



# Parçalayıcı Bıçaklı Atık Su Drenaj Pompasının Performans İncelemesi

Mehmet Salih Cellek<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bingöl, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-5802-0715), [mscellek@bingol.edu.tr](mailto:mscellek@bingol.edu.tr)

(İlk Geliş Tarihi 18 Şubat 2021 ve Kabul Tarihi 9 Nisan 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.882402)

**ATIF/REFERENCE:** Cellek, M.S. (2021). Parçalayıcı Bıçaklı Atık Su Drenaj Pompasının Performans İncelemesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23), 534-539.

## Öz

Santrifüj su pompaları temiz su iletmeleri durumunda verimli bir şekilde kullanılabilirken, katı içeren atık su iletmeleri söz konusu olduğunda ise çark kanallarının dar olması nedeniyle tıkanarak arızalanabilmektedir. Dalgıç tipi parçalayıcı bıçaklı atık su drenaj pompaları katı, lifli ve partikül içeren akış şartlarında kullanılmak için geliştirilen, yeni bir tasarım olup daha uzun ömürlü olması beklenen bir pompa türüdür. Bu pompanın çark ve emiş ağzına takılan kesici uçlarla, birçok katı partikül öğütülerek tahliye edilir. Bu durum pompaya ilave güç bindirmekte ve basma yüksekliğini düşürmektedir. Bu çalışmada, iki farklı santrifüj tipli parçalayıcı bıçaklı atık su drenaj pompasının basma yükseklikleri temiz su kullanılması durumunda incelenerek performansları karşılaştırılmıştır. Yapılan test çalışmalarına göre, piyasada bulunan ithal pompanın düşük debilerde daha yüksek basma yüksekliğine sahip iken, artan debilerde ise tasarım ve imalatı yapılan firma pompasının daha iyi performans sergilediği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Drenaj pompası, Parçalayıcı bıçaklı pompa, Atık su pompası, Basma Yüksekliği

## Performance Investigation of Submersible Cutter Pump

### Abstract

Centrifugal water pumps can be used efficiently when they deliver clean water, in the case of solid-liquid wastewater or slurry transmissions, they often fail as a result of blockages due to narrow impeller channels. Submersible type wastewater drainage pumps with cutter blades are a new design developed for use in flow conditions containing solid, fibrous, and particulate matter and are expected to have a longer life. Many solid particles are grinded and discharged with the use of cutter blades attached to its impeller and suction side of the volute. These attachments cause additional load on the pump shaft, reducing pump head. In this study, the performances of two different centrifugal type submersible cutter pumps were examined and compared in case of using clean water. According to the test studies, it has observed that the imported pump has a higher head at low flow rates, while the designed and manufactured company pump has performed better in increasing flow rates.

**Keywords:** Drainage pump, submersible cutter pump, Waste water pump, Pump Head

\* Sorumlu Yazar: [mscellek@bingol.edu.tr](mailto:mscellek@bingol.edu.tr)

## 1. Giriş

Artan dünya nüfusuyla orantılı olarak su tüketiminin artması, yeryüzü su kaynaklarının azalması ve buna bağlı olarak suya erişmenin zorlaşması sonucu mevcut kaynaklardan faydalanma ihtiyacı bazı bölgelerde zaruri hale gelmektedir. Tarım amaçlı dere veya göletlerden su çekilmesi maliyetli olsa da alternatif yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Santrifüj pompalar belli bir noktadaki sıvıların istenilen yere basınçlı olarak iletilmesinde kullanılmaktadır. Başta temiz ve pis su şebekelerinde, tarımsal sulamada, taşkın önleme ve yangın söndürme gibi hayati önem taşıyan alanlarda pompalar yaygın şekilde kullanılmaktadır (Karamanoğlu ve ark., 2003). Pompalar hemen hemen her alanda yaygınlaşarak insanlığa fayda ve yarar sağlamakta buna mukabil enerji tüketmektedirler. Ortalama 20 yıl çalışan bir pompanın maliyeti ömür boyu maliyetinin yalnızca %5'ini oluşturmaktadır (Ertöz, 2003). Bunun nedeni yüksek bakım-onarım ve enerji tüketim maliyetleridir. Bir tesisin işletme maliyetleri göz önüne alındığında, enerji girdisi ilk sıralarda yer almaktadır (Korkmaz, 2015). Europump ve Hidrolik Enstitüsü (2001) verilerine göre pompa sektörü üretilen elektrik enerjisinin %20'sine yakını tüketmektedirler. Yine Europump ve Hidrolik Enstitüsü (2004), sistemin doğru bir şekilde tasarlanması ve doğru pompa seçimi ile tüketilen enerjinin %30'u tasarruf edilebileceği belirtmiştir. Şenol ve Karakuş'a (2017) göre bir sistemde doğru pompa seçimi tek başına yeterli görülmemekte, pompa sisteminin de enerji tasarrufu açısından irdelenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu duruma Morena ve arkadaşlarının (2007) bir tesiste şebeke analizi, basınç ve debi ihtiyacına göre frekans konvertörü kullanılması ile enerji tasarrufu sağlandığını göstermişlerdir. Şen (2011) tarafından yapılan çalışmalarda optimum çalışma noktası, sistem karakteristiği, yanlış pompa seçimi ve yarattığı sorunlar üzerinde durulmuştur. Yumurtacı ve Sarıgül'e (2011) göre frekans kontrollü motor hızının ayarlanması sisteme göre değişkenlik gösterse de pompaj sistemlerinde %70'e varan bir enerji tasarrufu sağlanabilir.

Son yıllarda yaygın şekilde pompa tasarımında kullanılan HAD yazılımları ile prototip maliyetleri azaltılmakta, pompa veya çark içindeki akış görselleştirilmekte (Sarioğlu ve Ayder, 1999), pompa verim artışı için yaklaşımlar sergilenmekte [Cellek ve Engin, 2016] ve nihai tasarımlar için ön çalışmalar yapılabilmektedir (Cirit, TY.).

Sektörde ihtiyaçların zamanla değişmesi, farklı taleplerin ortaya çıkması beraberinde pompaların farklı alanlarda kullanılabilmesine ve/veya farklı pompa türlerinin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Örneğin, İncebay ve Yapıcı (2017) tarafından yapılan çalışmada santrifüj kalp destek pompası tasarlanmış ve prototip olarak imalatı yapılmıştır. Bu prototip pompanın sol karıncık bölümünde kullanılabileceği (LVAD) vurgulanmıştır. Ayrıca kalp destek pompalarında kayma gerilmesi limiti olarak 400 Pa seviyesinin kabul görüldüğü, kan hücrelerinin deformasyona uğramaması için bu değer aşılması gerektiği vurgulanmıştır.

Santrifüj pompaların katı-sıvı karışımli akışkanların iletilmelerinde kullandığı durumlar söz konusudur. Bu durum, pompaların bir takım problemler nedeniyle kısa süre sonra arızalandığı veya belli bir süre sonra çark ve salyangozda meydana gelen aşınmalar dolayısıyla ömrünü tamamlamaktadır (Cellek, 2013). Bu durum, yeni arayışları beraberinde getirerek çamur pompalarının ortaya çıkmasına zemin oluşturmuştur. Çamur pompalarında, sıvı-katı karışımı içerisinde bulunan lifli yapılar, ip, çocuk bezi ve bez parçaları dolayısıyla tıkanmalar ve

arızalar söz konusu olmaktadır. Bu durum pompa üzerinde bir takım değişiklikler ile giderilmeye çalışılmış, sonuç itibarıyla farklı tasarımlar ortaya çıkmıştır. İstenmeyen katı partiküllerin pompa içine girmesinin engellenmesi amacıyla başlangıçta filtreler kullanılmaya başlanmıştır. Filtrelerin etrafında zamanla biriken katı partiküllerin tahliyesi zorunlu bir hale gelince arayışlar devam etmiştir. Nihayetinde pompa girişine gelen katı maddelerin parçalanarak sıvıyla birlikte tahliye fikri ortaya çıkmıştır. Dalgıç tipli parçalayıcı bıçaklı atık su pompaları da bu amaçla ortaya çıkan bir santrifüj pompa türüdür ve kullanım alanı git gide artmaktadır. Bu tür pompaların avantaj ve dezavantajları aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

### Atık su drenaj pompalarının avantajları:

- Çift fazlı akışlarda ihtiyaca karşılık vermektedir.
- Çift fazlı akış şartlarında dayanımı ve ömürleri yüksektir.
- Büyük boylardaki katı parçaların öğütülerek emniyetli bir şekilde iletilmesinde kullanılır.
- Nispeten yüksek debilerde çalışabilmektedir.
- Taşınması ve kurulumu oldukça kolaydır ve az yer kaplarlar.
- Birçok pompa tıkanmalar ve arızalara neden olan katılar parçalanarak tehdit olmaktan çıkmaktadır.

### Atık su drenaj pompalarının dezavantajları:

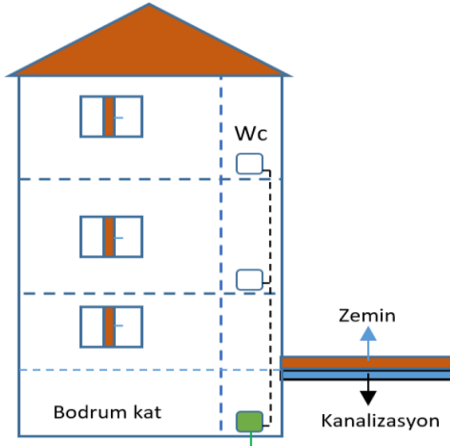
- Katı-sıvı karışımları için kanat sayısı düşük tutulmaktadır. Bu durum basma yüksekliğini etkilemektedir.
- Pompa basma yükseklikleri çift faz nedeniyle su pompalarına nazaran düşüktür.
- Mil güçleri çift faz durumunda artmaktadır.
- Katı-sıvı karışımı iletmeleri nedeniyle verimleri düşüktür.
- Açık çark kullanımları nedeniyle kapalı çarklı santrifüj su pompalarına kıyasla verimleri düşüktür.
- Katı partikül nedeniyle çarkta aralık mesafesi gerekmekte, bu durum verimi düşürmektedir.
- Katı-sıvı akış nedeniyle salyangoz verimsiz olabilmektedir.

Parçalayıcı bıçaklı atık su drenaj pompalarına olan ihtiyacın artmasının nedenleri arasında, küresel ısınma sonucunda mevsim normalleri dışında gelişen ani yağışların neden olduğu sel sularının Şekil 1'de gösterildiği gibi tahliye ihtiyacıdır. Ayrıca Şekil 2'de temsili olarak gösterildiği üzere binaların zemin katlarının yer altına gömülmesi sonucu atık su drenajının kanalizasyon seviyesinin altında kalması da, atık suyun drenajına olan ihtiyacı göstermektedir.

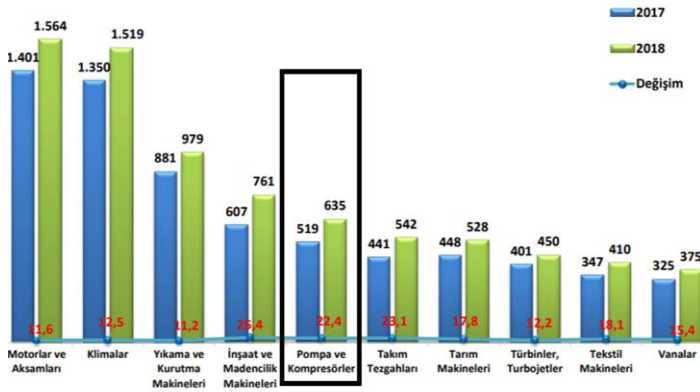
Pompa sektörünün büyüklüğünü ortaya koymak için 2017-2018 yıllarında makine sektöründe ihracatı yapılan ilk 10 ürün ve miktarları Şekil 3'te gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere pompalar ve kompresörler makine sektöründe en çok ihracatı yapılan ilk 5 ürün arasında yer almaktadır. Pompa ve kompresörlerin Şekil 4'de gösterildiği üzere yurt dışına ihracatı yapıldığı gibi ithalatı da söz konusudur. Şekil incelendiğinde görüleceği üzere pompa ve kompresör sektöründe ithalat miktarı ihracatın yaklaşık iki katı olup, bu sektörde dışa bağımlılık söz konusudur. Bu çalışmada dışa bağımlılığın azaltılması adına üretilen bir parçalayıcı bıçaklı atık su drenaj pompasının testleri yapılmış, sonuçları ithal edilen bir pompa ile karşılaştırılmıştır.



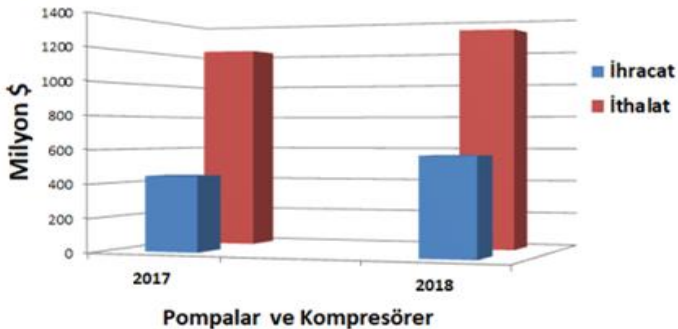
Şekil 1. Atık su drenaj pompasının bir uygulama alanı (Ulusal ve Yerel Medya, 2020)



P.B. Atık su drenaj pompası  
Şekil 2. Atık su drenaj pompasının uygulama alanı



Şekil 3. Makine Sektöründe İhracat Yapılan ilk 10 Ürün (Milyon \$) (Tuik, 2019).



Şekil 4. Türkiye Geneli İthalat-İhracat Rakamları (Tuik, 2019).

## 2. Materyal ve Metot

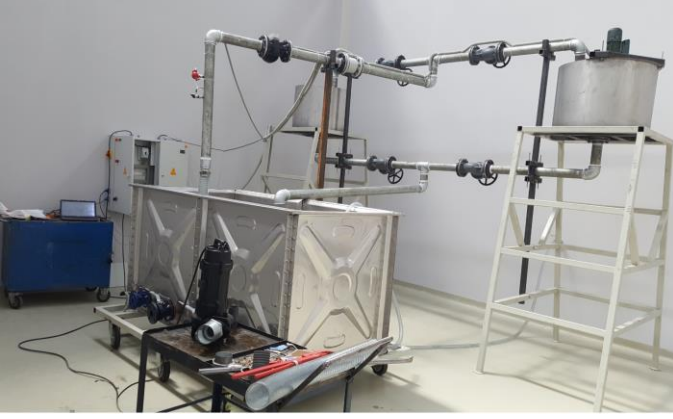
### 2.1. Test Ünitesi ve Deneysel Çalışma

Parçalayıcı bıçaklı atık su drenaj pompası ihtiyacına binaen geniş bir debi aralığında verimli çalışabilecek bir pompa tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. 3 kW motor gücüyle ve 30 m<sup>3</sup>/h debi aralığında çalışabilen pompanın patlatılmış resmi Şekil 5'te gösterilmiştir.

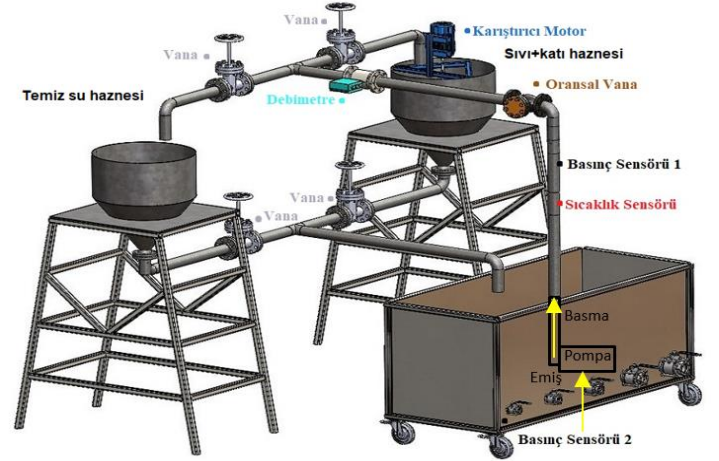


Şekil 5. CAD tasarımı yapılan parçalayıcı bıçaklı pompa patlatılmış resmi

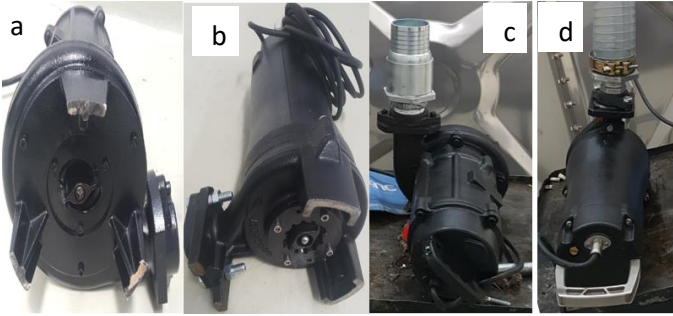
Parçalayıcı bıçaklı atık su drenaj pompasının hidrolik performansını test etmek amacıyla eski adı ZCM Enerji Sistemleri Pompa Motor Mak. Üretim Pazarlama İhr. İth.San.Tic.Ltd.Şti. yeni adı Bader Motor Teknolojileri Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi (2020) bünyesinde bulunan laboratuvarında test ünitesi kurulumu gerçekleştirilmiştir. Pompa performans testleri için geliştirilen test ünitesinin montajı Şekil 6'daki gibidir. Test ünitesinde ana su deposu, pompa, bağlantı boruları, temiz ve kirli su hazneleri, ölçüm cihazları ve destekleme elemanlarından oluşmaktadır. Kurulumu gerçekleştirilen test ünitesinde 2 adet basınç ölçer, 1 adet termokupl, 1 adet debimetre, 1 adet oransal vana, birden çok küresel vanadan oluşmaktadır. Test ünitesinde pompanın temiz su veya katı atıklı su ile deneysel olarak incelenebilmesi amacıyla test ünitesi iki simetrik bölümden oluşmaktadır. Pompanın ana depo içerisinde olması nedeniyle, katı atıklı sıvı hazırlama amacıyla 1 adet karışım haznesi ve 1 adet sıvı-katı karıştırıcısı mevcuttur. Test ünitesinde pompa performansının tüm yönleriyle belirleyebilmek için debi, emme-basma hattı basınçları, pompanın çektiği güç ve pompa devir sayısının ölçülmesi gerekir (Sungur, 2003). Mevcut test ünitesinde drenaj pompası su içinde kalması nedeniyle devir sayısı ve tork değeri test sırasında ölçülememiştir. Bu durumun bir nedeni de mevcut imkânların kısıtlı olmasından kaynaklanmıştır. Şekil 7'de deney tesisatında testleri yapılan geliştirilen firma pompası ile ve piyasa ürünü ithal pompanın resimleri görülmektedir. Her iki pompanın test ünitesinde aynı şartlarda yapılan ölçümleri neticesinde sadece debi-basma yüksekliği grafikleri elde edilmiş ve karşılaştırılmıştır.



Şekil 6. Pompa test ünitesinin montajlı görünüşü



Şekil 9. Test ünitesinin şematik görünümü ve ölçüm elemanları



Şekil 7. Testleri yapılan parçalayıcı bıçaklı pompa (a,c) ve rakip pompanın (b,d) görünümü

### 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

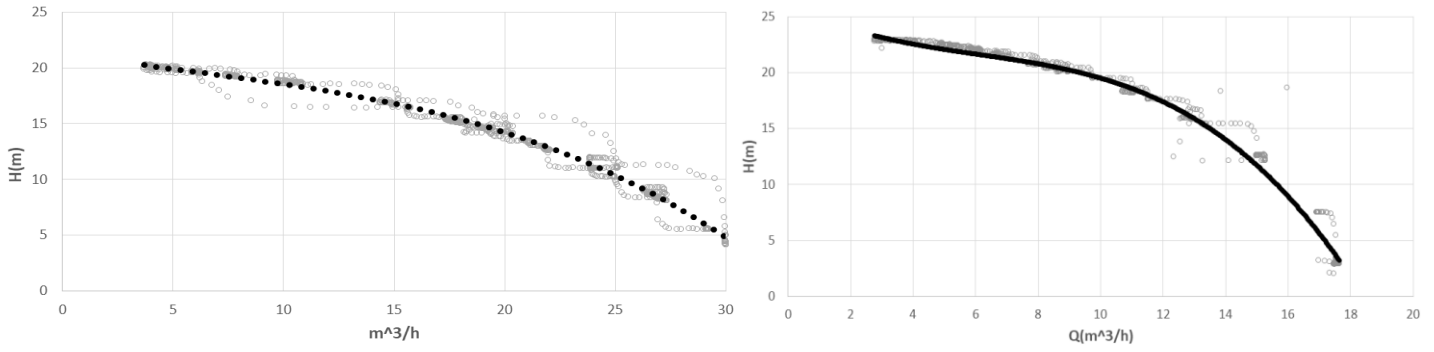
Geliştirilen ve üretimi yapılan parçalayıcı bıçaklı atık su drenaj pompasının hidrolik performansının incelenmesi amacıyla deney düzeneği, temiz su ile doldurulmuştur. Ayrıca pompa performansının piyasada bulunabilen emsal bir pompa ile kıyaslanması amacıyla ithal bir parçalayıcı bıçaklı atık su drenaj pompası da aynı şartlarda teste tabi tutulmuş, her iki pompanın sonuçları elde edilerek karşılaştırılmıştır. Geliştirilen pompanın test sırasındaki anlık görüntüsü ve test verilerinin anlık takip edilebildiği cihazların bulunduğu test ünitesi Şekil 8-9'da gösterilmiştir. Test sırasında, pompa emiş ağzının su yüzeyine olan mesafesi dikkate alınarak giriş basıncı hesaplanmış, atık su drenaj pompasının çıkış borusunun bağlı bulunduğu dikey boruda ise çıkış basıncı okunmuştur. Giriş ve çıkış borularının yaklaşık aynı çapta olması, boru yerel ve yersel kayıplarının da göz önüne alınıp basınç kayıplarının da dâhil edilmesiyle, her pompa basma yüksekliği test ünitesi yazılımına tanımlanmıştır.



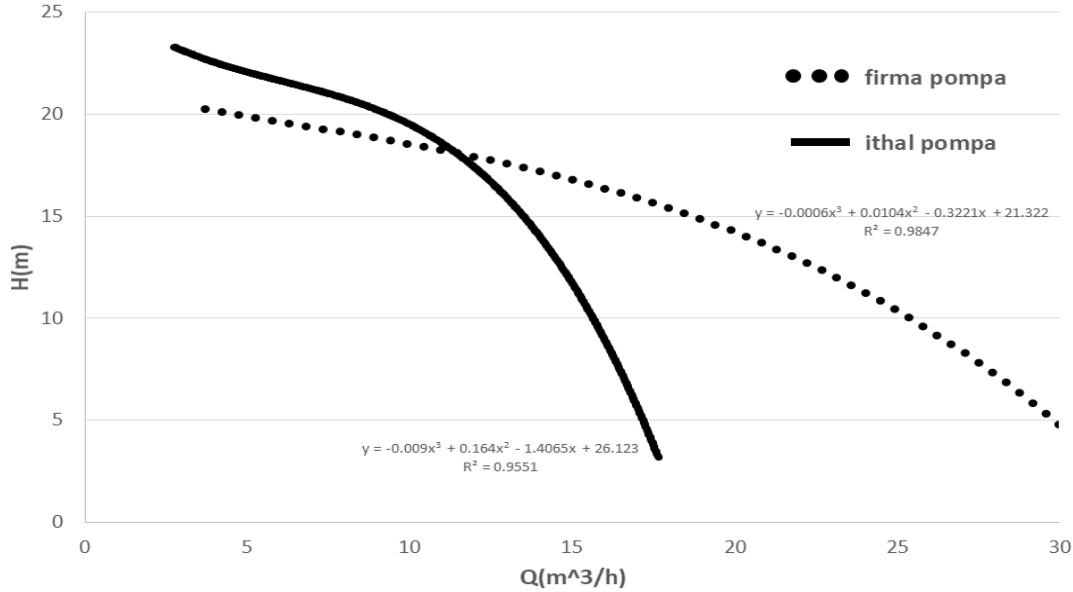
Şekil 8. Firma pompasının düşük ve yüksek debilerde çalışmasının anlık görüntüsü

Tasarımı ve üretimi yapılan pompanın basma yüksekliği,  $H(m)$ , debi,  $Q(m^3/h)$  değişimi program yardımıyla anlık olarak çizdirilmiş ve Şekil 10'da gösterilmiştir. Piyasa ürünü ithal pompanın benzer şekilde test sırasında ölçülen basma yüksekliği verileri Şekil 11'de gösterilmiştir. Test ünitesinde 1 saniyede bir ölçüm alınması nedeniyle test sırasında çok sayıda veri kaydedilmiştir. Montajı yapılmış ve kullanıma hazır haldeki test ünitesinin devre alınması sırasında, oransal vananın arızalı olduğu anlaşılmıştır. Bu durum üzerine küresel vana yardımıyla debi noktaları manuel olarak ayarlanmıştır. Debi değerini değiştirmek amacıyla vananın açıklık oranı değiştirilmeye bağlı olarak, yakın noktalarda çok sayıda veri elde edilmiştir. Vana yardımıyla debi değişimi sırasında açıklık oranına bağlı olarak ani değerler de elde edilmiştir. Bu yüzden tasarlanan pompa ile piyasa ürünü pompanın basma yükseklikleri karşılaştırılması için ölçülen deneysel verilere 3. Dereceden polinom eğrisi uyarlanmıştır. Her iki pompaya ait deneysel veriler ile bu verilerin  $R^2$  değeri Şekil 12 üzerinde gösterilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre üretimi yapılan firma pompasının düşük debilerde ( $4 m^3/h$ ) göreceli olarak piyasa ürünü pompadan ( $\cong 23 m$ ) daha düşük basma yüksekliğine sahip olduğu görülmüştür ( $\cong 20.5 m$ ). Her iki pompa  $12 m^3/h$  debide yaklaşık olarak aynı basma yüksekliğine  $\cong 18 m$  sahip oldukları görülmüştür.  $12 m^3/h$  debi değerinden sonra ithal pompanın basma yüksekliği daha keskin şekilde düşerken, geliştirilen pompanın ise düşük bir hızda düşmeye devam etmektedir. Piyasa ürünü pompanın ise  $17 m^3/h$  debi değerinde  $5 m$  basma yüksekliğine sahip iken, üretimi yapılan firma pompasının  $16 m$  basma yüksekliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Geliştirilen pompanın  $20, 25$  ve  $30 m^3/h$  debilerdeki basma yükseklikleri sırasıyla yaklaşık olarak  $14 m, 10 m$  ve  $5 m$  civarında olduğu görülmektedir. Her iki parçalayıcı bıçaklı atık su drenaj pompası sonuçların farklılık göstermesindeki önemli etkenler olarak; pompaların sahip olduğu farklı salyangoz tasarımları, çark kanat sayıları, kanat çıkış ölçüleri, kanat genişlikleri ve kanat kalınlıklarıdır. İthal pompanın üzerinde firma ve kapasite değerini gösterir etiket olmaması nedeniyle detay verilememektedir. Elde edilen sonuçlar bakımından irdelendiğinde ise, daha düşük debiler için tasarlandığı anlaşılmaktadır.



Şekil 11. Geliştirilen pompa ve piyasa ürünü pompanın anlık test sonuçları (H-Q)



Şekil 12. Geliştirilen pompa ile (firma pompası) piyasa ürünü (ithal pompa) pompanın polinomik basma eğrilerinin karşılaştırılması

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Sıvı akışkanların içerisinde bulunabilen katı lifli yapılar, ip, çocuk bezi vb. parçaların pompa çarkı içerisinde sıkışarak pompada tıkanma ve arızalara yol açması uzun süredir çözümü aranan bir mühendislik probleminiydi. Son zamanlarda ortaya çıkan ve kısa sürede piyasada yer edinen parçalayıcı bıçaklı atık su drenaj pompaları söz konusu probleme çözüm olarak ortaya çıkmıştır. Yüksek bir debi aralığında kullanılabilmesi amacıyla yürütülen çalışmada bir adet parçalayıcı bıçaklı atık su drenaj pompası tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Tasarımı ve üretimi yapılan parçalayıcı bıçaklı atık su drenaj pompasının hidrolik testi temiz su ile gerçekleştirilmiş, elde edilen sonuçlar aynı şartlar altında çalışan ithal bir pompa ile karşılaştırılmıştır. Test sonuçlarına göre tasarımı ve prototip imalatı yapılan firma pompasının düşük debilerde (0-12 m³/h) ithal pompadan daha düşük basma yüksekliğine sahip olduğu görülmüştür. Yaklaşık 12 m³/h debide her iki 18 m ile aynı basma yüksekliği performansı sergilemekte, artan debi ile birlikte firma pompasının piyasa ürünü ithal pompadan daha iyi basma yüksekliği performansı sergilediği görülmüştür. İthal pompa yaklaşık olarak 17 m³/h debiye kadar çalışabilirken, geliştirilen pompanın 30 m³/h debiye kadar çalışabildiği anlaşılmıştır. Parçalayıcı bıçaklı atık su drenaj pompalarının basma yüksekliklerinde ortaya çıkan farklılıkların nedeni; ithal pompanın göreceli olarak daha düşük debilerde yüksek düşü elde edilmesi için, firma pompasının ise nispeten geniş bir debi aralığında çalışabilmesi için tasarlanmalarından

kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Bu iki farklı tasarım hedefi nedeniyle, salyangoz ile çark kanat sayıları, kanat çıkış açıları, kanat genişlikleri ve kanat kalınlıkları değerleri de farklı olacaktır. Tasarım değerlerinin farklı olması, bu çalışmada olduğu gibi, pompa performanslarında farklılıklara neden olacaktır.

Her iki pompanın su içinde çalışması nedeniyle tork ve devir sayıları ölçülememiştir. Bu iki değer ölçülebilmesi için test ünitesinde değişiklikler yapılmak suretiyle mil güçleri ve pompa verimleri karşılaştırılabilir. Pompaların sıvı-katı çift fazlı testleri yapılarak, katı etkileşimin pompa performansları üzerindeki etkileri araştırılabilir.

#### 5. Teşekkür

Bu çalışma Tubitak 1507 “Kobi Arge Başlangıç Destek Programı” kapsamında 7180656 proje numarası ile desteklenmiştir. Projenin sunulmasında, yürütülmesinde ve ilerlemesinde emeği geçen merhum Muzaffer Sezgin’e, Bader Motor Teknolojileri Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi Yönetimine, firma CEO’su Mohamad Zouhair TALAS’a, AR-GE Müdürü Sayın Hayatullah NORRY ve AR-GE mühendisi Ömer AKBAL’a teşekkürlerimi sunarım.

## Kaynakça

- Bader Motor Teknolojileri Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi, (2020).
- Cellek, M.S., (2013). Radyal tipteki bir çamur pompası optimizasyonu ve analizi, Yüksek Lisans Tezi.
- Cellek, M.S., Engin, T., (2016). Parametric investigation of a centrifugal slurry pump while handling clear water, Journal of Thermal Science & Technology 36 (2), 19-28.
- Cellek, M.S., Engin, T., (2016). 3-D Numerical investigation and optimization of centrifugal slurry pump using Computational Fluid Dynamics, Journal of Thermal Science & Technology 36 (1), 69-83.
- Cirit, A., Konuralp, O., Beyazçiçek, M., Albayrak, K., Pompalarda Tasarım ve İç Akış Çözömlenmeleri İle Performans Analizi, Laynebowler Yayınları
- ERTÖZ, A.Ö., (2003). Pompalarda Enerji Verimliliği, Tesisat Dergisi, Kasım 2003.
- Europump, Hydraulic Institute, (2001). Pump Life Cycle Costs: A Guide to LCC Analysis for Pumping Systems, The US Department of Energy's Office of Industrial Technologies.
- Europump, Hydraulic Institute (2004). Variable speed pumping, a guide to successful applications. Elsevier Advanced Technology, 170p, London.
- <https://www.tuik.gov.tr>, 2019.
- İncebay, Ö., Yapıcı, R., (2017). Santrifüj Bir Kalp Destek Pompası Prototipinin Sayısal Ve Deneysel Olarak İncelenmesi, S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg., c.5, s.4, ss. 472-484.
- Karamanoğlu, Y., Mobedi, M., Ertöz, A.Ö., (2006). Pompa Tasarımının Geliştirilmesinde Hesaplmalı Akışkanlar Dinamiğinin Kullanılması, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 91, 46-55.
- Korkmaz, E., (2015). Tek Kademeli Bir Derin Kuyu Pompası Karakteristiklerinin Deneysel Olarak Belirlenmesi, Suleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science, 19(1),1-8.
- Moreno, M., Carrion, P. A., Planells, P., Ortega, J. F., Tarjuelo, J. M., (2007). Measurement and Improvement of the Energy Efficiency at Pumping Stations, Options Mediterraneennes: Seri B, Etudes et Recherches, vol. I, no. 56, p. 353-366.
- Sarioğlu, K., Ayder, E., (1999). Pompa Çarkı İçindeki Akışın 3 Boyutlu Euler Denklemleri ile Analizi, J. of Engineering and Environmental Science, 23, 229-238.
- Sungur, C., (2003). Bilgisayar Kontrollü Yüksek Hassasiyetli Santrifüj Pompa Deneysel Ünitelerinin Gerçekleştirilmesi, S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 17 (32), 39 - 46.
- Şen, M., (2011). Santrifüj Pompalar ve Pompa Tesisatı, Mas Daf, Mas Grup Yayınevi, İstanbul.
- Şenol, G.K., Karakuş, C., (2017). Pompa ve Pompaj Sistemlerinde Enerji Tasarrufu Uygulamaları, Mühendis ve Makina, 58;687,1-16.
- Ulusal ve Yerel Medya, (2020). "Tünelleri su bastı" arama Görüntüleri.
- Yumurtacı, Z., Sarıgül, A.,(2011). Santrifüj Pompalarda Enerji Verimliliği ve Uygulamaları, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Mart-Nisan.