

7. SANTRİFÜJ POMPALARIN BOYUTLANDIRILMASI VE ÇİZİMİ

Bir santrifüj pompaya ait mühendislik hesapları ve tasarımı için pompanın çalışma koşulları ve buna bağlı olarak karakteristiklerinin bilinmesi gerekir. Ancak tasarım için genellikle üç karakteristik büyüklüğün bilinmesi yeterli olmaktadır. Bunlar;

- 1) Verdi (Q),
- 2) Manometrik yükseklik (H_m),
- 3) Pompanın çalışma hızı (n) dir.

7.1. Pompa Tipinin Saptanması

Pompa tipinin saptanmasında özgül hızdan yararlanılır. Bilindiği gibi özgül hız,

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

Özgül hızla göre yapılan sınıflandırmada, radyal çarklar için özgül hız 10-58 arasındadır. Özgül hız küçüldükçe pompa tam radyal tip olur ve çark çapı büyür. Kanatlar uzayacağı için suyun geçtiği kanal daralır ve bu da verim düşmesine neden olur. Ayrıca imalat zorlukları da olduğundan düşük özgül hızlı pompa yerine, özgül hızı artırma yolları aranarak yüksek verim veren yüksek özgül hızlı pompaların projelendirilmesi tercih edilmelidir.

Özgül hız küçük ise pompa kademeli yapılmalıdır. Kademeli pompanın oluşturacağı toplam yükseklik H_{mt} ve kademe sayısı (i) ise, tek kademenin manometrik yüksekliği;

$$H_{m1} = \frac{H_{mt}}{i}$$

olur ve çark hesabı bir kademe için bulunan manometrik yükseklik değerine göre yapılır. Buna göre kademe başına özgül hız $\frac{3}{4}$ kadar artırılmış olur.

Eğer özgül hız küçültülmek istenirse bu taktirde pompa çift girişli yapılır. Özgül hız formülünde verdi yerine yarısı konulduğunda özgül hız;

$$n_q = \frac{n \cdot \sqrt{Q/2}}{H_m^{3/4}}$$

olur ve özgül hız $\left(\frac{1}{2}\right)^{1/2}$ kadar azalır.

7.2. Pompa Mil Gücünün Hesabı

Santrifüj pompanın yuttuğu gücün hesabı, daha önceki konularda açıklındığı gibi verdi (Q), manometrik yükseklik (H_m), suyun özgül ağırlığı (γ) ve verim değerleri bilinmiyorsa aşağıdaki eşitliğe göre yapılır.

$$fBG = \frac{Q \cdot H_m \cdot \gamma}{75 \cdot \eta_p}$$

Pompanın yuttuğu güç hesabında kullanılan verim değeri daha önceki konularda verilen şekillerden alınabilir. Pompayı tarik edecek motor gücü yeterli düzeyde seçilebilmesi için bulunan verim değerinin gerçeğe yakın olması için genellikle emniyet payı olarak, diyagramlardan bulunan değerden % 5 daha küçük alınması önerilebilir. Yine hesaplanan güç; emniyet açısından fBG<5 BG ise 1,2 ~1,3 ile, 5<fBG<25 BG ise 1,1~1,2 ile ve fBG>25 BG ise 1,05~1,1 ile çarpılır.

7.3. Pompa Mil Çapının Hesabı

Pompa mili, iletilecek moment, mile bağlı olarak dönen parçaların ağırlığı, radyal ve aksiyal yükler için hesaplanmalıdır. Mil çapı milin boyunca kademeli olarak yapılır ve çap milin ortasında maksimum olur. Bu tip yapı şekli; mil üzerine bağlanan çark, rulmanlı yataklar ve kavrama gibi çeşitli parçaların mil üzerine yerleştirilmelerini kolaylaştırır. Mil çapı (d_m); döndürme momenti (M_d) ve emniyet gerilmesi (τ) alınarak aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır.

$$d_m = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_d}{\pi \cdot \tau}}$$

Döndürme momentinin $M_d = \frac{71620 \cdot fBG}{n}$ değeri ve Adi mil çeliği için τ= 120 kp/cm² değerleri formülde yerine konur ve gerekli kısaltmalar yapılırsa mil çapı;

$$d_m = 14,4 \cdot \sqrt[3]{\frac{fBG}{n}} \text{ olarak bulunur.}$$

Uygulamada genellikle mil çapı hesabı aşağıda verilen formülden de yapılmaktadır.

$$d_m = C \cdot \sqrt[3]{\frac{fBG}{n}}$$

τ	100	150	200	300	400
C	17,1	14,9	13,6	11,8	10,8

gibi alınmaktadır.

Mil çapı bulunduktan sonra imalat kolaylığı ve emniyet açısından çapın değeri standart çapa dönüştürülür. Standart mil çapları 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ve 100 mm olarak verilebilir.

Mil çapı hesabı yapılırken devir sayısının kritik devir sayısına göre kontrol edilmesi gerekir. Genel olarak kritik devrin normal devir sayısından % 50 kadar fazla olması istenir.

Kritik devir sayısı yaklaşık olarak

$$n_k = 300 \cdot \sqrt{\frac{F}{G}} \text{ şeklinde hesaplanır.}$$

Burada;

n_k : Kritik devir sayısı (1/min),

G : Çark ve mil topluluğun ağırlığı (kp),

F : Mile 1 cm sehini vermek için gerekli kuvvet (kp) dir.

P kuvveti normal olarak yüklenmiş millerde sehimi formülünden hesaplanabilir. Mile uygulanan kuvvetin meydana getirdiği sehimi,

$$f = \frac{F \cdot 5 \cdot L^3}{E \cdot I \cdot 384}$$

eşitliği ile hesaplanır. Eşitlikte sehimi 1 cm konursa P kuvveti,

$$F = \frac{384 \cdot E \cdot I}{5 \cdot L^3} \text{ olur.}$$

Formülde;

E : Mil malzemesinin elastikiyet modülü (çelikte $2,2 \cdot 10^6$ kp/cm²),

I : Milin atalet momenti (daire kesit için $\frac{\pi \cdot d^4}{64}$),

L : Mil uzunluğu (cm),

f : Sehimi (cm) dir.

7.4. Pompa Çarkının Boyutlandırılması

7.4.1. Çark giriş koşullarının belirlenmesi

Çark giriş koşullarının belirlenmesinde pompanın emme ağzından itibaren çarkın giriş ağzının boyutları ve kanat giriş açısının bulunması gerekir. Şekil 7.1'de çarkın boyutlandırılmasında kullanılan çaplar verilmiştir.

7.4.1.1. Göbek çapı (d_g)

Göbek çapı için pompanın büyüklüğüne bağlı olarak 10-15 mm et kalınlığı verilir. Buna göre göbek çapı;

$$d_g = d_m + (20 \sim 30 \text{ mm}) \text{ olur.}$$

Bazı yazarlar göbek çapı için,

$$d_g = 1,5 \cdot d_m$$

değerini kullanmaktadır. Bu formüllerde;

d_g : Göbek çapı (mm),
 d_m : Mil çapı (mm)'dir.

7.4.1.2. Çark iç (giriş ağız) çapı (D_0)

İmalat kolaylığı bakımından genellikle çark giriş ağız çapının emme borusu çapına eşit alınması önerilir. Emme borusu çapı (D_e) ise emme borusundaki su hızına bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$D_e = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_e}}$$

Bu formüldeki emme borusundaki su hızı (V_e) şekil 7.2'den verdiye ve devir sayısına bağlı olarak bulunabilir.

Giriş çapı saptandıktan sonra giriş ağızındaki hız (C_0) tekrar hesaplanır. Buna göre;

$$C_0 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot (D_0^2 - d_g^2)}$$

olarak bulunur. Bu eşitlikte verdi toplam (kayıpsız) verdidir. Çıkış verdisi çizelge 5.7'den alınan volumetrik verime bölünerek kayıpsız verdi bulunur. C_0 hızının her zaman emme borusundaki hızdan daha büyük olacağı unutulmamalıdır. Genellikle $C_0 \leq 1,2 V_e$ olması istenir.

Eğer $D_0 = D_e$ alınmazsa bir başka yöntemde D_0 hesaplanır. Bunun için $C_0 = 1,2 V_e$ alınır ve D_0 aşağıdaki formülden bulunur.

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{C_0 \cdot \pi} + d_g^2}$$

7.4.1.3. Kanat giriş ortalama çapı (D₁)

Genellikle bu çap çark giriş ağızı çapından % 5-10 daha düşük alınır

7.4.1.4. Kanat giriş açısı (β₁)

Çarkın maksimum H_m değerini vermesi için girişteki mutlak hız ile çevre hızı arasındaki açının α₁= 90° olması gerekmektedir. Bu açının 90° olmasıyla giriş hız üçgeni dik üçgen olur ve girişteki mutlak hız (C₁) ile mutlak hızın düşey bileşeni ya da meridyen hızı (C_{m1}) birbirine eşit olur (C₁=C_{m1}). Kanat kalınlıkları nedeniyle suyun giriş kesiti, π.D₀² / 4'den küçüktür ve bu nedenle;

$$C_1 = C_{m1} = (1,05 \sim 1,1) \cdot C_0$$

alınabilir.

Girişteki çevre hızı;

$$U_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{60}$$

olduğundan kanat giriş açısı aşağıdaki gibi bulunur.

$$\tan \beta_1 = \frac{C_{m1}}{U_1}$$

Kanat giriş açısının 10°-20° arasında olması istenir. Ancak bu açının kavitasyon bakımından en uygun değerinin 17° olduğu kabul edilir. Yapılan hesaplamalarda giriş açısının sınır değerlerinden farklı çıkması halinde çaplarda değişiklik yapılması gerekir.

Kanat giriş kenarı boyunca β₁ açısının kontrol edilmesi gerekir. β_{1i} ve β_{1d} açılarının β₁ açısından ± 3° den fazla farklı olmamasına dikkat edilmelidir. β_{1i} ve β_{1d} açıları kanat giriş kenarı boyunca C_{m1} hızının değişmediği kabul edilerek aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\tan \beta_{1i} = \frac{C_{m1}}{U_{1i}}$$

$$U_{1i} = \frac{\pi \cdot D_{1i} \cdot n}{60}$$

$$\tan \beta_{1d} = \frac{C_{m1}}{U_{1d}}$$

$$U_{1d} = \frac{\pi \cdot D_{1d} \cdot n}{60}$$

7.4.1.5. Çark giriş genişliği (b₁)

Kanat sayısı ve kanat giriş kalınlığı bilinmediğinden b₁ giriş genişliği önce yaklaşık olarak hesaplanır. Süreklilik denklemine göre verildiği yazılırsa;

$$Q = \pi \cdot k_1 \cdot D_1 \cdot C_{m1} \cdot b_1$$

olur. Bu eşitlikten çark giriş genişliği;

$$b_1 = \frac{Q}{\pi \cdot k_1 \cdot D_1 \cdot C_{m1}}$$

bulunur. Burada, k_1 daralma katsayısını gösterir. Kanat uçlarının sivri olup olmamasına ve kanat kalınlığına bağlı olarak bu daralma % 30-40 arasında değişir. Buna göre $k_1 = 0,6-0,7$ olur.

7.4.2. Çark çıkış koşullarının belirlenmesi

7.4.2.1. Çark dış çapı (D_2)

Deneylere dayanarak alçak basınçlı pompalarda $D_2 = (1,5-2) \cdot D_1$ ve yüksek basınçlı pompalarda $D_2 = (2-3) \cdot D_1$ alınır. Bundan farklı olarak Çark dış çapı, çıkış hızından (U_2) yararlanılarak ta bulunabilir. Çark çıkışındaki teğetsel hızın (U_2) saptanmasında Pfeleiderer, Kovats ve Schulz gibi araştırmacılar basınç katsayısını (ψ) kullanmışlardır. Buna göre;

$$H_m = \psi \cdot \frac{U_2^2}{2 \cdot g} \text{ dir.}$$

Basınç katsayısı (ψ) değerinin, özgül hız ile değişimi şekil 7.4'de verilmiştir.

Özgül hız bilindiğine göre grafik yardımıyla ψ ve dolayısıyla istenilen manometrik yüksekliğin sağlanabilmesi için gerekli olan U_2 teğetsel hızı ve D_2 çark çıkış çapı aşağıdaki eşitliklerden bulunur.

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

$$D_2 = \frac{U_2 \cdot 60}{\pi \cdot n}$$

Çark çıkış çapının saptanmasında öncelikle manometrik yüksekliğin önemli rol oynadığı unutulmamalıdır. Dolayısıyla hesaplanan D_2 çapına göre imal edilecek olan çarkın manometrik yüksekliği sağlayamaması olasılığı dikkate alınmalıdır. Bu nedenle % 10 kadar daha büyük tutulmalıdır. Eğer çalışma noktasında istenen yükseklikten fazla değer elde edilirse çark çapı küçültülerek istenilen manometrik yükseklik elde edilebilir.

7.4.2.2. D₁/D₂ çaplar oranının kontrolü

Belirli özgül hızlara, belirli çap oranları karşılık gelir. Çarkın boyutlarının uygun düşmesi bakımından bu oranın belirli sınırlar arasında kalması gerekir. Şekil 7.4'de verilen diyagramda D₁/D₂ oranlarının özgül hıza bağlı alt ve üst sınırları verilmiştir. Hesaplanan çaplara göre D₁/D₂ oranı bu sınırların dışına çıkıyorsa D₂ çapı manometrik yükseklikle ilgili olduğu için değiştirilmez. Ancak D₁ çapı üzerinde D₁/D₂ oranı belirtilen sınırlar arasında kalacak şekilde değişiklik yapılır. D₁ çapı değiştiğinde çark giriş koşullarının tekrar gözden geçirilmesi gerekir. D₁ çapındaki değişiklik aşağıdaki gibi yapılabilir.

$$\frac{D_1}{D_2} > \left(\frac{D_1}{D_2} \right)_{\text{üst}} \text{ ise } D_1 = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)_{\text{üst}} \cdot D_2$$

$$\frac{D_1}{D_2} < \left(\frac{D_1}{D_2} \right)_{\text{alt}} \text{ ise } D_1 = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)_{\text{alt}} \cdot D_2$$

7.4.2.3. Kanat çıkış açısı (β_2)

Santrifüj pompada çark çıkışındaki β_2 açısı aşağıdaki gibi bulunabilir.

$$\tan \beta_2 = \frac{C_{m2}}{U_2 - C_{u2}}$$

Buradaki; C_{m2} hızı genel bir kural olarak, C_{m1} 'e eşit veya biraz küçük alınır. Ancak daha uygun bir değer bulmak için ikinci yöntem şekil 7.5'de verilen diyagram yardımıyla k_{cm2} hız katsayısının bulunması ve

$$C_{m2} = k_{cm2} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_m}$$

bağıntısından yararlanarak C_{m2} hızının hesaplanmasıdır. Daha önce hesaplanmış olan C_{m1} , U_1 ve U_2 değerleri de aynı diyagramdan, özgül hız yardımıyla saptanacak olan hız katsayıları yardımıyla kontrol edilebilir. Hız katsayıları ile hızlar arasında;

$$C_{m1} = k_{cm1} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_m}$$

$$U_1 = k_{u1} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_m}$$

$$U_2 = k_{u2} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_m}$$

bağıntıları vardır.

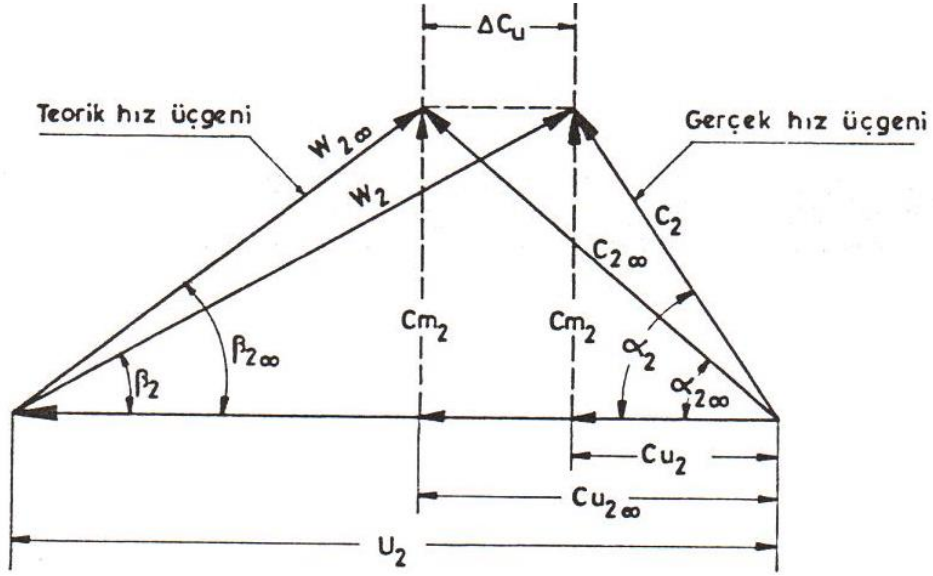
Teğetsel hız bileşeninin hesaplanmasında;

$$C_{u2} = \frac{gH_m}{U_2 \cdot \eta_h}$$

bağıntısı kullanılabilir. Bu bağıntıdaki hidrolik verim aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır. Formülde Q, m³/s alınmalıdır.

$$\eta_h = 1 - \frac{0,071}{Q^{0,25}}$$

Burada;Çark çıkış hız üçgeni sonlu kanat halinde kaskat kanat dolayısıyla değişecek çıkış açısı β_{2k} konstrüktif kanat çıkış açısına dönüşecektir. Konstrüktif kanat çıkış açısı şekil 7.6'da görüldüğü gibi ΔC_u sapması nedeniyle hesaplanan β_2 açısından daha büyük olacaktır ($\beta_{2k} > \beta_2$). Bir başka değişle suyun çarkı β_2 çıkış açısı ile terk etmesini sağlamak için β_{2k} konstrüktif kanat açısını β_2 den daha büyük seçmek zorunluluğu vardır.



Şekil 7.6. Teorik ve gerçek çıkış hız üçgeni (Özgür 1983)

Bu nedenlerle konstrüktif kanat çıkış açısı teorik hız üçgenindeki $\beta_{2\infty}$ açısının belirlenebilmesi için sonsuz kanat koşulundaki teğetsel hız ($C_{u2\infty}$) 'a gereksinim vardır. $C_{u2\infty}$ hızının bulunabilmesi için de $\beta_{2\infty}$ açısının bilinmesi gerekmektedir. Buna göre en uygun çözüm β_{2k} açısının öncelikle bulunmasıdır. Öncelikle β_{2k} açısı seçilir ve seçilen bu değere göre kanat sayısı (z) ve sapma katsayısı (K) aşağıdaki formüllerden hesaplanır.

$$z = 6,5 \cdot \left(\frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1} \right) \cdot \sin \left(\frac{\beta_1 + \beta_{2k}}{2} \right)$$

$$K = 1 + \frac{1,2 \cdot (1 + \sin \beta_{2k})}{z} \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2}$$

Bulunan bu değerlerden (z ve K) yararlanarak tekrar kanat çıkış açısı aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$\tan \beta_{2k} = \frac{C_{m2}}{U_2 - C_{u2\infty}}$$

Bu formüldeki $C_{u2\infty} = K \cdot C_{u2}$ 'den bulunur. Seçilen kanat çıkış açısı ile hesaplanan kanat çıkış açısı arasındaki fark 3° den küçükse, gerçek kanat çıkış açısı;

$$\beta_{2k} = \frac{(\beta_{2k \text{ secilen}} + \beta_{2k \text{ hesaplanan}})}{2}$$

formülüyle hesaplanır. Eğer açılar arasındaki fark 3° den büyükse, gerçek kanat çıkış açısını bulmak için aşağıdaki yöntem izlenir.

$$(\beta_{2k \text{ seçilen}} - \beta_{2k \text{ hesaplanan}}) > 0 \text{ ise } \beta_{2k} = (\beta_{2 \text{ seçilen}}) - 1$$

$$(\beta_{2k \text{ seçilen}} - \beta_{2k \text{ hesaplanan}}) < 0 \text{ ise } \beta_{2k} = (\beta_{2k \text{ seçilen}}) + 1$$

alınır ve buna göre kanat sayısı ile diğer değerler tekrar hesaplanır.

7.4.2.4. Çark çıkış genişliği (b_2)

Çark çıkış genişliği aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$b_2 = \frac{Q}{\pi \cdot D_2 \cdot k_2 \cdot C_{m2}}$$

Daralma katsayısı k_2 , çark çıkışında kanat kalınlığından dolayı çıkış kesitinin daralmasını gösterir ve çark çıkış daralma katsayısı adını alır. k_2 katsayısı 0,75 ile 0,98 arasında seçilebilir.

7.4.2.5. Çark giriş ve çıkış genişliklerinin kontrolü

Kanat sayısı, giriş ve çıkış kanat açıları bulunduğundan k_1 ve k_2 daralma katsayıları hesaplanabilir.

$$k_1 = 1 - \frac{z \cdot e_1}{\pi \cdot D_1 \cdot \sin \beta_1}$$

$$k_2 = 1 - \frac{z \cdot e_2}{\pi \cdot D_2 \cdot \sin \beta_{2k}}$$

Hesaplanan bu k_1 ve k_2 katsayılarına göre çark giriş ve çıkış genişlikleri yeniden hesaplanarak öncekilerle kontrol edilir. İmalat kolaylığı bakımından kanat kalınlıkları birbirine eşit alınabilir ($e_1=e_2$).

7.5. Çarkın Çizimi

Çarkın çizimi için gerekli büyüklükler hesaplanmış olduğundan, önce çarkın meridyenel kesiti çizilir. Daha sonra kanat sayısı, kanat açıları kullanılarak çarkın karşı görünüşü çizilir. Tam santrifüj pompalarda, çark kanatlarının çizimi, çark küçük çarklar hariç, genellikle çift daire yöntemi ile yapılır. Çarkın karşı görünüşünün çizimi ve kanatların yerleştirilmesi için, D_1 , D_2 çapları, kanat sayısı, kanat kalınlığı, giriş ve çıkış kanat açılarının bilinmesi yeterli olmaktadır.

Kanat çizimi için değişik yazarlar çeşitli çizim yöntemlerini önermektedirler. Bu yöntemlerden santrifüj pompalar için uygun ve pratik olan çift daire yöntemi ile kanat çizimi verilecektir.

7.5.1. Çift daire yöntemiyle kanat çizimi

Bu yöntemle kanat çizimi çark boyutları büyüdüğünde kullanılır. Bu yöntemde önce 0 merkezli, D_1 ve D_2 çaplı daireler çizilir. Kanat sayısı z bilindiğine göre D_1 çaplı daire $t = \frac{\pi \cdot D_1}{z}$ adımı (veya $\frac{360^\circ}{z}$ bölüm açısı) yardımıyla birbirini izleyen kanatların giriş noktaları olan A_1, A_2, \dots, A_z (D_1) dairesi üzerinde işaretlenir (şekil 7.7). 0 merkezli ve $d = D_1 \cdot \sin \beta_1$ çaplı daire çizilir.

Şekil 7.7. Çift daire yöntemi ile kanat çizimi (Yalçın 1998)

A_1 noktasından d çaplı daireye A_1T_1 teğeti ve aynı şekilde A_2 noktasından da A_2T_2 teğeti çizilir. A_2T_2 teğeti üzerinde ve A_2 'den itibaren, e kanat kalınlığı olmak üzere $e+a$ $\left(a = \frac{\pi \cdot d}{z} \right)$ uzunluğu alınarak B noktası bulunur.

A_1B' 'nin orta dikmesinin A_1T_1 teğetini kestiği C_1 noktası kanat iç yüzeyine ait giriş dairesinin merkezidir. $C_1B = C_1A_1$ olmak üzere C_1 merkezli ve A_1B' 'den geçen daire yayı çizilirse kanat iç yüzeyine ait kısım belirlenmiş olur. BC_1 doğrusu ile β_{2k} açısını yapmak üzere BG doğrusu çizilir ve bu doğru üzerinde $BG = \frac{D_2}{2}$ kadar alınarak G noktası belirlenir. OG'nin orta dikmesi ile BC_1 doğrusunun kesim noktası C_2 , kanat iç yüzeyinin ikinci kısmına ait daire yayının merkezi

olur. C_2 merkezli ve B'den başlamak üzere BC_2 yarıçaplı BC daire yayı ile kanat iç yüzeyine ait kanatların ikinci bölümü çizilir. Böylece A_1BC yayı belirlenmiş olur. Ayrıca e kanat kalınlığı dışa doğru alınarak kanat çizimi tamamlanmış olur. Daha sonra diğer A_2, A_3, \dots, A_z noktalarında aynı yaylar çizilerek çark çizimi tamamlanır veya şeffaf bir kağıt üzerine kanat başlangıç, bitim noktaları ve merkezleri işaretlenerek kağıt (0) merkezi etrafında döndürülerek çizilebilir.

7.6. Difizör Gerekliliğinin Kontrolü

Pompalarda, hız enerjisinin basınç enerjisine dönüştürülmesi ve pompa içindeki akışkanın yönlendirilmesi için difizör kullanılmaktadır. Kademeli pompalarda difizör kullanımı zorunlu olmaktadır. Kademesiz pompalarda genellikle difizör yoktur. Ancak bazı özel koşullarda çıkış hız üçgenindeki (α_2) açısı çok küçük değerler alabilir. Bu durumda mutlak hızda büyüyecek ve dolayısıyla da kayıplar hızın karesiyle orantılı olarak artacağından, bir difizyon yardımıyla hız enerjisinin basınç enerjisine dönüştürülmesi gerekebilir. Bu nedenle çıkış açısı (α_2) kontrol edilmelidir. Bu açı 10° den küçük ise difizöre gereksinim duyulmaktadır.

7.7. Salyangoz Boyutlarının Belirlenmesi

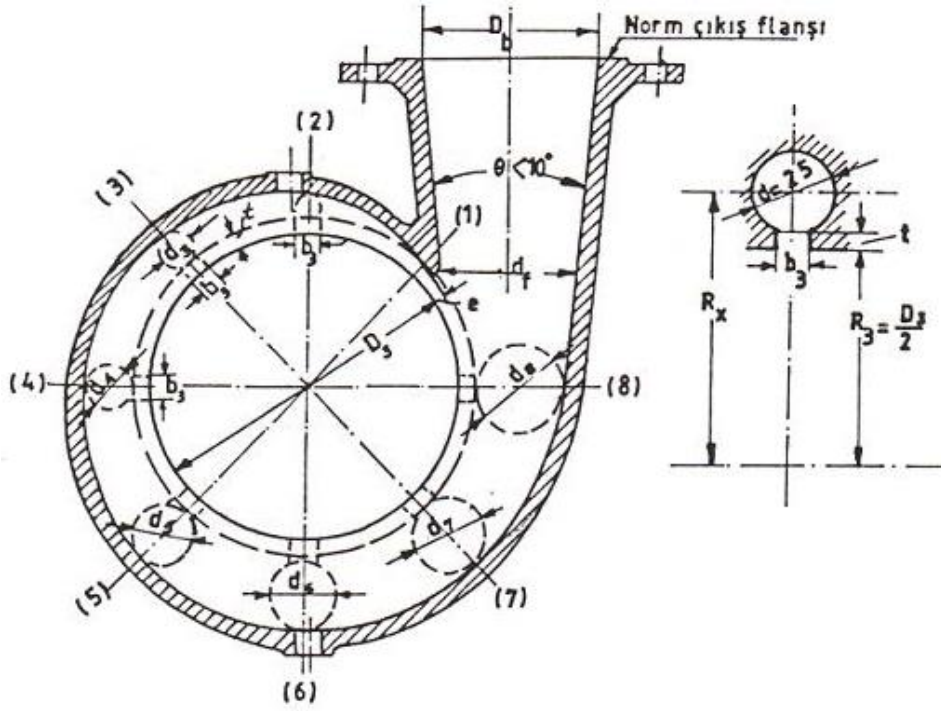
Salyangoz içindeki akışın, serbest vorteks kanununa uyduğu kabul edilerek boyutlar saptanmaktadır. Herhangi bir kesitteki teğetsel hız bileşeni C_{ux} ve kesit merkezinin pompa ekseninden uzaklığı r_x ise; çark çıkışındaki (C_{u2}, r_2) değeri hesaplanabileceğinden, salyangoz kesitleri aşağıdaki şekilde bulunabilmektedir.

$$C_{u2} \cdot r_2 \cdot \pi \cdot r_x^2 - Q_x \cdot r_x = Q_w \cdot (r_3 + t)$$

Bu eşitlik şekil 7.8'de görüldüğü gibi 8 kesit için tekrarlanarak, salyangoz boyutları saptanmaktadır.

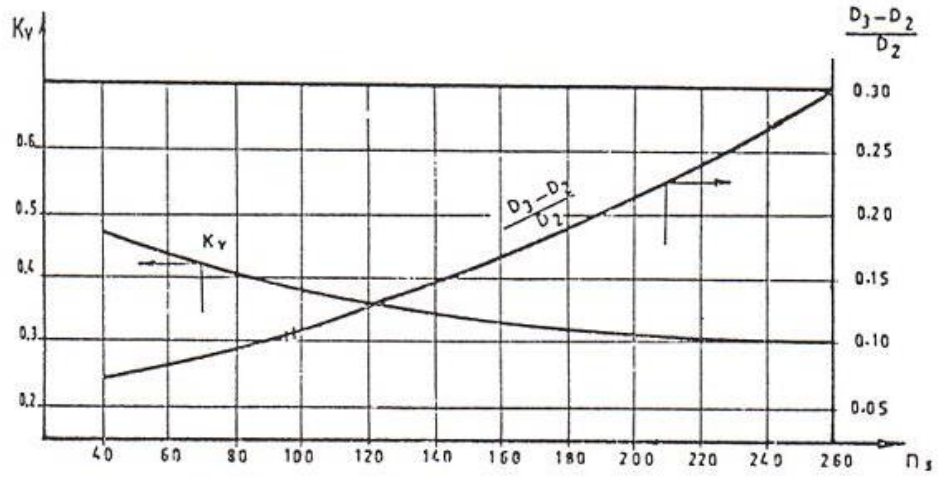
Salyangoz eşit dilimlere bölünür ve Q verdisinin çevre boyunca eşit miktarda salyangoza girdiği kabul edilir. 8. kesitten verdinin tamamının geçtiği göz önünde tutulmalıdır. D_3 salyangoz giriş çapı, çark çapından 2-5 mm büyük alınır. Çıkış borusunun konikliği $7^\circ-10^\circ$ arasında seçilir. Başlangıç ağzının çapı ise uygulamada $d_1 < (0,2-0,3)D_3$ seçilir. Gövde dilinin D_3 çaplı daireye uzaklığı $e = D_2/60$ olmalıdır. Herhangi bir kesitteki Q_x verdisi şu şekilde verilebilir. Şekildeki 1. kesitte $Q/8$, 2. kesitte $Q/4$, 3. kesitte $3Q/8$, 4. kesitte $Q/2$, 5. kesitte $5Q/8$, 6. kesitte $3Q/4$, 7. kesitte $7Q/8$ ve 8. kesitte Q verdisinin geçtiği kabul edilir. Boğaz yüksekliği $t = 6-10$ mm seçilebilir.

Salyangozun boyutlandırılmasında ikinci yöntem **sabit ortalama hız** yöntemidir. Bu yöntemde her bir bölgedeki dairesel kesitten suyun aynı ortalama hız ile geçtiği kabul edilir. Bu ortalama hız $V_0 = k_v \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_m}$ formülü ile



Şekil 7.8. Salyangozun radyal kesiti (Yalçın 1998)

hesaplanır. Bu formüldeki k_v hız katsayısı olup özgül hıza bağlı olarak Şekil 7.9'dan okunur.



Şekil 7.9. Salyangoz içindeki ortalama hıza ait hız katsayısının ve çap oranlarının özgül hıza bağlı olarak değişimi (Yalçın 1998)

Sabit ortalama hız ynteminde salyangozun herhangi bir kesitindeki verdi (Q_x) ile gsterilirse; sreklilik denkleminde bilindiği gibi $Q_x = A.V_0 = \frac{\pi.D_x^2}{4}.V_0$ olduğundan her bir kesitteki ap;

$$D_x = \sqrt{\frac{4.Q_x}{\pi.V_0}}$$

bağıntısıyla hesaplanır. D_3 , d_f ve t birinci yntemdeki gibi hesaplanır.