

PRESLERDE DEĞİŞKEN HIZLI POMPA (VSP) TAHRİK SİSTEMLERİ

Bülent BOSTAN

ÖZET

Dünyada enerji kaynaklarının gittikçe azalması ve buna bağlı olarak enerji maliyetlerinin artmasından dolayı enerjinin verimli bir şekilde kullanılması daha fazla önemli hale gelmiştir. Buna bağlı olarak da hidrolik sistemlerde enerji verimliliği ve bu amaca uygun sistemlerin geliştirilmesi son yıllarda gittikçe önem kazanmaktadır. Enerji verimliliği açısından ve sağladığı diğer avantajlar bakımından değişken hızlı pompa tahrik ve kontrol sistemleri, maliyetlerinin de düşmesiyle git gide önemli hale gelmeye başlamış ve presler gibi birçok uygulama alanında da kullanılmaya başlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, hidrolik, servo motor, tahrik sistemleri, elektrik motoru, hidrolik pres, pompa, sürücü

ABSTRACT

Reduction of energy resources in the world, and consequently more and more efficient use of energy due to the increase in energy costs has become more important. Accordingly, the hydraulic systems with energy efficiency and the development of systems suitable for this purpose is becoming increasingly important in recent years. The variable speed pump drive and control systems with energy efficiency and the other provided benefits, and with the decrease in the costs are becoming more and more important and started being used for many applications such as presses.

Key Words: Energy, hydraulic, servo motor, drive systems, electric motor, hydraulic presses, pump, driver

1. GİRİŞ

Enerji kullanımında, kaynakların tasarrufu için global taleplerin bir sonucu olarak yüksek verimlilikte tahrik çözümleri gittikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Şekillendirme işi için genellikle büyük miktarda enerjinin ve kuvvetlerin gerektiği pres yapımında, CO₂ emisyonları da azaltılırken aynı zamanda çevrenin korunmasına da önemli katkılarda bulunulabilir.

Mekanik tasarım, hareketli parçaların azaltılması vs. gibi preslerin verimliliği dikkate alınırken, bunların yanına ilave olarak olabilecek en üst verimlilik oranlarında tahrik sistemlerinin de kullanılması önemlidir. Hareketli parçalardaki sürtünmenin ve kısıma kayıplarının azaltılmasına bağlı kısmi enerji kazanımı ile birlikte, toplam verimliliğin artırılması üzerinde rol oynayan ana faktörlerdir.

Yüksek verimlilik sadece enerji ihtiyacının minimize edilmesi anlamına gelmez, fakat ayrıca enerji kayıplarının olabildiğince azaltılması anlamına gelir. Bunun sonucunda küçük boyutlu soğutucular veya bunların tamamen ortadan kaldırılması anlamına da gelir. Bu nedenle soğutma için enerji girdisi önemli ölçüde azaltılabilir veya ortadan kaldırılabilir. Bunun gibi yüksek verimlilikte bir tahrik sistemi değişken hızlı pompa tahrik sistemidir. (VSP).

2. HİDROLİK PRESLERDE ENERJİ TASARRUFU SAĞLANABİLECEK NOKTALAR

Geleneksel hidrolik sistemlerle, değişken hızlı tahrik (VSP) sistemlerini karşılaştırdığımızda enerji tasarrufu sağlanabilecek noktalar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

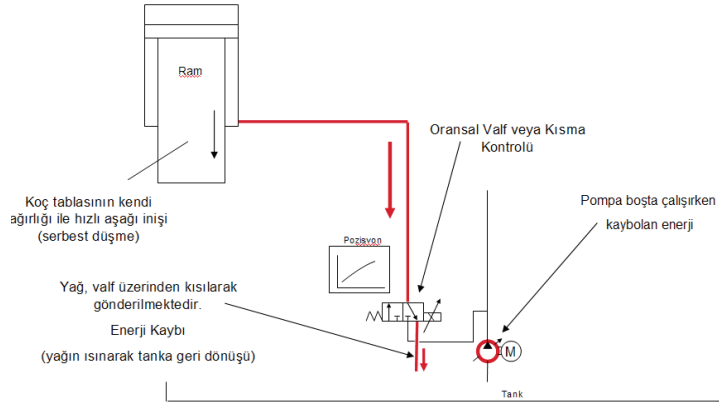
- Geleneksel hidrolik sistemde, pompa sürekli sabit bir devirde çalışmaktadır. Pompa, değişken deplasmanlı yapıya sahip olmasına rağmen yüksüz durumlarda veya hazırda bekleme konumlarında da enerji harcamaktadır.
- Değişken hızlı tahrik sistemine sahip (VSP) hidrolik sistemlerde, sadece sistemin ihtiyaç duyduğu anda gerekli olan debi ve basınç sağlanmaktadır.
- Geleneksel hidrolik sistemlerde, kullanılan kontrol valfleri, sistemdeki debi miktarını ve basıncını kontrol ederler. Bunu yaparken de yağın geçtiği kesit alanı daraltılır. Bu geçiş esnasında belirli kayıplar söz konusudur ve mutlaka bir basınç kaybı oluşur; bu oluşan basınç kayıpları da ısıya dönüştüğünden dolayı enerji kayıpları söz konusudur.
- Değişken hızlı tahrik sistemine sahip (VSP) hidrolik sistemlerde, pompanın devrini kontrol etmek mümkün olduğundan dolayı, sistemdeki akışının basıncını, hacmini ve akış yönünü enerji kaybı olmadan kontrol edebilmek mümkündür.
- Geleneksel hidrolik sistemlerde, kontrol valflerindeki kayıplardan ötürü ısıya dönüşen enerji kayıpları vardır. Bu açığa çıkan ısı enerjisinin soğutulması gerekmektedir. Bu sebeple soğutma sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu soğutma gücü hidrolik sistemin kurulu gücünün %25- %50 veya daha fazlası olabilmektedir. Soğutma demek enerji kaybı demektir.
- Değişken hızlı tahrik sistemi (VSP) direkt olarak tahrik edilen yüke etki eder. Eğer sistemin enerjiye ihtiyacı varsa, servo motor enerjisi sisteme sürücüsü üzerinden verir (pompa olarak çalışma). Sistemden enerji geldiği zaman (örnek olarak silindiri durdurmaya veya yavaşlatmaya çalıştığımızda) servo motor enerjisi tekrar sürücüye geri verebilir (jenaratör – motor olarak çalışma). Bu şekilde enerjinin geri kazanımı, depolanması ve elektrik enerjisine dönüştürülebilmesi mümkündür.



Şekil 1. Değişken Hızlı Tahrik Sistemleri

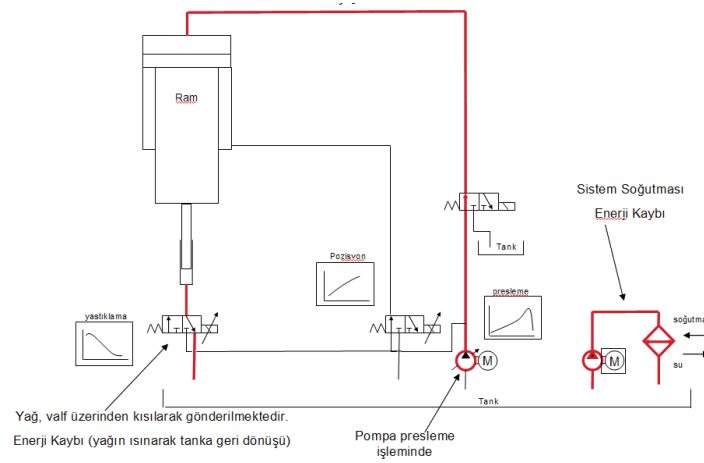
2.1. Bir Sıvama Presinde Enerji Kayıplarının Gösterilmesi

- Klasik hidrolik sistemde, koç tablası kendi ağırlığı ile serbest düşme yaptığıında oluşan kayıplar:



