

AKÜ FEMÜBİD 21 (2021) 035703 (718-723)

AKU J. Sci. Eng. 21 (2021) 035703 (718-723)

DOI: 10.35414/akufemubid.826498

Araştırma Makalesi / Research Article

Stronsiyum Master Alaşım Takviyesinin Galfan (%95 Zn, %5 Al) Mikro Yapısı Üzerine Etkilerinin İncelenmesi

Erkan KARAYİĞİT^{1*}, Mustafa ŞENYEL¹, Barış GÜNAY¹¹Güney Çelik Hasır ve Demir Mamulleri San. Tic. A.Ş., Adana, Türkiye

Sorumlu yazar e-posta: erkan@guneycelik.com.tr

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8171-1178>

m.senyel@guneycelik.com.tr

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5517-9763>

b.gunay@guneycelik.com.tr

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5087-1280>

Geliş Tarihi: 16.11.2020

Kabul Tarihi: 18.06.2021

Öz

Anahtar kelimeler

Alaşım; Galfan; Mikro yapı; Stronsiyum

Bu çalışmada, stronsiyum elementinin galfan alaşımı (%95 Zn, %5 Al) üzerindeki mikro yapısal etkileri incelenmiştir. Stronsiyum elementi doğada saf olarak çok nadir bulunduğundan, master alaşım şeklinde tedarik edilmiştir. Bu alaşım, eriyik galfan alaşım içerisine belirli sıcaklık, ortam ve karıştırma parametreleri dikkate alınarak eklenmiş ve galfan mikro yapısı üzerindeki değişimler incelenmiştir. Deneysel çalışmalar, laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar çalışmasında, galfan külçeleri kül fırınında ergitilerek bahsedilen parametreler ışığında üzerine master alaşım eklenerek külçe halinde döküm alınmış, daha sonra dökümü alınan numunelerin mikro yapısal değişimleri incelenmiştir. Mikro yapısal incelemeler için, firma bünyesinde bulunan metalografi laboratuvarında metalografik işlemler yapılmış olup, diğer incelemeler için Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'ndan hizmet alımı yapılarak SEM analiz tekniği kullanılmıştır.

Investigation of Strontium Master Alloy Addition Effect to Galfan (%95 Zn, %5 Al) Microstructure

Abstract

Keywords

Alloy; Galfan; Microstructure; Strontium

In this study, microstructural impacts of strontium element in galfan alloy (%95 Zn, %5 Al) microstructure were investigated. The strontium element was supplied as master alloy due to the fact that strontium is quite rare element on the earth. Master alloy was added into molten galfan alloy by considering certain conditions such as temperature, atmosphere and mixing etc. After that, changes in galfan microstructure was investigated. The experimental studies were done in laboratory. During study, galfan ingots were melted in furnace next it was mixed in the light of parameters that mentioned above with master alloy and then new alloy was cast as ingot. Afterwards, alteration of casted specimens microstructures were researched. Metallographic operations were carried out in metallography laboratory in plant, and Scanning Electron Microscopy analysis technique was used for other investigations from Cukurova University Central Research Laboratory by outsourcing.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Varol (2018) yaptığı çalışmada, sıcak daldırma galvanizleme işleminin, çeliklerin çinko banyosuna daldırılmasıyla gerçekleştirilen bir proses olduğundan bahsetmektedir. Çelik, çinko banyosuna daldırılmadan önce tavlama işlemine tabi tutulur. Endüstriyel anlamda iki farklı tipte sıcak daldırma galvaniz prosesi bulunmaktadır. Birinci proses, haddelenmiş yassı çelikler için kullanılan, çeliğin %99,99 saflıkta çinko içeren bir banyoya daldırılmadan önce temizlenmesi ve tavlama kademelerini içeren genel galvanizlemedir. Diğer processe ise çelik, çinko banyosuna daldırılmadan önce flux adı verilen bir kimyasal banyosundan geçirilerek çinko kaplanması sağlanır. Bu yöntem, genellikle geometrik açıdan kompleks parçaların kaplanmasında tercih edilir. Galfan, %5 Al içeren bir kaplama alaşımıdır. Galfan kaplama için temelde iki çeşit kimyasal kompozisyon bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, %0,5'e kadar nadir toprak elementlerinden meydana gelen La ve Ce içeren bir alaşım olup ikincisi ise %0,5'e kadar Mg içeren bir alaşım. Bu eklentiler, çinkonun kaynak kabiliyetini ve akışkanlığını arttırmanın yanı sıra, çelik üzerine kaplanan galfan alaşımının yüksek korozyon dayanımı göstermesini de sağlar. Galfan bu özellikleri sayesinde, mimari paneller boyanmadan önce kaplama olarak ve bazı otomotiv parçalarında kullanılmaktadır.

