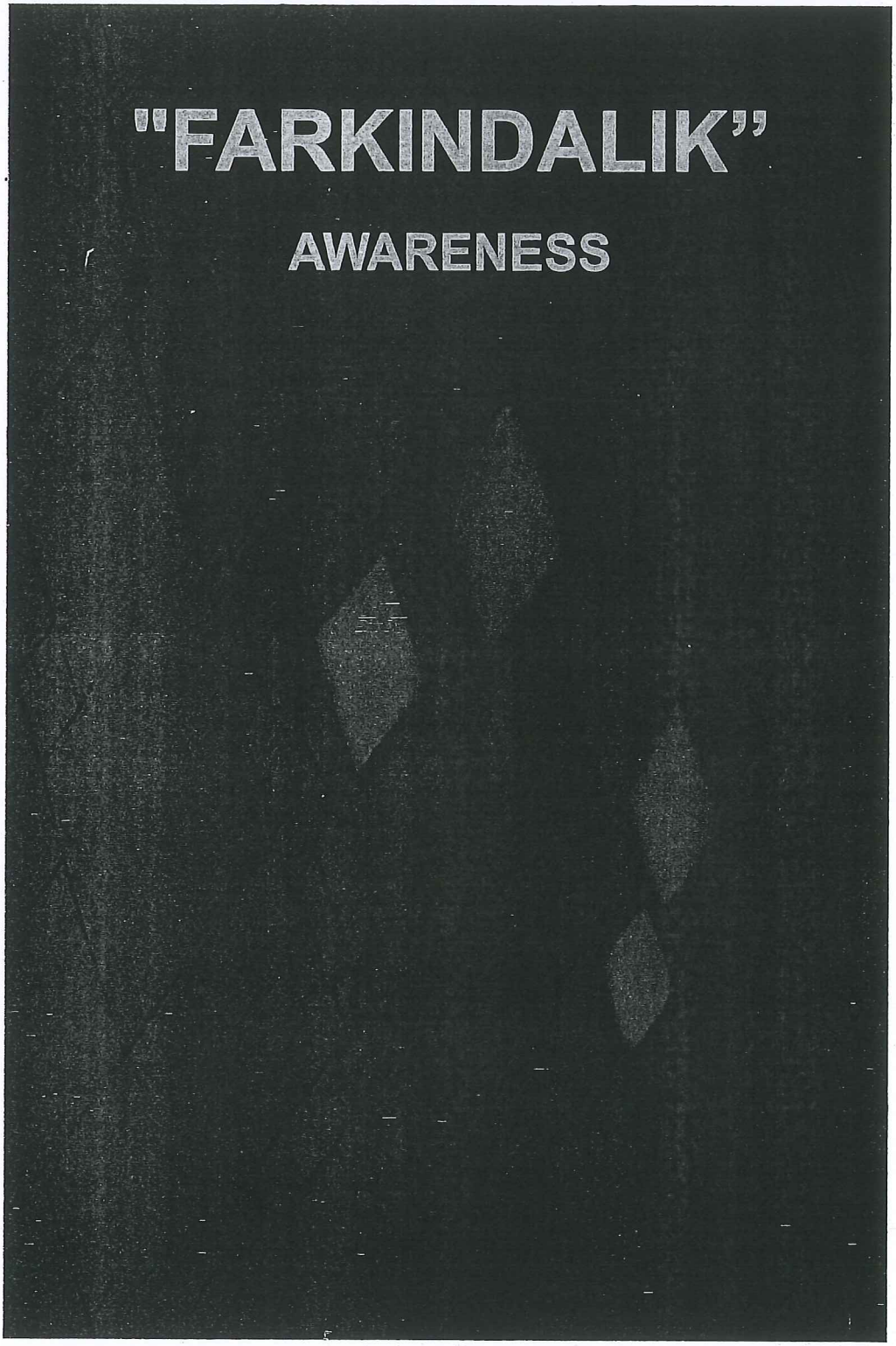
VIII. ULUSLARARASI SİNAN SEMPOZYUMU 25–26 Nisan 2013

