



KAZICI YÜKLEYİCİ İŞ MAKİNELERİNDE KOLTUK ÜSTÜ JOYİSTİK UYGULAMASI

JOYSTICK APPLICATION ON SEAT FOR BACKHOE LOADER

Emirhan Şahin
Seyfettin Özlü
Fatma Öz
Ferhan Fıçıcı

ÖZET

Bu çalışmada, kazıcı yükleyici iş makinesi kabini içerisinde bulunan ve servis hatlarının (ataşmanların) kontrolünü sağlayan joyistiklerin, kendi ekseninde 180 derece dönebilen operator koltuğu üzerine entegrasyonları değerlendirilmiştir. Değerlendirme, hidrolik ve elektronik sistem tasarımlarının tamamlanması ve bu sistemlerin makineye adaptasyonları sağlanarak yapılmıştır. İş makinelerinde kullanılan pilot hidroliği sistemlerinin genel çalışma prensiplerine bağlı kalınarak koltuk dönüşü ile birlikte gelen farklı servis kanallarını kontrol edebilme ihtiyacının karşılanması ve aynı zamanda gerekli güvenlik önlemlerinde sağlanması hedeflenmiştir. Deneysel çalışmalar Hidromek firmasının bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın genel amacı operatörün konfor bölgeleri ve kumandalara erişimi ile ilgili standartlara uygun olarak ergonomi ve konfor sağlamaktır. Yine bu sistem sayesinde makine kabinleri daha kompakt ve verimli kullanıma uygun hale getirilebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Hidrolik, Kazıcı yükleyici iş makineleri, Pilot hidrolik sistemleri, Kabin içi ergonomi, Hidrolik yön kontrol valfleri,

ABSTRACT

In this study, the integration of the joysticks, which control the service lines (attachments) in the backhoe loader construction equipment cabin, on the operator's seat, which can rotate 180 degrees on its own axis, has been evaluated. The evaluation was made by completing the hydraulic and electronic system designs and ensuring the adaptation of these systems to the machine. Adhering to the general operating principles of the pilot hydraulic systems used in construction machinery, it is aimed to meet the need to control the different service channels that come with the seat rotation and to provide the necessary safety measures at the same time. Experimental studies were carried out in a domestic construction equipment company. The general aim of the study is to provide ergonomics and comfort in accordance with the standards related to the operator's comfort zones and access to the controls. Also, thanks to this system, machine cabins will be made more compact and suitable for efficient use.

Key Words: Hydraulic, Backhoe loader construction equipment, Pilot hydraulic systems, In-cab ergonomics, Hydraulic directional control valves,

1. GİRİŞ

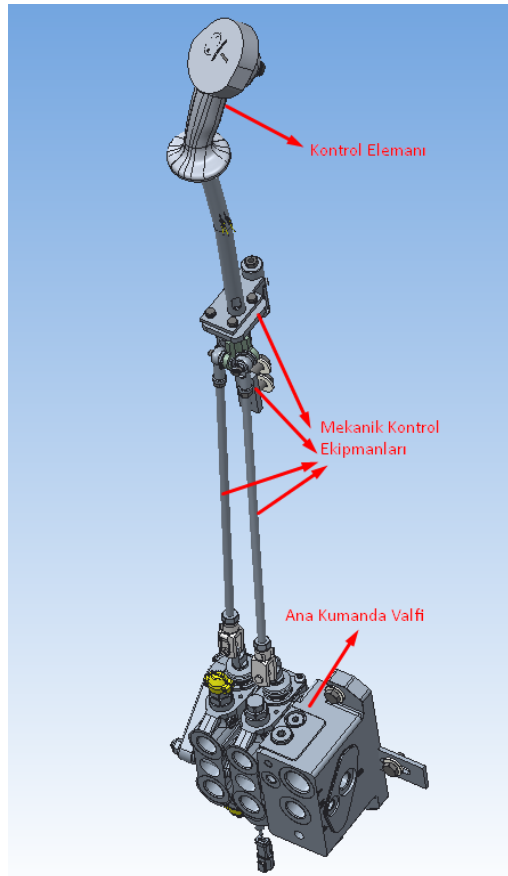
Hidrolik sistemler günümüz dünyasında pek çok sektörde kullanıldığı gibi iş makinesi sektöründe de yoğunlukla kullanılmaktadır. İş makineleri çalıştıkları alanlara göre yüksek güç ve verimlilik ihtiyacına sahiptir. Temelde hidrolik sistemlerde kullanılan akışkanların yönlendirilmesi sonucunda oluşan basınç ve kuvvet bu ihtiyaçları karşılayan en verimli sistemlerden birisidir.

Kazıcı Yükleyici olarak tabir edilen iş makineleri, mobil hidrolik sistemlerinin daha iyi kavranabilmesi adına doğru örneklerden birisidir. Gelişen dünyamızdaki teknolojik atılımlar sayesinde bu makine grubunda da kullanılan hidrolik sistemler, elektronik biliminin hidrolik bilimi ile ortak çalışması ile birlikte önemli bir boyutta gelişmiştir. Bugün gelinen noktada, arka ataşmanları ile kazı, ön ataşmanları ile yükleme faaliyetlerini gerçekleştiren, üzerine tanımlanan opsiyon ataşmanlar ile farklı fonksiyonlarda görevler yerine getirebilen kazıcı yükleyici iş makineleri, fren ve direksiyon sistemleri de dahil olmak üzere tüm bu uygulamaları hidrolik komponentler ve elektronik destekler sayesinde sağlamaktadır.

Kazıcı Yükleyici iş makinelerinin ataşman kontrolleri kabin içerisinde bulunan joyistikler aracılığı ile sağlanmaktadır. Bu joyistikler silindirlere yağ gönderimini sağlayan ilgili komponentleri tetiklemek ile görevlidir. Bu tetikleme işlemi 3 farklı metot ile yapılabilir:

1. Mekanik kontrollü sistemler
2. Elektronik kontrollü sistemler
3. Pilot (hidrolik) kontrollü sistemler

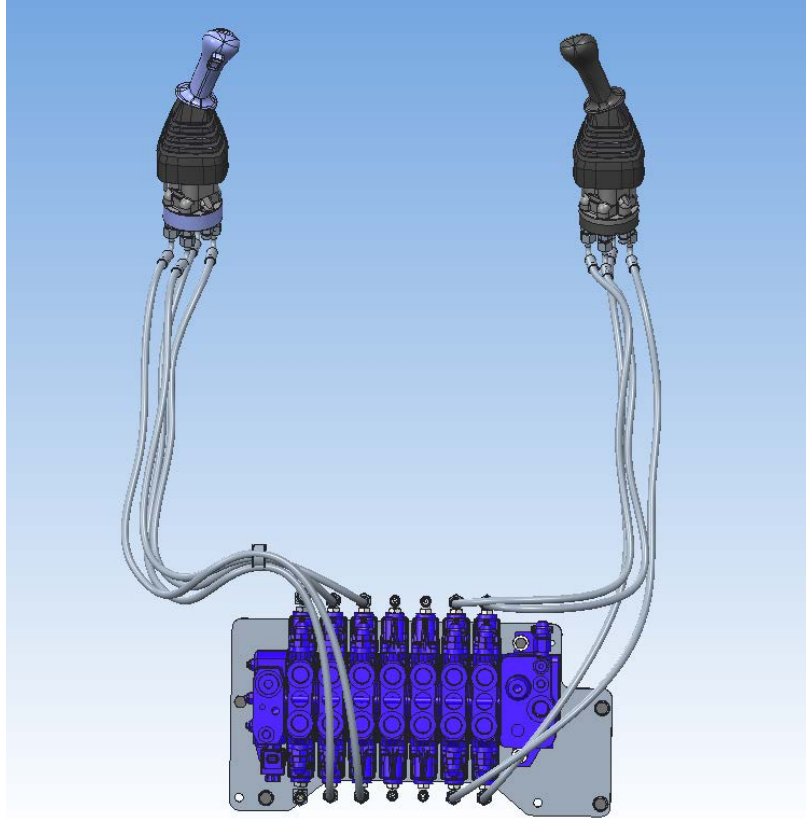
Mekanik kontrollü sistemlerde kontrol elemanı ile ana kumanda valfleri arasındaki iletişim mekanik olarak sağlanır. Bu sistemlerde küresel mafsallar, kumanda çubukları vb mekanik parçalar vardır. Bu parçalar kumanda valfinin ilgili dilimini mekanik olarak tetiklemektedir.



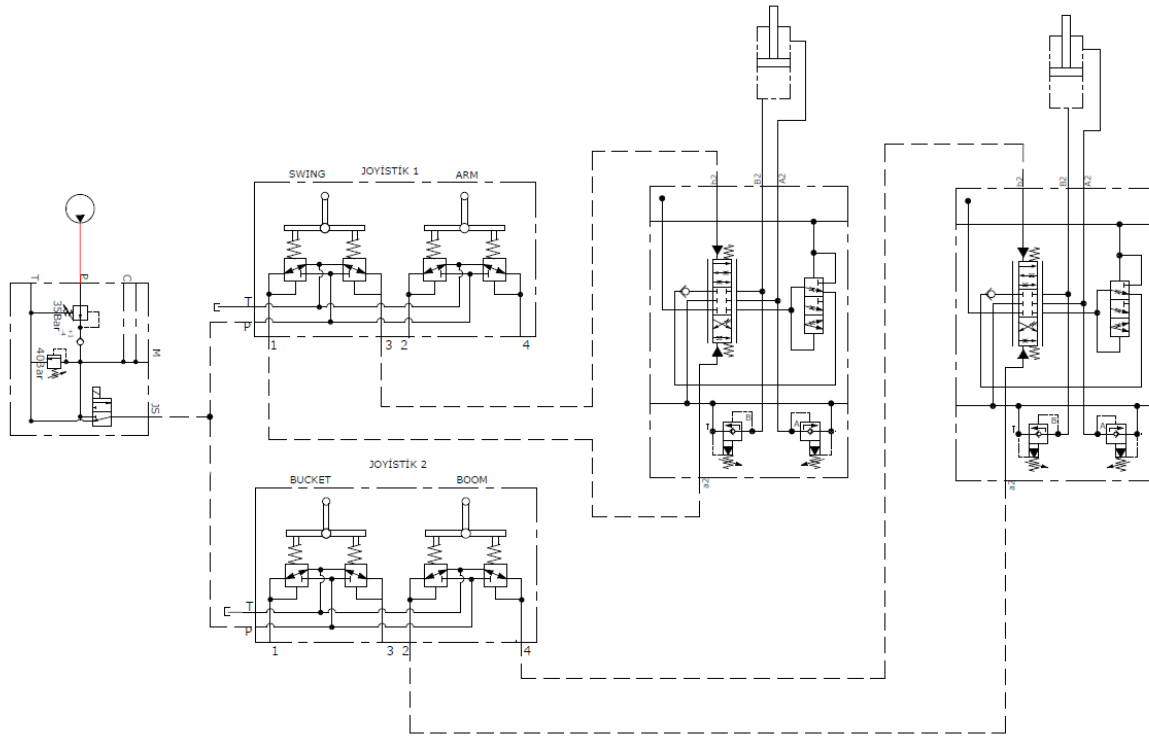
Şekil 1. Mekanik kontrollü bir sistemin 3D modellemesi

Elektronik kontrollü sistemlerde joyistik ve ana kumanda valfi arasındaki ilişki tamamen elektronik olarak yapılmaktadır. Joyistikten gelen elektrik sinyali kumanda valfinin ilgili dilimini yönlendirmektedir. Bu sistemlerde joyistiklerin altında elektrik tesisatı bulunmaktadır.

Pilot kontrollü sistemlerde ise joyistikler mekanik kontrole bağlı olan hidrolik bir blok valfe sahiptir. Operator eli ile hareket verilen joyistik hemen altındaki blok valfin ilgili kanallarını açmaktadır. Bu sistemde tetikleme hidrolik yağ aracılığı ile yapılmaktadır ve joyistik ile ana kumanda valfi arasında hidrolik bağlantı elemanları ve hortumlar kullanılmaktadır.



Şekil 2. Pilot kontrollü bir sistemin 3D modellemesi



Şekil 3. Pilot kontrollü bir sistemin devre şeması

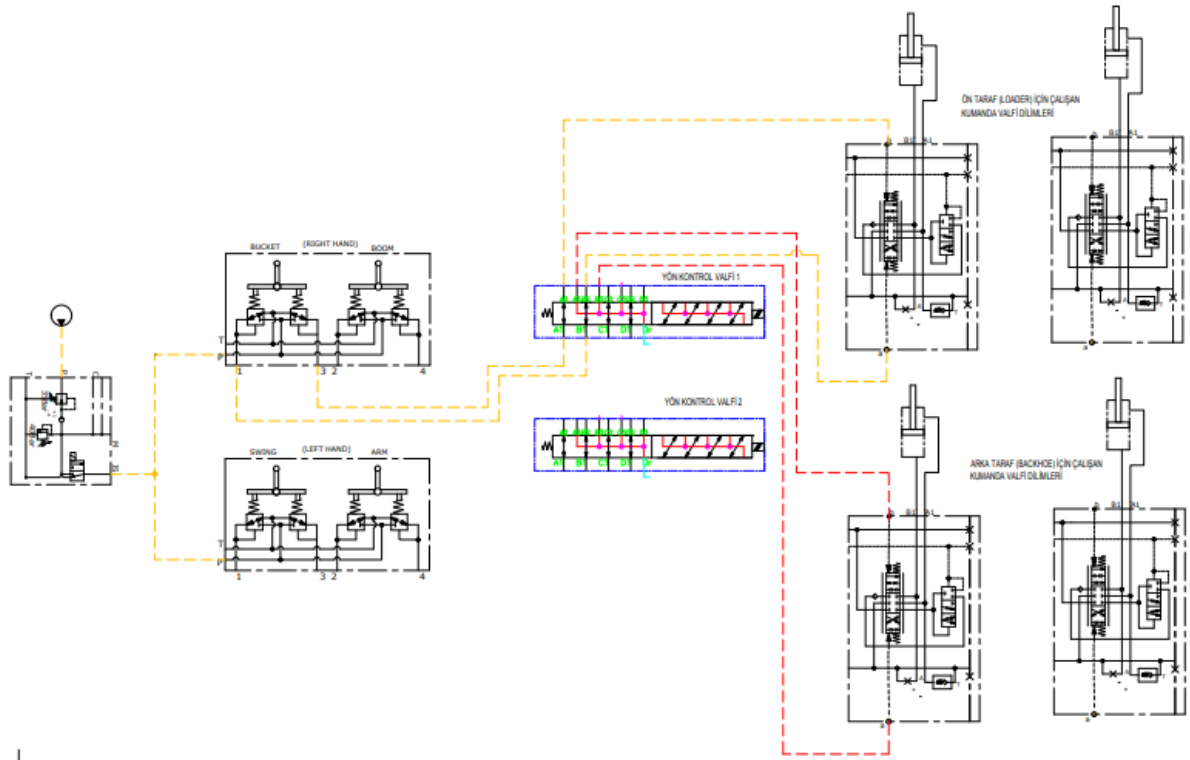
Kazıcı Yükleyici gibi iş makinelerinde ön ve arka çalışma fonksiyonları bulunduğu için kabin içerisinde bu fonksiyonları sağlayan farklı joyistikler vardır. Bu bildiriye konu olan çalışmada bu joyistiklerin koltuk üzerinde, operatörün elleri hizasında pozisyonlandırılarak aynı joyistiklerle hem ön hemde arka ataşmanların kullanılabilmesi anlatılmaktadır.

2. KOLTUĞA ENTEGRE JOYİSTİK SİSTEMİ

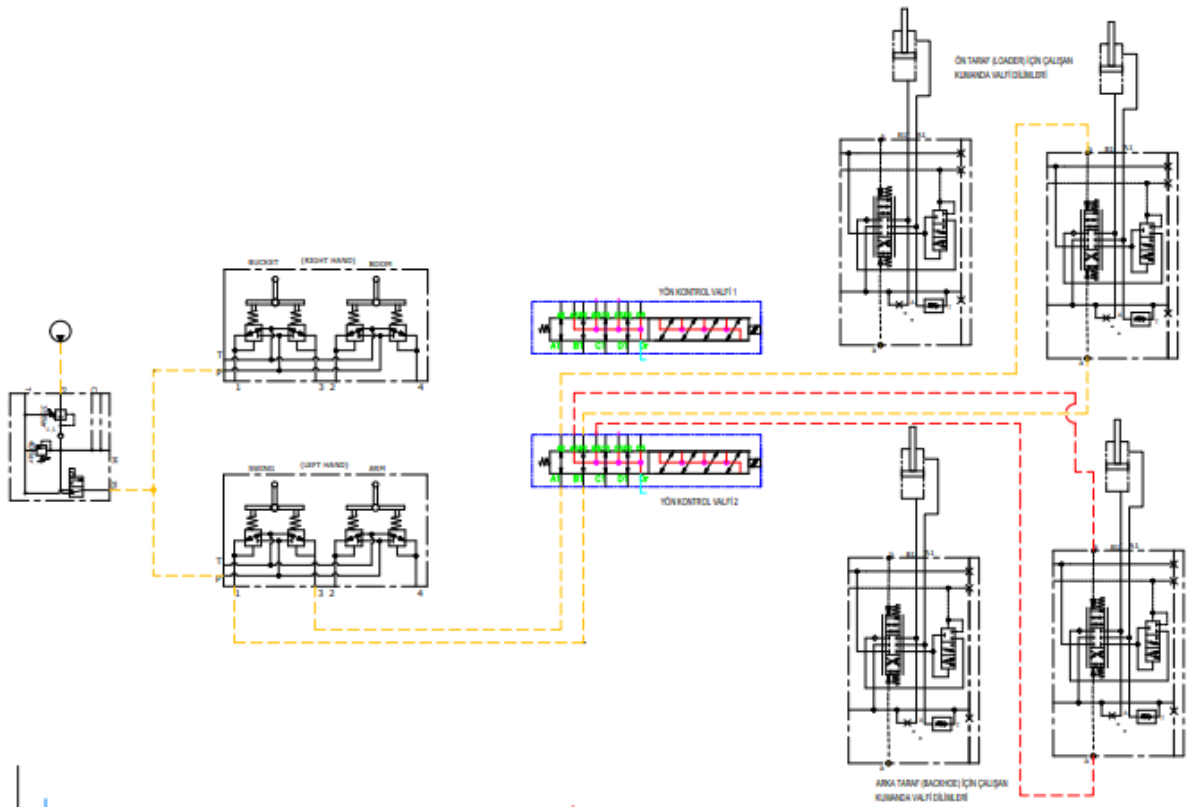
2.1. HİDROLİK SİSTEM TASARIMI

Sistemin doğru kurgulanabilmesi ve ihtiyaçların tam belirlenebilmesi adına bu tarz çalışmalarda ilk yapılması gereken hidrolik şema çizimidir. Bu şema tasarım faaliyetlerine yön vermektedir. Koltuğa entegre joyistik sistemi için çizilen hidrolik şema aşağıdaki gibidir. Bu şema anlaşılabilir olması açısından sağ joyistik ve sol joyistik için ayrı ayrı hazırlanmıştır. Şema çizimi uluslararası standartlara bağlı kalınarak hazırlanmıştır [1].

Şema çiziminden sonra proje isterleri doğrultusunda komponentlerin teknik detaylarının belirlenmesi için gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalar ve kurgulanan yapı sonrası komponent seçimleri tamamlanmış ve detay tasarıma geçilmiştir. Bu safhada kurgulanan yapının makineye adaptasyonu ve hidrolik bağlantılar çalışılmıştır.



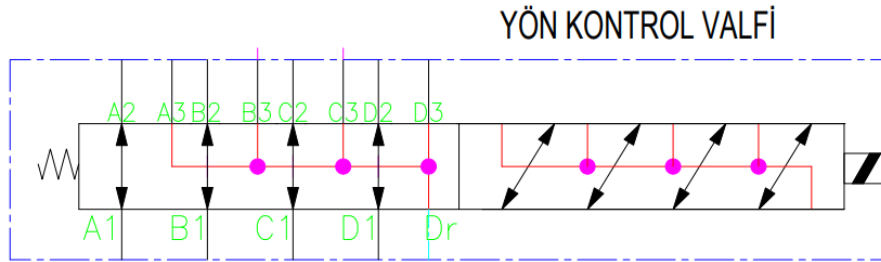
Şekil 4. Sağ Joystick İçin Hidrolik Devre Şeması



Şekil 5. Sol Joystick İçin Hidrolik Devre Şeması

Yukarıdaki hidrolik şemalarda gösterilen yapıyı sade bir şekilde anlatmak gerekirse; pilot kontrollü bir hidrolik sistemde, kazıcı ve yükleyici tarafları aynı joyistikler ile kontrol edilmek istendiğinde bunu uygulayabilmenin en doğru yöntemi bu sistemde joyistikler ile ana kumanda valfleri arasında yön kontrol valfleri kullanmaktır. Her bir joyistik için 1 adet olarak belirlenen yön kontrol valfi tamamen koltuk pozisyonu ile ilişki kurmuştur. Koltuk pozisyonunun algılanıp valfin yağa yön vermesi için solenoid kontrollü ve 12/2 (12 yol, 2 konumlu) bir yön kontrol valfi belirlenmiştir [2].

Yön kontrol valflerinin ilk konumları joyistik ile ön ataşmanları kontrol etmek için, ikinci konumları ise arka ataşmanları kontrol etmek için kullanılmaktadır. Konum değişikliği ise koltuk altında bulunan sensorün verdiği geri bildirim doğrultusunda yapılmaktadır. Bu konuda detaylı açıklama elektronik sistem tasarımı başlığı altında yapılacaktır.



Şekil 6. Yön Kontrol Valfi Hidrolik Şeması

ISO normları gereği kazıcı yükleyici iş makinesinde kullanılan joyistikler 4 pozisyonda hizmet vermektedir. Pilot kontrollü bir joyistikte her bir pozisyon için bir port vardır. Burada belirlediğimiz yön kontrol valfi üzerinde bulunan A1,B1,C1,D1 portları ile joyistik üzerindeki 1,2,3,4 portları birbirlerine bağlanmıştır.

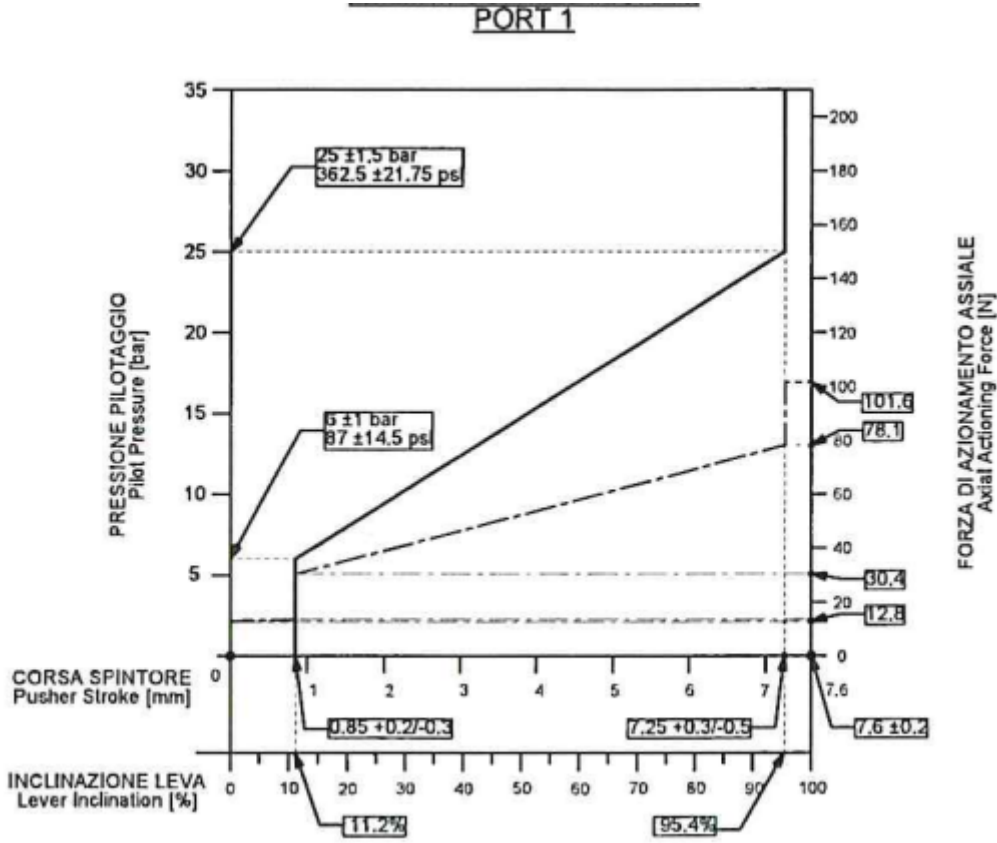
Valf enerjili değil iken ön ataşmanlarla hizmet verilmesi konusunda kurgulanan yapıya göre A2,B2,C2,D2 portlarından çıkan hatlarda ön kumanda valfine bağlanmalıdır. A3,B3,C3,D3 portları ise valfin enerjilendiği durumda arka ataşmanlarla hizmet verilmesi için arka kumanda valfine bağlanmıştır.

Valf üzerine dranej hattı eklenmiştir. Bu hat konum değişikliği sırasında hidrolik yağın sıkışarak konum geçişini engellemesinin önüne geçebilmek adına eklenmiştir.

Ana kumanda valflerinin belirlenmesinde pek çok farklı parametre mevcuttur. Bu çalışmada ise daha önce mekanik olarak kontrol edilen ve sistem gerekliliklerini sağlayan ana kumanda valfleri referans alınmış, mekanik tetikleme sağlanan aktuatörlerin yerine hidrolik pilot hatlarının bağlanabilmesi için pilot giriş portlarının olduğu bir ana kumanda valfi seçilmiştir. Valf üzerinde bulunan öncelik valfleri, kompensatör valfleri, antişok ve antikavitasyon valfleri ve spollar üzerinden bulunan ve kazıcı yükleyici iş makinesinde yüzdürme ve rejenerasyon fonksiyonlarını sağlayan özel yapılar korunmuştur.

Hidrolik sistem tasarımından sonra belirlenen bir diğer komponentte joyistiklerdir. Joyistiklere sistem pompası tarafından gelen yağ yine sistem üzerinde bulunan basınç düşürme valfleri sayesinde 35 bara düşürülmektedir. Bu değer ana kumanda valfinin spollarının açılması için yeterli bir basınçtır. Bu hedef veri ana kumanda valfi teknik verilerinin içinden alınmıştır. Pilot hatlarından geçen debi miktarı da yapılan testler sonucu 10 l/min olarak belirlenmiştir.

Bu tarz sistemlerde joyistiklerin hattı ilk açmaya başladığı ve hattı tamamen açtığı basınç değerini belirlemek önemlidir. Joyistiklerin basınç eğrisi ile kumanda valfinin basınç eğrisi paralel olmalıdır. Aksi takdirde joyistik hareketi içinde ölü alan oluşur ve buda joyistik hassasiyetini negative yönde etkiler ve müşteri memnuniyetsizliği yaratır. Bu değerlerin belirlenmesinde yine kullanılan kumanda valfinin basınç eğrilerine bakmak gerekmektedir.



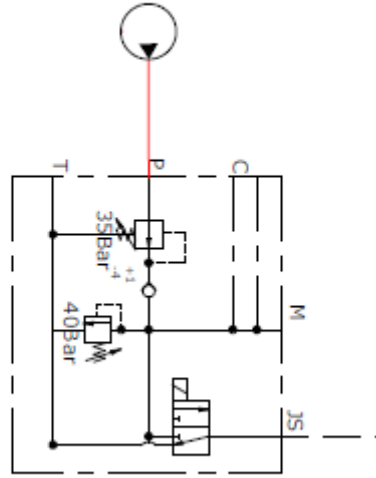
Şekil 7. Joyistik Pilot Basınç Eğrileri

Bu örnek eğriden de anlaşılacağı gibi joyistik 6 bar civarında yağ göndermeye başlayarak 25 bar seviyelerinde ful debi ile yağ gönderebilmektedir. Bu eğri ana kumanda valfinin spollarının başlangıç ve tamamen açık olacak şekilde verilen basınç değerleri ile paraleldir.

2.2. ELEKTRONİK SİSTEM TASARIMI

Koltuğa entegre joyistik sistemi kurgulanırken elektronik anlamda bir dizi yenilik yapılmıştır. Bunlar temel olarak koltuk dönüşü ile birlikte joyistik fonksiyonlarının geçişi, joyistik üzerindeki butonların elektronik kurgusu ve emniyet sistemlerini kapsamaktadır.

Hidrolik sistem tasarımında yapıldığı gibi öncelikle elektronik devre şeması çizilmiştir. Bu şemada joyistikler üzerindeki tüm fonksiyonların uygulanabilirliği anlamında makine kontrol ünitesi ile ilişkisi verilmiştir. Burada joyistikten gelen hatlar motor kontrol ünitesine output olarak girmekte, motor kontrol ünitesinden yön kontrol valfine bağlanan hatlar ise input olarak verilmektedir. Şema aşağıdaki gibidir.



Şekil 10. Sistem Üzerinde Bulunan Pilot Kontrol Valfi

Joyistik emniyet butonu aktif edildiğinde burada JS portu üzerinde bulunan solenoid kontrollü valf enerjilenerek hattı kapatmaktadır. Bu şekilde joyistiklere gelen tüm hidrolik yağ kesilmektedir.

Sistem algoritması (emniyet butonu haricinde) güvenlik önlemleri ve çalışma pozisyonları düşünülerek şu şekilde kurgulanmıştır. Koltuğun önde bulunduğu pozisyon 0 derece olarak kabul edilerek, bu pozisyonda operatör ön yükleyici ataşmanlarını kontrol edebilmektedir. Ancak koltuk dönüşü başladığında operatörün 180 derecelik dönüş açısının ilk 140 derecesinde her iki joyistikte aktif değildir. İlk 140 derecelik açı operatörün kabininden inme pozisyonlarını kapsamaktadır. Ve koltuktan kalktığı anlarda bir kaza sonucu joyistiklere düşmesinin önüne geçebilmek adına, joyistik emniyet butonu kullanılmamış olsa bile, proximity sensörden gelen veriler ışığında joyistik üzerindeki elektronik ve hidrolik sistemler devre dışı bırakılmıştır.

180 derecelik dönüş açısının son 40 derecesinde kazıcı tarafı aktif edilecek şekilde algoritma kurgulanmıştır. Bu 40 derecelik açıda operatör kazı pozisyonundaki ataşmanlar ile çalışabilmektedir. Bu sahadan gelen bir talep olduğu için değerlendirilmiştir.

Bir diğer saha talebi ise koltuk ön konumda iken arka tarafı kontrol edebilme, arka konumda iken ise ön tarafı kontrol edebilme isteğidir. Bu istek kısa süreli pozisyon almak ve iş tamamlamak için gerekmektedir. Bu isteği karşılamak adına kabin içerisine joyistik yön değiştirme anahtarı eklenmiştir. Bu anahtar aktif edildiğinde koltuk açısından gelen verinin tam tersi çalışacak şekilde valf enerjilendirilmektedir. Ancak herhangi bir iş kazasını önlemek içinde bu uygulamada bir dizi güvenlik önlemi alınmıştır. Bu şartta çalışan bir makede sürekli olarak sesli ikaz sistemi (buzzer), ekran üzerinde renkli ve yazılı olarak uyarılar bulunarak operatörü uyarmaktadır.



Koltuk konumu yükleyici tarafta Joystick Kontrolü yükleyici tarafında.



Koltuk konumu Kazıcı tarafta Joystick Kontrolü yükleyici tarafında.



Koltuk konumu Kazıcı tarafta Joystick Kontrolü Kazıcı tarafında.



Koltuk konumu Yükleyicide tarafta Joystick Kontrolü Kazıcı tarafında.

Şekil 11. Yön Değiştirme Anahtarı ile ilgili Ekranda Verilen Uyarıları Anlatan Örnek Bir Yazı

Elektrik devre şemasında anlatılan bir diğer detay ise joyistikler üzerinde bulunan buton ve donanımlardır. Bu ekipmanlar kazıcı yükleyici iş makinelerinde kullanılan genel çalışma fonksiyonları değerlendirilerek kurgulanmıştır.

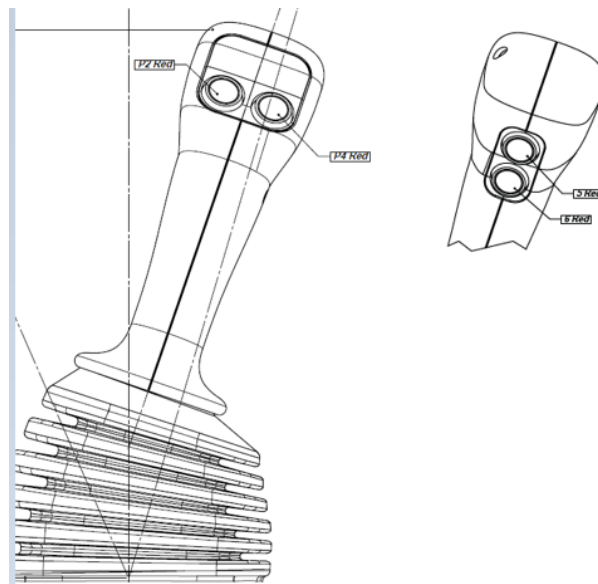
Donanımlar hidrolik sistemle paralel olarak değerlendirilerek koltuk dönüş açısından gelen veriye göre hem ön hemde arka tarafa hizmet edebilmektedir. Örnek üzerinden anlatmak gerekirse operatör aynı buton ile ön tarafta farklı bir fonksiyonu arka tarafa döndüğünde farklı bir fonksiyonu kullanabilmektedir.

Joyistik üzerinde bulunan donanımların genel kullanımları şu şekildedir.

Tablo 1. Donanımların Anlatımı

Sağ Joyistik Üzerindeki Donanımlar	İşlev ve Tanım
Tip Shift Anahtar	FNR olarak tabir edilen ve makinenin ileri, nötr ve geri pozisyonlarında yürüyüşünün joyistik üzerinden kontrol edilebildiği butondur.
Roller	Ön yükleyici üzerinde bulunan açılır çene silindirlerinin oransal olarak açma ve kapanmasını sağlar. Arka konuma döndüğünde ise aynı roller oransal teleskobik silindirin kullanımını sağlamaktadır.
Kick-Down Push Buton	Mevcut sürüş vitesini bir vites düşürmek için kullanılır.
Dump-Push Buton	Butona basılı tutulduğu süre boyunca vites boşa alınmaktadır. Arka konuma döndüğünde kırıcı hidroliğini aktif etmek amacı ile kullanılabilir.
RTD	Kalmalı tip bir buton olup, RTD fonksiyonunu aktive etmektedir. Arka konuma döndüğünde ise Çift etkili hidrolik sistemi aktif etmektedir.
Floating	Kalmalı tip bir buton olup, Yüzdürme fonksiyonunu aktif etmek için kullanılmaktadır.

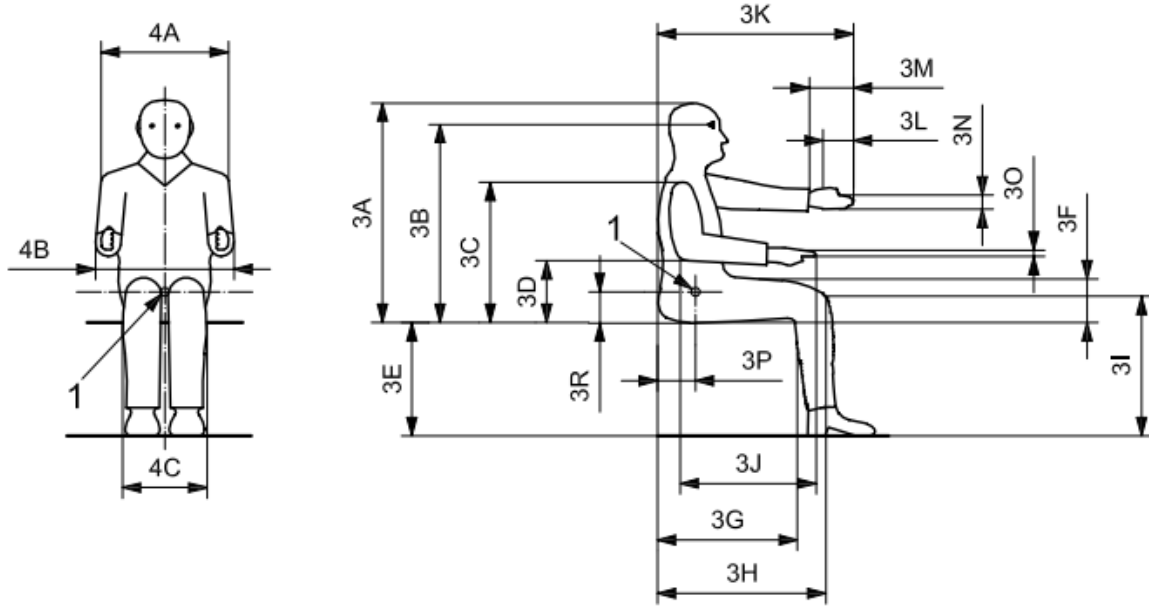
Sol joyistiğin ön tarafta hidrolik ve elektronik olarak bir kullanımı bulunmamaktadır. Ön tarafta iken yapılacak olan tüm iş tanımları sağ joyistik ile yapılabilmektedir. Kazıcı tarafına döndüğünde sol joyistik hidrolik kullanımının yanında, üzerinde bulunan iki buton sayesinde korna ve HSC sistemini kontrol edebilmektedir. HSC sistemi kazıcı yükleyici iş makinelerinde pompa debisini ayarlamak için kullanılmaktadır.



Şekil 12. Joyistik Üzerinde Bulunan Donanımların Örnek Gösterimi

2.3. ERGONOMİ

İş makineleri kullanan operatörlerin fiziki ölçüleri doğrultusunda kabin iç tasarımı ve koltuğun tasarımında dikkat edilmesi gereken hususlar vardır. Bu hususlar ergonomiye hizmet temelinde olup ISO 3411 numaralı standartta belirtilmiştir. Koltuğa entegre joyistik uygulamasında da koltuk MIP noktası baz alınarak operatörün erişim alanları üç boyutlu modelleme çalışmaları ile belirlenmiş, ve joyistiklerin bu erişim alanları içerisinde kalacak şekilde pozisyonlandırılması sağlanmıştır [4].



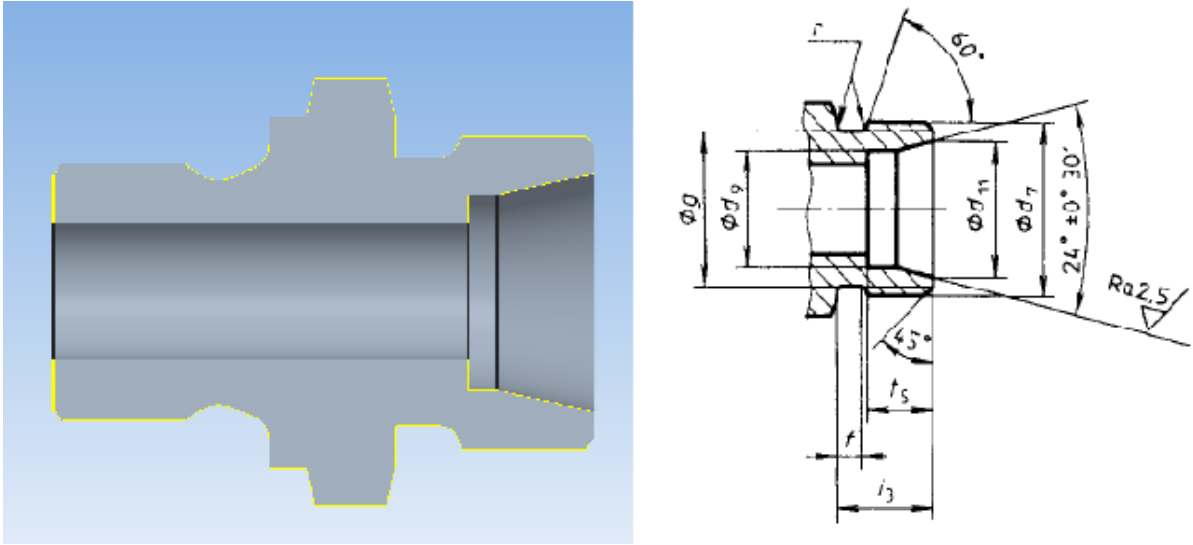
Şekil 13. ISO 3411 Standardına Göre Operatör Ölçüleri

2.4. DETAY TASARIM VE MAKİNE ADAPTASYONU

Hidrolik ve elektronik sistem tasarımı tamamlandıktan sonra uluslararası standartların talep ettiği şartlar, yapılan saha araştırmaları ve pazar ihtiyaçları doğrultusunda gerekli emniyet sistem tasarımı ve ergonomi tasarımı tamamlanmıştır. Bu aşamadan sonra detay tasarım yapılmış ve prototip belirlenen kazıcı yükleyici iş makinesinde makine adaptasyonu uygulanmıştır.

Makine adaptasyonunda yapılacak ilk çalışma belirlenen komponentlerin uygun alanlara yerleşimidir. Uygun alanlar belirlenirken; komponentin kolay montajı, üzerine bağlanacak ekipmanların kolay montajı, joyistik gibi operator tarafından direkt olarak kullanılan komponentlerin erişilebilir olması, makine üzerinde yapılacak düzenli servis hizmeti için tüm komponentlerin servis edilebilir ve ulaşılabilir konumlarda olması gözetilmiştir.

Komponentlerin yerleşimi sonrasında hidrolik bağlantı elemanları belirlenmiş ve montajlanmıştır. Hidrolik bağlantı elemanları olan nipel ISO 8434-1, DIN 3852 T2 gibi standartlardan belirlenerek pilot sisteminin çalışma basıncına uygun olarak "L Serisi" hafif hizmete uygun malzeme ve ölçülerde tasarlanmıştır [5].



Şekil 14. ISO 8434-1 Standardı Doğrultusunda Yapılan Nipel Tasarımı

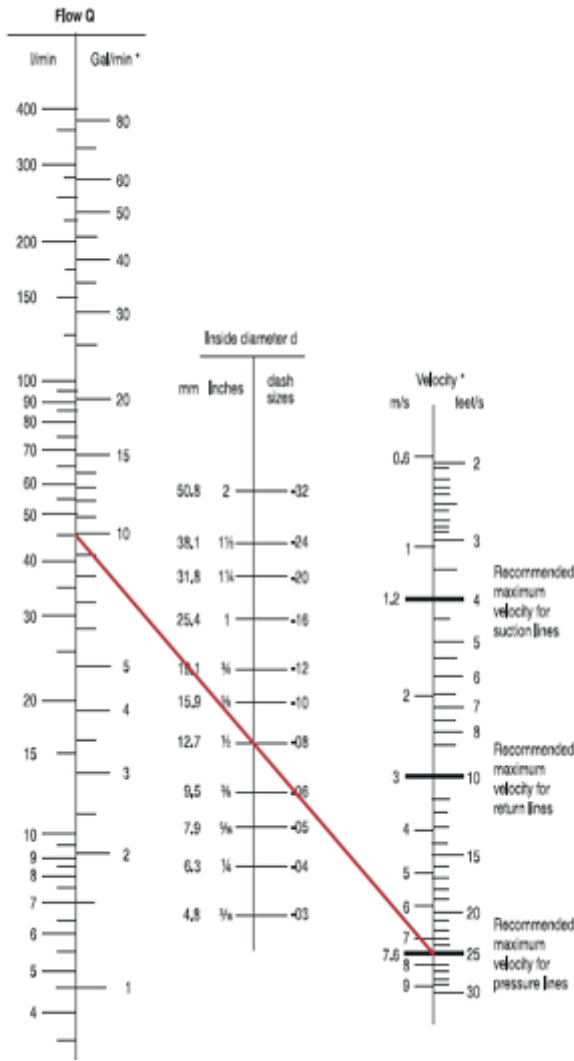
Koltuğun hareket ediyor olması ve sistem üzerindeki titreşimleri daha iyi sönmüleyebilecek olması nedeniyle joyistikler ile yön kontrol valfleri arasındaki hatlar tesisat boruları yerine hidrolik hortumlar olarak ilerlenmiştir. Hidrolik hortumların seçiminde sistem çalışma basınçları, debi, akış hızı gibi parametreler belirlenmiş ve uygun çapta ve özellikle hortumlar seçilmiştir [6].

Minimum hortum iç çapı (d,mm) belirlenirken sistemin maksimum debisi (Q, l/min), maksimum akış hızına (V, m/s) bölünerek aşağıdaki formül uygulanır.

$$d=4,61 * \sqrt{(Q/V)} \quad (\text{mm}) \quad (1)$$

Tablo 2. Hortum Ebatları

Hortum Ebatları		
Kesir	Inch	mm
3/16	0,19	4,76
1/4	0,25	6,35
5/16	0,31	7,94
3/8	0,38	9,53
1/2	0,50	12,70
5/8	0,63	15,88
3/4	0,75	19,05
1	1,00	25,40



Şekil 15. Hortum Ebadı Belirlenirken Kullanılan Chart

Özellikle pilot hatlarda kullanılan termoplastik yapıdaki hortumların bu bölgedeki hareketliliği kısıtladığı gözlemlenmiş ve saha araştırmaları sonucunda daha elastik özellikte olan kauçuk hidrolik hortum seçilmiştir.

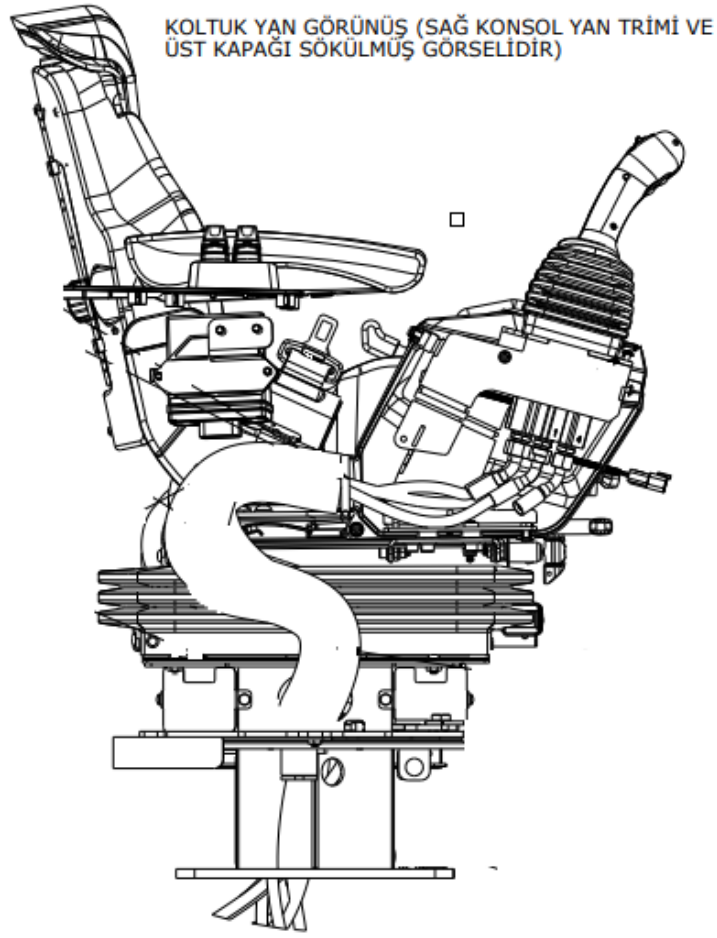
PILOT

EXTREME LIGHTNESS



PART. REF.	HOSE SIZE			R.O.D.		O.D.		MAX W.P.		BURST PRESSURE		MIN. BEND RADIUS		WEIGHT		FITTING
	DN	dash	inch	mm	inch	mm	inch	bar	psi	bar	psi	mm	inch	g/m	lb/ft	
	6	-04	1/4"	9,9	0,39	11,5	0,45	150	2170	600	8700	25	0,98	160	0,11	

Şekil 16. Kauçuk Hidrolik Hortum Seçimi

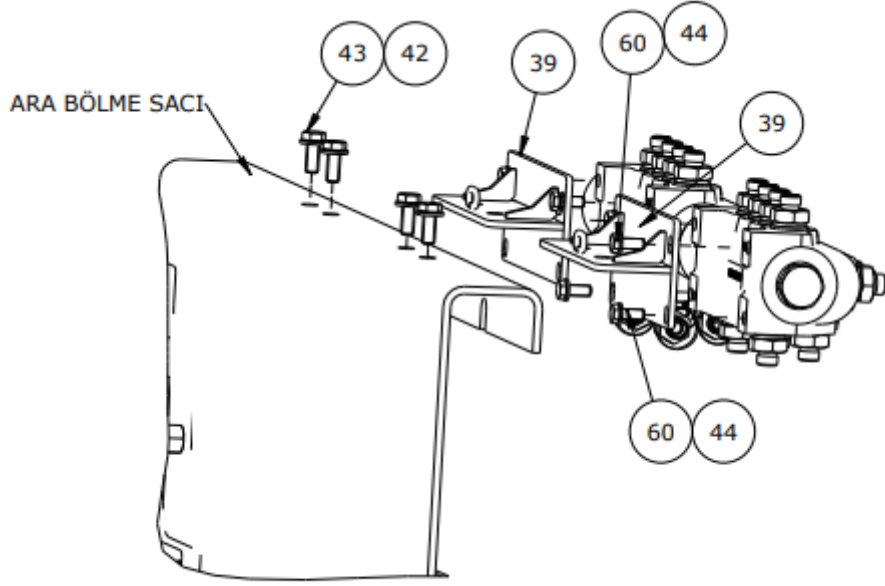


Şekil 17. Koltuk Üstü Joyistik Montaj Görşeli



Şekil 18. Koltuk Üstü Joyistik 3D Model Görşeli

Yön kontrol valflerinin şasi üzerine taslak montajı aşağıdaki görselde anlatılmıştır. Burada şasi bağlantısı için kullanılan sac malzeme tasarımları yapılırken mukavemet açısından doğru malzeme seçimi ve kuvvetlendirilmesi çalışmaları göz önünde bulundurulmuştur.



Şekil 19. Yön Kontrol Valfi Şasi Üzerine Montaj Görşeli

Burada anlatılan tüm montajlara ait montaj teknik resimleri prototip makineye adaptasyon öncesi hazırlanmıştır.

2.5. DENEYLER

Makine adaptasyonunun tamamlanmasının ardından basınç, sıcaklık, fonksiyonel uygunluk, silindir hızları, kabin içi ergonomi, emniyet gibi pek çok test ve saha uygulamaları yapılmıştır.

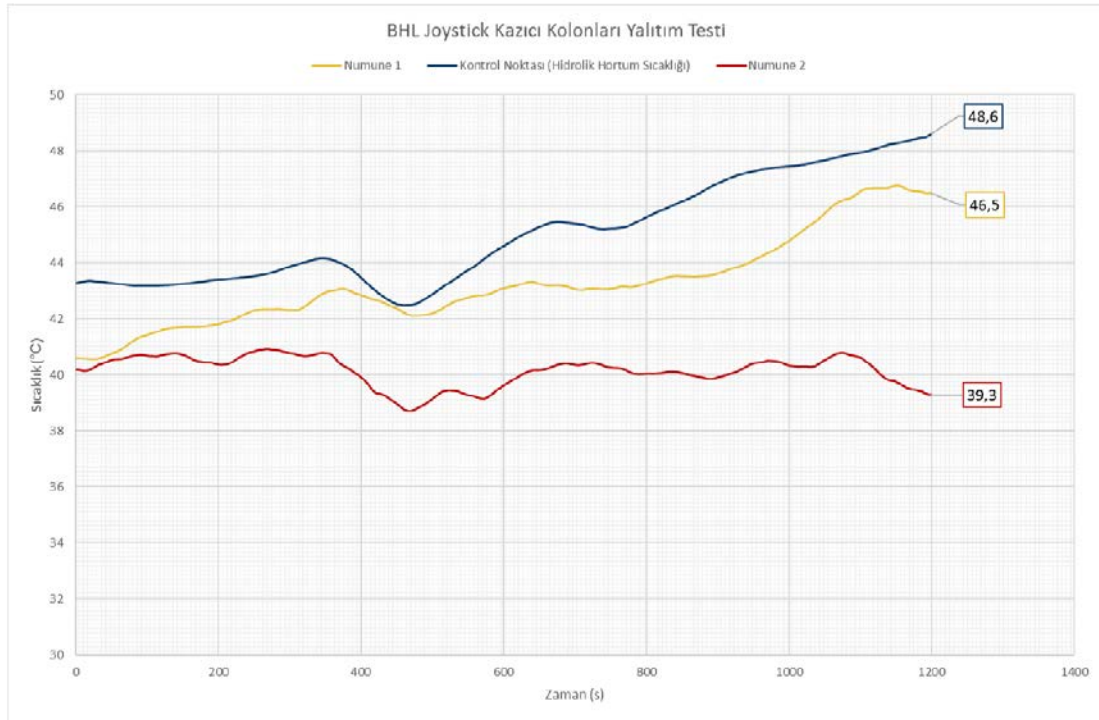
İlk testte fonksiyonel uygunluk incelenmiştir. Tüm bağlantılar hidrolik şema ve elektrik devre şeması doğrultusunda yapılarak makine çalıştırılmış ve tüm fonksiyonlar test edilmiştir. Herhangi bir sorun gözlemlenmemiştir.

İkinci testte silindir hızları test edilmiştir. Bu testin amacı, komponentlerin doğruluğundan emin olmaktır. Yapılan testler sonrasında ön yükleyici boom silindirlerinde mevcut mekanik kontrollü sistemlere kıyasla bir yavaş çalışma gözlemlenmiş. Bunun üzerine joyistik açma basınçları bu bildiriye verildiği değerlere revize edilerek ürün üzerindeki yay kiti değiştirilmiştir. Kit değiştirilmesi ile birlikte hızlar mevcut değerler ile örtüşmüştür. Sonuçlar aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Koltuğa Entegre Joyistik Sistemi					Mekanik Kontrollü Joyistik Sistemi						
Sıcaklık: 50°					Sıcaklık: 50°						
Boom Kaldırma		Test 1	Test 2	Test 3	Ortalama	Boom Kaldırma		Test 1	Test 2	Test 3	Ortalama
	Rölanti	8,98	9,25	9,19	9,14		Rölanti	9,19	9,09	9,18	9,15
	1500 rpm	5,43	5,33	5,49	5,42		1500 rpm	5,39	5,44	5,36	5,40
	2300 rpm	4,11	4,04	4,24	4,13		2300 rpm	3,69	3,68	3,65	3,67
Boom İndirme	Rölanti	3,83	3,64	3,64	3,70	Boom İndirme	Rölanti	3,12	3,85	3,56	3,51
	1500 rpm	3,62	3,73	3,58	3,64		1500 rpm	3,76	3,51	3,43	3,57
	2300 rpm	3,68	3,46	3,63	3,59		2300 rpm	2,85	2,73	2,7	2,76
Kova Devirme	Rölanti	6,98	6,85	6,84	6,89	Kova Devirme	Rölanti	5,26	5,21	5,18	5,22
	1500 rpm	4,51	4,61	4,44	4,52		1500 rpm	4,16	4,21	4,18	4,18
	2300 rpm	3,88	4,11	4,16	4,05		2300 rpm	4,34	3,98	4,34	4,22
Kova Toplama	Rölanti	5,28	5,14	5,03	5,15	Kova Toplama	Rölanti	5,06	5,21	5,33	5,20
	1500 rpm	3,5	3,46	3,46	3,47		1500 rpm	3,18	3,29	3,16	3,21
	2300 rpm	2,83	2,78	2,95	2,85		2300 rpm	2,78	2,84	2,78	2,80

Şekil 20. Silindir Hız Testi Sonuçları

Joyistik hatları üzerinde sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Test sonuçları aşağıdaki grafikte verilmiştir. Değişken basınç değerleri kauçuk hortumlarda deformasyona neden olabilir bu durumda sıcaklık yükselir [7].



Şekil 21. Joyistik Hatları Sıcaklık Ölçümleri

Pilot hatlar ve tank hatları üzerinden makine çalışırken basınç ölçümleri alınmıştır. Bu basınç değerleri uygundur.

2.5.1. Deneylerde Kullanılan Cihazlar

Encoder: İpli sistemi ile silindir açma-kapama pozisyonları algılanmaktadır.

LMS Scadas: Encoder üzerinde toplanan verilerin okunması amacıyla kullanılmaktadır.

Strain Gauge: Sıcaklık ölçümleri için kullanılmıştır.

Basınç Sensörleri: Hatlar üzerindeki değerlere bağlı olarak 60 bar değerinde basınç sensörlerinden basınç değerleri alınmıştır.

Hidroteknik: alınan basınç değerlerinin okunması ve kayıt altına alınması için kullanılan cihazdır.



3. SONUÇ

Yapılan tüm değerlendirme ve testlerin sonucunda koltuğa entegre joyistik sistemi genel amaç ile paralel olarak operatörün konfor bölgeleri ve kumandalara erişimi ile ilgili standartlara uygunluğu belirlenmiş, pek çok alanda verimli, ergonomik ve kompakt olduğu gözlemlenmiştir. Aynı şekilde müşteri memnuniyeti sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] ANSI Y32.10 “Fluid Power Graphic Symbols”, 1974
- [2] R.AMIRANTE, G.DEL VESCOVO, “Flow forces analysis of an open center hydraulic directional control valve sliding spool”, Vol 47, Issue 1, Jan. 2006
- [3] Zhenhai Chen, R.C. Luo, “Design and Implementation of capacitive proximity sensor using microelectromechanical systems technology”, Vol 45, Issue 6, Dec. 1998
- [4] ISO 3411, “Earth-moving machinery – Physical Dimensions of Operators and Minimum Operator Space Envelope”, 2007
- [5] ISO 8434-1 , “Metalik Boru Bağlantıları-Akışkan Gücü ve Genel Kullanım için-Bölüm 1:24° Sıkıştırma Bağlantı Elemanları”, 2003
- [6] SAE J 517, “Hydraulic Hose”, 2006
- [7] MIKA J.IJAS, ASKO U.ELİMAN, “Heating Effect of Pulsating Flow in Hydraulic Hoses” , pp 169-173; 5 pages, Nov. 2021

ÖZGEÇMİŞ

Emirhan Şahin

1993 yılı Ankara doğumludur. İlk, orta okul ve lise eğitimlerini Ankara’da tamamladı. 2017 yılında Çankaya Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Hidromek şirketinde Tasarım Mühendisi ünvanı ile iş hayatına başladı. 2022 yılı itibari ile aynı şirkette Uzman Tasarım Mühendisi ünvanı ile kariyerine devam etmektedir. Evidir.

Seyfettin Özlü

1997 yılı Ankara doğumludur. İlk, orta okul ve lise eğitimlerini Ankara’da tamamladı. 2014 yılında Hidromek’te Teknik Ressam ünvanı ile iş hayatına başladı. 2019 yılında Amasra Üniversite Teknik Bilimler MYO Mekatronik Ön Lisans bölümünden mezun oldu. 2022 yılı itibari ile Hidromek’te Tasarımcı ünvanı ile kariyerine devam etmektedir.

Fatma Öz

1974 yılı Ankara Doğumludur. 1998 yılında Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Bölümünü bitirmiştir. Aynı üniversiteden 2002 yılında Yüksek Mühendis ünvanı almıştır. 1998 yılından itibaren iş makineleri sektöründe faaliyet gösteren Hidromek şirketinde tasarım alanında çeşit pozisyonlara görev almıştır. Halen Kazıcı Yükleyici Mühendislik departmanında Ürün Yöneticisi olarak çalışmaktadır.

Ferhan Fıçıcı

1979 yılında Bandırma’da doğdu. İlk, ortaokul ve lise eğitimlerini Balıkesir’de tamamladı. 2002 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Aynı yıl HİDROMEK’te AR-GE Mühendisi olarak göreve başladı ve 2005 yılında AR-GE Takım Liderliği görevine getirildi. 2007 yılında ODTÜ Makine Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitimini tamamlayan Fıçıcı, 2012 yılından bu yana HİDROMEK’te Kazıcı Yükleyici ve Lastikli Yükleyici Mühendislik Müdürü olarak görev yapmaktadır. Evli ve 2 çocuk babasıdır..