

Endüstriyel Fanlar

Tasarım, İmalat ve Enerji Verimliliği

Dr. İbrahim ÇAKMANUS, Makina Yüksek Mühendisi



Türk Tesisat Mühendisleri Derneği
Teknik Yayın No: 23

ENDÜSTRİYEL FANLAR

TASARIM, İMALAT VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Dr. İbrahim ÇAKMANUS, Makina Yüksek Mühendisi

1. Basım Aralık 2009

ISBN: 978-975-6263-15-0

Her hakkı mahfuz olup yazarın veya TTMD'nin müsadesi olmaksızın çoğaltılamaz, yayımlanamaz.

Bu kitap ekteki kaynaklara dayanılarak mümkün olduğunca dikkat gösterilerek hazırlanmıştır. Ancak TTMD ve kitabın yazarı kitabın içindeki bilgilerin tamlığı, doğruluğu veya uygulanabilirliği hakkında hiçbir garanti vermez; bu kitabın içerdiği bilgilere dayanan herhangi bir sorumluluk kabul etmez. Kitapta bulunan bilgilerin kullanımına ilişkin bütün risk ve sorumluluk bu bilgileri kullananlara aittir.

Doğa Yayıncılık Ltd. Şti.

Ali Nazım Sk. No: 30 Koşuyolu 34718 Kadıköy / İSTANBUL

Tel: 0216 327 80 10

Faks: 0216 327 79 25

www.dogayayin.com

info@dogayayin.com

Baskı ve Cilt:

Altan Basım Ltd. Şti.

Yüzyıl Matbaacılar Sitesi Bağcılar / İstanbul

Tel: 0212 629 03 74

YAZAR HAKKINDA

Dr. İbrahim ÇAKMANUS: 1960 Giresun doğumludur. Makina Mühendisliği bölümlerinde olmak üzere KTÜ'de lisans, ODTÜ'de yüksek lisans, Gazi Üniversitesi'nde doktora yapmıştır.

1983-1991 yılları arasında Demiryollar, Limanlar, Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü'nde (DLH) ve 1992-2008 yılları arasında T.C. Merkez Bankası A.Ş.'de makine mühendisi olarak çalışmıştır. DLH'da Petrol Boru Hatları konusunda, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nda mevcut binaların renovasyonları ve yapımı işlerinde görev almıştır.

Halen iş yaşamını binalarda ve sanayide enerji verimliliği (proje ve etüt) ve HVAC alanlarında serbest mühendis olarak sürdürmektedir. "Binalarda Sürdürülebilirlik: Ömür Boyu Maliyete İlişkin Yaklaşımlar" adlı kitabın yazarlarından. Ayrıca yayınlanmış teknik makaleleri bulunmaktadır.

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers), Makina Mühendisleri Odası, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, Isı Bilimi ve Tekniği Derneği ve Uygulamalı Termodinamik Derneği üyesidir.

SUNUŞ

TTMD yayınlarından birisini daha sizlerin yararına sunmaktan mutluluk duyduğumuzu belirtmek isterim.

Sayın İbrahim Çakmanus'un "Endüstriyel Fanlar" konusunda hazırladığı bu kitap; tasarımından, üretim ve işletmeye almaya kadar fanlar ile ilgili ayrıntılı bilgiler içermektedir. Endüstriyel tesislerin büyük bir çoğunluğunda olmazsa olmaz konumunda bulunan fanların tasarımı, seçimi, enerji verimliliği açısından da çok önemlidir.

Enerji, her yönüyle tüm dünyada en önemli konu haline gelmiştir. Enerjide arz güvenliği, fosil yakıtların kaynaklarının gün geçtikçe azalması, fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar dikkate alındığında, enerjiyi verimli kullanmanın herkesin görevi haline geldiği söylenebilir. Doğru fan seçimi, verimlilik ve enerji tasarrufu demektir.

Endüstriyel fanlar konusunda ülkemizde Türkçe olarak yayınlanmış çok az sayıda yayın bulunmaktadır. Bu kitabın, konusundaki boşluğu kısmen dolduracağına, öğrenci, mühendis ve teknik elemanların yararlanacağı bir başvuru kaynağı olacağına inanıyorum.

