



### Emisyonlarının Azaltılması İçin Çevresel Baca Tasarımı; Bulanık İlçesi Üzerine Örnek Çalışma \*

#### Environmental Chimney Design to Reduce Emissions; Case Study on Bulanık District

Ahmet KARAHAN <sup>(1), \*\*</sup>, Figen BALO <sup>(2)</sup>,

#### ÖZET

Binalar tükettikleri enerji oranı düşünüldüğünde yüksek oranda çevresel kirliliğe sebep olan yapılardır. Özellikle küçük veya büyük sanayi işletmeleri olarak tasarlanan binalardan doğaya salınan emisyonlar düşünüldüğünde atmosferi ciddi ölçüde kirlilettiği etkiye sahiptirler. Binalarda ısıtma amaçlı kullanılan kazanlar, yakıtta bulunan kimyasal enerjiyi yanma etkisiyle ısı enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Isı enerjisinin taşıyıcı akışkana iletilmesi amacıyla belli basınçlarda çalışabilen kapalı sistemler olarak çalışırlar. Kazan sistemleri ile emisyonların atmosfere taşınmasını sağlayan baca sistemi arasındaki performans parametreleri dikkate alınarak yapılan optimum baca tasarımı yanmanın sonucu ortaya çıkan emisyon miktarını direk etkilemektedir. Bu çalışmada, 175 000 kcal/h kapasitesinde doğal gaz ile çalışan bir ısıtma kazanına sahip küçük bir şekerleme atölyesi Muş iline bağlı Bulanık ilçesinde bölgenin iklim şartlarına göre tasarlanmıştır. Atölye bünyesindeki kazan sistemine ait bacanın paslanmaz çelik olması durumunda formları oval ve dairesel olarak belirlenmiştir. Tasarlanan baca sisteminde dirsek sayısının değişmesi (1 dirsekli, 2 dirsekli, 3 dirsekli) durumunda çevre kirliliğine olan etkileri baca performans parametreleri (baca ağız kesiti, baca akım hızı, baca atık gaz yoğunluğu, baca akım sesi, -15°C rüzgar hızı karşılaştırması, +15°C rüzgar hızı karşılaştırması, bacadaki durgun basınç, atık gaz hızı, azami negatif basınç, atık gaz sıcaklığı, bina içi ve bina dışı bacanın iç cidar sıcaklıkları, baca malzemesi sıcaklığı, baca havasının doğru akım sıcaklığı, baca yanak (R12) sıcaklığı karşılaştırması) ile birlikte araştırılmıştır. Çevre kirliliğine etki eden baca gazı değerlerinin belirlenmesi amacıyla KesaAladin simülasyon programı kullanılmıştır. Muş iline bağlı Bulanık ilçesi için araştırılan tasarım parametreleri hep birlikte değerlendirilerek minimum çevre kirliliği açısından ilçeye en uygun tasarım belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarının ilçedeki çevre yönetimi ile ilgili karar vericilere ve baca tasarımcılarına, rehberlik etmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Baca dirsek sayısı, Baca tasarımı, Enerji verimliliği, Çevre, KesaAladin simülasyonu

#### ABSTRACT

Considering the energy consumption of buildings, they are structures that cause high levels of environmental pollution. Especially considering the emissions released into nature from buildings designed as small or large industrial enterprises, they have a serious polluting effect on the atmosphere. Boilers used for heating purposes in buildings are systems that convert the chemical energy in the fuel into heat energy through combustion. They operate as closed systems that can operate at certain pressures in order to transmit heat energy to the carrier fluid. The optimum chimney design, which is made by considering the performance parameters between the boiler systems and the chimney system that allows the emissions to be carried to the atmosphere, directly affects the amount of emissions resulting from combustion.

In this study, a small confectionery workshop with a natural gas-powered heating boiler of 175,000 kcal/h capacity was designed in Bulanık district of Muş province according to the climatic conditions of the region. In case the chimney of the boiler system in the workshop is made of stainless steel, its forms were determined as oval and circular. In case of changing the number of elbows in the designed chimney system (1 elbow, 2 elbows, 3 elbows), the effects on environmental pollution were investigated together with the chimney performance parameters (chimney mouth section, chimney flow velocity, chimney exhaust gas density, chimney flow sound, -15°C wind speed comparison, +15°C wind speed comparison, stagnant pressure in the chimney, exhaust gas velocity, maximum negative pressure, exhaust gas temperature, internal wall temperatures of the chimney inside and outside the building, chimney material temperature, direct current temperature of chimney air, chimney sidewall (R12) temperature comparison). KesaAladin simulation program was used to determine the flue gas values affecting environmental pollution. The design parameters investigated for the Bulanık district of Muş province were evaluated together and the most suitable design for the district in terms of minimum environmental pollution was determined. The study results are intended to guide decision makers and chimney designers regarding environmental management in the district.

**Anahtar Kelimeler:** Number of chimney elbows, Chimney design, Energy efficiency, Environment, KesaAladin simulation

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

\*\*Sorumlu yazar

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

2 **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). Emisyonlarının Azaltılması İçin Çevresel Baca Tasarımı; Bulanık İlçesi Üzerine Örnek Çalışma. *Bulanık MYO Sosyal Bilimler Dergisi (BULSODER)*, *Bulanık Sempozyumu Özel Sayısı 1*, 41-51.

#### Copyright/Telif Hakkı

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

## GİRİŞ

Bir binadaki ısıtma sisteminde enerji kaynağının yakılması ile ortaya çıkan sera gazlarının yapıdan uzaklaştırılarak atmosferik ortama gönderilme işlemi sırasında verimli bir baca tasarımı önemlidir. Tasarlanacak baca sistemi sadece atık gazların verimli bir şekilde atmosfere atılmasına değil aynı zamanda da yanma olayının gerçekleşebilmesi için ihtiyaç duyulan vakumu oluşturmaya da destek olmaktadır [1-3].

Hızlı bir şekilde gelişen ısıtma sektörü en ekonomik, en verimli ve en çevreyle dost mekanizmaları üreterek teknolojiye dahil etme konusunda bir yarış içindedir. İstenilen şekilde mekanizmaların elde edilmesinde bir binayla birlikte ısıtma sistemini destekleyen baca sistemleri önemli bir etkiye sahiptir. Eğer enerji kaynağı ısıtma kazanında yanma işlemi esnasında tam yanma ile randımanlı bir işlemden geçmişse, bina bacasından atmosferik ortama salınan duman gazları daha azdır. Dolayısıyla daha az enerji kaynağı yakılarak daha az emisyon oluşmuştur. Ama tam yanma olayı gerçekleşmiyorsa ısıtma kazanı sisteminde verim düşer, kullanılması gereken enerji kaynağı miktarı artar, buna bağlı olarak enerji kaynağına harcanan maliyetler artar ve çevreye salınan emisyon içindeki yanmamış maddeler fazla olacağı için çevrenin kirletilmesine daha fazla sebep olunur.

Bununla birlikte emisyonların içeriğinde mevcut zehirli kimyasal maddelerin insan sağlığına zararlı etkileri bilinmektedir. Bu nedenle etkileri olabildiğince azaltmak amacıyla duman gazlarının mümkün olduğu kadar yüksekte atmosfere salınmasına imkan tanıyacak şekilde tasarlanmalıdır. Binalarda inşa edilen baca sistemleri, binaya bitişik biçimde, binanın içinde, veya atmosferik ortamda serbest şekilde inşa edilebilmektedir. Hangi formda inşa edilirse edilsin, yapı tekniğine ait kurallarını uygulayarak gerekli şartları sağlayabilecek şekilde projelendirilmelidir. Örneğin; bacanın bulunduğu bina çatısının eğimi 20° nin altında ise, düz bir çatı tasarımı söz konusuysa bacanın bina çatısının üstünde kalmış kısmına ait yükseklik değerinin, minimum 100 cm olması gereklidir. Bina çatısının tasarımı sırasında çatı üzerinde bulunan yükseklikler, bacanın bina çatısının üstünde kalmış kısmına ait yükseklik değerini direk etkilemektedir. Bu nedenle baca sistemlerinin bu kısmı pencere ve balkonlara çok yakın mesafelerde olmamalıdır. Benzer şekilde teras çatıya sahip binalarda baca çıkış yeri yapının en yüksek olduğu kısımda konumlandırılmalıdır. Eğer bir binada çatı malzemesi yanmaya müsait malzemelerden (shingle, ahşap çatılar, vs.) inşa edilmişse, bacanın çatı üstünde kalacak yükseklik değeri minimum 80 cm olarak tasarlanmalıdır. Bu tip malzemelerin kullanıldığı durumlarda da çatılar yanmaz malzeme kullanılarak izole edilmek zorundadır [4, 5]. Bunun dışında bacalar tasarlanırken dikkat edilmesi gereken birkaç önemli detayı sıralayacak olursak;

