

EKSTRÜZYON TİPİ DÖVME PROSESİNDE KONİK KALIP AÇISININ DEFORMASYONA ETKİSİ

Simay SARIKAYA^{1*}, Saim KURAL¹

Accepted: 2020-12-15

DOI: 10.47118/somatbd.750470

ÖZET

Ekstrüzyon işlemi silindir bir numuneye yüksek bir kuvvet uygulanarak numuneden daha küçük kesit alanına sahip kovandan geçirilerek çapının küçültülmesidir. Kullanım yeri olarak genelde metal endüstrisidir. Düz ve uzun boruların üretimi için bu işlem tercih edilir. Yüksek kuvvetler uygulandığı için yüksek sıcaklıklarda üretimi yapılır.[1] Ekstrüzyon işleminde birçok önemli faktör vardır. Bunlardan biri kalıp tasarımıdır. Yüzey pürüzlülüğü ve homojen deformasyon açısından önemlidir. Ekstrüzyonda düzey yüzeyli kalıp ve konik girişli kalıp olarak 2 tip ekstrüzyon kalıbı çeşidi vardır. Konik girişli kalıpta kalıp açısının küçülmesi deformasyonun homojenliğini arttırmaktadır. Bu amaçla bu bildiride farklı açılardaki konik girişli kalıbın aynı tip numunedeki deformasyon etkisi araştırılmıştır. Simufact programı kullanılarak hidrolik preste numune malzemesi kurşun malzemesi seçilerek gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak numunedeki deformasyon birbiriyile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekstrüzyon tipi dövme, Deformasyon, Konik Girişli Kalıp

SUMMARY

The extrusion process is the reduction of the diameter of a cylinder sample by applying a high force through the sleeve with a smaller cross-sectional area. Generally, it is the metal industry. This process is used in the production of a straight and long pipes. It is produced at high temperatures compared to high forces. There are many important factors in the extrusion process. One of them is mold design. It is important in terms of surface roughness and homogeneous deformation. In extrusion, there are 2 types of extrusion molds as level surface mold and conical inlet mold. The reduction of the angle of the mold in the mold with conical inlet increases the homogeneity of the deformation. For this purpose, in the paper, the deformation effect of the tapered die with different angles in the same type of sample was investigated. Using the Simufact program the sample material in the hydraulic pres was selected by selecting the lead material. As a result, the deformation in the sample was compared with each other.

Keywords: Extrusion type forging, Deformation, Conical Entry Mold.

^{1*} Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Manisa. İletişim Adresi: sarikayasimay@gmail.com İletişim Numarası: 05445822610

¹ Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Manisa. İletişim Adresi: saimkural@gmail.com İletişim Numarası: 05355780580

1. GİRİŞ

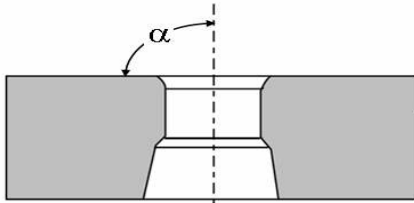
Ekstrüzyon silindirik bir iş parçasının bir itici sayesinde kuvvet uygulanarak daha az kesitli bir kalıptan geçirilmesi olarak tanımlanan bir plastik şekillendirme işlemidir. Düz ve uzun borular üretilebileceği gibi, karmaşık biçimlerde ürünler de bu proses sayesinde üretilebilir. Otomotiv, havacılık ve uzay endüstrisinde kullanılan karmaşık parçaların bir kısmı ekstrüzyon tipi dövme prosesleriyle imal edilmektedir.

Eğer kalıp ölçüleri numune için uygunsa tek seferde istenilen ürün ortaya çıkar ve bu ürün en az çatlak oluşumu açısından uygun kalıptan ötürü diğer plastik şekillendirme işlemlerine göre daha avantajlıdır.

