



## Çevre Kirliliği Yönetimi İçin Selülozdan Üretilmiş Doğal Yalıtım Malzemeleriyle Yeşil Bina Tasarımı: Bulanık İlçesi Örneği \*

### Green Building Design with Natural Insulation Materials Produced From Cellulose for Environmental Pollution Management: The Case of Bulanık District

İlknur ARI<sup>(1), \*\*</sup>, Figen BALO<sup>(2)</sup>.

#### ÖZET

Binalarda enerji tüketimi, sürdürülebilirliği ve doğal çevreyi derinden etkileyen önemli bir küresel sorundur. Binalarda fazla miktarda tüketilen enerji, küresel sera gazı emisyonlarına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Dolayısıyla yapı bacalarından salınan zararlı emisyonlar ele alındığında binalarda enerji performansı konusunda yapılan çalışmalar iklim değişikliğiyle mücadele alanında giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, Muş iline bağlı Bulanık ilçesinde bölgenin iklim şartlarına göre enerji performanslı bir yeşil bina tasarlanmıştır. Yeşil binada daha önce yapılan araştırmalarla teknik değerleri belirtilmiş ve kullanıma uygunluğu onaylanmış selüloz esaslı yalıtım malzemeleri kullanılmıştır. Muş ili iklim şartlarına göre daha önce literatürde belirlenmiş optimum yalıtım kalınlık değeri dikkate alınarak dört farklı selüloz esaslı yalıtım malzemesi (amorf selüloz, selüloz, geri dönüştürülmüş selüloz, ve nano-selüloz fiber) ve altı farklı yapı malzemesi (briquet, tuğla, blok Bims, gaz beton, beton blok ve içi boşluklu tuğla) kombine edilerek yirmi dört farklı alternatif senaryo oluşturulmuştur. Oluşturulan tüm alternatif senaryolar sandviç duvar yapısına uygulanmıştır. Malzeme kombinasyonlarıyla elde edilen tüm tiplerin enerji verimliliği ve çevre kirliliğine etki eden emisyon değerlerinin belirlenmesi amacıyla IES-VE simülasyon programında bir bağ evi tasarlanmıştır. Bulanık ilçesinde tasarlanan bağ evinin IES-VE simülasyon programı ile tüm alternatif tipler için enerji tüketimi ve çevreye yayabileceği emisyon miktarları belirlenmiştir. Tüm tasarım parametreleri dahilinde çevre kirliliği açısından en elverişli malzeme kombinasyonu belirlenmiştir..

**Anahtar Kelimeler:** Selüloz esaslı yalıtım malzemeleri, Yeşil bina, Enerji performansı, Çevre kirliliği yönetimi, IES-VE simülasyonu.

#### ABSTRACT

Energy consumption in buildings is a major global issue that deeply affects sustainability and the natural environment. Excess energy consumed in buildings contributes significantly to global greenhouse gas emissions. Therefore, considering the harmful emissions released from building chimneys, studies on energy performance in buildings are attracting more and more attention in the field of combating climate change. In this study, a green building with energy performance was designed according to the climatic conditions of the region in Bulanık district of Muş province. In the green building, cellulose-based insulation materials, whose technical values have been specified and approved for use by previous researches, were used. Twenty-four different alternative scenarios were created by combining four different cellulose-based insulation materials (amorphous cellulose, cellulose, recycled cellulose, and nano-cellulose fiber) and six different building materials (briquette, brick, block pumice, aerated concrete, concrete block, and hollow brick), taking into account the optimum insulation thickness value previously determined in the literature according to the climatic conditions of Muş province. All alternative scenarios were applied to the sandwich wall structure. A vineyard house was designed in the IES-VE simulation program in order to determine the energy efficiency and emission values affecting environmental pollution of all types obtained with material combinations. The IES-VE simulation program was used to determine the energy consumption and the amount of emissions that can be emitted to the environment for all alternative types of the vineyard house designed in Bulanık district. The most favorable material combination in terms of environmental pollution within all design parameters was determined.

**Anahtar Kelimeler:** Cellulose-based insulation materials, Green building, Energy performance, Environmental pollution management, IES-VE simulation.

\*Bu çalışma, 16 Eylül 2024 tarihinde Muş'un Bulanık ilçesinde gerçekleştirilen Bulanık Sempozyumunda özet bildirisi olarak sunulmuştur.

\*\*Sorumlu yazar

1 **Yüksek Lisans Öğr., Fırat Üniversitesi,**  
ilknurazkrt93@outlook.com  
ORCID: 0009-0002-2638-2265

2 **Prof. Dr., Fırat Üniversitesi,**  
figenbalo@gmail.com  
ORCID: 0000-0001-5886-730X

#### Article History/Makale Tarihi:

Received/Teslim : 06.08.2024

Accepted/Kabul : 30.11.2024

Published/Yayımlama : 30.11.2024

#### Cited/Atf:

Arı, İ. & Balo, F., Ü. (2024). Çevre Kirliliği Yönetimi İçin Selülozdan Üretilmiş Doğal Yalıtım Malzemeleriyle Yeşil Bina Tasarımı: Bulanık İlçesi Örneği. *Bulanık MYO Sosyal Bilimler Dergisi (BULSODER)*, *Bulanık Sempozyumu Özel Sayısı 1*, 32-40.

#### Copyright/Telif Hakkı

Bu makale, Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı (CC BY NC)'nin hüküm ve koşulları altında dağıtılan açık erişimli bir makedir.

## GİRİŞ

Yaşamın vazgeçilmez unsurlarından biri de enerjidir. Dünyada endüstri alanından evsel kullanım alanına kadar her yerde enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Hızlı nüfus artışı ve gelişen teknolojik gelişmelerle birlikte bu ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle binaların enerjiyi kullanım oranı oldukça fazladır. Fazlaca kullanılan bu enerji, fosil kökenli enerji kaynaklarından sağlandığı için küresel sera gazı emisyonlarına, çevre kirliliğine ve insan sağlığına olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Binalarda kullanılan ısıtma ve soğutma düzenekleri için tüketilen enerji miktarı, toplam tüketimin büyük bir payını oluşturmaktadır.(Yılmaz ve Balyemez, 2020)

Bu sebeple enerji verimli yeşil binalar tasarlamak son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. Enerji verimliliği, belirli bir hizmeti veya işlevi gerçekleştirmek için daha az enerji kullanma yeteneğidir. Bu, tükenme tehlikesi içerisinde bulunan enerjiyi korumak, israfı minimuma indirmek, maliyeti düşürmek ve çevresel kirliliği azaltacak bir şekilde kullanmak anlamına gelmektedir.

Yeşil bina kavramı, çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine dayalı olarak tasarlanmış, inşa edilmiş veya işletilen binaları ifade etmektedir. Yeşil binalar, enerji verimliliği, su tasarrufu, çevre dostu malzemelerin kullanımı, sağlıklı iç mekan kalitesi, çevre ve doğal kaynakların korunması gibi faktörlere odaklanarak sürdürülebilirlik amacını taşımaktadır.

Dünya Mimarlık Birliği'nin 1993 yılında genel kurulunda alınan kararlar ile; binalarda sürdürülebilir tasarım; tasarımdan, üretim ve yapı malzemelerine kadar bütün seviyelerde enerji kullanımının minimum düzeye indirilmesi, ekolojik arazi ölçütü gözetilerek, toplumsal farkındalığın geliştirilmesi amaçlanmıştır (Eryıldız, 2003).

Yeşil bina sertifikasyon sistemleri, örneğin LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), ve Green Globes gibi, binaların çevresel performansını değerlendirmek ve sertifikalandırmak için kullanılır. Bu sistemler, yeşil bina standartlarını belirlemektedir ve uygulanmasını teşvik etmektedir.

Bina tasarlarken veya mevcut bina üzerinde enerjiyi daha etkin kullanabilmek adına uygun yalıtım malzemeleri kullanmak enerji verimliliğini arttıracak yollardan biridir. Ayrıca uygun yalıtım malzemeleri kullanmak ısı kaybını azaltır, konforu artırır, ses yalıtımı sağlar, hava kalitesini iyileştirir, çevresel etkiyi azaltır, uzun ömürlülük ve maliyet tasarrufu sağlar.

