

KESME KALIPLARINDA AÇILI/EĞİMLİ ZİMBALARIN KESME KUVVETİNE ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Mustafa GÖKTAŞ^a, Abdulmecit GÜLDAŞ^b, Hakan GÜRÜN^b, Onur ÇAVUŞOĞLU^b

^a Gazi Üniversitesi Atatürk Meslek Yüksek Okulu Endüstriyel Kalıpcılık Bölümü

mustafagoktas@gazi.edu.tr Ankara/TÜRKİYE

^b Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü, Ankara/TÜRKİYE

aguldas@gazi.edu.tr, hgurun@gazi.edu.tr, onurcavusoglu@gazi.edu.tr

Özet

Otomotiv ve beyaz eşya sektöründe yaygın olarak kullanılmakta olan sac malzemelerin kesme kalıpları ile kesilmesi esnasında parça boyutlarına bağlı olarak kesme kuvveti artmaktadır. Bu durum, kesme hassasiyetinin bozulmasına, gerekli pres kuvvetinin artmasına, kalıp ve zımba ömrünün azalmasına sebep olmaktadır. Bu çalışmada, zımbanın kesme yüzeyine verilen açıların kesme kuvvetine ve ürün kalitesine etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Yapılan bu çalışmada, 0°, 2°, 4°, 8°, ve 16° olmak üzere 5 farklı açığa sahip 20 mm çapındaki zimbalar ve 0,08 mm 0,12 mm ve 0,16 mm olmak üzere 3 farklı kesme boşluklarına sahip dişi zımba (matris) kullanılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda zımbaya verilen eğim miktarı arttıkça batma derinliğinin arttığı ve kesme kuvvetinin 1/5 kata kadar azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Eğimli Zımba, Makaslama Kuvveti, Sac Malzemelerin Şekillendirilmesi

1. Giriş

Sac malzemelerin kesme kalıpları ile şekillendirilmesi özellikle otomotiv ve beyaz eşya endüstrisinde önemli bir yer tutmaktadır. Sac malzemelerindeki çeşitlilik kesme kalıplarının tasarım sürecini doğrudan etkilemektedir. Bunlardan biri de yüksek dayanımlı saclardır. Bu sac malzemelerin otomotiv endüstrisi başta olmak üzere kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır [1]. Sac malzemenin dayanımının artması kesme kalıpları ile işlenebilmesini daha da zorlaştırmaktadır. Bu zorluğun üstesinden gelebilmek için çeşitli çözümler bulunmakla beraber yeni yöntemler de araştırılmaktadır.

Kesme kuvvetini düşürmek için yapılan bir çalışmada zımba ve dişi kalıp açıldırılarak kesme kuvvetine olan etkisi incelenmiştir. Hazırlanan deney setiyle ortogonal kuvvetler ölçülmüştür. Yapılan deneyler sonucunda zımba açısı arttıkça kesme kuvvetinin azaldığı gözlenmiştir. Dişi kalıba verilen açının zımbaya verilen açı kadar etkili olmadığı da gözlenmiştir [2].

Mori ve arkadaşları tarafından yapılan bir başka çalışmada yüksek dayanımlı sac malzemeler ısıtılarak kesme dayanımları düşürülmüş daha sonra zımba ile kesilmiştir. Isıtma işlemi yerel olarak sadece kesme bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda kesme düzlüğünün ve kesme kalitesinin arttığı görülmüştür. Beraberinde de kesme yükü ve sac parça üzerindeki kırılma boyu azalmıştır [3,4].

Bir grup araştırmacının yaptığı bir çalışmada kesme boşluğu, kesme kuvveti, kesme düzlüğü ve malzeme kalınlığı arasındaki bağıntı incelenmiştir. Yapılan deneylere göre kesme boşluğu arttıkça

kesme kuvvetinin ve kesme kalitesinin azaldığı görülmüştür. Kesme boşluğunun da zımba üzerine etki eden kuvveti belirleyen temel faktörlerden biri olduğu sonucuna varılmıştır [5].

Yapılan bir başka çalışmada sac malzeme sertliği ile kesme kuvveti arasındaki ilişki üzerinde durulmuş ve kalıp malzemelerinin yapılacak sertleştirme işlemleri ile aynı takım ömründe çok daha sert sac malzemelerin kalıplanabileceği belirtilmiştir [6].

Değişik kalıp malzemeleri kullanılarak yapılan deneysel bir çalışmada kalıbın aşınma dirençleri incelenmiştir. Aşınmada ki en önemli parametrenin malzeme sertliği olduğu sonucuna varılmıştır [7].

Genel olarak sert sac malzemelerinin şekillendirilmesinde kullanılan en yaygın yöntemlerden biri sac malzemelerin ısıtılarak şekillendirilmesidir [3,4,8,9]. Ancak ısıtma işlemi klasik kalıplama sistemlerine ek olarak ısıtma sistemlerinin de tasarım sürecine katılmasını gerektirmekte ve kalıp maliyetlerini artırmaktadır.

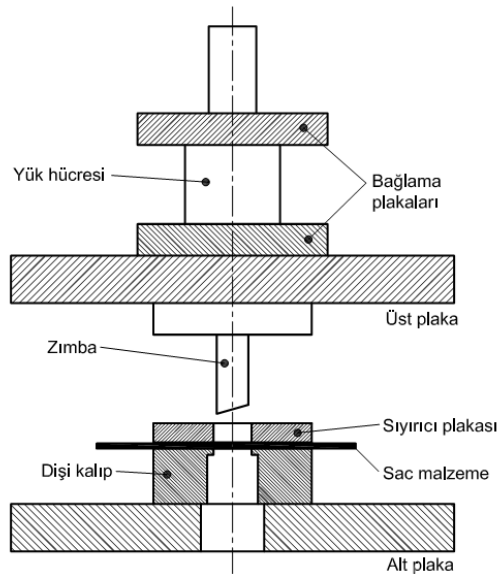
Yapılan bu çalışmada ise değişik açılara sahip zımbalarla kesme kuvvetinin düşürülmesi amaçlanmıştır. Zımbalar aılandırılmak suretiyle kesme işlemi belirli bir sürece yayılarak kesme kuvveti dşrlmştir. Önerilen bu yöntemde kesme kalıpları üzerinde çok büyük değişiklikler yapılmasına ihtiyaç duyulmamaktadır. Basitçe uygulanabilen pratik bir yöntemdir.

2. Materyal ve metot

Yapılan deneylerde malzeme olarak imalat endüstrisinde olduğu yaygın kullanılan, 1 mm kalınlığında DKP sac malzeme kullanılmıştır. Çizelge 1’ de DKP sac malzemesinin mekanik ve kimyasal özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 1. Deney malzemesinin mekanik ve kimyasal özellikleri [10]

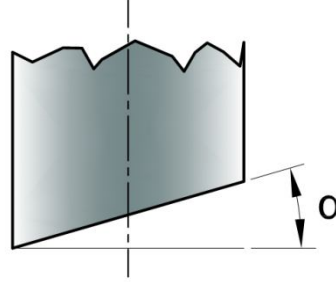
Malzeme	Akma Dayanımı (σ_a) N/mm ²	C	P	Cu	S	Mn
DIN EN 10130-DC01	286	0,12	0,045	0,25	0,45	0,60



Şekil 1. Kalıp seti ve yk hücresinin kalıba montajı

Deneyler dikey hız kontrollü hidrolik pres tezgahında gerçekleştirilmiştir. Kesme kalıbına bağlanan bir yük hücresi ile kesme esnasında oluşan dik kuvvet ölçülmüştür. Yük hücresinin kesme kalıbına bağlantı durumu Şekil 1’ de gösterilmiştir. Yük hücresinden gelen sinyaller bir amplifikatör aracılığıyla yükseltılarak analog-dijital dönüştürücüye ve oradan da bir bilgisayara aktarılmıştır. Yapılan kalibrasyon ile yük hücresinin oluşturduğu voltaj değişimlerine karşılık gelen kuvvet miktarları belirlenmiştir.

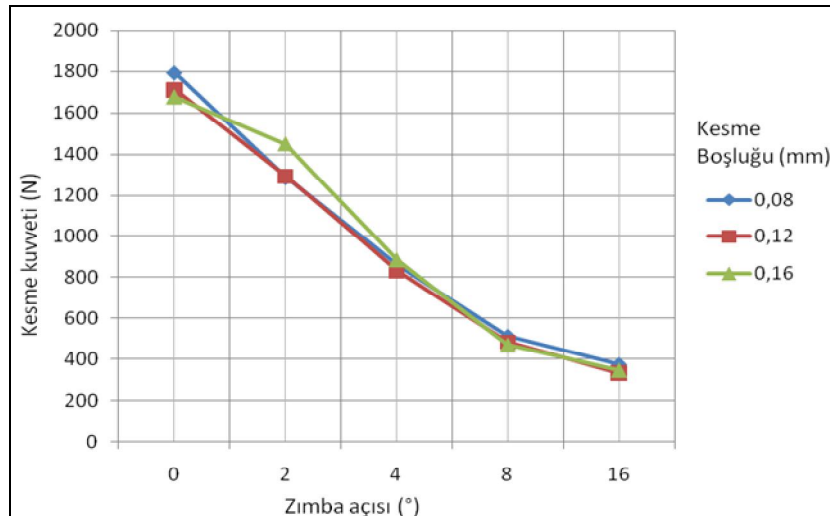
Yapılan deneylerde 0° , 2° , 4° , 8° ve 16° olmak üzere 5 farklı açıda zimbalar kullanılmıştır (Şekil 2). 20 mm çapındaki zimbalar için kesme boşluğu 0,08-0,12-0,16 mm olarak belirlenmiştir. Her bir parametre grubu için en az dörder deney yapılarak ortalama değerler kullanılmıştır.



Şekil 2. Zimba açısı α . $\alpha=0^\circ$, 2° , 4° , 6° , 8° ve 16°

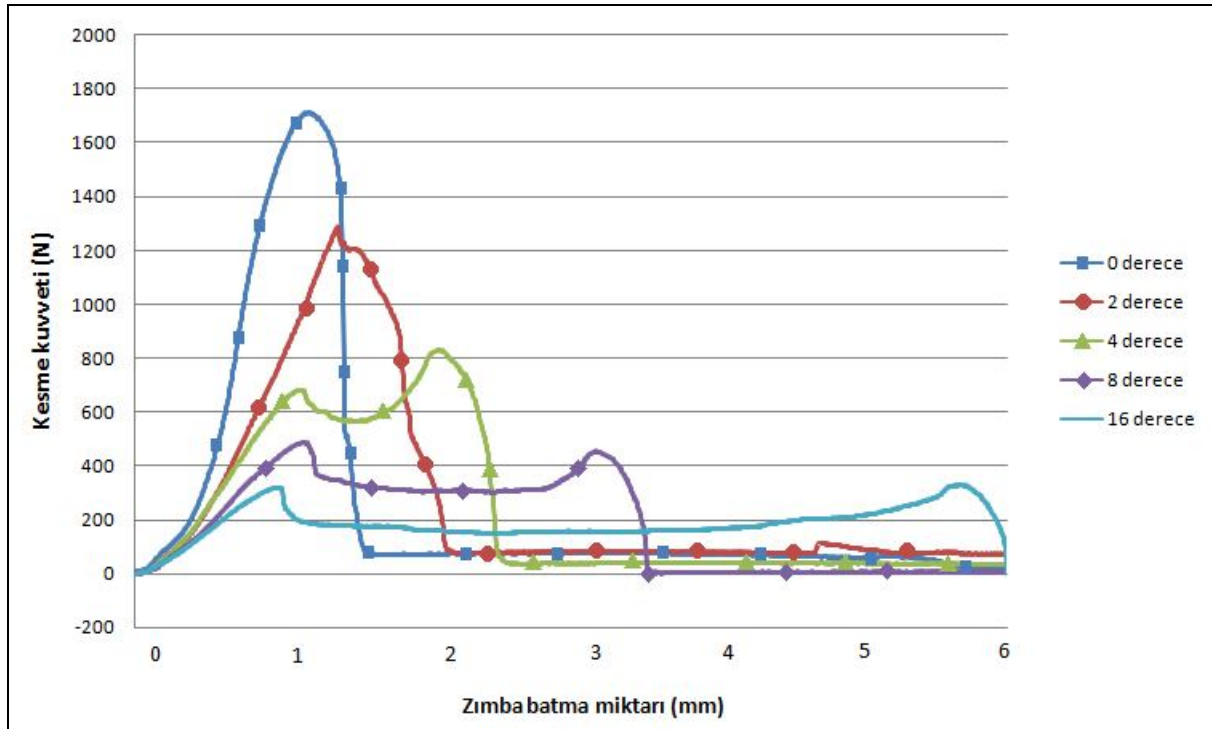
3. Deney sonuçları

Şekil 3’ de beş farklı açıda yapılan kesme işlemlerinde elde edilen maksimum kesme kuvvetlerinin grafiği görülmektedir. Zimba açısı arttıkça kesme kuvveti önemli ölçüde düşmektedir. Zimba açısının $\alpha=16^\circ$ de kesme kuvvetinin yaklaşık olarak 5 kat azaldığı tespit edilmiştir. Farklı kesme boşluklarında zimba açısına bağlı kesme kuvvetinin düşme oranları birbirlerine oldukça yakındır. Şekil 3 de verilen grafikten de görüldüğü gibi, zimba açısı $\alpha=0^\circ$ den $\alpha=16^\circ$ ye artırıldığında kesme kuvveti yaklaşık 1800 N dan 400 N değerlerine düşmektedir. Ancak, kesme boşluğu 0,08 mm den 0,16 mm ye çıktığında ise kesme kuvveti yaklaşık 100 N civarında ya da daha az düşmektedir. Buna göre, kesme kuvvetinin oluşumunda zimba açısının kesme boşluğundan çok daha etkin olduğu görülmektedir. Ayrıca, Şekil 3’den anlaşılacağı üzere, zimba açısı $\alpha=8^\circ$ den $\alpha=16^\circ$ ye çıktığında kesme kuvvetinin eğiminin düştüğü anlaşılmaktadır. Bu eğim farkının muhtemel sebebinin sac kalınlığına bağlı olarak düştüğü düşünülmektedir.



Şekil 3. Kesme kuvveti ve zimba açısı ilişkisi

Şekil 4' de 0,12 mm kesme boşluğuyla yapılan kesme süreçleri grafik olarak gösterilmiştir. Grafikte kesme kuvvetinin batma miktarına bağlı olarak değişimi görülmektedir. Şekilde grldğu gibi zımba açısı arttıkça kesme süreci ve batma miktarı artmakta bunun yanında kesme kuvveti düşmektedir. Yani zımbalara aı verildiği için kesme işlemi belirli bir sürece yayılmıştır. 0° lik zımbada kesme işlemi zımbanın 1 mm lik saca batması için gerekli olan zaman aralığı kadar gerekleşiirken, açılı zımbalarda kesme süresi zımba açısıyla beraber arttığı Şekil 4'de görülmektedir. Kesme seyri incelendiğinde ilk batmadan sonra kesme kuvveti azalmakta bir süre yakın değerlerde devam etmektedir. Her bir zımba açısı değerinde farklı olmakla beraber batma aşamasında en büyük kesme kuvveti oluşmakta daha sonra ise makaslama etkisi ile sac malzeme kesilmeye devam etmekte ancak anlık kesilen evre uzunluğu azaldığı için kesme kuvveti bir miktar düşmektedir. Makaslama aşaması çevresel olarak devam ettiği için zımba açısına bağlı olarak kesme kuvveti yatay olarak devam ettikten sonra çevresel kesme tamamlanınca kuvvet de tekrar düşmektedir. Kesme işlemi bittikten sonra kuvvet sıfır noktasına düşmemekte, zımba ile sac malzeme arasındaki sürtünmeden dolayı zımba sacdan ayrılanaya kadar küçük de olsa bir miktar kuvvetin oluştuğu gözlenmiştir. Kesme kuvveti $\alpha=8^\circ$ ye kadar etkili bir şekilde düşmekte ve 8° den sonra kesme kuvvetindeki düşme etkisi azalmaktadır. Zımba açılarının etkisiyle birlikte kesme işlemi anlık olmadığı için kesme vurunulları da nlenmiştir. Bunun yanında kesme bölgesinde sac malzemede ve kesilip ayrılan parçada da zımba açısına bağlı olarak eğilme (deformasyon) olduğu görülmektedir. Kalıpcılık açısında elde edilen ürün ya da kesilen sac malzemede ki deformasyon istenmeyen bir durum olup delme işleminde değil ama kesme işleminde üretilen ürünlerin geometrik yapısının bozulması ya da çarpılması şeklinde bir olumsuz sonuç oluşmaktadır.



Şekil 4. 0,08 mm kesme boşluğunda zımba batma miktarı ve kesme kuvveti ilişkisi

4. Sonuç ve neriler

Gerçekleştirilen bu çalışmada delme kesme kalıplarında sert sac malzemeler için kesme kuvvetinin düşürülmesi amaçlanmıştır. Bunun için zımbalara aı vererek kesme sürecinin uzatılarak kesme kuvvetinin düşürülmesi önerilmektedir. Yapılan deneylerde zımbalara 0°, 2°, 4°, 8°, 16° lik aılar verilmiş ve 0,08mm, 0,12mm, 0,16mm kesme boşlukları ile kesme işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Deneyler sonucun da kesme kuvvetinin 1/5 kata kadar düşürüldüğü tespit edilmiştir. Kullanılan parametreler arasında kesme kuvvetini belirleyen en önemli olanının zımba açısı olduğu belirlenmiştir. Kesme boşluğunun artmasıyla çok etkili olmamakla beraber kesme kuvveti de düşmektedir. Çalışmada kullanılan yöntem ile kesme kuvveti etkin ve pratik bir şekilde dşrlmştir. Zımba açılarının etkisi ile aı arttıķça kesilip koparılan parça üzerindeki eğilme etkisi delme kalıpları için sorun olmasa bile kesme kalıpları için olumsuz etki yaratacağından bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun için zımbaya verilen aı kesilen parça üzerindeki deformasyon miktarını belirleyeceğinden zımbaya verilecek aı miktarı makul değerde tutulmalıdır. Kullanılan bu yöntemde zımbanın dayanımındaki değişim ve takım aşınmaları da incelenerek optimum zımba açısı belirlenebilir. Zımbaya verilecek tek yönlü aı dik kesme kuvvetinden başka yanal kuvvetleri de oluşturacağından zımbalar yanal kuvvetleri dengeleyecek biimde aılandırılmalıdır.

Kaynaklar

- [1] X.Z. Wang, S.H. Masood, Investigation of die radius arc profile on wear behaviour in sheet metal processing of advanced high strength steels, *Materials and Design* 32 (2011) 1118–1128
- [2] A. Mackensen, M. Golle, R. Golle, H. Hoffmann, Experimental investigation of the cutting force reduction during the blanking operation of AHSS sheet materials, *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 59 (2010) 283–286
- [3] K. Mori, S. Saito, S. Maki, Warm and hot punching of ultra high strength steel sheet, *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 57 (2008) 321–324
- [4] K. Mori, T. Maeno, S. Fuzisaka, Punching of ultra-high strength steel sheets using local resistance heating of shearing zone, *Journal of Materials Processing Technology* 212 (2012) 534–540
- [5] Zafer Tekiner, Muammer Nalbant, Hakan Gurun, An experimental study for the effect of different clearances on burr, smooth-sheared and blanking force on aluminium sheet metal, *Materials and Design* 27 (2006) 1134–1138
- [6] M.D. Gram, R.H. Wagoner, Fineblanking of high strength steels: Control of material properties for tool life, *Journal of Materials Processing Technology* 211 (2011) 717–728
- [7] Omer Necati Cora, Muammer Koc, Experimental investigations on wear resistance characteristics of alternative die materials for stamping of advanced high-strength steels (AHSS), *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 49 (2009) 897–905
- [8] Hyunwoo So a, Dennis Faßmann, Hartmut Hoffmann, Roland Golle, Mirko Schaper, An investigation of the blanking process of the quenchant boron alloyed steel 22MnB5 before and after hot stamping process, *Journal of Materials Processing Technology* 212 (2012) 437–449
- [9] Malek Naderi, Mostafa Ketabchi, Mahmoud Abbasi, Wolfgang Bleck, Semi-hot Stamping as an Improved Process of Hot Stamping, *J. Mater. Sci. Technol.*, 2011, 27(4), 369-376
- [10] Erdemir rn kataloğu, 2012
http://www.erdemir.com.tr/images/urun_hizmetler/Katalog12_01_2012TR.pdf