



Bu bir MMO yayınıdır

PARABOLİK (YAPRAK) YAY ÜRETİMİNDE HİDROLİK ORANSAL SERVO UYGULAMALAR

Savaş BİBER¹

¹ ROTA TEKNİK A.Ş.



PARABOLİK (YAPRAK) YAY ÜRETİMİNDE HİDROLİK ORANSAL SERVO UYGULAMALAR

Savaş BİBER

ROTA TEKNİK A.Ş.

Kemeraltı Cad. No: 28, 34425 Karaköy/İSTANBUL

Tel: +90 212 292 53 25 (pbx) Fax: +90 212 292 53 29

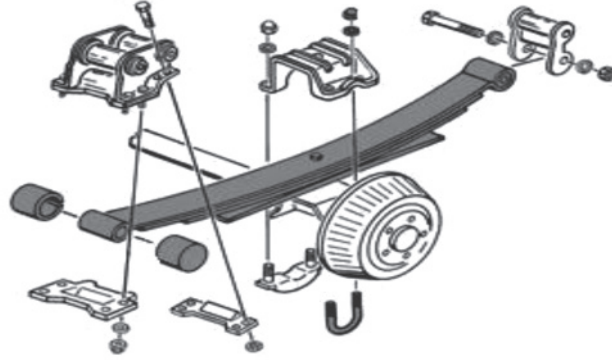
Web: www.rotateknik.com.tr savasbiber@rotateknik.com.tr

ÖZET

Parabolik yaprak yay, süspansiyon amacıyla araçlarda kullanılan doğrusal bir yay türevidir. Bu yaylar diğer çoklu yaprak yaylara göre ağırlıklarının ciddi oranda azalması, sürüş konforunun artması ile birlikte üretim maliyetlerinde de büyük düşüşler göstermektedir. Parabolik yaprak yay yüksek ağırlıklarda iyi derecede darbe sönümlenme karakterine sahiptir. Bu tarz yay tipleri, normal baskı yayla kurulumuş tiplere nazaran, genellikle ağır yük taşıyan araçlarda tercih edilirler. Parabolik yay üretim makinalarında “**Hidrolik Oransal/Servo Valfler**” kullanılarak tek bir yayın et kalınlığı uçlara doğru inceltilebilir istenilen hassas toleranslı kesitlere getirilerek, malzemeye uygun elastikiyet ve şok alma özellikleri kazandırılır. Bu şekilde yaprak yayların kullanılması, aracın ağırlık merkezini yere yaklaştırmakta ve araç dinamiğini olumlu şekilde etkilemektedir. Hafifleyen yay yapısı yürüyen aksamın ömrünü uzatmakta ve hafifleyen araç dengesini ağırlık değeri taşıma kapasitesine ilave edilmektedir. Bu bildiride, parabolik yay makinasında kullanılan ve hidrolik sistemi tarafımızdan gerçekleştirilen üç eksenli oransal servo tahrikli komple hidrolik sistemi detaylarıyla sunulacaktır.

ABSTRACT

Parabolic leaf springs are replacing the conventional springs in vehicles. These springs combines an extra reduction in weight, a tremendous decrease in production costs with better spring characteristics. Parabolic leaf springs improves vibration absorption characteristics, possible increase the life of transmission, suspension and joint parts and improves conditions for the drivers. The “**Hydraulic Propotional/Servo Valves**” are being used in parabolic leaf spring production lines. This procedure decreases leaf material sensitive thickness in vehicle. Thus improving overall vehicle dynamics and stability. In this documentation, three axis servo controlled hydraulic application is explained.



Şekil 1. Yaprak Yay Örnek Resmi

1. GİRİŞ

Yaprak yay, süspansiyon amacıyla araçlarda kullanılan basit bir yay türüdür. Bu yaylar genelde bir veya daha fazla parabolik şekil verilmiş lamaların birbirlerine montajıyla tek parça haline getirilerek üretilir. Bu şekilde yerleştirilen yaprak yay, ağır yüklerde iyi derecede darbe sönümlenme karakteristiğine sahiptir. Bu tarz bir yay sistemi, konvansiyonel yaprak yay kullanılan sistemlere nazaran, ağır yüklere maruz kaldığında daha düzgün bir yük dağılımı sağlamaktadır. Bu yüzden genellikle ağır yük taşıyan araçlarda kullanılmaktadır.

Yay Çeşitleri;

Konvansiyonel Yaprak Yaylar:

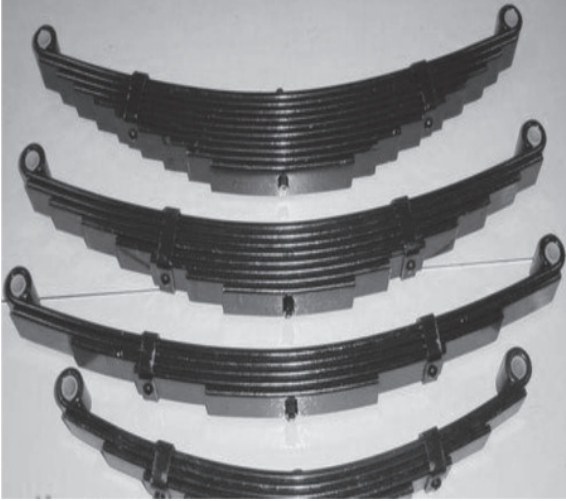
Kalınlığı tüm bölgesinde aynı olan yaylardır. Aşırı yükleme ve bozuk yol şartlarına uyum gösterirler. Boyları kademeli olarak değişen sabit kalınlıkta yay katlarının, merkez civatası ve kelepçe gibi bağlantı elemanları ile bir araya getirilmesiyle üretilirler.

