

Otomotiv Mühendisliğinde Yenilikçi Teknolojiler, Performans Çözümleri ve Geleceğin Sistemleri

Editör
Hasan Köten

BİDGE Yayınları

Otomotiv Mühendisliğinde Yenilikçi Teknolojiler, Performans
Çözümleri ve Geleceğin Sistemleri

Editör: Prof. Dr. Hasan Köten

ISBN: 978-625-372-587-7

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 25.12.2024

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltape Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İçindekiler

Zorlu Su Geçişlerinde Askeri Araç Performans Testi ve Teknik Çözümleri.....	5
Yunus AYZSEVEN.....	5
Askeri Araçlarda RunFlat Sistemi ve Performansı	18
Yunus AYZSEVEN.....	18
Autonomous Vehicles: Systems, Technologies and Sensors.....	34
Gökhan ÖZTÜRK	34
Selahattin Barış ÇELEBİ.....	34
Ömer Ali KARAMAN	34
Araç Motoru Soğutma Performans Testlerinde Termostat Müdahalesinin Etkisi.....	82
Bekir Samed ŞAHİN	82
Askeri Bir Araç Üstyapısında Yüksek Sıcaklık Etkisinin Gözlemlenmesine Yönelik Prosedürel Yaklaşımlar.....	97
Esra GÜL GÜRBÜZ	97
Structural Integrity and Fatigue Resistance of High-Pressure Closure Systems: A Study Based on ASME Sec VIII Div.2	120
İbrahim Kerem KOYUNCUOĞLU	120
Savunma Sanayii Prototip Araç İmalat Süreçlerinde Çevik Proje Yönetim ve Çevik Üretim Metodolojisi.....	178
İbrahim Kerem KOYUNCUOĞLU	178
Otonom Sürüş Sistemleri ve Askeri Lojistik Araçlarına Uygulanması	210
Mustafa Akay SARIOĞLAN	210
Korelasyon Katsayılarının İçten Yanmalı Motor Araştırmalarında Kullanımı, Önemi ve Güncel Çalışmalar	238

Mustafa Deniz ALTINKURT	238
Sac Metal Şekillendirme Prosesleri	251
Umut Fırat ŞAHİN	251
Hakkı ÖZER.....	251
Eslem ŞAHİN.....	251
Hidrojen Yakıt Pili Elektrikli Araçların CO ₂ Salınımı Açısından İncelenmesi	278
Mustafa ÇAVLI.....	278
Eylem YILMAZ ULU.....	278

BÖLÜM X

Sac Metal Şekillendirme Prosesleri

Umut Fırat ŞAHİN¹
Hakkı ÖZER
Eslem ŞAHİN

1. Giriş

Sac metal şekillendirme, otomotivden havacılığa, beyaz eşyadan inşaat sektörüne kadar geniş bir yelpazede modern endüstrinin temel taşlarını oluşturmaktadır. Sac metal şekillendirme, sac levhalara (Şekil 1) farklı yöntemlerle istenilen geometrik

¹ Yüksek Lisans, Bursa Uludağ Üniversitesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü & Coşkunöz Kalıp Makine, Sac Proses Uzmanı, Bursa/Türkiye, Orcid: 0009-0004-5368-4597, umutfiratsahin@gmail.com

² Dr. Öğr. Üyesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, Bursa/Türkiye, Orcid: 0000-0003-0951-8490, hakkiozer@uludag.edu.tr

³ Öğr. Gör., Mudanya Üniversitesi, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü/Otomotiv Teknolojisi Programı, Bursa/Türkiye, Orcid: 0000-0002-0067-0931, eslem.sahin@mudanya.edu.tr

formların verilmesi işlemidir. Malzeme, mekanik, tasarım ve üretim mühendisliğinin ortak noktasını oluşturmaktadır. Bu teknoloji, yüksek hacimli üretimlerde hassas, dayanıklı, düşük maliyetli ve yüksek performanslı parçaların üretilmesini sağlayarak endüstriyel üretimin verimliliğine ve rekabetçiliğine önemli katkılar sunar.



