



## Bulanık İlçesinde Isıtma Kazanlarındaki Enerji Tüketimini Azaltmak İçin Simülasyon Destekli Baca Tasarımı \*

### Simulation-Assisted Chimney Design to Reduce Energy Consumption in Heating Boilers in Bulanık District

Ahmet KARAHAN (1), \*\*, Figen BALO (2),

#### ÖZET

Binalarda enerji verimliliği, çevresel zorluklar ve sürdürülebilir kalkınma ihtiyacı karşısında kritik bir endişe haline gelmiştir. Binaların her bileşeninde malzeme seçimi, enerji açısından verimli tasarımlara ulaşmada hayati bir rol oynamaktadır. Benzer şekilde baca tasarımının enerji verimliliği üzerindeki etkisi, sadece ısıtma sistemleriyle sınırlı değildir. İyi bir tasarım, soğutma sistemlerinin de etkinliğini artırır, çünkü hava sirkülasyonunu iyileştirir. Bu nedenle, bina tasarımında baca sisteminin entegre bir şekilde düşünülmesi, enerji verimliliğini artırmak için kritik bir adımdır. Bu araştırmada, Muş ili Bulanık ilçesi iklim şartlarında 125 000 kcal/h kapasitede bir doğal gazlı ısıtma cihazına sahip üç katlı bir binanın baca sistemi için dairesel formda paslanmaz çelikten yapılmış bina içinden geçen bir baca sisteminde 4 farklı kalınlıkta yalıtım malzemesi (30 mm, 40 mm, 50 mm, 60 mm) kullanılmıştır. Tüm malzemeler dikkate alınarak farklı kombinasyonlardan oluşan alternatif senaryolar KesaAladin simülasyon programı yardımıyla analiz edilmiştir. Çalışma sonuçlarının Muş ili Bulanık ilçesinde binalarda enerji verimliliği konusunda yalıtım kalınlığı etkisinin dikkate alınması hususunda örnek bir çalışma olarak ilgililere sunulması hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** KesaAladin simülasyonu, Taşyünü, Enerji verimli baca, Çevre kirliliği, Muş

#### ABSTRACT

Energy efficiency in buildings has become a critical concern in the face of environmental challenges and the need for sustainable development. Material selection in every component of buildings plays a vital role in achieving energy efficient designs. Similarly, the impact of chimney design on energy efficiency is not limited to heating systems. A good design also increases the efficiency of cooling systems because it improves air circulation. Therefore, an integrated consideration of the chimney system in building design is a critical step to improve energy efficiency.

In this research, 4 different thicknesses of insulation materials (30 mm, 40 mm, 50 mm, 60 mm) were used in a circular stainless steel flue system for the chimney system of a three-storey building with a natural gas heating device with a capacity of 125 000 kcal/h in the climatic conditions of Bulanık district of Muş province. Alternative scenarios consisting of different combinations considering all materials were analysed with the help of KesaAladin simulation programme. It is aimed to present the results of the study as an exemplary study on the consideration of the effect of insulation thickness on energy efficiency in buildings in Bulanık district of Muş province..

**Anahtar Kelimeler:** KesaAladin simulation, Rockwool, Energy efficient chimney, Environmental pollution, Muş

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

\*\*Sorumlu yazar

<sup>1</sup> **Yüksek Lisans Öğr., Malatya Turgut Özal Üniversitesi,** ahmet.karahan@ozal.edu.tr  
ORCID: 0000-0002-3954-8685

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

#### Article History/Makale Tarihi:

Received/Teslim : 05.08.2024

Accepted/Kabul : 30.11.2024

Published/Yayımlama : 30.11.2024

#### Cited/Atf:

Karahan, A. & Balo, F., Ü. (2024). Bulanık İlçesinde Isıtma Kazanlarındaki Enerji Tüketimini Azaltmak İçin Simülasyon Destekli Baca Tasarımı. *Bulanık MYO Sosyal Bilimler Dergisi (BULSODER), Bulanık Sempozyumu Özel Sayısı 1*, 52-63.

#### Copyright/Telif Hakkı

Bu makale, Creative Commons Atf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı (CC BY NC)'nın hükmü ve koşulları altında dağıtılan açık erişimli bir makaledir.

## GİRİŞ

Binalarda kullanılan yakıtın kimyasal enerjisini yanma işlemiyle ısı enerjisi formuna dönüştürerek elde edilen ısı enerjisinin taşıyıcı akışkan üzerine aktarılma işlemi kazan sistemleri tarafından sağlanmaktadır. Kazan sistemlerinin enerji verimliliği, enerji kaynağının yanmasıyla elde edilen ısı enerjisini taşıyıcı akışkana hangi oranda aktarabildiği ile yakından alakalıdır. Kazan sistemlerindeki verimlilik çoğunlukla ısı kayıplarından dolayı azalmaktadır [1-3]. Yukarıda açıklandığı üzere kazan verimliliği baca verimliliği ile yakından alakalıdır. Bir ısıtma kazanında eksik yanma sonucu oluşan ısı kayıpları sıvı veya katı enerji kaynağının içinde yer alan yanmaya uygun maddelerin yanmadan kül olarak cürufun içerisinde kalmasına veya bacadan atılan emisyon gazının bünyesinde yanmamış halde karbon bileşenlerini oluşturmasına sebep olacaktır. Bu nedenle kullanılan enerji kaynağına ve standartlara uygun doğru tasarlanmış bir baca sistemini yapıya dahil etmek önemli bir konudur. Doğal gazın enerji kaynağı olarak kullanıldığı paslanmaz çelik baca sistemleri düşünüldüğünde tasarımda dikkat edilmesi gereken bazı hususlar aşağıdaki gibidir [4-5].

Paslanmaz çelik baca çeşitleri halatlarla destekli ve kendiliğinden desteklenmiş **bacalar** olarak 2 farklı gruba ayrılabilir. Sismik kuvvetler veya rüzgar gibi yanal kuvvetlerin etkisiyle, bacanın konsoluna ait hareket temel bölüme iletiliyorsa, bu tip baca sistemleri kendi kendisini destekleyebilen baca sistemleri olarak adlandırılır. Temel ile birlikte kendi kendisini destekleyebilen bacalar, herhangi bir ek çalışma olmaksızın bütün çalışma koşullarında sabit olarak kalabilir. Kendiliğinden desteklenmiş olan baca sistemlerinde baca 10 m çapta ve 100 m ile 50 m arasında bir yüksekliği sağlayacak şekilde yapılmaktadır [6].

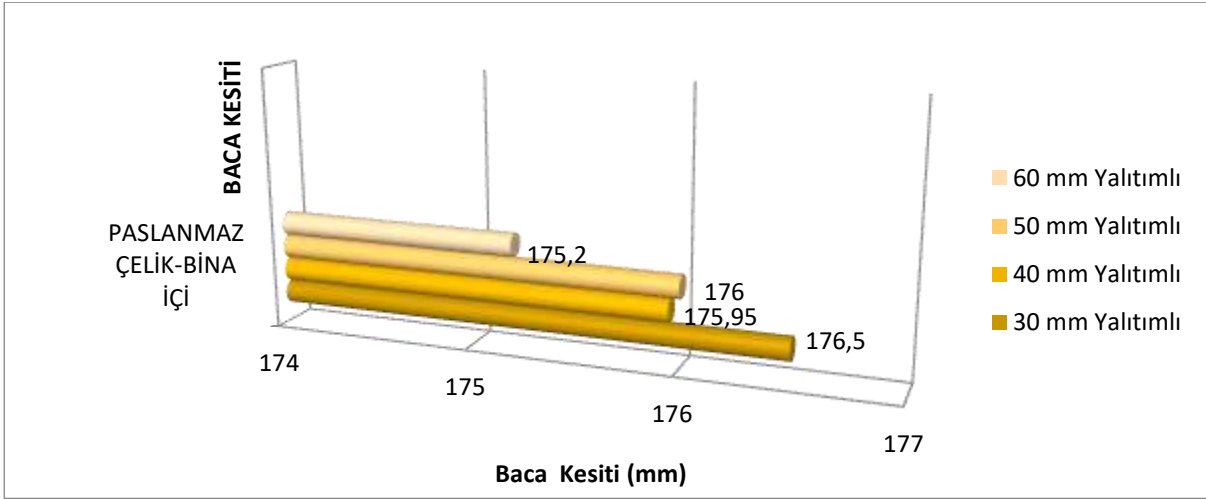
Paslanmaz çelik bacalar eğer yüksek olarak tasarlanmışsa, yanal kuvvetlerin iletilmesi için hafif ağırlıkta çelik telden yapılmış halatlarla bağlanmalıdır. Halatlarla bağlanan **paslanmaz çelik malzemenen yapılmış baca sistemleri sektörde** çelik bacalar olarak bilinmektedir. **Paslanmaz çelik** malzemenen yapılmış baca halatlarla desteklendiği zaman, sismik kuvvet veya rüzgar gibi sisteme uygulanacak bütün yüklemeler baca cidarı tarafından tamamıyla taşınmaz.

Bacadan atılan sera gazlarına ait hızın düşük olmasına neden olan büyük baca sistemlerinde soğuk vurgunu veya don olayı meydana gelebilmektedir. Baca sistemlerinin ağız kısmından aşağı doğru incek soğuk hava bacaların duman akışını bozar. Bu fonksiyonların bozulmasını önlemek için ya baca sistemine bir fan eklenmelidir veya bacanın ölçüleri küçültülerek sistemin işlemesine daha uygun hale getirilmelidir.

Baca içerisinden atmosfere salınacak emisyon gazlarının sıcaklığı eğer yoğuşma sıcaklığı altında bir değere düşerse, emisyon gazlarının içerisinde mevcut suyun bir kısmı yoğuşur ve kondenzasyona sebep olur. Bu yoğuşma olayı genellikle yalıtımı kötü olan baca sistemlerinde veya yanlış tasarlanmış ısıtma mekanizmalarında daha fazla ortaya çıkmaktadır. Yoğuşma sorununun ortaya çıktığı bacalar genellikle eski tip bacalardır. Yoğuşma problemini önleme bakımından yapılabilecek tasarımlar düşünüldüğünde; daha mukavemetli bacalar, yalıtılmış bacalar, bacada olması gereken açıklığın düşürüldüğü daha küçük çaplı bacalar, sekonder klapeyle tali havalandırılması sağlanmış bacalar, havalandırılarak kurutulabilen bacalar [sekonder (motorlu) klape] gerekli önlemleri sağlamada etkili çözümler olarak değerlendirilebilir [7, 8]. Bu çalışmada, doğal gazın enerji kaynağı olarak kullanıldığı üç katlı bir binanın 125 000 kcal/h lik bir ısıtma sistemi için Muş ili Bulanık ilçesi iklim şartlarında taş yünü malzemesi ile yalıtılmış bina içinde paslanmaz çelik bir baca tasarımı yapılacaktır. Tasarım için 4 farklı kalınlıkta yalıtım malzemesi kullanılması durumunda en düşük karbon salınımı ve en düşük enerji tüketimi içeren baca tasarımının belirlenmesi hedeflenmiştir. Baca tasarımında bölgesel iklim şartlarında yalıtım kalınlığının etkisini belirlemeyi hedefleyen bu çalışmada gerekli analizler KesaAladin simülasyon programı yapılmıştır.

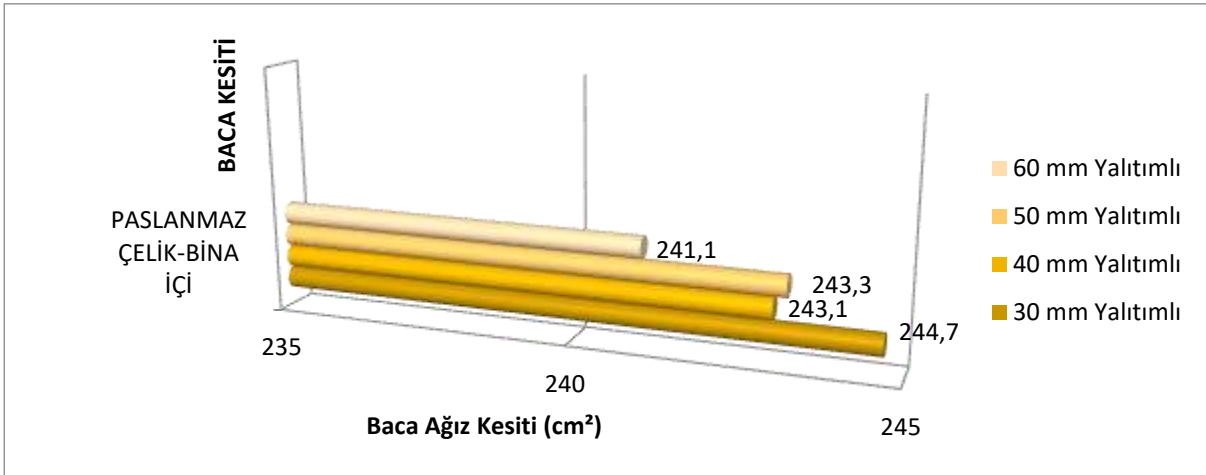
## 2.KESAALADİN SİMÜLASYON PROGRAMI DESTEKLİ ANALİZLER

Çalışmada kullanılan KesaAladin simülasyon programı Almanya'da geliştirilmiştir. Türkiye'nin de kabul etmiş olduğu Avrupa standartlarına uygun olarak teknik parametrelerin hesaplamasını yaparak karşılaştırmalı değerlendirmelerin yapılmasına ve optimal çözümlerin kısa sürede gerçekleştirilmesine imkan sağlayan bir paket programdır [9-11]. Tüm tasarım parametreleri ve araştırılan bölge iklim şartları KesaAladin simülasyon programına girdi olarak işlenerek ve baca modellemesi yapılarak aşağıdaki grafikler elde edilmiştir [12].



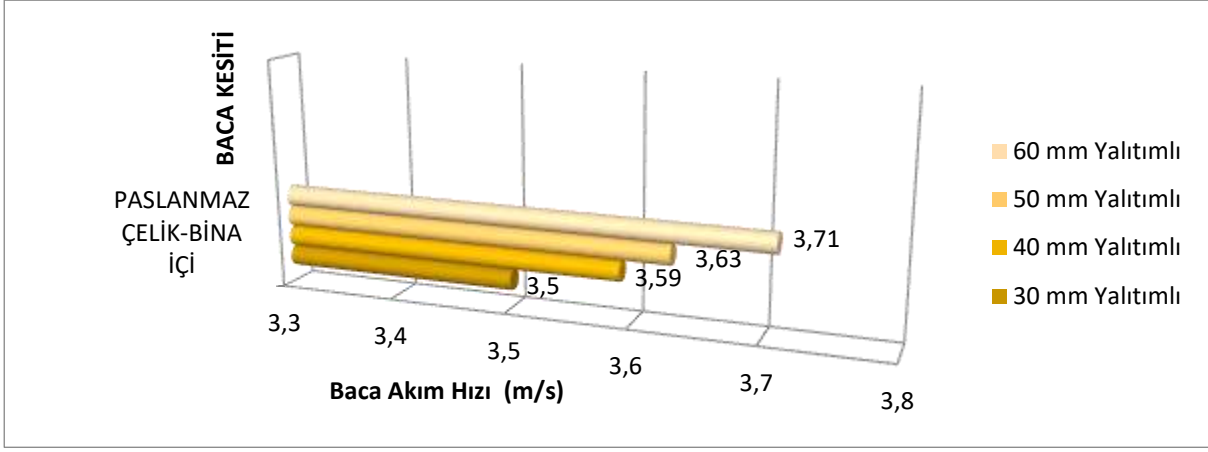
**Şekil 1.** Dairesel kesitli formda baca kesiti karşılaştırması

Bu çalışmada Kesa Aladin paket programı kullanılarak dairesel kesitli formda baca kesiti karşılaştırması Şekil 1’de verilmiştir. En küçük baca kesiti çapı kalınlığı 60 mm olan yalıtım malzemesiyle 175.2 cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. En büyük baca kesiti çapı kalınlığı 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 176.5 cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.



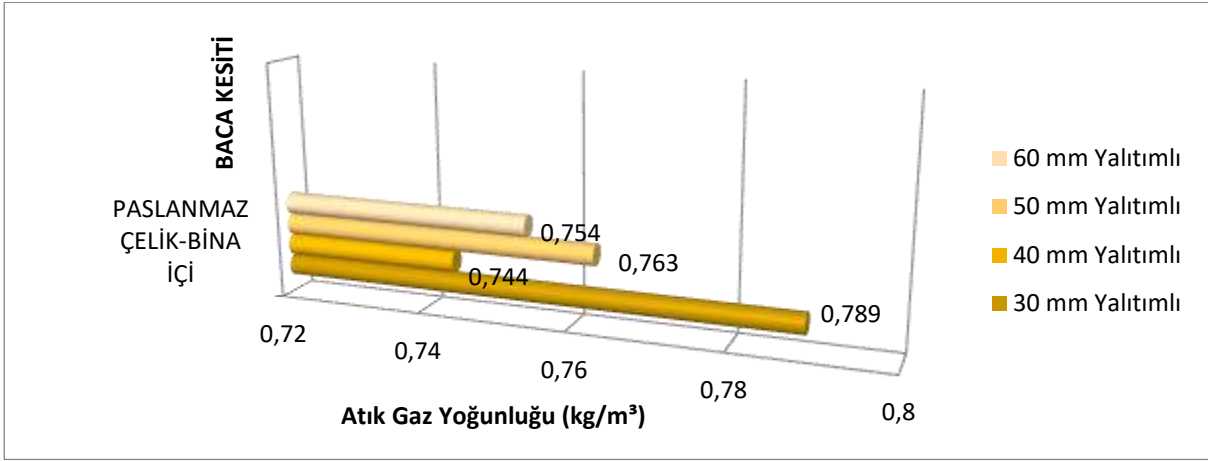
**Şekil 2.** Dairesel kesitli formda baca ağız kesit karşılaştırması

Dairesel kesitli formda baca ağız kesit karşılaştırması Şekil 2’de gösterilmiştir. En büyük baca ağız kesiti çapı kalınlığı 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 244.7 cm<sup>2</sup> olarak elde edilmiştir. En küçük baca ağız kesiti çapı kalınlığı 60 mm olan yalıtım malzemesiyle 241.1 cm<sup>2</sup> olarak elde edilmiştir.



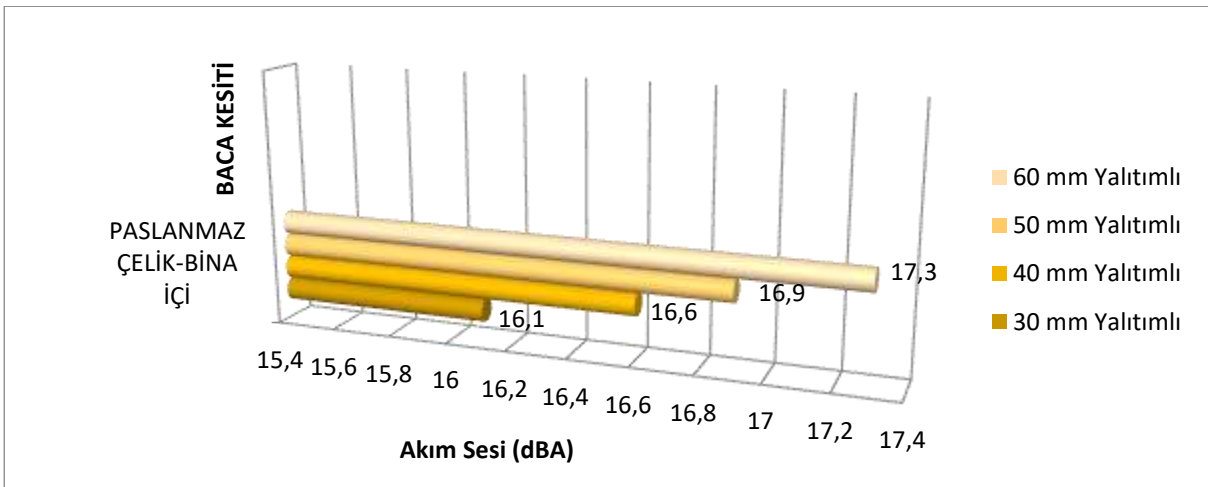
Şekil 3. Dairesel kesitli formda baca akım hızı karşılaştırması

Dairesel kesitli formda baca akım hızının karşılaştırması Şekil 3’de sunulmuştur. En yüksek baca akım hızı kalınlığı 60 mm olan yalıtım malzemesiyle 3.71 m/s ve en düşük baca akım hızı kalınlığı 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 3.5 m/s olarak belirlenmiştir.



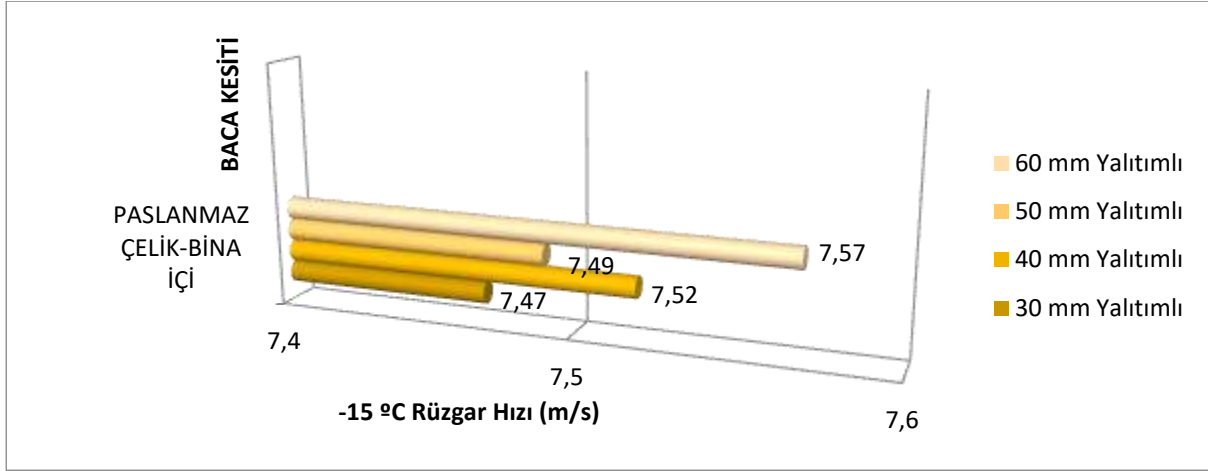
Şekil 4. Dairesel kesitli formda baca atık gaz yoğunluğu karşılaştırması

