

ALÜMİNYUM T6 ISIL İŞLEMİ İÇİN GELİŞTİRİLEN SEPET TASARIMI İLE ZAMAN VE ENERJİ TASARRUFU SAĞLANMASI

Gamze Küçükyağlıoğlu

AYD ARGE Merkezi, kucukyaglioglu.gamze@aydtr.com

Seracettin Akdi¹

AYD ARGE Merkezi, akdi.seracettin@aydtr.com

Yücel Birol¹

D.E.Ü. Müh. Fak. Malz. ve Met. Mühendisliği, yucel.birrol@deu.edu.tr

Otomotiv sektöründe kullanılan alüminyum parçaların üretiminde döküm, dövme ve ekstrüzyon gibi farklı üretim yöntemleri kullanılmaktadır. Alüminyumdan mamul otomotiv parçalarının çalışma performansını doğal olarak kullanılan üretim yöntemi ile yakından ilişkilidir. Günümüzde, otomotiv süspansiyon sistemlerinde kullanılan güvenlik parçalarının birçoğu alüminyum alaşımından dövme yöntemiyle üretilmektedir. Alüminyum alaşımından dövme yöntemiyle üretilen parçaların mekanik özellikleri çökme sertleşmesi uygulanarak daha da iyileştirilebilmektedir. Bu çalışmada, alüminyum dövme parçalarda çökme sertleşmesi sağlamak üzere uygulanan T6 ısıl işleminde kullanılmak üzere geliştirilen bir ısıl işlem sepeti tasarımı sunulmaktadır. Fırına yerleştirilerek ısıl işlem uygulanacak parçalar, tasarlanan sepete aralarındaki boşluktan düşey yönde hava akımı olacak şekilde dizilmektedir. Parçalar arasında düşey yönde hava akışını sağlayan yeterli boşluğun olması nedeniyle ısıl işlem fırınına konulan sepetteki parçaların ısınma/soğuma süresi önemli ölçüde kısaltılmış, parçaların üzerinde homojen sıcaklık dağılımı oluşması nedeniyle ısıl işleme tabi tutulan dövme alüminyum parçaların yüzey sertliğindeki değişkenlik önemli ölçüde azaltılmış, daha yüksek sertlik değerlerine ulaşılmıştır. Geliştirilen sepet tasarımı ile T6 ısıl işlem süresi kısaltılmış, buna bağlı olarak önemli miktarda enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Alüminyum alaşımları, T6 ısıl işlemi, çökme sertleşmesi, sepet, ısıl işlem fırını

¹ İletişim kurulacak yazarlar

GİRİŞ

Alüminyum alaşımları hafiflik, korozyona dayanıklılık, işlenebilirlik ve mukavemet özelliklerinden dolayı endüstriyel uygulamalarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Otomotiv sektöründe yakıt tasarrufuna yönelik hafifletilmiş parça tasarımlarında yüksek mukavemet/yoğunluk oranı olan alüminyum alaşımları sıkça kullanılmaktadır. Alüminyum alaşımları dövme, döküm ve ekstrüzyon gibi farklı üretim yöntemleri kullanılarak otomotiv parçaları haline gelmektedir. Son yıllarda otomotiv süspansiyon sistemlerinde kullanılan güvenlik parçalarının birçoğu alüminyum alaşımlarının dövme yöntemi ile işlenmesiyle üretilmektedir.

Alüminyum alaşımlarının mukavemetinin artırılması amacıyla dövme işleminden sonra ısıtma işlemi süreci başlar. Söz konusu ısıtma işlemleri; çözüme alma; fazların çözülmesi (katı çözümlerin oluşturulması), su verme; aşırı doymuş yapının oluşturulması, yaşlanma; çözünen atomların oda sıcaklığında veya daha yüksek sıcaklıklarda çökmesi (çökme sertleşmesi) olmak üzere üç basamaktan oluşur. [1]