Şekil 1: Şekillendirmeye hazırlanan sac metal levha.

Sac metal şekillendirmenin önemi, nihai ürünlerin kalitesiyle birlikte üretim süreçlerinin optimizasyonu, malzeme kullanımının etkinliği ve çevresel sürdürülebilirlik açısından da kritik bir faktördür. Hafif ve dayanıklı parçaların üretimi, özellikle otomotiv ve havacılık sektörlerinde yakıt verimliliğinin artırılması ve emisyonların azaltılması hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynar (Cooper, Rossie & Gutowski, 2017a; Doege, Kulp&Sunderkötter, 2002a).

Üretim sürecinin başarısı, birden fazla faktörün dikkatli bir şekilde ilerlemesine bağlıdır. Bunlar arasında malzeme seçimi, parça

kaynak bölgesinde çatlaklar oluşması riskini artırabilir. Bu nedenle, özel kaynak yöntemleri (örneğin, lazer kaynağı, direnç kaynağı) ve dikkatli proses kontrolü gerektirebilir. Ayrıca, kaynak sonrası ısıl işlem de gerekebilir (Perka ve a., 2022).

- **Geri Dönüştürme Zorlukları:** Farklı alaşım elementleri içeren bazı ileri çelik türlerinin geri dönüştürülmesi, geleneksel çeliklere göre daha karmaşık olabilir. Bu, geri dönüşüm süreçlerinin optimize edilmesini ve yeni geri dönüşüm teknolojilerinin geliştirilmesini gerektirebilir (Hegab vd., 2023; Jayawardane vd., 2023; Lodha vd., 2023).

Sonuç olarak ileri çelikler, birçok avantaj sunmalarına rağmen, bazı dezavantajları da beraberinde getirir. Bu nedenle, bir uygulama için doğru çelik türünün seçimi, maliyet, performans, şekillendirme ve kaynaklanabilirlik gibi faktörlerin dikkatlice değerlendirilmesini gerektirir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, ileri çeliklerin maliyetlerinin düşmesi ve üretim zorluklarının aşılması beklenmektedir. Bu da bu malzemelerin daha da yaygınlaşmasına yol açacaktır.

5. SONUÇ

Sac şekillendirme proseslerinde başarıyı yakalamak ve hem kaliteyi artırmak hem de maliyetleri düşürmek için bir dizi en iyi uygulamanın hayata geçirilmesi kritik önem taşımaktadır. Bu uygulamaların başında, şekillendirme sürecinin temelini oluşturan doğru malzeme seçimi gelmektedir. Malzemenin mukavemeti, esnekliği ve korozyon direnci gibi özelliklerinin dikkate alınması, sürecin başarısını doğrudan etkilemektedir. Bunun yanı sıra, yüksek

kaliteli ve doğru kalibre edilmiş alet ve ekipman kullanımı da hassasiyet ve verimliliği artırırken, dñzenli bakım ve kalibrasyon da bu etkinin sñrekliliđini sağlamaktadır. Sñreç boyunca sıcaklık, basınç, sñrtñnme, yağlama ve hız gibi parametrelerin sñrekli izlenmesi ve kontrol edilmesi, tutarlı sonuçlar elde etmeyi sağlar. Gñnñmñzde bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve mñhendislik (CAE) yazılımları sayesinde şekillendirme işlemlerini simñle etmek ve optimize etmek mñmkñn hale gelmiştir. Bu sayede, potansiyel hataları en aza indirerek maliyetler dñřñrñlmektedir.

REFERANSLAR

Baluch, N., Mohamed Udin, Z. & Sobry Abdullah, C. (2014). Advanced High Strength Steel in Auto Industry: an Overview. *Engineering, Technology & Applied Science Research*. 4(4).

Bruschi, S., Cao, J., Merklein, M. & Yanagimoto, J. (2021). Forming of metal-based composite parts. *CIRP Annals*, 70(2), 567-588. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.05.009>.

Cinar, Z., Asmael, M., Zeeshan, Q. & Safaei, B. (2021). Effect of Springback on A6061 Sheet Metal Bending: A Review. *Jurnal Kejuruteraan*, 33(1), 13-26. [https://doi.org/10.17576/jkukm-2020-33\(1\)-02](https://doi.org/10.17576/jkukm-2020-33(1)-02).

Cooper, D. R., Rossie, K. E. & Gutowski, T. G. (2017). The energy requirements and environmental impacts of sheet metal forming: An analysis of five forming processes. *Journal of Materials Processing Technology*, 244, 116-135. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2017.01.010>.

Demeri, M. Y. (2013). *Advanced High-Strength Steels: Science, Technology, and Applications*. ASM International.

Doege, E., Kulp, S. & Sunderkötter, C. (2002). Properties and application of TRIP-steel in sheet metal forming. *Steel Research*, 73(6-7), 303-308. <https://doi.org/10.1002/srin.200200213>.

Firat, M., Kaftanoglu, B. & Eser, O. (2008). Sheet metal forming analyses with an emphasis on the springback deformation. *Journal of Materials Processing Technology*, 196(1-3), 135-148. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2007.05.029>.

Hattalli, V. L. & Srivatsa, S. R. (2018). Sheet Metal Forming Processes-Recent Technological Advances. *Materials Today: Proceedings*. 5:2564-2574.

Hegab, H., Khanna, N., Monib, N. & Salem, A. (2023). Design for sustainable additive manufacturing: A review. *Sustainable Materials and Technologies* (35). <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2023.e00576>.

Hilditch, T. B., de Souza, T. & Hodgson, P. D. (2015). Properties and automotive applications of advanced high-strength steels (AHSS). *Welding and Joining of Advanced High Strength Steels (AHSS)* (ss. 9-28). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-85709-436-0.00002-3>.

Hosford, W. F. & Caddell, R. M. (2011). *Metal Forming: Mechanics and Metallurgy* (4. bs). Cambridge University Press.

Ikonnikov, D. A. & Semenov, I. E. (2020). Thin sheet metal forming with composite material. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 734(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/734/1/012070>.

Ingarao, G., Di Lorenzo, R. & Micari, F. (2011). Sustainability issues in sheet metal forming processes: An overview. *Journal of Cleaner Production*, 19(4), 337-347. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.10.005>.

Ismail, A., & Mohamed, M. S. (2016). *Review On Sheet Metal Forming Process Of Aluminum Alloys*. Proceedings of the 17th Int. AMME Conference, 19-21 April.

Jayawardane, H., Davies, I. J., Gamage, J. R., John, M. & Biswas, W. K. (2023). Sustainability perspectives – a review of additive and subtractive manufacturing. *Sustainable Manufacturing and Service Economics*, 2, 100015. <https://doi.org/10.1016/j.smse.2023.100015>.

Kim, S. B., Huh, H., Bok, H. H. & Moon, M. B. (2011). Forming limit diagram of auto-body steel sheets for high-speed sheet metal forming. *Journal of Materials Processing Technology*, 211(5), 851-862. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2010.01.006>.

Le Port, A., Thuillier, S. & Manach, P. Y. (2011). Characterization of surface defects after flanging of metallic sheets. *Journal of Materials Processing Technology*, 211(12), 2062-2071. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2011.07.004>

Li, W. & Siegmund, T. (2002). An analysis of crack growth in thin-sheet metal via a cohesive zone model. *Engineering Fracture Mechanics*. 69: 2073–2093.

Liu, Z., Cheng, K. & Peng, K. (2022). Exploring the deformation potential of composite materials processed by incremental sheet forming: a review. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 7-8 (118): 2099-2137. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-08081-4>.

Lodha, S., Song, B., Park, S. I., Choi, H. J., Lee, S. W., Park, H. W. & Choi, S. K. (2023). Sustainable 3D printing with recycled materials: a review. *Çinde Journal of Mechanical Science and Technology*.11(35):5481-5507). Korean Society of Mechanical Engineers. <https://doi.org/10.1007/s12206-023-1001-9>.

López De Lacalle, L. N., Lamikiz, A., Muñoa, J., Salgado, M. A. & Sánchez, J. A. (2006). Improving the high-speed finishing of forming tools for advanced high-strength steels (AHSS). *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 29(1-2), 49-63. <https://doi.org/10.1007/s00170-004-2482-z>.

Pereira, R., Peixinho, N. & Costa, S. L. (2024). A Review of Sheet Metal Forming Evaluation of Advanced High-Strength Steels (AHSS). *Metals* 4(14). <https://doi.org/10.3390/met14040394>.

Pérez Caro, L., Schill, M., Haller, K., Odenberger, E. L. & Oldenburg, M. (2020). Damage and fracture during sheet-metal forming of alloy 718. *International Journal of Material Forming*. 13(1), 15-28. <https://doi.org/10.1007/s12289-018-01461-4>.

Perka, A. K., John, M., Kuruveri, U. B. & Menezes, P. L. (2022). Advanced High-Strength Steels for Automotive Applications: Arc and Laser Welding Process, Properties, and Challenges. *Metals*. 6(12). <https://doi.org/10.3390/met12061051>.

Pimenidis, E. & Jayne, C. (Ed.). (2018). *Engineering Applications of Neural Networks* (C. 893). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-98204-5>

Ramezani, M. & Ripin, Z. M. (2012). Analysis of deep drawing of sheet metal using the Marform process. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 59(5-8), 491-505. <https://doi.org/10.1007/s00170-011-3513-1>.

Anket, O., Koruvatan, T., Ay, İ. (2011). Sac Malzemelerin Şekillendirilmesinde Şekillendirme. *Journal of Polytechnic*. 1(14):39-47. <https://doi.org/10.2339/2011.14.1, 39-47>.

Samei, J., Salib, Y., Amirmaleki, M. & Wilkinson, D. S. (2019). The role of microstructure on edge cracks in dual phase and quench and partitioning steels subject to severe cold rolling. *Scripta Materialia*, 173, 86-90. <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2019.08.012>

Shaw, J., Chen, M., & Watanabe, K. (2001). Metal Forming Characterization and Simulation of Advanced High Strength Steels. *Journal Of Materials And Manufacturing*. 110: 926-935.

Teng, Z. K., & Chen, X. M. (2014). Edge cracking mechanism in two dual-phase advanced high strength steels. *Materials Science and Engineering: A*, 618, 645-653. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2014.06.101>.

Tisza, M. (2013). Advanced Materials in Sheet Metal Forming. *Key Engineering Materials*, 581, 137-142. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.581.137>.

Hosford, W. F. & Duncan, J. L. (1999). Tutorial Aluminum Fabrication. *Aluminum Fabrication*. www.tms.org/pubs/journals/JOM/9911/.

Wang, K., Luo, M. & Wierzbicki, T. (2014). Experiments and modeling of edge fracture for an AHSS sheet. *International Journal of Fracture*, 187(2), 245-268. <https://doi.org/10.1007/s10704-014-9937-5>.

Welo, T., Ringen, G. & Ma, J. (2020). An overview and evaluation of alternative forming processes for complex aluminium products. *48th SME North American Manufacturing Research*

Conference.

48,

82-89.

<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.05.022>

Zhang, S. H., Chen, S. F., Ma, Y., Song, H. W., & Cheng, M. (2015). Developments of New Sheet Metal Forming Technology and Theory in China. *Acta Metallurgica Sinica (English Letters)*, 28(12), 1452-1470. <https://doi.org/10.1007/S40195-015-0345-2>