



Araştırma Makalesi

Atık kurşun malzemesinin gaz atomizasyonu ile geri dönüşümü ve sürdürülebilirlik için toz metalurjisi yöntemiyle bağlantı malzemeleri üretimi

Özkan KÜÇÜK¹, Burak ÖZTÜRK^{2,*}, M. Fatih KILIÇARSLAN³¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Bilecik, Türkiye²Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, Kastamonu, Türkiye³Kastamonu Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği Bölümü, Kastamonu, Türkiye**Ö Z E T****Anahtar kelimeler:**toz metalurjisi,
gaz atomizasyonu,
geri dönüşüm,
bağlantılar

Kurşun malzemesi doğada yer alan ağır metallere bir tanesidir. Geri dönüşümü yapılmayarak çevreye bırakılan atık kurşun insan ve çevreye çok fazla zarar vermektedir. Bu çalışmada atık halde bulunan kurşun, geliştirilen bir soğuk Nozul gaz atomizasyon kulesi ile hava yardımıyla soğutulmuş 20-150 mikron aralığında toza dönüştürülmüştür. Üretimi yapılan bu toz malzemeler kullanım alanlarını artırmak, mekanik özelliklerini geliştirmek ve sürdürülebilirliğini iyileştirmek için atık boru bağlantılarında kullanılmak üzere, aşınma ve korozyon direnci dikkate alınarak TS 11 EN 10242 standartlarına göre 3/4 " - 1/2 " bir boru bağlantı elemanı (fittings) olarak üretilmiştir. Bu ürünün toz metalurjisi ile üretilebilmesi için çift yönlü sıkıştırma yapabilen özel bir toz presleme kalıbı imalatı yapılmıştır. Tozun ve preslenmiş malzemenin mikroyapı görüntüleri optik mikroskop yardımıyla incelenmiştir. Bu çalışma ile erime derecesi düşük olan bütün atık metal malzemelerin geri dönüşümü ve sürdürülebilirliği için bir referans kaynak oluşturulmuştur.

EN

Production of fitting materials with powder metallurgy method for recycling and sustainability of contaminant plumbic material with gas atomization

Keywords:powder metallurgy,
gas atomization,
recycling,
fittings**ABSTRACT**

Plumbic material is one of the heavy metals found in nature. The contaminant plumbic left without being recycled causes too much damage to people and the environment. In this study, a cold Nozul gas atomization tower was developed with the help of air and was converted into plumbic powder in the range of 20-150 microns. 3/4 " - 1/2 " reduction fittings according to TS 11 EN 10242 standards have been produced, taking into account wear and corrosion resistance, to be used in waste pipe connections in order to increase the use areas of these manufactured powder materials, improve their mechanical properties and improve their sustainability. A special mold capable of bi-directional pressing can be produced. The microstructure of the powder and pressed material were examined with an optical microscope. This work establishes a reference source for the recycling and sustainability of all contaminant metal with a low melting point.

1. Giriş

Kurşun toksin insan sağlığı için son derece zehirli ağır bir metaldir. 2.5 µm boyutlarına ulaşan mikropartiküller akciğerlerde ayrıştırılmadığından ciğerlere ulaşırlar ve kana karışırlar. Kurşun vücutta çok yavaş absorbe edilmesine rağmen vücuttan atılması çok yavaştır. Organlar kurşunu kalsiyum gibi algılar böylelikle beyin ve diğer hücrelerde yer alan anjinalere hücum ederler ve onları bölerek insan sağlığı için büyük bir tehdit oluşturur [1]. 1988 yılında dünyada kurşun tüketimi 4,2x106 ton olduğu tahmin edilmektedir. Günümüzde kurşun malzemesi; kurşun-asit akümülatörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. 1970'li yıllardan 2000'li yıllara geldikçe

akümülatör üretiminde kurşun kullanım oranı %45 oranda artmıştır Buna paralel olarak kurşun-asit akümülatörlerinin geri kazanımı da artmış, 1960 yılında 106 ton olan geri kazanım miktarı 1999 yılında 3x106 tona çıkmıştır [2,3].

