

HİDROLİK SİSTEMLERDE MEYDANA GELEN KAYIPLARIN İNCELENMESİ

Galip KEÇECİOĞLU
Naser CÜNEYTOĞLU

ÖZET

Yıllar boyunca, tarımsal mekanizasyonu iyileştirmek amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların temelinde çeşitli faktörler yatmaktadır. Bunlardan birincisi tarımda kullanılan insan gücünü azaltmak, ikincisi tarımsal işlerdeki etkinliği ve hızı arttırmak ve son olarakta tarımsal işlemlerde kaliteyi arttırmak ve zamandan tasarruf sağlamaktır.

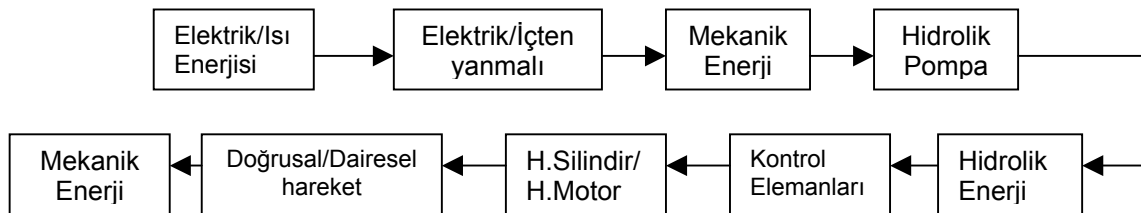
Bütün bu faktörlerin üzerinde çok büyük bir etkisi olan ve tarımda temel güç kaynağını oluşturan traktör, gelişmelerin odak noktası haline gelmiştir. Bu nedenle yıllar geçtikçe traktör üzerinde yeni ilerlemeler ve yenilikler görülmektedir. Bu ilerlemeler ve yeniliklerin başta geleni; traktör hidrolik sistemidir.

GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı; traktör hidrolik sisteminde meydana gelen kayıpların incelenmesidir. Traktör hidrolik sistemi, diğer hidrolik sistemler gibi ana elemanlardan oluşmaktadır; yağ tankı, filtre, pompa, ventiller, boru ve/veya hortum, dirsekler ve silindirler.

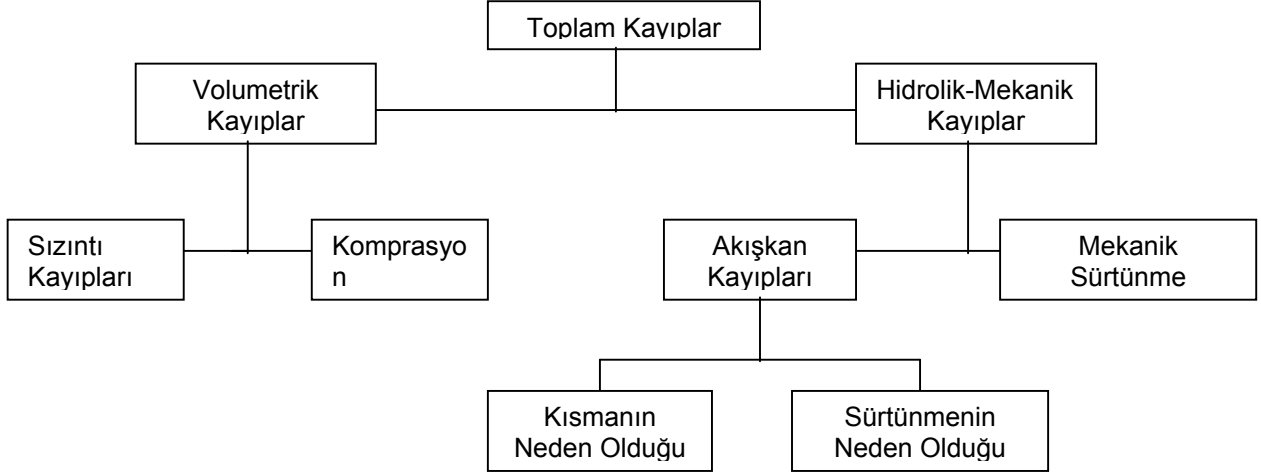
HİDROLİK SİSTEMİNDEKİ ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

Hidrolik tanımı uyarınca, sistemde bir hidrolik enerji üretmek söz konusudur. Bunun için önce girdi olarak sisteme elektrik veya ısı enerjisi verilir. Bu enerji ile elektrik veya içten yanmalı motor döndürülür. Elektrik veya içten yanmalı motoru kavramalarla bağlı olan hidrolik pompanın miline dairesel hareket yaptırır. Bu sırada depodaki yağ belirli basınçta sisteme hidrolik enerji olarak basılır. Ancak bu hidrolik enerjinin beklenen fonksiyonları yerine getirebilmesi için kontrol elemanları (ventiller) tarafından denetlenmesi ve istenilen elemana yönlendirilmesi gerekir. Buradan hidrolik silindir veya hidromotora gelen akışkan doğrusal veya dairesel hareket üretir. (Şema1)



Şema 1. Hidrolik Sistemdeki Enerji Dönüşümü

Bu enerji dönüşümü esnasında enerjide kayıplar meydana gelmektedir. Bu kayıpların çeşitli nedenleri vardır. (şema 2)



Şema 2. Hidrolik sistemdeki meydana gelen kayıplar

Volumetrik Kayıplar

a-Sızıntı kayıpları:sistemin çeşitli yerlerinde sızma meydana gelmektedir. Ayrıca birbirine hareketli olan iki elemanın arasından sızma meydana gelmektedir ki sistemde enerji kaybı ortaya çıkar.

b-Komprasyon kayıplar: Bilindiği gibi yağ sıkıştırılmaz bir akışkandır. Fakat yağ ısısının yükselmesinden dolayı yağın fiziksel özellikleri bozulup biraz sıkışmasına neden olabilmektedir.

Hidrolik-Mekanik Kayıplar

a- Akışkan Kayıpları

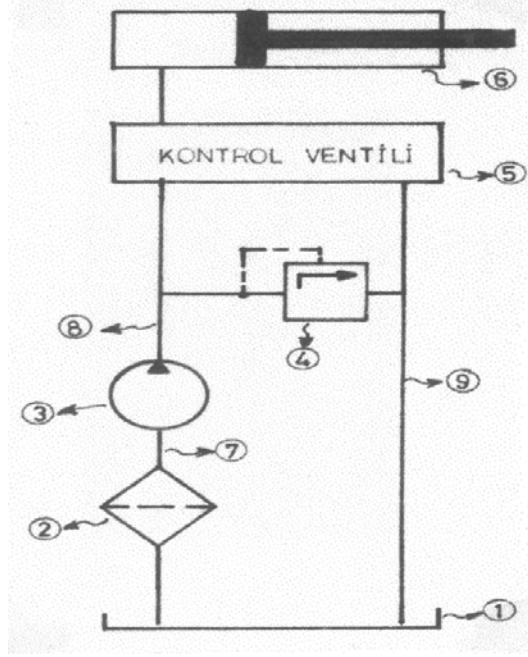
1. Kısmanın neden olduğu kayıplar.Sistemin çeşitli yerlerinde bulunan ventiller genellikle akımın kısılmasına neden olurlar.
2. Sürtünmenin neden olduğu kayıplar.Akışkan sistemde dolaşırken,sistemin cidarları ile sürtünme halinde olduğu için basınç düşmesi meydana gelmektedir.

b- Mekanik sürtünme kayıpları

Sistemde hareketli olan parçaların birbirine sürtünmesi sonucunda basınç düşmesi meydana gelir. [1]

Traktör Hidrolik Sistemindeki Enerji Kayıplarının Hesaplanması

Genel olarak hidrolik sistemler şu ana elemanlardan oluşmaktadır.(şekil 1)



1. Yağ Tankı
2. Filtre
3. Pompa
4. Emniyet
5. Kontrol Ventili
6. Silindir
7. 8. 9. Borular

Şekil 1. Hidrolik sistemin ana elemanları

Pompada meydana gelen güç kaybının hesaplanması

Pompaya verilen ile pompadan elde edilen gücün arasındaki fark bize güç kaybı vermektedir. Şöyle;

$$\text{Güç Kaybı}(\Delta P) = P_s - P_h$$

Burada;

ΔP = Pompanın güç kaybı(kW)

P_s = Pompaya verilen mekanik güç(kW)

P_h = Pompadan alınan hidrolik güç(kW)

Pompayı çalıştırmak için gerekli olan mekanik güç (P_s) aşağıdaki formülden hesaplanır;

$$P_s = (Q_A \cdot p) / (600 \cdot \eta_P)$$

Pompadan elde edilen Hidrolik Güç (P_h) ise aşağıdaki formülden bulunur;

$$P_h = (Q_A \cdot \Delta p) / 600$$

Dolayısıyla ;

$$\text{Güç Kaybı}(\Delta P) = P_s - P_h$$

$$\Delta P = [(Q_A \cdot p) / (600 \cdot \eta_P)] - [(Q_A \cdot \Delta p) / 600]$$

Burada;

ΔP = Pompada meydana gelen güç kaybı(kW)

Q_A = Pompadan elde edilen aktif (gerçek)debi (lt/dak)

p = Pompadan elde edilen basınç(bar)

η_P = Pompanın toplam (güç) verimi (%)

Pompadan elde edilen debi, pompanın yapısına yani pompanın tipine göre değişmektedir. Dolayısıyla da güç kaybı pompaya göre değişir.

Boruların Güç Kaybı Hesaplanması

Boruların güç kaybını hesaplamak için önce borulardaki meydana gelen basınç kaybı hesaplandıktan sonra güç kaybına çevrilir.

Borulardaki meydana gelen basınç kaybını hesaplamak için d'arcy formülünden yararlanılır [4].

$$\Delta p_b = \lambda \cdot (l/D) \cdot (\rho/2) \cdot v^2 \cdot 10^{-5}$$

Burada;

Δp_b = Borulardaki basınç kaybı (bar)

λ = Boru sürtünme katsayısı.

l = Boru uzunluğu (m)

D = Boru iç çapı (m)

ρ = Akışkan yoğunluğu (kg/m³)

v = Akışkan hızı (m/s).

Dirseklerde Meydana Gelen Basınç Kaybının Hesaplanması

Dirseklerin basınç kaybını hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$\Delta p = k \cdot \rho \cdot v^2 / 2 \cdot 10^{-5}$$

Burada;

Δp = Dirsekteki basınç kaybı (bar)

k = Kayıp katsayısı.

ρ = Akışkan yoğunluğu (kg/m³)

v = Akışkan hızı (m/s).

Dirsek kayıp katsayısı dirseğin şekline bağlı olarak değişmektedir.

a. Düz boru dirsekteki kayıp katsayısı (k)

Düz boru dirseğin (Şekil 2) kayıp katsayısı (k) aşağıdaki tablodan bulunmaktadır.

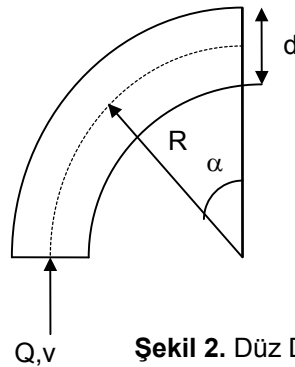
Tablo1. Düz dirsekteki kayıp katsayısı değerleri[3]

R/d	k ($\alpha=45^\circ$)	k ($\alpha=90^\circ$)
2	0.140	0.21
4	0.090	0.14
6	0.080	0.11
8	0.075	0.09
10	0.070	0.11

d=Dirsek boru çapı

R=Dirsek eğrilik yarıçapı

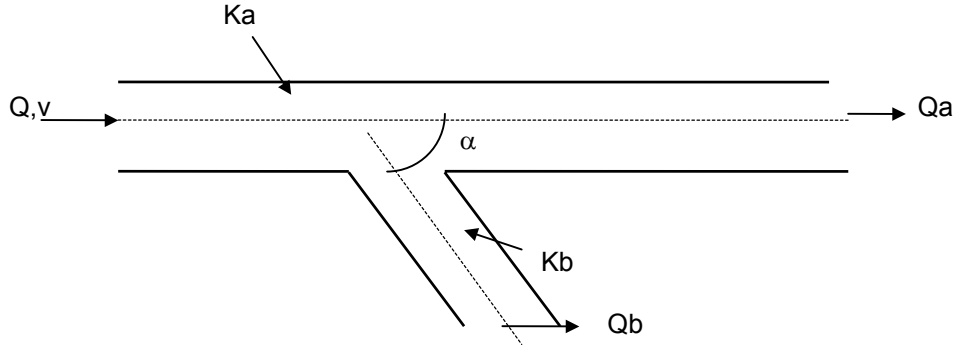
α =Dirsek açısı.



Şekil 2. Düz Dirsek

b. Ayrılan meyilli yön değiştirme parçasının kayıp katsayısı (k)

Ayrılan meyilli yön değiştirme parçasının (Şekil 3) kayıp katsayısını veren tablo-2 aşağıda verilmiştir.



Şekil 3. Ayrılan meyilli yön değiştirme parçası.

Bu tip dirseklerde kayıp iki yol için yani yol a ve yol b için hesaplanır(K_a) ve (K_b) kayıp katsayıları veren tablo şöyledir;

Tablo 2. Ayrılan meyilli yön değiştirme parçasının (K) kayıp katsayıları[3].

Q	$(\alpha = 45^\circ)$		$(\alpha = 90^\circ)$	
	K_b	K_a	K_a	K_b
0.6	0.07	0.33	0.07	0.96
0.8	0.20	0.29	0.21	1.10
1	0.33	0.35	0.35	1.29

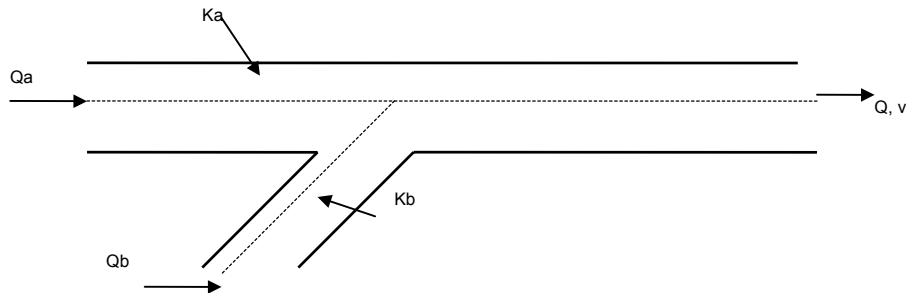
Bu tip dirsekleri her yol için kaybı hesaplanır:

(yol - a) için basınç kaybı;
 $\Delta P_a = K_a \cdot \rho \cdot v^2 / 2$

(yol - b) için basınç kaybı;
 $\Delta P_b = K_b \cdot \rho \cdot v^2 / 2$

Daha sonra dirseğin toplam basınç kaybı (ΔP) iki yolun basınç kayıplarının toplamına esittir. Yani;
 $\Delta p = \Delta P_a + \Delta P_b$

C. Birleşen meyilli yön değiştirme parçası (şekil 4)



Şekil 4. Birleşen meyilli yön değiştirme parçası.

Birleşen meyilli yön değiştirme parçasının kayıp katsayısını veren tablo 3 aşağıda verilmiştir:

Tablo 3. Birleşen meyilli yön değiştirme parçasının (k) kayıp katsayısı [3].

Q	$(\alpha = 45^\circ)$		$(\alpha = 90^\circ)$	
	Kb	Ka	Ka	Kb
0.6	0.07	0.33	0.07	0.96
0.8	0.20	0.29	0.21	1.10
1	0.33	0.35	0.35	1.29

Dirseğin toplam basınç kaybı, her yolun basınç kaybı toplamına eşittir.

Şöyleki;

$$\Delta p = \Delta P_a + \Delta P_b$$

Yol Ventillerindeki Basınç Kaybının Hesaplanması

Hidrolik sistemlerde pompa bir kalbe ve yol ventili ise bir beyine benzetilmektedir, çünkü pompanın bastığı yağ yol (kontrol) ventili tarafından yönetilir. Dolayısıyla karmaşık bir yapıya sahiptirler. Burada meydana gelen kayıplar, hem sürtünmeden dolayı hemde kesit daralmasından dolayı ortaya çıkmaktadırlar.

Dirseklerin kayıp denklemleri burada da geçerlidir;

$$\Delta p = k \cdot \rho \cdot v^2 / 2 \cdot 10^{-5}$$

Formülden görüleceği gibi bir (k) kayıp katsayısı söz konusudur. Bu katsayı denemelerle tesbit edilebilir.

Bu konu ile ilgili J.D.Hamilton ve J.McCallum çok ayrıntılı çalışmaları vardı.[2]

Kesit Genişlemesi Veya Kesit Daralmasında Meydana Gelen Basınç Kaybı

Silindir ve tank gibi yerlere yağın girmesiyle veya çıkmasıyla basınç ve dolayısıyla enerji kaybı söz konusudur.

Kesitin genişlemesinden dolayı ortaya çıkan basınç kaybı aşağıdaki formülün yardımıyla bulunur [2].

$$\Delta P = k \cdot \rho \cdot v^2 / 2$$

kayıp katsayısı = 1'dir.

II- Kesitin daralmasından dolayı ortaya çıkan basınç kaybı aynı formülün yardımıyla bulunur.

$$\Delta P = k \cdot \rho \cdot v^2 / 2$$

k = 0.5' dir.

Traktör Hidrolik Sistemin Toplam Güç Kaybının Hesaplanması

Boruların, dirseklerin ve yol ventillerinin toplam basınç kayıplarını (bar) olarak bulduktan sonra $[P = (Q \cdot \Delta P) / 600]$ olan denklemin yardımıyla bu basınç kaybını toplam güç kaybına (kW) olarak çevirilir. Daha sonra bu toplam güç kaybı ile pompanın güç kaybına eklendiği zaman sisteminin toplam güç kaybı bulunmuş olur. Şöyleki:

$$\sum \Delta P_{\text{sistem}} = \Delta P_{\text{pompa}} + \Delta P_{\text{diğer}}$$

Burada;

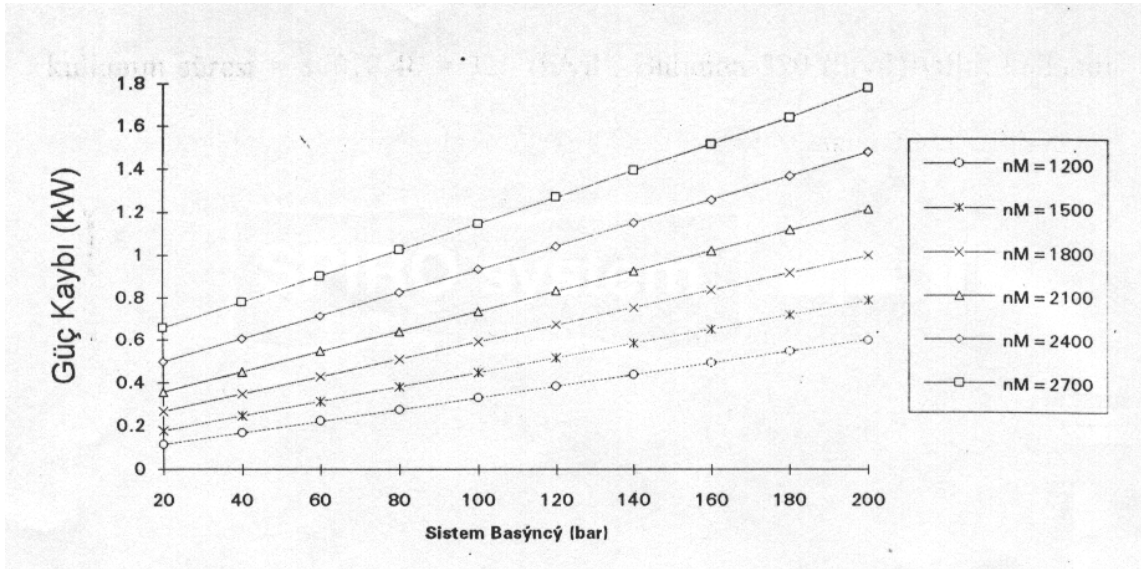
$\sum \Delta p$ sistem = Hidrolik sisteminin toplam güç kaybı (kW)

ΔP_{pompa} = Pompanın enerji kaybı (kW)

$\Delta P_{diğer}$ = Borular, dirsekler, yol ventilleri ve sistemde meydana gelen kesit daralması veya genişlemesinden dolayı ortaya çıkan güç kaybı (kW).

SONUÇ

Bu çalışmada bir traktörün hidrolik kaldırma mekanizmasını ele alıp incelenmiştir. Yukarıda sözü edilen tüm formüller uygulandığında motorun değişik devirlerine göre güç kaybı hesaplanmıştır. Bu sonuçların özeti aşağıdaki şekilde verilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Çalışma durumundaki kaldırma mekanizmasının değişik motor devirlerine göre güç kaybı.

Şekil 5'den görüleceği gibi sistem basıncı arttıkça belirli bir motor devri için güç kaybı (doğrusal olarak) da artmaktadır.

Çok belirgin bir şekilde anlaşılıyor ki motor devrinin artması güç kaybının artması demektir.

KAYNAKLAR

- [1] Garbers H.,1985.Belastungsgrößen und wirkungsgrade in schlepper hydraulik systemen.VDI-NERLAG,Düsseldorf,S.21-28
- [2] Hamilton J.D.,McCallum J.,1961.Fluid-power circuit design.proceeding of the conference on oil hydraulic power transmission and control.29th and 30th November 1961.Paper20.
- [3] Matthies H.J.,1984.Einführung in die ölhydraulik.B.G. Teubner Stuttgart 1984.S.44-45.
- [4] McCloy D.,Martin H.R.,1980.Control of fluid power:analysis and design.John and Wiley & Sons,S.205.

ÖZGEÇMİŞLER

Galip KEÇECİOĞLU

1935 yılında Senirkent'te doğmuş, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi/Tarım Makinaları Bölümünden 1959 yılında mezun olmuştur. 1968 yılında "Üniversite Doçenti" unvanını kazanmıştır. 1979 yılında Tarım Makinaları Kürsüsünde Profesörlüğe atanan KEÇECİOĞLU, halen aynı bölümde çalışmakta olup, Almanca ve İngilizce bilmektedir.

Naser CÜNEYTOĞLU

1969 yılında Hebron'da doğmuştur.1993yılında Ege Üniversitesi Tarım Makinaları bölümünden mezun olup aynı bölümde hidrolik üzerinde yüksek lisans yapmıştır.1995 yılından beri sektörde bilfiil çalışmakta olup1998 yılında şube müdürü olarak çalıştığı Berk Hidrolik firmasından ayrılıp şu ana kadar, kurmuş olduğu Simge Hidrolik firmasında görev yapmaktadır.