- Özellikle gaz ve sıvı enerji kaynağını yakarak enerji sağlayan ısı üreticilerinin emisyon gazı bünyesindeki yüksek miktardaki su buharı sebebiyle bacalarda meydana gelen asit ve yoğunlaşma oluşumu tehlikesi oldukça fazla miktardadır. Asit ve yoğunlaşma oluşumu sorunlarını engellemeye yönelik tasarımlara dikkat edilmelidir
- Isıtma cihazının çıkışında ve baca çıkışında baca gazı sıcaklığı düşük olmalıdır. Ancak ısı üretici cihazın verimi olabildiğince yüksek değerde olmak zorundadır. Baca gazlarının sıcaklık değerinde olabilecek 20°C civarında azalma ısı üreticinin verimlilik değerini yaklaşık olarak %1 oranında arttırmaktadır.
- Eğer baca tasarımı yığma olarak inşa ediliyorsa yapı malzemesine ait kütle fazla olacaktır. Her zaman büyük kütleler emisyon gazından çok daha fazla ısı absorbe edecektir. Bu durumda baca gazlarının soğumasına neden olacaktır. Dolayısıyla baca çekişi de azalacaktır.
- Isı yalıtımının yetersiz olması baca gazlarının çok çabuk bir şekilde soğumasına ve sıcaklığının da azalmasına dolayısıyla baca çekişinde azalmaya neden olacaktır.
- Baca kesitinin olması gerektiğinden daha büyük tasarlanması baca gazlarının atılmasında ve miktarında birçok sıkıntıyı da beraberinde getirecektir [6,7].

Avrupa'daki ısıtma kazanı üreten firmaları tarafından baca firmalarından beklentiler konusunda yapılan çalışmalarda bacaların çalışma verimliliğine etki eden ekipmanların sisteme dahil edilmesi, optimal konstrüksiyon, ve daha etkin baca hesaplamaları ile daha performanslı baca sistemleri ile ısıtma cihazının verimliliğine katkıda bulunabilecek sistemlere yoğunlaşmalarını beklediklerini belirtmişlerdir. Bu talepler doğrultusunda baca imalat firmaları özellikle baca sistemlerinin performanslarının artırılması konusunda araştırma ve geliştirme faaliyetlerini arttırmış ve değişen-gelişen teknolojik sistemlerle mekanizmalara pozitif

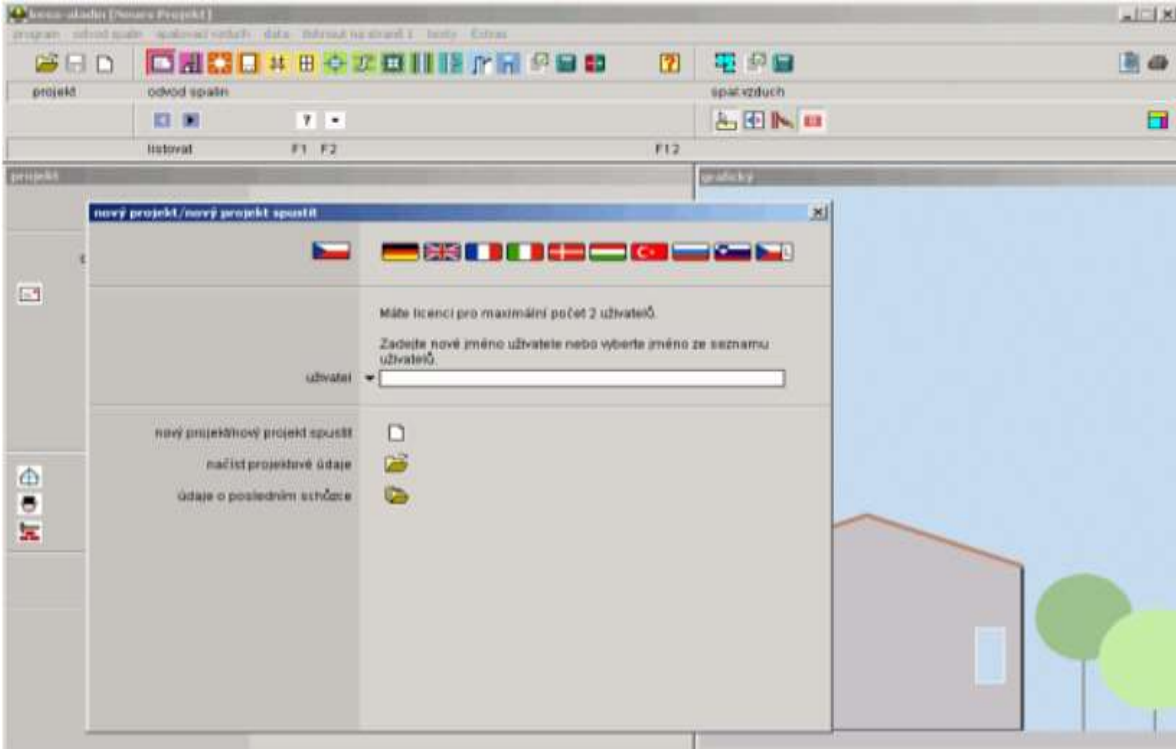
katkı sağlayabilecek hesaplayıcıları daha fazla kullanmaya başlamıştır. Bu konuda en dikkat çekici hesaplama araçları olarak simülasyon programlarından daha fazla faydalanmaya başlamışlardır [8-10].

Bu çalışmada, KesaAladin simülasyon programı kullanılarak doğal gazı enerji kaynağı olarak kullanan bir baca sisteminin oval ve dairesel formda biçimlendirilmesi durumunda 1 dirsekli, 2 dirsekli, 3 dirsekli olarak tasarlanmasının baca sisteminin performans parametrelerine olan etkileri araştırılmıştır.

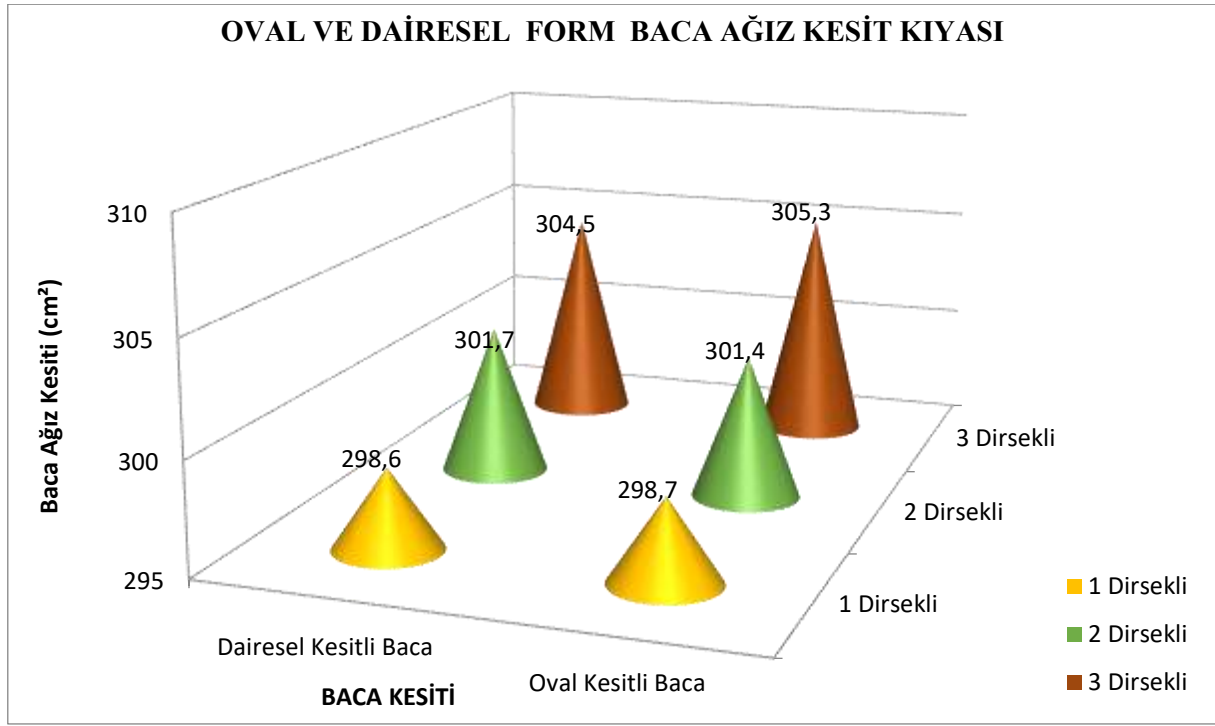
## 2.KESAALADİN SİMÜLASYON PROGRAMI VE ANALİZLER