8th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SINAN April 25th-26th, 2013



TRAKYA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK–MİMARLIK FAKÜLTESİ
MİMARLIK BÖLÜMÜ EDİRNE / TÜRKİYE
TRAKYA UNIVERSITY FACULTY OF ENGINEERING & ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE EDIRNE/TURKEY

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAĞLAMINDA KONUT BİNALARINDA ENERJİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF ENERGY PERFORMANCE IN RESIDENTIAL BUILDINGS IN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY

Suzi Dilara MANGAN[1], Gül Koçlar ÖRAL[2]
dilaramangan@yahoo.com[1], gkoclaroral@gmail.com[2]
İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi [1,2]

ÖZET

Enerji ve çevre sorunları ve bu sorunların çözümünde sürdürülebilir kalkınmanın etkinliği, yirmibirinci yüzyılda üzerinde önemle durulan konuların başında gelmektedir. Artan enerji tüketiminin çevre üzerindeki negatif etkisi dikkate alındığında, sürdürülebilir enerji kullanımı daha da önem kazanmaktadır. Dünya genelinde toplam enerji tüketiminin büyük bir kısmının bina sektörü ile ilişkili olduğu gerçeği, bina sektörünün enerji performans düzeyinin artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, bina sektörü içerisinde, enerji tüketimlerinin önemli bir bölümünün gerçekleştiği mevcut konut binalarının, öncelikli olarak ele alınması ile bina sektöründe sağlanacak enerji tasarrufu potansiyeline önemli bir katkı sağlanacağı kesindir. Ülkemizde, konut üretiminde etkin bir role sahip olan TOKİ (Toplu Konut İdaresi) tarafından yapılmış çok sayıdaki konut uygulamalarının enerji performanslarının değerlendirilmesi, bu kapsamda ayrı bir önem taşımaktadır. Bu nedenle, bu bildiride, TOKİ tarafından inşa edilmiş bir konut projesinin, enerji simülasyonları yapılmış, mevcut enerji giderlerinin ve CO_2 salınımlarının azaltılması için senaryolar geliştirilmiştir. Ayrıca, her bir senaryo için enerji simülasyonları ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak, enerji etkin yaklaşıma dayalı ileriye dönük yapılacak çalışmalar için öneriler sunulması amaçlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Binalarda enerji performansı, Enerji etkin yenileme, Konut binaları

ABSTRACT

In the twenty first century, energy and environmental problems and the efficiency of sustainable development to solve these problems are dwelt upon to be the first order of importance. In view of the fact that increasing energy consumption has negative effect on the environment, sustainable energy usage is become more important. Throughout the world, the truth that the considerable part of energy consumption is related to building sector, is necessitate to increase the energy performance level of it. In this context, it is clear that contributing significant benefit to the energy saving potential of building sector by preferably, dealing with the existing residential buildings which has a great portion of energy consumed in the building sector. In our country, according to this context, it is especially important that evaluating the energy performance of many residential buildings, constructed by TOKI (Housing Development Administration of Turkey) which has a significant role in residential buildings production. Therefore, in this paper, the energy simulations have been carried out for a residential building constructed by TOKI, and developed scenarios in order to decrease the current energy consumption and CO_2 emissions. Moreover, it is aimed to present suggestions for future studies based on energy efficient approach by discussing the calculation results of each scenario, obtained by means of energy simulations.

Key words: Building energy performance, Energy efficient retrofitting, Residential buildings

1. GİRİŞ

Küreselleşen çevre ve enerji sorunlarının çözümünde sürdürülebilir kalkınma, önemli bir rol oynamaktadır. Sürdürülebilir kalkınma, gelecek nesillerin, kendi gereksinmelerini karşılama yetisinden yoksun bırakmadan, bugünün gereksinmelerini karşılama anlamı taşımaktadır [1]. Sürdürülebilir kalkınma ile ekonomik, sosyal ve çevresel kalkınma hedeflenmekte olup çevresel kalkınma kapsamında, doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir kullanımı birinci sırayı alırken, ikinci sırada ise sürdürülebilir enerji kullanımı yer almaktadır.

Nüfüs artışı ve yaşam standartlarının yükselmesine bağlı olarak enerji kullanımının artması, mevcut enerji kaynaklarının azalması ve çevre kirliliği sorunu ile karşı karşıya kalınmasından ötürü, günümüzde ülkelerin birincil önemli konusu, enerji verimliliğini sağlamak olmuştur. Binalarda enerji verimliliğinin sağlanması, istenilen iç ortam konfor koşullarından ödün verilmeden binaların enerji ihtiyacının en aza indirgenmesidir. Bu bağlamda, binalarda enerji giderlerinin azaltılmasına yönelik enerji etkin önerilerin geliştirilmesi ve uygulanması ile enerji tüketimine bağlı çevresel etki düzeyinin azaltılacağı ve dolayısıyla sürdürülebilir binaların gerçekleştirilmesine katkı sağlanacağı açıktır. Bu amaç çerçevesinde, enerji tüketiminin yüksek olduğu bina sektöründe enerji verimliliğini sağlamak öncelikli bir konu olmuştur.

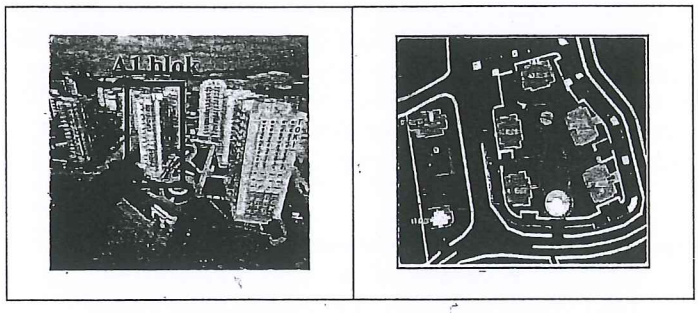
Türkiye'de ise yıllardır süregelen, enerji etkin yaklaşımın göz ardı edildiği hızlı yapılaşma, bina sektöründeki enerji giderlerinin ve enerji tüketimlerine bağlı CO_2 salımlarının giderek artmasına yol açmaktadır. Türkiye'de tüketilen enerjinin sektörel dağılımında mevcut konutların önemli bir yüzde teşkil ettiği bilinmektedir. Konutlarda enerji giderlerinin ve CO_2 salımlarının azaltılması, sürdürülebilir yerleşimleri tasarlamak açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bu açıdan mevcut konutların enerji performanslarının değerlendirilmesi, enerji giderlerini ve CO_2 salımlarını azaltacak yönde enerji etkin önerilerin sunulması gerekmektedir.Bu bağlamda, yapılan bu çalışma ile Türkiye'de konut üretiminde etkin rol oynayan TOKİ tarafından inşa edilmiş bir konut bloğu ele alınmış, bu konut bloğunun enerji performansının artırılmasına yönelik uygulanabilecek öneri senaryolar sunulmuş ve önerilen her bir senaryo enerji simülasyonları aracılığı ile irdelenmiştir.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, sürdürülebilir enerji kullanımı hedefine yönelik mevcut konut binalarında enerji verimliliğinin artırılması için bina kabuğunda uygulanabilecek enerji etkin senaryoların önemini vurgulamak için yapılmıştır. Bu bağlamda, TOKI tarafından "kaynak geliştirme uygulaması" adı altında 2008 yılında İstanbul'da yapımı tamamlanmış bir toplu konut projesi ele alınmıştır. Konut projesinde seçilen bir bloğun enerji performansı değerlendirilmiş, enerji etkin olarak geliştirilmesi için senaryolar önerilmiş ve bu senaryolara yönelik simülasyonlar yapılmıştır. Yapılan enerji simülasyonları sonucunda, elde edilen enerji giderleri ve CO_2 salımları karşılaştırılmıştır.

