

BASINÇ DÜŞÜMÜ PARAMETRESİNİN İZLENEREK HİDROLİK FİLTRE KİRLİLİK ŞALTERLERİNİN GÜVENİRLİĞİNİN ARTTIRILMASI

Özgür ÇELİKDEMİR
Levent ÇETİN

ÖZET

Bu çalışmada, hidrolik ünitelerde yağ kirlilik şalterlerinden gelen bilginin doğruluğunun değerlendirilmesi için algoritma geliştirilmiş ve test edilmiştir. Çalışma yapılırken sistemdeki algılayıcılar üzerinde deneyler yapılarak sıcaklık ve debinin basınç farkı ile ilişkisi ortaya konulmuş, filtre üzerinde oluşan basınç deneysel yollarla modellenmiş ve sistem üzerinde gözlemler yapılmıştır. Deneysel gözlemlerde faydalanılan tablolara ve metotlara yöntem kısmında değinilmiştir. Referans alınan yağa bağlı olarak iyileştirme çalışmaları yapılmış ve hidrolik devre oluşturulmuştur. Bu sistem üzerindeki filtreleme çalışmaları sonucunda çıkarımlarda bulunulmuştur. Bu çıkarımlarda, ön görülen deneysel yöntemin filtre bilgisini veren hatalı sinyalleri azalttığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İzlenebilirlik, hidrolik filtreler, güvenilirlik

ABSTRACT

In this study, an algorithm has been developed and tested to evaluate the accuracy of information from oil pollution switches in hydraulic units. During the study, the sensors on the system were experimented and the relationship between pressure difference, temperature and flow rate was determined. The pressure on the filter was modeled by experimental methods and observations were made on the system. The tables and methods used in experimental observation are discussed in the method section. Improvements were made depending on the reference oil and hydraulic circuit was created. Inferences have been made as a result of filtering studies on this system. In these inferences, it was seen that the proposed experimental method reduces the false signals that give the filter information.

Keywords: Traceability, Hydraulics Filters, Reliability

1.GİRİŞ

Günümüzde geliştirilen teknolojik cihazlara algılayıcılar yaygın olarak entegre edilmiştir. Bu durum gerçek zamanlı olarak sistemin çalışma dinamiklerini izlenebilir hale getirmiştir.

Hidrolik üniteler endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemlerin işlevlerini düzgün bir şekilde yerine getirebilmesi için üzerlerine basınç, sıcaklık, seviye, debi algılayıcıları takılmaktadır.[1]

Hidrolik ünitelerdeki temel problemlerden bir tanesi, yağ sıcaklığı, yağ viskozitesi ve debiye bağlı olarak filtre kirlilik şalterinin hatalı bilgi vermesidir. Yağ kirlilik şalterleri filtre üzerindeki basınç düşümüne tepki vermektedirler. Dolayısı ile verilen bilginin yağ temizliğine göre mi yoksa çalışma şartlarına bağlı olarak mı verildiğinin ayırt edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada sistemde entegre olarak bulunan algılayıcılar yardımı ile kontrollü deneyler yapılarak sıcaklık ve debinin basınç farkı ile ilişkisi ortaya konulmuştur. Elde edilen bu bilgiler ile yağ kirlilik şalterlerinden gelen sinyallerin doğruluğunun değerlendirilmesi için bir algoritma geliştirilip, deneysel sistem üzerinde bu algoritma test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ön görülen deneysel yöntemin hatalı uyarıları azalttığını göstermektedir.

1.1 Problem tanımı

Hidrolik sistemlerde yağın temizliğinin sağlanması ve sisteme sürekli temiz yağ gönderilebilmesi için kullanılan hidrolik filtrelerde, filtrenin tıkanıklığını gösteren filtre tıkanıklık şalteri bulunmaktadır. Bu şalterin temel kullanım amacı üzerinden geçen yağın filtreyi kirletmesine bağlı olarak yeni filtre değiştirmesi amaçlı uyarı vermesidir.

Filtre tıkanıklık şalteri, filtrenin giriş ile çıkışı arasındaki basınç farkına bağlı olarak uyarı sinyali üretmektedir. Bu sebeple sadece filtrenin kirliliği değil, aynı zamanda filtrenin maruz kaldığı debiye ve ortam sıcaklığına bağlı olarak değişen viskoziteye göre sinyaller üretebilmektedir.

