

Sac İşleme Rehberi

ISSN 1306-7815

Passarınmaz, Demir-Çelik ve Sac İşleme Teknolojileri Dergisi

Stainless Steel, Iron-Steel and Sheet Metal Processing Technologies Magazine



- Demir çelik sektöründe yeni dönem
- Makina ekipman endüstrisinde siparişler yarı yarıya azaldı
- Metal işleme sektörü Bursa'da buluşuyor
- Dünya pazarlarında yerinizi alın
- Uluslararası Duşanbe Endüstri ve Ticaret Fuarı
- Araştırma: Sac İşlemede Laser Kesim Teknolojileri



hızlı olan kazanır...

Hız 200 m/dak
İyileştirme 4 G
Pozisyonlama 0.01 mm
Tekrarlama 0.005 mm
Yüksek Basınç 25 bar



Dünyanın en hızlı motor teknolojisi linear drive ile donatılmış
CO₂ Uçan Optik Lazer Kesim Makinası **LASERMAX** optical

ERMAKSAN
www.ermaksan.com.tr

www.sacislemerehberi.com



Metalik Köpüklerin Uygulama Alanları

Arif UZUN, Serkan ISLAK

Kastamonu Üniversitesi Cide Rifat Ilgaz Meslek Yüksekokulu, Cide, Kastamonu

E-mail: auzun@kastamonu.edu.tr, sislak@kastamonu.edu.tr

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişimine bağlı olarak hafif ve dayanımı yüksek olan malzemelere ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. İnsanoğlu bu özellikleri bir arada bulduran malzemeleri elde edebilmek için çeşitli arayışlar içerisine girmiş ve tabiatı örnek almıştır. Hüresel malzemeler ise bu olgu içerisinde önemli bir yere sahiptir. Çünkü köpüklerin veya diğer yüksek gözenekliliğe sahip hüresel malzemelerin enerji sönümleme kapasitesi, yüksek rijitlik, düşük yoğunluk gibi fiziksel ve mekanik özelliklerin birleşimine sahip oldukları bilinmektedir [1, 2]. Dolayısıyla tabiat tarafından da hüresel malzemeler yapısal ve işlevsel amaçlarla sıklıkla kullanılmaktadır (bileği taşı, kemikler, mantar ve odun gibi doğal malzemeler) [1, 3]. Metalik köpükler ise doğal olmayan, farklı üretim yöntemleri kullanılarak elde edilen yapay malzemelerdir.

2. METALİK KÖPÜKLER

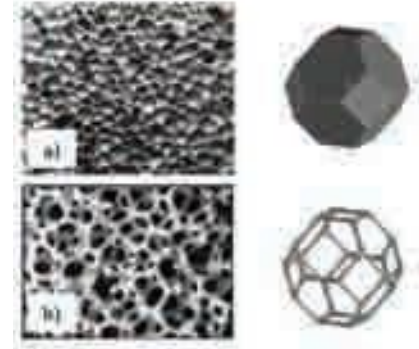
Seramikler, polimerler ve metalik köpükler insanoğlu tarafından yapay olarak üretilmiş gözenekli malzemelerdir. Geçmiş yıllarda sınırlı uygulama alanına sahip olan bu malzemeler, günümüzde özellikle polimer esaslı malzemelerden yapılmış köpükler

teknolojinin hemen hemen bütün alanlarında kullanılmaktadır [3, 4]. Örneğin strafor veya poliüretan köpükler çok geniş alanda paketlenme, ses ve ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır [3]. Metalik köpükler ise yüksek dayanım, düşük ağırlık, titreşim azaltma, ses ve darbe sönümleme gibi özelliklerinden dolayı yapısal ve fonksiyonel uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır [5-7]. Geçmişten günümüze kadar metalik köpük üretiminde birçok yöntem geliştirilmiş ve bunların bir kısmı üretici firmalar tarafından patentleşmiştir. Ergiyik metal içerisine gaz enjektisi, ergiyik metal içerisine köpürtücü madde ilavesi ve toz metalurjisi (TM) endüstriyel boyutta en fazla kullanılan üretim yöntemleridir.

Son yıllarda metalik köpük üretiminde çok farklı metal ve alaşımları kullanılmıştır. Örneğin Al, Al-Si [1], Pb [8], Ti, Fe ve süper alaşımlar [9], Ni [10]. Diğer taraftan üretilen bu malzemeler (sandviç paneller, enerji sönümleme cihazları, ses yalıtım panelleri vb.) otomotiv, demir yolu taşımacılığı, gemi yapımı, ağırlıkça hafif konstrüksiyonlar, uçak ve uzay sanayi gibi farklı alanlarda potansiyel uygulamalar için kullanılmaktadır [11, 12]. Bu alanlarda özellikle alüminyum ayrı bir öneme sahiptir [13]. Son zamanlarda metalik köpükleri konu alan araştırma projelerinin büyük çoğunluğu alüminyum ve alaşımları üzerinedir.

Metalik köpükler yapısal olarak sahip oldukları gözenek; şekline, boyutuna, yoğunluğuna, anizotropik özelliklerine, açıklık ve kapalılık özellikler-

ine göre karakterize edilirler. Bu bağlamda sahip oldukları gözenek yapısına bağlı olarak sınıflandırıldığına açık veya kapalı olmak üzere ikiye ayrılır [14]. Resim 2.1'de kapalı ve açık gözenekli köpük yapıları gösterilmektedir.



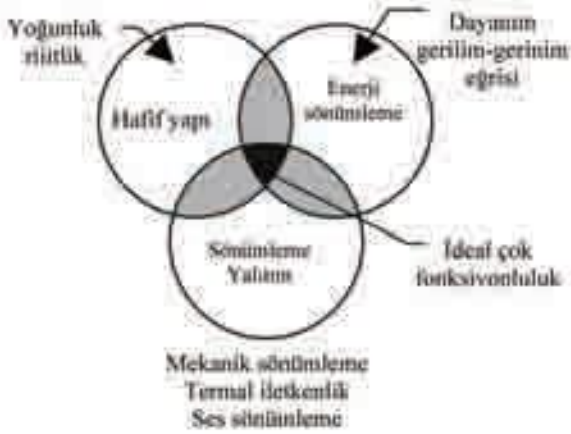
Resim 2.1. Kapalı (a) ve Açık (b) gözenekli metalik köpükler ve tetragonal gözenek modelleri [15, 16]

2.1. Köpük Metallerin Yapısal Uygulamaları

2.1.1. Otomotiv endüstrisi

Son zamanlarda otomotiv endüstrisinde yolcu güvenliği ve yüksek yakıt verimliliği sağlamak için araştırmacılar daha hafif ve daha güvenilir yapılara yönelmişlerdir. Bu malzemeler arasında metalik köpükler hafiflikleri ile oldukça ilgi çekmektedir. Ancak metalik köpüklerin bu sektörde uygulanabilirliği, üretim maliyetine ve özelliklerine bağlıdır [17].

Son zamanlarda, İngiltere'de endüstri ve akademik kurumlar arasında ulusal fizik laboratuvarı tarafından yapılan bir ankette metalik köpüklerin potansiyel uygulamalar için uygun ol-



Şekil 2.1. Metalik köpüklerin otomobil endüstrisinde uygulama kategorileri [1]

duğu görüşü çıkmıştır. Ankette göre metal köpüklerin yakın gelecekte otomobil ve uzay endüstrisi için %32, imalat endüstrisi için (malzeme, makine, parça) %26, eğitim ve araştırma sektörlerinde ise %16'lık paya sahip olacağı belirtilmiştir [17]. Şekil 2.1'de metalik köpüklerin otomobil endüstrisinde uygulama kategorileri gösterilmektedir.

Çarpışma enerjisi emilimi

Araçlarda ve trenlerde çarpışma anında oluşan maksimum etkinin dağılımı, çarpışma bölgelerindeki deformasyonun kontrolü ile sağlanabilmektedir. Bunun için araçların ön ve yan bölgelerine koruyucu parçalar takviye edilir. İçerisi metal köpük ile doldurulmuş profiller çarpışma esnasında ilginç deformasyon davranışı sergilerler (Resim 4.1). Genellikle



Resim 2.2. Metal köpüklerin otomobil şaselerinde kullanıldığı yerlerden bazıları [20]

eksenel çarpışmalarda içerisi köpük ile doldurulmuş profiller, boş profillere oranla %25-32 daha fazla enerji sönümlemektedirler [18, 19]. Resim 2.2'de metalik köpüklerin otomobil şaselerindeki çeşitli kullanım biçimi gösterilmektedir.

Bir başka örnek olarak LKR (Avusturya) ve BMW tarafından alüminyum köpük metali kullanılarak montaj bloğu geliştirilmiştir (Resim 2.3).



Resim 2.3. LKR ve BMW tarafından geliştirilmiş motor blok örneği, soldan sağa; bos döküm, alüminyum köpük çekirdek içeren yekpare parça, kesit görüntü [21]

Hafif yapı malzemeleri

Köpük sandviç metaller ve alüminyum köpükten yapılmış hafif ve sağlam yapılar taşıtlar için ağırlığın azaltılması ve sağlamlığın artırılmasına katkıda bulunmaktadır. Alman üretici Karman üç boyutlu sandviç panelleri yarış otomobillerinin ön ve arka tampon bölgelerde

kullanılabilirliğini test etmiştir. Çünkü bu bölgeler ağırlık ve dayanım açısından araçlar için ciddi problemlere neden olmaktadır. Yapılan test sonucunda sandviç panellerin diğer çelik panellere oranla %25 ağırlık tasarrufu, %700'de dayanım artış sağladığı görülmüştür. Ancak alüminyum sandviç panellerin (AFS) diğer çelik panellere oranla daha pahalı olması, bu uygulamaları kısıtlamaktadır. Buna rağmen alüminyum köpük sandviçler araçlarda ısı yalıtımı sağlamak için yeni bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır [1]. Resim 2.4'de alüminyum sandviç yapı görülmektedir.



Resim 2.4. Karman tarafından üretilmiş alüminyum köpük sandviç (AFS) [21]



Resim 2.5'de alüminyum sandviç panelin araçlarda farklı bir kullanım şekli gösterilmektedir.

Resim 2.5. Alüminyum sandviç panelden yapılmış bir kaldırma kolu [22] Alüminyum sandviç paneller sosyal hayatta olduğu gibi askeri alanda da yüksek performanslarından dolayı ilgi çekmektedir. Amerikan kara kuvvetleri araştırma laboratuvarında yapılan deneylerde, alüminyum

köpüğün balistik performansı değerlendirilmiştir. Bu çalışmada alüminyum köpük, seramik ve elyaf takviyeli polimer bir tabaka arasına değişik kombinasyonlarda yerleştirilerek patlama testi yapılmıştır (Resim 2.6). Deney sonucu alüminyum köpük seramik zırh malzemesinin verimliliğini artırmış, balistik şok dalgalarını azaltmış ve elyaf takviyeli polimer kompozitin zarar görmesini engellemiştir. Buna göre hafif zırhlı araçlarda alüminyum köpüğün kullanımıyla daha yüksek performansların elde edilebileceği sonucu çıkarılmıştır [19].



Resim 2.6. Patlamalara karşı integral zırh malzemesi olarak performansı değerlendirilmiş alüminyum köpüğün kesiti [19]

2.1.2. Hava ve uzay endüstrisi

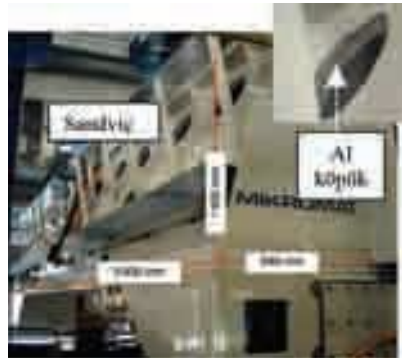
Köpük metallerin ve hafif yapıların hava-uzay endüstrisindeki kullanımı otomotiv endüstrisindeki ile benzerlik göstermektedir. Uzay endüstrisinde kullanılan petek şeklindeki yapıların maliyeti, alüminyum köpük levhalara veya metal köpük sandviç panelere oranla daha yüksektir [1]. Dolayısıyla uzay endüstrisi gözenekli malzemeler arasında yer alan alüminyum sandviç köpüklere yönelmiştir. Resim

2.7'de Ariane 65 isimli rokette kullanılan alüminyum köpükten yapılmış koni biçimli bir adaptörün genel görüntüsü verilmiştir [23].

