



HİDROSTATİK TAHRİKLİ ARAZİ ARAÇLARI İÇİN YÜKSEK VERİMLİ TAHRİK SİSTEMLERİ

Pars KAPLANGI

ÖZET

Globalleşme çerçevesinde, birçok makina üreticisinin o ana kadar kendine ait olan pazarda yeni rakipleri ortaya çıkıyor ve rekabet baskısını arttırıyor. Kiralama parkları oluşuyor ve birçok makina günden güne yeni, çoğu zaman deneyimsiz kullanıcı personelle karşı karşıya kalıyor. Bu dönüşüm mobil iş makineleri hidrostatik tahrik tasarımcıları için yeni bir meydan okuma gereksinimini ortaya koyuyor.

Kullanıcı dostu olması, güvenilirlik, kolay bakım ve düşük işletme giderleri, geliştirme hedeflerinden bazılarıdır. Bu arada hidrostatik tahrik, birçok pazar diliminde, bu faktörler bakımından nelere sahip olduklarını başarılı bir şekilde gösterdi. Elektronik control ünitelerinin kullanılması sayesinde kullanıcı, içten yanmalı motor ve hidrostatik tahrik arasındaki işbirliği daha da iyileştirilebilmektedir. Bu sistemler şimdi, enerji tüketimine ve aktarma gücüne hizmet eden tüm işletme bölgesine yayılabilir. Bu sırada sistemin toplam ekonomik verimi, yani getiri ve külfet arasındaki ilişki, sürekli olarak test standındadır. Münferit komponentlerin enerjisel verimleri bu sırada bir araç üreticisinin karar verme işleminde sadece bir faktördür.

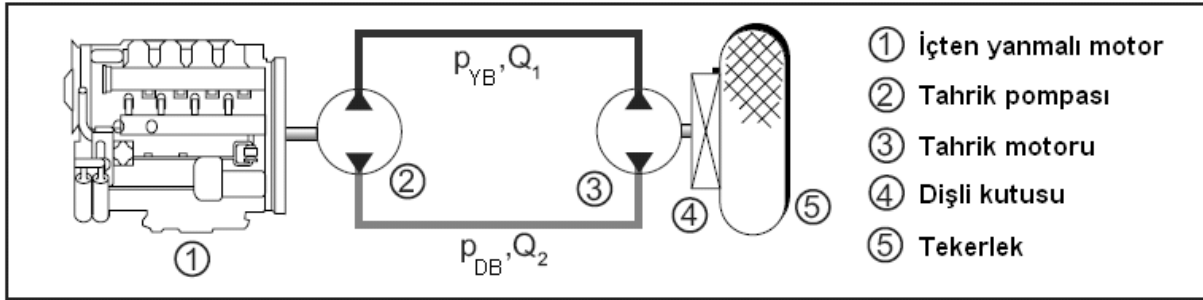
Hidrostatik tahrik devresi elemanlarının verimi, gürültü seviyesi ve teknik sınır değerleri bakımından iyileştirilmesi, bizim araştırma/geliştirme bölümlerimizde ileriye götürülmesine devam edilmektedir. Buna paralel olarak hidrostatik tahrik diğer tahrik tipleri ile kombinasyonları sayesinde, tahrik tekniğinde yeni boyutlar açılmaktadır ve biz mühendisler olarak bundan faydalanmalıyız. Mekanik dişli kutuları ile bağlantılı hidrostatik tahriklerden oluşan bu kademesiz güç aktarımı tasarımı; günümüzde, eskiden hidrostatik hamlenin ekonomik olmaktan öte felsefi olduğu alanlarda uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Biz bu meydan okumayı Kabul etmeliyiz ve hidrostatik devre elemanlarına sahip yeni tahrik sistemlerinin tasarlanması sırasında yeni buluşlar için yaratıcılık ve iradenin ortaya konmasını sağlamalıyız.

ABSTRACT

Due to globalization and following strong competition, force machine producers to redesign their machines and therefore their hydrostatic drive systems if equipped. For this purpose they are trying to produce enduser friendly, reliable, easy repairable, low maintenance cost requiring and low energy consuming machines. Hydrostatic drive systems well proved themselves in the market, but improvements are still going on. With the help of electronics such kind of drive systems use installed power more effectively. Improvement on gear technology offered us to create new combined systems and increase control ranges / power. We should work hard and we should create new combinations and or components which have less noise levels, high power density, high efficiency.

1. GİRİŞ

Hidrostatik tahrik sistemleri artık iş makinalarının vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Özellikle tahrik devrelerinde kullanılan elemanların hayli yüksek güç yoğunluğunun, kademesiz hidrostatik güç aktarma sistemlerinin sunduğu avantajlar ile birleştirilmesi bir çok uygulama için bu tahrik sistemini rakipsiz kılmaktadır. Devre elemanlarının birbirinden bağımsız yerleştirilebilmesi sayesinde olabilecek en uygun araç tasarımları gerçekleştirilebilmektedir. Düşük frenleme kayıpları ve çok çabuk yön değiştirebilme özelliği, içten yanmalı motorun düşük devirlerinde dahi maksimum çeki kuvvetinin sağlanabilmesi ve tüm bunlara ilaveten hayli geniş kademesiz hız ayar aralığı; bu tahrik sistemlerini kullananların takdir ettiği avantajlarından sadece birkaç tanesidir. Mevcut içten yanmalı motor gücünün en iyi şekilde değerlendirilmesi, bahsedilen diğer avantajlar ile birleştirilince; hidrostatik tahrik sistemine sahip araçların yüksek verimliliği ortaya çıkmaktadır.



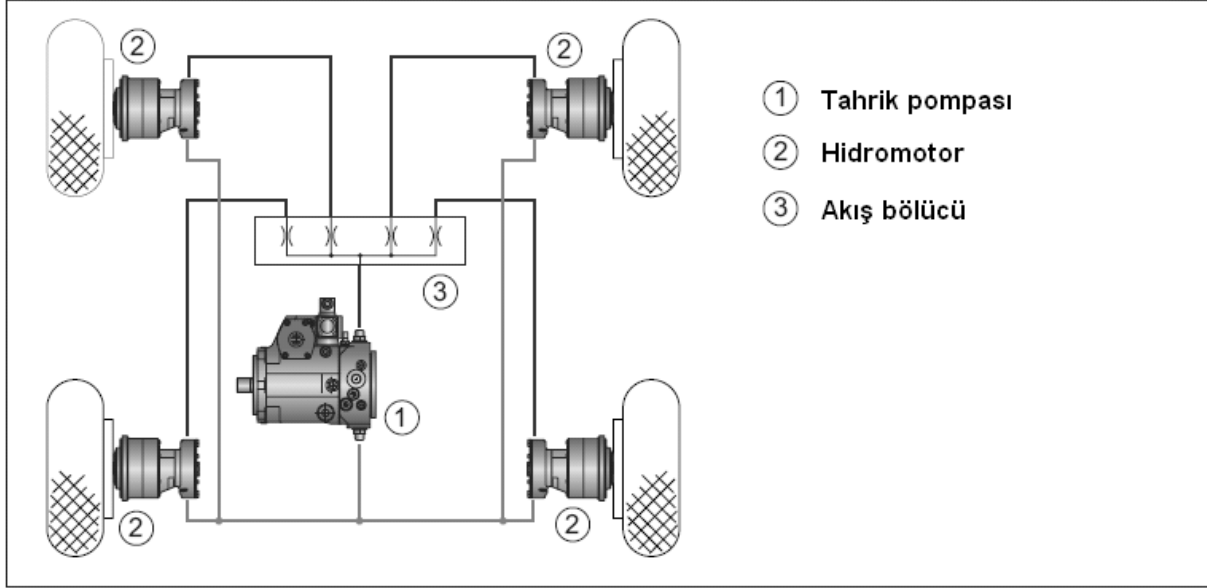
Şekil 1. Kapalı devre tipi bir hidrostatik tahrik devresinin temel prensibi

Hidrostatik tahrik sistemlerinin yüksek teknolojik standartlarına rağmen, özellikle kullanıcılara daha faydalı, daha kullanışlı sistemler sunabilmek için çeşitli gelişmeler üzerinde yoğun bir şekilde çalışılmaktadır. Bu, enerji maliyetlerinin tırmandığı zamanımızda; sadece gürültü seviyesinin azaltılması ve düşük maliyet ile değil, özellikle yakıt tüketiminin mümkün olan en düşük seviyelere çekilmesi anlamına da gelmektedir. Yaratıcı tasarımlar sayesinde, mevcut ürünleri kullanarak yüksek verimli kapalı devre tipi hidrostatik tahrik sistemlerin nasıl oluşturulabileceği aşağıdaki bazı örnekler ile sunulacaktır. Klasik bir hidrostatik tahrik sistemi aşağıda kısaca açıklanmıştır.

İçten yanmalı motor "1"; mekanik gücü, devir ve moment olarak kullanıma sunmaktadır. Tahrik pompası "2"; bunu hidrolik güce ya da diğer bir deyişle basınç (p_{YB}) ve debiye (Q_1) dönüştürür. Hidrolik motor "3" ise, bunu tekrar mekanik güce çevirir. Basınç p_{YB} (Yüksek Basınç) dan, p_{DB} ye (Alçak Basınç) düşer. Oluşan bu basınç farkına karşılık olarak hidromotorda moment üretilir ve bu moment bir dişli kutusu "4" yardımıyla (mesela diferansiyel, cer gibi) tekerlekte çeki kuvveti olarak kullanıma sunulur. Hidromotorun devri ise, Q_1 debisi ve hidromotorun deplasmanı tarafınca belirlenir. Hidrolik motordan pompaya geri dönen Q_2 debisi, hidromotordaki sızıntı miktarı kadar düşüktür. Söz konusu sızıntı yukardaki şemada gösterilmeyen bir şarj sistemi ile sisteme eklenmektedir.

Fren yapıldığı sırada, hidromotor "3", tekerlek "5" tarafınca tahrik edilen bir pompaya dönüşür. Sistemin düşük basınç tarafı yüksek basınç tarafı olur ve tahrik pompası "2" üzerinden içten yanmalı motoru iter. Böylelikle fren devresi elemanlarını aşındırmadan içten yanmalı motor üzerinden frenleme (ya da hidrostatik frenleme) yapılır. Diğer bir deyişle her iki yönde de moment aktarımı gerçekleştirilebilmektedir.

2. AKIŞ BÖLÜCÜSÜZ HİDROSTATİK TAHRİK SİSTEMLERİ



Şekil 2. Akış bölücülü hidrostatik tahrik sistemi

İş makinaları uygulamalarında kullanılan paralel bağlantılı hidromotorlardan oluşan tahrik sistemlerinde bir ya da daha fazla tekerleğin boşa dönmesi problemi ile karşılaşılmaktadır. Bu sistemlerin uygulama alanlarına örnek olarak istifleyicileri, ağır yük taşıyıcılarını, bazı zirai araçları, yol silindirlerini verebiliriz. Bir teker boşa dönmeye başladığında, gerekli olan momenti üretemez ve sonucunda istenen çeki gücü sağlanamaz. Sistemdeki yağ, en düşük direnç ile karşılaştığı boşa dönen tekerdeki hidromotor üzerinden dolaşır. Bu durumda söz konusu teker hızlanırken, kalan tekerler çıkış momentlerini kaybederler.

Resim 2'de gösterilen klasik çözüm, her bir motora eşit yağ gönderilmesini sağlayan ve böylelikle tekerlekleri eşit hızda dönmeye zorlayan akış bölücülü bir hidrostatik tahrik devresidir. Bu, boşa dönen, ya da diğer bir deyişle moment üretemeyen tekerleğe giden yağ debisinin, akış bölücü tarafınca kısılarak diğer tekerlere giden yağ ile aynı değerde tutulmasının sağlanması ile gerçekleştirilmektedir. Bu işlem sırasında pompa basıncı ile teker hidromotorundaki efektif basınç arasındaki fark, akış bölücüde ısıya dönüşerek kayıp güç olarak karşımıza çıkar.

Diğer yandan akış bölücüler yüksek debilerde, yani yüksek araç hızlarında ciddi direnç oluşturmakta ve bunun sonucu olarak ciddi basınç kayıplarına ya da diğer bir deyişle güç kaybına sebebiyet vermektedir. Enerji sarfiyatı dezavantajı, hidrostatik sistem tasarımının değiştirilmesi sayesinde önlenmektedir.

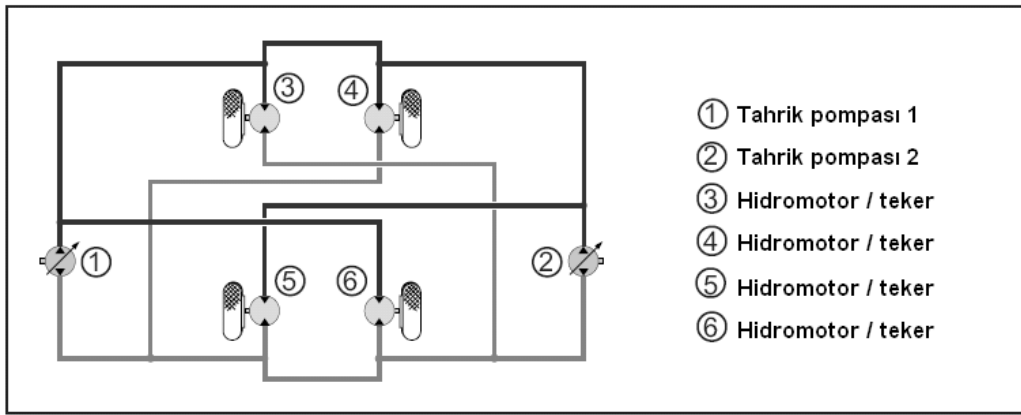
2.1. Çift devreli patinaj önleyici sistem

Bir tahrik pompası yerine 2 tahrik pompası kullanılarak, akış bölücü kullanımına gerek kalmadan tekerleklerin patinaj yapmadan uyumlu bir şekilde çalışmasına olanak tanıyan bir patinaj önleyici tahrik sistemi gerçekleştirilebilmektedir (Resim 3'e bakınız). Burada iki hidrolik motor "3" ve "6", pompa "1" tarafınca beslenmekte, diğer iki hidromotor "4" ve "5", pompa "2" tarafınca beslenmektedir. Alçak basınç hatları ise çapraz bağlanmaktadır, yani "3" ve "6" numaralı motorlardan dönen yağ, pompa "1" yerine pompa "2" ye yönlendirilir. Aynı durum "3" ve "4" numaralı motorların alçak basınç tarafları ya da dönüşleri içinde geçerlidir. Patenti alınmış olan bu sistem sayesinde hidromotorlar çiftler halinde senkron çalışmaya zorlanmaktadır.



Mesela "3" numaralı motora bağlı teker kaygan zemine geldiğinde, çeki kuvvetini kaybedecek ve hidromotor "3" önce hızlanmaya çalışacaktır. Böylece motor "3"den, pompa "2"ye geri dönen yağ miktarı artacaktır. Ancak pompa "2" sabit tahrik devri ve sabit deplasman hacmi nedeniyle, ilave yağ miktarını alamamaktadır. Böylece pompa motor arasındaki yağ sütunu sıkıştırılır ve bu alçak basınç hattındaki basınç yükseltilir. Bu sayede hidromotor "3"teki etkin basınç düşümü azalır ve hidromotor kalan tekerleklerin senkron devrine zorlanır. Bu sırada alçak basınç hattında ortaya çıkan basınç, akış bölücülerde olduğu gibi kayıp güce dönüştürülmez. Bu basınç tahrik pompası "2"nin emiş portuna etki eder ve böylece dizel motor tarafınca sağlanması gereken tahrik momentini azaltır. Böylelikle gereksiz kayıp nedeniyle hidrolik sistemin ısınmasının da önüne geçilmektedir.

İki hidrolik pompaya sahip bu kapalı devre tipi hidrostatik tahrik sistemi ikiden fazla hidromotorlu tahrik devreleri için uygundur ve istenildiği kadar geliştirilebilir. Uygun deplasman hacimleri kombinasyonları sayesinde, tek sayılı tekerlek adetlerine sahip araçlar için de bu sistem uygulanabilir (mesela resim "4"deki gibi bir istifleme aracı).



Şekil 3. 4 teker motorlu, kayma önleyici çift devreli hidrostatik tahrik sistemi



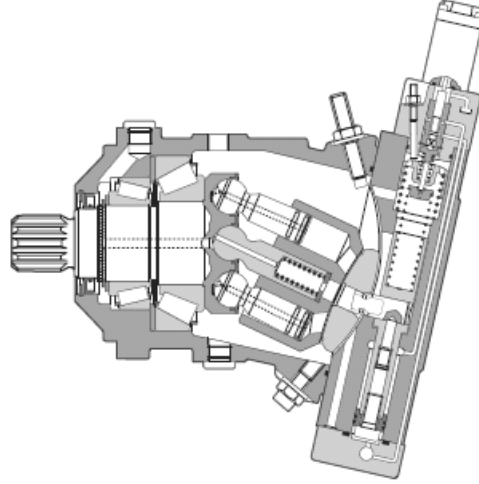
Şekil 4. Bir uygulama örneği: kayma önleyici çift devre tipi hidrostatik tahrik sistemine sahip taşıma/istifleme aracı

2.2 Elektronik patinaj önleyici sistem (Antrieb Schlupf Regelung – ASR)

Nispeten büyük ayar aralığına sahip, yani yüksek çeki kuvvetine, yüksek hızlara ihtiyaç duyan araçlar hidrostatik tahrik sistemi ile donatıldığında değişken debili hidrolik motor kullanılmaktadır. Bu motorlar sayesinde aynı tahrik gücünde daha yüksek hızlara ulaşılmasını sağlar. Hareket başlangıcında hidrolik

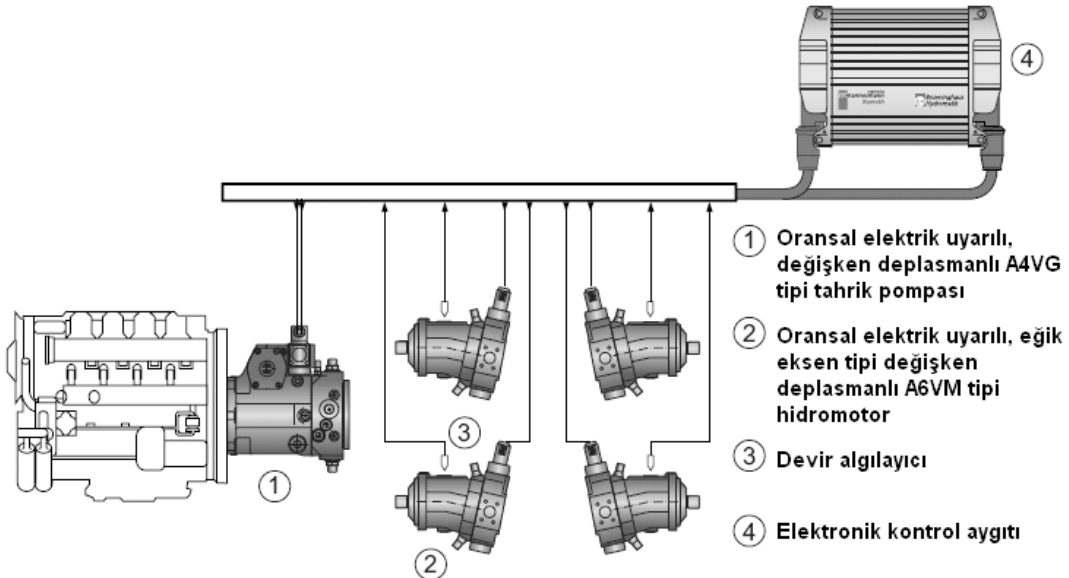


motor maksimum konumunda yani maksimum eğim açısında, ya da maksimum deplasman hacminde bulunur. Böylelikle üretebileceği en büyük momentini üretir. Devir, pompanın bastığı debiye ve motorun deplasmanına bağlıdır.



Şekil 5. Değişken debili, eğik eksen tasarımlı, oransal elektrik uyarılı, sıfırlama özellikli A6VM tipi hidrolik motor

Maksimum çeki gücüne ihtiyaç duyulmadığı andan itibaren (mesela yokuş aşağı giderken) ve sürücü hızlanmak istediğinde, hidromotor regülasyona başlayıp kendini düşük deplasman hacımlarına çeker ve bu sayede pompa debisinin sabit kalmasına rağmen motor hızı (dolayısıyla araç hızı) artar. Bununla eş zamanlı olarak maksimum çıkış momenti deplasman hacmindeki azalma oranında azalır. En uç durumda ise, yani deplasman hacmi 0 cm^3 olduğunda; sistemde basınç bulunmasına rağmen, hidrolik motorun çıkış momenti sıfır olur. Bu durum tekerleğin boşa dönmesi, zemine temas etmemesi durumundaki gibi, hiçbir moment aktarmaması anlamına gelmektedir. Bu özellik ASR için kullanılmaktadır.



Şekil 6. Elektronik patinaj önleyici sistemli, değişken debili hidromotorlu hidrostatik tahrik sistemi

Aracın hareketi sırasında her tekerin devri, devir algılayıcıları yardımıyla elektronik kontrol aygıtı tarafınca denetlenmektedir. Bir teker patinaj yapmaya başladığında ki bu söz konusu tekerin diğer



tekerlere kıyasla daha yüksek hızda dönmesi şeklinde belirlenmektedir. Tekerlekler arasındaki bu “ hız farkı – patinaj “, söz konusu hızlanan tekerleğe bağlı hidromotorun deplasmanının otomatik olarak değiştirilmesi ile en aza indirgenmektedir. Gerekirse hidromotor 0 cm³ deplasman hacmine getirilir ve moment üretmez hale getirilir.

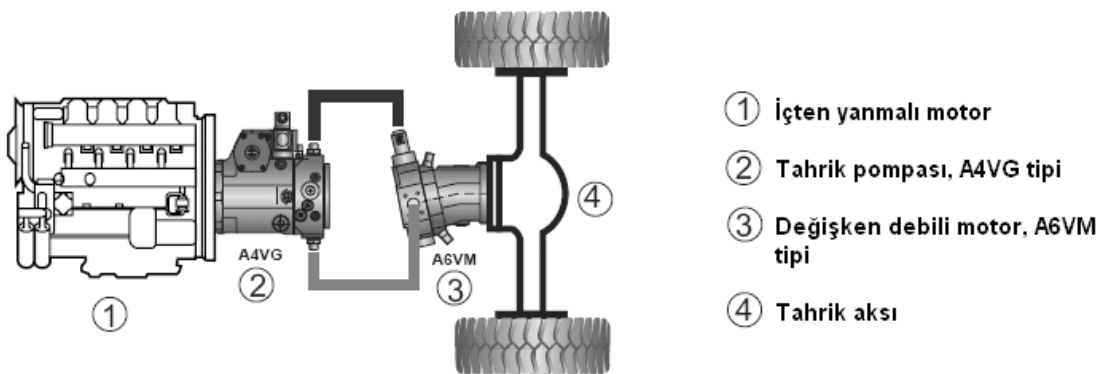
Sistemin tamamında basınç dalgalanmalarını engellemek için pompa debisi motorların açısının azaltılmasına paralel olarak düşürülür. Böylece tekerlerin eşit ya da uyumlu çalışması “ enerji harcamayı önlemler “ olmadan sağlanır (örneğin akış bölücü sistemlerdeki yağ debisinin kısılması gibi).



