



DENEYSAN EĞİTİM CİHAZLARI
Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.

T-430 FRANCİS TÜRBİNİ EĞİTİM SETİ

DENEY FÖYLERİ



DENEYSAN EĞİTİM CİHAZLARI SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.

Küçük Sanayi sitesi 12 Ekim Cad. 52.Sok. No:18A BALIKESİR

Tel:0266 2461075 Faks:0266 2460948

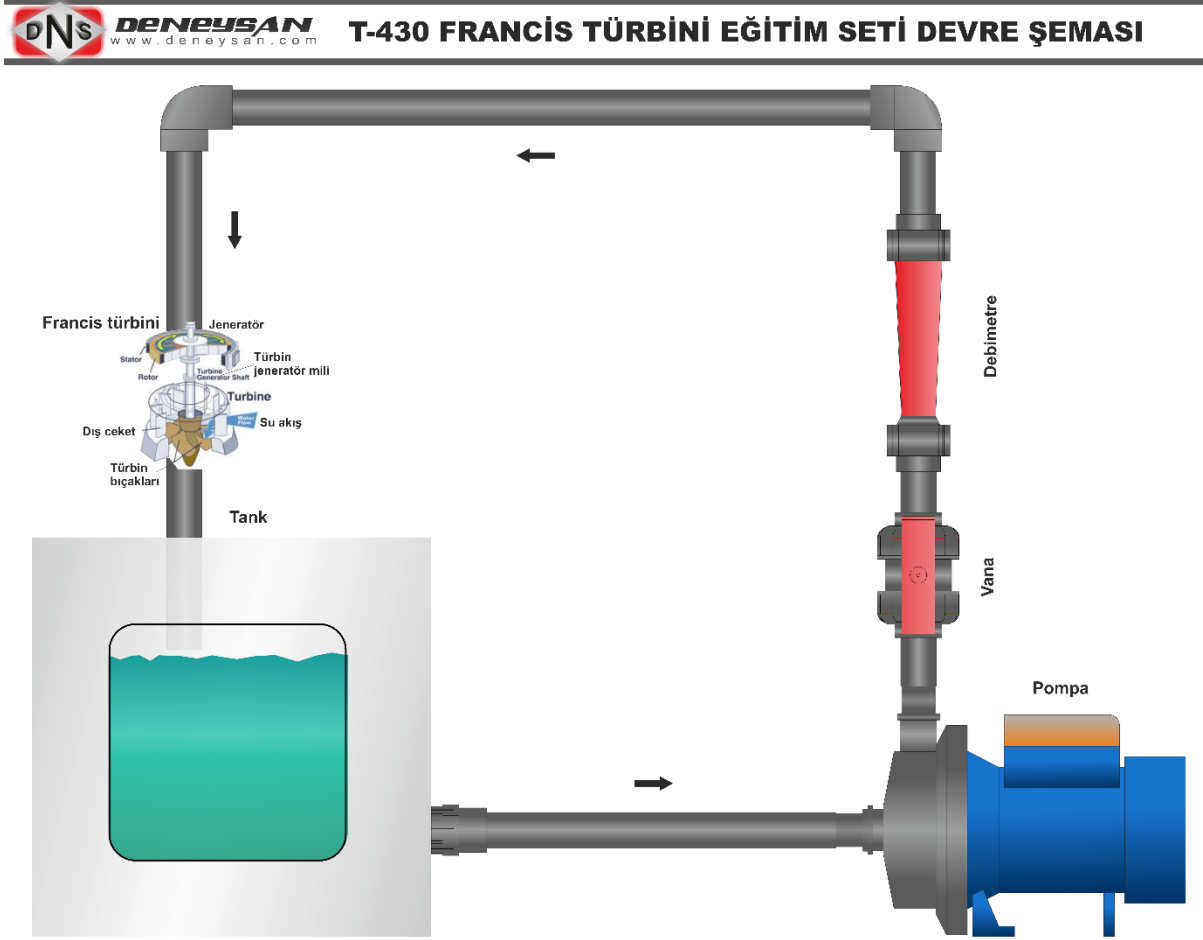
<http://www.deneysan.com> mail: deneysan@deneysan.com

