



# ÖN KUMANDALI SERVO KARAKTERİSTİKLİ ORANSAL VALFLER YARDIMIYLA ÇEVİRİM ZAMANLARININ AZALTILMASI VE ÜRÜN KALİTESİNİN ARTIRILMASI

**Michael WOLF**

## ÖZET

Ses Bobinli Sürücü (Voice Coil Drive®) teknolojisi dünya üzerindeki birçok makinenin performansının artırılması için kullanılmaktadır. Sağlamlığı ve dinamikliği ile VCD sürücüsü özellikle pilot valfler için uygundur. Günümüzde Ses Bobinli Sürücü teknolojisi yardımıyla elde edilen avantajların daha büyük gövdelere, yani daha yüksek debilere transfer edilmesi yeni pilot kumandalı valflerin geliştirilmesiyle sağlanmıştır.

Yüksek çözünürlüklü ana kademe geribesleme sistemi ve yüksek tepkili Ses Bobinli Sürücü ile tüm DFplus valfleri, üstün konumlama yeteneğine bağlı olarak açık ve kapalı devre uygulamalarında en iyi performansa erişirler. VCD valflerinin yeni serileri NG10 – 16 - 25 ve 32 boyutlarındadır.

2/2 yollu oransal kısma valf serileri 32'den 100'e kadar boyutlarda kullanılabilir ve büyük debilerin yüksek hassasiyet ve dinamikler ile kontrol edilmesi gereken uygulamalarda kullanılır: basınçlı döküm, enjeksiyon kalıpları ve hidrolik presler gibi. Bu valflerin DFplus pilot valfi ve ana kademedeki popet ve LVDT bulunan 2 aşamalı tasarımı vardır.

Dayanıklı tasarım ve uzun kullanım ömrü VCD teknolojisinin hem direkt hem de pilot kumandalı valflere sağladığı faydalardır. Dinamik çalışma yeteneğine ek olarak bu valflerin kontrol davranışları yüksek kararlılık gösterir. Ayrıca basit montajı ve kurulumu sayesinde devreye alma süreleri önemli ölçüde azalmaktadır.

Kullanıcılar ulaştıkları hassas ve dinamik üretim prosesleri yardımıyla verimliliklerini artırır. Böylelikle makineleri yeni teknoloji seviyelerine çıkaracak hidrolik sistemlerin oluşturulması için gerekli daha düşük çevrim zamanları, geliştirilmiş ürün kalitesi ve minimum hurda oranları gibi ön şartlar sağlanmış olur.

## ABSTRACT

Voice Coil Drive technology used to improve the performance of many machines around the globe. Robustness and dynamics of the VCD drive is particularly suitable for pilot valves. The new pilot operated series transfers the advantages of the voice coil drive to larger frame sizes and thus high flow rates.

With their high-resolution main stage feedback system and high-response voice coil drive, all DFplus valves achieve the highest possible performance linked to outstanding positioning in open- and closed-loop applications. The new series comes in sizes NG10 – 16 – 25 and 32.



The 2-2 way proportional throttle valves series are available in 32 tp 100 and are used in applications where high flow has to be controlled with high precision and high dynamics, such as die casting, injection moulding and hydraulic presses. These valves have a 2-stage design consisting of the DFplus pilot valve and the main stage with poppet and LVDT.

Robust design and long life time are benefits of the VCD for both direct and pilot operated valves. In addition to the dynamics, the control behaviour of the valves ensures high stability and easy, time saving installation and set-up.

The customer can expect more efficiency by enhanced process and product accuracy through high-precision manufacture. These are the essentials to create hydraulic systems that drive machines to new technology levels – with reduced cycle times, improved product quality and minimum scrap rates.

