

# TARIM TRAKTÖRLERİNİN HİDROLİK SİSTEMLERİNDE GÖZLENEN GELİŞMELER

Galip KEÇECİOĞLU

## ÖZET

Traktör bir tarım işletmesinin kalbidir ve geniş kullanım spektrumuna sahip mobil iş makinelerini en canlı bir şekilde gözler önüne sunar. Çok değişik kullanma olanakları nedeni ile özellikle hidrolik sistemden beklenen kompleks bir istek profili ve buna ilişkin gerçekleşmesi istenen tahrik ve kumanda fonksiyonları ile karşı karşıya kalmaktayız. Burada traktör hidroliğinde görülen son gelişmelerin bazı ağırlık noktalarına temas edilecektir. Bunlar; gürültünün azaltılması, enerji etkinliğinin artırılması, kullanım kolaylığının sağlanması ve verimliliğin artırılması şeklinde sıralanabilir. Bu gelişmelerin gerçekleştirilmesinde elektronik kumanda ve kontrol fonksiyonlarının büyük yardımı olmuştur.

## 1. GİRİŞ

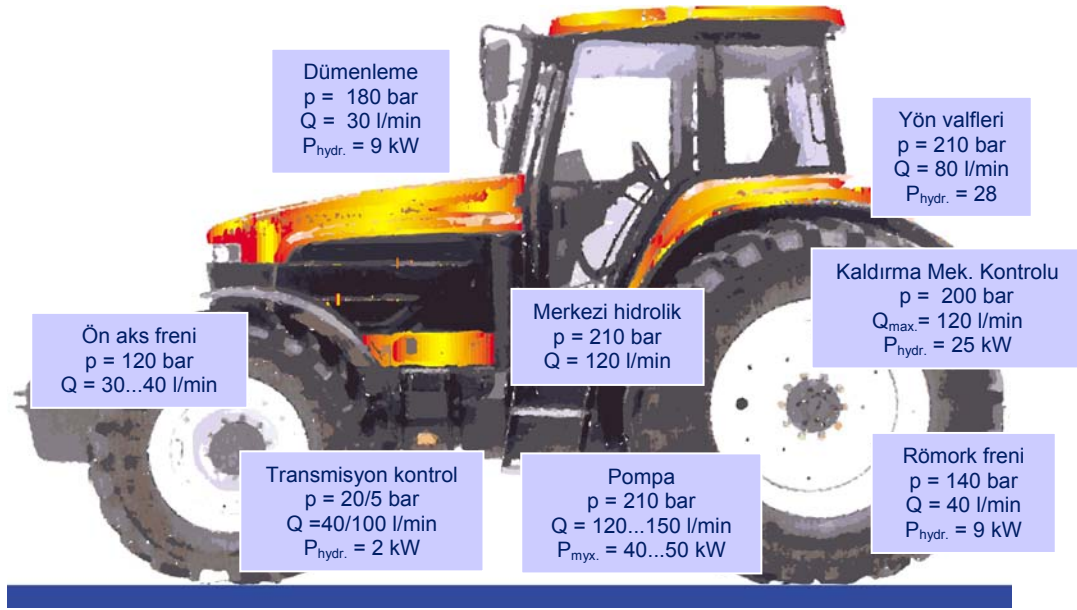
Burada öncelikle traktörün bazı önemli kullanım alanlarını görelim. Bunlar:

- Transport için çeki makinası
- Toprak işleme aletleri için çeki makinası
- Hasat makineleri için çeki makinası ve güç ünitesi
- Asma aletler için taşıyıcı ve güç ünitesi
- Materyal aktarımı için ön yükleme taşıyıcısı

Tüm bu kullanım alanları nedeniyle traktörün hidrolik sisteminden farklı isteklerin ortaya çıkması doğaldır. Bu nedenle mobil hidroliğin mümkün olan tüm sistem ve komponentleri traktörde kullanılmış ve denenmiştir. Büyük güçlü traktör imal eden firmalar kendilerine özgü hidrolik know-how, rekabet ve büyük masraf baskısı ile karşı karşıya kalmışlardır. Buna rağmen belki de bu nedenle traktör mobil hidrolik konusundaki yarışta tempoyu belirleyen güç ünitesi olmuştur. Bugün modern traktörler bir anlamda gerçek bir hidrolik pakettir. Şekilde modern bir traktördeki hidrolik fonksiyonlarını görmekteyiz.

Burada traktör hidroliğindeki gelişmelerin bazı ağırlık merkezlerine değinilecek ve traktöre özgü komponent ve fonksiyonların açıklamaları yapılacaktır. Bunlar:

- Pompa ve sistemler
- Kaldırma mekanizması kontrolü
- İş hidroliği
- Hareket tahriki
- Dümenleme



Şekil 1. Traktörlerde hidrolik fonksiyonlar

Ayrıca romörk freni ve konfor hidroliği dediğimiz, örneğin kavrama, diferansiyel ve hız kutusu kumandalarına da değinilecektir.

## 2. POMPA VE SİSTEMLERDEKİ GELİŞMELER

Traktörün hidrolikleştirilmesi çalışmalarının ilk safhasında traktöre asılan aletlerin kaldırılması ve indirilmesi el ile yapılmakta idi. Bu tarihte ABD'de pistonlu, kanatlı ve dişli pompaların geliştirme çalışmaları yürütülmekteydi.

Dıştan dişli pompalar 50-60 lı yıllarda tüm dünyada yaygın olarak sabit debi sistemlerinde kullanılmaktaydı. Bu pompanın üstünlükleri;

- Düşük imalat masrafı
- Kire karşı hassas olmaması
- İyi bir emme ve soğukta start yeteneği
- Yüksek devir sayılarına dayanıklı olmaları

ABD'de büyük traktör imalatçıları başka pompalarla değişik sistem çözümlerini denediler. Bu çalışmalarda ağırlık merkezi aynı anda birden fazla tüketicinin beslenmesine olanak veren sabit basınç sistemiydi. Ford ve John Deere firmaları uzun süre sabit kanatlı pompanın bulunduğu sabit basınç sistemini traktörlerinde uyguladılar. Ancak John Deere 90' lı yılların başında bu sistemden vaz geçerek tüm diğer Amerikan traktör imalatçıları gibi eğik diskli eksenel pistonlu pompanın yer aldığı yük algılamalı sisteme geçti.

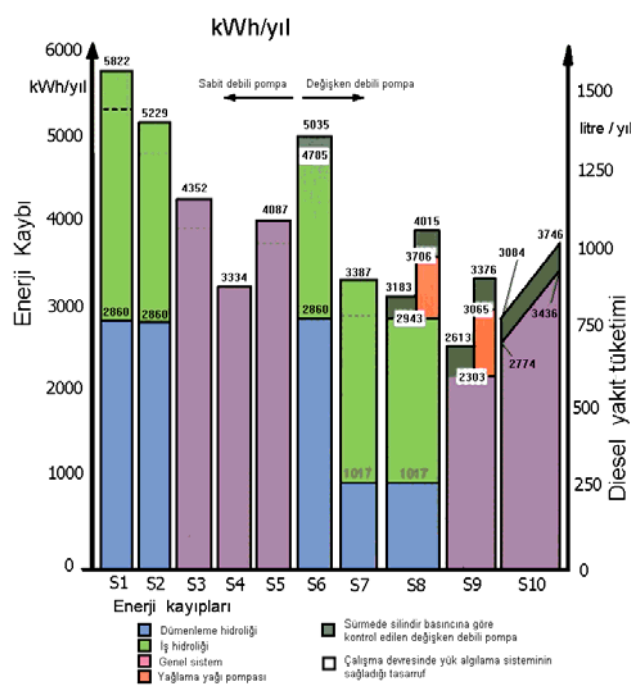
## 3. SİSTEMLER

Bugün traktörler 10 kW ile 300 kW arasında değişik güçlerde imal edilmektedir. Aletin büyüklüğüne ve kullanım alanına bağlı olarak tahrik ve kumanda hidroliği yönünden istekleri farklıdır. Bu amaçla çeşitli sistem çözümü arayışı içine girilmiştir.

- Kısmi kumandalı iş hidroliği
- Yük algılamalı hidrolik
- Açık merkezi sistemli iş hidroliği
- Traktöre özgü elektro-hidrolik kaydırma mekanizması

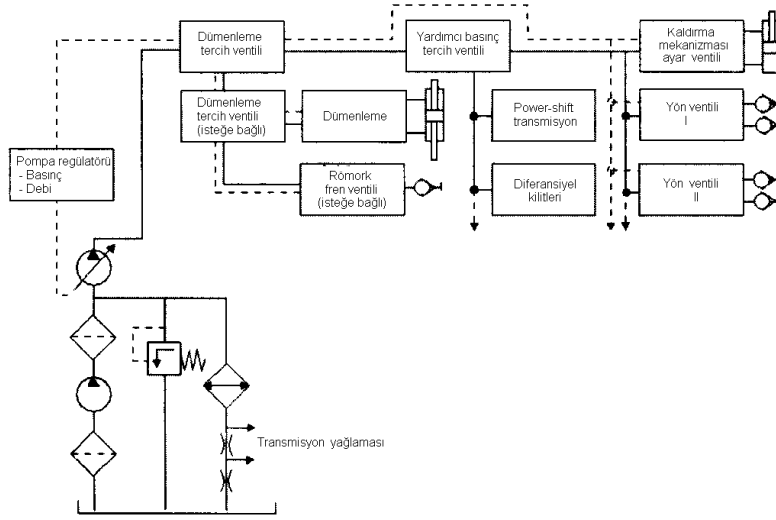
Sabit debi sisteminde debi uyumu ve sabit basınç sisteminde basınç uyumu gerçekçi değildir. Enerji açısından en iyi çözüm kontrol edilebilir pompalı basınç ve akışkan uyumlu bir sistemdir. Böyle bir sistem önce ABD'de uygulandı ve yük algılama sistemi olarak adlandırıldı. Değişken debili eksenel pistonlu pompaya sahip böyle bir sistem ilk kez Allis Chalmers firmasınınca 70'li yılların başında ABD'de uygulamaya konuldu. O zamanki slogan şuydu: Yük algılamalı sistem = Enerji tasarrufu.