BALIKESİR-2016

İçindekiler

T-430 FRANCİS TÜRBİNİ EĞİTİM SETİ ŞEMASI.....	3
MALZEME LİSTESİ.....	3
GÖSTERGE PANELİ	4
GİRİŞ	5
Salyangoz.....	6
Sabit Ve Hareketli Dağıtıcılar	6
Kumanda Çemberi Ve Mekanizması	7
Çark.....	7
Emme Borusu (Yayıcı).....	7
DENEYLER.....	9
DENEY NO: T-430-01.....	9
DENEYİN ADI: Türbin veriminin bulunması	9
DENEY NO: T-430-02	12
DENEYİN ADI: Farklı akış debilerinde türbin çıkış gücünün değişimi.....	12
DENEY NO: T-430-03	14
DENEYİN ADI: Farklı kılavuz kanat açılarında türbin veriminin değişimi	14
DENEY NO: T-430-04	18
DENEYİN ADI: Farklı akış debilerinde üretilen elektrik enerjisi değişimi	18
DENEY NO: T-430-05	20
DENEYİN ADI: Farklı akış debilerinde türbin özgül hızının değişimi	20

A) T-430 FRANCİS TÜRBİNİ EĞİTİM SETİ ŞEMASI



B) MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	ADEDİ	ÖZELLİĞİ
Torkmetre	1	Kapasite 0-25 N
DC elektrik motoru	1	24 VDC, 1500 d/d
Pompa	1	0- 6 m ³ /h , H _{maks} = 36 m, 2200 d/d
Debimetre	1	0 - 10 m ³ /h
Manometreler	2	4 bar , Φ100 mm

Takometre	1	NBB4- Yaklaşım Sensörü
Lcd Ekran	1	3” LCD ekran
Sayısal multimetre	1	ENTES MPR-53 S - DIN
Francis türbini	1	Φ250 mm, kılavuz kanat ayarlı
Debi ayar vanası	1	PVC Küresel Vana
Su tankı	1	150 Litre

Gösterge Paneli



Gösterge paneli üzerinden ölçüm ve kontrol menüsüne tıklayarak sistem üzerinde çalıştırılması gerekenleri ve alınan ölçümlerin gözüktüğü ekrana giriş yapılır.

Kontrol ve ölçüm menüsü



Kontrol ve ölçüm menüsünden yapılabilecek işlemler:

- Pompa devreye alınıp, çıkarılabilir
- Elektriksel yük devreye alınıp, çıkarılabilir.
- Değerleri anlık olarak kaydedip sol üst köşedeki ok yardımı ile bu menüye geçiş yapabiliriz.
- Sıcaklık, devir, akım, gerilim, kuvvet ve moment gibi değerleri ekranda görebiliriz.

KAYDEDİLMİŞ ÖLÇÜM DEĞERLERİ		
SICAKLIK :	0.0	°C
DEVİR :	0	d/s
AKIM :	0.0	A
GERİLİM :	0.0	V
F _(Kuvvet) :	0.00	N
M _d :	0.00	Nm

Kaydedilmiş ölçüm değerleri menüsünde kontrol ve ölçüm menüsünde kaydetmiş olduğunuz son veriler bulunacaktır. Kaydetme işlemine devam edildikçe son veriler silinip, yeni kaydedilen değerler ekranda gözükecektir.

