

BiAS
MÜHENDİSLİK

2019

**SOĞUK DÖVME YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN ŞAFT
PARÇASININ, SONLU ELEMANLAR ANALİZİ İLE
İNCELENEREK KALIP ÖMRÜNÜN İYİLEŞTİRİLMESİ**

eKO
endüstri

Hazırlayanlar : Yaman GÜLER / Metalurji ve Malzeme Müh.
Engin YÖNDEM / Makine Müh.

İÇERİK

1.EKO ENDÜSTRİ

2.PLASTİK ŞEKİL VERME

3.SOĞUK DÖVME VE AVANTAJLARI

4.SONLU ELEMANLAR ANALİZİ VE ÖNEMİ

5.SOĞUK DÖVMEDE GÖZLENEN KALIP HASARLARI

6.DENEYSEL ÇALIŞMA

7.SONUÇ

1.EKO ENDÜSTRİ

Kuruluş ve Anten
Üretimi

DECATHLON

SOĞUK
DÖVME

IKEA

TASARIM
MERKEZİ

TEKNOYATIRIM
KOSGEB AR-GE

1999

2005

2008

2011

2017

2018

2019



e-eko
endüstri

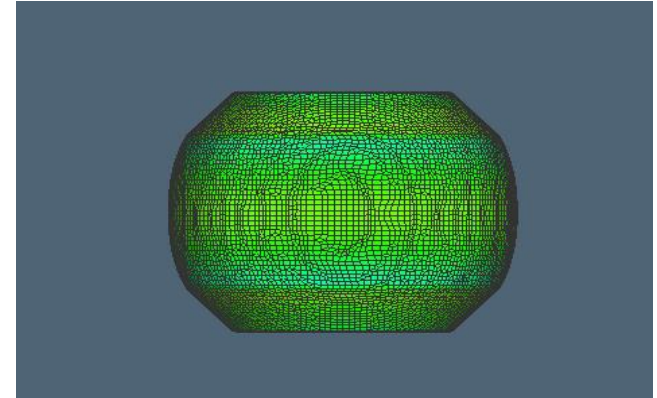
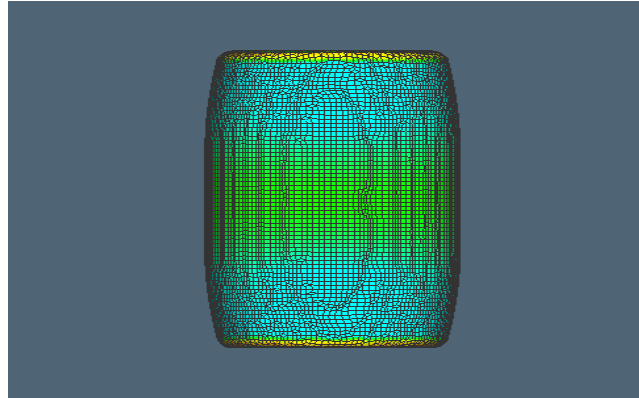
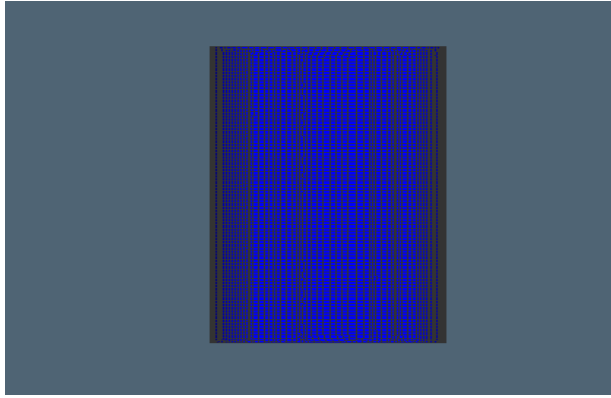


2. PLASTİK ŞEKİL VERME

- Metallerin katı halde kalıp olarak adlandırılan takımlar yardımıyla akma dayanımlarını aşan gerilmere maruz bırakılarak plastik deformasyonla şeklinin kalıcı olarak değiştirilmesidir.
- Plastik şekil vermek için iş parçasının dayanımı düşük ve sünekliği yüksek olmalıdır. Sıcaklık, şekillendirme hızı, pekleşme davranışı ve sürtünme gibi faktörler işlemin etkinliği açısından oldukça önemlidir.
- Plastik şekil vermenin temelleri: Başlangıç iş parçasının şekline bağlı olarak PŞV iki gruba ayrılır.
 - Hacimsel(Kütlesel/Yıgın) PSV İşlemleri: Haddeleme, Dövme, Ekstrüzyon, Tel/Çubuk Çekme
 - Sac PŞV İşlemleri: Kesme , Bükme/ Kıvrırma,Derin Çekme, Gerdirerek Şekillendirme

3.SOĞUK DÖVME

Belirli bir hacmi bulunan iş parçasının başlangıç kesitini farklı ölçüde kesite dönüştürmek amacıyla uygulanan ve uygulama esnasında iş parçasında hacim ve kimyasal kompozisyon değişikliğine sebep olmayan yöntemler, genel olarak plastik şekil verme yöntemleri olarak tanımlanmaktadır. Soğuk dövme yada soğuk şekillendirme, iş parçasının kalıplar içerisinde sıkıştırılarak, kalıpların formunu almasının sağlandığı plastik şekil verme yöntemidir.



3.SOĞUK DÖVME

Soğuk dövme oda sıcaklığında veya malzemenin yeniden kristalleşme sıcaklığının altında gerçekleşir ve düşük toleranslar arasında, daha yüksek mekanik özellikler ve işlemeyi en aza indirerek daha iyi bir yüzey kalitesi elde etmek için kullanılır. Soğuk dövmede, kalıplar üzerinde oluşan gerilmeler oldukça yüksektir. Bu nedenle, şekillendirme kuvvetlerini ve gerilmelerin tahmini, kalıp tasarımı ve makine seçimi için çok önemlidir. Bu gerilme ve genlemeler, kalıp geometrisi, ekstrüzyon hızı, yağlama, iş parçası malzemesi ve kütük boyutlarından etkilenir.

Günümüzde, metal şekillendirme sektörü hızlı bir ilerlemeyle gelişmektedir. Metallere plastik şekillendirme yöntemlerinden biri olan soğuk dövme ya da soğuk şekillendirme; otomotiv sanayi, uzay-havacılık sanayi gibi kritik öneme sahip sektörlerde parça ihtiyacındaki artışla birlikte soğuk dövmenin de önemi artmaktadır. Soğuk dövme ile üretilen parçaların önemi arttıkça, soğuk dövme sektörü içindeki firmaların arasındaki rekabette de artmakla beraber bu firmaların mevcut konumlarını koruyabilmek, pazar paylarını geliştirebilmek için en yüksek kalite ve en düşük maliyetle üretim yapmaları gerekmektedir.

Soğuk dövme metoduyla imal edilen shaft parçasının kalıp maliyeti, toplam ürünün maliyetine oranla çok daha yüksek orana sahiptir. Geometrisi kompleks, dövülmesi güç parçalarda meydana gelen düşük ömürlü kalıpların parçanın seri imalatının verimli olmasına engel olup, çıkan yüksek kalıp maliyet nedeniyle parçanın soğuk dövmeyle imalatından vazgeçilmektedir, veya sürekli kırık kalıp sök-tak işlemi ile seri imalat düşük verimlilikte gerçekleştirilmektedir.

