



# Binalarda Enerji Etkin Önlemlerin Uygulanmasındaki Engeller: Balıkesir İçin Bir Alan Çalışması

*Impediments to Application of Energy Efficient Measures in Buildings:  
A Survey Study of Balıkesir, Turkey*

Yusuf YILDIZ

## ÖZ

Türkiye’de bina sektörü toplam enerji tüketiminin yaklaşık %35’inden sorumludur. Binalarda enerji etkin önlemlerin uygulanmasında ki engellerin araştırılması enerji tasarrufu açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, 22 potansiyel engel anket ile toplanan bilgiler ışığında istatistiksel yöntemler ile analiz edilerek önemleri açısından değerlendirilmiştir. Ankete Balıkesir ili ve ilçelerindeki konu ile ilgili 475 meslek insanı katılmıştır. Faktör analizinin sonuçlarına göre engeller yedi gruba ayrılmıştır: yasal düzenleme, davranışsal, sektörel yapı, bilgi eksikliği, teknoloji, son uygulayıcılar ve ekonomik. Tüm örneklemin analiz sonuçlarına göre bina tasarım ve inşaa sürecinde önemli etkileri olan müteahhitlerin projelerde enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojileri uygulamaktan kaçınmaları (davranışsal) en güçlü engeldir. Enerji etkin önlemlerin uygulanması ile ilgili yeterli düzeyde zorunluluğun olmaması (yasal düzenleme) ise ikinci sırada yer almaktadır. Karar süreçlerinde etkili rol oynayanların enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojilere yeterli önem vermemesi (bilgi eksikliği) de bir diğer önemli engeldir. Tek yönlü varyans analizi ile bazı engeller için meslek gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların var olduğu bulunmuştur. Ayrıca, mimar ve inşaat mühendisleri ile makine mühendisleri ve müteahhitler en kuvvetli engel konusunda benzer görüşleri paylaşmaktadır. Son olarak, bu analizlere dayanarak engellerin etkisini azaltmada faydalı olacak çeşitli öneriler yapılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Anket çalışması; enerji verimliliği; engeller.

## ABSTRACT

*Building sector in Turkey is responsible for about 35% of total energy consumption. Investigating the impediments in the application of energy efficient measures in buildings is of great importance for energy saving. In this study, 22 potential impediments were analysed by statistical methods in the light of the information gathered from the survey and evaluated according to their importance. The survey included 475 professionals related to the subjects in the provinces and districts of Balıkesir. Based on the results of factor analysis, the impediments were categorized into seven groups: legal regulation, behavioural, sectorial structure, lack of knowledge, technology, end-users and economic. The results of the analysis of the entire sample show that it is most important that contractors with significant impacts in the building design and construction process avoid implementing designs and technologies that reduce energy consumption (behavioural). Secondly, there is not a sufficient level of obligation to implement energy efficient measures (regulations). Another important impediment is that professionals who play an effective role in the decision-making process do not pay enough attention to the designs and technologies that reduce energy consumption (lack of knowledge). One-way analysis of variance revealed statistically significant differences for some impediments compared to occupational groups. In addition, architects and civil engineers and mechanical engineers and contractors share similar views on the most effective impediments. Finally, based on these analyses, several recommendations have been made to reduce the impact of impediments.*

**Keywords:** Survey; energy efficiency; impediments.

Balıkesir Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Balıkesir

**Başvuru tarihi: 24 Mart 2018 - Kabul tarihi: 31 Ocak 2019**

**İletişim:** Yusuf YILDIZ. e-posta: yusifyildiz@gmail.com

© 2019 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2019 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

## Giriş

Türkiye’de nüfus artışına bağlı olarak kentleşme oranı 1990 yılında %52,9 iken 2008 yılında %74,9’a yükselmiştir.<sup>1</sup> Bu nedenle özellikle büyük kentlerde bina sayısı hızla artmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre Türkiye’de 2017 yılı itibarıyla 9,1 milyon adet bina bulunmaktadır ve bunun yaklaşık %87’si konut nitelikli binalardır. Enerji açısından bakıldığında ise, 2015 yılında bina sektörünün nihai enerji tüketimindeki payı %32,8 değerine ulaşmış ve sanayi sektörünün önüne geçmiştir.<sup>2</sup> Başka bir deyişle, Türkiye’de binalarda farklı amaçlarla yüksek miktarda enerji tüketilmektedir. Genel olarak ise, bina sektörü toplam enerji tüketiminin yaklaşık %35’lik bir kısmından sorumludur.<sup>3</sup> Bu nedenlerden dolayı, enerji verimliliği Türkiye’de binalarda gerçekleşen enerji tüketiminin azaltılması açısından kritik bir öneme sahiptir. Enerji verimliliği ve tasarrufu ile ilgili hedefleri gösteren üst ölçekte çeşitli ulusal planlar hazırlanmıştır:

- Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı<sup>4</sup>: İklim değişikliğinin etkisini ve iklim değişikliğine uyum için atılması gereken acil önlemleri, sektörel (bina, sanayi, tarım ve diğer) öncelikleri, amaçları ve hedefleri tanımlamaktadır.
- Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023<sup>5</sup>: 2023 yılında Türkiye’nin Gayrisafi yurt içi hasıla (GSYİH) başına tüketilen enerji miktarının 2011 yılı değerine göre en az %20 azaltılması hedefine ulaşmak için yapılması gereken eylemlere odaklanan somut bir kılavuzdur. Hedefleri ve bu süreçte üstlenilecek sorumluluklarını tanımlamaktadır.
- Onuncu Kalkınma Planı<sup>6</sup>: Ülkenin uzun vadeli öngörülebilir hedeflerini belirlemektedir. Ayrıca, enerji verimliliğini artırmak için programlar sunmaktadır.
- Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023<sup>7</sup>: Bu plan kapsamında bina ve hizmetler, enerji, ulaştırma, sanayi, teknoloji, tarım ve yatay konular olmak üzere toplam 6 kategoride tanımlanan 55 eylem sonucunda, 2023 yılında Türkiye’nin birincil enerji tüketiminin %14 azaltılması amaçlanmaktadır.