En iyi sistem aranırken masraflardan başka enerji bilançosu ve tüketicilerin paralel çalıştırılması ön planda tutulur. Tüm hidrolik sistemler ile bunlarda oluşan kayıplar Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Traktör hidrolik sistemlerinde enerji kayıpları

Şekilde hem S<sub>1</sub> ve S<sub>2</sub> standart sistemde ve hem de S<sub>6</sub> yük algılama sisteminde kayıpların yüksek olduğu görülmektedir. Ancak burada şuna işaret edilmelidir. S<sub>6</sub> 'da değişken debili pompa yalnızca iş hidroliğinde kullanılmıştır ve en çok harekete konan tüketici özelliğindeki dümenleme ise dişli pompa ile beslenmiştir. Ayrıca hidrolik ve dişli mekanizmaların ortak yağ deposu kullanmaları halinde emme tarafındaki ince filtrasyon nedeni ile değişken debili pompa ayrıca bir besleme pompasına ihtiyaç göstermektedir. Bu pompa da esas pompa büyüklüğünde olmakta ve önemli kayıplar oluşturmaktadır. İdeal sistem şekle göre S<sub>9</sub> dur. Bu sistemde kendiliğinden emişli değişken debili pompa mevcutsa da ayrı bir yağ deposuna, soğutmaya ve ince filtrasyona gereksinim vardır ve acil dümenleme için ikinci bir pompa gerekmektedir. Küçük ve orta güçteki traktörlerde uygulanan iki veya üç dişli pompalı S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> ve S<sub>3</sub> sistemleridir. Bu arada artan oranda LS (yük duyarlı) dümenleme sistemi ve LS yön ventilleri kullanılmaktadır. LS sisteminde dümenlemenin ihtiyaç duymadığı yağ iş hidroliğine sevk edilmektedir. LS yön ventillerinde nötr dolaşımda ortaya çıkan kayıplar karşı dengeleme ventillerinde azaltılmaktadır. Üst güç grubundaki traktörlerde S<sub>10</sub> sistemi ise daha yaygın kullanılmaya başlanmıştır. Değişken debili pompa olarak sadece eğik diskli eksenel pistonlu pompalar kullanılmaktadır (Şekil 3).

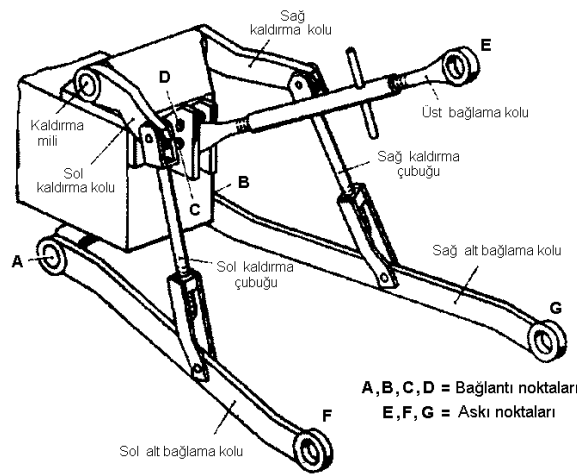


Şekil 3. Ortak yağ depolu, değişken debili pompalı yük algılama hidrolik sistemi şeması

#### 4. KALDIRMA HİDROLİĞİNDEKİ GELİŞMELER

Traktör önceleri sadece çeki makinası olarak kullanıldı. Daha sonraları çekilir aletlerin yerini asma tip aletler aldı. Harry Ferguson, Henry Ford' un teşviki ve siparişi üzerine aletleri traktöre bağlama şekli olan üç nokta asma sistemini ortaya koydu(Şekil4).