Bu çalışmada, Almanya’da üretilmiş KesaAladin simülasyon programı ile birden fazla değişken içeren karmaşık bina baca tasarım hesaplamaları için Bulanık ilçesinde tasarlanmış 175 000 kcal/h kapasitesinde doğal gaz ile çalışan bir ısıtma kazanına sahip küçük bir şekerleme atölyesi analiz edilmiştir. Yeterli baca çekişini sağlamak, hava kirliliğini en aza indirmek ve sıcaklık - basınç düzenlemelerine uygunluğu sağlamak için bacaların nasıl en uygun şekilde tasarlanabileceğine ilişkin tüm detaylar belirlenerek optimum baca tasarımı Bulanık ilçesi iklim şartlarında tasarlanan bir küçük bir şekerleme atölyesi için detaylandırılmıştır.

El ile yapılan hesaplamalara göre daha hızlı sonuç alınabilecek ve daha doğru değerleri veren bir karşılaştırılma için KesaAladin simülasyonu ile yapılan tasarıma ait detaylı grafikler sunulmuştur. Çalışmadaki analizlerin elde edilmesinde kullanılan KesaAladin simülasyonunun ara yüzü Görsel 1’de sunulmuştur.

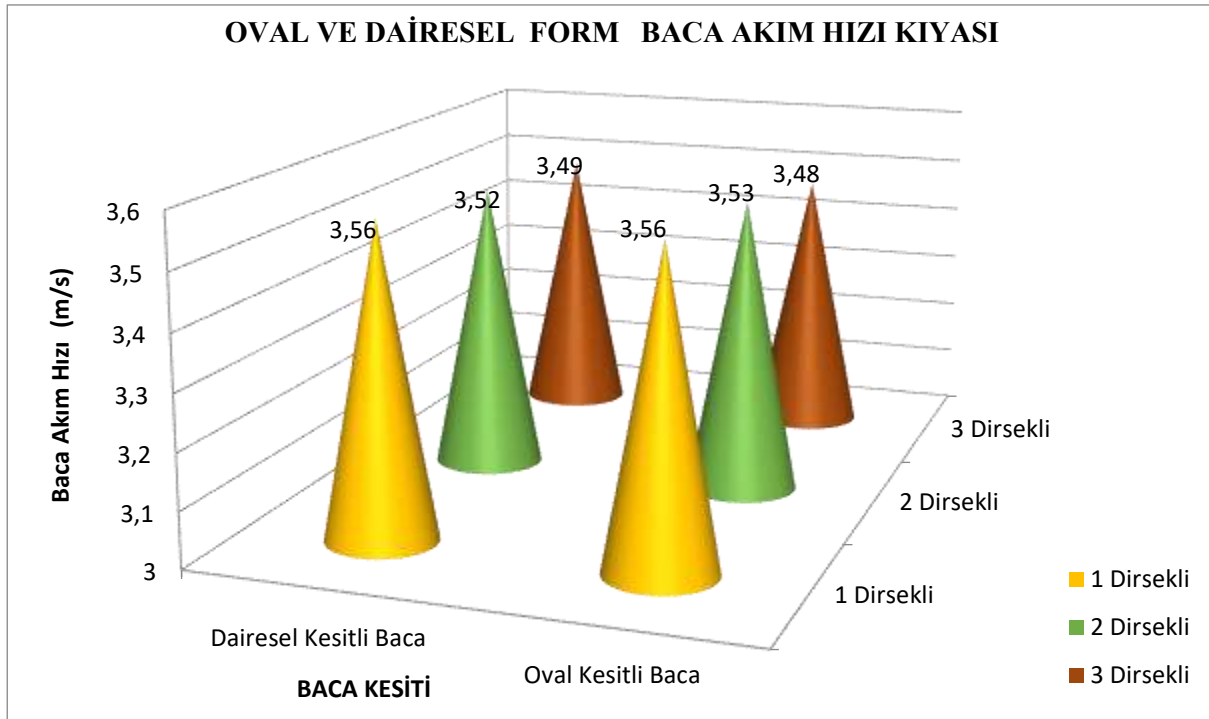


Görsel 1. KesaAladin simülasyonunun ara yüzü



**Şekil 1.** Dairesel ve oval kesitli formda baca ağız kesit karşılaştırması

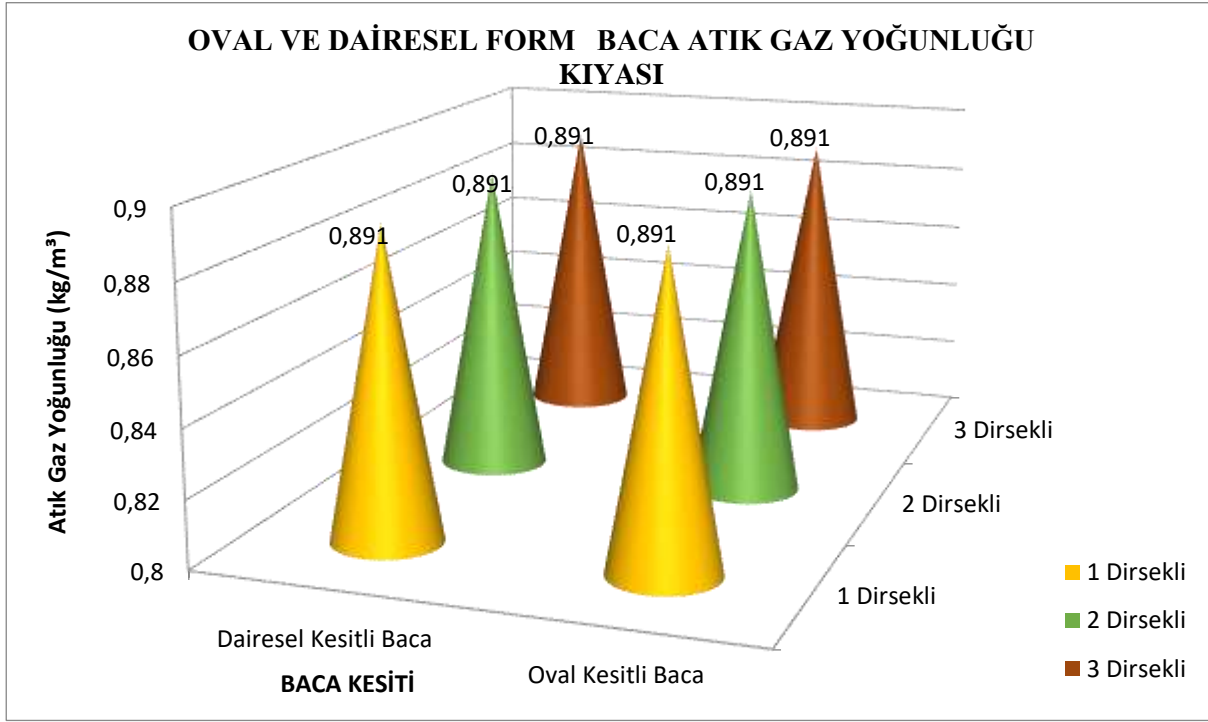
Dairesel ve oval kesitli formda baca ağız kesiti karşılaştırması Şekil 1’de verilmiştir. En küçük baca ağız kesiti çapı, dairesel formda baca kesitli sistem için, 1 dirsekli tasarım ile 298.6 cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. En büyük baca ağız kesiti çapı, oval formda baca kesitli sistem için, 3 dirsek kullandığında 305.3 cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.



