

## YEŞİL YAPI KONSEPTİNE GENEL BİR BAKIŞ

Aysun SEVEN<sup>1</sup>,Bülent TOPBAŞLI<sup>2</sup>, Bahtiyar DURSUN<sup>3</sup>

### ÖZET

Günümüzde insanlığın en temel ihtiyaçlarından birisi enerjidir. Üretim sektöründe büyümeden dolayı enerjiye olan talebin artması beraberinde enerjiye olan ihtiyacın artmasına sebep olmuştur. Enerji ihtiyacının karşılanmasında başvurulan ilk kaynaklar genellikle fosil kökenli yakıtlar olmaktadır. Bu yakıt türünün aşırı kullanımı sonucunda günümüzün en büyük sorunlarından olan küresel iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Fosil yakıtlardan enerji üretimi esnasında havaya salınan CO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> gibi sera gazları iklim değişikliğine, ekolojik dengenin bozulmasına sebep olmaktadır. Bu konuda önlemler alınmadığı takdirde dünyamız yaşanılabilir bir dünya olmaktan çıkacaktır. Bu bağlamda öncelikli olarak enerji ihtiyacının karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının yeni inşa edilen yapılarda ise sürdürülebilirlik ve yeşil konsept kapsamında değerlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada; sürdürülebilir, ekolojik, yeşil, çevre dostu veya yaşam döngüsü çerçevesinde bütüncül bir anlayışla tasarlanan, iklim koşullarına uygun yapılar hakkında kapsamlı bilgiler verilecektir. Ayrıca bu yapıların enerji ihtiyacını karşılamaya yönelik yenilenebilir enerji kaynakları ile donatılmış alternatifler değerlendirilecektir. Sonuç olarak doğaya uyumlu ve sürdürülebilir yapılar inşa ederek daha temiz ve yaşanılabilir bir dünya oluşturmanın yolları araştırılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilirlik, Yeşil yapı, Yenilenebilir enerji kaynakları

### AN OVERVIEW OF GREEN BUILDING CONCEPT

#### ABSTRACT

Nowadays, one of the main needs of humankind is energy. The increase in the need of energy in the production sector due to expansion has caused the increase in the need of energy. The fossil fuels are the first sources that are generally wanted in meeting energy demand. Because of overuse of this fuel type, the global climate change which is the biggest problem in nowadays occurs. The greenhouse gases such as CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> that are released to the air during the energy production from fossil fuels cause climate change and disruption of the ecological balance. If no precautions are taken, our world will not be place for living. In this context, it has been found out that the renewable energy sources must be evaluated as sustainable in the newly built constructions and as a green concept in the meeting of energy demand.

In this study, a comprehensive knowledge about the constructions that are available to climate conditions and designed in a holistic approach in terms of sustainable, ecological, green, environmentally friendly and lifecycle. In addition to this, the alternatives equipped with the renewable energy sources for meeting the energy demand of these constructions will be evaluated. Consequently, the ways for creating a cleaner and livable world will be investigated by building environmentally friendly and sustainable constructions.

**Keywords:** Sustainability, Green building, Renewable energy resources

<sup>1</sup> Öğretim Görevlisi, Kırklareli Üniversitesi Pınarhisar MYO, [aysun.seven@klu.edu.tr](mailto:aysun.seven@klu.edu.tr)

<sup>2</sup> Öğretim Görevlisi, Kırklareli Üniversitesi Pınarhisar MYO, [bulent.topbasli@klu.edu.tr](mailto:bulent.topbasli@klu.edu.tr)

<sup>3</sup> Doç.Dr. Kırklareli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, [bahtiyar.dursun@klu.edu.tr](mailto:bahtiyar.dursun@klu.edu.tr)

## GİRİŞ

Günümüzde gelişmiş yada gelişmekte olan ülkelerde imalat ve sanayi sektöründe en önemli girdinin enerji olduğu bilinmektedir. Nüfus artışı, dinamik bir ekonomik yapı, insanların yaşam kalitesinin ve refah düzeyinin artması gibi etkenler enerjiye olantalebi doğrudan arttırmaktadır. Talep edilen enerjinin sağlanmasında konvansiyonel enerji kaynaklarının kullanılması beraberinde CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> ve NO gibi sera gazı emisyonlarının oluşmasına da sebep olmaktadır. Konvansiyonel enerji kaynakları temelde kömür, petrol v.b. fosil kökenli yakıtlardan oluşmakta ve dünyada bu kaynakların rezervlerinde önemli ölçüde bir azalış söz konusu olmaktadır. Bahsedilen konvansiyonel enerji kaynaklarının sera gazı emisyonları yayması, çevre kirliliğine yol açması ve rezervlerinin her geçen gün önemli ölçüde azalması gibi olumsuzluklar ülkeleri yeni enerji türlerini aramaya yöneltmiştir. Bu enerji kaynaklarının başında yenilenebilir enerji kaynakları gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ülkelerin dışa bağımlılığının azaltılması noktasında ayrı bir öneme sahiptir. Arz güvenliği için enerjide çeşitlilik sağlamakta ülkeler açısından önem teşkil etmektedir (Dursun, 2013; Dursun ve Gökçöl, 2011; Dursun vd, 2009).

Temiz, çevre dostu kaynak olarak sonsuz olması gibi avantajlarından dolayı son zamanlarda yenilenebilir enerji kaynaklarına artan bir ilgi duyulmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları hidrolik, jeotermal, güneş, biokütle ve rüzgâr gibi enerji kaynaklarıdır (Uysal, 2011). Bu kaynaklar arasında özellikle rüzgar ve güneş gibi enerji türleri ülkelerin potansiyelleri ölçüsünde değerlendirilebildikleri enerji türleridir. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları açısından yeterli potansiyele sahip bir ülkedir. Yenilenebilir enerji kaynakları tüm ülkelerde olduğu gibi Türkiye için de ekonomik, politik ve çevre açısından güvenilir enerji sağlama özellikleri ile oldukça önemli bir yere sahiptir (Uysal, 2011).

Konvansiyonel enerji kaynaklarının kullanımı ile ortaya çıkan olumsuzlukları bertaraf etmek amacıyla yapı sektöründe de bir takım değişimler gözlemlenmekte ve son zamanlarda yeni inşa edilen yapılarda sürdürülebilirlik temelli doğayla uyumlu ve çevreci yapılar inşa edildiği görülmektedir. Bu tarzda gerçekleştirilen yapılar "yeşil yapı konsepti" olarak tanımlanan yapılar ortaya çıkmıştır. Bu konseptteki yapılar inşa edilirken yapım aşamasında kullanılacak yapı malzemeleri noktasında belirli bir takım standartlar getirilerek ve bu standartları uygulayan yapılar sertifikalandırılmaktadır. Sertifika alan yapılar yapı sektöründe daha değerli, doğaya saygılı, ekolojik, konforlu ve enerji tüketimini azaltan yapılar olarak yeni bir yönelim ve sektör ortaya çıkarmıştır (yeşilkagider). Yeşil yapı konsepti; içerisinde yaşayan canlıların sağlığını koruyan, çalışanların verimini arttıran, suyu, enerjiyi ve diğer kaynakları daha verimli kullanan, oluşabilecek çevresel olumsuz etkileri en aza indiren yapılardır (Kıncay, 2011).

Herhangi bir yapıya "yeşil yapı" unvanını; yapının yer seçimi, yapının tasarımı ve inovasyonu, yapıda kullanılan yapı malzemelerinin özellikleri, yapım tekniği, atık malzemelerin yeniden kullanımı konularındaki seçici yaklaşımlar vermektedir. Yeşil yapılar;

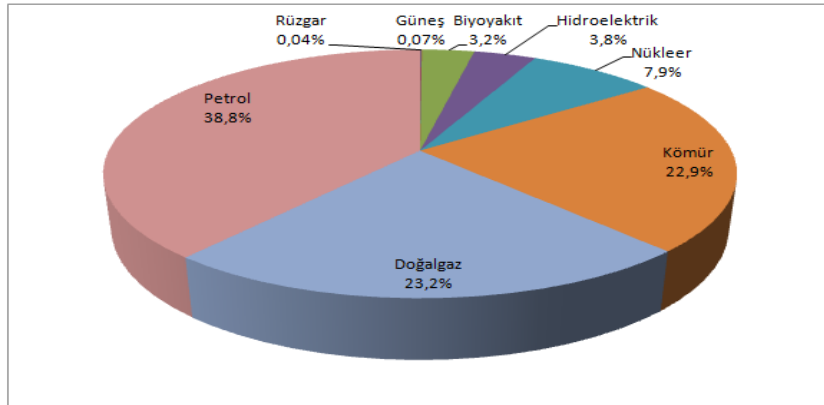
- İnşa edildiği alanlarda kentsel yaşama değer katması
- Yapının değerini artırması
- Yapım aşamasında doğal çevre tahribatının en aza indirilmesi
- Temiz ve alternatif teknolojilerin kullanımı ve geliştirilmesine ortam sağlaması
- Hafriyat ile ortaya çıkan atık malzemenin değerlendirmeye alınması
- Yeşil çatı uygulaması ile yağmur sularının arındırılması
- Yağmur sularının kullanımı ile kanalizasyon sisteminin yükünü azaltması
- Güneş enerjisinden yararlanması
- Doğal ışıktan yararlanması
- Yeşil katmanların güneş ışınlarını yansıtması ile sera etkisini oluşturan yansımaları azaltması
- Enerji tasarrufu sağlaması
- Yeşil katmanları ile oksijen üretmesi (yeşilkagider).

- İlk yapım maliyetlerinin % 5 - 10 arasında artırdığı tahmin edilen yeşil yapıların enerji tasarrufunda %50 -70'e varan tasarruf sağlaması
- Uzun vadede işletme maliyetlerinin düşük olması
- İzolasyon sistemleri ile ısıtma soğutma maliyetlerinin ve karbondioksit salınımlarının azaltılması gibi özelliklerle ön plana çıkmaktadır(ÇEDBİK).

Yeşil yapılarda mimari, tasarım ve kullanım aşamalarında “yenilenebilir veya temiz enerji” diye adlandırılan güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, bio-yakıtlar v.b. enerji türlerinin kullanıldığı görülmektedir. Yeşil yapıların yanı sıra mevcut geleneksel yapılar ile de birlikte son zamanlarda artan bir kullanım alanı bulan yenilenebilir enerji kaynakları özellikle çevre dostu, temiz enerji olması ile de dikkat çekmektedir. Ayrıca son zamanlarda çıkarılan kanun, yönetmelik ve teşvikler ile yapılarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Sistemler yaygınlaştıkça, birim enerji üretim maliyetleri azalmakta, yeni teknolojiler daha fazla kullanılmasına olanak verecek şekilde cazip hale gelmektedir. Temiz enerjilerin kullanıldığı yeni yapılar, satış stratejisinin de bir parçası olarak doğal çevre ile uyumlu yapılanmayı sağlamak için, BREEAM (Yapı Araştırma Kuruluşu Çevresel Değerlendirme Metodu) ve LEED (Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik) gibi yeşil yapı standartları kullanılmaktadır. Esas amacı yapıların çevresel performansları için doğru kriterleri belirlemek olan BREEAM Çevresel Değerlendirme Metodu'nun ana hedefi tasarımcıları çevresel konulara karşı daha duyarlı hale getirmektir. Yapılarda çevre dostu ve enerji tasarrufu yapan uygulamaları desteklemek amaçlı sertifika veren bir diğer kuruluş olan LEED, tasarlanan bir projeye, “sürdürülebilir araziler”, “su kullanımında etkinlik”, “enerji ve atmosfer”, “malzeme ve kaynaklar”, “iç hava kalitesi”, ve “inovasyon ve tasarım” olmak üzere 6 alanda puan verir. Değerlendirmeden geçen yapılar, puanlama neticesine göre “sertifika”, “gümüş”, “altın”, ve “platin” şeklinde isimlendirilen 4 ayrı seviyede sertifika alabilirler (Erten, 2010).