3.SOĞUK DÖVME

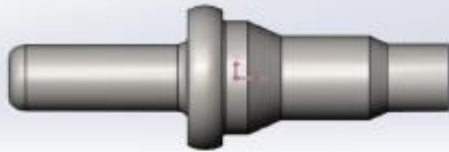
Soğuk dövme, yöntemi ile otomotiv parçası, bağlantı elemanı imalatında sağlanan avantajlardan bazıları şunlardır;

- Malzemeyi proses öncesi ısıtmak için enerji gerekmez,
- Talaşlı üretime göre minimum fire verilir,
- Dövme sonucunda çok iyi yüzey kalitesi elde edilebilir,
- Dövme işlemi sonucunda meydana gelen ürünlerin ölçüleri istenilen toleranslar dahilindedir,
- Sıcak dövmede görülen yüzey oksitlenmesi soğuk dövmede görülmez,
- Malzemenin sertliği ve dayanımı deformasyon sırasında önemli miktarlarda artar,
- Yüksek üretim hızlarında çalışılabilir,
- Malzeme liflerinin sürekliliği bozulmaz böylece malzeme dayanımı daha iyi parçalar elde edilir.

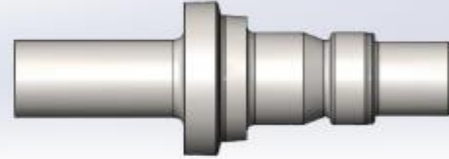


	KÜTLE(gr)	ÇIKAN TALAŞ KÜTLE(gr)	DÖVMEDEN ÇIKANA GÖRE TALAŞ ORANI
HAMMADEDEDEN İŞLEME	1970	1125	X9,78
SOĞUK DÖVME	770	115	X1
SOĞUK DÖVME+FİNİŞ İŞLEME	655	-	-

SÜRE	TALAŞ KALDIRMA SÜRESİ
HAMMADEDEDEN →SON HALE	173 sn
DÖVMEDEN →SON HALE	47 sn
DÖVME + FİNİŞ İŞLEME	64 sn



Resim 1. Dövme Parçası 770 Gr



Resim 2. İşlenen Parça 654 gram



Resim 3. Ø51 123mm Hammaddeden İşlenecek Parça 1970 gram

3.SOĞUK DÖVME

Bunlara ek olarak soğuk dövmenin bağlantı elemanı üretiminde getirdiği çeşitli dezavantajlar da şöyle özetlenebilir;

- Düşük baskı sayılarında kalıp kırılmaları gerçekleşebilir,
- Dövme süresine malzeme sertleşmesinden kaynaklı olarak yüksek kalıp basınçları ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla yüksek pres güçleri gerekebilir.
- Şekillenme için birden fazla dövme istasyonuna ihtiyaç duyulur,
- Ara tavlamalara ihtiyaç duyulabilir.

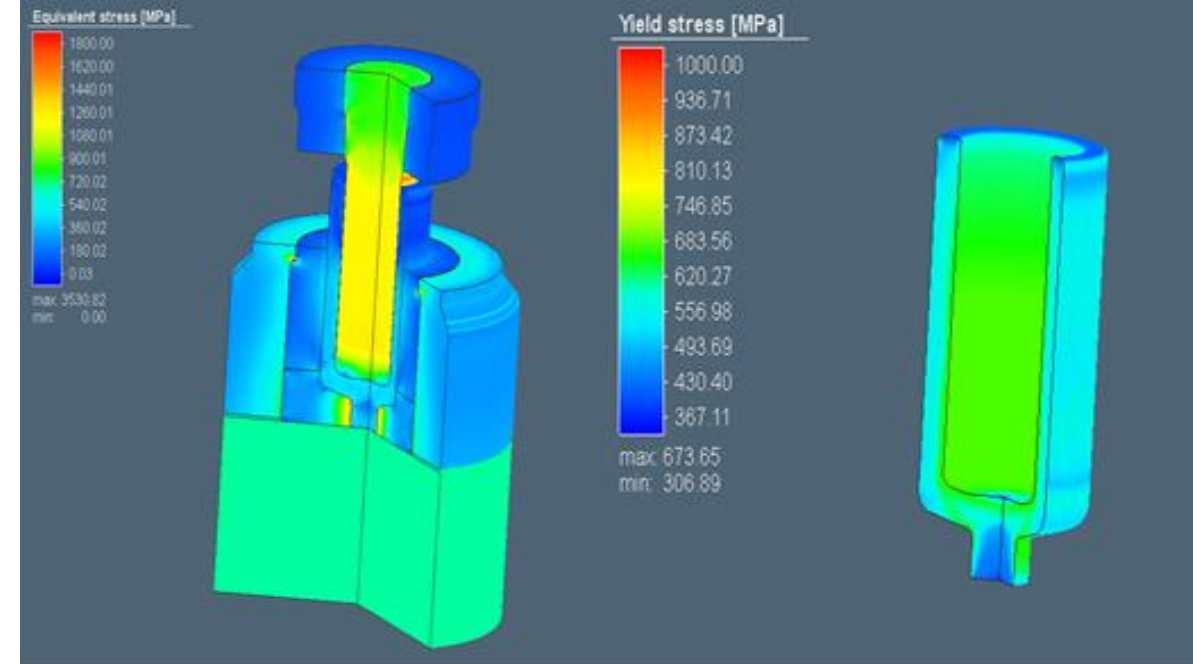
4.SONLU ELEMANLAR ANALİZİ VE ÖNEMİ

Sonlu elemanlar yönteminde temel fikir, karmaşık bir problemin daha basit olanıyla değiştirilerek çözümün bulunmasıdır. Çözümün bulunmasında, asıl problem daha basit olanla değiştirildiğinden, kesin çözümden ziyade sadece yaklaşık bir çözüm bulabiliriz. Sonlu elemanlar yönteminde, çözüm bölgesinin, sonlu elemanlar denilen birçok küçük birbirine bağlı alt bölgelerden meydana geldiği düşünülür. Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak pratik mühendislik sorunları çözmek bir endüstri standardı haline gelmiştir ve tüm bu ilerlemeler ile günümüzde, sonlu elemanlar yöntemi mühendisler ve uygulamalı bilimciler tarafından köklü ve uygun analiz araçlarından biri olarak kabul edilir.

4.SONLU ELEMENLAR ANALİZİ VE ÖNEMİ

Simufact ile soğuk, ılık ve sıcak kütlelesel şekillendirme, sac metal şekillendirme, ısıl işlem, mekanik birleştirme ve kaynak prosesleri gerçeğe en uygun şekilde analiz edilebilmektedir. Simufact metal şekillendirme sektörü için özel olarak geliştirilmiş bir sayısal simülasyon yazılımı olup;

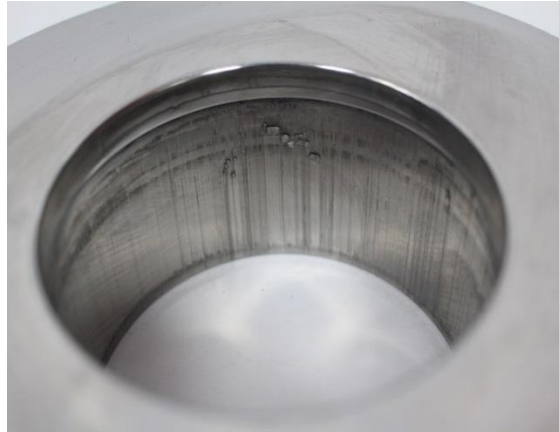
- Şekillendirme kuvveti,
- Katlanma,
- Kalıp doldurmama,
- Çapak,
- Akış çizgilerinin homojen olmaması,
- Sıcaklık dağılımı,
- Geri yaylanma,
- Kalınlık değişimi,
- Artık gerilmeler,
- Sünek kırılma,
- Çatlama,
- Sertlik ve aşınma dağılımı gibi farklı parametreleri incelemek mümkündür.



5.SOĞUK DÖVME KALIPLARINDA GÖZLENEN BAZI HASAR TÜRLERİ

-Kalıplarda meydana gelen kırılmaların başlıca sebepleri düşük ön gerilme uygulanmış kalıplardaki yüksek çekme gerilmelerinin oluşması veya aşırı öngerilme sebepli yüksek basma gerilmeleri oluşması sonucunda kalıpta gözle görülemeyen mikro çatlakların oluşmasıdır. Bu çatlaklar soğuk dövme esnasında ilerleyerek kalıp malzemesi türüne göre sünek veya gevrek kırılma ile sonlanır.

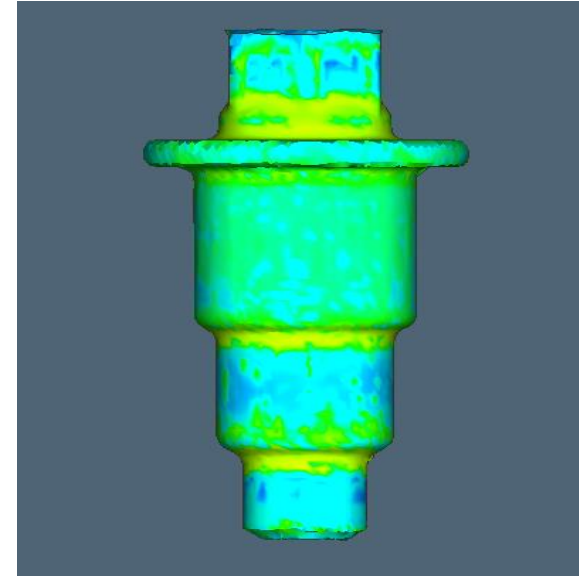
-Diğer bir kırılma nedeni olan aşınma kaynaklı kırılmalar abrasive ve adhesive aşınma olarak ikiye ayrılır. Aşınma kırılmalarının başlıca sebepleri ise düşük öngerilme uygulaması, düşük kalıp sertliği, kötü yağlama, düşük yüzey işlem performansı, yüksek deformasyon oranı ve yüksek kalıp basıncıdır. Yorulma kaynaklı kırılmalarda ise kalıp malzemesi sürekli tekrar eden dinamik yükler etkisiyle kalıcı deformasyona uğrayarak kullanılamayacak duruma gelir.



6.DENEYSEL ÇALIŞMA

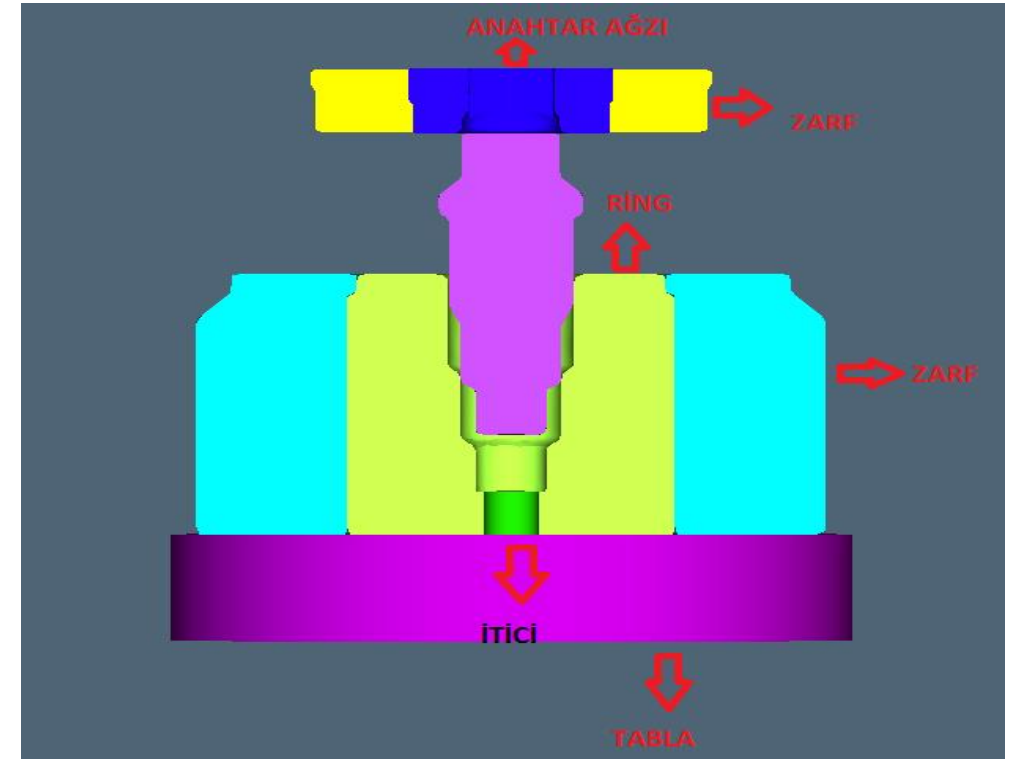
-Bu çalışmada, soğuk dövme ile çoklu dövme operasyonu ile imal edilen şaft parçasının anahtar ağzı formunun verildiği son operasyon sonlu elemanlar analizi ile detaylı şekilde incelenmiştir. İş parçası malzemesi olarak yüksek dayanıma, süneklığe ve yüksek sertleştirilebilirlik özelliğine sahip olan C35 ıslah çeliği kullanılmıştır. Akma dayanımı 1600MPa, çekme dayanımı 1900MPa dayanıma sahip malzeme anahtar ağzı ve zarf kalıbı kullanılmıştır. Ring kalıplarında ise akma dayanımı 2400Mpa olan takım çeliği kullanılmıştır.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	Sn
0,32-0,39	0,15-0,35	0,5 - 0,8	0,01-0,03	0,025-0,045	0,1-0,25	0,01-0,1	0,1-0,25	0,05-0,015	0,01-0,015



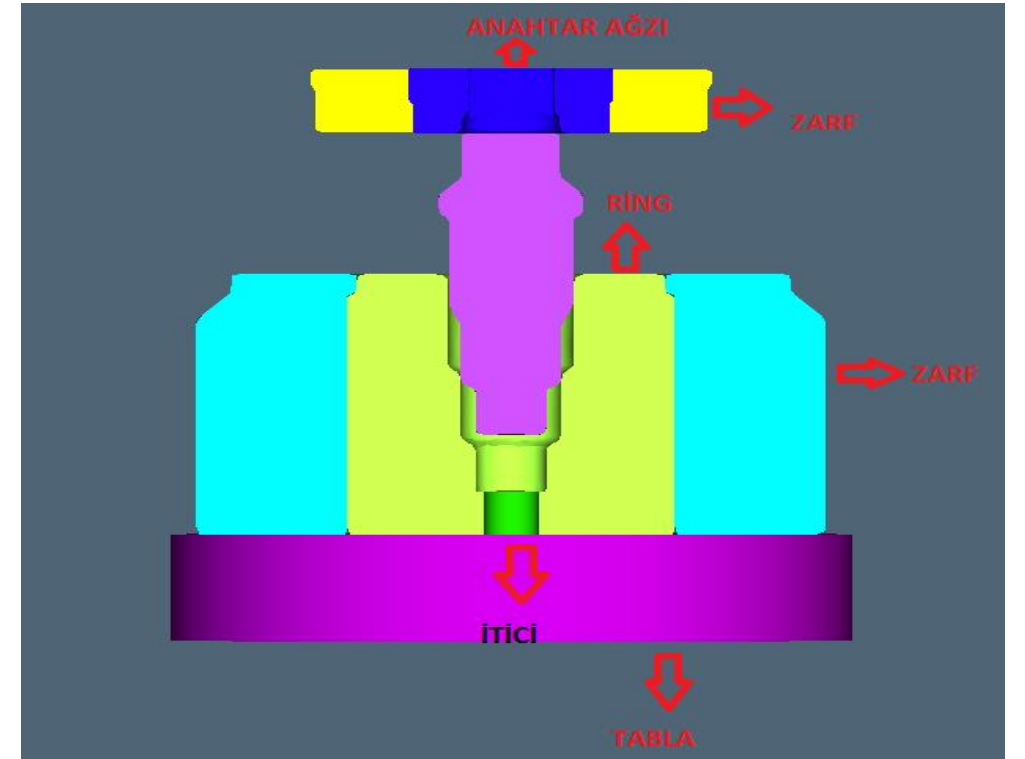
6.DENEYSEL ÇALIŞMA

Simufact forming yazılımında 3D modelleme yazılımından alınan kalıplar , Eko Endüstri'nin kendi kalıplarını ürettiği kalıphane atölyesinde gerçekleşen kalıp montaj sırasının aynısı olacak şekilde sonlu elemanlar analizinde önce çekirdek ringleri zarf ringlerine çakılmıştır, ring ve zarfları kovan kalıbına montajlanarak 8 adet M20 civata ile 200Nm tork ile sıkılmıştır.



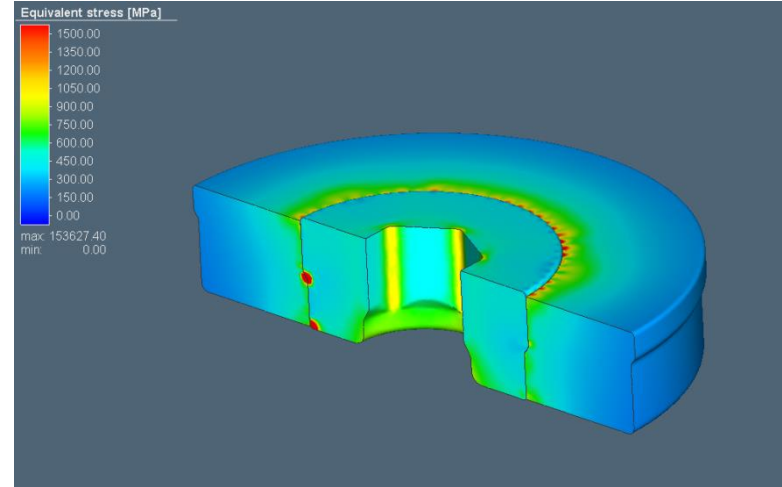
6.DENEYSEL ÇALIŞMA

Şekil’de ki kesite baktığımızda anahtar ağız formunun verildiği ve flanşın $\varnothing 72\text{mm}$ ’ye ezildiği silindirik bir alt kesitin akıtma sürecinden geçtiği görülmektedir. Sonlu elemanlar analizinde 360° parça yerine 180° kesit alınarak 3D olarak modellenmiştir. Kesitin 180° alınmasında ki amaç, meshleme esnasında oluşacak fazla eleman sayısını ve çözüm hızındaki yavaşlamanın azaltılmasıdır. Simufact sonlu elemanlar analizinde üç boyutlu kalıp analizinde kalıp setinde tüm kalıp bileşenlerinin kalıp yüzeylerinin modellenmesinde tetra134 elemanlar kullanılmıştır.



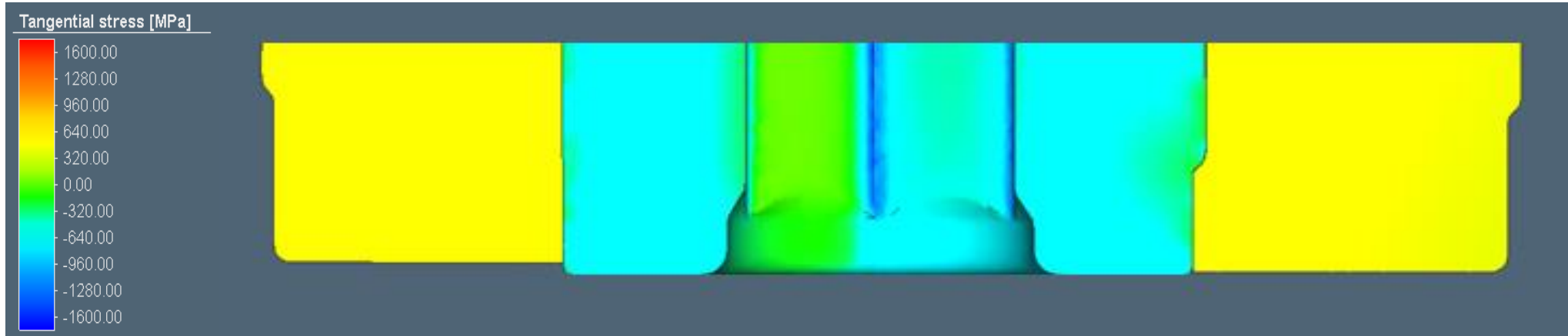
6.DENEYSEL ÇALIŞMA

Sıkı geçme oranı ile kalıp malzemesini plastik deformasyona maruz bırakmadan basma yönünde ön gerilme oluşturarak anahtar ağız kalıbı üzerinde oluşmuş çekme gerilmeleri yok edilir.

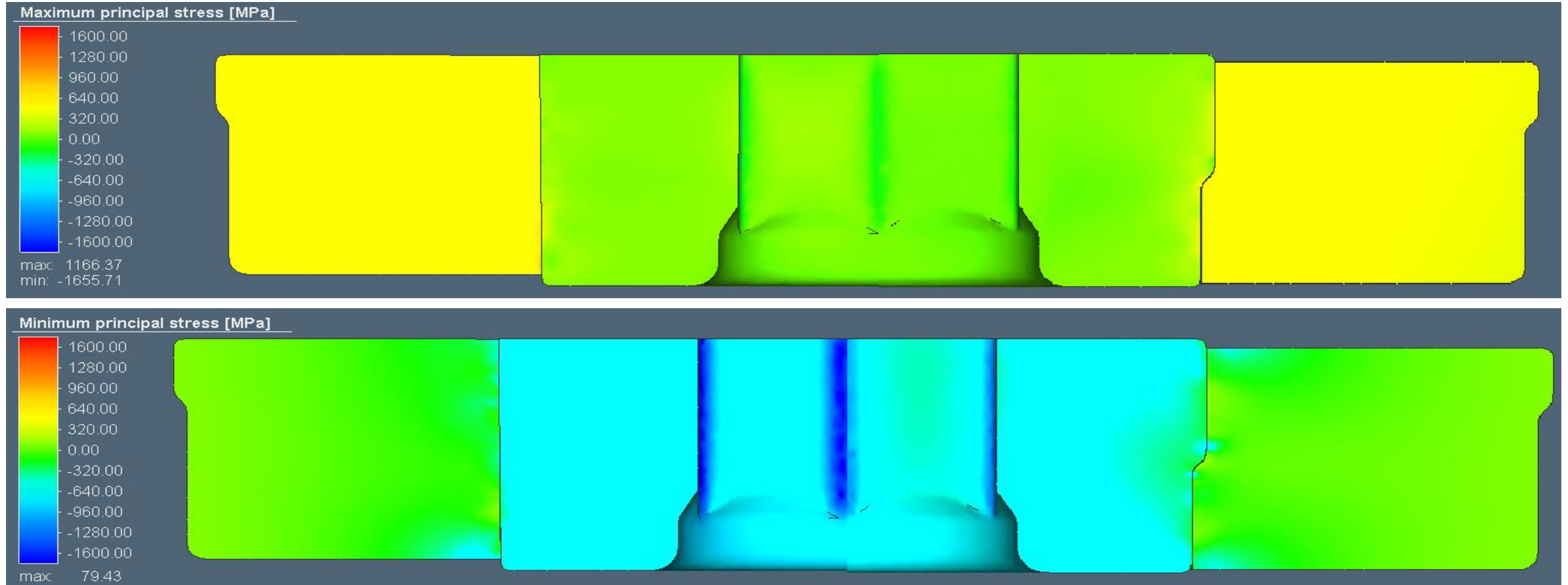


SOĞUK DÖVME KALIPLARINDA ÖN GERİLMENİN ETKİSİ

Konik/faturalı anahtar ağızları ve konik/faturalı ringleri dövme öncesi ve sonrası %03 ve %06 sıkılık oranlarının etkisi simufact sonlu elemanlar analizi ile incelenmiştir. Bu incelemelerde kalıp malzemeleri üzerinde maksimum asal gerilmeler, minimum asal gerilmeler, çevresel gerilmeler ve etki eden tüm gerilmelerin ortalamasına bakılmıştır.

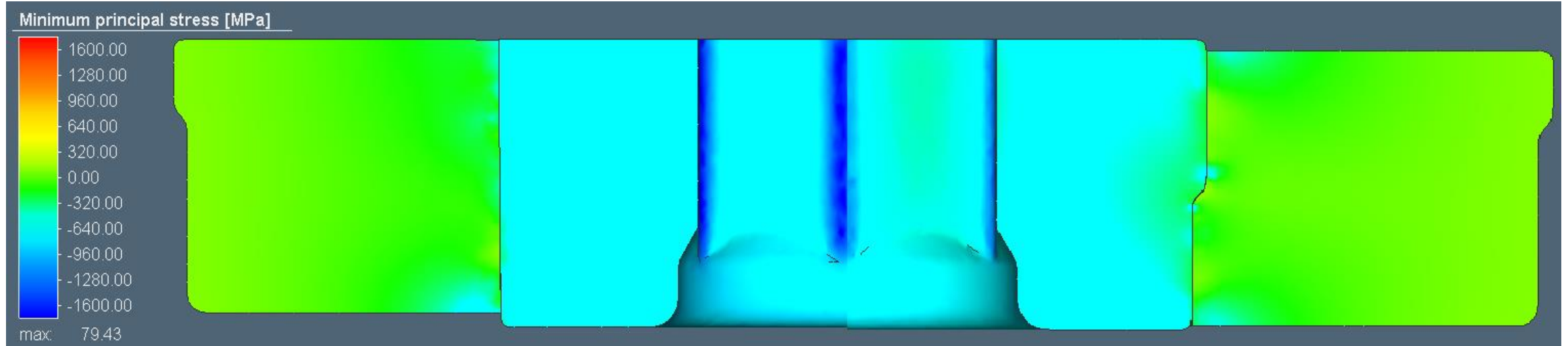


SOĞUK DÖVME KALIPLARINDA ÖN GERİLMENİN ÖNEMİ



SOĞUK DÖVME KALIPLARINDA ÖN GERİLMENİN ETKİSİ

Burada amaç, çekirdek kalıbının kırıldığı köşegen bölgesinde ki basma gerilme değerlerini basma yönündeki akma noktasını geçmeden yani kalıp malzemesini basma yönünde deforme etmeden olabildiğince sıkarak en yüksek ön gerilmeyi vermektir. Çevresel gerilmelerin ve minimum asal gerilmelerin incelenmesinde şekilde görüldüğü gibi sol taraftaki %6 sıkılığa sahip konik anahtar ağzı ve zarf kalıbında, sağ taraftaki %3 sıkılığa sahip faturalı anahtar ağzı ve zarf kalıbına göre daha yüksek basma gerilmeleri gözlenmektedir.

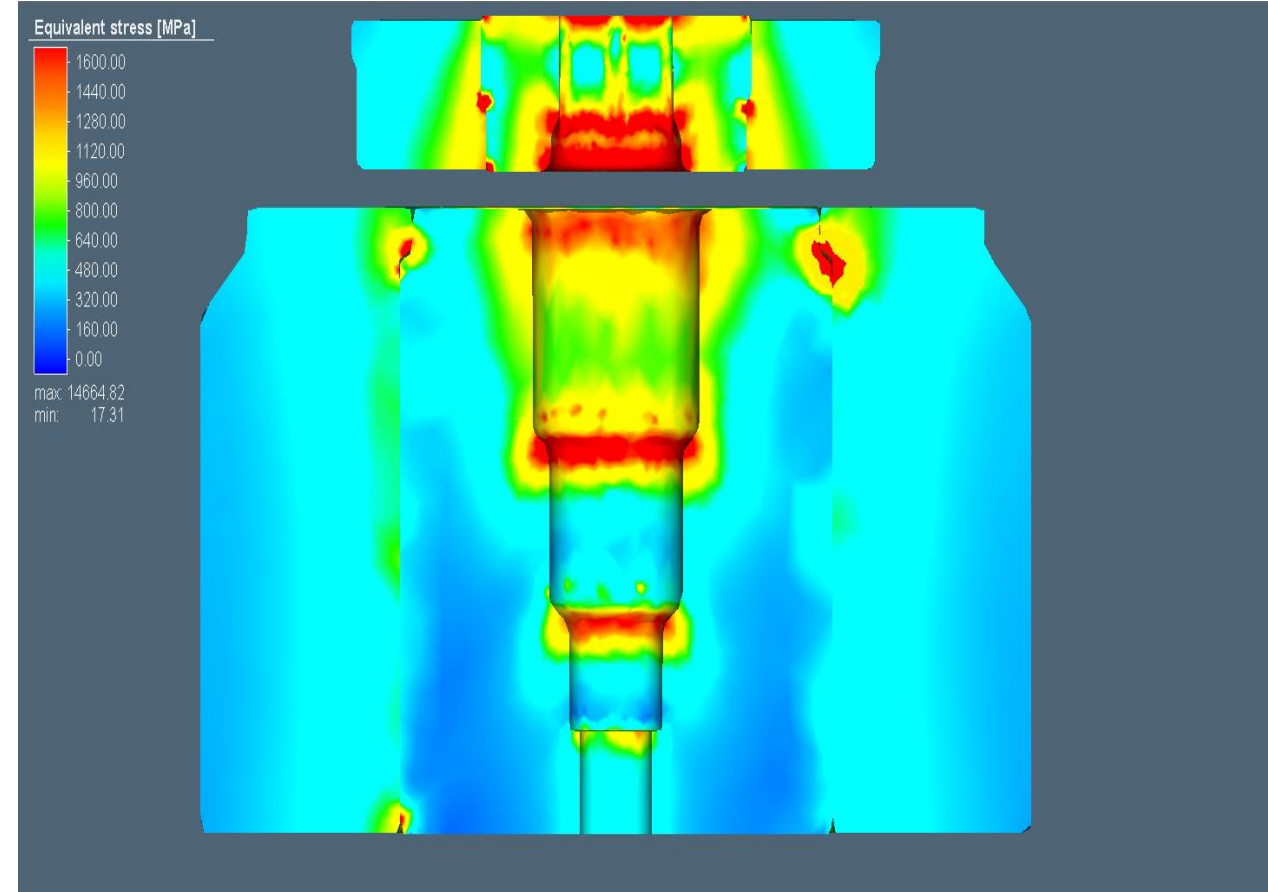


Dövme işlemi sonrasında %3 sıkılık oranında kademeli anahtar ağzı ve zarf kalıbında oluşan ortalama gerilmeler incelendiğinde

4

5

Faturalı %3 kademeli kalıplar üzerindeki gerilmeler incelendiğinde anahtar ağzı kalıbında düz ring kısmı, pah kısmı, altıgen kısmında ortalama gerilmelerin 1700-2400MPa arasında değiştiği gözlenmektedir. Köşegenlerin başlangıç bölgesinde gerilmelerin 1800MPa değerlerine ulaştığı ve plastik deformasyona sebep olacak değerlere yükseldiği saptanmıştır. Akma dayanımı 2400MPa olan ring kalıbında ise radyus bölgelerinde oluşan ortalama gerilme değerleri 2100MPa değerine kadar gözlenmiştir. Ring kalıbı malzemesinin akma gerilmesinin altında oluşan ortalama gerilme değeri kalıp için risk yaratmamaktadır.

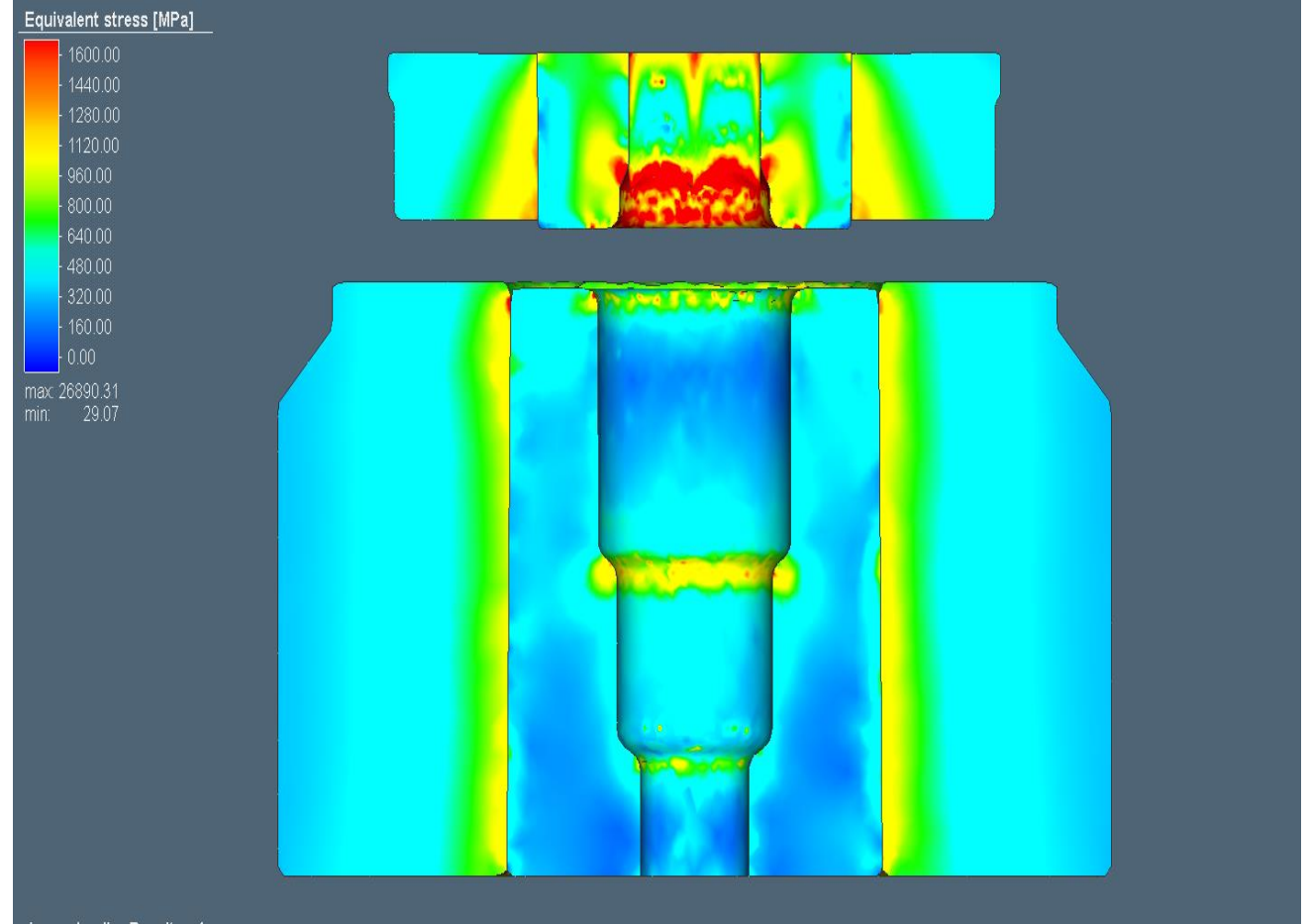


Dövme işlemi sonrasında %6 sıkılık oranında konik anahtar ağzı ve zarf kalıbında oluşan ortalama gerilmeler.

4

5

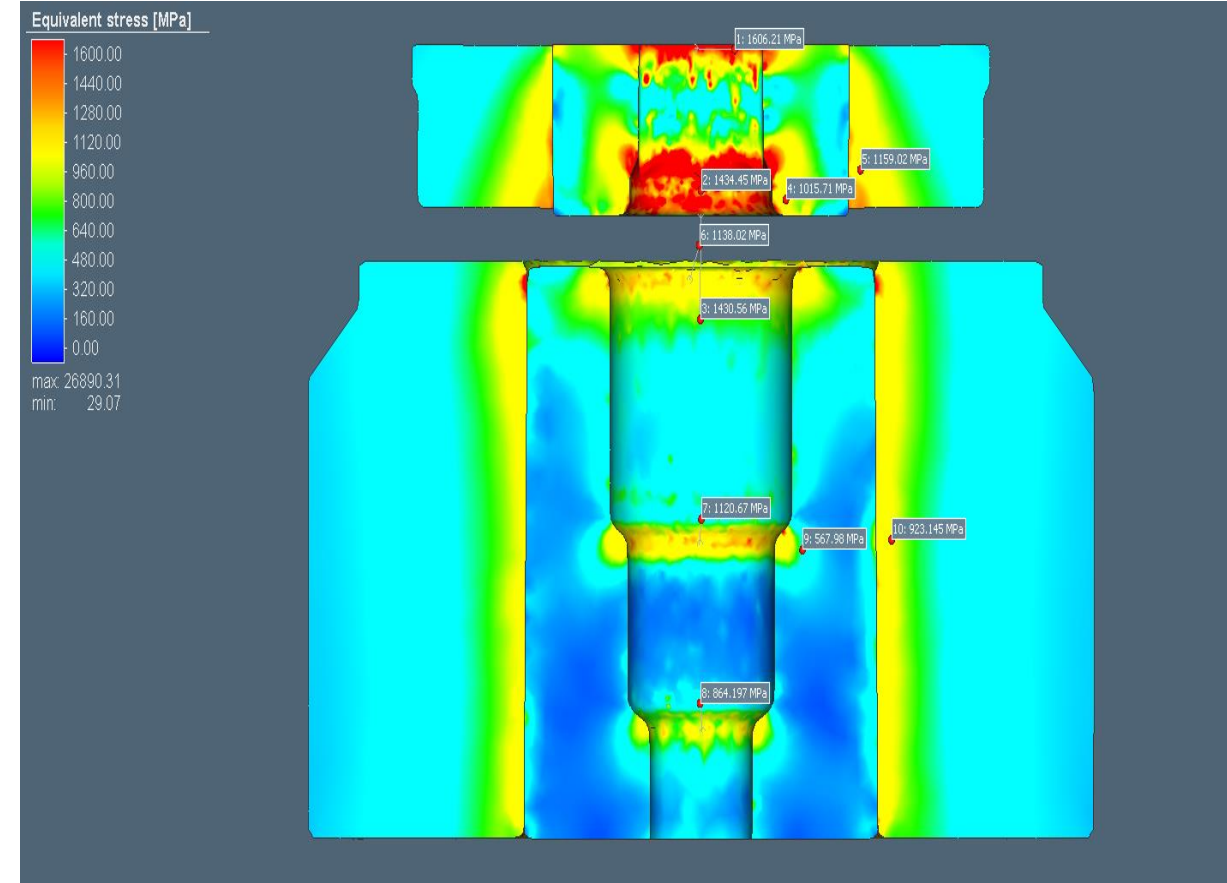
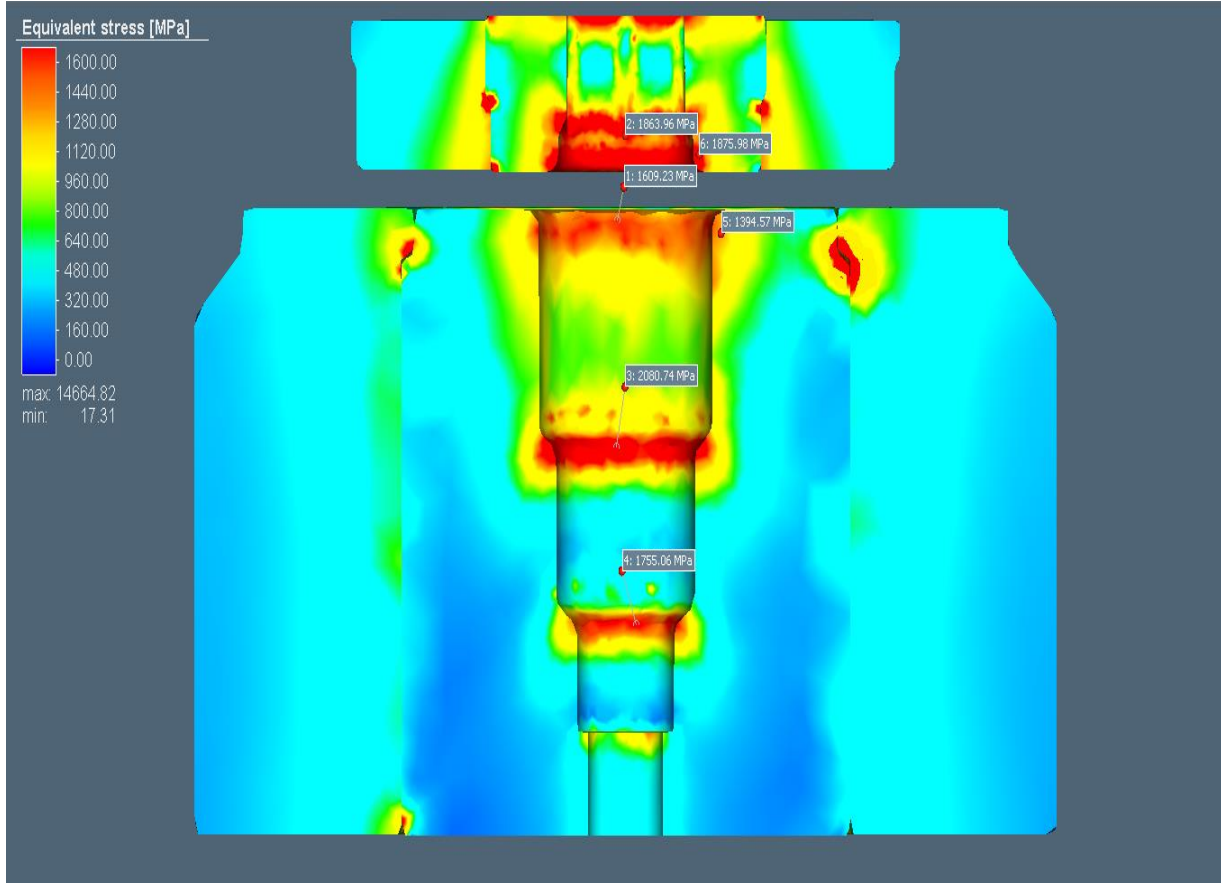
Konik %6 kademeli kalıplar üzerindeki gerilmeler incelendiğinde anahtar ağzı kalıbında düz ring kısmı, pah kısmı, altıgen kısmında ortalama gerilmelerin 1400-1600MPa arasında değiştiği gözlenmektedir. Köşegenlerin başlangıç bölgesinde gerilmelerin 1400MPa değerlerine ulaştığı ve plastik deformasyona sebep olacak değerlere yükselmediği saptanmıştır. Akma dayanımı 2400MPa olan ring kalıbında ise radyus bölgelerinde oluşan ortalama gerilme değerleri 1000-1200MPa aralığında gözlenmiştir. Zarf kalıbında oluşan gerilmeler 1200MPa değerine yükselmiş olup zarf malzemesinin akma değerinin altındadır. Ring kalıbı malzemesinin akma gerilmesinin altında oluşan ortalama gerilme değeri kalıp için risk yaratmamaktadır.



7.SONUÇ

Dövme İşlemi Sonrası %3 Kademeli ve %6 Konik Anahtar ağzı ve Ring Kiyaslaması

4



7.SONUÇ

-Bu çalışma öncesinde şaft parçasının imalatı sırasında kullanılan faturalı anahtar ağzı ve ring kalıpları maksimum %3 sıkılık oranı ile soğuk çakma yöntemiyle çakılmıştır.%3 üzeri çakma durumunda anahtar ağzı kalıbının dış çap yüzeyi ile zarf kalıbının iç çap yüzeyinde yağlayıcı etkisine rağmen sarıklar oluşmuştur. Oluşan deformasyondan dolayı zarf kalıbı tekrar kullanılamaz hale gelip hurda durumuna gelmektedir. Anahtar ağzı ve ring kalıbının dış formları konik olarak işlenip zarf kalıbının iç formu aynı açı ile konik işlendiğinde hem sarık problemi ortadan kalmış hem de çekirdek kalıbı daha yüksek ön gerilme ile sıkılacak duruma gelmiştir.

-Faturalı %3 sıkılık oranında ki anahtar ağzı kalıplarında köşegenlerin başlangıcında ki bölgede 1800MPa değerlerde gerilmelerin olduğu gözlenmiştir. Dövme prosesi esnasında oluşan mikro çatlaklar hızlı bir şekilde ilerleyerek kalıbın düşük baskı sayısında kırılmasına sebep olmuştur. Anahtar ağzı kalıbı konik ve %6 sıkılık oranı ile çakıldığında anahtar ağzının köşegen bölgesinde oluşan gerilmeler 1400MPa değerlere düşmüştür. Kalıp malzemesinin akma sınırı değerinin altına düştüğü için kalıp ömründe artış görülmüştür. Faturalı ve %3 sıkılık oranında ki ring kalıbında radyus bölgesinde oluşan gerilmeler 1800-2000 MPa arasında görülürken konik ve %6 sıkılık oranında ki ring kalıbında radyus bölgesinde en yüksek 1100MPa gerilme gözlenmiştir

7.SONUÇ

Çalışma sonucunda ;

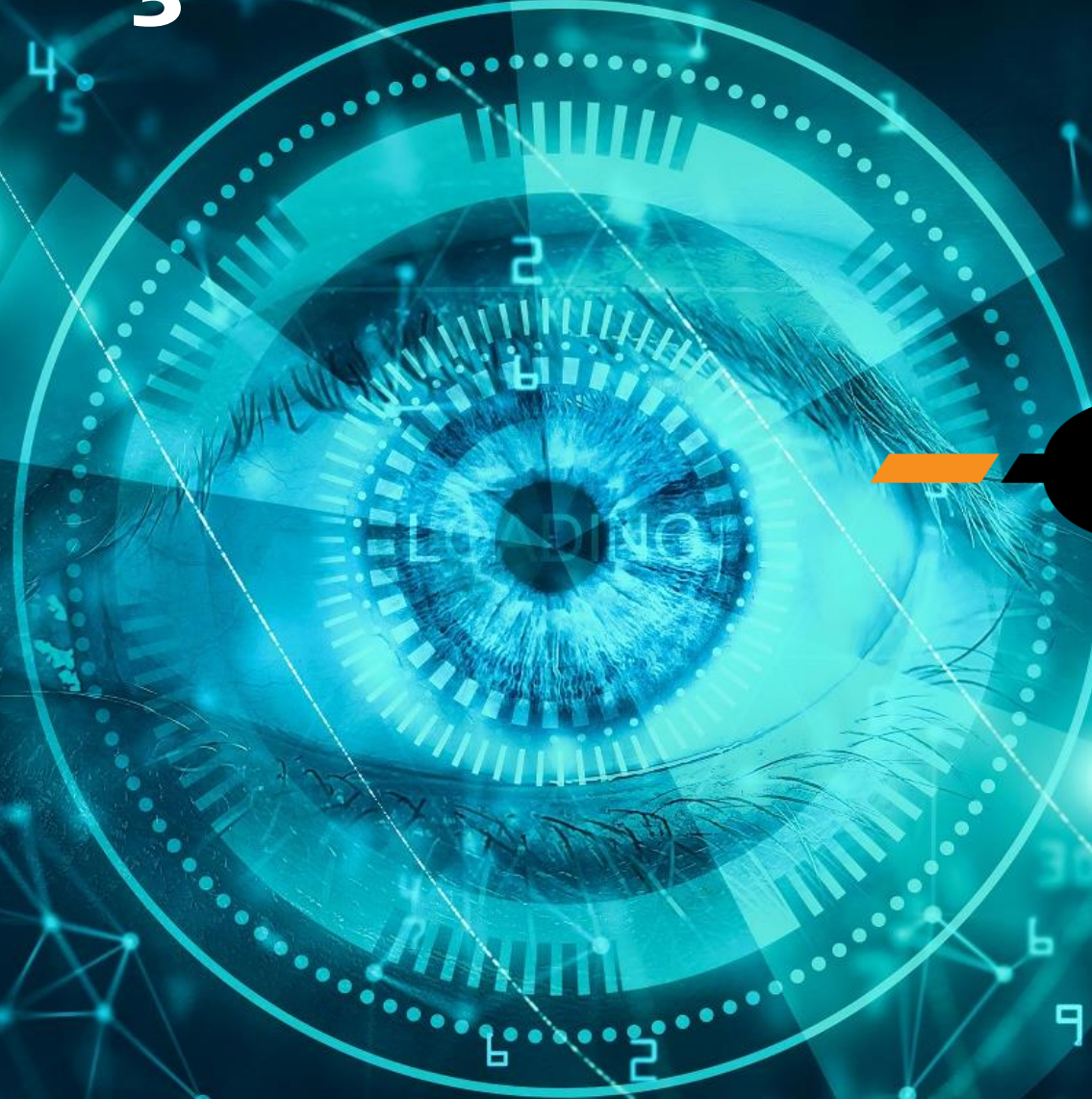
-Anahtar ağız kalıbının ilk halinde faturalı durumda baskı sayısı ortalama 1500 adet basmıştır. Konik anahtar ağız kalıbında ortalama 25.000 parça basılmıştır.

-İlk durumda %3 faturalı ring kalıbının ömrü ortalama 20.000 adet basmıştır. %6 konik ring kalıbında ortalama 50.000 adet parça basılmıştır.

-İlk durumda kullanılan zarf kalıbında sarma problemi nedeniyle kalıp hurdaya gönderilirken konik zarf ile sarma problemi aşılmış hurda zarf kalıbı çıkmamıştır.

TEŞEKKÜRLER

BIAS
MÜHENDİSLİK



eKO
endüstri