



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

METAL KÖPÜK MALZEMELER VE YÜZEY SOĞUTMADA KULLANIMI

**AYLA DOĞAN
İBRAHİM ATMACA
OĞUZHAN ÖZBALCI
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**

METAL KÖPÜK MALZEMELER VE YÜZEY SOĞUTMADA KULLANIMI

Ayla DOĞAN
İbrahim ATMACA
Oğuzhan ÖZBALCI

ÖZET

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte malzeme biliminde de önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Malzeme biliminin son gelişmeleri arasında metal köpük malzemeler önemli bir yer tutmaktadır. Metal köpük malzemeler ısı davranışları, enerji absorbe edebilme yetenekleri, düşük yoğunlukları, yüksek kesme ve kırılma mukavemetleri ve düşük ağırlıklarından dolayı birçok alanda tercih edilen yeni bir malzeme grubudur. Açık ve kapalı hücreli olmak üzere iki tip hücre yapısına sahiptirler ve yüzey soğutmada özellikle açık hücreli metal köpük malzemeler tercih edilmektedir. Bu çalışmada, metal köpük malzemelerle ilgili detaylar verilmiş olup, yüzey soğutmadaki önemi üzerinde durulmuş ve gözenek yoğunluğu 10 PPI olan açık hücreli alüminyum köpük malzeme (Al-6101) kullanılarak örnek bir deneysel çalışma yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Alüminyum köpük malzeme, ısı transferi

ABSTRACT

There are some remarkable developments happening in materials science along with the advancements in technology. Among the latest innovations of materials science, metal foam material has a significant place. Metal foams are a new group of material that widely preferred due to their thermal behavior, ability to absorb heat, low density, high shear and fracture resistance and low weight. There are two types of metal foams known as open and close-celled type is particularly preferred for surface cooling. In this study, the details of the metal foam are explained, the importance of these materials on surface cooling is discussed and an experimental study is made for pore density of 10 PPI open-celled metal foam material (Al-6101).

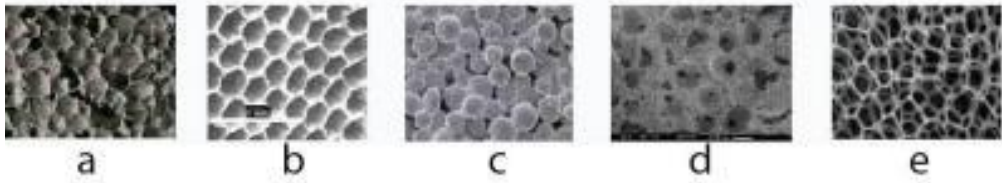
Keywords: Aluminum foam materials, heat transfer

1.GİRİŞ

Metalik köpük malzemeler özellikleri nedeniyle günümüzde önemi gitgide artan malzemelerdir. Metalik köpüklerle ilgili çalışmayı ilk defa Sosnik, 1948 yılında alüminyum içerisinde civa buharlaştırarak yapmış ve daha sonra Elliot 1951 yılında aynı metodu tekrarlayarak metal köpük malzeme üretmeyi başarmıştır. Daha sonraki yıllarda metalik köpüklerin veya diğer gözenekli metalik yapıların üretim imkanları yeniden gözden geçirilmiştir [1].

Gözenekli yapılar yalıtım, paketleme, kaplama veya filtreleme işlemleri için kullanışlı malzemelerdir. Fakat yapısal uygulamalarda çok yararlı veya verimli olabileceğine pek inanılmaz. Gözenekli ve köpük yapılar taşıyacakları yük dikkate alınarak seçilmelidir. Polimer malzemeler yeterli derece de rijit

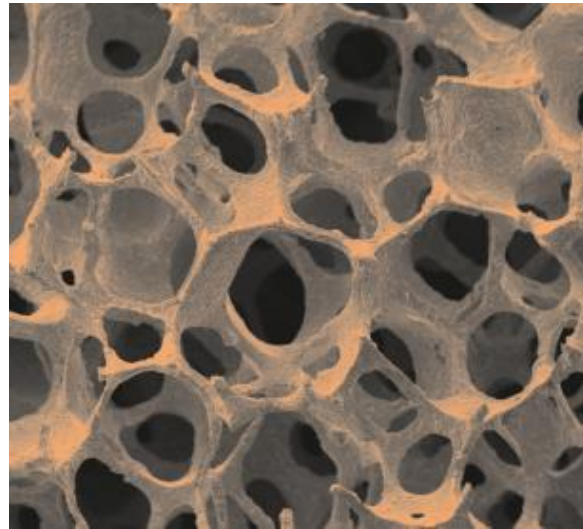
değildir ve seramik malzemeler de çok kırılğan bir yapıya sahiptirler. Bu nedenle metalik köpük yapıları kullanmak doğru bir seçim olarak görülmektedir. Bunun sebepleri arasında metalik köpük yapılar polimerik olanlara kıyasla daha katı bir yapıya sahip, yüksek sıcaklıklarda iç yapısını daha iyi koruyabilen (stabil), sıcaklık direnci yüksek olan ve yüksek sıcaklıklarda toksit gaz oluşturmeyen yapılarıdır. Tamamen geri dönüştürülebilir malzemeler olup çevreye herhangi bir zarar vermezler. En önemli avantajları ise ağırlıklarının düşük olmasıdır. Bunun yanında yönden bağımsız olarak darbe ve titreşim sönümleyebilmesi, elektromanyetik kalkan özelliği olumlu özellikleridir. Ergime noktaları, özgül ısıları, ısı genleşme katsayıları, ısı iletimi ve yüzey geçirgenliği, ateş ve ısı şok dayanımları önemli termal özellikleridir. Ergime noktaları aşağı yukarı kendi alaşımlarıyla aynı değerdedir. Bununla birlikte malzeme yüzeyi çoğunlukla bir oksit tabaka ile kaplıdır. Bu tabaka sayesinde ergime noktası oldukça yüksektir. Bu tabaka yüzeydeki gözenek boyutlarını (çaplarını) düşürmesine rağmen gözenek sayısının artmasına sebep olur. Tabakanın kalınlaşması gözenekli yapıyı destekler ve ergime sıcaklığını üst değere çeker. Eğer malzeme yeterli bir zaman süresince havada yada oksit banyosu içerisinde ısıtılırsa tabaka daha fazla kalınlaşır ve daha stabil bir hal alır. Özgül ısıları önemli ölçüde düşüktür. Bu özellikleri düşük ısı kapasitenin istenmediği durumlarda en önemli malzeme olmalarını sağlar. Isıtma ve soğutma sistemleri buna iyi birer örnektirler. Isıl şok dayanımları normal bir içyapıya sahip malzemeye kıyasla yüksek, ısı iletimi ise düşüktür [2]. Şekil 1'de farklı metalik köpüklere ait görüntüler verilmiştir.