#### YEŞİL YAPILAR İLE GELENEKSEL YAPILARDA ENERJİ KULLANIMI

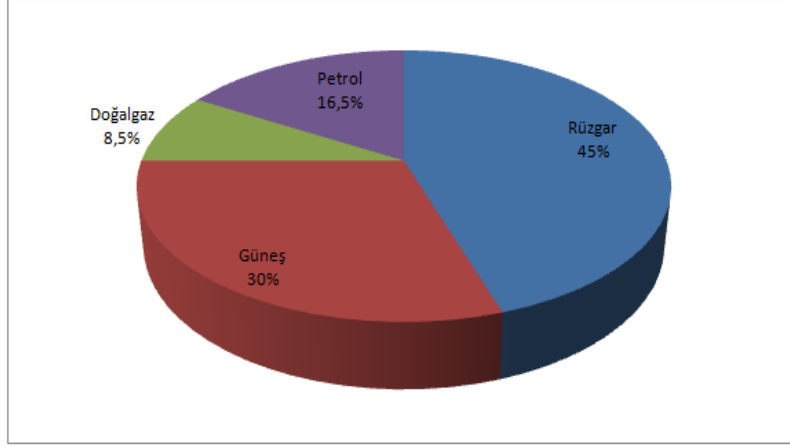
Kullanılan enerjinin türleri ve miktarları bakımından geleneksel yapılarla yeşil yapılar arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Geleneksel yapıların ısıtma, soğutma, aydınlatma ve elektrikli ev aletlerinin çalıştırılması için harcanan enerjinin %85'i fosil yakıt kaynakları olan petrol, kömür ve doğalgazdan sağlanırken, yenilenebilir hidroelektrik, güneş ve rüzgâr enerjisinin tüketimdeki payı %4'lerde seyretmektedir. Şekil 1'de geleneksel bir yapıda enerji tüketim oranları (%) görülmektedir (Sarier vd.,2012).



Şekil 1. Geleneksel Bir Yapıda Enerji Tüketim Oranları (%)

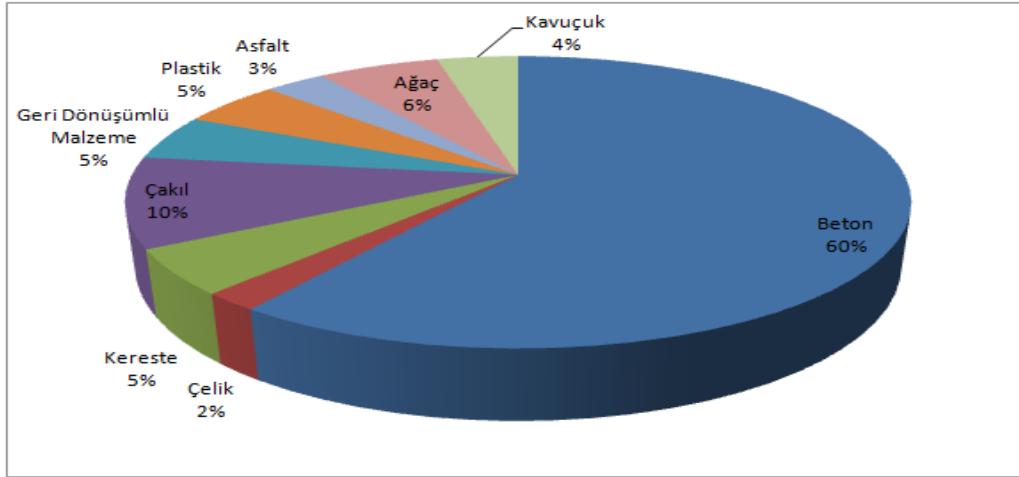
Sürdürülebilir yeşil yapılarda bu oranlar yer değiştirmektedir. Kendi kendisine yetebilen yapı yaklaşımı ile güneş ve rüzgar enerjisinden %75 oranında yararlanılırken, fosil yakıt tüketimi %25'e

gerilemektedir. Şekil 2’de yeşil yapılarda tüketilen enerji türlerinin oranları görülmektedir(Sarıer, vd., 2012).

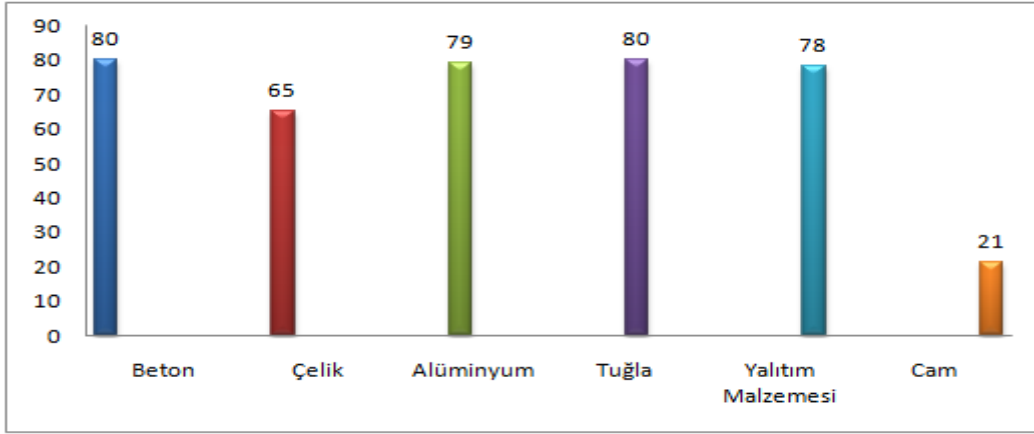


Şekil 2. "Yeşil" Bir Yapıda Enerji Tüketim Oranları (%)

Geleneksel yapılarla yeşil yapılarda kullanılan yapı malzemeleri bakımından karşılaştırıldığında geleneksel bir evin yapımında yalnızca %5 oranında geri dönüşümlü malzeme kullanılırken, yeşil yapılarda kullanılan malzemelerin hemen hemen tamamı geri dönüştürülmüş kaynaklardan temin edilir. Şekil 3’de geleneksel bir yapının yapı malzeme kompozisyonları görülmektedir. Kullanılan betonun %80’i, çeliğin %65’i, alüminyumun %79’u, tuğlanın %80’i, yalıtım malzemelerinin %78’i ve camın %21’i geri dönüşüm süreçleri ile üretilmiş ürünlerden temin edilir. Şekil 4’de yeşil bir yapıda kullanılan geri dönüşümlü malzemelerin yüzdeleri görülmektedir (Sarıer, vd.,2012).