Parabolik Yaprak Yaylar:

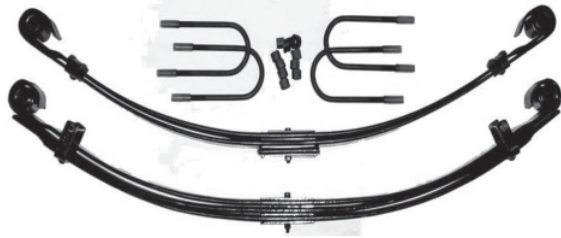
Kesitleri parabolik olarak değişen yaylardır. Parabolik haddelene işlemine tabii tutulmuş yay katlarının bağlantı elemanları ile bir araya getirilmesiyle oluşur. Esnek yük şartlarında konfor sağlarlar. Konvansiyonel yaylara göre daha düşük ağırlığa sahip olma avantajları vardır, çünkü daha az katla çalışma kapasitesine sahiptirler.

Parabolik yayların avantajları;

- Parabolik yaprak yaylar araçlarda klasik yayların yerini almaktadır. Yeni tasarım ağırlığı ciddi bir miktarda azaltmakla birlikte üretim maliyetlerinde de büyük düşüşler göstermektedir. Bütün bu avantajların yanı sıra, nihai ürün de oluşan daha iyi yay karakteristiği, parabolik yaprak yayları konvansiyonel yaylara göre çok daha avantajlı kılmaktadır.
- Yüzde 30'lara varan ağırlık düşüşü, toplam yük taşıma kapasitesine çok ciddi faydalar sağlayacaktır.
- 2 ile 5 kata kadar parça ömür artışı.
- Titreşim emme özellikleri iyileştirilmesi ile birlikte şanzıman, süspansiyon ve eklem parçalarının ömrünü artırmak ve sürücü konforunu iyileştirmek mümkündür.
- Yakıt sarfiyatında düşüş ve lastik ömürlerinde uzama sağlamaktadır.



Şekil 2a. Konvansiyonel Yaprak Yaylar Çeşitleri



Şekil 2b. Parabolik Yaprak Yaylar Çeşitleri

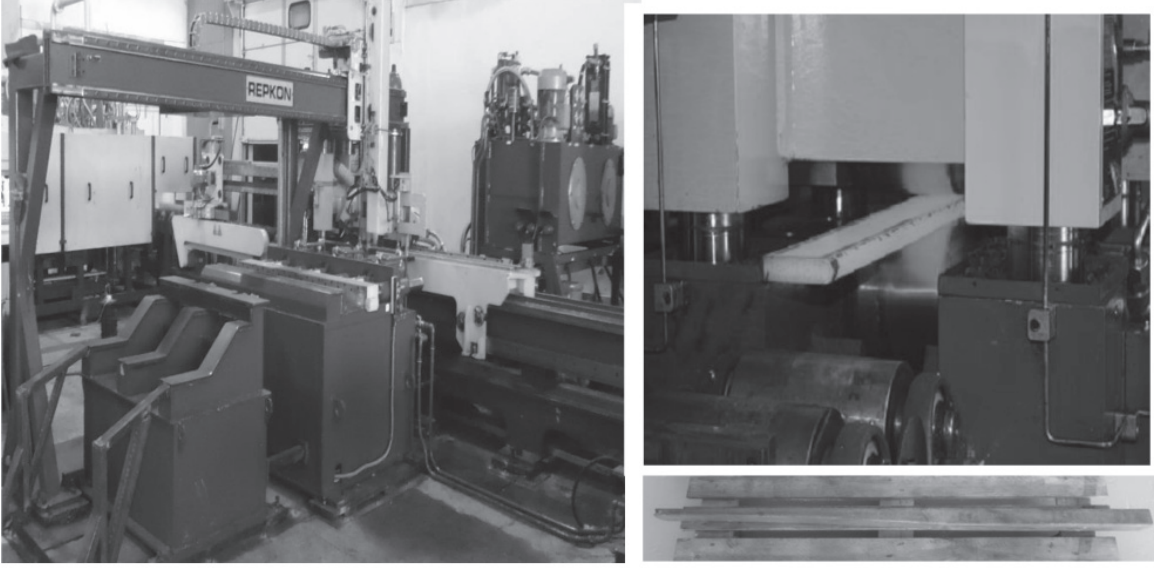
2. HİDROLİK TAHRİKLİ PARABOLİK (YAPRAK) YAY MAKİNASININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Yürüyen tabanlı ısıtma fırınından gelen yaprak yaylar, parabolik haddeleme makinasının hidrolik silindirlere ile yüksek baskı kuvvetlerinde sıkıştırarak parabolik kesitli haline getirir. Bu haddeleme işlemi üst baskı (hadde konumlama) silindiri ile sıcak malzemeye 20-100 ton-f kuvvet ile baskı oluştururken eş zamanlı olarak yatay silindir (manipülatör) ile malzemenin yatay ekseninde çekme hareketi sağlanır. Üst baskı presinin altında bulunan hadde merdanelerini tahrik eden hidromotor ile haddeleme ve yüksek torkta dengelenmesi gerçekleştirilir. İki eksenindeki hareketin kontrolü, oransal servo valf ile hidromotorun frenleme hareketi ise oransal basınç ayar valfi ile sağlanmaktadır. Hidrolik sistemin basınçları 120-265 bar civarında olup güç regülasyonlu pistonlu pompalar ile sağlanmaktadır. Hidrolik sistem kapalı çevrim kontrol sistemleri ile kontrol edilmektedir. Kapalı çevrim kontrol edilen hidrolik silindirde geri besleme için konum cetveli ve basınç transduseri kullanılmaktadır. Uygulamamızda kullandığımız konum cetveli [SSI] dijital çıkış, basınç transduserleri ise [0 -10 V] analog çıkış vermektedir. Hidrolik silindirlerin hareketleri oransal-servo valfe “± 10 volt” arasında değerler verilerek sağlanmaktadır. Kullanılan valfin çalışma basıncı 315 bar olup histerisis değeri % 0,2'den düşüktür. Kontrol sistemi, hidrolik servo silindirinin konum veya kuvvet kontrolü yapabilmesi için geri besleme sensörlerinden aldığı değerleri kumanda değeri ile sürekli karşılaştırıp gerekli düzeltmeleri yaparak hatayı minimum bir seviyeye indirir. Kapalı çevrim kontrolündeki amaç yüksek hassasiyet ve hızlı cevap verme sürelerine ulaşmayı sağlamaktır.