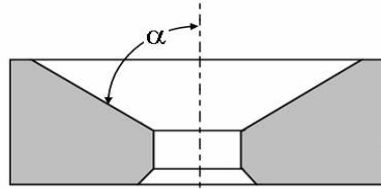
Ürün çıkışında deformasyonlar oluşabileceği ve yüksek sıcaklıklarda işlem görüldüğü için malzemenin dayanıklı olması gerekir. Paslanmaz çelik, nikel esaslı alaşımlar en uygun malzemelerdir.

Direk ekstrüzyonun tanımı şu şekildedir; kalıp ve kovan sabit, metal numunenin bir itici yardımıyla kalıba doğru itilmesi ile gerçekleştirilen plastik şekil değiştirme işlemidir.[2]

Ekstrüzyon kalıplarının düz yüzeyli kalıp ve konik girişli kalıp olarak 2 çeşidi vardır. Şekil 1 ve şekil 2’de kalıp çeşitleri mevcuttur.



Şekil 1: Düz Yüzeyli Kalıp.



Şekil 2: Konik Yüzeyli Kalıp.

Düz yüzeyli kalıplarda kalıp açısı metalin şeklini değiştirmez. Konik girişli kalıpların girişleri keskin olduğu için iyi bir yağlayıcı ile deformasyon en aza indirilebilir. Konik girişli kalıpta kalıp açısı deformasyon homojenliği ve ekstrüzyon basıncı ile doğru orantılıdır. Kalıp açısının artması ile kalıpta sürtünmenin oluşma ihtimali vardır. Ekstrüzyon işlemi için en uygun kalıp yarım açısı (α), 45-60 derece arasındadır. [3]

Ekstrüzyon tipi dövme işlemi pratikliğinden ötürü sanayi alanında kullanımı yaygındır. Pratikte yaygın olmasından dolayı teorik olarak yapılan çalışmalarda da çalışma alanı geniştir. Konu ile ilgili literatürdeki ilk çalışma Kudo tarafından yapılmıştır. Kudo düzlem genleme hali için ekstrüzyon dövme prosesini incelemiş ve bir üst sınır çözümü geliştirmiştir.[4] Sonlu elemanlar modeli yardımıyla yapılan ekstrüzyon işleminde ürün kalitesi için birçok önemli faktör vardır. Bunlara malzeme akışı ve deformasyon kuvvetini etkileyen ekstrüzyon türü, ekstrüzyon hızı, ekstrüzyon sıcaklığı, sürtünme koşulları, kalıp tasarımı ve ekstrüzyon oranı sayılabilir.(Ayer 2012). [5] Azad-Noorani vd. (2005) sonlu elemanlar analizi kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada aynı özelliklere sahip ürün için konik ve eğrisel yüzeyli kalıpları karşılaştırmış. Doğrusal kalıplarda %12 daha yüksek ekstrüzyon kuvveti oluştuğu sonucuna varmışlardır.[6] Bakhshi- Jooybari vd. (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, konik ve

eğrisel kalıplar kullanılmıştır. Sonuç olarak kurşun ve alüminyum ekstrüzyonu sonlu elemanlar metodu ve üst sınır metodu kullanılarak analiz edilmiştir.[7] Gbenebor vd. (2013) Kalıp yarım açısının malzeme üzerinde etkilerini karşılaştırmıştır. Bunlar malzemenin deformasyon oranı, basma mukavemeti, maksimum ekstrüzyon basıncı ve enerji absorbe yeteneği üzerindeki etkisidir. Kalıp açısı ile maksimum ekstrüzyon basıncının orantılı olduğu, belli bir kalıp açısından sonra enerji absorbe yeteneğinin yükseldiği görülmüştür.[8] Wu ve Hsu farklı kalıp açıları ve geçiş radyüslerine sahip kalıplar için teorik ve deneysel çalışmalar yapmışlardır.[9]

2. MATERYAL VE METOD

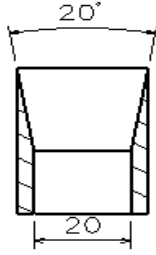
Çizimler için Catia programı, simülasyon için Simufact programı kullanılmıştır.