Hidrolik sistemlerde çalışma esnasında hidrolik yağ farklı sıcaklık değerlerine maruz kalmaktadır. Sıcaklık değişimine bağlı olarak yağ viskozitesi değişmektedir. Yağ viskozitenin değişimi ile filtre üzerindeki basınç farkı değişmekte ve filtre üzerindeki göstergeler hatalı tıkanıklık sinyali üretmektedirler.

Benzer şekilde filtrelerin üzerinden geçen yağ debisinin, nominal olarak filtre geçirgenliğinden göreceli olarak fazla olması, filtre üzerindeki basınç farkını artırmakta ve filtre üzerindeki göstergeler hatalı tıkanıklık sinyali üretmektedirler.

2.YÖNTEM

Normal koşullarda filtre seçimi, filtre içerisinden geçecek olan yağın tipi, çalışacağı sıcaklıktaki viskozitesi ve yağın debisi göz önünde bulundurularak yapılmaktadır. Tasarım kriterinde önerilen değer filtrenin kullanılacağı koşullarda, yağın geçişi sırasında girişi ile çıkışı arasında en fazla 1,5 bar basınç düşümü olacak şekilde seçilmesidir.[2] Bu koşullarda tıkanıklık şalterlerinin düzgün çalıştığı ön görülmektedir. Yukarıda problem tanımında verilen kirliliğe bağlı olmayan tıkanıklık sinyallerinin kaynağının çalışma koşulları (debi ve sıcaklık) olduğunun belirlenmesi için filtre seçiminde kullanılan nominal değerler dışında filtre üzerinde oluşan basınç farkının nasıl değiştiğinin modellenmesi gerekmektedir.

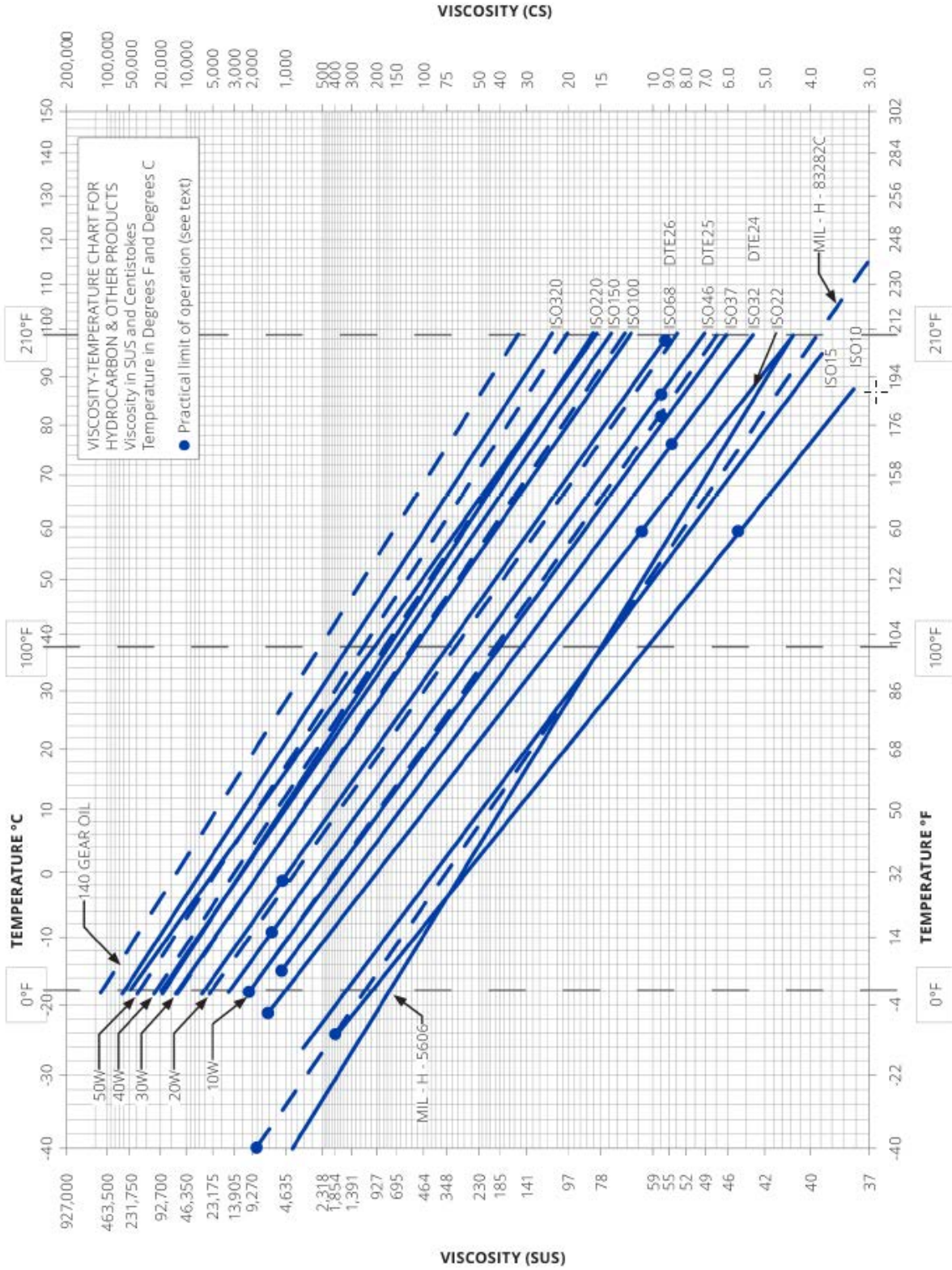
Bu çalışmada bu modelleme için deneysel bir yaklaşım önerilmektedir.

Bu yaklaşımda sıcaklık ve debi aralığına değişimlerinin belirlenmesi, daha sonra ise bu aralık içerisinde anlamlı sayıda değer çifti ile hidrolik sistem çalıştırılarak filtre üzerindeki basınç düşümünün gözlemlenmesi gerekmektedir. Elde edilen sonuçlar bir look-up tablosuna işlenerek tıkanıklık sinyalinin kaynağı kontrol edilecektir.

2.1.Sıcaklık aralığının belirlenmesi

Yağ viskozitesi, hidrolik komponentlerin ideal çalışma viskozite aralıklarına bağlı olarak belirlenmelidir. Yağ viskozitesinin ölçülmesi pahalı ve pratik bir yöntem olmadığından, sıcaklık viskozite tablosu kullanılarak deneysel gözlemin yapılması gereken sıcaklık aralığı belirlenmelidir.

Hidrolik yağ üreticileri belirlenen uluslararası standartlara uygun olarak sıcaklık viskozite ilişkisini deneysel olarak belirleyip teknik bilgi olarak paylaşmaktadırlar.



Şekil 1. Viskozite Sıcaklık İlişkisi [3]

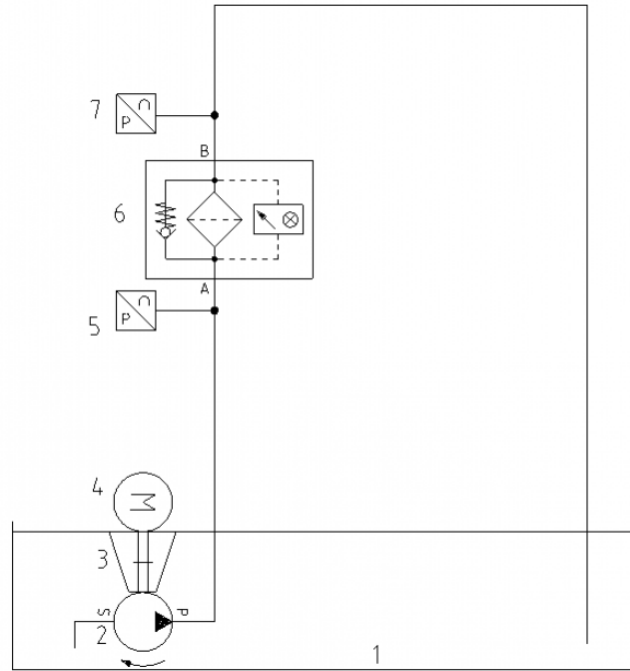
Şekil 1 de görüldüğü gibi yağ viskozitesi ve sıcaklık arasında doğrusal olmayan ve ters orantılı bir ilişki vardır. Buna karşılık grafik üzerinden belirli bir yağ tipi için herhangi bir viskozite değerinin oluştuğu sıcaklık değeri okunabilmektedir.

2.2. Debi aralığının belirlenmesi

Hidrolik sistemlerde basınç hattında debinin ölçülmesi pahalı ve sık tercih edilmeyen bir yöntemdir. Buna karşılık tüm sistemlerde debi ile orantılı bir değişken olan motor devir sayısı bilinmektedir. Bu çalışmada pompanın düzgün çalışması için önerilen minimum ve maksimum devir sayıları kullanılarak motor devri ile basınç farkları arasındaki ilişki belirlenecektir. Bu ilişki pompa büyüklüğü verisi kullanılarak filtreden geçen debiye bağlı olarak oluşan basınç düşümünü verecek şekilde ölçeklenecektir.

3. DENEYSEL SONUÇLAR

Bu çalışmada referans olarak alınan ISO 46 mineral hidrolik yağı kullanılarak metot kısmında belirtilen filtre tıkanıklık şalteri performans iyileştirme çalışması gerçekleştirilmiştir. Belirtilen sıcaklık ve devre bağlı kontrollü deneylerin yapılabilmesi için aşağıdaki hidrolik devre kurulmuştur.



Şekil 2. Hidrolik Devre Şematik çizim

Devrede elektrik motorunun (4) tahriki ile dönen pompa(2) hidrolik tank(1) içerisinde bulunan yağı emerek basınç filtresi(6) üzerinden tanka(1) geri döndürmektedir. Basınç filtresinin girişinde ve çıkışında basınç transmitterleri (5-7) bulunmaktadır. Bu akış sırasında oluşan basınç farkları transmitterden okunarak kontrol sistemine kaydedilmiştir. Kullanılan komponentlerin listesi tablo 1 de verilmiştir.

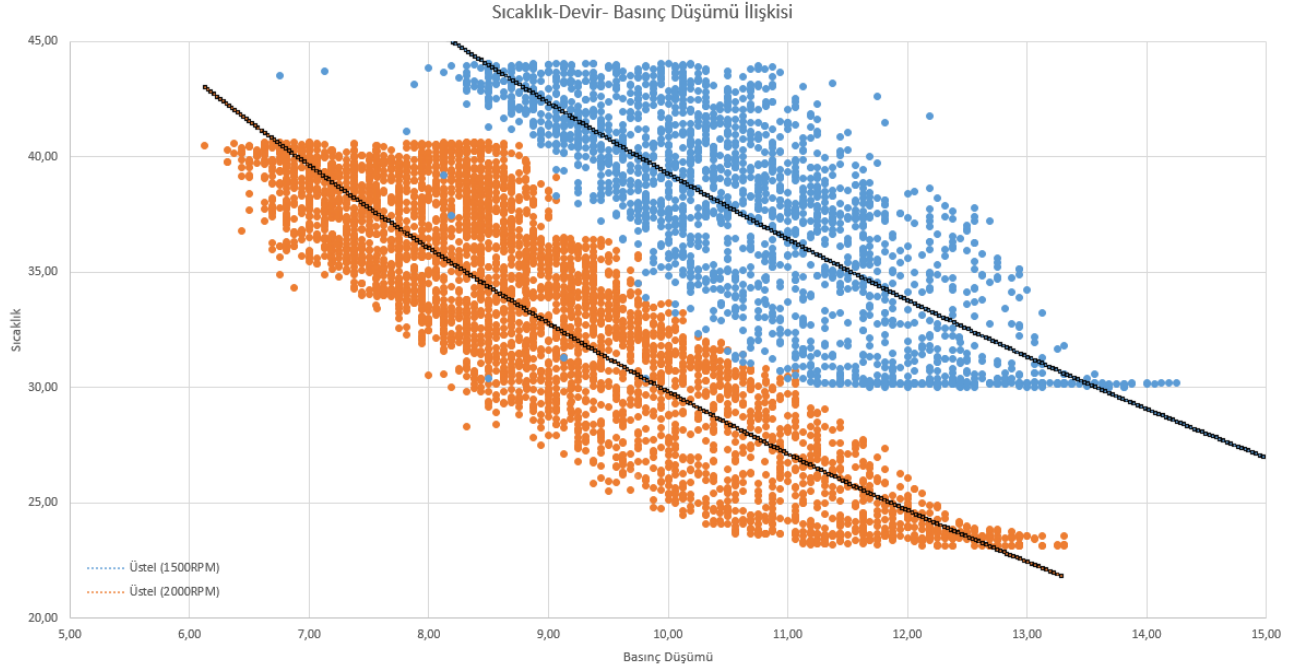
Tablo 1 Hidrolik Ünite ve Üzerindeki Ekipmanlar

1	40Lt Hidrolik Tank
2	8cc Dişli Pompa
3	Kaplin Kampana Takımı
4	3kW 1450 RPM Elektrik Motoru
5	PT160R-14-LI3-H1131 (160 Bar / 4-20 mA Basınç Transmitteri)
6	245 LEN 0063 H10XL A00 V5,0 M R4 Basınç Filtresi
7	PT160R-14-LI3-H1131 (160 Bar / 4-20 mA Basınç Transmitteri)

İlk olarak motor devri nominal çalışma devrine getirilerek sıcaklığa bağlı basınç düşümü deneyleri yapılmıştır. Daha sonra bu deneyler pompanın çalışabileceği devir aralığı içerisinde elektrik motorunun devri 1500 ve 2000 d/dk. devirler için yapılmıştır. Her bir devir değeri için sıcaklık 20 ile 40 derece arasında 5 derecelik artım ile değiştirilmiştir.

Sistem üzerinde gerekli parametre değişikliklerin yapılabilmesi için kontrol ünitesi hidrolik sisteme entegre edilmiştir. Örneklem periyodu 1s olarak ayarlanarak basınç ve sıcaklık algılayıcılarından gelen değerler kontrolcü içerisinde kayıt edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar Şekil3 de verilmiştir.



Şekil 3. Filtreli Sistem Sıcaklık – Devir Sayısı – Basınç Değişimi

Şekil3 de verilen sonuçlar sabit deplasmanlı 8cc dişli pompa kullanılarak elde edilmiştir. Bu sebep ile grafikte verilen devir sayılarına karşılık gelen debi değerleri de eğri üzerinde belirtilmiştir.

Şekil3 incelendiğinde elde edilen deneysel verinin iki temel faktörden etkilendiği görülmektedir. Bunlardan 1.si devre üzerinde bağlantı elemanlarının neden olduğu dirençten kaynaklanan basınç düşümünün sebep olduğu öteleme etkisi ve diğeri de kontrol edilemeyen faktörlerin sebep olduğu belirsizliklerdir.

Bu etkileri ortadan kaldırmak için iki aşamalı bir düzeltme modeli önerilmiştir. İlk aşamada alınan ölçüm verileri skaler kalman filtresi yardımı ile tahmin edilmiştir. İkinci aşamada ise offset etkisine sebep olan sistematik hatayı belirlemek için yukarıda belirtilen deneyler filtresiz olarak tekrar edilmiş ve her bir devir ve sıcaklık ikilisi için filtresiz devredeki basınç düşümü değerleri yine skaler kalman filtresi yardımı ile belirlenmiştir.

Tablo 2a. Skaler Kalman Filtresi ile Filtresiz Devredeki Basınç Düşümü Değerleri

Devir (d/dk.)	Sıcaklık (C derece)			
	25	30	35	40
1500	10,63	9,40	8,18	7,49
2000	-	-	9,11	8,23

Tablo 2b. Skaler Kalman Filtresi ile Filtreli Devredeki Basınç Düşümü Değerleri

Devir (d/dk.)	Sıcaklık (C derece)			
	25	30	35	40
1500	11,53	9,71	8,39	7,63
2000	-	-	11,16	10,14

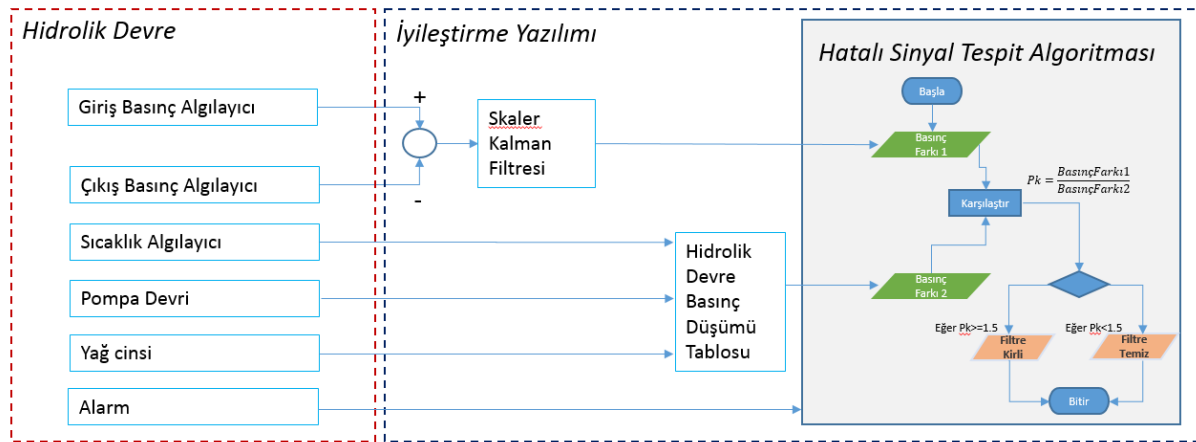
Tablo 2c. Ofsetli Basınç Düşümü Değerleri

Devir (d/dk.)	Sıcaklık (C derece)			
	25	30	35	40
1500	0,9	0,31	0,21	0,14
2000	-	-	2,05	1,91

Tipik olarak, gerçek zamanlı sistemler bir sistemin durumunu elde etmek için tek bir ölçüm yapmak yerine birçok ardışık ölçüm üretir. Bu birçok ölçüm daha sonra o zaman anında sistemin durumunu üretmek için matematiksel olarak birleştirilir. Modelin önceki bilgileriyle birlikte giriş ve çıkış bilgilerinden sistemin durumlarını tahmin edilebilen filtredir. Kalman Filtresi, geleneksel tahmin edicilerde olduğu gibi filtreleme özelliğine rağmen, sistemin ölçülemeyen durumlarını tahmin etmek için çok güçlü ve yeteneklidir.

Her bir zaman adımında, Kalman Filtresi, gerçek bilinmeyen değerlerin tahminlerini belirsizlikleriyle {uncertainty} beraber üretir. Sıradaki ölçümün sonucu gözlemlendiğinde, bu tahminler, belirsizliği düşük tahminlere daha fazla ağırlık vererek, ağırlıklı ortalama ile güncellenir. [4]

Elde edilen deneysel sonuçlar göz önüne alınarak Şekil4 de belirtilen iyileştirme yazılımı önerilmiştir.

**Şekil 4.** Sistem Modeli

Hidrolik sistem üzerinde bulunan devre elemanları iyileştirme yazılımının parametreleridir. Filtre üzerinde bulunan giriş basınç algılayıcısı ve çıkış basınç algılayıcısı arasındaki fark skaler kalman filtresi uygulanarak bulunan basınç farkı hatalı sinyal tespit algoritmasına aktarılır. Yağ sıcaklığı, pompa devri, yağ cinsine göre Hidrolik devre basınç düşümü tablosundan filtre temizken olması gereken basınç farkı tespit edilir. Bu iki basınç farkı arasındaki oran 1,5 ten fazla ise filtre tıkanıklık sinyali doğru bir alarm olarak değerlendirilir. Bu oranın 1,5 tan az olduğu durumlarda ise tıkanıklık sinyali gelse dahi alarm doğru bir alarm değildir.

Çıkarım:

Endüstriyel sistemlerde sistem bileşenlerinin çeşitliliği, çevreden sisteme etkiyen faktörler gibi parametrelerden dolayı deterministik matematiksel modellerin uygulanabilirliği düşüktür. Bu sebeple bu çalışma içerisinde deneysel bir yaklaşım ile filtre üzerindeki basınç düşümünü tahmin eden algoritma tasarlanıp işlevselliği gösterilmiştir. Bu algorithmada skalar kalman filtresi kullanılarak ölçüm ve model belirsizliklerinin sonuca etkileri azaltılmıştır. Ve hidrolik sistemlerde filtre tıkanıklık sinyali için performans iyileştirmesi yapılmıştır. Tıkanıklık alarmı gelse dahi, önerilen algoritma ile doğru değerlendirilmesi sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] R. B. WALTERS, C.ENG., F.I.MECH.E., HYDRAULIC AND ELECTRO-HYDRAULIC CONTROL SYSTEMS, *Engineering Consultant Wembley, UK*
- [2] Bosch Rexroth AG, RE 51422, edition:2015-03, Inline filter with filter element according to DIN 24550
- [3] Bennet Filtration Products, Viscosity Reference Chart
- [4] Çayıroğlu, İ., 2012, "Kalman Filtesi ve Programlama", Fen ve Teknoloji Bilgi Paylaşımı

ÖZGEÇMİŞ**Özgür ÇELİKDEMİR**

Lisans eğitimini Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde tamamlamıştır. Daha sonra İzmir Yüksek Teknoloji Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünde yüksek lisans yapmıştır. Hali hazırda Hidropar İzmir A.Ş de çalışmaktadır. Araştırma alanı hidrolik sistem tasarımı ve kontrol sistemleridir.

Levent ÇETİN

Doktorasını robotik alanında 2008 yılında Dokuz Eylül Üniversitesinde tamamlamıştır. Hali hazırda İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Akademik ilgi alanı Mekatronik sistem tasarımı ve kontrol teorisi uygulamalarıdır.