Sürdürülebilir malzemeler kullanarak tasarlanan enerji performanslı yeşil binalara talepler giderek artmaktadır. Tarımsal, endüstriyel atıklardan elde edilen inşaat malzemeleri, sürdürülebilirlikleri ve daha düşük çevresel etkileri nedeniyle inşaat sektöründe giderek daha çekici hale geliyor. Selüloz içeren malzeme lifleri, düşük yoğunluğun yanı sıra yüksek bir dirence de sahiptir; bu, hafif yapı sistemleriyle birlikte ısı yalıtımı ihtiyaçlarının karşılanması söz konusu olduğunda ilgi çekici hale gelmektedir. (Marin-Calvo, González-Serrud ve James-Rivas, 2023)

Bu doğrultularda yapılan çalışmada Muş iline bağlı Bulanık ilçesinde bölgenin iklim şartlarında 120 m<sup>2</sup> alana sahip 1+1 bağı evi tasarlanmıştır. Uygun yapı malzemeleri ve selüloz esaslı yalıtım malzemeleri kombinasyonları sonucu 24 alternatif senaryo oluşturulmuştur. Bu alternatifler IES-VE (Integrated Environmental Solutions Virtual Environment) enerji simülasyon programı ile analiz edilmiştir. Bütün alternatiflerin toplam enerji tüketimi ve toplam karbondioksit salınımı hesaplanmıştır. Çalışmanın tasarımdan analize kadar bütün aşamaları IES-VE simülasyon programı ile yapılmıştır.

### 1. MATERYAL VE METOD

Çalışmada muş ili iklim şartları, yapıya ait genel özellikler ve kullanılan yapı malzemelerinin teknik özellikleri ies-ve programına girdi olarak işlenmiştir. Çalışmanın tüm aşamasında ies-ve programı kullanılmıştır.

#### 1.1. Projenin Hazırlanması ve Modellenmesi

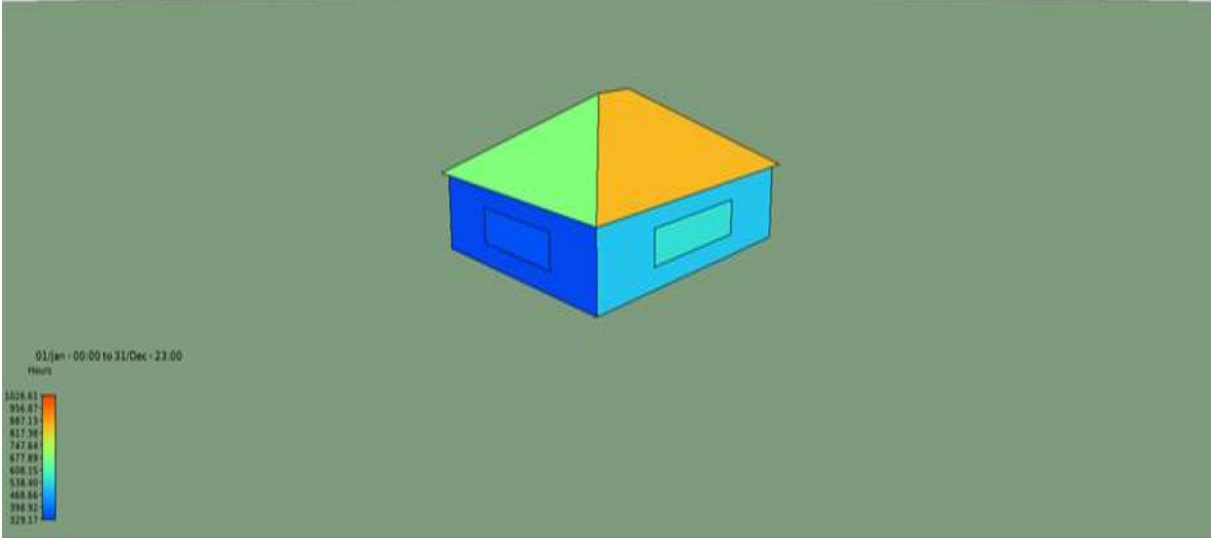
120 m<sup>2</sup> alana sahip 1+1 bağı evi tek kat olarak tasarlanmıştır.

