

Düşey Milli Derin Kuyu Pompalarda Anma Çapı ve Su Giriş Kesit Alanının Bazı Pompa Parametrelerine Etkisi

Nuri ORHAN¹, Osman ÖZBEK², Ali Yavuz ŞEFLEK³

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

¹<https://orcid.org/0000-0002-9987-1695>, ²<https://orcid.org/0000-0003-0034-9387>, ³<https://orcid.org/0000-0003-1009-6635>

✉: nuriorhan@selcuk.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada üç değişik anma çapına sahip düşey milli pompanın üç farklı su giriş kesit alanları oluşturulmuştur. Sabit kuyu donanımında, her bir pompa ve kesit alanın kuyu düşüm seviyesine (Δ), gürültü seviyesine (G), şebekeden çekilen güce (N), pompanın toplam dinamik yüksekliğine (TDY), pompa ile teçhiz borusu arasındaki su hızına (v_1) ve pompa su giriş hızına (v_2) etkileri incelenmiştir. Sabit debi değerinde pompa anma çapı arttıkça düşüm seviyesi yükselmiştir. Debi, pompa ve kesit alanı parametrelerine ve bunların ikili, üçlü interaksiyonlarının düşüm değerlerine uygulanan varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak %1 seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Pompalar içerisinde en az düşüm 28.12 cm ile M₁ pompasında en fazla düşüm ise 74.01 cm ile M₃ pompasında görülmüştür. Su giriş kesit alanları bakımından en fazla düşüm 50.26 cm ile KA₃ 'de görülmüştür. En fazla gürültü seviyesi 81.67 dBA ile M₃ pompasında an az ise 72.6 dBA ile M₁ pompasında ölçülmüştür. Genel olarak pompa anma çapı arttıkça gürültü seviyesi artmıştır. Pompaların en yüksek debi değerlerinde KA₂ kesit alanında en düşük TDY elde edilmiştir. Pompa anma çapı ile kuyu teçhiz borusu arasındaki uyumun düşüm üzerine etkisinin olduğu saptanmıştır. Kuyu için pompa seçiminde düşük çaplı pompa seçimi düşüm seviyesinin de az olmasına neden olacaktır.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 16.07.2019

Kabul Tarihi : 30.09.2019

Anahtar Kelimeler

Derin kuyu pompası

Düşey milli pompa

Düşüm

Pompalarda gürültü

The Effect of Nominal Diameter and Water Inlet Cross-Sectional Area on Some Pump Parameters in Vertical Shaft Deep Well Pumps

ABSTRACT

In this study, in three different nominal diameters of the shaft pump three different water inlet cross-sectional areas were formed. In fixed well equipment, the effects of each pump and cross-sectional area on well drawdown (Δ), noise level (G), power drawn from the mains (N), the total dynamic height of the pump (TDY), water velocity (v_1) between the pump with the casing pipe, and pump water inlet velocity (v_2) were investigated. At a constant flow rate, as the pump nominal diameter increases, the drawdown level increased. According to the water inlet cross-sectional area, the highest drawdown was observed in KA₃ with 50.26 cm. The highest noise level was measured at the M₃ pump 81.67 dBA and the lowest noise level was found at the M₁ pump 72.6 dBA. In general, as the nominal diameter of the pump increases, the noise level increased. At the highest flow rate of the pumps, the lowest TDY was obtained in the cross-sectional area of KA₂. It was found that the harmony between the nominal diameter of the pump and the well-equipping pipe had an effect on the drawdown. Choosing a pump with a low diameter in the selection of the pump for the well will also cause the drawdown level to be low.

Research Article

Article History

Received : 16.07.2019

Accepted : 30.09.2019

Keywords

Deep well pump

Vertical shaft pump

Drawdown

Noise in pumps

GİRİŞ

Tarımsal sulamada yeraltı ve yer üstü su kaynaklarından yararlanılmaktadır. Yer altı su kaynaklarından faydalı bir şekilde yararlanabilmek için düşey milli ve dalgıç tip derin kuyu pompaları yaygın olarak kullanılmaktadır.

Sondaj makinalarıyla açılan kuyuların çapları pompa çapına bağlı olarak seçilir; elektrik motoruyla tahrik etme imkanı varsa elektrik motorunun şekli de pompa çapına uygun olarak seçilmiş olur. Dalgıç pompalar genelde anma çaplarına göre 6" , 8" , 10" ve 14" 'lik dört seri halde imal edilirler. Dalgıç pompalar ile düşey milli pompalar arasındaki temel fark tahrik elemanının yerleştirildiği konumdur. Teçhiz borusu çapı, kurulum ve verimli çalışma için pompayı yerleştirecek kadar yeterli büyüklükte olmalıdır. Teçhiz borusunun pompa nominal çapından iki birim büyük olması istenir (Boonstra ve Soppe, 2006; Driscoll, 2010). Genel olarak, kuyu teçhiz borusu içindeki dikey su hızının, kuyu kayıplarını en aza indirmek için 1,5-2 m s⁻¹'den daha az olması gerekir.

Pompaların seçimi ve montajı için dinamik seviyenin tespiti son derece önemlidir. Dinamik seviye toplam dinamik yüksekliğin en önemli bileşenlerinden birisi ve derin kuyu pompalarının tipinin belirlenmesinde en önemli ölçüttür. Bunun sonucu olarak da pompanın montaj derinliği ve motor gücü belirleme işlemi yapılmaktadır (Çalışır ve Konak, 1998; Schulz, 2013). Kuyu teçhiz borusu çapı ile pompa anma çapının kuyudaki su seviyesine etkisi bakımından dalgıç pompalar milli pompalara göre daha fazla düşüme neden olmaktadır (1996). Yazar, bunun nedenini, dalgıç pompa motorlarının, kuyu teçhiz borusu çapını tıkamasına bağlamıştır. Çünkü daralan kuyu kesit

