

SERVO KONTROLLÜ PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASI TASARIMI

Harun KAHYA^{a,*} ve Hakan GÜRÜN^b

^{a,*} Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü
Tel: 0-312-2028686 harunkahya87@hotmail.com Ankara/TÜRKİYE

^{b,*} Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü
Tel: 0-312-2028686 hgurun@gazi.edu.tr Ankara/TÜRKİYE

Özet

Enjeksiyon tezgâhları denince akla ilk gelen kalıplar yardımıyla parça üretilmesini sağlayan genellikle hidrolik sistemler ile çalışan tezgâhlardır. Sanayide çok büyük bir kullanım alanına sahip olan plastik enjeksiyon tezgâhlarının enerji kaynaklarından tasarruf edilecek şekilde geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, servo motorlu enjeksiyon tezgâhlarının tasarımı amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışma ile servo motorlar kullanılarak tasarlanan yeni nesil plastik enjeksiyon tezgâhının klasik A/C motorlu tezgâhlara göre teknolojik kazanımları, özellikleri, hızı, hassasiyeti, enerji verimliliği ve kalite yönünden karşılaştırılması görülebilecektir.

Anahtar kelimeler: servo motor, plastik enjeksiyon makinası, enerji tasarrufu

1. Giriş

Enjeksiyon, ham plastik malzemenin eritilerek kalıba basılması işlemidir. Burada plastik soğuyarak kalıbın şeklini almaktadır. Plastik malzemeyi belirli bir sıcaklığa kadar ısıtıp kalıba enjekte eden, malzemenin dolmasından sonra onun soğumasını temin eden mekanizmayı destekleyen, donduktan sonra kalıptan çıkarılmasını sağlayan mekanizmayı içeren makineler enjeksiyon makineleri olarak bilinir. Enjeksiyon makinesinde, uygulanan kaplama kuvveti ve basılan plastik miktarı makinenin sınıflandırılmasını sağlayan iki önemli parametredir. Kapama kuvveti 10 ton ile 5000 ton arası değişirken, basılabilen plastik miktarı birkaç gramdan 40 kilograma kadar çıkabilmektedir [1].

Plastik Enjeksiyon Makinalarında enjeksiyon ünitesi olarak da adlandırılan grup ünitesi malzemeyi eritip, kalıbın içine enjekte edebilecek basıncı sağlayan aksamları barındıran kısımdır. Kalıp ünitesi, kalıbın merkezlenmiş şekilde bağlamayı sağlayan iki ana bağlama plakasından oluşan ünedir. Kalıp kapama mekanizması ise kalıbın her adımda açılıp kapanması sağlayan makas kilitleme mekanizma sistem ile çalışan kısımdır.

Ching ve diğerleri çalışmalarında, mekatronik tasarım ve enjeksiyon hız kontrolü için pragmatik tekniğini kullanarak yüksek hızda çalışan plastik enjeksiyon makinası geliştirmişlerdir. Pratik kurallar, verimli makine tasarımı yapmak ve hidrolik servo sistemdeki bileşenlerin özelliklerini seçmek için kullanılmıştır. Yapılan çalışma, kalıplamada plastik aksesuarlar ve parça seçimi için çok hızlı ve etkili bir metottur [2].

Wang, enjeksiyon ünitesini simüle etmek için bir sistem geliştirmiştir. Yapılan çalışmada, yüksek hızlı enjeksiyon kalıplama tezgahının servo hidrolik sistemi tasarımı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular ile kalıplama hızını etkileyen parametrelerin tespiti amaçlanmıştır [3].

Yu çalışmasında, sistem parametrelerinin değişimlerine ve yüksek enjeksiyon kalıplama hızına bağlı olarak servo- hidrolik sistemin ürün özellikleri ile ilişkisini araştırmıştır [4].

Chen, yüksek hızlı enjeksiyon kalıplama makinasının, kapalı döngü sisteminde çalışma parametrelerini incelemiştir. Çalışma ile tepki süresinin, sistem basıncının ve enjeksiyon hızının ürün kalitesine etkileri gözlemlenmiştir [5].

Chiang ve diğerleri çalışmalarında, tam elektrikli ve motor sürücülü sistemin yüksek hassasiyet ve yüksek enerji verimliliği sağladığını tespit etmiştir. Sunulan sistemin mevcut hidrolik sistemli enjeksiyon makinaları içinde kullanılabilir olduğunu göstermiştir [6].

Piyasada bulunan enjeksiyon tezgahların çoğu eski tip hidrolik sistemlerle çalıştığından dolayı hız konusunda yüksek değerlere çıkamamaktadır. Geliştirilen servo kontrollü sistem, hız sorununu ortadan kaldırmak için tasarlanmıştır. Yüksek hızda çalışabilen tezgâhlar çevrim sürelerini azaltıp, birim zaman içerisinde üretilecek baskı sayısını artırmaktadır.

2.Makina Özellikleri

Makinanın sahip olması gereken özellikler uluslararası standartlara uygunluğuna, piyasadaki ihtiyaçlara karşılık verebilmesi için öncelikle belirlenmesi gereken bir durumdur. Tasarımdan önce incelenmesi gereken başlıca özellikler; Hız, hassasiyet, enerji verimliliği ve kalitedir.

2.1 Hız

Enjeksiyon, dozaj ana eksenleri ve kalıbın açılması ve kapanması elektrikli ürünlerinde standart olarak servo elektrik tahriklidir. Böylece birbirinden tamamen bağımsız olarak çalışır. Yüksek ivme ve son hızın yanı sıra eş zamanlı çalışma hareketleri, döngü süresinin azalmasıyla işletimi daha da hesaplı hale getirir. Bu durum minimum zamanda maksimum imalatı beraberinde getirmektedir. Şekil 1.'de yüksek hız kontrol ünitesi ile ilgili detaylı görünüm verilmiştir.



Yüksek Hız Kontrol Sistemi (HICOM-a)

HICOM-a Operasyon Paneli

10,4 TFT Kolay Kullanımlı Parlak Ekran

Dokunarak Veri Girme İmkanı

Manuel Komuta Paneli

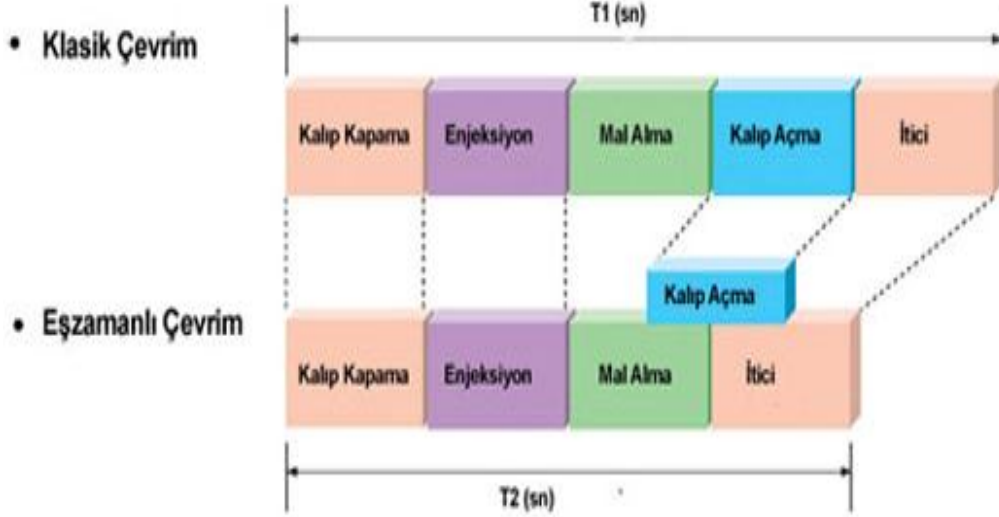
Hafıza Kartı

Yazıcı Portu

Şekil 1. Yüksek Hız Kontrol Ünitesi

2.2 Hassasiyet

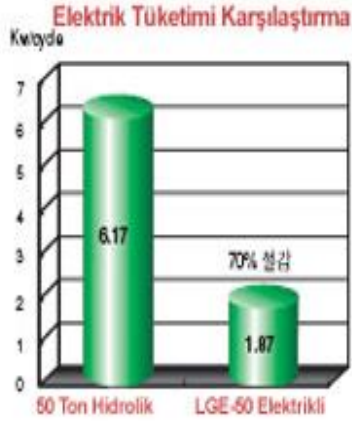
Boşluksuz, doğrudan etkide bulunan dişliler elektrikli ürünlerin sağlam bir şekilde tahrik millerini gücü iletir ve uygun dinamik hareketlerin gerçekleşmesini sağlar. Servo elektrikli tahriklerinin mükemmel pozisyon hassasiyeti ile birlikte üst düzey üretim sürekliliği ve maksimum parça kalitesine imkân sağlar. Mutlak mesafe algılayıcısı referans pozisyon hareketini gereksiz kılar. Aynı zamanda hassas ve kısa zamanlı çevrim süreleri elde etmemizi sağlar. Şekil 2.'de klasik çevrim ile eş zamanlı çevrim arasındaki farklar gösterilmektedir.



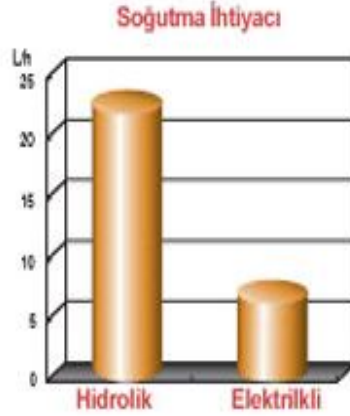
Şekil 2. Çevrimler Arası Farklar

2.3 Enerji Verimliliği

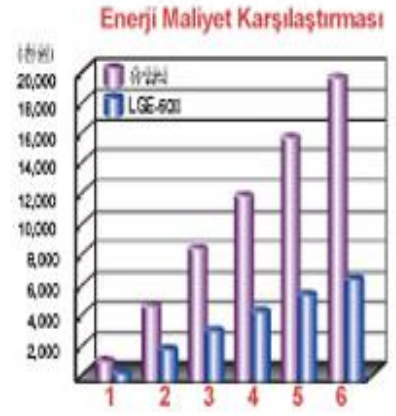
Servo elektrik tahriklerin yüksek etki derecesi ve mafsallı kapama ünitesi sayesinde elektrikli ve enerji verimliliğini beraberinde getiren bir çalışma sistemi sağlar. Frenleme sırasında servo motorların enerji geri beslemesine de enerji tüketimini en aza indirir. Bu faktörlerin hepsi enerji tüketiminde yüzde 25 ila 50 arasında bir kazanım sağlamaktadır. Şekil 3 'te hidrolik sistemli tezgâhlar ile elektrikli tezgâhlar arasında elektrik tüketimi, soğutma ihtiyacı, enerji maliyeti karşılaştırmaları gösterilmektedir. Bunun sonucunda elektrikli enjeksiyon tezgahının, hidrolik sistemli tezgaha üstünlükleri görülmektedir.



(a)



(c)



(b)

Şekil 3. Hidrolik Makine ile Elektrikli Makinanın Kıyaslama Tablosu

a-Elektrik Tüketimi Karşılaştırma Tablosu

b-Soğutma İhtiyacı Tablosu

c-Enerji Maliyet Karşılaştırması Tablosu

2.4 Kalite

Süreç sırasında düşük sapmalar gösteren makinelerin yüksek güvenilirliği çok sayıda teknik ayrıntıyla sağlanır. Bunların arasında, daha hızlı çevrimler ve uzun geri basınca evreleri için motorların ve konvertisörlerin kapalı soğutma devresi yer almaktadır. Bu sistemler makinanın sorunlara karşı kaliteli ve dayanıklı olduğunu göstermektedir. Şekil 4'te servo-driver ve servo motor ile kapama ve meme üniteleri gösterilmiştir.