Parabolik Yay Makinasından İstenilenler;

- Hidrolik silindirler basma veya çekmede konum veya kuvvet kontrolü modunda çalıştırılabilir.
- Hadde baskı kuvveti 20-100 ton-f olacak şekilde tasarlanmıştır.
- Basma hızı 3 mm /san. ile 100 mm/san arasında oransal servo valf ile ayarlanmaktadır.
- Pres, sayısal kontrolör ile kapalı çevrim kontrol edilmektedir.
- Verilerin okunmasını ve bilgilerin girilmesini sağlayacak endüstriyel “PC” kullanılmıştır.
- Endüstriyel “PC” ile malzeme boyutlarına göre istenilen haddeleme kalınlıklarının değiştirilmesi sağlanmaktadır.

- Uygulanan kuvvet (kg-f veya N), süre (sn, dk), hız (mm/dak., mm/sn) ve pozisyon (mm) bilgileri hassas olarak okunmaktadır. Bu bilgiler istenildiğinde kayıt altına alınabilmekte ve bu değerlerin yazıcıdan çıktısı alınmaktadır.



Şekil 3. Hidrolik Tahrikli Parabolik Yay Makinasının Genel Görünüşü ve Resimler

2.1. Hidrolik Sistemin Teknik Özellikleri

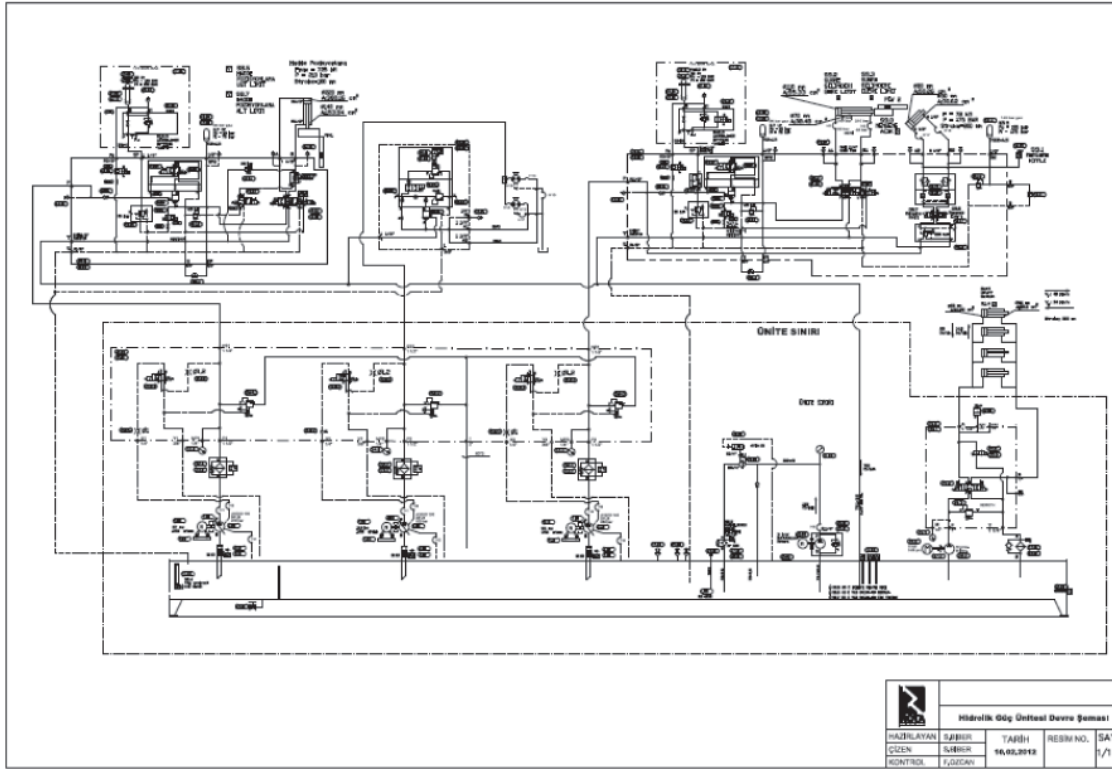
Hidrolik güç ünitesinde kullanılan devre elemanları ve seçim kriterleri, sistemin hassasiyeti için önemlidir. Hidrolik sistemde kullanılan filtrelerin iç elemanları 5 μ m olup, her bir filtre için elektrikli kirlilik anahtarı kullanılmıştır. Bu filtrelerden elektriksiz kirlilik ikazı alındığında, elektrik motoru durdurulur ve operatör panelde ikaz bildirilir. Sistemin sorunsuz devreye alınması ve performansını koruması için; tesisat montajından sonra depo, boru ve hortum tesisatı yıkanarak, kullanılacak yağ ISO 16.14.11 (NAS 5) sınıfında filtre edilmiştir. Hassasiyeti yüksek sistemlerde hidrolik yağın kirlilik analizi mutlaka yapılmalıdır.

Kurulan Hidrolik Sistem Teknik Özellikleri:

- Hidrolik Depo Hacmi 1250 litre
- Hidrolik Pres Silindiri Pompa Debisi 145 lt/dak.
- Hidrolik Presin Maksimum Basıncı 20-265 bar
- Hidrolik Presin Çalışma Hızları 3-60 mm/sn.
- Manipülatör (Yatay Silindir) Grup Pompa Debisi 203 lt/dak.
- Manipülatör (Yatay Silindir) Maksimum Basıncı 20-265 bar
- Manipülatör (Yatay Silindir) Çalışma Hızları 45-900 mm/sn.
- Hidromotor Grup Pompası 145 lt/dak.
- Hidromotor Maksimum Çalışma Basıncı 20-120 bar
- Doğrultma Makinası Pompa Debisi 55 lt/dak.
- Doğrultma Makinası Maksimum Çalışma Pompası 200 bar
- Sirkülasyon Pompası Debisi 86 lt/dak.

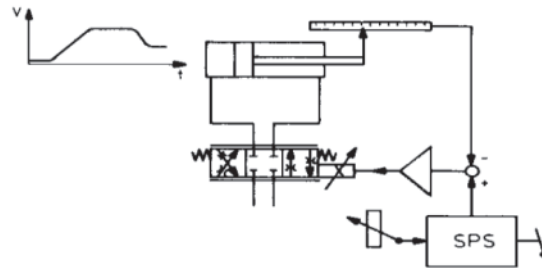
- Soğutma Gücü 60 kW
- Kullanılan Hidrolik Yağ Cinsi ISO VG 46 cSt

Yukarıdaki teknik özellikleri gerçekleştirebilmek için tasarlanan hidrolik devre şeması aşağıdadır:



Şekil 4. Hidrolik Devre Şeması Genel

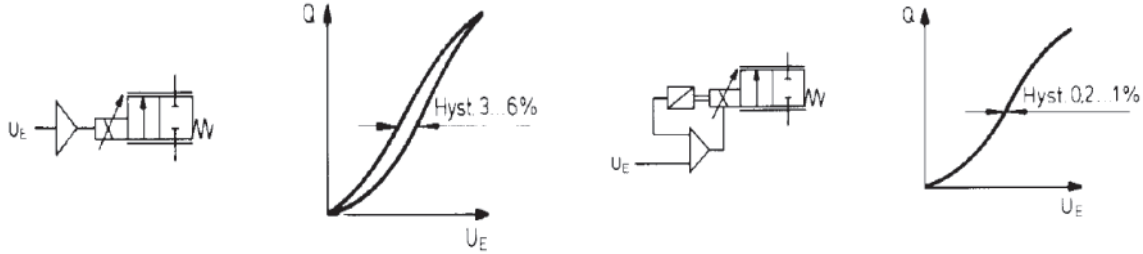
Standart ekipmanların dışında bilhassa oransal valf seçimi için aşağıdaki bilinen özellikler hatırlatma niteliğinde verilmiştir. Oransal servo valfler yüksek hassasiyetli olup, sürekli bilgi toplayan sensörler ve elektronik yükselticiler ile kapalı çevrim kontrol sağlanır. Makinanın elektrik kontrol sistemi programın sıralamasından sorumludur. Kontrol çevriminde çıkış değeri sensörlerle sürekli gözlenir ve ölçülür. Referans değerden sapma varsa kontrol sistemi bu hatayı düzeltecek şekilde yeni sinyal üretir. Geleneksel bir oransal valf yüksek hızlı kontrol sisteminin talebine cevap veremez, bu uygulamada kapalı çevrim kontrol edilen bir oransal-servo valf kullanılmıştır.



Şekil 5. Kapalı Çevrim Oransal Servo Valfin Sembolik Gösterimi

Histerisiz

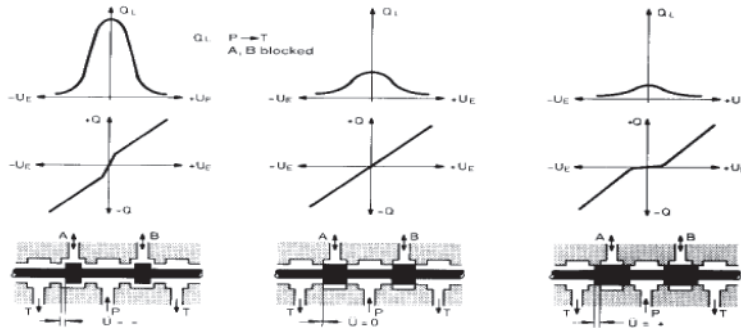
Histerisiz, bir valfin kumanda(giriş) sinyalinin değeri sıfırdan maksimuma veya tekrar sıfır değerine doğru değiştirildiğinde her iki durumda da aynı çıkış sinyalini elde etmek için giriş sinyalleri arasındaki maksimum fark olarak adlandırılır. Valfin kendi içinde kapalı çevrim kontrol edilmesi histerisizini iyileştirir.



Şekil 6. Oransal Valflerde Histerisiz Tabloları

Valf içinde Taşma (Overlap):

Valf sürgüsündeki adacık boyunun valf gövdesi içindeki geçiş kanalından küçük olması “negatif taşma”, aynı olması “sıfır taşma” büyük olması pozitif taşma olarak adlandırılır. Kapalı çevrim oransal valflerde sıfır taşma konum kontrol çevrimi için gerekli ön şarttır. Pozitif taşma kontrol elemanında ölü bir bölgeye neden olur ve bozucu bir etkisi vardır. Negatif taşma sızıntı yağı artışına neden olur. Negatif veya sıfır taşma hassas imalat gerektirir valf ömrü açısından yağ temizliğine son derece dikkat etmek gereklidir.



Şekil 7- Oransal Valflerde Taşma Tabloları

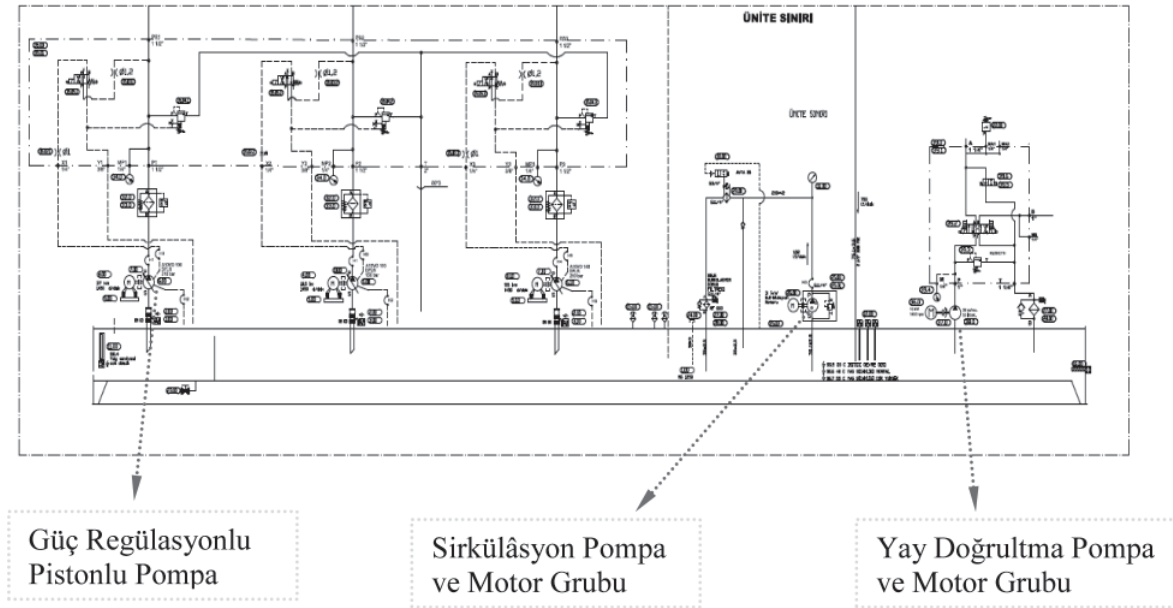
Sistem tasarımında ve valf seçiminde, tasarlanan sistemin gerektirdiği hassasiyet dikkate alınarak öncelikle kontrolün açık çevrim veya kapalı çevrim olarak yapılmasına karar verilmelidir. Uygulamada pek çok iş açık çevrim olarak on – off valfler ile yapılır. Burada unutulmaması gereken az bir fark bedel ödeyerek açık çevrim bir sistemde oransal bir valf kullanmak suretiyle yön, kuvvet ve hızın kolay kontrol edildiği darbesiz çalışan yüksek hızlı sistemlerin kolay erişilebilir bir seçenek olmasıdır. Sistemin kapalı çevrim kontrol edilmesi gerekiyorsa fiyatları daha pahalı ve bakımı daha zor servo valf yerine benzer performans elde edebileceğimiz bobin konum kontrollü kapalı çevrim bir oransal valf kullanabiliriz. Tüm bu seçeneklerin yanı sıra servo valflerin bazı tiplerinin yüksek hız ve hassasi-

yet gerektiren özel uygulamalarda tercih nedeni olduğu da bir gerçektir. Bu uygulamada sıfır taşmalı oransal servo valf kullanılmıştır.

2.2. Kurulan Hidrolik Sistemin Devre Elemanları

Parabolik yay çekme üretim hattında, hidrolik sistem aşağıdaki hareketlerin tahrik edilmesi için kullanılmaktadır. Her bir hareket grubu için tek bir hidrolik ünite üzerinde pompaları ve valf blokları ayrı olan bağımsız birer hidrolik devre mevcuttur. Hidrolik sistem 1250 litre yağ tankı, pompalar, valf blokları ve diğer aksesuarlardan oluşmaktadır.

Hidrolik Güç Ünitesi Devre Şeması;



Şekil 5- Hidrolik Devre Şeması Ünite Bölümü

Güç Regülasyonlu Pistonlu Pompa;

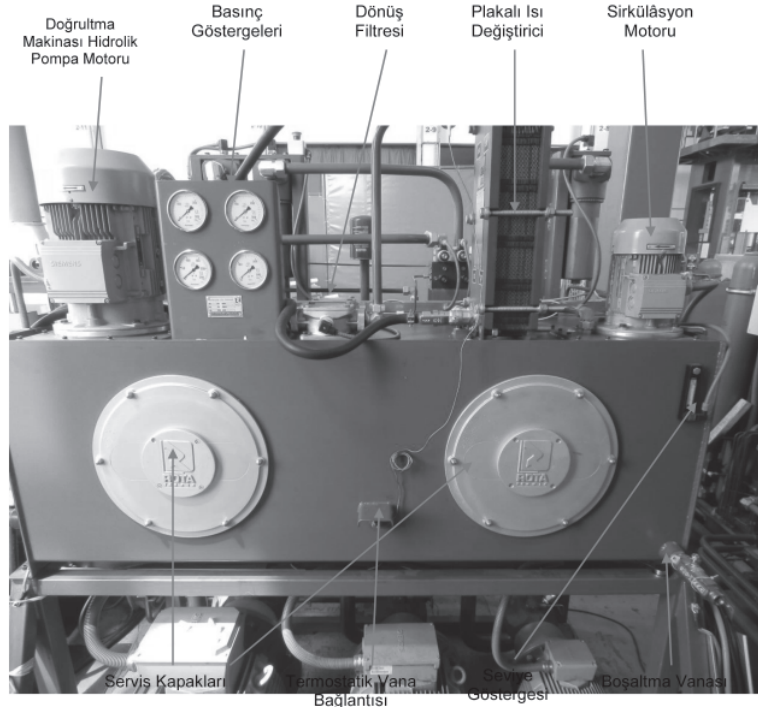
Hadde silindiri ve yatay silindirin uygun performansta çalışması için balonlu tip yüksek basınç aküler kullanılmaktadır. Bu aküleri yeterli şarj süresinde doldurması ve ek debi ihtiyacı için de pistonlu pompa kullanılmıştır. Bu pompalar güç regülasyonlu tip olup sistem için başlangıç noktası olarak en düşük 18 bar'a ayarlanabilmektedir. Pompa önce ayarlanan debiyi güç eğrisine ulaşana kadar sabit tutar (debi regülasyonu). Basınç artışıyla güç eğrisine ulaşıldığında basınca bağlı olarak pompa debisini küçültür (Güç regülasyonu). Basıncın artmaya devam etmesiyle pompa ayar basıncına ulaşılır ve pompa debisini sıfırlar (basınç regülasyonu).

Sirkülasyon Pompası;

Hidrolik güç ünitesinde bulunan hidrolik yağın istenilen ISO 16.14.11 (NAS 5) sınıfında filtrelenmesi ve soğutulması amacıyla kullanılmaktadır.

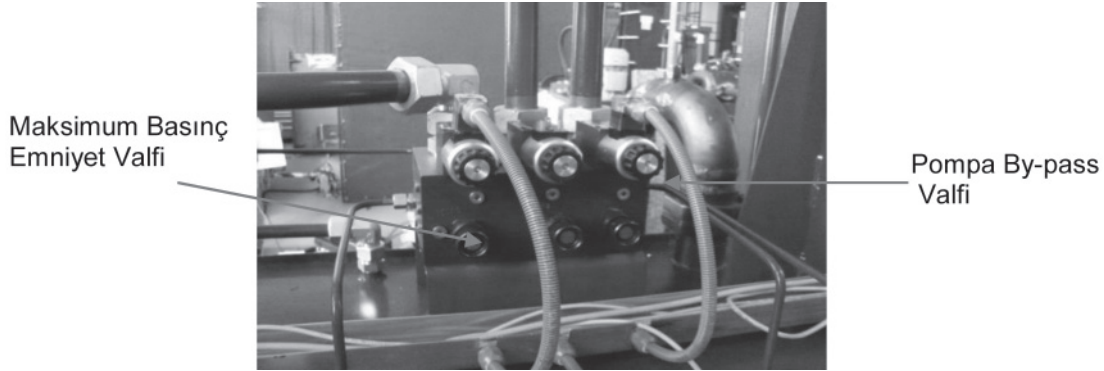
Yay Doğrultma Pompa ve Motor Grubu;

Parabolik yayın doğrultma işlemi esnasında sistemi basınçlandırmak için kullanılmaktadır.



Şekil 6- Hidrolik Ünite Resmi-2

Ana Pompa Basınç Kontrol Bloğu; bu blok hidrolik ünite üzerinde bulunmaktadır. Valf bloğunun üzerinde pres, manipülatör, hidromotor pompalarının by-pass ve maksimum basınç emniyet valfleri bulunmaktadır.

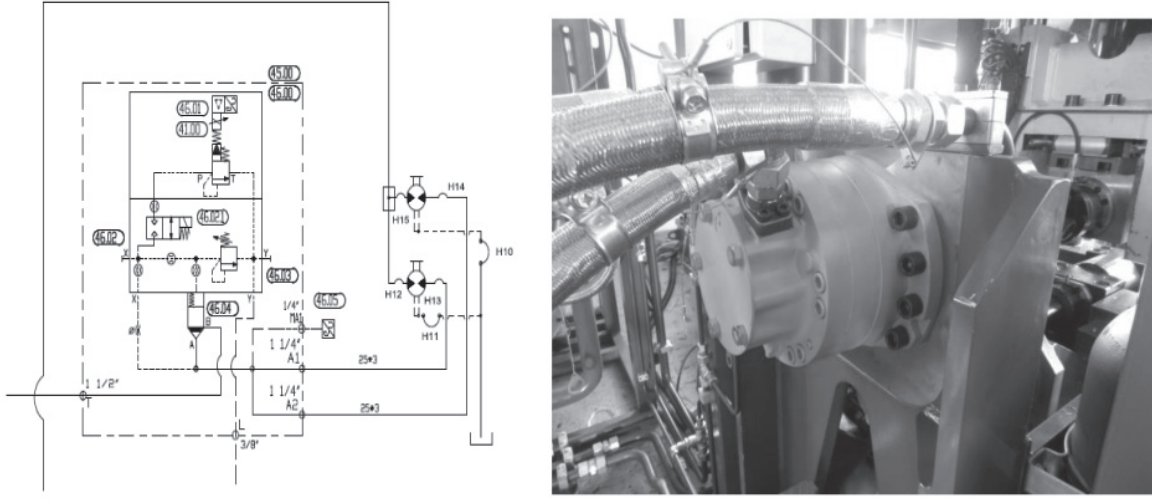


Şekil 7- Pistonlu Pompa By-pass Blokları

Hidrolik Motor Devre Şeması ve Malzemeleri;

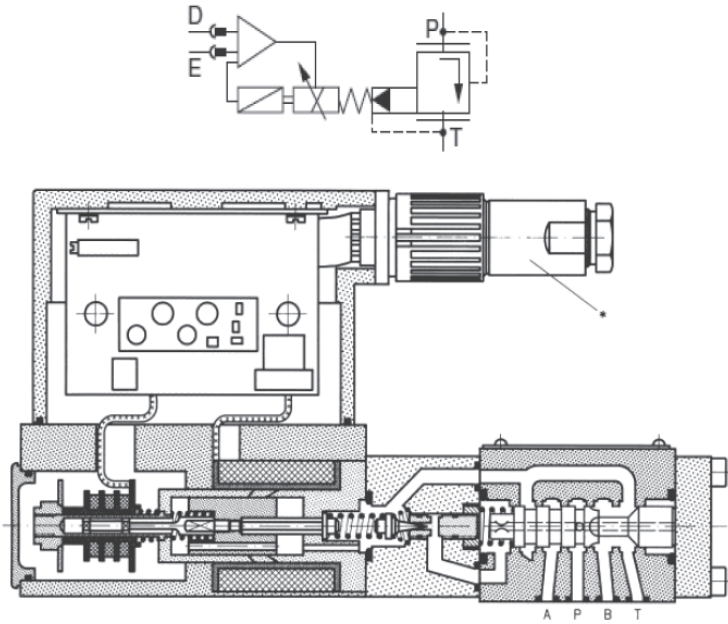
Hidrolik presinin içinde bulunan hadde merdaneleri, hidromotor tarafından tahrik edilmektedir. Bu bağımsız devrenin pompası, güç regülasyonlu pistonlu pompa olup, hidromotorların çıkış torqlarını

ve dönüş hızlarını kontrol eden bir hidrolik kontrol bloğu da mevcuttur. Devre elemanlarını aşağıdaki şekilde bulabilirsiniz.



Şekil 8- Hidromotor Resmi ve Devre Şeması

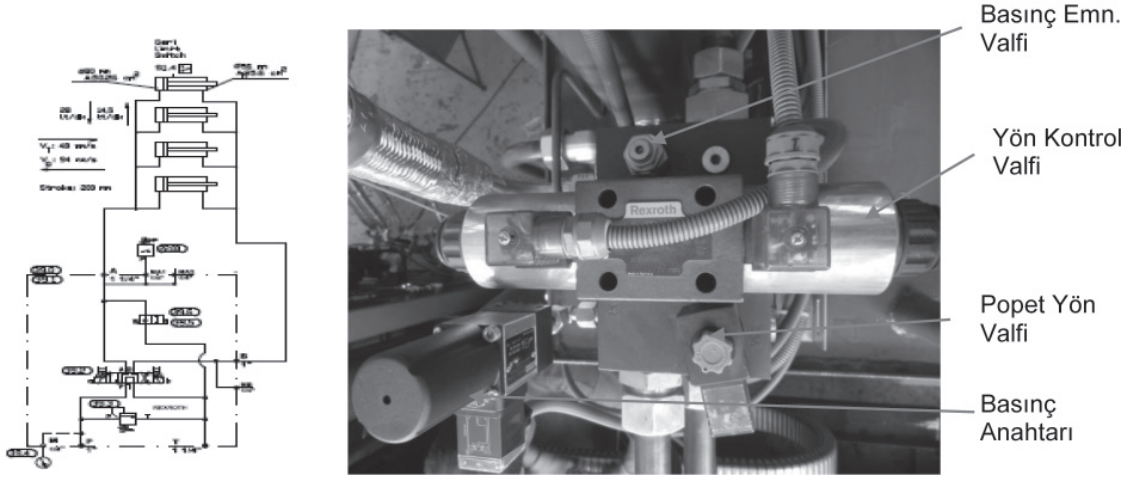
Hidromotorda kullanılan oransal basınç emniyet valfi, hidromotorun frenlemesini sağlamış olup basınç değerleri kendi içinden geri beslemeli olarak kontrol edilmektedir. Oransal valfin hassasiyeti %1'den düşük olup %100 voltaj değerine maksimum 70 ms'de ulaşmaktadır. Bu süre, valf üzerinde bulunan potansiyometreler ile "PLC" üzerinden üretime göre değiştirilebilir.



Şekil 9- Oransal Basınç Emniyet Valfi

Doğrultma Silindiri Devre Şeması ve Malzemeleri;

Doğrultma makinasının hidrolik silindirlerini tahrik etmek için ana hidrolik ünite üzerinde doğrultma makinası devresi bulunmaktadır. Doğrultma makinası silindirlerinin kontrolünü doğrultma kontrol bloğu yapmaktadır.



Şekil 15. Doğrultma Silindirinin Hidrolik Blok ve Ekipmanları

Hidrolik Akümülatörler;

Sistemde iki adet büyük hidrolik akümülatör vardır. Bu akümülatörler;

- 1- Manipülator Hidrolik Akümülatörü : Hacmi 50 L, ön dolum basıncı 75 bar.
- 2- Pres Hidrolik Akümülatörü : Hacmi 20 L, ön dolum basıncı 75 bar.

Bilindiği gibi, hidrolik akümülatörlerin görevi; basınç hattındaki hidrolik yağı belli miktarda haznesine alarak, sisteme gerekli olduğunda geri vermek üzere depolamaktır. Bununla birlikte sistemin hız kapasitesini artırarak ayrıca basınç şoklarını bir damper etkisi ile sönmülmektir. Hidrolik akümülatör vanalarının aşağıdaki şekildeki gibi açık olması gerekmektedir.



Akü kolları saat yönünün tersine çevrilmiş olmalıdır. Bu hali ile akü sisteme açık olacaktır.



Şekil 16- Balonlu Akümülatör ve Akü Hattının Açık-Kapalı Konumunun Belirlenmesi



4. SONUÇ

Hidrolik oransal-servo valfler ve ekipmanları, yüksek konumlama hassasiyeti ve kuvvet ihtiyacı istenen uygulamalar için tasarlanmış özel ürünler olup, pek çok uygulama alanına sahiptir. Bu teknoloji ile ihtiyaç sahiplerinin proje ve tasarım süreleri kısaltmakta ve hassas prosesler için uygulanan makinelerin üretimi sağlanmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Repkon Makina ve Kalıp San. Ve Tic Ltd. Şti. (REP 05-70 nolu Proje)
- [2] Hydraulics : Theory and Applications - Bosch / 1984 / T.C. Frankenfield
- [3] Electrohydraulic Proportional Valves and Closed Loop Control Valves, Theory and Application- Bosch / 1989 / Werner Götz

ÖZGEÇMİŞ

Savaş BİBER

1977 yılında İstanbul'da doğdu. 2000 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünü bitirdi. Aynı yıl Repkon Ltd.'de Mekanik ve hidrolik tasarım mühendisliği ve servis sorumlusu olarak göreve başlamıştır. Askerlik görevini 2003 yılında İskenderun Ö.E.M.K kısa dönem deniz eri olarak yapmıştır. 2005 yılında itibaren Rota Teknik A.Ş.'de Proje-Satış Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.