**Şekil 2.** Dairesel ve oval kesitli formda baca akım hızı karşılaştırması

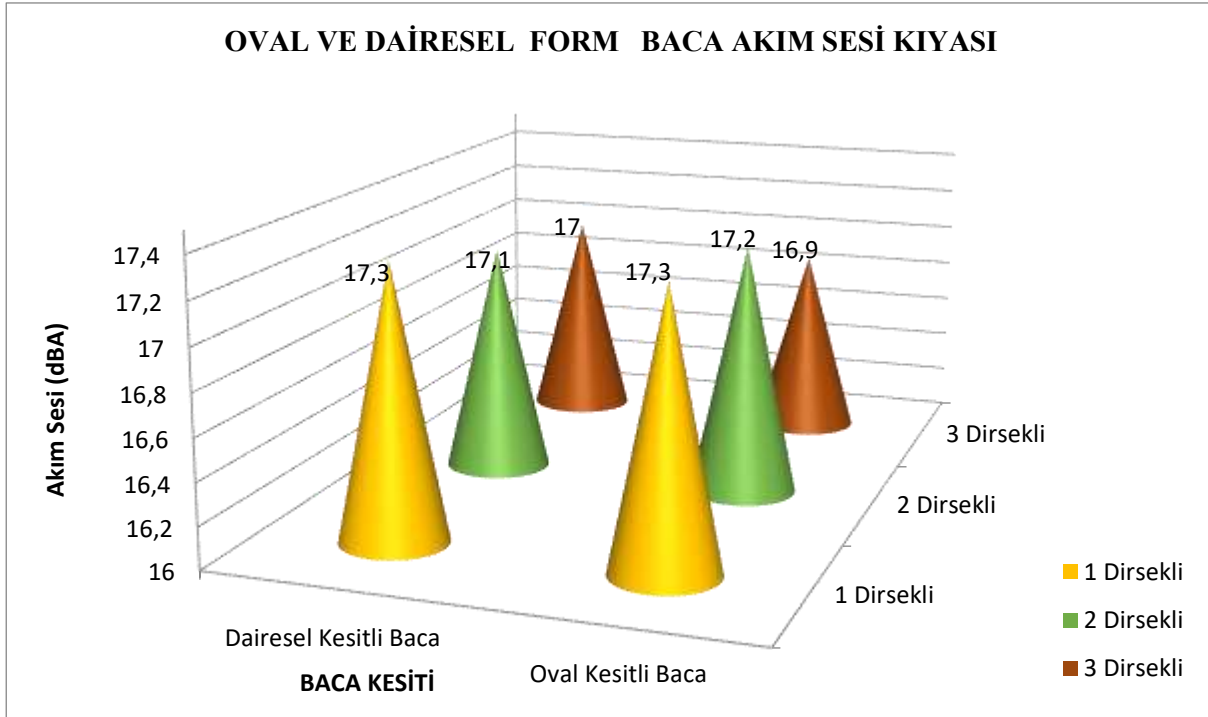
Dairesel ve oval kesitli formda baca akım hızının karşılaştırması Şekil 2’de sunulmuştur. En yüksek baca akım hızı, hem dairesel hem de oval formda baca kesitli sistemler için 1 dirsek kullandığında 3.56 m/s olarak

belirlenmiştir. En düşük baca akım hızı oval formda baca kesitli sistem için 3 dirsek kullanıldığında 3.48 m/s ve dairesel formda baca kesitli sistem için 3 dirsek kullanıldığında 3.49 m/s olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 3.** Dairesel ve oval kesitli formda baca atık gaz yoğunluğu karşılaştırması

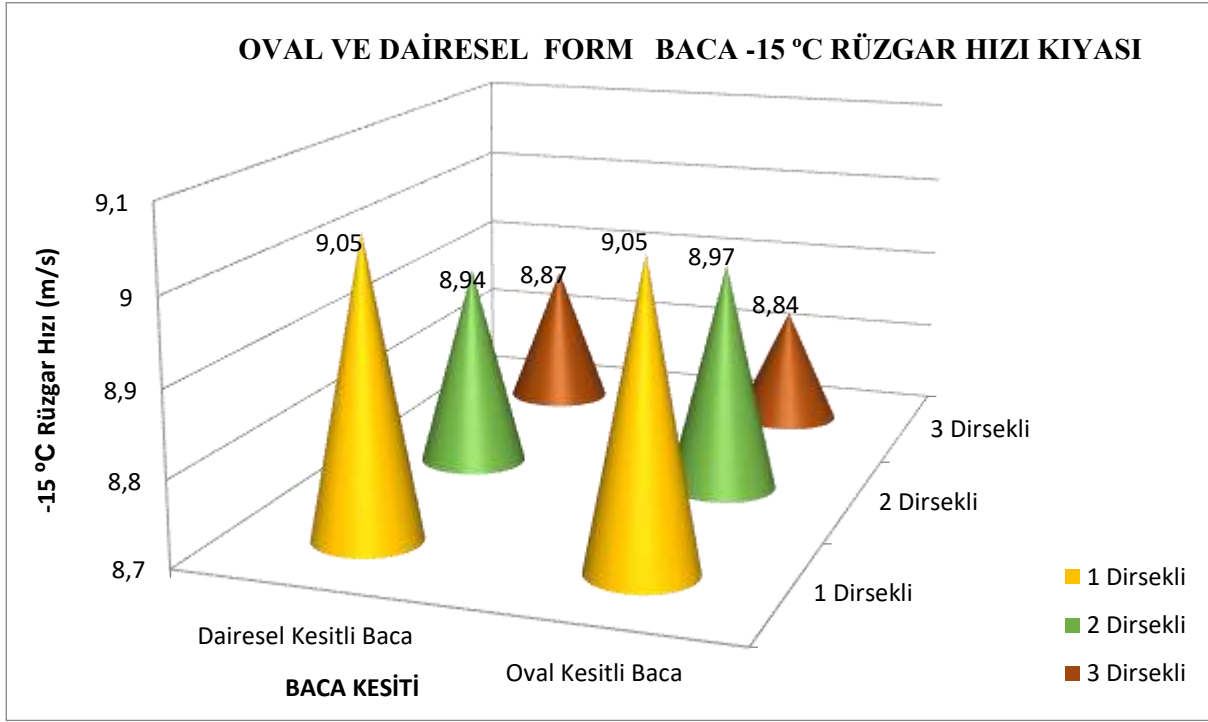
Dairesel ve oval kesitli formda baca atık gaz yoğunluğu karşılaştırması Şekil 3’de sunulmuştur. Hem oval kesitli formda baca sistemi hem de dairesel kesitli formda baca sistemi için tüm dirsek tipleri kullanıldığında baca atık gaz yoğunluğu değerleri  $0.891 \text{ kg/m}^3$  olarak belirlenmiştir.