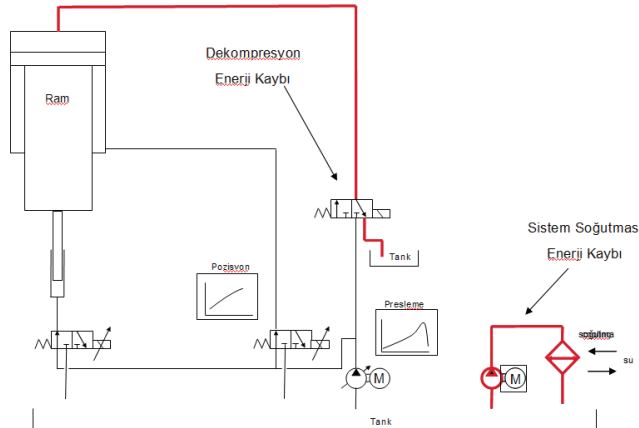
Şekil 2. Serbest Düşme Anındaki Enerji Kayıpları

- Klasik hidrolik sistemde presleme hızına geçiş/yastıklama anında oluşan kayıplar:



Şekil 3. Yastıklama Anındaki Enerji Kayıpları

- Klasik hidrolik sistemde dekompresyon işlemi sırasında oluşan kayıplar:

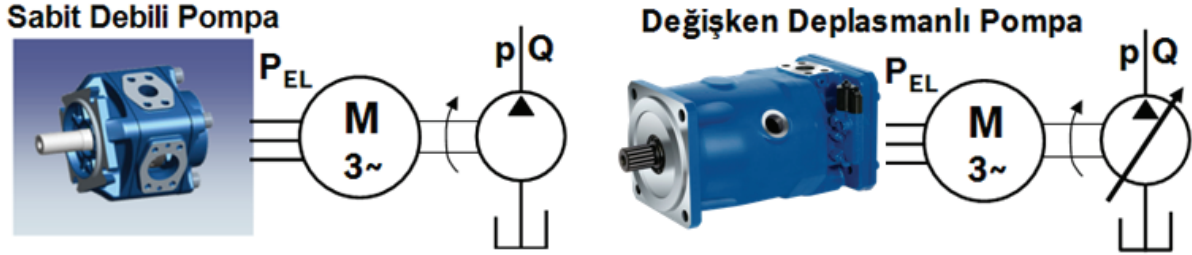


Şekil 4. Dekompresyon Anındaki Enerji Kayıpları

3. TEMEL PRENSİPLER

3.1. Standart Tahrik

Standart tahrik ile pompa (sabit veya değişken deplasmanlı), şebeke frekansına bağlı tamamen sabit hızda dönen bir asenkron motor ile tahrik edilir. Kontrol ve güç transferi hidrolik tarafından sağlanır. Asenkron motor elektrik enerjisini mekanik enerjiye (hidrolik pompa için) çevirir. Elektrik tahrikinin başka bir fonksiyonellik sağlaması beklenmez ("zeka olmadan").



Şekil 5. Geleneksel Tahrik Sistemi

3.2. Değişken Hızlı Tahrik (VSP)

Değişken hızlı pompa tahrikli sistemde; sabit deplasmanlı pompa, bir elektrikli servo motor ile tahrik edilir. Hidrolik sadece güç transferini sağlar. Pompa mekanik enerjiyi kinetik ortam enerjisine çevirir. Tahrikin elektrik kısmının iki fonksiyonu vardır:

- Enerji sağlama
- Motor- pompa biriminin elektrik motorunun hızını değiştirerek sistemi kontrol eder.

Bu nedenle elektrik eksenini kontrol ve düzenleme fonksiyonlarını sağlar ("akıllı eksen").



Şekil 6. Değişken Hızlı Tahrik Sistemi

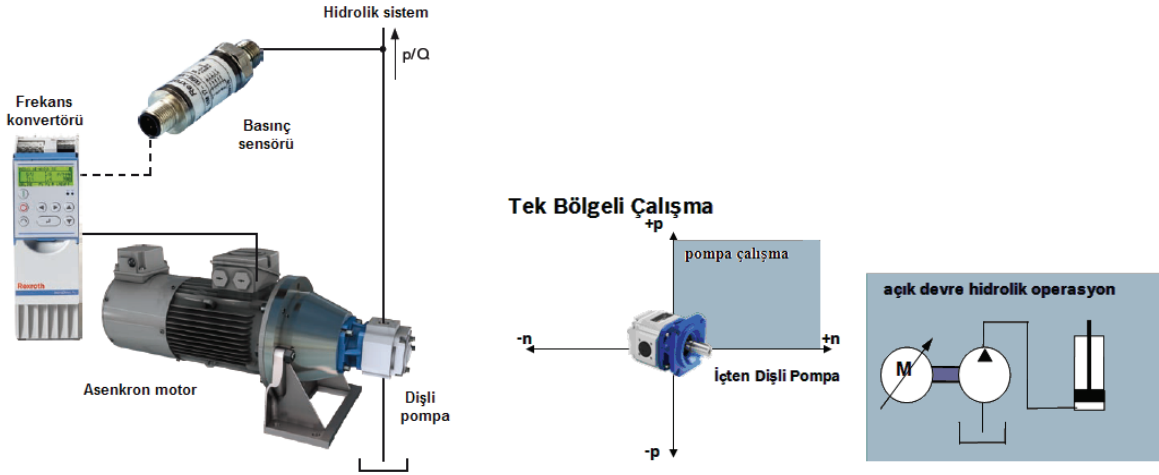
Değişken hızlı tahrik (VSP) sistemlerini performans açısından aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür.

3.2.1. Değişken Hızlı Tahrik Sistemlerinde Performans Sınıfları

Değişken hızlı tahrik sistemlerinde, istenilen özel makine performans gereksinimlerine göre aşağıdaki temel, gelişmiş ve yüksek performans ana alanlarını tanımlamak mümkündür.

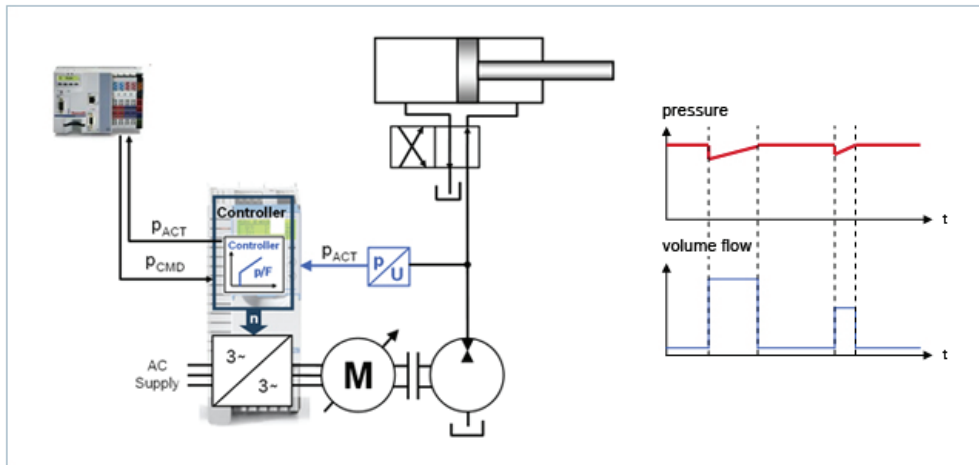
3.2.1.1. Temel Performanslı Sistem

Bu sistem standart elektrik motoru ve bu motoru sürmek için frekans konvertöründen meydana gelmektedir. Dişli bir pompa, asenkron elektrik motoru tarafından tahrik edilmektedir. Elektrik motorunun hızı ve pompanın deplasmanına bağlı olarak sistemin debi ihtiyacı karşılanmaktadır. Açık devre hidrolik sistemde tek bölge çalışmaya olanak sağlamaktadır. Yani hidrolik birim sadece akışkanı sisteme göndermektedir.



Şekil 7. Düşük Performanslı Değişken Hızlı Tahrik Genel Yapısı

Sistem hidrolik basıncı, basınç sensörü vasıtası ile frekans konvertörü tarafından kontrol edilmektedir. Basınç kontrolü kapalı çevrim kontrol PI kontrol içermektedir. Sistemde açık çevrim kontrollü debi ayarı yapmakta mümkündür. Basınç kontrolü yapılırken düşük devirlerde çalışıldığından dolayı, elektrik motorunun hava ile soğutmasını yapan fan kısmını harici kullanmak gerekmektedir. Bu sistem değişken deplasmanlı pompa ile çalışan geleneksel hidrolik sistemlere alternatif olarak geliştirilmiştir. Bu sistemin dinamik çalışma cevap hızı çok düşük olduğu için hassas konum ve kuvvet kontrolü gerektiren sistemlerde kullanılması mümkün değildir. Daha çok takım tezgahlarındaki sıkma – mengene gibi yardımcı hareketlerde kullanım alanına sahiptir. 1,5 – 7,5kW performans güç sınırında kullanım için uygun olmaktadır.



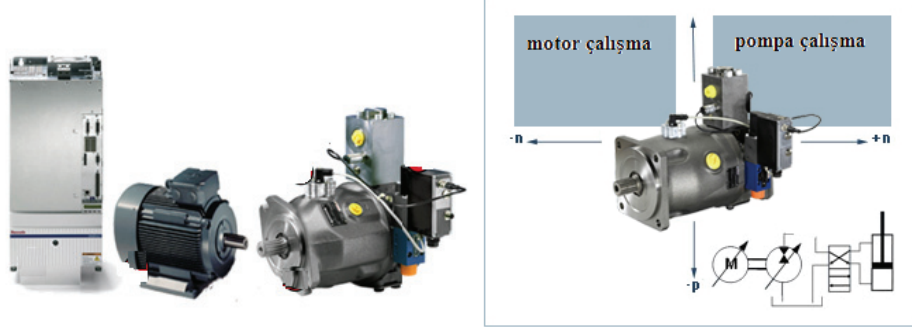
Şekil 8. Düşük Performanslı Değişken Hızlı Tahrik Çalışma Prensipleri

Temel performans sisteminin getirdiği avantaj ve faydalar:

- Makinanın çalışma karakteristiği ve çevrimine bağlı olarak %40 - %70' e varan enerji tasarrufu. Buna bağlı olarak da işletme maliyetlerinde azalma.
- Farklı yüklerde farklı hızlarla çalışmaya bağlı olarak pompa hızının düşürülmesi ve bu sayede ses gürültü seviyesinde azalma.
- Hidrolik sistem için soğutma gücünün azaltılması ve buna bağlı olarak da kısa sürede sistemin kendini amorti edebilmesi.
- Soğutma kapasitesinin azaltılması veya kısmen kaldırılmasına bağlı olarak daha kompakt tasarım sayesinde daha küçük montaj hacimleri elde edilebilmesi.

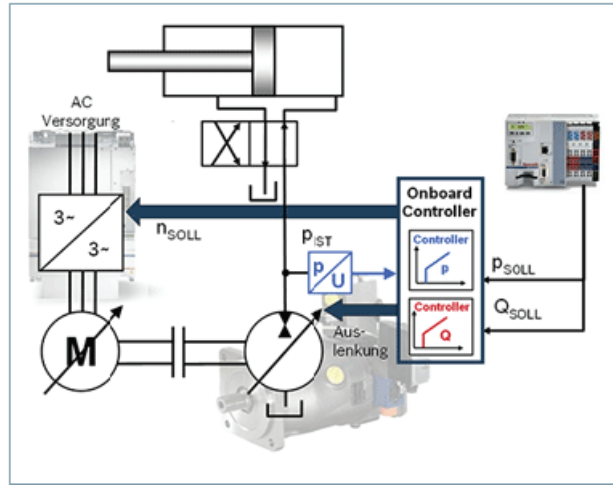
3.2.1.2. Gelişmiş Performanslı Sistem

Bu sistemin tahrik kısmı, standart elektrik motoru ve bu motoru sürmek için frekans konvertöründen meydana gelmektedir. Pompa kısmında ise elektro – hidrolik olarak basınç ve debi ayarı yapabilen değişken deplasmanlı pompa mevcuttur.



Şekil 9. Gelişmiş Performanslı Değişken Hızlı Tahrik ve İki Bölge Çalışma

Değişken deplasmanlı pompa üzerinde bulunan dijital kontrol kartına gelen basınç ve debi komut sinyalleri; güncel basınç bilgisini veren basınç sensörü ve pompa salıncak açısı bilgisini debi olarak veren sensör vasıtasıyla sürekli karşılaştırılmaktadır. Bununun sonucunda dijital kontrol kartı istenilen çalışma şartlarına bağlı olarak tüm sistem için gerekli olan elektrik motoru hızını frekans konvertörüne komut bilgisi olarak göndermektedir.



Şekil 10. Gelişmiş Performanslı Değişken Hızlı Tahrik Çalışma Prensipleri

Bu sistemin getirdiği özellik; sistemin debi ihtiyacının, hem pompa üzerindeki kontrol valfi aracılığıyla hem de elektrik motorunun hızının değiştirilebilmesiyle ayarlanabiliyor olmasıdır. Hassas bir şekilde basınç ve debi kontrolü yapabilmek mümkündür. 630 kW'a kadar performans gücü sınıfında kullanılabilir. Örnek uygulamalar olarak; ağırlıklı olarak plastik enjeksiyon makineleri, sıcak pota döküm makineleri, presler, ahşap ve kağıt işleme makineleri gösterilebilir.

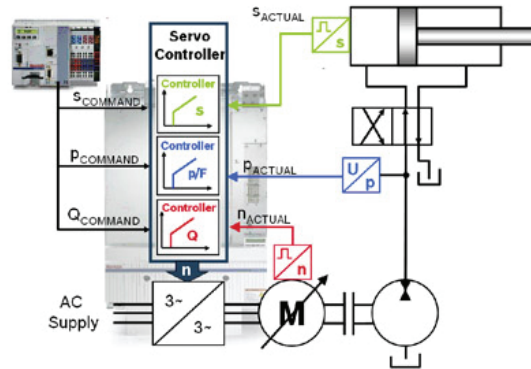
3.2.1.3. Yüksek Performanslı Sistem

Bu sistemin tahrik kısmı, servo motor ve bu motoru sürmek için gerekli olan servo sürücüdür. Pompa kısmında ise, kullanılacak açık veya kapalı devre hidrolik sisteme göre iki bölge veya dört bölge çalışabilen sabit deplasmanlı veya değişken deplasmanlı birimler kullanılmaktadır.



Şekil 11. Yüksek Performans Sistem Bileşenleri

Servo motor sabit deplasmanlı (veya değişken deplasmanlı) pompayı tahrik etmektedir. Sistemdeki çıkış debisi; tahrik edilen pompanın deplasmanının, servo motorun tahrik devri ile çarpılması ile elde edilir. Sistem basıncı, pompa basınç hattına bağlı basınç sensörü tarafından ölçülmektedir. Kontrol ise, kontroller kısmındaki yazılım ile yapılmaktadır. Yüksek çalışma dinamiklerine sahiptir. Oldukça hassas bir şekilde kuvvet, hız ve pozisyon kontrolü yapmak mümkündür.



Şekil 12. Yüksek Performanslı Değişken Hızlı Tahrik Çalışma Prensibi

Sistem yazılımı, kapalı çevrim basınç ve debi kontrollünü içermektedir. Debi kontrolünden basınç kontrolüne geçiş veya tam tersi durumun kontrolü otomatik olarak yazılım tarafında yapılmaktadır. Kontrol kısmı, debi kontrolünden basınç kontrolüne geçiş esnasında meydana gelebilecek basınç şoklarını engelleyebilmek için optimize edilmektedir.

PLC tarafından her zaman iki tane sinyal değeri (basınç ve debi) girişinin servo motor sürücüsündeki kontrol kısmına gönderilmesi gerekmektedir. Bu sinyal gönderimi analog olarak veya field bus ile yapılabilmektedir. Gene aynı veri iletim hattı üzerinden sistem gerçek basınç ve debi güncel bilgileri de PLC 'ye gönderilmektedir.

Basınç kontrolü yapılırken, basınç set değeri ile sistemde basınç sensörü tarafından ölçülen gerçek basınç bilgisi karşılaştırılmaktadır. Kontrol hatası özel PID kontrol sayesinde işlenmektedir. Basınç kontrolünün çıkış düzeltme sinyali servo motorun tahrik hızını kontrol etmektedir.

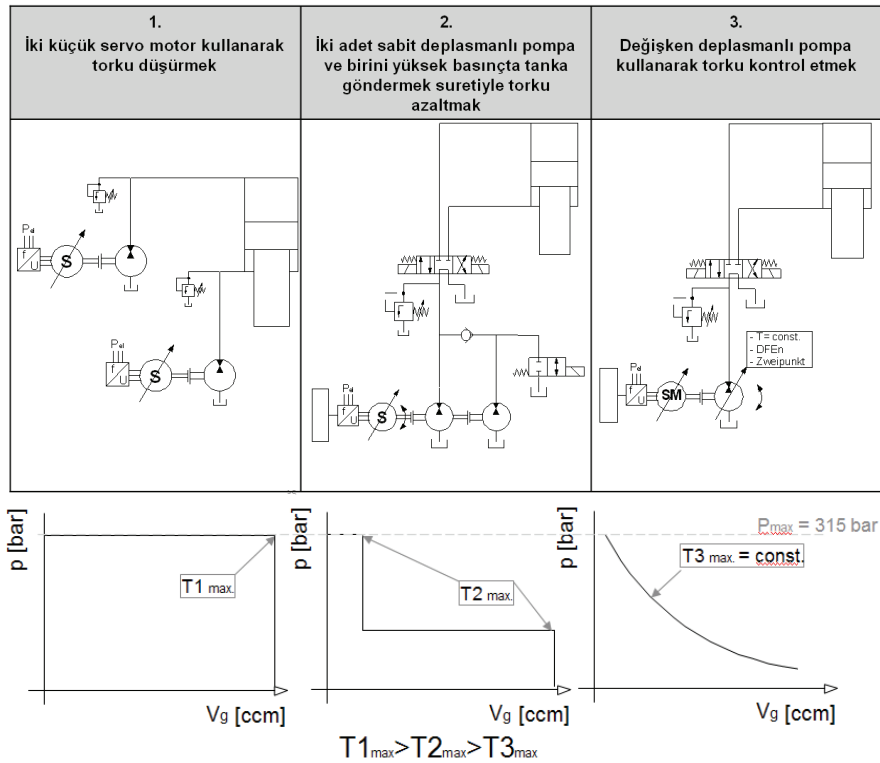
Bu oldukça dinamik tahrik ve kontrol sistemi, açık devre hidrolik sistemlerde debi, basınç ve ayrıca pozisyon kontrolü için kullanılabilir. Ayrıca çok daha dinamik pozisyon kontrolü, kapalı devre hidrolik sistem ile de yapılabilmektedir. 60 kW' a kadar performans gücü sınıfında kullanılabilir. Örnek uygulamalar olarak; ağırlıklı olarak presler ve döküm makinaları gösterilebilir.

4. DEĞİŞKEN HIZLI TAHRİK (VSP) SİSTEMLERİ POMPA KOMBİNASYONLARI

Servo motorlar şu an için ilk yatırım maliyetleri açısından pahalı sistemler olarak gözükmektedirler. Gün geçtikçe endüstrinin çeşitli kollarına daha fazla kullanılmaya başlanması ve yarı iletken elektronik malzemelerin fiyatlarının düşmesi ile birlikte daha makul fiyat seviyelerine gelmeye başlamıştır. Ayrıca makinanın belli bir çalışma süresi sonunda, yüksek enerji verimliliğine bağlı olarak kendilerini amorti edebilmektedirler.

Servo motorlarda tork değerinin artması ile birlikte fiyat ve maliyetlerde aynı oranda artış olmaktadır. Bu tip dezavantajları bertaraf edebilmek için aşağıdaki hidrolik pompa – servo motor kombinasyonları önerilmektedir.

- Servo motorların torku pahalıdır.
- Hidrolik olarak, tork sistem basıncı ile orantılı olarak artmaktadır. ($T = P_{max} \times V_{gmax}$)



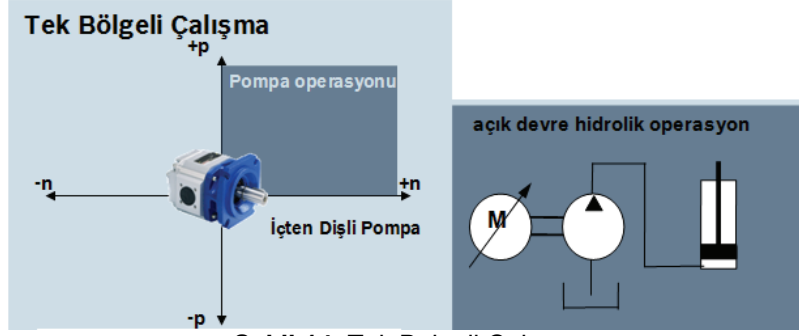
Şekil 13. Değişken Hızlı Tahrik Tork Kontrol Çözümleri

5. DEĞİŞKEN HIZLI TAHRİK HİDROLİK PRES ÇÖZÜMLERİ

5.1. Standart Asenkron Motor ile Açık Çevrim Kontrollü Sistem (Tek Bölge Çalışma)

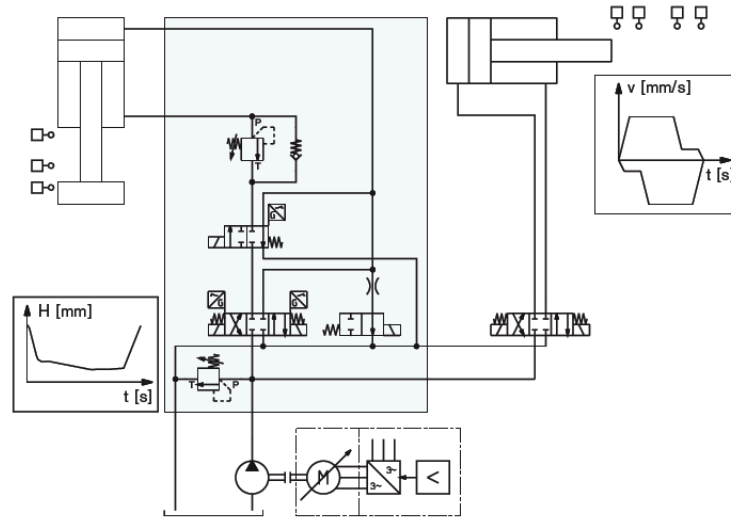
Standart asenkron motorlu açık devre kontrollü sistemler (kontrol devresi geri beslemesiz) aşağıdaki tip preslere takılabilir:

- Silindir pistonunun konumsal hassasiyetinin önemli olmadığı sistemler
- Yüksek sistem dinamiklerinin gerekmediği, yani kontrol sisteminin çok kısa zamanda harekete geçme zamanına sahip olmasının istenmediği sistemlerde



Şekil 14. Tek Bölge Çalışma

Bu açık devre hidrolik sistem içerisinde, bir pompa ve elektrik motoru ünitesi eş zamanlı çalışmayan bir veya daha fazla hidrolik silindire bağlanabilir (sıralı çalışma). Burada sadece akış hızının kontrolü mümkündür. Bu sistem sadece bir Q debi fonksiyonelliği sunmaktadır. Pompa tek yöne dönmektedir. Bu sebep ile pompa sadece akışkanı sisteme göndermektedir.



Şekil 15. Standart Asenkron Motor ile Açık Çevrim Kontrollü Sistem Basitleştirilmiş Hidrolik Şema

Standart elektrik motoru içinde sınırlı dinamikler verildiyse, hidrolik silindirler içinde basıncın hassas bir şekilde kontrolü mümkün değildir yani silindirin yükleme koşullarına bağlı kalmaktadır. Hidrolik silindirin hızı pompanın büyüklüğü ve elektrik motorunun hızı ile düzenlenir. Limit kontaklar vasıtası ile, silindir pistonlarının hızları ve uç konumlarının istenilen çevrim zaman çizelgesine göre kontrolü yapılabilir.



Şekil 16. Kullanılabilecek Ürün Örnekleri ve Örnek Boru Bükme Uygulaması

5.2. Servo Motor ile Kapalı Çevrim Kontrollü Sistem (İki Bölge veya Dört Bölge Çalışma)

Kapalı çevrim kontrol sistemleri (kapalı çevrim geri beslemeli) aşağıdaki özelliklere sahip preslere takılabilir:

- Silindir pistonunun yüksek konumsal hassasiyeti ve/veya silindir içinde hassas basınç kontrolünün istendiği durumlar
- Yüksek sistem dinamiklerinin istendiği, yani kontrol sistemlerinin çok kısa kontrol ve cevap zamanlarının olması.

Sistemler iki alt bölüme ayrılabilir:

- Açık Devre Hidrolik Kontrollü Sistem (İki Bölge Çalışma)
- Kapalı Devre Hidrolik Kontrollü Sistem (Dört Bölge Çalışma)

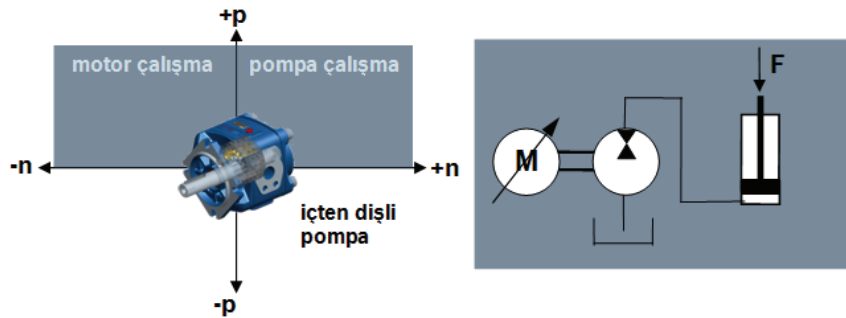
Her iki sistemde de aşağıdaki kontrol fonksiyonlarını gerçekleştirmek mümkündür:

- Akış hızının kontrolü ve silindir hızının etkilenmesi
⇒ Q fonksiyonellik
- Silindir bölümleri içindeki basıncın düzenlenmesi
⇒ P fonksiyonellik
- Silindir pistonlarının hassas konumlandırılması
⇒ S fonksiyonellik

5.2.1. İki Bölge Çalışma (Açık Devre Hidrolik Sistem)

Servo motora bağlı hidrolik pompa, akışkanı sisteme gönderdiği zaman pompa görevini yerine getirmektedir. Enerji akışı pompadan sisteme doğru olmaktadır. Örnek olarak; koç tablasının yukarı doğru kaldırılması sırasında. Preste tablanın serbest düşme hızının kontrolü esnasında enerji akışı sistemden hidrolik birime doğru olacaktır. Bu durumda pompa olarak çalışan hidrolik birim motor olarak çalışacaktır. Bu sayede geleneksel hidrolik preslerdeki kısma kayıpları oluşmayacaktır. Ayrıca dekompresyonu gene kontrollü bir şekilde motor olarak çalışan pompa üzerinden istenilen hızda kontrol edebilmek mümkün olmaktadır.

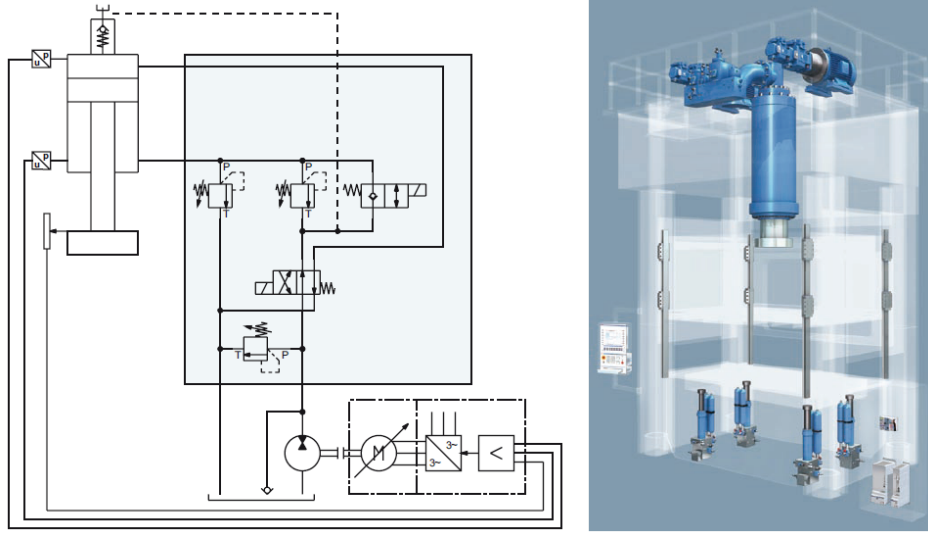
2 Bölge Çalışma



Şekil 17. İki Bölge Çalışma

İki bölge çalışmada aşağıdaki çalışma modlarında enerjinin geri kazanımı mümkündür:

- Silindir pistonu üzerinde ağırlık varsa aşağı doğru hızlı hareket
- Dekompresyon



Şekil 18. İki Bölge Çalışma Basitleştirilmiş Hidrolik Devre ve Örnek Sivama Presi Uygulaması

Hidrolik silindirin hızı pompanın büyüklüğü ve servo motorunun hızı ile düzenlenir. Silindir pistonlarının hızı ve konumu, pozisyon ölçen lineer cetveller yardımı ile istenilen çevrim zaman çizelgesine göre düzenlenebilir.

Aşağıdaki resimde belirtilen ürünler bu tip uygulamalar için kullanılabilirlerdir.

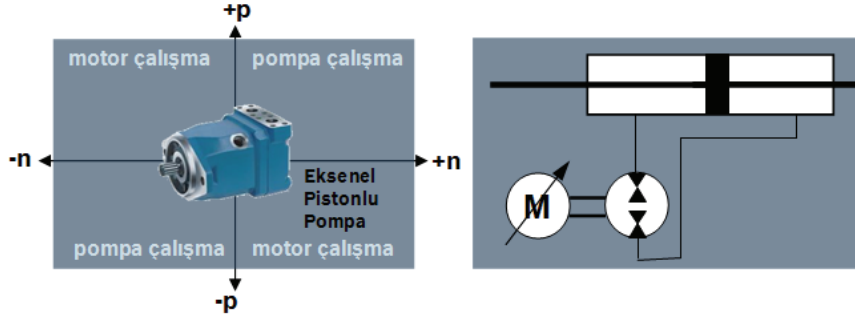


Şekil 19. Kullanılabilecek Ürün Örnekleri

5.2.2. Dört Bölge Çalışma (Kapalı Devre Hidrolik Sistem)

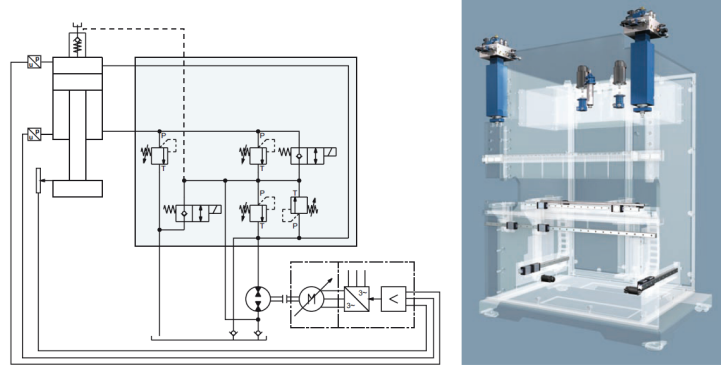
Dört bölge çalışmada, iki bölge çalışmadan farklı olarak pompa her iki yöne de akışkanı yönlendirebilmektedir. Yani pompanın emiş hattı değil, dönüş hattı vardır. Böylece silindirin ileri ve geri hareketi yön valfi ile değil, pompanın dönüş yönünün servo motor tarafından değiştirilmesi ile sağlanmaktadır.

4 Bölge Çalışma



Şekil 20. Dört Bölge Çalışma

Hidrolik silindirin hızı, pompanın büyüklüğü ve servo motorunun hızı ile düzenlenir. Silindir pistonlarının hızı ve konumu, pozisyon ölçen lineer cetveller yardımı ile istenilen çevrim zaman çizelgesine göre düzenlenebilir.

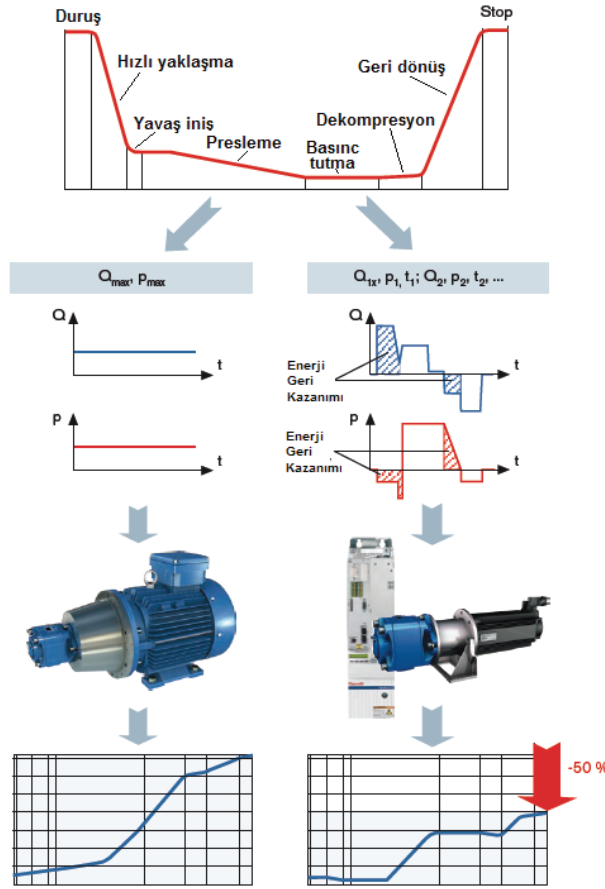


Şekil 21. Dört Bölge Çalışma Basitleştirilmiş Hidrolik Devre ve Örnek Abkant Pres Uygulaması

7. DEĞİŞKEN HIZLI TAHRİK SİSTEMİNİN PRES UYGULAMALARI İÇİN GETİRDİĞİ AVANTAJLAR

Değişken hızlı pompa tahrik sistemlerinin kullanımı, enerji tüketim maliyetleri ve ses seviyelerindeki azalmalar ile mevcut sistemlere uyarlanması halinde, sistem kullanımında önemli gelişmeler sunabilmektedir.

Şekil 17' deki pres çalışma çevrimini gösteren grafikte, geleneksel hidrolik sistem ile değişken hızlı tahrik sisteminin karşılaştırılması yapılmaktadır. Gerekli enerjinin talebe bağlı sağlanması ile birlikte servo-tahrikler yüksek geçici aşırı yüklenme fonksiyonelliği bir araya gelince birçok konuda tasarruf için önemli bir potansiyel sağlamaktadır. Ancak bunun önemli bir ön koşulu olarak, sistem gereksinimlerinin optimum belirlenebilmesi için makine ve makine çalışma zamanının çok iyi analiz edilmesi gerekir. Servo motorlar pahalı sistemler olduğundan dolayı en uygun ve en ekonomik seçimi yapmak önemlidir.



Şekil 22. Geleneksel Sistem ile VSP Sisteminin Karşılaştırılması

Verimlilik anlamında sisteme kazandırılan aşağıdaki avantajlar mevcuttur:

- Kontrol kenarlarında kısma kayıplarının ortadan kaldırılması.
- Dinamik servo motorun devrine bağlı olarak optimize edilen gerekli debi miktarının hassas ayarlanması.
- Kullanılmayan gücün bulunmaması: akış veya basınç fonksiyonunun gerekmemesi halinde servo motorun durdurulabilmesi.
- Çevre konuları ve kullanma maliyetleri ile ilgili pozitif etki: Enerji tüketimi/maliyetler ve ısı dengesi/CO₂ azalması
- Kurulu kapasitede azalma (elektrik motorunun büyüklüğü): Kısa süre için servo motorun önemli ölçüde aşırı yüklenebilme özelliği
- Yağ tank hacminin küçültülmesi mümkündür.
- Hidrolik sistem için soğutma kapasitesinin azaltılması veya tamamen kaldırılması mümkündür.
- Ses ve gürültü seviyelerinde ciddi oranlarda azalma sağlamaktadır.

8. DEĞİŞKEN HIZLI TAHRİK SİSTEMİ İÇİN UYGULANMASI GEREKEN FORMÜLLER

Değişken hızlı pompa tahrik sistemlerinde kullanılan hidrolik deplasman birimleri, dayandıkları tasarım ilkeleri nedeniyle; bu ünitelerin motorlar olarak dikkate alınmasını gerektirmektedir. Tek bölgeli veya iki bölgeli çalışma içindeki değişken hızlı pompa tahrik sistemlerinde bunlar pompa fonksiyonu sağlarken (örneğin deplasman elemanından sisteme etkin yağ akışı), "hidrolik pompa" bazlı hidrolik tasarım formülünün uygulanması gerekir.

Frenleme durumunda deplasman üniteleri "motor" çalışma modunda ise, (örneğin sistemden deplasman elemanına etkin yağ akışı), "hidrolik motor" bazlı hidrolik tasarım formülünün uygulanması gerekir.

Dört bölge çalışmada içinde, bir ölçüde değişken hızlı pompa tahrik ünitesini destekleyen bir frenleme işlemi ile hidrolik pompa bazında formül uygulanması gerekmektedir.

	Hidrolik Pompa	Hidrolik Motor
Debi	$Q = \frac{n \cdot V_g \cdot \eta_{vol}}{1000}$	$Q = \frac{n \cdot V_g}{1000 \cdot \eta_{vol}}$
Tahrik gücü Çıkış gücü	$P_{an} = \frac{n \cdot Q}{600 \cdot \eta_{ges}}$	$P_{ab} = \frac{\Delta p \cdot Q \cdot \eta_{ges}}{600}$
Tahrik torku Çıkış torku	$M_{an} = \frac{0,0159 \cdot V_g \cdot \Delta p}{\eta_{mh}}$ $M_{an} = \frac{V_g \cdot \Delta p}{20 \cdot \pi \cdot \eta_{mh}}$	$M_{ab} = 0,0159 \cdot V_g \cdot \Delta p \cdot \eta_{mh}$ $M_{ab} = \frac{V_g \cdot \Delta p \cdot \eta_{mh}}{20 \cdot \pi}$
Hız	$n = \frac{1000 \cdot Q}{V_g \cdot \eta_{vol}}$	$n = \frac{1000 \cdot Q \cdot \eta_{vol}}{V_g}$

Semboller / Üniteler

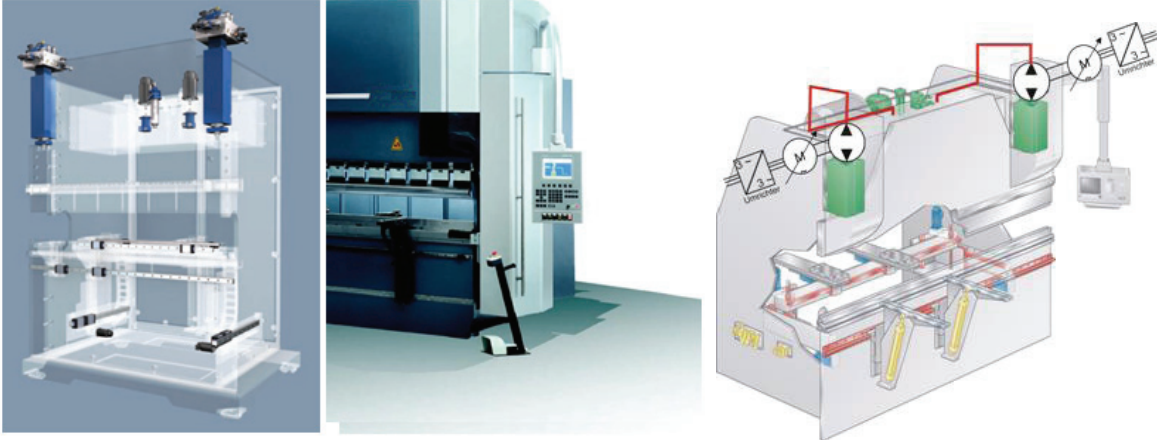
- Q = Debi [l/dak]
 n = Ünitenin hızı [dak-1]
 V_g = Geometrik deplasman [cm³]
 $\eta_{ges} = \eta_{vol} \cdot \eta_{mh}$
 η_{ges} = Toplam verimlilik
 η_{vol} = Hacimsel verimlilik
 η_{mh} = Mek.-hidr. verimlilik
 p = Çalışma basıncı [bar]
 P_{an} = Tahrik gücü [kW]
 P_{ab} = Çıkış gücü [kW]
 M_{an} = Tahrik torku [Nm]
 M_{ab} = Çıkış torku [Nm]

Şekil 23. Değişken Hızlı Tahrik Sistemleri için Formüller

9. UYGULAMA ÖRNEKLERİ

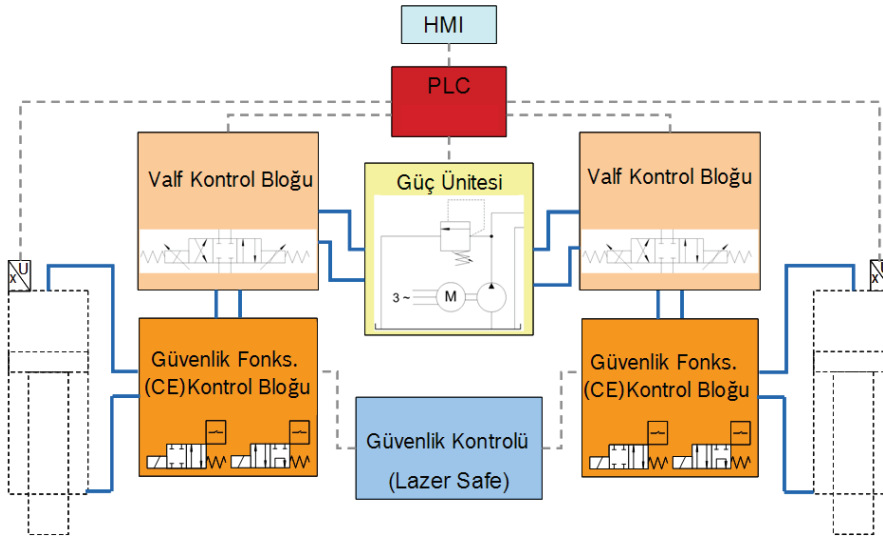
9.1. Abkant Pres Değişken Hızlı Pompa Tahrik Uygulaması Yüksek Performanslı Sistem İle Eksen Kontrolü

135ton presleme gücü ve 15sn makine çevrim zamanına sahip abkant prese ait geleneksel hidrolik sistem ile değişken hızlı tahrik sisteminin; verimlilik, gürültü ve pozisyon doğruluğu yönünden karşılaştırmalı olarak grafikleri gösterilmektedir. Bu gerçek makine üzerinde yapılan ölçümlerden ortaya çıkan sonuçlara göre, değişken hızlı pompa tahrik sistemi birçok yönden avantajlı sistemler olarak günden güne tercih sebebi olmaktadır.



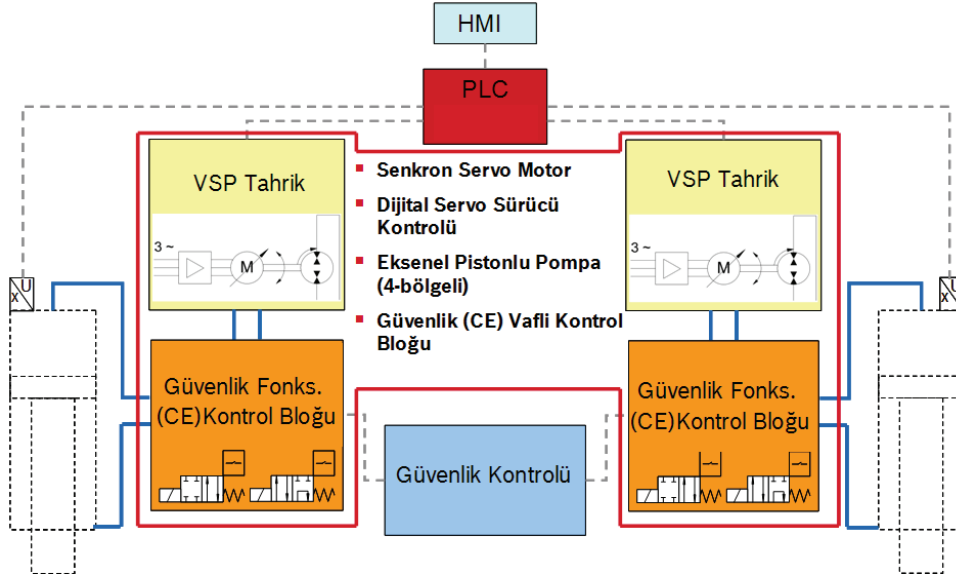
Şekil 24. Değişken Hızlı Abkant Pres Uygulaması (VSP)

Abkant preste, sac bükme işlemi için iki adet hidrolik silindirli eksen bulunmaktadır. Burada her iki silindirin senkron çalışması ve pozisyon hassasiyeti çok önemli olmaktadır. Şekil 19'da gösterilen geleneksel hidrolik tahrikli sistemde, pozisyon kontrolü için oransal valfler ve kontrol blokları kullanılmıştır. Güç ünitesi ise standart elektrik motoru ve pompa sisteminden ibarettir.



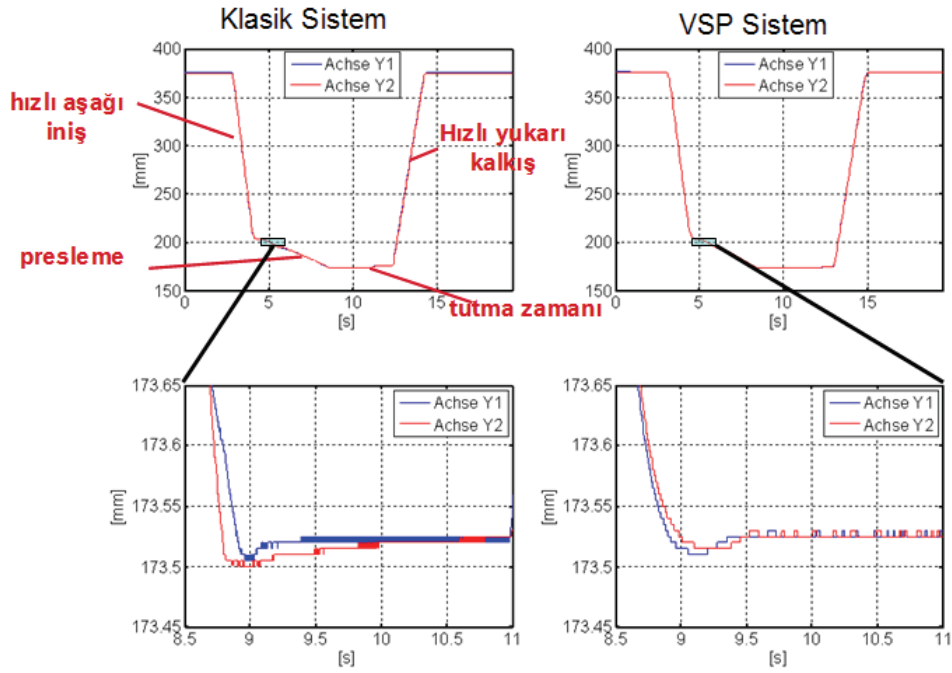
Şekil 25. Geleneksel Hidrolik Sistem Sahip Abkant Pres Şematik Gösterimi

Şekil 26' de gösterilen, değişken hızlı servo motor ve pompa tahrik sistemine sahip abkant uygulamasında; her bir eksen için ayrı servo motor - pompa eksenleri mevcuttur. Silindirlerin pozisyon ve kuvvet kontrolü servo eksenler aracılığı ile hassas bir şekilde yapılmaktadır. Hidrolik birim dört bölge çalışabilmektedir.



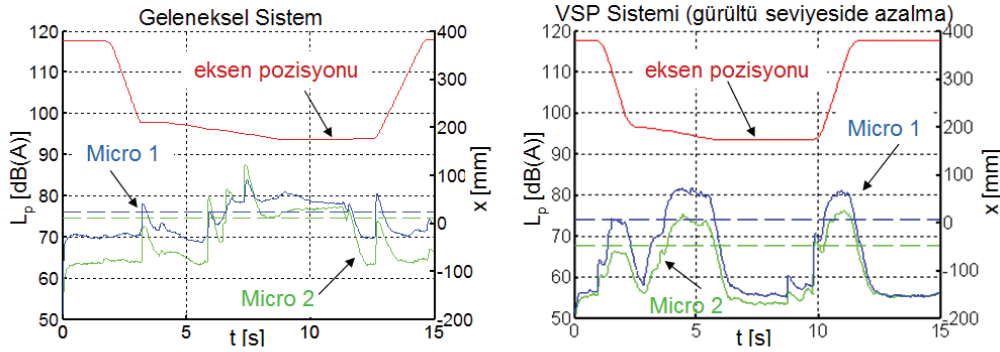
Şekil 26. Değişken Hızlı Tahrik Sistemine Sahip Abkant Pres Şematik Gösterimi

• **Pozisyon Doğruluğu Grafiği:**



Şekil 27. Pozisyon Doğruluğu Karşılaştırmalı Ölçüm Grafikleri

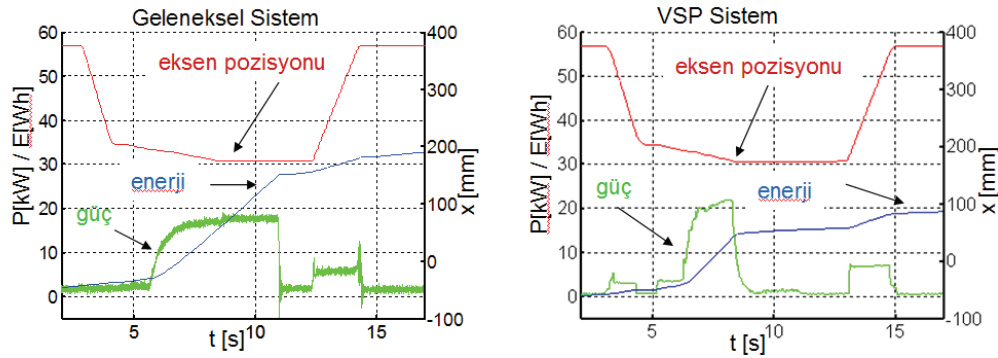
• **Gürültü Seviye Grafikleri:**



- PİK değER
Micro1: 83,8 dB(A) Micro2: 87,6 dB(A) Micro1: 81,8 dB(A) Micro2: 76,3 dB(A)
- Ortalama değER
Micro1: 76,0 dB(A) Micro2: 74,6 dB(A) Micro1: 73,8 dB(A) Micro2: 67,6 dB(A)
- Hazırda bekleme (standby) değeri
Micro1: 71,0 dB(A) Micro2: 67,0 dB(A) Micro1+2: ortam gürültü seviyesi

Şekil 28. Karşılaştırmalı Gürültü Seviye Ölçüm Grafikleri

• **Enerji Tüketim Grafikleri:**

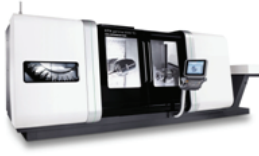


- Maksimum elektrik gücü:
19kW 22kW
- Toplam enerji her bir çevrimde:
32,6Wh 19,2Wh
- Standby (hazırda bekleme) gücü:
1,85kW 0,55kW
- Presin çalışma çevriminde yaklaşık %40' a varan enerji tasarrufu

Şekil 29. Karşılaştırmalı Enerji Tüketim Grafikleri

9.2. CNC Torna Tezgahı Değişken Hızlı Basit Performans Uygulama Örneği

- Enerji tüketimi yönünden klasik hidrolik sistemin basit performanslı sistem ile karşılaştırılmasına bağlı olarak % 40.5 oranında enerji tasarrufu sağlanmaktadır.



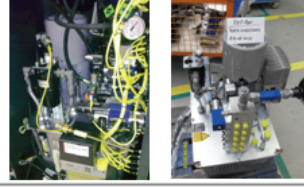
Eski Çözüm:

Sabit devirli sistem (5.5kW standart elektrik motoru) ile değişken deplasmanlı pompa



Yeni Çözüm:

Frekans konvertörlü standart asenkron elektrik motoru ile sabit debili içten dişli pompa ile değişken hızlı tahrik



- 45sn çevrim zamanı ortalama enerji tüketimi:

3.7 kW



2.2 kW

Şekil 30. Karşılaştırmalı Enerji Tüketim Değerleri

SONUÇ

Yüksek enerji verimliliğine sahip değişken hızlı pompa tahrik sistemlerinin makinalarda kullanılması ile birlikte; makina imalatçıları müşterilerine enerji sarfiyatı, gürültü, bakım kolaylığı ve kontrol performansı konusunda avantajlar sağlamakta ve bu sağlanan faydalarda makina satışlarında gittikçe önemi artan bir etkiye sahip olmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] BOSCH REXROTH, "Variable-speed Pump Drive Systems (VSP) in Presses , RE 08118 "2010,
- [2] BOSCH REXROTH, "Variable Speed Pump Drive with Standart Components, RE 08118 "2010,
- [3] BOSCH REXROTH, "Sytronix Sales Training Notes, "2011,
- [4] BOSCH REXROTH, "Gottfried Hendrix, Variable Speed Pump Drives "2010,

ÖZGEÇMİŞ

Bülent BOSTAN

1978 yılı İstanbul doğumludur. 2001 yılında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 2004 yılında Makina Mühendisliği Mekatronik Programında Yüksek Lisansını tamamlayarak Yüksek Mühendis unvanını almıştır. 2002 – 2005 yılları arasında Marge Mühendislik San. Tic ve Ltd. Şti' de mekanik sistem dizaynı ve otomasyonu konusunda çalışmış ve 2005 - 2010 yılları arasında Bosch Rexroth A.Ş de servis mühendisi olarak çalışmıştır. 2010 yılından beri de Bosch Rexroth A.Ş de proje ve satış mühendisi olarak çalışmaktadır.