Ayrıca ülkemizde Avrupa Birliği ülkelerine benzer, binalarda enerji verimliliğini artırmak için çeşitli yasal düzenlemeler yapılmıştır. 1970’lerde yeni binalarda ısı yalıtımı ile enerji tüketimini azaltmak için ilk kural yayınlanmıştır. Bu adımdan sonra, 1985 yılında ısı yalıtımı mevzuatının (TS 825) ilk hali hayata geçirilmiş ve 2000 yılından itibaren ise, yeni

binalarda zorunlu olarak uygulanmaya başlanmıştır. 2002 ve 2008 yıllarında üzerinde çeşitli revizyonlar yapılmıştır.<sup>8</sup> Daha sonra 2008 yılında Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği yayınlanmıştır. Yönetmelikle getirilen önemli yeniliklerden bazıları ise şöyledir;<sup>9</sup> 2000 m<sup>2</sup> kullanım alanı olan binalarda ısıtma sistemi olarak merkezi sistem uygulanması; kullanım alanı 20.000 m<sup>2</sup> ve üzeri binalar için ısıtma, soğutma, havalandırma, sıhhi sıcak su, elektrik ve aydınlatma enerjisi ihtiyaçları için, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı, ısı pompası, kojenerasyon ve mikrokojenerasyon gibi çözümlerin Bakanlık tarafından yayımlanan birim fiyatlara göre hesaplanan, binanın toplam maliyetinin en az yüzde onuna karşılık gelmesi durumunda zorunlu olması; enerji kimlik belgesi kullanımı; periyodik bakım ve denetim uygulanması; otomasyon, ısı ve sıcaklık kontrolü, aktif sistemler için tesisata asgari şartlar getirilmesidir.

Fakat enerji verimliliğini zorunlu kılan düzenlemelerin varlığı, binalarda eksiksiz uygulanmasını sağlayamamaktadır. Örneğin, Türkiye’nin İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı’nın Geliştirilmesi Projesi: Binalar Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporunda<sup>10</sup> bu durum şu şekilde belirtilmiştir; ısı yalıtımı mevzuatının varlığı, tüm yeni binalar için ısı izolasyonu sağlandığı anlamına gelmemektedir. Sektörde yasal düzenlemelerin gerçek anlamda uygulanmasının %20’ler civarında olduğuna dair genel bir kanı mevcuttur. Bu oran mevcut yapı stokunun sadece %3-5’ine karşılık gelmektedir.

Özetle, son yıllarda binalarda enerji verimliliği ile ilgili önemli düzenlemeler hayata geçirilmesine rağmen uygulama açısından halen istenilen düzeyde değildir. Geniş kapsamlı uygulanmasını sınırlayan, geciktiren çeşitli engeller bulunmaktadır. Bu çalışma, bina sektörünün yapısında var olan potansiyel engelleri önem derecesi açısından anlamayı hedeflemektedir. Aynı zamanda elde edilen sonuçlar ışığında engellerin etkisinin azaltılması için dikkat edilmesi gereken noktalar belirtilmiştir.

## Potansiyel Engeller İçin Literatür Taraması

Binalarda enerji etkin önlemlerin uygulanmasının önündeki engellerin araştırılması yeni bir çalışma konusu değildir ve özellikle uluslararası literatürde bu konuyla ilgili çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada son durumu görebilmek için 2000 ile 2017 yılları arasında yayınlanan araştırmalar taranmıştır; Zhang ve Wang,<sup>11</sup> makroskopik bir bakış açısıyla enerji verimliliği politikalarını değerlendirmiş ve Çin’de binalarda enerji verimliliğini artırmanın önündeki ana engelleri tanımlamıştır. Sonuç olarak, yasal sistemin ve idari yapının önemli engeller barındırdığını bulmuşlardır. Ayrıca maddi teşviklerden yoksunluk ve piyasa mekaniz-

<sup>1</sup> [http://www.tr.undp.org/content/dam/turkey/docs/project-documents/EnvSust/UNDP-TR-brosur%20\(5\)\\_ing.pdf?download](http://www.tr.undp.org/content/dam/turkey/docs/project-documents/EnvSust/UNDP-TR-brosur%20(5)_ing.pdf?download)

<sup>2</sup> [http://www.eie.gov.tr/document/20180102M1\\_2018.pdf](http://www.eie.gov.tr/document/20180102M1_2018.pdf)

<sup>3</sup> Ashrafian, vd. 2016.

<sup>4</sup> <http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/%C4%B1depeng.pdf?sfvrsn=2>

<sup>5</sup> Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012 – 2023, 2012.

<sup>6</sup> [http://pbk.tbmm.gov.tr/dokumanlar/10-kalkinma\\_plani.pdf](http://pbk.tbmm.gov.tr/dokumanlar/10-kalkinma_plani.pdf)

<sup>7</sup> [http://www.eie.gov.tr/document/20180102M1\\_2018.pdf](http://www.eie.gov.tr/document/20180102M1_2018.pdf)

<sup>8</sup> Şenkal, 2005.

<sup>9</sup> Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 2008.

<sup>10</sup> <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/>

Binalar%20Sektörü%20Mevcut%20Durum%20Değerlendirmesi%20Raporu.pdf

<sup>11</sup> Zhang ve Wang, 2013.

masının uyumsuzluğunun binalarda enerji verimliliğinin artırılmasını zorlaştırdığını tespit etmişlerdir. Timilsina ve arkadaşları<sup>12</sup> Ukrayna'da enerji verimliliğinin artırılmasında ki engelleri değerlendirmek için ticari ve endüstriyel firmalara anket düzenlemiştir. Anket sonuçları engellerin yatırım gereksinimi, hükümet politikalarının eksikliği, yüksek sermaye maliyeti ile ilgili olduğunu ve Ukrayna da sanayi ve ticaret sektörlerinde bilgi ve bilinç yetersizliğinin varlığını ortaya koymuştur. Olsthoorn ve arkadaşları<sup>13</sup> konut harici binalarda enerji verimliliği tedbirlerinin (verimli aydınlatma, yalıtım, ısıtma sistemi değişimi ve ısıtma sistemi işlemlerinin optimizasyonu) uygulanmasındaki engelleri araştırmıştır. En önemli engeller, kiralık yerler, yüksek yatırım maliyetleri ve diğer öncelikler olarak tespit edilmiştir. En az önemli engeller ise üretim ve ürün kalitesi riski olarak bulunmuştur. Baek ve Park,<sup>14</sup> mevcut konut binalarının enerji performansını iyileştirmenin önündeki başlıca engellerin, yetersiz bilgi, düzenleyici sistemlerin olmaması, farkındalık eksikliği ve finansal nedenler olduğunu ifade etmişlerdir. Bazı çalışmalarda<sup>15</sup> yapı sektörünün mevcut yapısındaki engellerin yerlerini anlamak için kökenlerine dayanan bir kategorizasyon oluşturulmuştur. Engellerin çoğunun bağlamsal seviyeden geldiği görülmüştür. Ekonomik, kamusal ve teknolojik engellerin en belirgin engeller olduğu tespit edilmiştir. Gupte ve arkadaşları<sup>16</sup> ise binalarda enerji verimliliğinin uygulanmasını güçleştiren engelleri tanımlamış ve çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak bunları sıralamıştır. Du ve arkadaşları<sup>17</sup> anketler ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla toplanan bilgilerin yardımıyla bina enerji tasarrufu teknolojilerinin benimsenmesindeki 15 engel üzerinde odaklanmıştır ve hangi engellerin daha önemli olduğunu incelemiştir. Bu analizlerin sonucunda politika önerileri de yapılmıştır.