Bu yayını titiz ve özverili çalışmalarıyla hazırlayan ve TTMD'ne kazandıran Sayın İbrahim Çakmanus'a teşekkürlerimi sunarım.

Cafer Ünlü
TTMD Yönetim Kurulu Başkanı

ÖNSÖZ

Fosil yakıtların enerji elde etmek için yakılması sonucu global ısınma ve emisyonlardan kaynaklanan ciddi çevresel problemler karşı karşıya kalmıştır. Ayrıca enerjisinin %75'e yakını ithal eden, buna karşın bunu verimsiz kullanan ülkemizde enerjinin verimli kullanılması büyük önem arz etmektedir. Öte yandan Elektrik İşleri Etüt İdaresi verilerine göre fanlar sanayide kullanılan elektriğin %20'den fazlasını tüketmektedir. Çimento, demirçelik, ahşap, petrol, madencilik, seramik, cam gibi sanayi dallarında kullanılan fanların motor güçleri 1.5 kW'dan 1500 kW arasında değişebilmektedir. Bu nedenle bu alanda yerine göre %1 enerji tasarrufu bile önemli olabilmektedir. Bunun için fanların seçimi, tasarımı, uygulaması ve işletilmesinin uygun biçimde yapılması gerekmektedir. Bu çerçevede yabancı dil sonu yaşayan mühendislerimizin literatürü kendi dilinde takip edebilmeleri de sağlanmalıdır. Ancak sanayide çalışan mühendislerin kullanabileceği Türkçe kaynaklar yetersizdir. Bu çalışma bu alandaki Türkçe kaynak ihtiyacını bir ölçüde karşılamayı amaçlamaktadır.

Bu çalışma, öğrencilerin fanların seçimi, tasarımı ve işletilmesi gibi konularda fikir sahibi olmalarına ve sektörde çalışan mühendislerin ve konu ile ilgilenenlerin çalışmalarına katkı amacıyla yapılmıştır. Kitap ekte verilen kaynaklardan yararlanılarak hazırlanmış olup daha çok uygulamaya yönelik ve konuya giriş niteliğindedir. Bu nedenle daha detaylı bilgi edinmek isteyenlerin literatüre başvurularını önerilir.

Bu kitabın hazırlanması sürecinde desteklerini esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Cahit Eralp ve Prof. Dr. Haşmet Türkoğlu'na, kitabı yayınlayan Türk Tesisat Mühendisleri Derneği'ne, fanlarda enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik Ar-Ge projesini destekleyen TÜBİTAK'a, kitabın basımı için sponsor olan Alfer A. Ş. Yönetim Kurulu Başkanı Ali Özdemiroğlu ve Genel Müdürü Cem Özdemiroğlu'na, meslektaşım Filiz Kasap'a ve kitabın basımını gerçekleştiren Doğa Sektörel Yayın Grubuna teşekkür ederim.

İbrahim Çakmanus,
Aralık 2009, Ankara

İÇİNDEKİLER

1. Akışkanlar Mekaniği - Temel İlkeler	1
2. Fan Kanatları.....	13
3. Fan Çeşitleri	25
4. Fan Seçimi	31
5. Aksiyal Fanlar	45
6. Santrifuj Fanlar	79
7. Özel Bazı Fanlar	103
8. Tahrik Sistemleri	115
9. Fan Performans Testleri.....	121
10. Fan Mekaniği	131
11. Amca Fan Standartları.....	171
12. Fanlarda Enerji Verimliliği	177
13. Sistem Dirençleri	191
14. Titreşim ve Gürültü	213
15. Damperler, Aktüatörler, Susturucular	219
16. Montaj, İşletme ve Bakım	231

Ekler

1. Birim Dönüşümleri	233
2. Metallerin Fiziksel Özellikleri	239
3. Havanın Özellikleri	240
4. Bağlantı Örnekleri	241
5. Hatalı Montaj Örnekleri	248

Kaynaklar	255
-----------------	-----