

# Sabit Devir ve Sabit Deplasmanlı Pompaların Kullanıldığı Hidrolik Sistemlerde Servopompa Dönüşümü Uygulaması ile Enerji Verimliliğinin Artırılması, Hakan Olcay, Siemens Sanayi ve Ticaret A.Ş., hakan.olcay@siemens.com

## 1. Özet

Servopompa teknolojisi plastik enjeksiyon makinelerinin çalışma koşullarına birebir uygun olup makine üreticileri piyasaya yeni sürdükleri makineleri Servopompa teknolojisi ile üretmektedirler. Fakat bazı işletmelerin mevcutta kullandıkları makineler geleneksel hidrolik yapıya sahip olup enerji tüketimleri Servopompa yapısına sahip bir makineye kıyasla 5 kata kadar daha fazladır. Her geçen gün daha da artan rekabetçi piyasa ortamında enerji birim maliyetlerinin yükselmesi ve bu maliyetlerin ürün fiyatlandırılmasına yansmasıyla Servopompa teknolojisi ile üretim yapan ve geleneksel teknoloji ile üretim yapan işletmeler arasındaki ürün maliyet farkı artmakta ve geleneksel teknoloji ile üretim yapan işletmeleri negatif şekilde etkilemektedir.

İşletmelerin üretim teknolojisini Servopompaya dönüştürmesi ancak Servopompa teknoloji ile yeni makine yatırımı veya mevcut makinelerin Servopompa dönüşümü ile mümkündür. İşletmelerin Servopompa teknolojisinin avantajlarından faydalanmaları için yeni makine yatırımı yapmaya gerek kalmadan, mevcut makinelerin Servopompa teknolojisine dönüşümü mümkündür.

Yapılan çalışmalar geleneksel hidrolik sisteme sahip makinelerde %80'e kadar hidrolik motor gücünden tasarruf gerçekleştirebildiğini ortaya koymaktadır. Tasarruf miktarı makine yapısına, kullanılan kalıba, ürün reçetesine ve operatör alışkanlıklarına göre farklılıklar gösterebilmektedir.

### Anahtar Kelimeler;

servopompa, servomotor, akış valfi, basınç valfi, frekans çevirici, değişken hız sürücüsü, enerji verimliliği, tasarruf

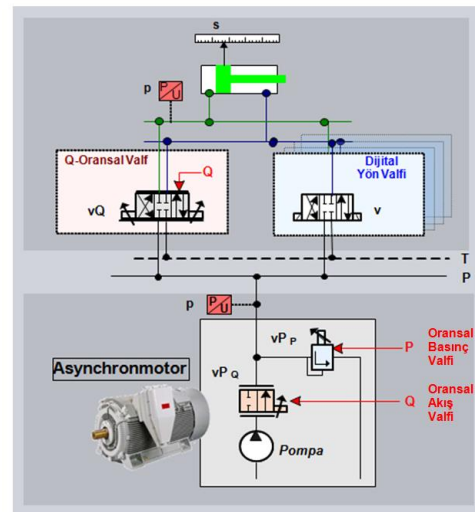
## 2. Mevcut Makine Teknolojileri

Hidrolik sistemler çeşitli teknolojiler ile tasarlanmışlardır. Mevcut makinelerde en çok iki tür yapı gözlemlenmektedir. Bunlar hidrolik pompanın tasarımına göre şu şekilde adlandırılabilir;

- Sabit deplasmanlı
- Değişken deplasmanlı

Bu çalışmada Sabit deplasman yapısındaki makinelerin Siemens Servopompaya dönüşümü ile ilgili teknik fizibilite irdelenmektedir. Raporda Sabit deplasman yapısındaki makineler geleneksel teknoloji olarak adlandırılmıştır.

Sabit deplasmanlı makinelerde asenkron motorun tahrik ettiği bir ya da birden fazla sabit hacimli pompa ile makineye hidrolik güç aktarmaktadır. Motor sabit devirde dönmekte, sabit hacimli pompa sisteme sabit debi pompalamaktadır. Enjeksiyon işlemi sırasında farklı aşamalarda farklı debi ve basınç gereksinimleri olmaktadır. Sabit devirle dönen sabit hacimli pompa bu değişik akış karakteristiklerini kendi başına sağlayamaz, bunun için akış kısıtlayıcıları yani oransal valflere ihtiyaç duyar. Bu valfler akış ve basınç regülasyonu için genelde iki adettir (tezgah marka ve modeline göre farklılık gösterebilir) ve makinenin PLC'sinden gelen oransal sinyal ile akışı kısıtlayarak anlık olarak ihtiyaç duyulan akış ve basınç regülasyonu sağlarlar. Bu valfler çok hassastır, bakıma ihtiyaç duyarlar, maliyetleri yüksektir ve üretim devamlılığı için yedek tutmak gerekebilir.



Resim 1 - Sabit Deplasmanlı Hidrolik Pompa Yapısında Hidrolik Şema

DEMAG makine üreticisinin yaptığı bir çalışmada geleneksel hidrolik yapıda kısma valfleri ile çalışan bir makine ile elektrikli hidroliksiz bir plastik enjeksiyon presi beş farklı ürün için kıyaslanmıştır.

| Ürün                                                                              | Ağırlık (g) | Çevrim Zamanı (s) | Hidrolik makine enerji tüketimi | Elektrikli makine enerji tüketimi | Tasarruf % |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|
|  | 16,1        | 16,3              | 1,62 kWh/kg                     | 0,62 kWh/kg                       | 62 %       |
|  | 19,1        | 19,0              | 1,72 kWh/kg                     | 0,82 kWh/kg                       | 52 %       |
|  | 23,7        | 20,0              | 7,34 kWh/kg                     | 2,46 kWh/kg                       | 67 %       |
|  | 41,8        | 20,5              | 11,63 kWh/kg                    | 6,14 kWh/kg                       | 47 %       |
|  | 2,2         | 11,7              | 8,30 kWh/kg                     | 2,20 kWh/kg                       | 73 %       |

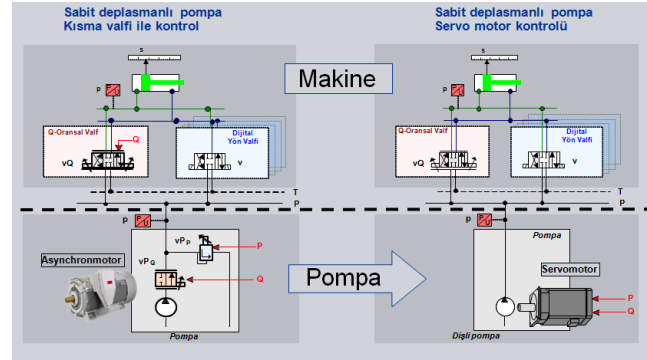
Referans: DEMAG: Enerji Broşürü

Resim 2 - Hidrolik Makine ile Elektrik Makine Enerji Tüketim Kıyası

Yapılan kıyaslamada ortaya çıkan sonuç geleneksel yapıda bir makinede yapılan üretimde %73'e kadar enerji boşa harcanmaktadır. Servopompa dönüşümü boşa harcanan bu enerjinin önüne geçmeyi başarabilmekte ve geleneksel teknolojili makineyi değiştirmeye gerek kalmadan elektrikli makineye benzer bir enerji tüketim yapısına kavuşturmaktadır.

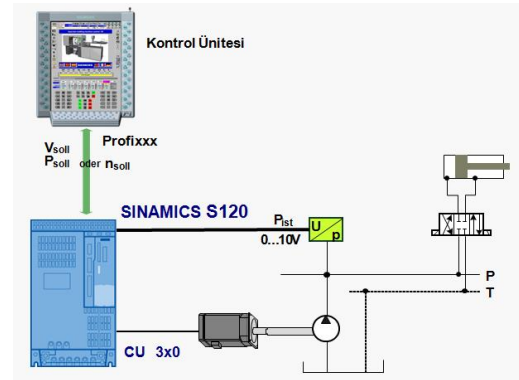
### 3. Servopompa Dönüşümü

Servopompa dönüşümü ile mevcut makinenin asenkron motoru ve hidrolik pompası sökülmemektedir. Yerine servomotor ve içten dişli hidrolik pompa makineye monte edilmektedir. Mevcut akış ve basınç valfleri yerinden sökülebileceği gibi yerinde bırakılıp bypass edilebilir. Yeni hidrolik pompanın iptal edilen valflerin görevini yapabilmesi için eski valflere giden oransal sinyaller servomotorun sürücüsüne input olarak bağlanmakta ve sistemin kapalı kontrol devresi ile çalışabilmesi için anlık basınç değeri basınç transdüserinden sürücüye input olarak beslenmektedir. Servomotorun hareketini kontrol eden sürücü bir kontrol ünitesi tarafından kontrol edilmektedir. Bu kontrol ünitesinin içinde Siemens Servopompa yazılımı çalışmaktadır. İki oransal sinyal ve bir anlık basınç bilgisi bu yazılım tarafından anlık olarak yorumlanıp motorun yapması gereken hareketlere karar verilmektedir. Bu işlemlerin milisaniye mertebelerinde olması vasıtasıyla sistemde iptal edilen valfler kadar, hatta daha hassas bir makine yapısına kavuşulmaktadır.



Resim 3 - Siemens Servopompa Dönüşümü Hidrolik Şema Önce ve Sonra

Yukarıdaki şemada da görüldüğü gibi makinenin üretim yapan kısmı ile ilgili hiçbir değişiklik söz konusu değildir. Yapılan dönüşüm sadece hidrolik motor ve pompa üzerinde gerçekleşmektedir.



Resim 4 - Siemens Servopompa Dönüşümü Kontrol Şeması

Makinenin mevcut kontrol ünitesi, operatör paneli ve benzeri bütün mevcut sistemler dokunulmadan aynı kalmaktadır. Makinenin PLC'sinin üzerinden iki oransal sinyal alınarak servomotor sürücünün kontrol ünitesini beslemektedir.

Kontrol ünitesinin içinde çalışan Siemens Servopompa yazılımı hidrolik sistem yapısının karakteristiklerini içinde barındırmakta ve kullanılan hidrolik pompanın da akış ve basınç karakteristiklerine göre normalizasyonlar ve hesaplamalar yaparak sistemi çok hassas bir şekilde kontrol etmektedir.

## 4. Servopompa Dönüşümü Avantajları

Özet olarak Siemens Servopompa dönüşümü şu avantajlara sahiptir;

### Verimlilik

- Geleneksel hidrolik sistemlere kıyasla %40 - %80 enerji tasarrufu
- Daha az yağ kirlenmesiyle azalan yağ tüketimi
- Daha az ısınan yağ ile üretimdeki yağ sıcaklığı etkisinin azalması
- Basınç akümülatörüne gerek kalmaz, iptal edilebilir

### Donanım

- Bütün makine güçleri için aynı yazılım, bakım ekibi için kolaylık
- Bütün SINAMICS S120 güçleri için aynı donanım çözümü
- Mekanik aktarmasız pompa ile daha az bileşen ve daha az maliyet ve bakım gerektirmeyen pompa yapısı
- Valf kontrollü sisteme kıyasla çok sessiz çalışma
- Bütün geleneksel hidrolik makineler için, markadan bağımsız tek bir servopompa paket çözümü

### Performans

- Full elektrikli makineye benzer kontrol karakteristiği
- Servopompaların paralel çalıştırılması ile istenilen yüksek güçlere ulaşılması mümkün

Servopompa ile çalışan makinelerin hidrolik sistemlerinde Akış ve Basınç Oransal valflerinin iptal edilmesi arıza risklerini azaltmaktadır, bunun yanında bakım ve yedek bulundurma gereksinimleri de ortadan kalkmaktadır.

Servopompa sistemi modülerdir. Tasarım kapasitesinin altındaki makinelerde de yüksek verimde çalışabilmekte olup, elden çıkartılması planlanan makinelere uygulanması durumunda sökölüp aynı kapasitede veya daha düşük kapasitede bir başka makineye monte edilebilir. Eski makine satılmak istendiğinde eski motor ve pompası tekrar monte edilip çalışır durumda elden çıkartılabilir.

## 5. Örnek Uygulamalar

Siemens Servopompa dönüşümü Türkiye’de çeşitli projelerde uygulamıştır. Önceki yıllarda daha çok cam pres makinelerine yönelik yapılan uygulamalardan sonra 2013 yılı başından itibaren plastik enjeksiyon pres makinelerinde dönüşüm projeleri gerçekleştirilmiştir. Aşağıda gerçekleştirilen projelerden ikisi hakkında bilgi paylaşılmıştır.

### **HAITIAN HTF-300X**

Bir boru fitting işletmesinde aktif olarak çalışan bu makine 30kW asenkron motor ile çalışmaktaydı. Uygulama öncesinde tasarrufun net bir şekilde ortaya çıkması için uygulama öncesi ve sonrasında kullanılmak üzere bir kalıp belirlendi. Kullanılan kalıp 16 gözlü boru kelepçesi üretimde kullanılan bir kalıptı. Uygulama öncesinde 24 saat boyunca yapılan ölçümlerde makine ortalama 20kW güç ile üretim yapmaktaydı. Anlık güç değerlerinde ise 48kW pikler ile 6,3kW boşa motor güç çekmekteydi.



Resim 5 - HAITIAN HTF-300X Enjeksiyon Makinesi

Uygulama sonrasında aynı kalıp ile 24 saat üretim yapıldı ve Servopompa sistemi sürücü yükü dahil güç tüketimi kayıt edildi. Yeni sistem 24 saat boyunca aynı kalıpta ve çevrim zamanı uygulama öncesi ile aynı tutularak 4,5kW ortalama güç ile çalıştı. %77,5 enerji tasarrufu gerçekleşti.

Bu uygulamanın ortalama yıllık getirisi €7.800 civarında olup geri ödeme süresi 2 yılın altında kalmıştır.

### **HAITAI HTW-2000**

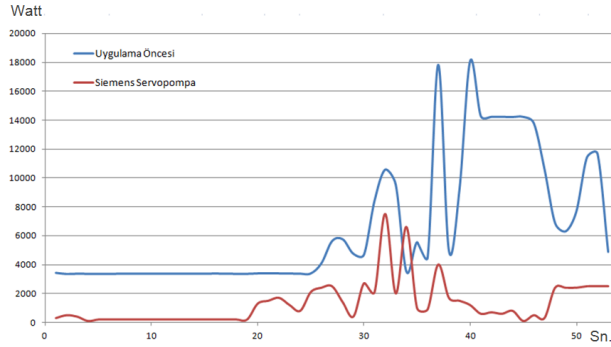
Bir beyaz eşya yan sanayi işletmesinde yapılan uygulamada 18,5kW motorlu 200 ton gücünde bir makine seçildi. Bu uygulamada 3 adet kalıp uygulama

öncesi ve sonrasında kullanılması yönünde kararlaştırıldı.



Resim 6 - HAITAI HTW-2000 Enjeksiyon Makinesi

Yapılan analiz sonucunda güç grafiği şu şekilde gerçekleşti;



Grafik 1 - Bir Çevrim Süresinde Önce ve Sonra Enerji Tüketim Analizi

Uygulama öncesinde 9kW ile 6,5kW arasında gerçekleşen ortalama güç tüketimi 1,3kW seviyelerine çekildi. Bu uygulamada %81'e kadar tasarruf gerçekleştiği gözlemlendi.

## 6. Değerlendirme ve Sonuç

Motor devrinin değiştirilerek debi kontrolü yapılması çok klasik olarak tüm motorlarda uygulanan bir tasarruf yöntemidir. Fakat Servopompa sisteminin sağladığı en önemli tasarruf, tezgah basınç istediğinde sistem istenilen basınçta sabit şekilde tutulurken motorun yavaşlaması ve durmasının sağlanmasıdır.

$$\{P\} = \frac{\{M\} \cdot \{n\}}{9550}$$

Yukarıdaki güç formülünde de görüleceği üzere motorun şebekeden çektiği güç devir ile doğru orantılıdır. Servopompa sistemi makinenin istediği basınca ulaşp motoru durdurduğunda motor gücü

teorik olarak sıfır olabilmektedir. Bu durum yukarıdaki Grafik-1'de 40 ile 48'inci saniyeler arasında net olarak görülmektedir. Bu aralıkta motorun çektiği güç 14kW'dan 1kW'a kadar düşmüştür.

Mevcutta bazı uygulamalarda kullanılan değişken hız sürücüsü ancak oransal akış valfindeki sürtünme kayıplarından bir oranda tasarruf sağlarken Servopompa sistemi ile mevcut sistemde akış valfinin yanında basınç oransal valfinden kaynaklanan kayıpların da önüne geçmek mümkün olacaktır.

Servopompa dönüşümü enerji tasarrufunun yanında yukarıda anlatıldığı gibi birçok avantajları beraberinde getirmektedir. Artan rekabetçi piyasa şartlarında enerji verimli yeni tezgah yatırımı yapmak yerine kısmi maliyetlerle mevcut tezgahta yapılacak dönüşüm ile hedeflenen enerji tasarrufu elde edilmektedir.