B) GİRİŞ

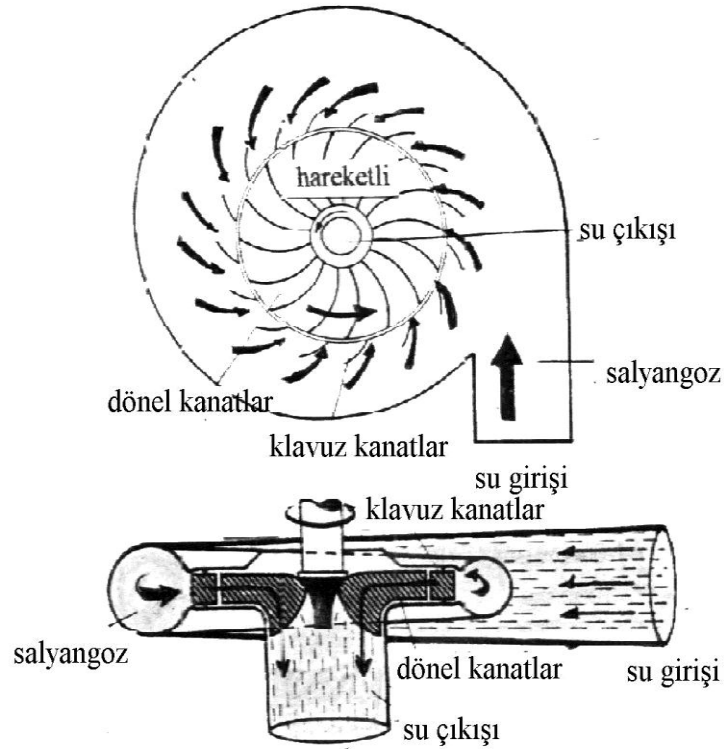
Francis türbinleri genellikle orta kademe su düşmelerinde ve büyük debilerde iyi sonuç verirler. Tam püskürtmeli olarak tanınan bu türbinlerde suyun debisi 130 m³/s civarındadır. Girişteki suyun potansiyel enerjisinin bir kısmı kinetik enerjiye çevrilir. **Difüzör** vasıtasıyla suyun hızı, çarka girişte en yüksek değerini alır. Suyun hızla çıkması sonucu oluşan tepkime ile çark döndürülür. Bu türbinlerde statör (**salyangoz**), su kütlesini çarka bütün çevreden gönderir. Suyun yörüngesi çarka girişte çevreden merkeze doğru, çıkışta ise dönme eksenine paraleldir.

Geniş kullanma alanı olan bu türbinlerin büyük güçte olanları dik, küçük güçte olanları yatay eksenli çalışırlar. Francis türbinler kendi aralarında, yüksek hızlı, orta hızlı ve yavaş hızlı olmak üzere üçe ayrılırlar.

Francis türbinleri suyun giriş sırasına göre salyangoz, sabit dağıtıcı, hareketli dağıtıcı, kumanda çemberi ve kumanda mekanizması, çark ve emme borusu kısımlarından oluşurlar.

1. SALYANGOZ

Cebri boru Şekil-1’de görüldüğü gibi salyangoz biçiminde bir muhafaza (zarf) ile son bulur. Bu zarf Francis türbinin salyangoz kısmını oluşturur. Salyangoz cebri borudan gelen suya türbin çevresi boyunca eşit hızla taşıyan ve sabit dağıtıcılara gelmesini sağlayan bir kılıftır. Genel olarak kesitleri daire şeklindedir. Yüksek düşüslü türbinlerde salyangoz çelikten, alçak düşüslü türbinlerde ise betondan yapılır.



Şekil-1 Francis çarkı ve salyangoz

2. SABİT VE HAREKETLİ DAĞITICILAR

Salyangozdan gelen su, önce sabit dağıtıcılara sonra da hareketli dağıtıcılara gelir. Sabit dağıtıcılar suyu çarka yönlendirirler. Hareketli dağıtıcılar türbine gelen suyu açıp kapamaya, istenilen miktarda çarka göndermeye yararlar. Ayrıca türbinden çekilen güce göre çarka gelen suyu otomatik olarak ayarlarlar; herhangi bir arıza anında türbine gelen suyu anî olarak kapatırlar.

3. KUMANDA ÇEMBERİ VE MEKANİZMASI

Hareketli dağıtıcılar bir kumanda çemberine bağlı olup, kumanda çemberi de bir mekanizma ile hareket ettirilerek debiyi değiştirirler. Hareketli dağıtıcılar pimler vasıtasıyla kumanda çemberine bağlanırlar.