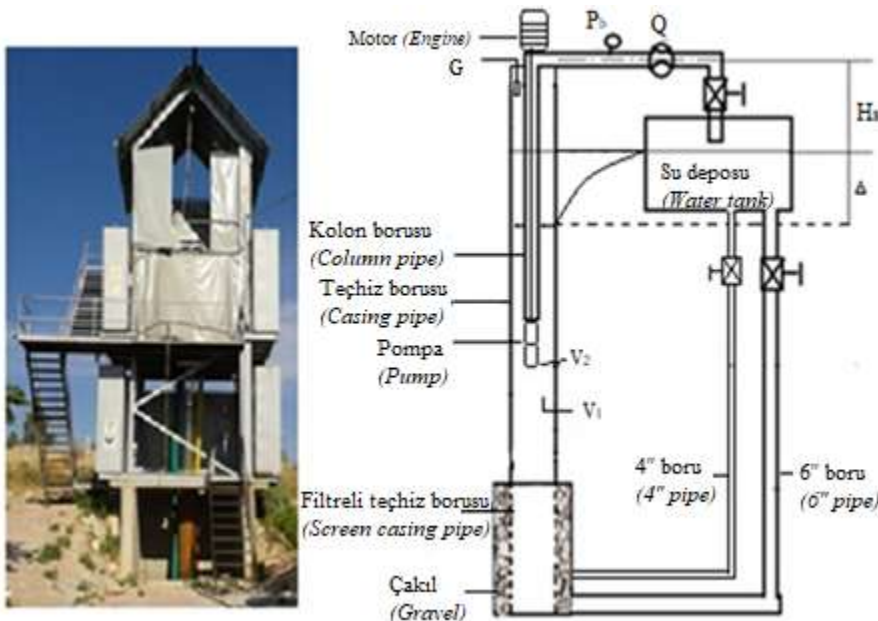
alanında artan su giriş hızına bağlı olarak meydana gelen kayıpların, düşümün ve buna bağlı olarak kuyudaki su seviyenin daha fazla düşmesine neden olmaktadır. Kurt ve Çalışır (2017) yaptıkları çalışmada, kuyunun üstten beslenmesi durumunda milli pompaların sabit debi değerlerinde pompa anma çapı ile düşüm arasında net bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada dalgıç pompaların 70 m³ h⁻¹ sabit debi değerinde pompa anma çapı arttıkça düşüm seviyesinin azaldığını bildirmişlerdir. Derin kuyu test kulesinin üstten beslenmesi durumunda her iki pompa içinde düşüm seviyelerinin düşük olduğu görülmüştür.

Derin kuyu test kulesinin alttan beslenmesi durumunda ve sabit kuyu teçhiz borusunda, farklı anma çaplarına ve su giriş kesit alanına sahip milli pompaların bazı pompaj parametrelerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda düşey milli derin kuyu pompasının farklı anma çaplarının ve farklı su giriş kesit alanlarının düşüme (Δ), gürültü seviyesine (G), şebekeden çekilen güce (N), pompanın geliştirdiği toplam dinamik yüksekliğe (TDY), pompa ile teçhiz borusu arasındaki su hızına (v_1) ve pompa su giriş hızına (v_2) etkileri incelenmiştir.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Denemeler Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü Prof. Dr. Şinasi YETKİN Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Uygulama Atölyesinde, 130140 numaralı TÜBİTAK projesi kapsamında yapılan Derin Kuyu Test Ünitesinde yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1 Derin kuyu test ünitesi ve cihazların bağlantı yerleri
Figure 1. Deep well test unit and connections point of devices.

Derin kuyu donanımına sahip test düzeneği 10 m yüksekliğindedir. Test düzeneğinde tabandan itibaren 2 m oblong delikli filtreli teçhiz borusu, 4 m kapalı teçhiz borusu ve 4 m şeffaf teçhiz borusu sabit tutulmuştur. Kuyu donanımı için temiz ve yıkanmış çakıl kullanılmıştır. Çakıl yığını içinden rastgele seçilen 100 adet çakıl örneğinin ölçümleri yapılarak belirlenen bazı fiziksel özellikleri; çakılların uzunluğunun ortalama 19.6 mm, genişliğinin 14.3 mm, kalınlığının 9.1 mm, porozitesinin %44, küreselliğinin %70, doğal yığılma açısının 22.76°

olduğu belirlenmiştir. Ayrıca geometrik çap bakımından deneylerde kullanılan çakılın %76'sının 7-15 mm aralıkta olduğu tespit edilmiştir (Akpınar, 1999; Boonstra ve Soppe, 2006). Ayrıca filtreli teçhiz borusunun etrafındaki çakıl genişliği 10 cm olarak sabit tutulmuştur. Derin kuyu test kulesinin çakıl ve filtre bölümünün olduğu kuyu su girişi kısmı 4" ve 6" borular ile depodan beslenmiştir (Şekil 1).

Deneylerde kullanılan düşey tip derin kuyu pompalarının pompa grubu Şekil 2'de ve pompalara ait bazı teknik özellikler ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Milli pompaların pompa gruplarına ait bazı teknik özellik ve ölçüleri

Table 1. Some technical features and dimensions of belonging to pump groups of shaft pumps.

Teknik özellikler	Boyutlar		
Pompa anma çapı (mm) (<i>Pump nominal diameter</i>)	78	105	128
Pompa gövde malzemesi (<i>Material of pump body</i>)	Pik	Pik	Pik
Pompa çark malzemesi (<i>Material of pump impeller</i>)	Pirinç	Pirinç	Pirinç
Pompa mil malzemesi (<i>Material of pump shaft</i>)	Paslanmaz çelik	Paslanmaz çelik	Paslanmaz çelik
Giriş kesit alanı (KA ₂) (cm ²) (<i>Input cross-sectional area</i>)	72	90	108
Pompa mili çapı (mm) (<i>Diameter of pump shaft</i>)	25	25	25
Pompa kademe sayısı (<i>Number of pump stage</i>)	2	1	1
Klerens açıklığı (mm) (<i>Clearance</i>)	4.5	4.5	4.5
Kanat sayısı (adet) (<i>Blade number</i>)	5	5	5
Kanat kalınlığı (mm) (<i>Blade thickness</i>)	5	5	5
Çark çıkış çapı (mm) (<i>Impeller outlet diameter</i>)	93.5	136	150
Çark çıkış genişliği (mm) (<i>Impeller output width</i>)	15	16	17.5



Şekil 2. Deneylerde kullanılan pompaların pompa grupları

Figure 2. Pump groups of pumps used in experiments

Deneylerde milli pompaların tahrik edilmesinde kullanılan dik milli elektrik motoru 5.5 kW gücünde, 11.1 A ve 2910 min⁻¹ olup, Siemens markadır.