## GİRİŞ

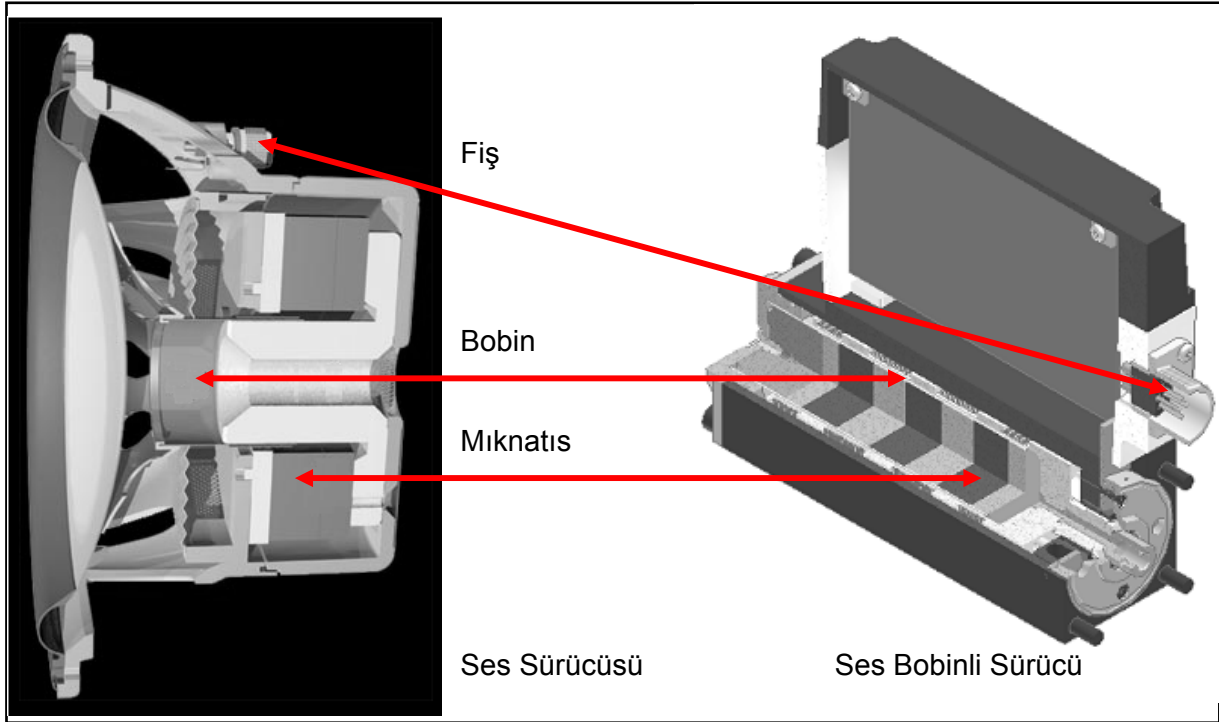
### Sürüş Teknolojileri

Hidroliğin bazı gereksinimleri ancak kontrol valf sürüşü yeterince güçlü olursa karşılanabilir. Bu bağlamdaki gelişmeler 50'li yıllarda tork-motor sürüşlü servovalfler ile başlamıştır. Öncelikli olarak uzay ve havacılık uygulamalarında kullanılmışlardır ve yüksek dinamik yeteneklerine uygun olarak karakterize edilmişlerdir. 70'lerdeki sabit ve mobil hidrolik ve bunun sonucunda artan konumlama, basınç ve hız kontrolünde doğruluğu ilgilendiren; özellikle de yüksek teknoloji uygulamaları ile ortaya çıkan oransal sistemler, servovalflerin kullanımını yaygınlaştırmıştır. Servovalfler üstün dinamikler sağlasa da, pahalıdır ve oransal valflere kıyasla bakımı daha sık yapılmalıdır. Çalışma prensiplerine dayalı olarak bu gereksinimler genellikle filtrasyon üzerinedir. Besleme basıncındaki dalgalanmalar valfin dinamik davranışına da etki edebilir.

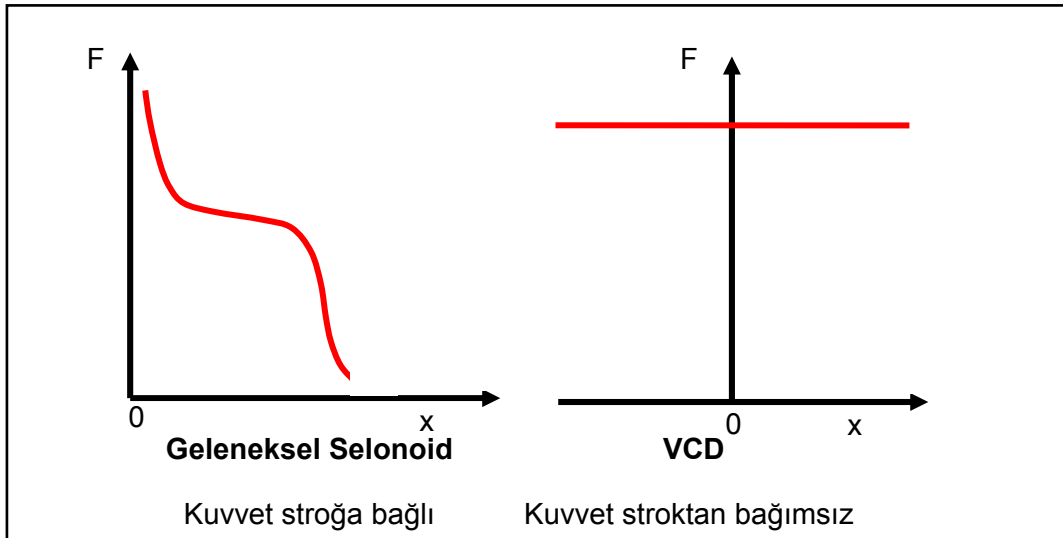
Oransal solenoid sürüşlü valfler dayanıklı ve ucuz yapılardır. Manyetik kuvvetin büyük bir kısmı geri besleme yayının sıkıştırılması için harcanacağından, işe yarar kuvvetin oluşturulması sınırlıdır. Optimize edilmiş kuvvet-yer değiştirme karakteristiklerine rağmen, komple yer değiştirme aralığında akım ve kuvvet arasında gerçek bir doğrusallığa ulaşmak şu anda mümkün değildir. Valf üreticisi, genellikle bu doğrusal olmama durumunu valfin kontrol elektroniği ile telafi etmektedir. Bununla alakalı daha karmaşık bir kontrol yapısı frekans karakteristiklerini tersine çevirebilir. Zayıf (kötü) dinamiklerinden dolayı oransal solenoid sürüşlü valfler henüz servovalfler için tam doğru bir alternatif sayılmazlar.

