

Köpük Yalıtım Malzemelerinin Aynı Boyutta Farklı Üretilmiş BİMS Tuğlalarla Birlikte Enerji Performansının Değerlendirmesi

¹İlknur Arı and ²Prof. Dr. Figen Balo

¹Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş ve Mühendislik Yönetimi, Elazığ, Türkiye

²Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Elazığ, Türkiye

Özet

Binalarda enerji performansı, enerji tüketimini azaltmak ve enerji verimliliğini artırmak için kritik bir unsurdur. Enerji performansını değerlendirmek için çeşitli yöntemler kullanılmakta ve enerji performans açığını azaltmak için yeni stratejiler geliştirilmektedir. Yüksek performanslı binaların tasarımında entegre bir yaklaşım benimsenmeli ve enerji verimliliği, gayrimenkul değerlemelerinde dikkate alınmalıdır. Bu yaklaşımlar, enerji tasarrufunu artırmak ve sürdürülebilir bir gelecek sağlamak için önemlidir.

Bu çalışmada aynı boyutlara sahip fakat farklı sıra boşluk ve göz sayısına sahip bims tuğlalarla birlikte köpük esaslı yalıtım malzemelerinin dış duvarlarda kullanılması ile oluşacak enerji performansları değerlendirilmiştir. Çalışma için İstanbul ili iklim şartlarında 80 m² alanda 1+1 daire tek kat olarak tasarlanmıştır. Yapının dış duvarlarında kullanılan 3 tip bims tuğla ve 7 farklı köpük esaslı yalıtım malzemelerinin (melamin köpüğü, poliizosiyanat köpüğü, PVC köpük, elastomerik kauçuk köpüğü, cam köpüğü, fenol köpüğü, köpük kauçuk) çeşitli kombinasyonları sonucu 21 alternatif elde edilmiştir. Kombinasyonlar dıştan yalıtımlı olacak şekilde dış duvarlarda uygulanmıştır. Bu alternatiflerin enerji performansları IES-VE enerji simülasyon programı ile analiz edilmiştir. Enerji performansı en yüksek malzemeler üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Enerji performansı, IES-VE, boşluklu BİMS, yalıtım malzemeleri.

Evaluation of Energy Performance of Foam Insulation Materials with Different Manufactured BIMS Bricks of the Same Size

Abstract

Energy performance in buildings is a critical element to reduce energy consumption and increase energy efficiency. Various methods are used to assess energy performance and new strategies are being developed to reduce the energy performance gap. An integrated approach should be adopted in the design of high performance buildings and energy efficiency should be taken into account in property valuations. These approaches are important to increase energy savings and ensure a sustainable future.

In this study, the energy performances of pumice bricks with the same dimensions but different row spacing and number of cavities and foam based insulation materials were evaluated. For the study, a 1+1 flat with an area of 80 m² was designed as a single floor in the climatic conditions of Istanbul province. As a result of various combinations of 3 types of pumice bricks and 7 different foam based insulation materials (melamine foam, polyisocyanate foam, PVC foam, elastomeric rubber foam, glass foam, phenol foam, foam rubber), 21 alternatives were obtained. The energy performances of these alternatives were analysed with IES-VE energy simulation programme. Evaluations were made on the materials with the highest energy performance.

Key words: Energy performance, IES-VE, hollow BIMS, insulation materials.

1. Giriş

Günümüz dünyasında enerji hayatın vazgeçilmezlerinden biri haline gelmiştir. Ancak enerji kaynaklarının sınırlı olması, sürdürülebilir enerji yönetimini zorunlu kılar. Enerji yaşam için olmazsa olmazdır fakat aşırı tüketimi sınırlamak, enerji maliyetlerini azaltırken yaşam kalitesini en üst düzeye çıkarmaya yardımcı olmaktadır [1]. Tarihsel olarak, enerji arzı teknolojik ilerlemelerle birlikte artmıştır. Gelecekte de teknolojik yenilikler, enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlayarak enerji arzını güvence altına alabilir [2]. Enerji kıtlığı, ekonomik büyüme için bir risk faktörü olarak görülmektedir [3]. Enerji kaynaklarının tükenme riski, dünya genelinde ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliği ve enerji güvenliği açısından önemli bir endişe kaynağıdır. Doğal kaynakların tükenmesi, uzun vadede enerji güvenliği risklerini artırmaktadır [4]. Araştırmalara göre kömür, petrol, doğal gaz ve doğal uranyum gibi konvansiyonel enerji kaynaklarının tükenmesi, 2040 sonrası için ciddi bir kıtlık riski taşımaktadır [5]. Petrol, doğal gaz ve kömür gibi kaynaklar hızla tükenmektedir ve mevcut tüketim hızında bu kaynakların 41 yıl içinde ciddi şekilde azalacağı öngörülmektedir [6]. Enerji kıtlığı riski bu durumdayken doğal kaynakların verimli kullanımı ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, bu riskleri azaltmada kritik öneme sahiptir. Teknolojik gelişmeler ve sürdürülebilir politikalar, enerji kaynaklarının daha etkin yönetilmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca fosil kökenli enerji kaynaklarından elde edilen enerji kullanımı ve ekonomik büyüme, CO₂ emisyonlarını artırarak çevresel bozulmayı da oldukça etkilemektedir [7] [8].

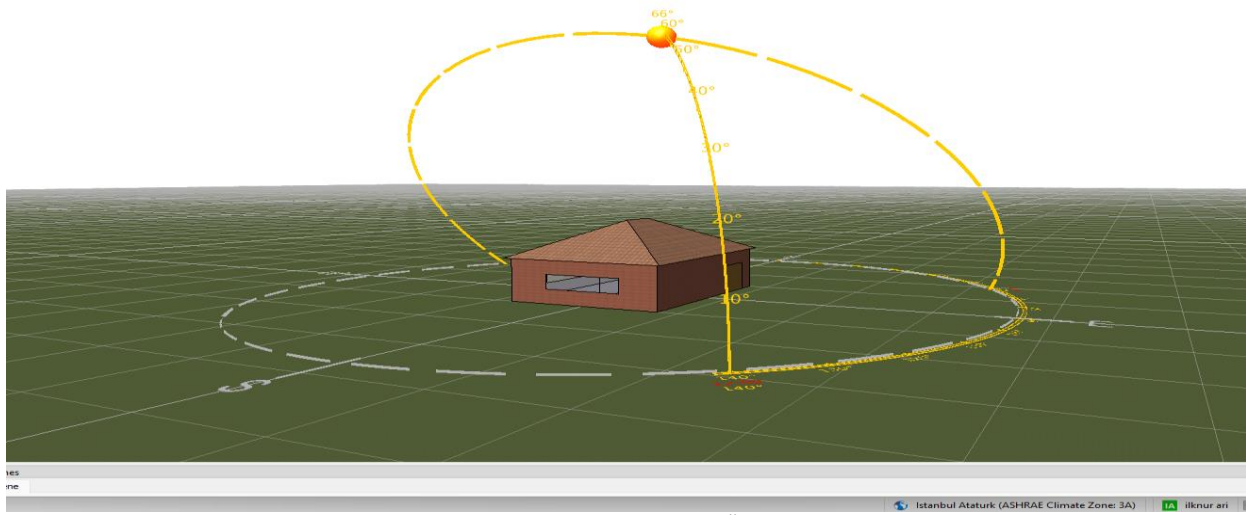
Tüketilen enerjinin büyük bir bölümü konut veya ticari binalarda tüketilmektedir. Gelişmiş ülkelerde binaların enerji tüketimi %40'ın üzerine çıkarken, gelişmekte olan bölgelerde bu oran daha düşük olabilmektedir [9]. Isıtma ve soğutma sistemleri gibi faktörler enerji tüketimini önemli ölçüde etkilemektedir. Isıtma ve soğutma için harcanan enerjiyi minimize etmek için binalarda kullanılan yapı malzemelerinin önemi çeşitli çalışmalar ile kanıtlanmıştır. Özellikle binanın iyi bir yalıtım sistemi ile dizayn edilmesi, enerji performansını artırıp enerji tasarrufuna katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, mevcut binaların yenilenmesi ve teknolojik yaklaşımlar da enerji verimliliğini artırmada önemli rol oynamaktadır [10].

Binaların dış duvarlarında daha iyi bir yalıtım sağlayıp enerji performansını artırmak için bazı köpük esaslı yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Bu malzemeler ısı iletkenlik katsayıları düşük olması nedeniyle ısı kaybını azaltmaktadır. Hafif yapıları sebebiyle kolay taşıma ve kurulum imkanı sunmaktadır. Dayanıklı malzemeler olup uzun süreli kullanım sağlayarak karbon ayak izini azaltmaktadır. Ayrıca suya dayanıklılık, ses yalıtımı gibi özellikler de sunmaktadır.

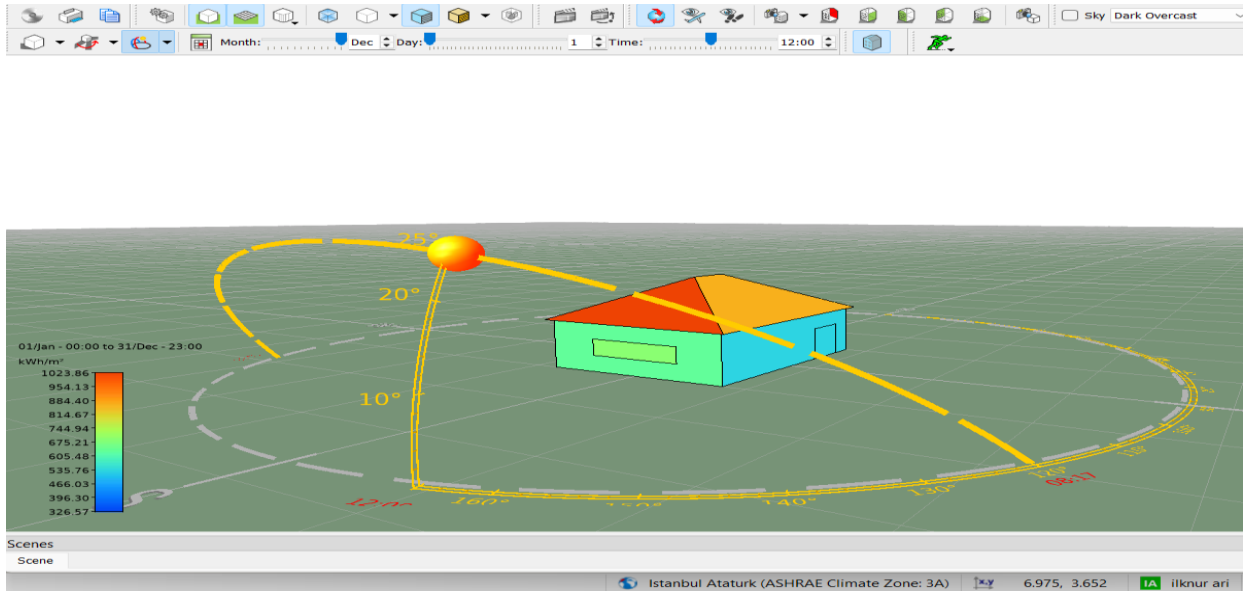
Tablo 1.Yapı Hakkında Genel Bilgiler

BİNA BİLGİLERİ	
Taşıyıcı Sistem	Betonarme
Toplam Kat	1
Kat Yüksekliği	3.00 m
Toplam İnşaat Alanı	80 m ²
Toplam Dış Duvar Yüzey Alanı	108 m ²
Toplam Pencere-Kapı Alanı	18.8 m ²

Projenin IES-VE yazılımı üç boyutlu modeli Şekil 2’de gösterilmiştir. Projenin enerji modellemesi Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Projenin IES-VE Simülasyonunda Üç Boyutlu Modellenmesi



Şekil 3. 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 3 farklı tip boşluklu bims tuğla kullanılmıştır. Yalıtım malzemesi olarak melamin köpüğü, poliizosiyanat köpüğü, PVC köpük, elastomerik kauçuk köpüğü, cam köpüğü, fenol köpüğü, köpük kauçuk kullanılmıştır.

Tablo 2. Projede Kullanılan Malzemelerin Kalınlık Bilgileri

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

Kullanılan Bims tuğlaların boyutları ve boşluk-toplam göz sayıları Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3.Yapı Malzemelerinin Fiziksel Görünüm Özellikleri

	Bims tuğla boyutları (en x boy x yükseklik) [cm x cm x cm]	Tuğladaki sıra boşluk sayısı [adet]	Tuğladaki toplam göz sayısı [adet]
Tip 1	25 x 39 x 18.5	2	6
Tip 2	25 x 33 x 24	3	9
Tip 3	25x 39 x 18.5	7	24

Proje için kullanılan tüm malzemelerin termofiziksel özellikleri Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4. Proje İçin Kullanılan Malzemelerin Termofiziksel Özellikleri

YAPI MALZEMELERİNİN TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİ			
		Isı İletkenliği [W/(m·K)]	Yoğunluk [kg/m³]
Duvar Örgü Malzemeleri	Tip 1 Tuğla	0,220	830,00
	Tip 2 Tuğla	0,220	920,00
	Tip 3 Tuğla	0,133	920,00

Yalıtım Malzemeleri	Melamin köpüğü	0,034	10,00
	Poliizosiyanat köpüğü	0,026	29,00
	PVC köpük	0,029	28,00
	Elastomerik kauçuk köpüğü	0,037	60,00
	Cam köpüğü	0,052	150,00
	Fenol köpüğü	0,036	40,00
	Köpük kauçuk	0,038	50,00
Sıva	Plaster	0,021	700,00

2.3.Uygulama Detayları

Çalışma için tüm senaryolara dıştan yalıtımlı duvar tipinde olacak şekilde malzeme kombinasyonları uygulanmıştır. Her bir yapı malzemesinin ve yalıtım malzemelerinin farklı kombinasyonları gerçekleştirilerek 3*7 olacak şekilde 21 farklı alternatif senaryo oluşturulmuştur. Tüm alternatiflerin uygulama biçimi Tablo 5’de sunulmuştur.

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

Alternatif 8 ile Alternatif 14 arasında proje için seçilen tip 2 BİMS tuğlanın her bir yalıtım malzemesi ile sırayla kombinasyonu gerçekleştirilmiştir.

Alternatif 15 ile Alternatif 21 arasında proje için seçilen tip 3 BİMS tuğlanın her bir yalıtım malzemesi ile sırayla kombinasyonu gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5. Malzemelerin Dış Duvarlara Uygulama Biçimi

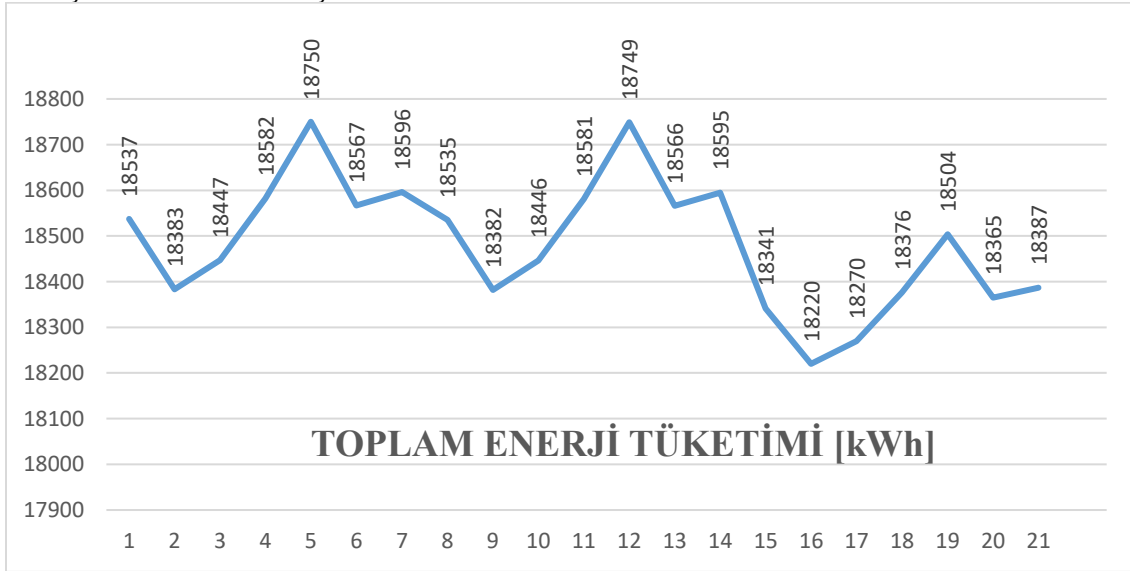
İSTAN BUL	UYGULAMA DETAYLARI			
Alternatif 1	Sıva (20mm)	Melamin Köpüğü (50 mm)	Tip 1 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 2	Sıva (20mm)	Poliizosiyanat Köpüğü (50 mm)	Tip 1 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 3	Sıva (20mm)	PVC Köpük (50 mm)	Tip 1 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 4	Sıva (20mm)	Elastomerik Kauçuk Köpüğü (50 mm)	Tip 1 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 5	Sıva (20mm)	Cam Köpüğü (50 mm)	Tip 1 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 6	Sıva (20mm)	Fenol Köpüğü (50 mm)	Tip 1 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 7	Sıva (20mm)	Köpük Kauçuk (50 mm)	Tip 1 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 8	Sıva (20mm)	Melamin Köpüğü (50 mm)	Tip 2 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 9	Sıva (20mm)	Poliizosiyanat Köpüğü (50 mm)	Tip 2 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 10	Sıva (20mm)	PVC Köpük (50 mm)	Tip 2 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 11	Sıva (20mm)	Elastomerik Kauçuk Köpüğü (50 mm)	Tip 2 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 12	Sıva (20mm)	Cam Köpüğü (50 mm)	Tip 2 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 13	Sıva (20mm)	Fenol Köpüğü (50 mm)	Tip 2 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 14	Sıva (20mm)	Köpük Kauçuk (50 mm)	Tip 2 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 15	Sıva (20mm)	Melamin Köpüğü (50 mm)	Tip 3 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 16	Sıva (20mm)	Poliizosiyanat Köpüğü (50 mm)	Tip 3 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 17	Sıva (20mm)	PVC Köpük (50 mm)	Tip 3 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)