Tüm milli pompaların deneme kombinasyonlarında 2000 mm uzunluğunda bir adet kolon borusu kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ölçüm aletlerinin bazı teknik özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Yöntem

Denemelerde debi, pozitif basınç, şebekeden çekilen güç, akım şiddeti, hız, gürültü, sıcaklıklar ve görüntü gibi fiziksel büyüklük değerlerinin kaydedilmesi için yazılım ve otomasyon sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemin blok diyagramı Şekil 3'de verilmiştir. Blok diyagramından da görüldüğü gibi sistemde bulunan sensörlerden alınan bilgiler merkezi bir veri toplama kartı üzerinden kablosuz (Bluetooth) olarak Bilgisayar'a aktarılmaktadır. Merkezi işlemcide depolanan bilgiler bilgisayarda hazırlanan yazılım arayüzü aracılığı ile operatör tarafından istenilen aralıklarda uygun isimlerle kayıt edilirler. Kayıt etme işlemi, saniyede birer adet verileri alabilecek tarzda hazırlanmıştır. Pompa rejime girdikten sonra kayıt işlemine başlanılmış ve bir sensör den 50 adet veri alınmıştır. Alınan bu verilerin ortalamaları çizelge olarak verilmiştir.

Blok diyagramında da görüldüğü gibi sistemde bulunan sensörlerden alınan bilgiler, merkezi veri toplama kartı üzerinden kablosuz (Bluetooth) olarak bilgisayara aktarılmaktadır.

Pompaların optimum çalışma devrinde ve her bir pompanın 5 değişik debi aralığında ölçümler alınmıştır. Pompa belirlenen herhangi bir debi değerinde çalıştırılarak ilk değerler kayıt altına alındıktan sonra diğer debi değerine geçilmiştir. Bu şekilde beş farklı debi değerinde ölçümler kayıt edilmiştir.

Pompa 1880 mm sabit hidrolik yük altında denemelere başlanılmıştır. Pompa işletme karakteristiklerinin ölçülmesinde ve yapılan hesaplamalarda ilgili standartlar ve literatür dikkate alınmıştır (Tezer, 1978; Baysal, 1979; Atmaca, 1998; Hanson, 2000; Karassik ve ark., 2001; Anonim, 2002; Çalışır, 2009).

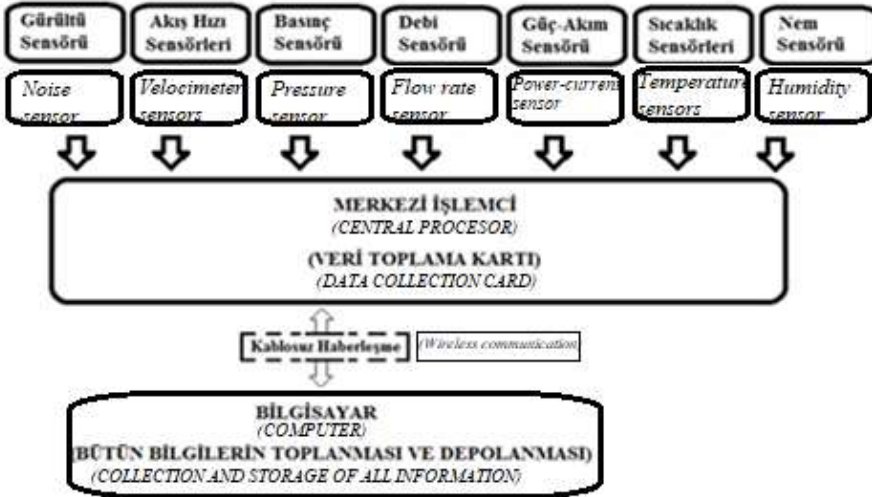
Pompaların orijinal giriş ağız kesit alanına ek olarak, kesit alanını büyötmek için bir adet daha alt adaptör kullanılmıştır. Bu adaptöre geçirilen burç yardımıyla küçük kesit elde edilmiştir (Şekil 4). Çizelge 3'de kesit alanlarının (KA) büyüklükleri verilmiştir.

Pompaların farklı kesit alanlarına, pompanın alt adaptörlerine, kesit şekli bozulmaksızın müdahale edilerek hazırlanmıştır. Pompaların, farklı her bir anma çapı için birer adet (toplam 6 adet) alt adaptör temin edilmiştir. Bunlardan birer tanesi her bir pompa için orijinal kesit alanına sahip (KA₂) alt adaptör olarak kullanılmıştır. Diğer her bir alt adaptör, pompa anma çapı için orijinal kesit alanına göre yaklaşık %20 daha büyük kesit alanı oluşturacak şekilde genişletilerek KA₃ ölçülerinde elde edilmiştir.

Çizelge 2 Kullanılan ölçme aletlerinin bazı teknik özellikleri

Table 2. Some technical features of measuring instruments used

Ekipman cinsi	Bazı teknik özellikleri
Debimetre (<i>Flowmeter</i>)	S MAG 100 TİP, DN 80-100-125 flanş bağlantılı elektromanyetik debimetre, 220 V beslemeli dijital göstergeli, anlık debi, yüzde akış ve toplam gösterimli. Ayarlanabilir 4-20 mA plus ve frekans çıkışlı. Ölçüm hatası %0.5
Manometre (<i>Manometer</i>)	WİKA, 0-10 bar, Alttan Bağlantılı, 4-20 mA çıkışlı.
Seviye ölçer (<i>Level meter</i>)	Hydrotechnik marka, 010 tip/1.5 V, 150 m'lik ölçeklendirilmiş kablolu, ses ve ışık ikazlı tip.
Hız ölçer (<i>Velocimeter</i>)	FLS marka, F3.00 kanatlı tip, ölçüm aralığı 0.1-8 m s ⁻¹ , doğruluk ± %0.75, çıkış tipi puls.
Sıcaklık sensörleri (<i>Temperature sensors</i>)	Turck marka, 10-24 VDC, -50...100 °C, 4-20mA output.
Bilgisayar (<i>Computer</i>)	Asus intel core i7.