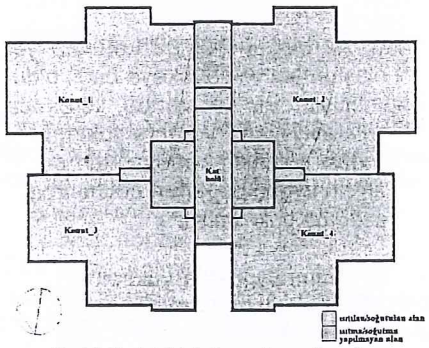
2.1. Bina Modeli

Ele alınan toplu konut projesi, 25 dönüm alan üzerine kurulu, 7 blok ve 408 konuttan oluşmaktadır. Şekil 1'de vaziyet planı verilen 7 blok içerisinden A1 blok, çalışma çerçevesinde irdelenmiştir.



Şekil 1 – Toplu konut projesinin genel görünümü (solda), vaziyet planı (sağda)

Şekil 2'de yönlendirilmesi ve formu verilen A1 blok, 2 bodrum kat, zemin kat, 12 normal kat ve 13. katı dubleks olarak tasarlanmış 17 katlı bir yapı olup kat yüksekliği 2.79m'dir. Çatı tipi yürünebilir teras çatıdır. Biçim faktörü (plandaki bina uzunluğu/bina derinliği) 1.37, A/V oranı (toplam dış yüzey alanı / bina hacmi) 0.19, taban alanı 573 m^2 ve toplam bina yüksekliği ise 48.28 m'dir.



Şekil 2 – A1 bloğun plan görseli.

Ele alınan A1 bloğun her katında dört konut birimi yer almakta olup her bir konut birimi şartlandırılmış (ısıtma/soğutma yapılan alan) tek bir zon olarak kabul edilmiştir. Her bir zon içerisinde kullanıcı aktivite düzeyi, 110W/kişi olarak kabul edilmiştir. Kullanıcı giysi tipi, ısıtma dönemi için 1 clo, soğutma dönemi için ise 0.5 clo olarak ele alınmıştır. İç ortam konfor sıcaklığı ısıtma istenen dönem için 21°C, soğutma istenen dönem için ise, 25°C alınmıştır. Soğutma istenen dönemde, iç hava sıcaklığının 23°C'in üzerinde olması durumunda, doğal havalandırmanın aktif olacağı kabul edilmiştir. A1 blok ısıtma sistemi, çatı katı yoğuşmalı kazan tipli merkezi sistem ve kullanılan enerji tipi, doğalgazdır. Çalışmada soğutma sisteminin mevcut olduğu ve soğutma için elektrik enerjisinin kullanıldığı varsayılmıştır.

Opak bina kabuğu bileşenleri açısından dış duvar bileşenleri, 2 farklı tip olarak ele alınmaktadır.Tip 1, 20cm kalınlığında bims duvar, tip 2, 20cm perde duvar, teras çatı döşemesi ise seramik kaplamalı yürünebilir teras çatı (5cm EPS, U:0.546 W/m^2K) olarak ele alınmıştır. Saydam bileşen olarak plastik doğramalı (60mm, U:1.912 W/m^2K) çift camlı pencere (4mm düzcam+12mmhava+4mm düzcam, U:2.725 W/m^2K) sistemi kullanılmıştır. Saydamlık oranları, kuzey, güney, doğu ve batı cepheleri için sırası ile, %14, %15, %24 ve %30 olarak belirlenmiştir.

2.2. Senaryoların Geliştirilmesi

Çalışmada ele alınan A1 bloğun enerji performansının değerlendirilmesinde yalıtım kullanımının etkisini irdelemek için dış duvarların yalıtımsız olma durumu bir senaryo olarak ele alınmıştır. A1 bloğun toplam enerji tüketimi ve CO_2 salımının azaltılması amacıyla enerji etkin senaryolar olarak, dış duvar bileşenlerin iyileştirilmesi ve teras çatı alanında solar fotovoltaik teknolojisinin kullanımı önerilmiştir. Bu bağlamda ele alınan senaryolar aşağıda açıklanmıştır:

- Senaryo 1 (S_1) : Dış duvarların yalıtımsız olması durumu,
- Senaryo 2 (S_2) : Dış duvarların yalıtımlı olması durumu,
- Senaryo 3 (S_3) : Teras çatı alanında fotovoltaik sistemlerin (PV) kullanıldığı durum.

Yukarıda belirtilen S_1 senaryosu kapsamında, dış duvarlar yalıtımsız olarak tanımlanmış olup tip 1 için U:0.791 W/m^{2}K, tip 2 için U:3.247 W/m^{2}K değerleri hesaplanmıştır. S_2 senaryosu için ise, dış duvarlarda ısı yalıtım malzemesi olarak 7 cm kalınlığında ekstrude polistren köpük (XPS) kullanıldığı kabul edilmiş ve tip 1 için U:0.306 W/m^{2}K, tip 2 için U:0.433 W/m^{2}K değerleri elde edilmiştir. Çalışma çerçevesinde ele alınan A1 bloğun mevcut durum değerlendirmesi(Md) de yapılarak, elde edilen sonuçların S_1 ve S_2 senaryoları ile kıyaslamalı olarak irdelenmesi amaçlanmıştır. Md kapsamında ise, dış duvarlarda 5cm kalınlığında XPS kullanılmış ve tip 1 için U:0.371 W/m^{2}K, tip 2 için U:0.576 W/m^{2}K değerleri elde edilmiştir.

S_3 senaryosu kapsamında ise, A1 bloğun +39.06 kotunda yer alan yürünebilir teras çatı alanının tümünde (510.72m^2) oluşturulan ve şebekeye bağlı olduğu varsayılan PV sistemlerin enerji performansı değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, teras çatı alanında oluşturulan PV sistemlerin enerji performanslarını etkileyen PV hücre tipleri, panellerin yönlendirilmesi, panel eğim açısı, panel dizileri arasındaki gölgeleme mesafeleri gibi parametreler dikkate alınmış ve bu parametrelerin İstanbul ili için uygun değerleri belirlenmiştir. S_3 senaryosu kapsamında PV sistemlere ilişkin kabuller, aşağıda belirtilmiştir.

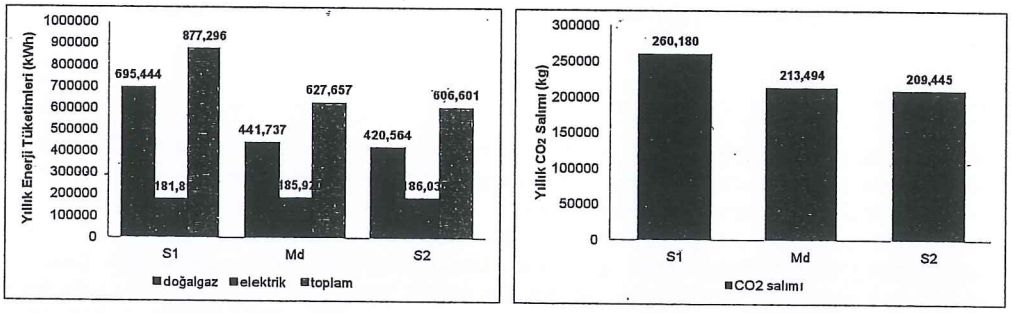
- Teras çatı alanlarında kullanımı uygun ve yüksek verimde çalışabilen Kristal silisyum PV hücreleri tercih edilmiştir. Çalışma kapsamında, monokristal (190W) PV paneller ve polikristal (220W) PV panellerin enerji performansları kıyaslamalı olarak ele alınmıştır.
- PV panellerin maksimum düzeyde güneş ışınlarına maruz kalması amacıyla paneller güneye dik olarak yönlendirilmiştir.
- Çalışma kapsamında kullanılan PV panellerin İstanbul ili için optimum eğim açısının belirlenmesi amacıyla analiz çalışmaları yapılmıştır. Analiz sonuçların değerlendirilmesi ile İstanbul için optimum panel eğim açısının 31° olduğu belirlenmiştir.
- 21 Aralık günü saat:12.00 esas alınarak mono kristal ve poli kristal paneller için panel dizileri arasındaki minimum gölgeleme mesafeleri hesaplanmıştır. Yapılan bu hesaplamalarda, panel dizilerinde gölgelenmeden kaynaklı kazanç kaybını %1'e indirecek mesafe aralıkları dikkate alınmıştır. Bu bağlamda, İstanbul ili için panel dizileri arasındaki gölgeleme mesafeleri, monokristal panel dizileri için 4.27m, polikristal panel dizileri için ise 4.03m olarak belirlenmiştir.

