

# BANKİ TİPİ TÜRBİNLERDE DEBİYE VE KANAT AÇISINA BAĞLI PERFORMANSIN DENEYSEL ARAŞTIRILMASI

**Faruk KOÇ\*, Dr.Öğr.Üyesi Ünal UYSAL\*\***

\* TEMSAN Türkiye Elektromekanik Sanayi A.Ş. Genel Müdürlüğü  
06200 Yenimahalle, ANKARA, faruk.koc@temsan.gov.tr

\*\* Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü  
54187 Serdivan, Sakarya, uysal@sakarya.edu.tr

**Özet:** Bu çalışmanın amacı, net düşüsü az olan ülkemiz akarsularında çalışabilecek Banki türbininin geliştirilmesidir. Akışkanlar mekaniği prensipleri yardımıyla tasarlanan, belirli su giriş açısındaki çark kanadının kullanıldığı, bir Banki türbininin debiye bağlı performans değerleri tespit edilmiştir. Türbinin çalışma koşullarının belirlenebilmesi için; Türkiye Elektromekanik Sanayi A.Ş. (TEMSAN) Genel Müdürlüğü Türbin Test Merkezi'nde kurulu çift emişli bir santrifüj pompanın beslediği test merkezinde, 20 metre düşü 400 l/sn debide çalışması için tasarlanan bir Banki türbini testleri gerçekleştirilmiştir. Test standında; 20 metre yükseklik ve 400 litre/sn çalışma koşullarında tasarlanan Banki türbini; 10 m, 15m, 20m, 30m ve 40m yükseklik (düşü) ve değişken debilerde çalıştırılarak performans değerleri ölçülmüştür. Suyun belirli bir giriş açısına bağlı olarak çark tasarımı yapılmış olup, türbinin tasarımdaki çalışma koşulları ile testler sonrası elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Türbinin, tasarım değerlerindeki verimi ve ayrıca daha verimli çalışma noktaları tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Banki Türbini, Mitchell Türbini, Ossberger Türbini, Çapraz Akışlı Türbinler, Türbin performans, Türbin verim.

## AUTHOR'S GUIDE FOR MANUSCRIPT PREPARATION

**Abstract:** The purpose of this study is to develop the Banki turbine which can work in our country which has low net drop. The performance values related the flow rate of a Banki turbine, which are designed with the help of fluid mechanics principles, and used the runner blade at the specific water inlet angle, has been identified. The operating conditions of the turbine has been determine in the Turbine Test Center, which fed by a double suction centrifugal pump installed in Turkey Electromechanical Industry Co. (TEMSAN). The Banki turbine test designed for operation at the drop of 20 meters and a flow rate of 400 l/s was carried out in the test center. Banki turbine, designed in 20 meter height and at 400 l/s flow rate operating conditions; The performance values were measured by operating at 10 m, 15 m, 20 m, 30 m and 40 m height (drop) and variable flow rates. The runner design of the turbine has been compared according to the working conditions of the turbine and after the tests, the results obtained the efficiency of the turbine in design value.

**Keywords:** Banki Turbine, Mitchell Turbine, Ossberger Turbine, cross-flow, efficiency of a Banki

## GİRİŞ

Günümüzde, teknolojinin gelişmesine paralel olarak artan enerji ihtiyacının karşılanabilmesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi de gün geçtikçe artmaktadır. Suyun sahip olduğu potansiyel enerjisi türbinler aracılığıyla mekanik enerjiye, türbin miline bağlı alternatörler kullanılarak da elektrik enerjisine çeviren hidroelektrik santraller, yenilenebilir enerji kaynakları arasında büyük paya sahiptir.

Ülkemiz akarsularından maksimum faydanın elde edilebilmesi için tasarımı yerli, daha verimli türbinlerin kullanılması ve ayrıca türbini oluşturan aksamaların iç

piyasada imal ettirilmesi ile dışa bağımlılığın azaltılması amaçlanmaktadır.

Ülkemizde bulunan ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından debileri yıllardır ölçülen çok sayıda küçük dere ve çayların su potansiyelinden faydalanılarak ülke ekonomisine kazandırılması, ayrıca küçük ölçekli tesislerin elektrik ihtiyacının karşılanması için geniş düşü ve debi aralıklarında çalışabilen, tasarım ve imalat kolaylığı sayesinde maliyetleri az olan Banki tipi türbin kullanımının yaygınlaştırılması ve daha verimli türbinlerin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Banki türbinleri, değişken debili küçük akarsularda geniş debi aralıklarında çalışabilmeleri, imalat kolaylığı ve maliyetlerin az olması nedeniyle tercih edilmektedir.

