

EN AW 6082 ALAŞIMININ DÖVME ÜRÜNLERİNDEKİ T4, T6 ISIL İŞLEM SÜREÇLERİNİN KIYASLANMASI VE OPTİMİZASYONU

Onur ILGAZ^{1,a}, Seracettin AKDI^{1,b}, Erdem ÜNÜVAR^{1,c}, Yücel BİROL^{2,d}

¹AYDINLAR Yedek Parça San. ve Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Konya

²TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gebze, Kocaeli

^ailgaz.onur@aydtr.com; ^bakdi.seracettin@aydtr.com; ^cunuvar.erdem@aydtr.com;

^dyucel.birrol@tubitak.gov.tr,

ÖZET

Alüminyum işlem alaşımlarından olan 6082, son yıllarda otomotiv sektöründe dövülerek üretilen araç süspansiyon sistemi elemanlarının en çok tercih edilen malzemesi olmuştur. Üstün özelliklerinden dolayı kullanım oranı hızla artan bu alaşım, Ar-Ge çalışmalarında önemli bir yer edinmeye başlamıştır.

6082 alaşımının mühendislik malzemesi olarak kullanılabilmesi için ısıtılma sürecini başarılı bir şekilde tamamlaması gerekmektedir. Bu nedenle 6082 alaşımı için T4, T6 işlemlerinin denemeleri yapılarak sonuçlar karşılaştırılacak ve her işlem için optimum süre-sıcaklık grafikleri çıkarılacaktır. Bu grafikleri aşağıdaki konu içerikleri oluşturacaktır:

- T4 ve T6 işlemi için kritik olan çözeltiye alma işleminin sıcaklığı ve süresi istatistiksel denemelerle belirlenecektir.
- T4 işleminin çözeltiye alma işleminden sonraki doğal yaşlanma süreci değerlendirilecektir.
- T6 işleminde, çözeltiye alma işleminden sonra suni yaşlandırma aşamasına geçerken beklenen süre araştırılacaktır.
- T6 işlemi için kritik olan suni yaşlandırma süresi istatistiksel denemelerle belirlenecektir.

Bu çalışma sonucunda her işlem için optimum değerler sertlik ölçümleri ile ortaya konacak ve bu değerlerin oluşturduğu grafikler çıkarılacaktır. Bulunan grafikler kullanıcı için tercih sebebi oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler: EN AW 6082, Alüminyum dövme, Isıl işlem.

THE COMPARISON AND OPTIMIZATION OF T4, T6 HEAT TREATMENT ON EN AW 6082

ABSTRACT

Aluminum alloy 6082 is the material of choice for vehicle suspension system parts produced by forging in recent years. This alloy has been receiving increasing attention owing to a very attractive combination of functional properties. However, an optimum heat treatment practice is required to take advantage of the outstanding engineering properties of 6082 alloy forgings. The present study was undertaken to identify the best practices for the T4, T6 tempers of 6082 suspension parts produced by forging:

- The effect of the temperature and the duration of the solution heat treatment on the T4 and T6 temper properties were investigated.
- The effect of the room temperature storage on the T4 and T6 temper properties were investigated.
- The effect of artificial ageing treatment time on the T6 properties were investigated.

The optimum values, hardness tests were identified for each treatment and graphics were plotted to identify the best heat treatment practices.

Keywords: EN AW 6082, Forging aluminum, Heat treatment

1. GİRİŞ

Otomotiv süspansiyon parçalarında alüminyum malzeme kullanım oranı son yıllarda büyük artış göstermektedir. Alüminyumun avantajları ve diğer malzeme gruplarına kıyasla üstün özellikleri, başta otomotiv sanayi ve diğer sektörlerde mühendislik malzemesi olarak kullanılmasının önünü açmış olup tercih sebebi oluşturmaya devam etmektedir.

Gelişen ve sürekli değişen teknoloji, taşıtlarda minimum yakıt sarfiyatıyla maksimum verim elde etme çabalarının yanında konfor ve güvenlik sistemlerinin de geliştirilmesine yönelik çalışmaların önünü açmıştır. Taşıtın daha yüksek güvenlik ve konfora sahip olması, her türlü yük ve sürüş durumunda (frenleme, hızlanma, yüksek hız, viraj alma, çukur, kasis, iklim şartları) isteklere çok çabuk tepki vermesi, ayrıca lastiklerin yolu en iyi şekilde tutması; ancak gelişmiş bir süspansiyon sistemi sayesinde mümkündür. Bu nedenle otomotiv tasarım ve imalatçılarının süspansiyon sistemleri üzerinde çok geniş araştırmaları vardır [1].

Dövülerek üretilen güvenlik ve süspansiyon parçalarında istenen özel nitelikler [2];

- Rekabetçi fiyatlar
- Dar toleranslar,
- Araçların bağlantılı konstrüksiyonlarında; güvenlik ve süspansiyon parçalarının tasarımının, sonradan boşluğa göre yapılmasından dolayı en sona bırakılması,
- Kontrol kollarında yüksek çekme mukavemeti,
- Elverişli süneklik ve çarpışma enerji sönümleme yeteneği,
- Korozyon ve korozyon yorulması direnci,
- Çatlak başlangıcına karşı dayanıklılık,
- İşlenebilirlik,
- Düzgün yüzey özellikleri,
- Homojen mikro yapı,
- Geri dönüştürülebilirliktir.

Bu taleplerin karşılanmasında ekonomik ve yeterli özelliklere sahip olan işlem alaşımı grubu ise Al-Mg-Si (6XXX) ve bu grubun içerisinde dövme ve T6 ısıtma işlemine en uygun alaşım EN AW 6082 dir. 6xxx grubundaki en yüksek dayanıma ve mükemmel korozyon direncine sahip olan EN AW 6082 nin bunun yanında kaynak edilebilirliği, şekillendirilebilirliği ve işlenebilirliği de daha iyidir [3].

