

# ORANSAL VALF TEST TEZGÂHI OTOMASYON SİSTEMİ TASARIMI

*Erdi DİRİCAN<sup>1,2</sup>, Ali Fuat BOZ<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sakarya / Türkiye*

*<sup>2</sup>Hipaş Hidrolik ve Pnömatik Tic. A.Ş., İstanbul / Türkiye*

**Öz:** Küresel çapta üretilen test tezgahlarının çoğu, programlanabilir mantıksal kontrolör kullanarak üretilir. Bu tezgahlar yeni veya tamir edilmiş yön kontrol valfleri ve pompa vb. hidrolik bileşenleri test etmek için kullanılır. Programlanabilir mantıksal kontrolör ile yapılmış geleneksel test tezgâhları, sınırlı hareket yetenekleri, işlem gücü ile daha yavaş örnekleme ve güncelleme değerlerine sahiptir.

Bu çalışmada tasarımı yapılan test tezgâhi geleneksel yöntemlerin dışına çıkılarak hidrolik hareketlerin kontrolü için özel olarak geliştirilmiş hidrolik hareket kontrolör kullanılmıştır. Hareket kontrolörler güçlü işlemcileri, yüksek hızlı işlem yürütme ve veri toplama özelliklerine sahiptir. Ayrıca daha fazla tekrarlanabilirlik, hız, konum ve kuvvet kontrolü gibi hareket performansı açısından çeşitli avantajları vardır.

Endüstride kullanılan ve ithal edilerek temin edilen, ticari değeri yüksek olan oransal hidrolik valflerin bakım sonrası performansının ölçülerek kullanıma geri kazandırılması ekonomik açıdan oldukça önemlidir. Kapalı çevrim kontrol ile elektriksel olarak tetiklenen bu hidro-mekanik valflerin statik ve dinamik performansları ölçülerek elektrik ve mekanik yapılarında meydana gelen arızalar tespit edilebilir. Söz konusu test tezgâhında birden çok oransal valf çeşidi için farklı performans testlerinin yapılması düşünülmüştür. Aynı zamanda istenen basınca ve süreye dayanması gereken hidrolik bileşenleri test etmek için de kullanılabilirler. Hidrolik oransal valflerin katalog değerlerine göre performans sergilediğini ölçmek amacıyla geliştirilen bu tezgâh sayesinde valf ile ilgili testleri gerçekleştirmek mümkün olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** hidrolik, oransal, valf, test, tezgâh, kontrolör

## GİRİŞ ve KURAMSAL ÇERÇEVE

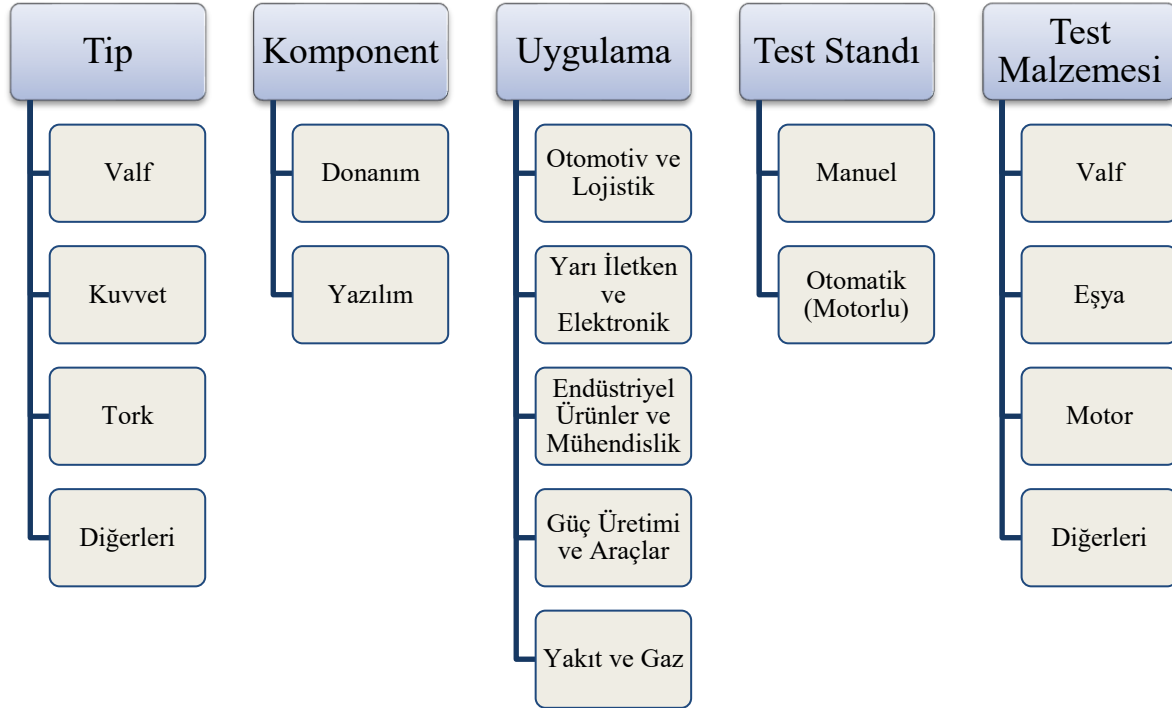
Test tezgâhi pazarı 2020 yılında 1,2 milyar \$ büyüklüğe sahiptir. Pazarın 2028 yılında 1,76 milyar \$ büyüklüğe ulaşması ve 2021-2028 yılları arasında %4,9'luk CAGR beklenmektedir<sup>1</sup>.

