



T.C.

**BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ**  
**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**TAŞIT FREN SİSTEMLERİ TESTİ**  
**(HİDROLİK SERVO FREN SİSTEMİ)**

**DENEY FÖYÜ**

## 1. DENEYİN AMACI

Fren sistemi, güvenli bir sürüş için araçta bulunan önemli donanımlardan biridir. Aracın hızını azaltan ve gerektiğinde durmasını sağlayan sürüş kontrol sistemine fren sistemi denilmektedir. Bu nedenle bir taşıtın fren sisteminden, çok yüksek güvenilirlik ve dayanıklılık beklenmektedir. Taşıt, hızlı ve güvenli bir biçimde her türlü iklim ve yol şartlarında durabilme yeteneğine sahip olmalıdır. Araçlarda taşıt türüne göre birçok fren sistemi kullanılmaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan fren sistemleri, hidrolik veya havalı fren sistemleridir. Otomobillerde çoğunlukla hidrolik fren sistemleri kullanılmaktadır. Bu deneyde bir sedan otomobilin hidrolik fren sisteminin çalışma prensibi temel alt parçaları ile birlikte tanıtılacak, fren sisteminin güvenilirlik gerekliliğinin önemine değinilecektir.

## 2. DENEYİN ÖĞRENME ÇIKTILARI

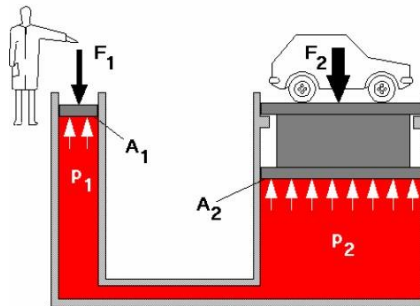
- Pascal prensibinin fren sistemindeki uygulamasının kavranılması.
- Enerjinin korunumu kanunu fren sistemi üzerinde anlaşılması.
- Akışkanların sıkıştırılmazlık özelliğinin fren sistemi uygulamasına faydasının anlaşılması.

## 3. TEORİK BİLGİLER VE TANIMLAR

Herhangi bir otomobil fren sisteminin çalışması temel iyi bilinen iki fizik prensibine dayanır.

- Kapalı sistem içerisindeki bir akışkan uygulanan basıncı tüm yönlere eşit olarak iletir.
- Enerji ne yaratılabilir nede yok edilebilir. Fakat enerjinin diğer formlarına dönüştürülebilir.

Pascal prensibine göre sıvılar sıkıştırılmaz. Kapalı bir kabtaki sıvının herhangi bir noktasına uygulanan basınç, kabın şekli nasıl olursa olsun, kabın iç yüzeylerinin her noktasına sıvı tarafından aynı büyüklükte iletilir. Dolayısıyla sıvılar hareketin ve kuvvetin iletiminde kullanılırlar. (Şekil 1) Bu prensipten yararlanılarak hidrolik sistemler ve hidrolik sistemlerle çalışan makineler geliştirilmiştir. Bu prensibin en önemli özelliği ise sisteme uygulanan küçük bir kuvvetin büyük kuvvetlere dönüşebilmesidir.



Şekil 1. Pascal Prensibi

Fren sisteminin içinde hidrolik bir bağıntıda bu prensipleri uygular. İlk prensibi hidrolik fren sisteminin çalışma prensibi üzerinde açıklayalım. Sürücü fren pedalına basar. Bu basınç fren ana merkezde güçlenerek sistemdeki sıkıştırılmaz bir akışkana (fren akışkanı) uygulanır ve akışkan bu basıncı tekerlek devrelerine iletir.

Sıkıştırılmazlık kavramı, fren pedalında oluşturulan akışkan basıncı sistem içerisine katı bir form şeklinde iletilir. Hava sıkıştırılabilir. Bu yüzden sistemdeki hava frenlemenin yetersiz olmasına neden olacaktır.

### 3.1.Hidrolik Fren Sisteminin Genel Yapısı ve Çalışması

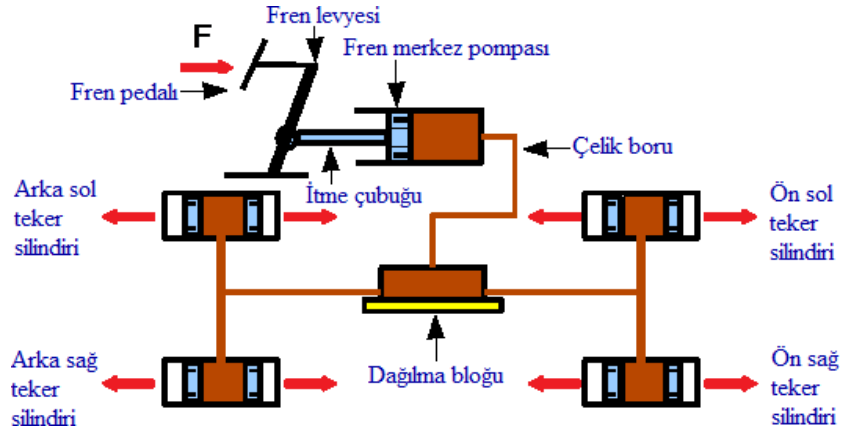
Hidrolik fren sistemi üç kısımdan oluşur:

- **Kumanda Düzeni:** Fren pedalından merkez silindirine kadar olan mekanizmadır.
- **Hidrolik Düzen:** Mekanik kuvveti hidrolik basınca dönüştürerek freni tekerlek silindirlerine ileten düzenektir.
- **Fren Tekerlek Mekanizması:** Hidrolik basıncı, mekanik kuvvet haline dönüştürerek frenlemenin oluşmasını sağlayan düzenektir.

Frenleme sırasında fren pedalına uygulanan ayak kuvveti, pedalda itme kuvvetini oluşturur. Bu hareket, merkez silindirinin pistonunu iter. Piston üzerindeki itme kuvveti sistemdeki sıvı aracılığıyla freni tekerlek silindirlerine iletilir. Fren tekerlek silindirleri, hidrolik basıncı fren pabucuna iletir. Fren tekerlek mekanizmasında pabuçlar kampanaya karşı açılarak veya -diskli frenlerde olduğu gibi- dönen diske karşı itilerek balatayla kampana, balatayla disk arasında sürtünme meydana getirir. Oluşturulan sürtünme kuvvetinin yavaşlatma etkisiyle tekerlekler yavaşlayıp durur, araç frenlenmiş olur.

### 3.2.Hidrolik Fren Sisteminin Çeşitleri

- **Klasik Hidrolik Frenler:** Klasik hidrolik fren sisteminde, pedala kuvvet uygulandığında merkez silindirinin pistonu basınç oluşturur. Oluşan bu basınç, borular vasıtasıyla tekerlek silindirlerine ulaştırılır. Tekerlek silindirlerinin pistonları açılarak frenleme sağlanır. Şekil 2'de basit hidrolik fren sisteminin şeması görülmektedir.



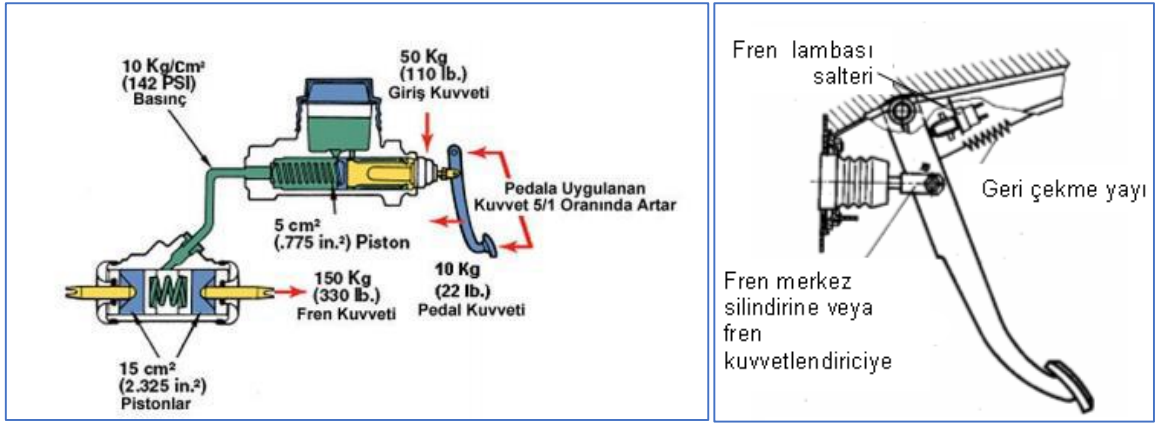
Şekil 2. Klasik Hidrolik Fren

- **Vakum Yardımlı Hidrolik Frenler:** Vakum yardımcı güç freni; aracın motorunda meydana getirilen emme manifoldu vakumu yardımıyla frenleme anında sürücünün ayak kuvvetine ek olarak ilave bir kuvvet oluşturur. Fren pedalına basıldığında vakum kontrol sübabı, pistonun merkez silindiri tarafına vakumun etki etmesini sağlar. Böylece pistonun bir yanında atmosferik basınç, diğer yanında vakumun etkisi oluşur. Vakum ünitesinin pistonu fren merkez silindirinin pistonuna bağlı olduğu için onu da hareket ettirir ve fren merkez silindirinin içinde basınç oluşturur. Bu basınç, fren sistemine etki eder ve fren tekerlek silindirleri üzerinden frenlemeyi meydana getirir. Bu vakum ünitesine hidrovak denir.
- **Hava Yardımlı Hidrolik Frenler :** Bu tür fren sisteminde fren ana merkezde oluşturulan hidrolik basınca ek olarak basınçlı havadan faydalanılmıştır. Sistemde kullanılan basınçlı hava, motordan hareket alan bir kompresör tarafından sağlanmaktadır. Kompresör tarafından üretilen basınçlı hava, hava tanklarında depolanmıştır. Fren pedalına basıldığında hava tanklarında bulunan basınçlı havaya, frene basma miktarıyla orantılı olarak yol verilir. Basınçlı hava bir diyafram ünitesine etkiyerek merkez silindiri, pistonun itme çubuğunu daha büyük bir kuvvetle iterek frenleme kuvvetinin artmasını sağlar. Fren ana merkezden itibaren sistem, klasik hidrolik fren gibi çalışmaktadır.

### 3.3.Fren Sistemi Kısımları

#### 3.3.1.Fren Pedalı

Fren pedalı, kaldıraç prensibine göre çalışır ve pedala uygulanan küçük bir kuvvet fren merkezine büyük bir kuvvet olarak iletilir (Şekil 3). Mekanik çevirme oranı 1:4 ...1:5 olan tek yönlü bir manivela kolundan ibarettir.



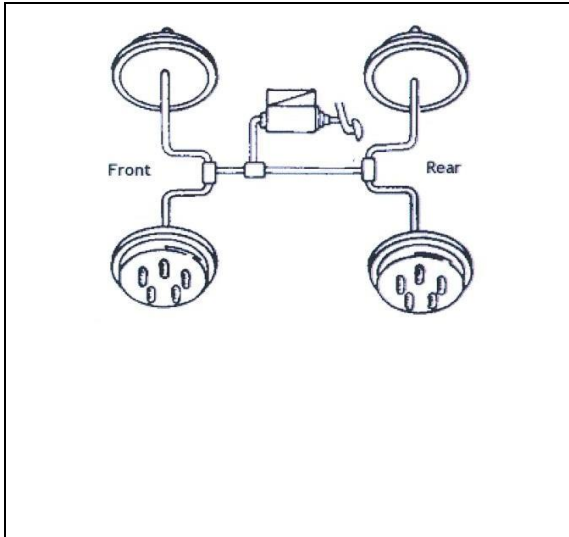
Şekil 3. Fren Pedalı Kaldıraç Prensibi ve Genel Görünümü

### 3.3.2.Fren Ana Merkez ve Kısımları

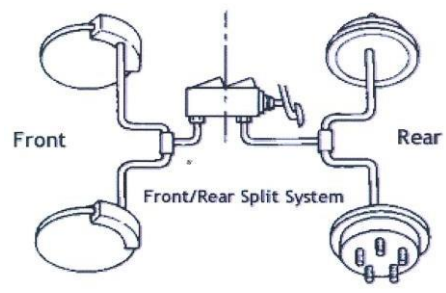
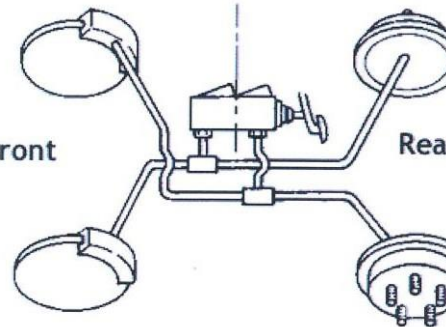
Fren pedalına basıldığı zaman; fren ana merkez, kuvveti hidrolik basınca çevirir. Pedala uygulanan küçük bir kuvveti fren ana merkez büyük bir kuvvet olarak iletir. Pascal kanununa göre fren ana merkez içinde oluşan hidrolik kuvvet, fren hattı yoluyla tekerlek silindirlerinin her birine ulaşarak fren balatası ve fren disk balatasında bir frenleme kuvveti oluşturur.

**Fren Ana Merkezin Görevleri:** Fren devrelerinde basınç hazırlamak, fren pedalı bırakıldığında basıncı hızla düşürmek, sıcaklık dalgalanmalarının fren sıvısı hacminde neden oldukları değişiklikleri dengelemektir.

Temelde üç çeşit fren ana merkezi vardır.



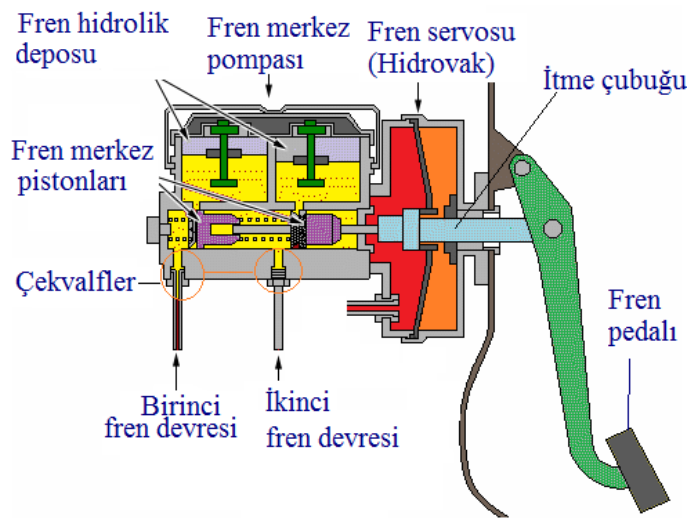
Tek Kademeli Fren Ana Merkez: Hidrolik fren sistemi basıncını dört tekere eşzamanlı olarak iletmek için tek kademeli fren ana merkez kullanılır. Bu sistem verimlidir fakat sistemin herhangi bir bölümündeki bir arıza için her hangi bir önlem sunmamaktadır. Bir sızıntı veya kaçak olduğundan kısa bir süre sonra frenler çalışmaz olur. Bu çok eski bir sistemdir. Meydana gelen tehlikeli sonuçlardan dolayı günümüz araçlarında kullanılmamaktadır.

	<p><b>Çift Kademeli Klasik Fren Ana Merkez:</b> Bu sistemde fren ana merkez çift piston şeklindedir. Ön ve arka hidrolik kısım birbirinden bağımsızdır. Bundan dolayı herhangi bir kısımda arıza durumunda diğer kısım çalışmayı sürdürebilir.</p>
	<p><b>Çift Kademeli Çapraz Fren Ana Merkez:</b> Çift pistonlu fren ana merkez vardır. Dolayısıyla iki bağımsız frenleme sistemi vardır. Çift kademeli klasik fren ana merkeze benzerdir fakat sistem ön arka olarak değil, sağ ön ve sol arka tekerlek bir, sol ön ve sağ arka tekerlek bir olarak iki kısımdır. Günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. İki kısımdan bir kısmı çalışmaması durumunda araçta hem önde hem arkada ve hem sağ ve hem solda frenleme yapabilecek teker olduğundan daha güvenlidir.</p>

Günümüzde araçların fren sistemlerinde çift kademeli fren ana merkez kullanıldığından aşağıda bu tip fren ana merkez incelenmiştir:

Bu sistemde pistonların her biri ayrı frenlere kumanda etmektedir. Merkez silindiri içerisinde genellikle birden fazla piston vardır. Her pistonun hidrolik deposu baypas deliği ve doldurma deliği ayrıdır.