Şekil 3. Otomasyon sisteminin blok diyagramı
Figure 3. Block diagram of the automation system



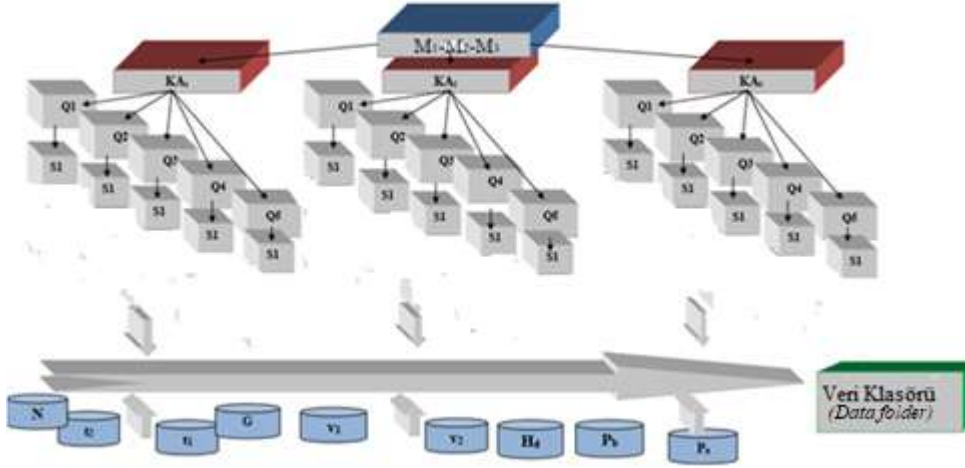
Şekil 4 Pompaların alt adaptörleri ve giriş ağız kesit alanı değiştirme burcu
Figure 4. The pump bottom adapters and inlet cross-sectional area replacement apparatus

Çizelge 3 Pompalar ve pompa giriş kesit alanları (mm²)
Table 3. Pumps and pump inlet cross-sectional areas

Pompalar (Pumps)	KA ₁ (%20 küçük) (%20 small)	KA ₂ (Orjinal) (Original)	KA ₃ (%20 büyük) (%20 larger)
D ₁	3800	4800	5800
D ₂	7200	9000	10800
D ₃	13500	16800	20000

Diğer taraftan yine her anma çapına göre genişletilmiş pompa alt adaptörü için orijinal kesit alanına göre yaklaşık %20 daha küçük kesit alanı oluşturacak şekilde işlenen sökülebilir bir burç yapılmış ve KA₁ ölçüsü elde edilmiştir.

Denemelerin her bir pompanın ve bir pompa besleme ağızı giriş alanı için oluşturulan deneme planları Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. M₁-M₂-M₃ pompalarının deneme deseni
Figure 5. Test design of M₁-M₂-M₃ pumps

BULGULAR ve TARTIŞMA

Denemeler süresince ortam sıcaklığı ortalaması 20 °C ve suyun ortalama sıcaklığı ise 17 °C ölçülmüştür. Denemelere başlamadan önce pompalar 188 cm sabit hidrolik yük ve 89 cm statik su seviyesi yüksekliklerine ayarlanmış ve daha sonra çalıştırılmıştır.

Araştırmada pompaların farklı anma çapları ve kesit alanlarında kuyuda meydana gelen düşüm (Δ), kuyu içindeki gürültü seviyesi (G), şebekeden çekilen güç (N), toplam dinamik yükseklik (TDY), v_1 ve v_2 hız parametrelerine etkisi incelenmiştir.

Pompa anma çapı ve su giriş kesit alanının düşüme etkisi

Pompaların üç anma çapında ve su giriş kesit alanında kuyuda meydana getirdiği düşüm (Δ) seviyeleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4'ün incelenmesiyle, pompalardaki tüm kesitlerdeki debi değeri attıkça, düşüm değerleri yükselme eğilimi göstermiştir. Sabit debi ve giriş kesit alanlarında pompaların anma çapı M₁'den ve M₃'e büyüdüğünde, kuyuda meydana gelen düşüm değerleri artmıştır. Yapılan ilgili çalışmalarda da kuyu kesit alanının daralmasının kuyudaki su seviyenin daha fazla düşmesine neden olduğu bildirilmiştir (Ertöz, 1996; Kurt ve Çalışır, 2017).

Çizelge 4. Pompalardan elde edilen düşüm değerleri (cm)
Table 4. Drawdown values obtained from pumps

Q (m ³ h ⁻¹)	M ₁			M ₂			M ₃		
	KA ₁	KA ₂	KA ₃	KA ₁	KA ₂	KA ₃	KA ₁	KA ₂	KA ₃
40	29.8	28.1	30.8	30.0	33.0	31.0	35	31	35
45	37.1	36.1	37.9	-	-	-	-	-	-
50	44.0	44.0	46.6	46.5	51.0	47.5	-	-	-
55	52.7	52.9	55.5	-	-	-	-	-	-
60	61.3	62.0	65.0	66.0	70.5	67.0	74	71	73
70	-	-	-	91.0	97.0	90.0	-	-	-
80	-	-	-	117.0	122.5	114.5	124	121	123
90	-	-	-	-	-	-	157	165	152

Pompaların anma çaplarında, su giriş kesit alanlarında ve tüm akışın görüldüğü 40 ve 60 m³ h⁻¹ debi değerlerinde elde edilen düşüm seviyeleri Çizelge

5'de verilmiştir. Debi, pompa anma çapı arttıkça genel olarak düşüm seviyesi değerleri artma eğilimi göstermiştir. Ancak kesit alanı ortalamalarına

baktığımızda genel olarak orijinal kesit alanında (KA₂) en az düşüm görülürken, büyütülmüş kesit alanında (KA₃) en fazla düşüm görülmüştür (Çizelge 6). Çizelge 5'deki düşüm değerlerine varyans analizi yapılmış ve

elde edilen sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Seçilen tüm parametreler ve interaksyonları arasında istatistiksel olarak %1 seviyesinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Çizelge 5. Pompaların 40 ve 60 m³ h⁻¹ debi değerlerinde elde edilen düşüm (cm) seviyeleri
Table 5. Obtained drawdown (cm) levels in values 40 and 60 m³ h⁻¹ flow rate of the pumps.

