

**TARIM MAKİNALARINDA KULLANILAN RADYAL  
VANTİLATÖRLERİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ  
TASARIMI**

**Kamil SAÇILIK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI**

**1992**

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

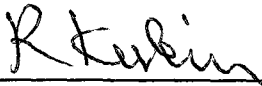
TARIM MAKİNALARINDA KULLANILAN RADYAL VANTİLATÖRLERİN  
BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI

Kamil SAÇILIK

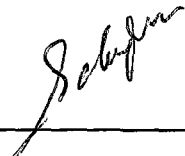
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Bu tez 01/10/1992 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından  
95 ( Doksanbeş ) not takdir edilerek Oybirliği/Oyçokluğu  
ile kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Rahmi KESKİN  
(Danışman)



Prof. Dr. Doğan ERDOĞAN



Prof. Dr. Bilge ERDİLLER

**ÖZET**

Yüksek Lisans Tezi

**TARIM MAKİNALARINDA KULLANILAN RADYAL VANTİLATÖRLERİN  
BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI**

Kamil SAÇILIK

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr.Rahmi KESKİN

1992, Sayfa: 78

Jüri : Prof.Dr.Rahmi KESKİN  
Prof.Dr.Doğan ERDOĞAN  
Prof.Dr.Bilge ERDİLLER

Bu araştırmada, tarım makinalarında kullanılan radyal vantilatörlerin bilgisayar destekli tasarımı için bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Geliştirilen bu bilgisayar programı ile, radyal vantilatörlerin ana organlarından döner çark ve salyangoz gövdenin tasarım parametrelerinin optimum değerleri saptanmıştır. Tasarım, özgül devir sayısı 100'e kadar olan radyal vantilatörler için yapılmıştır. Literatürden elde edilen bilgiler kullanılarak, bir tasarım yöntemi geliştirilmiştir. Turbo Pascal 6.0 dilinde hazırlanan program; elde edilen tasarım parametrelerine göre, döner çark ve salyangoz gövdenin çeşitli görüntülerini çizebilecek kapasitededir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Radyal vantilatör, bilgisayar destekli tasarım, döner çark, salyangoz gövde, özgül devir sayısı, basınç katsayısı.

**ABSTRACT**

Masters Thesis

**COMPUTER-AIDED DESIGN OF RADIAL FANS USED IN FARM  
MACHINERY**

Kamil SAÇILIK

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Prof.Dr.Rahmi KESKİN

1992, Page : 78

Jury : Prof.Dr.Rahmi KESKİN  
Prof.Dr.Doğan ERDOĞAN  
Prof.Dr.Bilge ERDİLLER

In this study, it has been developed a computer program for computer-aided design of radial fans used in farm machinery. By using prepared software, the optimum values of design parameters of impeller and spiral housing the radial fans of which are main parts have been determined. The design of radial fans has been performed for specific speed up to 101. By using usefull data obtained from the literature, a design method has been carried out. The software, prepared in Turbo Pascal 6.0 programming language, has the ability to draw necessary views of impeller and spiral housing according to calculated design parameters.

**KEY WORDS :** Radial fans, computer-aided design, impeller, spiral housing, specific speed, pressure coefficient.

## ÖNSÖZ

Bilim ve teknikteki gelişmeler, yeni arayışları da beraberinde getirmektedir. İnsanoğlunun en iyiyi elde etme arzusu, bu arayışları zorunlu kılmaktadır. Hemen hemen her alanda ortaya çıkan bu arayışlarda bilimsel çalışmalar, soruna çözüm bulmada en etkin görevi üstlenmektedir.

Makina tasarımıda ortaya çıkan gelişmeler, tarım makinaları imalat sanayini de etkilemektedir. Bu sektörde yeni ve ileri tekniklerin uygulanması, oldukça önemli olmaktadır. Çağımızın en belirgin teknolojik simgesi olan bilgisayarlar ise, yeni ve ileri teknikleri uygulamada tasarımcıların vazgeçilemez bir yardımcısı haline gelmiştir.

Vantilatörler, sanayide olduğu kadar tarımda da önemli bir yere sahiptir. Tarım makinalarında kullanım alanı oldukça fazla olan radyal vantilatörlerin bilgisayar destekli tasarımıda; yeni ve ileri tekniklerin uygulanması, bu çalışmanın ana ilkesini oluşturmuştur.

Radyal vantilatör tasarımıda, önemli bir boşluğu dolduracağı kanısını taşıdığım bu çalışmanın tasarımcılara, imalatçılara ve kullanıcılara yararlı olması en büyük dileğimizdir.

Bana, bu konuda çalışma olanağı veren Danışmanım Sayın Prof.Dr.Rahmi KESKİN'e teşekkürlerimi sunarım. Tezin hazırlanmasında çalışmalarımı yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen Ali Rıza ATASOY'a ve Hasan OĞUZ'a teşekkürü bir borç bilirim...

**Kamil SAÇILIK**  
**Ankara, 1992**

## SİMGELER

B	Akım yönüne dik salyangoz genişliği (m)
$B_1'$	Kanat giriş uzunluğu (m)
$B_1$	Kanat giriş genişliği (m)
$B_2$	Kanat çıkış genişliği (m)
$C_1$	Kanat girişindeki mutlak hız (m/s)
$C_2$	Kanat çıkışındaki mutlak hız (m/s)
$C_{1m}$	Kanat girişindeki mutlak hızın düşey bileşeni (m/s)
$C_{2m}$	Kanat çıkışındaki mutlak hızın düşey bileşeni (m/s)
$C_{3m}$	Döner çarkı terk eden havanın mutlak hız yönündeki düşey bileşeni (m/s)
$C_{om}$	Kanat önündeki ortalama meridyonel hava hızı (m/s)
$C_s$	Döner çarkın göbeğindeki emme hızı (m/s)
$C_{1u}$	Kanat girişindeki mutlak hızın çevre hızı yönündeki bileşeni (m/s)
$C_{2u}$	Kanat çıkışındaki mutlak hızın çevre hızı yönündeki bileşeni (m/s)
$C_{3u}$	Döner çarkı terk eden havanın çevre hızı yönündeki bileşeni (m/s)
$D_1$	Döner çarkın giriş çapı (m)
$D_2$	Döner çarkın çıkış çapı (m)
$D_q$	Özgül çap katsayısı
$D_s$	Döner çarkın göbeğindeki emme çapı (m)
g	Yerçekimi ivmesi ( $m/s^2$ )
H	Toplam basma yüksekliği (J/kgf)
$H_{th}$	Teorik toplam basma yüksekliği (J/kgf)

$H_{tho}$	Teorik-sonsuz toplam basma yüksekliği (J/kgf)
$L[i]$	Salyangoz gövdenin eksen uzunlukları (m)
$m_L$	Kütlesel verdi (kgf/s)
$n$	Devir sayısı (1/min)
$nq$	Özgöl devir sayısı
$N_e$	Vantilatör miline verilen güç (Mil gücü) (kW)
$N_i$	Döner çark tarafından yutulan güç (İç güç) (kW)
$N_{tho}$	Teorik-sonsuz güç (W)
$\Delta P$	Toplam basınç (Pa)
$\Delta P_{th}$	Teorik toplam basınç (Pa)
$\Delta P_{tho}$	Teorik-sonsuz toplam basınç (Pa)
$Q$	Vantilatör verdisi ( $m^3/s$ )
$Q'$	Döner çarktan geçen verdi ( $m^3/s$ )
$r_1$	Döner çarkın giriş yarıçapı (m)
$r_2$	Döner çarkın çıkış yarıçapı (m)
$r_D$	Kanat ağzı eğrilik yarıçapı (m)
$r_z$	Salyangoz gövdenin başlangıç yarıçapı (m)
$R$	Kanat eğrilik yarıçapı (m)
$R[i]$	Salyangoz gövdenin spiral yarıçapları (m)
$s$	Kanat kalınlığı (m)
$t$	Hava sıcaklığı ( $^{\circ}C$ )
$t_1$	Kanat giriş hatvesi (m)
$t_2$	Kanat çıkış hatvesi (m)
$U_1$	Kanat girişindeki çevre hızı (m/s)
$U_2$	Kanat çıkışındaki çevre hızı (m/s)
$U_{21}$	Kanat çıkışındaki gerçek çevre hızı (m/s)
$W_1$	Kanat girişindeki bağıl hız (m/s)
$W_2$	Kanat çıkışındaki bağıl hız (m/s)

$z$	Kanat sayısı
$\alpha_1$	Kanat girişinde $U_1$ ile $C_1$ arasındaki açı ( $^\circ$ )
$\alpha_2$	Kanat çıkışında $U_2$ ile $C_2$ arasındaki açı ( $^\circ$ )
$\beta_1^\circ$	Kanat giriş açısı ( $^\circ$ )
$\beta_2^\circ$	Kanat çıkış açısı ( $^\circ$ )
$\gamma$	Kanat çıkış genişliği açısı ( $^\circ$ )
$\gamma_1$	Havanın özgül ağırlığı ( $\text{kgf}/\text{m}^3$ )
$\delta$	Çap katsayısı
$\delta_1$	Spiral açısı ( $^\circ$ )
$\epsilon$	Çevre üzerindeki kanat kalınlığı (m)
$\eta$	Toplam verim (%)
$\eta_h$	Hidrolik verim (%)
$\eta_f$	İç verim (%)
$\eta_m$	Mekanik verim (%)
$\eta_r$	Sürtme verimi (%)
$\eta_v$	Volumetrik verim (%)
$\theta_i$	Salyangoz gövdenin eksen uzunluklarında kullanılan açı ( $^\circ$ )
$\lambda$	Güç katsayısı
$\lambda_1$	Kanat girişindeki daralma katsayısı
$\lambda_2$	Kanat çıkışındaki daralma katsayısı
$\mu$	Güç azalma katsayısı
$\rho$	Havanın özgül kütlesi ( $\text{kgf}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$ )
$\sigma$	Hız katsayısı
$\phi$	Verdi katsayısı
$\psi$	Basınç katsayısı
$\omega$	Açısal hız (rad/s)

## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1.1. Vantilatör çeşitleri . . . . .	2
Şekil 1.2. Radyal vantilatörde havanın giriş ve çıkış yönü .	3
Şekil 1.3. Aksiyal vantilatörlerde havanın giriş ve çıkış yönü . . . . .	3
Şekil 1.4. Çift radyal geçişli vantilatörlerde havanın giriş ve çıkış yönü . . . . .	4
Şekil 2.1. Giriş ve çıkış hız üçgenleri . . . . .	9
Şekil 2.2. Radyal girişte giriş hız üçgeni . . . . .	9
Şekil 2.3. Teorik ve gerçek çıkış hız üçgenleri . . . . .	10
Şekil 2.4. Özgül devir sayısı ile iç verim, basınç katsayısı ve özgül çap katsayısı arasındaki ilişki . . . . .	11
Şekil 2.5. Döner çarktaki gerilme haritaları . . . . .	13
Şekil 2.6. Çeşitli $\beta_2^0$ açıları için $Q-\Delta P_{tho}$ ilişkisi . . . . .	13
Şekil 2.7. Çeşitli $\beta_2^0$ açıları için $Q-N_{tho}$ ilişkisi . . . . .	14
Şekil 2.8. Döner çarkın emme ve giriş çapı . . . . .	16
Şekil 2.9. Giriş ve çıkıştaki kanat kalınlığı . . . . .	17
Şekil 2.10. Kanat çıkış açılarına göre çıkış hız üçgenleri .	18
Şekil 3.1. Özgül devir sayısı ile döner çarkın çıkış ve giriş çapının değişimi . . . . .	24
Şekil 3.2. Özgül devir sayısı ile kanat giriş genişliği arasındaki ilişki . . . . .	25
Şekil 3.3. Özgül devir sayısı ile kanat giriş ve çıkış açısının değişimi . . . . .	27
Şekil 3.4. Özgül devir sayısı ile kanat çıkış genişliği arasındaki ilişki . . . . .	30
Şekil 3.5. Özgül devir sayısı ile kanat ağız eğrilik yarıçapı arasındaki ilişki . . . . .	31
Şekil 3.6. Döner çarkın çeşitli parametrelerinin ölçülendirilmesi . . . . .	32

Şekil 3.7. Tek eğrilik yarıçaplı metod ile kanatların çizimi . . . . .	33
Şekil 3.8. Özgül devir sayısı ile kanat eğrilik yarıçapı arasındaki ilişki . . . . .	34
Şekil 3.9. Salyangoz gövde içerisindeki çevre hızları . . . .	35
Şekil 3.10. Salyangoz gövdenin önden ve sol yandan görünüşü .	36
Şekil 4.1. Kamil.Exe'nin ana ekranı . . . . .	41
Şekil 4.2. Veri girişi ekranı . . . . .	42
Şekil 4.3. Ana verilerin girilmesi . . . . .	43
Şekil 4.4. Yardımcı verilerin girilmesi . . . . .	43
Şekil 4.5. Ana menü ekranı . . . . .	44
Şekil 4.6. F1 ekranı . . . . .	45
Şekil 4.7. F2 ekranı . . . . .	45
Şekil 4.8. Özgül devir sayısı ile basınç katsayısı arasındaki ilişki . . . . .	48
Şekil 4.9. Özgül devir sayısı ile verdi katsayısı arasındaki ilişki . . . . .	49
Şekil 4.10. Özgül devir sayısı ile hız katsayısı arasındaki ilişki . . . . .	50
Şekil 4.11. Özgül devir sayısı ile özgül çap katsayısı arasındaki ilişki . . . . .	50
Şekil 4.12. Özgül devir sayısı ile güç katsayısı arasındaki ilişki . . . . .	51
Şekil 4.13. Özgül devir sayısı ile $D_1/D_2$ oranı arasındaki ilişki . . . . .	52
Şekil 4.14. Verdi katsayısı ile çap katsayısı arasındaki ilişki . . . . .	53
Şekil 4.15. Verdi katsayısı ile güç katsayısı arasındaki ilişki . . . . .	54
Şekil 4.16. Verdi katsayısı ile $D_1/D_2$ oranı arasındaki ilişki . . . . .	55

## İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ . . . . .	1
1.1. Tarım Makinalarında Kullanılan Vantilatörler ve Önemi	1
1.2. Vantilatör Tasarımında Bilgisayar Kullanımı . . . . .	4
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI . . . . .	8
3. MATERYAL VE METOD . . . . .	20
3.1. Materyal . . . . .	20
3.2. Metod . . . . .	21
3.2.1. Giriş parametrelerinin belirlenmesi . . . . .	21
3.2.2. Döner çarkın yapım özelliklerinin belirlenmesi	22
3.2.2.1. Döner çarkın çıkış çapının belirlenmesi . . . . .	22
3.2.2.2. Döner çarkın giriş çapının belirlenmesi . . . . .	23
3.2.2.3. Kanat giriş genişliğinin belirlenmesi . . . . .	24
3.2.2.4. Kanat giriş ve çıkış açılarının belirlenmesi . . . . .	25
3.2.2.5. Kanat sayısının belirlenmesi . . . . .	27
3.2.2.6. Kanat çıkışındaki çevre hızının belirlenmesi . . . . .	28
3.2.2.7. Kanat çıkış genişliğinin belirlenmesi . . . . .	30
3.2.2.8. Kanat eğri eğrilik yarıçapının belirlenmesi . . . . .	31
3.2.2.9. Kanat çıkış genişliği açısı ve giriş uzunluğunun belirlenmesi . . . . .	32
3.2.2.10. Kanat eğrilik yarıçapının belirlenmesi . . . . .	33
3.2.3. Salyangoz gövdenin yapım özelliklerinin belirlenmesi . . . . .	34
3.2.4. Vantilatör gücünün belirlenmesi . . . . .	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE SONUÇLAR . . . . .	39
4.1. Geliştirilen Bilgisayar Programının Tanıtımı . . . . .	39
4.2. Tasarımda Kullanılan Boyutsuz Katsayıların İncelenmesi . . . . .	47
5. KAYNAKLAR . . . . .	56
EK-A . . . . .	58

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Tarım Makinalarında Kullanılan Vantilatörler ve Önemi

Tarım makinaları mühendisleri; ülkemizde gelişmekte olan teknolojiye uyum sağlayabilmesi için, bilimsel yöntemlere göre tasarım yapmalıdırlar. Ne yazık ki, mühendislik ilkeleriyle bağdaşmayan tarım makinaları tasarımında düşük kalitede üretim yapılmakta; ülkemizin kıt kaynakları boşa harcanmaktadır.

Tarım makinaları mühendisliğinin ölçütlerine uygun olarak yapılan tasarımlarda ise, istenen sonuçlar elde edilmektedir. Araştırma ve geliştirme sürecinde; tarım makinalarının bütününün yanısıra çeşitli organlarını incelemek, tasarımcıların en önemli konusunu oluşturmaktadır. Tarım makinalarında kullanılan vantilatörlerin de bu süreç içerisinde ele alınmasında yarar vardır.

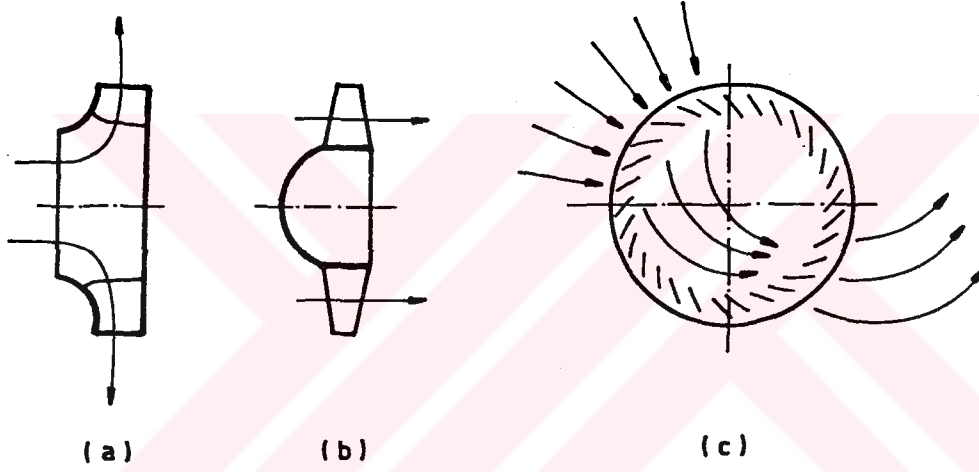
Günlük yaşamda da sıkça kullanılan vantilatörler, tarım makinalarında önemli bir organ olarak görev yapmaktadır. Halen, çeşitli tarım makinalarında kullanılan ve kullanılma kapsamı genişleyecek alanlar aşağıda verilmiştir:

- a) Ekim makinaları,
- b) Tohum temizleme makinaları,
- c) Gübreleme makinaları,
- ç) Hasat-harman makinaları,
- d) Tarımsal savaşım makinaları,
- e) Ürün kurutma,
- f) Pnömatik iletim tesisleri.

Tarım makinalarında bu kadar geniş kullanım alanına sahip olması, vantilatörlerin önemini artırmaktadır.

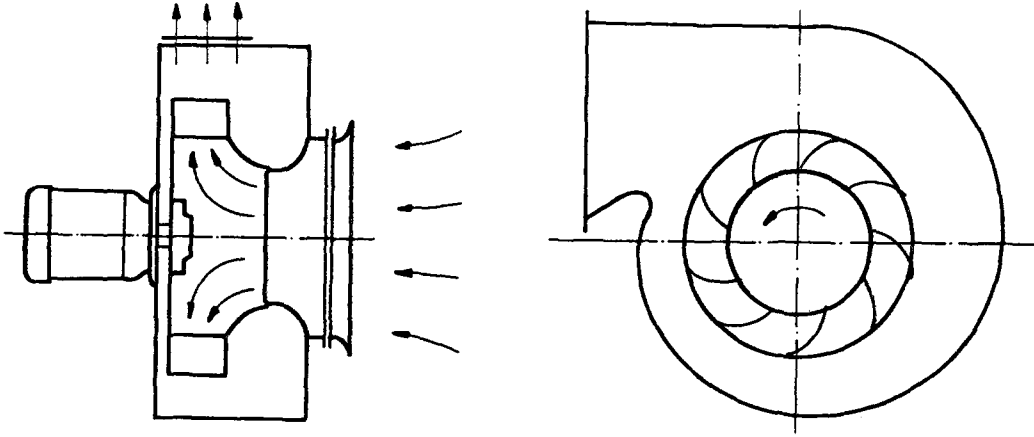
Belirli bir basınç farkı yaratarak, sürekli bir şekilde hava akımı sağlayan vantilatörler; havanın döner çark içerisinde izlediği yörüngeye göre üç ana grupta toplanmaktadır (Şekil 1.1):

- a) Radyal vantilatörler,
- b) Aksiyal vantilatörler,
- c) Çift radyal geçişli vantilatörler.



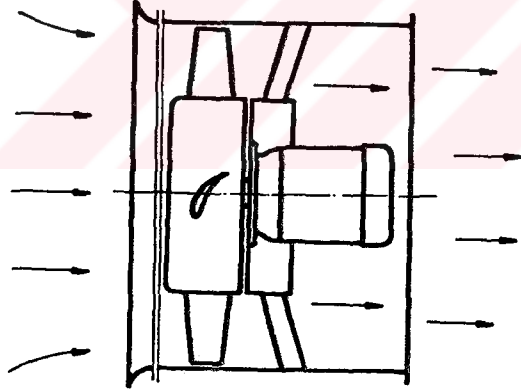
Şekil 1.1. Vantilatör çeşitleri (Bommes ve Kramer 1990).

Radyal vantilatörler, düşük verdi koşullarında yüksek basınç sağlarlar. Aksiyal olarak giren hava  $90^\circ$  yön değiştirdikten sonra, radyal olarak döner çarkı terketmektedir (Şekil 1.2). Tarım makinalarında, kanatları geriye doğru eğimli ve düz kanatlı radyal vantilatörler fazla kullanım alanı bulmaktadır. Ayrıca, bu vantilatörlerin kanat sayıları da az olmaktadır (Evcim 1991).



Şekil 1.2. Radyal vantilatörde havanın giriş ve çıkış yönü (Bommes ve Cramer 1990).

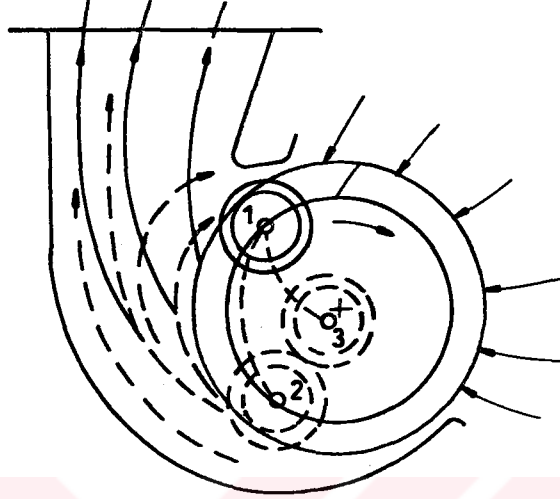
Düşük basınç koşullarında yüksek verim sağlayan aksiyal vantilatörlerde hava, çarka aksinel olarak girip aynı yönde çıkmaktadır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Aksiyal vantilatörlerde havanın giriş ve çıkış yönü (Bommes ve Kramer 1990).

Aksiyal vantilatörler, radyal vantilatörlere göre daha hafif, küçük boyutlu ve ucuz olmaktadır. Ayrıca, bu vantilatörler özellikle tarımsal savaşım makinaları ve ser havalandırmasında kullanılmaktadır.

Çift radyal geçişli vantilatörler, yüksek basınç ve verdi sağlayan küçük boyutlu vantilatör çeşitidir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Çift radyal geçişli vantilatörlerde havanın giriş ve çıkış yönü (Bommes ve Kramer 1990).

Bu vantilatörlerin verimleri düşük olup (0.30 - 0.65), güvenilir yapım metodları yoktur. Tarımsal ürünlerin kurutulması, ser havalandırması ve sapdöverlerde, çift radyal geçişli vantilatörlerin kullanılabileceği düşünülmektedir (Yılmaz ve Haktanır 1986).

## 1.2. Vantilatör Tasarımında Bilgisayar Kullanımı

Beden gücünü makinalaştıran birinci sanayi devrimi henüz yeryüzüne yayılmadan, XX. yüzyılın ikinci yarısında, beyin gücünü makinalaştıran ikinci sanayi devrimi ortaya çıkmıştır. Bu ikinci devrime yol açan bilgisayarlar, çağımızın en belirgin teknolojik simgesi olmuştur.

Tarım makinaları mühendisliğinin bir bütün olarak başarısı; makinaların mühendislik ölçütlerine uygun bir şekilde tasarlanması ile gerçekleşebilmektedir. Bilgisayar kullanımının giderek yaygınlaşmış olması, mühendislikte karşılaşılan sorunlara yeni bir boyut kazandırmaktadır. Makina tasarımında bilgisayardan yararlanılması, bilgisayar destekli tasarımın (Computer-Aided Design) esasını oluşturmaktadır.

Bilgisayar destekli tasarım (CAD), bir tasarım süreci içerisinde bir ürünün yaratılması, değiştirilerek daha uygun hale getirilmesi, analizi ve sentezi veya optimizasyonu için bilgisayarlardan yararlanma olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlama, bilgisayar destekli çizim (Computer-Aided Drafting), bilgisayar destekli mühendislik (Computer-Aided Engineering), sayısal analiz, optimizasyon ve benzeri konuları kapsamaktadır (Söylemez 1988).

Bilgisayar destekli tasarım; tasarım ve imalat için gerekli süreyi azaltmakta ve optimum sonuçlara ulaşmada oldukça etkili olmaktadır. Tasarım parametrelerinin kolayca ve çabukça değiştirilebilmesi, tasarım sürecine esneklik kazandırmakta; verimi artırmakta; tasarım ve üretim maliyetini azaltmaktadır.