Test istasyonları, üretilen nihâi ekipmanların veya daha sonraki montajlarda kullanılacak bileşenlerin sağlamlığını ve üretim-geliştirme aşamasında ki çeşitli bileşenleri test etmek için gerekli ortam ve koşulları sağlar. Bileşenleri monte etmeden önce fiziksel olarak test etmek ve incelemek için kullanılır. Bu test istasyonları kalite kontrollerin yapılmasına yardımcı olur. Numuneleri test ederek, tanımlanan parametrelerin tutarlılığını sağlar. Şirketler, son kullanıcılara kaliteli ürünler sunmak için test istasyonlarının kurulumuna yatırım yapmaktadır.

<sup>1</sup> <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/11/17/2335944/0/en/Global-Test-Benches-Market-Is-Expected-to-Reach-USD-1-76-billion-by-2028-Fior-Markets.html>

Test istasyonları, otomotiv, ulaşım, endüstriyel üretim ve mühendislik gibi çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Tablo 1’de test tezgâhlarının sınıflandırılması gösterilmiştir.

Tablo 1 : Test tezgâhı sınıflandırması



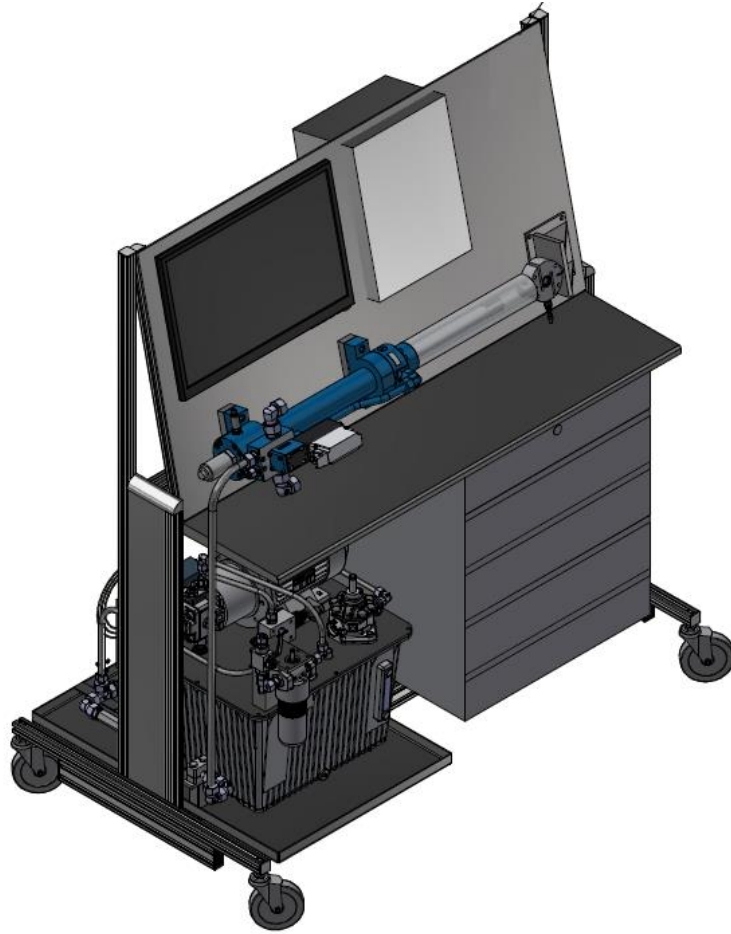
Hidrolik oransal valfler, modern ağır endüstrilerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bileşenlerin arızalanması, makinenin veya bulunduğu yerde üretim hattının durmasına neden olur. Bir oransal valf arızalandığı zaman üretim kesintisine neden olmaması için değiştirilir ve çoğu zaman ya tamire gönderilir ya da hurdaya ayrılır. Bu tür bileşenlerin yerel olarak onarımı, teknik bilgi eksikliğinin yanı sıra onarımdan önce ve sonra bileşen koşullarını değerlendirmek için test edilmesini gerekli kılmaktadır. Test edilmeden devreye alınan valfler makinenin veya üretim hattının istenilen koşullarda çalışmasının önüne geçecektir. Test edilen valflerin de katalog değerlerine uygun olup olmadığı uzman bir kişi tarafından değerlendirilmelidir.