**Şekil 4.** Dairesel ve oval kesitli formda baca akım sesi karşılaştırması

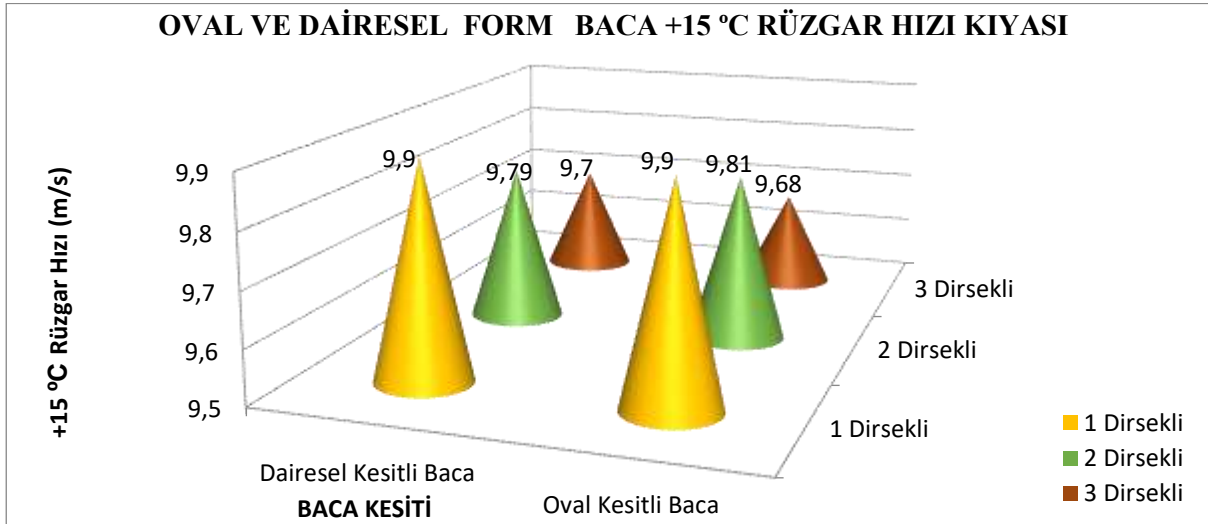
Dairesel ve oval kesitli formda baca akım sesi karşılaştırması Şekil 4’de detaylandırılmıştır. En düşük baca akım sesi, oval formda baca kesitli sistem kullanıldığında 3 dirsekli tasarım için 16.9 dBA ve dairesel formda

baca kesitli sistem için 3 dirsek kullanıldığında 17 dBA olarak tespit edilmiştir. En yüksek baca akım sesi, hem dairesel hem de oval kesitli formda 1 dirsek kullanıldığında 17.3 dBA olarak elde edilmiştir.



**Şekil 5.** Dairesel ve oval kesitli formda baca -15°C rüzgar hızı karşılaştırması

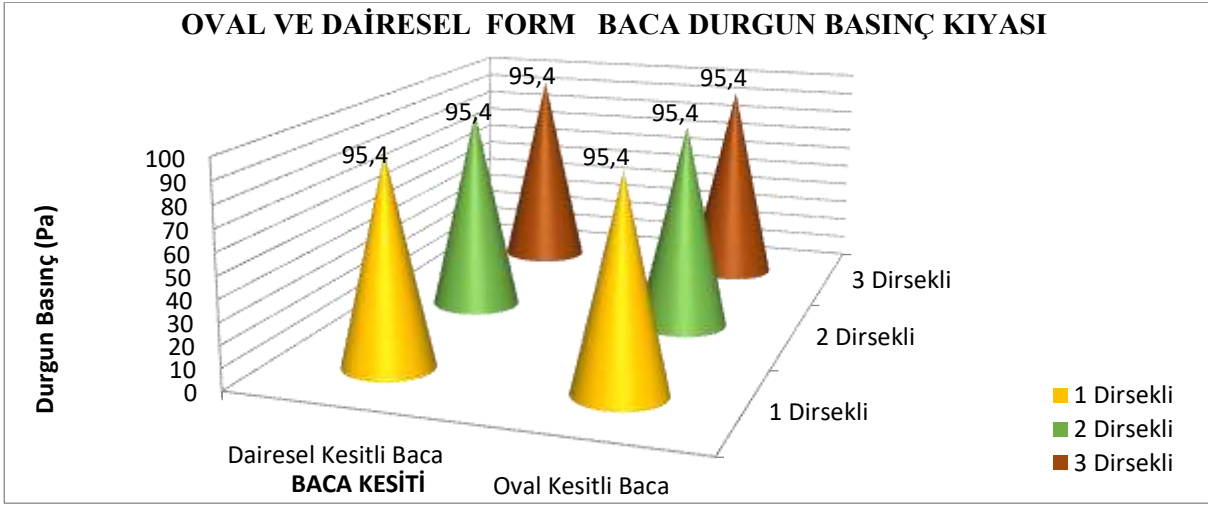
Dairesel ve oval kesitli formda baca -15°C rüzgar hızı karşılaştırması Şekil 5’de verilmiştir. Oval formda baca kesitli sistemde -15°C’de en düşük rüzgar hızı değeri 3 dirsek kullanıldığında 8.84 m/s olarak rapor edilmiştir. Dairesel formda baca kesitli sistemde -15°C’de en düşük rüzgar hızı değeri 3 dirsek kullanıldığında 8.87 m/s olarak ile belirlenmiştir. -15°C’de en yüksek rüzgar hızı değeri hem oval hem de dairesel formda baca kesitli sistemlerde 1 dirsekli tasarım ile 9.05 m/s olarak bulunmuştur.



**Şekil 6.** Dairesel ve oval kesitli formda baca +15°C rüzgar hızı karşılaştırması

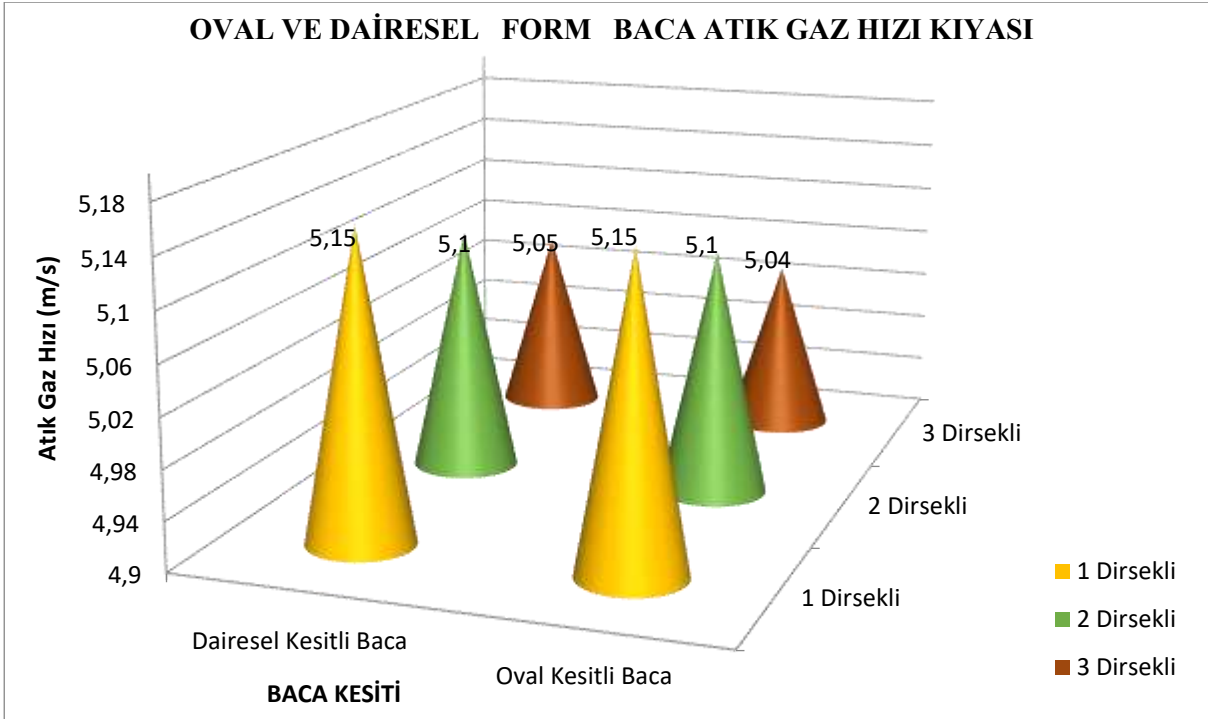
Dairesel ve oval kesitli formda baca +15°C rüzgar hızı karşılaştırması Şekil 6’da verilmiştir. Oval ve dairesel baca kesitli sistemlerin her iki formunda da 1 dirsekli tasarım için +15°C’de en yüksek rüzgar hızı değeri 9.9 m/s olarak bulunmuştur. Oval formda baca kesitli sistemde +15°C’de en düşük rüzgar hızı 3 dirsek kullanıldığında 9.68 m/s olarak elde edilmiştir. Dairesel formda baca kesitli sistemde +15°C’de en düşük rüzgar hızı değeri 3 dirsekli tasarım kullanıldığında 9.7 m/s olarak tespit edilmiştir.





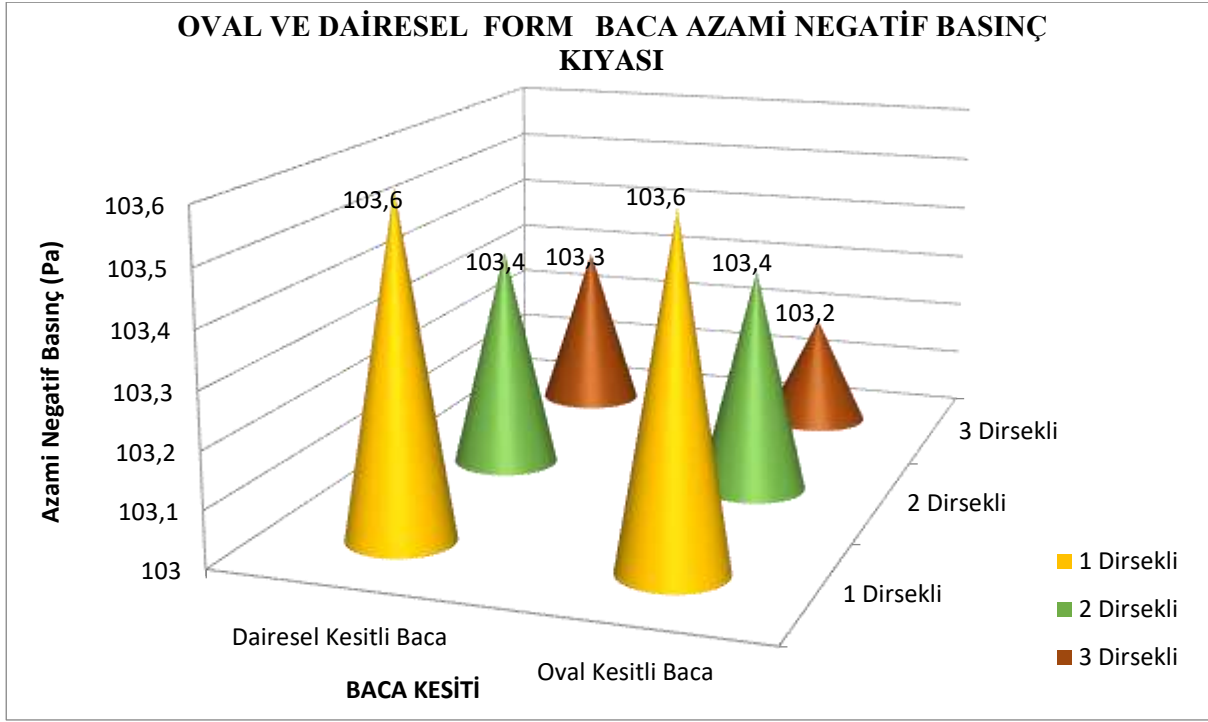
**Şekil 7.** Dairesel ve oval kesitli formda baca durgun basınç karşılaştırması

Dairesel ve oval kesitli formda bacalar için durgun basınç karşılaştırması Şekil 7’de sunulmuştur. Dairesel ve oval formda baca kesitli sistemde dirsek sayısı kaç olursa olsun durgun basınç değeri 95.4 Pa olarak analiz edilmiştir.



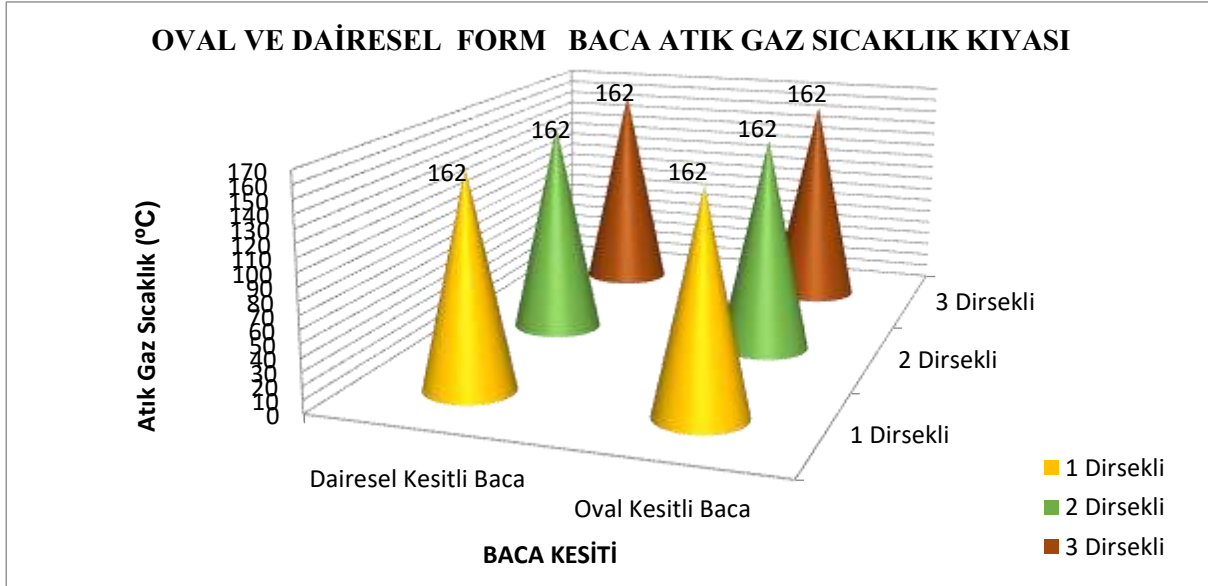
**Şekil 8.** Dairesel ve oval kesitli formda baca atık gaz hızı karşılaştırması

Dairesel ve oval kesitli formda baca atık gaz hızı karşılaştırması Şekil 8’da detaylandırılmıştır. Oval formda baca kesitli sistemde ve dairese formda baca kesitli sistemde en düşük baca atık gaz hızı sırasıyla 5.04 m/s ve 5.05 m/s olarak belirlenmiştir. Bu değerler tasarımda 3 dirsek kullanıldığında bulunmuştur. Bir dirsekle tasarlanmış sistem için, her iki baca formunda da en yüksek baca atık gaz hızı 5.15 m/s olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 9.** Dairesel ve oval kesitli formda baca azami negatif basınç karşılaştırması

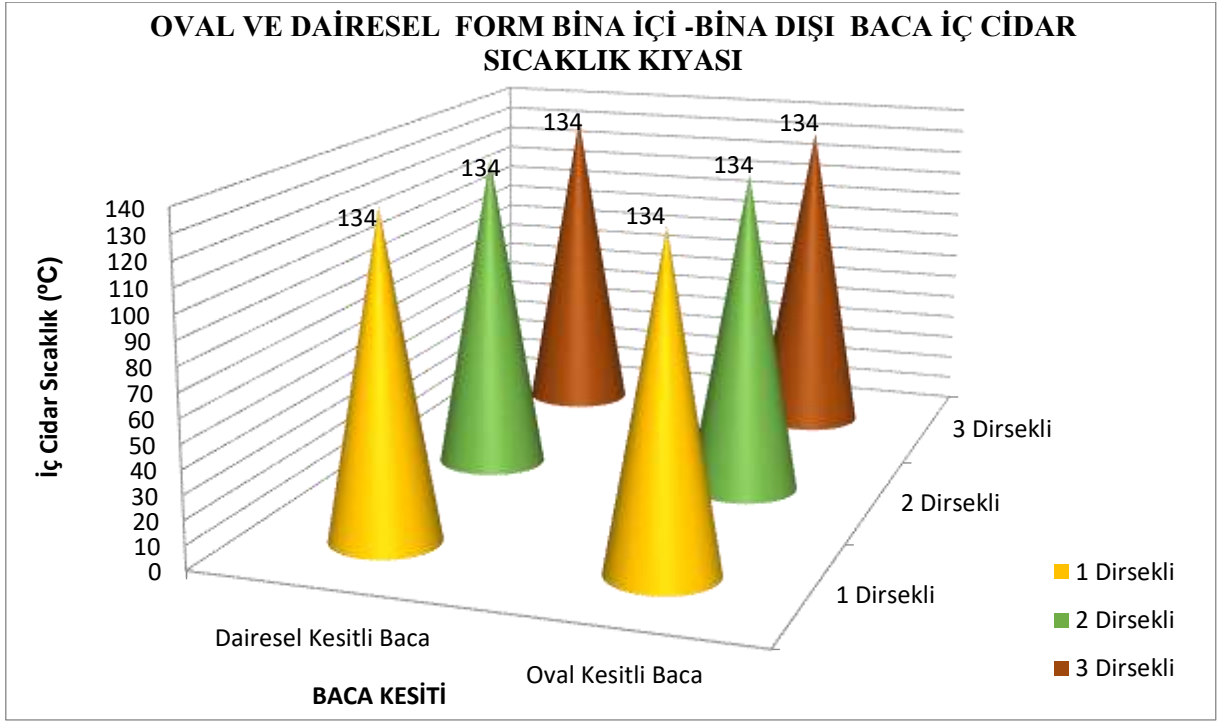
Dairesel ve oval kesitli formda bacalar için azami negatif basınç karşılaştırması Şekil 9’de sunulmuştur. 3 dirsek kullanıldığında; en düşük baca azami negatif basınç değeri oval formda baca kesitli sistemde 103.2 Pa ve daireysel formda baca kesitli sistemde 103.3 Pa olarak analiz edilmiştir. En yüksek baca azami negatif basınç değeri, hem oval hem de daireysel formda baca kesitli sistemlerde 1 dirsek kullanıldığında 103.6 Pa olarak analiz edilmiştir.



**Şekil 10.** Dairesel ve oval kesitli formda baca atık gaz sıcaklık karşılaştırması

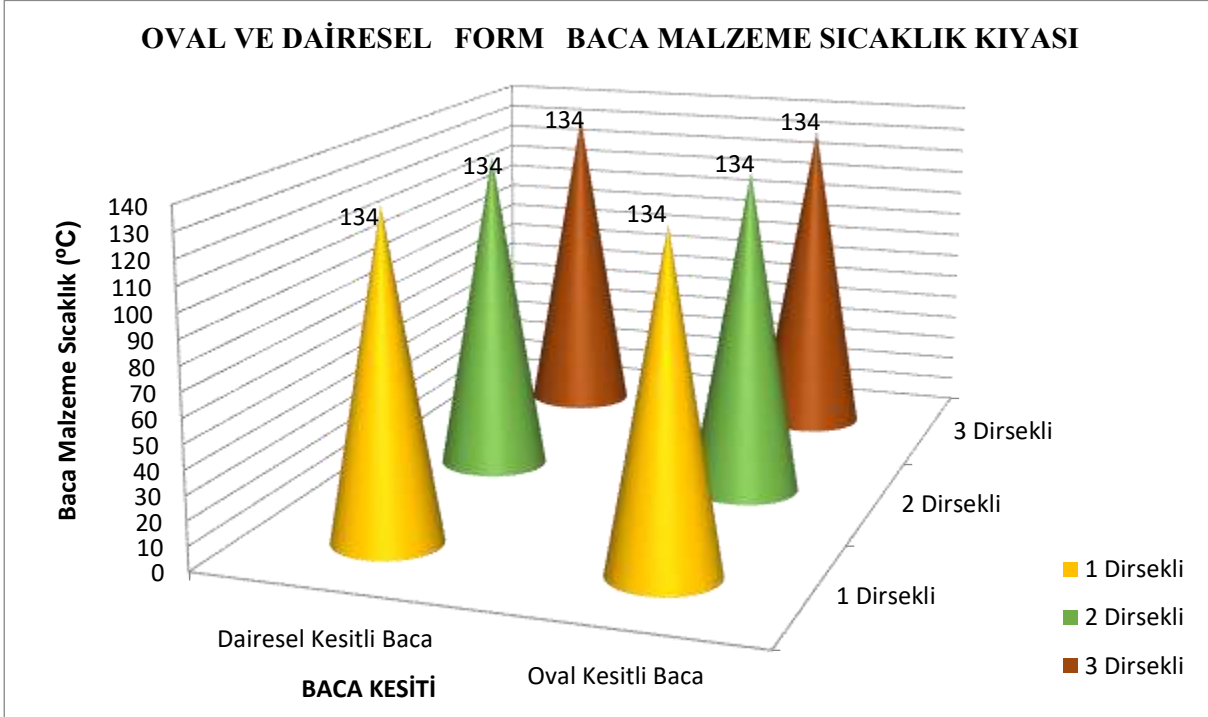
Dairesel ve oval kesitli formda baca atık gaz sıcaklık karşılaştırması Şekil 10’de verilmiştir. Hem oval kesitli hem de daireysel formda baca kesitli sistemlerde tüm dirsek sayıları için 162 °C olarak analiz edilmiştir.





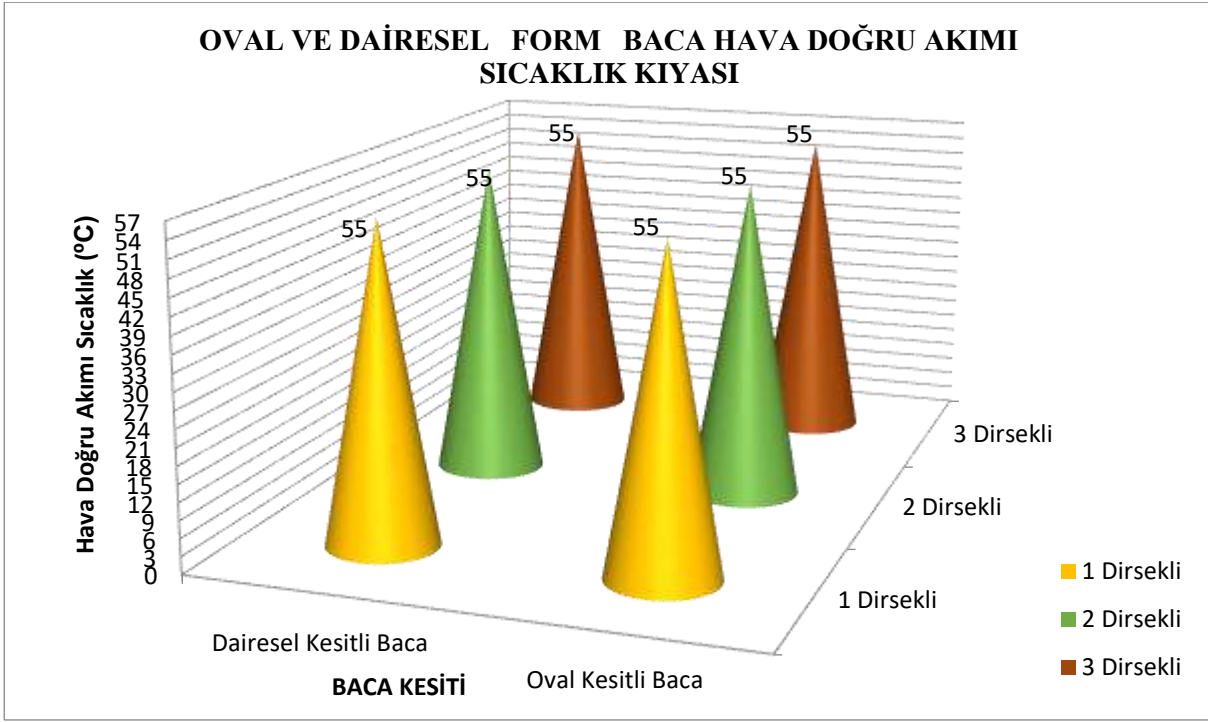
**Şekil 11.** Dairesel ve oval kesitli formda bina içi-bina dışı bacanın iç cidar sıcaklık karşılaştırması

Dairesel ve oval kesitli formda bina içi-bina dışı bacanın iç cidar sıcaklık karşılaştırması Şekil 11’de gösterilmiştir. Hem oval kesitli hem de dairesel formda baca kesitli sistemlerde tüm dirsek sayıları için 134 °C olarak analiz edilmiştir.



