

## Yeşil Binalar İçin Yeşil Yalıtım Malzemeleriyle Enerji Analizi

<sup>1</sup>İlknur Arı and <sup>2</sup>Prof. Dr. Figen Balo

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş ve Mühendislik Yönetimi, Elazığ, Türkiye

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Elazığ, Türkiye

### Özet

Enerji tüketiminin ve çevresel etkilerin azaltılması konusunda dünya genelinde artan farkındalık, sürdürülebilir bina tasarımlarını ön plana çıkarmaktadır. Bu bağlamda, yeşil binalar, çevre dostu yaklaşımıyla enerji verimliliğini en üst seviyeye taşıırken, doğal kaynakların korunmasına da katkı sağlar. Yeşil yalıtım malzemeleri, bu tür yapıların temel unsurlarından biri olarak, geri dönüştürülebilirlik ve düşük çevresel etkileriyle dikkat çeker. Bu çalışmada, yeşil binalarda kullanılan yeşil yalıtım malzemelerinin enerji performansına olan etkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Bu çalışma için Balıkesir ili iklim şartlarında 200 m<sup>2</sup> alana sahip bir supermarket tasarlanmıştır. Marketin dış duvarlarında duvar örgü malzemesi olarak; tuğla, BİMS, gaz beton, blok beton yalıtım malzemesi olarak; ağaç yünü çimentolu levha, genişletilmiş mantar levha, kamış levha, deniz yosunu levha, selüloz fiber levha, ağaç fiber levha ve rende talaşı levha kullanılmıştır. Bu malzemelerin çeşitli kombinasyonları sandviç duvar tipine uygulanarak 28 farklı alternatif elde edilmiştir. Bu alternatiflerin yıllık toplam enerji tüketim değerleri ve yıllık toplam karbondioksit salınımı miktarları analiz edilerek yeşil bina tasarımı için en uygun malzemeler üzerine değerlendirmeler yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yeşil bina, sürdürülebilirlik, yalıtım malzemeleri, etkin enerji.

## Energy Analysis with Green Insulation Materials for Green Buildings

### Abstract

Increasing awareness worldwide on reducing energy consumption and environmental impacts brings sustainable building designs to the forefront. In this context, green buildings maximize energy efficiency with an environmentally friendly approach, while contributing to the protection of natural resources. Green insulation materials, as one of the key elements of such buildings, attract attention with their recyclability and low environmental impact. In this study, the effects of green insulation materials used in green buildings on energy performance are analyzed in detail.

For this study, a supermarket with an area of 200 m<sup>2</sup> was designed in the climatic conditions of Balıkesir province. Brick, BIMS, gas concrete, block concrete, wood wool cement board, expanded cork board, reed board, seaweed board, cellulose fiber board, wood fiber board and grater sawdust board were used as insulation materials. Various combinations of these materials were applied to the sandwich wall type and 28 different alternatives were obtained. The total annual energy consumption values and total annual carbon dioxide emissions of these alternatives were analyzed and evaluations were made on the most suitable materials for green building design.

