

Düşey Hidrolik Yükün Pompa İşletme Karakteristiklerine Etkisi

Nuri ORHAN^{1*}, Mehmet KURT², Osman ÖZBEK¹, Ali Yavuz ŞEFLEK¹

¹Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Konya

²Selçuk Üniversitesi Cihanbeyli Meslek Yüksekokulu Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Konya

*Sorumlu yazar: nuriorhan@selcuk.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.12.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.04.2021 Kabul Tarihi: 07.04.2021

Öz

Yeraltı su kaynaklarının kullanımı, bu amaçla açılan derin kuyular ile sağlanmaktadır. Su kaynaklarına ulaşmak için kullanılacak olan derin kuyunun fiziksel özelliklerine bağlı olarak su seviyelerinin özelliklerinin bilinmesi yapılacak pompajı daha verimli hale getirecektir. Bu çalışma da altı farklı düşey hidrolik yük (DHY-75, DHY-100, DHY-125, DHY-150, DHY-175 ve DHY-200) ve üç farklı debi (Q-40, Q-50 ve Q-60 m³ h⁻¹) değerinde kuyu düşüm seviyesi pompa çıkış basıncı, şebekeden çekilen güç ve gürültü seviyeleri ölçülmüştür. Kuyu düşüm seviyesine, pompa çıkış basıncına ve verim değerlerine varyans analizi ve Tukey testi yapılmıştır. Kuyu düşüm seviyesine ve çıkış basıncına yapılan varyans analizine göre debi, düşey hidrolik yük ve debi x düşey hidrolik yük interaksyonunun istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür (p<0.01). Düşüm seviyeleri sabit debi değerlerinde artan düşey hidrolik yüke bağlı polinomsal bir seyir izlemiştir. Pompa çıkış basıncı sabit olan debi değerlerinde, genel olarak düşey hidrolik yükün artmasına bağlı bir artış gerçekleşmiştir. Pompa çıkış basıncı sabit olan debilerde en küçük (DHY-75) ve en büyük (DHY-200) düşey hidrolik yük değerlerindeki artış sırasıyla Q-40 debi değerinde %7.98 Q-50 debi değerinde %11.57 ve Q-60 debi değerinde ise %17.41 olarak tespit edilmiştir. Pompaya ait ölçülen güç değerlerinde çok bir değişim gözlenmemiştir. Pompa çıkış basıncı ve debinin fonksiyonu olarak hesaplanan verim değerleri, sabit debi değerlerine göre incelendiğinde, düşey hidrolik yükün artması ile genel olarak artmıştır. Pompada gerçekleşen en yüksek verim, Q-40 debi değerinde ve DHY-200 düşey hidrolik yük seviyesinde %36.22 olarak belirlenmiştir. Düşey hidrolik yük artışının pompa veriminde ve verim parametrelerinde olumlu olduğu gözlemlenmiştir. Ancak pompaların düşey hidrolik yük seviyesi yüksek olan derin kuyulara kurulması maliyeti arttıracığı için pompa verimi ve kurulum maliyetleri açısından ekonomik bir analiz yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Düşey hidrolik yük, debi, milli pompa, düşüm, verim

Effect of Vertical Hydraulic Head on Pump Operating Characteristics

Abstract

The use of underground water resources is provided by deep wells drilled for this purpose. Knowing the properties of water levels depending on the physical properties of the deep well that will be used to reach the resources will make the pumping more efficient. In this study, six different vertical hydraulic loads (DHY-75, DHY-100, DHY-125, DHY-150, DHY-175 and DHY-200) and three different flow rates (Q-40, Q-50 and Q-60 m³ h⁻¹) in values well drawdown pump outlet pressure, power drawn from the mains and noise levels were measured. Analysis of variance and Tukey test were applied to the well drop level, pump outlet pressure and efficiency values. According to the analysis of variance on the well drop level and outlet pressure, it was seen that the interaction of flow, vertical hydraulic head and flow x vertical hydraulic load was statistically significant (p<0.01). The drawdown levels followed a polynomial course due to the vertical hydraulic load increasing at constant flow rates. At constant flow rates, an increase occurred in the pump outlet pressure due to the increase in the vertical hydraulic head. The increase in the smallest (DHY-75) and the largest (DHY-200) vertical hydraulic head values at constant flow rates is 7.98% at Q-40 flow rate, 11.57% at Q-50 flow rate, and 17.41% at Q-60 flow rate has been determined. There was no clear change in the measured power values of the pump. The efficiency values

calculated as a function of pump outlet pressure and flow rate generally increased with the increase of vertical hydraulic head at constant flow rates. The highest efficiency value of the pump was determined as 36.22% at the DHY-200 vertical hydraulic load at Q-40 flow rate. It was observed that the vertical hydraulic head increase was positive in pump efficiency and efficiency parameters. However, as the installation of the pumps in deep wells with high vertical hydraulic load will increase the cost, it has become necessary to make an economic analysis in terms of pump efficiency and installation costs.

Key words: Vertical hydraulic head, flow rate, shaft pump, drawdown, efficiency

Giriş

Dünyada ve ülkemizdeki kullanılabilir tatlı su miktarının büyük çoğunluğunun yer altı su kaynaklarında bulunduğu bilinmektedir. Yer altı su kaynaklarının kullanımı genellikle sondaj ile açılan kuyular sayesinde mümkün olmaktadır. Yer altı su sondaj yardımıyla açılan bu derin kuyulardan, derin kuyu pompaları ile çıkarılmaktadır. Ülkemizde kullanımı her geçen yıl gittikçe artan derin kuyu pompalarının 2019 yılı itibarıyla sayısı 191173 adedi bulmuştur (Anonim, 2020).

Kuyularda bulunan suyun yeryüzüne taşınmasında pompa kadar kuyu karakteristiklerinin de önemli olduğu bilinmektedir. Kuyu karakteristikleri kuyu içerisinde bulunan pompanın karakteristik değerlerinin de değişmesine yol açmaktadır. Bu durumda pompaj sisteminin veriminin azalmasına sebep olmaktadır. Derin kuyularda besleme şartları, su hızı, kuyunun uzunluğu ve genişliği gibi parametreler yapılacak olan pompaj çalışmasını etkilemektedir. Ayrıca derin kuyu içerisindeki su seviyesinin, suyun geçtiği akifer tipine, akifer kalınlığına, rezervine ve doygunluk derecesine bağlı olduğu vurgulanmıştır (Erguvanlı ve Yüzer, 1973; Driscoll, 2010).

Akifer ve kuyu karakteristiğine bağlı olarak kuyu da oluşan su seviyeleri farklılık göstermektedir. Kuyu da oluşan su seviyelerine karşılık pompanın kuyu içerisinde yerleşim yeri önem kazanmaktadır. Derin kuyular içerisindeki suyun hareketine veya durumuna göre belli yükseklikler belirtmektedir. Pompaj yapılan kuyularda oluşan su seviyeleri pompa işletme karakteristiklerini etkilediği bilinmektedir. Pompanın çalışmadığı durumda sahip olduğu yükseklik statik su seviyesi, çalışmaya başladıktan bir süre sonra azalan su seviyesi dinamik su seviyesi olarak tanımlanmakta olup bu iki yüksekliğin farkının ise düşüm olarak ifade edilmektedir (Çalışır, 2009). Dalma derinliği ise kuyu dinamik su seviyesinde iken pompa emiş ağız kısmına kadar olan su seviyesini ifade etmektedir. Düşey hidrolik yük ise statik su seviyesi ile pompa giriş ağız eksenini arasında kalan su seviyesidir (Şekil 1). Schulz (2013), derin kuyu pompalarının kuyu içerisine dalma derinliğinin dinamik su

seviyesinin 5 m altında olması gerektiğini bildirmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, sabit derin kuyu donanımı ve beslemesine bağlı olarak derin kuyu pompa montajının dinamik dalma derinliğinin 2-3 m olarak belirlenmesinin ve bu seviyeye göre yerleştirilmesinin pompa çalışma koşulları açısından daha uygun olacağı vurgulanmıştır (Orhan, 2018).

Türkiye’de özellikle İç Anadolu Bölgesi’nde sulama kuyularında statik su seviyeleri yıllar içerisinde artmaktadır. Başka bir ifade ile yer altı su seviyemiz yıllar içerisinde düşmektedir. Bu azalmaların/düşümlerin iki ana sebebi iklim değişikliği ve bilinçsiz/aşırı sulamalardır. Konya bölgesinde yapılan bir çalışmada yer altı su seviyelerindeki azalmaların %60 oranında iklim, geri kalanın seviye azalmalarının ise aşırı sulamaya bağlı olduğunu bildirmişlerdir (Göçmez ve ark., 2008). Konya Karapınar ilçesinde 1980 yılından itibaren yapılan ölçümlerde kuyularda su seviye düşümlerinin 0.7 m yıl⁻¹ olduğu belirlenmiştir (Doğdu ve ark., 2007). Statik su seviyelerindeki artışın bir diğer ifade ile pompaların maruz kaldığı düşey hidrolik yük azalmalarının pompa performansına etkileri incelenmeli ve bu sonuçlara göre gerekli önlemler alınmalıdır.

Bu çalışmada düşey milli derin kuyu pompasına uygulanan farklı düşey hidrolik yüklerin, değişik debi değerlerinde, kuyu düşüm seviyesine, gürtü seviyesine, şebekeden çekilen güç, çıkış basıncı ve pompa verim değerlerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Pompa denemeleri Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünde bulunan Prof. Dr. Şinasi YETKİN Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Uygulama Atölyesindeki Derin Kuyu Test Ünitesinde yapılmıştır.