Otomotiv süspansiyon ve şase bağlantı parçaları kritik öneme sahip %100 güvenlik parçaları olduklarından dolayı hareket halindeyken herhangi bir hasara uğrama durumunda araç hâkimiyetini kaybettirip kazaya sebebiyet verebilirler. Bu nedenle ürünlerin imalat yöntemleri, malzeme seçimleri ve mukavemet kazandırma yöntemleri büyük önem arz etmektedir. Alüminyum alaşımlarında da dayanımı artırmak için çökeltme sertleşmesi süreci uygulanmaktadır. Çökeltme sertleşmesi süreci alaşımın karakteristiğine bağlı olmakla beraber

dođal ve/veya yapay yařlandırma iřlemi uygulanabilir. 6082 alařımı gibi sıcaklık dūřtūkēē çōzūnūrlūđū azalan bir katı çōzeltisi var olan alařımlarda hem dođal (T4) hem de yapay (T6) yařlandırma etkileri incelenebilir.

Bu çalıřmada 6082 alařımından dōvūlerek ūretilen sūspansiyon ve řase bađlantı parçalarının mūhendislik alanında kullanılabilmesi amacıyla çōkelme sertleřmesi uygulamaları yapılarak dayanım artırılmaktadır. Mukavemet kazandırma yolunda T4, T6 iřlemlerinden hangisinin gerekliliđinin daha ōn planda olacađı optimum sūre-sıcaklık grafikleri ve sertlik deđerleri ōlçūlerek ortaya konmuřtur.

2. DENEYSEL

Dōvme alūminyum parçaların ūretiminde nihai řekline uygun olarak ekstrūzyonla ūretilmiř yuvarlak kesitli deđiřken çap ōlçūlerine sahip (28-74 mm) iēi dolu profiller kullanılmaktadır. Bu çalıřmada řekil 1' de montajlı hali gōsterilen AUDI ve VW grubunun sūspansiyon sisteminde kullanılan kontrol kolu parçası seēilerek incelemeler bu parça ūzerinden yūrūtūlmūřtur. Parça nihai řekline uygun olan 42 mm lik profillerden 397 mm boy ōlçūsūnde kesilen profiller belirlenen ōn ısıtma sıcaklıklarında dōvūlmūř, çapakları kesilmiř ve ısıt iřleme alınmaya hazır hale getirilmiřtir. Firmanın mevcut ūretim hattında yařanan yođunluktan dolayı ısıt iřlem denemeleri TŪBİTAK MAM Malzeme Enstitū'sū'nde laboratuvar tipi ısıt iřlem fırınında gerēekleřtirilmiřtir.



řekil 1. ısıt iřlem prosesleri uygulanan dōvūlmūř kontrol kolu parçası

6082 alařımından dōvūlerek ūretilen sūspansiyon ve řase bađlantı parçalarının kimyasal analizi Tablo 1' de verilmiřtir.

Tablo 1. ısıt işlem çalışmasında kullanılan parçaların ūretildiđi 6082 alaşımının kimyasal bileşimi

| Si | Fe | Mn | Mg | Cu | Ti | Cr | Zr | V |
|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1.022 | 0.1186 | 0.597 | 0.842 | 0.0168 | 0.0233 | 0.0020 | 0.0012 | 0.0124 |

Dōvme ūretiminde yarı mamul olarak kullanılan profiller 520 °C pres çıkıř sıcaklıđında ekstrūde edilmiř, 397 mm uzunluđunda kesilerek ōn ısıtma fırınına aktarılmıřtır. Dōvme sıcaklıđı olarak 430 ve 500 °C seēilmiřtir. Belirlenen sıcaklıklarda dōvūlen parçalar çōzeltiye alma ve yařlandırma iřlemleri iēin TŪBİTAK MAM Malzeme Enstitū'sū' ne gōnderilmiřtir. Mevcut ūretimde 520 °C' de 4 saat yapılan çōzeltiye alma iřlemi, laboratuvar řartlarında farklı dōvme sıcaklıklarındaki numuneler iēin 480, 500, 510 ve 520 °C olmak ūzere 4 farklı sıcaklıkta hem 2 hem de 4 saat sūre ile çōzeltiye alınarak denemeler yapılmıřtır.

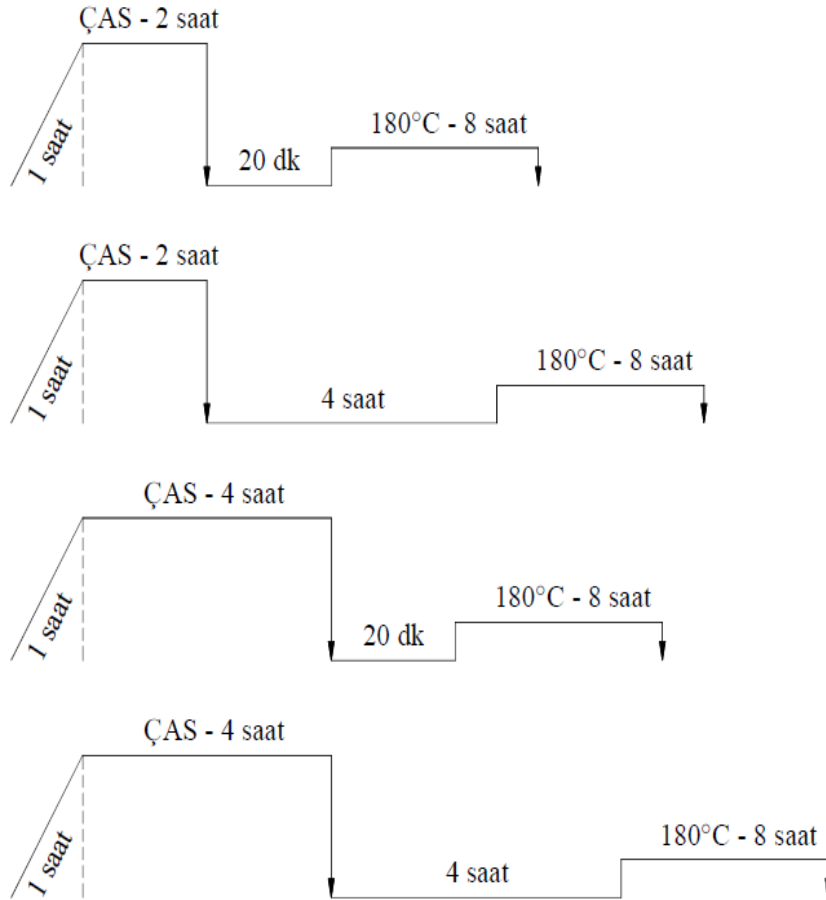
6082 alaşımının doğal yaşlanma davranışı incelenmiştir. Çözeltiye alma 520 °C’ de 4 saat süre ile yapıldıktan sonra oda sıcaklığında parçalara su verilmiş ve 168 saat doğal yaşlanmaya bırakılan numunelerin sertlik ölçümleri belirli periyotlarla takip edilmiştir.