Bu çalışmada günümüzde kullanılan test tezgâhlarındaki denetleyicilere alternatif olarak HMC (Hidrolik Hareket Denetleyici) kullanılmıştır. Hidrolik hareket denetleyiciler hidrolik sistemlerin hareketi ve kontrolü için özel olarak geliştirilmiştir. Hidrolik sistemlerin dinamikleri mekanik sistemlere göre çok farklı olduğu için ayarlanan parametreler de çeşitlilik göstermektedir. Böylece hidrolik hareketler daha stabil hale gelmiştir. Hidrolik hareket denetleyicileri kullanıldığı sistemde konum, hız ve kuvvet kontrolü gerçekleştirilebilmektedir. Hareket sistemlerinde yoğun olarak kullanılan MLC (Hareket Mantıksal Denetleyiciler) gibi hassas ve hızlı çalışmayı sağlamaktadır. Fiziki test tezgâhlarında genellikle PLC kullanılmıştır (Elshorbagy et al., 2018). Çok hızlı veri akışının olduğu sistemlerde LabVIEW platformu ve veri toplama kartları kullanılmıştır (Zhang & Liao, 2011). Görselleştirme için HMI veya PC tercih edilmiştir. Simülasyon çalışmaları için Matlab/Simulink ve Amesim programları ön plana çıkmaktadır (Meng & Zhang, 2013).

Gücün basınç altında akışkan vasıtasıyla iletilmesi ve kontrolü, endüstrinin tüm dallarında giderek daha da fazla kullanılmaktadır. Tüm endüstriyel ürünlerin yarısından fazlası, temel tasarımlarının bir parçası olarak akışkan güç sistemlerine veya bileşenlerine sahiptir. Hidrolik sistem tasarımının yaratıcı yönü, gerekli görevi yerine getirebilecek bir devre geliştirmektir. Genellikle bir hidrolik sistemin temel işlevleri devre konfigürasyonu tarafından belirlenirken, devrenin performansı esas olarak bileşenlerin boyutlarına ve özelliklerine bağlıdır. Gücü iletmek için hidrolik ve pnömatiğin yaygın kullanımı, uygun şekilde yapılandırılmış akışkan güç sisteminin bir dizi olumlu özelliğe sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Karmaşık dişli, kam ve kol sistemlerine olan ihtiyacı ortadan kaldırır.

## AMAÇ

Hidrolik hareket denetleyici kullanılarak tasarımı gerçekleştirilen tezgâha entegre edilen oransal valf katalog değerlerine göre performans testlerine tâbi tutulur. Statik ve dinamik testler ile elde edilen sonuçlar rapor haline getirilir ve valf hakkında bilgi sahibi olmayı sağlar. Test sonuçları ve katalog bilgilerinin karşılaştırılmasıyla valfin kullanılmaya uygun olup olmadığı değerlendirilebilir. Bu amaçla geliştirilen bu tezgâh standart testlerin dışında farklı parametrelerin ayarlanmasıyla ölçülmek istenen değerler izlenebilir ve kayıt altına alınabilir. Kayıt altına alınan veriler daha sonra yapılacak testler için referans oluşturacaktır.



Şekil 1 : Test tezgâhı

## KAPSAM

Bu çalışmada tasarımı ve imalatı gerçekleştirilen tezgâh ile oransal valflerin kataloglarında bulunan statik ve dinamik testler yapılacaktır. Yapılacak testler ile ilgili değerlendirmeler valfin katalogu referans alınarak yapılacaktır<sup>2</sup>. Test sonuçlarına göre valfin kullanılmaya uygun olup olmadığı kararı verilebilecektir. Diğer çalışmalardan farklı olarak hidrolik hareket denetleyici kullanarak gerçekleştirilen bu çalışma da daha derin analizlerin yapılması da mümkün olacaktır. Milisaniye cinsinden ölçüm almaya imkan veren denetleyici sayesinde valfin her bir tepkisi ölçülebilecektir. Denetleyicinin kullanıcı dostu arayüzü sayesinde izleme ve kayıt altına alma işlemleri kolayca gerçekleştirilebilir.

## YÖNTEM

Piyasada bulunan test tezgâhları genellikle denetleyici olarak PLC (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici) kullanmaktadır. PLC ile yapılan sistemler çalışma koşullarının oluşturulması, gözlem yapılması ve test sonuçlarının gösterilmesi gibi işlemleri yerine getirebilmektedir. PLC'ler ile HMI (İnsan Makine Arayüzü) kullanarak görselleştirme arttırılmaktadır. Bazı tezgahlar ise simülasyon ortamında analizler gerçekleştirmektedir. Simülasyon programı olarak en yaygın kullanılanları Matlab/Simulink ve AMESim'dir. Fiziki tezgahlar da kullanılan hidrolik şemalara benzer şemalar tasarlanarak simülasyonlar gerçekleştirilir. Girilen parametrelere göre gerçekleştirilen analizler rapor olarak kullanıcıya sunulur. Yaptığımız tezgâhta denetleyici olarak hidrolik sistemler için özel olarak geliştirilmiş HMC (Hidrolik Hareket Denetleyici) kullanılmıştır<sup>3</sup>. PLC'lerde olduğu gibi çalışma parametrelerinin ayarlanabilmesi, gözlem yapılabilmesi ve sonuçların rapor halinde kullanıcıya sunulması mümkündür.



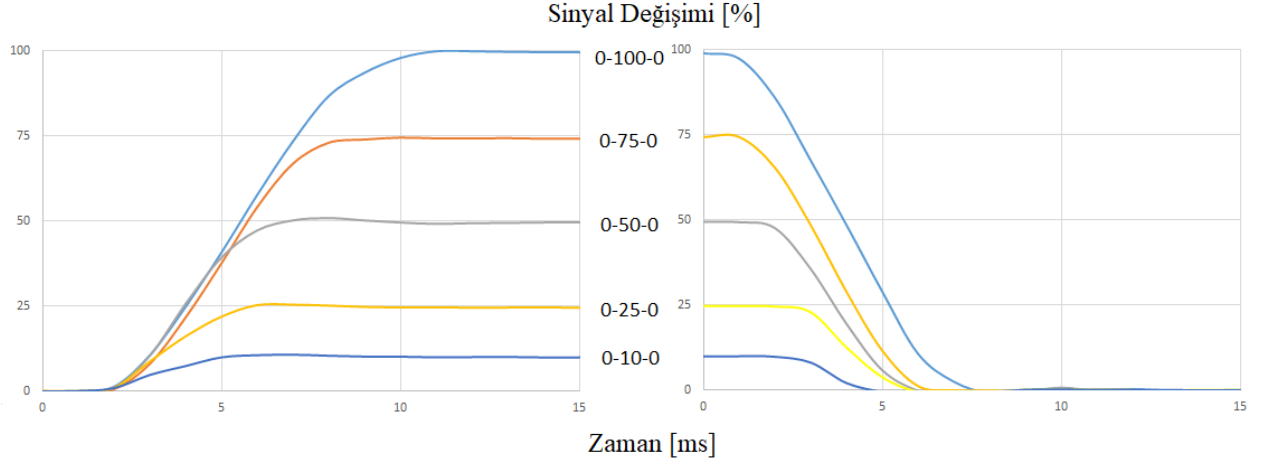
Şekil 2 : Rexroth HMC kontrol kartı

<sup>2</sup> [https://www.boschrexroth.com/documents/12605/25201105/re29121\\_2019-02.pdf/13c57505-65b3-aa54-2f27-d0b1ea24129a](https://www.boschrexroth.com/documents/12605/25201105/re29121_2019-02.pdf/13c57505-65b3-aa54-2f27-d0b1ea24129a)

<sup>3</sup> [https://www.boschrexroth.com/documents/12605/25201117/re30239\\_2020-10.pdf/aa8f9d06-b72a-54e4-96a4-a5bdee51a080](https://www.boschrexroth.com/documents/12605/25201117/re30239_2020-10.pdf/aa8f9d06-b72a-54e4-96a4-a5bdee51a080)

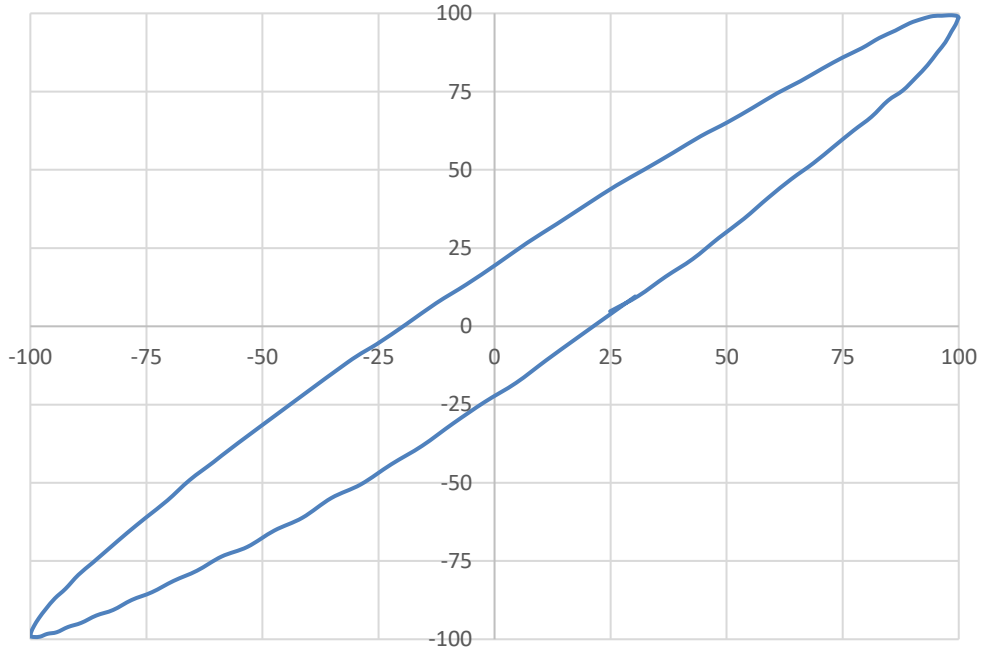
## BULGULAR

Kademeli olarak girişe uygulanan sinyale bağlı olarak sürgünün tepki süresinin ölçüldüğü ve katalog değerlerini sağlayıp sağlamadığının gözlemlendiği eğri Bu sayede sürgünün istenen hedefe ne kadar sürede ulaştığı izlenebilecektir. Şekil 3'te gösterilen eğri kontrol sinyaline karşılık sürgünün hareketi ölçülmüştür.



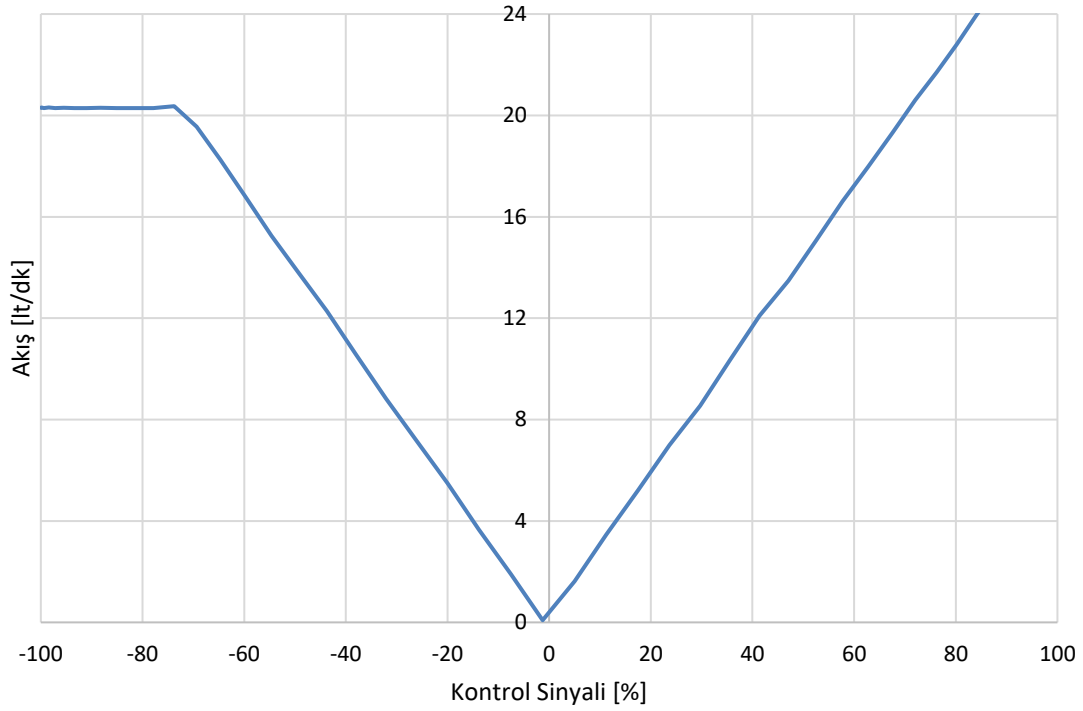
Şekil 3 : Kontrol sinyali – sürgü açıklığı eğrisi

Şekil 4'te valfin kataloğunda olmayan ancak yapılan frekans testinin parametreleri kullanılarak valfin kontrol sinyaline karşılık sürgü açıklığı eğrisi çizilmiştir. Bu sayede sürgünün istenen hedefe hangi hata ile ulaştığı, ulaşamadı ise ilgili sorunların tespiti sağlanacaktır. Histerizis



Şekil 4 : Histerizis eğrisi

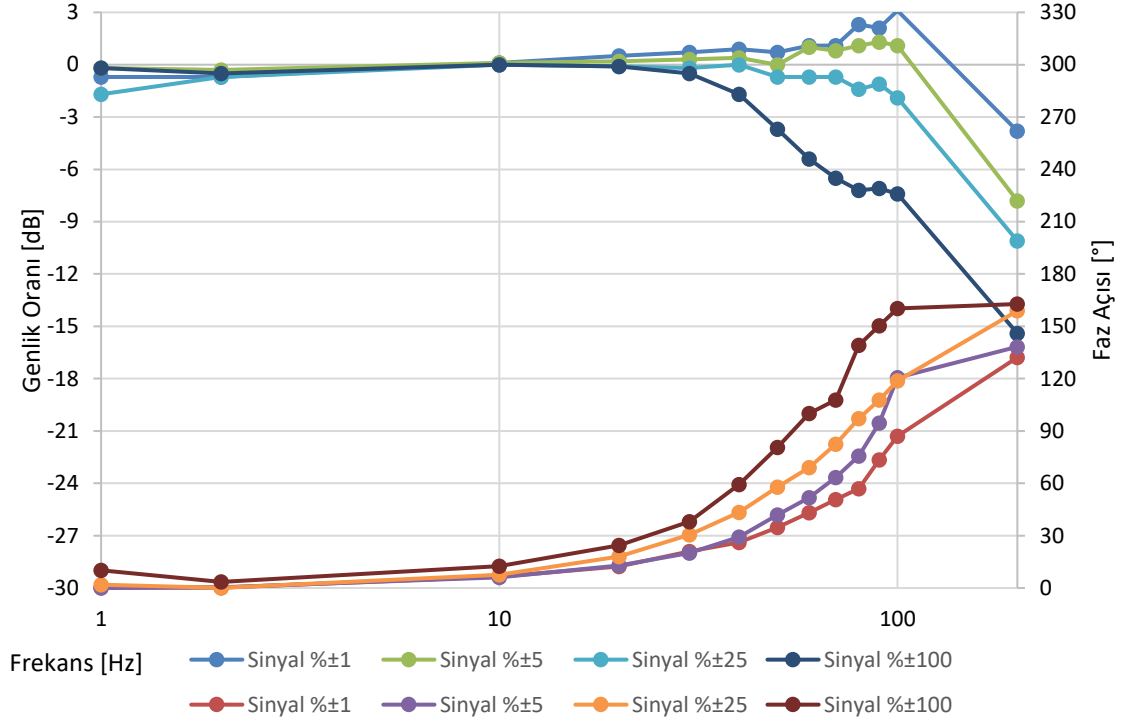
Şekil 5'te valfin girişine uygulanan farklı sinyallere karşılık çıkışta ölçülen akış miktarı gösterilmiştir. Oransal valfin temel performans karakteristiğini oluşturan bu eğri sayesinde valfin durumu hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür.



Şekil 5: Temel karakteristik eğrisi

Frekans cevabı, valfin girişine uygulanan sinüzoidal dalga formundaki sinyale karşılık olarak sürgünün tepkisi (genlik-faz kayması) ölçülmektedir. Genlik, çıkış sinyalinin giriş sinyaline oranının logaritmasının 20 ile çarpılmasıyla hesaplanır. Şekil 6'da Bode Diyagramı ile gösterilen eğride genlik oranı logaritmik, faz kayması 360°'lik periyot olarak gösterilmiştir.

$$\text{Genlik Oranı [dB]} = 20 \cdot \log \frac{U_A}{U_E}$$



Şekil 6 : Frekans cevabı

## SONUÇ

Bu çalışma ile tasarımı ve imalatı gerçekleştirilen test tezgâhı geleneksel test tezgâhları ile karşılaştırıldığında HMC (Hidrolik Hareket Denetleyici) tabanlı sistemin birçok güçlü yönü vardır. Donanım sayısının azaltılması, taşınabilir olması, kullanıcı dostu arayüz ve analiz kolaylığı sağlaması bunlara örnektir. Test edilen oransal valfin sağlamlığı hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlayacak statik ve dinamik testler gerçekleştirilmiştir. Test sonuçları oransal valfin katalog verileri ile karşılaştırıldığında valfin sağlam olduğu kanısına varmak mümkündür.

## KAYNAKÇA

- Elshorbagy, K. A., Kandil, H., & Latif, M. R. (2018). CODEN(USA): JSERBR Development of a Multi-functional Hydraulic Test Stand. *Available Online Wwww.Jsaer.Com Journal of Scientific and Engineering Research 123 Journal of Scientific and Engineering Research*, 5(1), 123–132. [www.jsaer.com](http://www.jsaer.com)
- Meng, F. H., & Zhang, J. H. (2013). Optimization design and simulation research of hydraulic test bench. *Advanced Materials Research*, 744, 23–26.  
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.744.23>
- Zhang, W., & Liao, H. (2011). Design and research of performance of automated test system of electro-hydraulic proportional valve. *2011 International Conference on Electronics, Communications and Control, ICECC 2011 - Proceedings*, 50575044, 1989–1991.  
<https://doi.org/10.1109/ICECC.2011.6066615>

## İNTERNET KAYNAKLARI

<https://www.globenewswire.com/news-release/2021/11/17/2335944/0/en/Global-Test-Benches-Market-Is-Expected-to-Reach-USD-1-76-billion-by-2028-Fior-Markets.html>  
(E.T.05.05.2022)

[https://www.boschrexroth.com/documents/12605/25201105/re29121\\_2019-02.pdf/13c57505-65b3-aa54-2f27-d0b1ea24129a](https://www.boschrexroth.com/documents/12605/25201105/re29121_2019-02.pdf/13c57505-65b3-aa54-2f27-d0b1ea24129a) (E.T.05.05.2022)

[https://www.boschrexroth.com/documents/12605/25201117/re30239\\_2020-10.pdf/aa8f9d06-b72a-54e4-96a4-a5bdec51a080](https://www.boschrexroth.com/documents/12605/25201117/re30239_2020-10.pdf/aa8f9d06-b72a-54e4-96a4-a5bdec51a080) (E.T.05.05.2022)