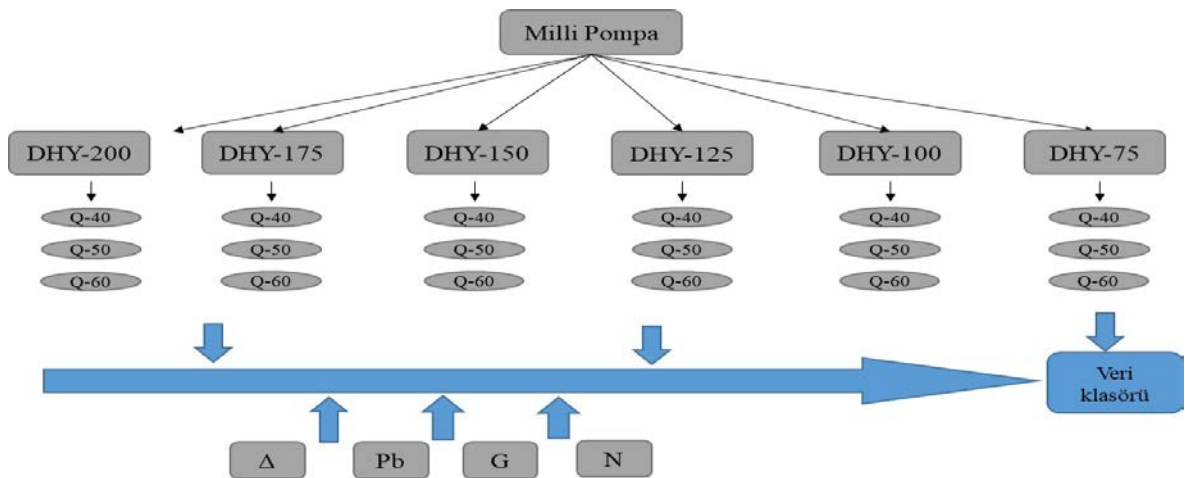
Denemeler 3" dış anma çapa sahip düşey milli derin kuyu pompası ile gerçekleştirilmiştir. Derin kuyu test ünitesinde bulunan kuyu beslemesi 4" ve 6" çapındaki iki adet boru yardımıyla depodan bağlanarak kuyunun alttan beslenmesi sağlanmıştır. Denemelerin yapıldığı test ünitesi ve derin kuyularda meydana gelen yüksekliklere ait bazı terminolojiler Şekil 1’ de verilmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan ölçme aletlerinin bazı teknik özellikleri

Cihazlar	Teknik Özellikleri
Debimetre	S MAG 100 TİP. DN 80 flanş bağlantılı elektromanyetik debimetre. 220 V beslemeli dijital göstergeli, anlık debi, yüzde akış ve toplam gösterimli. Ayarlanabilir 4-20 m/A plus ve frekans çıkışlı. Ölçüm hatası %0.5
Güç analizörü	KAEL marka, Multiser 05-PC-TFT model, Ölçüm çeşitleri; Güç, voltaj, çekilen akım ve güç faktörü (cos Φ), Dijital göstergeli
Manometre	WİKA. 0-10 bar. Alttan Bağlantılı. 4-20 m/A çıkışlı.
Seviye ölçer	Hydrotechnik marka. 010 tip/1.5V. 150 m' lik ölçeklendirilmiş kablolu, ses ve ışık ikazlı tip.
Gürültü ölçer	CT-2012 model. input 4 mA. DC 24V power supply output indicator. Sound level Transmitter model: TR-SLT1A4. Measurement range:30-80 dB. 50-100 dB. 80-130 dB. output 4-20 mA. 90-260 ACV 50Hz/60Hz. Operation temperature 0-50 °C
Sıcaklık sensörleri	Turck marka. 10-24 VDC. -50...100 °C. 4-20mA output.
Bilgisayar	Asus intel core i7.



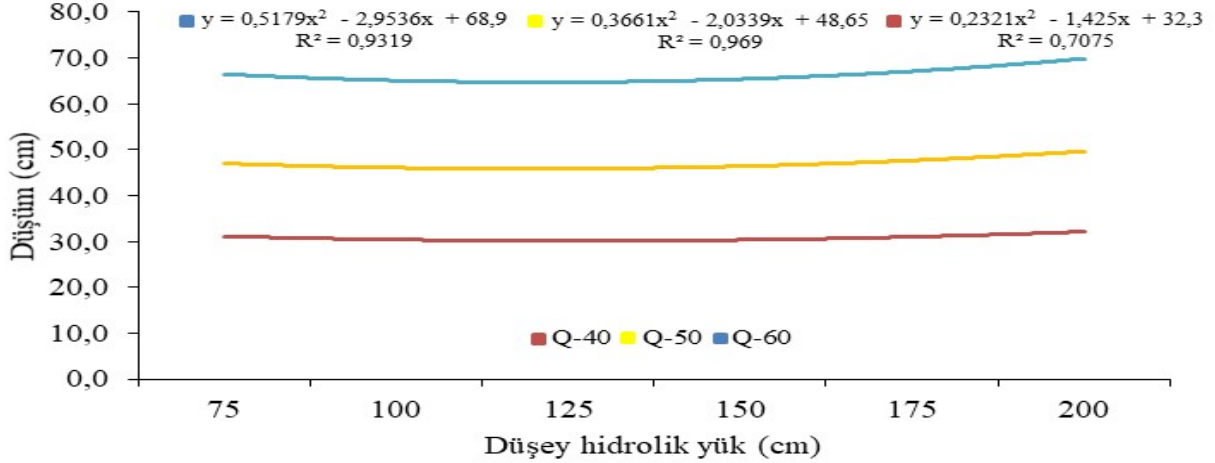
Şekil 2. Denemelerde kullanılan cihazlar (a) debimetre, b) güç analizörü, c) manometre, d) seviye ölçer, e) gürültü ölçer)