2.1.3. Makine gövde imalatı

İmalat makinelerinin yüksek performansta, hızlı hareket edebilmeleri için oldukça sağlam ve hafif olmaları gerekir. Fakat çalışma esnasında genellikle titreşime veya dinamik yüklere maruz kalırlar. Bu problemleri minimize edebilmek için alüminyum sandviç köpükler hafif ve yüksek enerji sönmüleme kabiliyetlerinden dolayı makine imalatında yerini almıştır [24].

Resim 2.8'de çelik-alüminyum sandviç köpükten imal edilmiş freze makinesinin enine giriş resmi gösterilmektedir [25].



Resim 2.8. Çelik-alüminyum sandviç köpükten imal edilmiş freze makinesinin enine giriş resmi [25]

2.1.4. Diğer uygulama alanları

Metalik köpükler otomotiv endüstrisi, uçak-uzay endüstrisi ve makine imalatı alanları dışında gemi yapımı, inşaat endüstrisi, biyomedikal

gereçler, spor ekipmanları gibi birçok alanda kullanılmaktadır [1].

2.2. Köpük Metallerin Fonksiyonel Uygulamaları

2.2.1. Susturucular

Kompresör gibi cihazlarda gaz çıkışı esmasında gürültü oluşmaktadır. Bu gibi durumlarda gaz çıkışı bölgesine alüminyum köpükten üretilmiş Resim 2.9'da gösterilen uygun susturucular takılarak gürültü azaltılabilir [26].



Resim 2.9. Alüminyum köpükten yapılmış susturucular [26]

2.2.2. Filtreler

Gaz veya sıvılardan, katı parçaların ayrılmasında geniş hacimli alüminyum süngerler kullanılabilir (Resim 2.10)[26].



Resim 2.10. Farklı gözenek boyutuna sahip alüminyum sünger [26]

2.2.3. Diğer uygulama alanları

Açık gözenekli metalik köpükler susturucular ve filtreler dışında basınç azaltma, yağlama yatağı, püskürtücü, alev perdesi, buharlaşma soğutması ve ısı değiştirici olarak da kullanılmaktadır [26].



Resim 2.7. Ariane 65 isimli rokette kullanılan alüminyum köpükten yapılmış koni biçimli adaptör [23]

3. KAYNAKLAR

1. Banhart, J., "Manufacture, characterisation and application of cellular metals and metal foams", Progress in Materials Science, 46:559-632 (2001).
2. Oliveira, B.F., Cunda, L.A.B., Öchsner, A., Creus, G. J., "Hollow sphere structures: a study of mechanical behaviour using numerical simulation", Mat-wiss. u. Werkstofftech., 40:144-153 (2009).
3. Öchsner, A., "Materials Letters special issue on hollow sphere structures", Materials Letters, (63):1107-1108 (2009).
4. Kádár, C., Chmelfk, F., Lendvai, J., Vörös, G., Rajkovits, Z., "Acoustic emission of metal foams during tension", Materials Science and Engineering A, 462:316-319 (2007).
5. Sirong, Y., Jiaan, L., Yanru, L., Yaohui L., "Compressive behavior and damping property of ZA22/SiCp composite foams", Materials Science and Engineering A, 457:325-328 (2007).
6. Raj, R.E., Daniel, B.S.S., "Aluminum Melt Foam Processing for Light-Weight Structures", Materials and Manufacturing Processes, 22: 525-530 (2007).
7. Banhart, J., "Metallic foams: Challenges and Opportunities", Eurofoam 2000, MIT-Verlag Bremen, 13-20 (2000).
8. Irretier, A., Banhart, J., "Lead and lead alloy foams", Acta Materialia, 53:4903-4917 (2005).
9. Bram, M., Stiller, C., Buchkremer, H.P., Stöver, D., Baur, H., "High-Porosity Titanium, Stainless Steel, and Superalloy Parts", Advanced Engineering Materials, 2:196-199 (2000).
10. Quechellalt, D.T., Katsumura, Y., Wadley, H.N.G., "Synthesis of stochastic open cell Ni-based foams, Synthesis of stochastic open cell Ni-based foams", Scripta Materialia, 50:313-317 (2004).
11. Gibson, L.J., Simone, A.E., "Aluminum foams produced by liquid-state processes", Acta Mater., 46:3109-3123 (1998).
12. Montanini, R., "Measurement of strain rate sensitivity of aluminium foams for energy dissipation", International Journal of Mechanical Sciences 47:26-42 (2005).
13. Surace, R., Filippis, L.A.C.D., Ludovico, A.D., Boghetich, G., "Experimental analysis of the effect of control factors on aluminium foam produced by powder metallurgy", Proc. Estonian Acad. Sci. Eng., 13:56-167 (2007).
14. Ozan, S., Taksin, M., Kolkusa, S., Ozerdem, M.S., "Application of ANN in the prediction of the pore concentration of aluminum metal foams manufactured by powder metallurgy methods", Int J Adv Manuf Technol, 39:251-256 (2008).
15. Azzi, W.E., "A systematic study on the mechanical and thermal properties of open cell metal foams for aerospace applications", Yüksek Lisans Tezi, North Carolina State University, Raleigh North Carolina, 2-109 (2004).
16. Pawlicki, J., Koza, E., Zurawski, P., Leonowicz, M., "Mechanical Properties of Closed Cell Al Foams Based on Tetrakaidecahedral Model of Structure", International Conference Advanced Metallic Materials, Smolenice, Slovakia, 235-238 (2003).
17. Srivastava, V. C., Sahoo, K. L., "Metallic Foams: Current Status and Future Prospects", IIM Metal News, 9:9-13 (2006).
18. Yu C.J., Eifert, H.H., Banhart, J., Baumeister, J., "Metal foaming by a powder metallurgy method: Production, properties and applications", Mat Res Innovat. 2:181-188 (1998).
19. Schaeffler, P., Rajner, W., Claar, D., Trendelenburg, T., Nishimura, H., "Production, Properties, and Applications of Alulight® Closed-Cell Aluminum Foams", The Fifth International Workshop on Advanced Manufacturing Technologies, London, 1-6 (2005).
20. Çinici, H., "Toz Metalurjisi Yöntemi İle Alüminyum Esaslı Metalik Köpük Üretimi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Ankara, 1-71 (2004).
21. Banhart, J., "Aluminium Foams for Lighter Vehicles", International Journal of Vehicle Design, 1-19 (2003).
22. Seeliger, H.W., "Aluminium Foam Sandwich (AFS) Ready for Advanced Introduction", Advanced Engineering Materials, 6:448-451 (2004).
23. Banhart, J., Seeliger, H.W., "Aluminium Foam Sandwich Panels: Manufacture, Metallurgy and Applications", Advanced Engineering Materials, 10:793-802 (2008).
24. Neugebauer, R., Lies, C., Hohlfeld, J., Hipke, T., "Adhesion in sandwiches with aluminum foam core", Prod. Eng. Res. Devel., 1:271-278 (2007).
25. Neugebauer, R., Hipke, T., Hohlfeld, J., Thümmel, R., "Highly Damped Machine Tools With Metal Foam", International Conference Advanced Metallic Materials, Smolenice, Slovakia, 214-218 (2003).
26. Banhart, J., "Properties and applications of cast aluminium sponges", 1st International Conference on Metal Foams and Porous Metal Structures (MetFoam'99), Bremen, Germany, 159-162 (1999).

Sektörel Yayın Grubu

<p>Metal Makine Metal Machine www.metalmakine.com</p> 	<p>Hydraulik & Pneumatik Hydraulic & Pneumatic www.hydraulikpneumatik.com</p> 	<p>Turkey Industry Magazine www.industry magazine.com.tr</p> 
<p>Sac İşleme Rehberi Sheet Metal Processing Guide www.sacislemerehberi.com</p> 	<p>Endüstri Magazin Industry Magazine www.endustriemagazin.com</p> 	<p>Kalıp Rehberi Moulding Guide www.kaliprehberi.com</p> 

www.ajansmik.com