

Araştırma Makalesi

Sulama Kuyularında Filtre Uzunluğunun Bazı Pompaj Parametrelerine Etkisi

Nuri ORHAN^{1*}, Ali Yavuz ŞEFLEK¹, Osman ÖZBEK¹, Sedat ÇALIŞIR¹

¹Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

*Sorumlu yazar: nuriorhan@selcuk.edu.tr

Geliş Tarihi: 05.03.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 01.07.2019

Kabul Tarihi: 03.07.2019

Özet

Bu çalışma tipik bir sulama amaçlı derin kuyu modeli üzerinde yürütülmüştür. Derin kuyu donanımlarından filtre uzunluğunun üç farklı durumu için, kuyu su seviyesi düşümü, pompa gürültü seviyesi, pompa çıkış ve giriş basıncı ve pompanın şebekeden çektiği güç arasındaki değişim sonuçları incelenmiştir. Çalışmada hidrolik yük, teçhiz borusu çapı, filtre tipi, çakıl zonu genişliği ve pompa tipi sabit tutulmuştur. Pompa denemeleri 2 m (FU₁), 4 m (FU₂) ve 6 m (FU₃) filtre uzunluklarında yapılmıştır. Deneme sonuçlarında göre; farklı debi değerlerinde FU₁ ve FU₂ kombinasyonlarının kuyu düşüm seviyeleri arasında farkın olmadığı ancak FU₃ kombinasyonunda farkın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca uygulanan LSD testi sonucunda da farkın olduğu görülmüştür. FU₁ ve FU₃ kombinasyonlarının tüm debi değerlerinde elde edilen birim uzunluk başına düşüm azalması ortalama 2.22 cm m⁻¹ olarak belirlenmiştir. Filtre uzunluğu arttıkça filtreye su giriş hızının azaldığı hesaplanmıştır. Genellikle filtre uzunluğu arttıkça pompanın gürültü seviyesi azalmıştır. Tüm debi değerlerinde FU₁, FU₂ ve FU₃ kombinasyonlarında ölçülen ortalama gürültü seviyesi sırası ile 75.3-72.2 ve 71.3 dBA olarak belirlenmiştir. Bazı debiler de pompanın şebekeden çektiği güç değeri filtre uzunluğunun artması ile yükselmiştir. Sabit debi değerlerinde filtre uzunluğunun toplam dinamik yükseklik (TDY) üzerine bir etkisi olmamıştır. Sonuç olarak; kuyu filtre uzunluğunun pompaj parametreleri üzerine etki ettiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kuyu filtre uzunluğu, filtre, düşüm, sulama derin kuyusu, pompaj.

The Effect on Some Pump Parameters of Screen Length in Irrigation Wells

Abstract

This study was carried out on a deep well model for typical irrigation purposes. For the three different conditions of the screen length from the deep well equipment, the results of the change between the well water level drop, the pump noise level, the pump outlet and inlet pressure and power drawn from the mains were investigated. In this study, hydraulic load, screen type, gravel zone thickness and pump type are kept constant. Pump tests are performed at screen lengths of 2 m (FU₁), 4 m (FU₂) and 6 m (FU₃). According to the trial results; It was determined that there was no difference between drawdowns FU₁ and FU₂ combinations in different flow rates but there was a difference in FU₃ combination. In addition, it was seen that there was a difference in LSD test. The decrease drawdown of the per unit length obtained in all flow rates of FU₁ and FU₃ combinations was determined as 2.22 cm m⁻¹ on average. As the screen length increases, the flow water input to screen was calculated to decrease. Generally, the noise level of the pump is reduced as the screen length increases. In all flow rates, the average noise level measured in combinations of FU₁, FU₂ and FU₃ was determined as 75.3-72.2 and 71.3 dBA respectively. In some flow rates, power drawn from the mains pump is increased with increasing the screen length. As a result, the well screen length was determined to affect in the pumping parameters.

Key words: Well screen length, screen, drawdown, irrigation wells, pumping.

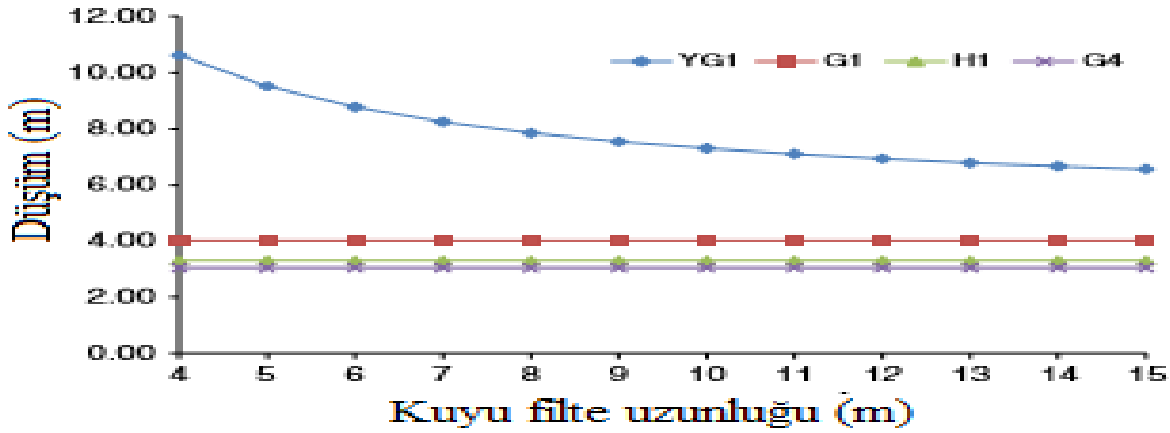
Giriş

Ülkemizde tarıma açılmış sulanan 6 milyon hektarlık alanın sulama ihtiyacının %31'i derin kuyulardan sağlanmaktadır. Tarımsal amaçlı kullanılan 587.169 adet pompanın %21'ini derin kuyu pompaları oluşturmaktadır (Anonim 2016). Derin kuyu pompalarının da en çok kullanılan tipi dalgıç pompalarıdır (Anonim, 2016). Tarımsal sulamada önemli bir yere sahip olan derin kuyuları değişik çaplarda sondaj yolu ile açılarak, kuyu kapalı veya filtreli teçhiz boruları ile donatılır. Filtre akiferden suyun kuyu içerisine girmesini sağlarken, sedimanların kuyuya girmesini engeller. Uygun filtreli boru seçimi kuyunun verimliliğini artırdığı gibi, uzun dönem maliyeti açısından da önem taşır (Akpınar, 1999). Kuyu tasarımında etkili parametrelerden biride filtre uzunluğudur (Bloomquist ve ark., 1989). Kuyu filtresinin en uygun uzunluğu, akiferin kalınlığına, elde

edilen düşüme ve akiferin tabakalanmasına bağlı olarak değişmektedir (Çebi, 1994).

Genel bir kural olarak kuyu içinden, akifer kalınlığının en az %80'nin filtreli teçhiz boru ile donatılması gerektiği, bu durumda tüm akiferin filtrelendiği maksimum verimin yaklaşık olarak %90 ya da daha fazlasını elde etmeyi mümkün kılacağı belirtilmiştir (Strickland ve Korleski, 2006).

Homojen bir akiferde kuyudan %65'lik maksimum düşüm ile %88'lik verim sağlanabilmektedir (Çebi, 1994). Wang ve ark. (2013) açılan gözlem kuyusunda filtre uzunluğu, debi ve düşüm araştırmasında pompa debisi ve derinliği sabit olduğunda kuyularda filtre uzunluğunu artması ile düşümün azaldığını belirtmişlerdir (Şekil 1). Aynı çalışmalarında gözlem kuyusunda pompaj debisi ve filtre uzunluğunun artması ile düşümün arttığını bildirmişlerdir.



Şekil 1. Düşüm filtre uzunluğu ilişkisi (Wang ve ark., 2013).

Delleur (2010), filtre uzunluğunun; filtre giriş hızı ve birim uzunluktaki etkili açıklık alanı dikkate alarak süreklilik denkleminde hesaplanabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca yazar filtre uzunluğunun metre başına etkin açıklık alanının belirlenmesinde, genellikle açıklık alanın %50'sinin çakıl parçacıkları tarafından tıkandığının varsayılabilirliğini açıklamıştır. Farklı filtre tipleri için minimum filtre uzunluğunun pompa debisine bağlı olarak bazı değerleri Çizelge 1'de vermiştir.

Bu çalışma sabit filtre tipinde ve çakıl genişliğinde; 2 m, 4 m ve 6 m filtre uzunluklarının, farklı pompa debilerinde kuyu su seviyesindeki düşüme (Δ), pompa gürültü seviyesine (G), pompa çıkış (P_b) ve giriş basıncına (P_e) ve pompanın şebekeden çektiği güce (N) etkisi incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, S.Ü Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünde Derin Kuyu Test Kulesinde yapılmıştır (Şekil 2). Denemelerde kullanılan ölçme aletlerinin bazı teknik özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Denemelerde oblong delikli filtreli tip teçhiz boruları kullanılmıştır (Şekil 3.) Filtreli tip teçhiz borusunun genel özellikleri Çizelge 3'de, delik ölçüleri ise Şekil 3'de verilmiştir. Denemeler de yaklaşık 2 m³ civarında temiz ve yıkanmış çakıl kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan çakılın %76'sının tane boyutunun 7-15 mm aralığında olduğu belirlenmiştir. Pompanın negatif basıncı (P_e) emiş ağız alt adaptörüne yerleştirilen cıvalı bir U diferansiyel basınçölçer ile ölçülmüştür. U diferansiyel basınçölçer için 6 mm çapında, 2 m uzunluğunda şeffaf hortum ve 200 g cıva kullanılmıştır.

Çizelge 1. Farklı tip filtreler için minimum filtre uzunluğu ve pompa debisi

Çap (m)	Açık alan		Minimum screen uzunluğu (m)		
	(%)	(m ² m ⁻¹)	100 m ³ h ⁻¹	200 m ³ h ⁻¹	300 m ³ h ⁻¹
0.15	10	0.024	77	154	231
0.15	20	0.047	39	79	118
0.15	40	0.094	20	39	59
0.20	10	0.031	60	119	179
0.20	20	0.063	29	59	88
0.20	40	0.126	15	29	44
0.25	10	0.039	47	95	142
0.25	20	0.079	23	47	70
0.25	40	0.157	12	24	35

Çizelge 2. Kullanılan ölçme aletlerinin bazı teknik özellikleri

Ekipman cinsi	Bazı teknik özellikleri
Pompa	Anma çapı 6", 2 kademeli, mil çapı 25 mm, Radyal çark, 4.5 mm klerens açıklığı
Elektrik motoru	Suver, 380 V, 8.2 A, 50 Hz, 2869 1/min, 4.5 kW, mil çapı: 25 mm, Su soğutmalı, 3x2.5mm ² kablo kesiti
Debimetre	S MAG 100 TİP, DN 80/HR/316 flanş bağlantılı elektromanyetik debimetre, 220 V beslemeli dijital göstergeli, anlık debi, yüzde akış ve toplam gösterimli. Ayarlanabilir 4-20 mA plus ve frekans çıkışlı. Çalışma debisi 1 – 280 m ³ /h, çalışma basıncı 16 bar.
Manometre	WİKA, 0-10 bar, Alltan Bağlantılı, 4-20 mA çıkışlı.
Seviye ölçer	Hydrotechnik marka, 010 tip/1.5 V, 150 m'lik ölçeklendirilmiş kablolu, ses ve ışık ikazlı tip.
Sıcaklık sensörleri	Turck marka, 10-24 VDC, -50...100 °C, 4-20 mA çıkış.
Gürültü sensörü	CT-2012 model, giriş 4 mA, DC 24V güç kaynağı çıkış göstergesi. Dönüştürücü model : TR-SLT1A4, ölçüm aralığı:30-80 dB, 50-100 dB, 80-130 dB, çıkış 4-20 mA, 90-260 ACV 50Hz/60Hz, çalışma sıcaklığı 0-50 °C.
Bilgisayar	Asus intel core i7.

Çizelge 3. Filtreli tip teçhiz borusuna ait bazı boyut ve teknik özellikler

İç çap (mm)	Et kalınlığı (mm)	Malzeme	Uzunluğu (mm)	Birim ağırlık (kg/m)	Filtre tipi	Sayısı (adet)	Delik toplam alanı/Boru yüzey alanı oranı (%)
302	5.0	Sac	2003	30.0	Dikey Oblong	3	9.3

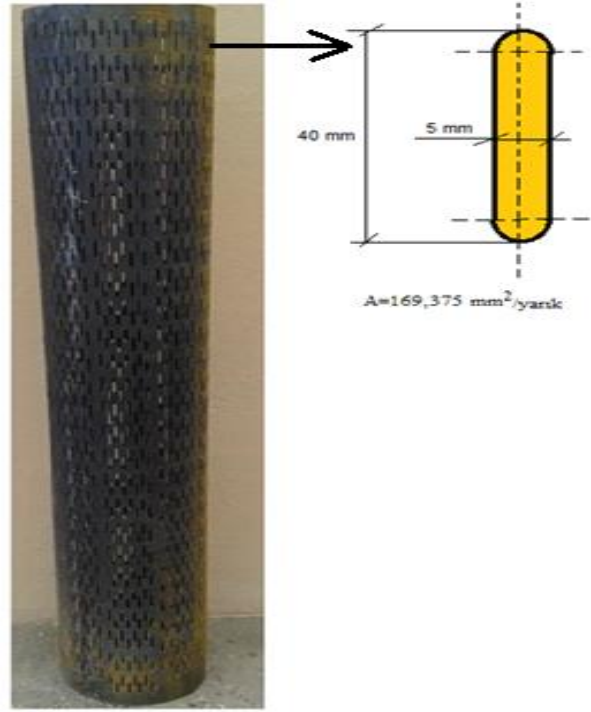
Filtre uzunluğu FU₁, FU₂ ve FU₃ olmak üzere üç seviyede oluşturulmuştur. FU₁, FU₂ ve FU₃ filtre uzunlukları sırasıyla 2 m, 4 m ve 6 m değerindedir. Bu çalışmada kuyu donanımı parametrelerinden çakıl zonu genişliği 10 cm olarak sabit tutulmuştur (Şekil 4).

Deneylerin yürütülmesinde ise 2 m uzunluğunda bir kolon borusu ve 10 m uzunluğunda enerji kablosuna sahip 6" anma çapın da dalgıç tip derin kuyu pompası kullanılmıştır. Kuyu 6" ve 3"lik borular ile üst kısmında bulunan depodan birleşik kaplar yöntemine göre beslenmiştir. Deneme deseni, beş değişik debi değeri için Şekil 5'de verilmiştir. Pompa işletme karakteristiklerinin ölçülmesinde ve yapılan hesaplamalarda TS EN ISO 9906 standardı,

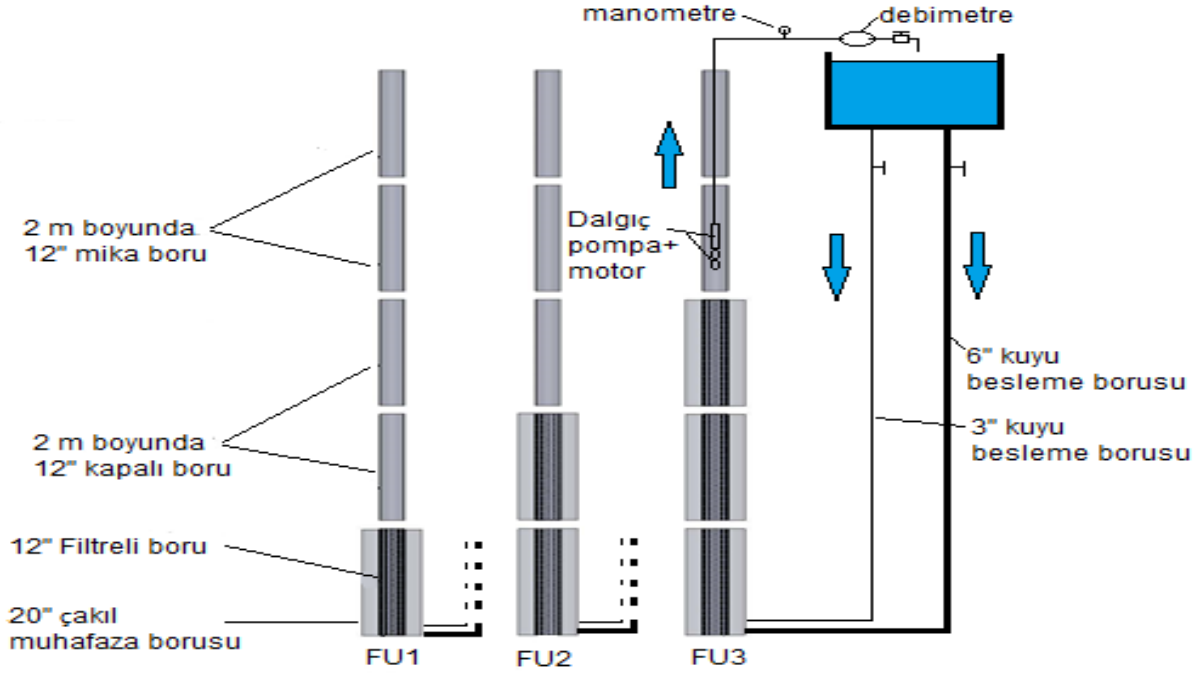
gürültü ölçümlerinde ise EN ISO 3740 standardı esas alınmıştır (Anonim, 2002; 2014). Gürültü seviyesi, gürültü ölçme cihazı ile kule kumanda merkezi platformundan pompa kolon ile mika kapalı teçhiz borusu arasındaki boşluğa yaklaşık 1 m kadar aşağısında, cihaz mikrofonu pet huni ile çevrelenmiş bir şekilde ölçülmüştür (Čdina, 2003; Čdina ve Prezelj, 2009; Binama ve ark., 2016). Cihaz mikrofonu ile suyun teması olmamıştır. Suyun filtreye giriş hızı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Filtre deliklerinin tıkanma oranı %50 olarak alınmıştır (Blair, 1970; Moss, 1982; Clark ve Turner, 1983; Boman ve ark., 2003; Fulton ve ark., 2004; Strickland ve Korleski, 2006; Delleur, 2010; Mahasneh, 2015).



Şekil 2. Derin kuyu test kulesi.



Şekil 3. Deneylerde kullanılan oblong delikli filtreli tip teçhizat borusu ve delik ölçüleri.



Şekil 4. Filtre uzunluğu için kuyu donanımı ve kuyu çalışma prensibi.

$$v_1 \text{ (cm s}^{-1}\text{)} = [(Q/3600)/A]*100$$

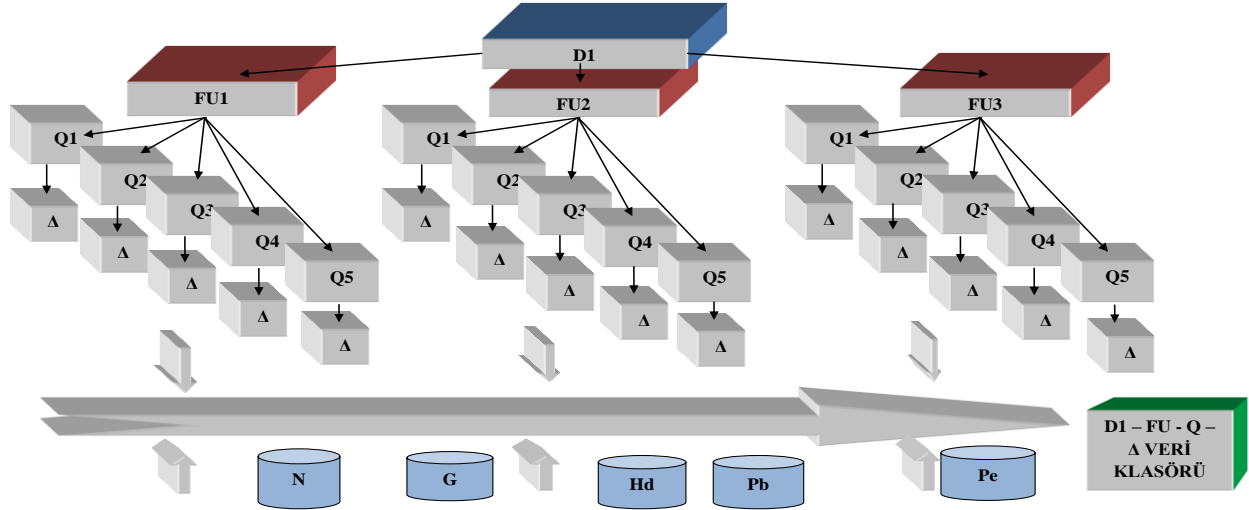
$$A = \pi * D * L * DO * TO$$

Burada; Q debi ($\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$), A filtrenin toplam delik alanı (m^2), D filtre çapı (m), L filtre uzunluğu (m), DO desimal olarak filtrenin delik alanı, TO delik tıkanma

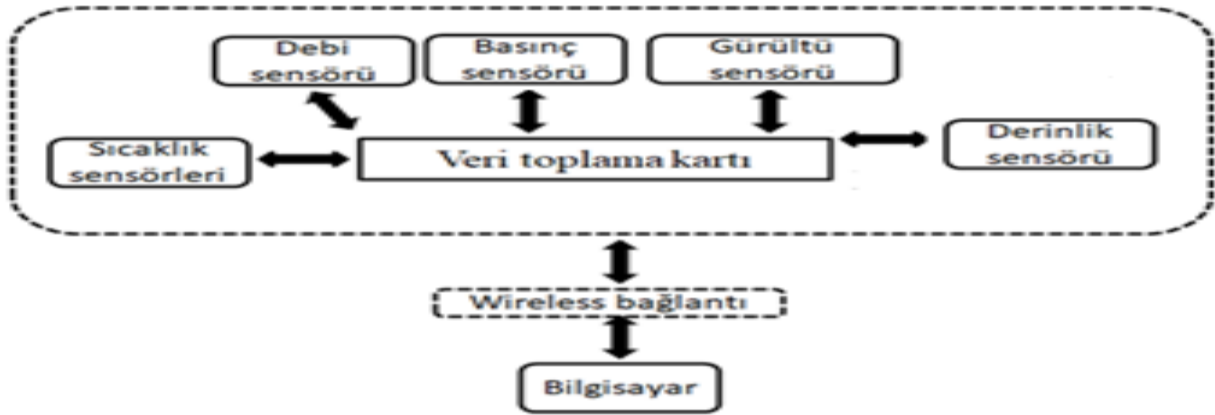
oranlarını ifade etmektedir. Filtre uzunluğunun her birinde dalgıç pompa (D) optimum çalışma devrinde, 5 değişik debi aralığında ($40\text{-}45\text{-}50\text{-}55\text{-}60 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$) düşüm (Δ), pompa gürültü seviyesi (G), pompa çıkış basıncı (P_b), pompa giriş basıncı (P_e), ortam sıcaklığı

(T_1) ve su sıcaklığı (T_2) değerleri ölçülmüş, filtreye su giriş hızı (v_1) ise hesaplanmıştır. Pompa belirlenen herhangi bir debi değerinde çalıştırılarak ilk değerler kayıt altına alındıktan sonra diğer debi değerlerine geçilmiştir. Çalışmada ölçülen büyüklüklerin kaydedilmesi için yazılım ve otomasyon sistemi gerçekleştirilmiştir. Otomasyon sistemi saniyede bir adet veri alabilecek tarzda hazırlanmıştır. Pompa rejime girdikten sonra kayıt işlemine başlanılmış ve bir

senör den 50 adet veri alınmıştır. Alınan veriler Excel paket programına aktarılarak ortalama değerleri alınmıştır. Pompa giriş basıncı otomasyon sistemine manuel olarak girilmiştir. Otomasyon sistemi blok diyagramı Şekil 6'de verilmiştir. Pompa 188 cm dalma derinliğinde (sabit hidrolik yük) denemeler yürütülmüştür. Seviye ölçer ile düşüm (Δ) ölçümü yapılmıştır.



Şekil 5. Deneme planı.



Şekil 6. Otomasyon sisteminin blok diyagramı.

Bulgular ve Tartışma

Denemeler süresince ortalama ortam sıcaklığı 13°C ve suyun ortalama sıcaklığı ise 10°C ölçülmüştür. Denemelere 188 cm sabit hidrolik yük altında ve 89 cm statik su seviyesinde başlanmıştır. $40, 45, 50, 55$ ve $60 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ debi değerlerinde yapılan ölçümler sonucunda üç ayrı filtre uzunluğu için bazı pompaj parametreleri ölçülmüştür.

Filtre uzunluğunun düşüme etkisi

Kuyu besleme borularının tam açık iken filtre uzunluğuna bağlı düşüm seviyelerinin ortalamaları ve LSD testi sonuçları Çizelge 4'te, düşüm seviyelerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 4. Filtre uzunluğu ve debiler arasındaki farklara göre elde edilen düşüm (cm) değerleri ve LSD testi sonuçları

Q	FU ₁	FU ₂	FU ₃	Q
40	65.67 ^j	66.01 ^j	56.88 ^k	62.85 ^e
45	82.57 ^h	82.42 ^h	74.52 ⁱ	79.83 ^d
50	100.03 ^f	98.95 ^f	89.70 ^g	96.23 ^c
55	119.13 ^d	118.87 ^d	110.16 ^e	116.05 ^b
60	138.83 ^a	135.04 ^b	129.15 ^c	134.34 ^a
LSD=1.588			LSD=0.9167	
FU	101.25 ^a	100.26 ^b	92.08 ^c	
LSD=0.71				

Çizelge 5. Filtre uzunluğu ve debinin düşüm seviyesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

	SD	KT	KO	F	P
Q	4	28933.3	7233.4	14688.66	0.000**
FU	2	758.9	379.4	770.51	0.000**
Q x FU	8	21.6	2.7	5.48	0.000**
Hata	30	14.8	0.5	---	---
Genel	44	29728.7	---	---	---

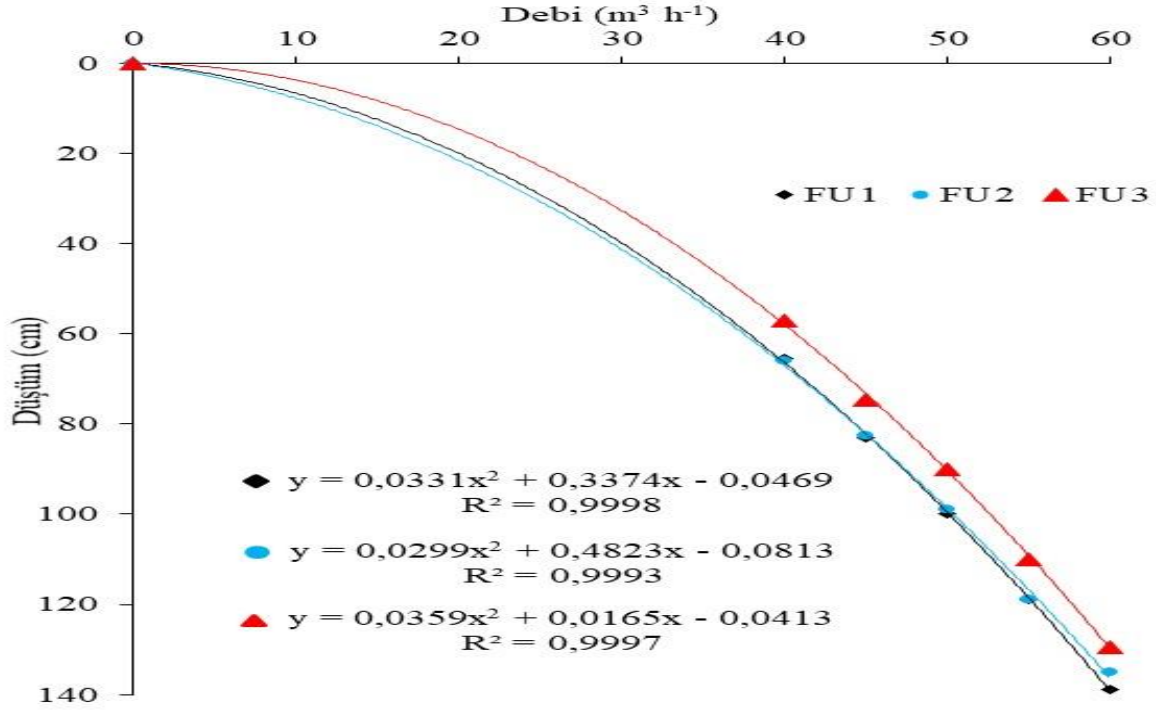
* p<0.05 ** p<0.01

Filtre uzunluğuna bağlı düşüm seviyesi ve debi ilişkisi ayrıca grafiksel olarak Şekil 7'de verilmiştir. Her bir filtre uzunluğunda debi arttıkça, kuyuda meydana gelen düşüm seviyesi de artmıştır. Sabit debide filtre uzunluğu arttıkça düşüm seviyesinin azaldığı söylenebilir. Bu ilişki özellikle FU₁ ile FU₃ filtre uzunluğu seviyelerinde FU₁ ile FU₂ seviyelerine göre daha belirgin olduğu görülmektedir. Ayrıca 60 m³h⁻¹ debide filtre uzunluğu arttıkça düşümün azaldığı daha belirgin olmuştur. Bunun nedeni filtre uzunluğu arttıkça filtrelerdeki toplam delik alanı çoğalmakta ve daha az direnç oluşumuna neden olması ile açıklanabilir. Benzer şekilde Wang ve ark. (2013)'da filtre uzunluğunun artması ile düşümün azaldığını bildirmişlerdir. FU₁ ve FU₃ seviyelerindeki filtre uzunluğu ve düşüm seviyesi incelendiğinde, 40-45-50-55-60 m³ h⁻¹ debi değerlerinde bir metre uzunluk başına sırası ile 2.13-2.13-2.25-2.25 ve 2.37 cm m⁻¹ düzeyinde bir düşüm azalması hesaplanmıştır. Bu ilişki Şekil 8'de gösterilmiştir. Filtre uzunlukları içerisinde en fazla düşüm 101.25 cm ile FU₁ kombinasyonunun da en az düşüm ise 92.08 cm ile FU₃ kombinasyonunun da olmuştur. Sabit debi değerlerinde ölçülen düşüm

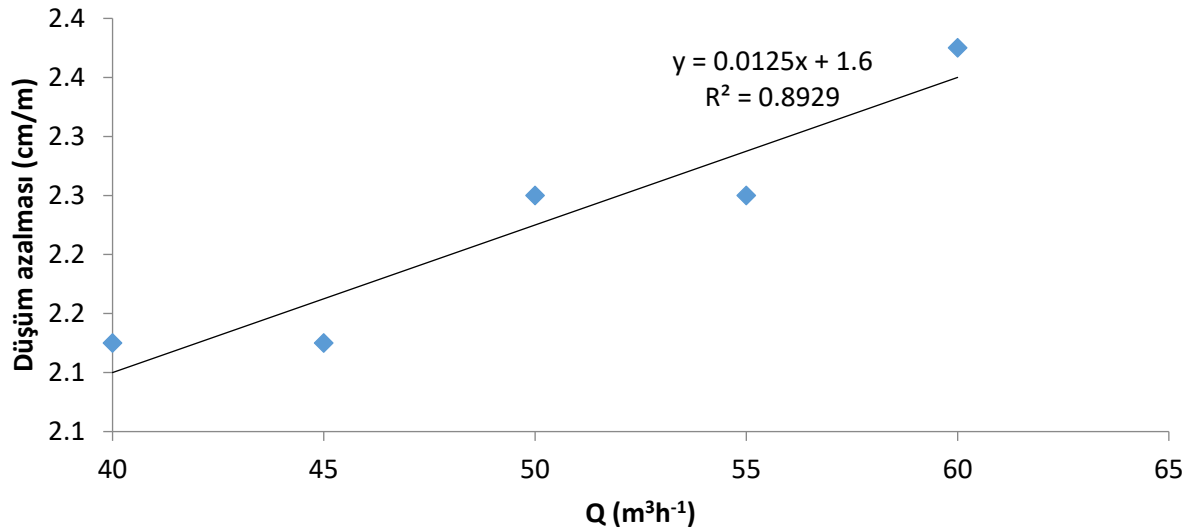
değerleri 40 m³ h⁻¹ debi değerinde 62.85 cm, 45 m³ h⁻¹ debi değerinde 79.83 cm, 50 m³ h⁻¹ debi değerinde 96.23 cm, 55 m³ h⁻¹ debi değerinde ise 116.05 cm ve 60 m³ h⁻¹ debi değerinde ise 134.34 cm olarak saptanmıştır. Çizelge 3 incelendiğinde değerler arasında istatistiksel olarak da farkın olduğu görülmektedir. Düşüm seviyelerine uygulanan varyans analizi sonucuna göre debi, filtre uzunluğu ve bu iki parametrenin interaksiyonunun, istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Filtre uzunluğunun filtre su giriş hızına etkisi

Kuyu besleme borusu vanalarının tam açık olduğu konumda farklı debi ve filtre uzunluklarında suyun filtreden kuyuya giriş hızı (v₁) üzerine etkisi Çizelge 6'de verilmiştir. Çizelge 6 incelendiğinde her üç filtre uzunluğu seviyesinde, debi arttıkça v₁ hız değerleri artış göstermiştir. Sabit debilerde filtre uzunluğu artarken v₁ hız değerlerinde azalma görülmüştür. Bunun nedeni artan filtre delik alanları toplamına bağlanabilir. Bu yöndeki yaklaşımımız bir çok literatür tarafından da desteklenmektedir (Clark ve Turner, 1983; Barrash ve ark., 2006).



Şekil 7. Filtre uzunluğu düşüm ilişkisi.



Şekil 8. Filtre uzunluğuna bağlı farklı debilerdeki düşüm azalması.

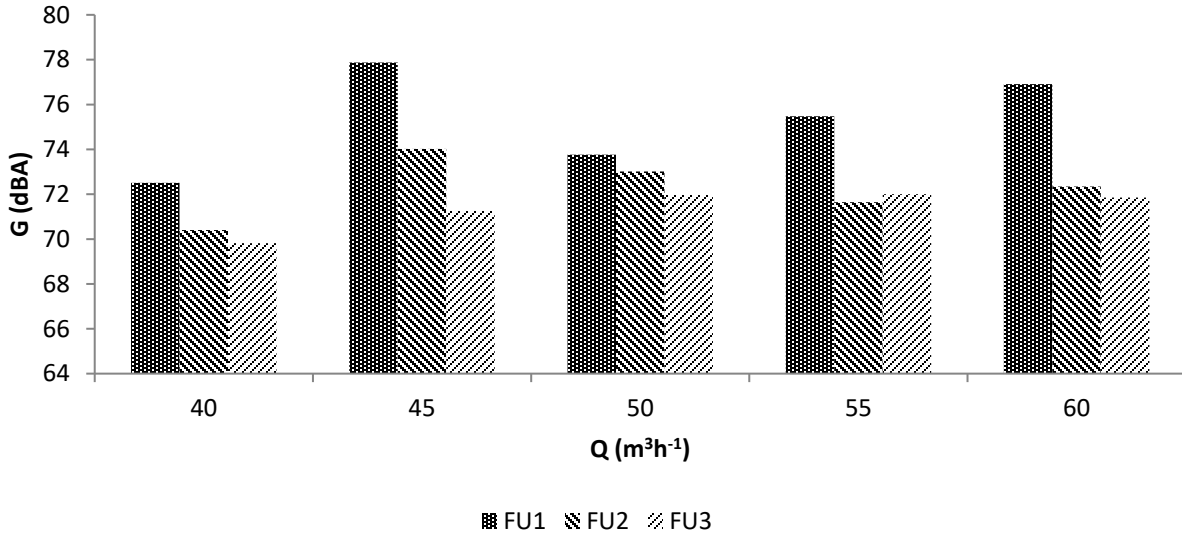
Filtre uzunluğunun gürültü seviyesi üzerine etkisi

Kuyu besleme borusu vanalarının tam açık olduğu konumda ve değişik debilerdeki, filtre uzunluğunun gürültü seviyesi üzerine olan etkisi Şekil 9'da verilmiştir. Şekil 9 incelendiğinde her üç filtre uzunluğunda debi arttıkça genel olarak gürültü seviyeleri değerlerinin arttığı söylenebilir. Bunun yanında sabit debide filtre uzunluğu arttıkça gürültü

seviyesi değerlerinin genel olarak azaldığı görülmektedir. Bunun nedeni de filtre delik alanının artmasına bağlanabilir. FU₁-FU₂ ve FU₃ kombinasyonlarının tüm debi değerlerinde elde edilen gürültü seviyelerinin ortalamaları sırası ile 75.3-72.2 ve 71.3 dBA olarak ölçülmüştür. Filtre uzunluğunun artması debi değerlerindeki ortalama gürültü seviyelerini düşürmüştür.

Çizelge 6. Filtre uzunluğu, debi ve düşüm ile v_1 hızı arasındaki ilişkiler

	Q ($m^3 h^{-1}$)	Δ (cm)	V_1 ($cm s^{-1}$)
FU₁	40.2	65.5	12.65
	45.1	83	14.19
	50.2	100	15.78
	54.9	119	17.28
	60	139	18.88
FU₂	40	66	6.32
	45.2	82.5	7.09
	50.1	99	7.89
	55.5	119	8.64
	59.8	135	9.44
FU₃	40	57	4.22
	45.2	74.5	4.73
	50.2	90	5.26
	54.9	110	5.76
	60	129.5	6.29

**Şekil 9.** Filtre uzunlukları, debi ve gürültü seviyeleri arasındaki değişim.

Filtre uzunluğunun şebekeden çekilen güç (N) üzerine etkisi

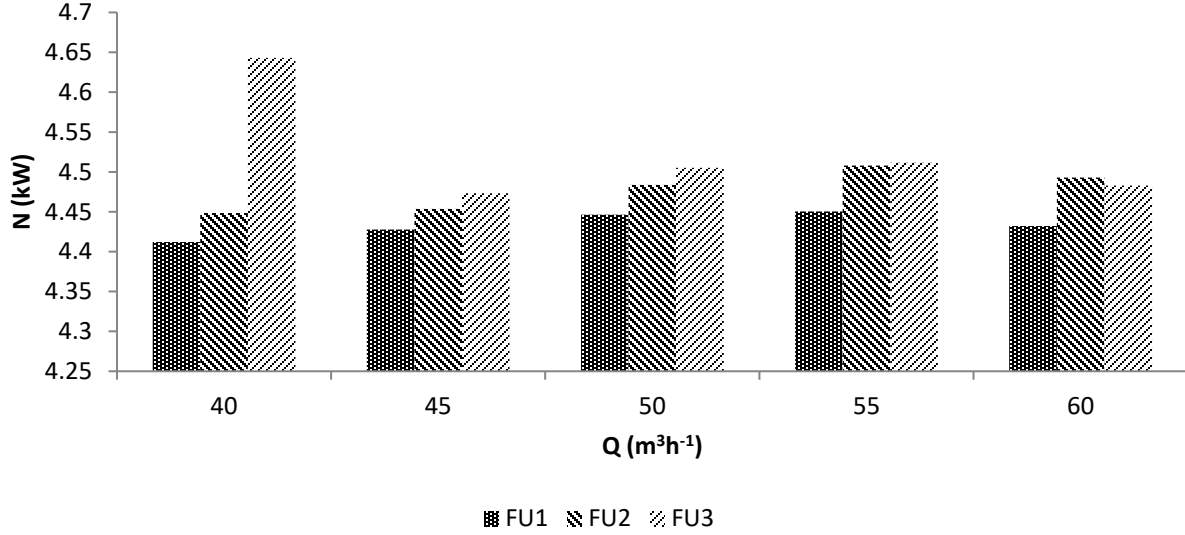
Kuyu besleme borusu vanalarının tam açık olduğu konumda ve değişik debilerde, filtre uzunluğunun şebekeden çekilen güç üzerine olan etkisi Şekil 10'da verilmiştir. Şekil 10 incelendiğinde sabit 40, 45 ve 60 $m^3 h^{-1}$ debilerde filtre uzunluğunun artması güç değerlerini artırmıştır. Filtre kombinasyonlarının tüm debi değerlerinde elde edilen şebekeden çekilen güç değerlerinin ortalamaları FU₁, FU₂ ve FU₃'de sırası ile 4.43-4.47 ve 4.52 kW olarak ölçülmüştür. Filtre uzunluğunun artması şebekeden çekilen güç değerlerinin tüm debi değerlerindeki ortalamasını yükseltmiştir.

Filtre uzunluğunun pompa TDY üzerine etkisi

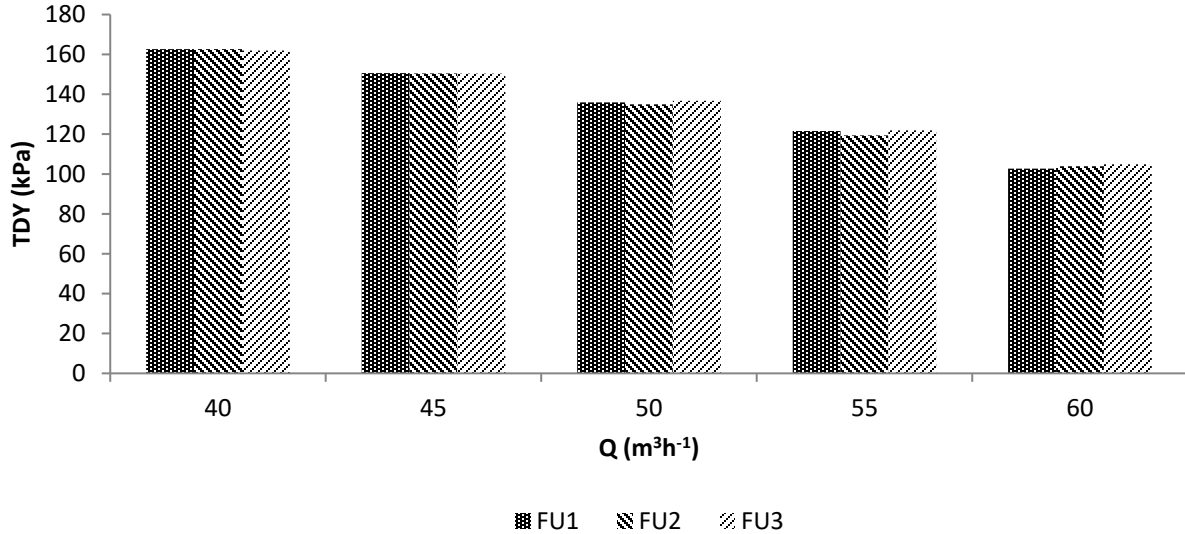
Kuyu besleme borusu vanalarının tam açık olduğu konumda, filtre uzunluğunun TDY ve TDY bileşenleri üzerine etkisi Şekil 11'de gösterilmiştir. Şekil 11 incelendiğinde her üç filtre uzunluğunda debi arttıkça TDY değerlerinin azaldığı söylenebilir. Sabit debilerde ise filtre uzunluğunun artması TDY üzerinde etkili olmadığı görülmektedir. Çizelge 7'de farklı filtre uzunluklarında debi, TDY ve TDY bileşenleri toplu olarak verilmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde filtre uzunluğunun TDY ve bileşenlere çok fazla etkisinin olmadığı görülmektedir. TDY değerinin en önemli bileşeni olan P_b pompa çıkış basıncının filtre uzunluğu

ile değişmediği söylenebilir. Artan debiye bağlı olarak P_b değerlerinin azaldığı, P_e değerinin de arttığı görülmektedir (Şekil 12). Diğer taraftan farklı filtre uzunluklarında debinin pompa giriş basıncı (P_e)

üzerine etkisine bakıldığında (Şekil 12), FU_3 seviyesindeki P_e değerlerinin daha küçük değerlerde seyrettiği görülmektedir. Bunun sebebini düşümdeki fark ile açıklayabiliriz.



Şekil 10. Filtre uzunlukları, debi ve şebekeden çekilen güç seviyeleri arasındaki değişim.



Şekil 11. Filtre uzunlukları, debi ve TDY değerleri arasındaki değişim.

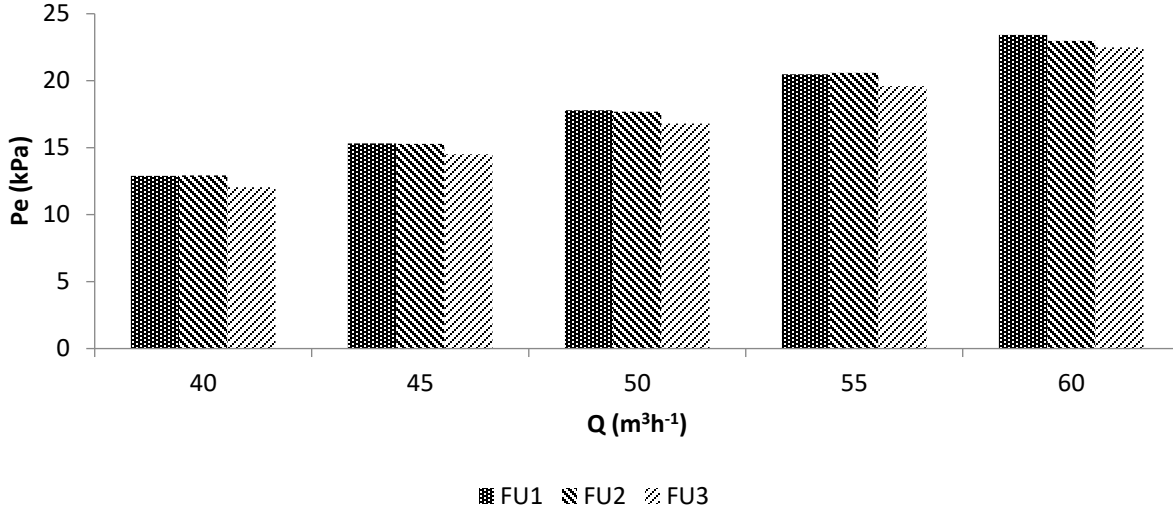
Sonuç ve Öneriler

Kuyu tasarımının önemli parametrelerinden biri olan filtre uzunluğunun pompaj sırasında farklı etkilerinin olduğu görülmüştür. Özellikle kuyu düşüm seviyesine 2m ve 4m filtre uzunluklarının belirgin bir etkisi olmamasına karşın 6m filtre uzunluğunun belirgin etkisi görülmüştür. FU_3 seviyesinin 40-45-50-55-60 $m^3 h^{-1}$ debi değerlerinde oluşan düşüm, FU_1 ve

FU_2 seviyelerinin aynı debi değerlerinde oluşan düşüm değerlerinden sırası ile %4.2-%3.2-%3.8-%2.6 ve %3.2 daha az düşüm elde edilmiştir. Her bir filtre uzunluklarında debi arttıkça düşüm değeri artmıştır (Şekil 6). Düşüm-debi ilişkilerinden elde edilen polinomların R^2 değerlerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca Şekil 6'dan da FU_3 seviyesinin ayrıştığı anlaşılmaktadır. FU_1 ve FU_3 seviyeleri

arasında tüm debi değerlerinde elde edilen bir metre uzunluk başına düşen ortalama düşüm azalması 2.22 cm m^{-1} olarak tespit edilmiştir. Bir başka ifade ile filtre uzunluğunun 4 m artması tüm debilerde oluşan düşüm ortalamasını 8.9 cm azaltmıştır. Filtre uzunluğunun artması ile filtreye su giriş hızı azalmıştır. Filtrenin uzaması açıklık oranını değiştirmemiştir. Ancak su giriş hızının azalmasına sebep aynı debinin daha fazla filtre açık alanından geçmesidir. Genellikle tüm debi değerlerinde filtre uzunluğunun artması ile

pompanın gürültü seviyeleri azalmıştır. Pompanın şebekeden çektiği güç değeri ise filtre uzunluğu ile artmıştır. Pompanın toplam dinamik yükseklik değeri üzerine filtre uzunluğunun herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Filtre uzunluklarının pompanın kuyuda oluşturduğu düşüm seviyesine doğrudan etkisinin olduğu saptanmıştır. Kuyu tasarımlarında filtrelemenin kuyunun verimine, ömrüne pozitif etkisinin yanında filtre uzunluğunun da etki ettiği ortaya çıkmıştır.



Şekil 12. Farklı filtre uzunluk ve debi değerlerinde pompa giriş basıncı (P_e) değişimi.

Çizelge 7. Farklı filtre uzunluğu ve debilerde TDY ve TDY bileşenleri

	Q m^3h^{-1}	P_b (kPa)	H_d (m)	$V_z^2/2g$ (m)	TDY (kPa)
FU ₁	40.2	144.8	1.55	0.27	162.7
	45.1	130.3	1.72	0.35	150.6
	50.2	113.2	1.89	0.43	135.9
	54.9	96.1	2.08	0.52	121.6
	60.0	74.3	2.28	0.62	102.7
FU ₂	40.0	144.7	1.55	0.27	162.6
	45.2	130.2	1.72	0.35	150.4
	50.1	112.3	1.88	0.43	135.0
	55.5	93.8	2.08	0.52	119.4
	59.8	75.9	2.24	0.62	103.9
FU ₃	40.0	145.0	1.46	0.27	162.0
	45.2	130.9	1.64	0.35	150.4
	50.2	115.0	1.79	0.43	136.8
	54.9	97.3	1.99	0.52	121.8
	60.0	77.4	2.19	0.62	104.9

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK 213O140 numaralı projelerin sağladığı destekle tamamlanmış olup yazarlar TÜBİTAK'a teşekkürü bir borç bilirler.

Kaynaklar

- Akpınar, K. 1999. *Su Sondaj Kuyularının Açılması ve İşletilmesi Sırasında Çıkan Sorunlar ve Çözümleri*, ISBN 975-94033-0-7. ANKARA.
- Anonim, 2002. Rotodinamik Pompalar–Hidrolik Performans Kabul Deneyleri, Sınıf 1 ve Sınıf 2. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara. TS EN ISO 9906.
- Anonim, 2014. For pumps-Submersible-Clean Water. Turkish Standards Institute, Ankara. TS 11146.
- Anonim, 2016. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2016 Yılı Faliyet Raporu, Ankara.
- Barrash, W., Clemo, T., Fox, J.J., Johnson, T.C. 2006. Field, laboratory, and modeling investigation of the skin effect at wells with slotted casing, Boise Hydrogeophysical Research Site. *Journal of Hydrology*, 326(1-4): 181-198.
- Binama, M., Muhirwa, A., Bisengimana, E. 2016. Cavitation effects in centrifugal pumps-A review, Binama Maxime. *Int. Journal of Engineering Research and Applications*, 6(5): 52-63.
- Blair, A.H., 1970. Well Screens and gravel packs. *Groundwater*, 8(1): 10-21.
- Bloomquist, R.G., Geyer, J.D., Sifford III, B.A. 1989. Innovative design of New Geothermal Generating Plants. Washington State Energy Office; Bonneville Power Administration; Oregon.
- Boman, B., Shukla, S., Hardin, J. 2003. Design and Construction of Screened Wells for Agricultural Irrigation Systems, EDIS University of Florida.
- Čdina, M. 2003. Detection of cavitation phenomenon in a centrifugal pump using audible sound.

Mechanical Systems and Signal Processing, 17(6): 1335-1347.

- Clark, L., Turner, P. 1983. Experiments to assess the hydraulic efficiency of well screens. *Groundwater*, 21(3): 270-281.
- Čudina, M., 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.
- Çebi, T. 1994. Yeraltı Suyunda içme ve kullanma suyu temin amaçlı kuyularda tasarım teknikleri. *Jeoloji Mühensiliği Dergisi*, 44-45, 70-87.
- Delleur, J.W. 2010. The Handbook of Groundwater Engineering, CRC Press, p.
- Fulton, A., Dudley, T., McManus, D., Staton, K. 2004. Water well design, construction, and development: Important considerations before making the investment, Published online at <http://ceteama.ucdavis.edu/files/37334.pdf>. (Access date: June, 1, 2010).
- Mahasneh, M.A. 2015. Well Screens and Gravel Packs. *Global Journal of Researches in Engineering: General Engineering*, 15 (5).
- Moss, R. 1982. A Guide to Water Well Casing and Screen Selection. National Water Well Association, Dublin, OH, 43017, 76.
- Strickland, T., Korleski, C. 2006. Pumping and Slug Tests, Technical Guidance Manual For Ground Water Investigations. Ohio Environmental Protection Agency Division of Drinking and Ground Waters, pp. 45.
- Wang, J., Feng, B., Guo, T., Wu, L., Lou, R., Zhou, Z. 2013. Using partial penetrating wells and curtains to lower the water level of confined aquifer of gravel. *Engineering Geology*, 161: 16-25.