Şekil 3. Geleneksel Bir Evin Malzeme Kompozisyonu



Şekil 4. “Yeşil” Bir Yapıda Kullanılan Geri Dönüşümlü Malzemelerin Yüzdeleri

#### YEŞİL YAPILAR İLE İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Sürdürülebilir ve çevre dostu yapılar olarak da bilinen yeşil yapıların önemi her geçen gün artmaktadır. Buna paralel olarak bu alanla ilgili birçok bilimsel çalışma yapılmış ve yapılmaya da devam etmektedir.

Utlu, Aydın ve Kıncay (2013), yeşil yapı uygulamalarında gizli ısı depolama sistemlerinin kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Yeşil yapı uygulamalarında enerji yükünün büyük bir kısmının ısıtılması ve soğutulması için harcanmaktadır. Bu bağlamda güneş enerjisi ve toprak kaynaklı ısı pompalarının yeşil yapılarda ısıtma amaçlı kullanımı sırasında, ısı depolama sistemlerinin gerekliliğini incelemişlerdir. Bu yolla ısı depolamada kullanılan farklı yöntemler araştırmış ve karşılaştırmalar yapmışlardır. Çalışmada değişken toprak sıcaklıkları ve güneş ışınımı miktarına göre ısı depoda enerji depolama miktarının değişimi analiz edilmiştir.

Utku ve Tekin (2013), yeşil yapı uygulamalarında net sıfır enerjili yapıların tasarım parametrelerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada; Türkiye iklim şartlarına uygun olarak sıfır enerjili bir yapı tasarımı için olası çözümler incelemişlerdir. Yapı malzemelerinin enerji tüketimine etkisini simülasyon programlarıyla belirleyerek, değişik tasarım parametrelerinde yapı ve enerji sistemlerini karşılaştırarak optimum şartları belirlemişlerdir. Ayrıca Türkiye’de yapılabilecek çalışmalar da Utku ve Tekin tarafından araştırılmıştır.

Erten ve Yılmaz, (2011), çevresel değerlendirme sistemlerinden uluslararası çalışmalarda en yaygın kullanılanlar, ABD kökenli (LEED) ve İngiliz kökenli (BREEAM) özetlemişler ve bu sistemlerin performans ölçütleri, değerlendirme yöntemleri, yaklaşımları, kapsamları, enerji performans sınıflandırma skalaları açısından karşılaştırmışlardır. Ayrıca enerji verimliliği önlemlerinin konfor koşullarına etkilerinin kontrolünün sağlanmasının önemine vurgu yapmışlardır.

Erlalitepe, Gökçen ve Kazanasmaz, (2011), yeşil yapılarda sertifika sistemlerinde konut tasarımının önemi adlı bildiride, konutların tasarım ölçütleri, yeşil yapı sertifika sistemlerinde yeri incelenmiş, konutların bu sertifika programlarında yer alan değerlendirme ölçütleri belirtilmiştir.

Şahin ve Manioğlu, (2011), yapılarda yağmur suyunun kullanılması üzerine yapılan çalışmada; yapı içinde veya dışında yağmur suyunun kullanımına ilişkin bulunan mevcut sistemlerin değerlendirilmesi ve yağmur suyunun yeşil yapı sertifikasyon sisteminde nasıl ele alındığı incelenmiştir.

Wang vd., (2009), sürdürülebilir enerji ile ilgili çok amaçlı kararları kriterler bazında objektif, sübjektif ve karma olarak değerlendirmiştir. Enerji tedarik sistem kriterlerini, teknik, ekonomik, çevre ve sosyal açıdan özetlemiştir.

Ertürk, (2008), “Türkiye”nin Alternatif Enerji Üretim imkânları ve Fırsatları” adlı akademik çalışmasında şu konulara değinmiştir: Ekonomik ve sosyal kalkınma için temel girdilerden birisinin enerji

olduğu ve sanayi, konut ve ulaştırma gibi sektörlerde kullanıldığını belirtmiştir. Fosil yakıtların çevre kirlenmesine neden olduğu, özellikle enerji çevrim santrallerinin asit yağmurları gibi sınırlar ötesi etkileri de beraberinde getirdiği belirtilmiştir. Bu sorunların çözümlenebilmesi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim olduğunu belirtilmiştir. Çalışmada dünyanın geçmişteki enerji tüketiminde kaynakların rolü ve gelecekteki kaynaklara göre enerji tahminleri gösterilmiştir.

Ulusoy, (2006), Granger nedensellik tekniğini kullanarak büyüme ve enerji talebi arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, her türlü enerji kaynağının büyümeyi doğrudan etkilemediği, yatırımların milli hasıla içindeki payının artırılmasının büyümeyi etkilediğini bulmuştur. Ekonomik büyümenin enerji tüketimini yükselttiği sonucu da elde edilmiştir.

Paul ve Bhattacharya, (2004), enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel bağıntıyı Hindistan için Engle-Granger eşbütünlük ve standart Granger nedensellik testlerini kullanarak araştırmışlardır. Elde edilen verilere göre 1950-1996 yıllarına ait değişkenlerin karşılıklı etkileşim içinde olduklarını saptanmıştır.

Gençoğlu, (2003), "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi" konulu bilimsel çalışmada; Türkiye'nin jeotermal enerjide dünya potansiyelinin %8 'ine sahip olduğu ve enerji kaynaklarının çeşitliliği ve potansiyeli bakımından zengin bir ülke olduğunu belirtmiştir. Bulduğu coğrafi konum nedeniyle büyük oranda güneş enerjisi aldığı tespit edilmiştir. Türkiye'nin sahip olduğu bu yenilenebilir enerji kaynakları ayrı ayrı incelenerek, mevcut durum ve sahip olunan potansiyeli daha verimli olarak kullanabilme imkanları araştırılmıştır.