**Key words:** Green building, sustainability, insulation materials, efficient energy.

## 1. Giriş

Enerji verimli bina tasarımı, enerji tüketimini azaltmak ve çevresel etkiyi en aza indirmek için çok önemlidir. Binalarda enerji verimliliğini sağlamak için temel stratejiler, hem pasif hem de aktif tasarım yaklaşımlarını içermektedir. Pasif tasarım stratejileri bina yönlendirme ve gölgelendirme, termal kütle ve yalıtım ve doğal havalandırma gibi stratejileri içermektedir [1] [2] [3]. Aktif tasarım stratejileri ise enerji verimli sistemler ve yenilenebilir enerji entegrasyonunu içermektedir [4] [5]. Binalarda enerji verimliliğini teşvik etmek için politikaların ve teşviklerin geliştirilmesi ve uygulanması çok önemlidir. Bu önlemler, yeşil bina uygulamalarının benimsenmesini teşvik edebilir ve daha sürdürülebilir inşaata geçişi destekleyebilir [6] Binalar, bina oryantasyonunu optimize ederek, termal kütleyle kullanarak ve gelişmiş sistemler ve yenilenebilir teknolojileri bir araya getirerek önemli enerji tasarrufu ve çevresel faydalar elde edebilir. Bu stratejiler yalnızca enerji tüketimini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda bina sakinlerinin konforunu ve sürdürülebilirliğini de artırmaktadır. Yeşil binalar, enerji tasarrufunu artırmak ve çevresel etkileri azaltmak amacıyla geliştirilen sürdürülebilir yapılardır. Bu bağlamda, yeşil yalıtım malzemeleri, çevre dostu tasarımları tamamlayan önemli unsurlardır. Sürdürülebilir tasarım, inşaat sırasında ve bina genelinde yaşam döngüsü boyunca israfı en aza indirmeyi amaçlamaktadır [7]. Yeşil mimari, bina inşaatı, kullanımı ve işletimi sırasında oluşan emisyonlar, kirlilik ve atıklar yoluyla çevreye verilen zararı azaltmayı da amaçlamaktadır [8].

Yeşil bina tasarımında çevresel sürdürülebilirliği sağlayabilmek adına uygun yapı malzemeleri kullanmak oldukça önemlidir. Doğal yalıtım malzemeleri yeşil bina tasarımı için güçlü malzemeler olması yanında uzun vadeli performanslarını etkileyebilecek nem ve ayrışmaya karşı daha hassastır [9]. Güçlü enerji tasarrufu potansiyeline sahip dış duvar yalıtım malzemeleri, ekolojik çevre kalitesini önemli ölçüde artırabilir ve yeşil binalarda sağlıklı bir kentsel çevre oluşturabilir [10].

Uygun malzeme seçiminde işimizi kolaylaştıracak birçok enerji simülasyon programları geliştirilmiştir. Enerji simülasyon programları, binaların enerji performansını değerlendirmek, enerji verimliliğini artırmak ve tasarım süreçlerini optimize etmek için kullanılan araçlardır. Bu programlar, binaların enerji tüketimini simüle ederek, tasarım ve işletme aşamalarında enerji verimliliği sağlamak amacıyla kullanılmaktadır [11]. Bu programlar, binaların ısıtma ve soğutma yüklerini tahmin ederek, enerji tüketimini optimize etmeye yardımcı olur. Farklı iklim koşullarında yıllık, aylık ve saatlik bazda enerji tüketimi analizleri yapabilmektedir [12].

Bu çalışmada IES-VE simülasyon programı kullanılarak Balıkesir ili iklim şartları dikkate alınarak 200 m<sup>2</sup> alana sahip bir supermarket tasarlanmıştır. Marketin dış duvarlarında 20 cm kalınlığında duvar örgü malzemelerinden tuğla, BİMS, gaz beton ve blok beton; 5 cm kalınlığında yalıtım malzemelerinden ağaç yünü çimentolu levha, genleştirilmiş mantar levha, kamış levha, deniz yosunu levha, selüloz fiber levha, ağaç fiber levha ve rende talaşı levha kullanılarak çeşitli kombinasyonlar sandviç tipi duvar sistemiyle oluşturulmuştur.

## 2. Materyal and Metot

Çalışmada Balıkesir ili iklim şartlarında , yapının genel özellikleri yapıda kullanılan tüm malzemelerin yoğunluk, ısı iletkenlik katsayısı gibi özellikleri IES-VE simülasyon yazılımına girdi olarak işlenmiştir. Yapının geometrisi IES-VE program aracılığıyla oluşturulmuştur. Analiz sonuçları girdi olarak işlenen parametreler aracılığıyla IES-VE simülasyon programıyla elde edilmiştir.

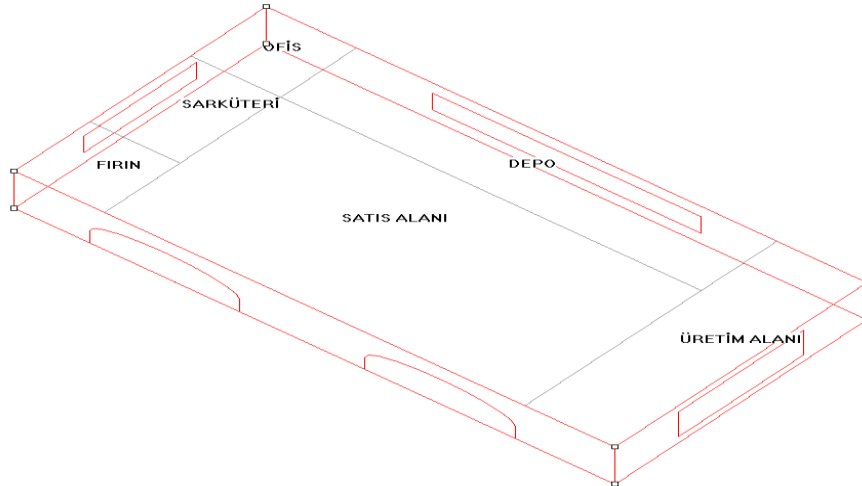
### 2.1. Projenin Hazırlanması Ve Modellenmesi

Balıkesir ili iklim şartlarında 200 m<sup>2</sup> alanda bir süper market tasarlanmıştır. Yapıya ait genel özellikler Tablo 1’de gösterilmiştir.

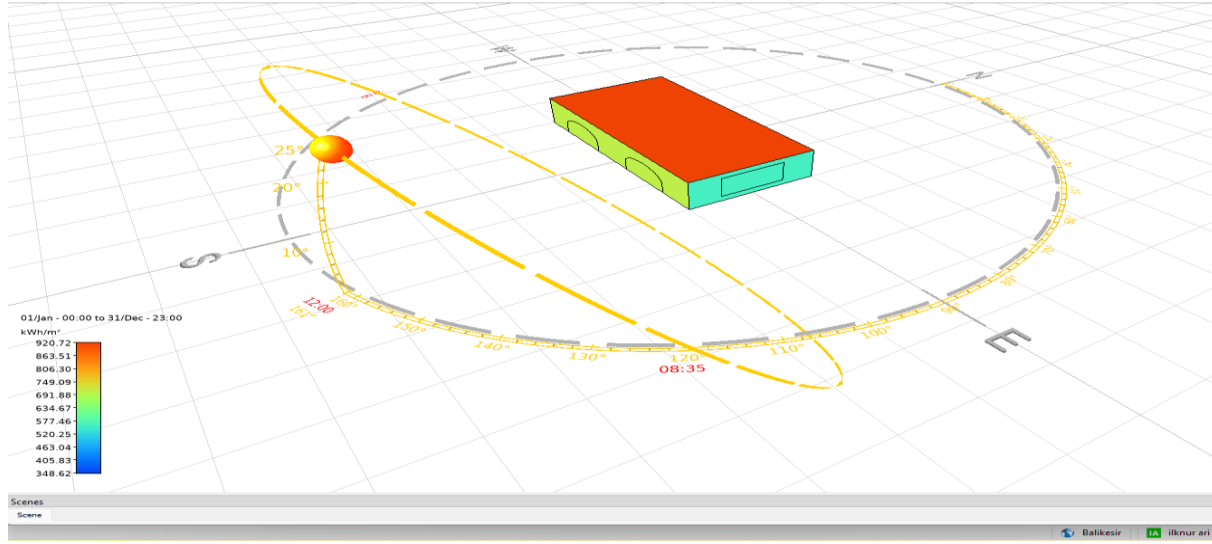
**Tablo 1.**Yapı Hakkında Genel Bilgiler

| <b>BİNA BİLGİLERİ</b>               |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| <b>Taşıyıcı Sistem</b>              | Betonarme             |
| <b>Toplam Kat</b>                   | 1                     |
| <b>Kat Yüksekliği</b>               | 3.00 m                |
| <b>Toplam İnşaat Alanı</b>          | 200 m <sup>2</sup>    |
| <b>Toplam Dış Duvar Yüzey Alanı</b> | 134.27 m <sup>2</sup> |
| <b>Toplam Pencere-Kapı Alanı</b>    | 45.73 m <sup>2</sup>  |

Projenin IES-VE yazılımı ile elde edilen tasarımı Şekil 1’de gösterilmiştir. Projenin enerji modellemesi Şekil 2’de gösterilmiştir.



**Şekil 1.**Projenin IES-VE Simülasyonunda Tasarımı



Şekil 2. Projenin IES-VE Simülasyonunda Enerji Modellemesi

## 2.2. Projede Kullanılan Malzeme Bilgileri

Çalışmada kullanılan malzemelerin kalınlık bilgileri Tablo 2’de gösterilmiştir. Tasarlanan proje için yapı malzemesi olarak tuğla, BİMS, gaz beton ve blok beton kullanılmıştır. Yalıtım malzemesi olarak ağaç yünü çimentolu levha, genleştirilmiş mantar levha, kamış levha, deniz yosunu levha, selüloz fiber levha, ağaç fiber levha ve rende talaşı levha kullanılmıştır.

Tablo 2. Projede Kullanılan Malzemelerin Kalınlık Bilgileri

| MALZEME BİLGİSİ             | [mm] |
|-----------------------------|------|
| Yapı Malzemesi Kalınlığı    | 200  |
| Yalıtım Malzemesi Kalınlığı | 50   |
| Sıva Kalınlığı              | 40   |
| TOPLAM                      | 290  |

Proje için kullanılan tüm malzemelerin termofiziksel özellikleri Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Proje İçin Kullanılan Malzemelerin Termofiziksel Özellikleri  
YAPI MALZEMELERİNİN TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

|  |       | Isı İletkenliği<br>[W/(m·K)] | Yoğunluk<br>[kg/m³] |
|--|-------|------------------------------|---------------------|
|  | Tuğla | 0,500                        | 1200,00             |

|                            |                                |       |         |
|----------------------------|--------------------------------|-------|---------|
| <b>Yapı Malzemeleri</b>    | Bims                           | 0,230 | 770,00  |
|                            | Gaz beton                      | 0,450 | 1100,00 |
|                            | Blok beton                     | 1,370 | 2070,00 |
| <b>Yalıtım Malzemeleri</b> | Ağaç yünü<br>çimentolu levha   | 0,065 | 350,00  |
|                            | Genleştirilmiş<br>mantar levha | 0,040 | 120,00  |
|                            | Kamış levha                    | 0,065 | 150,00  |
|                            | Deniz yosunu levha             | 0,045 | 75,00   |
|                            | Selüloz fiber levha            | 0,042 | 145,00  |
|                            | Ağaç fiber levha               | 0,040 | 270,00  |
|                            | Rende talaşı levha             | 0,040 | 400,00  |
| <b>Sıva</b>                | Plaster                        | 0,021 | 700,00  |

### **2.3.Uygulama Detayları**

Çalışma için tüm senaryolara sandviç tipi duvar sistemi olacak şekilde malzeme kombinasyonları uygulanmıştır. Her bir yapı malzemesinin ve yalıtım malzemelerinin farklı kombinasyonları gerçekleştirilerek 4\*7 olacak şekilde 28 farklı alternatif senaryo oluşturulmuştur. Tüm alternatiflerin uygulama biçimi Tablo 4’de sunulmuştur.

Alternatif 1 ile alternatif 7 arasında proje için seçilen tip tuğlanın her bir yalıtım malzemesi ile sırayla kombinasyonu gerçekleştirilmiştir.

Alternatif 8 ile alternatif 14 arasında proje için seçilen BİMS’in her bir yalıtım malzemesi ile sırayla kombinasyonu gerçekleştirilmiştir.