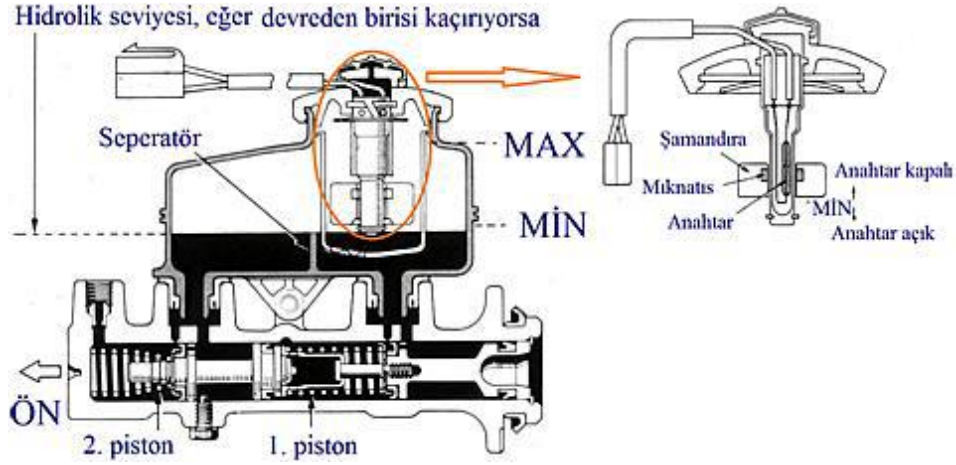
Şekil 4'te bir Fren Ana Merkez görülmektedir.



**Şekil 4.** Fren Ana Merkez



**Hidrolik depo (Rezervuar tankı):** Merkez silindirinin üzerinde fren hidroliğinin doldurulması için plastik hazne vardır. Tankın iki parçalı olması nedeniyle, devrelerin birinde kaçak olduğunda diğerinde frenlemeyi sağlayacak hidrolik yağın bulunması sağlanmış olacaktır. Rezervuar tankının içindeki fren hidrolik yağının miktarı, frenin çalışması esnasında değişir. Yağ hacminin değişmesi sonucunda oluşan basınç dalgalanmaları, rezervuar kapağına delinen ve atmosfere açık küçük bir delik tarafından önlenmektedir.

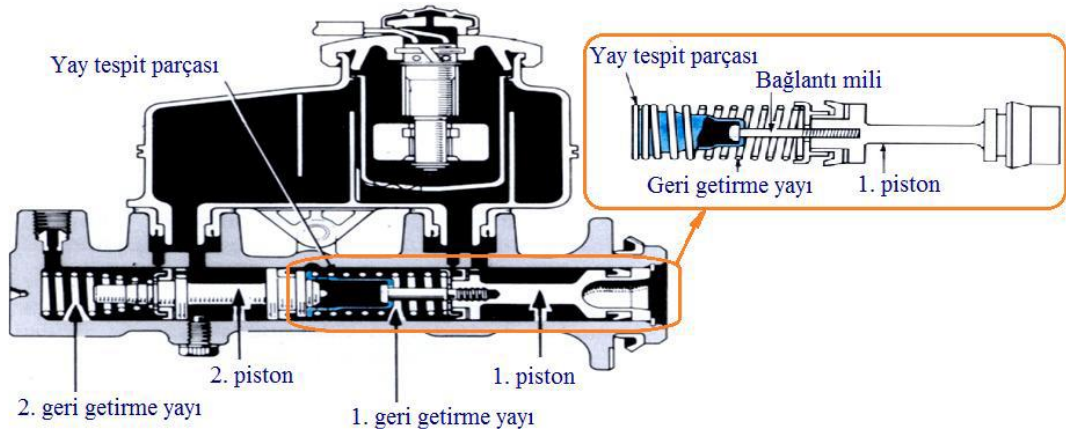


Şekil 5. Hidrolik depo ve donanımı

Fren ana merkez hidrolik deposunda bulunan hidroliğin seviyesi, sistemin çalışmasını doğrudan etkiler. Bu seviye, en az depo yüksekliğinin  $\frac{3}{4}$ 'ü oranında olması gerekir. Hidrolik yağın miktarı uygun olduğu zaman, fren hidrolik yağı seviye ikaz anahtarı normalde kapalı konumdadır. Yağ seviyesi "MİN" minimum seviyeden aşağıya düştüğü zaman, manyetik bir şamandıra aşağıya iner ve anahtar "ON" açık konumuna geçer. Bu olay sırasında fren ikaz lambası yanarak sürücüyü uyarır. (Şekil 5).

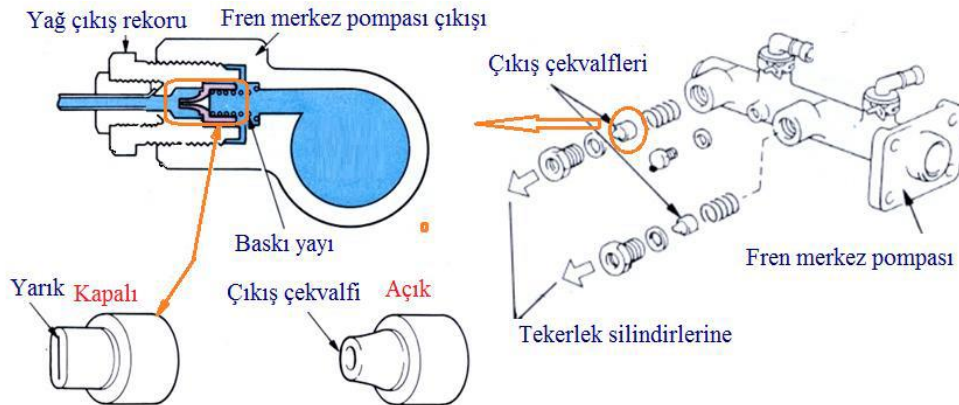
**Silindir Kısım:** Fren ana merkezin silindir kısmı pürüzsüz bir yapıya sahiptir ve bu silindirinin içerisinde alüminyum pistonlar çalışır. Silindir, her piston için iki delik vasıtasıyla hidrolik depoya bağlıdır. Bunlardan birisi küçük çaplı olup buna denge deliği, diğeriye daha büyük çaplıdır ve buna da besleme deliği denir.

**Piston:** Fren hidroliğini tekerlek silindirine ileten elemandır. Pistonun ön tarafı bir lastik segmana dayandırılmıştır. Lastik segmanın görevi, sızıntıyı önlemektir. Pistonun arka tarafınaysa ikinci bir lastik segman daha takılmıştır. Sıvının, merkez silindirinden dışarıya sızmasını engeller. Pistonun bir tarafı pedal itme çubuğuna bağlıdır. Pedal kuvveti, bu itme çubuğu vasıtasıyla pistonu iletir. Pistonun diğer tarafındaysa piston geri getirme yayı bulunur (Şekil 6).



**Şekil 6.** Fren Ana Merkez pistonu ve geri getirme yayı

**Çek Valf (Kontrol Sübabı):** Tek yönlü çalışan bir subaptır. Çalışma sırasında piston, önünde bulunan fren hidroliğini çek valfin içinden fren hidrolik borularına ve tekerlek silindirlerine gönderir. Pedal bırakıldığında fren pabuçlarının geri getirme yayının sağladığı kuvvetin etkisi ile borulardaki sıvı çek valftan geçerek tekrar merkez silindirine geri döner. Sıvının basıncı merkez silindirindeki yayın geriliminin altına düştüğü zaman, yay çek valfi yerine oturarak borulardaki basınç muhafaza edilmiş olur. Böylece bir sonraki frenleme sırasında hareketin geciktirilmeden iletilmesine imkân sağlanır (Şekil 7).



**Şekil 7:** Fren Ana Merkez çek valfi

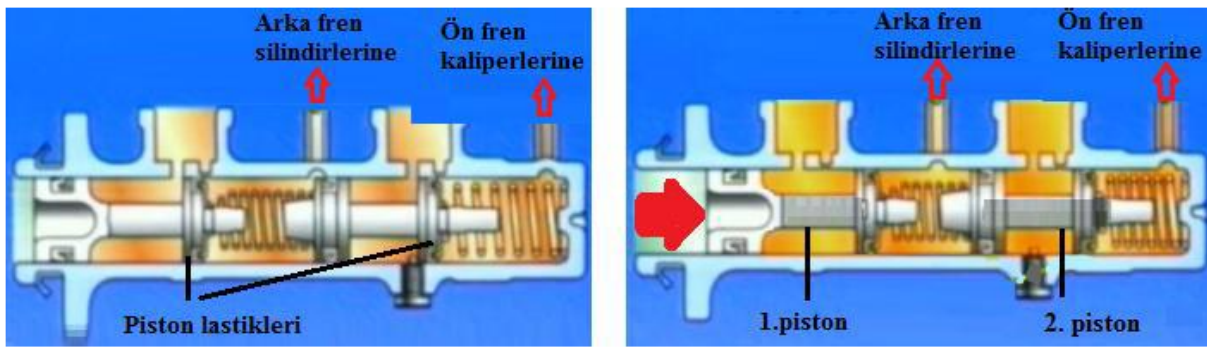
**Fren Ana Merkezinin Çalışması:** Sistem fren hidrolik yağıyla dolu olduğundan Fren Ana Merkezinin içi de fren hidroliğiyle doludur. Dolayısıyla pistonların önünde fren hidroliği bulunur.

Fren pedalına basıldığında itme çubuğu, pistonları ileriye doğru iter. İtmenin etkisiyle lastik segmanlar, denge deliklerini kapatır. Bundan sonra pistonun ilerlemesiyle önünde bulunan fren hidroliğini sıkıştırır. Bu anda meydana gelen basınçla kontrol supapları açılarak fren hidrolik borularına doğru akış başlar ve fren boruları vasıtasıyla tekerlek silindirlerine iletilir. Fren pedalına basıldığı sürece oluşan hidrolik basınç, frenleme sırasında uygulanan kuvvetle orantılı olarak devam eder.

Fren pedalı bırakıldığında geri getirme yayları vasıtasıyla pistonlar geriye çekilir ve basınç uygulaması



sona erer. Pistonların önünde hacim genişlemesi olur. Diğer taraftan pedal kuvvetinin ortadan kalkmasıyla borularda bulunan hidrolik, Fren Ana Merkezine geri dönmek ister. Fakat kontrol supabının engellemesiyle silindir içerisinde meydana gelen boşluğa aniden dolamaz. Pistonların ön tarafında meydana gelen genişlemeden dolayı bu kısımda alçak basınç meydana gelir, arka tarafta bulunan hidrolik pistonların ön çıkıntısındaki deliklerden lastik segmanların kenarlarını eğerek ön tarafa geçer. Pistonların ön tarafı devamlı olarak dolu bulundurulur. Bu çalışma, frende pompalamaya da imkân verir çünkü fren tek pedalda tutmayabilir. Fren pedalını pompalamak suretiyle pabuçların kampanalara tam temas edecek kadar açılmaları sağlanır. Yukarıda açıklanan çalışma özelliği dolayısıyla pistonların ön tarafı, delikler aracılığı ile devamlı olarak beslenir; alçak basıncın devamlılığı önlenerek sisteme havanın girmesine set çekilmiş olur.



**Şekil 8.** Çift kademeli Fren Ana Merkezinin çalışması

Fren Ana Merkezinin boş duruma geçmesi ile geri getirme yaylarının uyguladığı kuvvet, pabuçları geri çeker pabuçların geri çekilmesi, fren tekerlek silindiri pistonlarının da geri çekilmesine yol açar. Bu olay, frenleme için gönderilmiş olan hidroliği Fren Ana Merkeze, geri dönmek üzere zorlar. Bu oluşuma uyan fren hidroliği Fren Ana Merkezini etkileyerek yay basıncını yener ve basınç kontrol supaplarını açarak depoya dönmek üzere akar. Daha önce piston önünü doldurmuş olan hidrolikle geriye dönmekte olan hidrolik, denge deliğinden geçerek depoya dolmaya başlar.

Geriye dönüş hareketi, yayların tesiriyle pabuçlar yerlerine oturuncaya kadar devam eder. Pabuçların geri gelmesiyle tekerlek silindiri pistonlarının hidrolik üzerine basınç uygulama olanağı da zayıflar. Böylece sıvının geri dönüş basıncı Fren Ana Merkez yaylarının kuvvetinden aşağı düştüğü anda kontrol supabı kapanır. Basınç testleriyle akış yapan hidrolik durdurulduğunda sistemde belirli bir statik basınç ortamı devam ettirilmiş olur. Şekil 8'de çift kademeli Fren Ana Merkezinin çalışması görülmektedir.

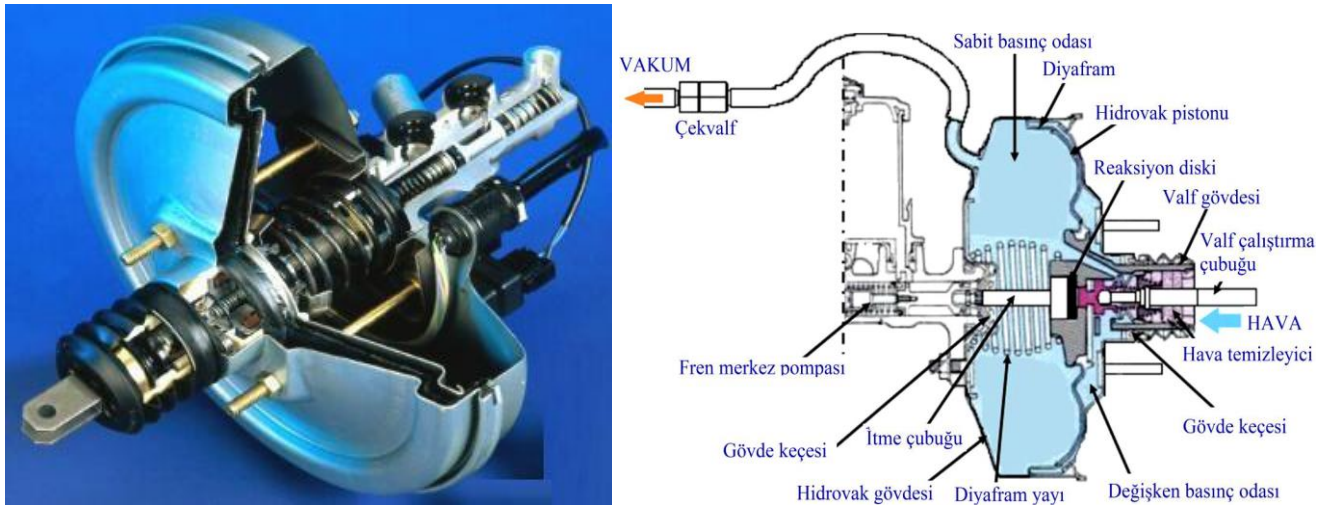
### 3.3.3.Hidrovak (Fren Servosu)

Sürücünün fren pedalına uyguladığı kuvvet, hidrolik fren sisteminde etkili frenleme basıncını oluşturmaya yetmez. Bu nedenle fren pedalına uygulanan kuvvete ilave yapmak zorunludur.

Hidrovak; bir diyafram, piston geri getirme yayı, fren pedalına bağlı olan itme çubuğu üzerindeki bir

piston, valf, vakum rekoru ve dış hava kanalından oluşmaktadır. Piston kolu, aynı anda merkez silindirin itme çubuğu konumundadır. Diyaframın bir yüzüne devamlı vakum etkinken, diğer yüzüne açık hava basıncı veya çalışmadığı durumlarda vakum etkimektedir. Diyaframın merkez silindiri tarafına sabit basınç odası, diğer tarafına da değişken basınç odası denir

Fren pedalına uygulanan kuvvetin artırılması vakum yardımıyla oluşur. Vakum yardımcı güç freni; aracın motorunda meydana getirilen emme manifoldu vakumu yardımıyla frenleme anında şoförün ayak kuvvetine ek olarak ilave bir kuvvet oluşturur. Fren pedalına basıldığında vakum kontrol supabı pistonun merkez silindiri tarafına vakumun etki etmesini sağlar. Böylece pistonun bir yanında atmosferik basınç, diğer yanında vakumun etkisi oluşur. Vakum ünitesinin pistonu, fren merkez silindirin pistonuna bağlı olduğu için onu da hareket ettirir ve fren ana merkez silindirin içinde basınç oluşturur. Bu basınç fren sistemine etki eder ve fren tekerlek silindirleri üzerinden frenlemeyi meydana getirir. Bu vakum ünitesine hidrovak (westinghouse) denir. Örneğin; bir sürücü ağırlığına bağlı olarak fren pedalına 20-30 kg'lık bir kuvvet uygular. Hidrovak sayesinde bu kuvvet yaklaşık olarak 4-5 kat artırılır. Şekil 9'de kesiti alınmış hidrovak görülmektedir.



Şekil 9. Hidrovak kesiti

- **Fren vakum hortumu:** Fren vakum hortumunun bir ucu emme manifolduna diğer ucu hidrovakın sabit basınç odasına bağlıdır. Motor çalıştığında emme manifoldu vakumunun sabit basınç odasına ulaşmasını sağlayarak hidrovakın vakumla çalışmasını sağlar.

### 3.3.5. Fren Sistemi Boruları ve Hortumları

Fren Ana Merkezinden çıkan hidroliğin tekerlek mekanizmalarına iletilmesi için kullanılan borulardır. Burada hidrolik basınca dayanabilmesi amacıyla çelik borular kullanılır.

Fren tekerlek silindirlerini ve fren kaliperlerini Fren Ana Merkezden gelen çelik borulara bağlamak için ise fren hortumları kullanılır. Esnek yapıdaki bu hortumların kullanılması dönüşlerde ve tekerlek salınımlarında hidrolik borularının kopmasını önler.

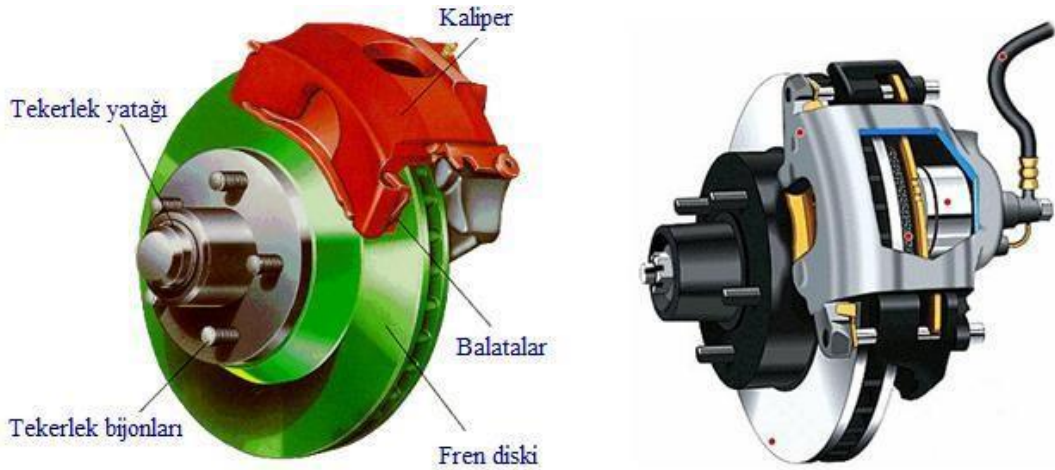
Fren hortumları yüksek basınca karşı dayanıklı olmalıdır. Bunun için iç astarın üzerine çelik örgülü kaplama yapılarak hortumun dayanıklılığı artırılır. Şekil 10'de fren hortumlarının iç yapısı görülmektedir.



Şekil 10. Fren hortumlarının iç yapısı

### 3.3.6. Diskli Fren Sistemi

Günümüzde genellikle ön tekerleklerde diskli frenler, arka tekerleklerdeyse kampanalı frenler kullanılmaktadır. Ancak dört tekerlekte de diskli fren kullanımı yaygınlaşmaktadır. Şekil 11'de genel görünümü yer almaktadır. Diskli fren sistemi sabit bir kaliperle bu kaliper üzerine yerleştirilen fren balataları, pabuçlarıyla birlikte, fren hidrolik silindiri ve pistonlarından oluşur.



Şekil 11. Diskli fren sistemi

**Çalışma Prensibi:** Fren pedalına basıldığında merkez silindirinden gelen basınçlı hidrolik, kalipere geçerek silindirin içerisine dolar. Pistonlara itme kuvveti uygulayarak pistonları açar. Pistonlar pabuçları ve üzerlerindeki balataları diske doğru iterler ve diski sıkıya çalışır. Böylece disk iki pabuç arasında sıkılarak frenleme sağlanır.

**Fren Diski:** Fren diski, cıvatalar yardımıyla tekerlek göbeğine bağlıdır ve tekerlek

göbeğiyle birlikte dönmektedir. Taşıtın yavaşlaması veya durması sırasında balatalar arasında sıkıştırılan fren diski frenlemeyi sağlar. Taşıtın kinetik enerjisi, frenleme sırasında balata ve disk yüzeyleri tarafından ısı enerjisine dönüştürülür.

Fren disklerinin iki yüzeyi de iyi bir frenleme sağlamak amacıyla hassas işlenmiştir. Aynı zamanda frenleme sırasında oluşan sürtünme kuvvetlerine ve aşırı ısıya karşı dayanıklı malzemeden yapılmıştır. İki çeşit fren diski kullanılmaktadır. Bunlar; içi dolu fren diskleri ve içten havalandırılmalı fren diskleridir (Şekil 12).



Şekil 12. Delikli fren diski

**Fren Kaliperi:** Fren kaliperleri, sürtünme elemanı olan pabuç ve balataları; fren hidrolik silindirleri ve pistonuyla birlikte taşıyan parçadır (Şekil 13). Frenleme sırasında meydana gelen aşırı moment reaksiyonlarını, üzerine bağlı olduğu dingil başına iletir. Kaliperler, cıvatalarla dingil başlarına tutturulmuştur. Fren kaliperinin içerisinde hareketli piston vardır. Pistonun bir yüzeyine basınçlı hidrolik etki ederken diğer yüzeyiyse balatalara bu hidrolik basınç kuvvetini iletir.



Şekil 13. Fren Kaliperi

**Diskli Fren Balatası ve Pabucu:** Pabuç, kaliper içindeki işlenmiş bir yüzeye dayanan metal bir destek



plakasına bağlıdır. Balata bu pabuca yapıştırılmıştır. Pabuçlar, kaliperi boydan boya geçen tespit pimleriyle yerlerinde tutarlar. Pimler de maşalar aracılığıyla kalipere tutturulmuştur (Şekil ). Diskli frenlerde balata, daha dar bir yüzeye sahiptir. Bu bakımdan üzerine gelen büyük frenleme kuvvetlerinin miktarı fazladır. Bunun için diskli fren balatalarının daha yüksek bir sürtünme katsayısına ve dayanıma sahip olması gerekir. Balatalar genellikle asbest ve bazı organik malzemelerden yapılmaktadır. Diskli fren balatası daha yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. Isı etkisi ile sertleşip parlak sürtünme yüzeyi oluşturmaz. Bu sayede fren verimi daha yüksek olur.



Şekil 14. Diskli Fren Balatası ve Pabuçu

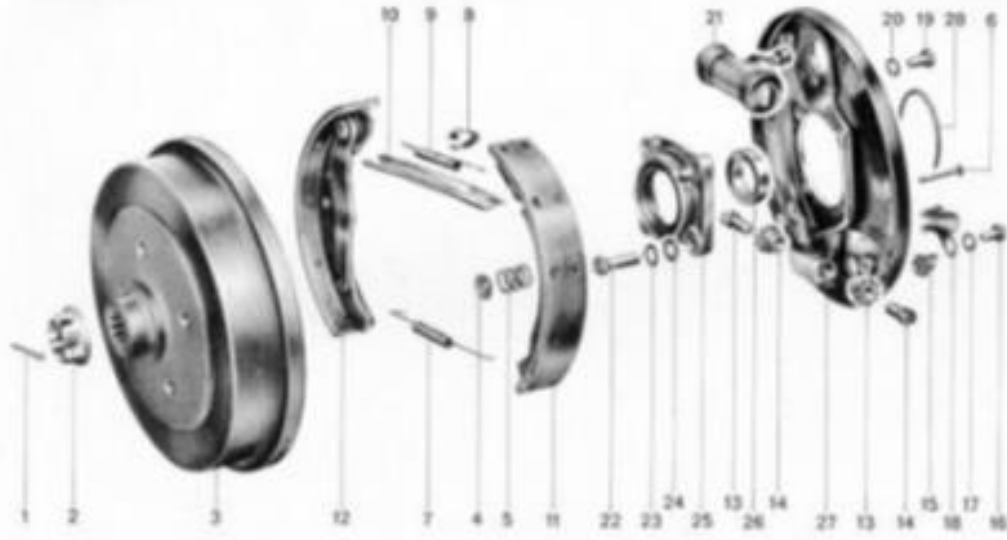
### 3.3.7. Kampanalı Fren Sistemi

Genellikle araçların arka tekerlerinde kampanalı fren sistemi kullanılır. Kampana, fren tekerlek silindiri, iki adet pabuç, fren siper tablası ve balatalardan oluşmaktadır (Şekil 15).



Şekil 15. Kampanalı Fren Sistemi

Kampanalı fren sisteminin yapısı ve parçaları Şekil 16'da görülmektedir.



- |                         |                                     |   |
|-------------------------|-------------------------------------|---|
| 1.Kamalı pim            | 11.Fren pabucu                      | 20.Pul  |
| 2.Tepeli somun          | 12.El freni levyeli fren pabucu     | 21.Fren tekerlek silindiri                      |
| 3.Kampana               | 13.Ayar vidası                      | 21.Kilit yıkayıcı                               |
| 4.Yay tutucu            | 14.Ayar somunu                      | 22.Cıvata takviye plakası ve sızdırmazlık kulpu |
| 5.Yay                   | 15.Kauçuk tapa                      | 24.Dalga yıkayıcı                               |
| 6.Pim                   | 16.Cıvata takviye plakası           | 25.Düz yıkayıcı                                 |
| 7.Alt geri getirme yayı | 17.Kilit yıkayıcı                   | 26.Sızdırmazlık pulu                            |
| 8.Klips                 | 18.El freni kablosu takviye plakası | 27.Fren siper tablası                           |
| 9.Üst geri getirme yayı | 19.Cıvata,                          | 28.Takviye plakası                              |
| 10.Basınç çubuğu        |                                     |   |

Şekil 16. Kampanalı fren sisteminin yapısı ve parçaları

**Fren Tekerlek Silindiri:** Fren ana merkezde oluşturulan basıncı, fren pabuçlarına mekanik bir kuvvet olarak iletir ve pabuçları kampanaya doğru açarak frenlemeyi sağlar (Şekil 17).



Şekil 17. Fren tekerlek Silindiri

**Kampanalar:** Kampana, tekerleğin cıvatarla bağlı olduğu dönen parçasıdır (Şekil 18). Fren yapıldığında pabuç balatalar kampananın iç yüzeyine sürtünerek tekerleklerin dönüşünü yavaşlatırlar. Ayrıca fren tekerlek mekanizmasını dış etkilerden korur.

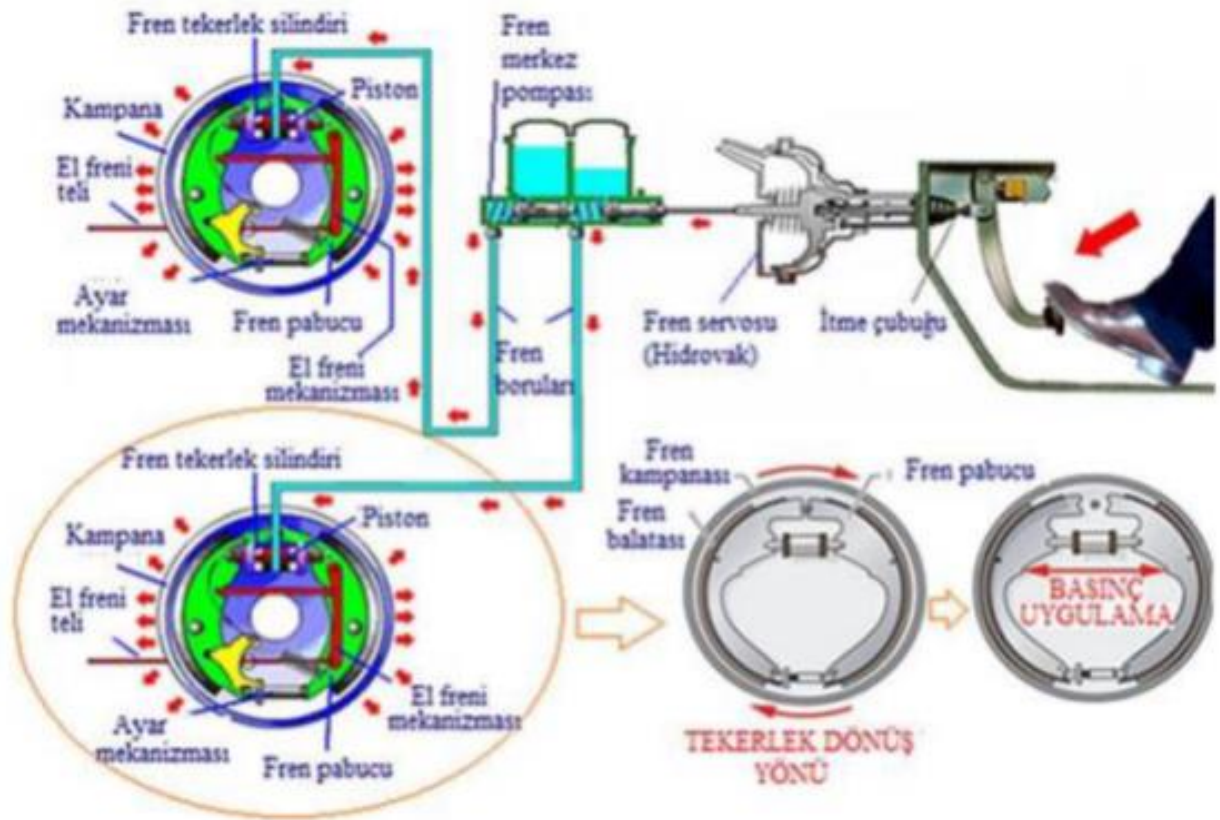




Şekil 18. Kampana

**Kampanalı fren sisteminin çalışması şu şekildedir (Şekil 19):**

Fren pedalına basıldığı zaman merkez silindirin de oluşan basınç, borular yardımıyla fren tekerlek silindirlerine iletilir. Tekerlek silindirlerinin içerisine dolan basınçlı hidrolik, pistonları dışa doğru iter. Pistonlar aldıkları itme kuvvetini, itme çubukları vasıtasıyla pabuçlara iletir. Pabuçlar kampanaya karşı açılarak balataları kampanaya yaslar ve oluşan sürtünmenin etkisiyle frenleme sağlanır.



Şekil 19. Kampanalı Fren Sisteminin Çalışması

### 3.3.8. El Freni

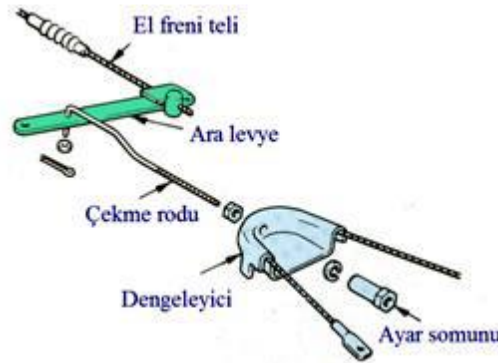
El frenine aynı zamanda park freni de denilmektedir. El freni sürücü tarafından elle çekilerek uygulanır ve aracın en azından iki tekerleğine mekanik olarak tesir eder. Şekil 20’de el freni levyesi görülmektedir.



Şekil 20: El freni levyesi

**El Freninin Görevi:** Duran bir aracı güvenli bir şekilde yerine sabitlemektir.

**Yapısı ve Parçaları:** Levye çubuklarla veya kablo bağlantılarıyla arka frenlere ulaştırılmıştır. El fren kolu çekildiği zaman, kablo veya çubuklar arka frenlerdeki bir levreyi çeker ( Şekil 21).

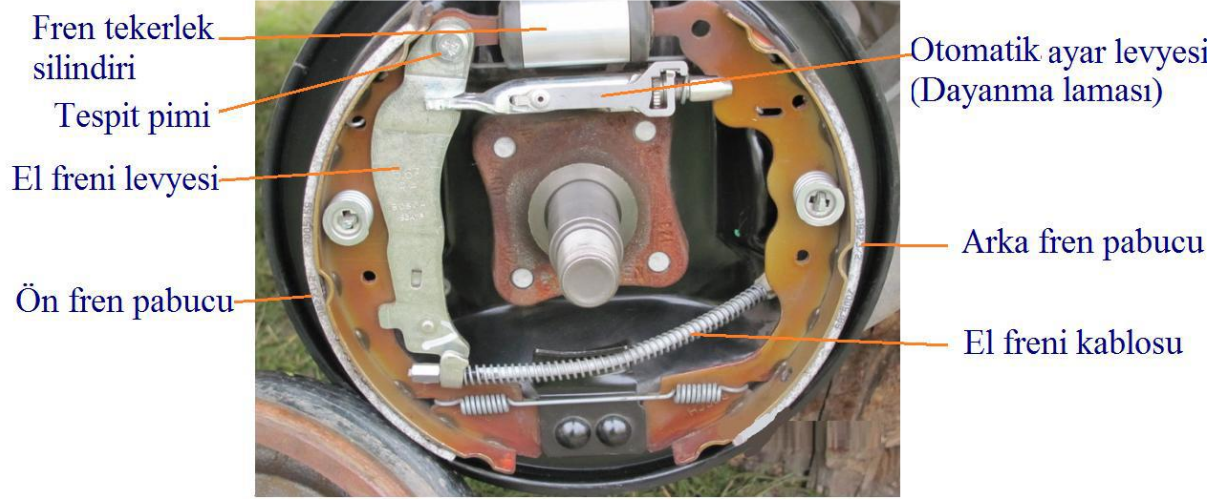


Şekil 21: El fren bağlantıları

El freni mekanizmaları arka tekerleklerde kullanılan fren sistemi türüne göre farklılık göstermektedir.

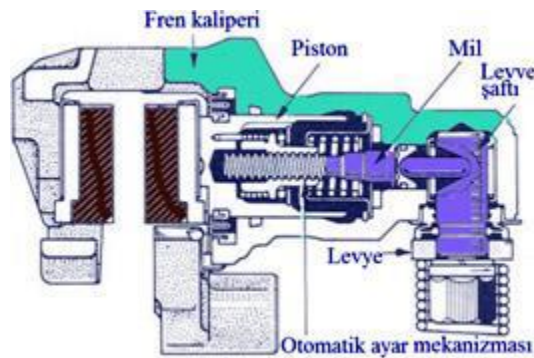
**Kampanalı Fren Sistemlerinde El Freni:** Levyenin üst ucu bir pabuca tespit edilmiştir. Tespit civatasının hemen altıdaysa bir dayanma laması yerleştirilmiştir. Lamanın bir tarafı el fren levyesine, diğer tarafı ise karşı pabuca dayandırılmıştır. El freni levyesinin alt ucuna ise kablo ya da çubuk bağlanmıştır (Şekil 22). El freninin çekilmesi sonucu kablo, levyenin alt tarafını, sola doğru çekince, levye dayanak lamasını pabucu kampanaya dayayınca kadar sola doğru iter. Bu noktadan itibaren levyenin devam eden hareketi dayanak üzerinde mesnetlenmesini sağlar. Levyenin üst kısmına civata ile tespit edilen pabucu sağa doğru

kampanaya dayanıncaya kadar hareket ettirir. Levyenin daha da hareket etmesi iki pabuca birden frenleme kuvvetini verir.



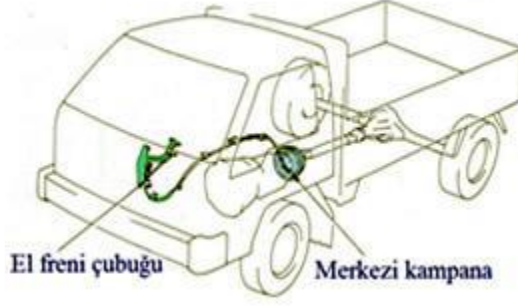
Şekil 22: Kampanalı fren sisteminde el freni kablosunun pabuçlar ile bağlantısı

**Diskli Fren Sisteminde El Freni:** Bu tip el frenlerinde el freni mekanizması, disk freninin kaliperinin içerisine monte edilmiştir. Levyenin hareketi levye milinin dönmesine neden olur. Mil ise pistonu hareket ettirir ve balata diske baskı yaparak frenleme sağlanır (Şekil 23). Balata zamanla aşınır, el freni kursu aşınma miktarına göre artar. Bu yüzden, otomatik bir ayar mekanizması mil kursunu her zaman sabit tutmak için, el freni mekanizması içerisine yerleştirilmiştir.



Şekil 23: Diskli tip fren sisteminde kullanılan el fren mekanizması

**Transmisyon Çıkış Mili Üzerine Yerleştirilen El Freni:** Bu el freni mekanizması transmisyonun çıkış mili üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 24).



Şekil 24: Transmisyon çıkış mili üzerine yerleştirilen el freni

Çıkış mili el freni düzeninin kampanasını taşır ve döndürür. Kampananın içine iki adet fren pabucu yerleştirilmiştir. Pabuçlar fren düzeninin dönmeyen elemanlarını oluşturur. El freni levyesi veya koluna bağlı olan bir kablo çekildiği zaman pabuçları açmaya çalışır ve frenleme sağlanır. Kampana pabuçlar tarafından tutulunca bütün hareket hattını sabit tutar ve hareketin arka tekerleklere geçmesini engeller.

### 3.3.9. Limitörler

Limitörler, aracın yük dağılımına uygun olarak frenleme sırasında fren ana merkezinden gelen basınçlı hidroliğin ön ve arka tekerleklere uygulanmasında miktarını ve zamanlamasını düzenler.

#### Türlerine Göre Yapıları ve Çalışmaları:

**Basınç oranlayıcı valf:** Araç, lastikle yol arasındaki sürtünme tarafından frenlenir. Sürtünme kuvveti yükü doğru orantılı olarak artırır. Motor genellikle aracın önünde olduğu için aracın ön tarafı arkasına oranla daha ağırdır. Araç frenlendiği zaman, aracın ağırlık merkezi öne kayar ve aracın önü büyük bir yüke maruz kalır ( Şekil 25).



Şekil 25: Frenleme esnasında araçta ağırlık dağılımı

Özellikle önden çekişli araçlarda ön taraf arka tarafa oranla daha ağırdır ve frenleme anında araç ağırlık merkezi öne doğru hareket eder. Bu hareketin sonucu olarak ön tarafın ağırlığı artarken arka tarafın ağırlığının azalmasına neden olacak ve ön tarafın frenleme gücü artarken arka tarafın frenleme gücü

azalacaktır. Ön ve arka lastiklerin aynı frenleme gücüne sahip olduğunu düşünülürse arka lastikler yükün azlığı nedeniyle erken frenleme yapacaktır. Bu nedenle arka lastikler kayar. Kayma sonucu lastiklerin yola tutunması zayıflar ve araç düz bir istikamette hareket etmez. Bu riski ortadan kaldırmak amacıyla arka lastiklerin ön lastiklerden önce devreye girmemesi için arka tekerleklere giden sistem üzerine bir valf yerleştirilmiştir. Bu tip bir donanıma “Basınç oranlama valfi” veya P valf adı verilir.

**Yüke göre basınç oranlayıcı valf:** Genellikle kamyonet, kamyon gibi araçlarda kullanılır. Arka tekerlekler üzerinde oluşan yük değişimlerine göre arka tekerleklere uygulanan hidrolik basıncı otomatik olarak ayarlar. Araç yüksüz durumda iken arka tekerleklere gelen yük azdır ve arka tekerlekler kolayca kilitlenebilir. Bu nedenle arka tekerleklere uygulanan fren basıncı düşürülmelidir. Ancak, araç yüklendiği zaman arka tekerleklere gelen yük artacağı için daha büyük bir frenlemeye ihtiyaç duyulacaktır.

Bu nedenle arka frenlere uygulanan basınç düşürme işleminin en aza indirgenmesi gerekir. Yük, arka dingille gövde arasına yerleştirilmiş olan bir algılama yayı tarafından hissedilir. Yük arttığında bu yay eğilerek basınç oranlayıcı valfin pistonunu hareket ettirir. Yükün miktarına bağlı olarak pistonda o oranda hareket eder. Pistonun hareket etmesine bağlı olarak geçiş yolu kesiti artırılarak basıncın düşmesi engellenmiş olur.

### 3.3.10. Fren Hidroliği

Fren hidrolik yağı, hidrolik fren sisteminde fren basıncının iletilmesinde kullanılır. Fren pedalına uygulanan kuvvetin bir hidrolik basıncına dönüştürülmesini ve bu basıncın tekerlek kaliper pistonlarına iletilmesini, böylece balataların diske bastırılarak frenlemenin yapılmasını sağlar.

Fren hidrolik yağı, aşındırıcı ve zehirli bir sıvıdır. İnsan vücuduyla veya boyalı yüzeylerle fren hidroliği temas ettirilmemelidir. İnsan vücuduyla temas halinde bol su ile yıkanıp hastaneye müracaat edilmelidir.

Fren hidroliği, fren sistemindeki metal parçaların paslanmasını ve oksidasyon oluşmasını engeller, sistemdeki plastik-kauçuk conta ve keçelerle uyumlu olarak çalışır. Fren sisteminde balatalarda sürtünmeden dolayı ve fren hidrolik sisteminde basınçtan dolayı yüksek sıcaklık oluşur, fren hidrolik yağı bu yüksek sıcaklıklarda stabil olarak, özelliğini kaybetmeden çalışabilmektedir.

Fren hidrolik yağları, su çeken (suyla karışmayı seven, suyla karışmaya meyilli) sıvılardır. Fren hidrolik yağına, havadaki nem (su) fren yağı rezervuar deposundan, bu deponun kapağının gevşek olmasından, depo kapağının açılıp uzun süre kapatılmamasından, sistemdeki boru ve hortumlardan, zamanla su karışır. Fren hidrolik yağına su karıştığında, sıvının kaynama noktası neredeyse yarı yarıya düşer. Fren hidrolik

yağının düşük sıcaklarda kaynama noktasına sahip olması demek, yağın içerisinde çok fazla hava kabarcığı ve buhar oluşması demektir. Sistemde buhar-hava olursa, frenler tutmaz veya çok zayıf tutar. Çünkü sıvılar sıkıştırılmaz ve basıncı aynen iletirken, hava sıkıştırılabilir; sistemde hava olursa frene basınca balatayı iteceğine, boru ve hortumların içinde havanın kendisi sıkışır ve fren tutmaz.

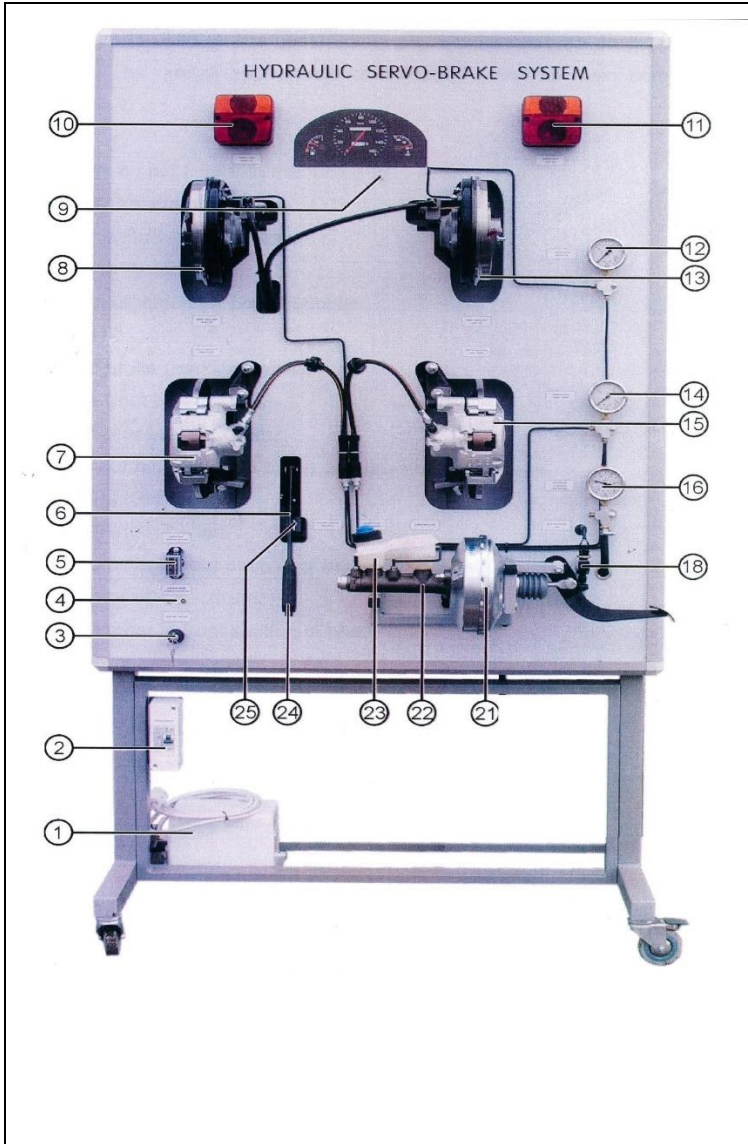
#### **Fren Hidrolik Yağında Bulunması Gereken Özellikler:**

- Sıcaklığa bağlı olarak değişmeyen viskozite
- Yüksek kaynama noktası (yaklaşık 300 oC )
- Düşük donma noktası (yaklaşık -60-70 oC)
- Fren sistemindeki hareketli parçaların yağlanması (örn: merkez ve tekerlek pistonları gibi)
- Aynı standartlarda fren hidrolik yağlarıyla karıştırılabilir olması

#### **4. DENEYİN YAPILIŞI**

Şekil 26'da deney panosunun önden fotoğrafı ve kısımları görülmektedir.





1. Vakum pompası
2. Ana şalter
3. Kontak anahtarı
4. Güç gösterge ışığı
5. Sigorta kutusu
6. El freni (Park freni)
7. Sağ ön fren - diskli
8. Sağ arka fren – tamburlu (kampanalı)
9. El freni ve düşük fren yağı seviyesi lambaları
10. Stop ışığı - sağ
11. Stop ışığı - sol
12. Arka fren akışkanı devresinin manometresi
13. Sol arka fren – tamburlu (kampanalı)
14. Ön fren akışkanı devresinin manometresi
15. Sol ön fren - diskli
16. Hidrovak devresindeki vakum ölçer – emme manifoldu
17. Stop ışıkları gösterge lambası
18. Stop ışıkları anahtarı
21. Hidrovak
22. Orantılı valfli fren ana merkez silindiri
23. Seviye göstergeli fren akışkan tankı
24. El freni kolu
25. El freni anahtarı

Şekil 26. Hidrolik servo fren sistemi standının bileşenleri ve yapısal elemanları

Deney iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm vakum pompası devrede değilken, ikinci kısımda ise vakum pompası devredeyken yapılır. Deney şu şekilde yapılır;

- Deney seti şebeke elektriğine bağlanır.
- Şalterler kaldırılarak deney setine elektriğin ulaşması sağlanır.
- Motor kontrolcüsünün yeşil tuşuna basılarak motor sürülmeye başlanır ve dolayısıyla motora bağlı ön sağ tekerin diski dönmeye başlar. Deneye motor kontrolcüsünün ekranındaki devir sayısı 50 Hz'e ulaştığında başlanabilir.
- İlk bölüm için, fren pedalına elle basılır ve disk tamamen durduğu anda dijital göstergelerdeki değerler okunarak not edilir. Fren akışkanı devresinin ön ve arka bölümüne bağlı manometreler ile fren servosuna bağlı manometredeki değişiklikler gözlenir.
- İkinci bölümde, vakum pompası aktif hale getirilir ve sonrasında birinci bölüm için tüm yapılanlar aynen tekrarlanır. Vakum pompasının aktif hale getirilmesi için panonun alt tarafında bulunan temsili araç kontağı (ignition switch) açık hale getirilir.
- Okunan değerler Tablo 1'e işlenir.

	1.Bölüm	2.Bölüm (Fren servosu aktif)
Ön fren devresi akışkan basıncı (bar)		
Arka fren devresi akışkan basıncı (bar)		
Fren servosu basıncı (bar)		
Diske tatbik edilen moment (Nm)		
Fren pedalına uygulanan kuvvet (N)		

**Tablo 1.** Okunan değerler

## **5. RAPOR İÇİN İSTENENLER**

- a. Tablo 1'i karşılaştırmalı olarak yorumlayınız.
- b. Fren balatasının yeterli frenleme kuvvetini oluşturamadığı ağır veya yüksek hızlı araçlarda güvenli frenleme için getirilen çözümlerden retarder'in çalışma prensibini şekil çizerek açıklayınız. Retarder'in genel faydası nedir.
- c. Kampanalı ve diskli fren sistemlerini ısınma-soğuma hızı, maksimum fren kuvveti oluşturabilme kapasitesi, üretim ve bakım maliyeti, montaj kolaylığı, kullanım yeri gibi açılardan kıyaslayınız.
- d. Fren servosunun (hidrovak) görevi nedir ve nasıl çalışır.

## **6. KAYNAKLAR**

- [1] MEB Motorlu Araçlar Teknolojisi, Fren Sistemleri, Ankara, 2013
- [2] Automotive Handbook 8th Edition, Robert Bosch GmbH, 2011
- [3] Hydraulic Servo-Brake System Manual
- [4] Şişli Meselki Eğitim Merkezi 2020 Nisan Uzaktan Eğitim Ders Notları
- [5] Fren Sistemleri Ders Sunumu, Prof. Dr. N. Sefa KURALAY