Vagge ve Raja (2009)'a göre çinko içerisindeki %Sr oranının %0,02 olduğunda dendritik tane boyutu %86 oranında incelmeye göstermektedir. Stronsiyum içeren çinko kaplamaların zeta fazının ince olması durumunda, çatlamalara karşı olan direnç ve adhezyon kuvvetinde artış meydana gelecektir. Yapıdaki çatlamaların miktarı, yapı içerisinde gama fazının bulunup bulunmamasına, zeta/delta faz oranına ve tabakalarda bulunan demir elementinin dağılımına göre değişmektedir. Stronsiyum, kritik çekirdeklenme enerjisini azaltarak katı-sıvı ara yüzey enerjisini ve yüzey gerilimini düşürür. Ara yüzey enerjisinin düşmesi, çekirdeklenme oranını arttırarak ince taneli bir mikro yapı elde edilmesini sağlar. Eğer yapı ince taneli olursa, kaplama tane sınırlarının kapladığı alan, yapı içerisine dağılmış halde bulunan impüritelerin kapladığı alandan daha

büyük olacaktır. Bu nedenle dendritler arasındaki ve tane sınırlarındaki impürite konsantrasyonu az olmalıdır.

Liu *et al.* (2017)'a göre çinko içerisindeki %Sr oranı %0,03 olduğunda yapıda bulunan SrZn₁₃ fazının ortalama büyüklüğü 100 nm iken bu oran %0,1'e yükseldiğinde SrZn₁₃ fazının ortalama büyüklüğü 1µm'ye yükselmiştir. Ek olarak yapıdaki Sr oranının %0,1 olduğu durumlarda genel mikro yapının lamellar ötektik bir yapı sergilediği ve %0,15 Sr oranında ise ötektik morfolojinin hacimsel oranının azaldığı belirlenmiştir.

Şevik ve Kurnaz (2014) yaptığı çalışmada, stronsiyum elementinin Mg-Al alaşım sistemlerinde özellikle oda sıcaklığı ve yüksek sıcaklık ortamlarında dayanım arttırıcı element olarak kullanıldığını belirtmektedir.

Öztürk vd. (2018)'nin araştırmasında, alaşım sistemlerine eklenen sodyum ve stronsiyumun sistemin yüzey gerilimini ve hacimsel çekme miktarını etkilediği konusunda çalışmalar bulunmaktadır.

Labisz *et al.* (2016)'a göre, alüminyum içeren çinko alaşımlarda, döküm çekintileri görülme ihtimali daha yüksektir. Bu durumu önlemek amacıyla, yapıya stronsiyum ilave edilerek döküm sistemindeki akıcılık, dökülebilirlik ve sıcak çatlama eğilimi arttırılır ve böylece döküm çekintisinin getirdiği sorunlar azaltılmış olur.

Endüstriyel ve akademik anlamda çelik levha, boru vb. malzemeler üzerine korozyon koruması sağlamak amacıyla Zn95Al5 gibi çinko türevi ve farklı alaşımlarla çeşitli kaplamalar geliştirilmeye çalışılmakta ve bu konuda bazı olumlu gelişmeler yaşansa da, özellikle çelik tel üzerine yapılan çalışmaların sınırlı olması ve konu ile ilgili literatür yetersizliği bu konudaki çalışmaları daha değerli hale getirmektedir.

Bu çalışmanın amacı, stronsiyum elementinin, galfan (%95 Zn, %5 Al) alaşımı üzerinde meydana getirdiği mikro yapısal değişimleri incelemektir.

2. Materyal ve Metot

Mevcut çalışmalar firma bünyesinde bulunan kimya laboratuvarında gerçekleştirilmiş olup, kül fırını içerisinde SiC potalarda 450 °C-550°C aralığında galfan alaşım içerisine sırasıyla %0,02, %0,03, %0,06, %0,1, %0,15 oranlarında master alaşım (AlSr₁₀) ilave edilerek ergitme işlemi yapılmıştır. Bu ergitme işlemi yaklaşık 85-150 dakika aralığında gerçekleştirilmiş olup, bu süre sonunda döküm alınmıştır. Döküm sonunda numuneler şebeke suyu sıcaklığında herhangi bir ısıtıcı/soğutucu kullanmadan suda ve oda sıcaklığında havada olmak üzere iki farklı şekilde soğutulmuştur.



Şekil 1. Ergitme işlemi 1200°c kapasiteli Elektra Rezistans Markalı kül fırınında gerçekleştirilmiştir

Alaşımlandırma işleminin homojen olması amacıyla, fırın içerisinde inert ortam şartları SF₆ gazı yardımıyla sağlanmış ve 450 °C ve üzerindeki çalışma sıcaklıklarına dayanıklı mekanik karıştırıcı yardımıyla homojenizasyon fiziksel olarak desteklenmiştir.



Şekil 2. Döküm işlemi

Döküm sonunda elde edilen numuneler dökümden hemen sonra döküm kalıbı ile birlikte ortalama 420-450°C aralığında yaklaşık 3-5 saniye beklendikten sonra suda soğutulmuş, havada soğutma parametresi için ise numuneler laboratuvar ortamında döküm sonrası hiçbir müdahale olmaksızın soğumaya bırakılarak ardından metalografik işlemler uygulanmıştır.

Metalografik işlemler esnasında öncelikle kaba ve ince zımparalama işlemleri, ardından parlatma ve dağlama işlemleri uygulanmıştır. Parlatıcı olarak su bazlı elmas süspansiyon, dağlama işlemi için %4'lük nital çözeltisi kullanılmıştır.

Dağlama işleminden sonra elde edilen numuneler firma laboratuvarında bulunan, Nikon ECLIPSE LV150N/LV150NA marka optik mikroskop vasıtasıyla incelenmiş ve mikro yapı görüntüleri elde edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen veriler, bulgular ve tartışma kısmında paylaşılmıştır.

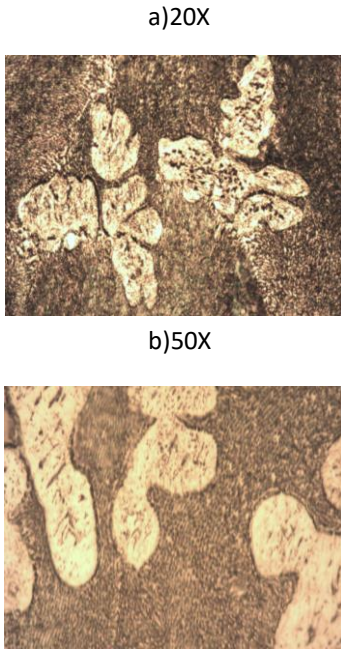


Şekil 3 : Dökümü alınan 403*202 mm boyutundaki silindirik numune.

3.Bulgular ve Tartışma

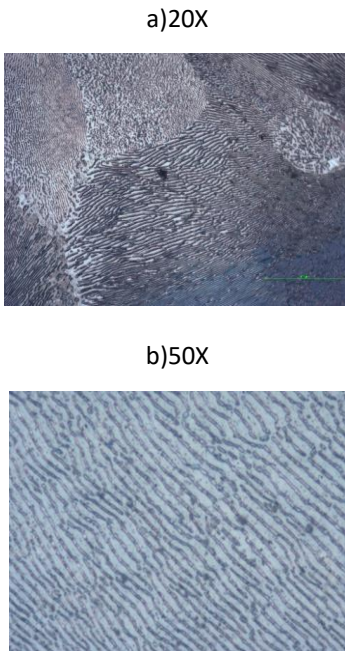
Laboratuvar çalışmaları kapsamında, öncelikle stronsiyum ilave edilmemiş galfan alaşım külçesi mikro yapısal olarak incelenmiş, daha sonra galfan alaşımına sırasıyla %0,02, %0,03, %0,06, %0,1, %0,15 oranlarında stronsiyum elde edilecek şekilde master alaşım miktarı hesaplanarak ilave edilmiştir. Yapılan tüm alaşımlandırma çalışmalarında galfan içerisinde bulunan Zn ve Al miktarlarında eser miktarda azalma görülürken, galfan içerisinde mevcut olarak bulunan %0,0050' den daha az miktardaki Sr oranı sırasıyla ; %0,0282, %0,0319, %0,0650, %0,101 ve %0,151 seviyelerine ulaşmıştır.

Ardından, bu mikro yapılar karşılaştırılarak stronsiyum içeren master alaşımın, galfan alaşımının mikro yapısında meydana getirdiği değişim optik mikroskop ve SEM yardımıyla incelenmiştir.

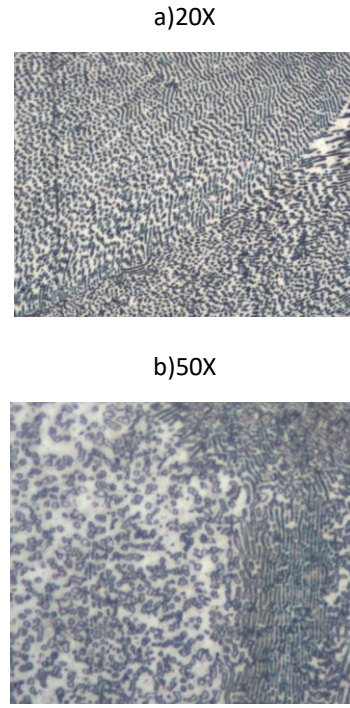


Şekil 4. Stronsiyum ilave edilmemiş galfan külçenin mikro yapısı

Şekil 4’de gösterilen galfan mikro yapısında açık renkler ana metal olan çinkoyu temsil ederken, koyu renkli yapılar ise alüminyum-çinko reaksiyonu sonucu ortaya çıkan ötektik yapıları temsil etmektedir.



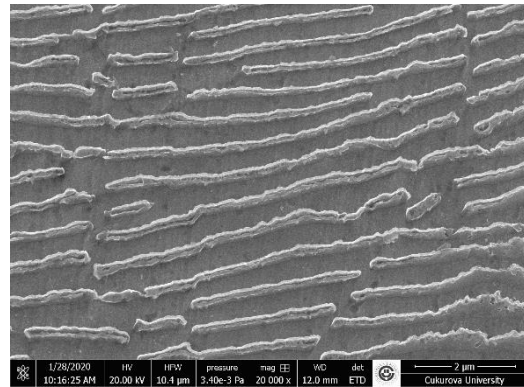
Şekil 5. %0.1 Sr içeren galfan mikro yapısı



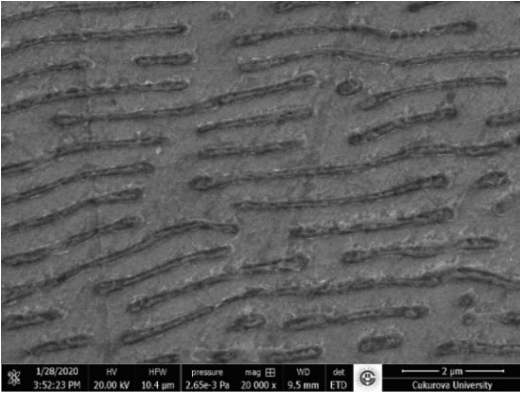
Şekil 6. %0.15 Sr içeren galfan mikro yapısı

Şekil 5’de %0,1 stronsiyum içeren galfan mikro yapı görüntülerinde, stronsiyum içeren master alaşımın galfan mikro yapısı üzerinde dendritik mikro yapıyı lamelar yapıya dönüştürücü etkisi görülmektedir.

Stronsiyum oranı %0,15’e yükseltildiğinde de benzer etkinin devam ettiği Şekil 6.’da görülmektedir. Ancak yapılan SEM incelemelerinde, lameller arası mesafenin galfan alaşım yapısına eklenen Sr oranı ile lineer olarak değişmediği ve yukarıda bahsedilen stronsiyum oranlarının artış veya azalışında bu mesafenin herhangi bir homojen dağılım göstermediği belirlenmiştir.



Şekil 7. %0,1 Sr içeren galfan mikro yapısı

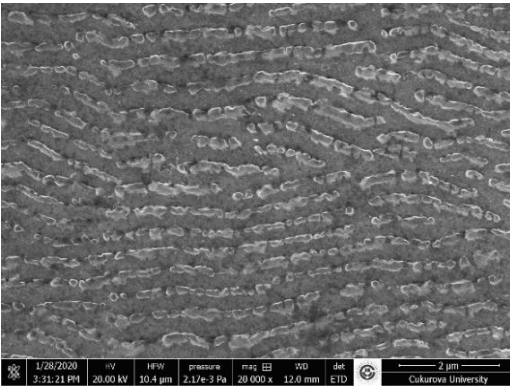


Şekil 8. %0,15 Sr içeren galfan mikro yapısı

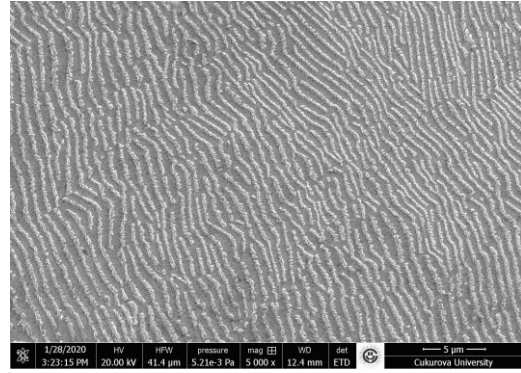
Şekil 7. ve Şekil 8.'de %0,1 ve %0,15 Sr içeren galfan alaşımlarının SEM görüntüleri görülmektedir.



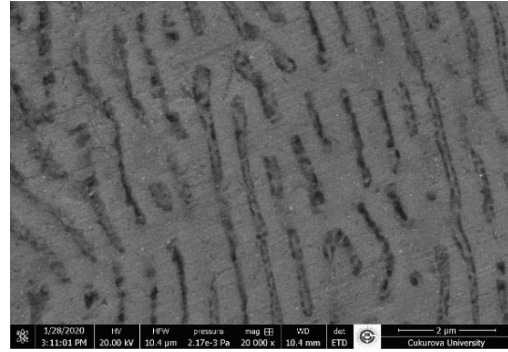
Şekil 9. %0,1 Sr içeren suda soğutulmuş galfan mikro yapısı



Şekil 10. %0,1 Sr içeren havada soğutulmuş galfan mikro yapısı



Şekil 11. %0,15 Sr içeren suda soğutulmuş galfan mikro yapısı



Şekil 12. %0,15 Sr içeren havada soğutulmuş galfan mikro yapısı

Şekil 9,10,11 ve 12'de %0,1 ve %0,15 Sr içeren galfan alaşımlarının farklı soğutma tiplerindeki SEM görüntüleri görülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan araştırma sonucunda stronsiyum elementinin galfan mikro yapısı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma sonunda, stronsiyum elementinin galfan alaşımına ilavesinin mikro yapı içerisinde bulunan dendritik yapıların lamelli yapılara dönüşme eğilimini arttırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca döküm sıcaklığı, inert ergitme ortamı, fırında kalma süresi, alaşımlandırma sıcaklığı ve süresi, karıştırma süresi ve alaşımlandırılan %Sr oranının bu alaşım sistemi için en önemli parametreler olduğu belirlenmiştir. Dökümü alınan numunelere havada ve suda olmak üzere iki farklı şekilde soğutma uygulanmış, %0,1 Sr içeren galfan numunesinin suda soğutulması sonucunda lameller arası ortalama mesafe 264,74 nm, havada soğutulması sonucunda ise 239,78 nm olarak ölçülmüştür. %0,15 Sr içeren alaşıma da aynı ölçümler yapılmış olup suda soğutulmuş numunede

lameller arası ortalama mesafe 570,96 nm havada soğutulmuş numunede ise 592,54 nm olarak ölçülmüştür. Dolayısıyla soğuma hızının bu çalışma üzerinde herhangi bir etkisi olduğu gözlemlenmemiştir.