Kurşun malzemesinin endüstride kullanımı farklı tip uygulamaların ortaya çıkmasıyla artış göstermiştir. Bu malzemenin X ışınlarından koruma özelliği olduğu için tuğla üretimi ile nükleer tıp ve onkoloji ünitelerinde, kurşun kapılar röntgen odalarında kullanımı yaygındır [4,5]. Kurşun yumuşak, ağır ve kolay dövülebilir bir malzemedir [6]. Bu özelliklerinden dolayı inşaat sektöründe kullanılmaktadır. Aşınma ve korozyon özellikleri iyi olduğu için levha halinde çatı oluklarında, su borularında, çatı kaplamalarında, kablo izolasyonu başta olmak üzere birçok farklı alanda kullanımı yaygındır [7,8]. Toz metalurjisi (T/M) metal malzemelerin üretiminde kullanılan gelişmiş bir üretim yöntemidir. Toz metalürji; nano yada mikro yapıdaki metal içerikli tozların sinterlenerek basınç ile presleme işlemidir. Toz metalürjisi yöntemi sinterleme işlemi ve presleme olmak üzere iki temel yöntemden meydana gelmektedir. Toz metalürjisi üretim yönteminde eritilmiş metal hammadde olarak kullanılmaktadır [9-14]. Ergimiş metalin yolluk yardımıyla nozzle çıkışına iletimi sağlanır. Ergimiş

*Corresponding author: uzmantasarimerkezi@gmail.com
+90 5424785887

Citation: Küçük, Ö. Öztürk B., Kılıçarslan M. F., Atık kurşun malzemesinin gaz atomizasyonu ile geri dönüşümü ve sürdürülebilirlik için toz metalurjisi yöntemiyle bağlantı malzemeleri üretimi (Production of fitting materials with powder metallurgy method for recycling and sustainability of contaminant plumbic material with gas atomization), *Karadeniz Chem. Sci. Tech.* 2018, 03, XX-XX.

DOI:
ISSN:

metalın soğuk gaz veya sıvı ile teması sonucunda çeşitli boyutlarda metal toz ürünü elde edilmektedir. Bununla birlikte metal tozların preslenmesi ve sinterlenmesi ile imalatı yapılmış olan ürünler döküm yöntemi ile üretilmiş malzemelerden daha iyi mekanik özellikler sergilemektedirler [15-16]. Metal tozların ayrıca birçok farklı yöntemler ile üretimi mümkündür [16-18].

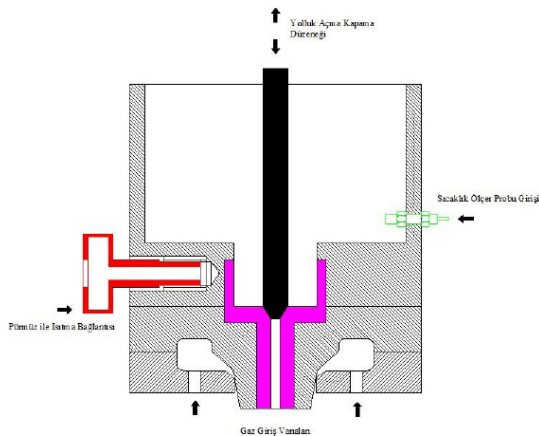
Sürdürülebilirlik; sistemlerin çeşitliliğinin ve üretkenliğinin devamlılığının sağlanmasıdır. Sürdürülebilirlik doğal kaynakların gelecek kuşaklara aktarılmasını amaçlar. Bunu günümüz insanların ihtiyaçlarını göz ardı etmeden yapmaktır. Doğal kaynakların kirlenmesinde en büyük etki çevreye zarar veren atık ürünlerdir. Endüstride üretim sektöründe kullanılan kurşun malzemesinin geri kazanımı ve zararlı etkisini daha az gösterebileceği sektörlerde kullanılması ile bu kurşun malzemesinin geri kazanımı sağlanacaktır. Böylelikle bu alanlarda sürdürülebilirlik sağlanacaktır. Bu amaçla yapılan çalışmada; endüstride kullanımı yaygın olan atık kurşun malzemesi insan sağlığı ve doğaya olan olumsuz etkilerini azaltmak için iki aşamada geri dönüşümü yapılacaktır. İlk olarak atık kurşun malzemesi geliştirilen bir nozzle yardımıyla toz haline getirilmek istenmiştir. Bunun nedenle daha önce geliştirilmiş bir nozzle tipi referans olarak seçilmiştir [19]. İkinci aşama olarak ise üretilen bu tozlar 3/4 - 1/2 inch redüksiyon malzemesi formuna uygun çift etkili toz metal kalıbında basıldıktan sonra sinterlenmiştir. Böylelikle atık kurşun malzemesinden boru bağlantı elemanı elde edilerek endüstride sürdürülebilirlik sağlanmıştır.

