

## SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNALAR için DÜNYADA UYGULANAN DEVLET TEŞVİKLERİ VE UYGULAMALARIN İNCELENMESİ\*

Amr ÖZDEMİR 1, Murat PINARLIK 1, Emre ERCAN 2

1 Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, anilozdemir@gazi.edu.tr,  
muratpinarlik@gazi.edu.tr

2 Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye, emre.ercan@ege.edu.tr

### Özet

Dünyanın 21. Yüzyılda karşı karşıya olduğu en önemli problemlerden biri sürdürülebilir ve güvenli enerji teminidir. Günümüzde ülkelerin enerji üretme ve kullanma şekillerinin sürdürülebilir olmadığına belirgin ispatı sera gazı kaynaklı iklim değışiklikleridir. Sera gazı üretiminin en önemli faktörlerinden biri ise fosil yakıt tüketiminin fazla olduğu binalardır. Sürdürülebilir enerji kaynakları, doğadan bulunan, çevreye zarar vermeyen, sera gazı etkisi olmayan temiz olarak nitelendirilebilecek enerji kaynaklarıdır. Son yıllarda dünya ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının, sürdürülebilir bina inşasının artırılması adına ulusal ve uluslararası pek çok politika ve kampanya düzenlemektedirler. Bunun sonucu olarak da her geçen yıl yenilenebilir kaynaklardan enerji üretim miktarı artış göstermektedir ve kentsel dönüşüm projeleri altında yeşil binalar inşa edilmektedir. Gelişmiş ülkeler, yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimi için çeşitli destek mekanizmaları geliştirmiştir. Yenilenebilir kaynaklara dayalı enerji üretiminde yatırımcılar açısından kaynakların teknik olarak değerlendirilmesi, potansiyelin incelenmesi, yatırım koşulları ve oluşacak maliyetler kadar, bu kaynaklara ilişkin uygulanan politikalar ve teşvik mekanizmaları da büyük önem arz etmektedir. Ülkelerin yenilenebilir enerji politikaları ile bu çerçevede uygulanan mevzuat ve teşvik mekanizmaları yenilenebilir enerji sektörünün yönünü çizen önemli unsurların başında gelmektedir. Bu çalışmada, sürdürülebilir yapıların ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi vurgulanmakta, bu konu ile ilgili dünyada uygulanan devlet teşviki örnekleri incelenmekte ve yeni teşvik önerileri sunulmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Devlet teşviki, Yenilenebilir enerji kaynakları, Sürdürülebilir binalar, Enerji politikası

## ANALYSIS OF GOVERNMENTAL INCENTIVES AND PRACTICES FOR SUSTAINABLE BUILDINGS THROUGHOUT THE WORLD

### Abstract

The greenhouse gas-induced climate change is the apparent proof that the form of energy production and usage of countries is not sustainable. The one of the main factor of greenhouses gases production is more fossil fuel consumption in the buildings. The Sustainable Energy Resources are found in nature can be considered as clean energy that do not damage the environment and do not have greenhouses gases effect. Countries of the world in recent years are held many national and international policies and campaigns for the usage of renewable energy sources and increase the sustainable building construction. As a result of this, the amount of energy from renewable sources is increased each year and green buildings are being constructed under the urban renewal projects. Developed countries have developed variety of support mechanisms for the improvement of renewable energy sources. The policies applied to renewable resource and incentive mechanisms are also great importance as evaluation of technical resources for investors in energy production based on these resources, examining the potential and investment conditions and costs. Within this framework, the country's renewable energy policies and incentive mechanisms for the implementation of legislation is one of the most important factors that determine the future of renewable energy sector. In this study, the importance of sustainable building and renewable energy sources are highlighted, the applied samples of government incentives in the world with this issue are analyzed and suggestions about new incentives are offered.

**Keywords:** Governmental incentive, Renewable energy resources, Sustainable buildings, Energy policy

\* II. Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu ISBS-2015 de sunulmuş bildirden üretilmiştir.

## 1. Giriş

Dünya Doğayı Koruma Vakfı (World Wide Fund for Nature-WWF) tarafından yayınlanan Enerji Raporu, 2050 yılına kadar küresel enerji arzının tamamının yenilenebilir enerjiden karşılanabileceğini ortaya koymaktadır. Teknik, yasal, toplumsal ve ekonomik anlamda gerçekleştirilecek küresel dönüşümlerle önümüzdeki 40 yıl içerisinde artan enerji gereksiniminin tamamının yenilenebilir enerjiden karşılanması mümkündür. Bunun için yalnız hükümetlerin değil, özel sektörün ve hatta bireylerin üstlenmesi gereken çok önemli roller bulunmaktadır [1].

Enerji tüketiminin 1990-2008 yılları arasında %40 arttığı dünyada, enerjinin %80'i fosil kaynaklıdır [2]. Tüm dünyada binalar yaklaşık olarak fosil yakıtların %35-40'ını tüketmektedir. Bu orana, yapı malzemelerinin üretim süreçlerindeki enerji harcamaları dahil değildir [3]. Çevre kirliliği ve küresel ısınma için çözüm noktasında, mevcut binaların sürdürülebilir teknoloji ve malzemeler kullanılarak dönüştürülmesi, yeni yapılan binaların da sürdürülebilir binalar olarak inşa edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Yapılaşma alanları açarken en uygun şekilde bu arazileri değerlendiren, binalarda geri dönüştürülebilir ve geri kazanılabilir malzemeler kullanan, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelen, gün ışığından maksimum şekilde yararlanan, yağmur suyu toplama sistemlerine önem veren, katı atık yönetimini teşvik eden ve çatı, duvar, pencere yalıtımını en üst düzeye çıkaran sürdürülebilir binalar Türkiye'nin en büyük ihtiyaçları arasında sayılabilir. Türkiye, yıpranmış konut stoku ve deprem gerçeği sebebiyle büyük çaplı bir kentsel dönüşüm programıyla karşı karşıyadır. Önümüzdeki 10-12 yıllık sürede tahminen, Türkiye'de kentsel dönüşüm kapsamında 6-7 milyon konutun yenilenmesi söz konusudur.

Bu ihtiyaçlar doğru devlet teşvikleri ile büyük miktarda arz ve talep ortaya çıkararak, ekonomik yükselişin de anahtarı olacaktır. Sürdürülebilir binalar kendi arz ve talebini, kendi içinden karşılayabilmelidir.

Bu çalışmada, sürdürülebilir yapıların ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi vurgulanmaktadır. Bu kapsamda dünyada uygulanan devlet teşviki örnekleri incelenmiş olup, bunlara ek olarak yeni teşvik önerileri sunulmaktadır.

## 2. Kentsel Dönüşüm

Türkiye'de kentsel dönüşüm kavramı, 1950'lerde çarpık kentleşme ve niteliksiz konut üretimiyle oluşan hızlı kentleşme ve gecekondulaşma sorununa çözüm üretmek için ortaya çıkmıştır. Başarılı bir kentsel dönüşüm için dönüşümün çok yönlü olarak ele alınması gerekmektedir. Günümüzde konut yapımında çevre koruma düşüncesi önemsenmeye başlanmış, yeşil bina ve çevre dostu bina olarak adlandırılan sürdürülebilir bina yapımına ilgi artmıştır. Sürdürülebilir binalar, doğaya saygılı, sağlıklı, konforlu, ekolojik, yenilenebilir enerjileri kullanabilen binalardır.

Gecekondu bölgelerinde ve afet riski taşıyan alanlarda kentsel dönüşüm kapsamında yapılan yenileme çalışmaları giderek yaygınlaşmaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2014 yılında 400.000, 2023 yılının sonunda ise 6.500.000 binayı kentsel dönüşüm kapsamında yenilemeyi hedeflemektedir [4].

### 2.1. Kentsel dönüşümde sürdürülebilir binalar

Türkiye'de tüketilen kaynakların % 28'i öz kaynaklardan karşılanmakta, % 72'si ise ithal edilmekte ve bu oran gün geçtikçe artmaktadır. Bu oranlara paralel olarak Türkiye inşaat sektöründe de sürdürülebilirlik kavramı önem kazanmıştır [5]. Sürdürülebilir binaların diğer avantajları aşağıdaki şekilde sıralanabilir [6]:

- Bina kaynaklı karbondioksit salınımı azaltması,
- İnşaat aşamasında çevre tahribatını en aza indirmesi,
- İşletme masraflarının azalması,
- Yenilenebilir enerjinin kullanımını ve geliştirilmesini sağlaması,
- Hafriyat ile ortaya çıkan atık malzemenin değerlendirilmesi,
- Yeşil çatı uygulaması ile yağmur sularının biriktirilip kullanılması,
- Doğal ışıktan yararlanılması,
- Enerji tasarrufu sağlaması,
- Yalıtım sistemleri ile ısıtma-soğutma maliyetlerinin azaltılması,
- Bina değerini arttırması,
- Kullanıcılara daha sağlıklı ve verimli ortamlar sunulması,
- Kentsel yaşam alanlarına değer katması.

Sürdürülebilir binaların, Türkiye geneli dikkate alındığında, ortalama binalara göre enerji performansı bakımından yaklaşık %50 daha verimli olduğu söylenebilir. Kentsel dönüşüm kapsamında yenilenecek yaklaşık 7.000.000 binanın tamamının sürdürülebilir bina olarak inşa edildiği varsayılırsa, yılda 25 milyar dolar enerji tasarrufu ve karbondioksit

salınımda yaklaşık 12 milyon ton azalma meydana gelecektir [4]. Bu sonuçlar, kentsel dönüşümde sürdürülebilir bina kullanımının ülke ekonomisine, doğaya ve bunlara bağlı olarak yaşam kalitesine açık bir şekilde etki ettiğini gözler önüne koymaktadır. Enerji bağımlısı olan Türkiye'nin bu yüksek rakamları dikkate alarak geleceğini inşa etmesi gerekmektedir.

### 3. Sürdürülebilir Planlama ve Uygulamalarda Devlet Teşvikleri

Petrol, doğalgaz, kömür gibi fosil yakıtların tükenir oluşu, çevreye vermiş oldukları zararlar ve her ülkenin bu kaynaklara sahip olmayışı, bu kaynakların kullanımının belirli ölçüde azaltılmasını zorunlu kılmaktadır. Geçmişten günümüze fosil yakıt kullanımının küresel ısınma ve sera etkisi gibi zararlı sonuçları ortaya çıkardığı herkes tarafından bilinmektedir. Öte yandan, bu kaynakların dünya coğrafyasındaki eşitsiz dağılımı, bu yakıtların fiyatlarında da istikrarsızlığa neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, temiz ve çevre dostu kaynaklar olup, en önemli özellikleri öz kaynaklar olmalarıdır. Bu açıdan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, fosil yakıtlar açısından fakir olan ülkelerin enerjide dışa bağımlılıklarının azaltılması açısından da büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle, gelişmiş ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmekte ve bu kaynakların kullanımının artırılması yönünde teşvik paketleri hazırlamaktadır.

#### 3.1. Tarım arazilerinin yapılaşmaya açılması

Tarım arazilerinin amaç dışı kullanımı, bu arazilerin sürdürülebilirliğini ve dolayısı ile tarımsal üretimi olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Türkiye'de bugüne kadar izlenen politikaların yanı sıra konu ile ilgili mevzuatın uygulanmasında yaşanan sorunlar nedeniyle, tarım arazilerinin tarım dışı kullanıma tahsis, bir başka ifade ile amaç dışı kullanımları halen önemli bir sorun olarak varlığını korumaktadır.