Banki türbinleri (cross-flow turbine) 5 m<sup>3</sup>/sn debiye ve yaklaşık 120 metre düşüye kadar tercih edilebilmektedir [1].

Literatür araştırmaları sonucunda, Banki tipi türbinler Avusturyalı mühendis Antony Michell tarafından 1903 yılında keşfedilmiş ve türbinin tasarım patenti alınmıştır. 1917 yılında Macar Donat Banki, türbini geliştirerek parametrelerini belirlemiştir. Ossberger, 1933 yılında türbin patentini almış ve seri üretime geçmiştir. Banki türbinler üzerine yapılan çalışmalarda türbin teorisi ilk kez Donat Banki tarafından tasarım patenti alınarak yayımlanmıştır [2]. 1949 yıllarında Macmore ve Merryfield Banki türbini boyutlandırması ve testlerini yaparak grafikler elde etmiş, türbine ait tepe diyagramlarını oluşturmuşlardır. Debi 0,06 m<sup>3</sup>/sn düşü ve 4,88m de iken maksimum verime ulaşılabilmiş ve verim değeri %68 olarak hesaplanmıştır [3].

1959 yıllarında, Varga, J. Banki türbini deneysel çalışmasında, çark giriş açısı 160 olan ve 30 kanatlı çark kullanarak yaptığı testlerde maksimum %77 verim değerine ulaşmıştır [4]. 1960 yıllarında Haimerl L.A., aynı şartlarda çalışan bir Banki türbini ile Francis tipi türbinin, yıllık toplam çalışma saatlerini karşılaştırmış ve Banki türbinlerin yıllık elektrik üretimlerinin fazla olduğunu belirtmiştir [5].

1983 yıllarında Verhaart P., tarafından yapılan çalışmalarda Banki Türbini kanat tasarımının pratik hesaplanabilmesi için yazılım geliştirmiştir [6]. 1988 yıllarında S. Khosrowpanah ve arkadaşları, çark kanadı sayısı, çark çapı, ayar kanadı giriş açısı, debi ve düşüyü değiştirerek çeşitli testler yapmışlardır. Testleri yapılan 4 model türbin varyasyonlarından maksimum %80 verim elde edilmiş ve bu verimi etkileyen en büyük etkenin çark kanat sayısı olduğu belirtmişlerdir [7]. Fiuzat ve Akerkar Banki türbinlerini iki kademesinde gerçekleşen olayları incelemiş ve kademelerde elde edilen güçleri tespit etmek için özel bir türbin ile deneyler yapmışlardır [8]. Desai Venkappayya ve Aziz Nadim, Türbin verimini etkileyen geometrik parametrelerin incelenmesi için deneysel çalışma yapmışlardır. Çark kanat sayısı 15 ila 25 arasında değişen 3 adet türbin üzerinde yaptıkları çalışmalarda, çark kanadı sayısının artırılması ile verimde artış olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Buna karşın, suyun giriş açısının 24 den 32 dereceye artırılmasına rağmen türbin veriminin artmadığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen maksimum verim değeri % 87,5 olduğunu belirtmişlerdir [9].

Costa Pereira N.H., ve Borges S.E., ayar kanadında oluşan akışın verime olan etkisini deneysel olarak araştırmışlardır. 25 kanatlı ve 10 kanatlı çarklar kullanarak yaptıkları deneylerde türbinin nozzle akışının etkileri geniş aralıktaki çalışma koşulları ve en verimli çalışma noktalarını tespit etmişlerdir [10].

V. Seshadri ve arkadaşları orta ve az düşülerde çalışan türbinin performans testlerini değerlendirmişlerdir. Bu testlerde, çark kanadı sayısı 8 ila 30 arasında değişen ve ayar kanadı giriş açısı 230 ila 360 arasında değişen türbinler kullanmışlardır. Optimum türbin ölçülerine çark genişliği 0,325m, çark çapı 0,3m ve kanat sayısı 20 olduğunu belirtmişlerdir. Belirli bir limite kadar çark

kanadı sayısı artırılmasıyla birlikte giriş açısının artmasının, türbin performansını iyileştirdiği sonucuna varmışlardır [11].