Literatür taramasından, bina sektöründe enerji etkin önlemlerin uygulamasını sınırlayan veya engelleyen faktörleri araştıran çeşitli çalışmalar olduğu açıkça görülmektedir. Fakat ülkemiz için yapılan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile mevcut boşluğun doldurulması hedeflenmektedir. Mevcut literatürün kapsamlı incelenmesinden sonra, enerji etkin önlemlerin uygulanmasını güçleştiren potansiyel engeller belirlenmiş ve bu çalışma için uyarlanmıştır.<sup>12,15,16,17</sup> Bazıları ise yazar tarafından eklenmiştir. Çalışmada kullanılan tüm engeller Tablo 1'de sunulmuştur.

Bu çalışmada binalarda enerji etkin önlemlerin uygulanmasındaki potansiyel engeller, Balıkesir ili ve ilçelerindeki enerji performansından sorumlu uygulayıcılar açısından değerlendirilmiştir. Engellerin aşılabilmesi için iyi anlaşılması ve hangi engellerin daha önemli olduğunun bilinmesi ilgili kişi ve kurumlar için avantaj sağlayacaktır. Bu çalışma ülkenin bütününe kapsamamakta, önemli bir bölgenin ba-

**Tablo 1.** Enerji etkin önlemlerin uygulanmasındaki muhtemel engeller

No	Engeller
E1	Bazı yasal düzenlemelerde uygulama zorunluluğunun olmaması
E2	Güncel olmayan mevcut kanun ve yönetmelikler
E3	Kanun ve yönetmeliklerin yetersizliği
E4	Mevcut mali teşvik ve vergi ayrıcalıkları için başvuru işlemlerinin karmaşıklığı
E5	Yeterli mali teşvik ve vergi ayrıcalıklarının olmaması
E6	Tasarruf edilecek enerjiyi test etmede kullanılacak yöntem ve araç eksikliği
E7	Tasarruf edilecek enerjiyi tahmin etmede kullanılacak yöntem ve araç eksikliği
E8	Mimarların projelerinde, enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojileri uygulamaktan kaçınmaları
E9	İnşaat mühendislerinin projelerinde, enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojileri uygulamaktan kaçınmaları
E10	Makine mühendislerinin projelerinde, enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojileri uygulamaktan kaçınmaları
E11	Müteahhitlerin projelerinde, enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojileri uygulamaktan kaçınmaları
E12	İşçilerin isteksizliği
E13	Uygulamada kalifiye eleman eksikliği
E14	Karar vericilerin, üst düzey yöneticilerin enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojilere önem vermemesi
E15	Binalarda enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojiler hakkında yeterli bilgiye sahip olunmaması
E16	Binalarda enerji tüketimini azaltan çözüm ve teknolojilerin bilinmemesi
E17	Binalarda enerji tüketimini azaltan çözüm ve teknolojiler ile ilgili teknik ve mali konular hakkında bilgiye erişim zorluğu
E18	Arz talep dengesizliği
E19	Proje teslim süresinin, binalarda enerji tüketimini azaltan çözüm ve teknolojilerin tasarım sürecinde değerlendirilmesine zaman tanımaması
E20	Binalarda enerji tüketimini azaltan çözüm ve teknolojileri uygulamanın, projenin satış değerini çok fazla arttırmaması
E21	Belirli şartlar için özel teknoloji veya çözümün bulunmaması
E22	İlk yatırım maliyetini arttırması

kiş açısını niteliksel olarak yansıtmaktadır. Fakat farklı yerlerde bulunan meslek gruplarına odaklanan benzer çalışmalara yaklaşım ve metodoloji açısından yön göstermede yararlı olacağı düşünülmektedir.

## Yöntem

Bu çalışmada literatür taraması ve veri toplama tekniği olarak anket kullanılmıştır. Anket özellikle sosyal çalışma-

<sup>12</sup> Timilsina, vd. 2016. <sup>14</sup> Baek ve Park, 2012. <sup>16</sup> Gupta, vd. 2017.  
<sup>13</sup> Olsthoorn, vd. 2017. <sup>15</sup> Vogel, vd. 2015. <sup>17</sup> Du, vd. 2014.



Şekil 1. Araştırma yöntemi.

larda yaygın olarak kullanılan bir araştırma tekniğidir.<sup>18</sup> En önemli avantajı çok miktarda bilgiyi hızlı ve kolay bir şekilde toplayabilmesidir. Çalışmada benimsenen yöntem Du'nun<sup>17</sup> araştırmasındaki ana kurgu örnek alınarak oluşturulmuş ve Şekil 1'de özetlenmiştir; ilk bölüm giriş ve literatür taramasından oluşmaktadır. 2. bölümde araştırmanın yapıldığı yere genel bir bakış yapılmış ve geliştirilen anket açıklanmıştır. 3. bölümde anket sonuçlarının değerlendirildiği temel istatistiksel yöntemler tanıtılmış ve elde edilen bulgular detaylı şekilde analiz edilmiştir. Son bölümde ise sonuçlar ve genel politika önerileri sunulmuştur.

### Araştırma Alanı

Çalışmanın alanı olarak Balıkesir merkezi ve ilçeleri seçilmiştir. Balıkesir 1 milyon 196 bin 176 kişilik nüfusu ile Türkiye'nin en büyük 17. şehridir. Konum olarak ülkenin batısında bulunan büyük çoğunluğu Marmara bölgesinde bir kısmı ise Ege bölgesinde yer alan bir şehirdir (Şekil 2). Özellikle Ege bölgesinde kalan yerlerinde yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçerken batıdan doğuya, kuzeyden güneye gidildikçe karasal iklim etkisini göstermektedir.<sup>19</sup> Bu nedenle şehrin iç kesimlerinde kışlar daha soğuk geçmektedir. Binalarda genellikle merkezi veya bireysel ısıtma sistemleri kullanılmaktadır.

Balıkesir'de yer alan binalar enerji verimliliği kanunu gereği Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne<sup>9</sup> tabidir. Bu yönetmelik yeni ve mevcut binalar için enerji verimliliği ile ilgili konuları kapsayan temel yasal düzenlemedir. Bir diğer önemli düzenleme ise TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı'dır.<sup>20</sup> Bu standart Türkiye'deki iklim

bölgelerine göre binalarda tüketilecek maksimum ısıtma enerjisini sınırlayarak enerji performansını artırmayı hedeflemektedir. Buna göre binalarda ısı yalıtımı yapılması zorunludur. Bu yönetmelik ve standartlar bir binanın tasarım, yapım, bakım ve işletme aşamalarını enerji verimliliği açısından düzenlemektedir.

### Anket Tasarımı

Bu çalışmada, bina tasarımı ve inşaa sürecinde görev alan paydaşlar açısından enerji etkin önlemlerin uygulanmasının önündeki potansiyel engelleri anlamak ve değerlendirmek için niceliksel bilgi elde etme aracı olarak anket kullanılmıştır. Hazırlanan anket iki bölümden oluşmaktadır. 1. bölüm katılımcıların mesleği ve istihdam edildiği yer hakkında bilgi toplamayı amaçlamaktadır. 2. bölüm ise anketin ana parçası olup, bina sektöründe enerji etkin önlemlerin uygulanmasının önündeki 22 muhtemel engelden oluşmaktadır. Bu kısım 5'li Likert ölçeğinde düzenlenmiştir. Ankete katılanlardan bu engelleri 1'den 5'e kadar derecelendirmeleri istenmiştir. Burada 1 katılımcının faktörü engel olarak görmediği anlamına gelir ve 5 bu faktörün güçlü bir engel olduğunu ifade eder. Ankete katılanlar listede yer almayan farklı engeller de olduğunu düşünebilirler. Bu nedenle ekleme yapabilmelerine olanak tanınmıştır. Anket soruları ve şekli birkaç kez tekrarlanan düzeltmeler ile katılımcılardan en iyi şekilde geri bildirim alınabilecek formatta hazırlanmıştır. Daha sonra oluşturulan anket, pilot çalışma için Balıkesir Üniversitesi Mimarlık Bölümü lisans ve yüksek lisans öğrencilerinden oluşan 10 kişilik bir gruba uygulanmıştır. Son olarak pilot uygulamadan elde edilen geri bildirimler ile anket soruları ve formatı yeniden gözden geçirilerek son şekli verilmiştir.

Bir binanın hayata geçiriliş sürecinde Mimarlar, Mühendisler (İnşaat, Makina, vb.) ve müteahhitler gibi çeşitli pay-

<sup>18</sup> Oppenheim, 2001.

<sup>19</sup> <http://www.balikesirkulturturizm.gov.tr/TR,65837/iklim.html>

<sup>20</sup> TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, 2013.



Şekil 2. Balıkesir'in konumu (Kaynak: Google haritalar).

daşlar yer almaktadır. Bu meslek grupları binalardaki enerji tüketimini ve verimliliğini etkileyen tasarım, karar alma ve uygulama aşamalarında etkin rol aldıkları kabul edilerek anket çalışmasına dahil edilmiştir. Çalışma alanı Balıkesir merkezi ve ilçeleri olarak belirlendiğinden örneklem havuzunun oluşturulması için Balıkesir Mimarlar Odası, Balıkesir İnşaat Mühendisleri Odası, Balıkesir Makina Mühendisleri Odası ve Balıkesir Ticaret Odasından kayıtlı mimar, mühendis ve müteahhitlik firmalarının listeleri ve iletişim adresleri talep edilmiştir. Anket 2015 yılı Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında uygulanmıştır. Elde edilen listelerin güncel olmaması nedeniyle birçok üyeye ulaşılamamıştır. Listeler dikkate alınarak belirlenen çalışma planına göre 485 kişiyle yüz yüze görüşülerek anket uygulanmış ve geri dönüş oranını arttırmak için o an cevaplamaları istenmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Çalışma sonucunda 475 geçerli anket elde edilmiştir. Ankete katılanların 236 (%49,7)'sı inşaat mühendisi, 134 (%28,2)'ü mimar, 43 (%9,1)'ü makina mühendisi, 37 (%7,8)'si müteahhitlik şirketi sahibi ve 25 (%5,3) kişi ise yapı denetim şirketi sahibidir. Bu çalışmada, istatistiksel analizler SPSS v22 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Anket uygulamalarında cevaplar her zaman doğru ve yanlış olarak nitelendirilmeyebilir. Bu nedenle cevaplar çoğunlukla dereceli ölçekler kullanılarak puanlanmaktadır. Bu tarz ölçümlerin güvenilirliğini belirlemede genellikle iç tutarlılık tahmin yöntemi olan Cronbach alfa katsayısı tercih edilmektedir. Bu çalışmada beşli likert ölçeğinin güvenilirliğini test etmek için cronbach alpha katsayısı kullanılmıştır. Yapılan hesaplama sonucunda Likert ölçeğinin Cronbach alpha katsayısı 0,835 olarak bulunmuştur. 0,7 ve daha büyük değerler beş-

li Likert ölçeği kullanan ölçümlerin %5 anlamlılık düzeyinde güvenilir olduğunu göstermektedir.<sup>21</sup>

Daha sonra, keşfedici faktör analizi 22 engel/değişken içinde birbiri ile ilişkili engel/değişkenleri bir araya getirecek, ortak ilişkisiz engel/değişken olup olmadığını saptamak için uygulanmıştır. Keşfedici faktör analizinin uygunluğunu değerlendirmek için ise Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett testleri<sup>22</sup> kullanılmıştır. KMO değeri 0,783 ve Bartlett testinin p-değeri 0,000 olarak bulunmuştur. Her ikisi de ölçeğin öğelerinin faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir. Faktör analizi sonucunda özdeğeri (eigen value) 1'den büyük 7 önemli ortak engel kümesi elde edilmiştir. Bu 7 ortak engel kümesi, toplam varyansın % 63,484'ünü açıklamaktadır ve binalarda enerji etkin önlemlerin uygulanmasını engellemektedir. Birbirleri ile yakından ilişkili engelleri gösteren döndürme düzenlenmiş faktör yüklem matrisi Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre, 22 engel 7 alt gruba (Yasal düzenlemeler, davranışsal, sektörel yapı, bilgi eksikliği, teknoloji, son uygulayıcılar, ekonomik) ayrılmıştır (Tablo 3). Alt gruplar engellerin daha iyi anlaşılmasına ve analiz sırasında bireysel engelleri gruplar olarak ifade etmemize yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda çözüm önerilerinin grup bazında tanımlanmasını kolaylaştırmaktadır.