### VCD® Teknolojisi

DFplus® valf serileri yeni VCD® Teknolojisi ile ("Ses Bobinli Sürücü") yardımıyla yüksek dinamiklere ve dayanıklı bir tasarıma sahip olmuştur. Bu valflerde elektromekanik sürüşün sağladığı avantajlar servovalflerin performansı ile birleştirilmiştir. Çalışma prensibi akımın iletildiği bobinin daimi manyetik alanın içindeki hareketine dayalıdır. Bu çalışma prensibi hoparlörlerde yüksek frekansın üretilmesi için kullanılır.

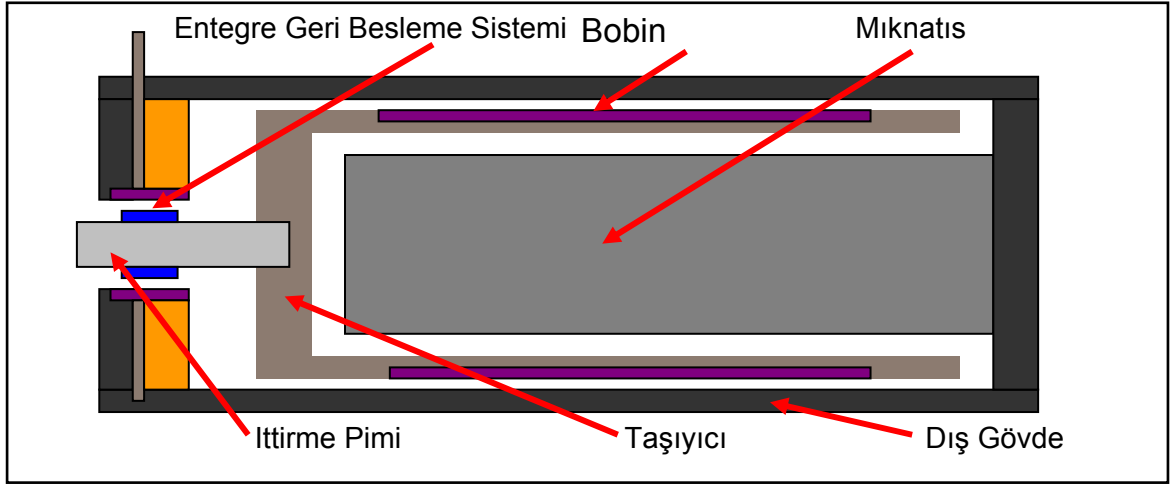


Şekil 1. Sürücü Benzerlikleri



Şekil 2. Farklı sürücülerin Kuvvet – Strok karakterleri

Oransal solenoidten farklı olarak sürücüde, ilgili yer değiştirme pozisyonundan bağımsız olarak, kuvvet ve bobin akımı arasında doğrusallık vardır. (Şekil 2) Aktuatörün kuvveti iki yönlü kullanılabilir; örneğin bobinin kutuplarının ters çevrilmesiyle hareket tüm kuvvet etkin kullanılacak şekilde ters çevrilebilir. Sürücünün kuvvet optimizasyonu yapılmış ve hidrolik akışkan içerisinde ıslak çalışabilmesi için de geliştirilmiştir. Bu yüzden, böyle bir çözümlerle geleneksel solenoid aktuatörlere göre kontrolün daha kolay olduğu ispatlanmıştır.

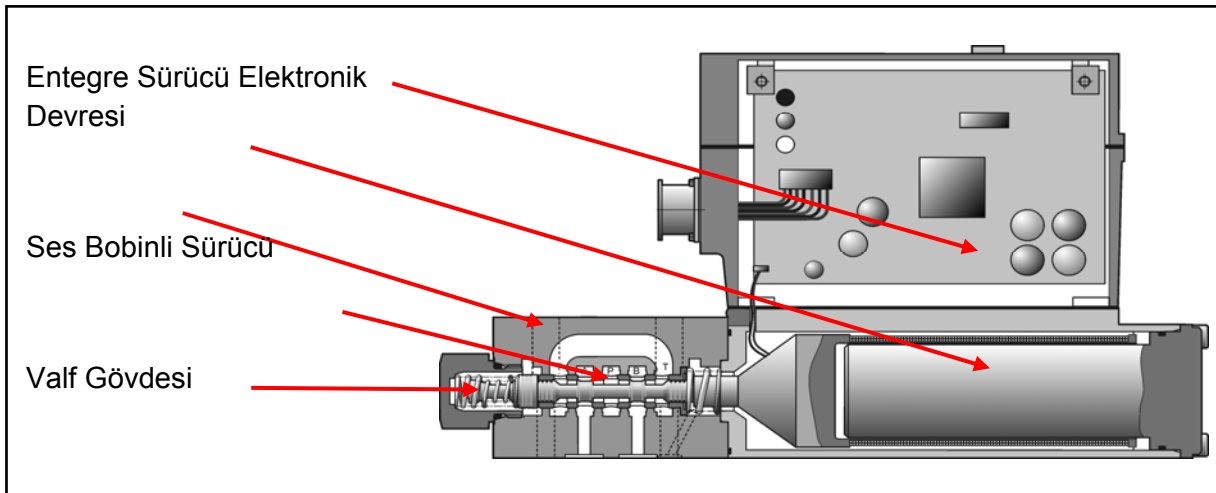


Şekil 3. Ses Bobinli Sürücü Kesit Görüntüsü

Dinamiği yüksek bir valf için en önemli faktör kullanılabilen kuvvetin yüksek olmasıdır. Her yöne 100 N'dan daha fazla kullanılabilir kuvvet seviyeleri ile VCD® sürücüsü NG6 boyutları (CETOP 3) için diğer tüm oransal solenoid valflerden (çift stroklu solenoidler dahil) daha üstündür. Genellikle kullanılabilir kuvvet tek taraflı solenoidler için 70 N'dan tek taraflı solenoidler için de 35 N'dan daha düşüktür. Hidrolik valfin içerisine yüksek alan yoğunluklarının şu anki teknik imkanlarla oluşturulması neodim-demir-bor (NdFeB)'dan yapılmış yeni mıknatısların geliştirilmesi sayesinde mümkün olmuştur. (Şekil 3)

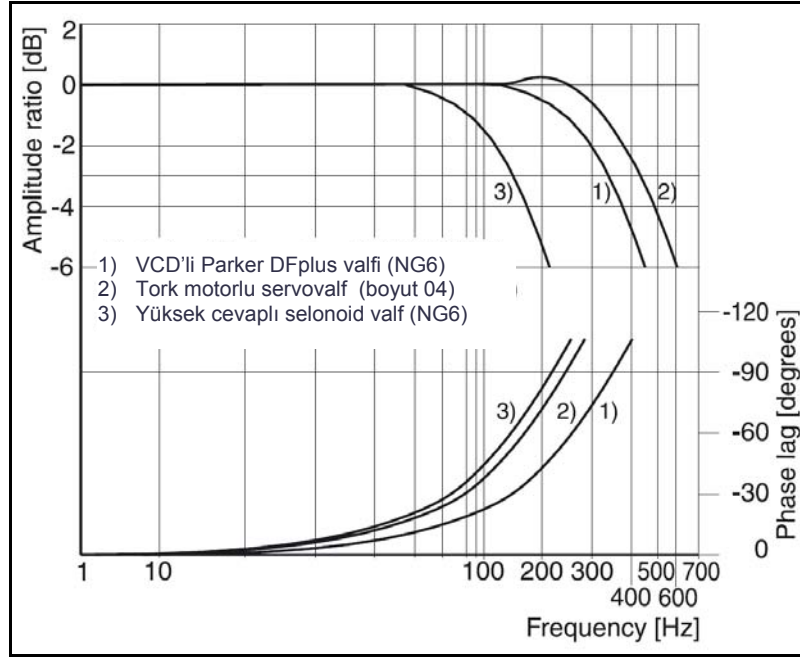
Dahili kapalı devre pozisyon kontrolünün sağlanabilmesi için bobin yüzeyi ile valf sürgüsü arasında indükleyen pozisyon değiştirici entegre edilmiştir. Bu sistem 0.5  $\mu\text{m}$ 'ye kadar doğru olarak ölçebilmektedir. +/- 1 den 2 mm'ye kadar, böylece toplamda 2,400  $\mu\text{m}$  olan valfin içindeki kontrol rotasına göre değerlendirilirse bu değer yaklaşık olarak %0.021 çözünürlüğe karşılık gelmektedir. Bu değer göstermektedir ki DFplus, pozisyonun ve basıncın tam doğru olacak şekilde kontrolünü sağlamaktadır.

VCD® sürücüsü DFplus valf serilerine başka yapısal yeniliklerle birlikte entegre edilmiştir. Yapısı ile ilgili daha fazla detay için aşağıdaki NG6 DFplus kontrol valfi örnek olarak verilmiştir. (Şekil 4)



Şekil 4. NG06 DFplus valfinin tasarım detayı

DFplus® bobininin ve sürgüsünün sabit bağlantısı tüm kuvvetin iki yönde de sönmülmenden ve oynamadan transfer edilmesini sağlamaktadır. Bu yolla DFplus® -3dB şiddetinde 350Hz'lik küçük sinyal aralığında frekans karakteristiğine ulaşmaktadır, ki bu da geleneksel oransal valflerin oldukça üzerindedir; hatta bazı servovlafler de bunun gerisinde kalmaktadır üstelik aynı zamanda daha da ucuzdur. Yüksek frekanslardaki bu karakteristik, daha yüksek seviye kapalı-çevrim kontrol gecikme frekansında istikrarlı ve doğru davranış göstermesini sağlamaktadır. 100 Hz'lik dayanıklılık testlerinde Ses Bobinli Sürücülü DFplus valfleri bir milyar kere aç/kapa anahtarlama yapıldığında problemsiz çalışmıştır.



Şekil 5. ± %5 Frekans Cevabı Komut Sinyali

Karşılaştırma için standart 04 boyutunda servovalf ve çift stroklu NG6 selonoid çabuk yanıtı oransal valf kullanılmıştır. Tüm valfler kontrol köşesiyle sağlanan 35 barlık basınç düşümünde 40 l/dak'lık debiye sahiptir. (Şekil 5)

WF makinelerinin kullanıcıları, kanıtlanmış şekillendirme teknolojisi ile WF tarafından yeni geliştirilen ve DFplus valflerinin hidrolüğünde merkez rol üstlendiği prosesin kombinasyonundan faydalanmaktadır. Bu aşamada Westphalia'lı firmanın yenilikçilik isteği VCD valf teknolojisi ile sağlanmış oldu.

WF bunu şöyle doğrulamıştır; "DFplus valflerinin kullanılması sayesinde her seferinde doğru sonuca ulaşmada büyük bir gelişme sağlanmıştır. Valfler, uygulanabilecek diğer çözümlerle kıyaslandığında belirgin şekilde daha iyi tepki göstermektedirler. Sonuç olarak, üretim toleranslarımızı %40 civarında azaltabilirken belirgin biçimde de parçaların doğruluğunda iyileşme kaydettik."

VCD teknoloji valf serileri metal döndürme ve akışla şekillendirme makinelerinde önemli bir yere sahiptir: bunlar x-ekseni kontrolü için kullanılırlar. Güvenilirliklerinden ve doğruluklarından emin olunması şarttır, çünkü yetersiz ve yanlış kontrol edilen bir eksen çok miktarda pahalı hurda oluşmasına sebep olabilir.



### En zor talepler için birkaç mikrometre

Ağırlık optimizasyonları yapılmış modern tekerlek jantları çok hassas eksen kontrolüne olan ihtiyacı artırmıştır. Malzemenin her bir milimetresinin doğru pozisyonda basılması şarttır. DFplus valfleri sayesinde eskiden 15 ila 20 mikrometre arasında olması beklenen tekrarlanabilir tolerans değerleri 3 mikrometre tolerans değerlerine kadar iyileştirilmiştir.



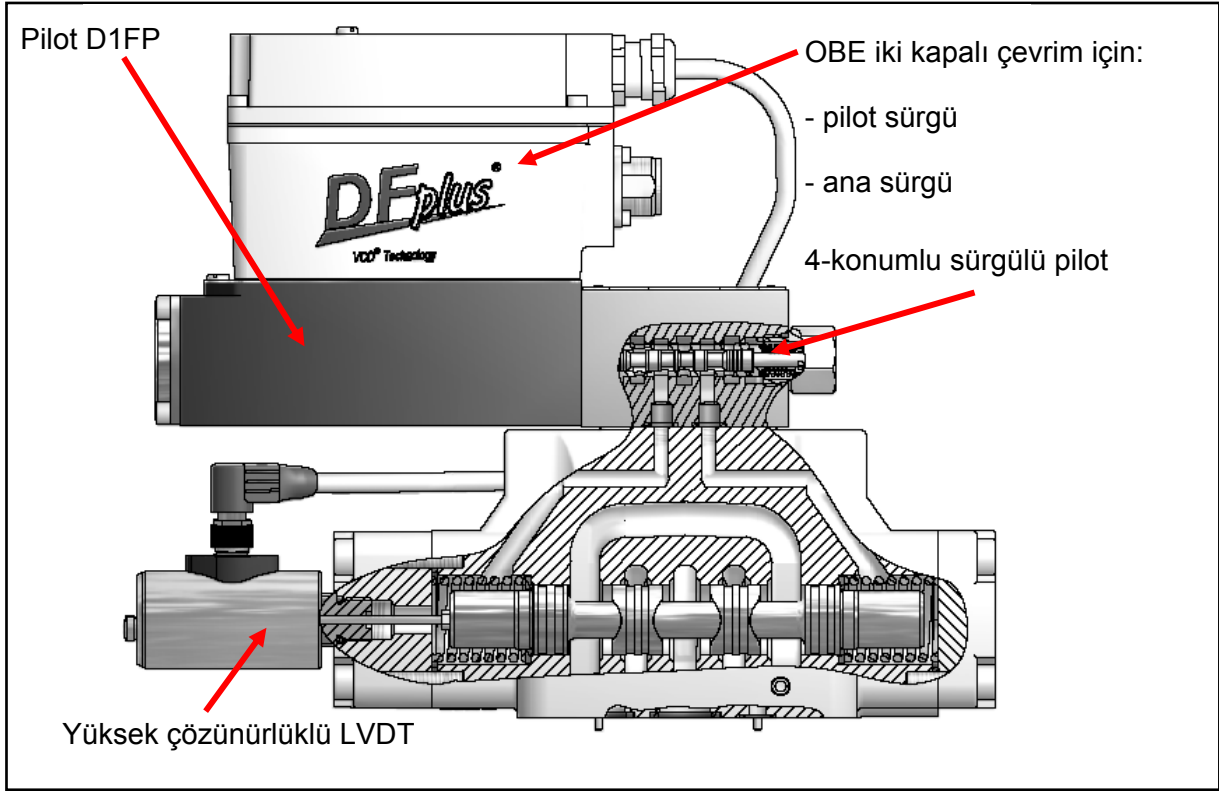
**Şekil 6:** Tekerlek jantı üretiminde kullanılan Metal döndürme ve akış şekillendirme makinelerinin malzemeler kalın olsa bile şekle sokabilmek için muazzam şekillendirme kuvvetleri oluşturmaları gerekmektedir.

### Pilot Kumandalı Valfler

VCD® sürücülerinin dayanıklılığı ve dinamiği özellikle pilot valfler için uygundur. İki yeni valf serisi şuanda bu VCD sürümlü pilot valflerin olağanüstü performansından yararlanıyorlar.

Yeni pilot kumandalı D\*1FP serileri Ses Bobinli Sürücü VCD'nin avantajlarını daha büyük gövdelere ve böylece daha yüksek debilere taşımıştır. Yüksek çözünürlüklü esas kademe geri besleme sistemi ve çabuk yanıtı ses bobinli sürücü ile tüm DFplus valfleri, üstün konumlamasına bağlı olarak en yüksek performansa erişirler. Açık ve kapalı devre uygulamalarındaki talepler için en iyi seçimlerdir. Örneğin;

- Başlıca Metaller – Hadde Kontrolü
- Liman – Stabilizatör
- Metal Şekillendirme – Boru Bükme
- Basıncılı Döküm / Plastikler – Merdane Kontrolü
- Test ve Simülasyon Ekipmanı



Şekil 7. Pilot kumandalı DFplus® valfi

Yeni seriler NG10(CETOP05), NG16 (CETOP07), NG25 (CETOP08) ve NG32 (CETOP10) boyutlarındadır. 3000 l/dak debilere kadar Ses Bobinli Sürücü teknolojisinin avantajları hemen hemen her boyutta hidrolik devrelerde kullanılabilir. (Şekil 7)

Yeni güvenlik kavramı bir çok durumda ek kapama valflerinden tasarruf edilmesine izin vermektedir. D1FP pilot valfleri güç kesintisi anında 4. konuma geçer ve ana seviyeyi hidrolik olarak dengede tutarak sürgüyü de güvenli pozisyona getirir. Pozitif taşmalı valflerde merkez konumu tanımlıdır ve aktuatörün durdurulduğunu doğrular. Sıfır taşmalı valfler için merkez konumu tanımlı değildir ve aktuatörün hareket yönü tahmin edilemez. Yeni D\*1FP serilerinin ana sürgüsü sürgü pozisyonu A veya B den herhangi birisine göre %10 kadar yay ofsetlidir. Aktuatör sadece yavaşça güvenli pozisyona geçebilir.

Küçük komut sinyalleriyle yüksek çözünürlüklü pozisyon kontrolü için ve ayrıca istenildiği yerlerde yüksek debiler için versiyonları olan aşamalı ana sürgü tasarımları (sinüs karakteristiği).

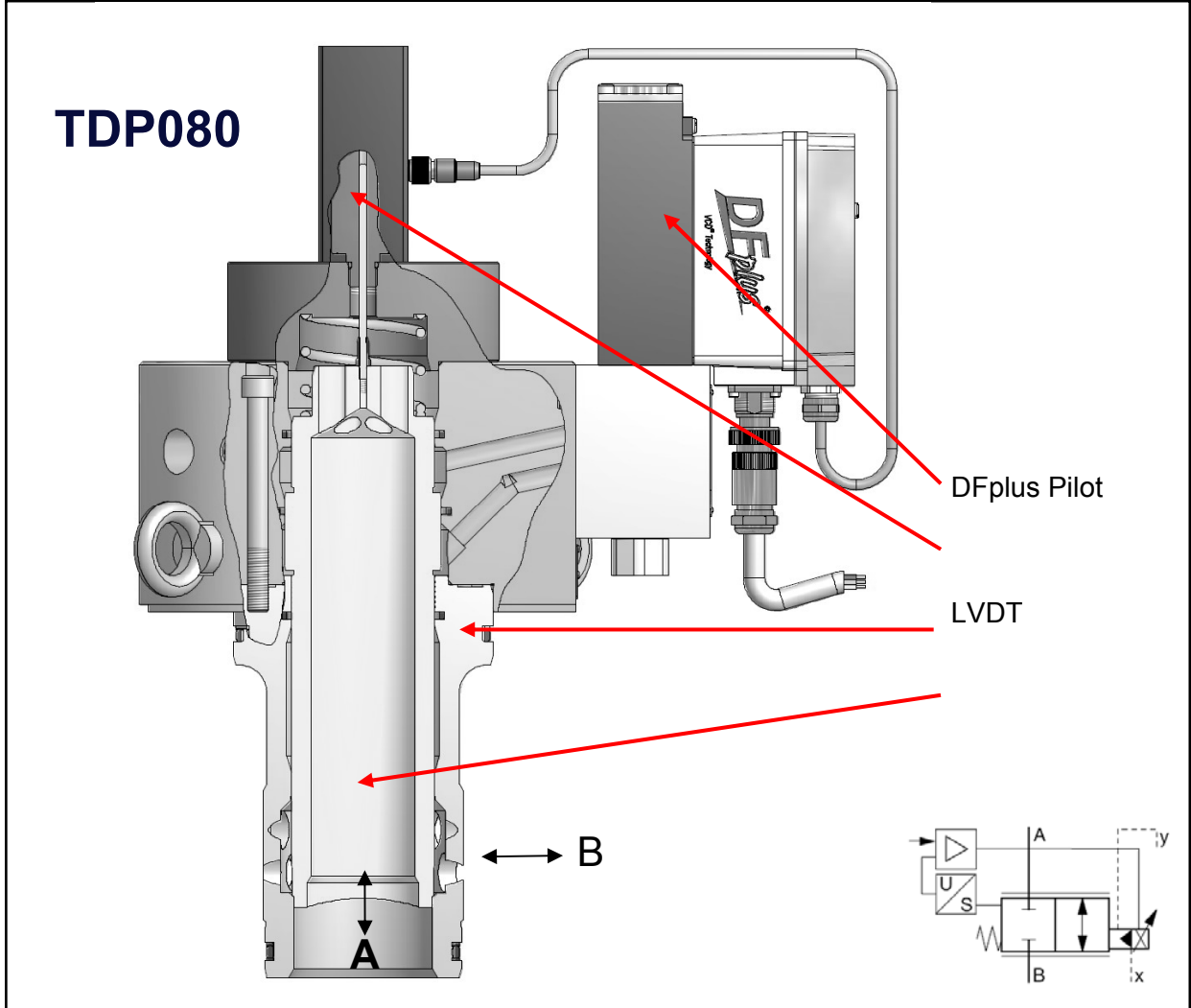
Ana sürgüdeki yüksek çözünürlüklü konum geri beslemesi kararlı sürgü konumlamasını garantilemektedir.

### Yüksek Akış Kontrolü

Büyük akışların yüksek dinamiklerle kontrolü Parker'in en önemli yetkinliklerinden birisidir. Yeni TDP ve TPQ serileri oransal kısma valflerinin kapsamını kapalı-çevrim akış kontrolü ile tamamlamaktadır. TDP valfinin, DFplus pilot valfi ve popetli ve LVDT'li esas kademedan oluşan 2 aşamalı tasarımı vardır (Şekil 8). Bu hem ana popetin pozisyonunun hem de DFplus pilot valfi sürgüsünün pozisyonunun entegre elektronik devreyle kontrolünü sağlamaktadır.



Aktif kartriç tasarımı minimum tepki zamanları ve hatta pilot yağ vasıtasıyla indirilip kaldırılan ana popetin üstün pozisyon kontrolünü sağlamaktadır. Popet her zaman hidrolikledir ve böylece komut sinyalini optimum – özellikle kapalı-çevrim sistemlerinde – ve 350 bar maksimum çalışma basıncına kadar çıkabilen basınç farklarından bağımsız olarak takip eder.



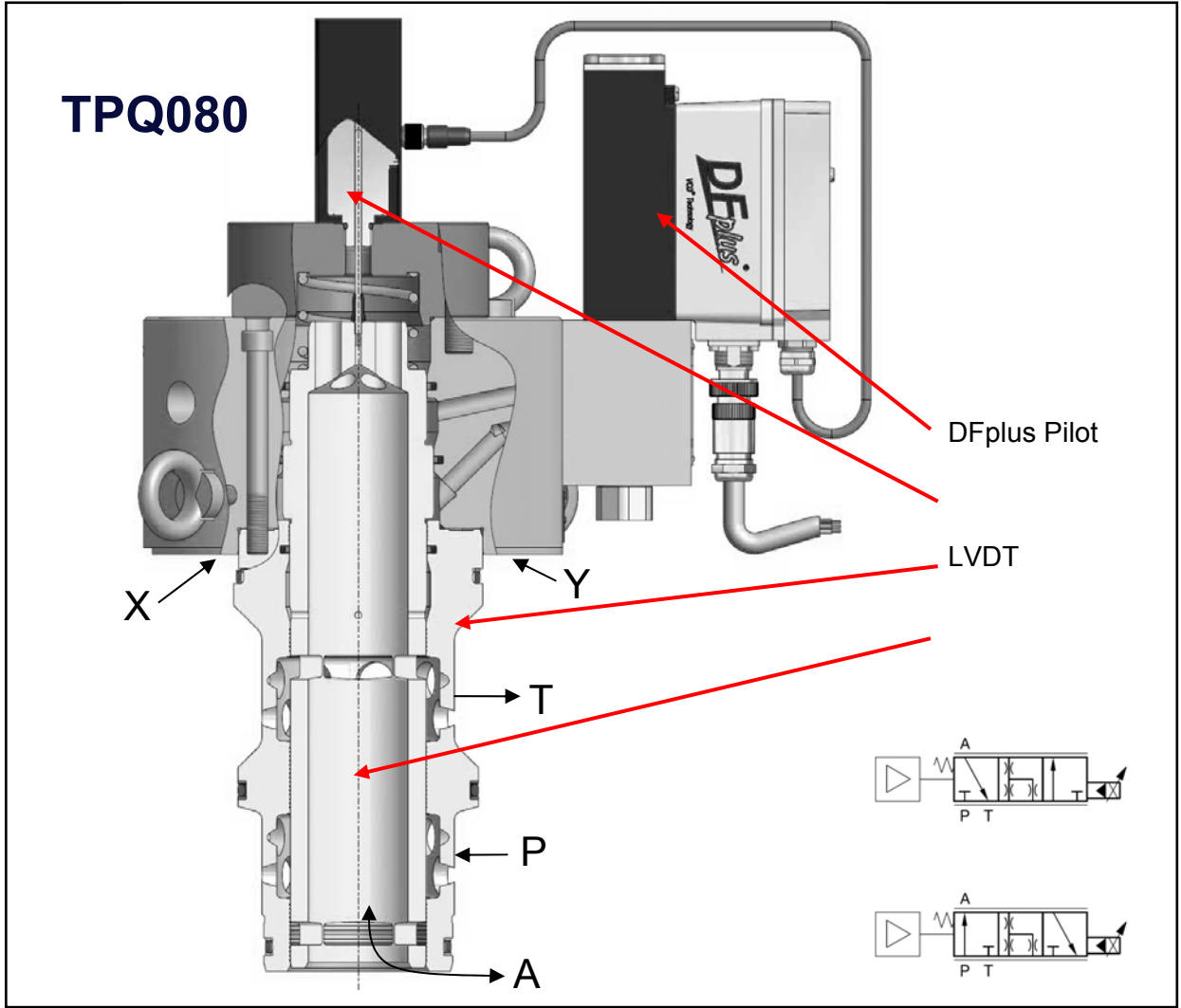
Şekil 8. TDP Boyut 80 Kesit Görüntüsü

TDP her iki akış yönünü de - A'dan B'ye; B'den A'ya – kontrol edebilir. DFplus pilot valfi sayesinde TDP çok hızlı tepki sürelerine ulaşır: nominal akışın %0.5'i kadar hassas ayarlama ile 14 ms'den (NG32) 30'ms'ye (NG32) kadar.

TDP serileri NG32 boyutlarından NG100 boyutlarına (ISO 7368 Boşluk(oyuk) ve montaj standartlarına göre) kadar kullanılabilir ve alta monte valflerin ötesinde akış spektrumuna sahiptir: 2500 – 30000 L/dak.

TPQ ve TDP için Tipik uygulamalar basınçlı döküm, enjeksiyon kalıpları ve hidrolik preslerdir. Bunlar hız, pozisyon, kuvvet ve basınç kontrolleri için kullanılabilir ve güç kesintilerinde hata önleme duruşları (shut-off) sağlar.





Şekil 9. TPQ Boyut 80 Kesit Görüntüsü

TPQ ile akış iki yönde de kontrol edilebilir: P'den A'ya ve A'dan T'ye. Ayrıca sıfır kesme ve bindirme versiyonları da kullanılabilir. DFplus pilot valfleri sayesinde TPQ çok hızlı tepki zamanlarına ulaşmaktadır: nominal akışın %0.5'i kadar ayarlama hassasiyeti ile 15 ms'den (NG32) 26 ms'ye kadar (NG80). TPQ serileri NG32'den NG80 boyutlarına kadar vardır ve boşluk dereceleri Parker firma normlarına göreken montaj biçimi ISO7368'e görelerdir.

TDP ve TPQ pilot valfleri Parker DFplus® ses bobinli sürücü teknolojisinin avantajlarını kullanmaktadır: yüksek hassasiyet ve dinamiklik. Bu, fark yaratan sağlam, dayanıklı ve onaylanmış tasarım ile mükemmel konumlama doğruluğu, mükemmel biçimde tekrar üretilebilirliğin (düşük histerisis) kombinasyonudur. Böylece, TDP ve TPQ valfleri en zor ve en çok talep edilen uygulamalar için çok sağlam servo performans gösterir.



## SONUÇ

### VCD ile Gelen Avantajlar

Sağlam tasarım ve uzun ömür hem direk hem de pilot kumandalı valfler için Ses Bobinli Sürücü'nün faydalarındandır. Yüksek çözünürlük ve dinamik özellikleri doğru silindir konumlaması ve oldukça doğru üretim sağlamaktadır. Arttırılmış sertlik, sistemin kurulumunu kolaylaştırmış ve sistem titreşimlerinin kontrolünü de geliştirmiştir. Bunlar makineleri yeni teknoloji seviyelerine taşıması için yaratılacak hidrolik sistemler için gereklidirler.

Bu avantajlar; yüksek mekanik güçle ulaşılmış kısa çevrim zamanları sayesinde daha fazla verimliliğin, müşteri açısından daha fazla makine ürününün, elde edilmesini sağlamıştır.

En iyi güvenilirlikle kombinasyonu sayesinde: çok sağlam ve kanıtlanmış valf tasarımları ile daha az arıza zamanları.

## ÖZGEÇMİŞ

### Michael WOLF,

Michael Wolf, RWTH Aachen üniversitesi hidrolik bölümü mezunu olup hidrolik pres ve komple makina tasarımı konusunda uzmanlaşmıştır. 2003 yılından bu yana Parker Hannifin firması Hidrolik Kontrol Bölümü'nde ürün satış müdürü olarak çalışan Wolf, 43 yaşında olup evli ve iki çocuk sahibidir.