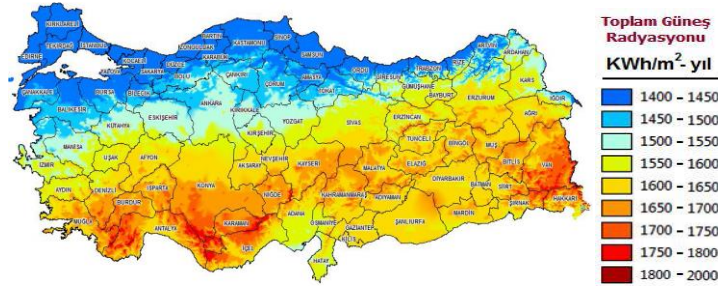
Türkiye'de 1989-2010 döneminde toplam 827 bin hektar tarım arazisinin tarım dışı faaliyet alanlarında kullanımına izin verilmiştir. Tarım arazilerinin tarım dışı kullanımına yönelik istatistikler, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından başlangıçta ülke ölçeğinde "Genel Toplam" olarak kayıt altına alınırken, 2010 yılından itibaren "Sektörel" bazda kayıt altına alınmaya başlanmıştır. Bu kapsamda, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB) 2011 yılı kayıtlarına göre, tarım arazilerinin tarım dışı kullanımına yönelik sektörel bazı değerler, konut amaçlı 12.4 bin hektar, sanayi amaçlı 22.4 bin hektar, turizm amaçlı 1.2 bin hektar, madencilik amaçlı 7.9 bin hektar ve ulaştırma amaçlı 650 hektar olmak üzere toplam 44.5 bin hektar olarak gerçekleşmiştir [7].

2009 yılı itibarıyla, dünya nüfusunun yarısı kentlerde yaşamaktadır. Bu oranın, 2050 yılına gelindiğinde yüzde 70'lere ulaşması beklenmektedir. Kentlerin büyümesi, kentlerde yaşayan insan sayısının artmasına paralel olarak kentlerin yayıldıkları alanların genişlemesi anlamına gelmektedir. Bu bağlamda, kentsel gelişmenin en temel ve önemli sonuçlarından birisi, farklı tür ve ölçekteki doğal alanların kentsel alana dönüştürülmesidir. Diğer bir ifadeyle, kentsel gelişme, arazi kullanım değişikliği yoluyla, doğal alanların tüketilmesine neden olan etmenlerin başında gelmektedir. Kentsel gelişmenin bu bağlamda baskı altına aldığı doğal alan ve ortamların başında ise tarım arazileri gelmektedir. Büyümekte olan kentlerin tarım arazileri üzerinde genişleme ihtiyacı ve eğilimi, dünyanın verimli tarım topraklarını yavaş yavaş yok olma tehdidiyle karşı karşıya bırakmaktadır. Pek çok kent örneğinde, kentsel kullanımlara dönüşmüş arazilerin büyük ölçüde verimli tarım arazilerine dayanmış olması, hem tarım arazileri hem de kentsel yaşam açısından olumsuz bazı sorunlar yaratmaktadır. Bu süreç, tarım arazileri açısından bakıldığında, verimli toprakların kentsel kullanımlara açılması sebebiyle kentsel etkilere bağlı olarak toprak varlığı ve verimliliğinde azalışa neden olmaktadır. Kentleşme açısından bakıldığında ise, kontrolsüz tarımsal üretimin neden olduğu kirlilik ile kırsal kentin plansız biçimde iç içe geçmesine bağlı olarak ortaya çıkan fiziksel ve işlevsel sorunlar, kent yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuzluğu önlemek için Çin Halk Cumhuriyeti 10-20 milyon nüfusa sahip kentler yerine, daha küçük 1-5 milyon nüfusa sahip kentler kurmayı devlet politikası olarak benimsemiştir. Bu sebeplerden dolayı, tarım arazilerinin etkin bir biçimde korunması ve yönetilmesi, tarımsal üretimin sürekliliği bakımından önemli olduğu kadar kentsel ekosistemlerin sürdürülebilirliği bakımından da önemlidir [7].

#### 3.2. Güneş enerjisinden azami fayda sağlanması

Türkiye, güneş kuşağı adı verilen güneş enerjisince zengin bir bölgede yer almasına rağmen, güneş enerjisinden yeteri kadar faydalanamamaktadır. Ayrıca yıllık 2640 saatlik güneşlenme kapasitesi ile güneş enerjisinden elektrik üretme potansiyeli açısından Avrupa ülkeleri arasında ikinci sıradadır [8].

Türkiye'nin; coğrafi konum, yüksek yatırım potansiyeli, ekonomik iş gücü maliyeti, Kuzey Afrika ve Orta doğu pazarlarında sektörün lider ülkesi olma fırsatı da güneş enerjisine yönelmesi açısından bazı avantajları ortaya çıkarmaktadır. Türkiye'nin güneş radyasyon haritası Resim 1'de verilmektedir.



Resim 1. Türkiye Güneş Radyasyon Haritası [8].

Resim 1’de ifade edildiği gibi Türkiye’nin güney kesimi güneş enerjisinden en büyük faydayı sağlamakta iken kuzeyi ise yeterli güneş radyasyonuna sahip değildir. Nüfus yoğunluğunun bulunduğu İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa gibi kentler ise güneş enerjisinden faydalı bir şekilde yararlanamamaktadır.

Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji ile ilgili en büyük sorunun depolama olduğu bilinmektedir. Bu nedenle üretilen enerjinin, anında sisteme verilerek tüketilmesi beklenmektedir. Nüfusun ve sanayinin yoğunlaşmadığı Van, Ağrı, Karaman gibi kentlerde üretilen güneş enerjisinin, anında tüketimini sağlayacak olan nüfus ve sanayi yoğunluğunun bulunduğu kentlere iletilmesi zorunlu hale gelmektedir. Bu durum da fazladan maliyete sebep olmaktadır. Bu maliyetlere örnek olarak yeni iletim hatlarının inşaatı, yeni yapılan iletim hatlarının bakım masrafları, tesis maliyetleri ve iletim sırasında oluşan kayıplar verilebilir.

Güneş enerjisinden üretilen faydanın çok iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Türkiye’nin Marmara, Ege, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinde arsa maliyetleri oldukça yüksektir. Arsa maliyeti açısından en uygun bölge, Güneydoğu Anadolu bölgesidir. Ayrıca Ege bölgesinde turizm, tarım ve sanayinin bulunduğu, İç Anadolu bölgesinde tarım yapıldığı ve Akdeniz bölgesinde turizm ve seracılığın yapıldığı topraklarda güneş enerjisi ile üretim yapmak verimsiz gözükmektedir. Bu nedenle de güneş enerjisinden üretimin atıl ve verimsiz topraklarda, turizmin, sanayinin ve tarımın yapılamadığı bölgeler de yapılması gerekmektedir. Nüfusun yoğun olduğu bölgelerde güneş ışığından yararlanma yöntemleri, Türkiye’de güneş enerjisi politikaları ve verilen teşvikler alt başlıklarda incelenecektir.