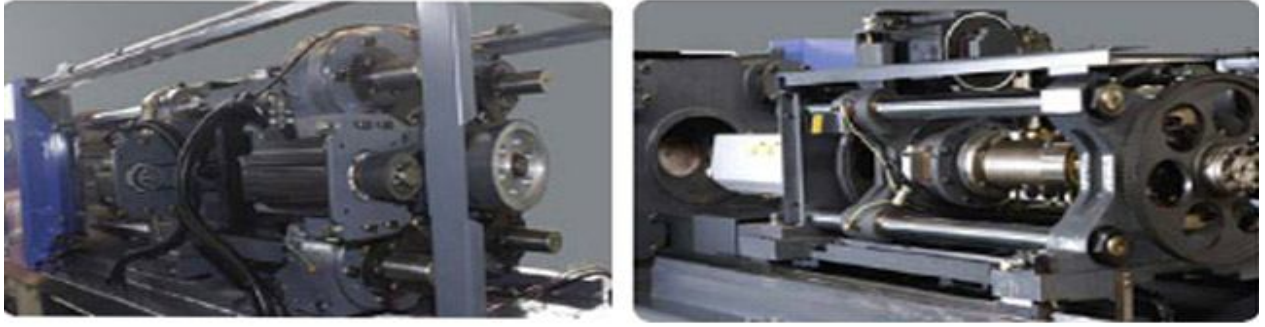
Servo drive

(a)



Servo motor

(b)



(c)

(d)

Şekil 4- Servo Kontrollü Elektrikli Makinanın Kısımları

- a- Servo Driver
- b- Servo Motor
- c- Kapama Ünitesi
- d- Meme Ünitesi

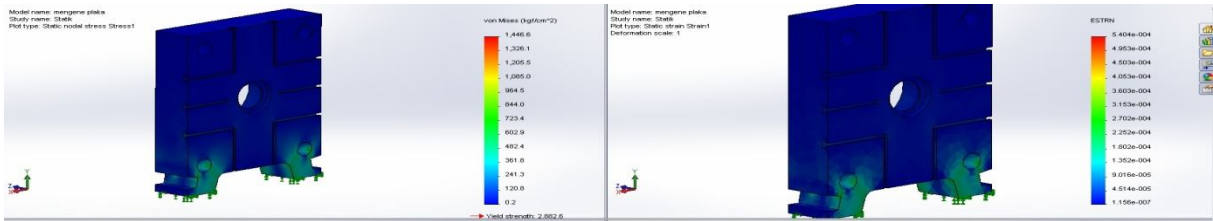
3. Makina Tasarım Aşamaları

3.1 Taslak Çizimler

Öncelikle belirlenen ihtiyaçlara uygun tasarımın taslak çizimleri SolidWorks paket programı yardımıyla yapılmıştır. Yapılan bu tasarımlar 3 alt montaj olarak toplanmıştır. Bunlar; şase montajı, kapama ünitesi ve meme ünitesidir. Bu tasarımlar tamamlandıktan sonra analiz aşamasına geçilmiştir.

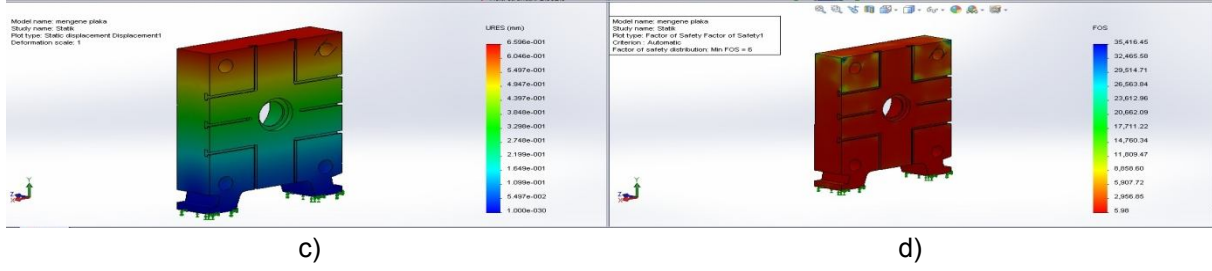
3.2 Analizler

Makinanın statik ve dinamik yüklere karşı göstereceği davranışlar imalata geçilmeden önce SolidWorks paket programı yardımıyla CAE analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda elde edilen verilere göre bazı parçalarda tasarım iyileştirmeleri yapılmış olup tekrar CAE analizlerinden geçirilerek parçaların dayanımları doğrulanmıştır. Şekil 5. ve Şekil 6. 'da bu analizler resimlerine yer verilmiştir.

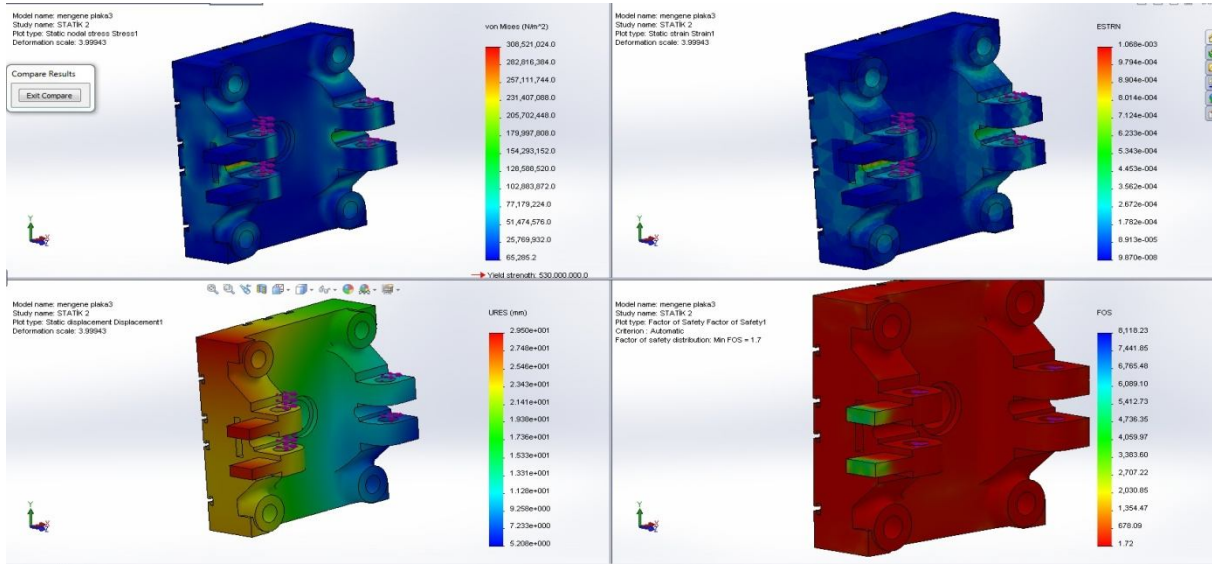


a)

b)



Şekil 5. Analiz Sonuçları-1, (a) Statik Gerilme (Von Mises), (b) Statik Gerilim, (c) Statik Yer Değişirme, (d) Emniyet Katsayısı



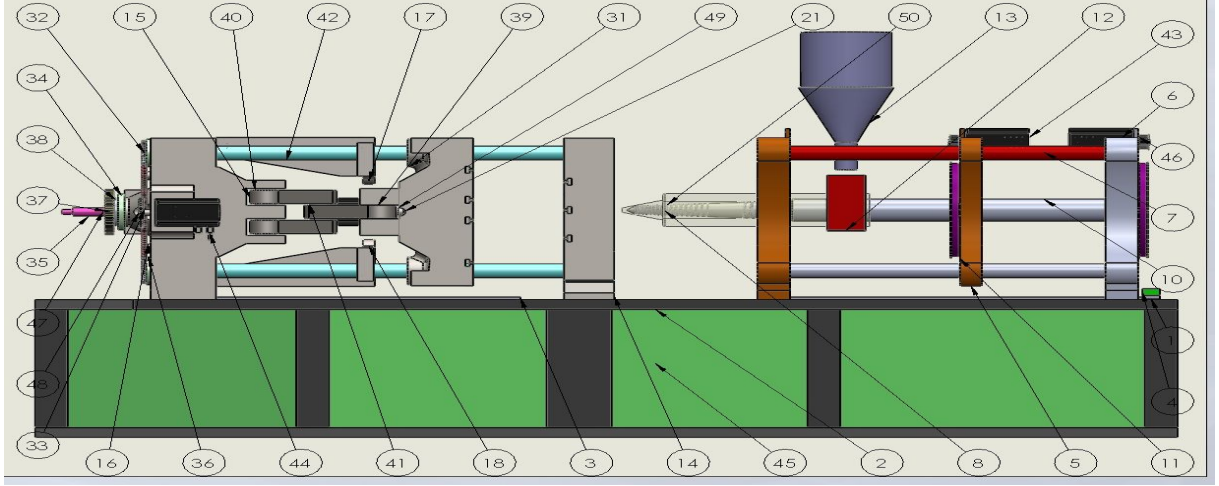
Şekil 6. Analiz Sonuçları-1, (a) Statik Gerilme (Von Mises), (b) Statik Gerilim, (c) Statik Yer Değişirme, (d) Emniyet Katsayısı

3.3 İmalat Resimleri

Analiz sonuçlarının ardından imalata aşamasına geçilmiştir. SolidWorks paket programı yardımıyla oluşturulan imalat resimleri geleneksel imalat yöntemleri yardımı ile (Freze, Torna, vb.) yapılacaktır.

3.4 Makinanın Montajı

İmalatı yapılan parçaların ana şase üzerine montajları uygun bir şekilde yapıp makinanın çalışır bir duruma gelmesi sağlanmıştır. Şekil 8'de makinanın montajlı hali gösterilmiştir.



Şekil 8. Makina Montajı

Sonuç

Yapılan bu çalışma ile yeni nesil enjeksiyon makinasının tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan makinanın imal edilmesi ile yüksek hızlarda çalışma ve birim zamanda maksimum çevrim süresinin sağlanması hedef alınmıştır. Ayrıca, servo sistemler yardımıyla hassas hareket kontrolü elde edilebilir. Geri besleme sistemleri sayesinde % 60'lara varan enerji tasarrufu sağlanabilir. Bu tezgâhın tasarımı sayesinde, enjeksiyon makinası ithalatının önüne geçilebilir ve ihracat imkanı sağlayabilir.

Kaynaklar

- [1]- Rosato, D.V. Injection Molding Handbook, 2000
- [2]- Ching-C, Tsai, S.-M, Hsieh, H.-E, Kao, . Mechatronic design and injection speed control of an ultra high-speed plastic injection molding machine, Mechatronics, 2009, 147–155.
- [3]- Wang YS. The investigation of hydraulic servo system design for high-speed injection molding. MS thesis, Jhongli, 2001.
- [4]- Yu CY. A study on the regulating response characteristics of hydraulic servo system for the high-speed injection molding. MS thesis, 2002.
- [5]- Chen PC. Study on the response time for a super high speed servo-hydraulic system and components. MS thesis, 2003.
- [6] Chiang, M-H., Chen, C-C., Kuo, C-F, J, The high response and high efficiency velocity control of a hydraulic injection molding machine using a variable rotational speed electro-hydraulic pump-controlled system, Int J Adv Manuf Technol, (43), 2009, 841–851.