Q (m ³ h ⁻¹)	KA	M ₁ (cm)	M ₂ (cm)	M ₃ (cm)	Debi ortalaması (Flow rate mean)
40	KA ₁	29.77 _i	30.01 _{hi}	34.96 _f	31.512 _b
	KA ₂	28.12 _j	33.00 _g	31.03 _h	
	KA ₃	30.79 _{hi}	30.95 _{hi}	34.98 _f	
60	KA ₁	61.30 _e	65.96 _{cd}	74.01 _a	67.72 _a
	KA ₂	61.86 _e	70.63 _b	70.85 _b	
	KA ₃	64.96 _d	67.00 _c	72.91 _a	
LSD=1.216					LSD=0.585
Pompa ort. (Pump mean)		46.13 _c	46.59 _b	53.12 _a	
		LSD=0.4965			

Çizelge 6. Pompalar düşüm seviyesi (cm) değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları
Table 6. The results of the analysis of variance applied to the drawdown level (cm) values of the pumps.

	SD	KT	KO	F	
Debi (Q) (Flow rate)	1	17701.8	17701.8	65736.26**	
Pompa (M) (Pump)	2	440.1	220.1	817.17**	Kesit alanı ortalamaları (Mean cross-sectional area)
Kesit alanı (KA) (Cross-section area)	2	11.5	5.8	21.38**	KA ₁ 49.33 _b
Q x M	2	75.9	38.0	141.01**	KA ₂ 49.24 _b
Q x KA	2	5.6	2.8	10.44**	KA ₃ 50.26 _a
M x KA	4	108.0	27.0	100.23**	LSD=0.4965
Q x M x KA	4	5.7	1.4	5.32**	
Hata (Error)	36	9.7	0.3		
Genel (General)	53	18358.4			

**p<0.01

Pompalar arasında en az düşüm 28.12cm değeri ile M₁ pompasında, en fazla düşüm 74.01 cm değeri ile M₃ pompasında görülmüştür. Bu düşüm değerleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık olduğu Çizelge 5'in incelenmesinden anlaşılmaktadır. Varyans analizi sonucu, debi değerleri karşılaştırıldığında en yüksek düşüm değeri 60 m³ h⁻¹ debi değerinde (67.72 cm) elde edilmiştir. Besleme kesit ağzı alanı değerleri incelendiğinde ise KA₃'de en yüksek düşüm değerinin elde edildiği ve diğer besleme ağzı giriş kesit alanlarına ait değerler ile arasında istatistiksel olarak bir farklılık olduğu saptanmıştır (Çizelge 6). İkili interaksiyon sonuçları Çizelge 7 ve 8'de verilmiştir. Üçlü interaksiyon incelendiğinde en yüksek düşüm değerinin 60 m³ h⁻¹ debi değerinde M₃KA₁ ve M₃KA₃ kombinasyonlarında elde edildiği görülmektedir. Bu değerlerin diğer interaksyonlarla arasında istatistiksel yönden bir farklılık olduğu, ancak kendi aralarında ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin bulunmadığını görülmüştür. Elde edilen sonuçları, yüksek debi değerinde pompanın fazla miktarda su çekmesine (Çizelge 8), anma çapı büyük olan pompada kuyu kesit alanını daralmasından dolayı pompaya su giriş hızlarının artmasıyla düşüm

yüksekliği değerlerinin artmasının neden olduğu söylenebilir (Çizelge 8). Yukarıdaki değerlendirmelere bağlı olarak yüksek debi ve anma çapı değerinde en az düşüm değeri, pompanın orijinal kesit alanında görülmüştür (Çizelge 5). Bunun doğal sonucu olarak Q₂KA₁M₃ ve Q₂KA₃M₃ kombinasyonlarında yüksek, Q₂KA₂M₃ kombinasyonunda ise düşük değerde bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre pompaların su girişi kesit alanlarının, pompa debilerine ve kuyu kesit alanına olan uyumunun önemli olduğu vurgulanabilir.

Pompalarda anma çapı ve giriş kesit alanının gürültü seviyesine etkisi

Pompalarda kuyu besleme borularının tam açık olduğu konumda ve üç anma çapında kuyuda meydana gelen gürültü seviyeleri (G) Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelgede de görüldüğü gibi ölçülen gürültü değerleri 72.6 dBA ile 83.2 dBA aralığında bir değişim göstermiştir.

Çizelge 7. Pompalarda debi x kesit alanında elde edilen düşüm değeri interaksyonuna uygulanan LSD testi sonuçları

Table 7. LSD test results applied to the drawdown value interaction obtained in flow x cross-sectional area in pumps.

Q (m ³ h ⁻¹)	KA	Debi ve kesit alanı ortalamaları (Flow and cross-sectional area means)
40	KA ₁	31.58 _c
	KA ₂	30.71 _d
	KA ₃	32.24 _c
60	KA ₁	67.09 _b
	KA ₂	67.78 _{ab}
	KA ₃	68.29 _a
		LSD=0.7022

Çizelge 8. Pompalarda debi x anma çapı ve kesit alanı x anma çapında elde edilen düşüm değeri interaksyonuna uygulanan LSD testi sonuçları

Table 8. LSD test results applied to the drawdown value interaction obtained at flow x nominal diameter and cross sectional area x nominal diameter in pumps.