**Tablo 1.** Yapı Hakkında Genel Bilgiler

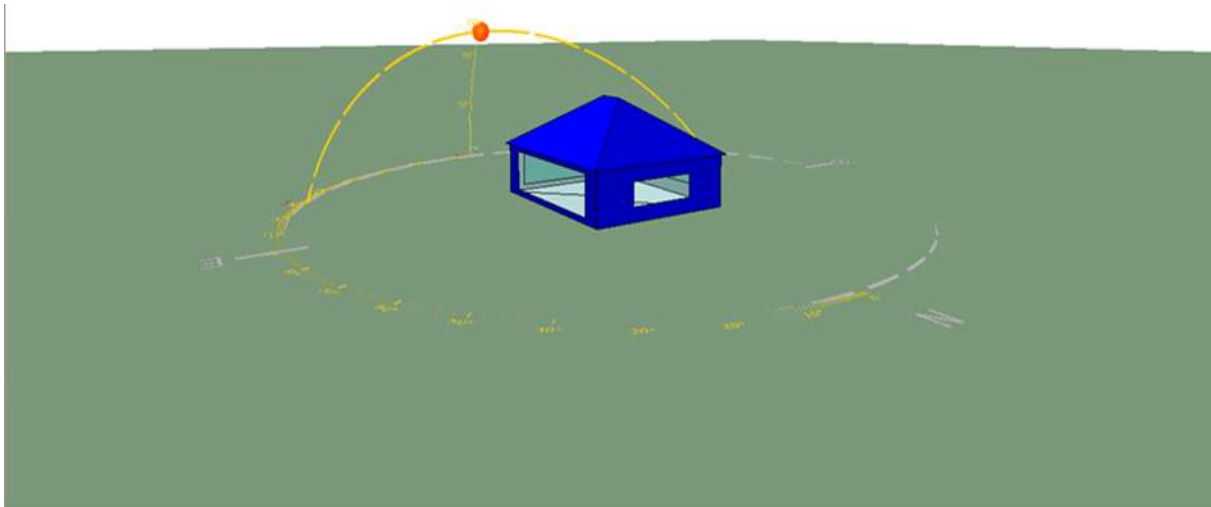
### YAPIL BİLGİLERİ

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Bulanık Sempozyumu Özel Sayı 1 | Bulanık MYO Sosyal Bilimler Dergisi<br>Journal of Social Sciences of Bulanık Vocation School |
|--------------------------------|--|

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| Tasıyıcı Sistem              | Retonarme           |
| Toplam Kat                   | 1                   |
| Kat Yüksekliği               | 3.00 m              |
| Toplam İnşaat Alanı          | 120 m <sup>2</sup>  |
| Toplam Dış Duvar Yüzey Alanı | 132 m <sup>2</sup>  |
| Toplam Pencere Alanı         | 52.8 m <sup>2</sup> |



Şekil 1. Projenin IES-VE Simülasyonunda Modellenmesi



Şekil 2. Projenin IES-VE Simülasyonunda Üç Boyutlu Modeli

## 1.2. Projede Kullanılan Malzeme Bilgileri

Çalışma için tasarlanan projede yapı malzemesi olarak briket, tuğla, blok bims, gaz beton, beton, içi boşluklu blok kullanılmıştır. Yalıtım malzemesi olarak ise selüloz esaslı malzemelerden; amorf selüloz, selüloz, geri dönüştürülmüş selüloz, nano-selüloz lifler kullanılmıştır. Kullanılan malzemelerin kalınlık bilgileri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Kullanılan Malzemelerin Kalınlık Bilgileri

| MALZEME BİLGİSİ             | [mm]       |
|-----------------------------|------------|
| Yapı Malzemesi Kalınlığı    | 200        |
| Yalıtım Malzemesi Kalınlığı | 45         |
| Sıva Kalınlığı              | 40         |
| <b>TOPLAM</b>               | <b>285</b> |

Çalışmada kullanılan yapı malzemelerinin ve yalıtım malzemelerinin termo-fiziksel özellikleri( ısı iletkenliği, yoğunluk katsayıları) Tablo 3'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Yapı Malzemelerinin Termo-fiziksel Özellikleri

| YAPI MALZEMELERİNİN TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİ |                            |                              |                                  |
|---|----------------------------|------------------------------|----------------------------------|
|   |                            | Isı İletkenliği<br>[W/(m·K)] | Yoğunluk<br>[kg/m <sup>3</sup> ] |
| <b>Yapı Malzemeleri</b>                       | Briket                     | 0,920                        | 1600,00                          |
|   | Tuğla                      | 0,690                        | 1580,00                          |
|   | Blok bims                  | 0,230                        | 770,00                           |
|   | Gaz beton                  | 0,150                        | 400,00                           |
|   | Beton                      | 0,350                        | 1000,00                          |
|   | İçer boşluklu blok         | 0,900                        | 1400,00                          |
| <b>Yalıtım Malzemeleri</b>                    | Amorf selüloz              | 0,024                        | 72,00                            |
|   | Selüloz                    | 0,029                        | 233,00                           |
|   | Geri dönüştürülmüş selüloz | 0,032                        | 40,00                            |
|   | Nano- selüloz lifler       | 0,018                        | 20,00                            |
| <b>Sıva</b>                                   | Plaster                    | 0,021                        | 700,00                           |

### 1.3. Uygulama Detayları

Çalışmada sandviç duvar tipi kullanılmıştır. Kullanılan 6 farklı duvar yapı malzemeleri ve her bir malzeme arasına seçilen 4 farklı selüloz esaslı yalıtım malzemeleri ile 24 farklı alternatif senaryo oluşturulmuştur. Bu alternatiflerin uygulama şekli Tablo 4.te gösterilmiştir.

Tablo 4. Muş İli Bulanık İlçesinde Tasarlanan Yapı Alternatifleri

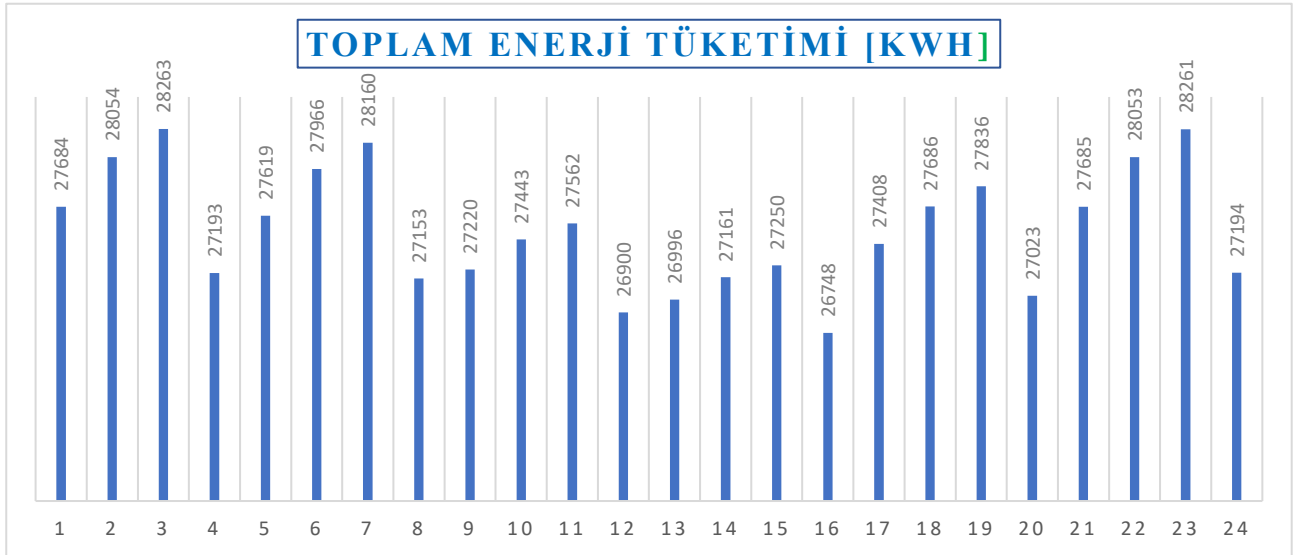
| UYGULAMA DETAYLARI |             |                    |                                   |                    |             |  |
|--------------------|-------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------|--|
| Tip                |             |                    |                                   |                    |             |  |
| 1                  | Sıva (20mm) | Briket (100 mm)    | Amorf selüloz (45mm)              | Briket (100 mm)    | Sıva (20mm) |  |
| 2                  | Sıva (20mm) | Briket (100 mm)    | Selüloz (45mm)                    | Briket (100 mm)    | Sıva (20mm) |  |
| 3                  | Sıva (20mm) | Briket (100 mm)    | Geri dönüştürülmüş selüloz (45mm) | Briket (100 mm)    | Sıva (20mm) |  |
| 4                  | Sıva (20mm) | Briket (100 mm)    | Nano selüloz lifler (45mm)        | Briket (100 mm)    | Sıva (20mm) |  |
| 5                  | Sıva (20mm) | Tuğla (100 mm)     | Amorf selüloz (45mm)              | Tuğla (100 mm)     | Sıva (20mm) |  |
| 6                  | Sıva (20mm) | Tuğla (100 mm)     | Selüloz (45mm)                    | Tuğla (100 mm)     | Sıva (20mm) |  |
| 7                  | Sıva (20mm) | Tuğla (100 mm)     | Geri dönüştürülmüş selüloz (45mm) | Tuğla (100 mm)     | Sıva (20mm) |  |
| 8                  | Sıva (20mm) | Tuğla (100 mm)     | Nano selüloz lifler (45mm)        | Tuğla (100 mm)     | Sıva (20mm) |  |
| 9                  | Sıva (20mm) | Blok bims (100 mm) | Amorf selüloz (45mm)              | Blok bims (100 mm) | Sıva (20mm) |  |
| 10                 | Sıva (20mm) | Blok bims (100 mm) | Selüloz (45mm)                    | Blok bims (100 mm) | Sıva (20mm) |  |
| 11                 | Sıva (20mm) | Blok bims (100 mm) | Geri dönüştürülmüş selüloz (45mm) | Blok bims (100 mm) | Sıva (20mm) |  |
| 12                 | Sıva (20mm) | Blok bims (100 mm) | Nano selüloz lifler (45mm)        | Blok bims (100 mm) | Sıva (20mm) |  |
| 13                 | Sıva (20mm) | Gaz beton (100 mm) | Amorf selüloz (45mm)              | Gaz beton (100 mm) | Sıva (20mm) |  |
| 14                 | Sıva (20mm) | Gaz beton (100 mm) | Selüloz (45mm)                    | Gaz beton (100 mm) | Sıva (20mm) |  |
| 15                 | Sıva (20mm) | Gaz beton (100 mm) | Geri dönüştürülmüş selüloz (45mm) | Gaz beton (100 mm) | Sıva (20mm) |  |
| 16                 | Sıva (20mm) | Gaz beton (100 mm) | Nano selüloz lifler (45mm)        | Gaz beton (100 mm) | Sıva (20mm) |  |
| 17                 | Sıva (20mm) | Beton (100 mm)     | Amorf selüloz (45mm)              | Beton (100 mm)     | Sıva (20mm) |  |
| 18                 | Sıva (20mm) | Beton (100 mm)     | Selüloz (45mm)                    | Beton (100 mm)     | Sıva (20mm) |  |
| 19                 | Sıva (20mm) | Beton (100 mm)     | Geri dönüştürülmüş selüloz (45mm) | Beton (100 mm)     | Sıva (20mm) |  |

|    |             |                   |                                   |                            |             |
|----|-------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------|
| 20 | Sıva (20mm) | Beton (100 mm)    | Nano selüloz lifler (45mm)        | Beton (100 mm)             | Sıva (20mm) |
| 21 | Sıva (20mm) | İçi boşluklu blok | Amorf selüloz (45mm)              | İçi boşluklu blok (100 mm) | Sıva (20mm) |
| 22 | Sıva (20mm) | İçi boşluklu blok | Selüloz (45mm)                    | İçi boşluklu blok (100 mm) | Sıva (20mm) |
| 23 | Sıva (20mm) | İçi boşluklu blok | Geri dönüştürülmüş selüloz (45mm) | İçi boşluklu blok (100 mm) | Sıva (20mm) |
| 24 | Sıva (20mm) | İçi boşluklu blok | Nano selüloz lifler (45mm)        | İçi boşluklu blok (100 mm) | Sıva (20mm) |

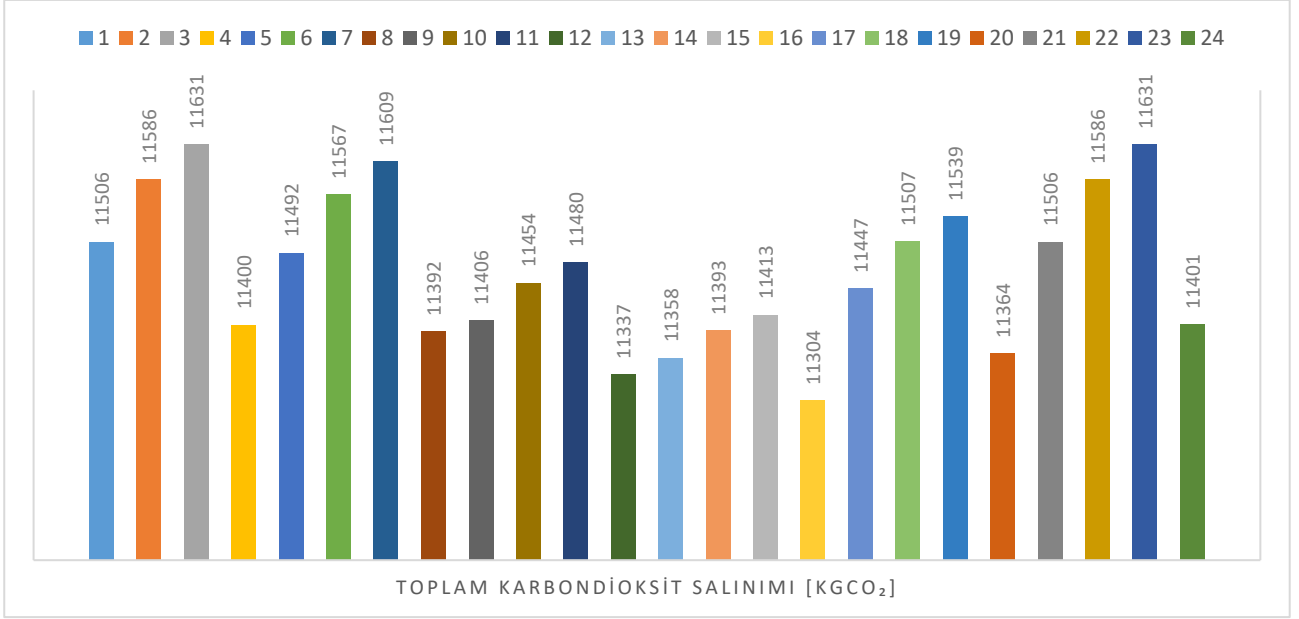
NOT: Alternatifler dışarıdan içeriye doğru sıralanmıştır.

## 2. IES-VE ENERJİ SIMÜLASYON PROGRAMI ANALİZİ

Çalışmada IES-VE enerji simülasyon programı kullanılarak Muş ili iklim şartlarında tasarlanan 120 m<sup>2</sup> alana sahip bağ evinin, seçilen bölgeye uygun yapı malzemeleri ve selüloz esaslı yalıtım malzemeleri ile oluşturulan alternatifler ile inşa edilmesi durumu araştırılmıştır. Belirlenen malzeme kombinasyonlarına Muş ili iklim şartları dikkate alınarak farklı kombinasyonlarla tasarlanan yapı alternatiflerinin yıllık toplam enerji tüketimi değerleri Şekil 3'de verilmiştir. Muş ili bulanık ilçesi için planlanan 1+1 bağ evinin 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