Alternatif 15 ile alternatif 21 arasında proje için seçilen gaz betonun her bir yalıtım malzemesi ile sırayla kombinasyonu gerçekleştirilmiştir.

Alternatif 22 il alternatif 28 arasında proje için seçilen blok betonun her bir yalıtım malzemesi ile sırayla kombinasyonu gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 4.** Malzemelerin Dış Duvarlara Uygulama Biçimi

| BALIK<br>ESİR | UYGULAMA DETAYLARI |                   |                                            |                   |              |
|---------------|--------------------|-------------------|--------------------------------------------|-------------------|--------------|
|               |                    |                   |                                            |                   |              |
| 1             | Sıva (20 mm)       | Tuğla<br>(100 mm) | Ağaç yünü<br>çimentolu<br>levha<br>(50 mm) | Tuğla<br>(100 mm) | Sıva (20 mm) |
| 2             | Sıva (20 mm)       | Tuğla<br>(100 mm) | Genleştirilmiş<br>mantar levha<br>(50 mm)  | Tuğla<br>(100 mm) | Sıva (20 mm) |
| 3             | Sıva (20 mm)       | Tuğla<br>(100 mm) | Kamış levha<br>(50 mm)                     | Tuğla<br>(100 mm) | Sıva (20 mm) |
| 4             | Sıva (20 mm)       | Tuğla<br>(100 mm) | Deniz yosunu<br>levha<br>(50 mm)           | Tuğla<br>(100 mm) | Sıva (20 mm) |
| 5             | Sıva (20 mm)       | Tuğla<br>(100 mm) | Selüloz fiber<br>levha<br>(50 mm)          | Tuğla<br>(100 mm) | Sıva (20 mm) |
| 6             | Sıva (20 mm)       | Tuğla<br>(100 mm) | Ağaç fiber<br>levha<br>(50 mm)             | Tuğla<br>(100 mm) | Sıva (20 mm) |
| 7             | Sıva (20 mm)       | Tuğla<br>(100 mm) | Rende talaşı<br>levha<br>(50 mm)           | Tuğla<br>(100 mm) | Sıva (20 mm) |
| 8             | Sıva (20 mm)       | Bims<br>(100 mm)  | Ağaç yünü<br>çimentolu<br>levha<br>(50 mm) | Bims<br>(10 mm)   | Sıva (20 mm) |
| 9             | Sıva (20 mm)       | Bims<br>(100 mm)  | Genleştirilmiş<br>mantar levha<br>(50 mm)  | Bims<br>(100 mm)  | Sıva (20 mm) |
| 10            | Sıva (20 mm)       | Bims<br>(100 mm)  | Kamış levha<br>(50 mm)                     | Bims<br>(100 mm)  | Sıva (20 mm) |
| 11            | Sıva (20 mm)       | Bims<br>(100 mm)  | Deniz yosunu<br>levha<br>(50 mm)           | Bims<br>(100 mm)  | Sıva (20 mm) |
| 12            | Sıva (20 mm)       | Bims<br>(100 mm)  | Selüloz fiber<br>levha<br>(50 mm)          | Bims<br>(100 mm)  | Sıva (20 mm) |

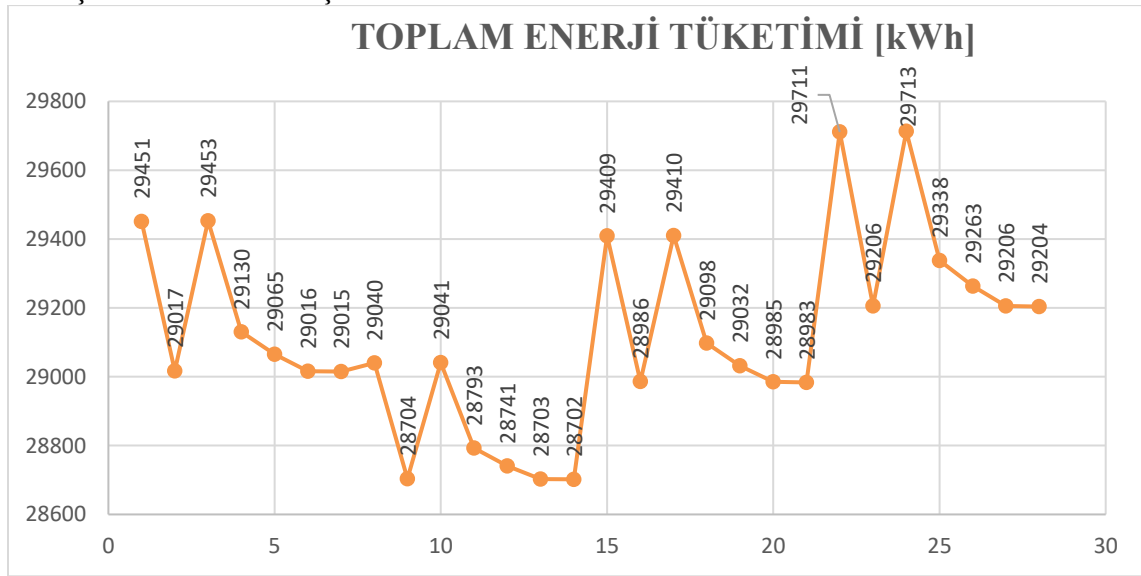
|    |              |                     |                                     |                     |              |
|----|--------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------|
| 13 | Sıva (20 mm) | Bims (100 mm)       | Ağaç fiber levha (50 mm)            | Bims (100 mm)       | Sıva (20 mm) |
| 14 | Sıva (20 mm) | Bims (100 mm)       | Rende talaşı levha (50 mm)          | Bims (100 mm)       | Sıva (20 mm) |
| 15 | Sıva (20 mm) | Gaz beton (100 mm)  | Ağaç yünü çimentolu levha (50 mm)   | Gaz beton (100 mm)  | Sıva (20 mm) |
| 16 | Sıva (20 mm) | Gaz beton (100 mm)  | Genleştirilmiş mantar levha (50 mm) | Gaz beton (100 mm)  | Sıva (20 mm) |
| 17 | Sıva (20 mm) | Gaz beton (100 mm)  | Kamış levha (50 mm)                 | Gaz beton (100 mm)  | Sıva (20 mm) |
| 18 | Sıva (20 mm) | Gaz beton (100 mm)  | Deniz yosunu levha (50 mm)          | Gaz beton (100 mm)  | Sıva (20 mm) |
| 19 | Sıva (20 mm) | Gaz beton (100 mm)  | Selüloz fiber levha (50 mm)         | Gaz beton (100 mm)  | Sıva (20 mm) |
| 20 | Sıva (20 mm) | Gaz beton (100 mm)  | Ağaç fiber levha (50 mm)            | Gaz beton (100 mm)  | Sıva (20 mm) |
| 21 | Sıva (20 mm) | Gaz beton (100 mm)  | Rende talaşı levha (50 mm)          | Gaz beton (100 mm)  | Sıva (20 mm) |
| 22 | Sıva (20 mm) | Blok beton (100 mm) | Ağaç yünü çimentolu levha (50 mm)   | Blok beton (100 mm) | Sıva (20 mm) |
| 23 | Sıva (20 mm) | Blok beton (100 mm) | Genleştirilmiş mantar levha (50 mm) | Blok beton (100 mm) | Sıva (20 mm) |
| 24 | Sıva (20 mm) | Blok beton (100 mm) | Kamış levha (50 mm)                 | Blok beton (100 mm) | Sıva (20 mm) |
| 25 | Sıva (20 mm) | Blok beton (100 mm) | Deniz yosunu levha (50 mm)          | Blok beton (100 mm) | Sıva (20 mm) |
| 26 | Sıva (20 mm) | Blok beton (100 mm) | Selüloz fiber levha (50 mm)         | Blok beton (100 mm) | Sıva (20 mm) |

|    |              |                     |                            |                     |              |
|----|--------------|---------------------|----------------------------|---------------------|--------------|
| 27 | Sıva (20 mm) | Blok beton (100 mm) | Ağaç fiber levha (50 mm)   | Blok beton (100 mm) | Sıva (20 mm) |
| 28 | Sıva (20 mm) | Blok beton (100 mm) | Rende talaşı levha (50 mm) | Blok beton (100 mm) | Sıva (20 mm) |

**NOT: Alternatifler dışarıdan içeriye doğru sıralanmıştır**

### 3. Bulgular

Çalışmada IES-VE enerji simülasyon programı kullanılarak Balıkesir ili iklim şartlarında tasarlanan 200 m<sup>2</sup> dairenin, seçilen malzeme kombinasyonlarıyla oluşturulan alternatifler ile inşa edilmesi durumu araştırılmıştır. Belirlenen malzeme kombinasyonlarına Balıkesir ili iklim şartları göz önünde bulundurularak farklı kombinasyonlarla tasarlanarak yapı alternatiflerinin yıllık toplam enerji tüketimi değerleri Şekil 3’de sunulmuştur. İstanbul ili için planlanan işletmenin IES-VE enerji simülasyon programı ile yapılan analizleri ile elde edilen toplam karbondioksit salınımı değerleri Şekil 4’de sunulmuştur.

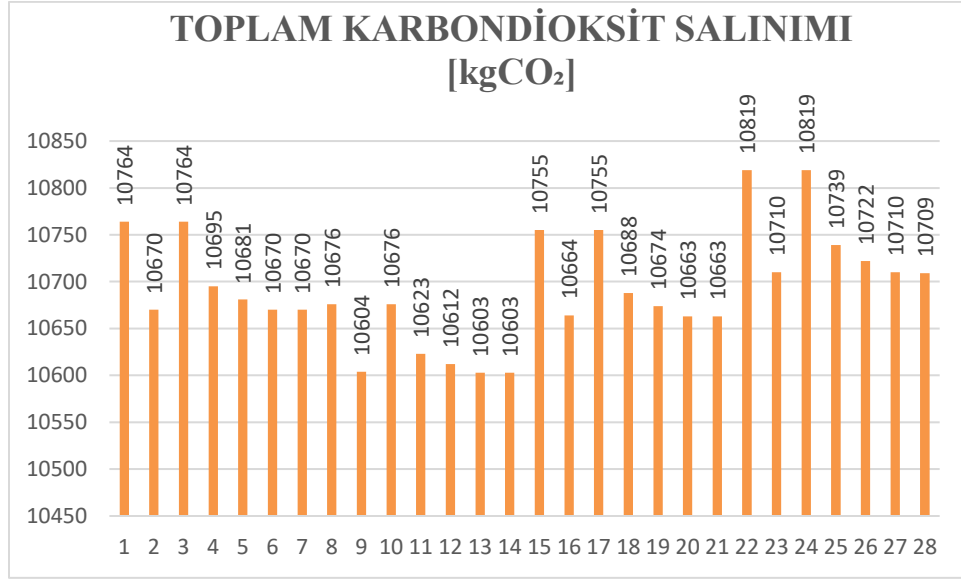


**Şekil 3. Yıllık Toplam Enerji Tüketimi Değerleri**

Yıllık toplam enerji tüketim analiz sonuçlarına göre en olumlu değeri veren alternatif senaryonun 28702 kWh ile 14. Alternatif olduğu görülmüştür. 14.alternatifte duvar örgü malzemesi olarak BİMS ve yalıtım malzemesi olarak rende talaşı levha kullanılmıştır.

En olumsuz alternatif ise 29713 kWh ile 24.alternatif olmuştur. 24.alternatifte duvar örgü malzemesi olarak blok beton ve yalıtım malzemesi olarak kamış levha kullanılmıştır.





**Şekil 5.** Yıllık Toplam Karbondioksit Salınımı Değerleri

Yıllık toplam CO<sub>2</sub> salınım miktarlarına göre analiz sonuçlarına bakıldığında en olumlu sonucun 10603 kgCO<sub>2</sub> ile 13 ve 14.alternatif , en olumsuz sonucun ise 10819 kgCO<sub>2</sub> ile 22 ve 24.alternatifler olduğu görülmüştür.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada, IES-VE enerji analiz programı ile yapılan değerlendirmeler sonucunda, en olumlu ve en olumsuz alternatifler karşılaştırıldığında; en iyi alternatifin kullanılması durumunda yıllık enerji tüketiminde % 3,40 ve yıllık karbondioksit salınımında % 2,00 azalma sağlanabileceği belirlenmiştir. Enerjinin en verimli şekilde kullanılmasına katkı sağlayacak malzeme seçimi Balıkesir ili için enerji tüketimi ve karbondioksit salınımı bakımından azalma sağlayacaktır.

#### Kaynakça

- [1] Elaouzy, Y., & Fadar, E. (2022). Impact of key bioclimatic design strategies on buildings' performance in dominant climates worldwide. *Energy for Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.05.006>.
- [2] Rodriguez-Ubinas, E., Montero, C., Porteros, M., Vega, S., Navarro, I., Castillo-Cagigal, M., Matallanas, E., & Gutiérrez, Á. (2014). Passive design strategies and performance of Net Energy Plus Houses. *Energy and Buildings*, 83, 10-22. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2014.03.074>.
- [3] Negi, A. (2021). Green Buildings: Strategies for Energy-Efficient and Eco-Friendly Designs. *Mathematical Statistician and Engineering Applications*. <https://doi.org/10.17762/msea.v70i1.2524>.

- [4] Olatunde, T., Okwandu, A., Akande, D., & Sikhakhane, Z. (2024). Energy efficiency in architecture: Strategies and technologies. *Open Access Research Journal of Multidisciplinary Studies*. <https://doi.org/10.53022/oarjms.2024.7.2.0024>.
- [5] Chen, X., Vand, B., & Baldi, S. (2024). Challenges and Strategies for Achieving High Energy Efficiency in Building Districts. *Buildings*. <https://doi.org/10.3390/buildings14061839>.
- [6] Hafez, F., Sa'di, B., Safa-Gamal, M., Taufiq-Yap, Y., Alrifaey, M., Seyedmahmoudian, M., Stojcevski, A., Horan, B., & Mekhilef, S. (2023). Energy Efficiency in Sustainable Buildings: A Systematic Review with Taxonomy, Challenges, Motivations, Methodological Aspects, Recommendations, and Pathways for Future Research. *Energy Strategy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.101013>.
- [7] Okwandu, A., Akande, D., & Nwokediegwu, Z. (2024). Sustainable architecture: Envisioning self-sustaining buildings for the future. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*. <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i5.1098>.
- [8] Ragheb, A., El-Shimy, H., & Ragheb, G. (2016). Green Architecture: A Concept of Sustainability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216, 778-787. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2015.12.075>.
- [9] Korjenic, A., Petránek, V., Zach, J., & Hroudová, J. (2011). Development and performance evaluation of natural thermal-insulation materials composed of renewable resources. *Energy and Buildings*, 43, 2518-2523. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2011.06.012>.
- [10] Luo, W. (2020). Analysis of Strengthening the Application of External Wall Insulation Materials in Green Building Energy Saving Project. , 3, 32. <https://doi.org/10.18282/ims.v3i2.349>.
- [11] Attia, S., Gratia, E., Herde, A., & Hensen, J. (2012). Simulation-based decision support tool for early stages of zero-energy building design. *Energy and Buildings*, 49, 2-15. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2012.01.028>.
- [12] Del Ama Gonzalo, F., Santamaría, B., & Burgos, M. (2023). Assessment of Building Energy Simulation Tools to Predict Heating and Cooling Energy Consumption at Early Design Stages. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su15031920>.