4. ÇARK

İki döner çarkın birbirine kanatlar yardımıyla birleştirilmesi ile meydana gelir. Kanatlar ile sınırlanan kanalların kesitleri girişten çıkışa doğru azalarak gittiğinden, çevreden giren suyun potansiyel enerjisi kinetik enerjiye çevrilerek kanatları büyük bir hızla terk eder. Bu esnada meydana gelen tepkime kuvveti çarkı döndürür.

5. EMME BORUSU (YAYICI)

Çarktan çıkan suyu boşaltma kanalına ileten borudur. Emme borusu çıkış hızını azaltarak türbinin genel verimini artırır. Küçük türbinlerde emme borusu kesitleri dairesel, büyük türbinlerde ise dirsekli yapılıdır.

A) DENEY NO: T-430-01

B) DENEYİN ADI: **Farklı akış debilerinde türbin giriş ve çıkış gücünün değişimi**

C) DENEYİN AMACI: Türbin veriminin akış debisine bağlı olarak nasıl değiştiğini kavramak.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Ana şalteri açın.
- 2) Küresel yarı açık konuma getirin.
- 3) LCD ekran üzerinden pompayı çalıştırın.
- 4) Küresel vanayı tam açık konuma getirin.
- 5) Kanat açısı ayarını sağa çevirerek en dik konuma getirin.
- 6) LCD ekran üzerinden elektriksel yük uygulayın.
- 7) Disk yavaşladığında ölçülen dinamometre değerini ve türbin devir sayısını kaydedin.
- 8) Türbine giriş basınçlarını kaydedin.
- 9) Yukarıdaki ölçümleri 6, 5 ve 4 m³/h için tekrarlayın.
- 10) Tablo değerlerini kullanıp, türbin verimlerini hesaplayın.
- 11) Akış debisi-verim değerlerini ekteki grafik üzerine aktarın.

F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, örnek değerler için türbin verim hesapları, akış debisi verim grafiği.

Ölçüm sayısı	1	2	3
Devir sayısı, n [d/sn]			
Dinamometre kuvveti, F [N]			
Su debisi, $\dot{V}$ [m ³ /h]			
Su giriş basıncı, P_1 [mSS]			
Suyun debisi $\dot{m}$ [$\frac{kg}{sn}$]			
H: Net düşü [mSS], $H=P_1-P_2$			
Su çıkış basıncı, P_2 [mSS]			
Suyun yoğunluğu ρ (kg/m ³)			

(Su çıkış basıncı atmosfer basıncına eşit olduğu için 0 kabul edildi)

HESAPLAMALAR

Hidrolik güç (türbin giriş gücü)

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H$$

ρ : Suyun yoğunluğu (kg/m³)

g : yerçekim ivmesi (m/sn²)

Q : su debisi (m³/sn)

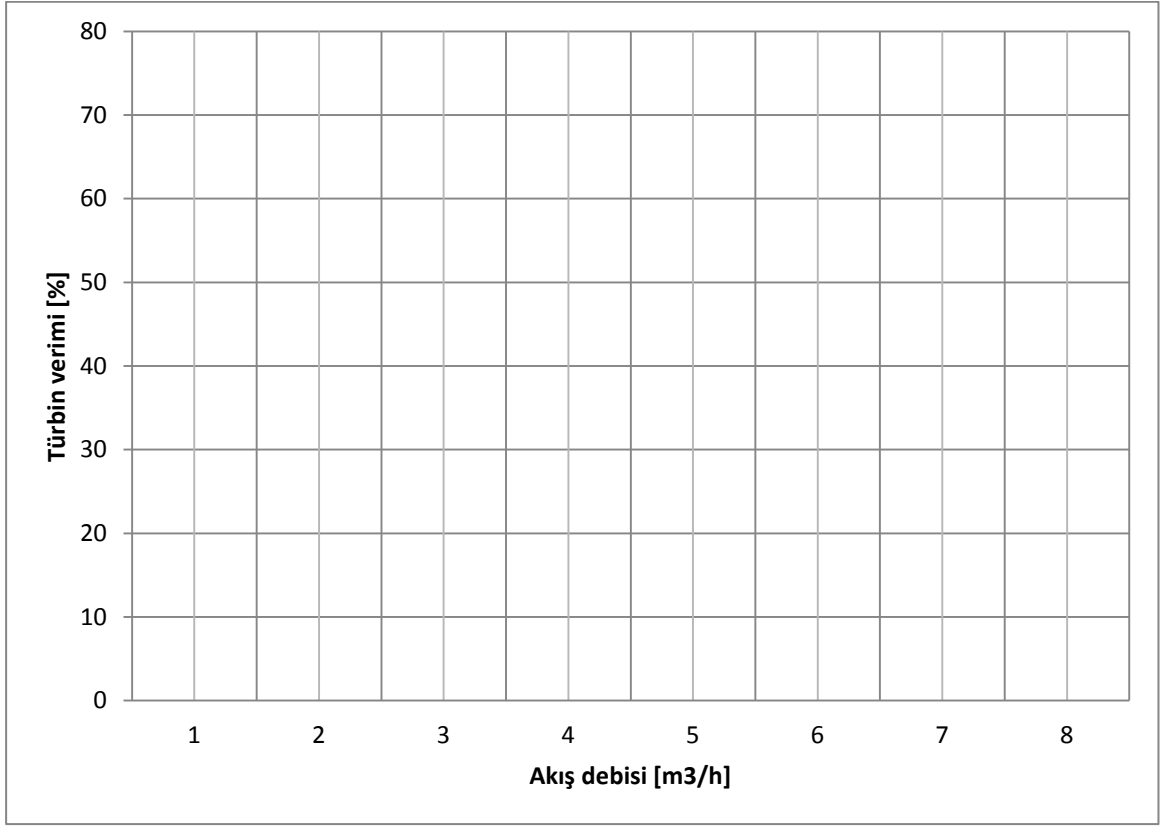
H : basınç yükü (düşü) (mSS)

Mekanik güç (türbin çıkış gücü)

$$P_m = T \times 2 \times \pi \times n$$

T : Döndürme momenti (Nm)

n : devir sayısı (dev/sn)



A) DENEY NO: T-430-02

B) DENEYİN ADI: **Türbin veriminin bulunması**

C) DENEYİN AMACI: Türbin veriminin nasıl hesaplandığını kavramak.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Ana şalteri açın.
- 2) Küresel yarı açık konuma getirin.
- 3) LCD ekran üzerinden pompayı çalıştırın.
- 4) Küresel vanayı tam açık konuma getirin.
- 5) Kanat açısı ayarını sağa çevirerek en dik konuma getirin.
- 6) LCD ekran üzerinden elektriksel yük uygulayın.
- 7) Disk yavaşladığında ölçülen dinamometre değerini ve türbin devir sayısını kaydedin.
- 8) Türbine giriş basınçlarını kaydedin.
- 9) Tablo değerlerini kullanıp, türbin verimini hesaplayın.

F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, örnek değerler için türbin verim hesabı

Ölçüm sayısı	1	2	3
Devir sayısı, n [d/sn]			
Dinamometre kuvveti, F [N]			
Su debisi, $\dot{V}$ [m ³ /h]			
Su giriş basıncı, P_1 [mSS]			
Suyun debisi $\dot{m}$ [$\frac{kg}{sn}$]			
H: Net düşü [mSS], $H=P_1-P_2$			
Su çıkış basıncı, P_2 [mSS]			
Suyun yoğunluğu ρ (kg/m ³)			

(Su çıkış basıncı atmosfer basıncına eşit olduğu için 0 kabul edildi)

HESAPLAMALAR:

Basınç yükü

$$H = \frac{P}{\rho \times g}$$

P: basınç (Pa)

ρ : suyun yoğunluğu (kg/m³)

g: yer çekim ivmesi (m/sn²)

Hidrolik güç (türbin giriş gücü)

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H$$

ρ : Suyun yoğunluğu (kg/m³)

g: yerçekim ivmesi (m/sn²)

Q: su debisi (m³/sn)