Şekil 3. Deneme deseni

Düşey Hidrolik Yük ve Debilerin Düşümüne (Δ) Etkisi

Düşey hidrolik yüke bağlı düşüm değerleri incelendiğinde artan debiye bağlı olarak düşüm değerleri de artmaktadır. Ancak sabit debilerdeki düşey hidrolik yükün düşüm üzerindeki etkisi net olarak görülmemektedir. Bu durum farklı debi değerlerine karşılık düşey hidrolik yük değerlerinde oluşan düşümü göstermektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Farklı düşey hidrolik yük ve debilerde düşümün (Δ) değişimi

Sabit debilerde, düşey hidrolik yükün düşüm üzerine etkisini görmek için varyans analizi yapılmıştır. Yapılan varyans analizine göre debi, düşey hidrolik yük ve debi x düşey hidrolik yük interaksiyonunun istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.01$). İstatistiksel açıdan önemli bulunan değerler üzerine Tukey testi yapılarak LSD değerleri Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 2’de büyüklüklerin ortalamaları arasındaki LSD değerleri esas alınmaktadır. Buna

Pompaların tamamında düşey hidrolik yükün artmasına bağlı olarak düşüm değeri polinomsal bir seyir izlemiştir (Şekil 4). Pompaların 40, 50 ve 60 m³ h⁻¹ debi değerlerinin düşüm seviyelerinde elde edilen R² değerleri sırasıyla 0.70, 0.96 ve 0.93 olarak bulunmuştur.

göre debinin artması düşüm değerlerini yükseltmektedir. Sabit debi değerlerinde DHY arttıkça düşüm değerlerinde DHY150 seviyesine kadar azalma meydana gelmekte, daha sonraki seviyelerde ise artış görülmektedir. Benzer ilişki debi ve düşey hidrolik yük ikili interaksiyonunda da belirlenmiştir. En yüksek düşüm değeri 60 m³ h⁻¹ debi ve DHY200 değerinde gerçekleşmiştir. Benzer şekilde DHY- Δ ortalamalarında da en yüksek düşüm değeri DHY200 seviyesinde olmuştur.

Çizelge 2. DHY ve Q ortalamaları arasındaki farklara göre düşüm (cm) değerleri ve LSD testi sonuçları

	DHY ₇₅	DHY ₁₀₀	DHY ₁₂₅	DHY ₁₅₀	DHY ₁₇₅	DHY ₂₀₀	Q- Δ
Q-40	31.047 ^{jk}	30.537 ^k	29.783 ^l	29.460 ^l	31.620 ^j	31.963 ⁱ	30.735 ^c
Q-50	47.037 ^g	46.170 ^h	46.007 ^h	46.033 ^h	48.073 ^f	49.493 ^e	47.136 ^b
Q-60	66.037 ^c	65.807 ^c	64.373 ^d	65.007 ^d	67.037 ^b	69.957 ^a	66.369 ^a
	LSD=0.7364						LSD=0.3007
DHY- Δ	48.040 ^c	47.504 ^d	46.721 ^e	46.833 ^e	48.910 ^b	50.471 ^a	
	LSD=0.4252						