Şekil 1. Farklı metalik köpüklere ait görüntüler (a. Alüminyum kapalı köpük b. Demir bazlı köpük c. Sinterlenmiş sünger metal d. Alüminyum sünger e. Nikel açık köpük) [3].

Alüminyum, demir, nikel, kurşun, çinko ve titanyum metal köpük yapımında kullanılan malzemelerdir. Ancak günümüzde alüminyum, düşük yoğunluğu, korozyon direnci ve düşük ergime sıcaklığı gibi özellikleri nedeniyle metal köpük yapımında en çok kullanılan metaldir [4].

Metalik köpükler, süngerler gibi gözenekli yapıya sahiptir. Doğal bir ürün değildir. Gözenekli yapı, üretim şekline göre (karıştırma, presleme sinterleme vb.) bazı işlemler uygulandıktan sonra meydana gelir. Doğal köpük ile hiçbir ilgisi olmamasına rağmen görünüm ve bazı özelliklerinden dolayı "metal köpük" diye adlandırılırlar. Şekil 2'de metal köpüklerin gözenek yapısı verilmiştir [5].

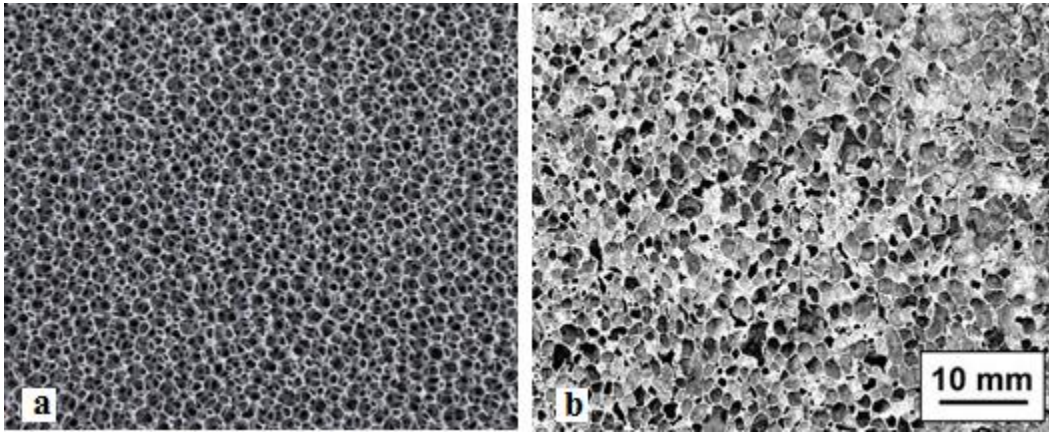


Şekil 2. Metal köpüklerin gözenek yapısı [13].

Gözeneklerin iki veya üç boyutlu olması, malzeme özelliklerinde olduğu gibi bu özelliklerin modellenmesinde de oldukça etkindir. İki boyutlu gözenek yapısına (bal peteği yapısı) sahip malzemelerin modellenmesi nispeten kolayken düzensiz yapıda gözeneğe sahip malzemeler (köpükler) için modelleme oldukça güçtür [6].

2. AÇIK VE KAPALI HÜCRELİ METAL KÖPÜKLER

Üç boyutlu gözenek yapısına sahip malzemelerin, diğer bir deyişle köpüklerin, mekanik özellikleri açık veya kapalı gözenek yapısına sahip olmalarına bağlıdır. Gözenekleri birbirinden izole halde, bir başka deyişle, her bir gözenek hücre duvarı ile sızdırmazlık derecesinde birbirinden ayrılmış ise bu tip köpükler kapalı hücreli köpüklerdir. Açık hücreli köpükler ise gözenekleri arasında bağlantı olan köpüklere denir [3]. Her iki yapı biçiminde de %80-95 oranına varan boşluk ve %5-20 oranında malzemeden oluşurlar [9]. Elbette ki her köpük tamamen açık ya da tamamen kapalı gözenek yapısına sahip değildir. Birçok gözenekli malzeme her iki türden de gözeneği barındırır. Şekil 3'te açık ve kapalı alüminyum köpük malzemelerin görünüşleri verilmiştir [1].