	M ₁	M ₂	M ₃
Q ₁	29.55 _f	31.32 _e	33.65 _d
Q ₂	62.71 _c	67.86 _b	72.59 _a
LSD=0.7022			
KA ₁	45.53 _f	47.98 _e	54.48 _a
KA ₂	44.98 _f	51.81 _b	50.94 _c
KA ₃	47.87 _e	48.97 _d	53.95 _a
LSD=0.8600			

Çizelge 9. Pompalarda anma çapı, kesit alanı ve debinin gürültü seviyesine (dBA) etkisi

Table 9. Effect of nominal diameter, cross-sectional area and flow rate on noise level (dBA) in pumps

Q (m ³ h ⁻¹)	M ₁			M ₂			M ₃		
	KA ₁	KA ₂	KA ₃	KA ₁	KA ₂	KA ₃	KA ₁	KA ₂	KA ₃
40	77.2	75.6	81.4	78.6	80.1	78.2	81.5	79.6	79.4
45	79.1	73.2	82.2	-	-	-	-	-	-
50	79.8	74.4	80.4	79.0	77.6	79.3	-	-	-
55	78.4	73.4	80.2	-	-	-	-	-	-
60	80.4	72.6	77.6	78.7	81.2	79.6	81.7	79.4	80.3
70	-	-	-	79.0	78.4	77.2	-	-	-
80	-	-	-	78.9	77.3	79.2	81.1	80.5	80.2
90	-	-	-	-	-	-	83.2	81.0	80.4

Çizelge 10. Pompaların 40 ve 60 m³ h⁻¹ debi değerlerinde elde edilen gürültü değerleri

Table 10. Obtained noise level in values 40 and 60 m³ h⁻¹ flow rate of the pumps.

Q (m ³ h ⁻¹)	KA	M ₁ (dBA)	M ₂ (dBA)	M ₃ (dBA)			
40	KA ₁	77.18 _g	78.60 _{ef}	81.51 _a			
	KA ₂	75.64 _h	80.13 _b	79.63 _{cd}	Kesit alanı ortalamaları (Mean cross-sectional area)		
	KA ₃	81.13 _b	78.13 _f	79.39 _d	KA ₁	79.69 _a	
60	KA ₁	80.39 _b	78.73 _e	81.67 _a	KA ₂	77.99 _c	
	KA ₂	72.60 _i	80.54 _b	79.39 _d	KA ₃	79.40 _b	
	KA ₃	77.58 _g	79.63 _{cd}	80.31 _b	LSD=0.2156		
		LSD=0.5056					
Pompa ort. (Pump mean)		77.42 _c	79.3 _b	80.32 _a			
		LSD=0.2064					

Pompaların anma çaplarında, su giriş kesit alanlarında ve tüm akışın görüldüğü 40 ve 60 m³ h⁻¹ debi değerlerinde elde edilen gürültü seviyeleri Çizelge 10'da verilmiştir.

Pompa anma çaplarına, su giriş kesit alanlarına ve tüm akışın görüldüğü 40 ve 60 m³ h⁻¹ debi değerlerine varyans analizi yapılmış ve elde edilen sonuçları Çizelge 11'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle debi parametresi hariç diğer seçilen parametreler ve interaksyonları istatistiksel olarak %1 seviyesinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Pompalar arasında en fazla gürültü seviyesi 81.67 dBA değeri M₃ pompasında, en az ise 72.60 dBA değeri ile M₁ pompasında görülmüştür. Bu gürültü değerleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık olduğu Çizelge 11'in incelenmesinden anlaşılmaktadır. Varyans analizi sonucu besleme kesit ağız alanı değerleri incelendiğinde KA₁'de en yüksek gürültü seviyesinin elde edildiği ve diğer besleme ağız giriş kesit alanlarına ait değerler ile arasında istatistiksel olarak bir farklılık belirlenmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Pompaların gürültü seviyesi değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları
Table 11. Variance analysis results applied to the noise level values of the pumps

	SD	KT	KO	F
Pompa (M) (Pump)	2	879.51	439.75	653.88**
Kesit alanı (KA) (Cross-section area)	2	346.76	175.38	257.80**
Debi (Q) (Flow rate)	1	1.09	1.09	1.63
M x KA	4	1134.46	283.62	421.71**
P x Q	2	104.64	52.32	77.80**
KA x Q	2	129.33	64.66	96.15**
M x KA x Q	4	419.87	104.97	156.08**
Hata	612	411.59	0.67	
Genel	629	3427.27		

**p<0.01

İkili interaksiyon sonuçları Çizelge 12 ve 13'de verilmiştir. Üçlü interaksiyon incelendiğinde en yüksek gürültü değerinin M₃KA₁ kombinasyonlarının 40 ve 60 m³ h⁻¹ debi değerinde elde edildiği görülmektedir. Bu değerlerin diğer interaksiyonlarla arasında istatistiksel yönden bir farklılık olduğu, ancak kendi aralarında ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin bulunmadığı görülmüştür. Elde edilen sonuçları, küçültülmüş giriş kesit ağzından yüksek debi çekilmesine (Çizelge 12), anma çapı büyük olan pompada kuyu kesit alanını daralmasından dolayı pompaya su giriş hızlarının artmasıyla gürültü değerlerinin artmasının neden olduğu söylenebilir (Çizelge 13). Gürültü seviyesinin 72.6 dBA değeri ile en düşük M₁ pompasında olmasını ise pompa anma çapına, orijinal kesit alanına ve pompanın optimum debi değerine yakın debide çalışmasına bağlayabiliriz. Çalışır ve ark.,(2006) çalışmalarında denemeye alınan yatay milli santrifüj pompaların optimum debilerinde en düşük gürültü seviyelerinin elde edildiğini açıklamışlardır.

Çizelge 14. Pompalarda anma çapı, kesit alanı ve debinin şebekeden çekilen güce (kW) etkisi

Table 14. The effect of the pumps the nominal diameter, cross-sectional area and flow rates to the power drawn from the mains (kW)

Q (m ³ h ⁻¹)	M ₁			M ₂			M ₃		
	KA ₁	KA ₂	KA ₃	KA ₁	KA ₂	KA ₃	KA ₁	KA ₂	KA ₃
40	4.8	5.1	4.9	4.7	5.1	4.7	6.7	6.4	6.7
45	5.0	5.2	5.0	-	-	-	-	-	-
50	5.1	5.2	5.0	5.0	4.8	4.9	-	-	-
55	5.3	5.2	5.1	-	-	-	-	-	-
60	5.2	5.1	5.3	5.4	5.6	5.1	7.1	7.0	7.2
70	-	-	-	5.6	5.7	5.1	-	-	-
80	-	-	-	5.8	5.6	5.6	8.0	7.8	7.8
90	-	-	-	-	-	-	8.2	8.0	8.1

Çizelge 12. Pompalarda debi x kesit alanında elde edilen gürültü değeri interaksiyonuna uygulanan LSD testi sonuçları

Table 12. LSD test results applied to the noise value interaction obtained in flow rate x cross-sectional area in pumps.

Q (m ³ h ⁻¹)	KA	Debi - kesit alanı ortalamaları (Flow and cross-sectional area means)
40	KA ₁	79.10 c
	KA ₂	78.46 d
	KA ₃	79.63 b
60	KA ₁	80.26 a
	KA ₂	77.51 e
	KA ₃	79.17 c
		LSD=0.2919

Çizelge 13. Pompalarda debi x anma çapı ve kesit alanı x anma çapında elde edilen gürültü değeri interaksiyonuna uygulanan LSD testi sonuçları

Table 13. LSD test results applied to the noise value interaction obtained at flow x nominal diameter and cross sectional area x nominal diameter in pumps.

	M ₁	M ₂	M ₃
Q ₁	78.07 d	78.95 c	80.18 a
Q ₂	76.85 e	79.63 b	80.46 a
LSD=0.2919			
KA ₁	78.78 e	78.67 e	81.59 a
KA ₂	74.12 f	80.33 b	79.51 cd
KA ₃	79.48 d	78.88 e	79.85 c
LSD=0.3575			

Pompalarda anma çapı ve giriş kesit alanının güç (N) üzerine etkisi

Pompalarda kuyu besleme borularının tam açık olduğu konumda ve üç anma çark çapında ölçülen şebekeden çekilen güç (N) değerleri Çizelge 14'de verilmiştir.

Pompalarda anma çapı ve giriş kesit alanının toplam dinamik yükseklik (TDY) üzerine etkisi

Kuyu besleme borusu vanalarının tam açık olduğu konumda pompaların üç anma çapında (M_1 , M_2 ve M_3) her birinin üç su girişi kesit alanında (KA_1 , KA_2 ve KA_3) ve farklı debilerde (Q) hesaplanan toplam dinamik yükseklik değerleri Çizelge 15'de verilmiştir.

Çizelge 15 incelendiğinde her üç pompa anma çapı ve giriş kesit alanı seviyelerinde debinin artması ile TDY değerleri azalmıştır. Bu değişimin pompaların TDY-Q karakteristiğine uygun davrandığı yönünde değerlendirilmiştir. Pompa anma çapı arttıkça

TDY'de artış eğilimi göstermiştir. Pompaların en yüksek debi değerlerinde kesit alanları bakımında orijinal kesit alanında (KA_2) TDY değeri en düşük çıkmıştır.

Pompalarda anma çapı ve giriş kesit alanının v_1 ve v_2 hızlarına etkisi

Kuyu besleme borularının tam açık olduğu konumda pompaların üç anma çapında (M_1 , M_2 ve M_3) her birinin üç su girişi ağzı kesit alanında (KA_1 , KA_2 ve KA_3) ve farklı debilerde (Q) ölçülen v_1 ve v_2 hız değişimleri Çizelge 16 ve 17'de verilmiştir.

Çizelge 15. Pompalarda anma çapı, kesit alanı ve debinin TDY (kPa) üzerine etkisi

Table 15. Effect of the pumps nominal diameter, cross-sectional area and flow rates on TDY (kPa).

Q (m^3h^{-1})	M ₁			M ₂			M ₃		
	KA ₁	KA ₂	KA ₃	KA ₁	KA ₂	KA ₃	KA ₁	KA ₂	KA ₃
40	159.3	162.1	156.9	138.4	144.4	143.8	178.4	201.6	194.3
45	147.2	146.4	143.3	-	-	-	-	-	-
50	130.0	129.2	126.3	131.2	130.0	129.8	-	-	-
55	115.1	111.2	106.3	-	-	-	-	-	-
60	94.3	90.9	92.7	123.3	120.7	119.3	164.4	172.4	167.3
70	-	-	-	111.1	106.3	105.2	-	-	-
80	-	-	-	96.6	88.8	93.0	146.5	145.3	143.5
90	-	-	-	-	-	-	135.3	132.5	134.8

Çizelge 16. Pompalarda anma çapı, kesit alanı ve debinin v_1 hızına (ms^{-1}) etkisi

Table 16. Effect of the pumps nominal diameter, cross-sectional area and flow rate of on speed v_1 (ms^{-1})

Q (m^3h^{-1})	M ₁			M ₂			M ₃		
	KA ₁	KA ₂	KA ₃	KA ₁	KA ₂	KA ₃	KA ₁	KA ₂	KA ₃
40	0.18	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20
45	0.20	0.20	0.20	-	-	-	-	-	-
50	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24	-	-	-
55	0.24	0.24	0.24	-	-	-	-	-	-
60	0.26	0.27	0.26	0.28	0.28	0.28	0.30	0.30	0.31
70	-	-	-	0.33	0.32	0.33	-	-	-
80	-	-	-	0.37	0.37	0.38	0.40	0.40	0.40
90	-	-	-	-	-	-	0.45	0.45	0.46

Çizelge 17. Pompalarda anma çapı, kesit alanı ve debinin v_2 hızına ($m s^{-1}$) etkisi

Table 17. Effect of the pumps nominal diameter, cross-sectional area and flow rate of on speed v_2 (ms^{-1})

Q (m^3h^{-1})	M ₁			M ₂			M ₃		
	KA ₁	KA ₂	KA ₃	KA ₁	KA ₂	KA ₃	KA ₁	KA ₂	KA ₃
40	2.95	2.33	1.92	1.54	1.23	1.03	0.81	0.66	0.56
45	3.30	2.61	2.16	-	-	-	-	-	-
50	3.67	2.90	2.39	1.93	1.54	1.29	-	-	-
55	4.04	3.19	2.64	-	-	-	-	-	-
60	4.40	3.49	2.88	2.31	1.85	1.54	1.23	0.99	0.83
70	-	-	-	2.70	2.16	1.80	-	-	-
80	-	-	-	3.09	2.47	2.06	1.65	1.32	1.11
90	-	-	-	-	-	-	1.85	1.48	1.25

Pompaların anma çapı ve giriş kesit alanlarında debi attıkça v_1 hızı yükselmiştir. Sabit debilerde ve her üç anma çapında, kesit alanının artması v_1 hızı üzerinde etkili olmamıştır. Ancak sabit debilerde ve her üç kesit alanında pompa anma çapının artması v_1 hızı değerlerini artırmıştır. Bunun nedeni v_1 hızının, teçhiz

borusu ile pompa grubu anma çapı arasında kalan halka alandan ölçülmesine bağlanabilir. Kesit alanının küçülmesi v_1 hız değerlerini yükseltmiştir. Çünkü kuyuda sabit iç çapında teçhiz borusu kullanılmış ve pompa anma çapının artmasıyla v_1 hızının ölçüldüğü halkanın alanı küçülmüştür.