CATIA: Fransız şirketi tarafından üretilen bir yazılımdır. Türkçe anlamı bilgisayar destekli üç boyutlu interaktif kullanım'dır. Catia'nın amacı bir fikri operasyon aşamasına geçmeden önce ürün görselini ve gerekli imalat fazlarını görmemizi sağlamaktır. Otomotiv, uçak üretim sektörlerinde ve diğer simülasyon sektörlerinde kullanılabilecek uygun ve yeterli bir programdır. Üç boyutlu çizimin dışında gerilme analizi, statik ve dinamik analizler gibi analiz yapma özelliğe sahiptir.[10]

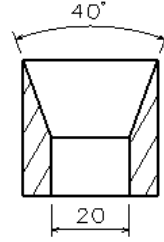
SIMUFACT: Metal şekillendirme, mekanik birleştirme, kaynak ve hızlı prototipleme uygulama alanları için özel olarak geliştirilmiş bir sonlu elemanlar yazılımıdır. Farklı analiz türleri için geliştirilmiş birçok programı kapsamaktadır. Şu prosesler simüle edilebilir; soğuk, ılık ve sıcak dövme, sıcak profile haddeleme, sac şekillendirme, Açık kalıpta dövme, kaynaklı birleştirme; sürtünme kaynağı, ısıl işlem. Şu parametreleri incelemek mümkün; şekillendirme kuvveti ve torkları. Parça üzerindeki; malzeme akışı, katlanma, kalıp doldurma, çapak, sıcaklık dağılımı, kalınlık değişimi, artık gerilme, sünek kırılma, sertlik, Kalıp üzerindeki; gerilme ve deformasyon dağılımı, sıcaklık dağılımı, aşınma dağılımı.

Simülasyon çalışmaları direkt ekstrüzyon tipi dövme işlemi göz önüne alınarak yapılmıştır. Bu amaçla 4 açı değeriyle konik girişli kalıp tasarlanmıştır. Bu açılar sırasıyla simetri çizgisiyle 10, 20, 30 ve 45 dereceli kalıplardır. Deney malzemesi için oda sıcaklığında pekleşmediği için kurşun seçilmiştir. 4 farklı simülasyonda kalıp açılarının etkisinin ön plana çıkması için bazı değerler sabit tutulmuştur. İtcinin ve kalıbın sıcaklığı 20 Celcius, numunenin sıcaklığı 60 Celcius, sürtünme katsayısı 0.07 Coulomb alınmıştır. Ayrıca 5 mm/sn hızlı hidrolik preste gerçekleştirilmiştir. Numune hepsinde aynı çubuk ölçüleri kullanılmıştır; 11 mm yarıçapında ve 15 mm uzunluğundadır.[11]

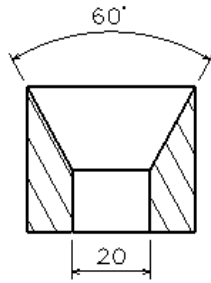
Kalıp ölçüleri aşağıdaki şekillerde sırayla verilmiştir.



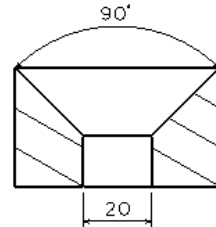
Şekil 3: 10° kalıbı.



Şekil 4: 20° kalıbı.



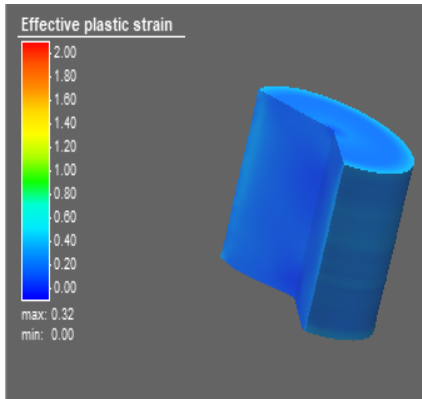
Şekil 5: 30° kalıbı.



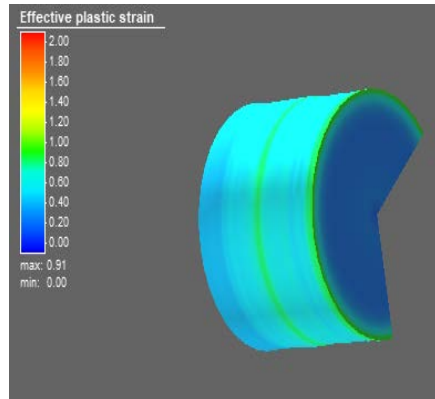
Şekil 6: 45° kalıbı.

3. SONUÇ

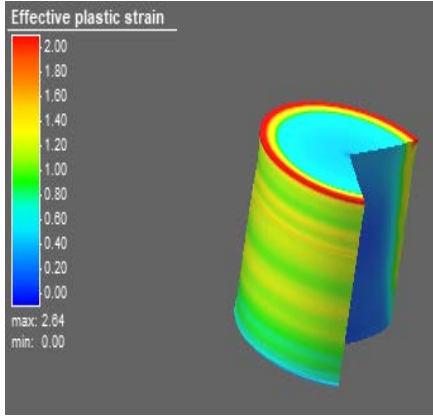
Simülasyon sonuçlarının görselleri aşağıdaki gibi verilmiştir. Karşılaştırma yapabilmek için deformasyon miktarı maksimum 2 minimum 0 olacak şekilde ayarlanmıştır.



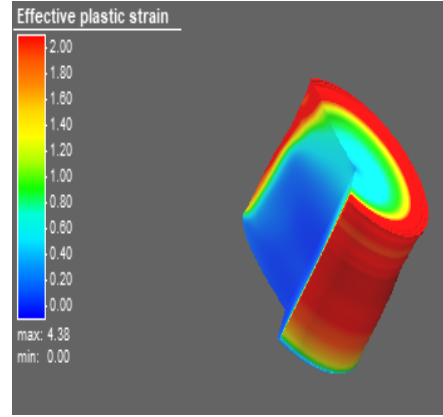
Şekil 7: 10° kalıbının deformasyonu.



Şekil 8: 20° kalıbının deformasyonu.



Şekil 9: 30° kalıbının deformasyonu.

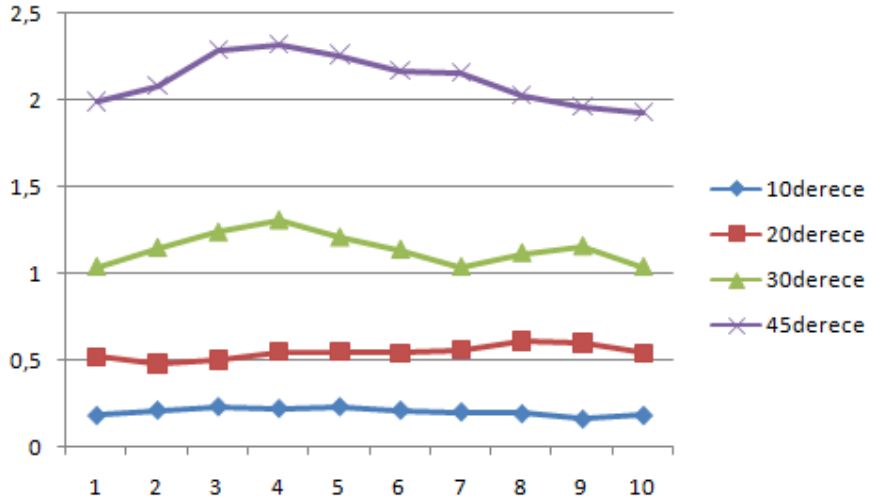


Şekil 10: 45° kalıbının deformasyonu.

Görsellerden açı arttıkça şekildeki deformasyonun arttığı gözlemlenmiştir. Net değerlere ulaşmak için kalıplar üzerinden 10 farklı değer alınmış ve karşılaştırma yapılmıştır.

Tablo 1: 5 Kalıp Üzerinden Alınan Değerler.

Nokta No.	10° kalıbı	20° kalıbı	30° kalıbı	45° kalıbı
1	0,18	0,52	1,04	1,99
2	0,21	0,48	1,15	2,08
3	0,23	0,50	1,24	2,29
4	0,22	0,55	1,31	2,32
5	0,23	0,55	1,21	2,26
6	0,21	0,54	1,14	2,17
7	0,20	0,56	1,04	2,16
8	0,19	0,61	1,12	2,03
9	0,16	0,60	1,16	1,96
10	0,18	0,54	10,4	1,93



Grafik 1: 5 Kalıp Üzerinden Alınan Değerlerin Grafiği.

- Ekstrüzyon ile ilgili verilerde kalıp açısının numunenin deformasyonu için önemli olduğu araştırıldı ve Simufact programında farklı kalıp açılarında aynı numuneye ekstrüzyon uygulandı.
- 3 boyutlu simülasyon programının sonuçlarına göre kalıp açısının artması numune üzerindeki deformasyonun artmasına sebep olmuştur. Kalıp açısı ve numune deformasyonu doğrusal orantılıdır. Kalıp açısının azaltmak numunenin hem iç şekil değişimi hem de dışındaki şekil değişimini en aza indirmek için önemli bir faktördür.
- 4. kalıptaki değerinin maksimum değer üzerine çıkması girilen değer deformasyon miktarı üzerinde yetersiz kalmasından dolayıdır. Kalıp açısının büyüklüğünün deformasyona katkısında önemli olduğu tekrar gözlemlenmiştir. Buradan yola çıkarak 45° kalıp açısının üzerine çıkıldığı zaman numune üzerinde ciddi deformasyonlar ve çatlaklar oluşabileceği öngörülmüştür.
- Ayrıca kalıp açısı arttıkça kalıp üzerindeki deformasyon değerlerinin homojenliğinin bozulduğu gözlemlenmiştir. İşlem sonrasında numuneden istenen pürüzsüzlüğe ulaşmak için başka işlemlerden de geçirilmesi gerekebilir.
- Bunlar göz önüne alınarak üretim esnasında kalıp açısının oldukça küçük tutulması numune, zaman, maliyet gibi birçok açıdan avantajlı olacaktır.

4. KAYNAKÇA

- [1] <http://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/302879>
- [2] <http://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/213852>
- [3] <https://www.academia.edu/33326686/EKSTR%C3%9CZYON>
- [4] Kudo, H., Some Analytical Experimental Studies of Axisymmetric Cold Forging and Extrusion, *Int. J. Mech. Sci.*, 1960; 2:71-117.
- [5] Ayer, Ö., (2012). “Düz Dişlilerin İmalat Yöntemi Optimizasyonu ve Analizler. Doktora Tezi”, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- [6] Azad-Noorani, M., Bakhshi-Jooybari, M., Hosseinipour, S.J., Gorji, A., (2005). “Experimental and numerical study of optimal die profile in cold forward rod extrusion of aluminum”, *J Mater Process Technol*, 164– 165:1572–1577.
- [7] Bakhshi-Jooybari, M., Saboori, M., Noorani-Azad, M., Hosseinipour, S.J., (2007). “Combined upper bound and slab method, finite element and experimental study of optimal die profile in extrusion”, *Mater Des*, 28, 1812–1818.
- [8] Gbenebor, O., Fayomi, O., Popoola, A. Inegbenebor, A., Oyawale, F., (2012). “Extrusion die geometry effects on the energy absorbing properties and deformation response of 6063-type Al–Mg–Si aluminum alloy”, *Results in Physics*, 3, 1–6.
- [9] Wu, C.Y., Hsu, Y.C., The Influence of Die Shape on the Flow Deformation of Extrusion Forging, *J. Mat. Pro. Tech.*, 2002, 124:67-76.
- [10] <https://www.3dcatia.com/programlar-hakkinda-bilgiler/catia-nedir-catia-ne-icin-kullanilir/>
- [11] <http://www.netformmetal.com/yazilimlar/simufact-welding>