Şekil 3. a) Açık Hücreli Alüminyum Köpük b) Kapalı Hücreli Alüminyum Köpük [4].

3. AÇIK VE KAPALI HÜCRELİ METAL KÖPÜKLERİN KULLANIM ALANLARI

Metal köpükler, hücre yapısının açık veya kapalı oluşuna göre değişik kullanım alanlarına sahiptirler. Korozyon direnci ve yüksek ısı iletkenliği nedeniyle açık hücreli alüminyum köpükler ısı değiştiricisi, pil elektrotları ve filtreler için uygundur. Kapalı hücreli köpük malzemeler ise düşük ısı iletkenlikleri nedeniyle termal kalkan (soğutma radyatörleri, bilgisayar çipleri, güç elektroniği için mikro elektronik cihazlar vb.) olarak kullanılırlar. Şekil 4'te metal köpüklerin bazı kullanım alanları gösterilmiştir [4].



Şekil 4. Metalik köpüklerin bazı kullanım alanları [4].

Ayrıca kapalı hücreli köpükler otomotiv, havacılık ve diğer endüstri uygulamaları için idealdir. Döküm şeklinde üretilebilirler. Bunun anlamı, açık hücreli yapıda bulunmayan bir dış kabuk ile şekillendirilmiş olmalarıdır [1].

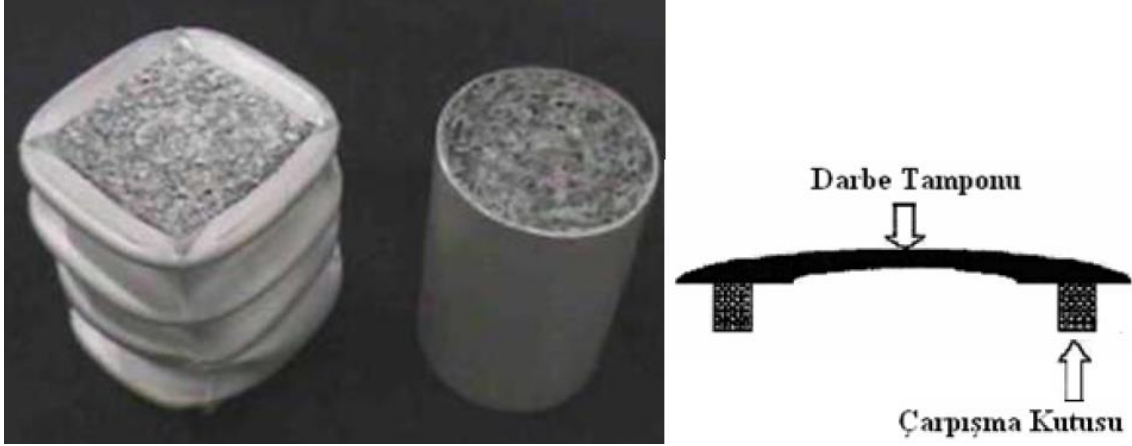
3.1.Otomotiv Endüstrisi

Alüminyum metal köpükler hafif ve sağlam olmalarından dolayı otomotiv sektöründe arabaların ağırlıklarının azaltılmasında oldukça kullanışlıdır. 3 boyutlu sandviç paneller arabalardaki orijinal çelik panellerden yaklaşık olarak 8 kat daha sağlam olup, %25 daha hafiftir. Şekil 5'te alüminyum hafif ağırlıklı sandviç panel örneği verilmiştir [1].

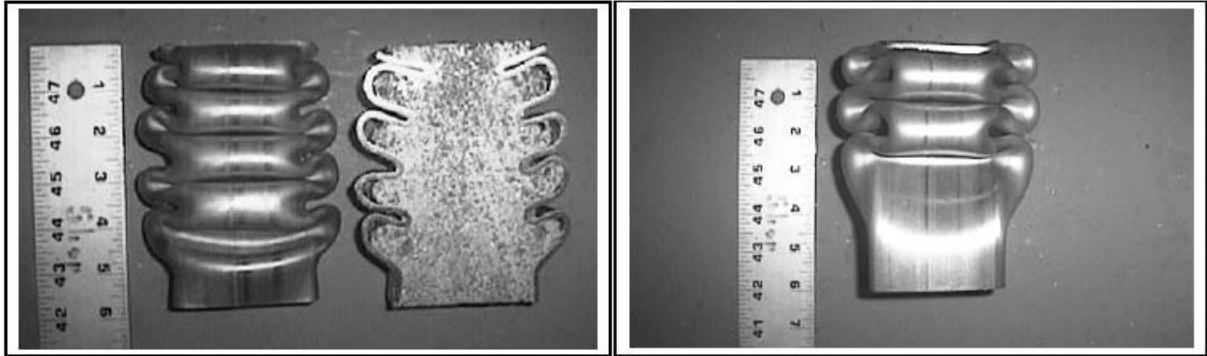


Şekil 5. Alüminyum hafif-ağırlıklı sandviç panel örneği [1].