2. Malzeme ve Yöntem

2.1. Nozzle ve Kurşun Tozu Üretimi

Endüstride ve akademik çalışmalarda birçok farklı nozzle tasarımı yer almaktadır [16-18]. Nozzle tasarım şekilleri değiştikçe üretilen tozun kalitesi ve özellikleri değişkenlik göstermektedir. Bu çalışmada atık kurşun malzemelerinin hava ile atomizasyonu için daha önce önerilmiş verimli bir nozzle tasarımına benzer bir ürün geliştirilmiştir (Şekil 1) [19]. Bu sistem tasarımı sıcaklık kontrolü için pürmüz ısıtma bağlantı sistemi, sıcaklık kontrolü için prob girişi, toz üretimini başlatmak için yolluk açma kapama düzeneği ve atomizasyon için gaz girişi nozzle bağlantılarını içermektedir. Sıcaklık kontrolü otomatik kontrol düzeneği kullanılarak, termometre ile pürmüz vanası selenoid valf kontrolü ile sağlanmaktadır.

Gaz atomizasyonu ile metal toz üretimi yapımında kritik öneme sahip parça nozzle malzemesidir. Nozzle alt kapak, üst kapak, yolluk ve pota olmak üzere toplam dört parçanın montajından meydana gelmektedir. Bu çalışmada tasarımı yapılan nozzle alt kapağı ve üst kapağı 4140 ıslah çeliği malzemesinden talaşlı imalatı gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Ayrıca yolluk 2343 sıcak iş takım çeliğinden ve pota ise 1040 genel yapı çeliğinden üretilmiştir. Bu nozzle montaj tasarımında en önemli parça, 350°C sıcaklığın altına düşmemesi gereken yolluktur. Yollukta oluşabilecek bir sıcaklık azalması madenin donmasına ve potada yer alan erimiş kurşunun aktarım yapılamamasına neden olacaktır. Bu yüzden 500-600°C sıcaklığa kadar pota ve yolluk döküm öncesi ısıtılması gereklidir. Gaz

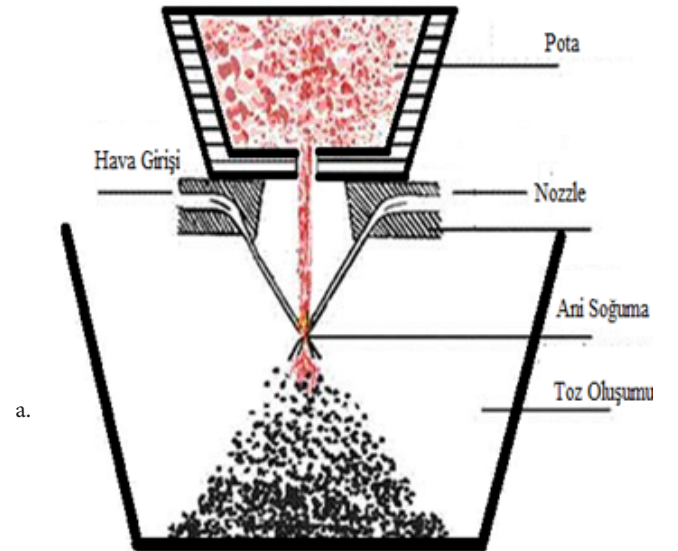


Şekil 1. Nozzle Montaj Resmi

atomizasyonu kulesi bir metre çapında ve 2 metre yüksekliğinde üretilip nozzle ile montajı gerçekleştirilmiştir. Nozzle ünitesi içerisine hava 7 bar basınca sahip kompresör yardımıyla iki simetrik noktadan verilmiştir. Küçük taneli toz üretebilmek için nozzle yolluğu iç çap ölçüsü 4 mm olarak belirlenmiştir. Atık kurşun malzemeler 350°C sıcaklıkta tel ile ısıtılmalı ocakta eritilmiştir. Homojen bir karışım elde edilmesi için on dakika boyunca 300 devir/dakika hız ile karıştırılmış ve cürufur alınmıştır. Pürmüz yardımı ile pota ve yolluk kontrollü sıcaklığa kadar ısıtılmıştır



Şekil 2. Nozzle üst kapak (solda), alt kapak (sağda) olarak 610°C



a.



b.

Şekil 3. Gaz atomizasyon ünitesinin a; çalışma prensibi b; atomizasyon kulesi montaj resmi



Şekil 4. Redüksiyon toz metal pres kalıp parçaları

Homojen dağılımı sağlanan bu erimiş metal malzeme hava kompresörünün açılması ile birlikte nozle potasına doldurularak kurşun tozu üretimi yapılmıştır. Sistemde herhangi bir vakum ve atmosfer kontrolü yer almamaktadır. Gaz atomizasyon kulesinin çalışma prensibi gösteren resmi Şekil 3.a'da yer almaktadır. Üretimi yapılan kulenin toz üretimi işlemi sırasında montaj resmi Şekil 3.b'de gösterilmiştir.

2.2. Kalıp ve Redüksiyon Üretimi

Gaz atomizasyonu ile elde edilen kurşun tozlarının hidrolik preste üretimi için tüm yüzeylerde aynı sıkıştırma basıncı sağlayabilecek çift yönde sıkıştırma kabiliyeti olan bir kalıba ihtiyaç vardır. Bu yüzden toz metal pres kalıbının; iki kalıp yarımı ve iki iç maça olmak üzere toplam dört parçadan tasarımı yapılması gereklidir. Böylelikle bu kalıpta alt ve üst maçalar ile kalıp içinde yer alan kurşun tozlarının; kalıplama sırasında yeterli miktarda sıkıştırılması sağlanmıştır (Şekil 4). Presleme sırasında tozlar arasında oluşabilecek boşluk miktarı minimum ölçüye böylece indirilmiştir.

Kalıp malzemeleri soğuk iş takım çeliğinden üretilmiştir. Preste kalıplama işleminde kalıbın oluşan kuvvetlerden daha az zarar görmesi için 45 HRC sertliğe kadar ısı işlem uygulanmıştır. Kalıplama sonrası ilk olarak maçalar çıkartıp iki parçadan oluşan kalıp çekirdeği açılarak redüksiyon elde edilebilmektedir. Geri dönüşüm kurşun tozları hidrolik pres ve kalıp yardımıyla 100 bar basınç altında preslenmiştir. Kalıp uygun biçimde açılarak redüksiyon malzeme maçalardan çıkartılmıştır. Sinterleme işlemi fırında on beş dakika süre ve 240°C sıcaklıkta uygulanmıştır.

3. Sonuçlar

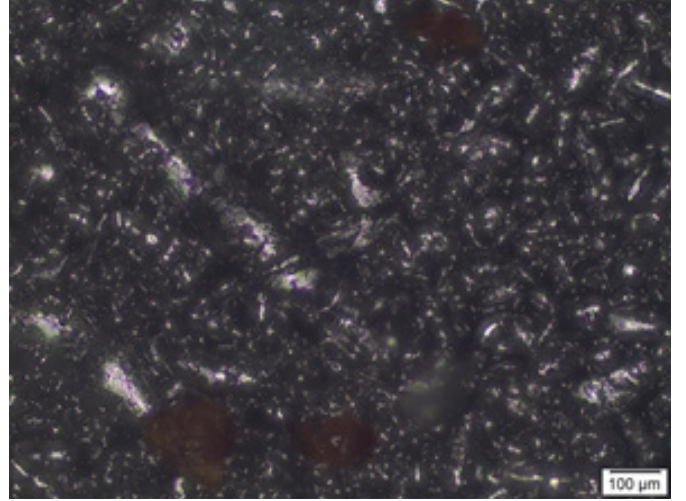
Elde edilen kurşun tozları optik mikroskop ile boyut kontrolü yapabilmek için bakalite alınmıştır. Sonrasında bakalite alınmış bu tozlar 10x ve 20x oranda büyütme ile optik mikroskop ile tanecik yapıları incelenmiştir (Şekil 5.).

Atık kurşunu geri dönüşüm malzemesi kalıpta hidrolik pres ile sıkıştırıldıktan sonra sinterleme ısı işlemi yapılarak toz taneleri birbirlerine bağlanmıştır. Şekil 6' da sinterleme işlemi sonrası üretilmiş redüksiyon malzemesinin zımparalanmamış mikro yapı resmi yer almaktadır.

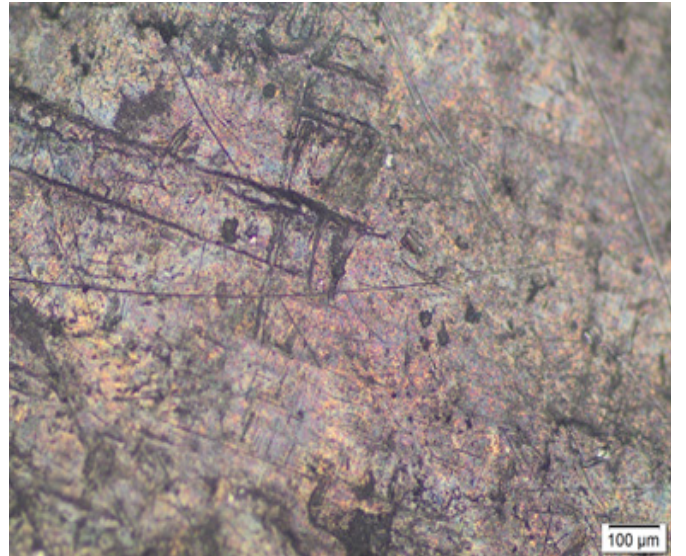
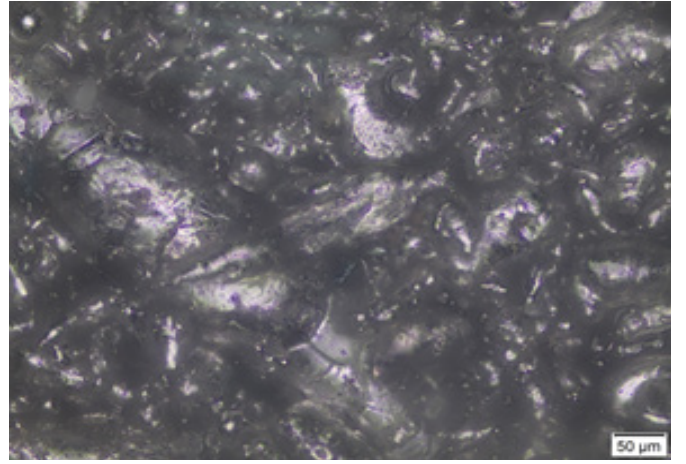
Toz metal üretim yöntemi ile elde edilmiş kurşun redüksiyon malzemesinin yüzey geometrisinde; kalıptan çıkartma ve sinterleme ısı işlemi sonrası bile herhangi bir deformasyon gözlemlenmemiştir (Şekil 7).

4. Tartışma

Bu çalışmada atık kurşun malzemeleri geri dönüşümüyle boru bağlantı elemanları üretilebilmiştir. Bu hava ile atomizasyon sistemi çok düşük maliyetlerde üretimi yapılmıştır. Ayrıca geliştirilebilecek



Şekil 5. Optik mikroskop görüntüleri 10x (üstte), 20x (altta).



Şekil 6. Sinterleme sonrası mikroyapı

bir sıcak besleme sistemi ve vakum hattı montajıyla alüminyum, demir ve bakır gibi erime sıcaklığı yüksek malzemelerinde endüstriyel tozları üretilebilecektir. Çift etkili bir toz presleme kalıbı bu çalışma ile redüksiyon üretiminde kullanıldı. Bu kalıp farklı tasarım geometrilerine sahip olan endüstriyel ürünlerin preslenmesi için gerekli kalıpların şekillendirilmesi için bir referans kaynak olacaktır.

Toz metalurjisi yöntemi ile elde edilmiş geri dönüşüm kurşun fittings malzemesi döküm yöntemi ile üretilmiş diğer ürünlerden



Şekil 7. Üretimi tamamlanmış kurşun fittings malzeme

farklı olarak atık tesisat hatları uygulamalarında daha mukavemetli bir bağlantı elemanı elde edilmiştir. Bağlantı sırasında anahtar ile sıkma işleminde anahtarın kuvveti ile ezilme gibi bir sonuç ortaya çıkmamıştır. Herhangi bir çatlak ve kırılma gözlemlenmemiştir.

Şekil 5’de yer alan optik mikroskop görüntüleri incelendiğinde 4 mm yolluk beslemesi ile 20-150 mikron aralığında kurşun tozları elde edilebileceği gözlemlenmiştir. Ortalama tanecik boyutu 50 mikrondur. Daha düşük ölçülerde toz üretimi besleyici yolluk çapı düşürülerek yapılabilecektir. Bunun içinde yine sistemde bir sıcak besleme sisteminin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca Şekil 6’da gösterilmiş mikro yapı incelendiğinde kurşun tozu malzemelerinin sinterlendiği gözlemlenmiştir.

Genel olarak insan sağlığına zararları olan bir ağır metal bu çalışma ile bir endüstriyel ürüne dönüştürülmüştür. Kullanımı pratik ve yer kaplamayan bu kule ve nozzle ile endüstrinin birçok alanında üretim yapılabileceği düşünülmektedir.

Böylelikle farklı endüstriyel ürünler hurda malzemelerin geri dönüşümü ile üretilebilecektir. Üretim sektöründe ortaya çıkan atık maddelerin geri dönüşümü ve kirlendiği doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin devamı için örnek bir çalışma ortaya konmuştur. Ayrıca benzer yöntemlerle çevrede atık durumda bulunan ağır metaller endüstriyel ürünlere dönüştürülerek; bu ağır metallerin yeniden üretimi yüksek miktarda azaltılarak çevre ve sürdürülebilirlik için olumlu sonuçlar ortaya çıkabilecektir.

Kaynaklar

- Öztürk, M., “Kurşunlu Benzin Tüketimi Ve Kurşunun Etkileri”, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2004.
- Prengaman, R. D., 2000. Lead Product Development in the Next Millennium, in Lead-Zinc 2000, Eds. Dutrizac, D. M., Gonzales, J. A., Henke, D. M., James, S. E. and Siegmund, J. A., pp. 17-22, The Minerals, Metals & Materials Society (TMS), Pennsylvania.
- Sönmez, M. Ş., Atık Kurşun Asit Akümülatörü Pastasının Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2006.
- Seven, A., Barıtlı Hazır Sıva Kaplamalarının Radyasyon Zırh Malzemesi Olarak Kullanımının Araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2014, 18(3), 9-14
- Kılıçarslan, Ş., Başyigit, C., Molla, T., Sancar, S., Radyoaktif Işınlardan Korunaklı Ekolojik Yapılar, Politeknik Dergisi, 2011, Cilt:14 Sayı: 2 s. 93-99
- Altınbalık, T., Çan, Y., Ekstrüzyon Tipi Dövme Proseslerinde Farklı Kalıp Geometrilerinin Kuvvet ve Malzeme Akışına Etkisi, <http://fbe.trakya.edu.tr/tujts> Trakya Univ J Sci, 2009, 10(1):1-8
- KuraL, M.E., Seçer, M., Çatı Kaplama Malzemelerinin Performanslarının İncelenmesi, 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Tınaztepe yerleşkesi Buca – İZMİR, 15 -16 Nisan 2010.
- Türkay, I., Kenetli Metal Çatı Kaplama Sistemleri için DIN 18339’a göre Rüzgar Güvenliği Açısından İlkesel Tasarım Önerileri, 8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fındıklı – İstanbul , 2-3 Haziran 2016.
- Öveçoğlu, M. L., “Toz Metalurjisi: Tarihsel Gelişim, Üretim Aşamaları ve Yeni Eğilimler”, 9. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi,

- TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Yayını, İstanbul, 1997, 449-475,
- Si, C., Tang, G., Zhang, J., Wu, W., Characteristics of 7055Al alloy powders manufactured by gas-solid two-phase atomization: A comparison with gas atomization process, *Materials & Design*, 2017, 118, 66-74,
- Aydın M, Ünal R., Laval Tipi Yeni Bir Nozul Tasarımı ile Metal Tozu Üretimi ve Üretim Değişkenlerinin Etkisinin İncelenmesi, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2007, (1) 69-76
- Uslan, İ., ve Küçükarslan, S., Kalay Tozu Üretimine Gaz Atomizasyonu Parametrelerinin Etkisinin İncelenmesi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 2010, Cilt 25, No 1, 1-8,
- Hakan Ates, Ersin Bahceci, Nano Malzemeler için Üretim Yöntemleri, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2015, 3(2):483-499.
- Karagöz, Ş., Yamanoglu, R., Atapek, Ş.H., Atomize Tozlarda Katlaşma VE Mikroyapısal Karakterizasyon, *Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2009, 15, 309-316.
- Ersümer, A., “Toz Metalurjisi, Sert Metal Sinterleme” İTÜ, İTÜ Matbaası, İstanbul, 1970, 277.
- Roll, K.H., “History of Powder Metallurgy”, *Metals Handbook*, 9th edition, ASM. Metal park, Ohio, 1984, 7: 1-110.
- Gökmeşe, H., Gaz Atomizasyonu Yöntemiyle AA 2014 Alaşım Tozunun Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.
- Boz, M., Kurt, A., Toz Metal Fren Balata Malzemelerinin Sürtünme-Aşınma Performansı Üzerine Çinkonun Etkisi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 2006, Cilt 21, No 1, 115-121,
- Güleşen, M., Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği ile Gaz Atomizasyonu Nozulunun Modellenmesi ve Toz Üretiminin Deneysel Araştırılması, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 2013

Note: This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution regulations with the licence type “Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND 4.0)”, which, for non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.