Çözeltiye alma ve yaşlandırma işlemleri arasında oda sıcaklığında bekleme süresinin, 6082 gibi doğal yaşlanma hızı yüksek olan alaşımlarda T6 işlemine etkisi araştırılmıştır.

Farklı dövme sıcaklıklarında üretilen ve çözeltiye alma sıcaklığı ve süresi sabit tutulan numunelerin farklı sürelerde yaşlanma davranışları incelenmiştir.

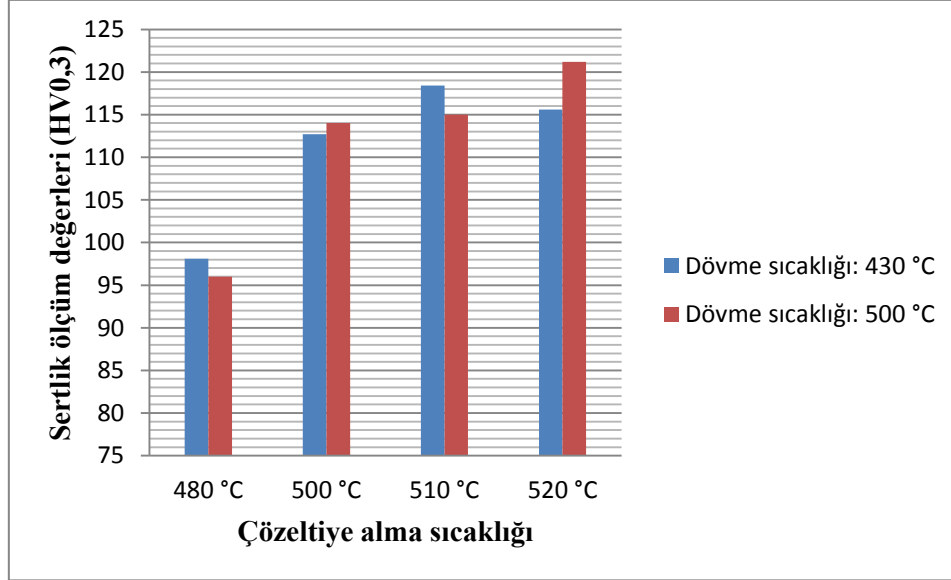
3. DENEME SONUÇLARI VE TARTIŞMA

T6 işleminde farklı dövme sıcaklıklarında çözeltiye alma süresinin ve çözeltiye alma sıcaklığının etkileri incelenmiştir. Çözeltiye alma süresi olarak 4 ve 2 saat olmak üzere iki farklı süre denemesi yapılmıştır. 430 ve 500 °C’ de dövülen parçalar farklı sürelerde çözeltiye alındıktan sonra su verilmiş ve yaşlandırma işlemine alınmadan önce oda sıcaklığında minimum süre olarak 20 dakika, maksimum süre olarak 4 saat bekletilmiştir. Yaşlandırma süre ve sıcaklıkları sabit tutulan çalışmanın bu kısmında farklı dövme sıcaklıkları, farklı çözeltiye alma sıcaklıkları, su verme sonrası oda sıcaklığında farklı bekleme süreleri kombine edilerek T6 işlemi sonucunda sertlik (HV0,3) değerleri ölçüldü. Şekil 2’ de yapılan işlemlerin şematik olarak gösterimi verilmiştir.



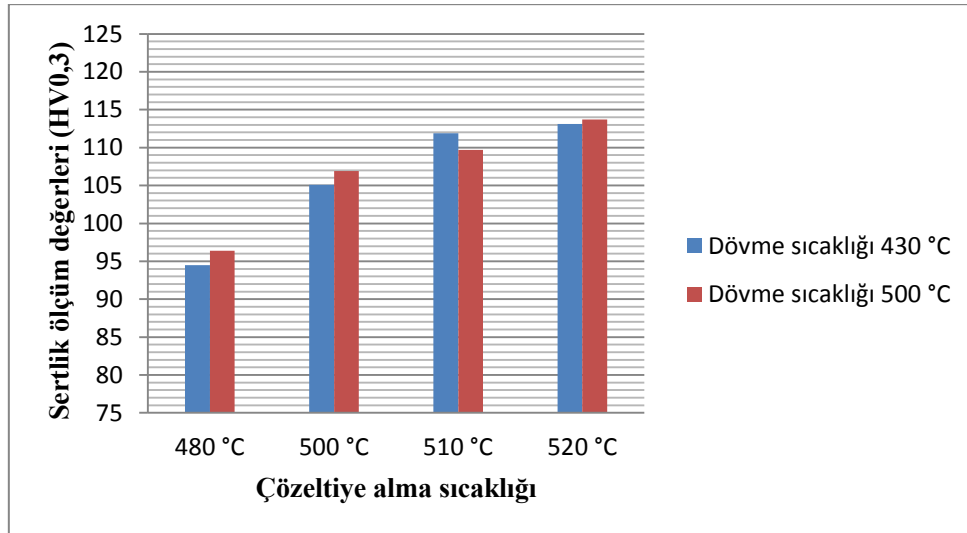
Şekil 2. T6 işleminde çözeltiye alma süresi ve sıcaklığı parametrelerinin T6 sertlik değerlerine etkisi incelemesinin şematik gösterimi

Farklı dövme sıcaklığında üretilen ve çözeltiye alma sıcaklıkları farklı olan, çözeltiye alma süresi ise 2 saat ve su verildikten sonra oda sıcaklığında bekleme süresi 20 dakika olan daha sonra 180 °C’ de 8 saat yaşlandırılan numunelerin sertlik ölçüm değerleri Şekil 3’ de verilmiştir.



Şekil 3. T6 işleminde çözeltiye alma süresi 2 saat ve oda sıcaklığında bekleme süresi 20 dakika olan örneklerin çözeltiye alma sıcaklığı-sertlik grafiği

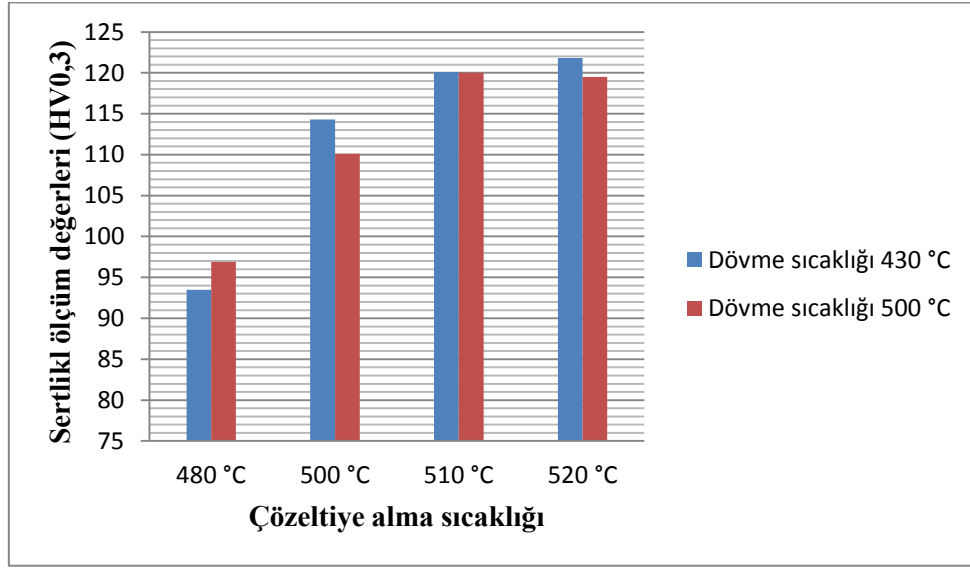
Farklı dövme sıcaklığında üretilen ve çözeltiye alma sıcaklıkları farklı olan, çözeltiye alma süresi ise 2 saat ve su verildikten sonra oda sıcaklığında bekleme süresi 4 saat olan daha sonra 180 °C’ de 8 saat yaşlandırılan numunelerin sertlik ölçüm değerleri Şekil 4’ de verilmiştir.



Şekil 4. T6 işleminde çözeltiye alma süresi 2 saat ve oda sıcaklığında bekleme süresi 4 saat olan örneklerin çözeltiye alma sıcaklığı-sertlik grafiği

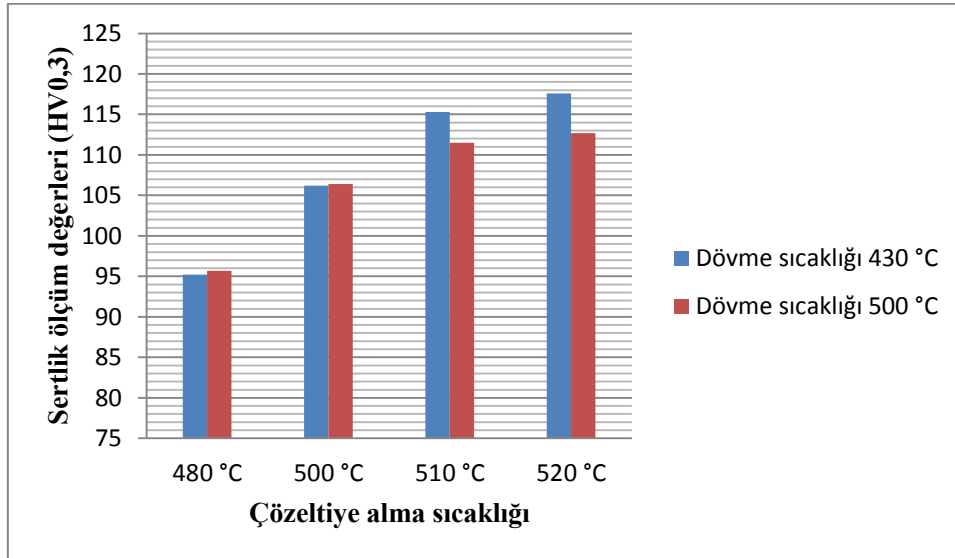
Farklı dövme sıcaklığında üretilen ve çözeltiye alma sıcaklıkları farklı olan, çözeltiye alma süresi ise 4 saat ve su verildikten sonra oda sıcaklığında bekleme süresi 20 dakika olan daha

sonra 180 °C' de 8 saat yaşlandırılan numunelerin sertlik ölçüm değerleri Şekil 5' de verilmiştir.



Şekil 5. T6 işleminde çözeltiye alma süresi 4 saat ve oda sıcaklığında bekleme süresi 20 dakika olan örneklerin çözeltiye alma sıcaklığı-sertlik grafiği

Farklı dövme sıcaklığında üretilen ve çözeltiye alma sıcaklıkları farklı olan, çözeltiye alma süresi ise 4 saat ve su verildikten sonra oda sıcaklığında bekleme süresi 4 saat olan daha sonra 180 °C' de 8 saat yaşlandırılan numunelerin sertlik ölçüm değerleri Şekil 6' da verilmiştir.



Şekil 6. T6 işleminde çözeltiye alma süresi 4 saat ve oda sıcaklığında bekleme süresi 4 saat olan örneklerin çözeltiye alma sıcaklığı-sertlik grafiği

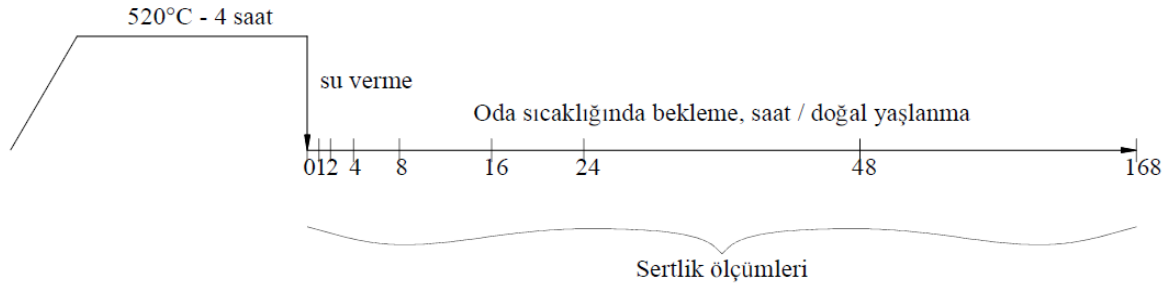
Çözeltiye alma tav süresi 2 saat ve 4 saat seçildiğinde yaşlandırma sonrası sertlik değerlerinde ciddi farklar görülmemiş, diğer bir ifadeyle 2 saat süreli çözeltiye alma işleminin yeterli olabileceği anlaşılmıştır.

Çözeltiye alma tav sıcaklığı 500 °C ye kadar düşürüldüğünde önemli bir sertlik kaybı görülmemekle birlikte, 500 °C' nin altındaki çözeltiye alma sıcaklıklarının yeterli sertleşme

için riskli olabileceği değerlendirilmiştir. Bu tespitler ışığında minimum çözeltiye alma sıcaklığı olarak 500 °C kabul edilebilir.

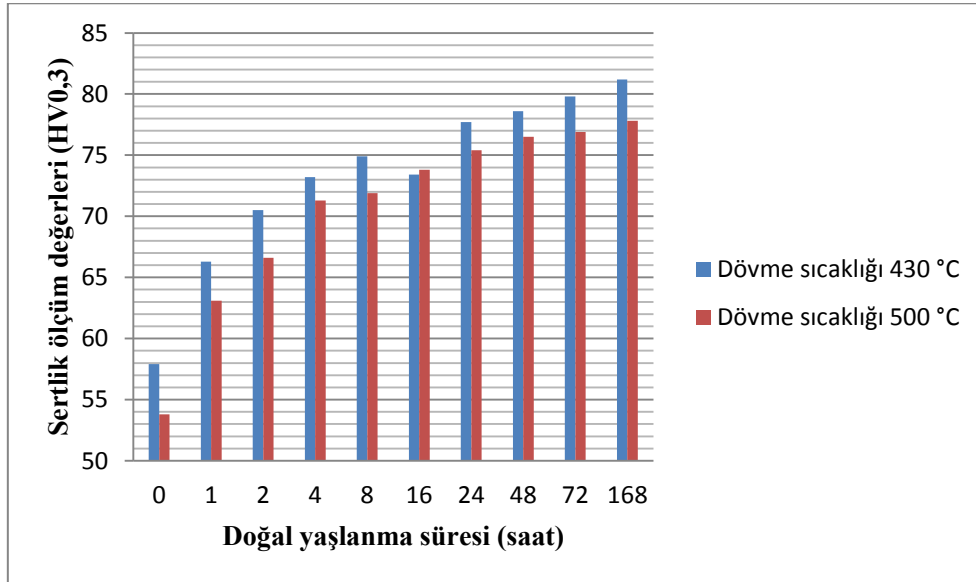
Dövme sıcaklığı olarak 430 ile 500 °C arasında ciddi bir fark gözlenmemiştir. Bu durumun, çözeltiye alma işleminin bu sıcaklıklardan daha yüksek bir sıcaklıkta gerçekleştiriliyor olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın yanında T4 (doğal yaşlanma) süreci de incelenmiştir. Dövme sıcaklıkları 430 ve 500 °C olan parçaların 520 °C' de 4 saat süreli çözeltiye alma işlemi gerçekleştirilmiş ve daha sonra oda sıcaklığında bekletilen suda su verilerek doğal yaşlanmaya bırakılmıştır. Doğal yaşlanma sürecinin şematik olarak gösterimi Şekil 7' de verilmiştir.



Şekil 7. Doğal yaşlanma sürecinin şematik gösterimi

Şekil 7' de gösterilen bekleme sürelerinde sertlik (HV0,3) ölçümleri yapılarak doğal yaşlanma sürecine bırakılan parçaların 168 saat sonunda sertlik değerlerinde herhangi bir değişiklik olmadığı için süreç sonlandırılmıştır. 500 ve 430 °C' de dövülerek üretilen parçaların doğal yaşlanma sürecinde meydana gelen sertlik değişim grafiği Şekil 8' de verilmiştir.

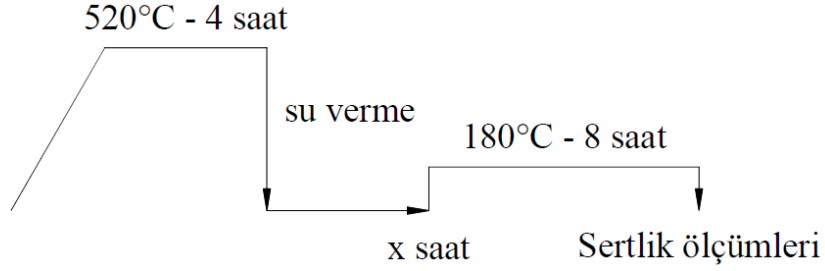


Şekil 8. Farklı sıcaklıkta dövülen örneklerin doğal yaşlanma süresi-sertlik grafiği

Bu çalışmanın sonucunda dövme sıcaklığı farklı her iki örnekte de doğal yaşlanma davranışının benzer olduğu görülmüştür. Sertlik her iki grupta da 81 HV seviyelerine ulaşmıştır. Bu sertleşme etkisini özellikle ilk 8 saatte hissettirmiştir. Dövme sıcaklığının çok

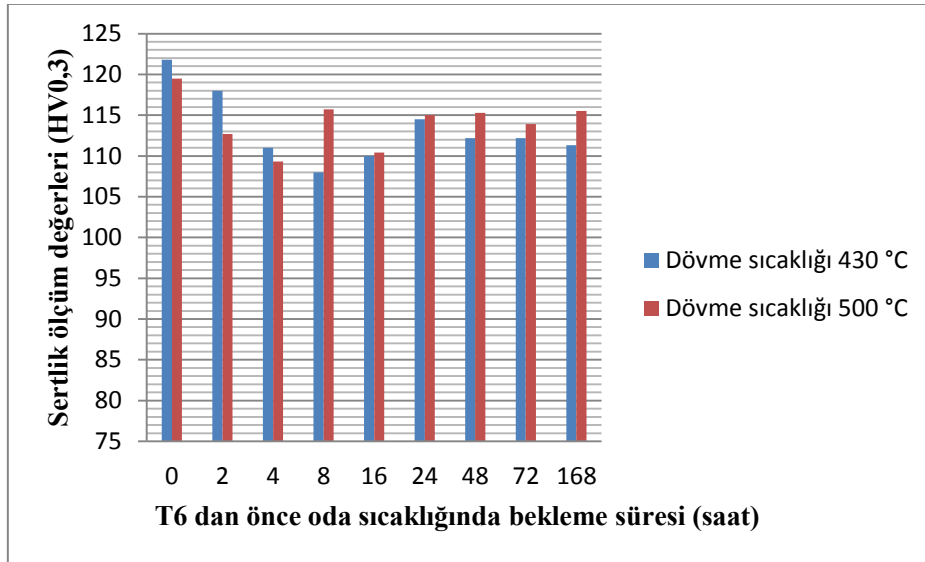
belirgin bir etkisi olmamakla birlikte düşük sıcaklıkta dövülen örnekte sertliğin daha yüksek seyrettiği gözlenmiştir.

Bu çalışmaya ek olarak, çözeltiye alma tavından sonra oda sıcaklığında bekleme süresinin (doğal yaşlanmanın) T6 sertliğine etkisi incelenmiştir. Bu incelemede bir önceki çalışmada kullanılan 2 saat ve üzerinde bekleyerek doğal yaşlanmış ürünler yaşlandırma işlemine tabi tutulmuş, yaşlandırma işlemi 180 °C’ de 8 saat süreli olarak uygulanmıştır. Bu ürünlere ek olarak su verildikten sonra oda sıcaklığında bekletilmeden yaşlandırılan bir örnekte dâhil edilerek karşılaştırma yapılmıştır. Yapılan işlemin şematik gösterimi Şekil 9’ da verilmiştir.



Şekil 9. Çözeltiye alma tavından sonra oda sıcaklığında bekleme süresinin T6 sertliğine etkisi, çalışmasının şematik gösterimi

Oda sıcaklığında 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72, 168 saat beklemeden sonra doğal yaşlanmış numuneler 180 °C’ de 8 saat yaşlandırılarak sertlik (HV0,3) ölçümleri yapılmıştır. Farklı dövme sıcaklıklarına sahip her iki örnek için bu işlem tekrarlanmıştır. 500 ve 430 °C’ de dövülerek üretilen parçaların çözeltiye alma tavından sonra oda sıcaklığında bekleme süresinin T6 sertliğine olan etkisi Şekil 10’ da sertlik-süre grafiği ile gösterilmiştir.

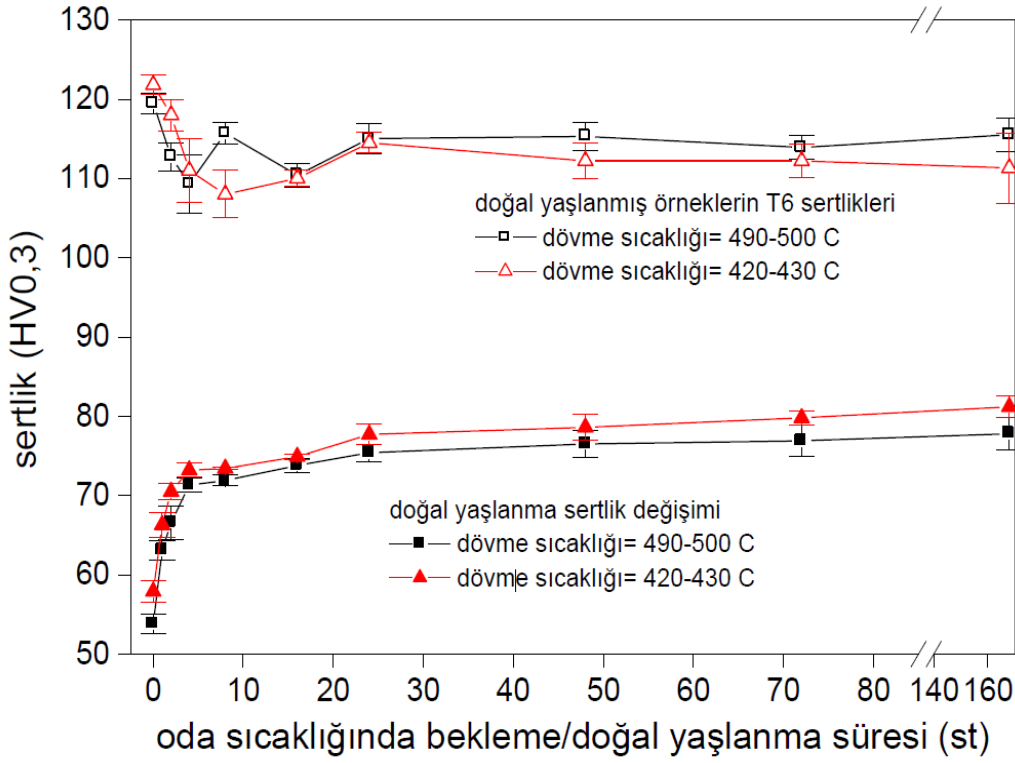


Şekil 10. Farklı dövme sıcaklıklarında üretilen parçaların T6 işleminde, çözeltiye alma tavından sonra oda sıcaklığında bekleme süresinin (doğal yaşlanmanın) T6 sertliğine etkisi

Doğal yaşlanmaya bırakılmış örnekler daha sonra 180 °C sıcaklıkta 8 saat süreli yaşlandırma tavına alındığında ilk birkaç saati göz ardı edersek ciddi bir sertlik kaybı olmamıştır. Bu sonuçlar, çözeltiye alma tavından sonra yaşlandırma tavına kadar oda sıcaklığında geçen

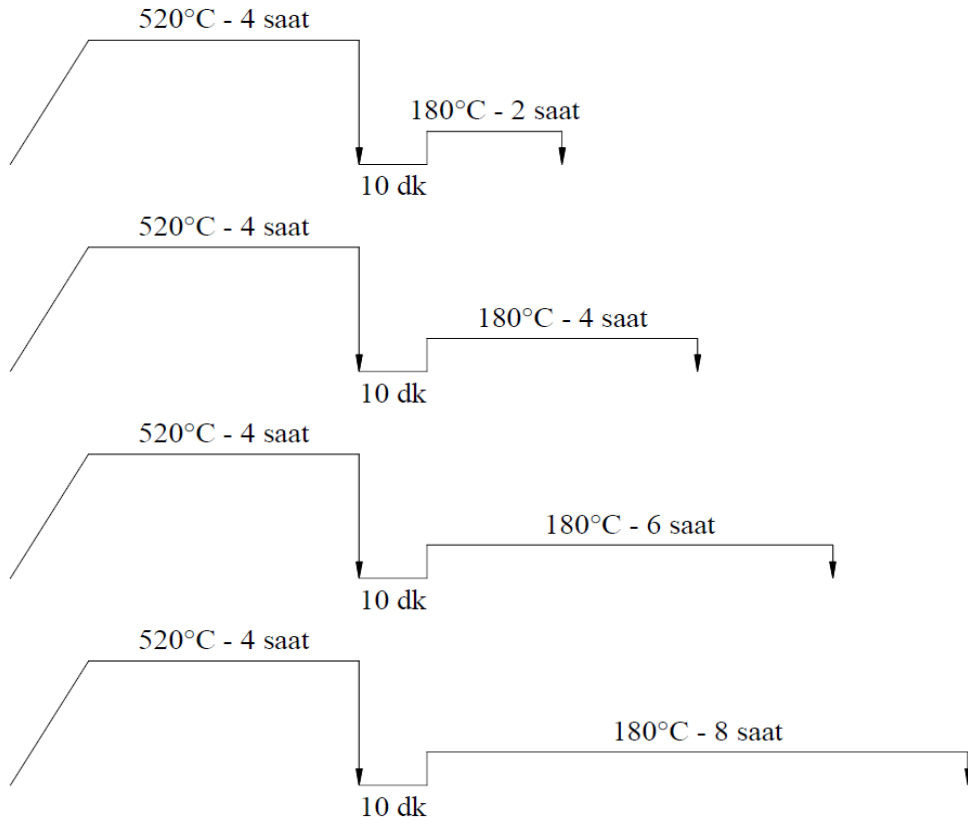
sürenin kritik olmadığını göstermektedir. Bu durum firmaların üretim hatları için büyük bir rahatlama sağlayacaktır.

Şekil 8’ de verilen doğal yaşlanmış örneklerin ve Şekil 10’ da bu doğal yaşlanmış örneklerin T6 işleme tabi tutulmuş durumlarının sertlik değerlerinin aynı grafik üzerinde gösterimi Şekil 11’ de verilmiştir.



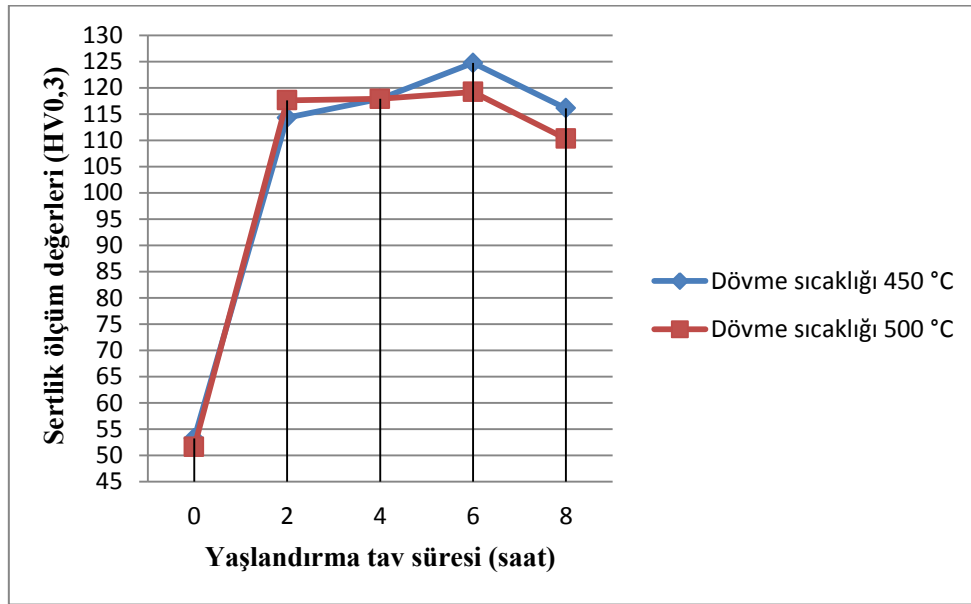
Şekil 11. Farklı dövme sıcaklıklarındaki parçaların, doğal yaşlanma ve doğal yaşlanmış örneklerin T6 sertlik değişimlerinin zamana göre oluşturulan grafiği

Dövme parçalara ayrıca T6 işleminde yaşlandırma tavı üzerine yapılmıştır. 450 ve 500 °C’ de dövülerek üretilen örnekler 520 °C’ de 4 saat çözeltiye alınmış, su verildikten sonra 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiş, daha sonra 180 °C’ de 2, 4, 6 ve 8 saat süreli yaşlandırma işlemlerine tabi tutulmuştur. Yapılan işlemin şematik gösterimi Şekil 12’ de verilmiştir.



Şekil 12. T6 işleminde yaşlandırma tava süresinin T6 sertlik değerlerine etkisi, çalışmasının şematik gösterimi

Farklı dövme sıcaklıklarında üretilen parçaların T6 işleminde, farklı yaşlandırma tava süreleri uygulanan örneklerin sertlik değerlerini gösteren sertlik-yaşlandırma tava süresi grafiği Şekil 13' de verilmiştir.



Şekil 13. Farklı dövme sıcaklığında üretilen parçaların T6 işleminde, farklı yaşlandırma tava sürelerinin T6 sertliklerine etkisi

T6 işleminde yaşlandırma tavlama süresinin T6 sertlik değerlerine etkisi çalışmasında henüz 2 saat sonunda oldukça yüksek sertlik değerlerine ulaşılmış, 6. saatten sonra sertleşme yerini yumuşamaya bırakmıştır. Şekil 13' de görüldüğü gibi 6. saatten sonra aşırı yaşlanma başlayarak çökelti faz partiküllerinin ideal boyutunu kaybedip büyümeye başladığı söylenebilir. Dövme sıcaklığının farklı olması ise büyük bir fark yaratmamıştır.

4. SONUÇLAR

Çözeltiye alma süresi olarak mevcut üretimde 4 saat gerçekleştirilen işlem yerine 2 saat süreli yapılan deneme yeterli olmuştur. Bu uygulamanın ekonomik avantaj vaat etmesi sebebiyle işletme ölçekli denemeleri yapılmalıdır.

Minimum çözeltiye alma sıcaklığı olarak 500 °C belirlenmiştir. Bu sıcaklığın altında tam anlamıyla çözeltiye alma tamamlanamamakta ve mühendislik amaçlı kullanılan parçalarda risk faktörü doğmaya başlamaktadır.

Bu sonuçlardan T6 ısıtma işleminin çözeltiye alma ayağında bir tasarruf imkanı olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak, bu sonuçların kontrollü laboratuvar şartlarında elde edildiğini göz önünde bulundurmak gerekir. İşletme tavrında gerek sıcaklık ve gerek süreler, fırına şarj edilen tüm parti içinde her mm³ malzemenin yeterli sıcaklıkları ve minimum süreleri görmelerini garanti alacak şekilde tasarlanmalıdır. O nedenle küçük partilerle denemeler yapıp laboratuvar sonuçları doğrulandığı takdirde yeni düşük sıcaklık ve kısa süreli tavlama standartlaştırılabilir.

6082 alaşımının doğal yaşlanma (T4) davranışı incelediğinde sertleşme hızı anlamında ilk 8 saatin çok etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bundan sonra geçen sürelerin sertlik kazandırmadaki hızı yavaşladığı görülmüştür. Bu nedenle 6082 alaşımı için 168 saatin doğal yaşlanma süresi olarak fazlasıyla yeterli olduğu düşünülmektedir. Doğal yaşlanma sonucunda maksimum sertlik 81 HV seviyelerindedir. Bunun sonucunda eğer 6082 alaşımı kritik öneme sahip mühendislik parçalarında kullanılacaksa T4 formunda kullanılmayacağı anlaşılmış ve yapay yaşlandırmanın gerekliliğini ortaya koymuştur.

Firma üretim hatlarında yoğunluktan dolayı çözeltiye alma ve yaşlandırma işlemleri arasında oda sıcaklığında mecburen bekletilen sürelerin (doğal yaşlanmanın) T6 işleminden sonra kazandığı sertlik değerlerine ciddi bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır.

Yaşlandırma süresi olarak mevcut üretimde 8 saat gerçekleştirilen işlem yerine 180 °C' de 2 saat süreli yapılan yaşlandırma tavlama yeterli olmuştur. 2 saat sonunda beklenen sertlik değerlerine ulaşılabilmiştir. 6 saat sonrasında ise aşırı yaşlanma gerçekleşerek sertlik değerlerinde kayıplar verilmeye başlanmıştır. Bu uygulamanın ekonomik avantaj vaat etmesi sebebiyle işletme ölçekli denemeleri yapılmalıdır.

Yapılan her ısıtma işlem çalışmasında dövme sıcaklığı farklılıkları sertlik ölçümlerinde bariz bir fark oluşturmamıştır. Bunun sebebinin plastik şekil verme sıcaklığının çözeltiye alma sıcaklığından düşük değerlerde olmasından dolayı gerçekleştiği düşünülmektedir. Çözeltiye alma sıcaklığına eşit veya daha yüksek değerlerde gerçekleştirilen dövme işlemlerinde, dövme sıcaklığı parametresi de önem arz edebilir.

Teşekkür

Isıl işlem çalışmalarındaki katkıları nedeniyle MAM' dan Fahri Alageyik' e ve dövme çalışmalarındaki katkıları nedeniyle AYDINLAR A.Ş.' den Mevlüt YİĞİT' e teşekkürü borç biliriz.

KAYNAKÇA

1. Süspansiyon sistemleri, MEGEP (Meslekî eğitim ve öğretim sistemini Güçlendirme projesi motorlu araçlar teknolojisi), 2007.
2. Alcan automotive production of high quality forgings by means of cast stock, Innovations in Metal Forming Conference, 2004.
3. Assoc. Prof. Dr. Zvinys J.1, Assoc. Prof. Dr. Kandrotaitė Janutiene R.1, Dr. Meskys J.2, Assoc. Prof. Dr. Juzenas K.1.: Investigation of Thermo Mechanical Effect on Structure and Properties of Aluminium Alloy 6082, Kaunas University of Technology 1, Company "Precise Mechanical Technologies" 2, Lithuania