Ayrıca Alüminyum köpükler otomotiv sanayisinde araçlardaki çarpışma emicilerde kullanılmaktadır. Bunun sonucunda çarpışma kutuları geliştirilmiştir. Bu çarpışma kutuları darbe tamponuyla ön korkuluk arasında yer almaktadır. Şekil 6'da çarpışma kutusu gösterilmektedir. Bu kutular 15 km/s hızdaki bir çarpışmada bütün enerjiyi emerek deforme olurlar ve arabanın şasisinde meydana gelebilecek daha pahalı bir hasarı önlerler. Şekil 7'de aynı uzunluktaki içi alüminyum köpüklü ve köpüksüz paslanmaz 304 çeliğinin aksenel yönde basınç altında deformasyon görüntüleri verilmiştir [1].

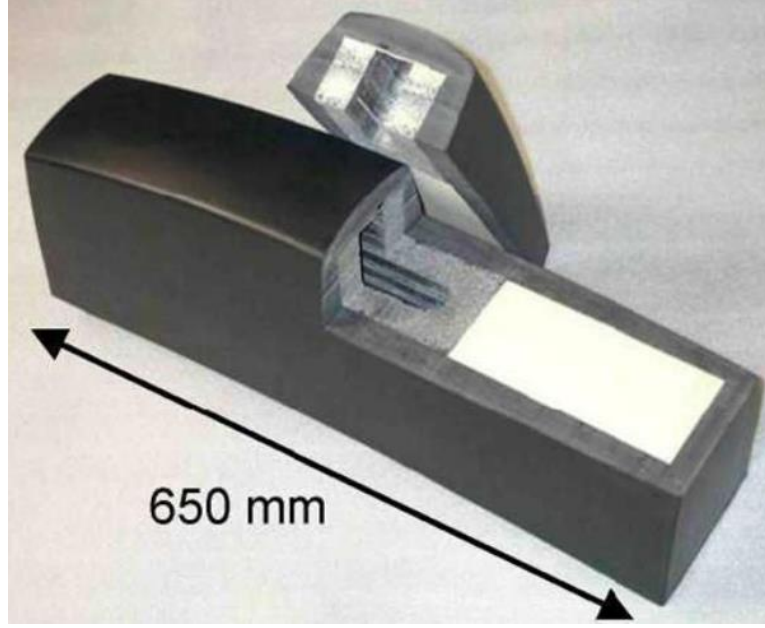


Şekil 6. Çarpışma kutusu örnekleri [1].



Şekil 7. Aynı uzunluktaki içi alüminyum köpüklü ve köpüksüz paslanmaz 304 çeliğinin aksenel yönde basınç altında deformasyon görüntüleri [14].

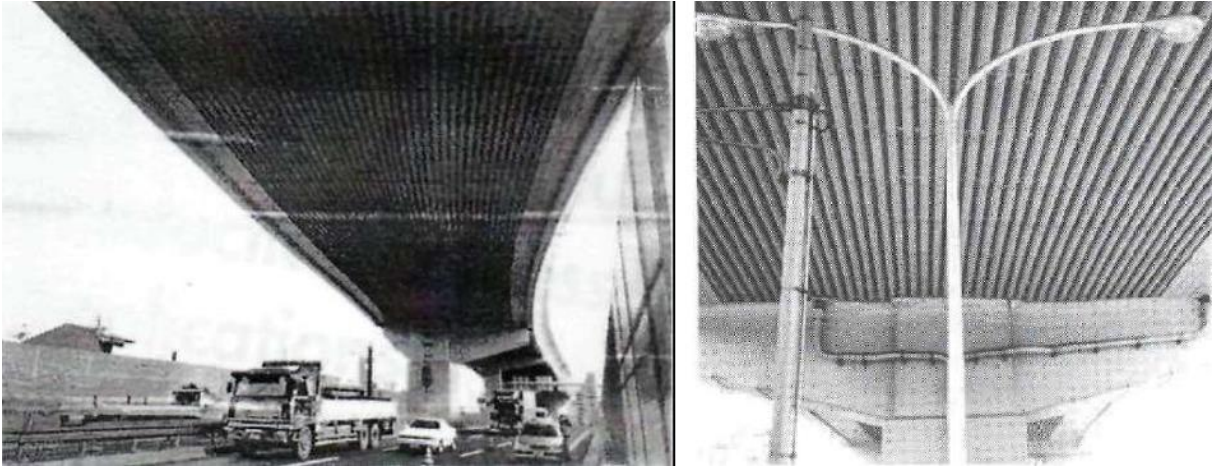
Enerji emiciler aynı zamanda ray bazlı sistemlerde de kullanılmaktadır. Buna örnek olarak otorayları verebiliriz. Tramvaylarda, yayalara çarparak araç altında sürüklenmelerini engellemek için koruma olmalıdır. Aynı zamanda, arabalarla temas gibi hafif çarpışmalardan korunmak için etkili çarpışma koruması gereklidir. Şekil 8'de çarpışma emici sistem gösterilmiştir [1].



Şekil 8. Tramvaylar için çarpışma emici yapı [1].

