



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

PELTON TÜRİNİ DENEYİ

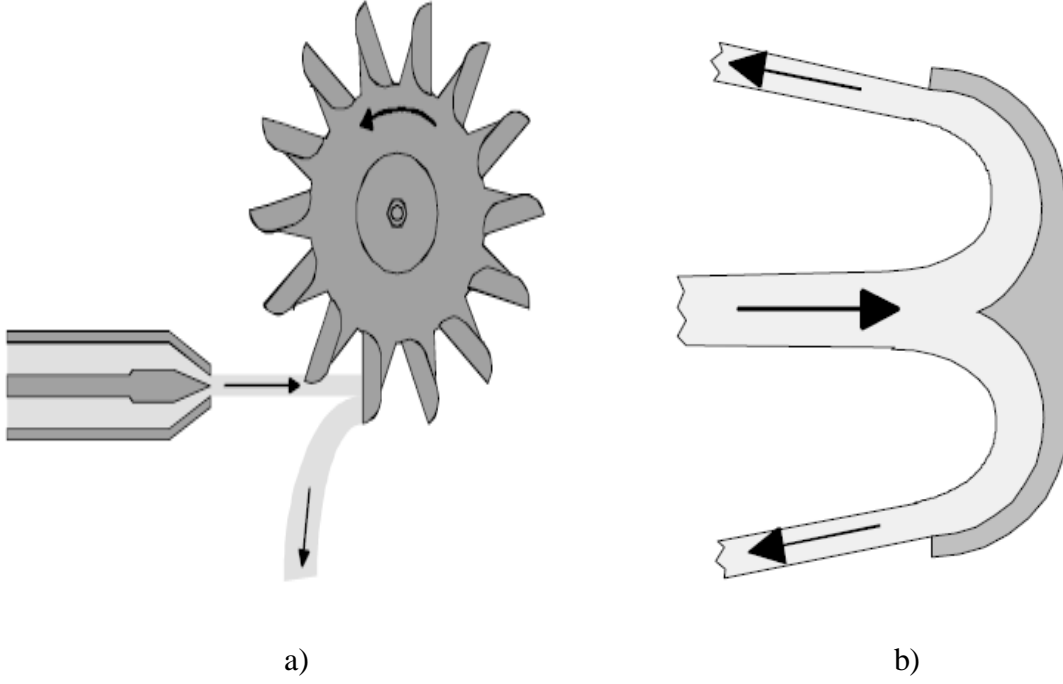
**Hazırlayan
Doç.Dr. Bahattin TOPALOĞLU**

SAMSUN

PELTON TÜRİNİ DENEYİ

1.GİRİŞ

Su türbinleri hidroelektrik güç santrallerinde çok önemli elemanlardır. Görevleri; barajlarda biriktirilen suyun potansiyel enerjisini mekanik enerjiye çevirmek, ardından da türbine bağlı bir jeneratör yardımıyla elektrik gücü elde edilmesini sağlamaktır. Türbinler etki ve tepki türbinine olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Pelton türbinleri etki prensibine göre çalışan türbin grubuna girmektedir. Şekil 1a'da Pelton türbininin çalışma prensibi görülmektedir. Pelton türbininde akışkan önce bir nozul içerisinden geçirilerek potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüştürülür. Ardından, oluşan yüksek hızlı jet, enerjiyi türbin miline transfer eden kepçe şeklindeki kanatlara çarparak türbin milini döndürür ve böylece mekanik enerji oluşur. Bir Pelton çarkının kepeçeleri, akışı ikiye bölecek ve neredeyse 180° yön değiştirecek şekilde tasarlanır. İyi tasarlanmış bir Pelton türbininde, kepeçe çıkışındaki mutlak hız yaklaşık olarak sıfır olmalıdır. Bu durumda kinetik enerji hemen hemen tamamen mekanik enerjiye dönüştürülmüş olur.



Şekil 1: a)Pelton türbininin şematik çizimi, b)Bir kepeçenin en kesit görünüşü ve akışkanın bağlı hareketi

2. DENEYİN AMACI

Bu deneyin amacı; Pelton türbinlerinde performans karakteristiklerini incelemektir. Farklı debi ve düşülerde (basınçlarda) türbine farklı frenleyici kuvvetler uygulanarak devir sayısı, moment, shaft gücü ve verim gibi türbin özellikleri belirlenir.

3. DENEY DÜZENEGİ

Deney düzeneğinin şeması Şekil 2a ve 2b'de görülmektedir. Yük, türbin miline etki eden mekanik fren (8) cihazı ile ayarlanılabilir. Su ihtiyacı türbine uygun pompa (14) ile sağlanır. Pompa ile basılan su bir hortum ile (2) nolu bağlantı noktasından deney düzeneğine girmektedir. Nozula giren su buradan çarka (5) doğru hareket eder ve nozulun uç kısmından çıkarak çark kanatlarına çarpar. Suyun basıncı manometreden (7) okunur. Nozul ayarlayıcısı (3) nozul valfini (4) açıp kısarak suyun debisini belirler. Tankta biriken suyun hacmi ölçülmek istendiğinde tankın altındaki sürgülü vana (18) kapatılarak su tankta biriktirilir ve suyun birikme süresi kronometre ile ölçülerek hacimsel debi bulunabilir. Bunun dışında sürgülü vana açık tutularak suyun depoya (16) akması ve böylece devir daim yapması sağlanır.

Türbin karakteristikliklerini belirlemek için nozul valfi ile nozul çıkış kesiti değiştirilir. Düşme yüksekliği sabit basınçta tutulur. Frenleme aparatının üzerine yük 0.5 N arttırılarak uygulanır. Buna bağlı olarak shaftta etki eden moment ve devir sayısı değişir. Bu esnada hacimsel debi yaklaşık olarak sabit kalır.

Üretici firma tarafından verilen deney düzeneği ile ilgili teknik veriler aşağıdadır:

Debi : $\dot{V} = 40 \text{ L/ min}$

Düşü Yüksekliği: $H = 2 \text{ m}$

Devir Sayısı : $n = 500 \text{ rpm (min}^{-1}\text{)}$

Güç : $P_T = 5.6 \text{ W (}\dot{V} = 30.7 \text{ L / min, H= 2m, n = 500 min}^{-1}\text{ iken)}$

Nozul çıkışında jetin çapı : 10 mm

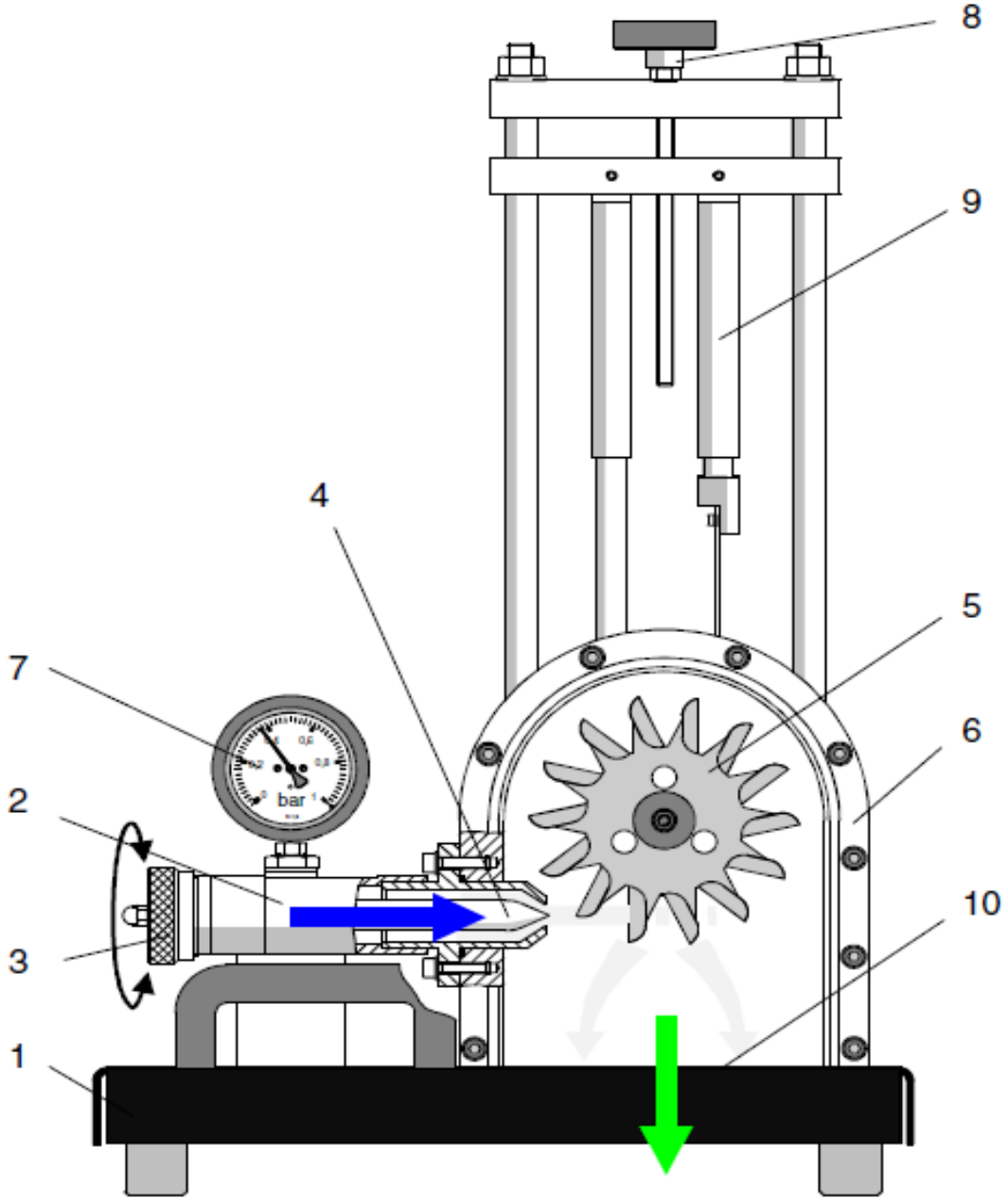
Çark dış çapı: 132 mm

Kepçe genişliği (max.): 33.5 mm

Kepçe sayısı: 14

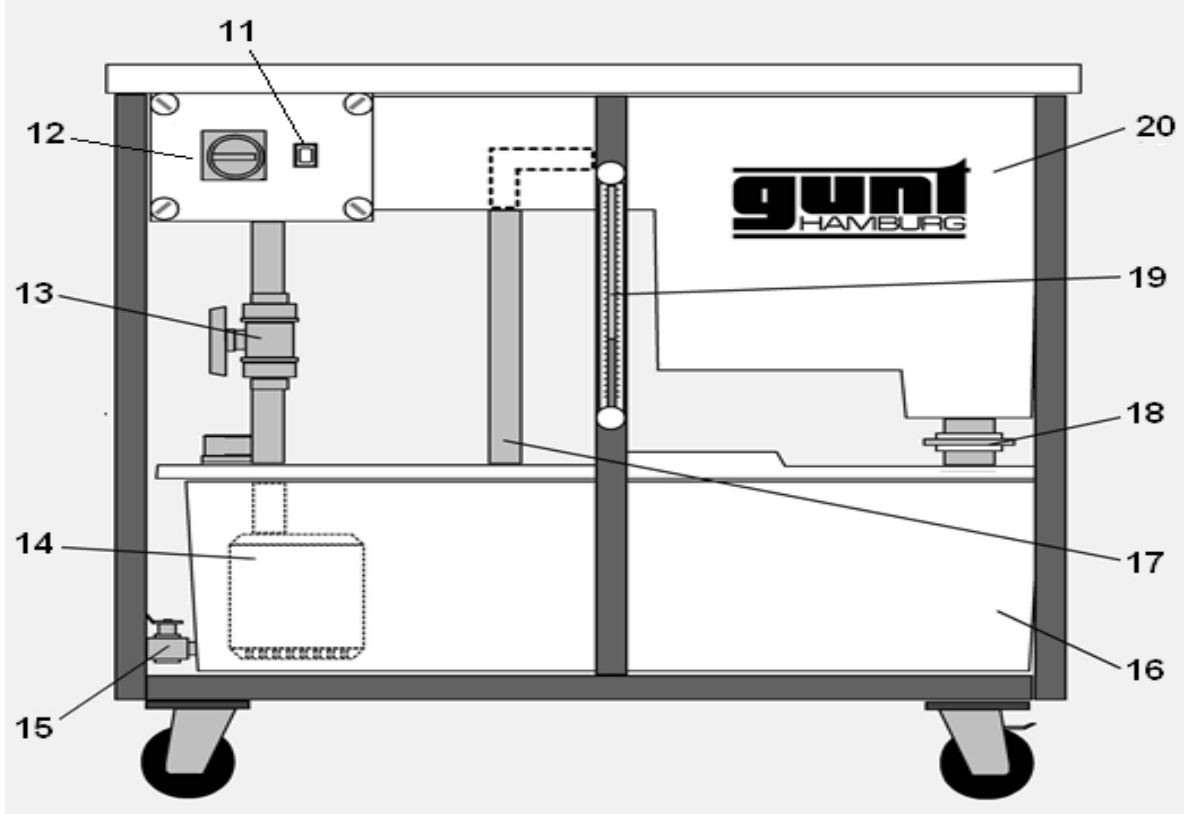
Makara Çapı: $D = 50 \text{ mm}$

Frenleme Kuvveti (max.): $F = 10 \text{ N}$



- 1) Taban Levhası
- 2) Nozul Girişi
- 3) Nozul Ayarlayıcısı
- 4) Nozul Valfi
- 5) Pelton Çarkı
- 6) Türbin Gövdesi
- 7) Manometre
- 8) Ayarlanabilir Frenleme Aparatı
- 9) Yaylı Terazi
- 10) Çıkış

Şekil 2a: Pelton türbini deney düzeneği



- 11) Açma kapama düğmesi 12) Ana Şalter 13) Giriş vanası 14) Pompa
15) Depo boşaltma vanası 16) Su deposu 17) Taşma borusu 18) Sürgülü vana
19) Hacim göstergesi 20) Hacim ölçme tankı

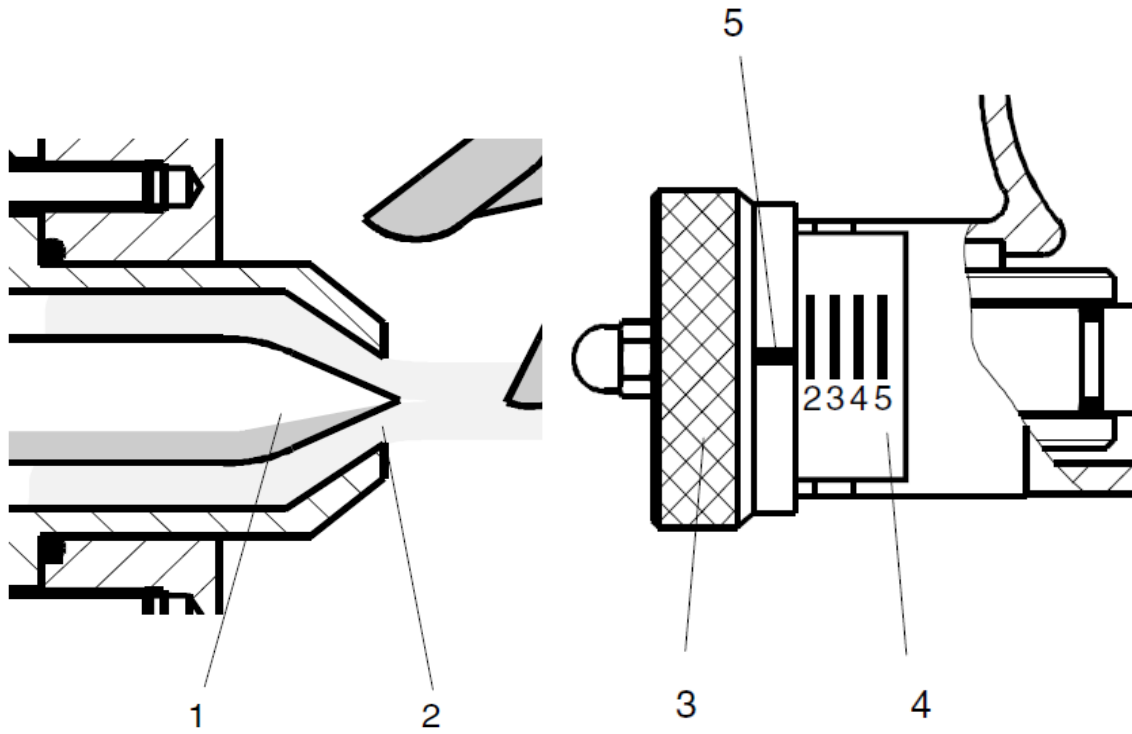
Şekil 2b: Türbinin üzerine yerleştirildiği hidrolik tezgah

4. ÖLÇÜMLER

Hacimsel Debinin Ölçümü (\dot{V}):

Daha önce belirtildiği gibi debinin ayarlanması tırtıklı nozul ayarlayıcısı (3) ile gerçekleştirilir (Şekil3). Nozul valfinin (1) nozul ağzı (2) içindeki pozisyonu debiyi belirlemektedir. Bu pozisyon nozul ayarlayıcısı üzerindeki bir işaret (4) ve skala (5) yardımı ile görülür. Ancak bu, gerçek debinin ölçümü olmayıp, sadece debi ile ilgili kaba bir göstergedir.

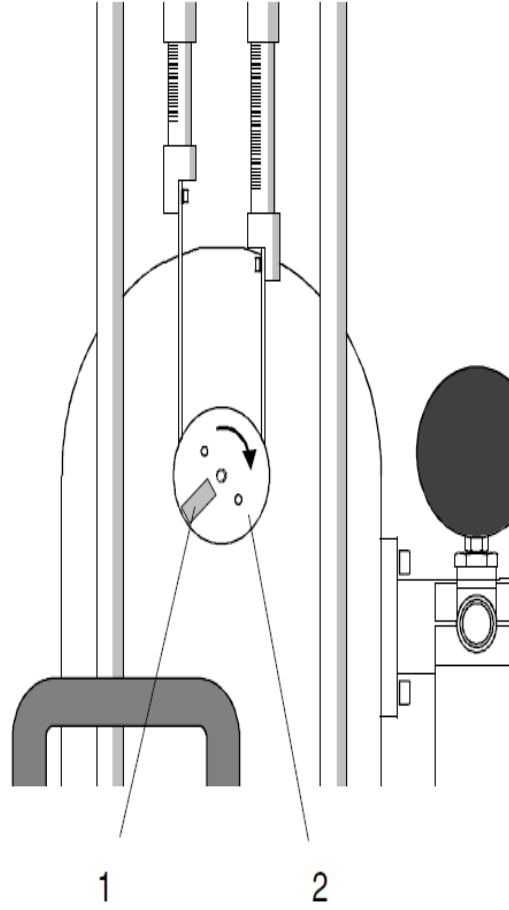
Hacimsel debi hidrolik tezgah içindeki tankta biriktirilen suyun hacmi ΔV ve bu sırada geçen zaman Δt ölçülerek doğrudan $\dot{V} = \Delta V / \Delta t$ ile belirlenebilir. Biriken hacmin okunması için hidrolik tezgah üzerinde bir hacim göstergesi (Şekil 2’de (19) nolu eleman) mevcuttur. Hacim ölçümü başlangıcında tanktaki mevcut su hacmi (eğer varsa) dikkate alınmalıdır.



Şekil 3: Debinin Ayarlanması ve Tırtıklı Nozul Ayarlayıcısı

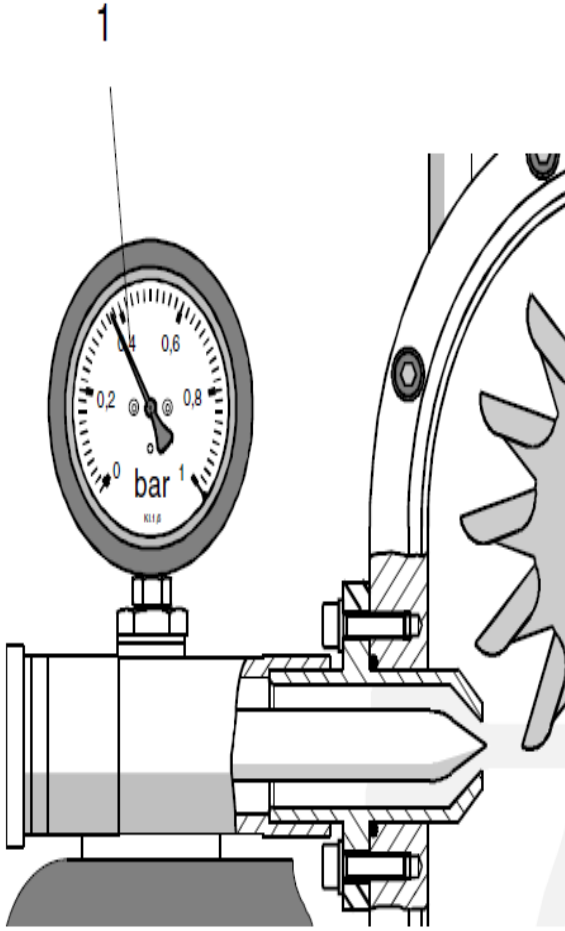
Devir Sayısının (n) Ölçülmesi:

Devir sayısının ölçüm prensibi Şekil 4’de görülmektedir. Devir sayısını okumak için manuel bir temassız takometre gereklidir. Takometre makara üzerinde bulunan bir işarete (1) dik olarak tutulur. Takometre fotoelektrik refleksiyon yoluyla makaranın her dönüşünde bu işareti algılar ve sonuçta birim zamandaki devir sayısını ekranda gösterir.



Şekil 4: Devir Sayısının Ölçülmesi

Düşü Yüksekliğinin (H) Belirlenmesi:



Şekil 5: Basıncın Ölçülmesi

Düşü yüksekliği nozul girişindeki basınçla ilişkilidir ve Şekil 5'te görüldüğü gibi manometreden basınç şeklinde okunur. Okunan basınç aşağıdaki formül ile yüksekliğe dönüştürülebilir:

$$H = \frac{p}{\rho g}$$

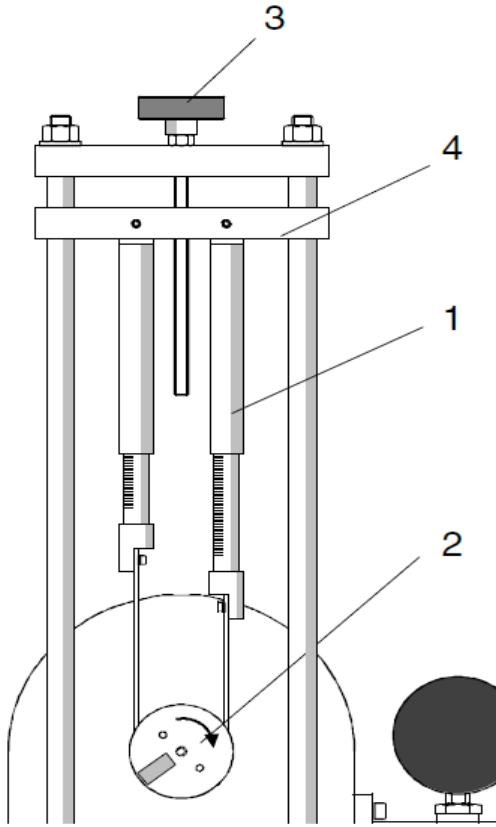
Burada p basınç, ρ yoğunluk, g yer çekimi ivmesi anlamına gelmektedir.

Momentin (M) Belirlenmesi:

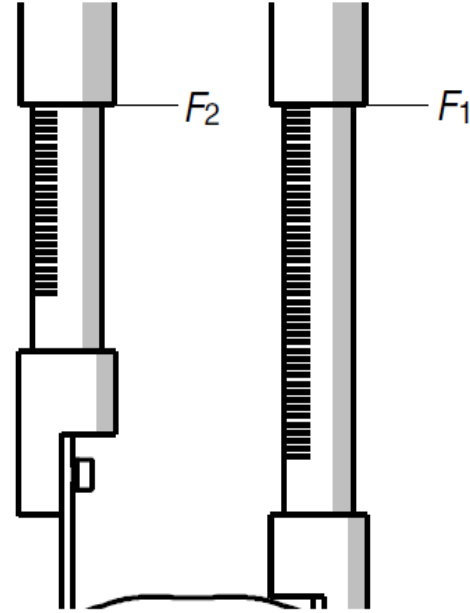
Momentin belirlenmesi prensibi Şekil 6 ve Şekil 7’de görülmektedir. Momenti belirlemek için uygulanan kuvvetin ve kuvvet kolunun mesafesinin bilinmesi gerekir. Şekil 6’daki yaylı terazi (1) ve makara (2) çapı D kullanılarak moment bulunabilir. F_1 ve F_2 değerleri okunur ve mile etki eden kuvvet $F = F_1 - F_2$ bağıntısından kuvvet bulunur (Şekil 7). Kuvvet bulunduktan sonra moment

$$M = F \frac{D}{2}$$

bağıntısından bulunur.



Şekil 6: Momentin Belirlenmesi



Şekil 7: Frenleme Kuvvetinin Ölçülmesi

5. HESAPLAMALAR

Şafttaki Moment (M):

Yukarıda açıklandığı gibi, çarka etki eden fren kuvvetinin makara yarıçapı ile çarpımı sonucu bulunur:

$$M = F \frac{D}{2}$$

Türbin Şaft Gücü (P_T):

Güç bilindiği gibi moment ile açısal hız ω 'nun çarpımıyla hesaplanır:

$$P_T = M \omega$$

Burada $\omega = 2 \Pi n$ 'dir. Böylece

$$P_T = M 2 \Pi n$$

olur.

Hidrolik Güç (P_h):

Akışkanın içerdiği hidrolik güç P_h aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$P_h = \rho g \dot{V} H$$

Verim (η):

Üretilen enerjinin (gücün) tüketilen enerjiye (güce) oranıdır. Böylece verim

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

olur.

6. DENEY DÜZENEĞİNİN ÇALIŞTIRILMASI VE DENEYLERİN YAPILMASI

Fren ayar düğmesi ile (Şekil6'daki (3) nolu eleman) türbinin frenleme cihazı tamamen serbest bırakılır. Yaylı terazi gevşeyecek ve kemer makaraya bundan sonra etki etmeyecektir.

Ana şalter açılır.

Ana vana kapatılır ve açma kapama düğmesine basarak pompa çalıştırılır. Daha sonra yavaşça ana vana açılır.

Nozul ayarlayıcısı çevrilerek nozul valfi eksenal olarak döndürülebilir ve nozul çıkış kesiti ve böylece debi ayarlanabilir. Bu işlemlerin ardından deneyler başlatılır. Farklı yüklerde deneyler yapılır. Frenleme aparatının üzerine yük 0.5 N artırılarak uygulanır. Deney verileri Tablo 1'e kaydedilmelidir.

Deneyler bittikten sonra deney düzeneğini kapatmak için giriş vanası kapatılır ve açma kapama düğmesine basılarak pompa durdurulur. Son olarak ana şalter kapatılır.

ÖNEMLİ! Nozul valfi asla durma limitinden daha ileri döndürülmemelidir.

Tablo 1: Deney verileri

Debi \dot{V} (L/s)	Devir Sayısı n (rpm)	Frenleyici Kuvvet F (N)	Şafttaki Moment M (Nm)	Türbin Gücü P_T (W)	Hidrolik Güç P_h (W)	Verim η (%)

7. DENEY RAPORU

Deney raporunun bir kapak sayfası olmalıdır (bir örneği aşağıda verilmektedir). Deney raporu aşağıdaki içeriğe uygun olarak hazırlanmalıdır:

1. Giriş
Burada kısaca deneyin amacı açıklanmalıdır.
2. Ölçümler
Burada deneyin yapılışı kısaca açıklanmalı ve ölçüm verilerinin kaydedildiği tablo sunulmalıdır.

3. Hesaplamalar ve değerlendirmeler
Burada aşağıdaki işlemler yapılmalıdır

Ölçüm değerlerine göre şafttaki moment, türbin gücü, hidrolik güç ve verim hesaplanıp Tablo 1'e kaydedilmelidir. Ayrıca

Moment (M) - Devir sayısı (n)

Güç (P_T) - Devir sayısı (n)

Verim (η) - Devir sayısı (n)

grafikleri çizilmelidir.

4. Sonuçlar ve yorumlar

Burada deneyler ve hesaplamalarla ilgili yorumlar yapılmalıdır.

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI
PELTON TÜRBİNİ DENEYİ RAPORU

Deney Sorumlusu

Doç. Dr. Bahattin TOPALOĞLU

Öğrencinin

Adı Soyadı:.....

Numarası:.....

Grubu:.....

Deney Tarihi ve Saati:.....