Çizelge 1. %Sr Oranına Göre Lameller Arası Ortalama Mesafe Değişimi (Suda soğutma)

% Sr Oranı	Lameller Arası Ortalama Mesafe (nm)
%0,02	350,12
%0,03	358,05
%0,06	292,88
%0,1	264,74
%0,15	570,96

Çizelge 1.'de %Sr değerlerine (%0,02-0,03-0,06-0,1-0,15) göre lameller arası ortalama mesafenin değişimi gösterilmiştir. Belirlenen oranlardaki %Sr içeren galfan alaşımlarında lameller arası ortalama mesafenin değişimi incelenmiş olup, bu incelemeler sonucunda ortalama mesafe değişiminin %Sr oranı ile lineer bir ilişki göstermediği saptanmıştır.

Labisz *et al.* (2016) yaptığı çalışmada Zn-Al-Cu alaşımlarına Sr ilavesiyle alaşım sistemi içerisinde morfolojik değişimlerin meydana geldiğini ve α' fazlarındaki yünsü tabakaların dendritik ve küresel hale dönme eğilimi gösterdiğini belirtmiştir. Nitekim yapılan bu çalışmada da Zn95Al5 alaşım sistemine eklenen Sr mastar alaşımının da Zn95Al5 alaşımı üzerinde benzer etkileri sergilediği, yapıda bulunan dendritik yapıların kalınlığını inceltici etki gösterdiği belirlenmiştir.

Liu *et al.* (2017) araştırmasında Zn-Mg alaşım sistemlerine Sr elementi eklendiğinde bu elementin özellikle alaşımdaki kaba η dendritlerini inceltici etki gösterdiği ve alaşımın mekanik özelliklerine pozitif yönde etki ettiğini bildirmiştir. Bu bilgiden hareketle Sr elementinin çinko alaşımları üzerinde tane inceltici etki gösterdiği söylenebilir. Bu çalışmadaki Zn95Al5 alaşımlandırılmasında da benzer etkiler

gözlenmiş, özellikle %Sr oranına göre meydana gelen değişimler incelenerek ortaya koyulmuştur.

5. Kaynaklar

Labisz, K., Krupiński, M., Pawlyta, M., Matus, K., Kremzer, M., & Dopierala, K. (2016). High resolution TEM investigations and TDA analysis of zinc alloy with strontium addition. *Acta Physica Polonica A*, **130** (4), 823–826.

Liu, Y., Geng, C., Zhu, Y., & Chen, X. (2017). Effect of Sr addition on microstructure evolution and mechanical properties of Zn[–]4%Al hypoeutectic alloy. *Journal of Alloys and Compounds*, **695**, 443–451.

Öztürk, İ., Hapçı Ağaoğlu, G., Erzi, E., Dispınar, D., & Orhan, G. (2018). Effects of strontium addition on the microstructure and corrosion behavior of A356 aluminum alloy. *Journal of Alloys and Compounds*, **763**, 384–391.

Şevik, H., & Kurnaz, S. C. (2014). The effect of strontium on the microstructure and mechanical properties of Mg-6Al-0.3Mn-0.3Ti-1Sn. *Journal of Magnesium and Alloys*, **2** (3), 214–219.

Vagge, S. T., & Raja, V. S. (2009). Influence of strontium on electrochemical corrosion behavior of hot-dip galvanized coating. *Surface and Coatings Technology*, **203** (20–21), 3092–3098.

Varol, G. E. (2018). Defects Of Hot Rolled And Cold Rolled Flat Steels Due To Hot Dip Galvanizing Process And Their Prevention Methods. Yüksek lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 117.