Olgun H. tarafından yürütülen deneysel çalışmada, çark giriş genişliği oranı ve çark çapı oranı gibi geometrik parametrelere bağlı olarak türbin verim değişimi incelenmiş ve dört ayrı değişik tipteki türbinlerle çalışmalar yapmıştır. Her birinde 28 adet çark kanadı bulunan, çark giriş açısı 300 ve çıkış açısı 900 değerinde olan çarklar kullanılan türbinlerle testler gerçekleştirmiştir. Çark iç çapından dış çapına, çap değişim oranı 0,54 den 0,75'e kadar çarklar kullanmış ve her bir türbin için, giriş açısı 490 ve 1040 olan iki adet ayar kanadı kullanılarak testlerin yapıldığını belirtmiştir. 8m 'den 30m'ye kadar değişken düşülerde yaptığı testlerde en yüksek verim değeri %72 olarak elde etmiştir [12].

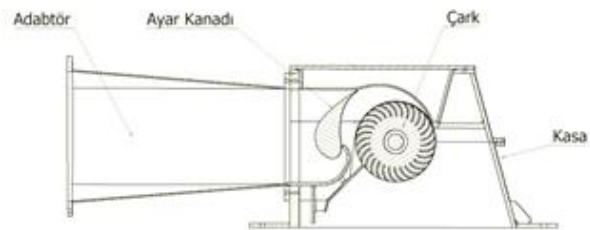
Kaya M.A., bir Banki türbinini deneysel olarak incelemiş ve elde ettiği verilerden 12 kW güç üretebilen türbinin maksimum %51 verim değerine ulaştığını belirtmiştir. Testlerini değişik ayar kanadı ve sürgülü vana açıklıklarında tekrarlamış ayrıca hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile elde ettiği değerleri deneysel bulgularla karşılaştırmıştır [13]. Adhikari R., ve Wood D. bir Banki türbini HAD analizi ile kanat sayısı ile verim değişimini incelemişlerdir. 0,53 kW güç üreten 20 ila 40adet çark kanadına sahip çarklarla yaptıkları analizlerden elde ettikleri sonuçlara göre 35 kanat kullandıkları çarktan elde ettikleri verim değeri %89,87'dir.

Ayrıca daha önce yapılan diğer çalışmalardan elde edilen sonuçları karşılaştırmışlardır [3,4,7,8,9,14,16,17,18,19,20,21,22]. Çalışmalarda %68 ile %90 arasında değişen verim değerlerine ulaşılmıştır. Totapally ve Aziz [14] yaptıkları testlerde 35 kanatlı Banki türbini kullanmışlar ve %90 verim değerine ulaşmışlardır [15].

Bu çalışmada bir Banki türbini, deneysel olarak incelenecektir. Bu kapsamda Türkiye Elektromekanik Sanayi A.Ş. (TEMSAN) bünyesinde kurulan ve Ar-Ge çalışmalarında kullanılan Türbin Test Merkezi olanaklarından faydalanılmıştır. Türbin test merkezi, özellikle aksiyon (impuls) tipi (Pelton, Banki ve Turgo) hidrolik mikro su türbinlerinin fonksiyon ve bu tip türbinlerin model testleri için yapılmıştır.

## BANKİ SU TURBİNİ

Banki türbini oluşturan ekipmanlar Şekil 1.'de gösterilmiştir. Ayar kanadı ve çark olmak üzere iki ana parçadan oluşmaktadır. Ayar kanadı, suyun debisinin

