



ENERJİ TASARRUFU SAĞLAYAN TRANSMİSYON KONTROL VALFİ TASARIMI

Burak YERLİOĞLU
Turgay KOLCUOĞLU

ÖZET

Transmisyon kontrol valfleri; traktör hidrolik sistemlerinde kullanılan çeşitli transmisyon fonksiyonlarını kontrol etmeye yarayan içerisinde ihtiyaca göre selenoid valflerin, basınç arttırıcı valflerin, basınç düşürücü valflerin ve minimum basınç valflerinin bulunduğu hidrolik valflerdir. Basınç arttırıcı valfleri ihtiva eden valflerin kullanıldığı hidrolik sistemlerde, transmisyon fonksiyonlarının kontrol edilebilmesi için sabit bir basıncın sürekli oluşturulması gerekmektedir. Yaptığımız tasarım ile hidrolik sistemde basınç kullanılmadığı durumlarda düşük bir basınç üretilerek tasarruf sağlanırken, ihtiyaç olduğu hallerde transmisyon fonksiyonlarını devreye almaya yetecek kadar basıncın oluşmasına imkan sağlanmaktadır. Bu bildiride düşük basınç sağlayan valfin tasarım ve test süreçlerinden bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: Transmisyon kontrol valfi, Basınç arttırma valfi, Enerji tasarrufu.

ABSTRACT

Transmission control valves are the hydraulic valves needed to control the various transmission functions used in tractor hydraulic systems, including solenoid valves, pressure increasing valves, pressure reducing valves and minimum pressure valve. In hydraulic systems where valves containing pressure increasing valves are used, a constant pressure must be continuously established in order to control the transmission functions. Our design enables sufficient pressure generation to commission the transmission functions in case of pressure need whereas it generates low pressures when there is no pressure demand in the system, saving energy. In this study, the design and test processes of the valve producing low pressure shall be mentioned.

Key Words: Transmission control valve, Pressure increasing valve, Energy saving.

1. GİRİŞ

Transmisyonun kuyruk miline hareket verme, iki çeker-dört çeker dönüşümü yapma, traktörün ileri geri hareket yönünü belirleme, diferansiyel kilitleme gibi birtakım fonksiyonlarının kontrolü yeni nesil traktörlerde kullanılan hidrolik kontrol blokları sayesinde elektro-hidrolik olarak yapılabilmektedir. Hidrolik kontrol bloklarında kullanılan selenoid valfler ile bir düğme yardımıyla bu fonksiyonları yerine getirmek için kullanılan tek etkili silindirlere gerekli basınç gönderilmektedir. Kullanılan selenoid valfler; üç yollu iki konumlu kartuş tipi valflerdir.

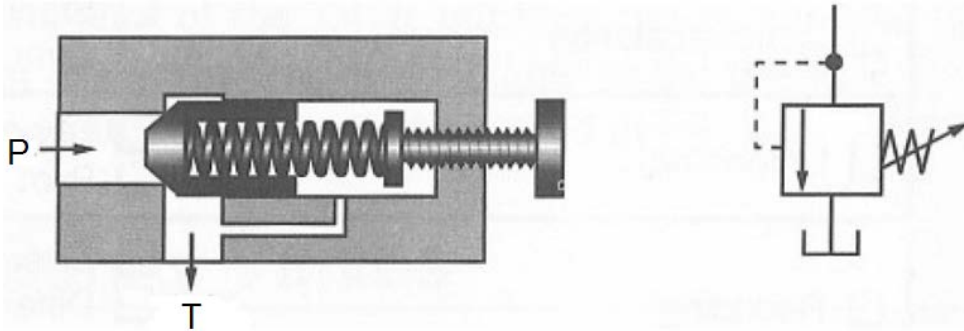
Bu fonksiyonları kontrol etmek için gerekli olan basınç genellikle 18-20 bar civarındadır ve bu basıncı istenilen değerlerde tutabilmek için üç farklı yöntem vardır. Bunlardan birincisi: basınç arttırıcı valfi hatta seri olarak bağlayarak istenilen basıncı oluşturmak, ikincisi: basınç düşürücü valfi hatta paralel bağlayarak hidrolik hat üzerinde oluşan basıncı istenilen basınç değerlerine düşürerek kullanmak, üçüncüsü ise minimum basınç valfi kullanarak basıncın istenilen minimum basınç değerinin altına düşmesini engellemektir.

Yaptığımız çalışma ile basınç arttırıcı valflerin kullanıldığı sistemlerde yakıt tasarrufu sağlanmaktadır. Transmisyon fonksiyonlarının kontrolünde kullanılan bu valfler, traktör kullanım ömrünün %60-70' inde devre dışıdır. Bu sebeple bu fonksiyonların kullanılmadığı durumlarda çalışma basıncının oluşturulmasına gerek yoktur. Yapılan tasarım ile 18-20 bar olan basınç, basıncın gerekli olmadığı durumlarda 2-4 bar civarına düşürülerek yakıt tasarrufunun sağlanması amaçlanmıştır.

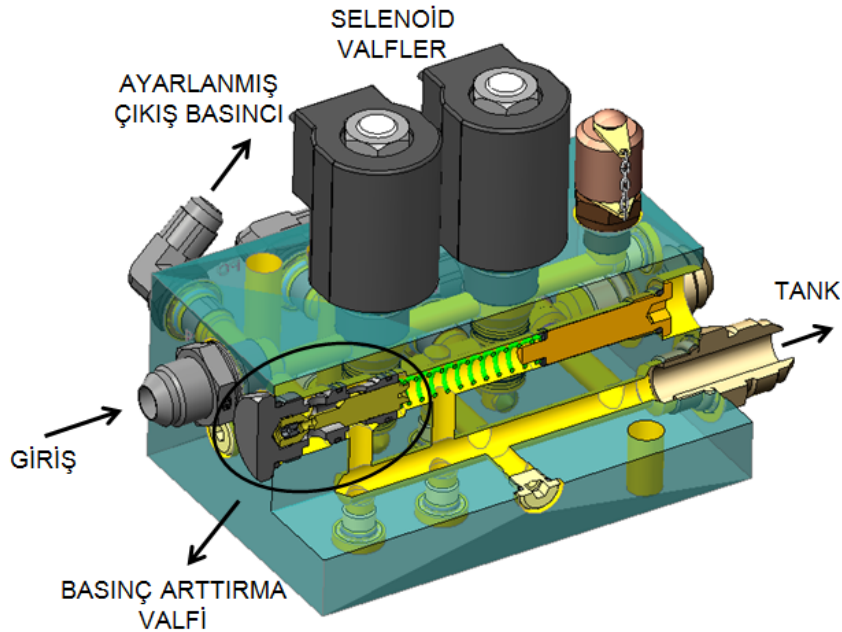
2. BASINÇ ARTTIRICI TİP HİDROLİK KONTROL VALFİ

Basınç arttırıcı tip hidrolik kontrol valfleri, hidrolik sistemde tank hattına seri olarak bağlanırlar. Pompadan gelen tüm debi bu valf üzerinden geçer ve sistem çıkışındaki tank hattı basıncını arttırlar. Oluşan basınç, selenoid valfler aracılığıyla transmisyon fonksiyonunu sağlayan silindirlere yönlendirilir.

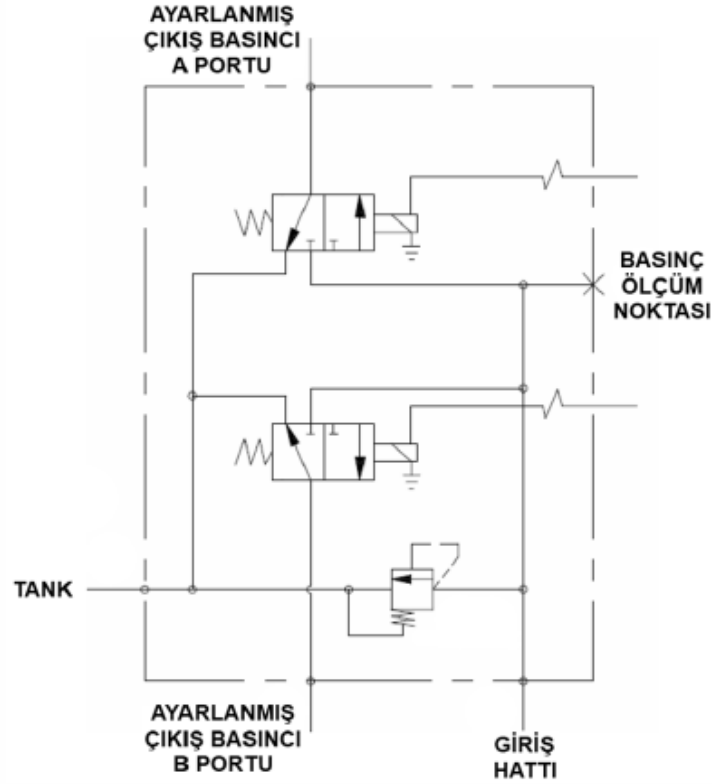
Basınç arttırma valfi şematik olarak Şekil 1' de gösterilmiştir. Bu valf direkt uyarılı emniyet valfi gibi çalışır fakat direkt uyarılı emniyet valflerinin kullanım amacı sisteme paralel olarak bağlanarak sistemi yüksek basınçlardan korumak iken, basınç arttırma valfleri hidrolik sistemin tank hattına seri olarak bağlanarak tank hattını basınçlandırır ve işi yapacak olan silindir için gerekli olan basıncı sağlar. Pompa çalışmaya başladığında üretilen debi, basınç arttırma valfinin sürgüsünün ön tarafına gelir ve burada sürgünün arkasındaki yay kuvveti kadar basınç oluşur. Oluşan basınç sürgüyü hareket ettirerek tank hattının açılmasını sağlar. Yağ buradan tanka tahliye olur. Sürgünün giriş hattını tanka açması için gerekli olan basınç değeri istenen ayar basıncına eşittir ve bu basınç değeri sürgüyü iten yay kuvveti ile istenildiği gibi ayarlanabilir. [1]



Şekil 1. Basınç arttırma valf modeli ve hidrolik sembolü [2]



Şekil 2. Basınç arttırıcı tip hidrolik kontrol valfi

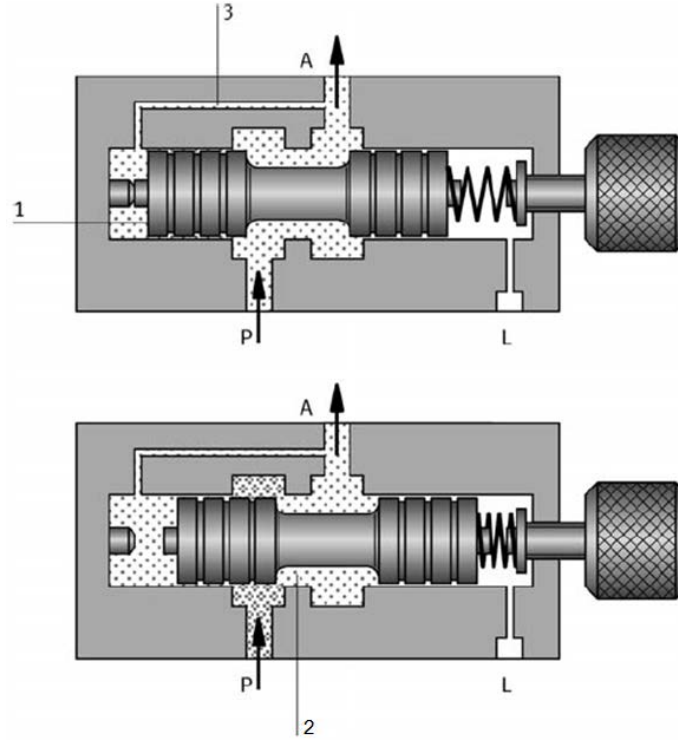


Şekil 3. Basınç arttırıcı tip hidrolik kontrol valfi devre şeması

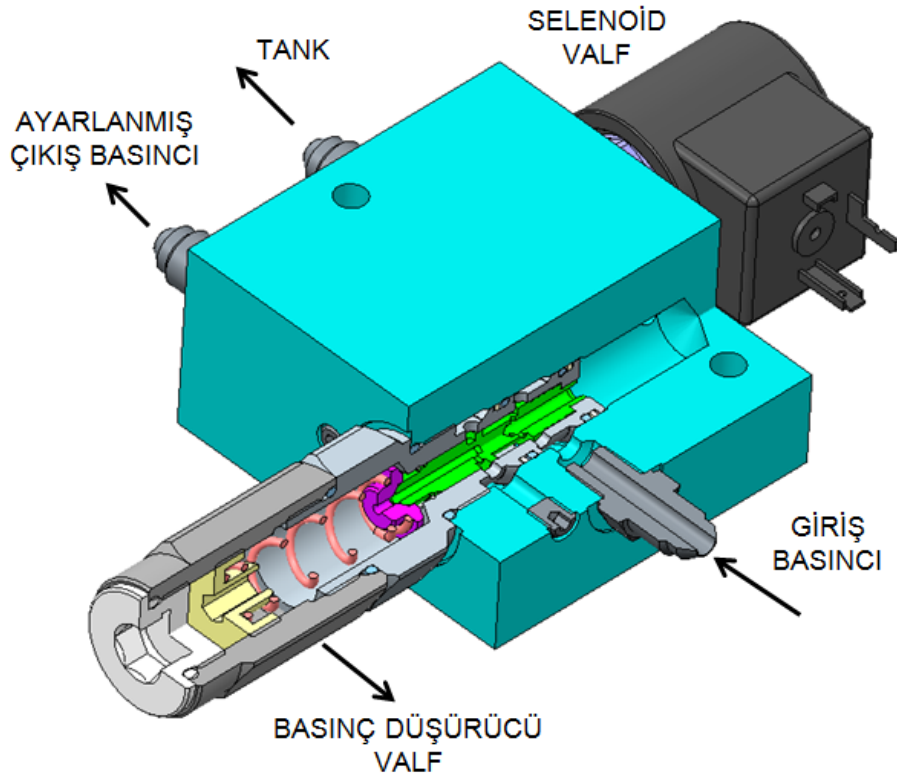
3. BASINÇ DÜŞÜRÜCÜ TİP HİDROLİK KONTROL VALFİ

Basınç düşürücü tip hidrolik kontrol valflerinde basınç düşürücü valfler, hidrolik sisteme paralel olarak bağlanır ve sistem basıncını kullanırlar. Bu tip hidrolik kontrol valflerinin kullanıldığı hidrolik sistemlerde sistem üzerindeki basınç değerinin minimum motor devrinde, sistemdeki dirençlerden kaynaklı basınç kaybı, istenen çıkış basıncından büyük olmalıdır. Basınç arttırıcı tip hidrolik kontrol valflerinde olduğu gibi elde edilen çıkış basıncı, selenoidler yardımıyla silindirlere iletilir.

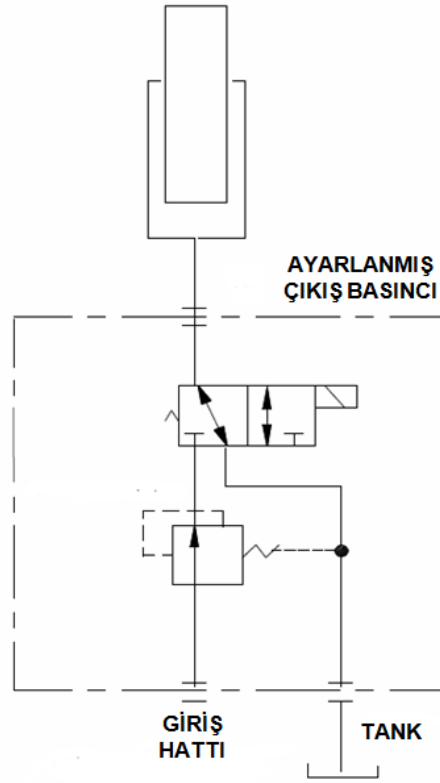
Basınç düşürücü valf, normal pozisyonunda açıktır. Şekil 4' te görüldüğü gibi çıkıştaki (A) basıncı, bir kontrol hattı (3) üzerinden piston yüzeyine (1) etki ettirilir. Bu şekilde meydana gelen kuvvet, belirli bir değere ayarlanmış olan yay kuvveti ile karşılanır. Piston yüzeyine etkiyen kuvvetin, ayarlanmış olan yay kuvvetini aşması durumunda valf kapanmaya başlar. Kuvvet dengesi kuruluncaya kadar piston, yay kuvvetine karşı ekstenel olarak hareket eder. Bu şekilde akışkanın geçtiği kesit daralır ve basınç düşmesi meydana gelir. Çıkıştaki (A) basıncın yükselmeye devam etmesi halinde valf tamamen kapanır. Valfin girişinde, (P) birinci kontrol devresindeki basınç ve çıkışında (A) basınç ayar valfi ile ayarlanan basınç hakimdir. [3]



Şekil 4. Basınç düşürücü valf modeli ve hidrolik sembolü [3]



Şekil 5. Basınç düşürücü tip hidrolik kontrol valfi

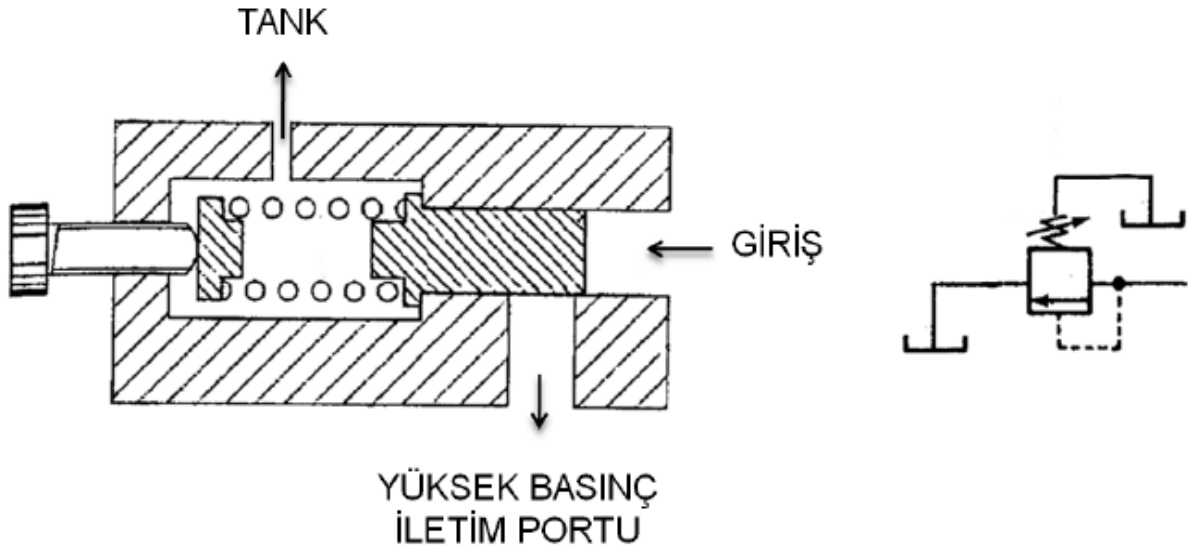


Şekil 6. Basınç düşücü tip hidrolik kontrol valfi devre şeması

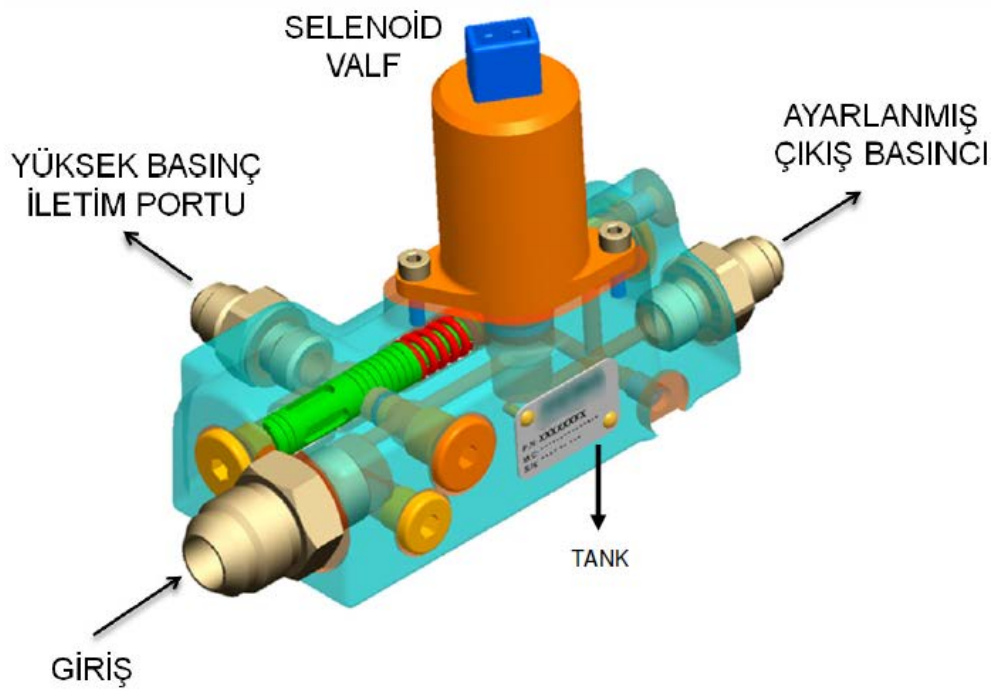
4. MİNİMUM BASINÇ VALFLİ TİP HİDROLİK KONTROL VALFİ

Minimum basınç valfli hidrolik kontrol valfleri, transmisyon fonksiyonlarının kontrolünde kullanılan valf tiplerinden biridir. Bu valfler, hidrolik sistemlerde hatta seri olarak bağlanırlar ve basınç artırıcı valfte olduğu gibi valf girişindeki basıncı artırarak silindirlere selenoidler yardımıyla yönlendirirler. Minimum basınç valfi sayesinde valf girişindeki basıncın ayarlanan minimum değerin altına düşmesi engellenir.[4]

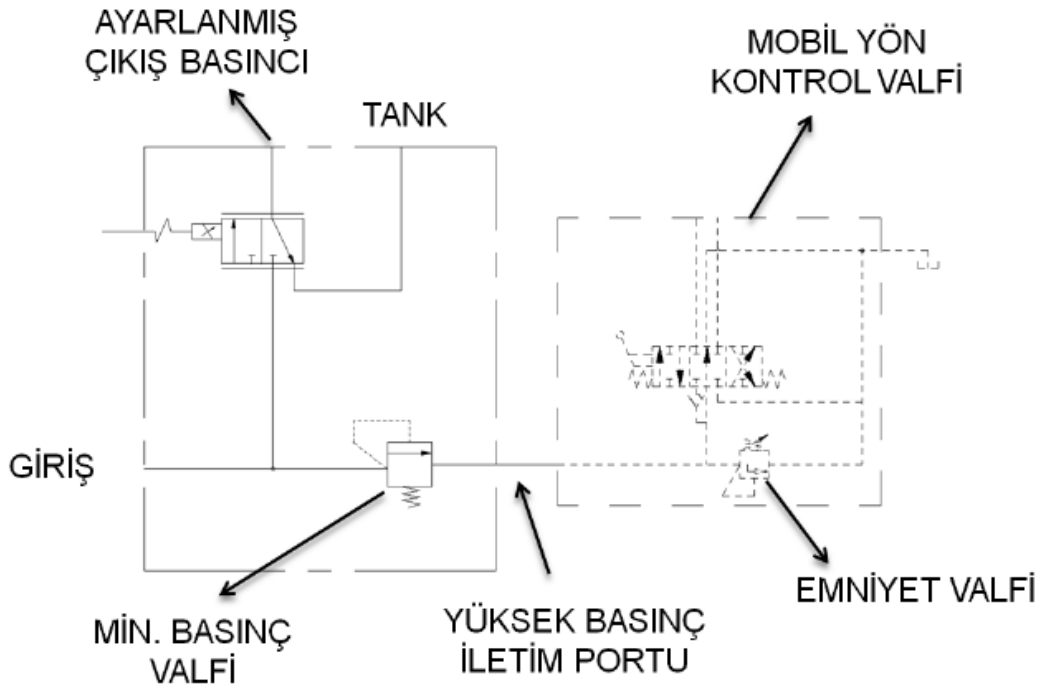
Minimum basınç valflerinde Şekil 7' de görüleceği üzere valfe giren debi valf sonrasında tanka değil, yüksek basınç iletim portu olarak adlandırılan Şekil 9' daki hidrolik devre şemasında da görülen başka valfi besleyen porta yönlendirilir. Yayın bulunduğu alanda basınç oluşmasını engellemek için de bu bölge doğrudan tanka bağlanmaktadır. Minimum basınç valfi, basınç artırma valfinden farklı olarak; çıkış portu yağı, tank portuna değil de mobil valfe gönderdiğinden mobil valf üzerinde oluşan basınç doğrudan minimum basınç valfini de etkilemektedir. Oluşan basınç sürgünün arkasına gönderilmediğinden sürgüyü kapamaya değil daha çok açmaya yardımcı bir kuvvet oluşturmaktadır. Bu sayede minimum basınç valfinin yüksek basınç iletim portunda basıncın sıfır olduğu durumda sürgüyü kapamaya çalışan yay kuvvetinden dolayı girişte oluşturduğu basınç, sistem basıncına ilave olmamaktadır. Bir örnek ile açıklamak gerekirse, yüksek basınç iletim portundaki basınç değeri 0 ise ve minimum basınç valfi 20 bar' a ayarlanırsa, pompa çıkışında basınç değeri 20 bar olarak okunur. Mobil valf üzerindeki sistem emniyet valfi ayar basıncı da 180 bar olarak ayarlanırsa mobil valfin devreye girip sistem emniyet valfi basıncının maksimum değere ulaştığı durumda pompa çıkışında okunan basınç değeri sistem emniyet valfi basıncına eşit olur. Halbuki bu durumda basınç artırma valfi kullanılmış olsaydı pompa çıkışında okunan değer sistem emniyet valfinden oluşan basınç değeri 180 bar + basınç artırma valfi ayar basıncı 20 bar toplamda 200 bar olacaktı. Böylece sistem fazladan 20 bar ile yüklenecek ve bu durum fazladan yakıt sarfiyatına sebep olacaktı.[4]



Şekil 7. Minimum basınç valfi modeli ve hidrolik sembolü [4]



Şekil 8. Minimum basınç valfli tip hidrolik kontrol valfi [4]



Şekil 9. Minimum basınç valfli tip hidrolik kontrol valfi devresi şeması [4]

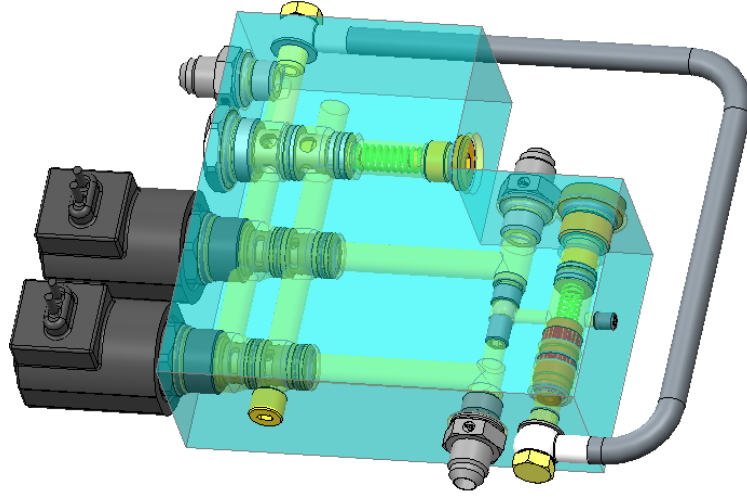
5. DÜŞÜK BASINÇ KAYIPLI HİDROLİK KONTROL VALFİ

Transmisyonlarda kullanılan, çift çeker ve diferansiyel kilidini kontrol eden valflerde sistemin görevini yerine getirebilmesi için sabit bir basıncın sürekli olarak oluşturulması gerekmektedir. Daha önce Bölüm 2' de bahsedildiği gibi bu basıncı elde etmek için kullanılan hidrolik kontrol valfi tiplerinden biri basınç arttırıcı tip hidrolik kontrol valfidir. Gerekli olan basıncı oluşturmak için kullanılan ve sisteme seri olarak bağlanan basınç arttırıcı valfler sistemin ihtiyacı olan basıncı sürekli olarak üretmektedirler. Ancak bu basınç kullanım ömrünün kısa bir kısmında aktif olarak kullanılırken, geri kalan kısmında kullanılmamasına rağmen yine de üretilmektedir. Bu durum sistemde enerji kaybına sebep olmaktadır. Yaptığımız tasarım ile hidrolik sistemde, basınç kullanılmadığı durumlarda düşük bir basınç üretilirken ihtiyaç olduğu hallerde sistemi devreye almaya yetecek basınç oluşturulmaktadır.

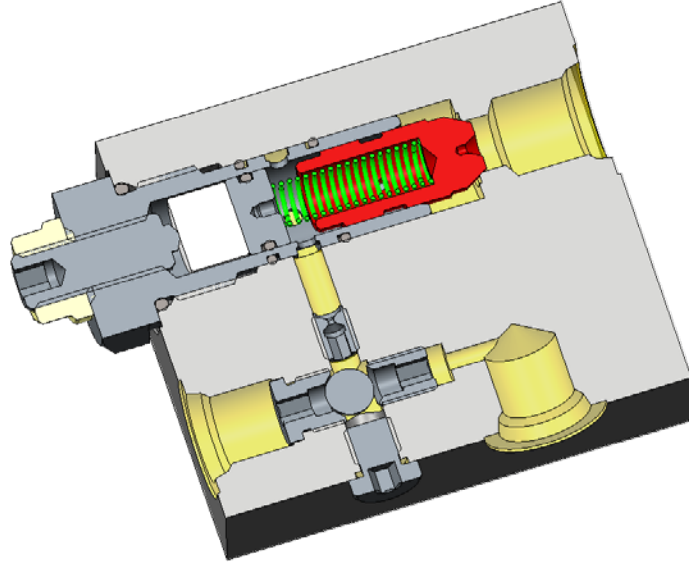
5.1. Düşük Basınç Kayıplı Hidrolik Kontrol Valfi Çalışma Prensibi

Yeni tasarlanan valfte, basınç arttırma valfi ve selenoid valflere ek olarak bir adet pilot ile kapanan çek valf ve pilotu kontrol eden seçici valf ilave edilmiştir. Sistemi oluşturan tüm elemanlar (basınç arttırıcı valf, selenoid valfler, seçici valf, pilot ile kapanan çek valf) Şekil 10' da olduğu gibi tek bir gövdenin içinde olabileceği gibi Şekil 11' deki gibi ayrı ayrı veya farklı gruplar halinde tasarlanabilir.

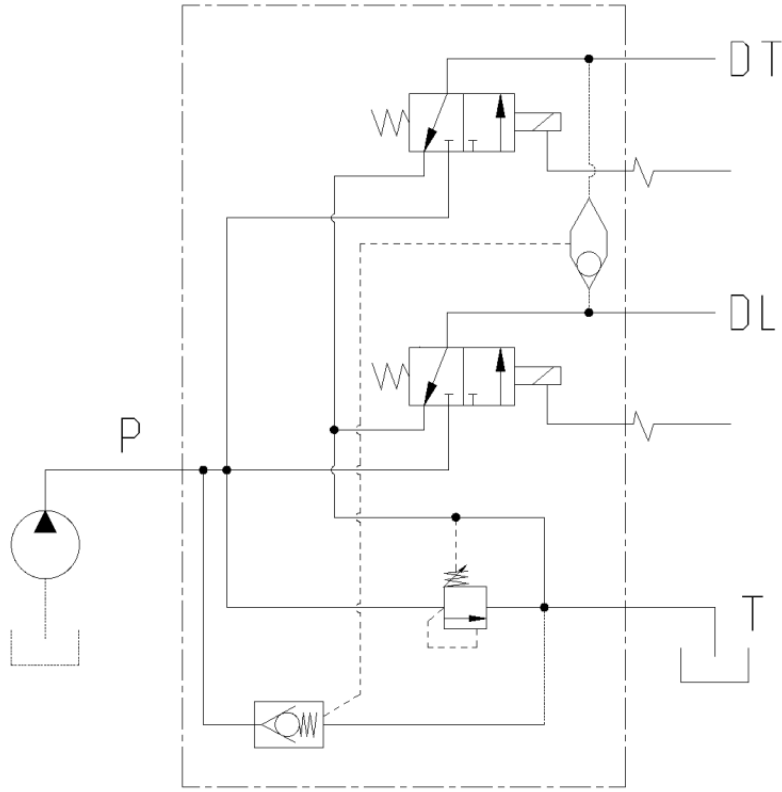
Mevcut sisteme ilave edilen seçici valf ve pilot ile kapanan çek valf sayesinde sistemin ihtiyacı olmadığı hallerde çek valf pilotunun kesilmesi ile çek valf açılır ve çok düşük bir basınçla yağın tanka tahliye edilmesi sağlanır. Çek valfin pilot hattı fonksiyon portlarına bağlanarak ve seçici valf ile kontrol edilerek fonksiyon portlarından herhangi birinin veya tamamının basınç ihtiyacı olması durumunda çek valf kapatılarak sistemin ihtiyacı olan basıncın oluşmasına imkan sağlanır.



Şekil 10. Düşük basınç kayıplı hidrolik kontrol valfi

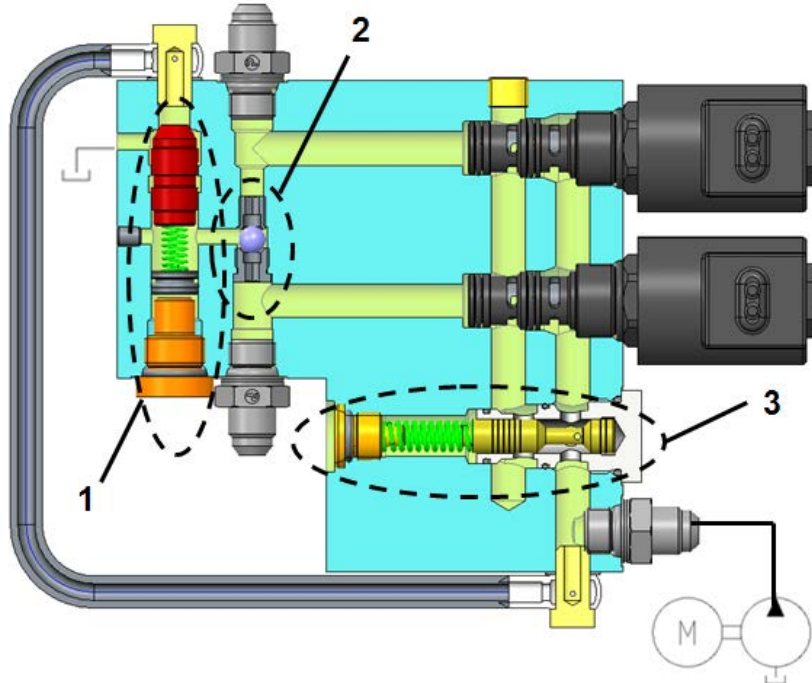


Şekil 11. Seçici valf ve pilot ile kapanan çek valf bloğu



Şekil 12. Düşük basınç kayıplı hidrolik kontrol valfi devre şeması

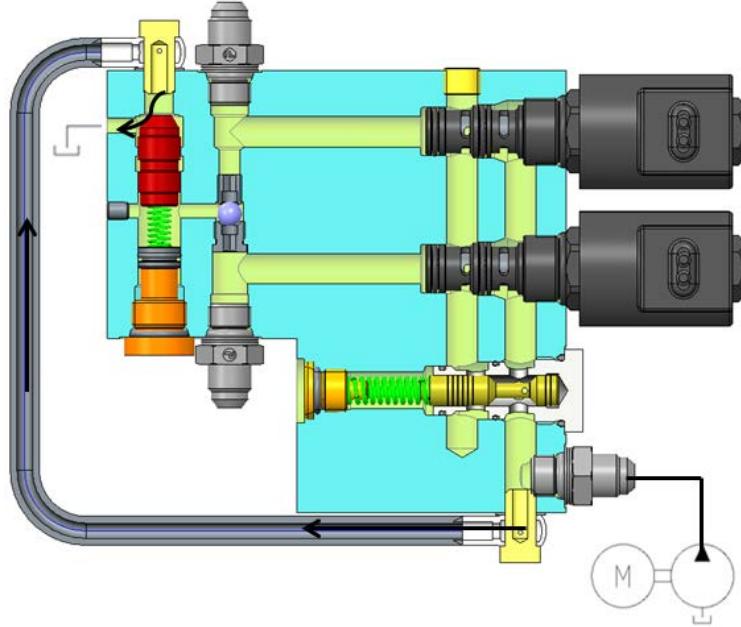
Şekil 13' te tüm valflerin devre dışı olduğu ve pompanın çalışmadığı durum gösterilmiştir. Bu konumda sistemde yağ yoktur ve selenoid valfler deaktif konumdadır.



Şekil 13. Düşük basınç kayıplı hidrolik kontrol valfi nötr durumda

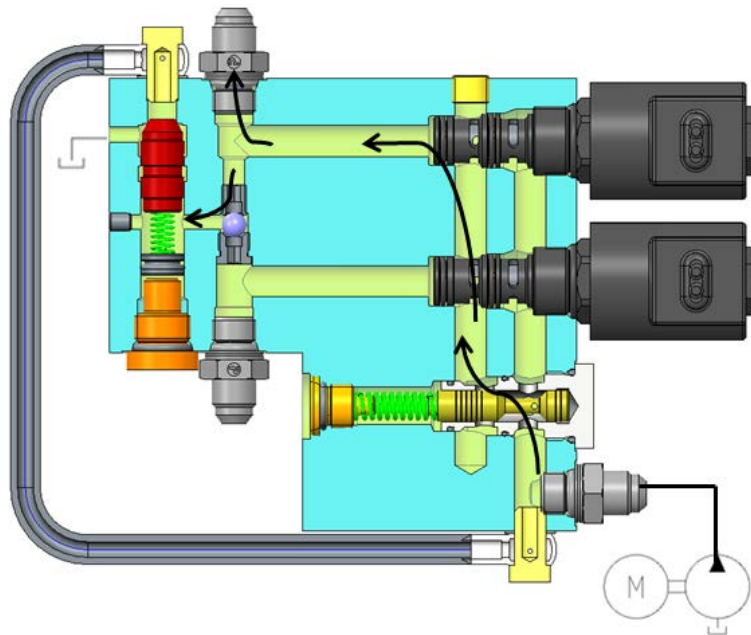
- 1- Pilot ile kapanan çek valf
- 2- Seçici valf
- 3- Basınç arttırma valfi

Şekil 14' te pompa, sistemi beslemeye başlamıştır. Selenoid valflere enerji verilmemiştir. Bu durumda pilot ile kapanan çek valfin pilot hattı, seçici valf ve iş hatları selenoid valfler üzerinden tank hattına açıktır. Pilot ile kapanan çek valf, basınç artırma valfinden daha düşük bir basınçta sahip olduğundan, yağ basınç iletim hattı üzerinden pilot ile kapanan çek valfe, buradan da düşük basınç ile tanka tahliye olacaktır. Bu durumda sistemin yüksek basınçta ihtiyacı yoktur, ihtiyaç olmayan bu basınç sürekli üretilmeyerek boşa enerji harcanmamış olacaktır.



Şekil 14. Selenoid valflere enerji verilmemiş durumda

Şekil 15' te selenoid valflerin biri veya her ikisine enerji verilerek iş portlarına yüksek basınçlı yağ sağlanan durum gösterilmiştir. Bu durumda pilot ile kapanan çek valfin ürettiği düşük basınç, pilot ile kapanan çek valfin pilot hattına selenoid valfler tarafından iletilir. Seçici valf duruma göre basıncı pilot ile kapanan çek valfin pilot hattına yönlendirecektir. Bu sayede pilot ile kapanan çek valfin sürgüsünün iki tarafında basınç eşit olacaktır ve yay kuvveti ile birlikte çek valf popeti, hattı körlemiş olacaktır. Bu sayede yağ, basınç artırma valfi üzerinden yüksek basınç ile selenoid valflere, iş hatlarına ve iş portlarına gönderilecektir. Fazla olan yağ ise tanka tahliye edilecektir.



Şekil 15. İş portuna yağ gönderildiği durumda

5.2. Düşük Basınç Kayıplı Hidrolik Kontrol Valfi Testi

Transmisyon fonksiyonlarının kullanılmadığı durumlarda gereksiz basınç oluşumunu engelleyen Şekil 11' deki seçici valf ve pilot ile kapanan çek valf bloğu ile birlikte çalışan basınç arttırıcı tip hidrolik kontrol valfi, aşağıda belirtilen koşullarda selenoidlere enerji verilmediği durumda ve selenoidlere enerji verilerek iş portlarına yağın yönlendirildiği durumda test edilmiştir.

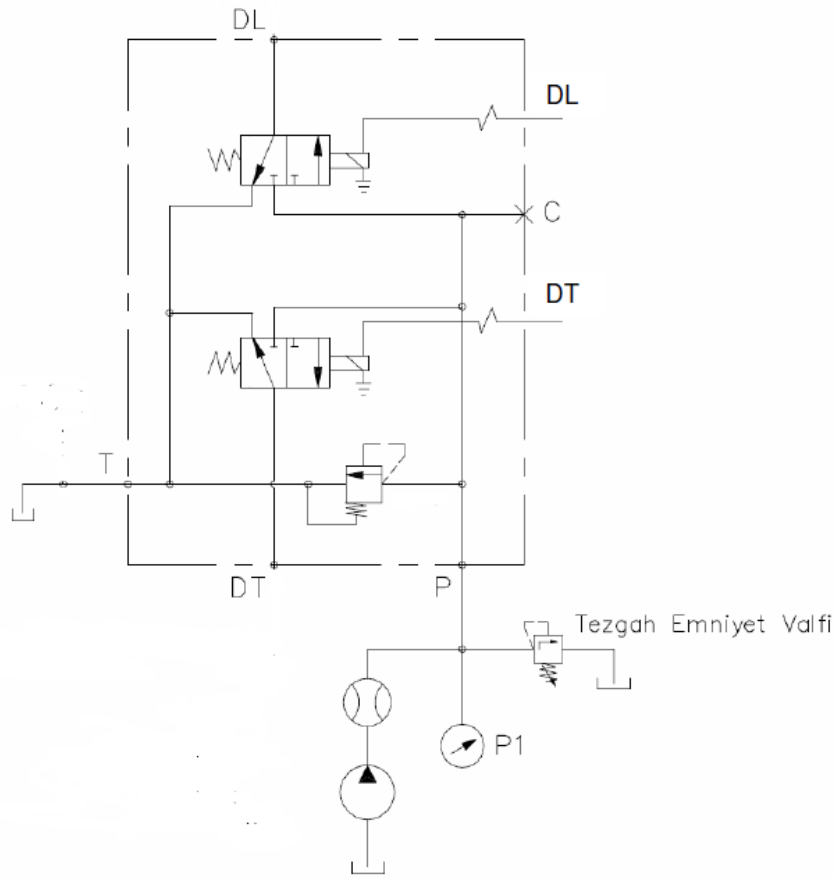
Test Şartları:

Testte kullanılan yağ: ISO VG37

Yağ sıcaklığı: 50-55°C

Selenoid beslemesi: 12 VDC

Selenoid bağlantısı: Amp Junior Timer



Şekil 16. Hidrolik kontrol valfi test devre şeması

İlk önce selenoidlere enerji verilerek, pompadan gelen yağ iş portlarına yönlendirildi ve belirli debilerde oluşan basınç değerleri kaydedildi. Ardından selenoidlere enerji verilmediği durumda pompadan gelen debi, pilot ile kapanan çek valf bloğun üzerinden tanka tahliye edildi ve bu durumda oluşan basınçlar aynı debilerde kaydedildi. Tablo 1' de görüldüğü gibi transmisyon fonksiyonlarının çalışmadığı durumlarda sistem çalışma basıncının 2-4 bar seviyelerine düştüğü görüldü.

**Tablo 1.** Basınç-debi ölçümleri

Solenoid aktif konumda		Solenoid deaktif konumda	
Q (l/dak)	P (bar)	Q (l/dak)	P (bar)
5	18,1	5	2,7
10	18,7	10	2,9
15	19,2	15	3,2
20	19,6	20	3,6
25	20,1	25	3,9

SONUÇ

Traktörlerde iki çeker-dört çeker dönüşümünü ve diferansiyel kilidini devreye alıp çıkartmak için kullanılan hidrolik kontrol valflerinde 19 bar basıncı oluşturmak için 0,56 kW enerji üretilmesi gerekmektedir. 100 HP gücünde bir traktör baz alındığında, bu enerjiyi üretebilmek için 0.18 litre/saat yakıt tüketimi yapılmaktadır. Ancak bu valf traktör kullanım ömrünün %60-70' inde devre dışıdır. Transmisyon fonksiyonlarının kullanılmadığı durumlarda, yeni tasarım ile birlikte bu basınç 3 bar' a düştüğü durumda, yakıt tüketimi 0,028 litre/saat olacaktır. Traktörün çalışma ömrünü 10.000 saat olarak kabul edersek 1060 litre yakıt tasarrufu sağlanmış olacaktır.

KULLANILAN KISALTMALAR

- P : Valf girişi
T : Tank hattı çıkışı
DL : Diferansiyel kilitleme (differential lock)
DT : Çift çeker (double tracking)
Q : Debi (l/dak)

KAYNAKLAR

- [1] ROHNER Peter, Endüstriyel Hidrolik, MEB, 1994.
[2] FITCH, E.C., HONG, I.T., "Hydraulic Component Design and Selection", BarDyne, Inc 2004.
[3] MERKLE, D., SCHRADER, B., THOMES, M., "FESTO Hydraulics Basic Level", 2003.
[4] KOLCUOĞLU, T., SOYHAN, H., ÖZER, M., "A Newly Design Transmission Controlling Hydraulic Control Valve", SEEP2016, 2016.

ÖZGEÇMİŞ

Burak YERLİOĞLU

1991 yılında Çorlu/Tekirdağ'da doğdu. Lise öğrenimini Tekirdağ Fen Lisesinde tamamladı (2005–2009). 2014 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Çalışma hayatına 2014 yılında Tasarım Mühendisi olarak Hema Endüstri A.Ş.'de çalışmaya başladı ve halen aynı firmada, aynı görevde çalışmaktadır.

Turgay KOLCUOĞLU

1983 yılında Çorlu/Tekirdağ'da doğdu. Lise öğrenimini Çorlu Ticaret Borsası Anadolu Lisesinde yaptı(1996–2000). 2006 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Ağustos-Şubat 2006'da kısa dönem askerlik görevini tamamladı. 2007 yılında Çorlu'da Canlar Makine A.Ş.'de Tasarım Mühendisi olarak işe başladı. 2009 yılında Çorlu'da Dilmenler Makine A.Ş.'de yine tasarım mühendisi olarak işe başladı. 2010 yılında Tasarım Mühendisi olarak Hema Endüstri A.Ş.'de çalışmaya başladı ve halen aynı firmada Hidrolik Sistemler ve Rotorlu/Pistonlu Pompa-Motor Yöneticisi olarak çalışmaktadır.