Alternatif 18	Sıva (20mm)	Elastomerik Kauçuk Köpüğü (50 mm)	Tip 3 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 19	Sıva (20mm)	Cam Köpüğü (50 mm)	Tip 3 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 20	Sıva (20mm)	Fenol Köpüğü (50 mm)	Tip 3 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 21	Sıva (20mm)	Köpük Kauçuk (50 mm)	Tip 3 BİMS Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)

NOT: Alternatifler dışarıdan içeriye doğru sıralanmıştır.

3. Bulgular

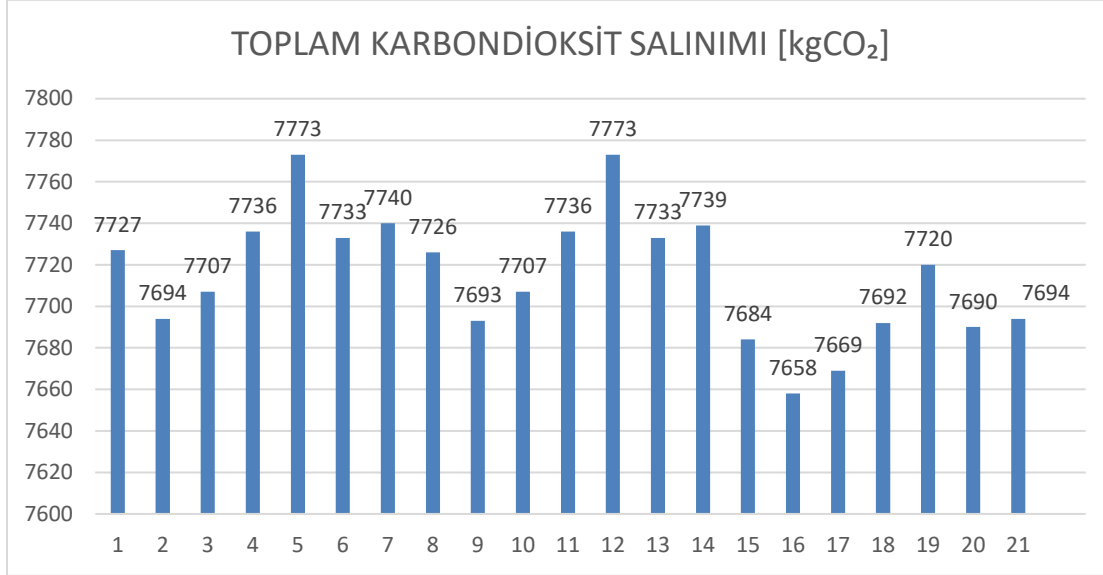
Çalışmada IES-VE enerji simülasyon programı kullanılarak İstanbul ili iklim şartlarında tasarlanan 80 m² dairenin, seçilen malzeme kombinasyonlarıyla oluşturulan alternatifler ile inşa edilmesi durumu araştırılmıştır. Belirlenen malzeme kombinasyonlarına İstanbul ili iklim şartları göz önünde bulundurularak farklı kombinasyonlarla tasarlanan yapı alternatiflerinin yıllık toplam enerji tüketimi değerleri Şekil 4’de sunulmuştur. İstanbul ili için planlanan işletmenin IES-VE enerji simülasyon programı ile yapılan analizleri ile elde edilen toplam karbondioksit salınımı değerleri Şekil 5’de sunulmuştur.



Şekil 4. Yıllık Toplam Enerji Tüketimi Değerleri

Yıllık toplam enerji tüketim analiz sonuçlarına göre en olumlu değeri veren alternatif senaryonun 18220 kWh ile 16. Alternatif olduğu görülmüştür. 16.alternatifte duvar örgü malzemesi olarak tip 3 BİMS tuğla ve yalıtım malzemesi olarak poliizosiyanat köpüğü kullanılmıştır.

En olumsuz alternatif ise 18750 kWh ile 5.alternatif olmuştur. 5.alternatifte duvar örgü malzemesi olarak tip 1 BİMS tuğla ve yalıtım malzemesi olarak cam köpüğü kullanılmıştır.



Şekil 5. Yıllık Toplam Karbondioksit Salınımı Değerleri

Yıllık toplam CO₂ salınım miktarlarına göre analiz sonuçlarına bakıldığında en olumlu sonucun 7658 kgCO₂ ile 16.alternatif , en olumsuz sonucun ise 7773 kgCO₂ ile 5. ve 12.alternatifler olduğu görülmüştür. 12.alternatif senaryoda kullanılan malzemeler tip 2 BİMS tuğla ve cam köpüğü olmuştur.

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 % 2,83 ve yıllık karbondioksit salınımında % 1,48 azalma sağlanabileceği belirlenmiştir. Enerjinin en verimli şekilde kullanılmasına katkı sağlayacak malzeme seçimi İstanbul ili için enerji tüketimi ve karbondioksit salınımı bakımından azalma sağlayacaktır.

Kaynakça

- [1] Pastén, C., & Santamarina, J. (2012). Energy and quality of life. *Energy Policy*, 49, 468-476. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2012.06.051>.
- [2] Lewis, D. (2012). Will we ever run out of energy? : the history and future of technological progress and energy supply.
- [3] Wang, B., Li, S., Liu, G., & Yang, Z. (2021). Running out of energy: The Price effect of energy deficiency. *Energy Economics*, 100, 105358. <https://doi.org/10.1016/J.ENERCO.2021.105358>.

- [4] Pang, L., Liu, L., Zhou, X., Hafeez, M., Ullah, S., & Sohail, M. (2024). How does natural resource depletion affect energy security risk? New insights from major energy-consuming countries. *Energy Strategy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101460>.
- [5] Ul'yanin, Y., Kharitonov, V., & Yurshina, D. (2018). Forecasting the dynamics of the depletion of conventional energy resources. *Studies on Russian Economic Development*, 29, 153-160. <https://doi.org/10.1134/S1075700718020156>.
- [6] Anghelache, C., Anghel, M., Iacob, Ș., Pârțachi, I., Radulescu, I., & Brezoi, A. (2023). Analysis of the Situation of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption in the European Union. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en16031338>.
- [7] Huo, J., & Peng, C. (2023). Depletion of natural resources and environmental quality: Prospects of energy use, energy imports, and economic growth hindrances. *Resources Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104049>.
- [8] Xu, Y., & Zhao, F. (2023). Impact of energy depletion, human development, and income distribution on natural resource sustainability. *Resources Policy*, 83, 103531 - 103531. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103531>.
- [9] Cao, X., Dai, X., & Liu, J. (2016). Building energy-consumption status worldwide and the state-of-the-art technologies for zero-energy buildings during the past decade. *Energy and Buildings*, 128, 198-213. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2016.06.089>.
- [10] Sharma, S., Mohapatra, S., Sharma, R., Alturjman, S., Altrjman, C., Mostarda, L., & Stephan, T. (2022). Retrofitting existing buildings to improve energy performance. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14020666>.
- [11] <https://www.ecowarmwalls.co.uk/>