H: basınç yükü (düşü) (mSS)

Mekanik güç (türbin çıkış gücü)

$$P_m = T \times 2 \times \pi \times n$$

T: Döndürme momenti (Nm)

n: devir sayısı (dev/sn)

Türbin verimi

$$\eta = \frac{P_m}{P_h}$$

P_m: mekanik güç

P_h: hidrolik güç

A) DENEY NO: T-430-03

B) DENEYİN ADI: **Farklı kılavuz kanat açılarında türbin veriminin değişimi**

C) DENEYİN AMACI: Farklı kılavuz kanat girişlerinde türbin verim nasıl değiştiğini kavramak.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Ana şalteri açın.
- 2) Küresel yarı açık konuma getirin.
- 3) LCD ekran üzerinden pompayı çalıştırın.
- 4) Küresel vanayı tam açık konuma getirin.
- 5) Kanat açısı ayarını sağa çevirerek en dik konuma getirin.
- 6) LCD ekran üzerinden elektriksel yük uygulayın.
- 7) Disk yavaşladığında ölçülen dinamometre değerini ve türbin devir sayısını kaydedin.
- 8) Türbine giriş basınçlarını kaydedin.
- 9) Yukarıdaki ölçümleri, kanat ayar vanasını sola çevirip tekrarlayın.
- 10) Tablo değerlerini kullanıp, türbin verimlerini hesaplayın.
- 11) Kılavuz kanat giriş açısı-verim değerlerini ekteki grafik üzerine aktarın.

F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, örnek değerler için türbin verim hesapları, akış debisi verim grafiği.

Ölçüm sayısı	1	2	3
Devir sayısı, n [d/sn]			
Dinamometre kuvveti, F [N]			
Su debisi, $\dot{V}$ [m ³ /h]			
Su giriş basıncı, P ₁ [mSS]			
Su çıkış basıncı, P ₂ [mSS]			
Suyun debisi m (kg/sn)			
H: Net düşü [mSS], H=P ₁ -P ₂			
Kılavuz kanat ayarı, [tur]	Tam açık	3/4 açık	½ açık

(Su çıkış basıncı atmosfer basıncına eşit olduğu için 0 kabul edildi)

HESAPLAMALAR:

Basınç yükü

$$H = \frac{P}{\rho \times g}$$

P: basınç (Pa)

ρ : suyun yoğunluğu (kg/m³)

g: yer çekim ivmesi (m/sn²)

Hidrolik güç (türbin giriş gücü)

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H$$

ρ : Suyun yoğunluğu (kg/m³)

g: yerçekim ivmesi (m/sn²)

Q: su debisi (m³/sn)

H: basınç yükü (düşü) (mSS)

Mekanik güç (türbin çıkış gücü)

$$P_m = T \times 2 \times \pi \times n$$

T: Döndürme momenti (Nm)