Hondroyannis, (2002), Yunanistan'da enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1960-1996 yıllarına ait verileri kullanarak vektör hata düzeltme modeli kullanarak aydınlatmaya çalışmıştır. Ampirik bulgular, ele alınan değişkenlerin uzun dönemde eş bütünlük olduklarını ve ekonomik büyümenin belirlenmesinde enerji tüketiminin önemli bir role sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Afgan ve Carvalho, (2002), sürdürülebilirlik koşulunu karşılayan enerji sistemini değerlendirmede kullanılan enerji göstergelerini tanımlamak üzere, parametrelerin sentez ve analizi temelinde yeni ve yenilenebilir enerji teknolojilerini değerlendirmek için seçenekler ve kriterlerin seçimini sunmuştur.

## YEŞİL YAPI KONSEPTİNDE ENERJİ ÜRETİM TEMELLİ SİSTEMLER

Dünya üzerindeki fosil yakıt kaynaklarının giderek tükenmesi ve fosil yakıtlar üzerine kurulu enerji üretiminin ülkeler arasında siyasi ve politik bir problem teşkil etmesi, üreticileri yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmektedir. Bugün dünya enerji tüketim talebinin %85'i fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Talebin büyük çoğunluğunun fosil yakıtlardan karşılanması sebebiyle ısınan dünyada iklim değişimleri yaşanmaktadır (Çolak, vd., 2005). Enerji sorununa çözüm bulunmadığı takdirde ekosistem bozulacak, bitki ve hayvan türleri yok olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları, güneşten gelen enerjinin doğrudan ya da dolaylı olarak kullanımı sonucu elde edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, biyokütle enerjisi, hidrojen enerjisi ve hidrolik enerji, jeotermal enerji, dalga enerjisinden oluşan su gücü enerjileri ile füzyon enerjisi olmak üzere sınıflandırabiliriz. Hızlı büyüme kaydeden ülkelerde en çok bilinen ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamada yardımcı olacak yenilenebilir enerji kaynakları ise güneş ve rüzgar enerjisidir. Biyokütle ve su gücü de tükenmeyen enerji kaynaklarıdır (Çukurçayır ve Sağır, 2008).

### Güneş Enerjisi

Dünyamız için tükenmez ve en temiz enerji kaynağı güneştir. Günümüz toplumunun en büyük atık ürünü karbondioksittir. Enerji üretimi, dağıtımı ve tüketimine bağlı olarak atmosfere yayılan karbondioksit gazı sera etkisine yol açmaktadır. Kömür yerine kullanılacak olan güneş gözeleri sayesinde,

karbondioksit miktarında önemli derecede azalmalar sağlanabilmektedir. Güneş enerjisinden, çoğunlukla güneş gözeleri aracılığıyla faydalanılmaktadır (Yelmen ve Çakır, 2013). Güneş gözeleri teknolojisi elektrik üretim ihtiyacını karşılayabilecek düzeydedir (Çukurçayır ve Sağır, 2008).\_Ayrıca yapılarda güneş enerjisinden güneş kolektörleri ve fotovoltaik (PV) paneller ve yapıya entegre PV (BIPV) gibi ekipmanlar kullanarak ısı ve elektrik enerjisi üretmek mümkündür (Sev, vd. 2010). Güneş enerjisiyle, enerji dış alım artışı frenlenebilir ve fosil yakıtlardan kaynaklanan çevre kirliliği engellenebilir. Çünkü güneş enerjisi elde etmek amacıyla kurulan sistemler, yanmadan dolayı açığa çıkan gazlar olmaksızın enerjiyi güneşten, direk olarak almaktadır (Çukurçayır ve Sağır,2008). Türkiye güneş enerjisi potansiyeli bakımından birçok ülkeye göre oldukça şanslıdır (Yelmen ve Çakır, 2013).

### **Hidrojen Enerjisi**

Hidrojen; kömür, biyokütle, doğal gaz ve suyun bulunduğu birçok maddeden elde edilebilen, doğadaki en basit ve en fazla bulunan elementtir. Hidrojen gazı doğada serbest halde bulunmamaktadır. Bu nedenle, doğal bir enerji kaynağı değildir. Hidrojen gazının kullanılabilmesi için, öncelikle bu gazın açığa çıkarılması gerekmektedir. Hidrojen gazı, hem yenilenebilir enerji kaynaklarından hem de fosil yakıtlardan elde edilebilmektedir. Hidrojeni elde etmek amacıyla kullanılan yöntem, açığa çıkan enerjinin çevre dostu olup olmayacağını belirlemektedir (Demirtaş, 2010). Yerel olarak üretimi mümkün olan kolay ve güvenilir bir şekilde taşınabilen ve taşınma aşamasında az enerji kaybı olan, ulaşım araçlarından ısınmaya, sanayiden mutfaklarımıza kadar her alanda yararlanabileceğimiz bir enerji sistemidir (Kavas,2008; enerjiüretimi). Genellikle, yakıt pilleri olarak kullanılmaktadır (Demirtaş, 2010). Yakıt pilleri, laptoplar, cep telefonları gibi mobil uygulamalarda kullanılmalarının yanı sıra elektrik santralleri içinde uygun güç sağlayıcılarıdır. Yüksek verimli olması ve düşük emisyonları nedeniyle, ulaşım sektöründe de tercih edilmektedir (ktemo).

### **Rüzgar Enerjisi**

İnsanoğlunun yararlandığı ilk enerji kaynağı, rüzgârdır (Çukurçayır ve Sağır, 2008). Çok eski dönemlerde yararlanılmaya başlanmasına rağmen modern rüzgar türbinleri diğer yenilenebilir enerji sistemlerine benzer şekilde 1970'li yıllardaki petrol krizinden sonra gelişmeye başlamıştır (Şekil 5)(kso). Kullanımının bu kadar eski olmasına rağmen, fosil yakıt kullanımının artması ve hızlı bir şekilde yaygınlaşması, rüzgar enerjisi araştırmalarını durma noktasına getirmiştir (Sarıman, 2010). Rüzgar enerjisi, dünya genelinde ekonomik maliyette ve en hızlı büyüyen sektör haline gelmiştir. Rüzgar, bol ve serbest halde bulunan temiz, güvenilir ve sürekli bir enerji kaynağıdır. Güneşin yeryüzünü ve atmosferi farklı olarak ısıtmasından kaynaklanan basınç ve sıcaklık farkları sonucu rüzgar meydana gelmektedir. Böylece rüzgar enerjisi üretim potansiyeli, ülkeden ülkeye değişim göstermektedir (Çukurçayır ve Sağır, 2008).\_Rüzgâr hareketinden, türbinler kullanılarak yine elektrik enerjisi üretme amacıyla yararlanılmaktadır ve yüksek yapıların rüzgardan yararlanma potansiyeli az katlı ve orta yükseklikteki yapılara oranla daha fazladır. Yüksek yapılar, rüzgârın belli bir bölgeye yönelebileceği ve orada yapı strüktürüne, çevreye ve kullanıcılara zarar vermeden, türbinler aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürebilecek şekilde tasarlanabilmektedir (Sev, vd. 2010). Rüzgar enerjisi yatay ve düşey eksenli rüzgar türbinleri aracılığıyla mekanik enerjiye dönüştürülmekte, elektrik üretimi ve su pompalama amacıyla bu mekanik enerjiden faydalanılmaktadır (Cebeci, 2005). Yapılan araştırmalar rüzgar kaynaklarının dünyanın bu günkü elektrik tüketiminin dört katını üretecek kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca yapılan hesaplamalar, dünya üzerindeki rüzgar potansiyelinin %10'luk bir oranın kullanılmasında bile, dünya üzerindeki elektrik ihtiyacının karşılanabileceğini göstermektedir (Çukurçayır ve Sağır, 2008).



Şekil 5. Rüzgar Teknolojilerinde aerodinamik değişim(KSO/MEVKA/DFD2011)

### **Biyokütle Enerjisi (Biyomass)**

Fotosentez yoluyla bitkiler güneşten aldıkları enerjiyi kimyasal enerjiye dönüştürürler. Bu dönüşüm sonucu açığa çıkan enerji biyokütle enerjisi olarak adlandırılmakta olup içerisinde kansorejen madde ve kükürt bulundurmadığından çevreye verebileceği zarar da oldukça azdır (Karabulut, 2000 ; Çukurçayır ve Sağır, 2008). Biyokütle enerjisi, klasik ve modern olmak üzere iki grupta ele alınmaktadır. Klasik biyokütle enerjisi, ormanlardan elde edilen yakacak odun ve yine yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan artıklarından (özellikle tezek) oluşmaktadır. Modern biyokütle kaynakları ise, endüstri ormancılığı ürünleri ile orman ve ağaç endüstrisi atıkları, enerji tarımı (bir yetiştirme sezonunda ürün alınan enerji bitkileri) tarım kesimindeki tarımsal ve hayvansal atıkla, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıkları olarak sıralanır (Gizlenci ve Acar, 2008 ). Biyokütle, her yerde yetiştirilebilen, sosyo-ekonomik gelişme sağlayan, zararsız, elektrik üretebilen, taşıtlar için yakıt kaynağı olabilen stratejik bir enerji kaynağıdır (Kurt ve Koçer, 2010). Biyokütle doğrudan yakılabileceği gibi bir takım işlemlerle yakıt kalitesi artırılarak alternatif yakıt olarak da enerji teknolojisinde değerlendirilebilmekte ve enerji ithalatında azalma sağlanabilmektedir. Güneş var olduğu sürece de tükenmez bir enerji kaynağı olmaya devam edecektir (Çukurçayır ve Sağır,2008).

### **Su Gücü Enerjileri**

Su gücü enerjileri, jeotermal enerji, hidrolik enerji ve deniz kökenli enerji kaynaklarından oluşmaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2008).

### **Jeotermal Enerji**

Jeotermal enerji yer ısısından doğrudan veya dolaylı olarak her türlü yararlanmayı kapsamakta olup, yenilenebilir, çevre dostu ve düşük maliyetli bir enerji türüdür. Jeotermal kaynak kısaca yer ısısı olup, yerkabuğunun derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, kimyasallar içeren su, buhar ve gazlardır (Gizlenci ve Acar, 2008). Bu kaynakları ısı pompası teknolojisiyle bütünleştirerek etkin bir enerji kaynağı şeklinde yapıların ısıtılması ve soğutulmasında kullanmak mümkündür (Smith, 2005). Bunun yanında sanayi için diğer enerji kaynaklarından çok daha ucuzdur. Jeotermal enerjiden konutlarda ısıtma, kaplıcalarda, sera ısıtıcılığı ve elektrik üretiminde faydalanılmaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2008).

### **Hidrolik Enerji**

Hidrolik enerji; suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi sonucu elde edilen bir enerji türüdür. Alternatif bir kaynak oluşu, çevreye etkisinin en alt düzeylerde olması, herhangi bir çevre kirliliğine neden olmaması, işletme ve bakım masraflarının az olması, ulusal bir kaynak olması ve güvenilir bir enerji arzı sağlayan bir kaynak oluşu ile hidroelektrik enerjisi, gün geçtikçe önem



kazanmaktadır. Hidrolik enerjiden yaygın olarak, nehirler üzerine kurulan barajlar vasıtasıyla suyun potansiyel enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmesiyle enerji elde edilmektedir. (Yelmen ve Çakır, 2013). Hidrolik santraller, termik santrallere ve doğal gaz santrallerine göre çevresel faktörler ve dünyadaki eğilimler karşılaştırıldığında daha avantajlı konumdadırlar (Çukurçayır ve Sağır, 2008).

#### **Deniz Kökenli Enerji Kaynakları**

Deniz kökenli enerji kaynakları; dalga enerjisi, deniz akıntıları, deniz sıcaklık enerjisi ve gel-git (med-cezir) enerjileridir (elektroforum). Dalga enerjisi, kökeni güneş enerjisi olan rüzgardan kaynaklanmaktadır. Su yüzeyinde oluşan bu rasgele inişli-çıkışlı dalga hareketleri dalga enerjisini oluşturmaktadır. Dalga enerjisi, elektrik enerjisi elde edilmesinde kullanılan yaklaşımlardan biridir (Çukurçayır ve Sağır, 2008). Gel-git enerjisi, değişik düzeylerdeki su kütlelerini düşey hareketlerinin potansiyel enerjisinden veya açık denizlerde oluşan gel-git olayı sonucundaki akıntıların kinetik enerjisinden yararlanılarak kazanılan bir enerjidir. Gel-git enerjisi güneş ve ay çekim kuvvetleri ile dünyanın dönmesi sonucu ortaya çıkar (Karakoç, vd., 2012). Çevreye hemen hemen hiçbir olumsuz etkisi olmayan gel-git enerjisi tükenmez bir enerji kaynağıdır. Ancak bu enerji çeşidinin de bir takım dezavantajları bulunmaktadır. İlk olarak, kaynaktan günün belli saatlerinde enerji elde edilebildiğinden sürekli enerji değildir (enerjisistemleri). İkinci olarak, dünyada sadece belli bölgelerde gel-gitler oluşmaktadır. Son olarak ta, yatırım maliyetleri diğer alternatif kaynaklardan oldukça yüksektir. Bu nedenle bu enerji çeşidi diğer yenilenebilir kaynaklara oranla daha az tercih edilmektedir.

#### **Nükleer Enerji Ve Füzyon Enerjisi**

Günümüzde nükleer enerji, bir enerji çeşidi olarak dünyanın bazı bölgelerinde yaygın kullanım alanı bulmaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2008). Nükleer enerji, ağır radyoaktif atomların, daha küçük atomlara bölünmesi (filyon – parçalanma - bölünme - bozunma) veya daha ağır atomları oluşturması (füzyon - birleşme – bir araya gelme) sonucu çok büyük bir miktarda açığa çıkan bir enerji türüdür. Güneşteki reaksiyonlar füzyon reaksiyonudur. Uranyum ve toryum gibi nükleer hammaddeleri küçük atomlara bölünerek filyon reaksiyonu gerçekleştirilir. Filyon reaksiyonu nükleer reaktörlerde gerçekleştirilir. Reaktörde, filyon ile elde edilen yüksek miktardaki enerji, kapalı çevrimli bir akışkana (saf su özelliğinde) aktarılır. Bu akışkan çevreye verilmez. Kapalı çevrimdeki bu akışkan açık çevrimdeki bir başka suyu ısıtarak buradaki buharından faydalanılır. Buharın ısı buhar türbini aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılır (Karakoç, vd., 2012).

#### **SONUÇ VE ÖNERİLER**

Yeşil yapılar, insanların kalitesini arttırarak temiz bir çevre sağlarken, kaynaklarımızı daha verimli şekilde kullanabilmemiz için de iyi bir fırsattır. İklim değişikliği, fosil yakıtların daha az zarar vermesini sağlayacak yeni teknolojilerin geliştirilmesi, su kalitesi sorunları, su kıtlığı, çarpık gelişmenin ekosistemleri yok edişi, zehirli kimyasalların artışı, hava kirliliği, zehirli atıkların imhası, ozon tabakasının incelmeye ve ormanların yok olması gibi çevre sorunlarına baktığımızda yapı sektörüne ne kadar büyük bir görev düştüğü anlaşılmaktadır. "Sürdürülebilir" olarak tanımlanan çevre dostu yeşil yapılar, inşa aşamasından itibaren daha az doğal kaynak ve enerji kullanmayı hedefleyerek tasarlandıkları için bu yapılar küresel ısınma, susuzluk, çevre kirliliği ve doğal kaynakların aşırı tüketilmesinden dolayı meydana gelen zararın bundan sonra mümkün olduğu kadar azaltılması yönünde atılan büyük bir adım olarak görülmektedir. Gelişmiş birçok ülkede olduğu gibi, ülkemizde de yeni yapılacak konut, işyerleri, fabrika yapıları vb. yapılar için bu tip zorunluluklar getirildiği takdirde yeşil yapı sektöründe ciddi bir gelişme kaydedilecektir. Ülkenin teknik ve ekonomik potansiyeli gerçekçi bir şekilde yeni teknolojiler göz önünde bulundurularak yeniden belirlenmelidir. Yerli kaynak olması, yakıt maliyeti içermemesi, boyut seçimine bağlı olarak çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin fosil yakıtlara göre çok daha az olması ve enerji

kaynaklarında dışa bağımlılığı azaltması bakımından hidrolik güç potansiyelinden daha etkin ve doğru yararlanma yollarına gidilmesi gerekmektedir.

Yatırım ve maliyet açısından bakıldığında da yeşil konutlara yapılan yatırımlar uzun vadede yatırımcıya geri dönmektedir.

Yeşil yapı yapmak kurumsal çevre stratejisinin en başına yerleşmelidir. Bu konuda en büyük destek ise konunun önemini anlayan ülkelerin bu konuda vergi indirimleri ve teşviklerde bulunmaları olacaktır.

Bu alanda belirli bir seviyeye ulaştığı için sertifikalandırılmış yapılar yeşil yapı ünvanı ile prestij kazanmakla kalmayacak aynı zamanda satış ve kira değerleri de artacaktır.

Ürün geliştiricilerin, tasarımcıların ve kullanıcıların çevreyle dost yapıları tercih ve talep etmeleri ve bu yönde bir piyasa oluşmasının sağlanması gerekmektedir.

Toplum genelinde yapıların küresel ısınma, asit yağmurları ve ozon tabakasındaki incelmeye üzerindeki büyük etkisi konusunda farkındalığının yükseltilmesi gerekmektedir.

Yapıların çevreye olan uzun vadeli etkilerinin en aza indirilmesi; gün geçtikçe azalan su ve fosil yakıtlar gibi kaynakların kullanımının azaltılması; yapı içerisindeki ortamın kalitesini ve kullanıcılara sunduğu konforunun artırılması teşvik edilmelidir.