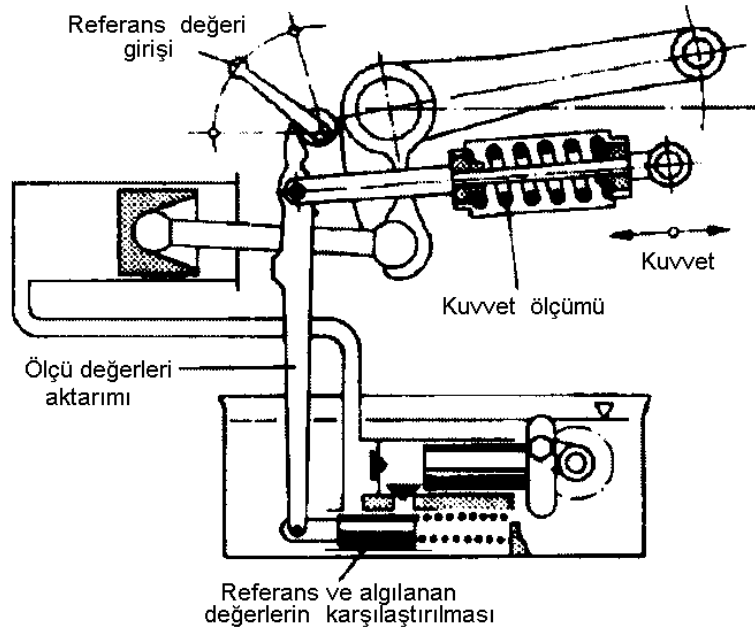
Ford traktörleri ile pratik çalışmada özellikle ağır toprak koşullarında makul bir patinaj ile tüm traktör gücünün toprağa aktarılmasında traktör ağırlığının yetersiz kaldığı görüldü. Ferguson bunu fark etti ve 1925 yılında kuvvet kontrolü fikrini gerçekleştirerek patent aldı. Bu düşünce ve çözüm günümüzün kaldırma mekanizmaları kontrolünün temelini teşkil etmektedir. Üst bağlama kolunda kuvvet kontrolü için Ferguson önce pistonlu pompa kullanmayı düşündü. Ancak sürme işinde ventil kısma kontrolündeki kayıplar oldukça büyüktü. Şekil 5' de yine Ferguson tarafından gerçekleştirilen başka bir çözüm görülmektedir. Bu mekanik-hidrolik üst kol kuvvet kontrolüdür. Bu çözüm enerji kayıplarını biraz daha azaltmıştır. Çünkü emme kısmalı devreye alınması söz konusu olmuştur. Bu çözüm uzun yıllar İngiltere' de traktörlerde uygulanmıştır. Ancak bu sistemdeki pompa sadece kaldırma mekanizması devresini besleyebilmektedir.



Şekil 4. Aletlerin traktöre bağlanması için üç nokta asma düzeni

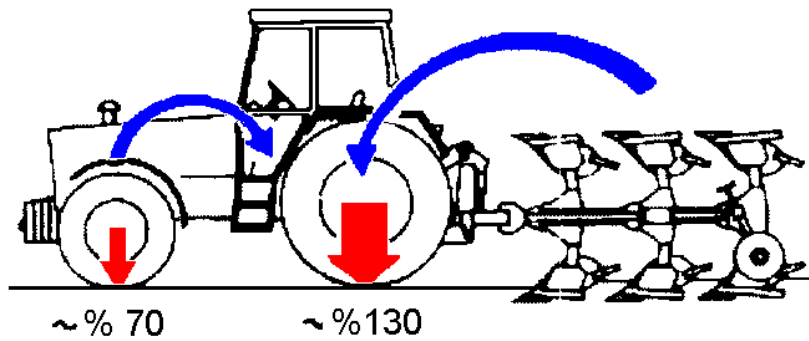
Kaldırma mekanizması kontrolü genelde pulluk sürme derinliği kontrolü şeklinde algılanmıştır. Bu ise tamamen yanlış bir kavramdır. Ferguson' un amacı pulluk derinliğinin kontrolü değildi. Ferguson, küçük motor güçlü traktörler de traktör tahrik aksının ek yüklenmesi sonucu yani ağırlık transferi sağlanarak tahrik kuvveti koşullarının iyileştirilmesini amaçlamıştı (Şekil 6)

Toprak yüzeyindeki düzgünlükler ve bunun sonucu traktörün kafa sallama hareketi pulluğun traktöre rijit bağlanmasına imkan vermedi. Bu nedenle Ferguson çeki kuvvetini kontrol büyüklüğü olarak ele aldı ve üç nokta asma sisteminde üst kola etkiyen kuvvetten yararlandı. Çünkü küçük pulluklarda ve homojen topraklarda ölçü ve kontrol büyüklüğü çeki kuvveti ile orantılıdır. Daha sonraları 60' ılı yılların ortalarına doğru John Deere kuvvet-pozisyon karışım kontrolünü önerdi (Şekil 7). Bu sayede değişken toprak koşullarında büyük derinlik sapmalarına neden olan kuvvet kontrolünün bazı sakıncaları giderilmiş oldu. Bu çözüm genelde yaygın kullanım alanı bulmuştur.



Şekil 5. Üstkol kuvvet kontrolü kaldırma mekanizması

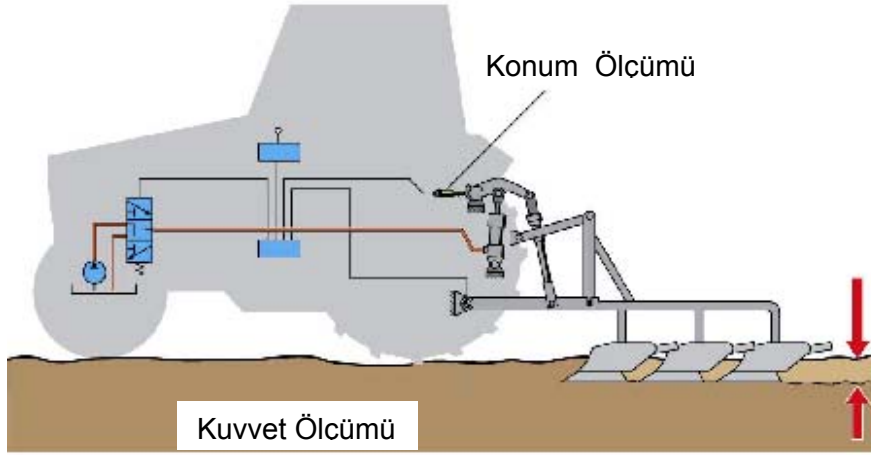
### Çeki Kontrolü



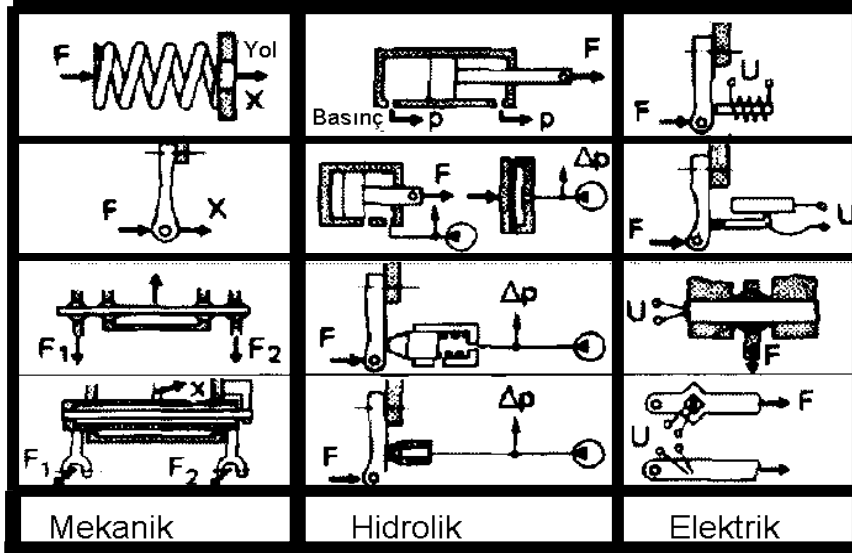
Şekil 6. Ağırlık transferi

Traktörlerin gücü ve dolayısı ile alet büyüklüğü devamlı artış göstermiştir. Özellikle çok soklu pulluklarda üst kol kuvvet kontrolü bir dizi sorunlar meydana getirmiştir. Çünkü üst kola gelen kuvvetin iş derinliği ile olan bağlantısı belirsiz hale gelmeye başlamıştır. Bunun üzerine alt bağlantı kolu kuvvet kontrolüne geçilmiştir. Bu çözümde her iki alt bağlama kolundaki kuvvetin ölçülmesi ve uzun bir yol üzerinden aktarılması gerekmektedir. Bu durumda ek sorunlar yaratınca acaba mekanik çözümden daha iyi olan başka çözümler bulunabilir mi arayışına girilmiştir.

Önceleri uygulanan mekanik çözümlerden vazgeçilerek elektronik sensör tekniğinden yararlanılmak sureti ile elektronik kaldırma mekanizması kontrolü ortaya konulmuştur. 70'li yılların ortalarına doğru IHC, Rexroth ile birlikte servohidrolik çözümü geliştirmiştir ve bu çözümü IHC firması imal ettiği traktörlerde seri olarak uygulamaya başlamıştır. Bu çözüm de kuvvet-kısma ve pozisyon kısma kuvvetin hidrolik ölçümü ve aktarımı gerçekleştirilmiştir. Referans değer kısma yarı köprü ve karışım yarı köprü ile ayarlanmıştır. Kumanda basıncı sabit debili pompa tarafından sağlanmıştır.

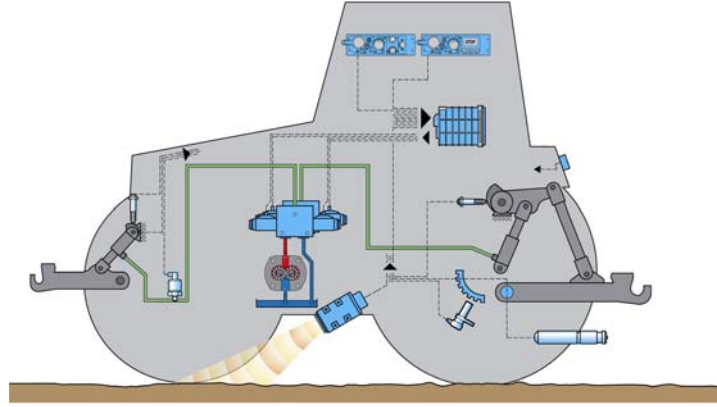


Şekil 7. Kuvvet ve pozisyon kontrolü



Şekil 8. Kuvvet ölçme olanakları

Servohidrolik çözüm yaygınlaşmamıştır. Nedeni elektrohidrolik çözüme nazaran geliştirme olanağının sınırlı olmasıydı. Buna karşın 1978 yılında ABD'de MF firmasınınca ilk kez seri traktör üretiminde kullanılmaya başlanan elektronik çözüm bu gün Avrupa'da ve ABD'de yüksek güç gruplarında artık standart çözüm haline gelmiştir (Şekil 9).



**Şekil 9.** Elektro-hidrolik kaldırma mekanizması kontrollü bir traktör

EHR (elektro-hidrolik kontrol) dağınık yapı tarzı nedeni ile traktör tasarımcısına özellikle elektronik sensörlerle kuvvet ve pozisyon ölçmeleri açısından büyük bir esneklik sağlamaktadır. EHR sayesinde iş ve kontrol fonksiyonlarının gerçekleştirilmesi mümkün olabilmektedir.

- Patinaj Kontrolü
- Üç nokta asma düzenine asılı ağır aletlerle tarla yollarında ilerlemede aktif titreşim sönümü
- Merdanelerin yüklenmesinde veya mesnet tekerlekleri yüklerinin hafifletilmesinde basınç kontrolü
- Arıza tanısı
- Programlı kullanım
- CAN-BUS bağlantısı

## 5. YÖN KONTROL VENTİLLERİ

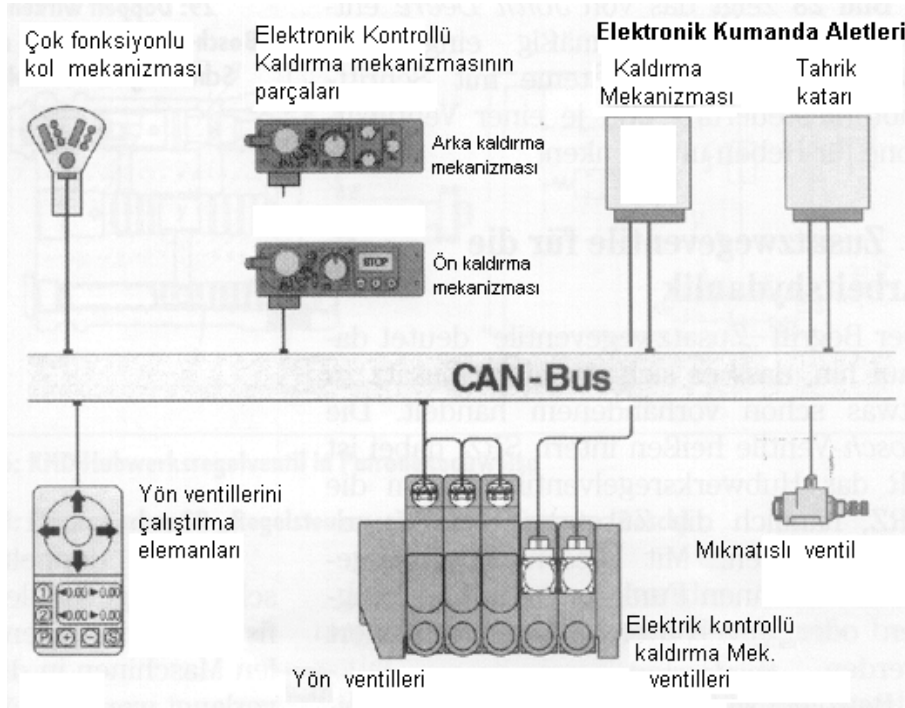
Kontrol ventilleri kaldırma mekanizması kontrolünün hidrolik komponentleridir. Ayar fonksiyonu kaldırma mekanizmaları uygulamaları başlamadan önce üç nokta asma düzenine bağlı aletlerin kaldırılmasında ve indirilmesinde elle harekete konan ventiller kullanılıyordu. Bu ventiller genelde 3/3 yön ventilleriydi. Daha sonraları oransal kontrol ventilleri kullanılmaya başlandı. Bu ventilde kaldırma ve indirme fonksiyonu birer oransal miknatıs ile kumanda edilmektedir. Daha sonraları ortaya konan kumanda ventillerinde kumanda sürgüsü ve karşı dengeleme ventilli kaldırma fonksiyonu söz konusu olmakta, indirme fonksiyonu ise oransal kumanda edilen çekvalfler ile sağlanmaktadır.

## 6. İŞ HİDROLİĞİ İÇİN EK YÖN VENTİLLERİ

İsminden de anlaşılacağı üzere mevcut olana eklenen yön ventilleri anlaşılmalıdır. Bu ek ventiller ile asılı ve çekili aletlerin fonksiyonlarına kumanda etmek mümkün olabilmektedir. Örneğin döner pulluklarda döndürme işleme veya aletin kesme genişliğini ayarlama işlemi bu ek ventillerle yapılabilmektedir. Çift etkili mekanik yön ventillerinden traktöre özgü bazı istekler talep edilmektedir. Bunlar:

- 4 konum
- Hidrolik kickout' lu mekanik bekleme. Kickout bir silindirin herhangi bir sınırlama pimine değdiği zaman yön ventilini mekanik bekleme konumundan hidrolik olarak notr konuma geri getirmesi anlaşılır.
- Silindirlerde mekanik harekete konan kilitleme ventilleri
- Bireysel akış sınırlaması veya kontrolü

Daha sonraları bu ventillere entegre edilen dijital elektronik ile CAN-BUS bağlantısı mümkün olabilmış ve merkezi kumanda sağlanabilmiştir(Şekil 10).

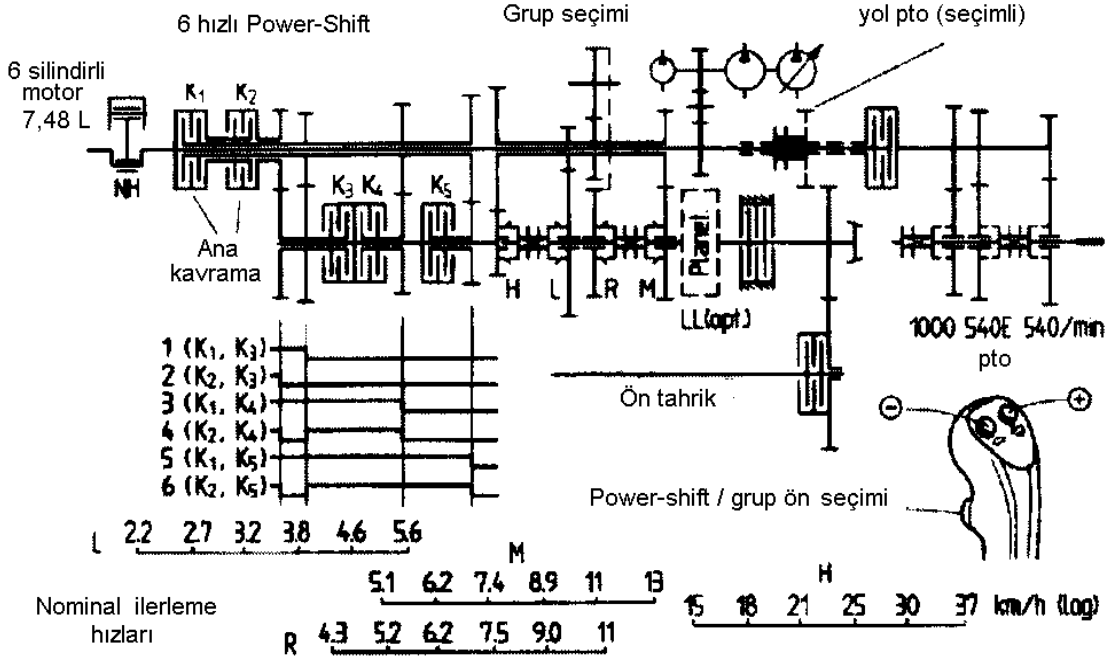


Şekil 10. CAN-BUS Sistemli Traktör Hidrolik Sistemi

## 6. TRAKTÖRLERDE HİDROSTATİK HAREKET TAHRIKI

Maksimum motor gücünde dar kademeli bir hız seçimi çözümü traktör yapımcılarının daima önemli bir amacı olmuştur. Bu nedenle daha 50'li yıllarda hidrostatik hareket tahriki üzerinde çalışmalar başlamıştır. 60'lı ve 70'li yıllarda ortaya konan hidrostatik tahrikli traktör çözümleri tarımda beğeni bulamamıştır. Tüm bu denemelerin başarılı olamamasının nedeni hidrolik makinaların düşük bir tesir derecesine sahip olmasıydı. Ayrıca fiyat, gürültü ve kumanda problemleri önemli rol oynamıştır. Buna karşın hidrostatik forklift gibi istifleme makinalarında daha çok tercih edilmiştir. Çünkü bu makinalarda hızla geri dönme yani makinaların manevra yeteneği basit ivmelenme ve frenleme ön planda gelmektedir. Bu tip makinalar motorun tüm gücünü kısa zamanda hız kutusu üzerinden aktardığından tesir derecesinin düşük olması önemli bir sorun yaratmamaktadır. Halbuki sürme yapan bir traktörde tam motor gücü sürekli güç olarak hız kutusu üzerinden aktarılmaktadır. Bu nedenle traktör hız kutularındaki gelişmeler çok kademeli yük altında devreye giren mekanizmalar (powershift) yönünde olmuştur (Şekil 11).





Şekil 11. New-Holland Power-Shift mekanizma

Ancak bu mekanizmalar oldukça pahalıdır ve bir dizi dişli çark, kısmen yağda çalışan kavramalar ve frenlere sahip olduklarından bu mekanizmalardaki kayıplar oldukça yüksektir. Bu durum bazı firmaları tekrar yeni hidrostat geliştirme çalışmalarına götürmüş ve bu çalışmaların esasını gücün dallandırılması oluşturmuştur.

Bu konuda en başarılı çalışmalar Almanya'da Fendt traktör firmasınınca yapılmıştır.

Bu tasarımda dış güç dallanmalı bir çözüm yani bir pompa ile iki motorun kapalı bir devrede çalışması şeklinde olmuştur. Güç akışı bir planet dişli mekanizmasında ayrıştırılmakta ve daha sonra bir toplama milinde tekrar kavuşturulmaktadır. Gücün dağılımı şu şekilde olmaktadır. İlk harekete geçme %100 hidrolik ve maksimum hızda ise %100 mekaniktir. Bu arada hidrolik gücün payı artan hızla orantılı olarak azalmaktadır. Tüm hidrostat mekanizmalar ses izolasyon blokları ile kaplanmış olduğundan gürültü sorununa çözüm getirilmiştir.

Şekil 11'de elektronik yardımı ile gerçekleştirilebilir bir mekanizma kontrolü için devre planı görülmektedir.

## SONUÇ

30'lu yıllarda ABD'de traktörlere ilk kez uygulanmaya konan hidrolik, 2.Dünya Savaşı'ndan sonra tüm dünyaya yayıldı. Elektronik sensör ve kumanda kontrol tekniği yardımıyla traktör hidroliğinde hızlı gelişmeler kaydedildi. Bu sayede traktörün çiftlikte etkin ve verimli kullanımı mümkün olabildi. Hidrolik dümenleme ve son yıllarda yaygınlaşan hidro-pnömatik ön aks süspansiyonu konusunda da önemli gelişmeler kaydedildi.

## KAYNAKLAR

- [1] BELLANGER,R. " Tractor hydrolic and implement Control, Agricultural Engineer. Vol. 42. Nr. 3, Institution of Agricultural Engineers. West Road Silsoe. 1987
- [2] HESSE,R. "Ruckblick auf Entwicklungsschwerpunkte der Traktörhydraulik. O+P Ölhydraulik und Pneumatik(43) Nr.10.1999
- [3] RÖMER,A. "Traktörhydraulik. In Yearbook of Agricultural Engineering. Band 12. KTBL-Lav VDI-MEG. 2000
- [4] MOBILE 2000. International Mobile Conference in Ulm. Germany, October 2000. Rexroth
- [5] KLOTZBÜTCHER,W. " Energieverluste in Hydrauliksystemen von Ackerschleppern. Grundlagen der Landtechnik. Bd 34. Nr 6. 1984

## ÖZGEÇMİŞ

### Galip KEÇECİOĞLU

1936 yılında Senirkent'te doğdu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünden 1958 yılında mezun oldu. 1962-1966 yılları arasında Almanya Braunschweig Zirai Araştırma Merkezin'de traktör konusunda araştırmalar yaptı. 1970 yılında doçent, 1975 yılında Profesör ünvanını kazandı. Halen Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Öğretim Üyesidir.