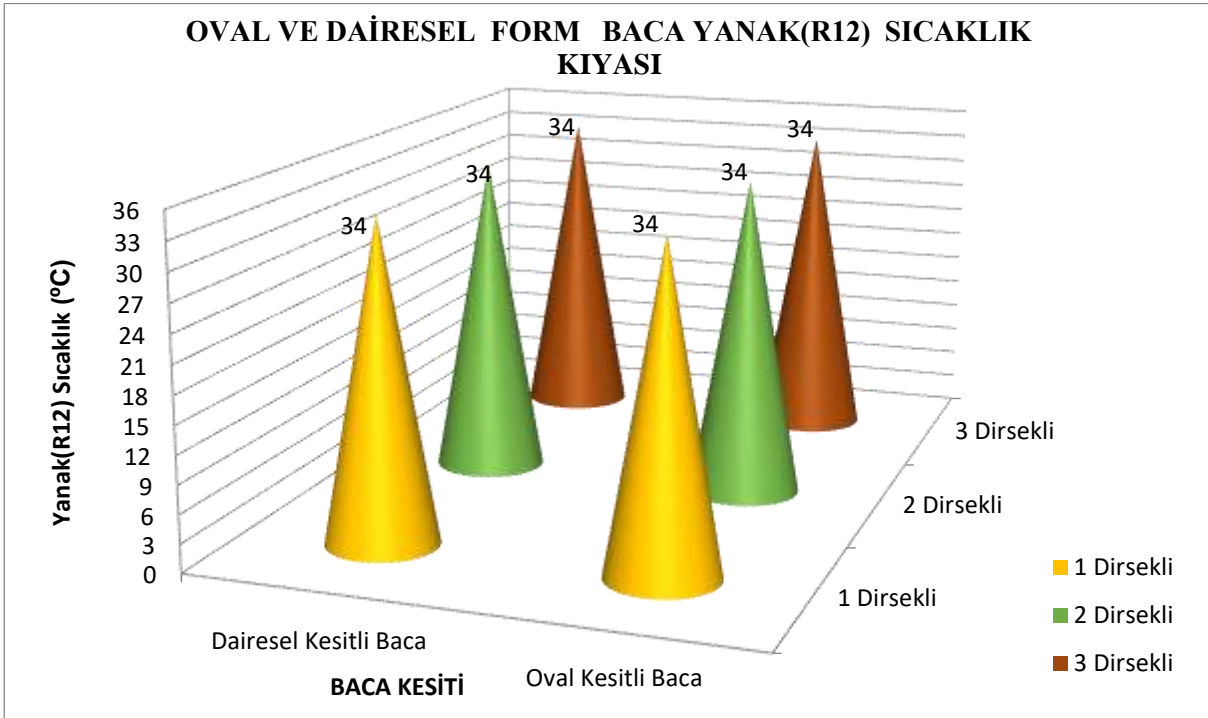
**Şekil 12.** Dairesel ve oval kesitli formda baca malzemesi sıcaklık karşılaştırması

Dairesel ve oval kesitli formda baca malzemesi sıcaklık karşılaştırması Şekil 12’de sunulmuştur. Hem oval kesitli hem de dairesel formda baca kesitli sistemlerde tüm dirsek sayıları için 134 °C olarak analiz edilmiştir.



**Şekil 13.** Dairesel ve oval kesitli formda baca hava doğru akımı sıcaklık karşılaştırması

Dairesel ve oval kesitli formda baca hava doğru akımı sıcaklık karşılaştırması Şekil 13’de verilmiştir. Hem oval kesitli hem de dairesel formda baca kesitli sistemlerde tüm dirsek sayıları için 55 °C olarak analiz edilmiştir.



**Şekil 14.** Dairesel ve oval kesitli formda baca yanak (R12) sıcaklık karşılaştırması.

Dairesel ve oval kesitli formda baca yanak (R12) sıcaklık karşılaştırması Şekil 14’de gösterilmiştir. Hem oval formda baca kesitli sistemde hem de dairesel formda baca kesitli sistemde tüm dirsek sayıları için en düşük ve en yüksek baca yanak (R12) sıcaklık değerleri 34 °C olarak analiz edilmiştir.

### 3.SONUÇ

Bu çalışmada, Muş ili Bulanık ilçesinde küçük bir şekerleme atölyesi tasarlanmıştır. 175 000 kcal/h kapasitesinde doğal gaz ile çalışan bir ısıtma kazanına sahip binanın baca tasarımı farklı dirsek sayılarıyla (1 dirsekli, 2 dirsekli, 3 dirsekli) oval ve dairesel formlarda tasarlanmıştır. Farklı alternatiflerle tasarımı yapılan baca sistemlerinde bölgenin iklim şartlarına göre KesaAladin simülasyon programı ile analiz yapılmıştır. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde en küçük ağız kesiti 298.6 cm<sup>2</sup> ile dairesel formda baca kesitli sistem için, 1 dirsekli tasarım en iyi performansı veren alternatif olarak bulunmuştur. En olumsuz alternatif olarak oval formda baca kesitli sistem için, 3 dirsek kullanıldığında en büyük baca ağız kesiti çapı 305.3 cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur.

Çalışma sonuçlarının Bulanık ilçesinde daha optimal malzeme kullanımıyla hem performanslı hem de çevre kirliliği yönetimine katkıda bulunan baca tasarımı yapma konusunda ilgililere rehberlik etmesi hedeflenmiştir.

#### 4.TEŞEKKÜR

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

#### KAYNAKÇA

- [1] Guo, H. Source apportionment of ambient volatile organic compounds from petroleum and non-petroleum emissions. J. Pet. Environ. Biotechnol. 2012, 3, -112.
- [2] Bhanarkar, A.D.; Majumdar, D.; Nema, P.; George, K.V. Emissions of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and particulates from a pipe manufacturing plant and prediction of impact on air quality. Environ. Monit. Assess. 2010, 169, 677–685
- [3] Pang, S.; Wong, A. Challenges on the control of cooking fume emissions from restaurants. In Proceedings of the Better Air Quality in Asian and Pacific Rim Cities (BAQ 2002), Hong Kong, 16–18 December 2002
- [4] MEGEP, (2006). Tesizat Teknolojisi ve İklimlendirme. Bacalar ve Yanma Isısı. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Ders Notları.
- [5] Sinaga, A.J., Simanjuntak, S ve Manurun C. (2020). SJoME Vol. I No. 2, Maret 2020. E-ISSN 2685-8916. DOI: <https://doi.org/10.36655/sproket.v1iNo%202.186>
- [6] Tanrıver, K., Çavuşoğlu, İ., Ay, M., Kurt M. (2019). Biyogaz Yakıtlı Gaz Motorlu Kojenerasyon Sistemlerinde Egzoz Boru Tasarım İyileştirilmesi ile Verimlilik Artırımı. İCAR Congress 2020 Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi, 11-18-19 Şubat 2020 ISBN: 978-605-7736-81-9, Bolu.
- [7] Terhan, M., Çomaklı, K. (2015). “Baca Gazı Atık Isısı ile Kazan Yakma Havasının Ön Isıtılmasının Fizibilitesi,” Mühendis ve Makina, cilt 56, sayı 668, s. 56-63.
- [8] Zdzislaw, P. (2019). Failure of a steel boiler chimney caused by corrosion of the structural shell plate. ICSF 2019 MATEC Web of Conferences 284,09007. <https://doi.org/10.1051/mateconf /201928>.
- [9] Figen Balo, Ahmet Karahan, Lutfu S. Sua, A simulation supported chimney design application for greener buildings, Proceedings of Engineering toThrive 2022: Water, Air, Shelter, and Food Symposium, June 23-24, 2022, University of Windsor, Ontario, CANADA
- [10] Ahmet Karahan, Figen Balo, Simulation-supported optimal chimney design to reduce the amount of waste gas of coal-fired boilers in Karabük province (Karabük ilinde kömürlü kazanların atık gaz miktarını azaltmak için simülasyon destekli optimal baca tasarımı), 1st International Urban and Regional Development Symposium (ISURDEV '23) (1. Uluslararası Kentsel ve Bölgesel Kalkınma Sempozyum) November 2-4, 2023, DİYARBAKIR