Dairesel kesitli formda baca atık gaz yoğunluğu karşılaştırması Şekil 4’de detaylandırılmıştır. En düşük atık gaz yoğunluğu kalınlıkları sırasıyla 40 mm olan yalıtım malzemesiyle 0.744 kg/m<sup>3</sup>, 60 mm olan yalıtım malzemesiyle 0.754 kg/m<sup>3</sup>, 50 mm olan yalıtım malzemesiyle 0.763 kg/m<sup>3</sup>, 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 0.789 kg/m<sup>3</sup>, olarak tespit edilmiştir.



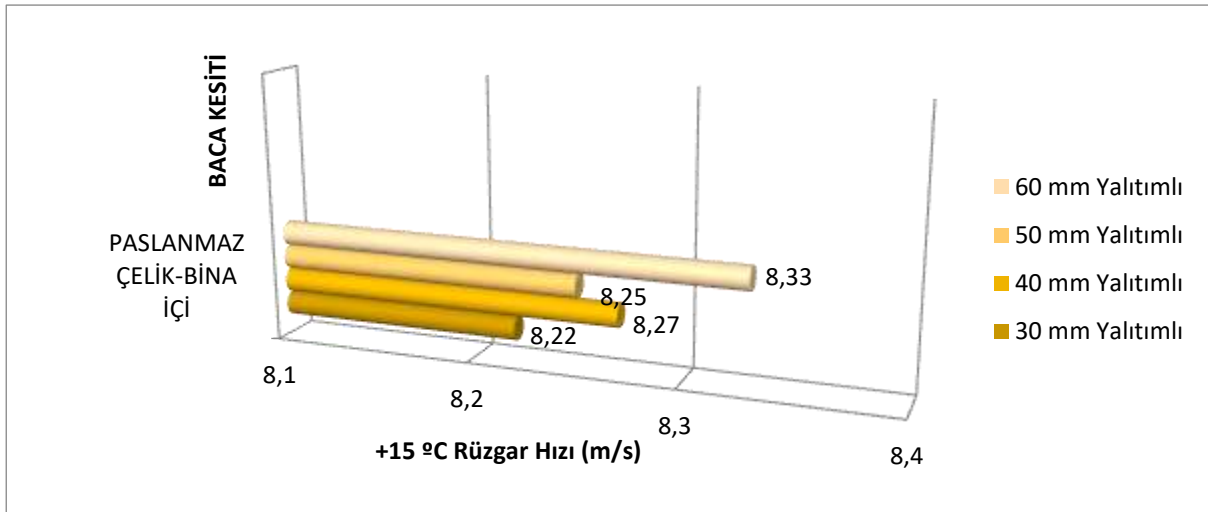
Şekil 5. Dairesel kesitli formda baca akım sesi karşılaştırması

Dairesel kesitli formda baca akım sesi karşılaştırması Şekil 5'te görselleştirilmiştir. En fazla baca akım sesleri sırasıyla, kalınlığı 60 mm olan yalıtım malzemesiyle 17.3 dBA, 50 mm olan yalıtım malzemesiyle 16.9 dBA, 40 mm olan yalıtım malzemesiyle 16.6 dBA, 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 16.1 dBA olarak analiz edilmiştir.



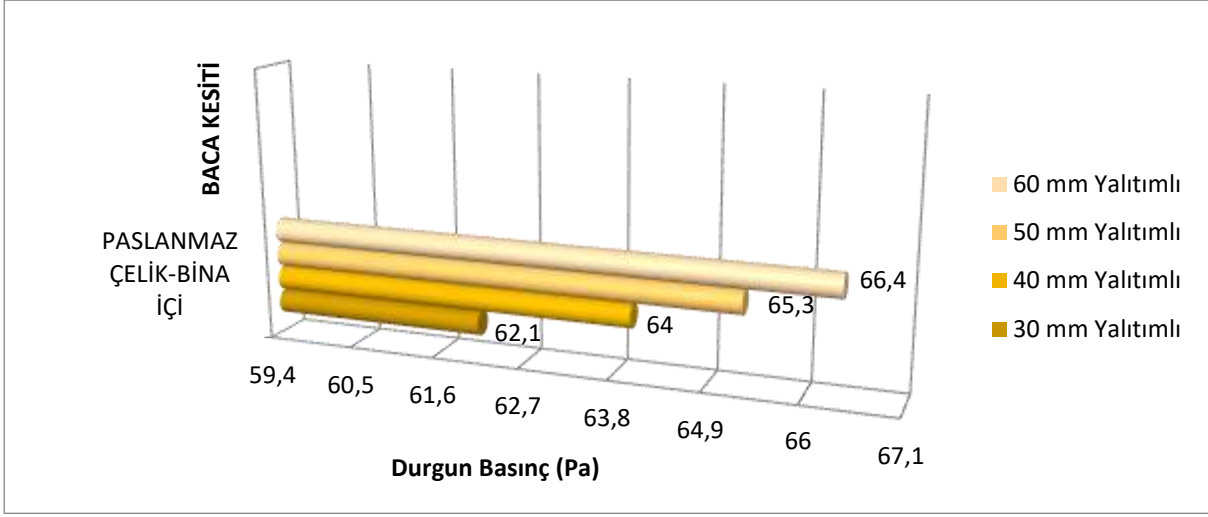
Şekil 6. Dairesel kesitli formda baca -15°C rüzgar hızı karşılaştırması

Dairesel kesitli formda baca -15°C rüzgar hızı karşılaştırması Şekil 6'da verilmiştir. -15°C'de en düşük rüzgar hızları sırasıyla kalınlığı 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 7.47 m/s, 50 mm olan yalıtım malzemesiyle 7.49 m/s, 40 mm olan yalıtım malzemesiyle 7.52 m/s, 60 mm olan yalıtım malzemesiyle 7.57 m/s olarak bulunmuştur.



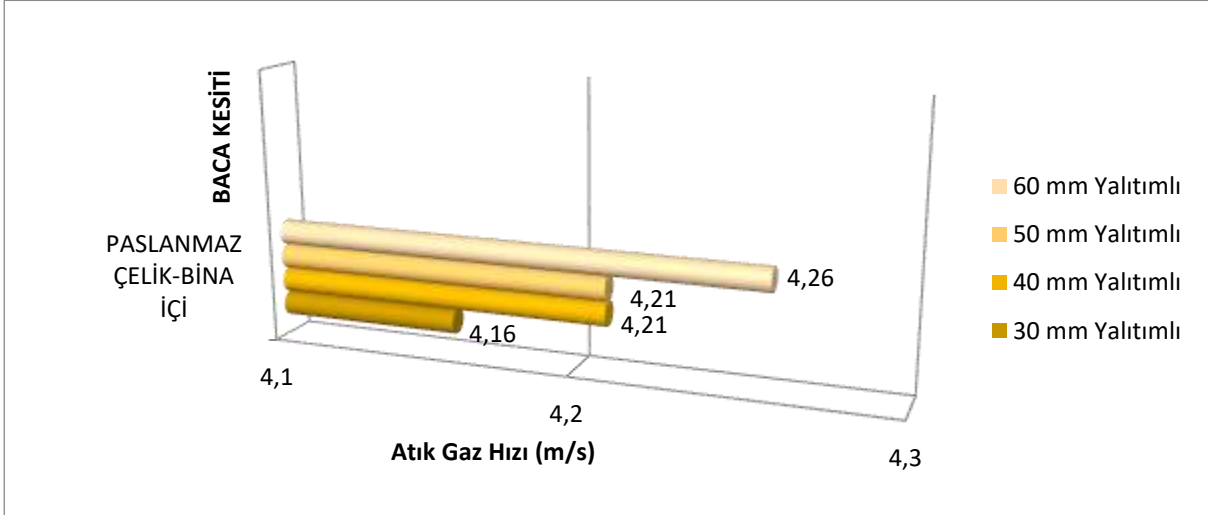
Şekil 7. Dairesel kesitli formda baca +15°C rüzgar hızı karşılaştırması

Dairesel kesitli formda baca +15°C rüzgar hızı karşılaştırması Şekil 7'de gösterilmiştir. +15°C'de en yüksek rüzgar hızları sırasıyla kalınlığı 60 mm olan yalıtım malzemesiyle 8.33 m/s, kalınlığı 40 mm olan yalıtım malzemesiyle 8.27 m/s, kalınlığı 50 mm olan yalıtım malzemesiyle 8.25 m/s, kalınlığı 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 8.22 m/s olarak belirlenmiştir.



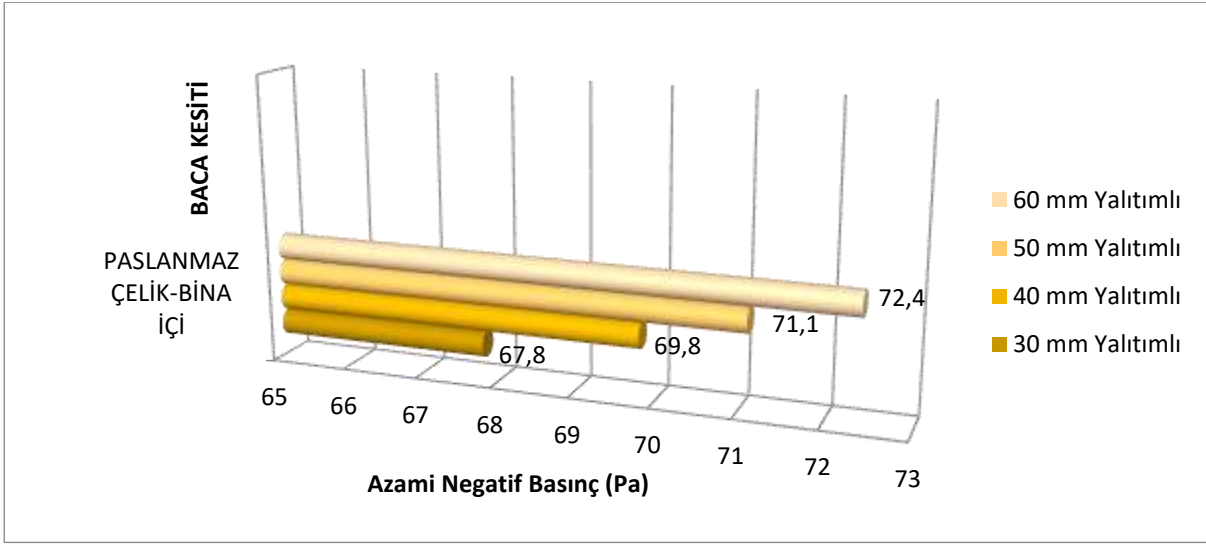
**Şekil 8.** Dairesel kesitli formda baca durgun basınç karşılaştırması

Dairesel kesitli formda baca durgun basınç karşılaştırması Şekil 8’de sunulmuştur. En düşük baca durgun basıncı kalınlığı 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 62.1 Pa, en yüksek baca durgun basıncı kalınlığı 60 mm olan yalıtım malzemesiyle 66.4 Pa olarak analiz edilmiştir.



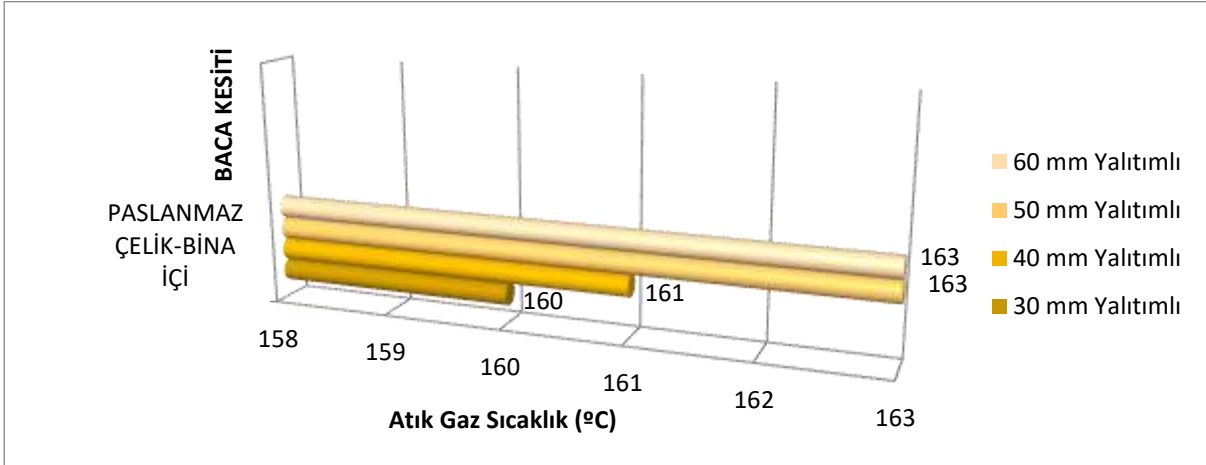
**Şekil 9.** Dairesel kesitli formda baca atık gaz hızı karşılaştırması

Dairesel kesitli formda baca atık gaz hızı karşılaştırması Şekil 9’da detaylandırılmıştır. En yüksek baca atık gaz hızı kalınlığı 60 mm olan yalıtım malzemesiyle 4.26 m/s, en düşük baca atık gaz hızı kalınlığı 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 4.16 m/s olarak analiz edilmiştir.



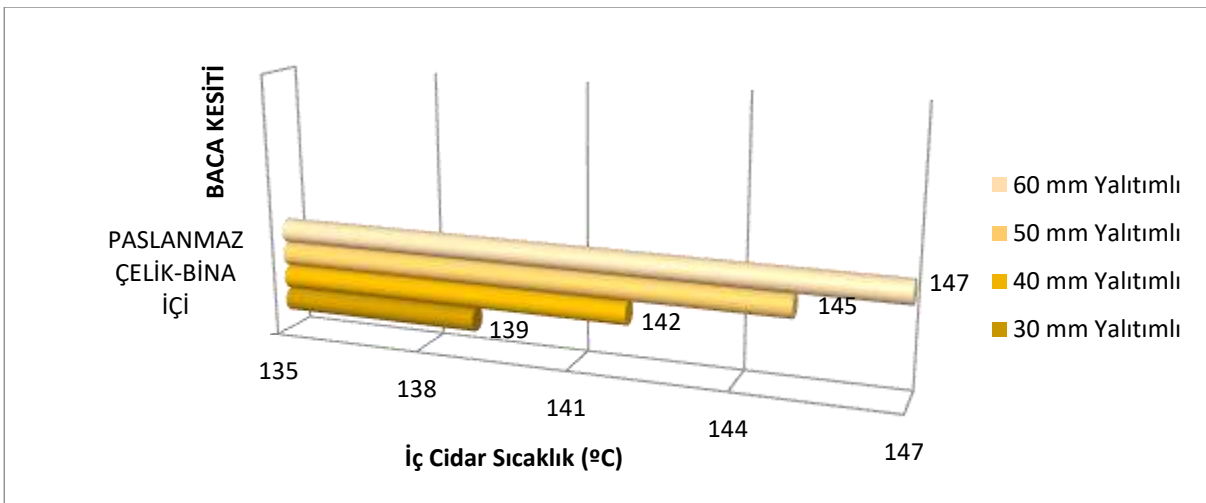
**Şekil 10.** Dairesel kesitli formda baca azami negatif basınç karşılaştırması

Dairesel kesitli formda baca azami negatif basınç karşılaştırması Şekil 10’da görselleştirilmiştir. En alçak baca azami negatif basıncı, kalınlığı 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 67.8 Pa olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 11.** Dairesel kesitli formda baca atık gaz sıcaklık karşılaştırması

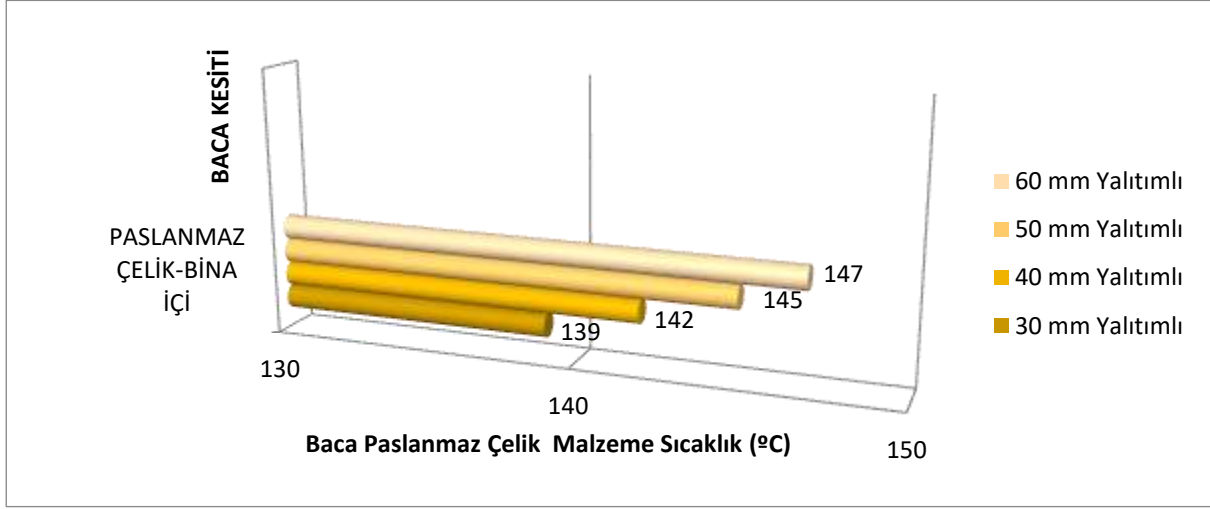
Dairesel kesitli formda baca atık gaz sıcaklık karşılaştırması Şekil 11’de verilmiştir. En yüksek baca atık gaz sıcaklığı, kalınlığı 60 mm ve 50 mm’lik yalıtım malzemesi kullanımıyla 163 °C olarak analiz edilmiştir.



**Şekil 12.** Dairesel kesitli formda bina içi-bina dışı bacanın iç cidar sıcaklık karşılaştırması

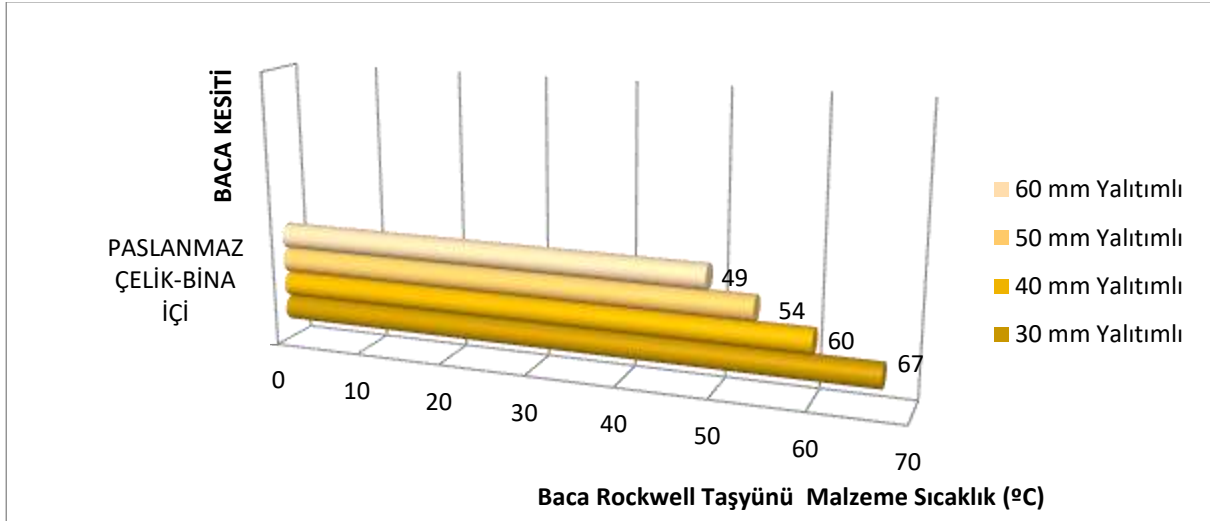


Dairesel kesitli formda bina içi-bina dışı bacanın iç cidar sıcaklık karşılaştırması Şekil 12’de gösterilmiştir. En küçük bina içi-bina dışı bacanın iç cidar sıcaklığı, kalınlığı 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 139 °C olarak bulunmuştur.



Şekil 13. Dairesel kesitli formda baca malzemesi sıcaklık karşılaştırması

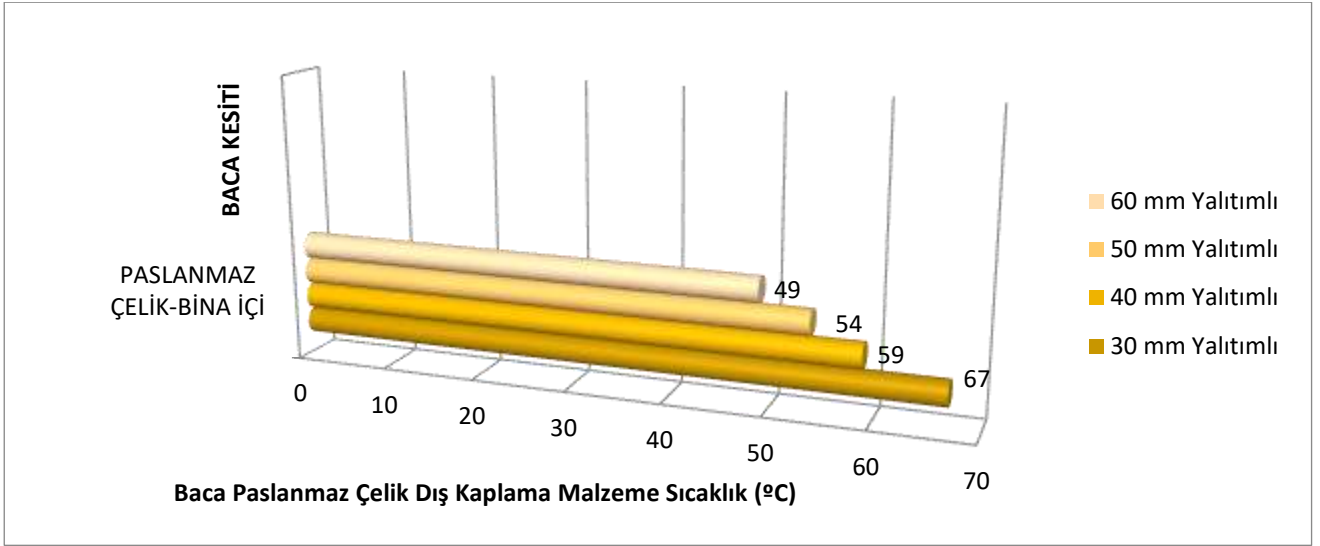
Dairesel kesitli formda baca malzemesi sıcaklık karşılaştırması Şekil 13’de sunulmuştur. En yüksek baca malzemesi sıcaklığı, kalınlığı 60 mm olan yalıtım malzemesiyle 147 °C olarak belirlenmiştir.



Şekil 14. Dairesel kesitli formda baca yalıtım malzemesi sıcaklık karşılaştırması

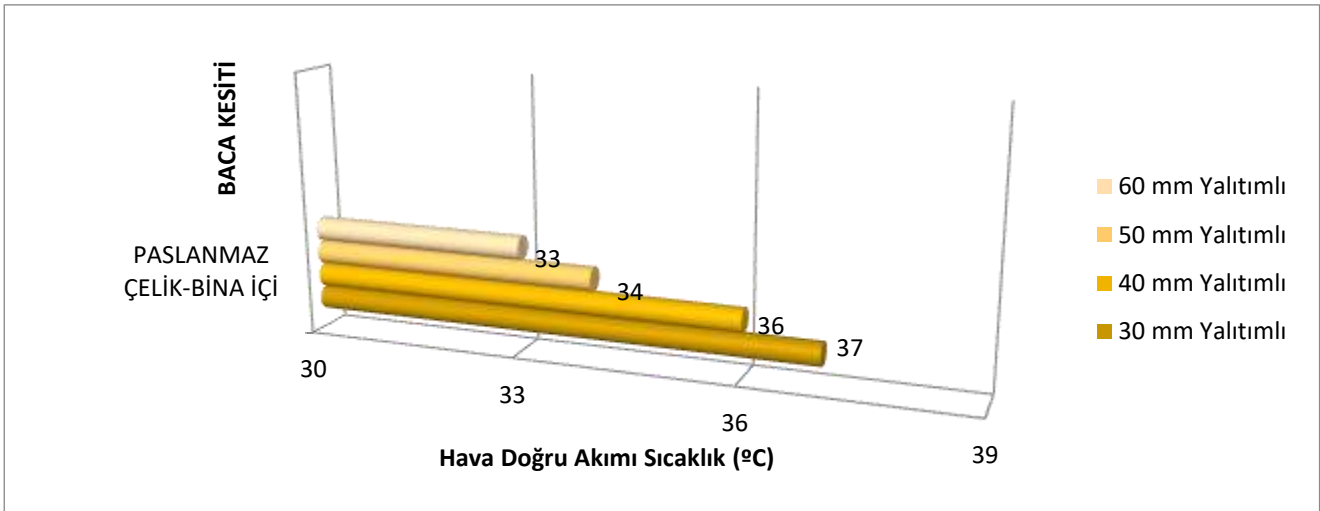
Dairesel kesitli formda baca yalıtım malzemesi sıcaklık karşılaştırması Şekil 14’de detaylandırılmıştır. En yüksek baca yalıtım malzemesi sıcaklığı, kalınlığı 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 67 °C ve en düşük baca yalıtım malzemesi sıcaklığı, kalınlığı 60 mm olan yalıtım malzemesiyle 49 °C olarak analiz edilmiştir.





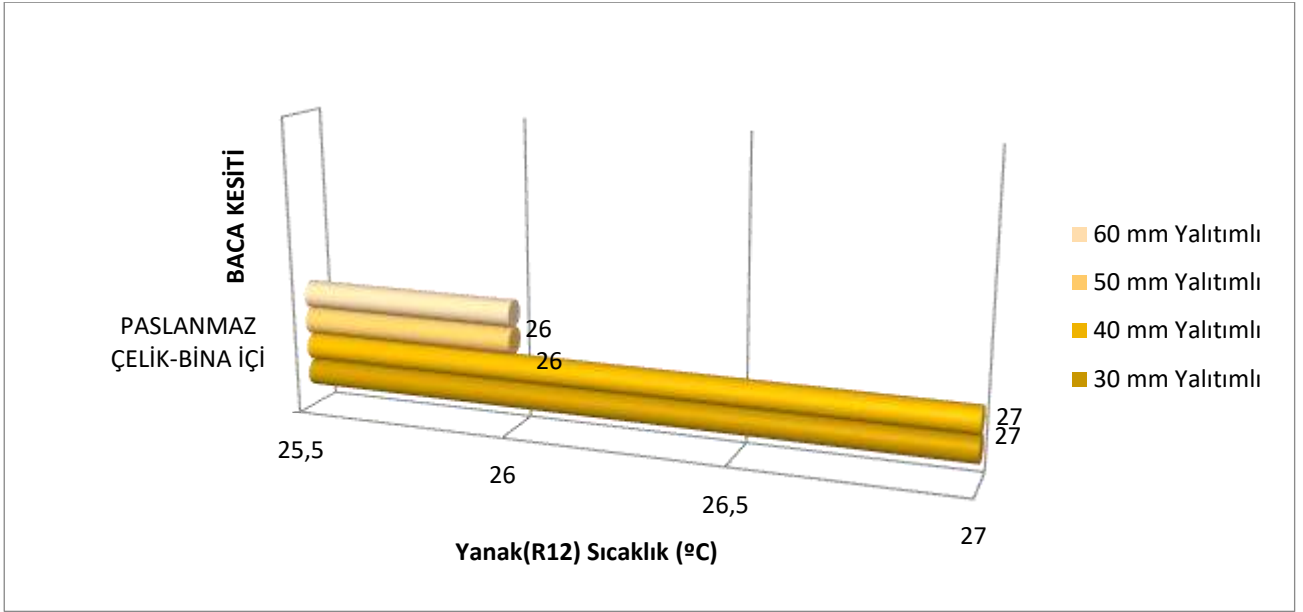
**Şekil 15.** Dairesel kesitli formda baca paslanmaz çelik dış kaplama malzemesi sıcaklık karşılaştırması

Dairesel kesitli formda baca paslanmaz çelik dış kaplama malzemesi sıcaklık karşılaştırması Şekil 15’de görselleştirilmiştir. En düşük baca paslanmaz çelik dış kaplama malzemesi sıcaklığı, kalınlığı 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 49 °C ve en yüksek baca paslanmaz çelik dış kaplama malzemesi sıcaklığı, kalınlığı 30 mm olan yalıtım malzemesiyle 67 °C olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 16.** Dairesel kesitli formda baca hava doğru akımı sıcaklık karşılaştırması

Dairesel kesitli formda baca hava doğru akımı sıcaklık karşılaştırması Şekil 16’da verilmiştir. En yüksek baca hava doğru akım sıcaklığı, kalınlığı 30 mm’lik yalıtım malzemesi kullanımıyla 37 °C olarak bulunmuştur.



**Şekil 17.** Dairesel kesitli formda baca yanak (R12) sıcaklık karşılaştırması.

Dairesel kesitli formda baca yanak (R12) sıcaklık karşılaştırması Şekil 17’de gösterilmiştir. En düşük baca yanak (R12) sıcaklığı, kalınlığı 30 mm ve 40 mm’lik yalıtım malzemesi kullanımıyla 26 °C, en yüksek baca yanak (R12) sıcaklığı, kalınlığı 50 mm ve 60 mm’lik yalıtım malzemesi kullanımıyla 27 °C olarak analiz edilmiştir.

### 3.SONUÇLAR

Doğal gazla ait servis kutularından itibaren enerji kaynağını yakan cihazdan sonra atık sera gazlarının atmosfere gönderildiği bacalar da iç tesisatın önemli bir parçasıdır. Bu çalışmada, yalıtım malzemesi olarak farklı kalınlıklarda (30 mm, 40 mm, 50 mm, ve 60 mm) taş yünü ile izolasyonu yapılmış doğal gazı enerji kaynağı olarak kullanan ısıtma sistemine bağlı bina içine yerleştirilen bir paslanmaz çelik bacanın enerji verimliliğine ve çevresel kirlenmeye olan etkileri KesaAladin simülasyonu ile analiz edilmiştir.

**Tablo 1.** Çalışma sonuçları değerlendirilmesi

Parametre	Avantajlı durumun elde edildiği yalıtım kalınlığı
baca kesiti	60 mm
baca ağız kesiti	60 mm
baca akım hızı	30 mm
baca atık gaz yoğunluğu	40 mm
baca akım sesi	30 mm
baca -15°C rüzgar hızı	30 mm
baca +15°C rüzgar hızı	30 mm
baca durgun basınç	30 mm
baca atık gaz hızı	60 mm

baca azami negatif basınç	60 mm
baca atık gaz sıcaklığı	50-60 mm
bina içi-bina dışı bacanın iç cidar sıcaklığı	30 mm
baca malzemesi sıcaklığı	30 mm
baca yalıtım malzemesi sıcaklığı	60 mm
dış kaplama malzemesi sıcaklık	60 mm
baca hava doğru akımı sıcaklığı	60 mm
baca yanak (R12) sıcaklığı	50-60 mm

Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde Batman ili iklim şartlarına göre çevreye atılan sera gazlarının yoğunluğu temel alındığında en performanslı tasarım 40 mm kalınlığında taş yünü ile tasarlanmış bacalardan elde edilmiştir. Daha düşük yalıtım kalınlıklarında (30 mm) atık gaz yoğunluğu değeri %5.7 faha fazla bulunmuştur. Ancak yalıtım kalınlığı arttıkça 40 mm kalınlığında yapılan tasarımlara yaklaşık atık gaz yoğunluğu değerleri elde edildiği belirlenmiştir.

Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde baca tasarımlarında önemli etkiye sahip yalıtım malzemelerinin bölgesel iklim şartları dikkate alınarak değerlendirilmesi durumunda enerji verimliliğine dolayısıyla çevreye salınan sera gazı miktarlarının azaltılmasına katkıda bulunabileceği görülmüştür.

#### 4.TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi MF.24.38 no'lu proje tarafından desteklenmiştir.

#### 5.KAYNAKLAR

- [1] Central Pollution Control Board. Guidelines for Continuous Emission Monitoring Systems; East Arjun Nagar: Delhi, India, 2018.
- [2] Huang, H.L.; Lee, W.M.G.; Wu, F.S. Emissions of air pollutants from indoor charcoal barbecue. J. Hazard. Mater. 2016, 302, 198–207.
- [3] Prapas, J.; Baumgardner, M.E.; Marchese, A.J.; Willson, B.; DeFoort, M. Influence of chimneys on combustion characteristics of buoyantly driven biomass stoves. Energy Sustain. Develop. 2014, 23, 286–293.
- [4] Kılıç, A., Alkan, N., Solmaz, Ö ve Yılmaz, T. (2009) Bacalar. İğdaş Yayınları-22 ISBN: 978-975-7003-22-9, İstanbul
- [5] Aksoy, B.A., Solmaz, Ö ve Aksoy Y. (2018). Baca gazlarının ekserji analizi ve yapay sinir ağları ile modellenmesi. Pamukkale Univ Muh Bilim Derg, 24(4), 610-615, 2018.
- [6] Anzola, M. (2012). Sustainable Engineering: Renewable Energy Systems and the Environment. University of strathclyde Department of Mechanical and Aerospace Engineering A thesis of Master of Science, UK.
- [7] İlbaş, M., Karyeyen, S ve Çilingir, K. (2016). Ön Karışimsız ve Ön Karışimli Metan Alevlerinin Baca Yanma Parametrelerinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Politeknik Dergisi, 2016; 19.(DOI): 10.2339/2016.19.3 357-365 (3) : 357-365
- [8] Chandra, K., Kain, V., Dey, G. K. (2011). Accelerated Corrosion of a Boiler Chimney: Causes and Preventive Steps. J Fail. Anal. and Preven. (2011) 11:466–472. DOI 10.1007/s11668-011-9474-8

- [9] Figen Balo, Ahmet Karahan, Lutfu S. Sua, A simulation supported chimney design application for greener buildings, Proceedings of Engineering to Thrive 2022: Water, Air, Shelter, and Food Symposium, June 23-24, 2022, University of Windsor, Ontario, CANADA
- [10] 5- Figen Balo, Evaluation of Ecological Insulation Material Manufacturing with Analytical Hierarchy Process (Ekolojik yalıtım malzemesi üretiminin analitik hiyerarşi prosesi ile değerlendirilmesi), Journal of polytechnic (Politeknik Dergisi) 20(3): 733-742, (2017) e-ISSN: 2147-9429
- [11] Ahmet Karahan, Figen Balo, BERIKAN Publishing 2022 Book Series on In the Light of Manisa Academic Research (Manisa Akademik Araştırmalar Işığında), Supportability of environmental pollution management in Manisa with appropriate chimney design (Manisa ili çevre kirliliği yönetiminin uygun baca tasarımı ile desteklenebilirliği), vol: 4, pages: 509, 84-95, December 2022, Ankara [Editors: Prof. Dr. Yüksel Abalı, Doç. Dr. Orkide Minareci - Doç. Dr. Sermin Çam Kaynar, Dr. Öğr. Üyesi Leman İncedere] ISBN: 978-625-8365-96-2 (Tk) / ISBN: 978-625-7457-52-1 (4.c)
- [12] <https://www.a-baca.com/kesa-baca-hesabi/> [erişim: 25.11.2024]