Çalışmaya konu olan alüminyum parçalarının sertlik özelliklerini iyileştirmek amacıyla, çökme sertleşmesinin özel bir hali olan T6 ısıtma işlemi uygulanmaktadır. Bu işlemde ısıtma işlemi uygulanacak parçalar önce 510-540°C sıcaklıkta 4-6 saat bekletildikten sonra ani su verilerek 180-200°C sıcaklıkta 8-12 saat süreyle yapay yaşlandırılmaktadır. T6 ısıtma işleminde, malzemede difüzyon, çözünme ve çökme oluşması için parçalar fırın içinde belirli bir sıcaklıkta toplamda 12-14 saat bekletilmektedir. [2,3]

Isıtma işlemi sırasında; çözüme alma sıcaklığı ve süresi, su verme süresi, su verme sıcaklığı, yapay yaşlandırma sıcaklığı, süresi ve parçaların ısıtma fırınına istiflenme biçimi nihai parçanın özelliklerini doğrudan etkileyen parametrelerdir [4].

T6 ısıtma işlemine tabi tutulacak parçalar Şekil 1'de görüldüğü gibi genellikle tel örgü sepetlere üst üste gelişigüzel bir biçimde yerleştirilmektedir. Bu yerleşim fırın içerisindeki sıcak havanın dağılımını etkilemekte, parçalar arasında konveksiyon ısı transferini zorlaştırmaktadır. Sıcak hava dağılımı her yere eşit şekilde olmadığından parçalar üzerindeki sıcaklık dağılımı değişkenlik göstermekte, buna bağlı olarak sepetin fırın içerisinde bekleme süresi arttığından, kimi parça çok ısınırken kimi parça yeteri kadar ısınmamakta, parçalarda homojen bir sertlik dağılımı sağlanamamaktadır. Bu durum, enerji tüketimini yükseltmekte, parça maliyetinin artmasına neden olmakta, parçaların mekanik özelliklerini, özellikle yüzey sertliklerinde önemli derecede değişikliklere neden olmaktadır.



Şekil 1. Yaşlandırma fırını (solda), çözüme alma fırını (ortada) ve normal uygulama sepeti (örnek)

Bu çalışmada, fırına yerleştirilen parçaların ısıtma ve soğuma sürelerinin kısaltılması için parçalar arasında konveksiyon ısı transferini kolaylaştıracak biçimde düşey yönde hava akışı sağlayabilecek bir sepet geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, ısıtma işlemine tabi tutulacak parçaların, aralarında hava akışını kolaylaştıracak uygun mesafe olacak şekilde asılabileceği Şekil 2'deki gibi bir sepet tasarlanmıştır. Parçaların sepete düzenli biçimde yerleştirilmesi ile bir sepete asılan parça sayısı arttırılmış, parçalar arasında ısı transferini kolaylaştıran uygun hava akışının sağlanması ile parçaların fırında bekleme süresi önemli ölçüde kısaltılmış, bunun sonucunda fırının kapasitesi artırılmış enerji sarfiyatında önemli düşüş sağlanmıştır.



Şekil 2. Tasarlanan ısıtma işlemi için geliştirilen sepetin ve parçaların konumlandırılması ve fırına yüklenişini gösteren iki fotoğraf.

SONUÇ

1. Bulgular

Literatürde döküm primer EN AW 6082 alaşımı için gerekli ısıtma işlem süresi toplam 12 saat olarak verilmektedir. Isıtma işlem süresi içerisinde çözeltiye alma (4 saat) ve yaşlandırma (8 saat) süreleri bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen sepet kullanılarak EN AW 6082 alaşımı için gerekli ısıtma işlem süresinde çözeltiye alma süresi 2 saate, yaşlandırma süresi ise 3 saate düşürülerek toplam ısıtma işlem süresinin 5 saat olarak gerçekleştirilmiş olup toplam ısıtma işlem süresi normal uygulamaya göre 7 saat kısaltılmıştır.

Alüminyum T6 ısıtma işleminde verimliliği artıran bir diğer unsur ise sepet kapasitesinin artışı olmuştur. Normal uygulamada kullanılan sepete bir partide yüklenebilen parça sayısı 330 iken, yeni tasarlanan sepete düzenli yerleşim sayesinde yüklenebilen parça sayısı 600'e çıkarılmış, %100 oranında kapasite artışı sağlanmıştır.

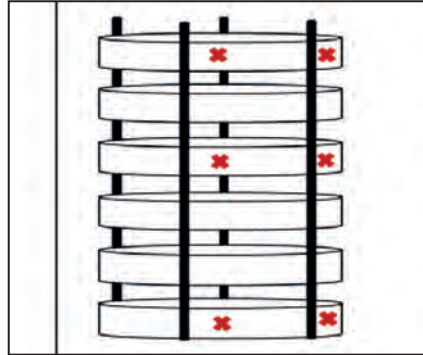
Çalışma için üretilen rotilli kol referans numune olarak seçilmiştir. Firmada aylık üretilen referans numune 64.288 (firmanın 2013 verilerine göre) adettir. Normal uygulamada sepetin 330 numune aldığı düşünülürken 194 kez sepet çevrimi yapılmaktadır. Yeni uygulamada sepetin 600 numune aldığı düşünülürken sepet çevrim sayısı 108 olmaktadır. Yeni uygulama ile sepetin fırına girme sayısında 86 çevrim azalma sağlanmıştır.

T6 ısıtma işleminde çözeltiye alma fırını saatte 40kW, yaşlandırma fırını ise saatte 30kW enerji harcamaktadır. Normal

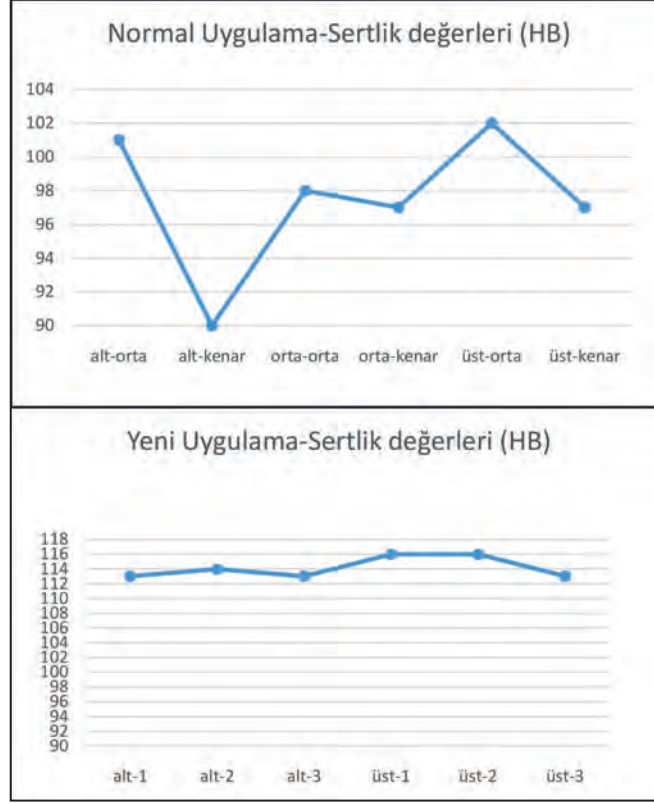
uygulamada bir çevrim için (çözeltiye alma işlemi 4 saat, yaşlandırma işlemi 8 saat) harcanan enerji 400 kW kadardır. Yeni uygulamada ise bir çevrim için (çözeltiye alma işlemi 2 saat, yaşlandırma işlemi 3 saat) harcanan enerji 170 kW'tır. Toplamda 230 kW'lık, yaklaşık %50 oranında enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Aylık maliyet hesabında, aylık üretilen adet sayısına göre çevrim sayısı, bir çevrim için harcanan enerji ve enerjinin br. maliyeti göz önünde bulundurularak 13.968 TL maliyet normal uygulama için, 3.305 TL maliyet yeni uygulama için hesaplanmıştır (1 kW elektrik 0,19 TL).Yeni sepet tasarımı ile aylık 10.663 TL, yıllık 127.956 TL maliyet kazancı sağlanmıştır.

Yeni sepet tasarımı ile ısı işlem süresinin kısılması ve enerji tasarrufu sağlanması, maliyetlerin azaltılmasının yanı sıra, ısı işleme tabi tutulan parçalar üzerindeki sertlik değerinin değişkenliği normal uygulamaya göre önemli ölçüde azalmıştır. Normal ısı işlem uygulamasından çıkan ürünlerin sertlik değerlerinde sağlıklı bir ortalama değer olduğu gözlenmemiştir. Sepetin kenar ve üst kısımlarındaki parçalar sertlik alırken orta ve aradaki kısımların hiç sertlik almadığı belirlenmiştir. Yeni uygulamada ise parçaların düşey yönde asılmasından, birbirine temasları en az olduğundan, düzenli yerleşimin bir sonucu olarak ısı işlem fırını içerisindeki havanın sirkülasyonu daha homojen olduğundan dolayı ısı işlem sonrası sepetin her bölümündeki parçalarda homojen bir sertlik dağılımı gözlenmiştir. Deneysel çalışmalar için normal uygulama ve yeni uygulama kullanılarak ısı işlem gerçekleştirilmiş ve her iki uygulamadan numuneler seçilmiştir. Normal uygulama için Şekil 3'te belirtildiği gibi sepetin en alt, orta ve en üst katlarının orta ve kenar kısımlarından birer numune seçilmiş, yeni uygulama için ise sepetin alt ve üst katlarından 3'er numune seçilmiş ve sertlik değerleri incelenmiştir. Şekil 4'te sertlik değerlerine ait grafik verilmiştir.



Şekil 3. Normal uygulama sepetinden sertlik numuneleri seçimi



Şekil 4. Normal ve yeni uygulamaya ait sertlik değerleri dağılımı

Alüminyum T6 ısıl işleme etabında verimliliği artıran bir diğer etken ise sepet kapasitesinin artışı olmuştur. Normal uygulamada kullanılan sepete bir partide yüklenebilen parça sayısı 330 iken, yeni tasarlanan sepete düzenli yerleşim sayesinde yüklenebilen parça sayısı 600'e çıkartılmış, %100 oranında kapasite artışı sağlanmıştır.

2. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma kapsamında geliştirilen yeni ısıl işlem sepeti tasarımı ile alüminyum dövme parçaların T6 ısıl işlem süresi 12 saatten, 5 saate düşürülmüş, sepetin bir yüklemede aldığı referans parça sayısı 330'dan 600'e çıkartılmıştır. Parçalar asılı halde fırına ve suya girdiği için ısınma ve soğuma hızlı ve homojen olmakta, bununla beraber malzeme kalitesi de yeni sepet tasarımı ile birlikte artış göstermektedir. Normal uygulamada bir parça üzerinde ölçülen sertlik değeri 90-102 HB aralığında değişirken yeni tasarlanan sepetin kullanımı ile sertlik değeri dağılımı 113-116 HB aralığında gerçekleşmiş, geliştirilen tasarımın ürün kalitesinde de önemli iyileştirme sağladığı tespit edilmiştir.

Aydınlar Yedek Parça A.Ş.'nin yıllık üretim hacmi göz önünde alınarak yapılan hesaplamada yeni sepet tasarımı ile yıllık yaklaşık 130.000 TL'lik enerji tasarrufu sağlanabileceği belirlenmiştir. Yeni tasarlanan sepet prototipinin maliyeti 100 TL olup herhangi bir yatırım yapılmaksızın ısıl işlem fırınının kapasitesi %100 oranında artırılmıştır.

KAYNAKÇA

- Güleryüz K.&Kaçar R. (2011). Deformasyon yaşlanmasının AA7075 Alüminyum Alaşımının Mekanik Özellikler ine Etkisinin İncelenmesi, (May), 16–18.
- Birol Y. (2006). The effect of processing and Mn content on the T5 and T6 properties of AA6082 profiles. Journal of Materials Processing Technology, 173(1), 84–91.
- Demir E. (2008). Alüminyum alaşımlarda ısıt işlemlerinin incelenmesi . Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir
- Ilgaz O. (2014). Döküm, Ekstrüzyon Ve Dövme İşlemlerinin 6082 Al Alaşımılı Dövme Süspansiyon Parçalarında Mikroyapı Ve Mekanik Özelliklerine Etkisi. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya