

63 Serisi priz kolye tasarım geometrisinin sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak seçimi

Özkan KÜÇÜK^{1*}, Burak ÖZTÜRK², Yusuf Serhat ALTINBİLEK³, Tayeb Taher Kalefa ELFARAH²

¹ Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fak., Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Müh. Böl., Kastamonu

² Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği A.B.D., Kastamonu

³ Yıldız Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği, İstanbul

ARTICLE INFO

Received: November: 26, 2016;
Reviewed: December: 02, 2016;
Accepted: December: 05, 2016;

Keywords:

Saddle Clamps
Finite Elements Method
Plastic Injection
Design

Corresponding Author:

*E-mail: okucuk@kastamonu.edu.tr

ABSTRACT

Saddle clamps is use on plastic and metal pipe connections. There are models with different types of industrial design patents. The design geometry differs in each case. The addition of scrap material to the plastic pipe fittings produced in the industry places safety and health risks in the water networks. Leaks are observed as a result of fatigue in plastic fittings used in agricultural land under high temperature effect. The fatigue behavior is inversely proportional to the safety coefficient. When the literature is examined, it has been determined that the safety coefficient, deformation and maximum stress amount of the clamps saddles material of the set are not calculated. In this study, 4 different geometries are modeled which are not design patents and different from other products. Different parameters such as ease of production, aesthetics, difference and lightness are considered. According to the analysis carried out, the prototype model was chosen considering the easiness in production and pre-investment costs. For two types of designs, an industrial design patent application was made.

ÖZET

Anahtar Kelimeler:

Priz Kolye,
Sonlu Elemanlar Yöntemi,
Plastik Enjeksiyon,
Tasarım,

Priz kolye, plastik ve metal boru bağlantılarında kullanılan bir üründür. Farklı tip endüstriyel tasarım patentine sahip modeller bulunmaktadır. Her bir üründe tasarım geometrisi farklılıklar göstermektedir. Endüstride üretimi yapılan plastik boru bağlantı elemanlarına hurda malzeme katılmakta olup, buda su şebekelerinde güvenliği ve aynı zamanda sağlığı riske atmaktadır. Yüksek sıcaklık etkisi altında olan tarım arazilerinde kullanılan plastik bağlantı elemanlarında yorulma sonucunda sızıntı ve kaçaklar gözlenmektedir. Emniyet katsayısı ile yorulma davranışı ters orantılıdır. Literatür incelendiğinde priz kolye için emniyet katsayısı, deformasyon ve maksimum gerilme miktarının hesabının incelenmediği gözlemlenmiştir. Bu çalışma ile tasarım patenti olmayan ve diğer ürünlerden farklı 4 adet geometri modellenmiştir. Bu yapılırken, üretim kolaylığı, estetik, farklılık ve hafiflik gibi farklı parametreler göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan analiz çalışmasına göre üretimde kolaylık ve ön yatırım maliyetleri dikkate alınarak prototip model belirlenmiştir.

1. Giriş

Plastik priz kolye, bina içi su şebekelerinde ve özellikle tarım alanları sulama sistemlerinde plastik boruların metal borularla bağlantısını sağlayan boru bağlantı elemanıdır. Plastik boru bağlantı elemanlarının emniyet katsayısı dökme demir boru bağlantı elemanlarına göre daha azdır. Plastik boru bağlantı elemanlarının ham madesine çoğunlukla hurda malzeme karışımı yapılarak kalite düşürülmektedir. Öyleki ülkemizde üretimi yapıp yurt dışına ihracat yapan bir üreticinin tasarım geometrisi %40-70 oranlarında daha hafif olmasına rağmen hurda malzeme karışımı yapılmadığı için basınç dayanımı daha fazladır [Poelsan]. Özellikle yüksek sıcaklığın etkili olduğu tarım arazilerinde plastik bağlantı elemanları açık tarım arazisinde mekanik özelliklerinde yorulma gözlenmektedir. Bağlantı elemanlarında oluşan yorulmadan dolayı su kaçaqları gözlemlenebilir. Bazı durumlarda su basması gibi doğal afetler oluşabilmektedir. Bir malzemenin basınç kuvvetleri etkisi altındaki emniyet katsayısı değeri, yorulma dayanımı miktarı ile doğru orantılıdır. Ayrıca hurda malzeme katkısı ile sağlığı olumsuz yönde etkileyen tesisat hatlarının oluşturulduğu düşünülmektedir. Plastik bağlantı elemanları su güvenliği ve sağlığı için en önemli araştırma konularından bir tanesidir.

Atılğan ve Öztürk, (1999) yaptıkları bir çalışmada, boru bağlantı elemanlarında ve geçiş borularında enerji kayıplarını incelemişlerdir. Yine diğer bir çalışmada, peyzaj boru bağlantı elemanlarının ve priz kolyelerin özellikleri araştırılmıştır (Çelik H. E., 2004). Balkaya M. ve Sağlamer A. (2011), conta bağlantılı plastik boru bağlantı elemanlarının sonlu elemanlar yöntemi ile analizini yapmışlardır. Diğer bir çalışmada, yaygın olarak kullanılan bazı sıhhi tesisat elemanlarındaki basınç kayıpları kuramsal ve deneysel olarak hesaplanmıştır (Bulgurcu H. ve Özmen G., 2011). Bir araştırmacı, zemine gömülü boruların sismik etkiler altındaki davranışı araştırmıştır (Şendir S., 2005). Gümüş M. (2009) ise, farklı zeminlerdeki boruların dinamik yükler altındaki davranışlarını incelemiştir

Priz kolyeler plastik enjeksiyon yöntemi ile üretilir. Metal boruların bağlanabilmesi için bir dış açılması gerekir. Bu dış açma işlemi otomasyon sistemleri yardımı ile kalıpta yapılabilir veya sonradan açılan örnekleri de vardır. Endüstride farklı tip ve şekillerde priz kolye üretimi yapılmaktadır.



Şekil 1. Farklı tip endüstriyel tasarım örnekleri

Üretimi gerçekleştirilen bu farklı tip geometrilerin endüstriyel tasarım patentleri vardır. Faydalı model koruma kapsamında her bir ürünün tasarım geometrisi diğerlerinden belirlenen oranda farklı olmak

zorundadır. Şekil 1'de farklı tip 63 serisi örnek modelleri yer almaktadır. (a)'da senkron plastik tasarımı kalın ve dayanıklı bir geometri kullanmıştır. (b)'de yer alan ise Poelsan plastik tasarımıdır ve ihracatı en fazla olan üründür. (b) tasarımının malzeme ağırlığı minimum olup estetik bir görünüme sahiptir. (c)'de ise Gpa plastik vardır ve tasarımında (b) ve (a) tasarımlarından esinlenildiği düşünülmektedir. (d)'de ise Pimtasplastik sade bir tasarım görüntüsüne sahiptir.

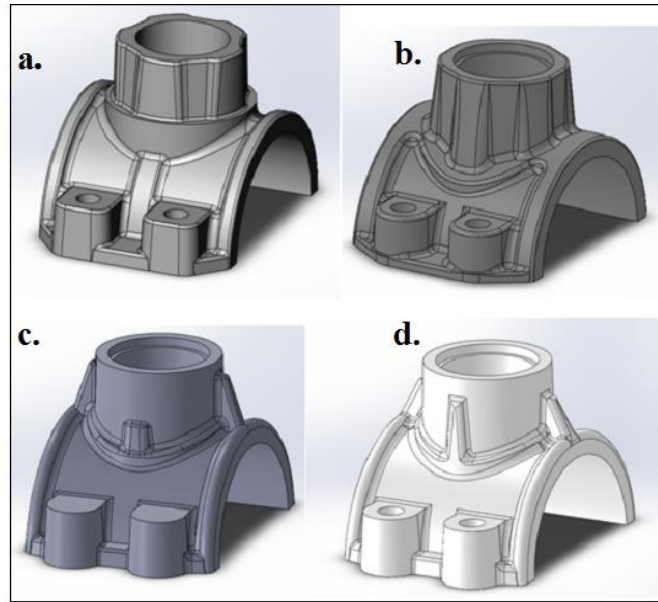
Farklı tip tasarımlar sonlu elemanlar yöntemi ile şekillendirilmektedir. Bu çalışmalarda ürünler değişkenlik göstermektedir. Kamyon aksesuarlarını Selenbaş (2011), otomobil tamponunu Öztürk ve Kaya (2008), dişli çarkı Fetvacı ve Irmak (2004), kanca geometrisini Ayhan (2003), kaynaklı bağlantıları Karaoğlu (2002) ve tünel şekillerini ise Yalçınkaya ve Satır incelemişlerdir (2005).

Endüstride üretimi yapılan yerli ve yabancı priz kolye tasarımları incelenmiş, ürünlerin bazılarının geometrisinin çok zayıf olduğu belirlenmiştir. Bazı tasarımların ise gereksiz kalınlıkta imal edildiği gözlenmiştir. Ağır olan bu ürünler hurda malzeme ile üretilerek dayanımı azaltılmaktadır. Özellikle metal boru bağlantı kısmının sismik olaylar nedeniyle daha kalın tasarlanması gerektiği öngörülmüştür. Ayrıca sismik etkinin şiddetini sönmüleyici bir fitil tasarımı da emniyet katsayısını önemli miktarda artıracaktır. Aynı zamanda malzeme yorulması için de emniyet katsayısı artırılabilir.

Literatür incelendiğinde sonlu elemanlar yönteminin plastik boru bağlantı elemanlarının geliştirilmesi için uygulanmadığı gözlenmiştir. Bu çalışma ile plastik priz kolye tasarımında ideal geometri tipi ve seçim öncelikleri araştırılıp yeni bir model geliştirilmesi ve ev tesisat hatlarımız dâhil birçok alanda kullanılan priz kolye malzemesinin basınç dayanım analizlerinin yapılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metod

Endüstriyel tasarım patentine sahip olmayan 4 farklı tip geometri, Solidworks programı ile basınç artırıcı faktörler göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır (Şekil 2). (a) tipi tasarımda kalıp üretim kolaylığı, (b)-(c) tipi tasarımda farklılık ve hafiflik gibi etkenler dikkate alınarak geometrilerine karar verilmiştir. Bu geometrilerin her biri 1" metal boru çıkışı bağlantısına göre tasarlanmıştır. (b) ve (c) tasarımlarında 1/2" ve 3/4" boru çıkışı için yeni bir kalıp üretimine ihtiyaç vardır. Geliştirilen çift lokmalı kalıp tasarımı ile (a) tipi modelde tek kalıpta üç farklı malzeme üretimi sağlanabilmektedir.



Şekil 2. Geliştirilen örnek modeller

Su basıncı akışkan hareketinden dolayı %5-10 farklılık gösterebilir. Bu çalışmada akışkan basınç değişimi dikkate alınmamıştır. Geliştirilen 4 farklı tasarımın kendi içerisinde karşılaştırmalı analizi yapılarak ideal model seçimi bu çalışmanın temel konusudur. Analiz parametrelerinin tamamının bütün tasarımlarda aynı olması gerekmektedir.

Endüstride homopolymer plastik boncuklardan priz kolyelerin üretildiği belirlenmiştir. Tablo 1'de yer alan mekanik özellikler Solidworks kütüphanesinden alınmıştır. Su basıncının etki ettiği plastik boru çıkışı ve metal boru bağlantı yüzeyleri 10 bar basınçta etki edecek şekilde seçilmiştir. Civataların bağlandığı yüzeyler sabit bağlantı olarak belirlenmiş ve sabitlemiştir. Solidworks programı ile statik basınç dayanım analizleri herbir geometri için yapılmıştır.

Malzeme Adı	Elastikiyet Modülü (MPa)	Yoğunluk Kg / m ³	Çekme Dayanımı (Mpa)	Basma Dayanımı (MPa)
Homopolymer	1790	933	33	39,3

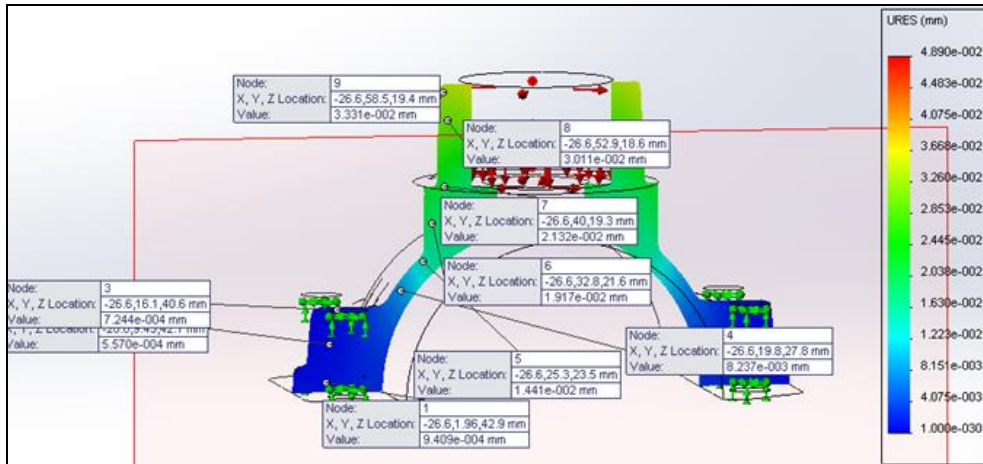
Tablo.1 PP Homopolymer mekanik özellikleri

3. Sonuçlar

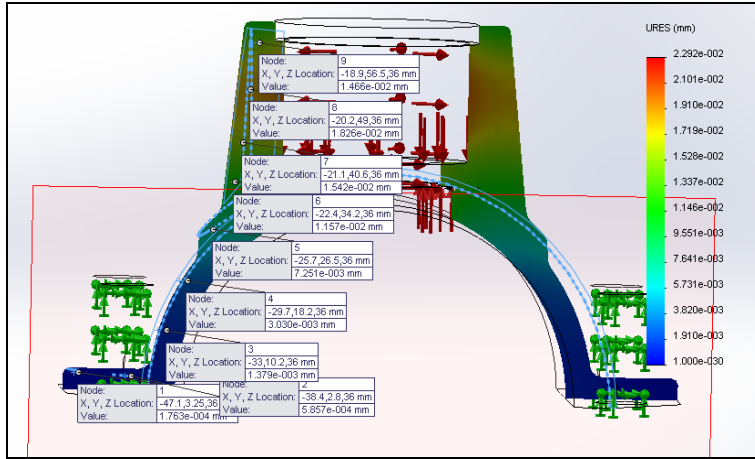
Her bir geometrinin Tablo 2'de analiz sonuçları yer almaktadır. Maksimum gerilme miktarı, deformasyon miktarı, emniyet katsayısı ve ağırlık değişimleri belirlenmiştir. Elastik deformasyon bölgeleri kesit alınarak verilmiştir (Şekil 3-6). Deformasyon oluşan bölgelerdeki geçişler nokta ile işaretlenmiş ve grafiğe dökülmüştür (Şekil 7). Elastik deformasyonun 0,01 mm'den fazla olduğu alanlar gösterilmiştir (Şekil 8-11).

Numune Tipi	Maksimum Gerilme (MPa)	Deformasyon Miktarı (mm)	Emniyet Katsayısı	Ağırlık (g)
(a)	5,5	0,048	5,7	75,3
(b)	3,7	0,022	8,9	65
(c)	4,2	0,031	8,1	67,6
(d)	8,5	0,067	3,9	63,3

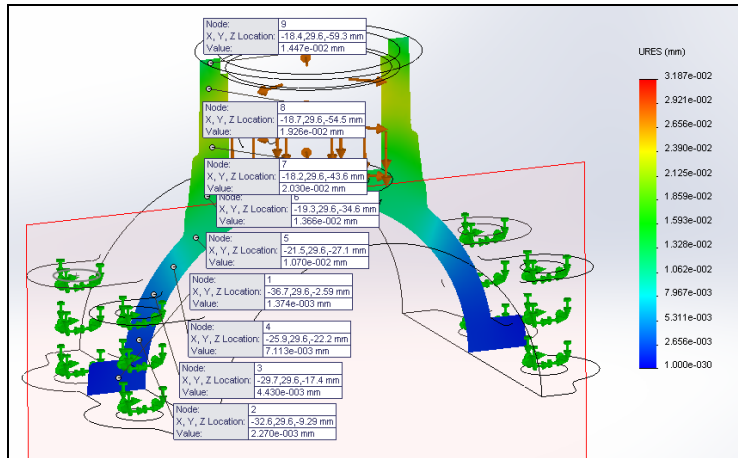
Tablo.2 Analiz sonuçlarının karşılaştırılması



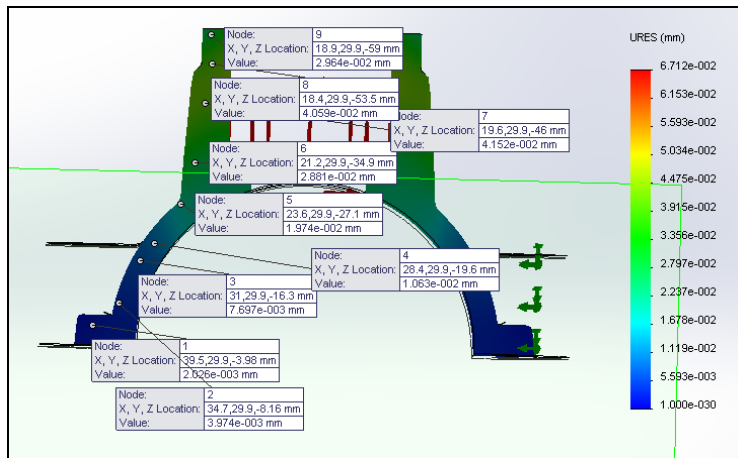
Şekil 3. (a) modeli deformasyon miktarı



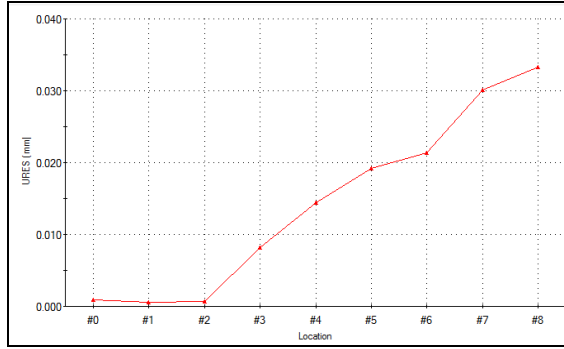
Şekil 4. (b) modeli deformasyon miktarı



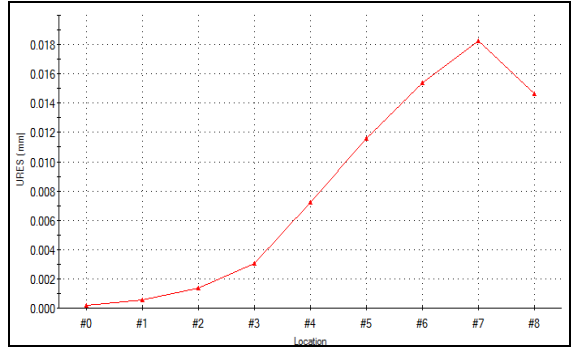
Şekil 5. (c) modeli deformasyon miktarı



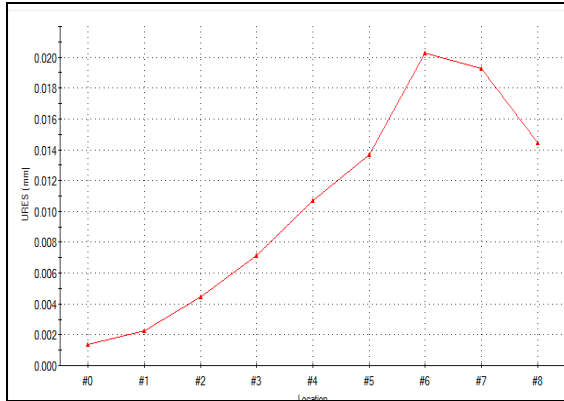
Şekil 6. (d) modeli deformasyon miktarı



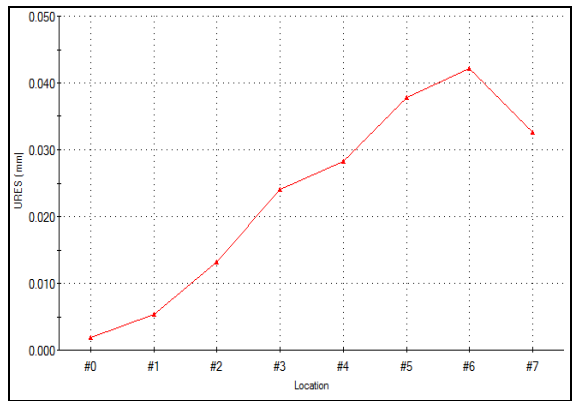
(a)



(b)

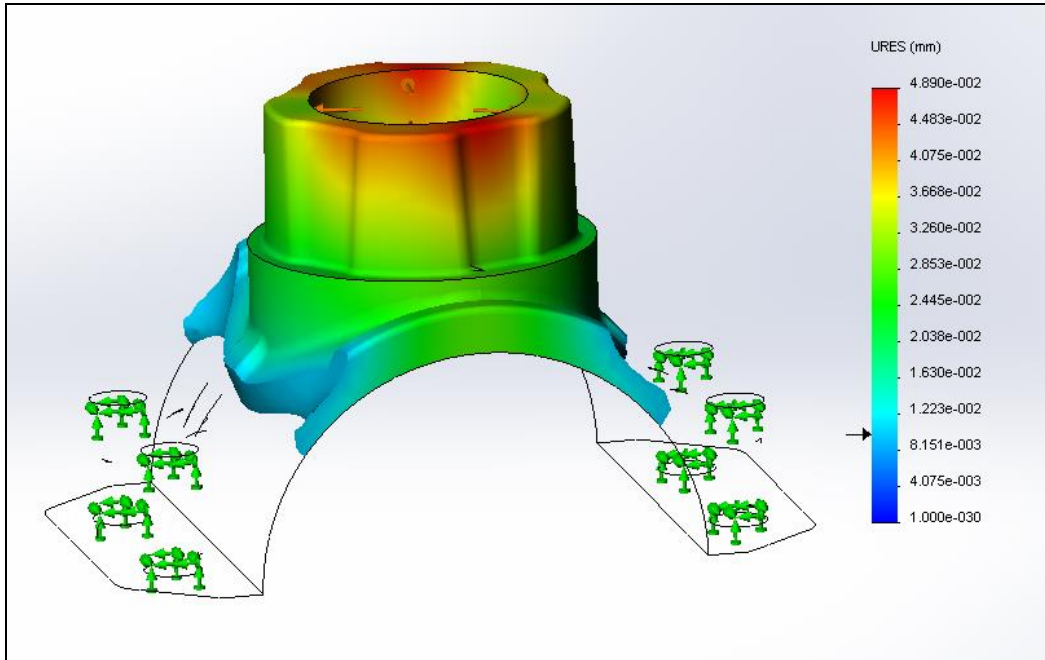


(c)

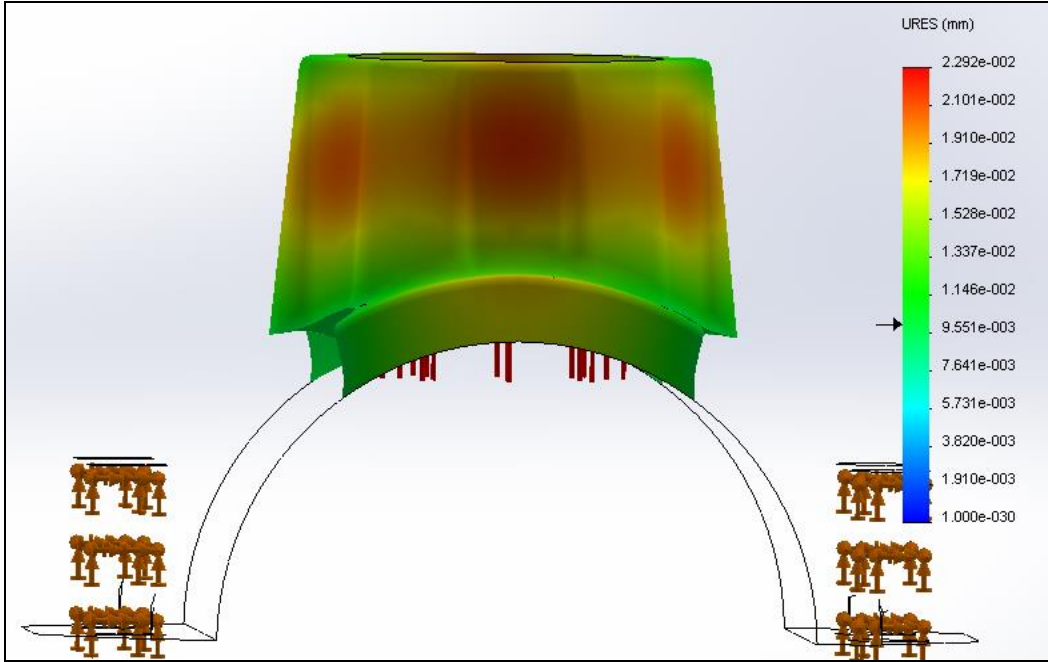


(d)

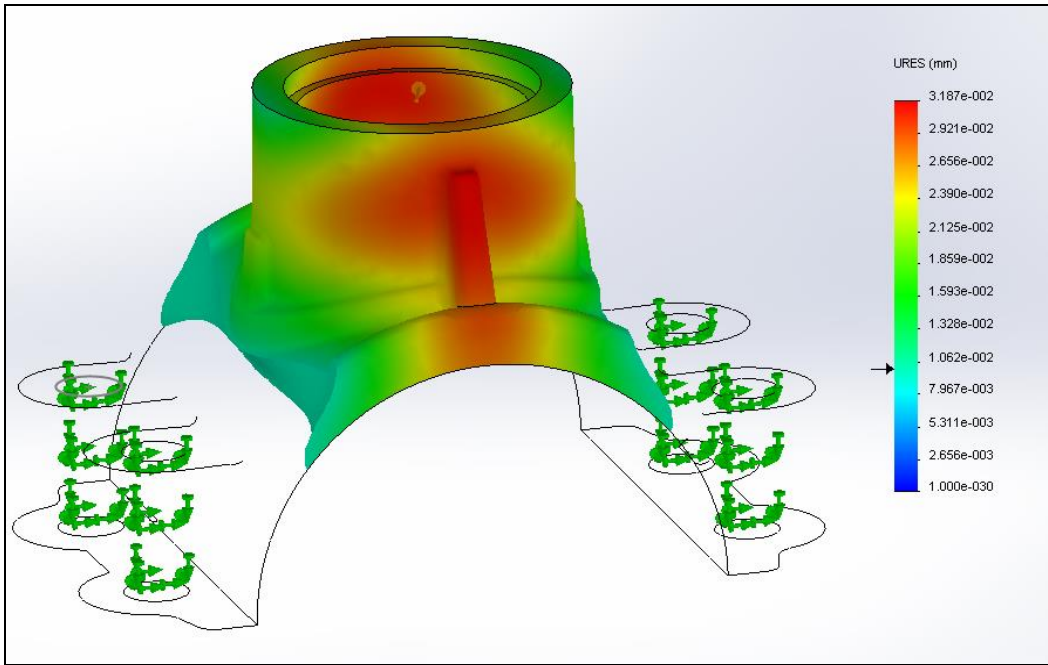
Şekil 7. Sırası ile (a, b, c ve d) her bir modelin nokta konumuna göre deformasyon miktarı dağılımı



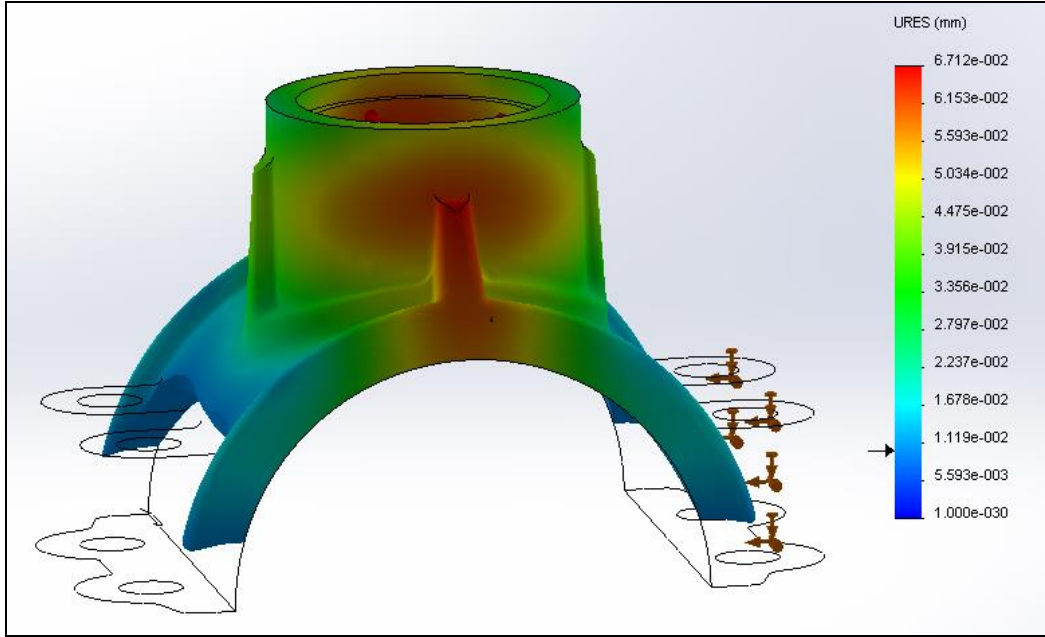
Şekil 8. (a) modeli geometrisinde 0,01 mm'den daha fazla deformasyon miktarına sahip alan



Şekil 9. (b) modeli geometrisinde 0,01 mm'den daha fazla deformasyon miktarına sahip alan



Şekil 10. (c) modeli geometrisinde 0,01 mm'den daha fazla deformasyon miktarına sahip alan



Şekil 11. (d) modeli geometrisinde 0,01 mm'den daha fazla deformasyon miktarına sahip alan

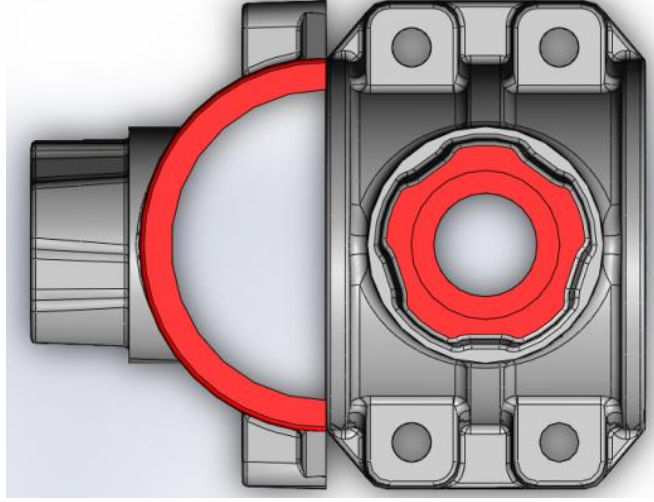
4. Tartışma

Dinamik yükler ve sismik olaylar için plastik boru ve bağlantı elemanlarının dayanımları yüksek lisans tez konusu olarak İstanbul Teknik Üniversitesinde araştırılmıştır (Şendir S., 2005). Boru bağlantı elemanlarında enerji ve basınç kayıpları gibi konularda da çalışmalar mevcuttur (Atılgan ve Öztürk, 1999). Bu çalışmada, literatürde yer alan bu çalışmalardan farklı olarak ilk defa endüstride seri üretimi yapılacak olan bir plastik boru bağlantı elemanının, ideal geometrisinin seçiminde mühendislik, estetik ve üretim gibi parametreler karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır.

Ulusal sanayimiz günümüzde Çin malı ürünler ile maliyet yönünden rekabet edemezken, Avrupa ve Amerikan malı ürünlerle de kalite yönünden rekabet edememektedir. Sonlu elemanlar yöntemi ve bilgisayar destekli tasarım programları kullanılarak ucuz maliyetli ve kaliteli yerli ürün için tasarım geometrisinde optimizasyon sağlanmıştır. Ayrıca, bu çalışma ile üniversite-sanayi işbirliği de sağlanmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde optimum tasarım olarak (b) tipi tasarım seçilmiştir. Ağırlığı (65 gram) ideal ölçülerde olup, emniyet katsayısı 8,9 ile en fazla olan üründür. Elastik deformasyon miktarı 0,01 mm olan, geometri alanı en küçük olan tasarımdır. Bunun yanında kalıp üretimi geometri şekillerinden dolayı diğer modellerden çok daha zordur. (d) tipi ise, tasarım ağırlığı ve mukavemeti en az olan üründür (63 gram-3,9) ve elastik deformasyon miktarı en fazla olan tasarımdır. 0,01 mm'den fazla elastik deformasyon miktarı vardır ve geometri alanı çok fazladır. Kalıp imalatı (b) tipi tasarıma göre daha kolaydır. (c) tipi tasarım ağırlık/dayanım oranı bakımından incelendiğinde, (b) tasarımından sonra gelmektedir (67,6 gram, 8,1 Emniyet katsayısı). Tasarım geometrisi de estetik değildir. (d) tipi tasarım gibi daha kolay bir kalıp üretimi yapılabilir.

(a) tipi tasarım ağırlığı en fazla olan üründür (75,3 gram). 10 bar basınç için emniyet katsayısı 5,7 olup 50 bar basınca dayanabileceği tahmin edilmektedir. Tasarım geometrisi incelendiğinde ay-yıldız Türk bayrağımıza benzer bir motifin iki adet ürün yan yana yerleştirildiğinde ortaya çıktığı belirlenmiştir (Şekil 12). Satış ve reklam için bu milli simgelerin olumlu etkisi olabileceği düşünülmektedir. Bu tasarım şekli ile üç adet kalıp üretimi yerine tek kalıpta ürün elde etmek için seçilmiştir. Dişlerin enjeksiyon makinesinde çıkartılabileceği bir kalıp üretimi yapılmıştır (Şekil 13). Endüstriyel tasarım patent başvurusu A ve B tip tasarımlar için yapılmıştır.



Şekil 12. Ay-yıldız Türk bayrağımızın benzetimi



Şekil 13. Çift lokmal kalıp üretimi

5. Teşekkür

Bu çalışmada katkılarından dolayı Konak Rakor çalışanlarına ve yardımcılarından dolayı Fehmi Konaktaş'a teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

- Atılğan M. ve Öztürk H. K. (1999) Borularda, boru bağlantı elemanlarında ve geçiş borularında enerji kayıpları, 4. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 547-560.
- Ayhan E. (2003) , Kanca yüzeyi geometrisinin sentetik eğriler ile modellenmesi ve optimizasyon, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi
- Balkaya M. ve Sağlamer A. (2011) Moore I. D., Conta bağlantılı PVC boruların deformasyon davranışının laboratuvar deneyleri ile belirlenmesi, İtü Dergisi Cilt: 10-4,153-162.

- Bulgurcu H. ve Özmen G. (2011), Yaygın olarak kullanılan bazı sıhhi tesisat elemanlarındaki basınç kayıplarının kuramsal ve deneysel olarak hesaplanması, 10. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 1973-1992.
- Çelik H. E. (2004), Peysaj Sulamada Kullanılan Boru Bağlantı Tipleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Cilt: 54-1, 46-67.
- Fetvacı M. C. ve İmrak C. E., (2004), Dış dibi gerilmelerinin analizi için düz dişli çarkların sonlu eleman modellenmesi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak., 19-2, 199-203.
- Gpa Plastik (2016), <http://www.gpa.com.tr>
- Gümüş M. (2009), Farklı zeminlerdeki boruların dinamik yükler altında davranışları, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Karaoğlu S. ve Karaoğlu Ç. (2002), T-bağlantılarda kaynak eşiğindeki gerilme yığılması faktörünün sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmesi, DEÜ mühendislik fakültesi fen ve mühendislik dergisi 4-2,107-112.
- Öztürk İ. ve Kaya N. (2008), Otomobil ön tampon çarpışma analizi ve optimizasyonu, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 13-1, 119-127.
- Pimtas Plastik (2016), <http://www.pimtasplastik.com.tr>
- Poelsan (2016), Plastik <http://www.poelsan.com>
- Senkron Plastik (2016), <http://www.senkronplastik.com>
- Şelenbaş (2011), Ağır kamyon geometrisinin ve aksesuarlarının aerodinamik tasarım ve optimizasyonu, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Şendir S. (2005), Zemine gömülü boruların sismik etkiler altındaki davranışı İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Yalçinkaya M. ve Satır B. (2005), Tünellerde oluşan hareketlerin farklı ölçü yöntemleri ve sonlu elemanlar yöntemiyle belirlenmesi, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu.