

## 5. SANTRİFÜJ POMPALARDA TEORİK ESASLAR

### 5.5. Santrifüj Pompalarda Kıyaslama Değerleri

Santrifüj pompalarda kıyaslama değerleri, bazı değişkenler yardımı ile elde edilmektedir. Bu değişkenler;

Çalışma hızı (n)	Çark dış çapı (D <sub>2</sub> )
Verdi (Q)	Çark çevre hızı (U <sub>2</sub> )
Manometrik yükseklik (H <sub>m</sub> )	Çıkışta radyal hız (C <sub>m2</sub> )'dir.

#### 5.5.1. Özgül hız

“Bir santrifüj pompanın özgül hızı, bu santrifüj pompaya hidrolik ve geometrik olarak benzeyen ve optimum çalışma durumunda 1 m manometrik yüksekliğe 1 m<sup>3</sup>/s verdi ile su ileten model pompanın dakikadaki devir sayısıdır”.

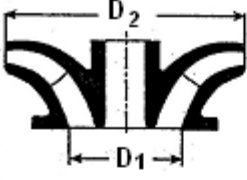
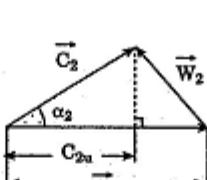
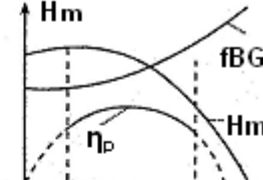
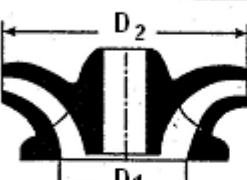
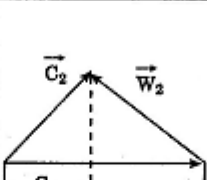
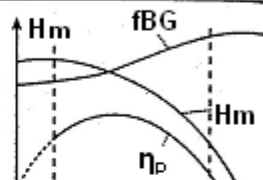
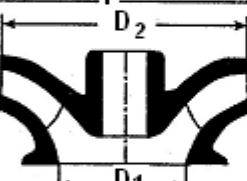
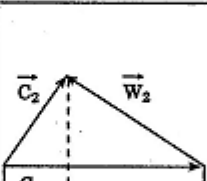
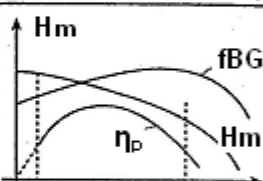
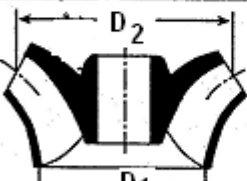
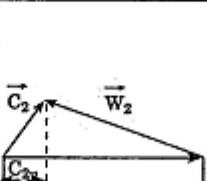
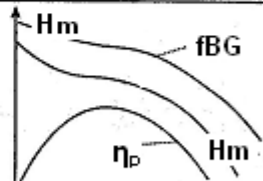
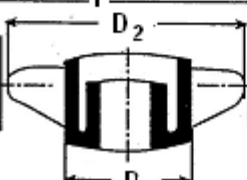
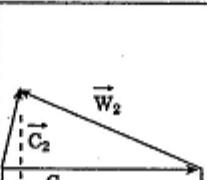
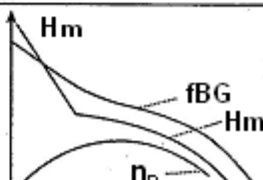
Buna göre özgül hız;

$$n_q = \frac{n \cdot \sqrt{Q}}{H_m^{3/4}}$$

olur (Stepanoff 1957). Yukarıdaki eşitliklere göre iki özgül hız (n<sub>s</sub> ve n<sub>q</sub>) arasında (n<sub>s</sub>= 3,65.n<sub>q</sub>) ilişkisi vardır.

#### 5.5.1.1. Özgül hıza göre santrifüj pompaların sınıflandırılması

Santrifüj pompalarda en doğru sınıflandırma özgül hıza göre yapılabilir. Santrifüj pompalar özgül hıza göre üç grupta incelenebilir. Bölümler arasında özgül hız bakımından kesin sınırlar bulunmamaktadır. Özgül hız ile çark arasında belirli ilgiler bulunmaktadır. Herbir çark tipi en iyi bir şekilde uyacağı özgül hız alanına sahiptir, fakat bu alanların sınırları kesin olarak ayrılamaz. Özgül hıza göre çark tipleri Şekil 5.12'e görülmektedir.

$n_s$	Çarkın biçimi	Çıkış hız üçgeni	Karakteristik eğriler
40-110	 $D_2/D_1 = 2 + 3,5$		
110-200	 $D_2/D_1 = 1,5 + 2$		
200-300	 $D_2/D_1 = 1,3 + 1,5$		
300-500	 $D_2/D_1 = 1,1 + 1,2$		
500-1200			

Şekil 5.12. Özgül hıza göre çark tipleri (Yalçın 1988)

### a) Radyal arklar

Radyal arklar orta ve yuksek basıncılı ve genellikle kademeli pompalarda kullanılır. Suyun ark içindeki akışı radyal doğrultudadır. Radyal çarklarda zėul hız değeri, yuksek basıncılı tiplerinde 25, orta basıncılı tiplerde 40'a kadar çıkmakla beraber bu tip çarklar için zėul hız  $n_q = 10-58$  arasında değişir. Bu tip çarklar çift girişli olarak yapılabilir. Radyal pompalarda işletme hızı ve basınç yuksek, verdi düşüktür.

### b) Karışık akışlı arklar

Karışık akışlı çarklarda suyun akışı kısmen radyal kısmen de aksiyaldır. Gerek verdi ve gerekse basınç için orta değerler sağlayan karışık akışlı çarklarda zėul hız değeri  $n_q = 40-150$  arasındadır.

### c) Aksiyal arklar

Aksiyal çarklarda suyun akışı tamamen aksiyaldır. arkta giriş çapı, çarkın dış çapına eşittir. Aksiyal çarklarda basınç düşük, verdi ise yuksek değerdedir. Bu tip çarklarda zėul hız  $n_q = 100-500$  arasında olmaktadır.

Radyal ve karışık akışlı pompalar arasında zėul hızın  $n_q = 40-80$  değerlerine sahip pompalar, francis veya heliko santrifüj pompalar olarak da anılmaktadır. Bu tip pompalarda verdi ve yukseklik diğer tiplere göre ortalama değerdedir.

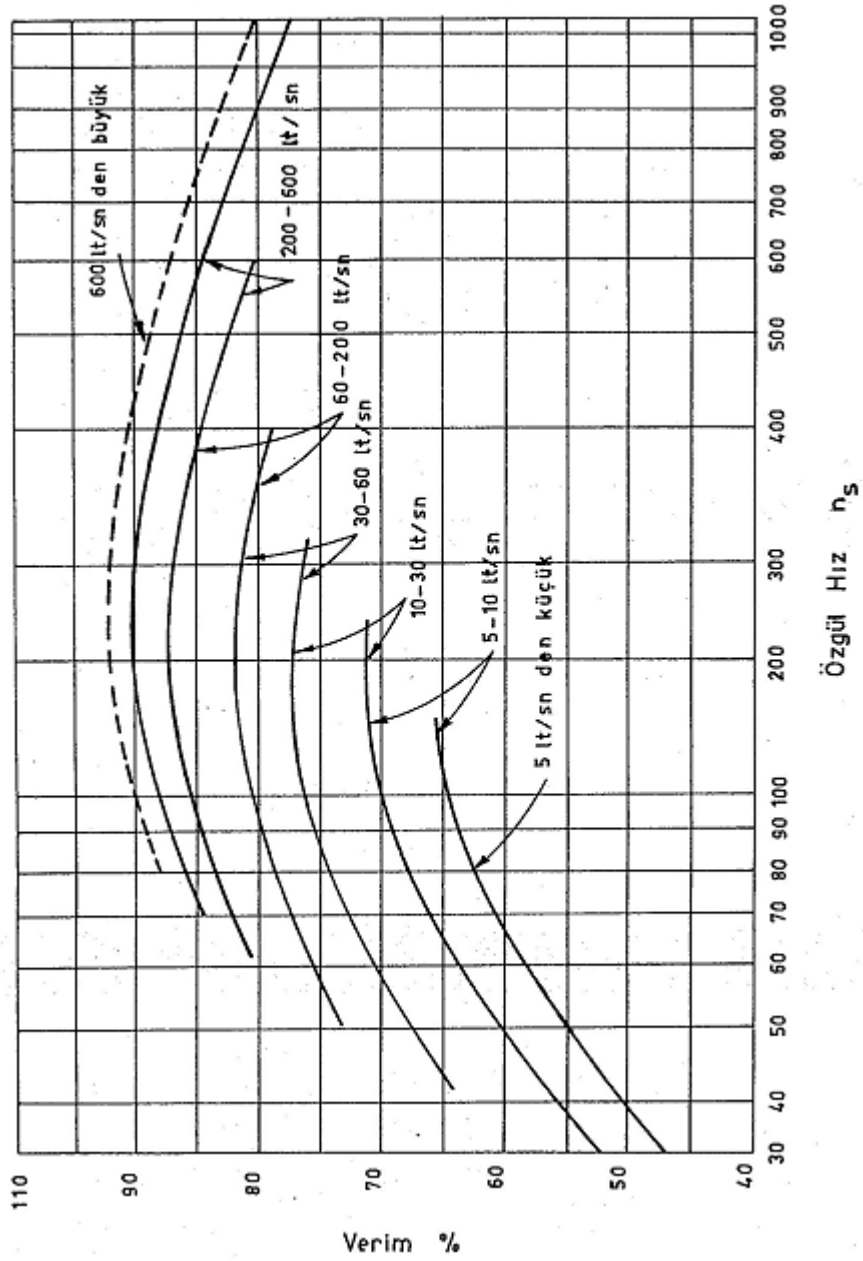
## 5.5.1.2. zėul hız ile pompa verimi arasındaki ilişki

Santrifüj pompalarda verim çeşitli faktörlerle ilgilidir. Bu faktörlerin en önemlileri, hidrolik kayıplar (sürtünme ve türbülans), disk sürtünme kayıpları, salmastra ve yataklardaki mekanik sürtünme kayıpları ve sızma kayıplarıdır. Bu kayıplar verdi, manometrik yukseklik ve devir sayısıyla ilgilidir. zėul hız terimi de aynı karakteristiklerle ilgili olduğuna göre pompanın verimi ile zėul hız arasında bir bağıntı kurulabilir.

zėul hız teriminde verdi en önemli karakteristiktir. Sürtünme ve türbülans nedeni ile meydana gelen hidrolik kayıplar büyük verdili pompalarda toplam yararlı gücün küçük bir kısmını oluşturur. Disk sürtünme ve mekanik kayıplar da büyük verdili pompalarda bağlı olarak küçük değerdedir. O halde zėul hızı büyük olan yuksek verdili pompalarda diğerlerine oranla daha yuksek verim değerleri elde etmek olasıdır.

Santrifüj pompalarda manometrik yukseklik çarkın evre hızı veya dolayısıyla çark çapı ve dönme hızı ile ilgilidir. ark çapının artması disk sürtünme kayıplarını artırır. Mekanik sürtünme kayıpları da çarkın devir sayısı ile artmaktadır. O halde zėul hızı küçük olan yuksek manometrik yukseklik veren pompalarda diğerlerine oranla verim azalır. Diğer bir deyişle zėul hız attıkça daha yuksek verim değerlerine ulaşılabilir. Ayrıca belirli bir zėul hız değeri için verdisi yuksek ve basıncı düşük olan pompanın verimi de yuksek olacaktır.

şekil 5.13'de, imal edilmiş çeşitli tipteki santrifüj pompaların deney sonuçlarına göre çizilmiş bir diyagram görülmektedir. Diyagram, zėul hız ile verim arasındaki ilişkileri, verdiye göre belirtmektedir.



**Şekil 5.13.** Özgül hız ve verdiye bağlı olarak pompa verimi (Karassik ve Carter 1960, Stepanoff 1957, Özgür 1983, Yalçın 1998)

Özgül hız ve verdiye göre optimum koşullarda elde edilebilecek yüksek verim değerlerini gösteren diyagramda, apsis eksenine ( $n_s$ ), ordinat eksenine ise pompaların optimum işletme koşullarında vermesi gereken maksimum verim değerleri yerleştirilmiştir. Eğriler verdi sınırlarını belirtmektedir. Özgül hız ve verdi bilindiğine göre pompanın optimum koşullarda verebileceği maksimum

verimini bulabilmek için, apsis eksenine ( $n_s$ ) değerinden bir dik çıkılır. Bu dikin verdi eğrisini kestiği nokta verim noktasıdır.

Diyafram incelendiğinde, özgül hızın 70'den küçük değerleri için maksimum verim değerlerinin hızla azaldığı görülmektedir. Verimin artması ile belli özgül hız değerleri için daha yüksek verim değerleri elde edilebilmektedir. Bu nedenle belli bir verdi-manometrik yükseklik koşulu için özgül hız olabildiğince büyük seçilir. Böylece çark çapı küçülecek ve dolayısıyla pompa daha küçük ve daha ucuz, verimi ise daha yüksek olacaktır.

### 5.5.1.3. Özgül hızın çark ölçüleri ile ilişkisi

Özgül hız, çark ölçüleri ile yakından ilgilidir. Çark kanat genişliği ihmal edilirse çarktan geçen suyun verdisi aşağıdaki bağıntılarla bulunabilir (Tezer 1978).

$$n_q = \left( \frac{g}{\eta_h \cdot \eta_k} \right)^{3/4} \cdot \frac{60}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{\frac{D_1}{D_2} \cdot \sqrt{\frac{b_1}{D_2} \cdot \text{tg}\beta_1}}{\left[ 1 - \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 \cdot \frac{b_1}{b_2} \cdot \text{tg}\beta_1 \right]^{3/4}}$$

Formüllerde:

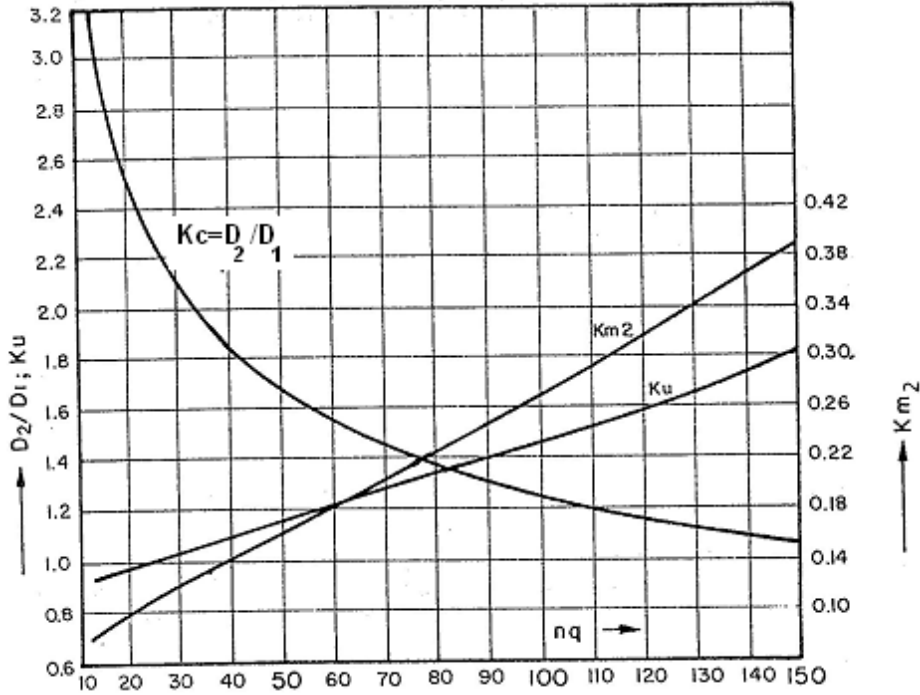
- $n_q$  : Özgül hız,
- $D_1$  : Çark giriş çapı (m),
- $b_1$  : Girişte çark kanat genişliği (derinliği) (m),
- $C_1$  : Girişteki suyun mutlak hızı (m/s),
- $\beta_1$  : Giriş açısı (derece),
- $U_1$  : Çark girişinde çevre hızı (m/s),
- $D_2$  : Çark dış çapı (m),
- $b_2$  : Çıkışta çark kanat genişliği (derinliği) (m),
- $C_{m2}$  : Çıkışta mutlak hızın radyal bileşeni (m/s),
- $\beta_2$  : Çıkış açısı (derece),
- $U_2$  : Çark çıkışında çevre hızı (m/s),
- $H_m$  : Manometrik yükseklik (m),
- $C_{u2}$  : Mutlak hızın  $U_2$  üzerindeki iz düşümü (m/s),
- $\eta_h$  : Hidrolik verim (%),
- $\eta_k$  : Kanat verimi (%)'dir.

## 5.5.2. Oransal kıyaslama değerleri

### 5.5.2.1. Çaplar oranı ( $D_2/D_1$ )

Çaplar oranı, çarkın dış ve iç çapı arasındaki oranı belirtir. Şekil 5.14'de özgül hıza göre çaplar oranının değişimi görülmektedir.

Şekilde verilen ilişki yaklaşık değerleri belirtmektedir. ( $K_c=D_2/D_1$ ) oranı, kesin bir kıyaslama değeri olarak çoğu kez kullanılmaz. Ancak radyal pompalarda, kaba bir yaklaşım için yarar sağlayabilir. Fakat karışık akışlı ve özellikle aksiyal pompalarda kıyaslama için daha ayrıntılı değer gerekir (Stepanoff 1957).



Şekil 5.14. Özgül hız ile kıyaslama değerleri arasındaki ilişki (Karassik ve Carter 1960, Tezer 1978)

### 5.5.2.2. Hız oranı ( $K_u$ )

Hız oranı çark çevre hızı ile pompanın işletme noktasında meydana getirdiği manometrik yükseklik arasındaki ilgiyi gösterir. Hız oranı, aşağıdaki eşitlikle hesaplanır (Stepanoff 1957).

$$K_u = \frac{U_2}{\sqrt{2 \cdot g \cdot H_m}}$$

- $K_u$  : Hız oranı,
- $U_2$  : Çıkışta çark çevre hızı (m/s),
- $H_m$  : Manometrik yükseklik (m),
- $g$  : Yer çekimi ivmesi ( $m/s^2$ )'dir.

Şekil 5.14'de ( $K_u$ ) ile özgül hız arasındaki ilişki görülmektedir. Hız oranı, özgül hız arttıkça artmaktadır. Çünkü yüksek özgül hızlı pompalarda, pompanın

işletme hızı (n) fazla, buna karşılık toplam yükseklik küçüktür. Hız oranına aşağıdaki faktörler etki etmektedir.

### 5.5.2.3. Verdi oranı ( $K_{m2}$ )

Verdi oranı, çark çıkışındaki radyal hız bileşeni ile pompanın manometrik yüksekliği arasındaki ilişkiyi belirler ve aşağıdaki gibi yazılabilir (Stepanoff 1957).

$$K_{m2} = \frac{C_{m2}}{\sqrt{2 \cdot g \cdot H_m}}$$

Burada:

$K_{m2}$  : Verdi oranı,

$C_{m2}$  : Çıkıştaki radyal hız bileşeni (m/s)'dir.

Verdi oranı ile özgül hız arasındaki ilgi Şekil 5.14'de görülmektedir. ( $C_{m2}$ ) radyal hızı, maksimum verim noktası olan işletme noktasındaki verdi değerinden hesaplanabilir.

Verdi oranı, özgül hızla birlikte artmaktadır. Çünkü yüksek özgül hızlı pompalarda düşük manometrik yüksekliklere büyük verdiler iletilir.

Hız ve verdi oranları, pompa çarkının yapısal özelliklerine bağlı olarak da belirtilebilir. Bu amaçla;

$$Q = (\pi \cdot D_2 - z \cdot t_2) \cdot b_2 \cdot C_{m2} \quad C_{m2} = \frac{Q}{(\pi \cdot D_2 - z \cdot t_2) \cdot b_2} \quad U_2 = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n}{60}$$

değerleri hız ve verdi oranını veren formüllerde yerine konursa;

$$K_u = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n}{60 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_m}}$$
$$K_{m2} = \frac{Q}{(\pi \cdot D_2 - z \cdot t_2) \cdot b_2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_m}}$$

elde edilir.

$D_2$  : Çark dış çapı (m),

$n$  : Pompanın işletme hızı (1/min),

$z$  : Çark kanat sayısı,

$t_2$  : Çark kanadının çıkışta teğetsel kalınlığı (m),

$b_2$  : Çark çıkış genişliği (m),

$Q$  : Verdi ( $m^3/s$ )'dir.