Vantilatör mühendisliğinin karmaşık bir şekilde gelişmesiyle, günümüzde vantilatörlerin seçimi, tasarımı, mekanik analizi ve teknik resim çizimlerini bilgisayar kullanmaksızın etkili bir şekilde gerçekleştirmek oldukça zordur (De La Harpe 1983). Geliştirilen yazılımlar sayesinde, bilgisayara giriş parametreleri girilerek amaca en uygun vantilatör seçiminin yapılmasının yanısıra, bu

vantilatöre ait temel özellikler de (kanat sayısı, kanat giriş ve çıkış çapı, kanat eğrilik yarıçapı vb) bilgisayarın çıkış ünitelerinden alınabilmektedir.

Bilgisayar destekli çizim, bilgisayar yardımı ile bir şekil tanımlama, depolama, değiştirme, dönüştürme ve sunma olarak tanımlanmaktadır (Söylemez 1988). Burada, her türlü teknik resim işlemlerini yapabilen gelişmiş paket programlardan (AutoCAD) ya da yüksek veya orta seviyeli programlama dillerinin (Turbo PASCAL, Turbo C) grafik komutlarından yararlanılmaktadır. Grafik komutları kullanılarak elde edilen tasarım parametrelerine göre iki boyutlu çizimler ekranda oluşturulabilmekte; istenirse, şekiller bir eksen etrafında döndürülebilmektedir. Ayrıca, üç boyutlu çizimler, grafik komutlarının özelliklerine göre de elde edilebilmektedir. Bilgisayar ekranında elde edilen şekiller, yazıcı (printer) veya çizici (plotter) gibi çıkış ünitelerinden alınabilmektedir.

Oldukça zor ve zaman alıcı olan döner çark ve salyangoz gövde gibi radyal vantilatörlerin ana organlarının çizimi, geliştirilen yazılımlar sayesinde bilgisayarda kolaylıkla yapılabilmektedir. Böylece, bilgisayar destekli çizim; tasarımı hızlandırmakla kalmaz, aynı zamanda istenilen şekli büyük bir doğruluk ve titizlikle elde etmektedir.

Vantilatör tasarımında ele alınan sorunların çok çeşitli olmasından dolayı, çok amaçlı yazılımlar gerçekleştirilmiştir. Bu yazılımlarla, vantilatörün titreşim ve gerilme gibi mekanik analizleri yapılabilmektedir (De La Harpe 1983). Gerilme ve titreşim

analizleri de; diferansiyel denklemlerin sayısal bir çözüm yöntemi olan sonlu elemanlar yöntemi (Finite Element Method) ile, yalnızca bilgisayar kullanılarak yapılabilmektedir. Böylece, döner çarkın çeşitli bölgelerinde, sonlu elemanlar yöntemi ile gerilme haritaları çıkarılabilmektedir.



## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kuramsal temeller ve kaynak araştırması bölümünde, radyal vantilatörlerin tasarım parametrelerinin belirlenmesine yardımcı olacak kaynaklar incelenmiştir. Temel kitap ve araştırma şeklinde olan bu kaynaklar, tasarımın geliştirilmesine oldukça yardımcı olmuştur.

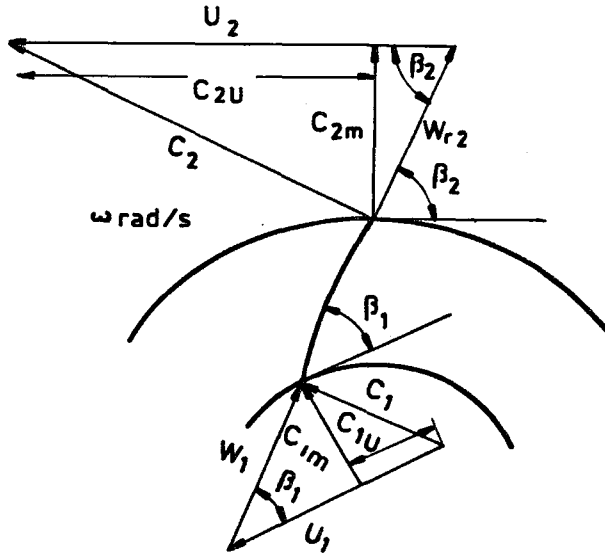
Baard ve Böös (1987) araştırmalarında, aerodinamik açıdan vantilatör tasarımını, bilgisayar teknikleriyle çözmüşlerdir. Vantilatör tasarımında akış modellerinin bilgisayarla çözümlenmesinin yanısıra, geleneksel yöntemlerin de kullanıldığını belirtmişlerdir. Bilgisayarlı akışkanlar dinamiği programlarını tanıtmışlar ve bunları değişik koşullar altındaki vantilatörlerde, akış modellerinin değerlendirilmesinde kullanmışlardır. Ayrıca, elde edilen sonuçları, standart deneylerden elde edilen sonuçlarla da karşılaştırmışlardır.

Bommes ve Cramer (1990), vantilatörler hakkında temel bilgileri ve radyal vantilatörlerin tasarım parametrelerini "VENTILATOREN" adlı kitapta ayrıntılı bir şekilde irdelemişlerdir.

Radyal vantilatörlerin ana organlarından olan döner çarkın tasarımında, EULER denklemlerinden yararlanıldığını belirterek döner çark içerisindeki hava kütesine verilen enerjiyi, giriş ve çıkış hız üçgenlerine bağlı olarak;

$$N_{tho} = m_L (C_{2u} \cdot U_2 - C_{1u} \cdot U_1)$$

eşitliği ile vermişlerdir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Giriş ve çıkış hız üçgenleri (Bommes ve Cramer 1990).

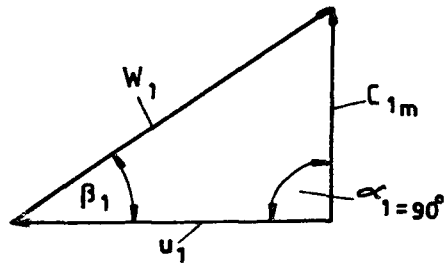
Bu denklemden yararlanılarak da radyal vantilatörlerin teorik-sonsuz toplam basma yüksekliğini;

$$H_{th\infty} = (C_{2u} \cdot U_2 - C_{1u} \cdot U_1)$$

eşitliği ile vermişlerdir. Döner çarka hava radyal olarak girirse, giriş hız üçgeni Şekil 2.2'deki gibi olacağından, teorik-sonsuz toplam basma yüksekliğini;

$$H_{th\infty} = C_{2u} \cdot U_2$$

eşitliği ile yeniden düzenlemişlerdir.



Şekil 2.2. Radyal girişte giriş hız üçgeni (Bommes ve Cramer 1990).

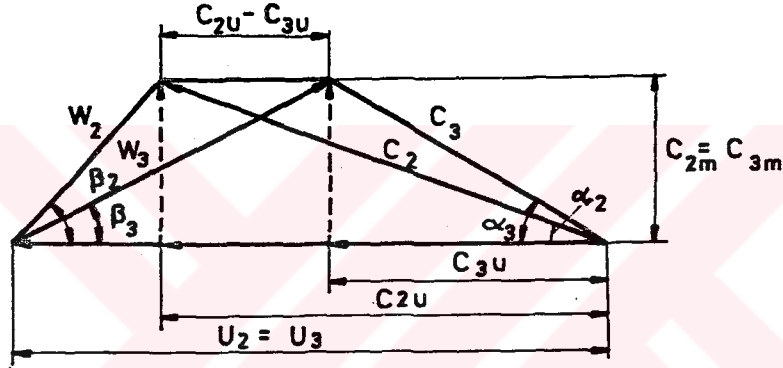
Teorik hız üçgenlerinden farklı olarak, gerçekte çıkış hız üçgeninin Şekil 2.3'deki gibi olduğunu belirterek radyal vantilatörlerde belirli sayıda kanat olması dolayısıyla, teorik toplam basma yüksekliğini;

$$H_{th} = U_2 \cdot C_{3u}$$

ve sürtünme kayıpları nedeniyle de hidrolik verimi gözönüne alarak toplam basma yüksekliğini;

$$H = U_2 \cdot C_{3u} \cdot \eta_b$$

eşitlikleri ile vermişlerdir.

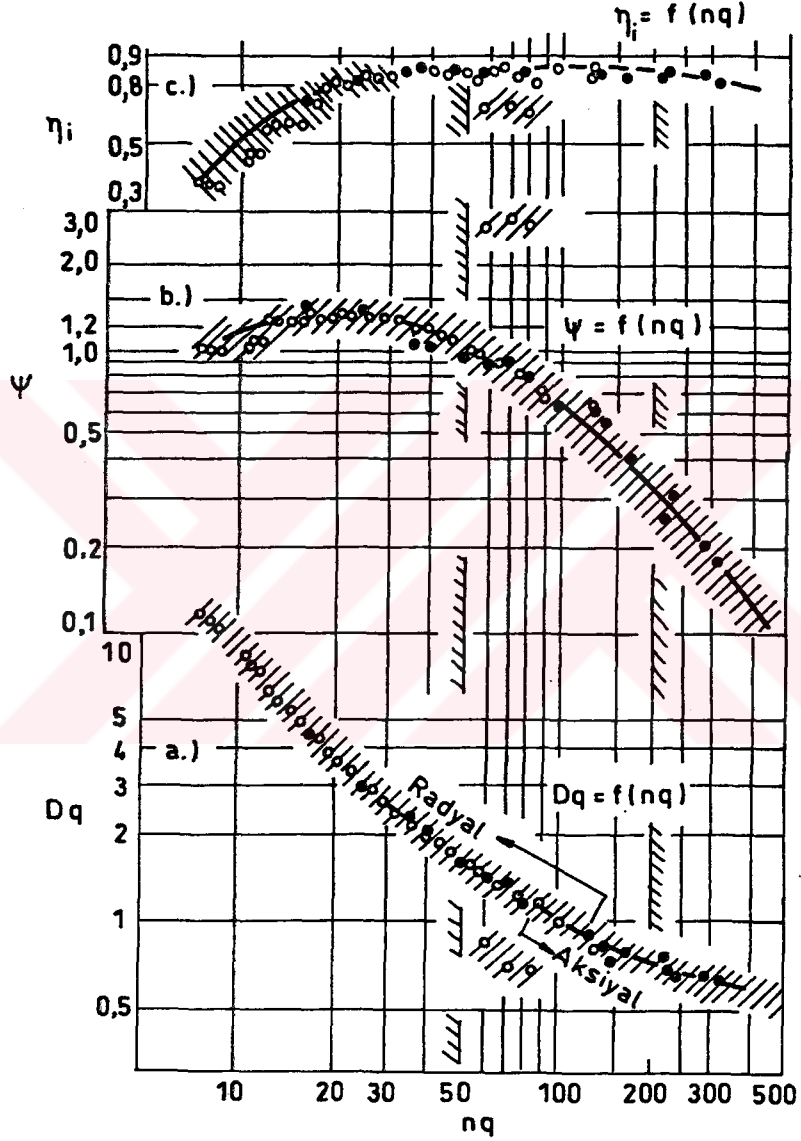


Şekil 2.3. Teorik ve gerçek çıkış hız üçgenleri (Bommes ve Cramer 1990).

Bu eşitliklerde;

- $N_{tho}$  : Teorik - sonsuz güç (w),
- $m_L$  : Kütleli veri (kg/s),
- $C_{2u}$  : Kanat çıkışındaki mutlak hızın çevre hızı yönündeki bileşeni (m/s),
- $U_2$  : Kanat çıkışındaki çevre hızı (m/s),
- $C_{1u}$  : Kanat girişindeki mutlak hızın çevre hızı yönündeki bileşeni (m/s),
- $U_1$  : Kanat girişindeki çevre hızı (m/s),
- $H_{tho}$  : Teorik-sonsuz toplam basma yüksekliği (J/kgf),
- $H_{th}$  : Teorik toplam basma yüksekliği (J/kgf),
- $C_{3u}$  : Döner çarkı terkeden havanın çevre hızı yönündeki bileşeni (m/s),
- $H$  : Toplam basma yüksekliği (J/kgf),
- $\eta_b$  : Hidrolik verim (%)'dir.

Döner çarkın çıkış çapının bulunmasında kullanılan basınç katsayısı, özgül çap katsayısı ve iç gücün hesaplanmasında yararlanılan iç verimin, özgül devir sayısının bir fonksiyonu olduğunu da belirtmişlerdir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Özgül devir sayısı ile iç verim, basınç katsayısı ve özgül çap katsayısı arasındaki ilişki (Bommes ve Cramer 1990).

Cory (1991), ürün kurutma ve depolama işlemlerinde vantilatörlerin önemini vurgulayarak; aerodinamik tasarım ve gürültü yönünden radyal, aksiyal ve çift radyal geçişli vantilatörleri karşılaştırmıştır.

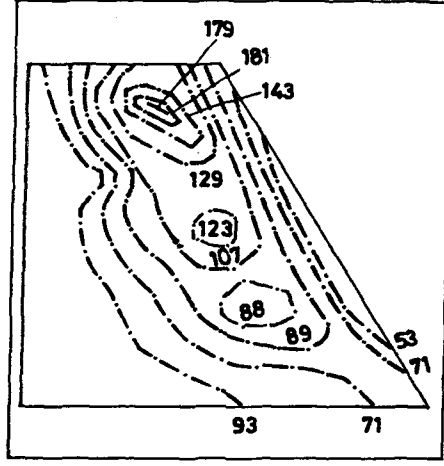
De La Harpe (1983), vantilatör seçimi ve karakteristik eğrileri, malzeme ve yatakların seçimi, malzeme yorğunluğunun ve kritik devir sayısının belirlenmesi, bilgisayar destekli resimlerin çizimi, gerilme ve titreşim gibi vantilatör mühendisliğinin çeşitli konularında, bilgisayarın kullanım ilkelerini ortaya koymuştur.

Geliştirilen yazılımlar yardımıyla, bilgisayara giriş parametreleri girilerek amaca en uygun vantilatör seçiminin yapılabildiğini; ayrıca, vantilatörün temel özelliklerinin de çıkış ünitelerinden alınabildiğini araştırmada belirtmiştir.

Malzeme seçiminde elde edilebilirlik ve dayanıklılığın yanısıra aşınma ve aşındırma direnci, kaynak edilebilirlik ve dökülebilirliğin önemini vurgulayarak, döner çarka malzeme seçiminde sertliğin gözönüne alınması gereken en önemli etken olduğunu, çeşitli malzemelerden örnekler vererek açıklamıştır.

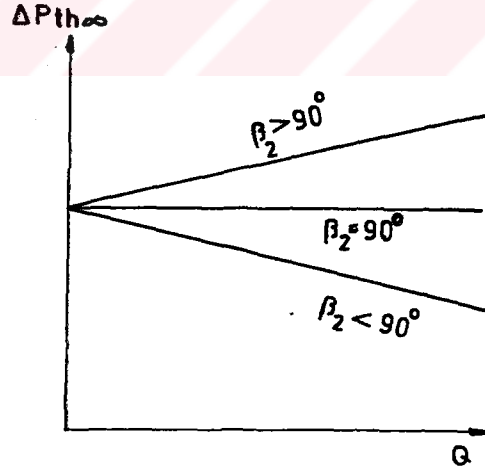
Araştırmada, sonlu elemanlar yöntemi (FEM) kullanılarak döner çarkın çeşitli bölgelerindeki gerilme analizlerinin, yalnızca bilgisayar kullanımıyla yapılabileceğini belirtmiştir (Şekil 2.5).

Eck (1973), radyal vantilatörlerin teori, tasarım ve işletme karakteristiklerini, "FANS" adlı eserinde ortaya koymuştur.

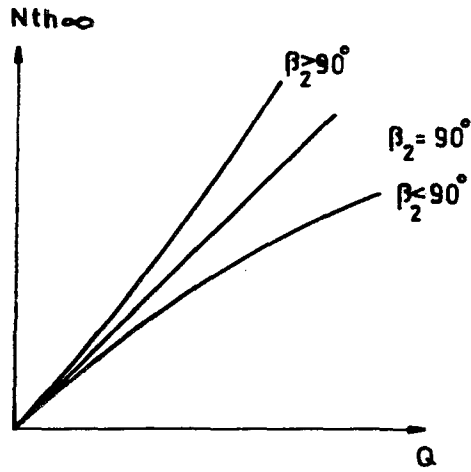


Şekil 2.5. Döner çarktaki gerilme haritaları (De La Harpe 1983).

Radyal vantilatörlerde verdi, teorik-sonsuz toplam basınç ve güç arasında,  $\Delta P_{th\infty} = f(Q)$  ve  $N_{th\infty} = f(Q)$  ilişkisinin olduğunu ve çeşitli kanat çıkış açıları için değişimini de Şekil 2.6 ve Şekil 2.7'deki gibi vermiştir.



Şekil 2.6. Çeşitli  $\beta_2^\circ$  açıları için  $Q-\Delta P_{th\infty}$  ilişkisi (Eck 1973).



Şekil 2.7. Çeşitli  $\beta_2^\circ$  açıları için  $Q-N_{th}$  ilişkisi (Eck 1973).

Radyal vantilatörlerin tasarımı, karşılaştırılması ve değerlendirilmesi için kullanılan boyutsuz katsayıları da aşağıdaki gibi vermiştir:

$$\psi = \frac{\Delta P}{(\rho/2) U_2^2}$$

$$\varphi = \frac{4 \cdot Q}{U_2 \cdot \pi \cdot D_2^2}$$

$$nq = n \cdot \frac{Q^{0.5}}{H^{0.75}}$$

$$\sigma = \frac{\varphi^{0.5}}{\psi^{0.75}} = \frac{nq}{157.8}$$

$$D_q = D_2 \left( \frac{H^{0.25}}{Q^{0.5}} \right)$$

$$\delta = \frac{\psi^{0.25}}{\varphi^{0.5}} = 1.865 \cdot D_q$$

$$\lambda = \frac{\varphi \cdot \psi}{\eta}$$

Bu eşitliklerde;

- $\psi$  : Basınç katsayısı,
- $\Delta P$  : Toplam basınç (mmSS),
- $\rho$  : Havanın özgül kütlesi ( $\text{kgf} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4$ ),
- $\varphi$  : Verdi katsayısı,
- $Q$  : Vantilatör verdisi ( $\text{m}^3 / \text{s}$ ),
- $D_2$  : Döner çarkın çıkış çapı (m),
- $nq$  : Özgül devir sayısı,
- $n$  : Devir sayısı (1/min),
- $H$  : Toplam basma yüksekliği (m),
- $\sigma$  : Hız katsayısı,
- $D_q$  : Özgül çap katsayısı,
- $\delta$  : Çap katsayısı,
- $\lambda$  : Güç katsayısı,
- $\eta$  : Toplam verim (%)'dir.

Evcim (1991 ) eserinde, ürün temizleme ve sınıflandırma makinalarında kullanılan vantilatörlerin temel özellikleri üzerinde durmuştur. Tarım makinalarında; kanat sayısı ( $z=4-6$ ) az olan radyal vantilatörlerin kullanıldığını ve bu vantilatörler ile düşük veya orta basınç değerleri sağlandığını belirterek; ot, saman ve taneli ürünlerin taşınmasında kullanılan pnömatik iletimde ise

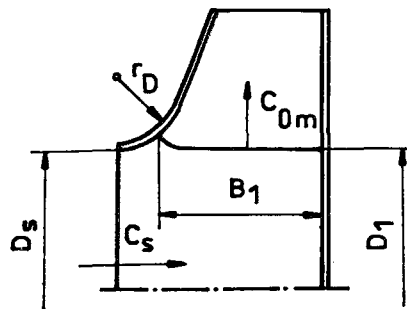
yüksek basınçlı vantilatörlerin gerekli olabileceğini vurgulamıştır.

Tarım makinalarında daha çok düz ve geriye doğru eğimli kanatlı radyal vantilatörlerin kullanıldığını ve bu tür kanatlarla düşük veya orta basınç değerlerinde yüksek verim sağlandığını belirtmiştir.

Ürün temizleme ve sınıflandırma makinalarında, döner çarktan geçen hava tozlu ise özel, değilse standart tip radyal vantilatörlerin kullanılabilirliğini ifade etmiştir.

Gökeli (1983), döner çark içerisindeki hava kütlesine verilen enerjinin, mutlak hızın çevre hızı yönündeki bileşenine ( $C_u$ ) ve döner çarkın çıkış ( $D_2$ ) ve giriş ( $D_1$ ) çapına göre değiştiğini belirterek, geriye doğru eğimli kanatların ( $\beta_2^\circ < 90^\circ$ ) yüksek verimli ve büyük boyutlu olmalarına karşın, ileriye doğru eğimli kanatların ( $\beta_2^\circ > 90^\circ$ ) belirli bir hava verimi için küçük boyutlu olduklarını ve gürültüsüz çalıştıklarını belirtmiştir.

Radyal vantilatörlerde emme çapının ( $D_s$ ), döner çarkın giriş çapına eşit alınabileceğini ve aksiyal olarak giren akımın yön değiştirerek radyal hale gelmesi için  $r_D/D_1$  oranının yaklaşık 0.14 olması gerektiğini ifade etmiştir (Şekil 2.8).



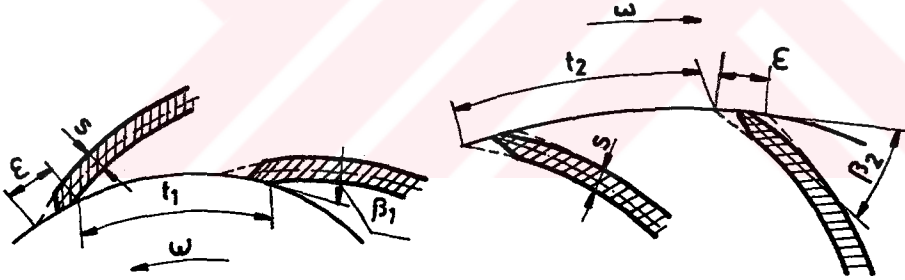
Şekil 2.8. Döner çarkın emme ve giriş çapı (Gökeli 1983).

Hidrolik verimin; sürtünme kayıplarını belirlemede önemli olduğunu ve 0.85'den büyük olması gerektiğini, volumetrik verimin; kaçak veriyi en aza indirerek yükseltilebildiğini ve özenli tasarımlarda 0.95-0.98 arasında değiştiğini ve sürtünme veriminin ise 0.98-0.99 arasında olduğunu belirterek iç verimi;

$$\eta_f = \eta_h \cdot \eta_v \cdot \eta_r$$

biçiminde vermiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, saç malzeme için kanat kalınlığının 3-5 mm alınması durumunda, santrifüj kuvvetlere iyi bir şekilde karşı konulduğunu belirtmiştir (Şekil 2.9).

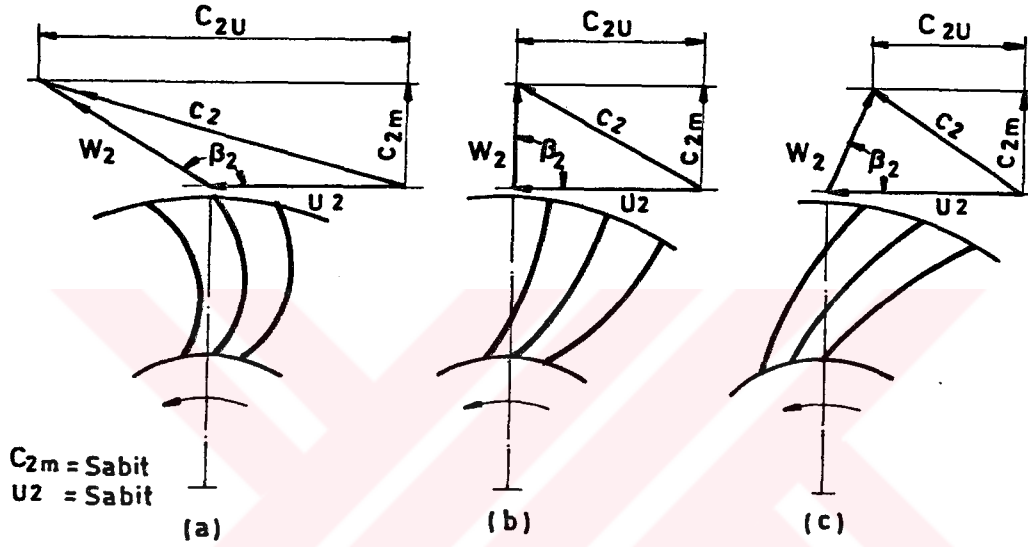


Şekil 2.9. Giriş ve çıkıştaki kanat kalınlığı (Gökeli 1983).

Kanat giriş açısı  $25^\circ$  den büyük olursa, kanat çıkış açısının kanat giriş açısına eşit alınması gerektiğini; yüksek verim ve basit tasarım için salyangoz gövdenin yan taraflarının paralel yüzlü yapıldığını, eserinde önemle vurgulamıştır.

Osborne (1977) eserinde, kanat giriş açısı ve kanat sayısı aynı olan radyal vantilatörleri, kanat çıkış açısına göre üçe ayırmıştır (Şekil 2.10) :

- İleriye doğru eğimli kanat ( $\beta_2^\circ > 90^\circ$ ),
- Düz kanat ( $\beta_2^\circ = 90^\circ$ ),
- Geriye doğru eğimli kanat ( $\beta_2^\circ < 90^\circ$ ),



Şekil 2.10. Kanat çıkış açılarına göre çıkış hız üçgenleri (Osborne 1977).

İleriye doğru eğimli kanatlarda yüksek  $C_{2u}$  hızından dolayı, diğer kanat çeşitlerine göre daha fazla basınç geliştirildiğini ve verim katsayısı sıfır olduğunda ise basınç katsayısının 2'den büyük olduğunun deneylerle kanıtlandığını belirtmiştir.

Verdinin, mutlak hızın düşey bileşeninin bir fonksiyonu olduğunu ve havanın döner çarka radyal yönde girdiğini kabul ederek radyal vantilatörlerin toplam basınç ve güç karakteristiklerinin bulunabileceğini de eserinde belirtmiştir.

Yılmaz ve Haktanır (1986) araştırmalarında, tarım makinalarında kullanılan çeşitli vantilatörleri irdeyerek, vantilatörlerin nasıl seçileceğini ve temel boyutlarının yaklaşık olarak nasıl bulunabileceğini saptamışlardır.

Vantilatör tasarımında giriş parametreleri olarak verdi, basınç ve devir sayısının kullanılması, zamandan tutum ve daha güvenilir sonuçlar alınmasını sağladığını belirtmişlerdir.



### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada, radyal vantilatörlerin ana organlarından döner çark ve salyangoz gövde, araştırma materyali olarak alınmıştır.

Radyal vantilatör tasarımında, giriş parametreleri belirlenerek geliştirilen program yardımıyla tasarım parametreleri çıkış ünitelerinden alınmıştır. Ayrıca, çevre koşullarına bağlı olan parametreler de kullanıcının isteğine bağlı olarak programa eklenmiştir.

Radyal vantilatörlerin tasarım parametrelerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen bilgisayar programında, Turbo PASCAL 6.0 programlama dili kullanılmıştır. Yüksek seviyeli ve yapısal bir dil olan Turbo PASCAL, programlama tekniği ve diğer programlama dillerinden üstünlüğü bakımından tercih edilmiştir.

Tasarım parametrelerinin bulunması amacıyla hazırlanan Turbo PASCAL programı, IBM PC-XT uyumlu bir bilgisayarda çözülmüştür.

Programın çalıştırılması sonucunda, döner çark ve salyangoz gövdeye ait tasarım parametreleri belirlenerek, regresyon ve korelasyon analizleri yapılmış; grafikleri çizilmiştir.

Regresyon ve korelasyon analizleri için MINITAB Release 7.1 ve grafik çizimlerinde HARVARD GRAPHICS 3.0 paket programları kullanılmıştır.

### 3.2. Metod

#### 3.2.1. Giriş parametrelerinin belirlenmesi

Radyal vantilatör tasarımında kullanılacak en önemli üç ana giriş parametresi;

- a) Verdi,
- b) Toplam basınç,
- c) Devir sayısıdır.

Geliştirilen bilgisayar programında, giriş parametreleri olarak bu üç ana veri kullanılmıştır. Radyal vantilatörlerin kullanılma koşullarına bağlı olan veriler de (hava basıncı ve sıcaklık) giriş parametreleri olarak programa eklenmiştir.

Özgül devir sayısı, vantilatör tipinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Kovats ve Desmur 1971). Giriş parametreleri kullanılarak özgül devir sayısı;

$$nq = 5.54 n \frac{Q^{0.5}}{H^{0.75}}$$

eşitliği ile bulunmuştur. Toplam basma yüksekliği ise;

$$H = \frac{\Delta P}{\gamma_1}$$

biçiminde verilmektedir (Eck 1973). Burada;

- $nq$  : Özgül devir sayısı,
- $n$  : Devir sayısı (1/min),
- $Q$  : Vantilatör verdisi ( $m^3/s$ ),
- $H$  : Toplam basma yüksekliği (J/kgf),
- $\Delta P$  : Toplam basınç (Pa),

$\gamma_1$  : Havanın özgül ağırlığı ( $\text{kgf/m}^3$ )'dir.

Radyal vantilatörler için özgül devir sayısı 101'den küçük olmaktadır. Aksiyal vantilatörlerde ise özgül devir sayısı, bu değerden büyük olmaktadır (Gökelim 1983).

### 3.2.2. Döner çarkın yapım özelliklerinin belirlenmesi

#### 3.2.2.1. Döner çarkın çıkış çapının belirlenmesi

Döner çarkın çıkış çapının belirlenmesinde çeşitli araştırmacılar, basınç katsayısını kullanmışlardır. Özgül devir sayısının bir fonksiyonu olan basınç katsayısı, MINITAB Release 7.1 paket programı kullanılarak regresyon analizleri sonucu;

$$\Psi = e^{-2.17+1.61 \cdot \ln nq-0.267(\ln nq)^2}$$

bağıntısı ile bulunmuştur ( $R^2 = 99.3$ ).

Kanat çıkışındaki çevre hızı ise;

$$U_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot H}{\Psi}}$$

biçiminde yazılarak döner çarkın çıkış çapı;

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

eşitliğinden belirlenmiştir. Bu eşitliklerde;

$\Psi$  : Basınç katsayısı,

$U_2$  : Kanat çıkışındaki çevre hızı (m/s),

$D_2$  : Döner çarkın çıkış çapı (m)'dir.

### 3.2.2.2. Döner çarkın giriş çapının belirlenmesi

Döner çarktan geçen verdi;

$$Q' = \frac{Q}{\eta_v}$$

olmaktadır. Döner çarkın göbeğindeki emme hızı ise;

$$C_s = 0.55 \left( \frac{nQ}{100} \right)^{1/3} \cdot \sqrt{2.H}$$

biçiminde verilmiştir. Böylece, döner çarkın giriş çapı aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir:

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q'}{\pi \cdot C_s}}$$

Bu eşitliklerde;

$Q'$  : Döner çarktan geçen verdi ( $m^3/s$ ),

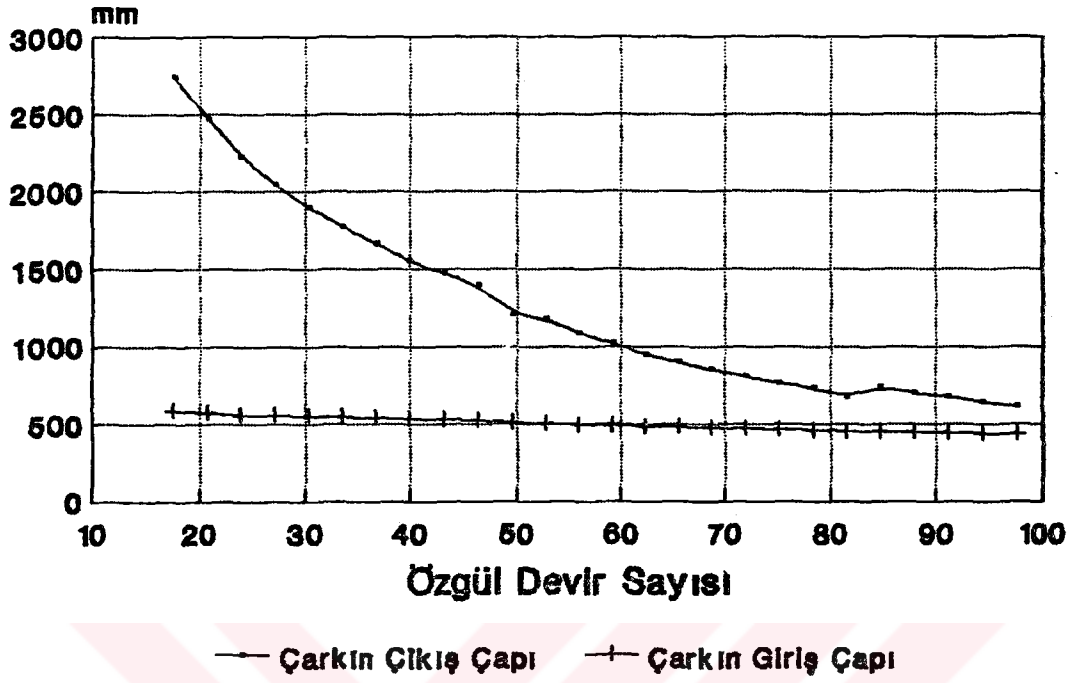
$\eta_v$  : Volumetrik verim (%),

$C_s$  : Döner çarkın göbeğindeki emme hızı (m/s),

$D_1$  : Döner çarkın giriş çapı (m)'dir.

Döner çarkın çıkış ve giriş çapı, özgül devir sayısına bağlı olarak değişmektedir (Şekil 3.1).

Şekil 3.1'de görüldüğü gibi, özgül devir sayısı ile döner çarkın çıkış ve giriş çapı arasında doğrusal olmayan bir ilişki vardır. Yani, özgül devir sayısı arttıkça, döner çarkın çıkış ve giriş çapı azalmaktadır.



Şekil 3.1. Özgül devir sayısı ile döner çarkın çıkış ve giriş çapının değişimi.

### 3.2.2.3. Kanat giriş genişliğinin belirlenmesi

Kanat giriş genişliğinin belirlenmesinde, kanat önündeki ortalama meridyonel hava hızının bulunması gerekmektedir. Kanat önündeki ortalama meridyonel hava hızı;

$$C_{om} = 0.275 \left( \frac{nQ}{100} \right)^{1/6} \cdot \sqrt{2 \cdot H}$$

eşitliği ile bulunmuştur. Bu eşitlik yardımı ile kanat giriş genişliği, aşağıdaki biçimde tanımlanmıştır (Peterman 1964):

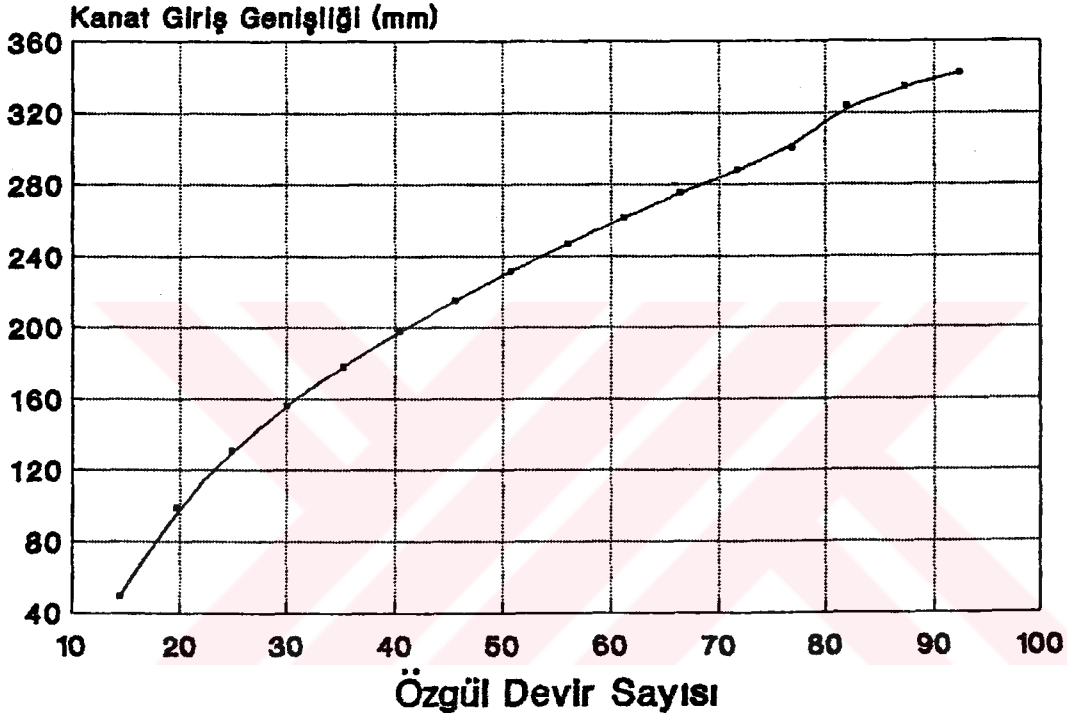
$$B_1 = \frac{Q'}{\pi \cdot D_1 \cdot C_{om}}$$

Bu eşitliklerde;

$C_{om}$  : Kanat önündeki ortalama meridyenel hava hızı (m/s),

$B_1$  : Kanat giriş genişliği (m)'dir.

Özgül devir sayısı ile kanat giriş genişliği arasındaki ilişki Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Özgül devir sayısı ile kanat giriş genişliği arasındaki ilişki.

#### 3.2.2.4. Kanat giriş ve çıkış açılarının belirlenmesi

Kanat giriş açısının belirlenmesinde, kanat girişindeki mutlak hızın düşey bileşeni ile kanat girişindeki çevre hızı parametreleri kullanılmaktadır (Stepanoff 1955):

$$\beta_1^\circ = \arctan \frac{C_{1L}}{U_1}$$

Kanat girişindeki mutlak hızın düşey bileşeni ise;

$$C_{1m} = \frac{C_{om}}{\lambda_1}$$

biçiminde tanımlanmıştır. Bu eşitliklerde;

$\beta_1^\circ$  : Kanat giriş açısı ( $^\circ$ ),

$C_{1m}$  : Kanat girişindeki mutlak hızın düşey bileşeni (m/s),

$U_1$  : Kanat girişindeki çevre hızı (m/s),

$\lambda_1$  : Kanat girişindeki daralma katsayısıdır.

Kanat girişindeki daralma katsayısı, geliştirilen bilgisayar programında iterasyon tekniği ile belirlenmiştir. Kanat sayısının bulunmasından sonra, daralma katsayısı hesaplanarak kanat giriş açısının gerçek değeri yeniden belirlenmiştir.

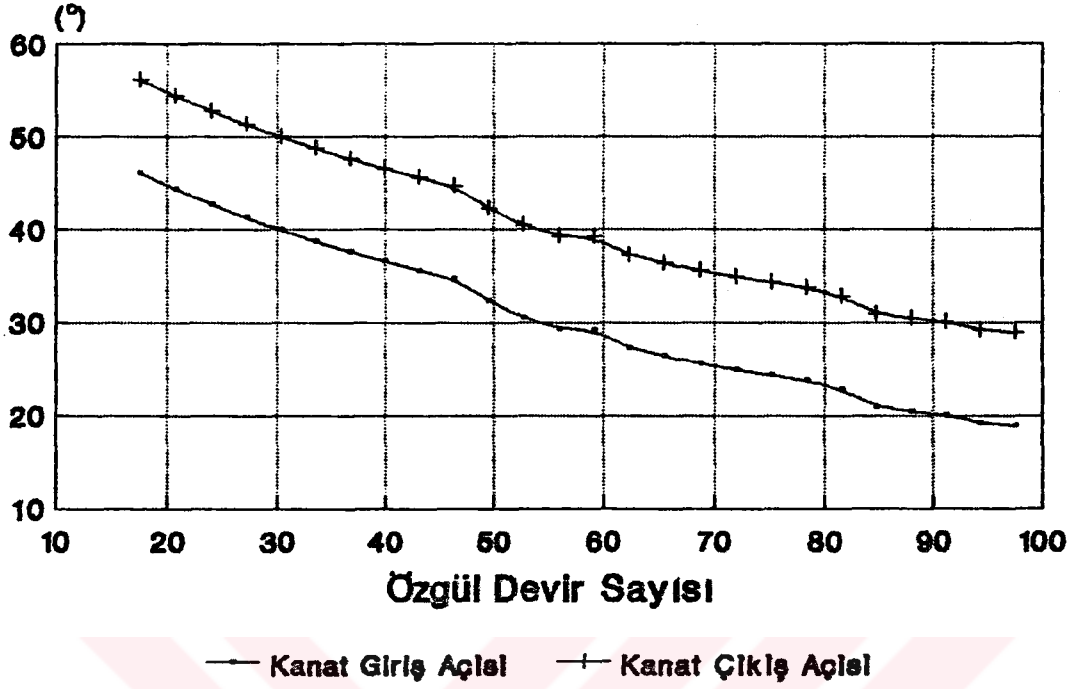
Kanat çıkış açısı ise, kanat giriş açısına bağlı olarak;

$$\beta_2^\circ = \beta_1^\circ + 10^\circ$$

olmaktadır.

Programın çalıştırılması sonucunda, özgül devir sayısının kanat giriş ve çıkış açısına göre değişimi Şekil 3.3'de verilmiştir.

Özgül devir sayısı arttıkça, kanat giriş ve çıkış açılarının azaldığı Şekil 3.3'de görülmektedir.



Şekil 3.3. Özgül devir sayısı ile kanat giriş ve çıkış açısının değişimi.

### 3.2.2.5. Kanat sayısının belirlenmesi

Radyal vantilatörlerde kanat sayısı, kanat giriş ve çıkış açılarına bağlı olarak aşağıdaki eşitlikle bulunmuştur (Peterman 1964) :

$$z = (3-8) \frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1} \sin\left(\frac{\beta_1^\circ + \beta_2^\circ}{2}\right)$$

Kanat sayısı ve kalınlığı parametrelerine göre de, kanat girişindeki daralma katsayısının gerçek değeri;

$$\lambda_1 = 1 - \frac{z \cdot s}{\pi \cdot D_1 \cdot \sin \beta_1^\circ}$$

eşitliği ile yeniden belirlenmiştir (Baysal 1975). Bu eşitliklerde;

z : Kanat sayısı,  
s : Kanat kalınlığı (m)'dir.

### 3.2.2.6. Kanat çıkışındaki çevre hızının belirlenmesi

Kanat çıkışındaki çevre hızını belirlemede;  $D_2$ ,  $D_1$ ,  $\beta_1^0$ ,  $\beta_2^0$  ve z parametrelerini kullanarak iterasyonla bu parametrelerin gerçek değerinin bulunması amaçlanmıştır.

Pfleiderer, radyal vantilatörlerde güç azalma katsayısını;

$$\mu = 1 + \frac{z \left[ 1 - \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right]}{2 \left[ (0.65 - 0.85) \left( 1 + \frac{\beta_2^0}{60} \right) \right]}$$

biçiminde vermiştir. Teorik-sonsuz basma yüksekliği ise;

$$H_{tbo} = \frac{H}{\eta_b \cdot \mu}$$

eşitliği ile bulunmuştur (Gökelim 1983). Yukarıdaki eşitlikte hidrolik verimin belirlenmesinde iç verimden yararlanılmıştır. Özgül devir sayısının bir fonksiyonu olan iç verim, MINITAB Release 7.1 paket programı kullanılarak regresyon analizleri sonucu;

$$\eta_i = 0.94 + 0.00128 \cdot nq^{0.5} - 0.0329 (\ln(nq^{0.5}))^{1.5} - 40.3 \cdot nq^{-2}$$

eşitliği ile bulunmuştur ( $R^2 = 99.4$ ). Hidrolik verim;

$$\eta_b = (1.05 - 1.1) \cdot \eta_i$$

alınarak kanat çıkışındaki mutlak hızın düşey bileşeni;

$$C_{2m} = (0.6 - 0.8) \cdot C_{1m}$$

elde edilmiştir. Böylece, kanat çıkışındaki çevre hızının gerçek değeri, bu parametrelere göre aşağıdaki eşitlikle bulunabilmektedir (Peterman 1964) :

$$U_{21} = \frac{C_{2m}}{2 \cdot \tan \beta_2^\circ} + \sqrt{\left(\frac{C_{2m}}{2 \cdot \tan \beta_2^\circ}\right)^2 + H_{tho}}$$

Burada belirlenen kanat çıkışındaki çevre hızının gerçek değeri ile daha önce bulunan çevre hızı ( $U_2$ ) arasında bir fark olursa,  $D_2$ ,  $D_1$ ,  $\beta_1^\circ$ ,  $\beta_2^\circ$  ve  $z$  parametrelerini yeniden hesaplamak için işlemler tekrar edilir. Bu eşitliklerde;

$\mu$  : Güç azalma katsayısı,

$H_{tho}$  : Teorik-sonsuz toplam basma yüksekliği (J/kgf),

$\eta_b$  : Hidrolik verim (%),

$\eta_i$  : İç verim (%),

$C_{2m}$  : Kanat çıkışındaki mutlak hızın düşey bileşeni (m/s),

$U_{21}$  : Kanat çıkışındaki çevre hızının gerçek değeri (m/s)'dir.

### 3.2.2.7. Kanat çıkış genişliğinin belirlenmesi

Kanat çıkış genişliğini belirlemede, kanat çıkışındaki daralma katsayısı kullanılmaktadır (Baysal 1975):

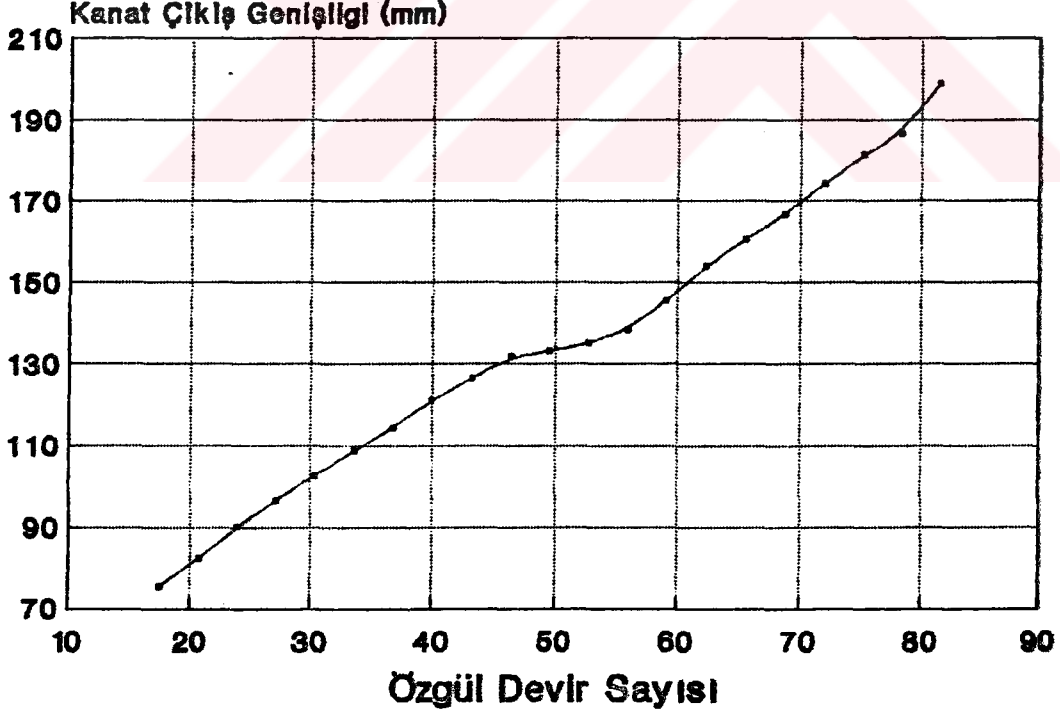
$$\lambda_2 = 1 - \frac{Z \cdot B}{\pi \cdot D_2 \cdot \sin \beta_2}$$

Bu eşitlikten yararlanılarak da kanat çıkış genişliği;

$$B_2 = \frac{Q'}{\pi \cdot D_2 \cdot C_{2m} \cdot \lambda_2}$$

belirlenmiştir (Peterman 1964).

Özgül devir sayısının kanat çıkış genişliğine göre değişimi Şekil 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.4. Özgül devir sayısı ile kanat çıkış genişliği arasındaki ilişki.

Şekil 3.4'de görüldüğü gibi, özgül devir sayısı kanat çıkış genişliği ile doğru orantılı olarak değişmektedir.

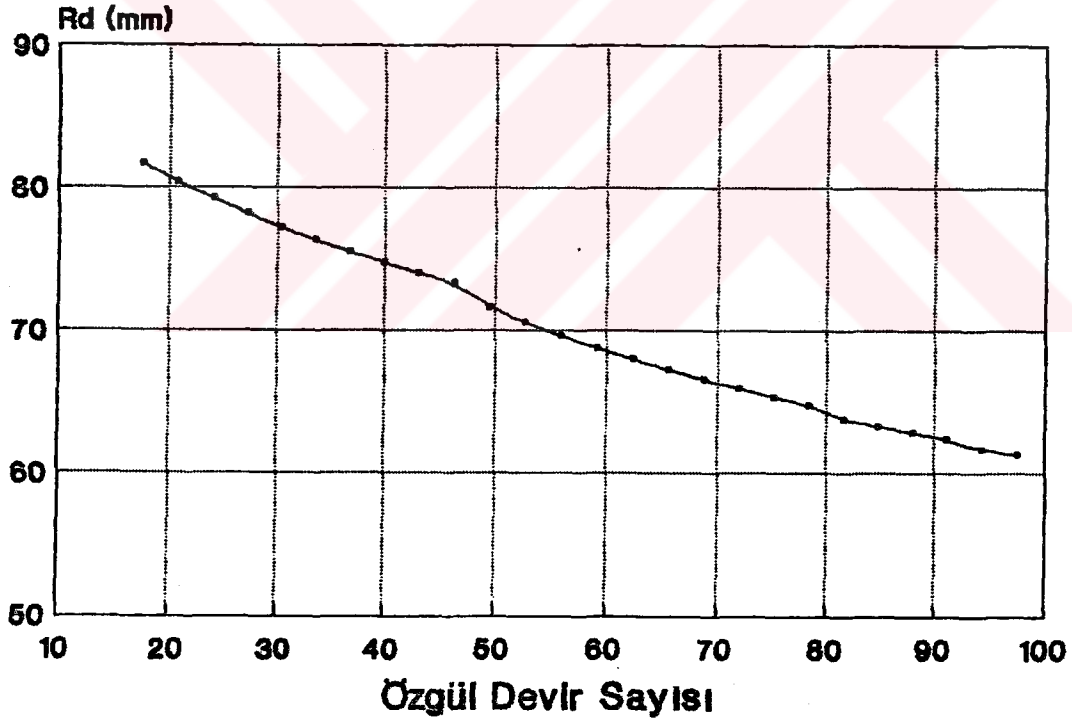
### 3.2.2.8. Kanat ağzı eğrilik yarıçapının belirlenmesi

Radyal vantilatörlerde, aksiyal olarak giren hava akımının yön değiştirerek radyal hale gelmesi için, kanat ağzı eğrilik yarıçapı;

$$r_D = 0.14 \cdot D_1$$

olmalıdır.

Programın çalıştırılması sonucunda, özgül devir sayısının kanat ağzı eğrilik yarıçapına göre değişimi şekil 3.5'de verilmiştir.



Şekil 3.5. Özgül devir sayısı ile kanat ağzı eğrilik yarıçapı arasındaki ilişki.

Özgül devir sayısı ile kanat ağzı eğrilik yarıçapı arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğu, Şekil 3.5'de görülmektedir.

### 3.2.2.9. Kanat çıkış genişliği açısı ve giriş uzunluğunun belirlenmesi

Şekil 3.6'daki trigonometrik bağıntılar sonucu kanat çıkış genişliği açısı;

$$\gamma = \arctan \frac{2(B_1 - B_2)}{(D_2 - D_1)}$$

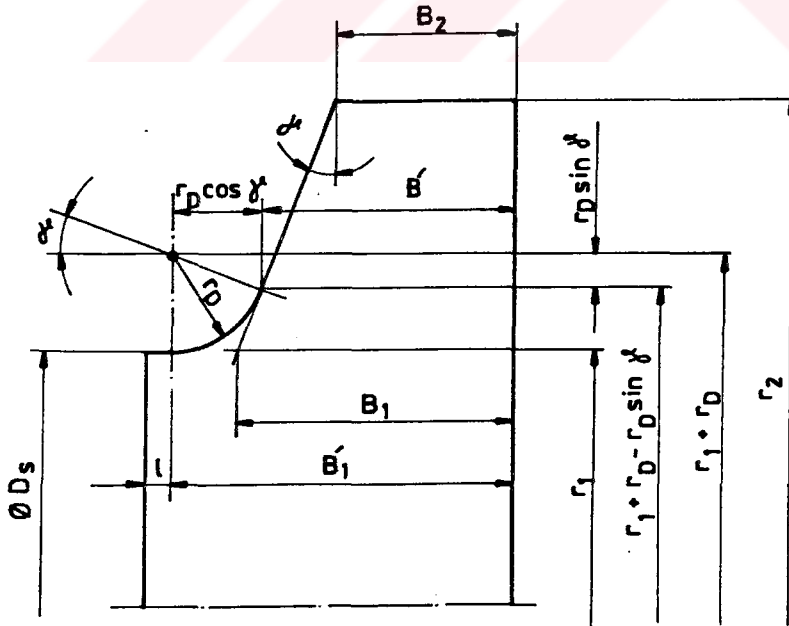
eşitliği ile bulunmuştur.

Kanat giriş uzunluğu ise, kanat çıkış genişliğine bağlı olarak;

$$B_1' = B_1 + r_D \frac{1 - \sin \gamma}{(1 - \sin^2 \gamma)^{0.5}}$$

biçiminde tanımlanmıştır (Bommes ve Cramer 1990). Bu eşitliklerde;

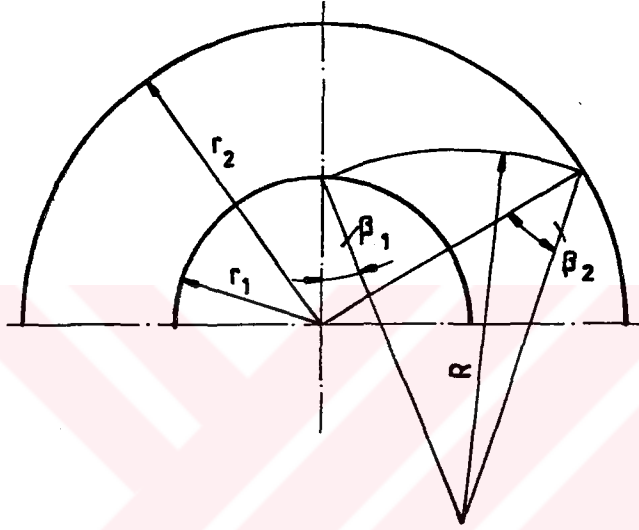
- $\gamma$  : Kanat çıkış genişliği açısı ( $^\circ$ ),
- $B_1'$  : Kanat giriş uzunluğu (m)'dur.



Şekil 3.6. Döner çarkın çeşitli parametrelerinin ölçülendirilmesi (Bommes ve Cramer 1990).

### 3.2.2.10. Kanat eğrilik yarıçapının belirlenmesi

Döner çark kanatlarının çizimi için, tek eğrilik yarıçaplı metod kullanılmıştır. Geliştirilen bilgisayar yazılımında kanat eğrilik yarıçapı belirlenerek Şekil 3.7'deki metod, Turbo PASCAL 6.0 programlama dilinin özelliklerine bağlı olarak programa aktarılmıştır.



Şekil 3.7. Tek eğrilik yarıçaplı metod ile kanatların çizimi (Gökelim 1983).

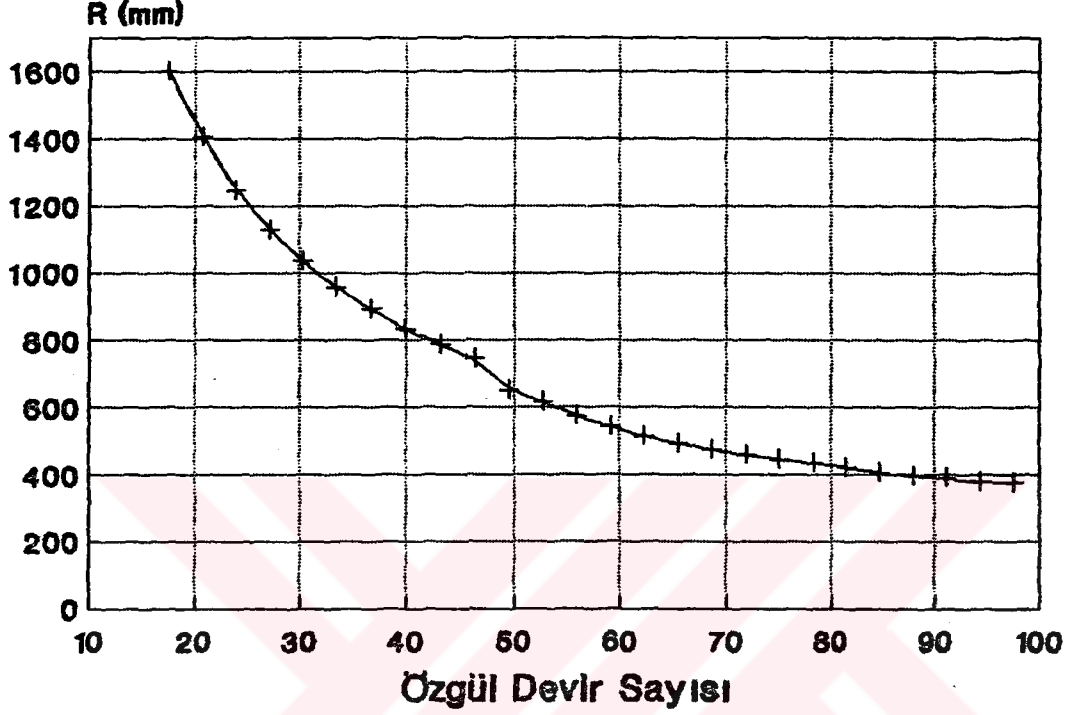
Tek eğrilik yarıçaplı metod ile kanatların çizimi için kanat eğrilik yarıçapı;

$$R = \frac{r_2^2 - r_1^2}{2(r_2 \cdot \cos \beta_2^\circ - r_1 \cdot \cos \beta_1^\circ)}$$

eşitliği ile belirlenmiştir (Eck 1973). Burada;

- R : Kanat eğrilik yarıçapı (m),
- $r_2$  : Döner çarkın çıkış yarıçapı (m),
- $r_1$  : Döner çarkın giriş yarıçapı (m)'dir.

Kanat eğrilik yarıçapı, özgül devir sayısına bağlı olarak değişmektedir (Şekil 3.8).

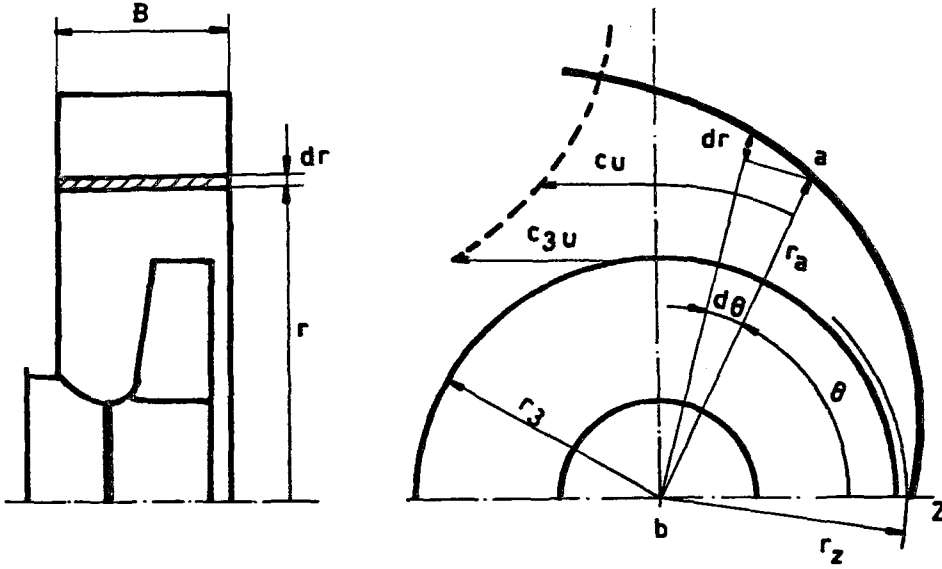


Şekil 3.8. Özgül devir sayısı ile kanat eğrilik yarıçapı arasındaki ilişki.

Şekil 3.8'de görüldüğü gibi, özgül devir sayısı arttıkça kanat eğrilik yarıçapı da azalmaktadır.

### 3.2.3. Salyangoz gövdenin yapım özelliklerinin belirlenmesi

Döner çarkı içine alan salyangoz gövde, havanın kinetik enerjisini basınç enerjisine dönüştürmektedir. Salyangoz gövdenin yapım özelliklerini belirlerken, gövde içerisinde hareket eden hava hızının momenti sabit kabul edilir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Salyangoz gövde içerisindeki çevre hızları (Gökelim 1983).

Şekil 3.9'a göre;

$$C_{3u} \cdot r_2 = \text{sabit} = K$$

olmaktadır. Döner çarkı terkeden havanın çevre hızı yönündeki bileşeni ise;

$$C_{3u} = \frac{\mu \cdot H_{tch}}{U_2}$$

eşitliği ile belirlenmiştir (Pfleiderer 1949).

Salyangoz gövdenin başlangıç yarıçapı, döner çarkın çıkış yarıçapından 25 mm fazla alınmalıdır. Böylece, gürültü en aza indirilmektedir (Gökelim 1983).

Akım yönüne dik salyangoz genişliği ise;

$$B = (3 - 6) \cdot B_2$$

ile bulunmaktadır (Bommes ve Cramer 1990). Bu parametrenin

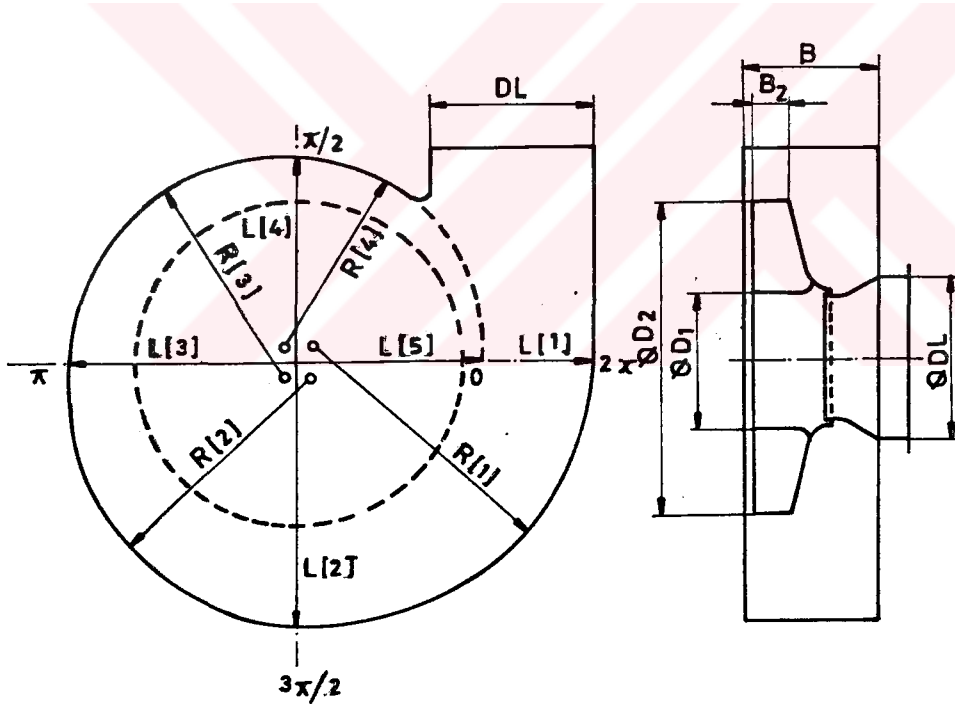
minimum değeri için de aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Gökeliim 1983):

$$B = \frac{\pi \cdot r_2 \cdot B_2 \cdot \eta_v \cdot C_{3m} + \sqrt{(\pi \cdot r_2 \cdot B_2 \cdot \eta_v \cdot C_{3m})^2 + 8\pi \cdot r_2 \cdot B_2 \cdot \eta_v \cdot C_{3m} \cdot r_z^2 \cdot C_{3u}}}{2 \cdot r_z \cdot C_{3u}}$$

Salyangoz gövdenin eksen uzunlukları da;

$$L[f] = e^{\frac{\rho' \cdot \theta_i}{2\pi \cdot B \cdot K} + \ln r_z}$$

eşitliği ile bulunmuştur (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Salyangoz gövdenin önden ve sol yandan görünüşü (Bommes ve Cramer 1990).

Yukarıdaki eşitlikte  $\theta_i$  'ye  $2\pi$ ,  $3\pi/2$ ,  $\pi$ ,  $\pi/2$  ve  $0$  açıları verilerek salyangoz gövdenin eksen uzunları belirlenmektedir. Spiral açısı ise;

$$\delta_1 = \arctan \frac{Q' \cdot U_2}{\pi \cdot D_2 \cdot B \cdot \mu \cdot H_{\text{chm}}}$$

olup, salyangoz gövdenin spiral yarıçapları da;

$$R[i] = \frac{L[i] + L[i+1]}{2 \cdot \cos \delta_1}$$

eşitliği ile belirlenmiştir (Bommes ve Cramer 1990). Bu eşitliklerde;

- $C_{3u}$  : Döner çarkı terkeden havanın çevre hızı yönündeki bileşeni (m/s),
- $B$  : Akım yönüne dik salyangoz genişliği (m),
- $r_z$  : Salyangoz gövdenin başlangıç yarıçapı (m),
- $C_{3m}$  : Döner çarkı terkeden havanın mutlak hız yönündeki düşey bileşeni (m/s),
- $L[i]$  : Salyangoz gövdenin eksen uzunlukları (m),
- $\delta_1$  : Spiral açısı ( $^\circ$ ),
- $R[i]$  : Salyangoz gövdenin spiral yarıçapları (m)'dir.

#### 3.2.4. Vantilatör gücünün belirlenmesi

Vantilatör gücü, döner çark içerisindeki hava kütlesine verilen enerji olarak düşünülmelidir (Gökelim 1983). Sürekli basılan verkiye ve toplam basınca bağlı olarak radyal vantilatörlerin iç gücü yani döner çark tarafından yutulan güç;

$$N_i = \frac{Q \cdot \Delta P}{1000 \cdot \eta_i}$$

eşitliği ile belirlenmiştir. Vantilatör miline verilen güç ise, aşağıdaki eşitlikle bulunmuştur:

$$N_e = \frac{N_i}{\eta}$$

Burada;

$N_i$  : Döner çark tarafından yutulan güç (kW),

$Q$  : Vantilatör verdisi ( $m^3/s$ ),

$\Delta P$  : Toplam basınç (Pa),

$\eta_i$  : İç verim (%),

$N_e$  : Vantilatör miline verilen güç (kW),

$\eta$  : Toplam verim (%)'dir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE SONUÇLAR

##### 4.1. Geliştirilen Bilgisayar Programının Tanıtımı

Radyal vantilatörlerin tasarım parametrelerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen bilgisayar programı, Turbo PASCAL 6.0 dilinde yazılmıştır. Paket program şeklinde geliştirilen yazılımda, mümkün olduğu kadar az tuş kullanımı amaçlanmıştır. Hazırlanan program; bilgisayar kullanmasını bilmeyenlerin dahi, ekrana gelen menülere göre radyal vantilatör tasarımının yapılmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca, en az düzeyde veri girişi yapılmasına özen gösterilerek programın niteliği artırılmaya çalışılmıştır.

Geliştirilen programda kullanılan eşitlikler, metod bölümünden alınmıştır. Ayrıca, programlamada kolaylık açısından bazı grafiklerin denklemleri, MINITAB Release 7.1 paket programı kullanılarak bulunmuştur.

Turbo PASCAL programlama dilinin yapısına bağlı olarak her tasarım parametresi, procedure (alt program) şeklinde gösterilmiştir. Böylece, metod bölümünde verilen eşitlikler ile ekte verilen programın anlaşılması kolaylaştırılmıştır.

Programın çalıştırılması sonucunda elde edilen tasarım parametreleri, ekran veya yazıcı gibi çıkış ünitelerinden alınabilmektedir. Bu parametrelerin birbirleri ile olan ilişkileri de incelenerek programın amacına uygunluğu araştırılmıştır.

Programlama dilleri, yapısal (Turbo PASCAL, Turbo c) ve yapısal olmayan diller (Fortran, Basic, Cobol) olarak

iki gruba ayrılmaktadır (Kılıçay 1990). Yapısal diller grubu, programlama tekniği ve bilgisayardan yararlanma bakımından yapısal olmayan diller grubuna göre daha üstündür. Derleyicileriyle, programın EXE uzantılısını yani makina kodlu şeklini yapmak, yapısal diller grubunda mümkündür. Böylece, programın daha hızlı bir şekilde çalışması sağlanmış olunur.

Radyal vantilatörlerin bilgisayar destekli tasarımı için hazırlanan Turbo PASCAL programı, program kütüğünden KAMIL.EXE adı ile çağrılmaktadır. Bu yazılım işletilmeden önce bilgisayarın açılarak işletim sisteminin yüklenmesi gerekmektedir. İşletim sisteminin yüklenmesi tamamlandıktan sonra ekranda, aşağıdaki gibi bir görüntü elde edilir:

A:\>

Kullanılan bilgisayarın işletim sistemini başlatma promptları farklıysa bu görüntü;

A>

B>

C>

B:\>

C:\>

şeklinde de oluşabilir. Bu görüntü oluştuktan sonra;

A:\>CD SACILIK

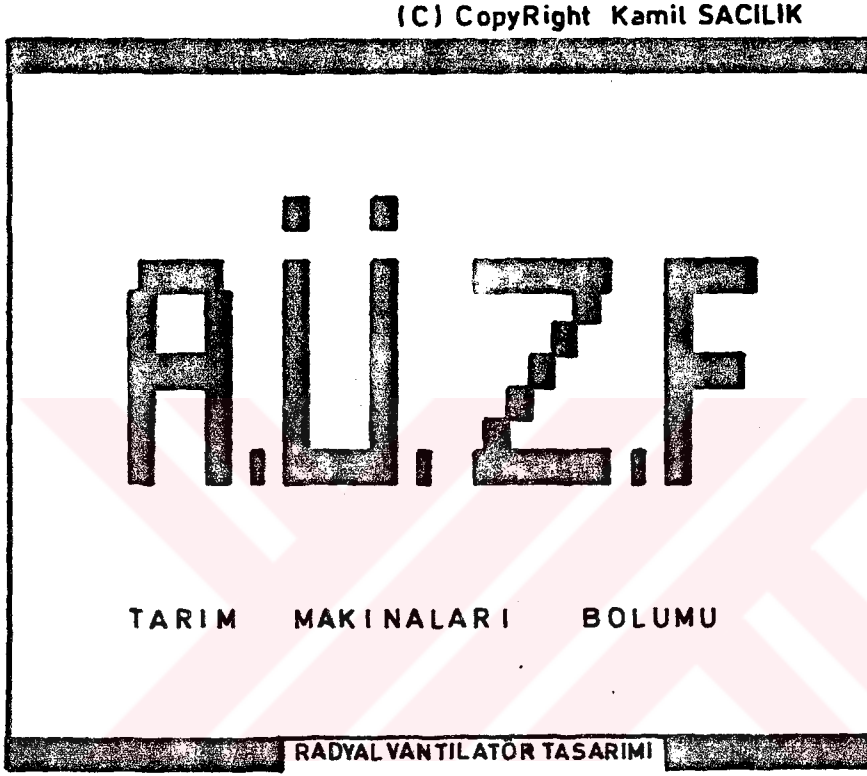
yazıp <enter> tuşuna basılırsa, SACILIK dizinine geçilir:

A:\SACILIK>

Daha sonra, program kütüğünden KAMIL.ExE dosyasını çağırarak için;

A:\SACILIK>KAMIL

yazıp <enter> tuşuna basıldığında, program belleğe yüklenir ve kısa bir süre sonra ekranda, Şekil 4.1'dekine benzer bir görüntü oluşur.



Şekil 4.1. Kamil.Exe'nin ana ekranı.

Bu görüntü oluştuktan sonra, <enter> tuşuna basılarak veri girişi ekranına geçilir. Veri girişi ekranı vantilatör verdisi, toplam basınç ve devir sayısı parametrelerinden oluşmaktadır. Ayrıca, çevre koşullarına bağlı olan veriler de bu ekranda yer almaktadır. Her verinin sayısal değeri klavyeden girildikten sonra, <enter> tuşuna basılarak bu değerler bilgisayarın belleğine yüklenmektedir. Vantilatör verdisi için  $m^3/s$ , devir sayısı için  $1/min$  ve toplam basınç için de 7 değişik basınç birimi kullanılmıştır. Vantilatör

verdisinin sayısal değeri klavyeden girildikten sonra ekranda, Şekil 4.2'dekine benzer bir görüntü oluşacaktır.

**Giris Parametreleri**

Vantilator Verdisi .....m<sup>3</sup> /s .....: ....

Toplam Basınc .....Pa.....: ...

**Basınc Birimleri ( 1 Pa )**

0. Pa = 1

1. Bar = 1/100.000

2. dyn/cm<sup>2</sup> = 10

3. at=kg/cm<sup>2</sup> = 1.019716 /100.000

4. mmSS = 0.1019716/100.000

5. atm = 0.986923/100.000

6. mmHgS = 750.062/100.000

7. pz = 1/1000

SECENEGİNİZ ( 0-7) .....: .

Şekil 4.2. Veri girişi ekranı.

Kullanıcı, ekrandaki menüden basınç birimini seçtikten sonra, basıncın sayısal değerini klavyeden girer ve program bunu hemen Pa cinsinden toplam basıncın karşısına yazar. Devir sayısı da benzer şekilde klavyeden girildikten sonra Şekil 4.3'dekine benzer bir görüntü oluşur.

Kullanıcı, ekrandaki soruya "E" ya da "H" tuşlarından birine basarak yanıt vermelidir. Yanıt "H" ise ana menüye geçilir. "E" olduğu takdirde, Şekil 4.4'dekine benzer bir görüntü oluşur.

## Giris Parametreleri

Vantilator Verdisi	..... <sup>3</sup> m /s.....	: ....
Toplam Basinc	.....Pa.....	: .....
Devir Sayisi	.....1/min.....	: ....
Hava Basinci, Sicaklik parametreleri Girilecek mi?..E		

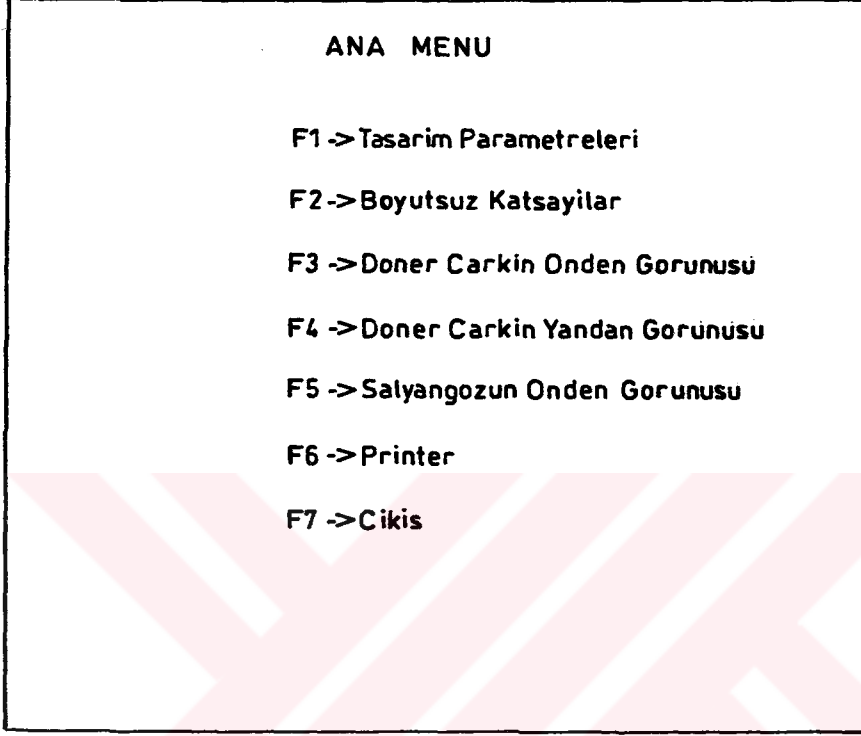
Şekil 4.3. Ana verilerin girilmesi.

## Giris Parametreleri

Vantilator Verdisi	..... <sup>3</sup> m /s.....	: ....
Toplam Basinc	.....Pa.....	: .....
Devir Sayisi	.....1/min.....	: ....
Hava Basinci	.....Pa.....	: .....
Hava Sicakligi	.....C.....	: ..

Şekil 4.4. Yardımcı verilerin girilmesi.

Hava basıncı ve hava sıcaklığı parametrelerinin sayısal değerleri de klavyeden girildikten sonra, <enter> tuşuna basılarak ana menüye geçilir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Ana menü ekranı.

Ana menüde, tasarım sonuçlarının çıkış ünitelerinden alınmasıyla ilgili seçenekler bulunmaktadır. Kullanıcı, bu tuşları kullanarak seçimini yapabilmektedir.

F1 tuşuna basılırsa, radyal vantilatörün tasarım parametreleri ekranda görüntülenmektedir. Böyle bir görüntü Şekil 4.6'dakine benzer biçimde elde edilebilir. Daha sonra ana menüye dönmek için <enter> tuşuna basılmalıdır.

F2 tuşuna basılırsa, radyal vantilatöre ait boyutsuz katsayılar ekranda görüntülenmektedir (Şekil 4.7).

## Tasarım Parametreleri

Doner Carkin Cikis Capi	: .....	mm
Doner Carkin Giriş Capi	: .....	mm
Kanat Agzi Egrilik Yarıcapi	: .....	mm
Kanat Giriş Genisligi	: .....	mm
Kanat Sayisi	: ..	Adet
Kanat Cikis Genisligi	: .....	mm
Kanat Giriş Acisi	: .....	Derece
Kanat Cikis Acisi	: .....	Derece
Kanat Cikis Genisligi Acisi	: .....	Derece
Kanat Giriş Uzunlugu	: .....	mm
Kanat Egrilik Yarıcapi	: .....	mm
Ic Gucu	: .....	KW
Mil Gucu	: .....	KW
Akim Yonune Dik Salyongoz Genisligi	: .....	mm
Kanat kalınlığı	: ..	mm
Spiral Yarıcapi..... $2\pi$ .....	: .....	mm
Spiral Yarıcapi..... $3\pi/2$ .....	: .....	mm
Spiral Yarıcapi..... $\pi$ .....	: .....	mm
Spiral Yarıcapi..... $\pi/2$ .....	: .....	mm

Menu'ye Dönmek için (Enter) Tusuna Basınız

Şekil 4.6. F1 ekranı.

Boyutsuz Katsayılar
Basinc Katsayisi...: .....
Verdi Katsayisi...: .....
Ozgul Devir Sayisi: .....
Hiz Katsayisi.....: .....
Ozgul Cap Katsayisi: .....
Cap Katsayisi...: .....
Guc Katsayisi...: .....
D1/D2 Orani.....: .....
Ic Verim.....: .....
Toplam Verim...: .....

Menu'ye Donmek için (Enter) Tusuna Basınız

Şekil 4.7. F2 ekranı.

Benzer şekilde ana menüye dönmek için <enter> tuşuna basılmalıdır.

Ana menünün diğer seçeneklerinden olan F3 tuşu; döner çarkın önden görünüşünü, F4 tuşu; döner çarkın yandan görünüşünü, F5 tuşu ise; salyangoz gövdenin önden görünüşünü ekrana verebilmektedir.

F6 tuşuna basılırsa, radyal vantilatöre ait tasarım parametreleri ve boyutsuz katsayılar yazıcıdan alınabilmektedir. Fakat, daha önce ekranda aşağıdakine benzer bir mesaj oluşacaktır:

"Printer'i Açın ve <Enter> Tuşuna Basınız."

Yazma işlemi tamamlandıktan sonra <enter> tuşuna basılarak ana menüye dönülür.

Program, VGA veya Hercules grafik kartı olan bilgisayarlar için iki ayrı program şeklinde hazırlanmıştır. Kmlega ve Kmlherc adında olan bu iki program, EK-A'da verilmiştir. Kamil.Exe programı, VGA veya Hercules grafik kartı olmayan bilgisayarda çalıştırılırsa;

"Hercul (720-348) veya VGA grafik kartında  
çalıştırınız..!"

mesajı ekrana görüntülenmektedir. Ayrıca, özgül devir sayısı 101'den büyük olursa program, aşağıdaki mesajı vermektedir:

"STOP.RUN..! Sebebi, Özgül Devir Sayısı 101'den Büyük"

Tasarım tamamlandıktan sonra, işletim sistemine çıkmak için F7 tuşuna basılmalıdır.

#### 4.2. Tasarımda Kullanılan Boyutsuz Katsayıların İncelenmesi

Bu bölümde, radyal vantilatörlerin tasarımında önemli bir yere sahip olan boyutsuz katsayıların birbirleri ile olan ilişkileri incelenmiştir. Böylece, geliştirilen programın amacına uygunluğu, istatistiki yöntemlerle belirlenmiştir.

Vantilatörlerin tasarımı, karşılaştırılması ve değerlendirilmesinde, boyutsuz katsayılardan yararlanılmaktadır (Eck 1973). Boyutsuz katsayılar;

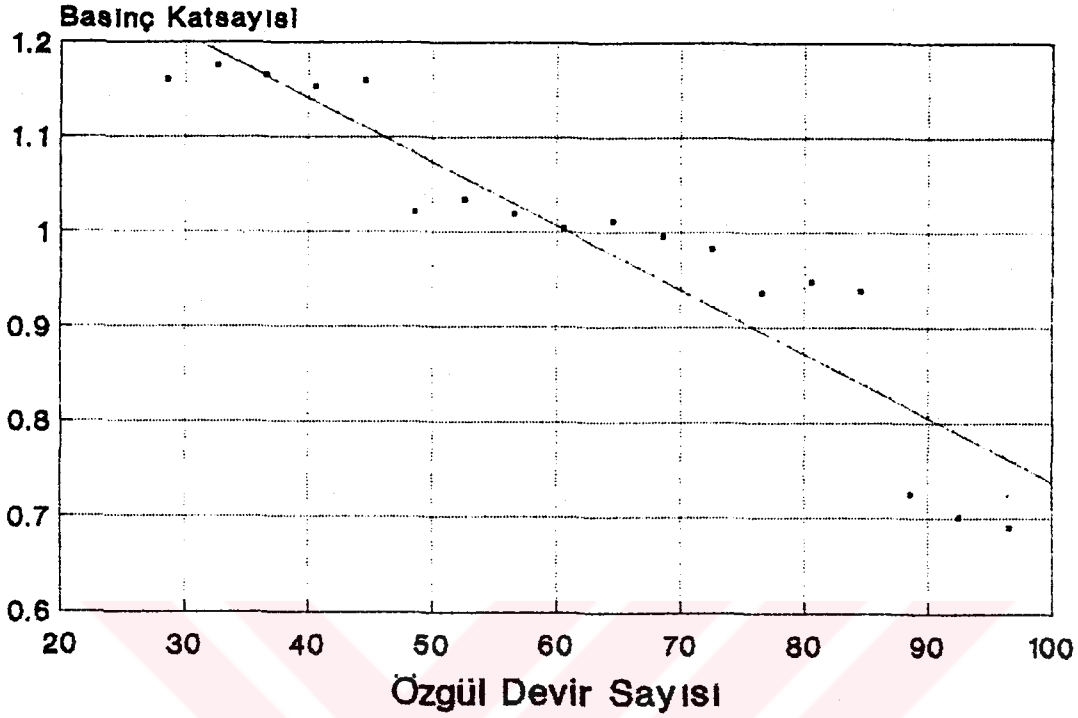
- a) Basınç katsayısı,
- b) Verdi katsayısı,
- c) Özgül devir sayısı,
- ç) Hız katsayısı,
- d) Özgül çap katsayısı,
- e) Çap katsayısı,
- f) Güç katsayısı,

olup, geliştirilen bilgisayar programında bu katsayıların değerleri çıkış ünitelerinden alınabilmektedir. Bu boyutsuz katsayıların birbirleri ile olan ilişkileri, MINITAB Release 7.1 istatistik programı kullanılarak incelenmiştir.

Özgül devir sayısı ile basınç katsayısı arasındaki regresyon denklemi;

$$\Psi = 1.40 - 0.007.nq$$

olup, korelasyon katsayısı  $r = -0.956$ 'dır. Özgül devir sayısı ile basınç katsayısı arasındaki ilişki Şekil 4.8'de verilmiştir.



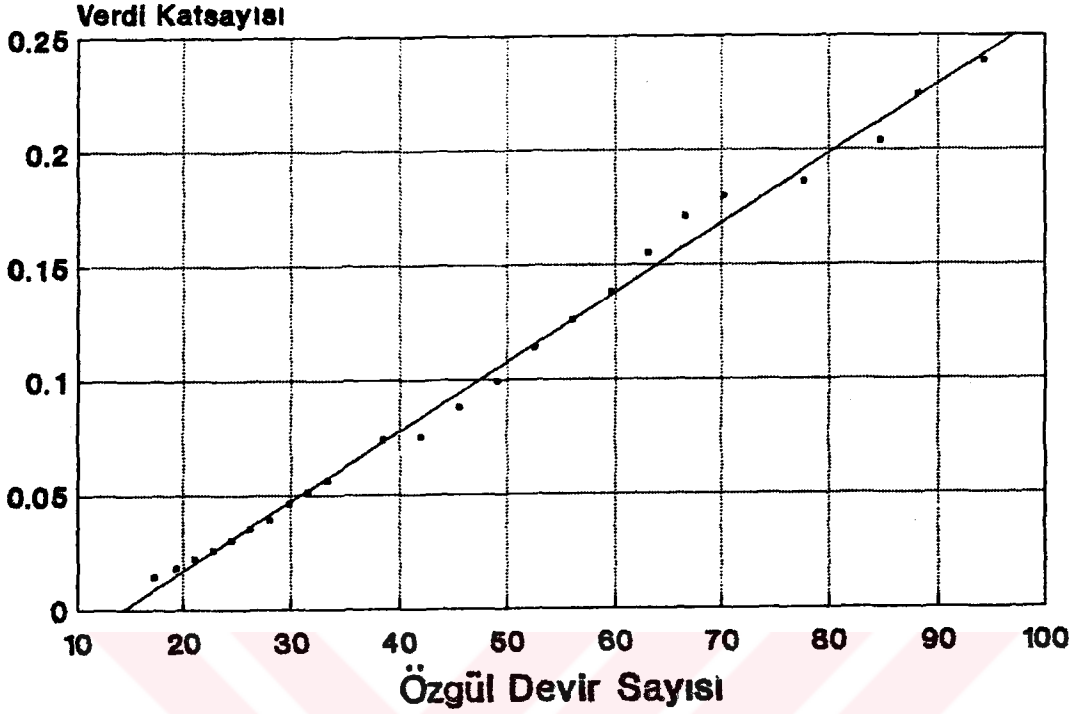
Şekil 4.8. Özgül devir sayısı ile basınç katsayısı arasındaki ilişki.

Şekil 4.8'de görüldüğü gibi, özgül devir sayısı ile basınç katsayısı arasında yüksek bir korelasyon vardır.

Özgül devir sayısı ile verdi katsayısı arasındaki regresyon denklemi;

$$\varphi = -0.0517 + 0.00328.nq$$

olup, korelasyon katsayısı  $r=0.994$ 'dür. Özgül devir sayısı ile verdi katsayısı arasındaki ilişki Şekil 4.9'da verilmiştir. Şekil 4.9'da görüldüğü gibi, artan özgül sayısı verdi katsayısını da artırmaktır. Korelasyon katsayısının yüksek olması, özgül devir sayısı ile verdi katsayısı arasındaki ilişkinin önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.9. Özgül devir sayısı ile verdi katsayısı arasındaki ilişki.

Özgül devir sayısı ile hız katsayısı arasındaki regresyon denklemi;

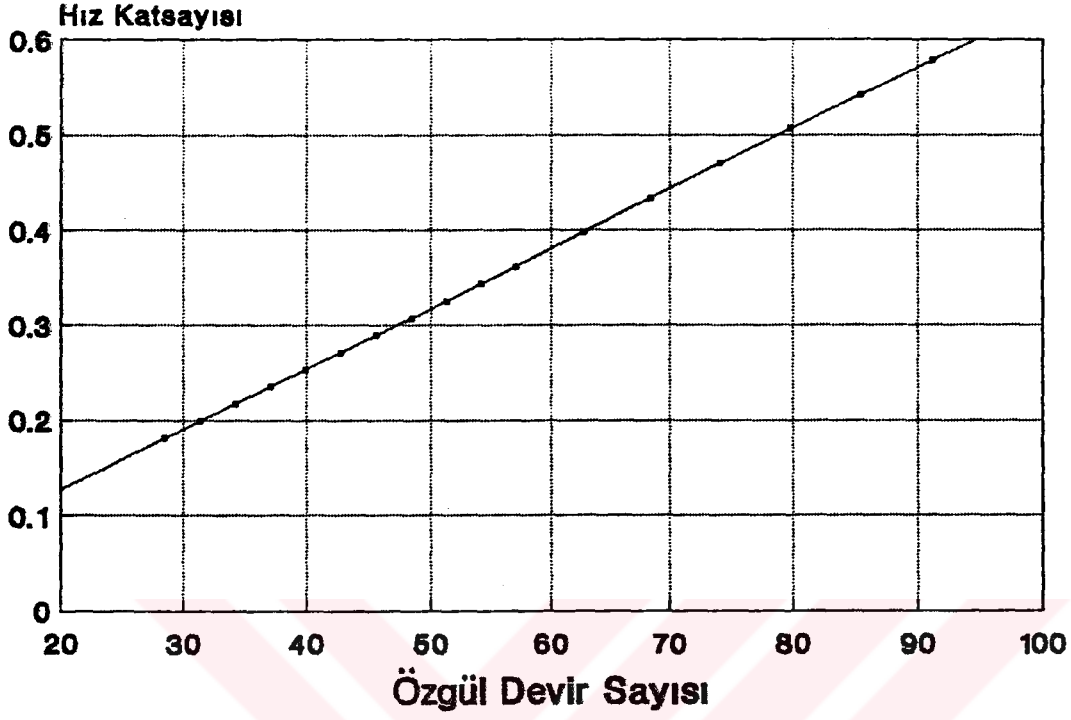
$$\sigma = 0.000236 + 0.00634.nq$$

olup, korelasyon katsayısı  $r=1$ 'dir. Özgül devir sayısı ile hız katsayısı arasındaki ilişki Şekil 4.10'da verilmiştir. Özgül devir sayısı ile hız katsayısı arasında doğrusal bir ilişki olduğu, Şekil 4.10'da görülmektedir.

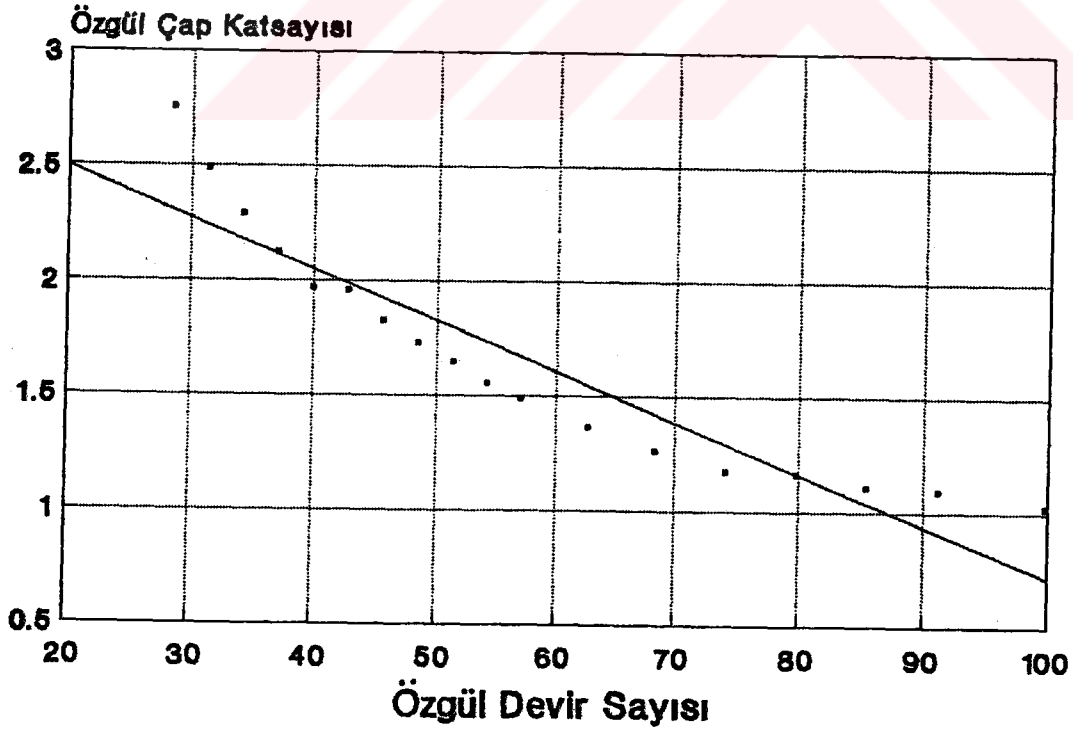
Özgül devir sayısı ile özgül çap katsayısı arasındaki regresyon denklemi;

$$D_q = 2.94 - 0.0223.nq$$

olup, korelasyon katsayısı  $r=-93.1$ 'dir. Özgül devir sayısı ile özgül çap katsayısı arasındaki ilişki Şekil 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.10. Özgül devir sayısı ile hız katsayısı arasındaki ilişki.



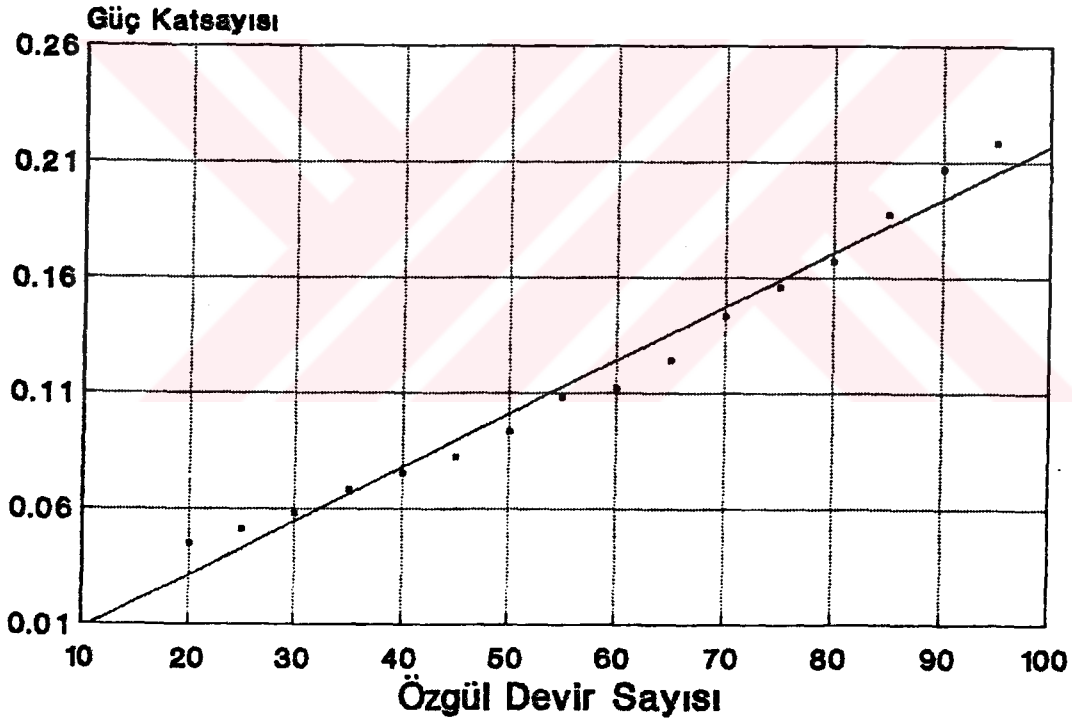
Şekil 4.11. Özgül devir sayısı ile özgül çap katsayısı arasındaki ilişki.

Şekil 4.11'de görüldüğü gibi, özgül devir sayısı ile özgül çap katsayısı arasında negatif bir korelasyon vardır.

Özgül devir sayısı ile güç katsayısı arasındaki regresyon denklemi;

$$\lambda = -0.0472 + 0.00373.nq$$

olup, korelasyon katsayısı  $r=0.996$ 'dır. Özgül devir sayısı ile güç katsayısı arasındaki ilişki Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.12. Özgül devir sayısı ile güç katsayısı arasındaki ilişki.

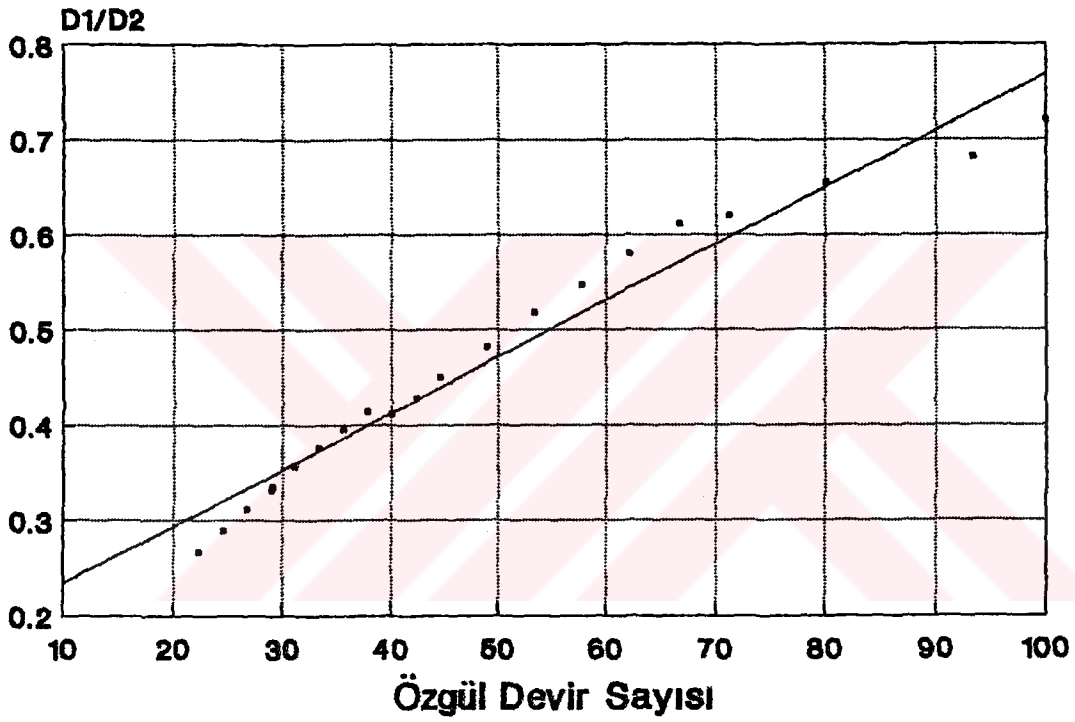
Şekil 4.12'de görüldüğü gibi, artan özgül devir sayısına bağlı olarak güç katsayısı da artmaktadır.

Döner çarkın en önemli iki tasarım parametresi, döner

çarkın giriş ( $D_1$ ) ve çıkış ( $D_2$ ) çapıdır. Özgül devir sayısı ile  $D_1/D_2$  oranı arasındaki regresyon denklemi;

$$D_1/D_2 = 0.174 + 0.00595.n_g$$

olup, korelasyon katsayısı ise  $r=0.982$ 'dir. Özgül devir sayısı ile  $D_1/D_2$  oranı arasındaki ilişki Şekil 4.13'de verilmiştir.



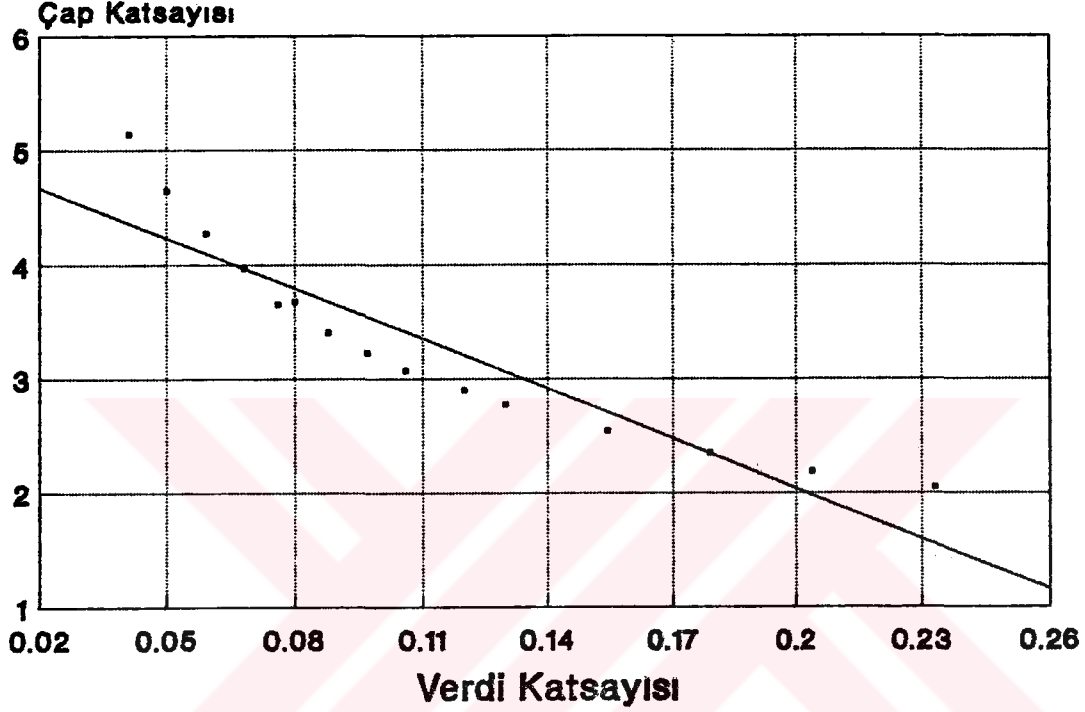
Şekil 4.13. Özgül devir sayısı ile  $D_1/D_2$  oranı arasındaki ilişki.

Özgül devir sayısı ile  $D_1/D_2$  oranı arasında doğrusal bir ilişki olduğu, Şekil 4.13'de görülmektedir.

Verdi katsayısı ile çap katsayısı arasındaki regresyon denklemi;

$$\delta = 4.94 - 14.4 \cdot \varphi$$

olup, korelasyon katsayısı  $r = -0.943$ 'dür. Verdi katsayısı ile çap katsayı arasındaki ilişki Şekil 4.14'de verilmiştir.



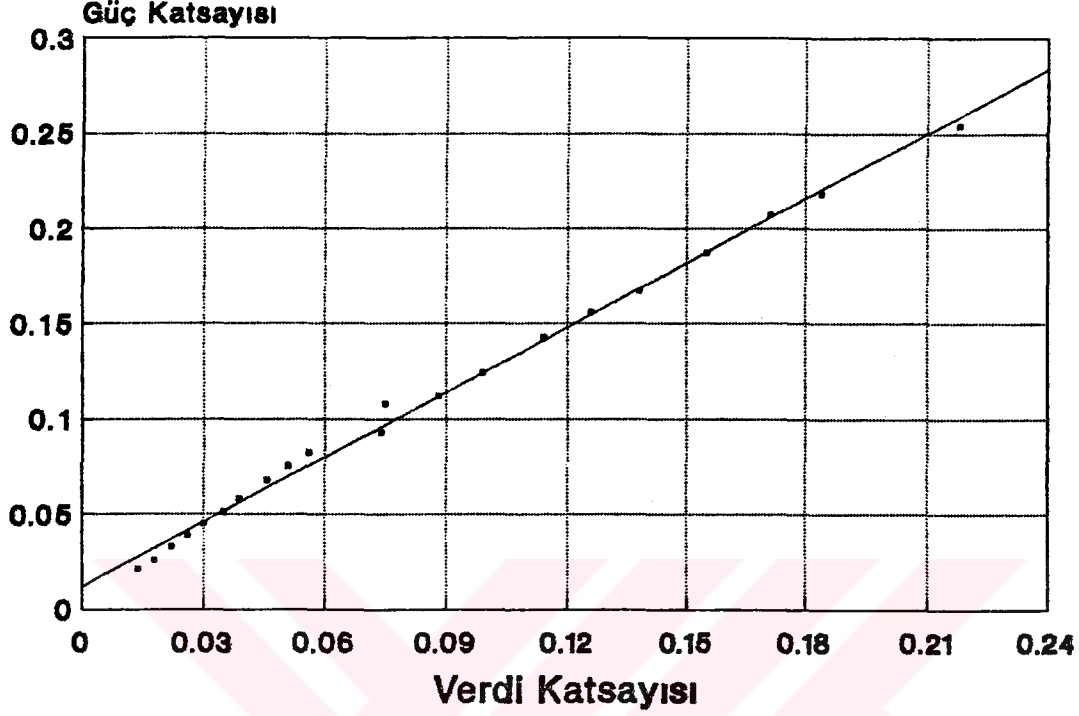
Şekil 4.14. Verdi katsayısı ile çap katsayısı arasındaki ilişki.

Şekil 4.14'de görüldüğü gibi, verdi katsayısı ile çap katsayısı arasında negatif bir korelasyon vardır.

Verdi katsayısı ile güç katsayısı arasındaki regresyon denklemi;

$$\lambda = 0.0124 + 1.13 \cdot \varphi$$

olup, korelasyon katsayısı  $r = 0.998$ 'dir. Verdi katsayısının güç katsayısına göre değişimi Şekil 4.15'de görülmektedir.



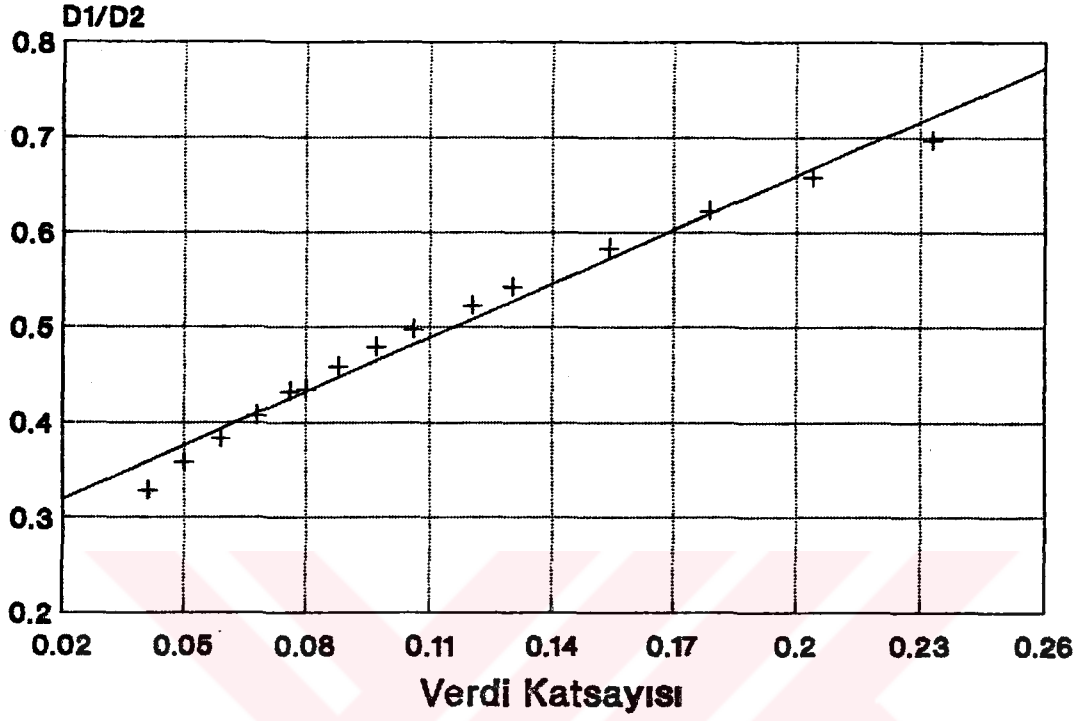
Şekil 4.15. Verdi katsayısı ile güç katsayısı arasındaki ilişki.

Artan verdi katsayısıyla birlikte güç katsayısının arttığı, Şekil 4.15'de görülmektedir.

Verdi katsayısı ile  $D_1/D_2$  oranı arasındaki regresyon denklemi;

$$D_1/D_2 = 0.277 + 1.94 \cdot \varphi$$

olup, korelasyon katsayısı  $r=0.992$ 'dir. Verdi katsayısı ile  $D_1/D_2$  oranı arasındaki ilişki Şekil 4.16'da görülmektedir.



Şekil 4.16. Verdi katsayısı ile  $D_1/D_2$  oranı arasındaki ilişki.

**5. KAYNAKLAR**

- Baard, H., ve Böös, E., 1987. Aerodynamic Fan Design-Computer Techniques. Industrial Fans-Aerodynamic Design: 21-26, London.
- Baysal, B.K., 1975. Tam Santrifüj Pompalar Hesap Çizim ve Konstrüksiyon Özellikleri. İ.T.Ü. Makina Fakültesi No: 1038, İstanbul.
- Bommes, L., ve Kramer, C., 1990. Ventilataren. Expert-Verlag, Germany.
- Cory, B., 1991. Fans for Today's Agriculture. Agricultural Engineer, Summer.
- Çubukçu, F., 1991. Turbo PASCAL 6.0 Programlama Dili. Türkmen Kitabevi, İstanbul.
- De La Harpe, J.H., 1983. Use of Computer in Fan Engineering. The Certificated Enginneer, 56 (9): 132-137, London.
- Eck, B (Çeviri)., 1973. Fans. Pergamon Press, Oxford.
- Evcim, Ü., 1991. Ürün Temizleme ve Sınıflandırma Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No : 500, İzmir.
- Gökelim, A.T., 1983. Endüstriyel Fan ve Kompresör Tesisleri. Birsen Yayınları, İstanbul.
- Kılıçay, Ö., 1990. Turbo C Programlama Dili. Ankara.
- Kovats, A.De., ve Desmur, G (Çeviri)., 1971. Pompalar, Vantilatörler, Kompresörler. İ.T.Ü. Kütüphanesi Sayı: 856, İstanbul.

- Köktürk, U., 1976. Pratik Havalandırma Tesisleri Kılavuzu. Birsen Yayınları, İstanbul.
- O'Brien, S.K., 1989. Turbo PASCAL 5.5 : The Complete Reference. Borland - Osborne / Mc Graw Hill Programming Series.
- Osborne, W.C., 1977. Fans. Pergamon Press, Oxford.
- Petermann, H., 1964. Strömungsmaschinen. Springer - Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- Pfleiderer, C., 1949. Die Keiselpumpen für Flüssigkeiten und Gase. Springer - Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- Pfleiderer, C., 1949. Die Kreiselpumpen für Flüssigkeiten und Gase. Springer - Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- Söylemez, E., 1988. Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat. Tarım Makinaları Bilimi ve Tekniği Dergisi Sayı 1 : 38-40, Ankara.
- Stepanoff, A.J., 1955. Turbobl原因ers. John Wiley and Sons, Inc, Newyork, London.
- Yılmaz, T., ve Haktanır, V., 1986. Ziraat Makinalarında Kullanılan Çeşitli Tip Vantilatörlerin Karşılaştırılması ve Bunların Tasarımı. Tarımsal Mekanizasyon 10. Ulusal Kongresi Kitabı : 361 - 371, Adana.

**EK-A**

```
uses kmlega,kmlherc,graph;
var gd,gm:integer;
begin
  gd:=detect;
  initgraph(gd,gm,'');
  closegraph;
  case gd of
    9:begin
      case gm of
        2:kmlegal;
      else
        writeln('Hercul(720*348) veya VGA
grafik kartinda calistiriniz..!');
      end;
    end;
    7:begin
      case gm of
        0:kmlherc1;
      else
        writeln('Hercul(720*348) veya VGA
grafik kartinda calistiriniz..!');
      end;
    end;
  else
    writeln('Hercul(720*348) veya VGA grafik kartinda
calistiriniz..!');
  end;
end.
```

```
UNIT KMLHERC;
```

```
interface
```

```
Uses Graph,Crt,Mscr,Ana,Printer;
```

```
procedure kmlherc1;
```

```
implementation
```

```
{*** Programda Kullanilan Degiskenlerin Tanimlanmasi ***}
```

```
Var
```

```
bbb,k, Basinc, Devirsayisi, Hbasinc, Hsicaklik, Vverim1, Verdi,
Hoagirlik, Fandebi, Byukseklk, Ozguldevirsay, BK,
IcVerim, Topver, Ni,Ne,HidVerim, U2, U21, D2, AkisSayisi,
EmneHizi, D1, Rd, U1, C0m, B1, B2, Bus, Beta1, Beta2,
Ksi, Ksi1, Ksi2, Gama,
C1m, C2m, Z, S, Lamda1, Lamda2, T1, T2, Mu, Fi,
Teta,TSBasma, j1,j2,j3,rke,
C3U,c2u,r1,r2,rz,c,delta:real;
step:real;
l: array[1..5] of real;
r:array[1..4] of real;
i,xx,yy,DD1,DD2,gd,gm:integer;
aa,tt:real;
cc,ss:real;
st:string;
ep,devam:Char;
```

```
{*** Demo Goruntulenmesi ***}
```

```
Procedure ILK;
```

```
Var
```

```
ch:char;
```

```
begin
```

```
Repeat
```

```
textcolor(12);textbackground(0);
```

```
Clrscr;
```

```
DesCiz(2,2,79,24,4);
```

```
ZemBoya(1,2,80,24,5);
```

```
ZemCiz(2,3,79,23,2);
```

```
textcolor(12);textbackground(0);
```

```
GotoXY(45,1);Write('(C) CopyRight Kamil SACILIK');
```

```
gotoxy(2,3); Write(' ');
gotoxy(2,4); Write(' ');
gotoxy(2,5); Write(' ');
gotoxy(2,6); Write(' ');
gotoxy(2,7); Write(' ');
gotoxy(2,8); Write(' ');
gotoxy(2,9); Write(' ');
gotoxy(2,10);Write(' ');
gotoxy(2,11);Write(' ');
gotoxy(2,12);Write(' ');
gotoxy(2,13);Write(' ');
gotoxy(2,14);Write(' ');
gotoxy(2,15);Write(' ');
gotoxy(2,16);Write(' ');
gotoxy(2,17);Write(' ');
gotoxy(2,18);Write(' ');
gotoxy(2,19);Write(' ');
gotoxy(2,20);Write(' ');
gotoxy(2,21);Write(' ');
gotoxy(2,22);Write(' ');
gotoxy(2,23);Write(' ');
gotoxy(27,24);Write(' RADYAL VANTILATOR TASARIMI ');
ch:=readkey;
until ch<>#203;
clrscr;
```

```
End;
```

```
{*** Giris Parametrelerinin Klavyeden Girilmesi ***}
```

```
Procedure OKU;
```

```

Var
  EH:Char;
Begin
  Desciz(2,2,79,24,1);
  Gotoxy(30,1);Write('Giris Parametreleri');

  Gotoxy(10,5);Write('Ventilator Verdisi .....m3/s.....:');
  Gotoxy(54,5);readln(Verdi);

  Gotoxy(10,7);Write('Toplam Basinc .....Pa.....:');
  Gotoxy(10,13);Write('  Basinc Birimleri ( 1 Pa ) ');
  Gotoxy(10,15);Write('0. Pa = 1 ');
  Gotoxy(10,16);Write('1. Bar = 1/100.000 ');
  Gotoxy(10,17);Write('2. dyn/cm2 = 10 ');
  Gotoxy(10,18);Write('3. at=kg/cm2 = 1.019716/100.000 ');
  Gotoxy(10,19);Write('4. mmSS = 0.1019716/100.000 ');
  Gotoxy(10,20);Write('5. atm = 0.986923/100.000 ');
  Gotoxy(10,21);Write('6. mmHgS = 750.062/100.000 ');
  Gotoxy(10,22);Write('7. pz = 1/1000 ');
  Gotoxy(10,23);Write('S E C E N E G I N I Z (0-7)..... ');
  repeat
    gotoxy(43,23);readln(sec);
  until (Sec>-1) And (sec<8);
  Gotoxy(54,7);Readln(Basinc);

  Desciz(10,13,70,23,1);

  Case Sec of
    1:Basinc:=Basinc*100000;
    2:Basinc:=Basinc/10;
    3:Basinc:=Basinc/1.019716e-5;
    4:Basinc:=Basinc/0.1019716;
    5:Basinc:=Basinc/0.986923e-5;
    6:Basinc:=Basinc/750.062e-5;
    7:Basinc:=Basinc*1000;
  End;

  Gotoxy(54,7);Write(Basinc:4:4);

  Gotoxy(10,9);Write('Devir Sayisi .....1/min.....:');
  Gotoxy(54,9);Readln(Devirsayisi);

  Repeat
    Gotoxy(10,20);Write('Hava Basinci, Sicaklik parametreleri Girilecek mi?:');
    Readln(eh);
    Eh:=Uppcase(eh);
  Until (Eh='E') or (Eh='H');

  if Eh = 'H' then Begin
    Hbasinc:=101324.95;
    Hsicaklik:=20;
  End

  Else Begin
    Desciz(10,13,70,23,1);
    Gotoxy(10,11);Write('Hava Basinci .....Pa.....:');
    Gotoxy(54,11);readln(Hbasinc);
    Gotoxy(10,13);Write('Hava Sicakligi .....C.....:');
    Gotoxy(54,13);readln(Hsicaklik);
  End;

  S:=4;

  Vverim1:=0.97;
  Hoagirlik :=Hbasinc/(287*(273.15+Hsicaklik));
  Fandebi :=Verdi/Vverim1;
  Byukseklik :=Basinc/Hoagirlik;

  OzgulDevirsay :=Devirsayisi*(sqrt(Verdi)/Exp((3/4)*Ln(0.1019716*Byukseklik)));

  BK:=exp(-2.17+1.61*ln(ozguldevirsay)-0.267*sqr(ln(ozguldevirsay)));

  IcVerim:=0.94+0.00128*sqr(ozguldevirsay)-0.0329*exp(1.5*ln(ln(sqrt(ozguldevirsay))))-40.3/sqr(ozguldevirsay);
  HidVerim:=1.06*icverim;
End;

```

```
{*** Kanat Cikisi Cevre Hizinin Hesaplanmasi ***}
```

```
Procedure U2_HESAPLA;
Begin
  U2:=Sqrt(2*BYukseklk/BK);
End;
```

```
{*** Ventilator Gucunun Bulunmasi ***}
```

```
Procedure GUCBUL;
Begin
  TopVer:=0.96*Icverim;
  Ni:=Verdi*Basinc/Icverim;
  Ne:=Verdi*Basinc/TopVer;
```

```
End;
```

```
{*** Doner Carkin Cikis Capinin Hesaplanmasi ***}
```

```
Procedure D2_HESAPLA;
Begin
  D2:=60*U2/(Pi*DevirSayisi);
End;
```

```
{*** Emme Hizinin Hesaplanmasi ***}
```

```
Procedure EMMEHIZI_HESAPLA;
Begin
  AkisSayisi:=0.55*Exp((1/3)*Ln(OzgulDevirSay/100));
  EmmeHizi:=AkisSayisi*Sqrt(2*Byukseklk);
  D1:=Sqrt(4*FanDebi/(EmmeHizi*Pi));
```

```
End;
```

```
{*** Rd , C0m ve U1 in Hesaplanmasi ***}
```

```
Procedure ARA1;
Begin
  Rd:=0.14*D1;
  U1:=U2*D1/D2;
  C0m:=0.275*Exp((1/6)*Ln(OzgulDevirSay/100))*Sqrt(2*Byukseklk);
End;
```

```
{*** Kanat Giris Genisliginin Hesaplanmasi ***}
```

```
Procedure KANAT_GIRIS_ENI_HESAPLA;
Begin
  B1:=Fandebi/(Pi*D1*C0m);
End;
```

```
{*** Kanat Sayisinin Hesaplanmasi ***}
```

```
Procedure Z_HESAPLA;
Begin
  Ksi:=0;Ksi1:=0.95;
  While Abs(Ksi1-Ksi) > 0.0001 do Begin
    Ksi:=Ksi1;
    C1m:=C0m/Ksi;
    Beta1:=Arctan(C1m/U1)*180/Pi;
    Beta2:=Beta1+10;

    If Ozguldevirsay<40 then Z:=8*(D2+D1)/(D2-D1)*Sin(Pi*((Beta2+Beta1)/2)/180)
    Else If Ozguldevirsay<80 then Z:=6*(D2+D1)/(D2-D1)*Sin(Pi*((Beta2+Beta1)/2)/180)
    Else If Ozguldevirsay<101 then Z:=3*(D2+D1)/(D2-D1)*Sin(Pi*((Beta2+Beta1)/2)/180)

  Else Begin
    Clrscr;
    Write('Stop Run ! sebebi Ozguldevirsayisi 101 den buyuk !!!!');
    readln;
    Halt;
```

```

End;

T1:=1000*Pi*D1/Z;
Lamda1:=S/Sin(Pi*Beta1/180);
Ksi1:=(T1-Lamda1)/T1;
End;

if (Z-Trunc(Z)) > 0.84 then z:=z+1;
z:=Trunc(z);

End;

{*** Doner Carkin Onden Gorunusunun Cizdirilmesi ***}

procedure daire;
var
zz:integer;
begin
circle(350,175,dd2);
circle(350,175,dd1);

For i:=1 to Trunc(Z) do Begin
Teta:=i*360/Z+sTEP;

xx:=Trunc((Rke*Sin(pi*(90-teta-Beta1)/180)-(d1/2)*Cos(pi*teta/180))*step*2);
yy:=Trunc((Rke*Cos(pi*(90-teta-Beta1)/180)-(d1/2)*Sin(pi*teta/180))*step*2*3/4);

if Ozguldevirsay<61 then zz:=45
Else zz:=38;

Arc(350-xx,175+yy,Trunc(Teta+Beta1-zz),Trunc(Teta+Beta1),trunc(rke*step*2));
End;

End;

{*** Doner Carkin Yandan Gorunusunun Cizdirilmesi ***}

procedure yandan;
var
st:string;
begin
step:=250/d2;

line(400,50,400,50+trunc(d2*step)); {d2}
line(401,50,401,50+trunc(d2*step));

line(400,50,400-trunc(b2*step),50);
line(400,51,400-trunc(b2*step),51);

line(400,50+trunc(d2*step),400-trunc(b2*step),50+trunc(d2*step));
line(400,51+trunc(d2*step),400-trunc(b2*step),51+trunc(d2*step));

line(400-trunc(b2*step),50,400-trunc(b1*step),50+trunc((d2-d1)*step/2));
line(401-trunc(b2*step),50,400-trunc(b1*step),50+trunc((d2-d1)*step/2)+1);

line(400-trunc(b2*step),50+trunc(d2*step),400-trunc(b1*step),50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));
line(400-trunc(b2*step)+1,50+trunc(d2*step),400-trunc(b1*step)+1,50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));

line(400{-trunc(b1*400)},50+trunc((d2-d1)*step/2),400-trunc(bus*step),50+trunc((d2-d1)*step/2));
line(400{-trunc(b1*400)},51+trunc((d2-d1)*step/2),400-trunc(bus*step),51+trunc((d2-d1)*step/2));

line(400,50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2),400-trunc(bus*step),50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));
line(400,51+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2),400-trunc(bus*step),51+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));

line(400-trunc(bus*step),50+trunc((d2-d1)*step/2),400-trunc(bus*step),50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));
line(401-trunc(bus*step),50+trunc((d2-d1)*step/2),401-trunc(bus*step),50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));

settextstyle(0,0,0);

line(400-trunc(b2*step),370,400,370);
line(400-trunc(b2*step),365,400-trunc(b2*step),375);

```

```
line(400,365,400,375);
str(b2*1000:5:0,st);
outtextxy(350,375,st);
```

```
line(400-trunc(b1*step),200,400,200);
line(400-trunc(b1*step),195,400-trunc(b1*step),205);
line(400,195,400,205);
str(b1*1000:5:0,st);
outtextxy(350,210,st);
```

```
line(400-trunc(bus*step),420,400,420);
line(400-trunc(bus*step),415,400-trunc(bus*step),425);
line(400,415,400,425);
str(bus*1000:5:0,st);
outtextxy(350,425,st);
```

```
settextstyle(0,1,0);
```

```
line(470,50,470,50+trunc(d2*step));
line(465,50,475,50);
line(465,50+trunc(d2*step),475,50+trunc(d2*step));
str(d2*1000:5:0,st);
outtextxy(480,200,st);
```

```
line(430,50+trunc((d2-d1)*step/2),430,50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));
line(425,50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2),435,50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));
line(425,50+trunc((d2-d1)*step/2),435,50+trunc((d2-d1)*step/2));
str(d1*1000:5:0,st);
outtextxy(440,200,st);
```

```
settextstyle(0,0,0);
```

```
line(400-trunc(b2*step),50,400-trunc(b2*step),100);
arc(400-trunc(b2*step),50,210,270,35);
str(gama:2:0,st);
outtextxy(360-trunc(b2*step),75,st);
```

End;

{\*\*\* Salyangoz Govdenin Onden Gorunusunun Cizdirilmesi \*\*\*}

Procedure Salyangoz;

begin

```
step:=200/d2;
```

```
xx:=350;
```

```
yy:=175;
```

```
tt:=(l[1]-l[2])/2;
```

```
arc(xx+trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),265,355, trunc(r[1]*step));
```

```
arc(xx+trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),265,355, trunc(r[1]*step)+1);
```

```
arc(xx+trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),265,355, trunc(r[1]*step)+2);
```

```
cc:=cos(45*pi/180)*r[1]*3*step/4;
```

```
ss:=sin(45*pi/180)*r[1]*step;
```

```
line(xx+trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),xx+trunc(tt*step+ss),yy-trunc(tt*step-cc));
```

```
cc:=cos(45*pi/180)*r[1]*3*step/8;
```

```
ss:=sin(45*pi/180)*r[1]*step/2;
```

```
str(r[1]*1000:5:0,st);
```

```
outtextxy(xx+trunc(tt*step+ss),yy-trunc(tt*step-cc),st);
```

```
line(xx+trunc(l[1]*step),yy+trunc((l[1]-l[2])*step*3/8),xx+trunc(l[1]*step),yy-trunc(l[4]*step*3/4));
```

```
line(xx+trunc(l[1]*step)+1,yy+trunc((l[1]-l[2])*step*3/8),xx+trunc(l[1]*step)+1,yy-trunc(l[4]*step*3/4));
```

```
line(xx+trunc(l[1]*step)+2,yy+trunc((l[1]-l[2])*step*3/8),xx+trunc(l[1]*step)+2,yy-trunc(l[4]*step*3/4));
```

```
line(xx+trunc(l[1]*step),yy-trunc(l[4]*step*3/4),xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step),yy-trunc(l[4]*step*3/4));
```

```
line(xx+trunc(l[1]*step),yy-trunc(l[4]*step*3/4)-1,xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step),yy-trunc(l[4]*step*3/4)-1);
```

```
line(xx+trunc(l[1]*step),yy-trunc(l[4]*step*3/4)+1,xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step),yy-trunc(l[4]*step*3/4)+1);
```

```
line(xx+trunc(l[1]*step),yy-trunc(l[4]*step*3/4)-20,xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step),yy-trunc(l[4]*step*3/4)-20);
```

```
str(d1*1180:5:0,st);
```

```
outtextxy(xx+trunc(l[1]*step)-50,yy-trunc(l[4]*step*3/4)-30,st);
```

```

line(xx+trunc(l [1]*step-d1*1.18*step),yy-trunc(l [4]*step*3/4),xx+trunc(l [1]*step-d1*1.18*step),
yy-trunc(l [4]*step*3/4-(l [4]-r2)*step*3/4));
line(xx+trunc(l [1]*step-d1*1.18*step)-1,yy-trunc(l [4]*step*3/4),xx+trunc(l [1]*step-d1*1.18*step)-1,
yy-trunc(l [4]*step*3/4-(l [4]-r2)*step*3/4));
line(xx+trunc(l [1]*step-d1*1.18*step)+1,yy-trunc(l [4]*step*3/4),xx+trunc(l [1]*step-d1*1.18*step)+1,
yy-trunc(l [4]*step*3/4-(l [4]-r2)*step*3/4));

```

```

tt:=(l [2]-l [3])/2;
arc(xx+trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),175,265,trunc(r [2]*step));
arc(xx+trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),175,265,trunc(r [2]*step)-1);
arc(xx+trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),175,265,trunc(r [2]*step)-2);

```

```

cc:=cos(45*pi/180)*r [2]*3*step/4;
ss:=sin(45*pi/180)*r [2]*step;
line(xx+trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),xx+trunc(tt*step-ss),yy+trunc(tt*step+cc));

```

```

cc:=cos(45*pi/180)*r [2]*3*step/8;
ss:=sin(45*pi/180)*r [2]*step/2;
str(r [2]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx+trunc(tt*step-ss),yy+trunc(tt*step+cc),st);

```

```

tt:=(l [3]-l [4])/2;
arc(xx-trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),85,175,trunc(r [3]*step));
arc(xx-trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),85,175,trunc(r [3]*step)+1);
arc(xx-trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),85,175,trunc(r [3]*step)+2);

```

```

cc:=cos(45*pi/180)*r [3]*3*step/4;
ss:=sin(45*pi/180)*r [3]*step;
line(xx-trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),xx-trunc(tt*step+ss),yy+trunc(tt*step-cc));

```

```

cc:=cos(45*pi/180)*r [3]*3*step/8;
ss:=sin(45*pi/180)*r [3]*step/2;
str(r [3]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx-trunc(tt*step+ss),yy+trunc(tt*step-cc),st);

```

```

tt:=(l [4]-l [5])/2;
arc(xx-trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),355,85,trunc(r [4]*step));
arc(xx-trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),45,85,trunc(r [4]*step)-1);
arc(xx-trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),45,85,trunc(r [4]*step)+1);

```

```

cc:=cos(45*pi/180)*r [4]*3*step/4;
ss:=sin(45*pi/180)*r [4]*step;
line(xx-trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),xx-trunc(tt*step-ss),yy-trunc(tt*step+cc));

```

```

cc:=cos(45*pi/180)*r [4]*3*step/8;
ss:=sin(45*pi/180)*r [4]*step/2;
str(r [4]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx-trunc(tt*step-ss),yy-trunc(tt*step+cc),st);

```

```

line(xx-trunc(l [3]*step),yy,xx+trunc(l [1]*step),yy);
line(xx,yy-trunc(l [4]*step*3/4),xx,yy+trunc(l [2]*step*3/4));

```

```

str(l [1]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx+trunc(l [1]*step)+10,yy,st);

```

```

str(l [2]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx+10,yy+trunc(l [2]*step*3/4),st);

```

```

str(l [3]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx-trunc(l [3]*step)-40,yy,st);

```

```

str(l [4]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx,yy-trunc(l [4]*step*3/4)-10,st);

```

```

str(l [5]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx+trunc(l [5]*step)+10,yy,st);

```

End;

(\*\*\* Boyutsuz Katsayilarin Hesaplanmasi \*\*\*)

Procedure Boyutsuzlar;

Var

x:Char;

psi,Phi,Sigma,Dq,Delta,Lamda:real;

Begin

```

Clrscr;
Gotoxy(10,2);Write('Boyutsuz Katsayilar');
Psi:=2*Byukseklk/(U21*U21);
Gotoxy(10,4);Write('Basinc Katsayisi...: ',Psi:3:3);
Phi:=4*Verdi/(U21*pi*d2*d2);
Gotoxy(10,6);Write('Verdi Katsayisi...: ',Phi:3:3);
Gotoxy(10,8);Write('Ozgul Devir Sayisi.: ',Ozguldevirsay:3:3);
Sigma:=Sqrt(Phi)/Exp(0.75*Ln(Psi));
Gotoxy(10,10);Write('Hiz Katsayisi.....: ',Sigma:3:3);
Dq:=D2*Exp(0.25*Ln(0.1019716*Byukseklk))/Sqrt(verdi);
Gotoxy(10,12);Write('Ozgul Cap Katsayisi: ',Dq:3:3);
Delta:=Exp(0.25*Ln(Psi))/Sqrt(Phi);
Gotoxy(10,14);Write('Cap Katsayisi.....: ',Delta:3:3);
Lamda:=Psi*Phi/topver;
Gotoxy(10,16);Write('Guc Katsayisi.....: ',Lamda:3:3);
Gotoxy(10,18);Write('D1/D2 Orani.....: ',D1/D2:3:3);
Gotoxy(10,20);Write('Ic Verim.....: ',IcVerim:3:3);
Gotoxy(10,22);Write('Toplam Verim.....: ',TopVer:3:3);
if Ep='P' Then Begin
    Writeln(Lst);Writeln(Lst);Writeln(Lst);
    Writeln(Lst,'*****');
    Writeln(Lst,'***** Boyutsuz Katsayilar *****');
    Writeln(Lst,'*****');
    Writeln(Lst);Writeln(Lst);

    Writeln(Lst,' Basinc Katsayisi...: ',Psi:3:3);
    Writeln(Lst,' Verdi Katsayisi...: ',Phi:3:3);
    Writeln(Lst,' Ozgul Devir Sayisi.: ',Ozguldevirsay:3:3);
    Writeln(Lst,' Hiz Katsayisi.....: ',Sigma:3:3);
    Writeln(Lst,' Ozgul Cap Katsayisi: ',Dq:3:3);
    Writeln(Lst,' Cap Katsayisi.....: ',Delta:3:3);
    Writeln(Lst,' Guç Katsayisi.....: ',Lamda:3:3);
    Writeln(Lst,' D1/D2 Orani.....: ',D1/D2:3:3);
    Writeln(Lst,' Ic Verim.....: ',IcVerim:3:3);
    Writeln(Lst,' Toplam Verim.....: ',TopVer:3:3);
End;
Repeat
    Gotoxy(30,24);Write('Menu'ye Donmek Icin <Enter> Tusuna Basiniz');
    x:=readkey;
until x=#13;
End;

Procedure TasarimYaz;
Var
    x:Char;
Begin
    If ep='P' then Begin
        Gotoxy(20,20);Write('Printer'i acin ve <Enter> Tusuna Basiniz. ');
        readln;
        End;
        DesCiz(2,2,79,24,1);

        Gotoxy(10,14);Write('Ic Gucu : ',Ni/1000:3:3,' KW ');
        Gotoxy(10,15);Write('Mil Gucu : ',Ne/1000:3:3,' KW ');
        if ep='P' then Begin
            Writeln(Lst,'*****');
            Writeln(Lst,'***** Tasarim Parametreleri *****');
            Writeln(Lst,'*****');
            Writeln(Lst,'*****');
            Writeln(Lst);Writeln(Lst);
            Writeln(Lst,' Ic Gucu : ',Ni/1000:3:3,' KW ');
            Writeln(Lst,' Mil Gucu : ',Ne/1000:3:3,' KW ');
        End;

        Gotoxy(30,1);Write('Tasarim Parametreleri');
        Gotoxy(10,3);Write('Doner Carkin Cikis Capi : ',D2*1000:5:3,' mm ');
        if ep='P' then Writeln(Lst,' Doner Carkin Cikis Capi : ',D2*1000:5:3,' mm ');

        Gotoxy(10,4);Write('Doner Carkin Giris Capi : ',D1*1000:5:3,' mm ');
        If ep='P' then Writeln(Lst,' Doner Carkin Giris Capi : ',D1*1000:5:3,' mm ');

        Gotoxy(10,5);Write('Kanat Agzi Egrilik Yaricapi : ',Rd*1000:5:3,' mm ');
        if ep='P' then Writeln(Lst,' Kanat Agzi Egrilik Yaricapi : ',Rd*1000:5:3,' mm ');

        Gotoxy(10,6);Write('Kanat Giris Genisligi : ',B1*1000:5:3,' mm ');
        if ep='P' then Writeln(Lst,' Kanat Giris Genisligi : ',B1*1000:5:3,' mm ');
    
```

```

Gotoxy(10,7);Write('Kanat Sayisi           : ',z:2:0,' Adet  ');
If ep='P' then Writeln(Lst,'      Kanat Sayisi           : ',z:2:0,' Adet  ');

Gotoxy(10,8);Write('Kanat Cikis Genisligi   : ',B2*1000:5:3,' mm ');
if ep='P' then Writeln(Lst,'      Kanat Cikis Genisligi   : ',B2*1000:5:3,' mm ');

Gotoxy(10,9); Write('Kanat Giriş Acisi       : ',Beta1:3:3,' Derece  ');
Gotoxy(10,10);Write('Kanat Cikis Acisi       : ',Beta2:3:3,' Derece  ');
Gotoxy(10,11);Write('Kanat Cikis Genisligi Acisi : ',Gama:3:3,' Derece  ');
Gotoxy(10,12);Write('Kanat Giriş Uzunlugu      : ',Bus*1000:5:3,' mm ');
Gotoxy(10,13);Write('Kanat Egrilik Yaricapi    : ',Rke*1000:5:3,' mm ');
if ep='P' Then Begin
    Writeln(Lst,'      Kanat Giriş Acisi       : ',Beta1:3:3,' Derece  ');
    Writeln(Lst,'      Kanat Cikis Acisi       : ',Beta2:3:3,' Derece  ');
    Writeln(Lst,'      Kanat Cikis Genisligi Acisi : ',Gama:3:3,' Derece  ');
    Writeln(Lst,'      Kanat Giriş Uzunlugu      : ',Bus*1000:5:3,' mm ');
    Writeln(Lst,'      Kanat Egrilik Yaricapi    : ',Rke*1000:5:3,' mm ');
End;

Gotoxy(10,16);Write('Akim Yunune Dik Salyangoz Genisligi: ',bbb*1000:5:3,' mm ');
Gotoxy(10,17);Write('Kanat kalınlığı           : ',s:2:0,' mm ');

if Ep='P' Then Begin
    Writeln(Lst,'      Akim Yunune Dik Salyangoz Genisligi: ',bbb*1000:5:3,' mm ');
    Writeln(Lst,'      Kanat kalınlığı           : ',s:2:0,' mm ');
End;

gotoxy(10,18);Write('Spiral Yaricapi .....2π..... : ',r[1]*1000:5:3,' mm ');
gotoxy(10,19);Write('Spiral Yaricapi .....3π/2..... : ',r[2]*1000:5:3,' mm ');
gotoxy(10,20);Write('Spiral Yaricapi .....π..... : ',r[3]*1000:5:3,' mm ');
gotoxy(10,21);Write('Spiral Yaricapi .....π/2..... : ',r[4]*1000:5:3,' mm ');
If Ep='P' Then Begin
    Writeln(Lst,'      Spiral Yaricapi .....2π..... : ',r[1]*1000:5:3,' mm ');
    Writeln(Lst,'      Spiral Yaricapi .....3π/2..... : ',r[2]*1000:5:3,' mm ');
    Writeln(Lst,'      Spiral Yaricapi .....π..... : ',r[3]*1000:5:3,' mm ');
    Writeln(Lst,'      Spiral Yaricapi .....π/2..... : ',r[4]*1000:5:3,' mm ');
End;

if Ep<>'P' then Begin
Repeat
    Gotoxy(30,24);Write('Menu'ye Donmek Icin <Enter> Tusuna Basiniz!');
    x:=readkey;
until x=#13;
End;

End;

Procedure OndenCiz;
Var
    x:Char;
Begin
    gd:=detect;
    initgraph(gd,gm,'');

    setfillstyle(1,15);
    bar(0,0,getmaxx,getmaxy);
    setcolor(0);

    step:=200/d2;

    DD1:=trunc(D1*step);
    DD2:=trunc(D2*step);

    Daire;

    Repeat
        Outtextxy(200,330,'Menu'ye Donmek Icin <Enter> Tusuna Basiniz!');
        x:=readkey;
    until x=#13;
    closegraph;
End;

Procedure YandanCiz;
Var
    x:Char;
Begin
    gd:=detect;

    initgraph(gd,gm,'');
    setfillstyle(1,15);
    bar(0,0,getmaxx,getmaxy);

```

```

setcolor(0);

Yandan;

Repeat
  Outtextxy(200,330,'Menu'ye Donmek Icin <Enter> Tusuna Basiniz');
  x:=readkey;
until x=#13;
Closegraph;
End;

Procedure GovdeCiz;
Var
  x:Char;
Begin
  gd:=detect;

  initgraph(gd,gm,'');
  setfillstyle(1,15);
  bar(0,0,getmaxx,getmaxy);
  setcolor(0);

  Salyangoz;
  Repeat
    Outtextxy(200,330,'Menu'ye Donmek Icin <Enter> Tusuna Basiniz');
    x:=readkey;
  until x=#13;
  Closegraph;
End;

Procedure MENU;
Var
  ch:Char;
Begin
  Repeat
    Clrscr;
    ep:='E';
    Desciz(2,2,79,24,3);
    Gotoxy(30,3);Write(' A N A   M E N U ');
    Gotoxy(10,4); Write('*****');
    Gotoxy(10,5); Write('*
*****');
    Gotoxy(10,6); Write('*
***** F1 -> Tasarim Parametreleri *****');
    Gotoxy(10,7); Write('*
***** F2 -> Boyutsuz Katsayilar *****');
    Gotoxy(10,8); Write('*
***** F3 -> Doner Carkin Onden Gorunusu *****');
    Gotoxy(10,9); Write('*
***** F4 -> Doner Carkin Yandan Gorunusu *****');
    Gotoxy(10,10);Write('*
***** F5 -> Salyangozun Onden Gorunusu *****');
    Gotoxy(10,11);Write('*
***** F6 -> Printer *****');
    Gotoxy(10,12);Write('*
***** F7 -> Cikis *****');
    Gotoxy(10,13);Write('*
*****');
    Gotoxy(10,14);Write('*
*****');
    Gotoxy(10,15);Write('*
*****');
    Gotoxy(10,16);Write('*
*****');
    Gotoxy(10,17);Write('*
*****');
    Gotoxy(10,18);Write('*
*****');
    Gotoxy(10,19);Write('*
*****');
    Gotoxy(10,20);Write('*****');

    ch:=readkey;
    Case Ch of
      #0 : Begin
        ch:=readkey;
        Case Ch of
          #59:TasarimYaz;
          #60:Boyutsuzlar;
          #61:OndenCiz;
          #62:YandanCiz;
          #63:GovdeCiz;
          #64:Begin
            ep:='P';
            Clrscr;
            TasarimYaz;
            Boyutsuzlar;
            End;
          end;
        end;
      end;
    Until ch=#65;
  End;

```

```
( Ana program )
procedure kmlherc1;
```

```
Begin
```

```
ILK;
OKU;
```

```
U2_HESAPLA;
U21:=U2;
GUCBUL;
```

```
Repeat
```

```
  U2:=U21;
  D2_HESAPLA;
  EMMEHIZI_HESAPLA;
  ARA1;
  KANAT GIRIS_ENI_HESAPLA;
  Z_HESAPLA;
  Fi:=0.75*(1+(Beta2/60));
  Mu:=1/(1+((2*Fi)/(z*(1-(Sqr(D1/D2))))));
  TSBasma:=Byukseklk/(Mu*HidVerim);
  If OZguldevirsay<40 then C2m:=0.6*C1m
  Else If OZguldevirsay<80 then C2m:=0.7*C1m
  Else If OZguldevirsay<101 then C2m:=0.8*C1m;
  J1:=C2m/(2*Sin(Beta2*pi/180)/Cos(Beta2*pi/180));
  J2:=Sqr(C2m/(2*Sin(Beta2*pi/180)/Cos(Beta2*pi/180)));
  J3:=TSBasma;
  U21:=J1+Sqrt(J2+J3);
```

```
Until ABS(U21-U2) < 0.0001;
```

```
Lamda2:=S/Sin(Pi*Beta2/180);
T2:=1000*Pi*D2/Z;
Ksi2:=(T2-Lamda2)/T2;
B2:=FanDebi/(Pi*D2*C2m*Ksi2);
```

```
Gama:=ArcTan(2*(B1-B2)/(D2-D1))*180/Pi;
Bus:=B1+Rd*(1-Sin(pi*Gama/180))/Cos(Pi*Gama/180);
```

```
Rke:=((d2+d1)/2*(d2-d1)/2)/((2*(d2*(Cos(pi*beta2/180))/2-(d1*(Cos(pi*beta1/180))/2))));
```

```
c2u:=tsbasma/u21;
c3u:=mu*c2u;
r1:=d1/2;
r2:=d2/2;
rz:=r2+0.025;
aa:=sqrt(sqr(pi*r2*b2*vverim1*c2m)+8*pi*r2*b2*vverim1*c2m*rz*rz*c3u);
bbb:=(pi*r2*b2*vverim1*c2m+aa)/(2*rz*c3u);
```

```
c:=r2*c3u;
for i:=1 to 5 do
  l[i]:=exp(Verdi*((5-i)/2)*pi/(2*pi*bbb*c*vverim1)+ln(rz));
Delta1:=Arctan((verdi*u21)/(vverim1*pi*d2*bbb*mu*tsbasma))*180/pi;
for i:=1 to 4 do
  R[i]:=(l[i]+l[i+1])/(2*cos(Delta1*pi/180));
```

```
MENU;
```

```
End;
```

```
begin
end.
```

```

UNIT KMLEGA;

interface

Uses Graph,Crt,Mscr,Ana,Printer;

procedure kmlega1;

implementation

{*** Programda Kullanilan Degiskenlerin Tanimlanmasi ***}

Var
bbb,k, Basinc, Devirsayisi, Hbasinc, Hsicaklik, Vverim1, Verdi,
Hoagirluk, Fandebi, Byuksekluk, Ozguldevirsay, BK,
IcVerim, Topver, Ni,Ne,HidVerim, U2, U21, D2, AkisSayisi,
EmmeHizi, D1, Rd, U1, C0m, B1, B2, Bus, Beta1, Beta2,
Ksi, Ksi1, Ksi2, Gama,
C1m, C2m, Z, S, Lamda1, Lamda2, T1, T2, Mu, Fi,
Teta,TSBasma, j1,j2,j3,rke,
C3U,c2u,r1,r2,rz,c,delta1:real;
step:real;
l: array[1..5] of real;
r:array[1..4] of real;
i,xx,yy,DD1,DD2,gd,gm:integer;
aa,tt:real;
cc,ss:real;
st:string;
ep,devam:Char;

{*** Demo Goruntulenmesi ***}

Procedure ILK;
Var
ch:char;
begin
Repeat
textcolor(12);textbackground(0);
Clrscr;

DesCiz(2,2,79,24,4);
ZemBoya(1,2,80,24,5);
ZemCiz(2,3,79,23,2);
textcolor(12);textbackground(0);
GotoXY(45,1);Write('(C) Copyright Kamil SACILIK');

gotoxy(2,3); Write(' ');
gotoxy(2,4); Write(' ');
gotoxy(2,5); Write(' ');
gotoxy(2,6); Write(' ');
gotoxy(2,7); Write(' ');
gotoxy(2,8); Write(' ');
gotoxy(2,9); Write(' ');
gotoxy(2,10);Write(' ');
gotoxy(2,11);Write(' ');
gotoxy(2,12);Write(' ');
gotoxy(2,13);Write(' ');
gotoxy(2,14);Write(' ');
gotoxy(2,15);Write(' ');
gotoxy(2,16);Write(' ');
gotoxy(2,17);Write(' ');
gotoxy(2,18);Write(' ');
gotoxy(2,19);Write(' ');
gotoxy(2,20);Write(' ');
gotoxy(2,21);Write(' ');
gotoxy(2,22);Write(' ');
gotoxy(2,23);Write(' ');
gotoxy(27,24);Write(' RADYAL VANTILATOR TASARIMI ');
ch:=readkey;
until ch<>#203;
clrscr;

End;

{*** Giris Parametrelerinin Klavyeden Girilmesi ***}

Procedure OKU;
Var

```

```

EH:Char;
Begin
  Desciz(2,2,79,24,1);
  Gotoxy(30,1);Write('Giris Parametreleri');

  Gotoxy(10,5);Write('Ventilator Verdisi .....m3/s.....');
  Gotoxy(54,5);readln(Verdi);

  Gotoxy(10,7);Write('Toplam Basinc .....Pa.....');
  Gotoxy(10,13);Write('  Basinc Birimleri ( 1 Pa ) ');
  Gotoxy(10,15);Write('0. Pa      = 1 ');
  Gotoxy(10,16);Write('1. Bar      = 1/100.000 ');
  Gotoxy(10,17);Write('2. dyn/cm2  = 10 ');
  Gotoxy(10,18);Write('3. at=kg/cm2 = 1.019716/100.000 ');
  Gotoxy(10,19);Write('4. mmSS     = 0.1019716/100.000 ');
  Gotoxy(10,20);Write('5. atm      = 0.986923/100.000 ');
  Gotoxy(10,21);Write('6. mmHgS   = 750.062/100.000 ');
  Gotoxy(10,22);Write('7. pz       = 1/1000 ');
  Gotoxy(10,23);Write('S E C E N E G I N I Z (0-7)..... ');
  repeat
    gotoxy(43,23);readln(sec);
  until (Sec>-1) And (sec<8) ;
  Gotoxy(54,7);Readln(Basinc);

  Desciz(10,13,70,23,1);

  Case Sec of
    1:Basinc:=Basinc*100000;
    2:Basinc:=Basinc/10;
    3:Basinc:=Basinc/1.019716e-5;
    4:Basinc:=Basinc/0.1019716;
    5:Basinc:=Basinc/0.986923e-5;
    6:Basinc:=Basinc/750.062e-5;
    7:Basinc:=Basinc*1000;
  End;

  Gotoxy(54,7);Write(Basinc:4:4);

  Gotoxy(10,9);Write('Devir Sayisi .....1/min.....');
  Gotoxy(54,9);Readln(Devirsayisi);

  Repeat
    Gotoxy(10,20);Write('Hava Basinci, Sicaklik parametreleri Girilecek mi?..');
    Readln(eh);
    Eh:=Uppcase(eh);
  Until (Eh='E') or (Eh='H');

  if Eh = 'H' then Begin
    Hbasinc:=101324.95;
    Hsicaklik:=20;
  End

  Else Begin
    Desciz(10,13,70,23,1);
    Gotoxy(10,11);Write('Hava Basinci .....Pa.....');
    Gotoxy(54,11);readln(Hbasinc);
    Gotoxy(10,13);Write('Hava Sicakligi .....C.....');
    Gotoxy(54,13);readln(Hsicaklik);
  End;

  S:=4;

  Vverim1:=0.97;
  Hoagirlik :=Hbasinc/(287*(273.15+Hsicaklik));
  Fandebi :=Verdi/Vverim1;
  Byukseklk :=Basinc/Hoagirlik;

  OzgulDevirsay :=Devirsayisi*(sqrt(Verdi)/Exp((3/4)*Ln(0.1019716*Byukseklk)));

  BK:=exp(-2.17+1.61*ln(ozguldevirsay)-0.267*sqrt(ln(ozguldevirsay)));

  IcVerim:=0.94+0.00128*sqrt(ozguldevirsay)-0.0329*exp(1.5*ln(ln(sqrt(ozguldevirsay))))-40.3/sqrt(ozguldevirsay);
  HidVerim:=1.06*icverim;
End;

(*** Kanat Cikisi Cevre Hizinin Hesaplanmasi ***)

```

```

Procedure U2_HESAPLA;
Begin
  U2:=Sqrt(2*Byukseklk/BK);
End;

{*** Ventilator Gucunun Bulunmasi ***}

Procedure GUCBUL;
Begin
  TopVer:=0.96*Icverim;
  Ni:=Verdi*Basinc/Icverim;
  Ne:=Verdi*Basinc/TopVer;

End;

{*** Doner Carkin Cikis Capinin Hesaplanmasi ***}

Procedure D2_HESAPLA;
Begin
  D2:=60*U2/(Pi*DevirSayisi);
End;

{*** Emme Hizinin Hesaplanmasi ***}

Procedure EMMEHIZI_HESAPLA;
Begin
  AkisSayisi:=0.55*Exp((1/3)*Ln(OzgulDevirsay/100));
  EmmeHizi:=AkisSayisi*Sqrt(2*Byukseklk);
  D1:=Sqrt(4*FanDebi/(EmmeHizi*Pi));
End;

{*** Rd , C0m ve U1 in Hesaplanmasi ***}

Procedure ARA1;
Begin
  Rd:=0.14*D1;
  U1:=U2*D1/D2;
  C0m:=0.275*Exp((1/6)*Ln(OzgulDevirsay/100))*Sqrt(2*Byukseklk);
End;

{*** Kanat Giris Genisliginin Hesaplanmasi ***}

Procedure KANAT_GIRIS_ENI_HESAPLA;
Begin
  B1:=Fandebi/(Pi*D1*C0m);
End;

{*** Kanat Sayisinin Hesaplanmasi ***}

Procedure Z_HESAPLA;
Begin
  Ksi:=0;Ksi1:=0.95;
  While Abs(Ksi1-Ksi) > 0.0001 do Begin
    Ksi:=Ksi1;
    C1m:=C0m/Ksi;
    Beta1:=Arctan(C1m/U1)*180/Pi;
    Beta2:=Beta1+10;
    If Ozguldevirsay<40 then Z:=8*(D2+D1)/(D2-D1)*Sin(Pi*((Beta2+Beta1)/2)/180)
    Else If Ozguldevirsay<80 then Z:=6*(D2+D1)/(D2-D1)*Sin(Pi*((Beta2+Beta1)/2)/180)
    Else If Ozguldevirsay<101 then Z:=3*(D2+D1)/(D2-D1)*Sin(Pi*((Beta2+Beta1)/2)/180)

    Else Begin
      Clrscr;
      Write('Stop Run ! sebebi Ozguldevirsayisi 101 den buyuk !!!!');
      readln;
      Halt;
    End;
  End;
End;

```

```

T1:=1000*Pi*D1/Z;
Lamda1:=S/Sin(Pi*Beta1/180);
Ksi1:=(T1-Lamda1)/T1;
End;

if (Z-Trunc(Z)) > 0.84 then z:=z+1;
z:=Trunc(z);

```

```
End;
```

```
{*** Doner Carkin Onden Gorunusunun Cizdirilmesi ***}
```

```

procedure daire;
var
  zz:integer;
begin
  circle(350,200,dd2);
  circle(350,200,dd1);

  For i:=1 to Trunc(Z) do Begin
    Teta:=i*360/Z+sTEP;

    xx:=Trunc((Rke*Sin(pi*(90-teta-Beta1)/180)-(d1/2)*Cos(pi*teta/180))*step*2);
    yy:=Trunc((Rke*Cos(pi*(90-teta-Beta1)/180)-(d1/2)*Sin(pi*teta/180))*step*2);

    if Ozguldevirsay<61 then zz:=45
    Else zz:=38;

    Arc(350-xx,200+yy,Trunc(Teta+Beta1-zz),Trunc(Teta+Beta1),trunc(rke*step*2));
  End;
End;
```

```
{*** Doner Carkin Yandan Gorunusunun Cizdirilmesi ***}
```

```

procedure yandan;
var
  st:string;
begin
  step:=250/d2;

  line(400,50,400,50+trunc(d2*step)); {d2}
  line(401,50,401,50+trunc(d2*step));

  line(400,50,400-trunc(b2*step),50);
  line(400,51,400-trunc(b2*step),51);

  line(400,50+trunc(d2*step),400-trunc(b2*step),50+trunc(d2*step));
  line(400,51+trunc(d2*step),400-trunc(b2*step),51+trunc(d2*step));

  line(400-trunc(b2*step),50,400-trunc(b1*step),50+trunc((d2-d1)*step/2));
  line(401-trunc(b2*step),50,400-trunc(b1*step),50+trunc((d2-d1)*step/2)+1);

  line(400-trunc(b2*step),50+trunc(d2*step),400-trunc(b1*step),50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));
  line(400-trunc(b2*step)+1,50+trunc(d2*step),400-trunc(b1*step)+1,50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));

  line(400(-trunc(b1*400)),50+trunc((d2-d1)*step/2),400-trunc(bus*step),50+trunc((d2-d1)*step/2));
  line(400(-trunc(b1*400)),51+trunc((d2-d1)*step/2),400-trunc(bus*step),51+trunc((d2-d1)*step/2));

  line(400,50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2),400-trunc(bus*step),50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));
  line(400,51+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2),400-trunc(bus*step),51+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));

  line(400-trunc(bus*step),50+trunc((d2-d1)*step/2),400-trunc(bus*step),50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));
  line(401-trunc(bus*step),50+trunc((d2-d1)*step/2),401-trunc(bus*step),50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));

  settextstyle(0,0,0);

  line(400-trunc(b2*step),370,400,370);
  line(400-trunc(b2*step),365,400-trunc(b2*step),375);
  line(400,365,400,375);
  str(b2*1000:5:0,st);
  outtextxy(350,375,st);

```

```

line(400-trunc(b1*step),200,400,200);
line(400-trunc(b1*step),195,400-trunc(b1*step),205);
line(400,195,400,205);
str(b1*1000:5:0,st);
outtextxy(350,210,st);

```

```

line(400-trunc(bus*step),420,400,420);
line(400-trunc(bus*step),415,400-trunc(bus*step),425);
line(400,415,400,425);
str(bus*1000:5:0,st);
outtextxy(350,425,st);

```

```
settextstyle(0,1,0);
```

```

line(470,50,470,50+trunc(d2*step));
line(465,50,475,50);
line(465,50+trunc(d2*step),475,50+trunc(d2*step));
str(d2*1000:5:0,st);
outtextxy(480,200,st);

```

```

line(430,50+trunc((d2-d1)*step/2),430,50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));
line(425,50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2),435,50+trunc(d2*step)-trunc((d2-d1)*step/2));
line(425,50+trunc((d2-d1)*step/2),435,50+trunc((d2-d1)*step/2));
str(d1*1000:5:0,st);
outtextxy(440,200,st);

```

```
settextstyle(0,0,0);
```

```

line(400-trunc(b2*step),50,400-trunc(b2*step),100);
arc(400-trunc(b2*step),50,210,270,35);
str(gama:2:0,st);
outtextxy(360-trunc(b2*step),75,st);

```

```
End;
```

```
{** Salyangoz Govdenin Onden Gorunusunun Cizdirilmesi **}
```

```
Procedure Salyangoz;
```

```
begin
```

```
step:=200/d2;
```

```
xx:=350;
yy:=175;
```

```

tt:=(l[1]-l[2])/2;
arc(xx+trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),265,355, trunc(r[1]*step));
arc(xx+trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),265,355, trunc(r[1]*step)+1);
arc(xx+trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),265,355, trunc(r[1]*step)+2);

```

```

cc:=cos(45*pi/180)*r[1]*step;
ss:=sin(45*pi/180)*r[1]*step;
line(xx+trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),xx+trunc(tt*step+ss),yy-trunc(tt*step-cc));

```

```

cc:=cos(45*pi/180)*r[1]*step/2;
ss:=sin(45*pi/180)*r[1]*step/2;
str(r[1]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx+trunc(tt*step+ss),yy-trunc(tt*step-cc),st);

```

```

line(xx+trunc(l[1]*step),yy+trunc((l[1]-l[2])*step/2),xx+trunc(l[1]*step),yy-trunc(l[4]*step));
line(xx+trunc(l[1]*step)+1,yy+trunc((l[1]-l[2])*step/2),xx+trunc(l[1]*step)+1,yy-trunc(l[4]*step));
line(xx+trunc(l[1]*step)+2,yy+trunc((l[1]-l[2])*step/2),xx+trunc(l[1]*step)+2,yy-trunc(l[4]*step));

```

```

line(xx+trunc(l[1]*step),yy-trunc(l[4]*step),xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step),yy-trunc(l[4]*step));
line(xx+trunc(l[1]*step),yy-trunc(l[4]*step)-1,xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step),yy-trunc(l[4]*step)-1);
line(xx+trunc(l[1]*step),yy-trunc(l[4]*step)+1,xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step),yy-trunc(l[4]*step)+1);

```

```

line(xx+trunc(l[1]*step),yy-trunc(l[4]*step)-20,xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step),yy-trunc(l[4]*step)-20);
str(d1*1180:5:0,st);
outtextxy(xx+trunc(l[1]*step)-50,yy-trunc(l[4]*step)-30,st);

```

```

line(xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step),yy-trunc(l[4]*step),xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step),
yy-trunc(l[4]*step-(l[4]-r2)*step));
line(xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step)-1,yy-trunc(l[4]*step),xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step)-1,
yy-trunc(l[4]*step-(l[4]-r2)*step));
line(xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step)+1,yy-trunc(l[4]*step),xx+trunc(l[1]*step-d1*1.18*step)+1,
yy-trunc(l[4]*step-(l[4]-r2)*step));

```

```

tt:=(l [2]-l [3])/2;
arc(xx+trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),175,265,trunc(r [2]*step));
arc(xx+trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),175,265,trunc(r [2]*step)-1);
arc(xx+trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),175,265,trunc(r [2]*step)-2);

cc:=cos(45*pi/180)*r [2]*step;
ss:=sin(45*pi/180)*r [2]*step;
line(xx+trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),xx+trunc(tt*step-ss),yy+trunc(tt*step+cc));

cc:=cos(45*pi/180)*r [2]*step/2;
ss:=sin(45*pi/180)*r [2]*step/2;
str(r [2]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx+trunc(tt*step-ss),yy+trunc(tt*step+cc),st);

tt:=(l [3]-l [4])/2;
arc(xx-trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),85,175,trunc(r [3]*step));
arc(xx-trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),85,175,trunc(r [3]*step)+1);
arc(xx-trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),85,175,trunc(r [3]*step)+2);

cc:=cos(45*pi/180)*r [3]*step;
ss:=sin(45*pi/180)*r [3]*step;
line(xx-trunc(tt*step),yy+trunc(tt*step),xx-trunc(tt*step+ss),yy+trunc(tt*step-cc));

cc:=cos(45*pi/180)*r [3]*step/2;
ss:=sin(45*pi/180)*r [3]*step/2;
str(r [3]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx-trunc(tt*step+ss),yy+trunc(tt*step-cc),st);

tt:=(l [4]-l [5])/2;
arc(xx-trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),355,85,trunc(r [4]*step));
arc(xx-trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),45,85,trunc(r [4]*step)-1);
arc(xx-trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),45,85,trunc(r [4]*step)+1);

cc:=cos(45*pi/180)*r [4]*step;
ss:=sin(45*pi/180)*r [4]*step;
line(xx-trunc(tt*step),yy-trunc(tt*step),xx-trunc(tt*step-ss),yy-trunc(tt*step+cc));

cc:=cos(45*pi/180)*r [4]*step/2;
ss:=sin(45*pi/180)*r [4]*step/2;
str(r [4]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx-trunc(tt*step-ss),yy-trunc(tt*step+cc),st);

line(xx-trunc(l [3]*step),yy,xx+trunc(l [1]*step),yy);
line(xx,yy-trunc(l [4]*step),xx,yy+trunc(l [2]*step));

str(l [1]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx+trunc(l [1]*step)+10,yy,st);

str(l [2]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx+10,yy+trunc(l [2]*step),st);

str(l [3]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx-trunc(l [3]*step)-40,yy,st);

str(l [4]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx,yy-trunc(l [4]*step)-10,st);

str(l [5]*1000:5:0,st);
outtextxy(xx+trunc(l [5]*step)+10,yy,st);

```

End;

{\*\*\* Boyutsuz Katsayilarin Hesaplanmasi \*\*\*}

Procedure Boyutsuzlar;

Var

```

x:Char;
psi,Phi,Sigma,Dq,Delta,Lamda:real;
Begin
  CLrscr;
  Gotoxy(10,2);Write('Boyutsuz Katsayilar');
  Psi:=2*Byukseklik/(U21*U21);
  Gotoxy(10,4);Write('Basinc Katsayisi.... ',Psi:3:3);
  Phi:=4*Verdi/(U21*pi*d2*d2);
  Gotoxy(10,6);Write('Verdi Katsayisi.... ',Phi:3:3);
  Gotoxy(10,8);Write('Ozgul Devir Sayisi.: ',Ozguldevirsay:3:3);
  Sigma:=Sqrt(Phi)/Exp(0.75*Ln(Psi));
  Gotoxy(10,10);Write('Hiz Katsayisi..... ',Sigma:3:3);

```

```

Dq:=D2*Exp(0.25*Ln(0.1019716*Byukseklk))/Sqrt(verdi);
Gotoxy(10,12);Write('Ozgul Cap Katsayisi: ',Dq:3:3);
Delta:=Exp(0.25*Ln(Psi))/Sqrt(Phi);
Gotoxy(10,14);Write('Cap Katsayisi.....: ',Delta:3:3);
Lamda:=Psi*Phi/topver;
Gotoxy(10,16);Write('Guc Katsayisi.....: ',Lamda:3:3);
Gotoxy(10,18);Write('D1/D2 Orani.....: ',D1/D2:3:3);
Gotoxy(10,20);Write('Ic Verim.....: ',IcVerim:3:3);
Gotoxy(10,22);Write('Toplam Verim.....: ',TopVer:3:3);
if Ep='P' Then Begin

```

```

    Writeln(Lst);Writeln(Lst);Writeln(Lst);
    Writeln(Lst,' ***** Boyutsuz Katsayilar *****');
    Writeln(Lst,' *****');
    Writeln(Lst);Writeln(Lst);

```

```

    Writeln(Lst,' Basinc Katsayisi...: ',Psi:3:3);
    Writeln(Lst,' Verdi Katsayisi...: ',Phi:3:3);
    Writeln(Lst,' Ozgul Devir Sayisi.: ',Ozguldevirsay:3:3);
    Writeln(Lst,' Hiz Katsayisi.....: ',Sigma:3:3);
    Writeln(Lst,' Ozgul Cap Katsayisi: ',Dq:3:3);
    Writeln(Lst,' Cap Katsayisi.....: ',Delta:3:3);
    Writeln(Lst,' Guç Katsayisi.....: ',Lamda:3:3);
    Writeln(Lst,' D1/D2 Orani.....: ',D1/D2:3:3);
    Writeln(Lst,' Ic Verim.....: ',IcVerim:3:3);
    Writeln(Lst,' Toplam Verim.....: ',TopVer:3:3);

```

```
End;
```

```
Repeat
```

```
    Gotoxy(30,24);Write('Menu'ye Donmek Icin <Enter> Tusuna Basiniz');
```

```
    x:=readkey;
```

```
until x=#13;
```

```
End;
```

```
Procedure TasarimYaz;
```

```
Var
```

```
    x:Char;
```

```
Begin
```

```
    If ep='P' then Begin
```

```
        Gotoxy(20,20);Write('Printer'i acin ve <Enter> Tusuna Basiniz.');
```

```
        readln;
```

```
        End;
```

```
        DesCiz(2,2,79,24,1);
```

```
        Gotoxy(10,14);Write('Ic Gucu : ',Ni/1000:3:3,' KW ');
```

```
        Gotoxy(10,15);Write('Mil Gucu : ',Ne/1000:3:3,' KW ');
```

```
        if ep='P' then Begin
```

```
            Writeln(Lst, ' ***** Tasarim Parametreleri
```

```
            *****');
```

```
            Writeln(Lst, ' *****');
```

```
            *****');
```

```
            Writeln(Lst, ' *****');
```

```
            *****');
```

```
            Writeln(Lst);Writeln(Lst);
```

```
            Writeln(Lst,' Ic Gucu : ',Ni/1000:3:3,' KW ');
```

```
            Writeln(Lst,' Mil Gucu : ',Ne/1000:3:3,' KW ');
```

```
        End;
```

```
Gotoxy(30,1);Write('Tasarim Parametreleri');
```

```
Gotoxy(10,3);Write('Doner Carkin Cikis Capi : ',D2*1000:5:3,' mm ');
```

```
if ep='P' then Writeln(Lst,' Doner Carkin Cikis Capi : ',D2*1000:5:3,' mm ');
```

```
Gotoxy(10,4);Write('Doner Carkin Giriş Capi : ',D1*1000:5:3,' mm ');
```

```
If ep='P' then Writeln(Lst,' Doner Carkin Giriş Capi : ',D1*1000:5:3,' mm ');
```

```
Gotoxy(10,5);Write('Kanat Agzi Egrilik Yaricapi : ',Rd*1000:5:3,' mm ');
```

```
if ep='P' then Writeln(Lst,' Kanat Agzi Egrilik Yaricapi : ',Rd*1000:5:3,' mm ');
```

```
Gotoxy(10,6);Write('Kanat Giriş Genisligi : ',B1*1000:5:3,' mm ');
```

```
if ep='P' then Writeln(Lst,' Kanat Giriş Genisligi : ',B1*1000:5:3,' mm ');
```

```
Gotoxy(10,7);Write('Kanat Sayisi : ',z:2:0,' Adet ');
```

```
If ep='P' then Writeln(Lst,' Kanat Sayisi : ',z:2:0,' Adet ');
```

```
Gotoxy(10,8);Write('Kanat Cikis Genisligi : ',B2*1000:5:3,' mm ');
```

```
if ep='P' then Writeln(Lst,' Kanat Cikis Genisligi : ',B2*1000:5:3,' mm ');
```

```
Gotoxy(10,9); Write('Kanat Giriş Acisi : ',Beta1:3:3,' Derece ');
```

```
Gotoxy(10,10);Write('Kanat Cikis Acisi : ',Beta2:3:3,' Derece ');
```

```

Gotoxy(10,11);Write('Kanat Cikis Genisligi Acisi      : ',Gama:3:3,' Derece ');
Gotoxy(10,12);Write('Kanat Giriş Uzunlugu          : ',Bus*1000:5:3,' mm ');
Gotoxy(10,13);Write('Kanat Egrilik Yaricapi        : ',Rke*1000:5:3,' mm ');
if ep='P' Then Begin
    Writeln(Lst,'      Kanat Giriş Acisi                : ',Beta1:3:3,' Derece ');
    Writeln(Lst,'      Kanat Cikis Acisi                : ',Beta2:3:3,' Derece ');
    Writeln(Lst,'      Kanat Cikis Genisligi Acisi     : ',Gama:3:3,' Derece ');
    Writeln(Lst,'      Kanat Giriş Uzunlugu           : ',Bus*1000:5:3,' mm ');
    Writeln(Lst,'      Kanat Egrilik Yaricapi         : ',Rke*1000:5:3,' mm ');
End;
Gotoxy(10,16);Write('Akim Yonune Dik Salyangoz Genisligi: ',bbb*1000:5:3,' mm ');
Gotoxy(10,17);Write('Kanat kalinligi          : ',s:2:0,' mm ');

if Ep='P' Then Begin
    Writeln(Lst,'      Akim Yonune Dik Salyangoz Genisligi: ',bbb*1000:5:3,' mm ');
    Writeln(Lst,'      Kanat kalinligi          : ',s:2:0,' mm ');
End;

gotoxy(10,18);Write('Spiral Yaricapi .....2 $\pi$ .....: ',r[1]*1000:5:3,' mm ');
gotoxy(10,19);Write('Spiral Yaricapi .....3 $\pi$ /2.....: ',r[2]*1000:5:3,' mm ');
gotoxy(10,20);Write('Spiral Yaricapi ..... $\pi$ .....: ',r[3]*1000:5:3,' mm ');
gotoxy(10,21);Write('Spiral Yaricapi ..... $\pi$ /2.....: ',r[4]*1000:5:3,' mm ');
If Ep='P' Then Begin
    Writeln(Lst,'      Spiral Yaricapi .....2 $\pi$ .....: ',r[1]*1000:5:3,' mm ');
    Writeln(Lst,'      Spiral Yaricapi .....3 $\pi$ /2.....: ',r[2]*1000:5:3,' mm ');
    Writeln(Lst,'      Spiral Yaricapi ..... $\pi$ .....: ',r[3]*1000:5:3,' mm ');
    Writeln(Lst,'      Spiral Yaricapi ..... $\pi$ /2.....: ',r[4]*1000:5:3,' mm ');
End;
if Ep<>'P' then Begin
Repeat
    Gotoxy(30,24);Write('Menu'ye Donmek Icin <Enter> Tusuna Basiniz');
    x:=readkey;
until x=#13;
End;

End;

Procedure Ondenciz;
Var
    x:Char;
Begin
    gd:=detect;

    initgraph(gd,gm,'');

    setfillstyle(1,15);
    bar(0,0,getmaxx,getmaxy);
    setcolor(0);

    step:=200/d2;

    DD1:=trunc(D1*step);
    DD2:=trunc(D2*step);

    Daire;

    Repeat
        Outtextxy(200,430,'Menu'ye Donmek Icin <Enter> Tusuna Basiniz');
        x:=readkey;
    until x=#13;
    closegraph;
End;

Procedure Yandanciz;
Var
    x:Char;
Begin
    gd:=detect;

    initgraph(gd,gm,'');
    setfillstyle(1,15);
    bar(0,0,getmaxx,getmaxy);
    setcolor(0);

    Yandan;

    Repeat
        Outtextxy(200,430,'Menu'ye Donmek Icin <Enter> Tusuna Basiniz');
        x:=readkey;
    until x=#13;

```

```

Closegraph;
End;

Procedure GovdeCiz;
Var
  x:Char;
Begin
  gd:=detect;

  initgraph(gd,gm,'');
  setfillstyle(1,15);
  bar(0,0,getmaxx,getmaxy);
  setcolor(0);

  Salyangoz;
  Repeat
    Outtextxy(200,430,'Menu'ye Donmek Icin <Enter> Tusuna Basiniz');
    x:=readkey;
  until x=#13;
  Closegraph;
End;

```

```

Procedure MENU;
Var
  ch:Char;
Begin
  Repeat
    Clrscr;
    ep:='E';
    Desciz(2,2,79,24,3);
    Gotoxy(30,3);Write(' A N A   M E N U ');
    Gotoxy(10,4); Write('*****);
    Gotoxy(10,5); Write('*                               *****);
    Gotoxy(10,6); Write('***                               *****);
    Gotoxy(10,7); Write('***                               F1 -> Tasarim Parametreleri *****);
    Gotoxy(10,8); Write('*****                               *****);
    Gotoxy(10,9); Write('*****                               F2 -> Boyutsuz Katsayilar *****);
    Gotoxy(10,10);Write('*****                               *****);
    Gotoxy(10,11);Write('*****                               F3 -> Doner Carkin Onden Gorunusu *****);
    Gotoxy(10,12);Write('*****                               *****);
    Gotoxy(10,13);Write('*****                               F4 -> Doner Carkin Yandan Gorunusu *****);
    Gotoxy(10,14);Write('*****                               *****);
    Gotoxy(10,15);Write('*****                               F5 -> Salyangozun Onden Gorunusu *****);
    Gotoxy(10,16);Write('*****                               *****);
    Gotoxy(10,17);Write('*****                               F6 -> Printer *****);
    Gotoxy(10,18);Write('*****                               ***);
    Gotoxy(10,19);Write('*****                               **);
    Gotoxy(10,20);Write('*****                               *);

    ch:=readkey;
    Case Ch of
      #0 : Begin
        ch:=readkey;
        Case Ch of
          #59:TasarimYaz;
          #60:Boyutsuzlar;
          #61:OndenCiz;
          #62:YandanCiz;
          #63:GovdeCiz;
          #64:Begin
            ep:='P';
            Clrscr;
            TasarimYaz;
            Boyutsuzlar;
            End;
        end;
      end;
    Until ch=#65;
  End;

```

{ Ana program }

```

procedure kmlega1;
Begin
  ILK;

```

```

OKU;
U2_HESAPLA;
U21:=U2;
GUCBUL;
Repeat
  U2:=U21;
  D2_HESAPLA;
  EMMENIZI_HESAPLA;
  ARA1;
  KANAT GIRIS_ENI_HESAPLA;
  Z_HESAPLA;
  Fi:=0.75*(1+(Beta2/60));
  Mu:=1/(1+((2*Fi)/(z*(1-(Sqr(D1/D2))))));
  TSBasma:=Byukseklk/(Mu*HidVerim);
  If Ozguldevirsay<40 then C2m:=0.6*C1m
  Else If Ozguldevirsay<80 then C2m:=0.7*C1m
  Else If Ozguldevirsay<101 then C2m:=0.8*C1m;
  J1:=C2m/(2*Sin(Beta2*pi/180)/Cos(Beta2*pi/180));
  J2:=Sqr(C2m/(2*Sin(Beta2*pi/180)/Cos(Beta2*pi/180)));
  J3:=TSBasma;
  U21:=J1+Sqrt(J2+j3);
Until ABS(U21-U2) < 0.0001;

Lamda2:=S/Sin(Pi*Beta2/180);
T2:=1000*Pi*D2/Z;
Ksi2:=(T2-Lamda2)/T2;
B2:=FanDebi/(Pi*D2*C2m*Ksi2);

Gama:=ArcTan(2*(B1-B2)/(D2-D1))*180/Pi;
Bus:=B1+Rd*(1-Sin(pi*Gama/180))/Cos(Pi*Gama/180);

Rke:=((d2+d1)/2*(d2-d1)/2)/(2*((d2*(Cos(pi*beta2/180))/2-(d1*(Cos(pi*beta1/180))/2)));

c2u:=tsbasma/u21;
c3u:=mu*c2u;
r1:=d1/2;
r2:=d2/2;
rz:=r2+0.025;
aa:=sqrt(sqr(pi*r2*b2*vverim1*c2m)+8*pi*r2*b2*vverim1*c2m*rz*c3u);
bbb:=(pi*r2*b2*vverim1*c2m+aa)/(2*rz*c3u);

c:=r2*c3u;
for i:=1 to 5 do
  l[i]:=exp(Verdi*((5-i)/2)*pi/(2*pi*bbb*c*vverim1)+ln(rz));
Delta1:=Arctan((verdi*u21)/(vverim1*pi*d2*bbb*mu*tsbasma))*180/pi;
for i:=1 to 4 do
  R[i]:=(l[i]+l[i+1])/(2*cos(Delta1*pi/180));

MENU;
End;
begin
end.

```

M. C. ...  
 ...  
 ...