3.2. Gürültü Kontrolü

Ses emilimi ve yalıtımı otomotiv endüstrisi için önemli bir konudur. Alüminyum metal köpükler çok iyi ses yalıtımlarından dolayı bu sektörde kullanılmaktadır. Örnek olarak viyadük altına levha halinde konan ALPORAS köpük metal yapısı viyadük altından geçen araçların seslerini emerek gürültü kirliliğini ortadan kaldırmaktadırlar. Şekil 9'de viyadük altında ses emen levha yapı gösterilmiştir [1].



Şekil 9. Viyadük altında ses emen levha yapı [1].

3.3. Hava ve Uzay Endüstrisi

Uzay sanayisi de alüminyum köpüklerin uzay araçları iniş takımlarında, enerji emen çarpışma malzemesi olarak kullanılmasını geliştirmektedir. Şekil 10'da sandviç köpük panelden yapılmış bir roket konisinin resmi gösterilmiştir. Alüminyum köpükler, uçak gövde ve helikopter kuyruk elemanlarında kullanılmaktadır [1].



Şekil 10. Sandviç köpük panelden (AFS) yapılmış Ariane5 roket konisi [1].

3.4. Gemi İnşa Endüstrisi

Hafif-ağırlıklı yapılar gemi inşa sektöründe dev bir yere sahiptir. Modern yolcu gemileri bütünüyle alüminyum ekstrüzyon, alüminyum levha ve alüminyum bal peteği yapılarından oluşmaktadır. Köpük metallerin gemi uygulamaları, ambar platformları, gemi bölmeleri, anten platformları ve fişek ambarları gibi alanları kapsamaktadır [1].

3.5. Yapı Endüstrisi

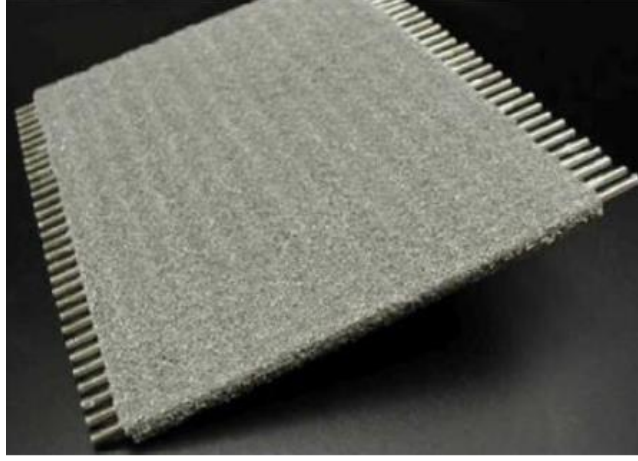
Alüminyum köpük ve köpük paneller asansörlerin enerji tüketimlerini azaltmak için oldukça yardımcı olmaktadır. Çok hızlı modern asansörlerde hafif-ağırlıklı inşa çok önemlidir. Bununla beraber, hafif-ağırlıklı inşa tekniği güvenlik kurallarına uymalıdır. Yangın duvarları ve çıkışları zayıf termal iletkenliği ve yangın direnci olan alüminyum köpük malzemelerle yapılmaktadır [1].

3.6. Spor Malzemeleri

Spor teçhizatları bu sektör için yüksek sayılabilecek maliyetlerine rağmen, uygulamaya değer alanlar bulmuştur. Spor malzemelerinde, futbolcular için kaval kemiği koruyucuları (tekmelik) yapımında iyi enerji emiliminden dolayı alüminyum köpük kullanımı örnek olarak verilebilir [1].

3.7. Isı Değiştiriciler (Eşanjör)

Korozyon direnci, yüksek termal iletkenliği gibi özelliklerinden dolayı açık hücreli alüminyum ve bakır bazlı köpük metaller ısı değiştirici olarak kullanılabilirler. Kapalı hücreli köpük metaller ise düşük termal iletkenliklerinden dolayı termal kalkan olarak kullanılırlar. Bu uygulamaya örnek olarak, yekpare soğutma radyatörleri ve bilgisayar çipleri ile güç elektroniği için mikro elektronik cihazlar verilebilir [8]. Şekil 11'da metal köpük matrisi içine gömülmüş tüplerden oluşturulan gelişmiş yüksek sıcaklık radyatörü görülmektedir [1].



Şekil 11. Köpük Metal Isı Değişirici [1].

3.8. Susturucular

Gürültüyü azaltmak için (örneğin, kompresörler için pnomatik aletlerde), Şekil12'da örneği görülen uygun susturucular kullanılarak gerçekleştirilebilir [1].



Şekil 12. Alüminyum köpükten yapılmış susturucular [1].

3.9. Filtreler

Katı parçacıkları gaz veya sıvıdan veya iki sıvıyı birbirinden ayırmak için, büyük depo hacminden dolayı açık hücreli alüminyum köpük metaller kullanılabilir [1].