Şekil 7. Bir uygulama örneği: hidrostatik tahrikli ve elektronik patinaj önleme sistemli (ASR), her türlü arazide kullanılabilen vinç

3 HİDROSTATİK AKS TAHRİĞİ

Serbest yerleştirilebilme özelliği ile tekerden tahrikli hidrostatik tahrik sistemlerinin kullanımı araçlarda neredeyse rakipsizken, aksdan tahrikli hidrostatik tahrik sistemleri alternatif sistemler ile yoğun bir rekabet içindedir; mesela mekanik şanzımanlı ve hidrodinamik (tork konvertör) tahrikli sistemler.

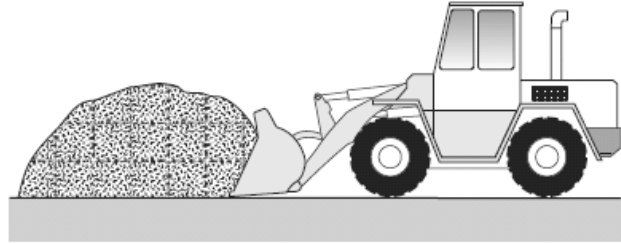
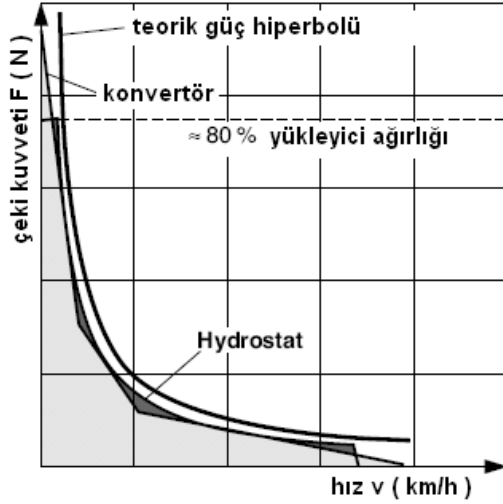


Şekil 8. Hidrostatik aks tahriği

3.1 Hidrostatik ve Tork Konvertörü Tahriği Karşılaştırması

Uygulamada çok değişken işletim koşullarıyla karşı karşıya kalan “ lastik tekerlekli yükleyici “ uygulama örneğine dayanarak, aks tahrikli hidrostatik tahrik sistemlerinin çok başarılı olduğu açıkça görülmektedir.

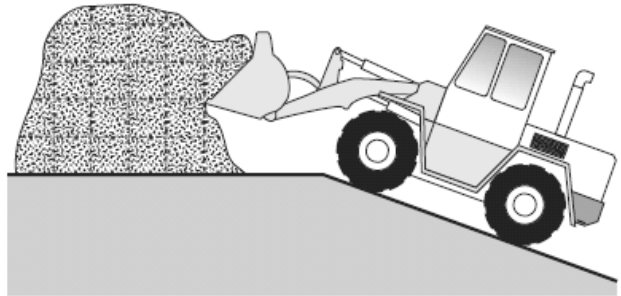
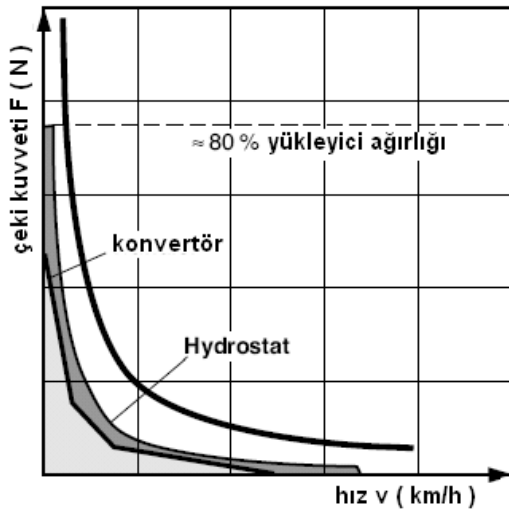
İçten yanmalı motor gücünün tamamı tahrik sistemi tarafından alındığında, hidrostatda çekiş gücüne ve hıza dönüş, "Resim 9'da gösterildiği gibi teorik güç hiperbolüne dayanarak gerçekleşir. Değişim bölgelerinde kayıp yoktur.



Şekil 9. Hidrostat ve konvertör için çeki gücü/hız diyagramı karşılaştırması gücün %100'ünün tahrik sistemi tarafınca kullanımı

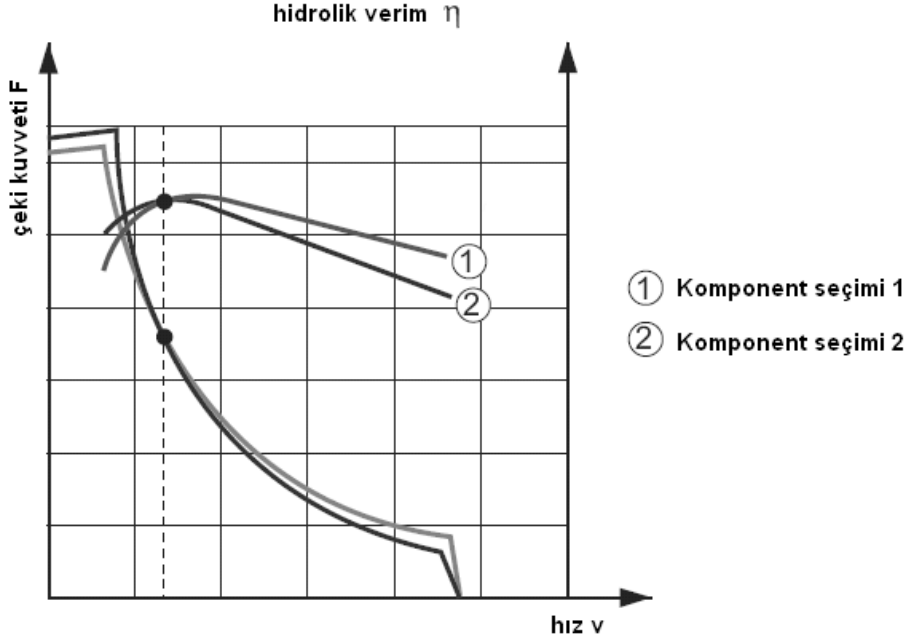
Maksimum hız ile maksimum çeki kuvveti arasındaki bölgenin tamamı kademesiz olarak geçilmektedir. Maksimum çeki kuvveti, tekerlerin kayma sınırına göre tasarlanmış olup, yükleyicinin ağırlığının %80'ini karşılamaktadır. Bu tedbir sayesinde molozların içine dalınması sırasında tekerlerin patinaj yapması engellenir ki bu da lastik aşınmasının büyük ölçüde azalmasını sağlamaktadır.

Molozların içine dalma ve buna bağlı olarak çeki gücü artışı sırasında, bir çeki gücü kesintisine neden olabilecek vites değiştirme işlemi meydana gelmemektedir. Molozun içinde çalışma sırasında, maksimum çeki kuvveti bölgesinde hidrostatik tahrik sistemi ısınmaz, çünkü tahrik pompası sadece gerektiği kadar yağ üretmektedir. Böylece artan içten yanmalı motor gücü, araçtaki diğer kullanıcılara sunulur. İzin verilmeyen ölçüde yüksek bir devir baskısı her çalışma noktasında engellenir.



Şekil 10. Hidrostat ve konvertör için çeki gücü/hız diyagramı karşılaştırması gücün %50'sinin tahrik sistemi tarafınca kullanımı, gücün %50'sinin servis hidroliği tarafınca kullanımı

Resim 10'da gösterildiği gibi gücün %50'si servis hidroliği tarafınca kullanılırsa, öteden beri tam çekiş gücü kullanıma sunulurken, konvertör işletiminde devrin bastırılması neticesinde çekiş gücü belirgin bir ölçüde düşmektedir. Bu, hidrostatik tahrikli araçların üstün bir aktarma gücüyle kendini göstermektedir. Ayrıca sürücü, üzerine binen sürüş tahriği ile çalışma hidroliği arasındaki güç dağılımı görevinden kurtulmaktadır.



Şekil 11. Düşük ve yüksek araç hızları için bir hidrostatik tahriğin verim optimizasyonu

3.2 Uygun bileşen seçimi yardımıyla verim derecesi optimizasyonu

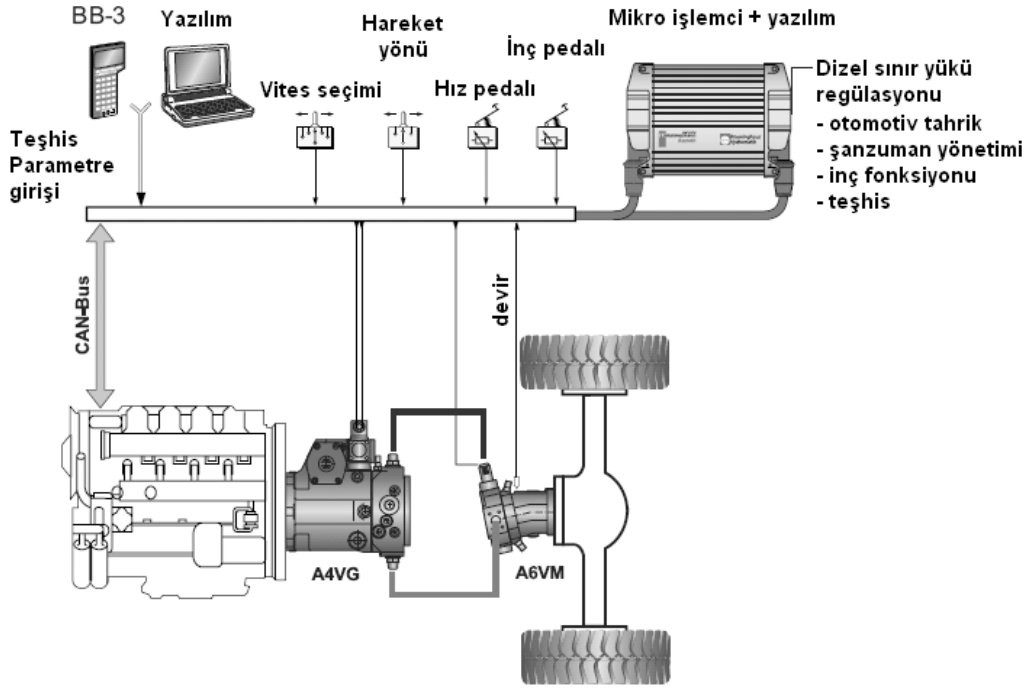
Devre elemanlarının büyüklüklerinin seçimi sırasında tahrik sisteminin verimliliği yeterli ölçüde belirlenmemektedir. Burada üreticiler çoğunlukla bir karar ikileminde kalır. Sistemin toplam verimi sadece bir karar kriteridir. Aynı parçaların farklı tahrik tahrik malzemeleri ile veya şanzumanlar ile birlikte kullanılacağı stratejileri veya bileşen maliyetleri (mümkün olduğunca uygun) çoğu kez enerji bakış açısından daha önemlidir. Verimin incelenmesi sırasında bir cihazın yük toplamı belirleyici rol oynar, çünkü verimleri çeşitli işletme parametrelerine bağlı olarak değişmektedir.

Çekiş kuvveti ve hız bakımından talep edilen bütün verileri tatmin eden iki hidrostatik tasarımın, toplam etki bölgesinde, toplam hız bölgesinin üzerinde nasıl farklı olabildiklerini, iki güç diyagramının aşağıdaki tasviri göstermektedir.

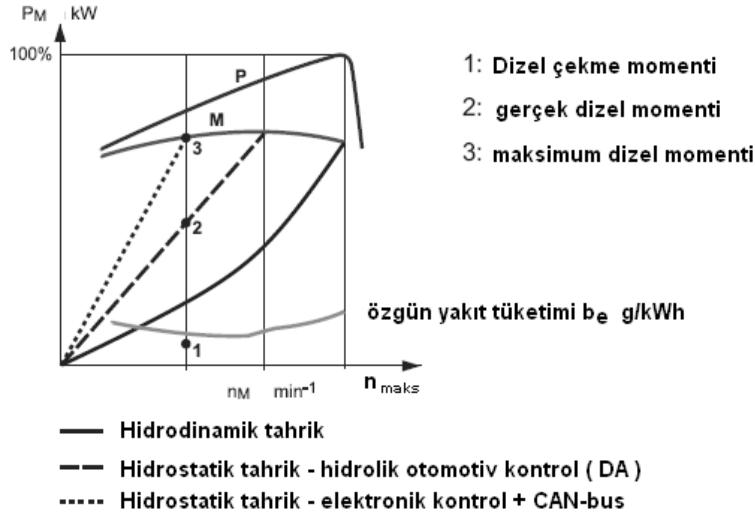
Düşük hızlarda bir varyasyonun, yüksek hızlarda ise diğer varyasyonun daha yüksek verim derecesine sahip olduğu görülmektedir. Bu bilgi sadece, bir aracın günlük kullanımında güç dağılımı hakkında net bir fikir oluştuğunda mantıklı bir şekilde değerlendirilebilir.

3.3 Verimliliğin artırılması için yardımcı gereç olarak elektronik kontrol

Elektronik kontrol üniteleri ile bağlantılı olarak ayarların esnekliği, tahrik sisteminin daha verimli tasarlanması, içten yanmalı motorun kullanıma sunduğu enerjinin daha verimli kullanılması için yeni olanaklar sağlamaktadır. Yumuşak zeminler için operatör kabini üzerinden ayarlanabilir bir çekiş gücü sınırlaması veya yüksek içten yanmalı motor devirlerinde düşük araç hızları için bir sürünme hızı gibi ilave olanaklar, külfet olmaksızın düşürülebilmektedir. İçten yanmalı motor kendisinin en düşük özgül tüketim bölgesinde işletilebilir ve ortalama devri belirgin ölçüde düşürülebilir. Hiçbir güç kullanılmadan kalmaz ve motorun ömrü uzar.



Şekil 12. Elektronik tahrik yönetimi



Şekil 13. Çeşitli tahrik tiplerinde moment verimliliği

Hidrolik otomotiv kontrol, orta devir bölgesinde dizel motordan maksimum momenti talep edebilirken, elektronik yardımıyla, şekil 13'te gösterildiği gibi, her işletim noktasında tüm içten yanmalı motor gücü hidrostatik tahrik gücüne dönüştürülebilmektedir.

3.4 Toplayıcı dişli kutuları

Hidrostatik güç aktarımının avantajlarından 100 kw üzerindeki araçlarda da ekonomik bir şekilde faydalanabilmek için, yeni dişli kutusu tasarımları geliştirildi ve geliştiriliyor. Örneğin, çift hidromotor takılabilen, gerektiğinde çevrim oranı değiştirilebilen bir dişli kutusu, 250 kW'a kadarki tahrik işlerinin tam hidrostatik olarak gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır.

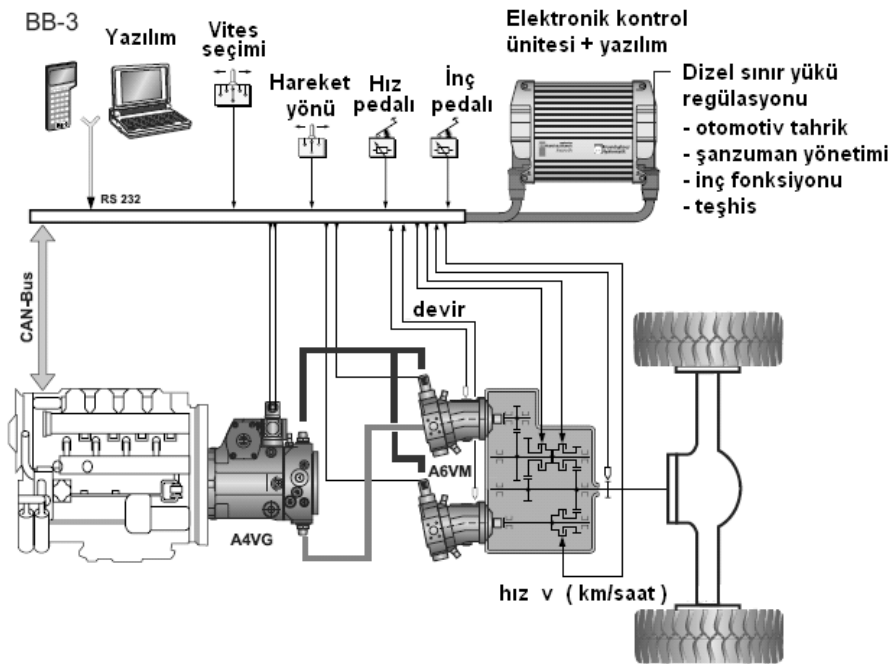


Bu dişli kutusunda, yan yana takılmış iki hidromotordan her biri kendilerine ait giriş şaftından momentlerini dişlilere aktarır. Giriş şaftlarından biri vites değiştirme düzeneği ile diğeri ise kavrama ile donatılmıştır. Giren momentler, dişli kutusunda toplanır ve çıkış şaftına aktarılır.

Çevrim oranının değiştirilmesi gerektiğinde, motorlardan birinin deplasmanı sıfırlanır, yani moment üretmez hale getirilir; diğeri motorun ise deplasmanı artırılır ve vites değişimi sırasında tüm moment aktarımını üstlenmesi sağlanır. Böylece vites değişimi sırasında çeki gücünde hiç bir değişiklik olmaz ve dolayısıyla vites değişimi sarsıntısız, darbesiz gerçekleşir. Yüksek hız bölgesinde ise kayıp güçlerin en aza indirilebilmesi için bir motorun deplasmanı sıfır yapıp kavrama yardımıyla boşa çıkartılır.



Şekil 14. Çevrim oranı değiştirilebilir, toplayıcı tip dişli kutusu



Şekil 15. 3 vitesli toplayıcı dişli kutusu

Vites değiştirme işlemi, tahrik pedalı konumu, içten yanmalı motorun yük durumu ve araç hızı gibi çeşitli işletme parametrelerine bağlı olarak otomatik gerçekleşir. Bu sayede hidrostatik tahriğin alışlagelen basit kullanımı, yüksek güçlerde de yani büyük çeki kuvveti ve yüksek hızlarda da korunur. Elektronik tahrik yönetiminin avantajlarından, bu tahrik çözümünde de tam olarak yararlanılabilmektedir.



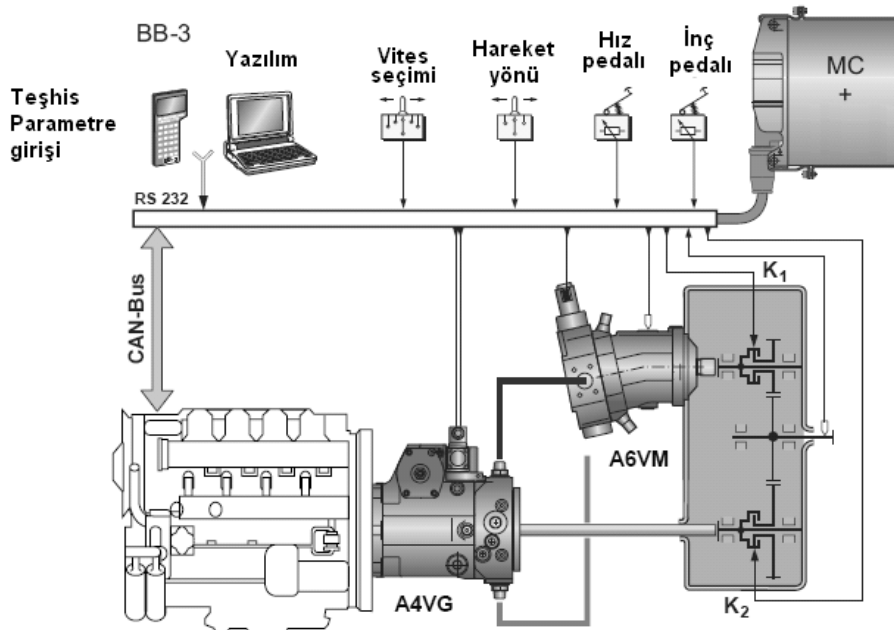
Şekil 16. Uygulama örneği, lastik tekerlekli yükleyici

3.5 Hidromekanik Hibrid Tahrik

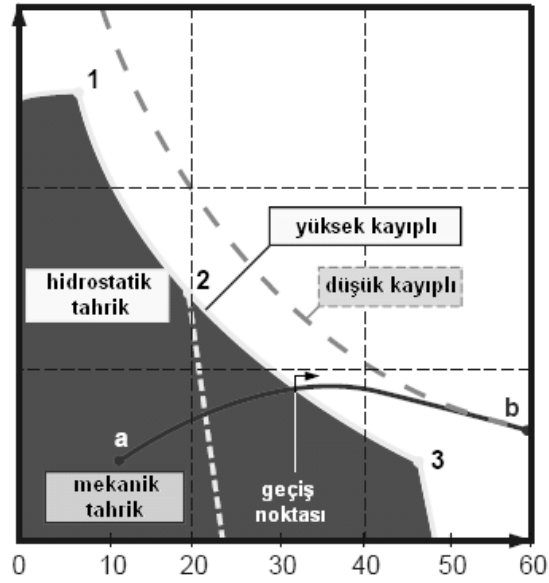
Hidrostatik güç aktarımından sadece düşük hız bölgelerindeki özel işlerde faydalanmak isteyen ancak hareketinin büyük bir oranını nispeten yüksek hızlarda yapan araçlar için, hidrostatik güç aktarımının avantajları, salt mekanik bir dişli kutusu avantajları ile birleştirilebilmektedir.

Alt hız bölgesinde çalışma sırasında (örneğin yükleme, süpürme) araç hidrostatik olarak tahrik edilir. Yön değiştirme kolaylığı, milimetrik konumlama ve yüksek çeki kuvveti gibi hidrostatik tahrik sistemi avantajlarından içten yanmalı motorun düşük devirlerinde faydalanılır.

Yüksek hızlarda ise hidrostatik tahrik sistemi bir kavrama yardımıyla ayrılır ve içten yanmalı motor doğrudan tekerleklere irtibatlandırılır. Bu geçiş işlemi hareket halinde iken gerçekleşir. Bu geçiş ya da değişiklik sırasında hidrostatik ve mekanik tahrik sistemleri senkronize edildiği için, külfetli, yük altında değişikliğe imkan veren kavramaya gerek kalmamaktadır. Hidrostatik tahrik modundan, mekanik tahrik moduna geçiş yapıldığında, sürücü bir ivmelenmenin yanı sıra ses seviyesinde bir düşüş algılar.



Şekil 17. Hidromekanik hibrid tahrik



Şekil 18. Bir hidromekanik hibrid tahrik sisteminin güç diyagramı

Resim 18'de 1 - 2 - 3 eğrisi, hidrostatik tahriğin güç hiperbolünü gösterir. a - b eğrisi salt mekanik tahriğin çeki kuvveti eğrisini (ya da diğer bir deyişle içten yanmalı motorun karakteristik moment eğrisi) gösterir. Mekanik tahriğin çıkış momenti, hidrostatik tahriğinkinden daha yüksek olduğunda, direk mekanik tahriğe (içten yanmalı motordan tekerlere doğrudan bağlantı)geçilir ve hidrostatik tahrik kavrama yardımıyla ayırılır.

Bu temel düşüncenin devamında, tahrik sistemleri için başka mekanik vites değiştirme kademeleri öngören ve hidrostatik oranını belli bir minimuma düşüren şanzumanlar tasarlanabilmektedir.



Şekil 19. Uygulama örneği, belediye aracı

KAYNAKLAR

[1] Bosch Rexroth Uygulama Yayınları



ÖZGEÇMİŞ

Pars KAPLANGI

1953 yılında İstanbul'da doğdu. Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesinden 1976 yılında Makina Mühendisi olarak mezun oldu. 1992 yılından bu yana Bosch Rexroth firmasında Mobil Hidrolik Uygulama Mühendisi olarak çalışmaktadır.