### Tüm Cevapların Değerlendirilmesi

Şekil 3'de tüm örneklem değerlendirilerek 22 engel için verilen cevaplar özetlenmiş ve aldıkları ortalama skora göre engeller sıralanmıştır. Genel olarak bakıldığında engeller 2,65 ile 3,94 arasında değişen ortalama değerler al-

<sup>21</sup> Nunnally, 1978. <sup>22</sup> Yaşoğlu, 2017.

**Tablo 2.** Döndürme düzenlenmiş faktör yüklem matrisi

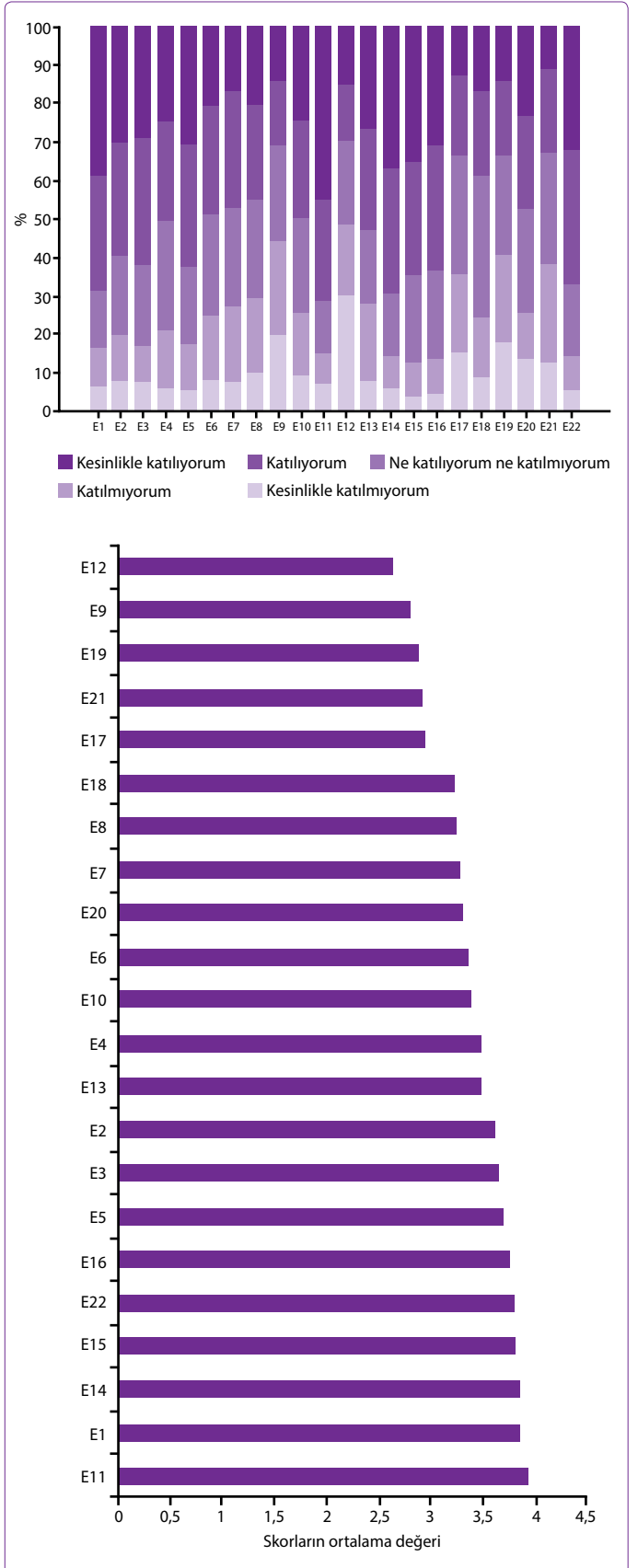
Değişkenler	Faktör						
	1	2	3	4	5	6	7
E6	,885	,027	-,093	,009	,030	-,040	-,043
E7	,824	,059	-,147	-,051	,079	,010	-,109
E5	,601	-,178	,253	-,108	-,239	,116	,163
E4	,403	-,345	,077	,107	,096	,239	,049
E2	-,033	-,888	-,029	,099	,023	,013	,058
E3	,053	-,821	-,034	-,040	-,077	-,138	,029
E1	-,069	-,681	-,108	-,096	,087	,017	-,129
E10	,052	-,075	-,793	-,051	-,069	,018	-,024
E9	,054	-,046	-,777	,077	,148	,003	,034
E8	-,003	-,079	-,768	,004	-,074	,002	,154
E11	,073	,052	-,397	-,345	-,343	,221	-,015
E15	,013	-,009	,052	-,890	,064	-,040	,051
E16	,024	-,006	-,005	-,858	,255	-,087	,033
E14	,026	-,132	-,105	-,564	-,323	,232	,020
E17	,096	-,076	-,022	-,267	,737	,043	-,034
E18	-,082	-,067	,003	-,129	,389	,308	,225
E21	,334	,077	-,130	-,005	,359	-,007	,184
E12	-,065	,096	-,096	,045	,049	,855	-,051
E13	,146	-,044	,052	-,013	-,071	,739	,025
E22	,076	-,052	-,018	-,162	-,143	-,198	,768
E20	-,077	,060	-,121	,094	,002	,050	,751
E19	-,034	,010	-,004	-,049	,250	,204	,564

**Tablo 3.** Engel alt grupları

Grup no	Grup ismi	Engel no
G1	Yasal düzenleme	E1, E2, E3
G2	Sektörel yapı	E4, E5, E6, E7
G3	Davranışsal	E8, E9, E10, E11
G4	Bilgi eksikliği	E14, E15, E16
G5	Teknoloji	E17, E18, E21
G6	Son uygulayıcılar	E12, E13
G7	Ekonomik	E19, E20, E22

miştir. E11 3,94 ortalama değeri ile en yüksek skora sahiptir. Bu durum, müteahhitlerin çoğunlukla projelerde enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojileri uygulamaktan kaçındıklarını ve bunun en etkili engel olduğunu göstermektedir. Bunun muhtemel sebebi, bu tarz uygulamaların projeye ilave maliyet getirdiği kaygısı olabilir. Kar oranlarını yüksek tutmak amacıyla binalar sadece minimum yasal gereksinimlere uygun olarak tasarlanmakta ve inşa edilebilmektedir. E11 davranışsal engel alt sınıfında yer almaktadır.

E1 ve E14 aynı ortalama değere (3,85) sahiptir ve ikinci sırada yer almaktadır. E1 enerji etkin önlemlerin tümüyle uygulama zorunluluklarının olmamasını ifade etmektedir



**Şekil 3.** Engellerin aldıkları ortalama skor değerleri ve cevapların özetleri.

ve yasal düzenleme alt grubunda bulunmaktadır. Gönüllülük esasına bağlı uygulamalar genellikle yeterli düzeyde hayata geçirilmeyebilir. Bu durumun, enerji etkin önlemlerin uygulanmasının önündeki en önemli engellerden biri olduğunu göstermektedir. Halen ülkemizde bina sektörü için var olan enerji verimliliği ile ilgili kanunlar, yönetmelikler ve standartlar uygulama açısından arzu edilen düzeyde değildir. E14 ise konu ile ilgili karar vericilerin/yöneticilerin enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojilere yeterli önemi vermediğini ifade eder. Yeterli bilinç düzeyinin oluşmadığını gösteren bu durum bir diğer etkili engeldir ve bilgi eksikliği alt sınıfında bulunmaktadır. E15, 3,82 ortalama değer ile üçüncü sırada yer almaktadır. Binalarda enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojiler hakkında yeterli bilgiye sahip olunmadığını ifade etmektedir. E14 ve E15 bilgi eksikliği alt grubunda yer almaktadır. Bu durum, bilgi eksikliğinin enerji etkin önlemlerin uygulanmasının önündeki önemli engellerden biri olduğunu göstermektedir. E22 ve E16 birbirine yakın yüksek değerlere sahiptir ve 4. ve 5. sırada yer almaktadır. E22 enerji etkin önlemlerin uygulanmasının ilk yatırım maliyetini arttırdığı anlamını taşımaktadır ve ekonomik alt sınıfında yer almaktadır. Anket katılanların önemli çoğunluğu bu durumu ciddi bir engel olarak görmektedir. Müteahhitlerin projelerde çoğunlukla enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojileri uygulamaktan kaçınmalarının muhtemel sebebi ile de örtüşmektedir. Ayrıca Intrachooto ve Horayangkura<sup>23</sup> mali sebeplerin, bina profesyonellerini enerji verimliliği sağlayan yenilikleri uygulamaktan alıkoyduğunu belirtmektedir. Ülkemizde bina sektörüne baktığımızda genellikle minimum maliyet odaklı kararların alındığı bilinmektedir. Avrupa Birliği, Binalarda Enerji Performans Direktifi'nde<sup>24</sup> belirtildiği gibi maliyet optimum enerji performans odaklı yaklaşımlar benimsen-dikçe enerji etkin önlemler daha fazla yarar sağlayacaktır. E16, binalarda enerji tüketimini azaltan çözüm ve teknolojilerin bilinmemesi bu önlemlerin uygulanmasının önündeki önemli engellerdendir. Bilgi eksikliğinin önemini daha da vurgulamaktadır.

Üçün altında ortalama değere sahip 5 engel tespit edilmiştir ve sırasıyla E12, E9, E19, E21 ve E17'dir. E12, 2,65 ile en az ortalama değere sahiptir. Son uygulayıcı grubunda yer alan işçilerin isteksizliği olarak ifade edilmiştir ve anket katılanlar tarafından en zayıf engel olarak görülmektedir. Bunun sebepleri arasında işçilerin, verilen görevleri yerine getiren uygulayıcıların olması gösterilebilir. Katılımcılar, kişisel isteksizlerin enerji etkin önlemlerin uygulanması önünde diğer engellerle kıyaslandığında kuvvetli engel oluşturmadığı kanaatindedir. Bu durum yönetsel müdahalelerle kolaylıkla aşılabılır. Bir diğer zayıf engel ise E9, inşaat mühendislerinin projelerinde, enerji tüketimini azal-

tan tasarım ve teknolojileri uygulamaktan kaçınmalarıdır. Davranışsal bir harekettir. Katılımcıların çoğunluğu bu durumu kuvvetli bir engel olarak kabul etmemektedir. Bunun en önemli sebebi inşaat mühendislerinin sorumlulukları arasında enerji tüketimini etkileyecek konuların doğrudan yer almaması olabilir. İnşaat mühendisleri ülkemizde genellikle taşıyıcı sistem ile ilgili konular üzerine yoğunlaşmaktadır. Fakat şantiyede uygulama aşamalarında yer almaları nedeniyle enerji etkin önlem ve çözümlerin uygulamaları konusunda yeterli bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. E19, proje teslim süresinin binalarda enerji etkin çözüm ve teknolojilerin tasarım aşamasında değerlendirilmesine yeterli zaman tanımamasıdır. Proje aşaması genellikle kısıtlı zaman içinde tamamlanır ve her zaman işlerin en kısa sürede bitirilmesi hedeflenir. Binaların ancak yasal gereksinimlere uygun olarak tasarlanabilmesi için zaman ayrılmaktadır. Yeterli zaman olmadığında enerji etkin önlemlerin araştırılması ve tasarım aşamasında değerlendirilmesi her zaman mümkün olmamaktadır. E21 özel durumlar için çözüm bulunamaması enerji etkin önlemlerin uygulanmasında engel teşkil etmektedir. Son olarak binalarda enerji etkin çözüm ve teknolojiler ile ilgili teknik ve mali konular hakkında bilgiye erişim zorluğu zayıf engellerdendir (E12). Bilgiye erişim zorluğu karar verme süreçlerinde sıkıntıya yol açabilmektedir çünkü yetersiz bilgi ile verilen kararlar her zaman etkili çözüm üretmeyebilir.

### Sonuçların Meslek Gruplarına Göre Değerlendirilmesi

Bir önceki kısımda, cevaplar örneklemin tamamı için değerlendirilmiştir. Bu bölümde ise cevaplar, katılımcıların mesleklerine göre (mimar, inşaat mühendisi, makina mühendisi, müteahhit ve yapı denetim şirketi sahibi) analiz edilmiştir. Meslek grupları tarafından verilen cevaplardaki farklılıkların istatistiksel önemini test etmek içinse tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Tablo 4'de, elde edilen sonuçlar gösterilmiştir. 22 engelden E2, E3, E5, E8, E11, E14, E15, E16, ve E22 için meslekler arası farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı ve önemlidir. Şekil 4'te her meslek için engeller sıralanmıştır.

Kendi içlerinde ki engellerin sıraları farklı olmasına rağmen, mimar ve inşaat mühendisi grubunda en yüksek ortalama puanı alan engel aydırdır (E11). Müteahhitlerin projelerinde, enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojileri uygulamaktan kaçınmaları mimar ve inşaat mühendisleri için en kuvvetli engeldir. Başka bir deyişle, mimar ve inşaat mühendisleri en etkili engel konusunda benzer görüşleri paylaşmaktadır. Aynı şekilde, makina mühendisi ve müteahhitlerde en etkili engel konusunda benzer fikirlere sahiptir. Karar vericilerin, üst düzey yöneticilerin enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojilere önem vermeme-sini (E14) en kuvvetli engel olarak görmektedirler. Bu, hem mimarların hem de müteahhitlerin engellerle ilgili görüşlerinde tutarlı olduklarını işaret etmektedir. Yapı denetim

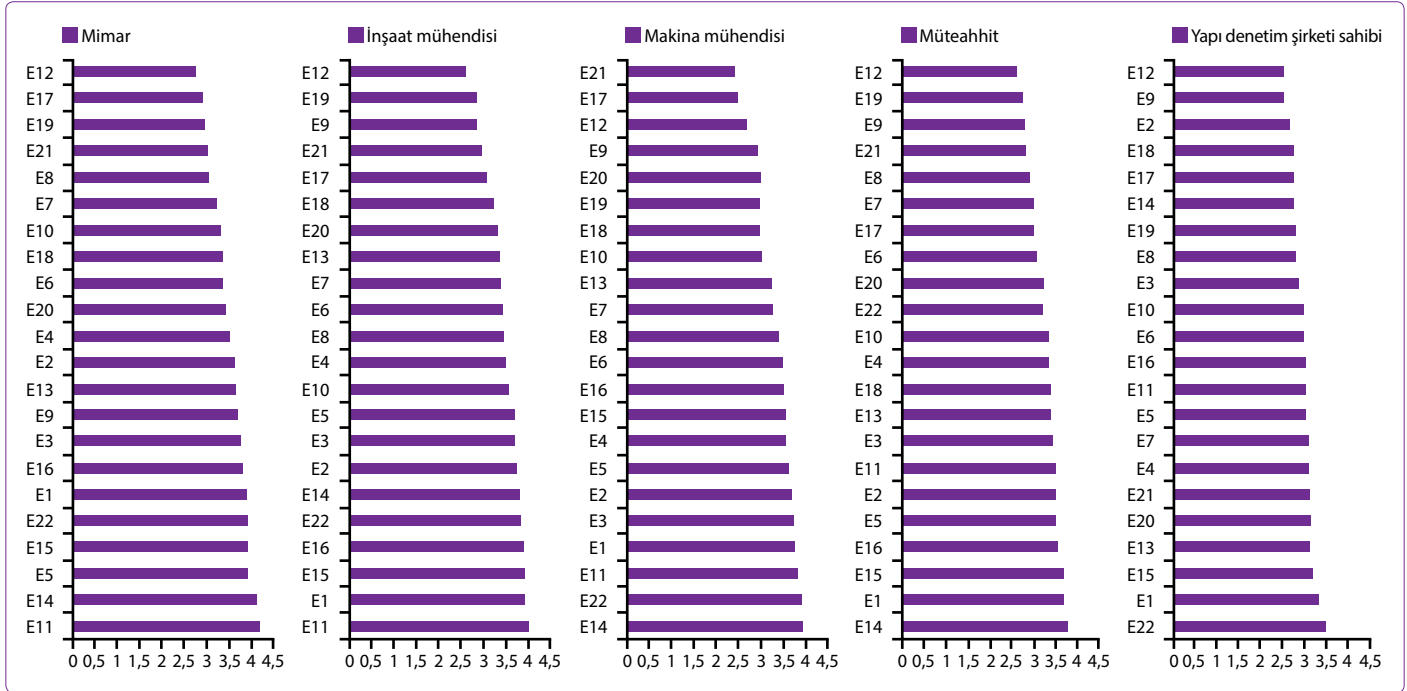
<sup>23</sup> Intrachooto ve Horayangkura, 2007. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=EN>

<sup>24</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=EN>

**Tablo 4.** Engeller için p-değerleri

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22
p	0,237	0,003*	0,012*	0,525	0,009*	0,267	0,328	0,006*	0,622	0,053	0,000*	0,884	0,194	0,000*	0,019*	0,003*	0,069	0,073	0,822	0,418	0,063	0,014*

\*Önemli, p-değeri &lt;0,05.

**Şekil 4.** Meslek gruplarına göre engellerin aldıkları ortalama skor değerleri.

şirketi sahipleri ise E22'yi en etkili engel olarak kabul etmektedir. Bu engel enerji etkin önlemlerin ilk yatırım maliyetini arttırması olarak tanımlanmıştır. Yapı denetim şirketi sahipleri açısından en yüksek skora sahip engeldir. Genel olarak bakıldığında da müteahhitlerin bir çok konuda maliyet odaklı karar verdiği bilinmektedir. Bu sonuç müteahhitlerin maliyet odaklı yaklaşımını destekler niteliktedir. Mesleklere göre 2. sıradaki etkili engeller; mimarlar için E14, makina mühendisleri için E22, inşaat mühendisi, müteahhit ve yapı denetim şirketleri içinse E1 dir. Daha sonra ise E15 (yapı denetim şirketi sahipleri, inşaat mühendisleri ve müteahhitler için), E11 (makina mühendisleri için) ve E5 (mimarlar için) gelmektedir. Makina mühendisleri hariç diğer meslek gruplarına göre en az etkili engel işçilerin isteksizliği (E12) iken makina mühendisleri için en az etkili engel belirli şartlar için özel teknoloji veya çözümün bulunmamasıdır (E21).

### Sonuçlar

Bu çalışmada, anketler ile toplanan bilgilerin istatistiksel analizleri ışığında binalarda enerji etkin önlemlerin uygulanmasının önündeki engeller incelenmiştir. Ankete, Balıkesir ili ve ilçelerinde bulunan ilgili meslek (mimar, inşaat

mühendisi, makina mühendisi, müteahhit, yapı denetim şirketi sahibi) grupları katılmıştır. Belirlenen engeller faktör analizinin sonuçlarına dayanarak yedi ana gruba ayrılmıştır: yasal düzenleme, davranışsal, sektörel yapı, bilgi eksikliği, teknoloji, son uygulayıcılar ve ekonomik.

Bütün örneklemin analizi, bina tasarım ve inşaa sürecinde önemli etkileri olan müteahhitlerin projelerde enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojileri uygulamaktan kaçınmalarının en büyük engel olduğunu göstermiştir. Enerji etkin önlemlerin uygulanması ile ilgili yeterli düzeyde yasal zorunluluğun olmaması ise bir diğer etkili engel olarak ortaya çıkmaktadır. Uygulamada zorunluluk getiren düzenlemelerin yetersiz olması ve denetimdeki eksiklikler karar vericilerin ve iş verenin kişisel yaklaşımlarını ön plana çıkarmaktadır. Karar süreçlerinde etkili rol oynayanların enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojilere yeterli önem vermemesi de güçlü engeller arasında yer almaktadır.

Daha sonra, anket sonuçları mesleklere göre tekrar değerlendirilmiştir. Tek yönlü varyans analizi, bazı engeller için meslek gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların var olduğunu kanıtlamıştır. Mimar ve inşaat mühendisleri ile makina mühendisleri ve müteahhitler en



etkili engel konusunda benzer görüşleri paylaşmaktadır. Mimar ve inşaat mühendisleri için en etkili engel müteahhitlerin projelerinde, enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojileri uygulamaktan kaçınmaları iken makina mühendisleri ve müteahhitler için en güçlü engel, karar vericilerin/üst düzey yöneticilerin enerji tüketimini azaltan tasarım ve teknolojilere yeterli önemi vermemesidir. Yapı denetim şirketi sahipleri ise enerji etkin önlemlerin ilk yatırım maliyetini arttırmasını en kuvvetli engel olduğunu düşünmektedir.

Enerji etkin önlemlerin uygulanabilirliği arttırmak ve engellerin etkisini azaltmak için aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir;

- Yasa, yönetmelik ve standartların eksiksiz uygulanması ilan edilmeleri kadar önemlidir. Bu nedenle bina inşa sürecinde düzenli uygulama kontrolü ve denetim yapılması için yasal adımlar ivedilikle atılmalıdır.
- Ekstra yatırım maliyetlerinin elde edilecek karlılık oranlarıyla aşağıya çekilerek, etkili devlet teşvik ve destek politikaları oluşturulmalı ve hayata geçirilmelidir.
- Devlet enerji tasarruflu binaların tercih ve talep edilmesini destekleyici bir pazar yaratmak için örnek bina sayılarını arttırmalıdır.
- Uygulayıcılarla (Mimar, mühendis, müteahhit) birlikte kullanıcılarında farkındalık ve bilgi düzeyini arttırmak için çeşitli çalışmalar yapılmalıdır.
- Enerji etkin önlemler ile önemli seviyede enerji tasarrufu sağlanabileceğine olan güven arttırılmalıdır.

## Kaynaklar

- Ashrafian T., Yilmaz A.Z., Corgnati S.P., Moazzen N. (2016) "Methodology to define cost-optimal level of architectural measures for energy efficient retrofits of existing detached residential buildings in Turkey", *Energy and Buildings*, Cilt 120, 58–77.
- Baek, C. and Park, S. (2012) "Policy measures to overcome barriers to energy renovation of existing buildings", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Cilt 16, 3939–3947.
- Balıkesir İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. <http://www.balikesirkulturturizm.gov.tr/TR,65837/iklim.html>, (Erişim Tarihi 02.12.2017).
- Binalarda Enerji Performans Direktifi. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=EN 2010> (Erişim Tarihi 12.04.2017).
- Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği. 5 Aralık 2008, Resmi Gazete. Sayı 27075.
- Du P., Zheng L., Xie B., Mahalingam A., (2014) "Barriers to the adoption of energy-saving technologies in the building sector: A survey study of Jing-jin-tang, China", *Energy Policy*, Cilt 75, 206–216.
- Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012–2023. 25 Şubat 2012. Resmi Gazete. Sayı 28215.
- Gupta, P., Anand, S., Gupta, H. (2017) "Developing a roadmap to overcome barriers to energy efficiency in buildings using best worst method", *Sustainable Cities and Society*, Cilt 31, 244–259.
- Kalkınma Planı. [http://pbk.tbmm.gov.tr/dokumanlar/10-kalkinma\\_plani.pdf](http://pbk.tbmm.gov.tr/dokumanlar/10-kalkinma_plani.pdf), (Erişim Tarihi 10.10.2017).
- Keskin T. Binalar Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu. <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Binalar%20Sektoru%20Mevcut%20Durum%20Değerlendirmesi%20Raporu.pdf>, (Erişim Tarihi 12.11.2017).
- Intrachooto, S., Horayangkura, V., (2007) "Energy efficient innovation: Overcoming financial barriers", *Building and Environment*. 42, 599–604.
- National Climate Change Action Plan. <http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/%C4%B1depeng.pdf?sfvrsn=2>, (Erişim Tarihi 12.06.2017).
- Nunnally, J.C., (1978) *Psychometric Theory*, McGraw-Hill, New York.
- Olsthoorn, M., Schleich, J., Hirzel, S. (2017) "Adoption of Energy Efficiency Measures for Non-residential Buildings: Technological and Organizational Heterogeneity in the Trade, Commerce and Services Sector", *Ecological Economics*, Cilt 136, 240–254.
- Oppenheim, A.N., (2001) *Questionnaire Design, Interviewing and Attitude Measurement*. Continuum, New York.
- Promoting Energy Efficiency in Buildings Project Brochure. [http://www.tr.undp.org/content/dam/turkey/docs/projectdocuments/EnvSust/UNDP-TR-brosur%20\(5\)\\_ing.pdf?download](http://www.tr.undp.org/content/dam/turkey/docs/projectdocuments/EnvSust/UNDP-TR-brosur%20(5)_ing.pdf?download), (Erişim Tarihi 01.02.2018)
- Şenkal, F. (2005) "Türkiye’de Isı Yalıtımının gelişimi ve konutlarda uygulanan dış duvar ısı yalıtım sistemleri", *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 10, Sayı 2, 79-85.
- Timilsina, R.G., Hochman, G., Fedets, I. (2016) "Understanding energy efficiency barriers in Ukraine: Insights from a survey of commercial and industrial firms", *Energy*, Cilt 106, 203-211.
- TSE. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları. Aralık 2013.
- Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023. [http://www.eie.gov.tr/document/20180102M1\\_2018.pdf](http://www.eie.gov.tr/document/20180102M1_2018.pdf), (Erişim Tarihi 04.03.2018)
- Vogel, A.J., Lundqvist, P., Arias, J. (2015) "Categorizing barriers to energy efficiency in buildings", *Energy Procedia*, Cilt 75, 2839 – 2845.
- Yaşlıoğlu, M.M., (2017) "Sosyal bilimlerde faktör analizi ve geçerlilik: keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizlerinin kullanılması", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, Cilt 46, 74-85.
- Zhang, Y. and Wang, Y. (2013) "Barriers' and policies' analysis of China's building energy efficiency", *Energy Policy*, Cilt 62, 768–773.