Enerji ve su kullanımında yeşil olmayanlara kıyasla yüzde elli (50%)'ye varan oranlarda tasarruf sağlayan yeşil yapılar için standartlaşma ve sertifika çalışmaları yapan kurumların oluşması ile sertifikasyon çalışmalarının tüm dünyada yaygınlaşması sağlanmalıdır. Kısacası; yenilenebilir enerji kaynakları konusunda 2023 Türkiye'si için;

- Hidrolik, rüzgâr ve jeotermal kaynaklarının tamamından yararlanabilen,
- Enerji ormanlığı, enerji tarımı ve modern çevrim teknikleri ile genel enerji ihtiyacının en az %4'ünü biyokütle kaynaklarından sağlayan,
- Güneş kolektörleri, güneş gözesi ile ısı ve elektrik ihtiyacının en az %2'sini güneş enerjisinde karşılayan,
- Hidrojen ekonomisi ile ilgili teknolojik gelişmeleri uygulamaya aktarabilen,
- AR-GE kaynaklarının en az %5'ini bu alanlara tahsis edebilen bir ülke olmayı hedeflemekteyiz.

#### KAYNAKLAR

- Cebeci. M., (2005) "Bölgemizin Enerji Kaynakları Ve Enerji Projeksiyonu". Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik- Elektronik Mühendisliği Bölümü, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Enerji Forumu 2005, Elazığ
- ÇEDBİK Çevre Dostu Yapılar Derneği [www.cevredostuyapilarderneği.org](http://www.cevredostuyapilarderneği.org)
- Çukurçayır. M. A., Sağır. H.(2008)." Enerji Sorunu Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları" Selçuk University, Social Sciences Institute, Journal/13021796, Dergisi, Yıl: 2008, Sayı: 20, ISSN 1302-1796
- Çolak, İ. Bayındır, R. Sefa, İ. Demirbaş, Ş. Ergen, H.(2005). "Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı", III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Mersin, 19-21 Ekim 2005.
- Demirtaş. S.(2010)."Avrupa Birliği ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Bunlardan Biyokütlenin Önemi" orman genel Müdürlüğü, Ankara
- Dursun. B. (2013). Türkiye'de Enerji Sektörü. Kırklareli Üniversitesi Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Merkezi Araştırma Raporu:2013-01, Kırklareli.
- Dursun B., Gokcol C., (2011) The role of hydroelectric power and contribution of small hydropower plants, for sustainable development in Turkey, Renewable Energy 36 1227-1235.
- Gokcol C, Dursun B, Alboyacı B, Sunan E. (2009) Importance of biomass energy as alternative to other sources in Turkey. Energy Policy;37(2):424-31.

- Gizemci. Ş., Acar. M. (2008).” Enerji Bitkileri ve Biyoyakıtlar Sektörel Rapor” Tarım ve Köy İşleri bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun
- Erten D.,(2010). Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu (ISBS), “LEED ve BREEAM Sertifikalarının Karşılaştırılmalı İncelenmesi”, 26 - 28 Mayıs 2010, Ankara, Türkiye.
- Karabulut, Y. (2000). Türkiye Enerji Kaynakları, A.Ü Basımevi, Ankara.
- Karakoç H., Karakoç N., (Ünite 1, 2, 5), Erbay B. (Ünite 3, 4), Aras H. (Ünite 6), Eskişehir, Mayıs (2012).T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2486 Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1457 Enerji Analizi
- Kavas, S., (2008).” Doğalgaz Yakıtlı Katı Oksitli Yakıt Pili Sistemi İçin Sabit Sıcaklık Buharlı Yakıt Dönüştürücü Tasarımı ”. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Bilim Dalı Kodu: 625.05.00 , Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Mustafa Turhan ÇOBAN Bornova-İZMİR
- Kıncay, O.,(2011). SürdürülebilirYeşil Yapılar, [www.yildiz.edu.tr/~okincay/dersnotu/Yesil-I.Bol.pdf](http://www.yildiz.edu.tr/~okincay/dersnotu/Yesil-I.Bol.pdf) , Erişim Tarihi (2011)
- Kurt, G., Naçar,Koçer, N., (2010).”Malatya İlinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi”. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,26(3):240-247.
- Özgören. M., Köse. F., Aksoy. M.H., Canlı. E., Solmaz. Ö.,Doğan. S.,Yağmur. S., (2012) “Konya’da Yenilenebilir Enerji Kaynakları Malzeme Üretilebilirlik Araştırması 1.Rüzgar Enerjisi” , KSO/MEVKA/DFD2011/Hizmet 1 projesi
- Sarıer N., Özay S., Özkılıç Y.,(2012), “Sürdürülebilir "YEŞİL" Yapılar” İstanbul Kültür Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
- Sarıman, E., (2010).”Yüksek Binalarda Enerji Etkin Çatı ve Cephe Sistemlerinin Önemi”. 5. Ulusal Çatı&Cephe Sempozyumu, 15-16 Nisan 2010. Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Tınaztepe, Buca/İzmir
- Sev A. , Özgen A.,(2010). Yüksek Yapılar Sürdürülebilir Olabilir Mi? Can Tall Buildings Be Sustainable?, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Yapı Bilgisi Bilim Dalı, İstanbul, Integrated Concentrating (IC) Dynamic Solar Facade, Center For Architecture Science And Technology, [Http://www.case.rpi.edu/projects/icsolar.html](http://www.case.rpi.edu/projects/icsolar.html) International Sustainable Buildings Symposium 26-28 May 2010 Ankara-Turkey
- Smith, P., , (2005).Architecture in a Climate of Change: A Guide to Sustainable Design (2nd ed.), Architectural Press, Oxford.
- Uysal F., (2011).” Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Alternatiflerinin Seçimi İçin Graf Teori Ve Matris Yaklaşım” Ekonometri Ve İstatistik Sayı:13 (12. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması, İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı) 23–40,
- Yelmen. B., Çakır. M.T., “ Yeşil Enerji Kaynakları ve Teknolojileri” Aksaray Üniversitesi, Politeknik Dergisi, Cilt 14, Sayı 4, 2011
- [www.kso.org.tr/](http://www.kso.org.tr/)
- [www.enerjiplatformu.org.tr/](http://www.enerjiplatformu.org.tr/)
- [www.enerjisistemleri.org.tr/](http://www.enerjisistemleri.org.tr/)
- [www.elektroforum.org.tr/](http://www.elektroforum.org.tr/)
- [www.yesilkagider.org.tr/](http://www.yesilkagider.org.tr/)
- [www.ktemo.org.tr/](http://www.ktemo.org.tr/)
- [www.enerjiuretimi.org.tr/](http://www.enerjiuretimi.org.tr/)