2.3. Bina Enerji Performansının Değerlendirilmesi

Geliştirilen S_1, S_2 senaryoları ve mevcut durum analizi kapsamında bina enerji performansının değerlendirilmesi amacıyla yıllık enerji tüketimleri (doğalgaz ve elektrik) ve bu enerji tüketimlerinden kaynaklı CO_2 salım değerleri, EnergyPlus dinamik termal simülasyon

motorunun kapsamlı arayüzü, DesignBuilder simülasyon [2] programı kullanılarak hesaplanmıştır. S_3 senaryosu kapsamında ise, teras çatı alanında oluşturulan PV sistemlerin enerji performansının değerlendirilmesi amacıyla yıllık elektrik enerjisi üretimi ve CO_2 salım azaltımı değerleri, PV*SOL Expert [3] programı kullanılarak hesaplanmıştır.

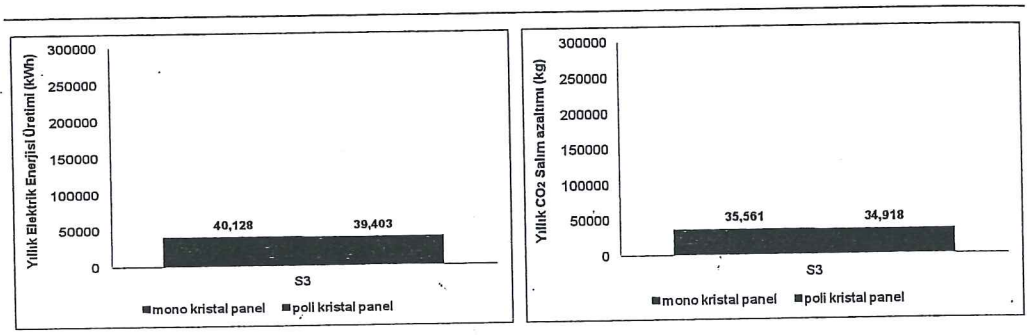
A1 blok kapsamında irdelenen S_1, S_2 senaryoları ve mevcut durum için hesaplanmış yıllık doğalgaz enerjisi tüketimi, elektrik enerjisi tüketimi, toplam (doğalgaz+elektrik) enerji tüketimi ve CO_2 salım değerleri, Şekil 3'te gösterilmiştir. Şekil 4'te ise, S_3 senaryosu kapsamında PV sistemlerin kullanımı ile üretilen yıllık elektrik enerjisi ve CO_2 salım azaltımı değerleri belirtilmiştir.



Şekil 3 – S_1, S_2 ve Md için yıllık enerji tüketimi ve CO_2 salımı değerleri

Şekil 3'te görüldüğü üzere, dış duvarların yalıtımsız kabul edildiği S_1 senaryosu ile A1 bloğun yıllık doğalgaz enerji tüketimi 695,444 kWh, elektrik enerjisi tüketimi 181,852 kWh, toplam enerji tüketimi ise 877,296 kWh olarak hesaplanmıştır. Mevcut durumun değerlendirildiği dış duvarlarda 5 cm kalınlığında ısı yalıtım malzemesinin kullanıldığı Md ile S_1 senaryosuna kıyasla, doğalgaz enerji tüketimlerinde %36.48 oranında azaltım, elektrik enerjisi tüketimlerinde %2.24 oranında artış, toplam enerji tüketimlerinde ise %28.46'lık bir azaltım sağlanmıştır. Dış duvarlarda 7 cm kalınlığında ısı yalıtım malzemesinin kullanıldığı S_2 senaryosu ile ise, S_1 senaryosuna kıyasla, doğalgaz enerji tüketimlerinde %39.53 oranında azaltım, elektrik enerjisi tüketimlerinde %2.30 oranında artış, toplam enerji tüketimlerinde ise %30.86'lık bir azaltım elde edilmiştir. CO_2 salım değerleri açısından ele alınan senaryolar irdelendiğinde, S_1 senaryosuna kıyasla, Md ile %17.94, S_2 senaryosu ile ise %19.50'lik bir azaltım sağlanmıştır.