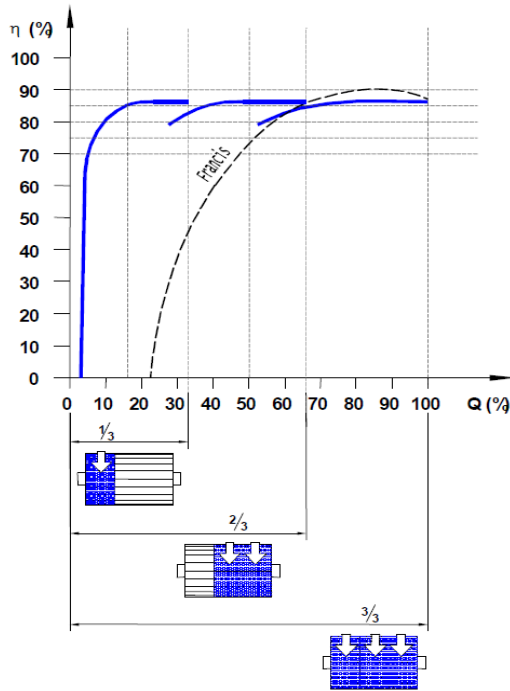


Şekil 1. Banki türbini ekipmanları genel görünüşü

ayarlanarak, istenen güce ulaşılması için kullanılmaktadır. Türbin çarkı, belirli bir giriş ve çıkış açısına sahip, belirli eğrilik yarıçapında dairesel formdaki kanatlardan oluşmaktadır. Suyun kinetik enerjisini elektrik enerjisine çeviren generatöre ait milin dönmesi, çark vasıtası ile gerçekleşmektedir.

Aynı çalışma koşullarındaki bir Francis tipi türbin ile bir Banki türbin verim grafiği karşılaştırması Şekil 2.'de gösterilmiştir.

Verim diyagramları incelendiğinde Francis türbininin verimsiz çalıştığı veya çalışmadığı bölgelerde Banki türbinin çok daha verimli çalışabildiği görülmektedir. Yıl içerisinde türbinin toplam çalışma saati göz önüne alındığında küçük dere ve akarsuların değişken debisine rağmen sürekli çalıştırılabilir olmaları nedeniyle Banki türbinler tercih edilmektedir.



**Şekil 2.** Banki türbin ile Francis türbinine bağlı verim eğrilerinin karşılaştırılması [23].

### Test Türbin Parametreleri

Testi yapılan Banki türbin tasarımı, Donat Banki tarafından açıklanan teoriler kullanılmıştır. Testlerde kullanılan Banki türbin TEMSAN tarafından imalatı yapılan ve aynı zamanda ticari ürün olarak kullanılan türbinlerdendir. Türbin test merkezinde test edilen Banki türbin ön tasarımı Tablo 1'deki teorik verilere göre yapılmıştır.

**Tablo 1.** Banki test türbin tasarımı verileri

Düşü ( $H_n$ ) [m]	Debi (Q) [l/sn]	Verim ( $\eta_t$ )	Özgül Hız ( $n_q$ )
20	400	70	40

Türbin gücü;

$$N_t = \rho g Q H_n \eta_t$$

$$N_t = (1000)(9,81)(0,4)(20)(0,7) = 54,936 \text{ [kW]}$$

olan Banki türbininin performans testleri yapılmıştır.



**Şekil 3.** Testte kullanılan Banki türbin resimleri

Banki türbin; Şekil 3.'de görüldüğü gibi TEMSAN tesislerinde imalatı yapılarak test edilmiştir. Banki türbin boyutları Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Banki test türbin tasarımı verileri

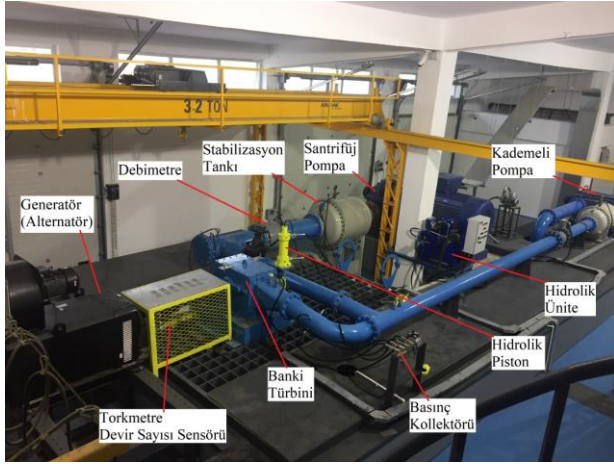
1	Debi	Q [l/sn]	400
2	Düşü	$H_n$ [m]	20
3	Verim	$\eta_t$	70
4	Türbin Gücü	$N_e$ [kW]	55
5	Çark Dış Çapı	$D_0$ [mm]	300
6	Çark İç Çapı	$D_i$ [mm]	195
7	Devir Sayısı	N [d/d]	595
8	Çark Genişliği	$b_0$ [mm]	324
9	Çark Kanadı Profili Yarıçapı	$r_c$ [mm]	49
10	Çark Su Giriş Açısı	$\alpha$ [°]	16
11	Bağıl Açısı	$\beta$ [°]	30
12	Kanat Sayısı	z [adet]	30
13	Su Jeti Kalınlığı	y [mm]	87
14	Özgül Hız	$n_q$	40