### 3.2.1. Binalarda güneş ışığından yararlanma yöntemleri

Binalarda güneş enerjisi kullanımı için geleneksel yöntemlerden veya yeni teknolojilerden yararlanılabilir. Bu bölümde yer alan inceleme, cam ve çatılarla ilgili teknolojilerle sınırlandırılmıştır.

**Cam Teknolojileri:** Cam yüzeyden giren ışık büyük ölçüde dışarıdaki duruma yani görünen gökyüzü parçasının büyüklüğü ile çevredeki bina, yol, ağaç, kır, dağ gibi elemanların yansıtma katsayıları ve yüzeylerinin görünen büyüklüğüne bağlıdır. Bu konu hakkında yapılan araştırma sonuçlarından bazıları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Duvar Kalınlığı: Pencere ya da camlı kapı açıklığının boyutları ile duvarın doğrama dışında kalan kalınlığı arasındaki oranlar cam yüzeyden giren ışığın çokluğu üzerinde rol oynamaktadır.
- Cam Yüzeyin Duvardaki Yeri: Döşemeden 85 cm yüksekliğe kadar olan cam yüzeylerin aydınlatmada önemi azdır [9].
- Tek ya da Çift Cam Durumu: 3 mm’lik pencere camı gelen ışığı % 7’sini yansıtır, % 3’nü yutar. % 90’nını geçirir. İki cam geçen ışığın iki misli azalmasına, eğik ışınlar için ikinci doğramanın cam yüzeyden bir parçasını maskeleyen etkisine neden olmaktadır [9].

Özellikle Türkiye’de yeni yapılan hemen hemen tüm binalarda giydirme cephe olarak cam kullanılmaktadır. Yapılan binaların sadece estetik açıdan değerlendirilmemesi gerekmektedir. Bu binaların inşaatı sırasında kullanılan cam türleri, ısıtma ve soğutma dönemlerinde binaların ısı performansları üzerinde etkili olmaktadır. Soğuk iklim bölgelerinde ısıtma gerektiren dönem daha etkin olduğu için, ısı geçirgenlik katsayısı daha düşük olan ve dış cepheden kaybedilen ısı miktarını azaltan camlar kullanmak uygun olacaktır [10]. Ancak soğutma için gereken enerji maliyeti de mutlaka dikkate alınmalı, dış kabuktan kazanılan güneş enerjisi miktarının soğutma maliyetini ne ölçüde etkileyeceği belirlenmelidir. Giydirme cephelerde cam seçimi yaparken, camın ısı yalıtımı, ışık geçirgenliği, renk ve ışık yansıtma özellikleri, statik dayanımı, yangın dayanımı ve güvenlik ölçütleri değerlendirilerek bir seçim yapılması çok önemlidir. Bu değerlendirme ölçütleri, binanın bulunduğu bölgenin iklim koşulları ve yönlendiği ile birlikte düşünülerek, tasarlanan bina için cam seçimi yapılmalıdır. Yanlış cam seçimi kullanıcıların doğrudan güneş ışığı ile karşı karşıya kalmalarına, mekan yeterli düzeyde aydınlatılmadığı için rahatsız olmalarına veya iç mekanlarda istenen ısı konfor koşullarının sağlanamamasına, mekanik sistemlerle daha fazla enerji tüketilmesine neden olacaktır [10]. Uygun cam türlerinin, doğru detayların seçilmesi ve uygulanması ile, binalarda optimum konfor koşulları sağlanacak,

mekanik sistemlerle tüketilen enerji miktarı azalacak, enerji tüketiminin azalması ile de gerek kullanıcıların, gerekse ülkenin ekonomik koşullarına büyük katkı sağlanacaktır.

**Çatı Teknolojileri:** Çatı ışıklıkları ve yeşil çatı uygulamaları, birlikte veya ayrı ayrı kullanılarak güneş ışığından yararlanılabilir. Bu bölümde yer alan inceleme, çatı ışıklıkları ve yeşil çatılarla sınırlandırılmıştır.

*Çatı Işıklıkları:* Binalarda çatı ışıklıklarının kullanımı ile yeterli ve kontrollü gün ışığı alınması hedeflenmektedir. Boyutlara bağlı olarak hacimlerdeki günışığı dağılımı ve miktarı değişkenlik göstermektedir. Endüstri binalarında kullanımı çok yaygın olmasına rağmen, büro, okul, hastane, kütüphane ve lobi gibi hacimlerde geniş alanlarda düzgün günışığı sağlamak amacıyla kullanılmaktadır [11]. Uygun şekilde seçilmiş ve monte edilmiş, enerji etkin bir çatı ışıklığı ısıtma, soğutma ve aydınlatma açılarından konforlu bir ortam yaratırken enerji kayıplarını da minimize edebilmektedir. Binanın bulunduğu iklim bölgesi, binanın işlevi ve tasarım konsepti ile çatı ışıklığının uygun biçimde ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Kuzeye dönük olan çatı ışıklıkları ile güneş ışığı binaya girmemekte, yaygın gök ışığı içeri alınmaktadır. Doğuya yönlendirilmiş çatı ışıklıkları sabahları, batıya yönlendirilmiş açıklıklar ise öğlenleri maksimum aydınlık ve ısı kazancı sağlamaktadır. Kışın ise güneye yönlendirilmiş çatı ışıklıkları diğer yönlerle oranla maksimum ısı kazancını sağlamakta, fakat yazın istenmeyen ısı kazançlarına sebep olabilmektedir. Bazı çatı ışıklıkları günışığı amaçlı uygulanırken bazıları havalandırma ve nem kontrolü amaçlı kullanılabilir [11].

*Yeşil Çatılar:* Çatı bahçeciliği, bitkilendirilmiş çatı teknolojisi, yaşayan çatılar veya eko çatılar olarak da ifade edilen yeşil çatılar, binalarda çatı yüzeylerinin toprakla kaplanarak üzerinin bitkilendirildiği sistemler olarak tanımlanabilir. Yeşil çatılar, kentsel ısı adalarını önlemesi, gürültüyü sönmemesi, tozu filtre etmesi, binalara ek yalıtım sağlaması, karbondioksit salınımı azaltarak insan sağlığını olumlu yönde etkilemesi, kentlerin atık su sistemlerini rahatlatması ve yapı malzemelerinin ömrünü uzatması gibi özellikleriyle sürdürülebilir binalarda tercih edilmektedir [12]. Çatı yüzeyinde bulunan toprak tabakası binada ek bir yalıtım olarak iklim değişikliği ve rüzgâra bağlı ısı kayıplarını % 50 oranında azaltırken, ısı kazançlarını artırarak enerji tasarrufuna yardımcı olmaktadır [13]. Yapılan bilimsel araştırmalar yeşil çatı kullanımının bina sıcaklığını 3°C düşürdüğünü göstermektedir ve yeşil çatı kullanımı, bitkiler aracılığıyla hava kirliliğindeki olumsuz etkileri azaltmaktadır [14].

Kente trafik ve kalabalık kaynaklı gürültü, binalardan ve kentteki sert zemin yüzeylerden yansımaktadır [14]. Yeşil çatılar tıpkı yeşil alanlar, bitkilerle kaplı duvarlar ve ağaçlar gibi gürültünün yutulması için yardımcı olmaktadır. Sürdürülebilir bina tasarımı için büyük fırsat olan yeşil çatı uygulamaları, Amerika ve Avrupa'da, hem özel sektör hem de devlet tarafından talep görmekte ve teşvik edilmektedir. Türkiye'de de özellikle son dönemlerde sertifikalı binaların sayısının artması ile birlikte yeşil çatıların da sayısının arttığı görülmektedir. Almanya'nın sadece Stuttgart kentinde 2 milyon metrekarelik yeşil çatı uygulamasına karşılık Türkiye genelindeki 500 bin metrekarelik yeşil çatı uygulaması, Türkiye inşaat sektöründe alınması gereken çok yol olduğunu göstermektedir [15].

### 3.2.2. Güneş enerjisi ile ilgili politikalar ve verilen teşvikler

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmek üzere birçok ülkede çeşitli mekanizmalar geliştirilmiştir. Bu mekanizmalar, fiyat belirleyici ve miktar yükümlülüğü getiren teşvikler, maliyet düşürücü yatırım politikaları ve kamu yatırımları ile Yenilenebilir Enerji (YE) pazarının gelişmesini sağlayacak teşviklerdir.

Türkiye'de 6094 sayılı kanunda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını destekleme konusunda fiyat tabloları güncellenerek yürürlüğe girmiştir. Buna göre güneş enerjisinden elde edilecek elektrik enerjisine verilen teşvik 13,3 ABD Doları Cent/kWh ve güneş enerjisi sitemlerinin yurt içinde imalatı söz konusu olduğunda verilecek olan ilave teşvik 0,6-3,5 ABD Doları Cent/kWh arasında değişiklik göstermektedir [16].

Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde güneş enerjisi ile ilgili politikalar incelendiğinde, Almanya'da yenilenebilir kaynaklarla ilgili yasa ve teşvikler 1990'lı yılların başlarında hayata geçirilmeye başlanmıştır. 1991 yılında çıkarılan Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu (Erneuerbare Energien Gesetz, EEG) yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin alınmasını zorunlu hale getirmiştir. 1 Ağustos 2004 yılında yürürlüğe giren şebeke besleme tarifesi 2008 yılında değiştirilmiştir. Beklenmeyen yüksek ilgi ve büyüme oranları nedeniyle tarifelerdeki değer indirme hızlandırılmış ve daha düşük tarifelerin geçerli olduğu yeni bir kategori (1.000 kWp'ten daha büyük sistemler için) oluşturulmuştur. Günümüzde Almanya'da, sabit fiyat garantisi, yatırım teşvikleri ve vergi muafiyeti gibi teşvikler uygulanmaktadır [8]. İngiltere'de ise 2006 yılı itibarıyla Yenilenebilir Enerji Teşviklerindeki durum incelendiğinde, Energy Saving Trust olarak bilinen fon mekanizması güneş enerji sistemlerinin kurulmasında kW başına 2000 Sterlin teşvik vermektedir. Maksimum teşvik miktarı 2500 Sterlindir ve toplam kurulum masraflarının %50'sini geçmemektedir. Elektrik alım satım tarifeleri münferit olarak elektrik şirketleri tarafından belirlenmektedir ve tüketiciler elektrik dağıtım firmalarını seçmekte serbesttirler [8]. 2011 Ocak ayında 50 kW üzerindeki solar elektrik

sistemlerine ağırlık veren teşvik sistemi sayesinde yıl içinde 700 MW Kurulu güce sahip solar sistemi devreye alınmıştır. Böylece, sistem toplamda 750 MW'a ulaşmıştır.

Amerika Birleşik Devletlerinde (ABD) hemen her eyalette bölgenin ihtiyaçları ve potansiyeli doğrultusunda şekillendirilen teşvik mekanizmaları mevcuttur. Bununla birlikte ülkenin ulusal bir yenilenebilir enerji politikası da vardır. 1978 tarihli Ulusal Enerji Kanunu'nun (National Energy Act - NEA) bir parçası olan PURPA özellikle küçük üreticiler aracılığıyla yenilenebilir enerjilerin gelişmesi için ilk adımı oluşturmuştur. NEA kapsamında 1978'den beri güneş, rüzgar ve jeotermal kurulumlar için yatırım vergi indirimleri sağlanmıştır. 1992 yılında yürürlüğe giren Enerji Politikası Kanunu (Energy Policy Act) ise rüzgar enerjisinin yayılmasında önemli bir rol oynamıştır. 1997'de geliştirilen "Bir Milyon Güneş Çatısı" kampanyası uzun vadeli düşük faizli krediler, federal binalar için kamu alımları, ticarileştirme programlarını ve üretim teşviklerini içermektedir [17]. 787 milyar dolarlık fonlamayla Amerika Yeniden Toparlanma ve Yatırım Kanunu, ABD tarihinde Amerikan ekonomisinde yapılmış en büyük yatırımları temsil etmektedir. Bu fonun 100 milyar dolardan fazlası YE projelerini de yakından ilgilendiren inovatif ve dönüştürücü programlara tahsis edilmiştir. 2008 sonu itibarıyla toplam 2,8 GW mertebesinde olan güneş enerjisi kurulu gücü 2014 sonunda 20 GW'a ulaşmıştır [18]. ABD aynı zamanda Ar-Ge çalışmalarına geçmişte ciddi yatırım yapmış olup bu konudaki politikasına halen devam etmektedir. Bu çalışmaların bir sonucu olarak 2020 yılına kadar ABD, enerjisinin % 10'unu yenilenebilir enerjilerden sağlamayı planlamaktadır [19].

### 3.3. Yağmur suyu toplama sistemleri

Günümüzde tatlı su kaynaklarının hızlı biçimde tüketilmesi ve kirlenmesi gibi sebeplerle, gri suyun arıtılarak kullanılmasının ve alternatif bir kaynak olan yağmur suyunun yeniden kullanılması gündeme gelmiştir. Sahip olduğumuz su potansiyeli ve gelecek 20 yıl içerisinde öngörülen su miktarı henüz Türkiye'de aktif olarak kullanımı yeterli düzeyde olmayan bu teknolojilerin bir an önce kullanılmaya başlanılmasını gerekli kılmaktadır [20]. Özellikle havalimanlarında, askeri bölgelerde, stadyumlarda, turistik tesislerde ve çatı alanı yeterince büyük olan binalarda yağmur sularının toplanarak, basit arıtma işlemlerinden geçirilip kullanıma sunulması binalarda su korunumu için alınabilecek önlemler arasındadır. Pek çok ülkede bu yöntem ile kullanım suyundan büyük ölçüde tasarruf edilerek, su tüketim oranları daha alt sınırlara çekilmiştir. Yağmur suyunun toplanarak binalarda kullanımının yaygınlaştırılması, farklı ülkelerde farklı teşvik ve yasalarla desteklenmektedir. Bu çalışmada söz konusu destekler, Almanya, İngiltere, Japonya, Hindistan, Avustralya ve ABD'de ölçeğinde incelenmiştir.

#### ALMANYA:

Yasa ve Yönetmelik: Yağmur suyu toplama sistemleri konusunda "DIN 19891 pek çok ülkede bu konuda oluşturulan standartlara öncülük etmiştir. Bu standart yağmur suyuna ilişkin, planlama, tesisat, uygulama ve bakım, yağmur suyu filtreleme, yağmur suyu rezervuarları ve ek bileşenleri konularını ele almaktadır [21].

Teşvik: Su fiyatlarının yüksek olması nedeniyle konutlarda ve çalışma alanlarında 1,5 milyonun üzerinde yağmur suyu toplama sistemi kurulmuştur. Sistemin kurulduğu bölgeye göre 1.200 Euro'ya kadar indirim yapılmaktadır [21].

#### İNGİLTERE:

Yasa ve Yönetmelik: 2009 yılında "BS-8515" standardı çıkarılmıştır. Bu standart, İngiltere'de, yağmur suyunun kullanım suyuna eklenmesine ilişkin tasarım, tesisat ve bakımı hakkında bilgi vermektedir [22].

Teşvik: Sistemin uygulandığı ilk yıl %100 vergi indirimi sağlanmaktadır [22].

#### JAPONYA:

Yasa ve Yönetmelik: 30.000 m<sup>2</sup>'den daha büyük binalarda gri su arıtma sistemleri ya da yağmur suyu toplama sistemlerinin kullanılması, Bayındırlık Bakanlığı tarafından yasa ile zorunluluk haline getirilmiştir [23].

#### HİNDİSTAN:

Yasa ve Yönetmelik: Yeni Delhi'de 100 m<sup>2</sup>'den büyük çatı alanına sahip tüm yeni binalarda ve 1000m<sup>2</sup>'den büyük inşaat alanına sahip yeni binalarda, Gujarat'da tüm resmi binalarda, Indore'da 250 m<sup>2</sup> inşaat alanına sahip tüm yeni binalarda, Hyderabad'da 300 m<sup>2</sup> üzerinde alana sahip tüm yeni binalarda, Chennai'de 3 katlı tüm yeni binalarda, Mumbai'de 1000 m<sup>2</sup> parsel alanına sahip tüm yeni binalarda yağmur suyu kullanılması kanunen zorunlu hale getirilmiştir [20].

#### AVUSTURALYA:

Yasa ve Yönetmelik: Sydney ve New South Wales'de BASIX bina yönetmeliğine göre yağmur suyu deposunun konut dışında ya da konut içerisinde kullanılarak su tüketiminin azaltılması gerekmektedir [24].

*Teşvik:* NRGİ programı kapsamında 2009'dan itibaren her aileye, evlerinde kullanacağı yağmur suyu deposu ya da gri su arıtması için 500 dolara varan teşvik sağlanmaktadır. Queens Land'da konutlarda yağmur suyu sisteminin kurulmasına hükümet tarafından 1.500 dolara kadar indirim yapılmaktadır [24].

ABD:

*Yasa ve Yönetmelik:* Illinois Plumbing License Law tarafında 2010 yılından itibaren yağmur suyu toplama ve dağıtım sistemine ilişkin asgari standartlar (SB 2549) yasa ile zorunlu hale getirilmiştir. Farklı eyaletlerin belirlemiş oldukları farklı yasalar bulunmaktadır [20].

*Teşvik:* Texas'ta 1983'ten itibaren yağmur suyu sistemi kullanılan binalarda endüstriyel ve ticari tesislerde emlak kredisi yardımı yapılmakta olup, 2001 yılında yağmur suyu kullanan binalarda vergi indirimleri yapılmıştır. Austin'de konutlarda yağmur suyu sisteminin kurulması için 500 dolarlık bölümünü, kamu ve kar amacı gütmeyen kuruluşlarda 5.000 dolarlık bölümünü devlet karşılamaktadır. Virginia eyaletinde sistem maliyetinin yarısını geçmemek şartıyla 2.000 dolara kadar vergi indirimi yapılabilmektedir [20].

### 3.4. Atık yönetimi

Atık yönetimi, evsel, tıbbi, tehlikeli ve tehlikesiz atıkların en aza indirilmesi, kaynağında ayrı toplanması, ara depolanması, gerekli olduğu durumlarda atıklar için transfer istasyonlarının oluşturulması, atıkların taşınması, geri kazanılması, bertarafı, geri kazanım ve bertaraf tesislerinin işletilmesi ile kapatma, kapatma sonrası bakım, izleme-kontrol süreçlerini içeren bir yönetim biçimidir. Atıkların yönetimini en aza indirerek, doğal kaynaklara aşırı yüklenmesinin önüne geçilmesi ve üretilen atıkların mümkün olan en üst düzeyde geri kazanımının sağlanarak, atıkların ekonomiye bir girdi olarak dönüştürülmesi yani sürdürülebilir atık yönetimi, tüm dünyada öncelikli bir politika hedefi olarak benimsenmektedir. Bu amaçla benimsenen politika ve hedefler ulusal ve uluslararası mercilerce yayınlanan kanun, direktif ve yönetmelikle kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır [25].

Katı atıkların entegre bir sisteme dahil edilmesi için öncelikli olarak mevcut durumun irdelenmesi gerekmektedir. Mevcut şartlarda atık karakterizasyonu, miktarı, toplama ve taşıma şekilleri, bertaraf yöntemi, bölgenin sosyoekonomik durumu ve gelişmişlik düzeyi gibi pek çok parametre sistemin planlanabilmesi için önemli kilometre taşlarını oluşturmaktadır. Türkiye'de en yaygın ve geçerli geri kazanım yöntemi, sahada ayıklamadır. Ancak, bu uygulama çöp döküm sahalarında atık ayıklayıcıları tarafından sağlıklı ve güvensiz koşullarda gerçekleştirilmektedir. Benzer şekilde atık toplayıcılarının caddelerdeki konteynerlerden kâğıt ve metal toplaması gibi bir uygulamalar da mevcuttur. Bu işlemlerle yaklaşık %20 geri kazanım sağlanırken, yüksek işletme maliyetleri ve fizibilite çalışmalarındaki hatalar nedeni ile söz konusu işlemlerin ekonomik açıdan verimsiz olduğu söylenebilir [26]. Türkiye'de de katı atık depolama tesisi, malzeme geri kazanım tesisi, kompost ve yakma tesislerinin geliştirilmesi ve sayıca artırılması bir zorunluluk haline gelmiştir.

### 3.5. Yalıtım

Yapı sektöründeki enerji verimliliği teknolojileri, yatırım geri dönüşü en kısa olanlardandır. Özellikle soğuk iklimlerde, binalarda tüketilen enerjinin büyük kısmı ısıtma amaçlı kullanıldığından, bu bölgelerdeki enerji tüketimi, yapı elemanlarının yalıtımı veya yapı elemanlarında yalıtımın iyileştirilmesi ve daha verimli ısıtma sistemlerinin kullanılmasıyla önemli ölçüde azaltılabilir. Diğer yandan sıcak iklimlerde yine iyi yalıtım ve havalandırma sağlanarak klima çalıştırma ihtiyacı azaltılabilmektedir.

Türkiye'de 2011 yılından itibaren bazı kamu destekleri ve yaptırımlar uygulanmaktadır. 2011-2018 yılları arasında yalıtım malzemelerinin satış ve uygulamaları için kullanılan bireysel krediler üzerindeki BSMV ve KKDF gibi dolaylı vergilerin sıfırlanması; binaların enerji kimlik belgeleri oluşturularak E, F ve G sınıfında olan binalar için Emisyon Vergisi getirilmesi ve A, B ve C sınıfı grubundaki konut veya binalarda sırasıyla %75, %80 ve %85 enerji birim fiyatlarının değişkenlik göstermesi uygulamaya konacaktır. Ayrıca A, B ve C grubundaki konut veya binalara alım/satım vergisi, emlak vergisi, çevre temizlik vergisi ve tapu harçlarında sırasıyla %75, %50 ve %25 gibi indirimler uygulanacaktır [27]. Bu destekler ve yaptırımlar sayesinde, 2023 yılına kadar kümülatif enerji tasarrufu 51 milyar TL ve kümülatif karbon salımı azalımı 185 milyon ton olarak hesaplanmaktadır. Ayrıca, bu destek ve teşviklerin 2023 yılına kadar kümülatif 169 bin istihdam artışı sağlayacağı öngörülmektedir [27].

AB dahilinde, enerji tüketiminin 2020 yılına kadar %20 azaltılmasını sağlayacak gerçekçi planlar oluşturulmuştur. Böylece, AB kapsamında yılda 100 milyar EURO tasarruf sağlanmış olacaktır. Yapılan tahminlere göre Enerji Verimliliği Programı sonucunda, 2020 yılında, EU-25 ülkelerinin toplam enerji tüketimi 2000 yılındaki seviyesine gerileyecektir [28].

ABD’de, 2009 yılı başında oluşturulan ve halen yürütülmekte olan ARRA, DOE ve EERE programları devam etmektedir. Bu programların en büyük hedefi 2020 yılına gelindiğinde yeni yapılan binalardaki enerji tüketiminde %70 kadar düşüş sağlamaktır.

#### 4. Sonuç

Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırmak için mevzuatlar ve uygulamalar dikkatli bir şekilde ele alınmalıdır. Bu amaçla uygulamada aksayan yönler, gelişmelere ve belirlenecek yeni hedeflere uygun düzenlemeler yapılmalıdır. Örneğin, yağmur suyu toplama sistemlerine devlet teşviki verilmesi büyük önem taşımaktadır. Binaların çevreye karşı sürekli tüketici konumunda olmasına karşın, bu tüketimi azaltacak adımlar atılmalı ve binaların aynı zamanda üretebilmeyi de gerçekleştirmesi sağlanmalıdır. Böylece arz ve talebin kendi içerisinde oluşturulması sağlanabilecektir.

Yapılacak toplu konut projelerinde ve sanayi tesislerinde sürdürülebilir sistemleri yaygınlaştırma çalışmaları büyük önem arz etmektedir. Türkiye’deki büyük ve küçük ölçekli firmaların, bu sistemleri kullanması zorunlu hale gelmeli ve büyük destekler sağlanmalıdır. Ancak bu şekilde hedeflenen rakamlara ulaşılabilir. Aynı zamanda, sürdürülebilir bina yaklaşımı, eğitim programları, araştırmalar, yasalar ve yönetmeliklerle desteklenmelidir [29].

#### Kaynaklar

- [1]. WWF-Türkiye, “Yenilenebilir Enerji Geleceği ve Türkiye”, ISBN 978-605-61279-8-4, (2011).
- [2]. WWF-International, “%100 Renewable Energy is Possible by 2050”, ISBN 978-2-940443-26-0, (2011).
- [3]. İ. Çakmanus, İ. Kaş, A. Künar ve A. Gülbeden, ”Yüksek Performanslı Sürdürülebilir Binalara İlişkin Bir Değerlendirme”, Türkiye Mühendislik Haberleri (TMH)-461-462-2010/3-4, (2010).
- [4]. E. Ilıcalı, “Kentsel Dönüşüm ve Sürdürülebilirlik”, Altentis Managing Sustainability, www.altentis.com.
- [5]. A. B. Gültekin ve E. B. Farahbakhsh,, “Cam Yapı Malzemelerinin Enerji Performanslarının Değerlendirilmesi, II. Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu- ISBS2015, Gazi Üniversitesi, Ankara, 824-834, (28-30 Mayıs 2015).
- [6]. S. B. Erdede, B. Erdede ve S. Bektaş, “Kentsel Dönüşümde Yeşil Binaların Uygulanabilirliği”, 5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014), İstanbul (2014).
- [7]. T.C. Kalkınma Bakanlığı, Tarım Özel İhtisas Komisyonu, “Tarım Arazilerinin Sürdürülebilir Kullanımı Çalışma Grubu Raporu”, Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, Ankara, (2014).
- [8]. E. Özdemir ve H. E. Bağırın, “Güneş Enerjisinden Elektrik Üretiminde Ülkemizde ve AB Ülkelerinde Verilen Teşvikler”, Türkiye 12. Enerji Kongresi, Türkiye (2012).
- [9]. Ş. Sirel, “Gün Işıyla Aydınlatma ve Pencere Boyutları”.
- [10]. S. Soyyiğit ve E. Bosatancıoğlu, “Giydirme Cepheli Büro Binalarında Cam Seçimi”, 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 12-13 Nisan, Bursa, (2012).
- [11]. A. K. Yener, “Binalarda Günışığından Yararlanma Yöntemleri: Çağdaş Teknikler”, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Türkiye (2007).
- [12]. Y. Koç, ve A. B. Gültekin, “Yeşil Çatılar ve Türkiye’deki Uygulamaları”, 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 175-182 (15 -16 Nisan 2010).
- [13]. Y. Koç ve A.B. Gültekin, “Yeşil Çatılar ve Türkiye’deki Uygulamaları”, 5. Ulusal Çatı-Cephe Sempozyumu, İzmir (2010).
- [14]. O. Kıncay, “Sürdürülebilir “Yeşil” Alanlar”, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [15]. “İnşaat Sektöründe Yeni Trend Yeşil Çatılar”, <http://www.htemlak.com/diger-haberler/haber/1046652-insaat-sektorunde-yeni-trend-yesil-catilar> (Erişim Tarihi: 24.02.2015).
- [16]. Resmi Gazete, “6094 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun”, Sayı:27809 (08.01.2011).
- [17]. Policies to Promote Non-hydro Renewable Energy in the United State and Selected Countries, EIA, (February 2005).



- [18]. [www.yesilekonomi.com/gunes-elektrigi/abd-gunes-elektriginden-20-gwa-ulasti](http://www.yesilekonomi.com/gunes-elektrigi/abd-gunes-elektriginden-20-gwa-ulasti) (Erişim Tarihi: 24.03.2015).
- [19]. E. Uluatam, “Yenilenebilir Enerji Teşvikleri” AB proje Geliştirme ve İzleme Müdürlüğü, Ekonomik Forum, s.34-41, Ekim (2010).
- [20]. N. İ. Şahin ve G. Manioğlu, “Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması” Tesisat Mühendisliği Sayı 125 s.21-32, Eylül/Ekim (2011).
- [21]. DIN 1989-1, Rainwater harvesting systems - Part 1: Planning, installation, operation and maintenance, (2002).
- [22]. BS 8515, Rainwater harvesting systems, (2009).
- [23]. T. Asano, F. L. Burton, H. L. Leverenz, R. Tsuchihashi, G. Tchobanoglous, “ Water Reuse Issues, Technologies, and Applications, Metcalf & Eddy/ AECOM, s. 751-752-755-756-757-758, (2006).
- [24]. [http://www.rainwaterharvesting.org/policy/legislation\\_international.htm](http://www.rainwaterharvesting.org/policy/legislation_international.htm), (Erişim tarih 28.04.2015).
- [25]. H. Palabıyık ve D. Altunbaş, “Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi”, Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar: Ekolojik, Ekonomik, Politik ve Yönetimsel Perspektifler, C. Marin, U. Yıldırım (Ed.), s.103-124, Beta, İstanbul (2004).
- [26]. A. Yılmaz ve Y. Bozkurt, “Türkiye’de Kentsel Katı Atık Yönetimi Uygulamaları Ve Kütahya Katı Atık Birliği (KÜKAB) Örneği”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C.15, S.1 s.11-28. (2010).
- [27]. M. Gümüş, “2010-2023 İZODER Isı Yalıtım Raporu” (2010).
- [28]. European Commission Green Paper on Energy Efficiency or Doing More With Less, (2015).
- [29]. A. B. Gültekin, ve B. A. Alparslan, “Ecological Building Design and Evaluation in Ankara”, Croatian Association of Civil Engineers Gradevinar, 65 (11): 1003-1013, Croatia, (2013).