**Şekil 4.** Yıllık toplam karbondioksit salınımı değerleri

Analiz sonuçlarına göre yıllık enerji tüketim bakımından en olumlu alternatif 26748 kWh ile 16. alternatif olmuştur. Toplam karbondioksit salınımı bakımından en olumlu senaryo 11304 kgCO<sub>2</sub> ile yine 16. alternatif olmuştur. En olumlu alternatif incelendiğinde duvar yapı malzemesi olarak gaz beton ve yalıtım malzemesi olarak ise nano-selüloz lifler kullanılmıştır.

En olumsuz alternatifin ise hem yıllık enerji tüketimi hem de yıllık karbondioksit salınımı bakımından 3. alternatif olduğu sonucuna varılmıştır. 3. alternatifte yıllık enerji tüketimi 28263 kWh ve yıllık karbondioksit salınımı 11631 kgCO<sub>2</sub> olarak belirlenmiştir. Bu alternatifte duvar örgü malzemesi olarak briket ve yalıtım malzemesi olarak geri dönüştürülmüş selüloz kullanılmıştır.

Tüm alternatifler incelendiğinde çalışmada duvar örgü malzemesi olarak kullanılan yapı malzemelerinden en enerji etkin ve Muş ili iklim şartlarında kullanılabilecek malzemenin gaz beton olduğu sonucuna varılmıştır. Yalıtım malzemesi olarak ise en verimli malzemenin nano-selüloz lifler olduğu sonucuna varılmıştır.

### 3.SONUÇ VE ÖNERİLER

Yeşil binaların tasarlanması, çevresel, ekonomik ve sosyal faydalar sağlar ve daha sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir adımdır. Selüloz çevresel etkileri açısından etkin geri dönüştürülmüş yalıtım malzemelerindedir. Sürdürülebilirlik yönüyle birçok olumlu özelliği bünyesinde taşımaktadır. Bu nedenle, çevre kirliliğine de sebep olmaz. Fakat üretim aşamasında yüksek düzeyde enerji gerektirmesi olumsuz özelliklerindedir (Ayçam, Tuna ve Süt, 2010).

Bu çalışmada IES-VE enerji analiz programı ile yapılan analizlerin değerlendirilmesi ile elde edilen en olumlu alternatif ile en olumsuz alternatif değerleri karşılaştırıldığında; en iyi alternatifin kullanılması durumunda yıllık enerji tüketiminde % 5.36 ve yıllık karbondioksit salınımı miktarının da % 2.81 daha az kullanılmasına olanak tanınabileceği belirlenmiştir. Elverişli tasarımların kullanılması durumunda ilçedeki binaların hem daha az enerji tüketmesine hem de atmosfere daha az CO<sub>2</sub> iletilmesine imkan sağlanmış olacaktır.

Bu çalışmada yapılan analiz sonuçlarının ilçedeki tasarımcılara, çevre yönetimi ile ilgili karar vericilere rehberlik etmesi amaçlanmıştır.

### 4.ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

### 5.ÇATIŞMA BEYANI



Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## KAYNAKÇA

- Ayçam, İ., Tuna, M., & Süt, G. (2010). *Sürdürülebilirlik ve Mimari Değişimin Yalıtım Malzemelerine Etkileri*. International Sustainable Buildings Symposium (ISBS) 26-28 May 2010 Ankara, Türkiye.
- Eryıldız, D., (2003). Sürdürülebilirlik ve Mimarlık Dosyasında Ekolojik Mimarlık. *Arredamento Mimarlık Dergisi*, (154), 71–75.
- Marín-Calvo, N., González-Serrud, S., & James-Rivas, A. (2023). Thermal Insulation Material Produced From Recycled Materials for Building Applications: Cellulose and Rice Husk-Based Material. *Frontiers in Built Environment*, 9, 1271317.
- Yılmaz, E., & Balyemez, S. (2020). Türkiye’de Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemleri. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 15(57), 1-18.