### DENEY DÜZENEGİ

Test düzeneği, santrifüj pompa, stabilizasyon tankı, debimetre, torkmetre, devir sayısı sensörü, hidrolik ünite ve ayar kanadı ayar pistonu, generatör, basınç ve sıcaklık ölçerleri ile kontrol kumanda sistemlerinden oluşmaktadır. Testi yapılacak Banki türbin ara shaft ile alternatöre bağlantısı yapılır. 10 bar basınç ve 440 lt/sn debi üretebilen santrifüj pompa ile havuzdan çekilen su,

2 cm

kontrol ve kumanda sistemi ile istenilen basınç ve debide ayarlanarak Banki türbinine gönderilerek çarkın dönmesi sağlanır. Şekil 4'de test düzeneği görülmektedir.



Şekil 4. Test düzeneği

Türbin test merkezinde kullanılan otomasyon sistemi sayesinde anlık olarak, türbin giriş basıncı (türbin düşüsü), türbine giren debi miktarı, ayar kanadı açıklığı, mekanik tork, türbin devir sayısı verileri aynı anda okunmakta ve kayıt altına alınmaktadır. Bunlara ek olarak oda basıncı, oda nemi, oda sıcaklığı, türbin yataklarının sıcaklığı, pompa yataklarının sıcaklığı, havuz suyunun sıcaklığı, hat suyu sıcaklığı, stabilizasyon tankı basıncı, hat basıncı ölçümleri yapılmaktadır.

Test edilecek türbin, havuz üzerinde bulunan ızgaralara sabitlenir, tork metre bağlantısı ile türbin - generatör mil bağlantıları ve devir hızı sensörü bağlantısı yapılır. Pompa hattı, türbin adaptörüne bağlanır. Ayrıca hat üzerinde bulunan enstürmanların, debimetrenin ve gerekli ölçüm cihazlarının bağlantıları da yapılır.

Santrifüj pompa ilk olarak düşük hızlarda döndürülerek hat ve sistem kontrol edilir. Daha sonra kontrol sistemi yazılımına istenen ayar kanadı açıklığı değeri, türbin giriş basıncı değeri ve devir sayısı değeri manuel olarak girilir. Kontrol ve kumanda sistemi yazılımı, otomatik olarak pompa devrini değiştirerek istenen türbin giriş basıncı değerine ve türbin devir sayısı değerine türbini getirir.

Testi yapılan Banki türbini, 10m, 15m, 20m, 30m ve 40m düşüde ve her düşü için %20, %25, %30, %35, %40, %45, %50 ayar kanadı açıklığında çalıştırılarak belirli bir süre beklenilmiş, türbinin çalışma noktaları tespit edilmiştir. Her bir yükseklik için, her bir ayar kanadı açıklığında elde edilen verilerin aritmetik ortalaması alınmıştır.

### Deney Belirsizliği

Türbinden elde edilen gücün hesaplanmasında

$$N_t = \rho g Q H_n \eta_t \quad [\text{Watt}]$$

yoğunluk ( $\rho$ ), yerçekimi ivmesi ( $g$ ) ve verim ( $\eta_t$ ) değerleri sabit alınmış olduğundan, sistem belirsizliği; düşü ( $H_n$ ) ve debi ( $Q$ ) ölçümlerinden gelen hatalara bağlı olarak hesaplanmıştır. Giriş basıncı ölçümü için

kullanılan basınç sensörü ölçüm hatası %0,25 ve debimetrenin ölçüm hata oranı %0,25'dir. Kline-McClintoc yöntemine göre hata analizi yapıldığında etki eden hata oranı %0,6 olarak hesaplanabilir.

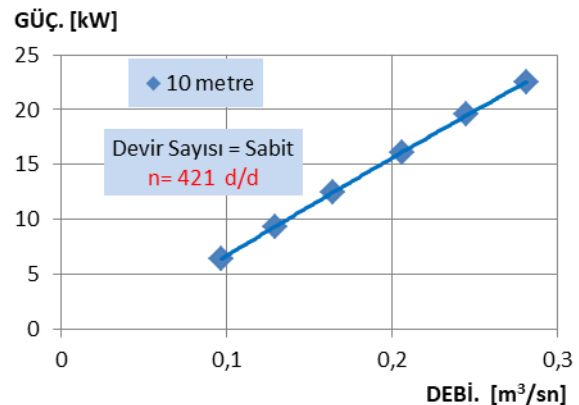
### Deney Sonuçları

Bu çalışmada 400 lt/sn debide ve 20 m düşüde çalışmak üzere tasarlanan Banki Tipi su türbinin 10m, 15m, 20m, 30m, 40m düşülerde ve değişken debilerde performans testleri yapılarak verim değerleri incelenmiştir. Düşü ve devir sayısı sabitken elde edilen test ana parametreleri Tablo 3.'de verilmiştir.

Tablo 3. Test Parametreleri

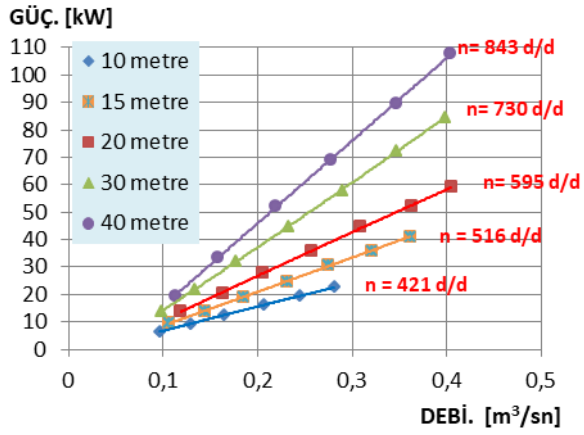
Düşü (H) [m]	Devir Sayısı (n) [d/d]	Debi (Q) [m <sup>3</sup> /sn]	Güç (N <sub>e</sub> ) [kW]	Özgül Hız (n <sub>s</sub> )	Özgül Hız (n <sub>q</sub> )
10	421	0,28	22,50	129	40
15	516	0,36	44,05	129	40
20	595	0,40	59,06	126	40
30	730	0,40	84,43	110	36
40	843	0,40	107,75	100	33

Banki türbini, 10m düşüde, sabit devir sayısında, ayar kanadı açıklığı %20, %25, %30, %35, %40, %45 ve %50 ayarlanarak, değişken debilerde çalıştırılmış ve türbinden elde edilen debiye bağlı güç değişimi grafiği Şekil 5.'de verilmiştir. Debi miktarı maksimum 0,28 m<sup>3</sup>/sn değerine çıkmış ancak türbinden daha fazla debide su geçirilememiştir. Aynı şekilde 15m, 20m, 30m ve 40m düşüler için de aynı testler yapılarak, Şekil 6'de verilen, debiye bağlı güç değişim grafiği elde edilmiştir.



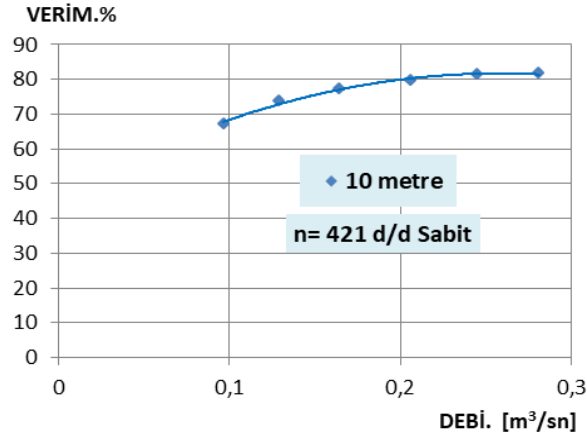
Şekil 5. Debiye bağlı güç değişimi (Düşü: 10 m)



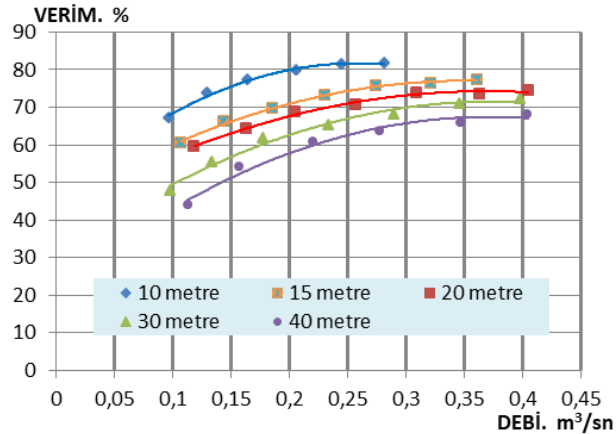


Şekil 6. Debiye bağlı güç değişimi (10m, 15m, 20m, 30m, 40m)

Banki Türbini performans testlerinde 10m düşüde türbinin ürettiği gücün, hesaplanan teorik güce oranı türbin verimini göstermektedir. Şekil 7’de 10m düşüde çalışan türbinin, debiye bağlı verim grafiği görülmektedir. Farklı düşülerde (10m, 15m, 20m, 30m, 40m ) çalıştırılan banki türbininin debiye bağlı verim grafiği Şekil 8’de verilmiştir.

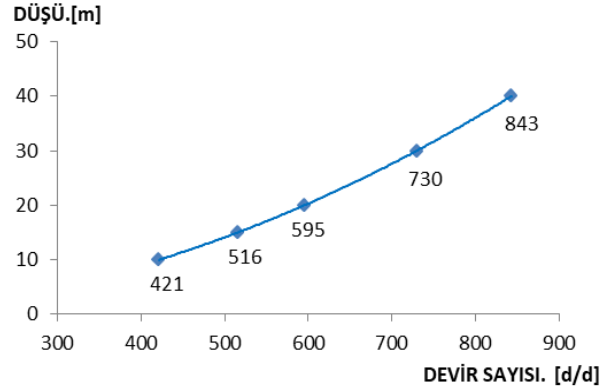


Şekil 7. Debiye bağlı verim eğrisi (H=10m)



Şekil 8. Debiye bağlı verim eğrisi (H=10m, 15m, 20m, 30m, 40m )

Farklı düşülerde çalıştırılan banki türbininin, düşü ve devir sayısı değişimi grafiği Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Düşü devir sayısı grafiği

### Sonuçların Analizi ve Değerlendirilmesi

Yapılan testler neticesinde düşük düşülerde çalıştırılan banki türbin verimi, yüksek düşülerde çalıştırılan banki türbininin verimine kıyasla giderek azaldığı, 10 metre düşüde maksimum verim değeri olan % 81,4 değerine ulaşılmasına rağmen, debinin 0,28 m³/sn değerini geçemediği gözlemlenmiştir. Maksimum 22,5 kW güç üretilebilmiştir.

Testi yapılan Banki türbini, 15 metre düşüde çalıştırıldığında, türbinden maksimum 0,36 m³/sn debi ancak geçebilmiştir. Verim değeri maksimum %77,4 olarak ölçülmüştür. Test merkezinde kullanılan santrifüj pompanın maksimum basma debisi 0,44 m³/sn olması nedeniyle banki türbin testleri en fazla 0,4 m³/sn debi değerine kadar yapılabilmektedir. 20 [m] düşü, 0,4 [m³/sn] debi ve %70 verim değeri baz alınarak tasarlanan banki türbin verim değeri % 74,5 olarak ölçülmüştür.

Ayrıca türbinin, 30 metre düşüde % 72 verimde çalıştığı, 84,4 kW güç üretilebildiği tespit edilmiştir. 40 metre düşüde türbinin, maksimum % 68 verimde çalıştığı ölçülmüştür.

Bu çalışmada sunulan deneylere devam edilmektedir. Farklı çark kanat sayısının ve kanat geometrilerinin etkileri araştırılacaktır.

### SEMBOLLER VE KISALTMALAR

A	Çarka girişte akış kesiti [m <sup>2</sup> ]
a	Radyal çark genişliği [m]
b	Rotor genişliği [m]
c	Mutlak hız [m/s]
D1	Çark dış çapı [m]
D2	Çark iç çapı [m]
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
g	Yerçekimi ivmesi [m/s <sup>2</sup> ]
HAD	Hesaplamalı akışkanlar dinamiği
HES	Hidroelektrik santral
H <sub>n</sub>	Net düşü [m]
n	Devir sayısı [d/d]

$n_q$	Özgül hız [d/d] (debiye bağlı)
$n_s$	Özgül hız [d/d] (etkin güce bağlı)
$N_e$	Etkin güç [kW]
$Q$	Türbin tasarım debisi [ $m^3/s$ ]
$r$	Türbin yarıçapı [m]
$v$	Su hızı [m/s]
$w$	Bağıl hız [m/s]
$z$	Kanat sayısı

## KAYNAKLAR

- Haas, R., Hiebert, M., Hoatson, E., Colorado State University, CIVE 401 11/19/2014, Francis Turbines, Fundamentals and Everything Else You Didn't Know That You Wanted To Know
- Water Turbine, Ges. Turbinenwesen, 1918
- Macmore C.A., and Merryfield F., The Banki Water Turbine, Engineering Experiment Station, Oregon State Collage, 1949
- Varga, J. Tests with the Banki water turbine. Acta Tech. Acad. Hung. 1959, 26, 79–102.)
- Haimerl, L.A., The Cross-Flow Turbine Water Power, 1960: p. 5-13
- Verhaart P., Blade Calculations For Water Turbines Of The Banki Type, Eindhoven University of Technology, 1983
- Khosrowpanah S., Fiuzat A. A., and Alberston M. L., "Experimental study of cross-flow turbine." Journal of Hydraulic Engineering, 1988.
- Fiuzat A.A., ve Akerkar B.P., "The use of interior guide tube in crassflow turbine". Waterpower. ASCE 1989, P:111-1119
- Venkappayya R. Desai and Nadim M. Aziz. An experimental investigation of cross-flow turbine efficiency. Journal of Fluids Engineering, 1994.
- Costa Pereira N.H., ve Borges S.E., Study Of The Nozzle Flow In A Cross-Flow Turbine, Technical Universityof Lizbon, 1994
- V. Seshadri C. B. Joshi and S. N. Singh. Parametric study on performance of cross-flow turbine. Journal of Energy Engineering, 1995.)
- Hayati Olgun. Investigation of the performance of a cross-flow turbine. International Journal of Energy Research, 22(11):953–964, 1998.)
- Kaya M.A., Doktora Tezi "Değişken Debilerde yüksek verimde çalışan bir çapraz akış türbini geliştirilmesi." Kocaeli Üniversitesi 2011
- Totapally, H.G.; Aziz, N.M. Refinement of Cross-flow Turbine Design Parameters. J. Energy Eng. 1994, 120, 133–147.
- Adhikari R., ve Wood D. , "The Design of High Efficiency Crossflow HydroTurbines: A Review and Extension" University of Calgary, Canada; January 2018
- Durali, M. Design of Small Water Turbines for Farms and Small Communities. Ph.D. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA, 1976
- Dakers, A.; Martin, G. Development of a Simple Cross-flowWater Turbine for Rural Use. In Agricultural Engineering Conference 1982: Resources, Efficient Use and Conservation; Preprints of Papers; Institution of Engineers, Canberra, Australia, 1982; p. 35.
- Johnson, W.; White, E.R.; White, F. Design and testing of an inexpensive crossflow turbine. In Small Hydropower Fluid Machinery; ASME: New York, NY, USA, 1982.
- Nakase, Y.; Fukutomi, J.;Watanabe, T.; Suetsugu, T.; Kubota, T.; Kushimoto, S. A study of Cross-Flow turbine(Effects of nozzle shape on its performance). In Proceedings of the Winter Annual Meeting ASME, Phoenix, AZ, USA, 14–19 November 1982; Volume 1419.
- Durgin, W.; Fay, W. Some fluid flow characteristics of a cross-flow type hydraulic turbine. In Small Hydro Power Fluid Machinery; ASME: New York, NY, USA, 1984; pp. 77–83.
- Hothersall, R. A review of the cross-flow turbine. In Waterpower '85, Proceedings of the International Conference on Hydropower, Las Vegas, NV, USA, 25–27 September 1985; ASCE: New York, NY, USA, 1985.
- Ott, R.F.; Chappell, J.R. Design and efficiency testing of a cross-flow turbine. In Waterpower'89, Proceedings of the International Conference on Hydropower, Niagara Falls, NY, USA, 23–25 August 1989; ASCE: New York, NY, USA, 1989; pp. 1534–1543.
- <http://hydroenergetica.com/en/hydropower/ossberger> (Erişim Tarihi: 02.11.2018)
- Arter A., Meier U., Hydraulics Engineering Manuel Volume 2, Harnessing Water Power on a Small Scale , SKAT 1990 ISBN:3-908001-13-7
- Arsan A., Design, "Construction And Performance Evaluation Of A Banki Turbine", A Master's Thesis, Middle East Tec. Uni., December 1985
- "T12 Cross Flow Turbine Design And Engineering Equipment", Entec Consulting and Engineering
- "Yazıcı H.F., Su Makinaları Problemleri, Teori ve Uygulamaları", İstanbul Tek. Üni. Haziran 1983 (Kütüphane Sayı: 1254)
- Nasir B.A., "Design Of High Cross Flow Turbine For Hydro Powwer Plant" IJEAT ISSN 2249 Vol 2 Issue-3 Feb. 2013