yenilenebilir enerji (PV tarlası) ve bölgesel sistemlerin (birleşik ısı-güç sistemleri) kullanılması durumundaki bina enerji tüketim ve karbon salım seviyeleri yeniden hesaplanmıştır. Bölgenin enerji ihtiyacının bölgesel enerji sistemler ile karşılanması durumunda, enerji verimliliğinin ciddi oranda artmasıyla birlikte bina bazındaki iyileştirme oranlarının en az %20 kadar daha iyileşebileceği öngörülmektedir. Ayrıca bölgesel sistemlerin yenilenebilir kaynaklı yakıt kullanması durumunda karbon salımlarını neredeyse sıfırlamak da mümkün olabilecektir. Bu tür çalışmaların ülke bazında her iklim bölgesi için yapılması durumunda ülkenin enerjide dışarıya bağlı olmasından kaynaklanan cari açığın ciddi ölçüde azaltılması ve karbon salımındaki azalma nedeniyle de yerleşmelerdeki çevresel kalitenin de artması mümkün olacaktır.

Kocakır örnek yerleşmesinde, yukarıda özetlenen, kapsamlı bina enerji verimliliği çalışmalarının yanısıra her bina için, malzeme, su ve atıklar başta olmak üzere sosyo-ekonomik sürdürülebilirlik dahil tüm sürdürülebilirlik ölçütlerinin yerine getirilmiş olması için de çalışmalar yapılmıştır.

Yukarıdaki örnek çalışmaların sonuçlarından da anlaşılacağı gibi, bina enerji performansını iyileştirmek için öncelikle referans binaların ve bu binalara ait mimari, mekanik, elektrik sistemi



referans değerlerinin belirlenmiş olması gerekir. Bu referans değerler iklim bölgesine göre değişebileceği gibi bina tipolojisine bağlı olarak da değişkenlik gösterebilir. Bina fonksiyonuna bağlı olarak da uygulanabilecek iyileştirme önlemleri binanın ısıtma/soğutma/aydınlatma enerjisi gereksinimlerinden hangisinin ağırlıklı olduğuna göre de farklı olacaktır

## KAYNAKLAR

- [1] EPBD 2018. EU Energy Performance Directive for Buildings, 2018
- [2] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kentsel Dönüşüm ve Altyapı Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkındaki Kanun Kapsamında Ortak Hizmet Uygulaması- Eskişehir Kocakır Ekolojik Kent Projesi

## ÖZGEÇMİŞ

### A. Zerrin YILMAZ

1979 yılından beri İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi'nde görev yapmakta olan, 1983-1984 yılları arasında "Lawrence Berkeley Laboratory Passive Solar Group" ile çalışan ve 1993 yılından beri İTÜ de aynı birimde görevini profesör olarak sürdüren A. Zerrin Yılmaz Şubat 2019'da İTÜ'den emekli olmuştur. Enerji etkin tasarım, bina fiziği, yeşil bina, bina enerji simülasyonu ve enerji modelleme, iklimsel konfor, binalarda güneş enerjisi kullanımı ve yoğunlaşma kontrolü konularında ulusal ve uluslararası 100 den fazla yayını, ikisi halen devam etmekte olan ulusal ve uluslararası araştırmaları, yürüttüğü yüksek lisans ve doktora tezleri ve bu alanlarda uygulamaları bulunmaktadır. Binalarda enerji verimliliği, yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımı, bina enerji modelleme ve enerji etkin iyileştirme gibi alanlarda çeşitli ulusal ve AB projeleri dahil uluslar arası projelerde çoğunlukla yönetici olarak yer almıştır. Bu alandaki CITYNET AB projesi Avrupa Komisyonu tarafından star projeler arasına alınmıştır. Binalarda Enerji Performansı hesaplama yöntemi araştırmasında BEP-TR hesaplama yönteminin net enerji hesaplama modülünü geliştiren grubun koordinatörlüğünü yapmıştır. Ayrıca, Türkiye için konutlara yönelik yeşil bina sertifikalandırma sisteminin oluşturulmasında, enerji verimliliği kredilerinin belirlenmesi ve farklı konut tipolojileri için referans binaların tanımlanması konusunda görev yapmıştır. EPBD-Recast kapsamında AB ülkelerinde Referans Bina çalışmaları yapmak üzere kurulmuş TASK-FORCE1 ekibinin Türkiye'den davetli üyesi olarak görev yapmıştır.