

VANTİLATÖR TASARIMI

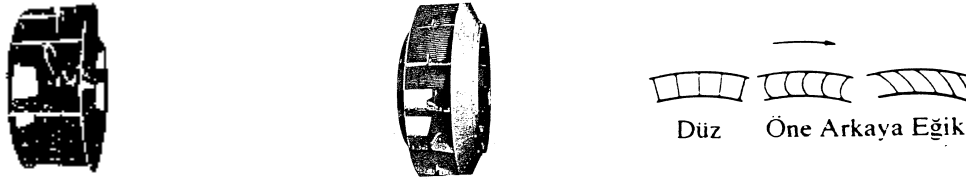
Fuat Hakan DOLAY
Cem PARMAKSIZOĞLU

ÖZET

Bu çalışmada merkezkaç ve eksenel vantilatör tipleri için geliştirilmiş olan matematiksel modelin çözümünü sağlayan bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bu program geriye eğik, öne eğik ve radyal kanatlı merkezkaç ve eksenel vantilatörlerin tasarımı için gereken boyut ve mukavemet hesaplarını yaparak vantilatörün çizimini kendiliğinden gerçekleştirmektedir.

1. GİRİŞ

Vantilatörler, Eksenel ve Merkezkaç olmak üzere genel olarak ikiye ayrılır. Gaz akışkan vantilatör çarkının eksenini doğrultusunda akıyorsa "Eksenel", yarıçapı doğrultusunda akıyorsa "Merkezkaç" vantilatör denir



Şekil 1. Merkezkaç vantilatör tipleri

Konstriksiyonuna göre;

Merkezkaç Vantilatörler

i) Profil Kanatlı ii) Geriye eğik kanatlı iii) Radyal kanatlı iv) Öne eğik kanatlı

Eksenel Vantilatörler

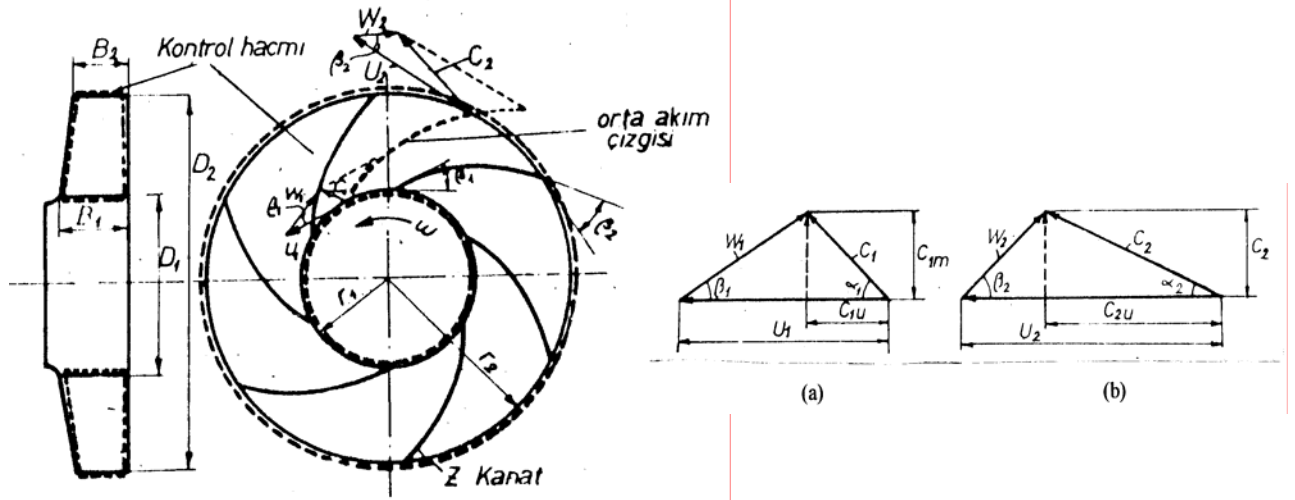
i) Pervaneler ii) Boru tipi iii) Yönlendirici kanatlı
olarak sınıflandırılır.

2.1. MERKEZKAÇ VANTİLATÖR TASARIMI

Vantilatör tasarımında kullanılan kavramlar şunlardır :

Enerji Dönüşümü (Euler Denklemi)

Enerjinin dönüşümü için Euler bağıntısı kullanılır. Radyal akımlı bir vantilatör ele alınır,



Şekil 2.1. ve Şekil 2.2. Hız üçgenlerinin gösterimi

ω açısal hızıyla dönen döner çark, içindeki havayı dışarıya doğru ivmelendirecektir. Sürtünmesiz, sürekli bir akış olduğu, akım çizgilerinin kanat eğriliğine uyduğu ve sonsuz sayıda kanat olduğu kabulü yaparak, mil merkezinden r kadar uzaklıkta bir yerde kanat üzerindeki havanın çevre hızı $U = \omega \cdot r$ ise Mutlak hız (C), çevre hızı (U) ve bağıl hız (W)'nin vektörel toplamıdır ve

$$\vec{c} = \vec{u} + \vec{v} \quad (2.1)$$

şeklinde yazılır. Giriş ve çıkış hız üçgenleri Şekil 2.2'deki gibi oluşur.

Döndürme momentinde mutlak hızın C_m meridyen ve C_u çevresel bileşenlerinden yalnız C_u bileşeninden moment elde edilir (Euler bağıntısı).

$$\text{Giriş Momenti} = m \cdot C_{1u} \cdot r_1 \quad (2.2)$$

$$\text{Çıkış Momenti} = m \cdot C_{2u} \cdot r_2 \quad (2.3)$$

$$\text{Mil Momenti} = m \cdot (C_{2u} \cdot r_2 - C_{1u} \cdot r_1) \quad (2.4)$$

$$\text{Güç} = \text{moment} \cdot \text{açısal hız} = m \cdot (C_{2u} \cdot r_2 \cdot \omega - C_{1u} \cdot r_1 \cdot \omega) \quad (2.5)$$

Güç,

$$N = C_{2u} \cdot U_2 - C_{1u} \cdot U_1 \quad (2.6)$$

ve basma yüksekliği,

$$gH = \Delta P / \rho = C_{2u} \cdot U_2 - C_{1u} \cdot U_1 \quad (2.7)$$

olarak hesaplanır.

Dik Giriş

Döner kanatlara giren hava, girişte yönlendirici kanatlar yoksa, radyal olarak giriyorsa $\alpha_1 = 90^\circ$ olduğundan C_1 hızı U_1 hızına dik olur.

Euler denklemi tekrar yazılırsa,

$$gH = C_{2u} \cdot U_2 \quad (2.8)$$

olarak elde edilir.

Güç Azalma Faktörü

Pratikte belirli sayıda kanat kullanılır ve yeteri kadar akımı yöneltmez. Kanat sayısı çoğaldıkça akımın doğrultusu H_{th} - koşuluna yaklaşır. C. Pfeiderer'e göre:

$$\Delta P_{th} = \mu \cdot \Delta P_{th} \quad (2.9)$$

olur. 'μ' ye güç azalma faktörü adı verilir.

Hidrolik Verim

Vantilatör kanalları içindeki sürtünme kayıpları nedeniyle hidrolik verimi de hesaba katarak hakiki basıncın teorik basınçtan daha düşük olduğunu açıklayabiliriz.

Sonsuz kanat sayısı için,

$$\eta_h = \Delta P / \Delta p_{th} \quad (2.10)$$

C. Pfeiderer'e göre;

$$\Delta P / \rho = U_2 \cdot \eta_h \cdot \frac{C_{2u}}{1 + \frac{2 \cdot \psi}{Z \cdot [1 - (D_1 / D_2)^2]}} \quad (2.11)$$

yazılır.

Denklem (2.11)'deki hidrolik verim (η_h) vantilatör sürtünme kayıplarını saptarken önemli bir yer tutar. Bu verimin yüksek olması gerekir.

Geriye dönük kanatlarda , kanat eğriliği akım tekniği bakımından noksansız ve uygun şekilde dizayn edilmişse $\eta_h = 0,85$ ve daha yüksek olarak kabul edilebilir.

Basma Yüksekliği

Havanın özgül ağırlığı sabit kabul edilirse ,

$$H = \Delta P / \gamma \quad (2.12)$$

yazabiliriz. Yüksek basınç artışlarında integrasyon metoduyla α basınç altında sıkışma etkisidir.

$$H = \frac{\Delta P_{stat}}{\gamma} \cdot \alpha \quad (2.13)$$

Vantiltoren ; Bruno Eck'e 4. basım , sayfa 4'den , [1] , sf 17.

Tablo 2.1 Basınç altında sıkışma etkisi

P_{stat}	100	200	400	1000	2000
α	0,996	0,993	0,986	0,966	0,960

Tablosunda α bulunur.

Tek girişli çarkın toplam debisi (Q'), Q faydalı debisi ile ΔQ kaçak debisinin toplamı anlaşılmaktadır. Vantilatör debisinin (faydalı debi), döner çark içinden geçen debiye (toplam debi) oranına Volumetrik Verim denir. (0,95-0,98) alınır. [1],sf. 47 ve 2.14 eşitliğine göre tariflenir.

$$\eta_v = Q / Q' \quad (2.14)$$

Döner Çark Dış Yüzeylerinin Sürtünme Verimi

Vantilatör iç gücünden , döner çarkın dış yüzeylerinin sürtmesi yoluyla harcanan gücün çıkarılıp vantilatör iç gücüne bölünmesi ile elde edilir.

$$\eta_r = \frac{N_i - N_r}{N_i} \quad (2.15)$$

Vantilatör İç Verimi

Akışkan entropisinde artışa sebep olan tüm kayıplar iç verim olarak adlandırılır. N_i iç güç olmak üzere

$$\eta_i = N / N_i = \eta_v \cdot \eta_h \cdot \eta_t \quad (2.16)$$

olarak hesaplanır.

Mekanik Verim

Makinaya verilen mekanik enerjinin bir kısmı dış kayıplar (yataklar arasındaki sürtünmeler) tarafından yutulur ve mekanik kayıpları teşkil ederler ve akışkan entropisinde artışa neden olmayan kayıplardır. Vantilatörün iç gücünün , vantilatör gücüne oranına 'Mekanik verim' denir.

$$\eta_m = N_i / N_c \quad (2.17)$$

Toplam Verim

Vantilatör faydalı gücünün , yukarıdaki sebeplerden dolayı vantilatör miline ulaşabilen güce oranına 'Genel verim' denir.

$$\eta_g = N / N_c = \eta_v \cdot \eta_h \cdot \eta_t \cdot \eta_m \quad (2.18)$$

Özgül Hız

1 m³/sn debiyi 1 m. yukarı basmak için gereken devir sayısıdır. Özgül hız akım makinalarında biçim tayini için kullanılan önemli bir sayıdır. Biçim sayısı da denilen bu sayı küçüldükçe döner çark çapı büyür. Ayrıca n_q küçüldükçe döner çark eni o nispette daralmaktadır. D_2 / D_1 oranı ise n_q azaldıkça küçülür. Özgül hız,

$$n_q = n \cdot \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad (2.19)$$

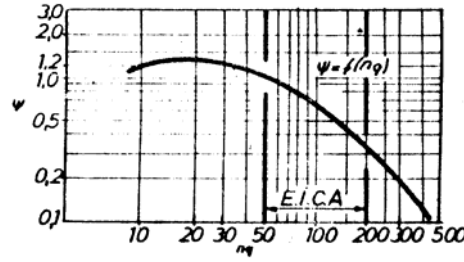
şeklinde bulunur.

Basınç Sayısı

Çevresel hızın basma yüksekliğine oranını tayin eden basınç sayısı,

$$\psi = 2 \cdot g \cdot H / U_2^2 \quad (2.20)$$

şeklinde ifade edilir. ψ direkt olarak aşağıdaki grafikten veya tablodan vantilatör tipine ve dizayn şartlarına göre seçilir, Şekil 2.3, Tablo 2.2.



Şekil 2.3. Basınç sayısı [1] (Geriye ve radyal vantilatörler için kullanıldı)

Tablo 2.2. [2] Basınç sayısı

(Öne Eğik Kanatlı)	1,2<ψ<1,6
Yüksek basınçlı santrifüj çarklar	n _q <40 1,0<ψ<1,2
Yüksek basınçlı santrifüj çarklar	40<n _q <80 1,0<ψ<1,1
Yüksek basınçlı santrifüj çarklar	80<n _q <100 0,9<ψ<1,0
Orta basınçlı santrifüj çarklar	100<n _q <200 0,6<ψ<0,9
Alçak basınçlı santrifüj çarklar	150<n _q <350 0,6<ψ<0,7

(Öne eğik vantilatörler için bu tablodan alındı)

2.2. MERKEZKAÇ VANTILATÖR DIZAYNI (RADYAL AKIMLI)

Döner çarkın konstrüksiyonu için gerekli hesaplar, Euler denklemlerine göre akım çizgileri esas alınarak yapılır.

Akım çizgilerinin gerçekte daha değişik bir yön takip etmesi nedeniyle , teorik olarak saptanan değerler Pfeiderer teorik esaslarına göre yeterli şekilde düzeltilir.

Özgül Hız (n_q) Hesabı

Q,H ve n değerleri verildiğine göre , (2.19) denkleminde özgül hız bulunur ve tanımda anlatıldığı gibi basınç sayısına verilen şekil (2.3)'den veya Tablo (2.2)'den seçilir.

Vantilatörü Çalıştıran Güç

$$\text{İş Gücü} \quad N_i = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{102 \cdot \eta_i} \quad (2.21)$$

$$\text{Mil Gücü} \quad N_e = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{102 \cdot \eta_t \cdot \eta_m} \quad (2.22)$$

Burada η_i iç verim, η_m mekanik verimdir. ($\eta_m = \frac{N_i}{N_e}$) Genellikle $\eta_m=0,80-0,97$ kadardır. Küçük vantilatörlerde düşük , büyük vantilatörlerde büyük verim alınır.

D₂ Çapının Geçici Hesabı

U₂ hızının hesabında geriye eğik konstrüksiyonlarında Şekil (2.3)'den , öne eğik ve radyal vantilatörlerde Tablo (2.2)'den basınç sayısı alınır ve (2.23) denkleminde yerine konularak bulunur. U₂ hızı,

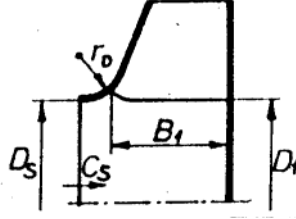
$$U_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H / \psi} \quad (2.23)$$

çıkış çapı D_2 ,

$$D_2 = 60 \cdot U_2 / \pi \cdot n \quad (2.24)$$

olarak bulunur. Burada elde edilen çap kesin çap değildir. Daha sonra yapılacak hesaplar sonucunda elde edilecek çap ile karşılaştırılacak ve değerler yakın değilse işlemler tekrarlanacaktır.

Fan Giriş Çapı



Şekil 2.4. Düz kanat giriş ve D_1 giriş çapının gösterilişi

Şekil (2.4)'de görüldüğü gibi (D_s) çapındaki alandan C_s hızı ile giren debi ;

$$Q' = \frac{\pi \cdot D_s^2}{4} \cdot C_s \quad (2.25)$$

formülüyle saptanır.

C_s =Emme hızı (m/sn.)
 Q' =Fan debisi ($m^3/sn.$)
 D_s =Emme çapı (m.)
 D_1 = Giriş çapı (m.)

Kaçak debi gözönüne alınarak (2.14) bağıntısından toplam debi çekilir. Verim (0,95-0,98) alınır.

$$D_s = \sqrt{\frac{4 \cdot Q'}{\pi \cdot C_s}} \cong D_1 \quad (2.26)$$

Pfleiderer'e göre [1], sf.49

$$C_s = \varepsilon \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (2.27)$$

şeklinde verilir.

Deneyler sonucunda elde edilen ε değerlerinden yola çıkılarak

$n_q < 30$ için $\varepsilon = 0,1-0,3$
 $n_q > 30$ için $\varepsilon = 0,55(n_q/100)^{1/3}$

olarak saptanır.

Kanat Giriş Eni (B_1)'in Hesabı

Sürekli olarak giren akımın ortalama hızını , kanat önünde (C_{om}) olarak ifade edelim. (C_{om}) gerçekten meridyenel ortalama hızdır. Fan miline paralel olarak giren hava akımının (C_s) giriş hızı kanat girişinde aynı kalmaz. Böylece $Q' = \pi \cdot D_1 \cdot B_1 \cdot C_{om}$ olarak ifade edilir. Buradan yüksek verimli fan dizaynı için ,

$$m = C_{om} / C_s = 0,5 \cdot (100 / n_q)^{1/6} \quad (2.28)$$

formülünden yararlanarak;

$$B_1 = \frac{Q}{\pi \cdot D_1 \cdot C_{om}} \quad (2.29) [1], \text{ sf.-51}$$

bulunur.

C_s giriş hızı aksenal durumdan radyal duruma geçerken (yön değiştirmesi anında) yavaşlar, hızlanır veya aynı kalabilir. Bunlardan birisini kabul ederek fan dizayn etmek mümkündür. Yukarıdaki sonucun sağlanması için fan ağzının (r_D) eğrilik yarıçapının (deneylere göre) $r_D = 0,14 D_1$ olarak alınması gerekir.

Kanat Kalınlığı

Genellikle vantilatörlerde kanat kalınlığı $S = 3-5$ mm. arasında seçilir. (sf 53,[1])

s : Kanat kalınlığı

t_1 : Giriş kanat hatvesi

t_2 : Çıkış kanat hatvesi

β_1 : Giriş açısı

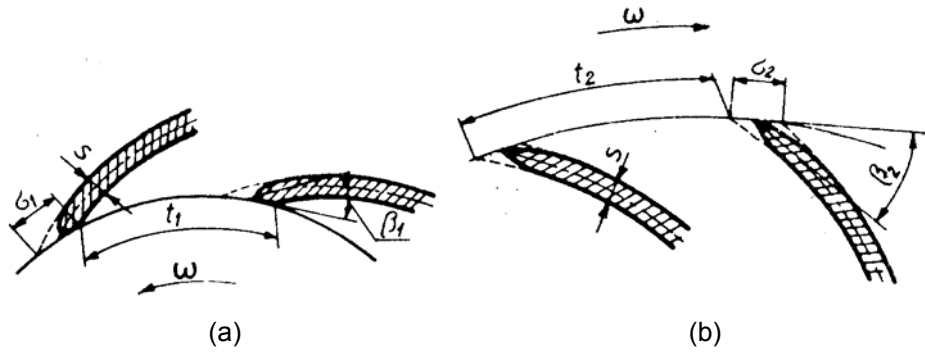
β_2 : Çıkış açısı

$\sin \beta_1 = S / \sigma_1$

$\sin \beta_2 = S / \sigma_2$

(2.30)

(2.31)



Şekil 2.5. Kanat taksimatları

Şekil (2.5a)'da girişte çevre üzerindeki kanat kalınlığı (σ_1) ile ve Şekil (2.5b)'de çıkışta , çevre üzerindeki kanat kalınlığı σ_2 ile gösterilmiştir.

Daralma Faktörü

Kanat önündeki ortalama meridyen giriş hızını (C_{om}) olarak ifade etmiştik. Ancak kanat kalınlığından dolayı daralma olacağından kanala giriş artacaktır. Havanın kanala giriş yerinde (D_1) çapında C_{1m} hızı meydana gelecektir. $C_{1m} > C_{om}$ olur. ξ : Daralma faktörüdür.

$$C_{om} / C_{1m} = \xi = 1 - \sigma_1 / t_1 \quad (2.32)$$

olarak ifade edilir. Burada t_1 taksimat hatvesini ifade eder.

ξ , geriye eğik kanatlı merkezkaç vantilatörler 0,92 ile 0,96 ; radyal ve öne eğik kanatlı vantilatörlerde daha küçük alınır. Ayrıca çıkış meridyen hızı

$$C_{2m}=(0,6\sim 0,8) \cdot C_{1m} \quad (2.33)$$

İç verim η_i , hidrolik verim η_h , C_{2m} ve C_{1m} arasında aşağıdaki bağıntılar vardır.

$$\eta_h=(1,05\sim 1,1) \cdot \eta_i \quad (2.34)$$

$C_{2m} / C_{1m}=0,6-0,8$ olarak alınacaktır.

($n_q < 40$) değerler için , küçük sayısal değerler ,($n_q=80-100$) değerleri için , büyük sayısal değerler seçilmelidir. [1] , sf 5

U₁ Hızının ve (β_1) Açısının Hesabı

Giriş ve çıkış çapları oranı , giriş ve çıkış hızları oranına eşitlenerek girişteki çevre hızı bulunur.

$$U_1=U_2 \cdot (D_1 / D_2) \quad (2.35)$$

Seçilen ξ değeri kullanılarak kanat giriş açısı (2.36) formülünden bulunur.

$$tg\beta_1 = \frac{C_{1m}}{U_1} = \frac{C_{om}}{\xi \cdot U_1} \quad (2.36)$$

Kanat Sayısı (Z)

Kanat sayısının optimum değerini elde etmek mümkün değildir. Bazı kabullerle elde edilen , [3] sf 53

$$Z = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1 + (D_1 / D_2)}{1 - (D_1 / D_2)} \quad (2.37)$$

formülü iyi bir netice verir. Ayrıca bu değer çıkış açısının bulunmasından sonra aşağıdaki Eck veya Pfeleiderer formülleri ile karşılaştırılarak daha iyi bir netice elde edilir. Ayrıca geriye eğik kanatlı vantilatörler için β_1 açısının ön kabulü ile β_2 açısı da saptanır. Genellikle $\beta_2=\beta_1+10^\circ$ olarak alındığında verim artmaktadır. Ancak yapılan deneyler $\beta_2=\beta_1+10^\circ$ alınması gerektiğini göstermiştir.

Kanat sayısı:

$$Z = K \cdot \frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1} \cdot \sin \beta_m$$

$$\sin \beta_m = \sin \left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{2} \right)$$

olarak yerine konur ve $K=3-8$ arası alınabilir.

(β_2) Açısının Hesabı

Eck⁵⁴² bağıntısından , β_2 elde edilir. [4] , sf 152.

$$Z = \frac{8,5 \cdot \sin \beta_2}{(1 - D_1/D_2)}$$

geriye eğik ve radyal kanat için

$$x = \frac{Z}{5} \cdot \frac{(D_2 - D_1)}{(D_2 + D_1)}$$

$$\beta_2 = a \tan \left(\frac{x}{\sqrt{1-x^2}} \right) \cdot \frac{2 \cdot 180}{\pi} - \beta_1 \quad (2.38)$$

öne eğik kanat için

$$\beta_2 = 180 - \left(a \tan \left(\frac{x}{\sqrt{1-x^2}} \right) \cdot \frac{2 \cdot 180}{\pi} - \beta_1 \right)$$

eşitlikleri kullanılır. [5][6]

Daralma Faktörü Kontrolü

$$t_1 = \pi \cdot D_1 / Z$$

formülünde t_1 taksimat hatvesini ifade eder.

Kanat kalınlığı $S=(3\sim 5)$ alınarak,

$$\sigma_1 = S / \sin \beta_1 \quad (2.39)$$

(2.32) formülünden ,

$$\xi_1 = (t_1 - \sigma_1) / t_1$$

olarak bulunur. Daralma faktörü bulunarak ilk seçilen değer kontrol edilir. Fark az ise devam edilir.

Güç Azalma Faktörü (μ)

Euler denklemine göre, kanallar içersindeki hava (w_2) hızıyla ve u_2 çevre hızıyla (β) açısı yaparak kanalı terk eder.

Gerçekte bu durum daha farklıdır. Kanat belirli sayıda olduğu için kanatlar yeteri kadar akımı yöneltmez. Kanat sayısı çoğaldıkça , akımın doğrultusu $H_{th\infty}$ koşuluna yaklaşır. Gerçek koşulda geriye dönük kanat sisteminde ($\beta_2 < 90^\circ$) kanalı terkeden hava , dönüş yönüne ters yöndedir. Relatif hız artacağından (β_2) açısı azalarak (β_3) durumuna gelir. Çıkış üçgeni Şekil (2.2)'deki durumdadır. Gerçek bir vantilatörde kanat sayısı belirli olduğu için $C_{2u} > C_{3u}$ 'dur.

$$\frac{C_{3u}}{C_{2u}} = \mu = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot [0,75 \cdot (1 + \beta_2 / 60)]}{Z \cdot [1 - (D_1 / D_2)^2]}} \quad (2.40)$$

Teorik basma yüksekliği

$$H_{th}=H / \eta_h \quad (2.41)$$

olarak bulunur.

Çevresel Hız Kontrolü

$$U_2 = \pm \frac{C_{2m}}{2 \cdot \tan \beta_2} \cdot \sqrt{\left(\pm \frac{C_{2m}}{2 \cdot \tan \beta_2} \right)^2 + g \cdot H_{th\infty}} \quad (2.42)$$

Yeni çevresel hıza göre gerekirse çıkış çapı (2.24) formülünden hesaplanarak işlemler tekrarlanır. (2.42) formülünde öne eğik kanatlı merkezkaç vantilatörler için (-) değerler , geriye eğik kanatlı merkezkaç vantilatörler için (+) değerler alınır. [1] ,sf 57

$$D_2=60.U_2 / \pi.n$$

Çıkış Kenarı Hesabı

t_2 hesabı yapıldıktan sonra (2.43)'den kanat kalınlığı ve (2.44)'den çıkış daralma faktörü bulunur, Şekil (2.5).

$$t_2=\pi.D_2 / Z$$

$$\sigma_2 = S / \sin \beta_2 \quad (2.43)$$

$$\xi_2= (t_2-\sigma_2) / t_2 \quad (2.44)$$

Çark genişliği

$$B_2 = \frac{Q'}{\pi.D_2.C_{2m}.\xi_2} \quad (2.45)$$

bulunur.

3. EKSENEL VANTİLATÖRLER

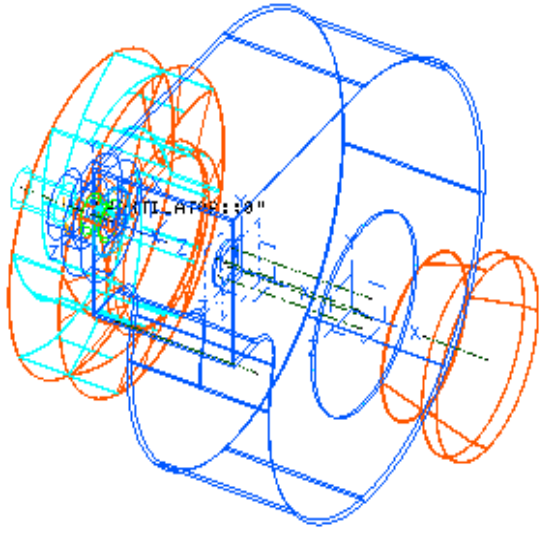
Merkezkaç vantilatörlere benzer olarak akış debisi, basınç artışı ve devir sayısı verilmiş olan ve yönlendirici kanatları bulunmayan eksenel vantilatörün tasarımında aşağıdaki sıra izlenmiştir

1. Standart bir kanat profili seçilir.
2. Bu profile bağlı olarak boyutsuz basınç ve debi sayıları belirlenir.
3. Vantilatörün toplam verimi ve kanat sayısı seçilir.
4. Toplam basınç ve vantilatör gücü hesaplanır , motor seçimi yapılır.
5. Üç değişik kesitte hız üçgenleri ve giriş- çıkış açıları hesaplanır.
6. Gerekli mukavemet hesapları yapılır.

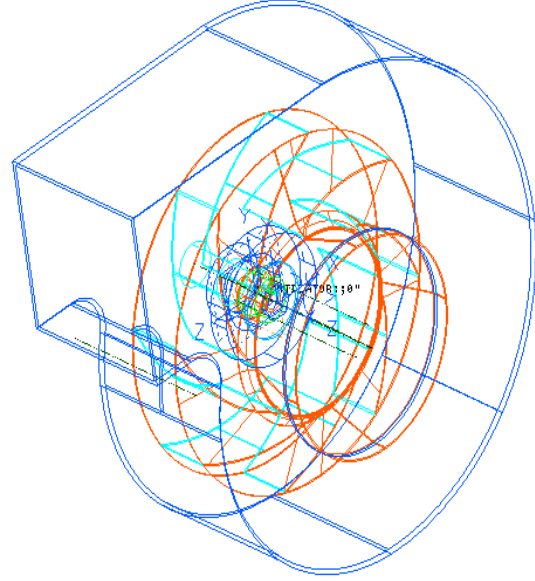
4. ÇİZİM

Üzerinde çalışılan program merkezkaç vantilatör tipleri olan geriye eğik, radyal,öne eğik kanatlı merkezkaç ve eksenel vantilatörler için hazırlanmıştır. Programın seçilen vantilatör tipine göre tasarım kısmı ile kullanıcı tarafından istenilen özellikleri sağlayan vantilatör montaj resimleri I-DEAS ve AutoCAD adlı tasarım programları ile birlikte çalışarak oluşturulmaktadır. Hesapların yapıldığı taban

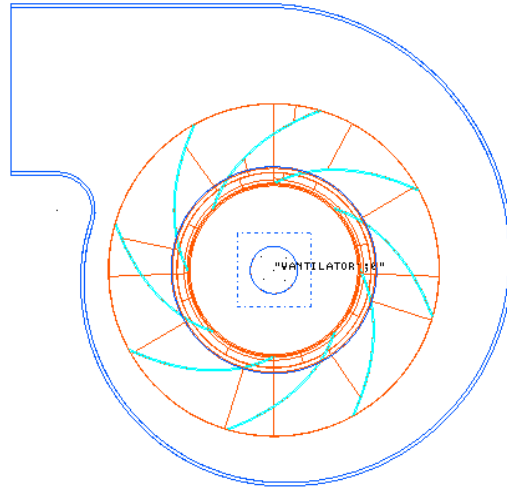
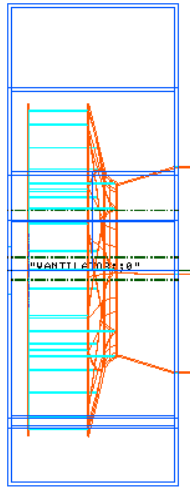
program BASIC olup, burada hesaplanan vantilatör boyutlarıyla ilgili karakteristik değerler ekrana yazıldıktan sonra I-DEAS için bir program dosyası (.prg), AutoCAD için ise bir script dosyası (.scr) oluşturmakta ve bu dosyalar aracılığı ile de çizimler oluşturulmaktadır. Her vantilatör tipi için kanat sayısının girildiği ve hesaplatıldığı olmak üzere ikişer program yazılmıştır. Programlar çalıştırıldığında ekrana debi, basınç düşümü, devir sayısı, güç ve çevre sıcaklığı ve opsiyona bağlı olarak kanat sayısı ile ilgili ön (default) değerler gelmekte ve kullanıcı tarafından değiştirilmesi istenilen değerlerin girilmesi için menü sunulmaktadır. Hesaplamalar ayrıca mil bağlantısı ve bununla ilgili mukavemet değerlerini de içermekte ve ayrıca mil bağlantısını çizdirmektedir. Aşağıda geriye eğik 8 kanatlı merkezkaç ve eksenel vantilatörler için I-DEAS yazılımı çıktısı ve öne eğik kanatlı merkezkaç vantilatör için AutoCAD yazılımı ile çizdirilen resimler görülmektedir, Şekil (4.1),..Şekil (4.5).



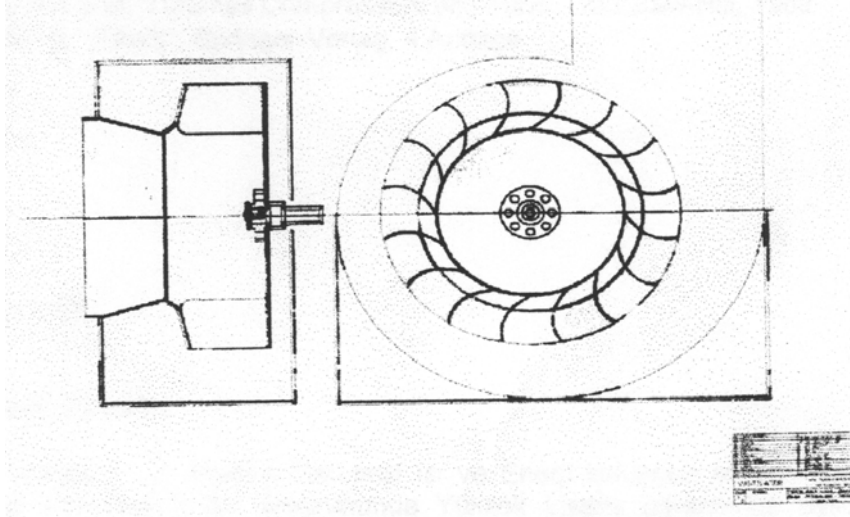
Şekil 4.1. Patlatılmış montaj resmi



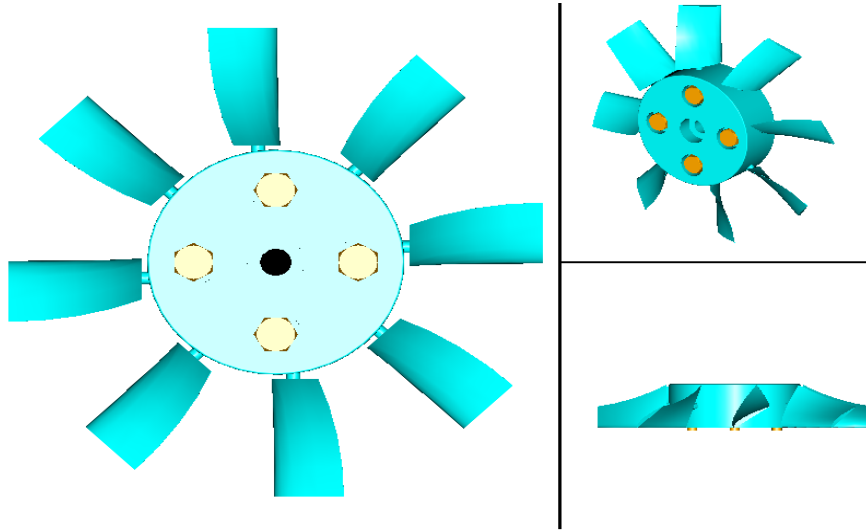
Şekil 4.2. Montaj resmi



Şekil 4.3. Montaj Teknik resmi



Şekil 4.4. AutoCAD Montaj Teknik resmi



Şekil 4.5. Eksenel vantilatör Montaj Teknik resmi

SONUÇ

Uygulamada çok sık kullanılan ve görüldüğü üzere farklı tipleri bulunan merkezkaç ve eksenel vantilatörleri tek tek tasarlama ve değerlendirme zorunluluğu vardır. En uygun tasarıma ulaşabilmek için birçok tasarım değişkeni etkili olmaktadır. Geliştirilen bu programlar sayesinde tasarım süresi kısaltılmakta ve programın kullanıcı ara yüzü kolay olduğu için bu tasarım değişkenleri kolayca değiştirilerek en iyi çözüm bulunabilmektedir. Ayrıca üretim sırasında gerekli tüm boyutlar I-DEAS veya AutoCAD gibi çizim yazılımlarından kolayca alınabilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] GÖKELİM, A.T. "Endüstriyel Fan ve Kompresör Tesisleri", Birsen Yayınları, 1983
- [2] ÖZGÜR C., YAZICI H.F. "Pompalar Vantilatörler Kompresörler", İTÜ
- [3] BÜYÜKTÜR A.R. "Radyal Vantilatörler" İTÜ
- [4] UĞURAL G, PARMAKSIZOĞLU C. "Vantilatör ve Sistemleri, Termas Yayınları, 1992
- [5] YAHYA S.M. "Turbines Compressors and Fans", McGraw-Hill, 1989
- [6] ECK B. "FANS", Springer-Verlag, 4 Auflage

ÖZGEÇMİŞ**Fuat Hakan DOLAY**

1996 yılında İ.T.Ü. Makina Fakültesi Isı ve Enerji kolundan mezun olmuştur. Aynı yıl İ.T.Ü. Makina Fakültesi Enerji programında Yüksek Lisans öğrenimine başlamıştır. Halen İ.T.Ü. Makina Fakültesi Enerji kolunda Yüksek Lisans eğitimini sürdürmekte ve Momentum A.Ş.'de çalışmaktadır.

Cem PARMAKSIZOĞLU

1975 İTÜ Makina Fakültesi, Kuvvet-Isı Kolunu, 1977 İTÜ Makina Fakültesi, Enerji kolunu bitirmiştir. 1985 yılında İTÜ Makina Fakültesinden Doktor ünvanını almış ve 1989 yılında Doçent olmuştur. Kısa ve uzun süreli olarak Sulzer (A.G.) İsviçre ve U.C. Lawrence Berkeley Laboratory'de çalışmıştır. Halen İTÜ Makina Fakültesinde Doçent ve CAD-CAM Merkezi Müdürü olarak çalışmaktadır. Isı Geçişi, Termik Türbo akınalar ve Tesisat ilgi alanıdır