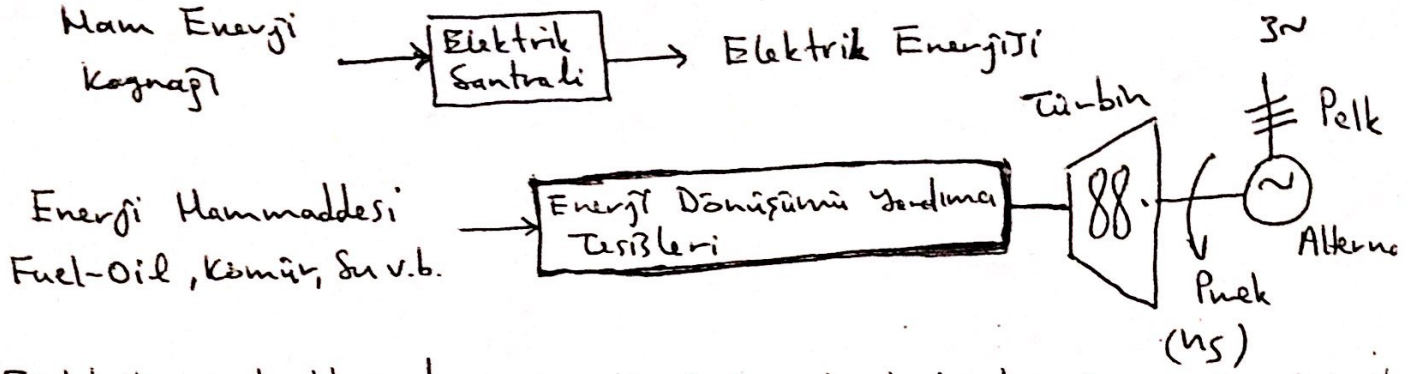


Elektrik Enerjisi Üretimi

Elektrik santrallerinde ham enerji kaynakları (su, kömür, akaryakıt, gaz, güneş, rüzgâr, U^{235}) kullanılarak elektrik enerjisi üretilmektedir.



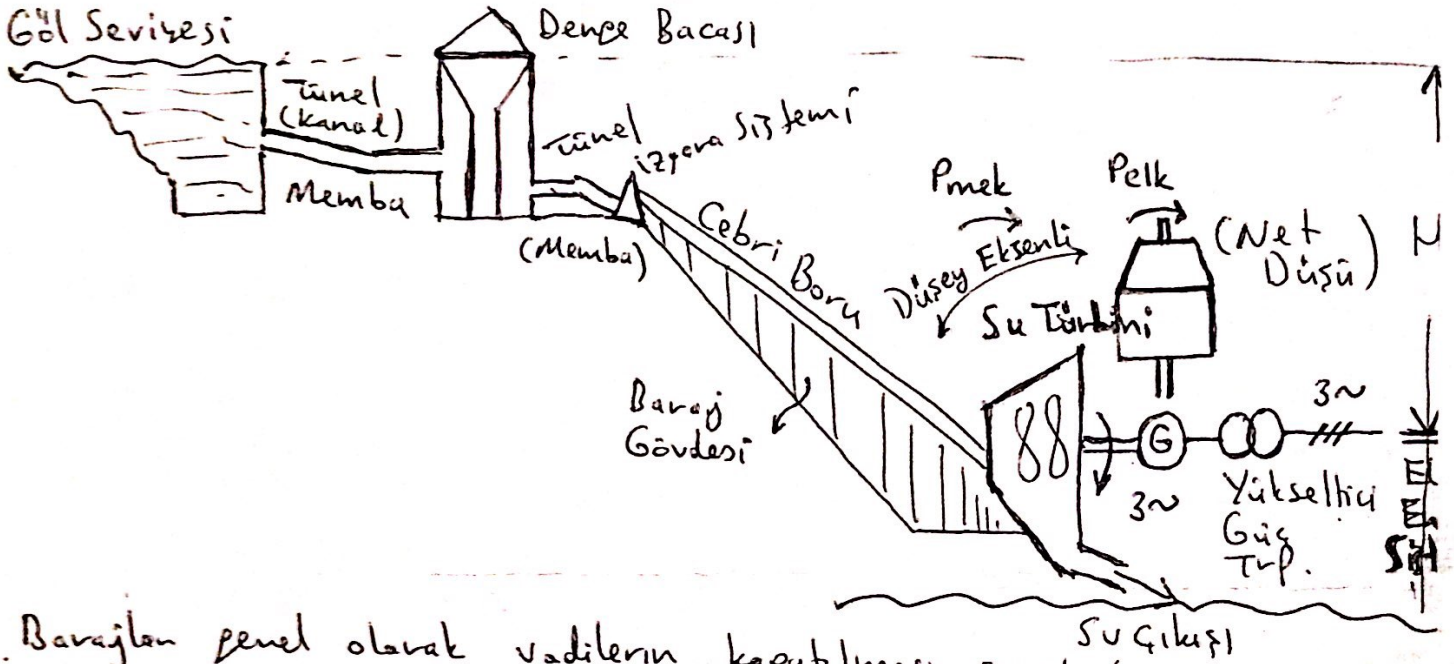
Elektrik santrallerinde jeneratör (alternatör) türbin tarafından tahrik edilmektedir. Santral tipleri de türbin türüne göre adlandırılmaktadır (Buhar santrali, gaz santrali, su santrali, rüzgâr santrali v.b.)

Elek. Santralleri, enerji hammaddelerine göre aşağıdaki gibi gruplandırılmaktadır:

1. Su Santralleri - - - - - (Su Türbini)
2. Termik Santraller
 - a) Kömür veya Fuel-Oil yakıtlı santraller (Buhar Türbini)
 - b) Jeotermal santraller - - - - - (Buhar Türbini)
 - c) Gaz türbinli santraller ve kombi çevrim santralleri - - - - - (Gaz veya Buhar-Gaz Türbini)
3. Nükleer Santraller - - - - - (Buhar Türbini)
4. Güneş Enerjisi Santralleri - - - - - (Buhar Türbini)
5. Rüzgâr Santralleri - - - - - (Rüzgâr Türbini)

Suyun potansiyel enerjisinin, belli bir yükseklikten bırakılarak kinetik enerjiye çevrilmesi ve su türbinleri ile mekanik enerjiye ve mekanik enerjinin de alternatör yardımıyla elektrik enerjisine dönüşmesiyle çalışan santrallerdir.

- Baraj Santralleri
- Akarsu Santralleri



Barajlar penel olarak vadilerin kapatılması suretiyle yapılan 15 metreden yüksek su depolayan yapay yapılardır. Su kuvveti mevsim şartlarına göre depolayıp için baraj kurular su bir pölde biriktirilir. Biriktirilen su, uygun bir yükseklik farkı oluşturularak kontrollü bir biçimde (Memba, Denge Bacası, Memba, Cebri Boru ve Türbinden geçirilerek bir mekanik enerji oluşturul ve alternatör yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülür. İzgaradan geçen su belli bir yüksekliğe geldiği için hız kazanır ve oluşan kinetik enerji su türbininde mekanik enerjiye dönüşecektir.

DENGE BACASI: Basınçlı boru sistemlerindeki basınç değişimlerini ~~ve~~ düzenleyerek cebri boruların en ekonomik boyutlarda (boy, çap, et kalınlığı) kalmalarını ve iyi bir regülasyonla türbinleri düzenli ve verimli çalışmalarını sağlarlar. Yüksek düşüklü (100m'de büyük) veya cebri boru boyu uzun olan santrallerde tercih edilirler.

- 1) Bir hidroelektrik santralde, elektrik şebekesindeki bir arızada veya şebekedeki ani yük azalması nedeniyle cebri boru içinde hareket eden su kütlesi aniden yavaşlar. Belli bir ivmeye sahip olan su kütlesi cebri boruların alt uçlarında büyük basınç artışlarına neden olur. Buna su darbesi denir. Bu basınç artışı da cebri boruda basınç dalgaları halinde memba kısmına doğru yayılır. Denge bacası, bu basınç dalgalarını keşerek memba kısmında aşırı basınç yükselmesini engeller.
- 2) Türbinde regülasyonu sağlar. Türbin çalışmaya başlarken veya çalışırken ani yük artışı durumunda fazla suya perçesinin açılır. Su kütlesinde yeterli ivme sağlanmazsa, çok epimli cebri boru ile tünelin birleştiği yandaki su akımında eksiklik olabilir. Bu suretle türbin verimi düşer.

CEBRI BORU: Türbin ile türbin membaı (ilk aşık su yüzeyi arasındaki) basınçlı borulara cebri borular denir. Çelikten yapılırlar. Cebri borular en kısa yoldan santrale indirilmektedir. Cebri boru utarsa hem malzeme hem de düşü kayıpları artar. Düşü kaybı ise enerji kaybı demektir. Cebri borular tek veya birden fazla olabilirler.

Gaykay HES: Uzunluk: 300 m. İç çap: 1,4 m.

Kalınlık: 18-22 mm. Hız: 3 ~ 5 m/s ile 8 m/s.

2,65 m'lik çap → 10 mm et kalınlığı → 780 kg/cm².

(Çekme gerilmesi)

TÜRBİN - ALTERNATÖR GRUBU:

Su türbinlerinde suyun akış hızının çok yüksek olmaması nedeniyle generatörün senkron hızı düşük, çift kutup sayısı p yüksek olmaktadır. Bu maktelede rotor çapı boyuna göre büyük tür. Su hızı düşük olduğu için türbin ve generator düşük eksenli olarak yerleştirilir. [Daha iyi dönme verimi ve merkezkaç kuvvetinin dengelenmesi.]

Sarıyer HES: $n_s = 187,5$ dev./dak. $2p = 32$ [Çift Kutuplu Senkron Alternatör - p : çift kutup sayısı]

$n_s = \frac{60f}{p}$

Diger Santrallere Gore Avantajlari:

(4)

- Yakit masrafi yoktur
- Enerjinin birim maliyeti oldukca duzuktur. (Termik santrallere kiyasta)
- Santral yedekte kalsa bile kayiplari azdir.
- Verimleri tamamiyle ayarlanabilir, yuksuk verimlr santrallendir. (%90 uzerinde)
- Az sayıda eleman ve ekipman gerektirir. Bakim icretleri duzuktur. Dolayisiyla isletme masraflari en duzuk santrallendir.
- Atik sorunu yoktur. Esvreyi kirletmezler.
- Tarimsal sulama sistemlerine katkilar, vardi. Su uunleri uretimini desteklerler.
- Omru en uzun santrallendir. [50 yil]
- Devreye girme suresi (20 ~ 30 dak.) onusunda olup cok uzun deildir. [Digililerin ve zatakların yapilmasi].

Detayli Avantajlari:

- Insaat suresi uzun ve maliyetlidir [Yatirim geri donmesi 4 ~ 10 yil]..
- Tuketici birimlerine yakm mpa edilemediklerinden - uretken elektrik enerjisi iin yuksuk verimli iletim hatlarına gereksinim vardi.
- Baraj inşaatı sırasında;
 - * Döşel dengesi bozulması [Insaat malzemesinin nehirlere döşelmesi v.b.]
 - * Göi sahasi içinde . kulun tarim alanlarının kullanilamaması
 - * Su seviyesinin yuksuklmesi ile kuyi erozyonunun artması. zibi olumsuz durumlar sot konusu olabilir.
 - * Turistik eserlerin sulan altında kalması

KEPEZ HİDRO ELEKTRİK SANTRALI:

Kumulu Güç: 3 x 8.8 MW

Net Düşü: 162 m.

Nominal Mit: 70 d/d.

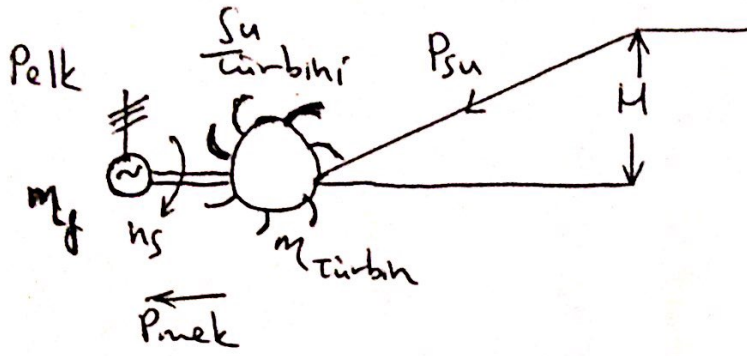
Beton Tünel Uzunluğu: 653 m.

" " Çapı : 2,5 m

Deniz Bacağı Yüksekliği: 47,55 m.

Çeşitli Beton Uzunluğu: 758 m.

" " Çapı : 2,4/2,2 m



M yüksekliğindeki m kütleindeki suyun g yerçekimi ivmesiyle yaptığı iş!

$$E_{\text{potansiyel}} = \underbrace{m}_{\substack{\text{Potansiyel} \\ \text{Enerji} \\ \text{Energie}}} \cdot \underbrace{g}_{\substack{\text{kütle} \\ (kg) \\ 9,81 \frac{m}{s^2}}} \cdot \underbrace{H}_{\substack{\text{yerçekimi} \\ \text{ivmesi} \\ \text{Düğü} \\ [m] \\ \text{Newton}}} = kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m = N \cdot m = \underbrace{Joule = W \cdot s}_{\text{iş}}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Birim zamanda} \\ \text{yapılan iş} \end{array} \right\} P_{su} = \frac{E}{t} = \frac{m \cdot g \cdot H}{t}$$

$$\underbrace{m}_{\substack{\text{kütle} \\ 1000 \frac{kg}{m^3}}} = \underbrace{\rho}_{\substack{\text{su} \\ \text{yoğunluğu}}} \cdot \underbrace{V}_{\substack{\text{Hacim} \\ t}} = \frac{\rho \cdot g \cdot \cancel{V} \cdot H}{\cancel{t}} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad [Watt]$$

$\downarrow$ Q (Debi) $[m^3/s]$

$$1 kg su = 1 dm^3 = 10^{-3} m^3$$

$$P_{su} = 1000 \cdot \left(\frac{kg}{m^3} \right) \cdot 9,81 \cdot \left[\frac{m}{s^2} \right] \cdot Q \cdot \left[\frac{m^3}{s} \right] \cdot H [m]$$

$$= \underbrace{kg \cdot \frac{m}{s^2}}_{\text{Newton}} \cdot \frac{m}{s} = N \cdot \frac{m}{s} = \frac{Joule}{s} = \frac{Ws}{s} = W$$

$$P_{su} = 9,81 \cdot Q \cdot H \quad [kWatt]$$

Sentralk
Potansiyel Su
Gücü

Verimden Dikkate Alınırsa;

$$m_1 \rightarrow \text{Türbin Verimi} - P_{mek} \quad \left[\begin{array}{l} \text{Potansiyel Su Gücünün Ne kadar} \\ \text{turbine mekanik} \end{array} \right]$$

$$\eta_g \rightarrow \text{Generatör (Alternatör Verimi)} = \frac{P_{elk}}{P_{mek}} \quad \left[\begin{array}{l} \text{Türbin çıkışındaki} \\ \text{mekanik gücün ne} \\ \text{kadar, alternatörde} \\ \text{elektrik gücüne çevrildi} \end{array} \right] \quad (6)$$

$$P_{elk} = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_t \cdot \eta_g \quad [\text{kWatt}]$$

Verimler dahil Alternatör çıkışındaki Elektriksel Güç.

Sayısal Örnekler:

- 1) $4 \times 40 \text{ MW}$ gücündeki bir hidroelektrik santralinin düşü yüksekliği 90 m , türbin verimi $\%91$, jeneratör verimi $\%97$ 'dir. Buna göre her bir ünitenin tam yük debisini bulunuz.

$$P = 40 \text{ MW} = 40000 \text{ kW} \quad [\text{Bir ünitenin gücü}]$$

$$H = 90 \text{ m.}$$

$$\eta_t = \%91$$

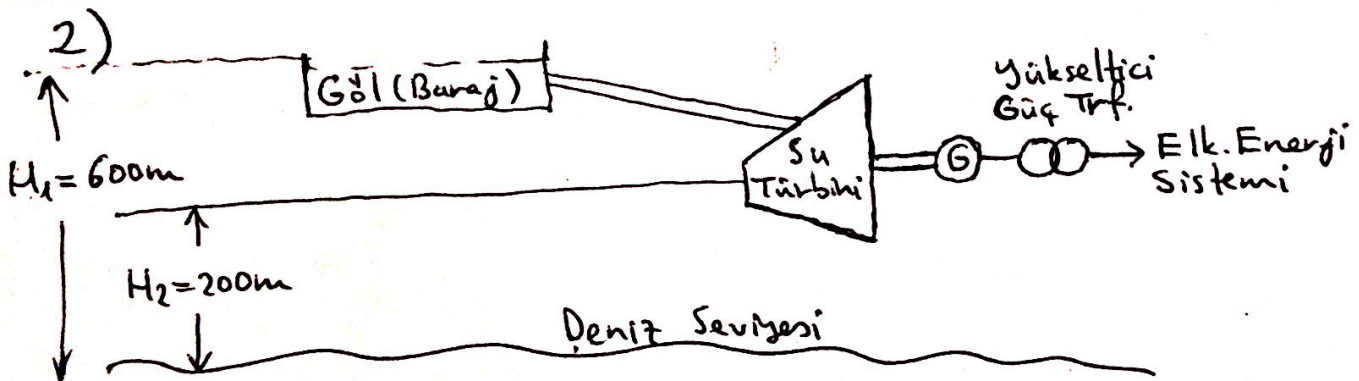
$$\eta_g = \%97$$

$$Q = ? \quad (\text{Tam yükte})$$

$$P = 9,81 \cdot H \cdot Q \cdot \eta_t \cdot \eta_g$$

$$40000 [\text{kW}] = 9,81 \cdot 90 \cdot Q \cdot 0,91 \cdot 0,97$$

$$Q = 40000 / 779,33 = 51,32 \text{ m}^3/\text{s.} \quad (\text{Tam yük debisi})$$



$$H_1 = 600 \text{ m}$$

$$H_2 = 200 \text{ m}$$

$$V_A = 750.000 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$\eta_H = 0,85 \quad (\text{yıllık yağış miktarına bağlı})$$

$$\eta_T = 0,75$$

$$\eta_G = 0,95$$

$$X = ? \quad (\text{yıllık})$$

Bir hidroelektrik santral için deniz seviyesinden 600 m . yükseklikte bir baraj oluşturulacaktır. Bu barajda 1 yılda toplanan suyun hacmi $750.000 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ 'dür. Kurulacak santralin deniz seviyesinden yüksekliği 200 m 'dir. Santralde düşü verimi $\%85$, Türbin verimi $\%75$, jeneratör verimi $\%95$ 'dir. Buna göre bu santralde bir yılda üretililecek elek. enerjisi miktarını bulunuz.

Bir yılda üretilen enerji;

$$W = 8760 \cdot P_{out} \text{ [kwh/yıl]}$$

365×24 (saat) Ort. Santral Gücü

$$\Rightarrow P_{out} = P_{elk} = 9,81 \cdot \underbrace{Q_{out}}_{\text{ort. su debisi}} \cdot H \cdot \eta_{toplum}$$

Ortalama Su Debişi;

$$Q_{out} = \frac{V}{365 \times 24 \times 3600} \text{ [m}^3/\text{s]} \quad \underbrace{1 \text{ yılda (saniye)}}$$

$$Q_{out} = \frac{750000 \cdot 10^3}{8760 \times 3600}$$

$$Q_{out} \approx 23,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

Faydalı Düşü:

$$H = H_1 - H_2 = 600 - 200 = 400 \text{ m}$$

$$P_{out} = 9,81 \cdot Q_{out} \cdot H \cdot \eta_{toplum} = 9,81 \cdot Q_{out} \cdot H \cdot \eta_H \cdot \eta_T \cdot \eta_G$$

$$P_{out} = 9,81 \cdot 23,8 \cdot 400 \cdot 0,85 \cdot 0,75 \cdot 0,95$$

Yıllık yapış miktarına bağlı düşü verimi

$$P_{out} = 56560 \text{ kW} \text{ Elektrik Gücü}$$

Bir yılda üretilen Enerji;

$$W = 8760 \times P_{out} \text{ [kwh/yıl]}$$

$$W = 8760 \times 56560 = 495,465 \cdot 10^6 \text{ kwh} = \underline{\underline{495,465 \text{ Gwh.}}}$$

3) Bir hidro elektrik santralının kurulu kapasitesi:

$$6 \times 300 \text{ MW} = 1800 \text{ MW} \text{ (6 Ünite)}$$

$$\text{Yıllık Enerji Üretimi} = 7,5 \text{ Milyar kwh}$$

$$\text{Nominal Düşü} = 144 \text{ m}$$

$$\text{Top. Verim (Türbin + Gen.)} = \%85$$

a) Tam kapasitede 1 türbinin debisi?

b) Yıllık Enerji Üretimi için kullanılan su miktarı?

c) Nehrin enerji için taşıdığı yıllık ort. debisi?

a) Bir türbinin debisi;

$$P = 9,81 \cdot H \cdot Q \cdot \eta_T \Rightarrow [H \text{ düşüsünde } Q \text{ debisi ile elde edilen güç}]$$

$$Q = \frac{300000 \text{ kW}}{9,81 \cdot 144 \cdot 0,85} \approx 250 \text{ m}^3/\text{s} \text{ [Tam kapasitede 1 Türbin için]}$$

⑧

↓
edi
[m³/s]

$$W = 2,725 \cdot 10^{-3} \cdot M \cdot V \cdot \eta$$

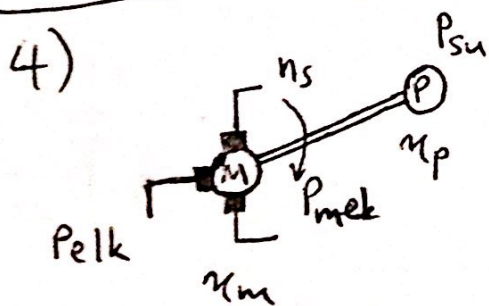
H düşüsünde $V (m^3)$ 'lık' sudan
alınan enerji (1 yıl)
(Gen. Çıkışı)

$$V_{\text{gel}} = 22,5 \text{ milyar } m^3. \quad [1 \text{ kgsu} = 1 \text{ dm}^3 = 10^3 m^3]$$

c) $Q = \frac{V_{\text{sil}}}{365 \times 24 \times 3600} = \frac{22,5 \cdot 10^9}{\underbrace{8760}_{\text{saat}} \times \underbrace{3600}_{\text{sanige}}} \Rightarrow Q \approx 713,5 \text{ m}^3/\text{s}$

$$W = 8760 \cdot P = P \cdot t \Rightarrow 7,5 \cdot 10^9 [kWh] = 8760 (9,81 \cdot 144 \cdot Q)_{0,85}$$

$$Q \approx 713,5 \text{ m}^3/\text{s}.$$



Bir pompa ile $H=36\text{ m}$ yüksekliğe su basılabilmektedir. Suyun debisi $Q=17,5\text{ kg/s}$ 'dir. Pompa 3 ~ bir asenkron motor ile tahrik edilmektedir. Pompa verimi : $\eta_p = \%83$
Motor Verimi : $\eta_m = \%85$

Motor Verimi : $\eta_m = \%85$

Motor Güç katsayısı ($\cos \varphi = 0,85$)

Şebeke Gerilimi : 380 V (F.F.)

Motorun nominal elektriksel gücünü ve nominal Akımını bulunuz.

[Standart Motor - Mil Güç Güçleri : [kw . olarak]
5 kw ; 7,5 kw ; 10 kw ; 15 kw -----

Önce Pnek. pücünden hareket ederek;

Önce Pnek. püçünden hareket ederek;
 $\sim$ Pompa çıkış $\rightarrow$ Pompa çıkışındaki püç (Su Gücü)
 1.1. "tanımlı püç"

$$P_{\text{pompa çıkış}} \Rightarrow (\text{Verimden Harıf}) = 9,81 \cdot Q \cdot H \text{ [kW} = P_{su}] \quad (9)$$

$$1 \text{ kg su} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3 \Rightarrow Q = 17,5 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_{\text{pompa çıkış}} = P_{su} = 9,81 \cdot 17,5 \cdot 10^3 \cdot 36 = 6,18 \text{ kW} \text{ [Pompa çıkışındaki güç.]}$$

$$\eta_{\text{pompa}} = \frac{P_{\text{pompa çıkış}}}{P_{\text{mek}}} \Rightarrow P_{\text{mek}} = \frac{P_{\text{pompa çıkış}}}{\eta_{\text{pompa}}} = \frac{6,18}{0,83} = 7,44 \text{ kW}$$

Standart depolar kullanarak Nominal motor gücü (Mil gücü) $P_{\text{motor(mil)}} = 7,5 \text{ kW}$ seçilir. (Verim = kayıplar dahil değil)

[Pompa girişindeki güç = Elk. motor çıkışındaki mil gücü]

$$\text{Motor Verimi} \Rightarrow \eta_{\text{motor}} = \frac{P_{\text{mek}}}{P_{\text{elk}}} \Rightarrow P_{\text{elk}} = \frac{P_{\text{mek}}}{\eta_{\text{motor}}} = \frac{7,5}{0,85}$$

$$P_{\text{elk}} = \underline{\underline{8,82 \text{ kW.}}}$$

Şebekeden çekilecek Nominal Akım

$$I_n = \frac{P_{\text{elk}}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi} = \frac{8,82 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} = \underline{\underline{15,76 \text{ Amper.}}}$$