Çizelgeler 17 incelendiğinde pompaların anma çapı ve giriş kesit alanlarında debi attıkça v_2 hızı değerleri yükselmiştir. Sabit debilerde ve her üç anma çapında, pompa emme ağız giriş kesit alanının artması v_2 hızını azaltmıştır. Benzer şekilde sabit debilerde ve her üç kesit alanında da pompa anma çapının arttıkça v_2 hızları küçülmüştür. Bunun nedeni v_2 hızının pompa su girişi ağızından ölçülmesine ve büyük anma çaplı pompaların giriş kesitlerinin daha büyük olması ile açıklanabilir.

Pompa kolon borusunda ölçülen hız (v_1) ile pompa giriş ağızında ölçülen hız (v_2) değerlerinin yükselmesi, akışın sürekli ve kütlenin korunumu kanununa uygun davrandığını göstermektedir (Çengel ve Cimbala, 2008).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Pompaların tüm anma çaplarında ve giriş kesit alanlarında debi arttıkça düşüm değeri artmıştır. Sabit debide pompa anma çapının artması düşüm seviyesini yükseltmiştir. Aynı şekilde sabit kesit alanında pompa anma çapının artması düşüm değerlerinin artırmıştır (Çizelge 8). Pompa anma çaplarının tümünde kesit alanlarındaki ortalama düşüm değerleri istatistiksel olarak KA_1 ve KA_2 'de farksız iken KA_3 'de farklı çıkmıştır. Kesit alanları bakımından düşüm değerlerini sadece KA_3 'ün etkilediği görülmüştür (Çizelge 6).

Pompa anma çapı ile kuyu teçhiz borusu arasındaki uyumun düşüm üzerine etkisinin olduğu saptanmıştır. Kuyu için pompa seçiminde düşük çaplı pompa seçimi düşüm seviyesinin de az olmasına neden olacaktır.

Pompa anma çapının artması ortalama gürültü seviyelerini artırmıştır (Çizelge 10). Pompa su giriş kesit alanını değiştirmek gürültü seviyesi üzerine olumsuz etkisi olmuştur. Pompaların gürültü değişim seviyelerinin belirlenmesi, pompanın kavitezyon, çark aşınması gibi fiziksel durumlara maruz kalmasında oluşan ani gürültü değişimlerinin tespiti için önemlidir. Pompaların farklı çalışma aralıklarında gürültü değişimleri belirlenmiştir.

Bu çalışma ile pompa anma çapı ve kuyu teçhiz borusu arasındaki ilişki pompa işletme karakteristikleri yönünden incelenmiş olup, en uygun pompa seçimi için bir yol göstermiştir.

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.

KAYNAKÇA

- Akpınar K 1999. Su Sondaj Kuyularının Açılması ve İşletilmesi Sırasında Çıkan Sorunlar ve Çözümleri. İller Bankası Makine ve Sondaj Dairesi Başkanlığı, Ankara, 696 sy.
- Anonim 2002. Rotodinamik Pompalar-Hidrolik Performans Kabul Deneyleri Sınıf 1 ve Sınıf 2 (TS EN ISO 9906). Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Atmaca S 1998. Dalgıç Pompalara Uygulanan Pompa Kabul Deneyleri. 3. Pompa Kongresi, 24-26 Eylül 1998, İstanbul.
- Baysal K 1979. Tam Santrifüj Pompalar: Hesap, Çizim ve Konstrüksiyon Özellikleri. İstanbul Teknik Üniversitesi, 24 sy.
- Boonstra H, Soppe R 2006. Well Design and Construction, In: The Handbook Of Groundwater Engineering, Eds: Delleur, J. W., *CRC Press Taylor & Francis Group: Alterra-ILRI, The Netherlands The Netherlands*. 420-450.
- Çalışır S, Konak M 1998. Konya Bölgesinde Bazı Derin Kuyu Pompaj Tesislerinde Başarı Derecesinin Saptanması. 3. Pompa Kongresi, 24-26 Eylül 1998, İstanbul.
- Çalışır S, Aydın C, Mengeş HO 2006. Derin Kuyu Pompaj Tesislerinde Titreşim Hızı Ve Gürültü Düzeyinin Belirlenmesi. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 20 (38): 49-54.
- Çalışır S 2009. Sulamada Pompaj Tesisleri (Tarım Makineleri Kitabı. Edt:Ergüneş G, Nobel Yayın Dağıtım, *Ankara*) 351-413.
- Çengel YA, Cimbala JM 2008. Akışkanlar Mekaniği: Temelleri ve Uygulamaları, Güven Kitabevi, 817 sy.
- Driscoll F 2010. Kuyu Hidroliği. Çeviri: Özkan AF, DSİ, Ankara, 88 sy.
- Ertöz A 1996. Yer Altı Suları Pompaj Ekonomisi ve Pompa Seçimine Etki Eden Faktörler. 2. Pompa Kongresi, 3-5 Nisan 1996, İstanbul.
- Hanson B 2000. Irrigation Pumping Plants (UC Irrigation and Drainage Specialist. Department of Land, Air and Water Resources, University of California, Davis) 69-73.
- Karassik IJ, Messina JP, Cooper P, Heald CC 2001. Pump handbook. McGraw-Hill New York, 1824 p.
- Kurt M, Çalışır S 2017. Derin Kuyu Pompalarında Anma Çapının Kuyudaki Su Seviyesinin Düşümüne Etkisi. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 3 (2): 291-297.
- 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.