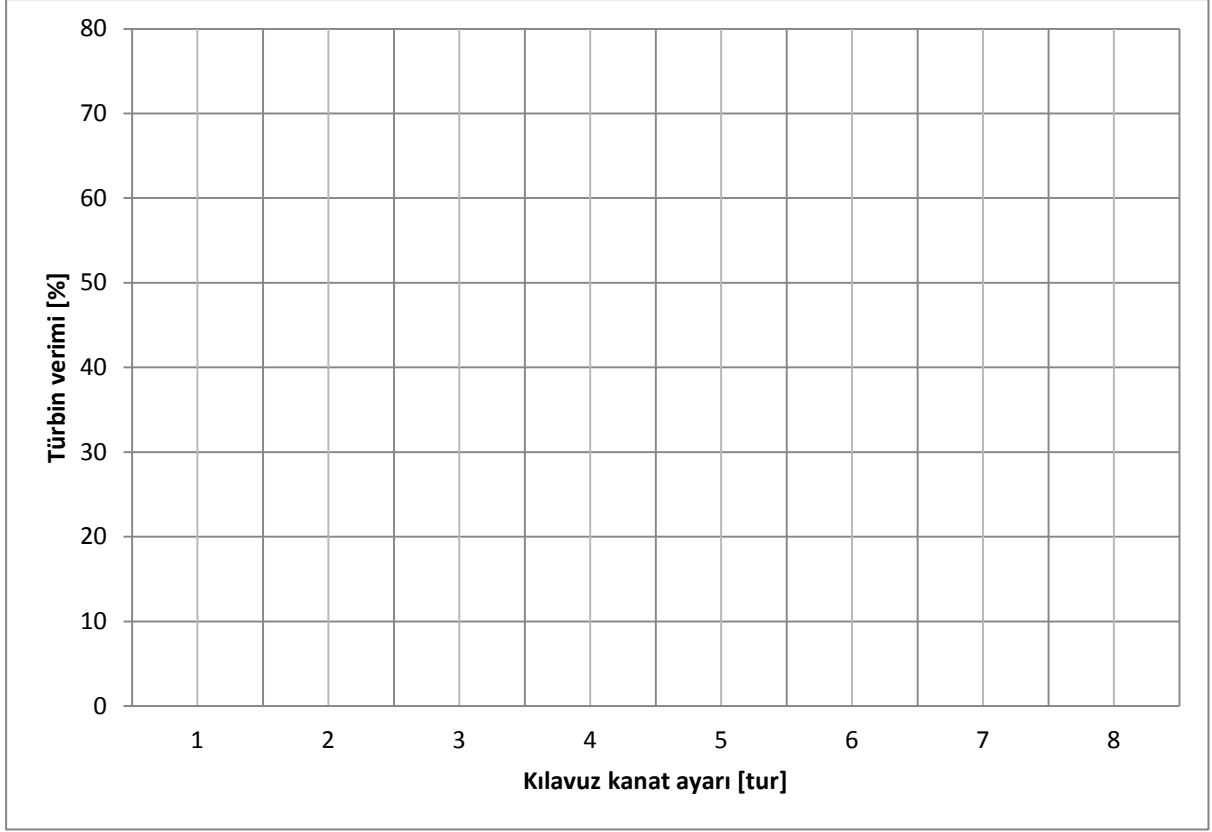
n: devir sayısı (dev/sn)

Türbin verimi

$$\eta = \frac{P_m}{P_h}$$

P_m : mekanik güç

P_h : hidrolik güç



A) DENEY NO: T-430-04

B) DENEYİN ADI: **Farklı akış debilerinde üretilen elektrik enerjisi değişimi**

C) DENEYİN AMACI: Farklı akış debilerinde üretilen elektriksel gücün nasıl değiştiğini kavramak.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI:

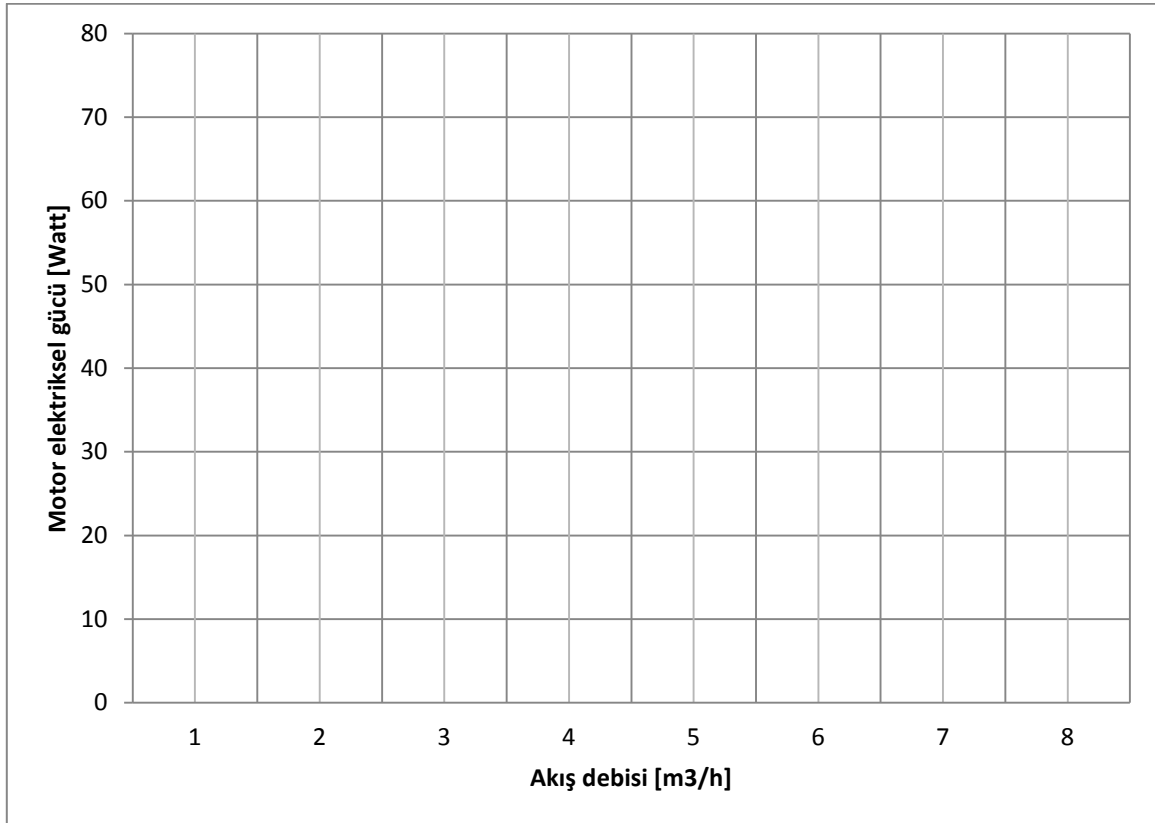
- 1) Ana şalteri açın.
- 2) Küresel yarı açık konuma getirin.
- 3) LCD ekran üzerinden pompayı çalıştırın.
- 4) Küresel vanayı tam açık konuma getirin.
- 5) Kanat açısı ayarını sağa çevirerek en dik konuma getirin.
- 6) LCD ekran üzerinden elektriksel yük uygulayın.
- 7) Yukarıdaki ölçümleri 6, 5, 4 ve 3 m³/h için tekrarlayın.
- 8) Akış debisi-üretilen elektrik enerjisi değerlerini ekteki grafik üzerine aktarın.

F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, örnek değerler için türbin verim hesapları, akış debisi verim grafiği.

Ölçüm sayısı	1	2	3	4
Elektrik motorunda üretilen gerilim, U_m [Volt]				
Elektrik motorunda üretilen akım, I_m [A]				
Elektrik motoru elektriksel gücü, $P=U_m I_m$ [W]				
Su akış debisi, $\dot{V}$ [m ³ /h]				

HESAPLAMALAR:

Motor elektriksel gücü, $P=U_m I_m$ [W]



A) DENEY NO: T-430-05

B) DENEYİN ADI: **Farklı akış debilerinde türbin özgül hızının değişimi**

C) DENEYİN AMACI: Farklı akış debilerinde türbin özgül hızının nasıl değiştiğini kavramak.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Ana şalteri açın.
- 2) Küresel yarı açık konuma getirin.
- 3) LCD ekran üzerinden pompayı çalıştırın.
- 4) Küresel vanayı tam açık konuma getirin.
- 5) Kanat açısı ayarını sağa çevirerek en dik konuma getirin.
- 6) LCD ekran üzerinden elektriksel yük uygulayın.
- 7) Yukarıdaki ölçümleri 6, 5, 4 ve 3 m³/h için tekrarlayın.
- 8) Akış debisi-özgül hız değerlerini ekteki grafik üzerine aktarın.

F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, örnek değerler için türbin verim hesapları, akış debisi verim grafiği.

HESAPLAMALAR

Özgöl hız

$$N_{sp} = n \times 60 \times \frac{\sqrt{P_m}}{H^{\frac{5}{4}}}$$

n: devir sayısı (dev/sn)

P_m: mil gücü (Nm)

H: düşü (mss)