Düşey Hidrolik Yük ve Debilerin Pompa Çıkış Basıncına (P_b) Etkisi

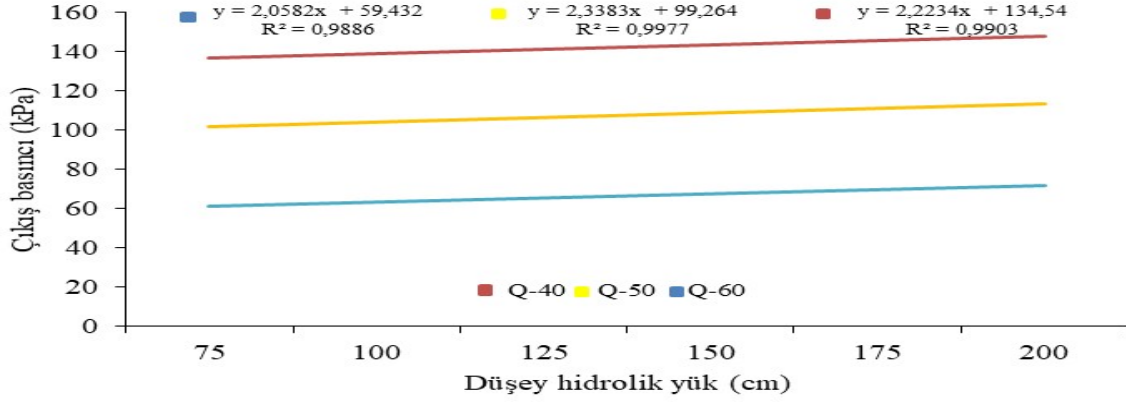
Pompa işletme karakteristiklerini belirlerken manometrik yükseklik (H_m) pompaj sisteminin vazgeçilmez bir parametresidir. Manometrik yüksekliğin belirlenmesi pompa çıkış basıncı (P_b) ile sağlanmaktadır (Tezer, 1978; Baysal, 1979). Denemelerde ölçülen çıkış basıncı değerleri debi ve

düşey hidrolik yük parametrelerine bağlı olarak Şekil 5’te verilmiştir.

Sabit düşey hidrolik yükte, debi arttıkça pompa çıkış basıncı azalmıştır. Bunun nedeni pompanın P_b -Q karakteristiği ile açıklanabilir. Sabit debi değerlerin de düşey hidrolik yük ile pompa çıkış basınçları arasında R² değeri yüksek doğrusal bir ilişki görülmektedir.

Düşey hidrolik yük ve debi arasında hem tekli hem de ikili interaksiyon dikkate alındığında, pompa çıkış basıncı üzerindeki etkilerinin istatistiksel bakımdan önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.01$). Bunun üzerine Tukey testi uygulanmış ve LSD test sonuçları Çizelge 3’te verilmiştir.

Debi ve düşey hidrolik yüke bağlı olarak yapılan istatistiksel verilere göre, düşey hidrolik yük değerleri arttıkça pompa çıkış basıncı değerleri de artmaktadır (Çizelge 3). Bunun sebebinin düşey hidrolik yükün artmasıyla pompanın emme ağzındaki pozitif yükün artmasına bağlayabiliriz.



Şekil 5. Farklı düşey hidrolik yük ve debilerde pompa çıkış basıncının değişimi

Çizelge 3. DHY ve Q ortalamaları arasındaki farklara göre çıkış basıncı (kPa) değerleri ve LSD testi sonuçları

	DHY-75	DHY-100	DHY-125	DHY-150	DHY-175	DHY-200	Q-P _b
Q-40	137.34 ^f	138.73 ^e	140.78 ^d	143.16 ^c	145.59 ^b	148.31 ^a	142.32 ^a
Q-50	101.79 ^l	103.93 ^k	106.22 ^j	108.30 ⁱ	110.88 ^h	113.57 ^g	107.45 ^b
Q-60	60.88 ^r	63.23 ^q	66.06 ^p	67.63 ^o	69.80 ⁿ	71.48 ^m	66.51 ^c
	LSD=0.6177						LSD=0.2522
DHY-P _b	100.00 ^f	101.96 ^e	104.36 ^d	106.36 ^c	108.76 ^b	111.12 ^a	
	LSD=0.3566						

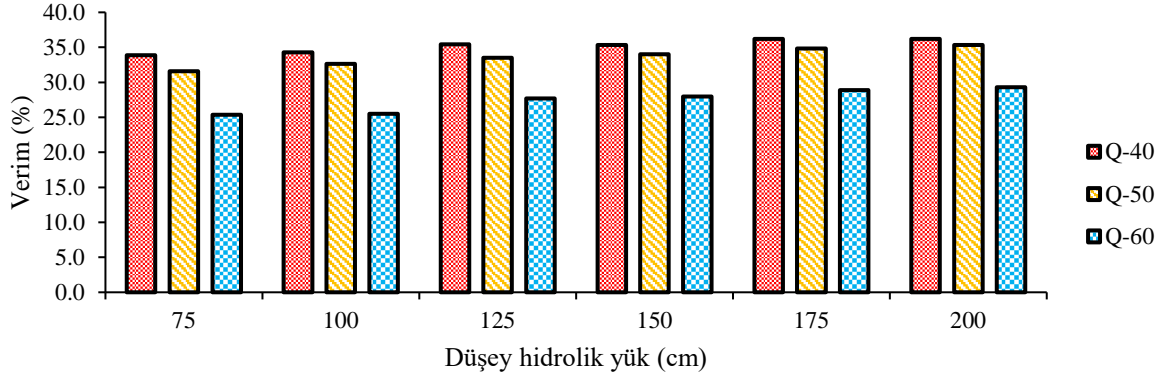
Düşey Hidrolik Yük ve Debilerin Verime (η) Etkisi

Pompalarda sistem verimi debi ve pompa çıkış basıncının bir fonksiyonu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu parametreler doğrultusunda hesaplanan değer pompanın hidrolik verimine (N_h) eş değerdir. Pompanın farklı düşey hidrolik yük ve debi değerlerine bağlı olarak sistem veriminin değişimi yüzde (%) olarak Şekil 6’da verilmiştir.

Şekil 5 incelendiğinde sistem verimi en yüksek sonuçlara $40 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ debi değerlerinde ulaştığı tespit edilmiştir. Bu durum sistem veriminin parametrelerinden birisi olan hidrolik gücün hesaplanmasında kullanılan debi ve pompa çıkış basıncı değerleri ile ilişkilendirilebilir. Düşey hidrolik yük ve debi ortalamaları arasındaki farklara göre sistem verimim (η) verimi değerleri ve LSD testi sonuçları Çizelge 4’te verilmiştir.

Denemelerde kullanılan pompaya ait değerler incelendiğinde en yüksek sistem verimi

değerinin $40 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ debi değerinde düşey hidrolik yükün maksimum olduğu (DHY-200) noktada %36.22 olarak gerçekleştiği görülmektedir (Çizelge 4). Pompa sabit debi değerlerinin her birinde en yüksek sistem verimi düşey hidrolik yükün en yüksek olduğu noktada (DHY-200) belirlenmiştir. Düşey hidrolik yük değerinin artması ile pompa debilerine göre sistem verimleri de artmaktadır. $40 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, $50 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ ve $60 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ debi değerleri için düşey hidrolik yükün 75 cm ’den 200 cm artması sistem veriminde sırasıyla %6.97, %12.01 ve %15.36’lık artışlar gerçekleştirmiştir. Düşey hidrolik yük-verim interaksiyonları içerisinde en yüksek verim değeri de %33.62 ile DHY-200’de gerçekleşmiştir. Debinin artmasıyla artan düşey hidrolik yüke göre sistem verimine ait yüzde değişimler hem debi hem basınç fonksiyonlarının artmasıyla açıklanabilir.



Şekil 6. Farklı düşey hidrolik yük ve debilerde sistem verimi (η) değişimi

Çizelge 4. DHY ve Q ortalamaları arasındaki farklara göre sistem verimi (η) değerleri ve LSD testi sonuçları

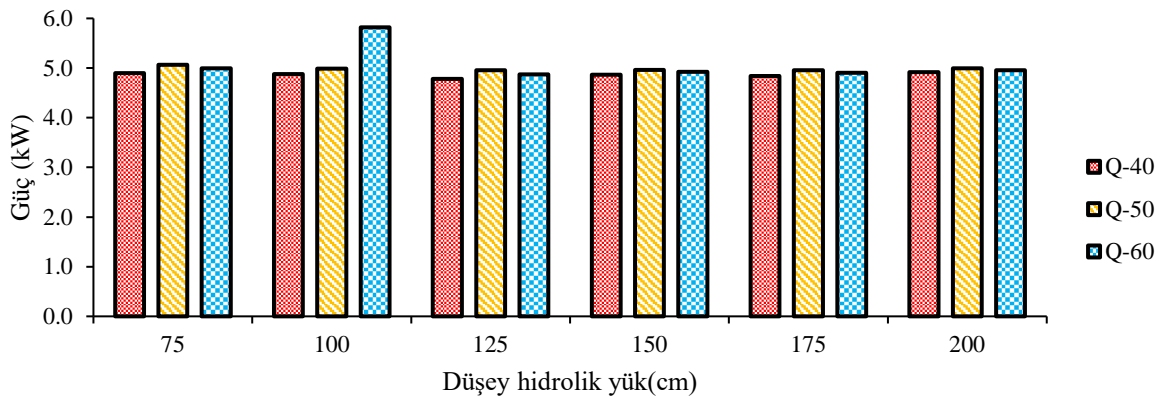
	DHY-75	DHY-100	DHY-125	DHY-150	DHY-175	DHY-200	Q-η
Q-40	33.86 ^e	34.30 ^d	35.41 ^b	35.36 ^b	36.19 ^a	36.22 ^a	35.22 ^a
Q-50	31.57 ^h	32.65 ^g	33.49 ^f	34.01 ^e	34.85 ^c	35.36 ^b	33.66 ^b
Q-60	25.38 ^m	25.50 ^m	27.72 ^l	27.99 ^k	28.91 ^j	29.28 ⁱ	27.46 ^c
	LSD=0.1216					LSD=0.04965	
DHY-η	30.27 ^f	30.82 ^e	32.21 ^d	32.45 ^c	33.32 ^b	33.62 ^a	
	LSD=0.07022						

Düşey Hidrolik Yük ve Debilerin Şebekeden Çekilen (N_3) Güce Etkisi

Pompa hareketini sağlayan elektrik motorunun şebekeden çektiği güç Şekil 7'de verilmiştir. Şebekeden çekilen güç pompa sistem verime etki ettiği için önemlidir.

Pompanın farklı debiler ve sabit düşey hidrolik yük değerlerinde çalışırken şebekeden

çektiği gücün birbirine çok yakın değerler olduğu gözlenmektedir (Şekil 7). Bu durum çekilen debi değerlerine bağlı olarak değişimin çok az olması şeklinde açıklanabilir. Debi değerlerinin ortalamalarında maksimum şebekeden çekilen güç 4.98 kW ile en az düşey hidrolik yük seviyesinde (DHY-75) elde edilmiştir. Ancak, DHY-100 değeri için motor yüklenmesine bağlı olarak şebekeden çekilen gücün maksimum olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 7. Farklı düşey hidrolik yük ve debilerde şebekeden çekilen güç değişimi

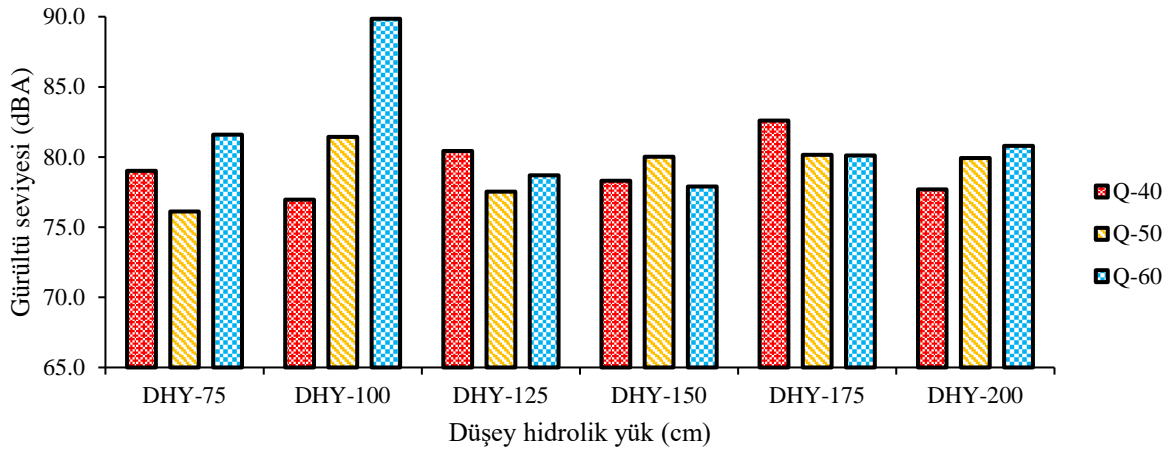
Düşey Hidrolik Yük ve Debilerin Pompa Gürültü (G) Değişimine Etkisi

Gürültü pompa işletme karakteristikleri içerisinde olmamasına rağmen pompa hakkında bilgiler vermektedir. Pompanın hidrolik ve mekanik

aksamlar dan kaynaklı gürültü artışlarının bir güç olduğu ve insanlar tarafından basınç olarak hissedilebileceği vurgulanmıştır (Çalışır ve ark., 2007). Ayrıca kuyularda ve pompalarda meydana gelebilecek arızaların tespitini sağlamamıza yardımcı olmaktadır. Bu nedenle düşey hidrolik yük

incelenirken gürültü değerlerindeki değişimde önemli hale gelmektedir. Farklı debi ve düşey hidrolik yükte oluşan gürültü değerleri Şekil 8’ de verilmiştir.

Sabit debi değerleri incelendiğinde artan düşey hidrolik yükte karşılık gürültü değerleri farklılık göstermektedir. Sabit hidrolik yük değerlerinde de bu durumun aynı şekilde olduğu söylenebilir. Gürültü değeri denemeler boyunca en yüksek seviyeye 60 m³ h⁻¹ debi ve DHY-100 düşey hidrolik yük değerinde ulaşmıştır. Burada ölçülen gürültü değeri insan sağlığını etkileyecek sınırı (63-85 dBA) aşmaktadır (Donoghue, 2004; McBride, 2004).



Şekil 8. Farklı düşey hidrolik yük ve debilerde pompa gürültü değerlerindeki değişim

Pompa çıkış basıncının debi değerlerindeki artışına karşılık, basınç değerlerinde azalma gerçekleşmiştir. Sabit debi değerlerinin tümünde düşey hidrolik yük ile pompa çıkış basıncı arasında doğrusal bir ilişki ortaya çıkmıştır. Bir derin kuyu pompaj tesisinde pompanın çıkış basınçlarındaki değişimlerin takibi ile kuyuda meydana gelen düşey hidrolik yük seviyeleri tahmin edilebilir.

Pompa verim değerleri de çıkış basıncı gibi düşey hidrolik yük değerlerinin artışı ile artış göstermiştir. Derin kuyu pompalarının düşey hidrolik yükün fazla olduğu derinlikler de çalıştırılması pompa verimini artıracaktır. Ancak pompaların daha derin düşey hidrolik yük altına yerleştirilmesi hem malzeme açısından hem de sürtünme faktörünü artıracığından ekonomik yönden incelenmesi gerekmektedir.

Denemeler boyunca debi ve düşey hidrolik yükte karşılık gelen gürültü değerleri çok düzensiz olarak değişmiştir. En yüksek gürültü değeri 89.84 dBA değeri ile 60 m³ h⁻¹ debi ve DHY100 seviyesinde ölçülmüştür. Pompanın bir diğer önemli parametresi şebekeden çektiği gücün değişimidir. Bu değer, farklı debi ve düşey hidrolik yük değerleri içerisinde çok fazla değişmemiştir.

Sonuç ve Öneriler

Aynı düşey hidrolik yük değerlerinde değişen debilere göre düşüm değerleri de artmıştır. Sabit debilerde artan düşey hidrolik yük değerlerinde ise düşüme ait değerler polinomsal olarak değişmiştir. Pompalara ait maksimum düşüm düşey hidrolik yük seviyesinin en fazla olduğu DHY200’de olmuştur. Böylece sabit debi değerinde yapılmakta olan bir pompajın artan düşey hidrolik yükte karşı çok büyük bir oranda değişmeyeceği söylenebilir.

Çalışma genel olarak değerlendirildiğinde düşey hidrolik yükün artması olumlu sonuçlara yol açmış olsa bile pompa kurulum maliyetinde artışa neden olacağı öngörülmektedir. Bu nedenle farklı bir çalışma da pompa için düşey hidrolik yükün optimum olduğu nokta belirlenmelidir. Bu nokta pompanın hem verimli çalışması için hem de kurulum maliyeti bakımından ekonomik olacak şekilde belirlenmelidir.

Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, Proje No: 213O140) tarafından desteklenmiştir. Bu çalışmaya katkıda bulunan merhum Prof.Dr. Sedat ÇALIŞIR Hocamıza teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Anonim. 2002. Rotodinamik pompalar–hidrolik performans kabul deneyleri,sınıf 1 ve sınıf 2. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara. TS EN ISO 9906.
- Anonim. 2020. Tarım Alet ve Makine İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu.
- Atmaca, S., 1998. Dalgıç pompalara uygulanan pompa kabul deneyleri. 3. Pompa Kongresi, 24-26 Eylül, s. 10-15.
- Baysal, K., 1979. Tam santrifüj pompalar: hesap, çizim ve konstrüksiyon özellikleri, İstanbul Teknik Üniversitesi, 160 s.
- Čdina, M., 2003. Detection of cavitation phenomenon in a centrifugal pump using audible sound, *Mechanical systems and signal processing*, 17 (6): 1335-1347.
- Čdina, M. ve Prezelj, J., 2009. Detection of cavitation in operation of kinetic pumps. Use of discrete frequency tone in audible spectra, *Applied Acoustics*, 70 (4): 540-546.
- Çalışır, S., Eryılmaz, T., Haciseferoğulları, H. ve Mengeş, H. O., 2007, Santrifüj pompalarda gürültü, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 3 (2): 105-110.
- Çalışır, S., 2009, 14. Bölüm Sulamada Pompaj Tesisleri, In: Tarım Makineleri, Eds: G., E., Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 544 s.
- Doğdu, M., Toklu, M. ve Sağnak, C., 2007. Konya kapalı havzası'nda yağış ve yeraltısuyu seviye değerlerinin irdelenmesi, 1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, 11-13 Nisan, İstanbul, Türkiye, s. 394-401.
- Donoghue, A., 2004, Occupational health hazards in mining: an overview, *Occupational medicine*, 54 (5): 283-289.
- Driscoll, F., 2010, Kuyu Hidroliği, Ankara, DSİ, 88 s.
- Erguvanlı, K. ve Yüzer, E., 1973. Yeraltıları Jeolojisi (Hidrojeoloji), İTÜ Kütüphanesi sayı: 967, Özarkadaş Matbaası, İstanbul, 340 s.
- Göçmez, G., Dıvrak, B. ve Galena, İ., 2008. Konya Kapalı Havzası'nda yeraltı suyu seviyesinin değişiminin tespiti özet raporu, *WWF, İstanbul*.
- Karassik, I. J., Messina, J. P., Cooper, P. ve Heald, C. C., 2001. Pump handbook, McGraw-Hill New York, 1824 s.
- Maxime, B. ve Chen Li, F., 2015, Cavitation effects in centrifugal pumps-A review, *Int. Journal of Engineering Research and Application*, 10, 8.
- McBride, D. I., 2004. Noise-induced hearing loss and hearing conservation in mining, *Occupational medicine*, 54 (5): 290-296.
- Orhan, N., 2018. Dalgıç pompalarda kritik dalma derinliğinin belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 115 s.
- Schulz H 2013. Die Pumpen: Arbeitsweise Berechnung Konstruktion. Springer-Verlag.
- Tezer, E., 1978. Sulamada pompaj tesisleri (proje, seçim ve işletme yöntemleri), Cilt 1-2-3, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana.