



**Teknik Not**

## **Havalandırma Sistemlerinde Kanal Çapları ve Basınç Kayıplarının Bilgisayar Destekli Hesaplanması**

**ALİ ETEM GÜREL, MUSTAFA KETREZ**

Düzce Üniversitesi, Düzce Meslek Yüksekokulu 81010 Düzce/TÜRKİYE  
[etemgurel@gmail.com](mailto:etemgurel@gmail.com)

### **Özet**

Havalandırma sistemlerinin en önemli parçaları olan kanallar ve bağlantı parçalarına ait hesaplamalar uzun, karışık ve zaman alıcı hesaplamalardır. Bu çalışmada, havalandırma sistemlerinde kullanılan kanal çaplarının ve basınç kayıplarının hesaplamalarını yapabilen bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Hazırlanan program kanal hidrolik çapını, sürtünme kayıplarını ve bağlantı parçalarının dinamik basınç kayıplarını tablo kullanma zorunluluğunu ortadan kaldırarak hesaplayabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Havalandırma, kanal çapları, basınç kayıpları.

## **Computer Aided Calculation of Duct Diameter and Pressure Losses of Accounts in the Ventilation Systems**

### **Abstract**

Ventilation systems are the most important parts of the duct and the connection parts of the calculations of the long, complicated and time-consuming calculations. In this study, the ventilation systems used in the duct diameter and pressure losses created a computer program that can do the calculations. This program duct hydraulic diameter, friction losses and dynamic pressure losses in fittings, eliminating the need to be calculated using the table

**Keywords:** Ventilation, duct diameter, pressure losses.

## **1. GİRİŞ**

İnsanlar her ne kadar değişen dış hava şartlarına göre kendi hayat şartlarını ayarlıyorlarsa da, kendilerini rahat hissedebilmeleri için bazı konfor şartlarının olması gerekmektedir. İnsan vücudunun termik şartları, değişik çevre fiziki şartlarına uyum sağlamak durumundadır. Bunun yanında rahatlığın sağlanması tamamen dış hava fiziki şartlarına da bağlı değildir. İnsanın üzerine giymiş olduğu elbise, sağlık, besin maddeleri, yaşlılık, mevsim şartları ve yapılan işin cinsi gibi yan etkenler de rahatlığa doğrudan etki etmektedir. İnsan rahatlığına etki eden en önemli faktörler; havanın sıcaklığı, mahal duvar sıcaklığı, hava hareketi, hava nemi, koku ve gazlar, çevre gürültüsü ve aydınlatmadır [1-2].

İnsanlar değişik nedenlerden dolayı havalandırmaya ihtiyaç duyarlar. Bunlar; gerekli oksijen ihtiyacının temini, mahalde üretilen karbondioksitin dışarı atılması, rahatsız edici kokuların dışarı atılması, fazla ısının dışarı atılması (yaz şartları), fazla nemin atılması, ısının dağıtılması, dış gürültülerden kurtulmak (pencerelerin kapatılarak ihtiyaç duyulan havanın kanallar yardımı ile cebri olarak temin edilmesiyle) [2].

*Bu makaleye atıf yapmak için*

Gürel A. E., Ketrez M., "Havalandırma Sistemlerinde Kanal Çapları ve Basınç Kayıplarına İlişkin Hesapların Bilgisayar Programı İle Yapılması" Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2010, (7) 83-90

*How to cite this article*

Gürel A. E., Ketrez M., "Computer Aided Calculation of Duct Diameter and Pressure Losses of Accounts in the Ventilation Systems" Electronic Journal of Machine Technologies, 2010, (7) 83-90

Standartlar ve insan konforu gözetmeksizin yapılan havalandırma, insanların çalışmaya karşı isteksizleşmesine, performans düşüklüğüne, yüksek işletme maliyetlerine ve hatta ciddi sağlık sorunlarına dahi yol açabilecek problemleri beraberinde getirecektir.

Kapalı ortamlardaki ticari veya endüstriyel amaçlı uygulamalarda ortam havasının, amaca göre gereken koşullarda (Kuru termometre sıcaklığı, bağıl nem, zararlı partiküllerden arınmış olma, belirli bir yenilenme sıklığı vb) tutulması için uygulanan klimatizasyon ve havalandırma işlemleri için en önemli noktalardan biride hava kanalları ve hava kanallarının tasarımıdır. Hava kanalları, havanın hava koşullandırma cihazı ile havası koşullandırılacak ortam arasında gidiş ve gelişini sağlayan “kanal sistemi”nin temel elemanlarıdır. Kanal sistemi ise hava kanalları, menfezler, dirsekler, redüksiyonlar, fanlar ile bunların bir takım yardımcı elemanlarından ( plenum, damper...) oluşan bir bütündür [3].

## 2. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

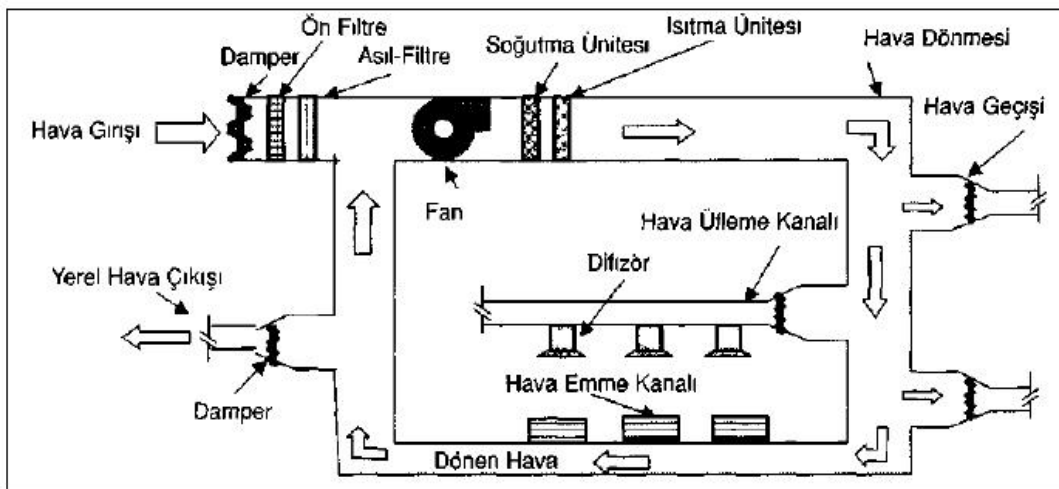
İç ve dış ortam arasındaki hava değişimi havalandırma (istemli ve ideal olarak kontrol edilerek) ve sızma (istemsiz ve kontrolsüz) şeklinde olabilir. Havalandırma doğal ve zorlanmış olarak olabilir. Doğal havalandırmada hava güç kullanmadan, açık pencerelerden, kapılardan veya binalar kabuğuna bilinçli olarak açılan bölgelerden gerçekleşir. Zorlanmış havalandırma istemli, fanlar veya üfleyiciler kullanarak, dış havanın içeri alınması veya iç havanın dışarı atılması için özel olarak tasarlanmış ve kurulmuş sistemler gerçekleştirilir [4].

### 2.1. Doğal (Tabii) Havalandırma Sistemi

Doğal havalandırma, isteyerek açılmış olan bölümlerden rüzgar ve iç ve dış hava sıcaklıkları arasındaki farklardan kaynaklanan basınç farkı dolayısı ile oluşur. Açık pencerelerden, kapılardan veya doğal olarak havalandırma sağlamak için açılan bölgelerden sağlanan hava akımı ile iç ortam havası arzulanan sıcaklıkta tutulur ve iç ortamdaki kirleticiler ortamdaki uzaklaştırılabilir.

### 2.2. Zorlanmış (Cebri) Havalandırma Sistemi

Zorlanmış havalandırma (Şekil 1), hava miktarının kontrol edilmesi için bir havalandırma sisteminin kurulmuş olması ve dizayn edilmiş olması nedeni ile hava değişiminin istenilen düzeyde olması ve konforun kontrol edilmesi için en büyük potansiyele sahip sistemdir.



Şekil 1. Zorlanmış Havalandırma Sistemi. [4].

Şekil 1.'de zorlanmış havalandırma sistemi görülmektedir. Bu sistemlerde hava değişim miktarı seçilen fana, tasarlanan sistemin dağıtım şebekesine ve dağıtım şebekesindeki kayıplara bağlıdır. Eğer sistem

tasarımında bu parametreler uygun seçilmemişse, binaya sağlanan hava miktarı arzulanan havadan farklı olacaktır. Zorlanmış havalandırma çoğunlukla büyük binalar için ihtiyaç duyulan minimum hava miktarını sağlanarak yaşayanların ve çalışanların sağlıkları ve konforları için tercih edilen ve zorunlu bir sistem olarak ortaya çıkar. Karmaşık bir sistemdir, birçok elemanı vardır, ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyeti yüksektir [4].

### 3. HAVA KANALLARININ ÖZELLİKLERİ VE TASARIMI

Klima santrallerinde işlenerek, istenilen konfor şartlarına getirilen havanın kullanım yerlerine ulaştırılmasını ve kullanım yerlerinde kirlenen havanın da dışarıya atılmasını sağlayan hava kanalları, havalandırma sistemlerinin en önemli donanımlarıdır. Bu kanallar taşıdıkları havanın hızına ve basıncına göre sınıflandırılırlar. Kanallar, hava hızına göre, düşük hızlı ve yüksek hızlı olarak sınıflandırılırlar. Düşük hızlı hava kanallarında hava hızı konfor tesisatlarında 10 m/s'yi geçmezken, endüstri tesislerinde hız 12-15 m/s civarında olabilir.

Hava basıncına göre kanallar, alçak, orta ve yüksek basınçlı olarak sınıflandırılabilir. Buradaki basınç, sistemin toplam fan basıncı olup, havalandırma cihazlarının içinde oluşan kayıpları, kanal kayıplarını ve menfez kayıplarını da içermektedir [5].

Ticari veya endüstriyel amaçlı hava kanalı sistemlerinin tasarımında şu hususlar göz önüne alınmalıdır.

- Mekanın kullanılabilirliğine göre kanal için yeterli hacmin elde edilebilirliği
- Ortamdaki hava dağılımının uygunluğu
- Ortamda oluşacak gürültü seviyesi
- Kanallardaki hava kaçağı
- Kanallardaki ısı kazancı ve kayıpları
- Dengeleme
- Yangın ve duman kontrolü
- Sistemin ilk yatırım masrafları
- Sistemin işletme masrafları

Kanal tasarımında kusurlar, sistemin hatalı çalışmasına veya yüksek işletme masraflarına neden olurlar. Yetersiz hava yayılımı konforsuzluğa neden olurken, ses yalıtımının eksikliği gürültü seviyesinin yükselmesine neden olabilir. Kanal sisteminde yanlış tasarlanmış bölümler, sistemin dengelenmesini güçleştirebilir.

Bütün bunlara bakılarak havalandırma sistemlerinde, hava kanallarının tasarımının sağlıklı bir biçimde yapılması gerekliliği görülmektedir. Hatalı yapılan bir havalandırma kanal tesisatı hem ekonomik hem de sağlıksal açıdan ciddi problemlere neden olabilecektir.

### 4. BİLGİSAYAR PROGRAMININ HAZIRLANMASI

*Visual Basic* programlama dili kullanılarak hazırlanan çalışmada; dağıtım ve toplama kanal çapları ve basınç kayıplarına ilişkin hesapların yapılması amaçlanmıştır. Programda kullanılan parametreler aşağıda verilmiştir.

#### 4.1. Kanal çapı hesapları

Sistemde kullanılan fan, motor, ısıtıcı, soğutucu gibi makine ve teçhizatların güçlerinin belirlenmesinde, hava kanallarının fiziki yapı ve temel özelliklerinin bilinmesi gerekir. İklimlendirme sistemi kanallarındaki basınç kayıplarının oluşmasında, kanal cidarlarındaki sürtünme, ara bağlantı parçalarındaki

pürüzler, yön değiştirmeler ve çap daralmaları etkili olmaktadır. Kanallardaki basınç kayıplarının hesabı; kanal yapımında kullanılan malzemenin, kanaldaki hava hızının ve kanal boyunun bilinmesi durumunda, kanal ağının toplam basınç kaybının bulunması ile mümkün olur [1-6].

Sürekli akışlı sürekli açık sistem için termodinamiğin birinci kanunu en genel halde;

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m} \left[ h_2 - h_1 + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2} + g(z_2 - z_1) \right] \quad (1)$$

veya,

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(\Delta h + \Delta ke + \Delta pe) \quad (2)$$

Eşitliği ile hesaplanmaktadır [1, 7, 8].

#### 4.2. Kanal hava hızı

Kanallardaki hava hızı; kanalın kullanım yeri ve yapının cinsi ile ses durumuna bağlıdır. Havanın kullanım amacına göre uygun hava hızı seçmek gerekmektedir. Gereğinden fazla hız seçilmesi durumunda, kanallarda istenmeyen sesler ve gürültü oluşur. Ayrıca; hava hızı sistem fanının gücü ile ilgili olduğu için; hız artınca fanın debisi ve yükünü de arttırmak gerekir. Hava hızının gereğinden düşük seçilmesinde de yeterli hava debisine ulaşılamadığından, istenilen şartlardaki havalandırma ya da iklimlendirme yapılamaz. Kanallardaki hava hızı endüstri ve konfor tesislerinde farklı seçilmektedir [1]. Çizelge 1'de kanalın kullanım yeri ve kısımlarına göre seçilecek uygun hava hızları verilmiştir.

Çizelge 1. Kanallar için uygun hava hızları [9].

Kanal Kısımları	Yaklaşık hava hızları (m/s)		
	Alçak basınçlı sistemler		Yüksek basınçlı sistemler
	Konfor tesisleri	Endüstri tesisleri	
Hava üfleme ağzı	1-4	3-5	Ana kanallar 12-15  Yan kanallar 10-12
Atma ve dönüş havası ağzı	2-3	3-4	
Dış hava dönüş ağzı	2-4	4-6	
Ana kanallar	4-8	8-12	
Tali (yan) kanallar	3-5	5-8	
Ana kanallarda sınır değerleri; Köşk: 3 m/s; Apartman, otel, hasta odası: 5 m/s; Özel bürolar, kütüphaneler, tiyatrolar ve konferans salonları: 4 m/s; Lokantalar, bankalar: 7-8 m/s; Alışveriş merkezleri: 8-9 m/s.			

#### 4.3. Kanal kesit alanı tespiti

Havalandırma sistemlerinde kanal çapı, toplam hava ihtiyacına göre tespit edilir. Havalandırma sistemlerinde toplam hacimsel debi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$\dot{V} = A.v \quad (3)$$

Kare, dikdörtgen veya oval kesitli kanallarda kanal çapının tespiti için aşağıdaki hidrolik çap eşitliği kullanılır.

$$D_h = \frac{4A}{\zeta} \quad (4)$$

#### 4.4. Kanallardaki sürtünme basınç kayıpları

Düz kanallardaki basınç düşüşü havanın kanal cidarına olan sürtünmelerinden dolayı oluşmaktadır. Bunda kanal cidarının pürüzlülüğü ve kanal çapının büyüklüğü önemli rol oynamaktadır. Düz kanallarda oluşacak basınç kayıpları yazılan program yardımıyla hesaplanabilecektir [6].

Kanallardaki basınç kayıpları;

$$P = \lambda \frac{\ell}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \quad (5)$$

eşitliği ile hesaplanır.

Eşitlikte kullanılan kanal direnç katsayısının ( $\lambda$ ) tespit edilebilmesi için, kanal malzemesinin yüzey kayganlık sayısı ( $\varepsilon$ ) bilinmelidir.

#### 4.5. Özel dirençler (Bağlantı parçalarının basınç kayıpları)

Özel dirençleri; hava kanalları üzerindeki daralmalar, genişlemeler, yön değiştirmeler, kol almalar, birleştirmeler, havanın kanala giriş ve çıkış ağızlarındaki bağlantı malzemeleri ile kanal üzerine konulan değişik kontrol cihazları oluşturmaktadır [6].

Özel direnç kayıpları aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanabilir;

$$Z = \xi \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \quad (6)$$

Özel direnç ilave katsayısı ( $\xi$ ), değişik profillerdeki bağlantı parçalarına göre tablolardan tespit edilmektedir. Tasarlanan bilgisayar programı ile bu değerler tablosuz olarak kolayca hesaplanacaktır.

## 5. BİLGİSAYAR PROGRAMI

Havalandırma kanallarına ilişkin çap ve basınç kayıp hesaplamaları uzun ve zaman alıcı hesaplamalardır. Özellikle kullanılan kanal malzemesinin yüzey kayganlık katsayısı ( $\varepsilon$ ) veya ayrılma, birleşme, daralma, genişleme parçalarının kayıp katsayılarının ( $\xi$ ) tespiti için özel tablolar kullanılmakta ve bu durum zaman kaybına sebebiyet verebilmektedir. Tasarlanan bilgisayar programı yardımı ile bu tablo değerleri seçilecek malzemeye göre bilgisayar tarafından hesaplanacak ve basınç kayıpları yine program yardımı ile kolayca tespit edilebilecektir. Şekil 1’de programa ait hesap seçim ekranı verilmiştir.



Şekil 1. Bilgisayar programına ait hesap seçim ekranı

Tasarlanan program, düz kanal, yön değişiklikleri (dirsekler), ayrılmalar-birleşmeler vb. durumlara ait basınç kayıplarını ve seçilen debi ve hız değerlerine göre hidrolik çapı hesaplayabilmektedir. Şekil 2’de düz kanala ait sürtünme kaybı ve hidrolik çap hesabı verilmiştir.

Şekil 2. Düz kanallara ait hesap ekranı

Düz kanallarda oluşacak sürtünme kaybının bulunabilmesi için kanalın yapımında kullanılan malzemeye ait yüzey kayganlık katsayısının bilinmesi gerekmektedir. Bu değer, malzeme cinsine göre değişmektedir.

Kanal yapımında kullanılabilen malzemeler ve yüzey kayganlık katsayıları programa tanıtılmıştır. Kanal içerisindeki debi ve hava hızı değerlerinin girilmesi ile birlikte program dairesel kesit çapını hesaplayabilmektedir. Ayrıca kanal uzunluğunun da giriş ekranına yazılmasıyla kanala ait sürtünme kaybı kolayca hesaplanabilmektedir.

Kanal İçindeki Debi  
Debi Giriniz  
m<sup>3</sup>/h 5000

Dairesel Kesit  
Dairesel Kesiti  
D mm 420,628720

Kanal İçindeki Hız  
Hız Giriniz  
v (m/s) 10

**LÜTFEN ONDALIK DEĞERLERDE "NOKTA" KULLANALIM**

**KANAL BAĞLANTI ELEMANI SEÇİNİZ:**  
Yuvarlak Dirsek

R/D ORANI  
0.5 0.73 1.0 2.0

Kayıp Katsayısı  $\xi$  0.3  
Dinamik Basınç Kaybı  $\Delta P_d$  210 Pa

**Yüvarlak dirsek**

**Dikdörtgen dirsek**

**Keskin dirsek**

**ÖNCE YENİLEYİNİZ SONRA YENİ HESAP YAPINIZ**

HESAPLA BİRİM ÇEVİRME  
YENİLE GERİ

Şekil 3. Yön değişiklerine ait hesap ekranı

Havalandırma sistemlerinde yön değişimlerinin sağladığı bağlantı parçalarından olan dirsekler farklı çap ve yapılarda olduğu için bunlara ait kayıp katsayıları ( $\xi$ ) değişkenlik göstermektedir. Programda farklı dirsek çeşitlerinin farklı oranlarına göre kayıp katsayıları bulunmaktadır.

Kanal İçindeki Debi  
Debi Giriniz  
m<sup>3</sup>/h 5000

Dairesel Kesit  
Dairesel Kesiti  
D mm 420,628720

Kanal İçindeki Hız  
Hız giriniz  
v (m/s) 10

**LÜTFEN ONDALIK DEĞERLERDE "NOKTA" KULLANALIM**

**KANAL BAĞLANTI ELEMANI**  
Kol Ayrılma

Kol ayrılma Açısı  
AÇI 11/112  
45 60 90  
0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1 2 4  
0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1 2 4  
0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1 1.3

Kayıp Katsayısı  $\xi$  0.9  
Dinamik Basınç Kaybı  $\Delta P_d$  210 Pa

**Kol ayrılma**  $\alpha=45^\circ$   $\alpha=60^\circ$   $\alpha=90^\circ$

**Kol birleşme**

**Pantolon parçası**

**T parçası**

**ÖNCE YENİLEYİNİZ SONRA YENİ HESAP YAPINIZ**

HESAPLA BİRİM ÇEVİRME  
YENİLE GERİ

Şekil 4. Ayrılma ve birleşmelere ait hesap ekranı

Şekil 4'te ayrılma ve birleşme parçalarına ait basınç kayıplarının belirlenebileceği veri ekranı verilmiştir. Bağlantı elemanları listesinde istenilen parçanın seçilmesi ile birlikte bu parçaya ait kayıp katsayısı program tarafından belirlenir. Bu aşamadan sonra girilen hava hızına göre parçada oluşan dinamik basınç kaybı hesaplanabilir.

Bütün bu hesaplamalardan ayrı olarak yazılan program havalandırma sistem hesaplamalarında kullanılan bütün birimleri içermekte ve bunların birbirlerine dönüşümlerini gerçekleştirmektedir. Bu sayede hesaplamalar sırasında karşılaşılabilecek sorunları en aza indirmek amaçlanmıştır.

## 6. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışma ile uzun ve zaman alıcı hesaplamalar gerektiren havalandırma kanal çapları ve basınç kaybı hesaplamaları kolayca yapılabilir. Özellikle malzemelerin cinsine göre değişen kayıp katsayılarının programa tanıtılması ile tablo kullanma zorunluluğu ortadan kaldırılmıştır. Kullanıcılar, program giriş ekranından hesaplamak istedikleri (düz kanal, yön değiştirme, daralma, genişleme vb.) havalandırma parçalarına kolayca ulaşabilmektedir. Ayrıca her hesap ekranında hesaplanmak istenen bağlantı parçalarına ait görüntüler ve tablolar ekranın sağ tarafında bulunmaktadır. Bu sayede oluşabilecek karışıklıkların önüne geçilmiştir. Yapılan program konu hakkında yüzeysel bilgi sahibi olan kişilerin dahi hesapları yapabilmesine olanak sağlayacaktır.

## 7. KAYNAKLAR

1. Aktaş, M., zdemir, M. B., “Yaz İklimlerlendirme Sistemlerinde Kanal aplarının Bilgisayar Programı ile Hesaplanması”, Teknoloji, 7(3), 381-386, 2004.
2. Doğan, H., “Havalandırma Ve İklimlerlendirme Esasları”, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2002.
3. Alarko, Carrier, Carrier Hava Koşullandırma Sistem Tasarımı, 1.Baskı, Alarko Carrier Yayınları, 2-17, 2004.
4. Öztürk, H. K., Yılcı, A., Atalay, ., “Konutlarda Doğal ve Zorlanmış Havalandırma Sistemleri”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, s: 89, 21-26, 2005.
5. Yamankaradeniz, Y., Horuz, İ., Coşkun, S., Kaynaklı, ., Yamankaradeniz, N., “İklimlerlendirme Esasları ve Uygulamalar”, Dora Yayıncılık, Bursa, 2008.
6. Doğan, H., “Uygulamalı Havalandırma ve İklimlerlendirme Tekniği”, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2002.
7. Yamankaradeniz, R., “Mühendislik Termodinamiğinin Temelleri”, 2. Basım, Vipaş Eğitim Ař., Yayın No:48, Bursa, 2001.
8. Çetinkaya, S., “Termodinamik”, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara,1993.
9. İhle, C., “Lftung Und Luftheizung”, Band 3, Werner-Verlag, Karlsruhe,1991.