Şekil 4'te görüldüğü üzere, S_3 senaryosu kapsamında, teras çatı alanı üzerinde, monokristal panellerin kullanımı ile oluşturulan 25.08kW'lık kurulu güce sahip PV sistem, A1 bloğun mevcut elektrik enerjisi tüketimini, yıllık 40,128 kWh'lık enerji üretimi ile % 21.58 oranında karşılamaktadır. Oluşturulan bu sistem ile mevcut CO_2 salımında yıllık 35,561 kg değerinde ve dolayısıyla %16.6 oranında bir azaltım sağlanabilmektedir. Polikristal panellerin kullanımı, ile oluşturulan 24.86kW'lık kurulu güce sahip PV sistem ise, A1 bloğun mevcut elektrik enerjisi tüketimini, yıllık 39,403 kWh'lık enerji üretimi ile % 21.19 oranında karşılamaktadır. Oluşturulan bu sistem ile CO_2 salımında yıllık 34,918 kg ve dolayısıyla %16.36 oranında bir azaltım sağlanabilmektedir.



Şekil 4 – S_3 için yıllık elektrik enerjisi üretimi ve CO_2 salım azaltımı değerleri

3. SONUÇ

Günümüzde sürdürülebilir, sağlıklı, konforlu konut binalarının gerçekleştirilmesinde en önemli etkenlerden biri, konutların enerji harcamalarını ve çevresel etkilerini minimize edecek şekilde değerlendirilmesi ve geliştirilmesidir. Bu açıdan bu çalışmada, mevcut bir konut binası ele alınarak enerji performansı değerlendirilmiş ve ele alınan binanın enerji performansının değerlendirilmesi için farklı senaryolar önerilmiştir. Çalışmada geliştirilen enerji etkin senaryolar aracılığı ile mevcut durumdaki enerji giderlerinin ve CO_2 salımlarının azaltılabileceği vurgulanmıştır. Ancak, çalışmada sınırlı sayıda alternatif için değerlendirme yapılmış olup, kabul edilebilir genel sonuçlara ulaşmak için çok sayıda alternatif için çalışmaların tekrarlanması gereklidir.

Yapım sektörünün en fazla gelişen sektör olduğu ülkemizde, her geçen gün artan toplu konut uygulamaları göz önünde bulundurulduğunda, bu tür çalışmalar ile elde edilebilecek sonuçların sürdürülebilir ve enerji etkin konut yapımında önemi yadsınamaz. Bu açıdan, geleceğe yönelik çalışmalarda farklı iklim bölgeleri için yerel özelliklere uygun senaryoların geliştirilerek değerlendirilmesi ve değerlendirme sonuçlarına bağlı olarak konutların tasarım ve yapımında yol gösterici kriterlerin belirlenmesi gereklidir. Sürdürülebilir ve enerji etkin tasarım rehberlerinin hazırlanması, yeni yapılacak binaların sürdürülebilirlik bağlamında değerlendirilmesi açısından önemlidir. Bunun dışında, yol gösterici kriterlerin uygulanmasında yaptırımın da büyük bir etkisi olmaktadır. Bu açıdan, sürdürülebilirlik bağlamında binalarda enerji performansının değerlendirilmesinde yönetmeliklerin rolü göz önünde bulundurulmalıdır. Enerji etkin mevzuatın irdelenmesi, sürdürülebilir binaların tasarımı ve yapımı açısından geliştirilmesi zorunludur.

KAYNAKLAR

[1] Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, "Our Common Future", Oxford, 1987.
[2] Design Builder software, "Design Builder 2.2.5 user manual" 2009.
[3] PV*SOL Expert software, "PV*SOL® Expert Version 5.0 Design and Simulation of Photovoltaic Systems User Manual", 2011.