4. ALÜMİNYUM KÖPÜK BLOKLARIN YÜZEY SOĞUTMADA KULLANILMASI: ÖRNEK BİR ÇALIŞMA

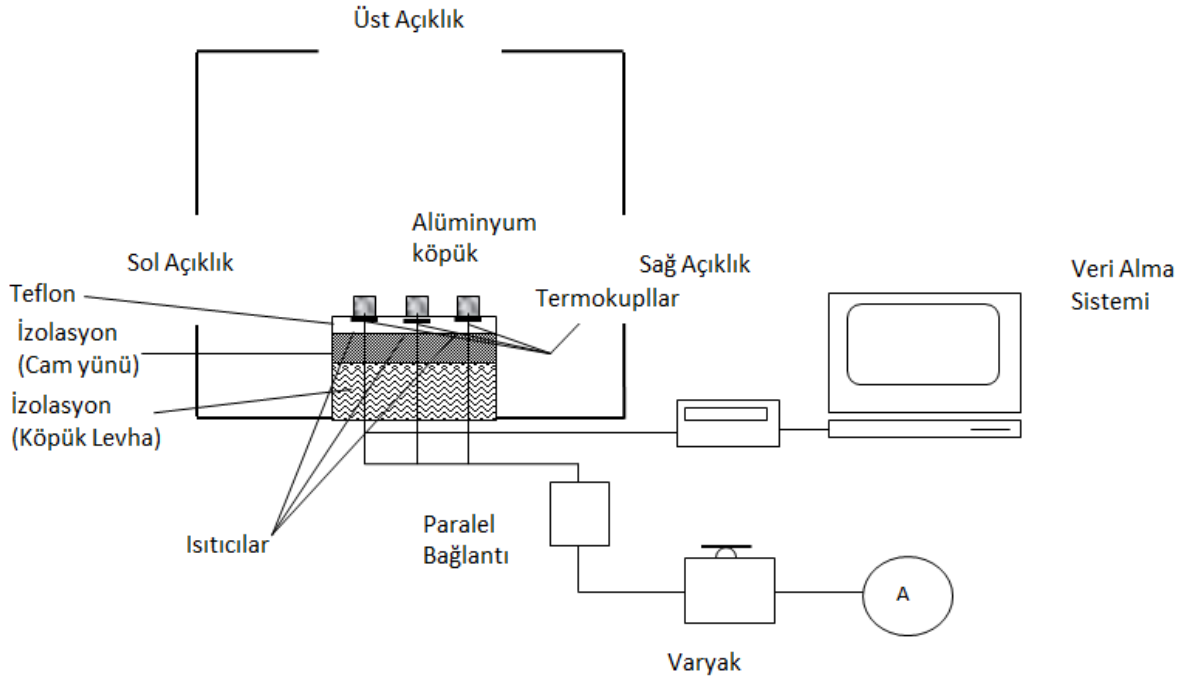
Yüzey soğutmada metal köpüklerin tercih edilmesinin nedeni ısı transferini iyileştiren yüksek yüzey alanlı hacim oranına sahip olmalarıdır. Aşırı ısınma elektronik cihazlardaki en büyük sorundur. Yapılan çalışmalar, elektronik sistemlerde oluşan ısıl yüklerin, sistemlerin performansını olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Dolayısı ile elektronik sistemlerde uygun malzeme ve uygun çalışma koşullarının seçilmesi son derece önemlidir.

Bu bağlamda, metal köpük malzemelerin yüzeylerden ısı transferini iyileştirmeye yönelik bir araştırma yapmak üzere laboratuvar şartlarında örnek bir deney düzeneği kurulmuştur. Deneylerde elektronik elemanları temsil eden ısıtıcı elemanlar üzerine Tablo 1’de verilen özelliklere sahip metal köpük bloklar yerleştirilerek yüzeylerden olan doğal taşınım ile ısı transferi incelenmiştir.

Tablo 1. Alüminyum köpük bloğun özellikleri

Malzeme	Gözeneklilik (ϵ)	Gözenek yoğunluğu (PPI)	Geçirgenlik (m^2)
1(AI-6101)	0.912	10	7.73×10^{-8}

Deney düzeneğinin şematik görünümü Şekil 13’de verilmiştir. 42x25x25cm boyutlarında ve üst kısmında 10x25cm, yan kısımlarında 5x25cm boyutlarında açıklıklar bulunan plexiglass malzemeden yapılmış bir hacim içerisine, 3x3 diziliminde ayrıık formda ısıtıcı elemanlar yerleştirilmiştir. Daha sonra bu ısıtıcılar üzerine 10 PPI’lık gözenek yoğunluğuna sahip alüminyum köpük bloklar yerleştirilerek ısı transferine etkileri incelenmiştir.



Şekil 13. Deney düzeneğinin şematik görünümü.

Açık hücreli alüminyum köpük blokların alt kısmında yüksek sıcaklıklara dayanıklı ($260^{\circ}C$) teflon malzeme içerisine yerleştirilmiş yüksek ısı iletimine sahip 25x25 ebatlarında bakır plakalar ($k= 398 W/mK$) bulunmaktadır. Bakır blokların altına yerleştirilmiş dirençler ise bir paralel bağlantı devresine bağlanarak eşit voltajda eşit ısı akışı sağlanacak şekilde ayarlama yapılmıştır. Teflon malzemenin alt kısmında yalıtım sağlamak amacıyla 20 mm kalınlığındaki cam yünü ($k= 0,042 W/mK$) ve 50 mm kalınlığındaki köpük yalıtım levhası ($k = 0,035 W/mK$) yerleştirilmiştir. Sisteme bağlı olan varyak

sayesinde farklı voltajlarda çalışma imkanı sağlanmıştır. Sıcaklık değerleri ise bir bilgisayara bağlı olan veri toplama sisteminden okunmuştur.

Sisteme verilen toplam ısı akısı:

$$q_{top} = 9 \frac{V^2}{RA_{top}} \quad (1)$$

şeklinde hesaplanmıştır.

Köpük bloklardan toplam taşınım ile olan ısı akısı ise:

$$q_c = q_{top} - q_{iletim} \quad (2)$$

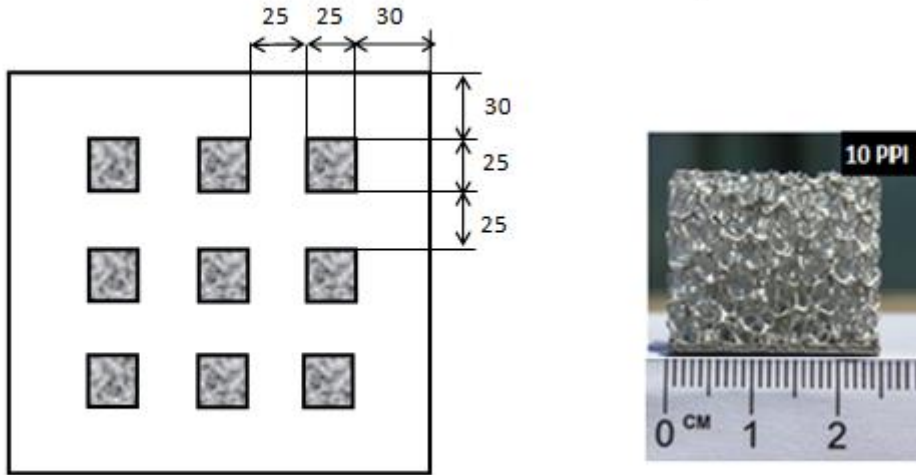
denkleminde hesaplanmıştır.

Hesaplarda kullanılan boyutsuz Grashof sayısı aşağıda verilmiştir.

$$Gr^* = \frac{g\beta q_c L^4}{k\nu^2} \quad (3)$$

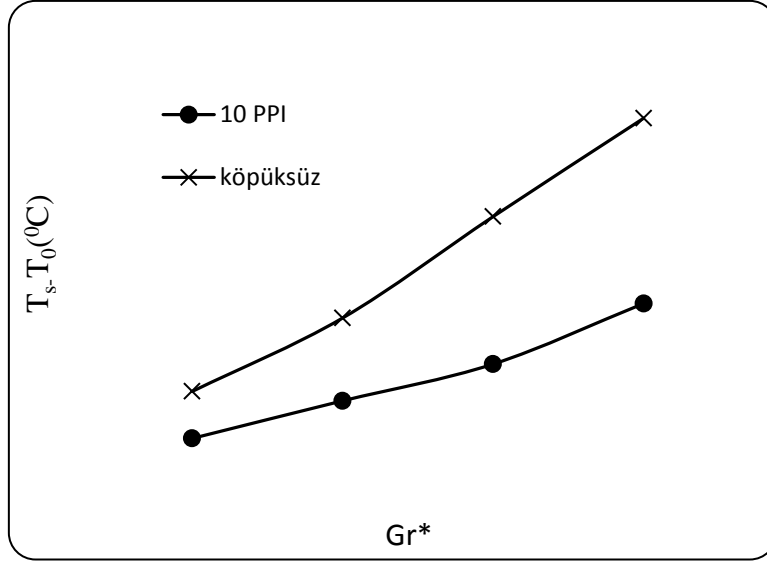
Burada, k havanın ısı iletim katsayısı, ν havanın kinematik viskozitesi, β hacimsel genişleme katsayısı, q_c taşınım ısı akısı, L ısıtıcı eleman kenar uzunluğu veya genişliği, g yerçekimi ivmesidir.

Teflon malzeme üzerine alüminyum köpük blokların yerleşim düzeni ve fotoğrafı Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14. 10 PPI alüminyum köpük bloğun yerleşim düzeni (ölçüler mm) ve görünümü

Deneyler ilk önce bakır plakaların üzeri boşken yapılmış, daha sonra bakır plakalar üzerine gözenek yoğunluğu 10 PPI olan alüminyum köpük bloklar yerleştirilerek deneyler tekrar edilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Şekil 15'te farklı Grashof sayıları için ortalama yüzey sıcaklığının değişimi verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere, her iki durum için yüzey sıcaklıkları Grashof sayısı arttıkça artmaktadır. Köpük blokların kullanılması durumunda ortalama yüzey sıcaklıklarının oldukça azaldığı görülmektedir. Alüminyum metal köpük kullanılarak ve köpük kullanılmadan elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, düşük Grashof sayılarında sıcaklık farkları çok fazla değilken yüksek Grashof sayılarında bu fark oldukça artmıştır. Bu durum doğal taşınım etkilerinin yüksek Grashof sayılarında etkili olduğunu gösterirken, alüminyum metal köpük malzeme kullanılmasıyla hem iletim hem de taşınım etkileriyle ortalama olarak yüzeylerde daha fazla soğuma olduğu gözlenmiştir.



Şekil 15: Farklı Grashof sayıları için ortalama yüzey sıcaklığının değişimi

SONUÇ

Bu çalışmada, kapalı ve açık hücreli metal köpük malzemelerin kullanım alanlarıyla ilgili bilgiler verilmiş olup, elektronik sistemlerin soğutulmasına yönelik 10 PPI gözenek yoğunluğuna sahip alüminyum köpük malzemelerin yüzey sıcaklıklarını nasıl etkilediği konusunda örnek bir çalışma sunulmuştur. Açık hücreli köpük malzeme kullanılması durumunda ortalama yüzey sıcaklıklarının köpük malzeme kullanılmadan elde edilen sonuçlara göre çok daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Elektronik sistemlerde sistemin emniyetli çalışabilmesi için devre elemanlarının belli sıcaklık limitlerini aşmaması gerekmektedir (Doğal taşınım için yaklaşık 76 °C). Bu ve bunun gibi çalışmalar sistemin çalışma performansı ve enerji tasarrufu açısından son derece önemlidir.

KAYNAKLAR

- [1] YAVUZ İ., "Metalik Köpük Malzemeler ve Uygulama Alanları" Teknik Not, Taşıt Teknolojileri Dergisi (TATED) Cilt:2, No:1, s.49-58, 2010
- [2] AVARİSLİ O., UĞUZ A., "Metalik Köpük Malzemelerin Otomotiv Endüstrisinde Kullanılması", Makale, VIII. Otomotiv ve Yan Sanayii Sempozyumu, 2013
- [3] OZAN S., KATI N., "Metal Köpükler", 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11) 16-18 May 2011
- [4] SERTKAYA A. A., "Metal Köpük Isı Değiştiriciler", Makale, Mühendis ve Makina. Cilt 54, sayı 646, s.22-26, 2013
- [5] YAVUZ İ., BAŞPINAR M. S., BAYRAKÇEKEN H., "Metalik Köpük Malzemelerin Taşıtlarda Kullanımı", Teknik Not, Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi (TATED), (3), s.34-51, 2009
- [6] BAŞPINAR M. S., YOĞURTCU Ş., "Metalik Köpük Malzemelerin Mekanik Özelliklerini Belirlemede Kullanılan Matematiksel Modeller", Teknik Not, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt:8, No:1, s.69-78, 2011
- [7] NAWAZ K., "Metal Foams As Novel Materials For Air-Cooling Heat Exchangers", Thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2011
- [8] GÜVEN Ş. Y., "Toz Metalurjisi ve Metalik Köpükler", SDU Teknik Bilimler Dergisi, Cilt:1 Sayı:2 s.22-28, 2011



- [9] OZMAT B., “Reticulated Metal Foam Build Better Heatsinks”, Power Electronics Technology, November 2007
- [10] ÖZGEN F., VAROL Y., ÖZTOP H. F., “Gözenekli Ortamla Dolu Yatay Bir Kanalda Birleşik Taşınımın Sayısal Analizi”, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 33, 1, s.155-163, 2013
- [11] BANHART J., “Metalic Foams II: Properties and Applications”, Helmholtz Zentrum Berlin für Materialien und Energie
- [12] YU C. J., BANHART J., “Mechanical Properties of Metallic Foams”, Fraunhofer Resource Center – Delaware, Newark, Delaware, USA, s.37-48
- [13] <http://www.ifam.fraunhofer.de/>
- [14] KREMER K., “Metal Foams for Improved Crash Energy Absorption in Passenger Equipment”, Final Report for high-Speed Rail IDEA Project 34, Fraunhofer USA – Delaware, September 2004,

ÖZGEÇMİŞ

Ayla DOĞAN

1970 yılı Erzurum doğumludur. 1991 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden Lisans, 1996 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalından yüksek lisans ve 2003 yılında Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüden Doktora derecelerini aldı. 2006 yılında Akdeniz Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim dalına Yardımcı Doçent olarak atandı, Jeotermal enerji kaynaklı absorpsiyonlu soğutma sistemleri, elektronik sistemlerde doğal, zorlanmış ve karışık konveksiyonla ısı transferi, metal köpük malzemelerin elektronik sistemlerde soğutma amaçlı kullanımı konularında çalışmalarını sürdürmektedir. Halen Akdeniz Üniversitesinde Yardımcı Doçent olarak görevini sürdüren Ayla Doğan, evli ve bir çocuk annesidir.

İbrahim ATMACA

1979 yılı Antalya doğumludur. 1999 yılında Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden Lisans, 2002 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalından yüksek lisans ve 2006 yılında aynı Enstitüden Doktora derecelerini aldı. 2007 yılında Akdeniz Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim dalına Yardımcı Doçent olarak atandı, 2014 yılında Doçent oldu. Güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma sistemleri, güneş enerjisi destekli ısı pompası sistemleri, iklimlendirilen ortamlarda ısı konfor ve iç hava kalitesi, nanoakışkanların çeşitli ısı uygulama alanları, binalarda ısı yalıtımı ve enerji verimliliği, termoelektrik soğutuculu damıtma sistemleri, evaporatif soğutma ile iklimlendirme sistem verimlerinin iyileştirilmesi konularında çalışmalarını sürdürmektedir. Halen Akdeniz Üniversitesinde bölüm başkan yardımcısı olarak görevini sürdüren İbrahim Atmaca, evli ve bir çocuk babasıdır.

Oguzhan ÖZBALCI

1989 yılında Van doğumludur. 2012 yılında Uşak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Bölümünü bitirmiştir. 2013 yılında Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine mühendisliğinde Yüksek Lisans Eğitimine başlamıştır ve halen bu eğitime devam etmektedir