



YENİLEME İŞLEMİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

RESEARCH INTO THE EFFECT OF THE RESTORATION PROCESS ON THE MECHANICAL PROPERTIES

Hande GÜLER^{1*}, Reşat ÖZCAN¹

¹Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.
handeguler@uludag.edu.tr, resat.ozcan@bou.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 23.04.2014, Kabul Tarihi/Accepted: 05.09.2014
* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2014.44366
Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

Isı kalkanları; yüksek sıcaklıkta, araç elemanlarında meydana gelen ısınmayı komşu parçalara ve araç gövdesine iletmeyi önleyen araç elemanlarıdır. Bu elemanlar; desenleme işlemi adı verilen üretim yöntemi vasıtasıyla üretilmektedir. Desenleme işlemi; rijit ve dönel merdaneler yardımıyla, levha metalin kabartılması işlemidir. Levha metal desenleme işleminden sonra, muhafaza edilecek parçanın üzerini kaplayacak şekilde kalıplar vasıtasıyla şekillendirilir. Bu esnada desenleme işlemiyle elde edilen kabartılarda ezilme işlemi gerçekleşir. Çalışma kapsamında bu işlemi elde etmek amacıyla; Al 1050 malzeme kullanılarak desenleme işlemiyle üretilen metallere, iki rijit plaka arasında ezme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işleme literatürde yenileme işlemi denilmektedir. Bu çalışmanın amacı; yenileme işleminin akma, çekme ve eğilme davranışı üzerindeki etkilerini karşılaştırmaktır.

Anahtar kelimeler: Isı kalkanı, Desenleme işlemi, Yenileme işlemi, Akma mukavemeti, Çekme mukavemeti, Eğilme mukavemeti

Abstract

Heat shields are vehicle components that prevent transferring overheating that occurs in vehicle components at high temperatures to neighboring elements and vehicle body. Embossing is a sheet metal forming process for producing bulged designs by means of matched male and female roller rigid dies. After embossing process, embossed sheets are formed with the helping of molds according to the shape of vehicle component that will be kept away from overheating and in this forming process, some bulged designs are compressed. In this paper, for researching this compressed process, the embossed sheets are compressed with upper and lower rigid platens and this process entitled as restoration process. The purpose of this study is to investigate the effects of restoration process on the yield, tensile and bending strengths.

Keywords: Heat shield, Embossing process, Restoration process, Yield strength, Tensile strength, Bending strength

1 Giriş

Otomobil parçalarında meydana gelen en büyük problemlerden biri, komponentlerin aşırı ısınması ve bu durumun oluşturduğu olumsuzluklardır. Ancak; otomobil parçalarında meydana gelen ısınma kaçınılmaz bir durumdur. Bu sebeple, ısı kalkanı olarak kullanılan elemanlar, oluşan ısının aracın iç kısımlarına dağılmasını engeller. Kısacası; ısı muhafaza sacı, araç komponentlerinden dolayı oluşan ısının aracın iç kısımlarına veya sıcaktan zarar görebilecek olan parçalara hasar vermesini önlemek amacıyla kullanılan elemanlardır. Fazla ısınmadan dolayı meydana gelebilecek aşınma ve kırılma gibi deformasyonların engellenmesi amacıyla yardımcı eleman olarak kullanılan bu saclar, genellikle alüminyum alaşım malzemeden imal edilmektedir. Malzemenin alüminyum alaşım olmasından ötürü ısı kalkanları ısıl bariyerlik göreviyle beraber; hafiflik, mekanik dayanımının iyi olması ve kolay şekillendirilebilir özelliklerine sahiptir. Otomotiv sektöründe, hafiflik özelliğinin kazandırılması amacıyla sac kalınlığının inceltilmesi alternatif kullanılmakta ancak bu durum sacların şekillendirilmesi esnasında çeşitli problemlere sebep olmaktadır. Çünkü kalınlık azaldıkça, rijitlikte azalmaktadır. Bu nedenle, ısı kalkanlarının şekillendirilmesi esnasında oluşan problemleri azaltmak amacıyla desenleme işlemi kullanılmaktadır. Isı kalkanı üretimi; sacın desenlenmesi ve daha sonra otomobilde ısıdan korunması istenen komponente benzer bir form verilmesiyle gerçekleşir.

Desenleme ve yenileme işlemiyle ilgili literatürde bir kaç çalışma bulunmaktadır [1]-[6]. Consorcio ve Namoco (2010), desenleme ve yenileme işlemlerinin, yumuşak alüminyum, düşük karbonlu çelik ve paslanmaz çelik malzemelerin farklı sac kalınlıkları için, farklı desen yükseklikleri ve desen şekillerinin dayanımı üzerine etkisi hakkında deneysel ve nümerik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda, gerçekleştirilen prosesin malzemelerin rijitliğini önemli ölçüde arttıran bir üretim yöntemi olduğu sonucuna varılmıştır. Hassan ve diğ. (2012), SUS304 kodlu 0.4 mm kalınlığındaki paslanmaz çelik malzemenin yarıküresel zımba kullanarak desenleme işlemi gerçekleştirmiş ve daha sonra rijit-düz plakalar arasında sıkıştırarak yenileme işlemi uygulamıştır. Ayrıca çalışma kapsamında, desen şekli ve yüksekliğinin, sacın mukavemeti ve buruşma oluşumu üzerindeki etkisini incelemek amacıyla sonlu elemanlar metoduyla simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Namoco ve diğ. (2007), desenleme işleminin farklı alüminyum malzemeler için; akma, çekme, toplam uzama ve eğilme davranışları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bir diğer çalışmada ise, desenleme ve yenileme işleminin metallere derin çekme işleminde kullanımı incelenmiştir (Namoco, 2006). Sadece yenileme işleminin anlatıldığı çalışmada (Namoco, 2007), desenleme işlemi uygulanmış olan alüminyum, yumuşak çelik ve paslanmaz çelik malzemelerin yenileme davranışları deneysel ve sonlu elemanlar metoduyla incelenerek karşılaştırılmıştır. Namoco ve diğ. (2007), desenleme işleminde; altgen, baklava biçimi ve yarım küresel olmak üzere farklı desenleme zımbaları kullanmış ve daha sonra elde edilen malzemelere farklı yüklerde eğilme testleri

uygulanmıştır. Ayrıca çalışmada, farklı geometrilere kullanılan desenleme zımbalarının, farklı malzemeler için desenleme ve yenileme işlemleri, LS-DYNA3D yazılımı vasıtasıyla nümerik olarak simüle edilmiştir. Ayrıca, bahsedilen çalışmalarda [3]-[6] bahsi geçen desenleme işlemi rijit kabartma kalıpları kullanılarak gerçekleştirilmiş ve daha sonra desenlenen malzemelere yine rijit düz plaklar vasıtasıyla yenileme işlemi uygulanmıştır.

Desenleme ve yenileme işlemlerinin dışında, Al 1050 alaşımı malzemenin farklı sac şekillendirme yöntemleriyle ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır [7]-[11]. Moon ve diğ. (2001), Al 1050 malzemesinin derin çekme davranışını arttırmaya yönelik bir çalışma yapmıştır. Çalışmayla, Al 1050 malzemenin derin çekme davranışının dişi ve erkek kalıpların sıcaklıklarına yüksek derece duyarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Demirci ve diğ. (2008), yaptıkları çalışmada Al 1050 malzeme için, sabit sac tutma kuvvetinin etkilerini non-lineer explicit sonlu elemanlar metodu kullanarak incelemiştir. Yapılan analizler sonucunda, hasar oluşmadan gereken sac tutma kuvveti belirlenmiş ve elde edilen verilerle deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Gavas'ın (2006), Al 1050 malzemeyle ilgili yaptığı çalışmada ise, çok noktalı sac tutma işlemi uygulanarak malzemenin derin çekme özelliği artırılmıştır. Keum ve Han (2002) ise, Al 1050 malzemenin çeşitli sıcaklıklardaki ılık şekillendirme işleminde geri yaylanma davranışını deneysel olarak incelemiştir. Moon ve diğ. (2003), Al 1050 malzemenin geri yaylanma işlemi üzerinde, takım sıcaklığının etkisini araştırmış ve sıcak dişi kalıp-soğuk zımba kombinasyonunun derin çekme prosesinde en iyi şekillendirme özelliğini verdiğini göstermişlerdir.

Yukarıda bahsedilen tüm çalışmalar kapsamında gerçekleştirilen desenleme işlemi, düz kalıplar vasıtasıyla gerçekleştirilmiş ve dönel desenleme işlemi sonrası yenileme işlemi ile ilgili yeterli sayıda çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı; ısı kalkanı üretiminde kullanılan dönel desenleme işleminden sonra uygulanan yenileme işlemine maruz bırakılmış saclarda, bu işlemin sacın mekanik özelliklerine olan etkisini incelemektir. Bu bağlamda çekme ve eğilme testleri yapılmış ve işlemlerin etkileri birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

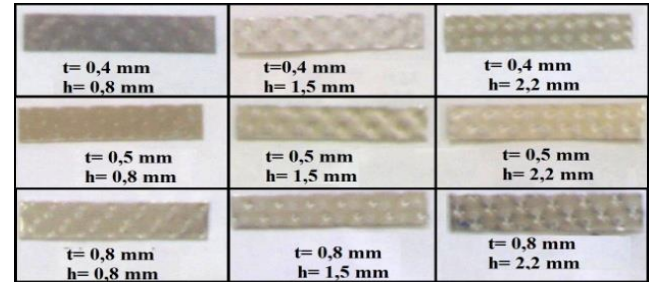
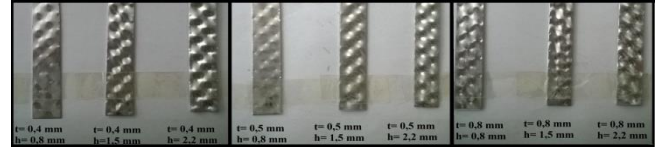
2 Materyal ve Metot

Çalışma kapsamında kullanılan malzeme, ASTM B491 standartlarına göre isimlendirilen Al 1050 alüminyum alaşımıdır ve 0.4 mm, 0.5 mm ve 0.8 mm kalınlıktaki desenleme işlemi uygulanmış Al 1050 saclara daha sonra yenileme işlemi uygulanmıştır. Uygulanan işlemlerden sonra, malzemelerin mekanik özelliklerini incelemek amacıyla, çekme ve üç nokta eğilme deneyleri her grup için 5'er adet numune kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

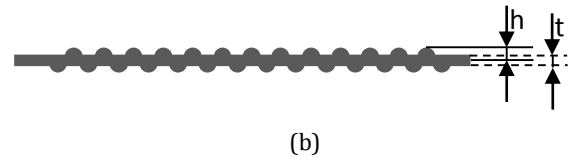
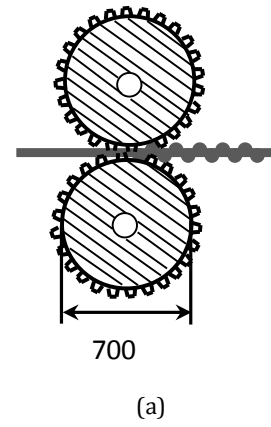
Desenleme ve ezme işlemi uygulanan numune örnekleri Şekil 1'de verilmiştir.

Desenleme işlemi; kabartma veya oyuk biçiminde şekiller üretmek amacıyla yapılan bir şekillendirme prosesidir. Şekillendirme işlemi, silindirik biçimindeki kalıplar vasıtasıyla gerçekleştirilir. Bu kalıplar; eş-erkek ve dişi dönel kalıplar olup levha metal bu merdanelerin içinden beslenir. Kalıpların üzerindeki desenlere bağlı olarak çok farklı biçimlerde kabartılar veya oyuklar elde etmek mümkündür. Şekil 2'de çalışma kapsamında kullanılan desenleme makinesi ve çalışmada bahsedilen desenleme işlemi sonucu elde edilen

numunelerdeki sac kalınlığı (t) ve desen yüksekliğini (h) veren örnekler gösterilmektedir.



Şekil 1: (a): Desenleme işlemi uygulanmış numuneler, (b): Ezme işlemi uygulanmış numuneler.

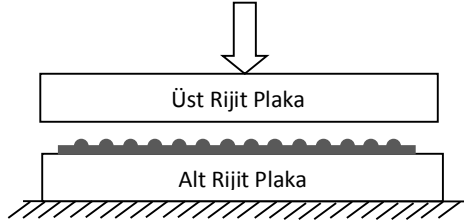


Şekil 2: (a): Desenleme işleminin şematik gösterimi, (b): Desen yüksekliği ve malzemenin kalınlığı.

Çalışmada bahsedilen yenileme işlemi ise, desenleme işleminden sonra uygulanan ve malzemeye ısı kalkanı formu verilmesi esnasında oluşan kabartıların ezilmesi işlemidir. Bu prosesin etkilerini incelemek amacıyla; desenleme işlemiyle elde edilen kabartılar, iki rijit plaka arasında ezilmiştir (Şekil 3). Numunelerin ezme işlemi, rijit ve düz iki plaka arasına konularak, hareket eden üst çene vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Bu işlemde, üst çenenin hareketi manuel olarak gerçekleştirilmiş, gösterge yardımıyla farklı yükler uygulanmış ve bu yüklerle ulaşıldığında ezme işlemi durdurulmuştur. Tablo 1'de yenileme işleminde kullanılan kuvvet değerleri görülmektedir. Ezme işleminde seçilen kuvvet değerleri yardımıyla, aynı sac kalınlığının farklı desen yükseklikleri için kuvvet sabit veya değişken olduğundaki dayanım değişikliği belirlenmeye çalışılmıştır. Örnek olarak, 0.4 mm sac kalınlığı için desen yüksekliği arttıkça kuvvet değeri artırılmış; 0.5 mm sac kalınlığı için desen yüksekliği

arttıkça kuvvet değeri önce arttırılmış, sonra düşürülmüş ve sonra tekrar arttırılmış ve 0.8 mm sac kalınlığı için tüm desen yüksekliklerinde kuvvet sabit tutulmuştur.

Tüm gruplar için ezme işlemi tamamlandıktan sonra, yenileme işleminin mukavemet üzerine etkisini tespit etmek amacıyla çekme ve eğilme testleri uygulanmıştır.



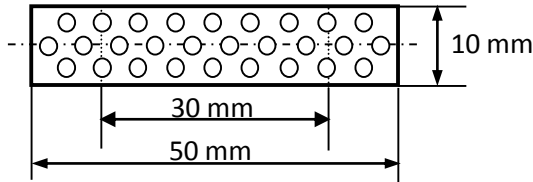
Şekil 3: Yenileme işleminin şematik gösterimi.

Tablo 1: Yenileme işleminde numune gruplarına göre uygulanan yükler.

Desen Yükseklikleri (mm) →	0.8	1.5	2.2
t: 0.4 mm	800 N	1000 N	2000 N
t: 0.5 mm	2000 N	900 N	2500 N
t: 0.8 mm	5000 N	5000 N	5000 N

2.1 Çekme ve Üç Nokta Eğilme Deneyleri

Şekil 4'te boyutları verilen toplam 9 çeşit numuneye çekme, eğilme testleri uygulanarak, materyallerin çekme deneyi sonucu akma ve maksimum çekme yükleri ile eğilme deneyi sonucu maksimum eğilme yükleri elde edilmiştir. Çekme deneyi ve üç nokta eğme deneyleri, her grup için 5'er adet olmak üzere uygulanmıştır.



Şekil 4: Çekme ve eğilme deneylerinde kullanılan numune boyutu.

3 Deney Sonuçları ve Tartışma

3.1 Yenileme İşleminin Akma Yükü Üzerine Etkisi

Şekil 5'te yenileme işleminin akma yükü üzerine etkisi gösterilmektedir. Bu grafik genel olarak değerlendirildiğinde ise; 0.4-0.5 ve 0.8 mm sac kalınlıkları için, 0.8-1.5 ve 2.2 mm desen yüksekliğine sahip numunelere yenileme işlemi uygulandığında, akma yükü değerinin arttığı gözlemlenmiştir.

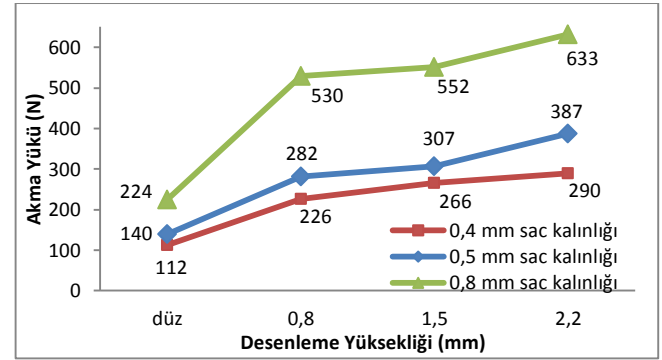
0.4 mm sac kalınlığı için, desen yüksekliği 0.8 mm iken 800 N'luk uygulanan yük sonucu 226 N'luk akma yükü elde edilmiştir. Aynı sac kalınlığı için desen yüksekliği 1.5 mm'ye çıktığında ise, uygulanan kuvvet 0.8-mm desen yüksekliğine kıyasla %25 arttırılmış (1000N) ve bu durumda da akma dayanımı yaklaşık olarak %18 artarak 266 N'a ulaşmıştır. Desen yüksekliği 2.2 mm iken ise, 1.5 mm desen yüksekliğine kıyasla uygulanan yük 2 kat (2000 N) arttırılmış ve bunun sonucunda ise, akma yükü %92 civarında artmıştır.

Aynı grafik 0.5 mm sac kalınlığı için değerlendirildiğinde, 0.8 mm desen yüksekliğine uygulanan 2000 N'luk yük sonucunda 282 N'luk akma yükü elde edilmiştir. Ancak, 1.5 mm desen yüksekliği için uygulanan yük (900 N) azaltılsa dahi elde edilen akma yükü %9 civarında artmıştır. 2.2 mm desen yüksekliği için uygulanan yük 2500 N'a çıkarıldığında ise 387 N ile en yüksek akma yükü değerine ulaşılmıştır.

Grafik, 0.8 mm sac kalınlığı için değerlendirildiğinde, uygulanan yükte değişim gerçekleştirilmeyip 5000 N olarak sabit tutulmuştur. Bu durumda, diğer sac kalınlıkları ve desen yüksekliklerinde olduğu gibi, akma yükü artış göstermiştir.

Sac kalınlıkları birlikte değerlendirildiklerinde, 0.4 mm'lik sac, en düşük akma yükü değerlerini verirken, en yüksek değerlere ise 0.8 mm'lik sac kalınlığında ulaşılmıştır.

Tüm bu veriler sonucunda, yenileme işlemi akma davranışını arttırmış ve bu durumu etkileyen baskın parametre ise deformasyon sertleşmesi olmuştur.



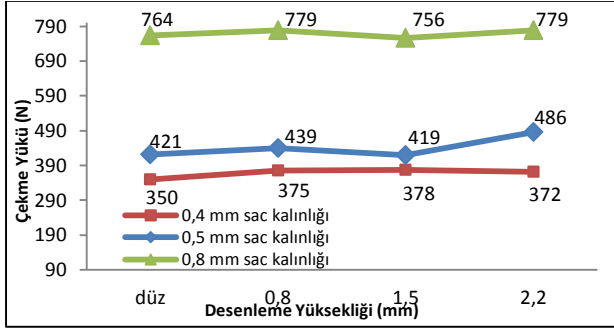
Şekil 5: 0.4-0.5-0.8 mm sac kalınlıkları için yenileme işlemlerinin akma yükü açısından karşılaştırılması.

3.2 Yenileme İşleminin Çekme Yükü Üzerine Etkisi

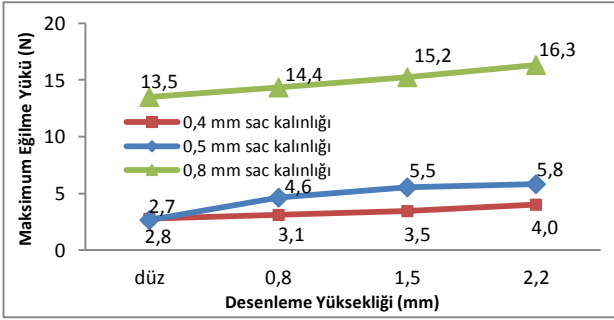
Yenileme işleminin çekme yükü üzerine etkisi Şekil 6'da gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre; 0.4 mm, 0.5 mm ve 0.8 mm sac kalınlıklarına uygulanan yenileme işlemi akma yükünde olduğu gibi, deformasyon sertleşmesine neden olarak çekme yükünü de arttırmıştır. Ancak, aynı sac kalınlığının farklı desenleme yükseklikleri için uygulanan yenileme işlemi değerlendirildiğinde, elde edilen çekme yükünde küçük miktarlarda azalma veya artış olduğu gözlemlenmiştir. Meydana gelen bu değişim, yenileme işleminde uygulanan farklı yüklerden dolayı meydana gelmektedir. Çünkü yenileme işlemi bir soğuk şekil değiştirme metodudur ve bu işleme göre uygulanan soğuk şekil değiştirme miktarı arttıkça çekme ve akma yükleri de artmakta, azaldıkça azalmaktadır. Diğer taraftan dayanımın azalması ise, uygulanan yükün yetersiz kaldığını ve arttırılması gerektiğini göstermektedir.

3.3 Yenileme İşleminin Eğilme Yükü Üzerine Etkisi

Yenileme işlemi uygulanmış numunelerin eğilme deney sonuçları Şekil 7'de gösterilmektedir. Uygulanan yenileme yüküne bağlı olarak sac kalınlığı arttıkça, eğilme yükü de artış göstermiştir. Bununla beraber, her bir sac kalınlığı için, desenleme yüksekliği arttıkça eğilme yükü değeri de artış göstermektedir. Bu durum yenileme işleminin eğilme yükü üzerinde, hem deformasyon sertleşmesinin hem de kesit modülündeki değişimden dolayı oluşan atalet momenti etkisinin olduğunu göstermektedir.



Şekil 6: 0.4-0.5-0.8 mm sac kalınlıkları için yenileme işleminin çekme yükü açısından karşılaştırılması.



Şekil 7: 0.4-0.5-0.8 mm sac kalınlıkları için yenileme işleminin eğilme yükü açısından karşılaştırılması.

4 Sonuç

Bu çalışma kapsamında, ısı kalkanı üretiminde kullanılan Al 1050 malzemeye yenileme işlemi uygulanmış ve mekanik özelliklere etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

- Uygulanan yenileme işlemi sonucu oluşan deformasyon sertleşmesi, hem aynı sac kalınlıkları için hem de aynı sac kalınlığının farklı deformasyon yükseklikleri için akma dayanımının artmasına neden olmuştur,
- Uygulanan yenileme işlemi, farklı sac kalınlıkları için çekme dayanımını artırırken, aynı sac kalınlığının farklı yüksekliklerinde küçük oranlarda azalma veya artış sergilenmiştir. Bu durum, uygulanan yüklerin azalması ya da artması sonucu oluşmuştur,
- Yenileme işleminin eğilme yükü üzerinde etkisi incelendiğinde, aynı sac kalınlıklarının farklı desenleme yüksekliklerinde eğilme yükünde artış gözlemlenmiştir. Bu durum, yenileme işleminde hem deformasyon sertleşmesinin hem de kesit modülündeki artıştan dolayı oluşan atalet momentindeki azalışı göstermektedir.

5 Kaynaklar

- [1] Consorcio S, Namoco Jr. "Improving the Rigidity of Sheet Metal by Embossing and Restoration Technique". *Mindanao Journal of Science and Technology*, 8(1), 25-34, 2010.
- [2] Hassan MA, Saleh MAE, Takakura N, Ramesh S, Purbolaksono J. "Effect of Bulge Shape on Wrinkling Formation and Strength of Stainless Steel Thin Sheet". *Materials and Design*, (42), 37-45, 2012.
- [3] Namoco Jr, CS, Iizuka, T, Hatanaka N, Takakura N, Yamaguchi K. "Influence of Embossing and Restoration on the Mechanical Properties of Aluminum Alloy Sheets". *Journal of Materials Processing Technology*, (192-193), 18-26, 2007.
- [4] Namoco Jr, CS, Iizuka T, Sagrado RC, Takakura N, Yamaguchi K. "Experimental and Numerical Investigation of Restoration Behavior of Sheet Metals Subjected to Bulging Deformation". *Journal of Materials Processing Technology*, 177(1-3), 368-372, 2006.
- [5] Namoco Jr, CS, Iizuka T, Narita K, Takakura N, Yamaguchi K. "Effects of Embossing and Restoration Process on the Deep Drawability of Aluminum Alloy Sheets". *Journal of Materials Processing Technology*, 187-188, 202-206, 2007.
- [6] Namoco Jr, CS, Iizuka T, Hatanaka N, Takakura N. "Numerical Investigation on the Influence of Punch Geometry on the Bending Properties of Sheet Metal Subjected to Embossing and Restoration Technique". *Materials Forum*, (31), 194-198, 2007.
- [7] Moon YH, Kang YK, Park JW, Gong SR. "Tool Temperature Control to Increase the Deep Drawability of Aluminum 1050 Sheet". *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 41(9), 1283-1294, 2001.
- [8] Demirci HI, Yaşar M, Demiray K, Karalı M. "The Theoretical and Experimental Investigation of Blank Holder Forces Plate Effect in Deep Drawing Process of AL 1050 Material". *Materials & Design*, 29(2), 526-532, 2008.
- [9] Gavas M. "Increasing the Deep Drawability of Al-1050 Aluminum Sheet Using Multipoint Blank Holder". *Metalurgija*, 45(2), 109-113, 2006.
- [10] Keum YT, Han BY. "Springback of FCC Sheet in Warm Forming". *Journal of Ceramic Processing Research*, 3(3), 159-165, 2002.
- [11] Moon YH, Kang SS, Cho JR, Kim TG. "Effect of Tool Temperature on the Reduction of the Springback of Aluminum Sheets". *Journal Materials Processing Technology*, 132(1-3), 365-368, 2003.