

**TÜRKİYE  
CUMHURİYETİ'NİN  
100. KURULUŞ YILI  
ANISINA**



# **TARIMSAL SULAMAMADA ENERJİ YÖNETİMİ**

**Prof.Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK**



© Copyright 2024

*Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi AŞ'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.*

<b>ISBN</b> 978-625-399-613-0	<b>Sayfa ve Kapak Tasarımı</b> Akademisyen Dizgi Ünitesi
<b>Kitap Adı</b> Tarımsal Sulamada Enerji Yönetimi	<b>Yayıncı Sertifika No</b> 47518
<b>Yazar</b> Hasan Hüseyin ÖZTÜRK ORCID iD: 0000-0001-6904-5539	<b>Baskı ve Cilt</b> Vadi Matbaacılık
<b>Yayın Koordinatörü</b> Yasin DİLMEN	<b>Bisac Code</b> TEC003080
	<b>DOI</b> 10.37609/akya.3008

#### **Kütüphane Kimlik Kartı**

**Öztürk, Hasan Hüseyin.**

Tarımsal Sulamada Enerji Yönetimi / Hasan Hüseyin Öztürk.

Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2024.

332 s. : resim, şekil, çizelge. ; 160x235 mm.

Kaynakça var.

ISBN 9786253996130

1. Tarım--Ziraat.

#### **GENEL DAĞITIM**

#### **Akademisyen Kitabevi AŞ**

Halk Sokak 5 / A

Yenişehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

[www.akademisyen.com](http://www.akademisyen.com)

## ÖNSÖZ

*Sanayi devriminden* sonra, esas olarak makinalaşmanın ortaya çıkmasından bu yana ve *yeşil devrim* sürecinde, insanlar ve makineler, insanları beslemek için ürün yetiştirmek amacıyla verimli bir şekilde işbirliği yapmaktadır. Ancak, önümüzdeki yıllarda nüfus artışıyla yüzleşmek için, sadece üretkenliği artırarak insanları beslemek değil, aynı zamanda bunu mümkün olan en verimli ve saygılı şekilde yapmak, diğer bir deyişle sürdürülebilir olarak üretmek amacıyla da başarılı olmak için ekstra bir çaba gerekmektedir. Bu zorlukla yüzleşmek için, son on yılda, özellikle güvenilir tarımsal verilere erişim ve bunlardan en uygun anlamı çıkarmak için, gelişmiş bilgisayar teknikleri gibi teknolojiye dikkate değer gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Dijital teknoloji tarafından yönlendirilen bu yeni yaklaşım, yetiştiricilerin tekrarlayan, fiziksel olarak zorlu ve sıkıcı saha görevlerinden kaçınma girişiminde işçilerden ziyade ürünlerinin denetçisi olarak hareket etmeleri gerektiğini ima etmektedir. Bu modern tarımsal çerçevede, veri çok önemlidir ve bilgi tabanlı yönetim döngüsü, kavram ve işlevleri birleştiren bir yaklaşım sağlar.

Tarım 5.0'dan en iyi şekilde yararlanmak için, kullanıcılara, ideal olarak modern teknolojileri öğrenmeye ve tarıma uygulamaya istekli genç çiftçilere derin eğitim verilmesi ve gelecek nesillere bir yenilenme sağlanması gerekmektedir. 21. yüzyılda gıda üretiminin getirdiği zorluklarla yüzleşmek için, veriye dayalı yönetimin tüm gücünü gösterebilen modern ve sürdürülebilir bir tarıma doğru ilerlemek amacıyla doğru zaman gibi görünmektedir. Tarım 5.0'a geçiş, önümüzdeki on yıl için çoğu büyük tarım ekipmanı imalatçısının gündeminde yer almaktadır. Bu nedenle, tarım robotlarının bir sonraki - daha akıllı- tarım makineleri olarak kabul edilmesi durumunda, ekipman imalatçıları bu girişimde önemli bir işlev yapacaktır.

Tarımsal üretimin yaygınlaşması, insanlığın çevre üzerindeki en büyük etkilerinden biri olmuştur. Birçok habitatlar tarımsal üretim için dönüştürülmüştür. Tarımsal üretim, biyoçeşitlilik için en büyük baskılardan birisidir. Tarımsal üretimin, iklim değişikliğini azaltacak şekilde enerji üretme ve kullanma konusunda önemli bir işlevi vardır. Tarımsal üretim işletmelerinde, fosil yakıtlar yerine düşük karbonlu yenilenebilir enerjiler kullanmak, çiftlik sahiplerinin enerji kaynakları üzerindeki kontrolünü artırabilir, maliyetleri azaltabilir ve iklim değişikliği ile mücadele edilebilir. Tarım temelli biyoyakıtların üretimi ve kullanımı konusunda, çevresel ve sosyal sorumluluğun dikkatle değerlendirilmesi ve biyolojik kökenli enerji üretiminden kaynaklanan emisyonların titiz ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gereklidir.

*Türkiye Cumhuriyeti'nin* 100. kuruluş yılı anısına hazırlamış olduğum bu bilgi seti, başta kurucu lider ve bilge önder Mareşal Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK olmak üzere, kurtuluş savaşı ve kuruluş mücadelesinde büyük bir özveri ile görev alan bütün insanlara ve ülkemizde *tarımsal mekanizasyon eğitim ve araştırmalarının öncülerine* ithaf olunur. Değerli eserleri ve önemli katkıları için en içten teşekkürlerimi ve sonsuz saygılarımı sunarım.

Prof.Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK

Adana, Ekim-2023



Kurucu lider ve bilge önder Mareşal Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK



Ülkemizde tarımsal mekanizasyon eğitim ve araştırmalarının öncülerinden olan bazı bilim insanları

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>1. TARIMSAL SULAMA</b> .....	1
1.1. Sulama ve Yararları.....	1
1.2. Sulama İçin Enerji Kaynakları.....	1
<b>2. TARIMSAL SULAMADA ELEKTRİK TÜKETİMİ</b> .....	4
2.1. Giriş.....	4
2.2. Türkiye’de Tarımsal Sulama.....	5
2.3. Sulamada Enerji Kullanımı.....	8
2.3.1. Tarımsal Sulamada Elektrik Tüketimi.....	8
2.3.2. Tarımsal Sulamada Enerji Tüketimini Azaltmak.....	12
2.3.2.1. Havza Yönetimi.....	12
2.3.2.2. Yüzeysel Sulamanın İyileştirilmesi.....	13
2.3.2.3. Yeraltı Suyu Yönetimi.....	13
2.3.2.4. Sulama Teknolojilerinin Geliştirilmesi.....	14
2.3.2.5. Tarımsal Uygulamaların Değiştirilmesi.....	14
2.3.2.6. Organik Tarımın Teşvik Edilmesi.....	15
2.3.2.7. Ürün Ve Tür Değişikliği.....	15
2.3.2.8. Gıda Tedarik Politikasını Düzenlemek.....	15
2.3.2.9. Sübvansiyon Politikasını Düzenlemek.....	16
2.3.2.10. Yüksek Verimli Elektrik Motoru Kullanmak..	16
2.3.2.11. Yüksek Verimli Sulama Pompası Kullanmak.	17
2.3.2.12. Enerji Ve Su Etkin Tarımsal Üretim.....	20
2.4. Sonuç Ve Öneriler.....	20
<b>3. POMPAJ TESİSİ VE ÖZELLİKLERİ</b> .....	21
3.1. Pompaj Tesisinin Bileşenleri.....	21
3.2. Pompaj Tesisindeki Yükseklikler.....	24
3.3. Pompaj Tesisleri İçin Tasarım Değişkenleri.....	27
3.3.1. Debi.....	28
3.3.1.1. Debi Değişkenliği.....	29
3.3.2. Yükseklik.....	30
3.3.2.1. Toplam Dinamik Yükseklik.....	30
3.3.2.2. Statik Yükseklik.....	31
3.3.2.3. Basma Yüksekliği.....	33
3.3.2.4. Toplam Yükseklik.....	35
3.3.3. Pompalama Gücü.....	37
3.3.3.1. Pompa Verimi.....	38
3.3.3.2. Pompa Kayıplarının Belirlenmesi.....	40
3.3.3.3. Pompa Veriminin Hesaplanması.....	41
3.3.3.3.1. Elektromekanik Verimi Hesaplamak.....	42
3.3.4. Sulama Pompasının Güç Tüketimi.....	43
3.3.5. Pompaj Tesisinin Gücü.....	44
3.3.6. Pompaj Tesisinde Enerji Tüketimi.....	45

3.3.7. Pompa Çıkış Gücü.....	46
3.3.8. Yükseklik.....	48
3.3.9. Basınç Ölçümü.....	49
3.4. Su Pompalama için Güç Üniteleri.....	50
3.4.1. Yakıtın Enerjiye Dönüşmesi.....	51
<b>4. POMPAJ TESİSİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ ANALİZİ.....</b>	<b>53</b>
4.1. Enerji Dengesi.....	53
4.2. Çalışma Koşullarının Analizi.....	55
<b>5. ELEKTRİK MOTORLARI.....</b>	<b>59</b>
5.1. Alternatif Akım Motorları.....	61
5.1.1. Asenkron Motorlar.....	62
5.1.1.1. Asenkron Motorların Üstünlükleri.....	64
5.1.1.2. Asenkron Motor Çeşitleri.....	64
5.1.1.3. Asenkron Motorlara Yol Verme.....	64
5.1.1.4. Asenkron Motorlarda Hız Ayarı.....	67
5.2. Elektrik Motoru Etiket Bilgileri.....	67
5.3. Elektrik Motorlarında Sürücü Kullanımı.....	70
5.3.1. Asenkron Motor İçin Sürücü Seçimi.....	71
5.3.1.1. Elektronik Hız Kontrolü.....	72
5.3.1.1.1. İşlevi.....	72
5.3.1.2. Hızı Ayarlanabilir Sürücüler.....	73
5.3.1.2.1. Hız Kontrolü.....	73
5.3.1.2.2. Enerji Tasarrufu.....	74
5.3.1.2.3. Tipleri.....	74
5.3.1.2.3.1. Değişken Hızlı Sürücü...	75
5.4. Elektrik Motorlarında Enerji Kayıpları.....	76
5.5. Elektrik Motorlarında Verim.....	78
5.5.1. Elektrik Motorlarında Verim Sınıfları.....	81
5.5.1.1. Uluslararası Verim Sınıflandırmaları.....	83
5.5.1.2. Elektrik Motorları İçin Üstün Verimlilik.....	84
5.5.2. Enerji Tasarrufu.....	86
5.5.3. Ekotasarım Gereksinimleri.....	89
5.5.4. Avrupa Birliği Yeni Enerji Verimliliği Standartları.....	91
5.5.5. Pompaj Tesisleri İçin Enerji Verimli Motorlar.....	92
5.5.6. Asenkron Motorları Yüksek Verimde Çalıştırma.....	95
5.5.7. Yüksek Verimli Elektrik Motoru Kullanımı.....	96
5.6. Elektrik Motorlarında Enerji Tasarrufu.....	97
5.7. Elektrik Motorunun Yüklenmesi.....	98
5.7.1. Düşük Yüklü Motorların Değiştirilmesi.....	99
5.8. Elektrik Motorlarında Güç Faktörü.....	99
5.9. Değişken Frekanslı Elektrik Motorları.....	100
5.10. Elektrik Motoru Seçimi.....	102
5.10.1. Asenkron Motor Seçimi.....	102

5.10.2. Doğru Akım Motoru Seçimi.....	103
5.10.3. Yüksek Verimli Elektrik Motoru Seçimi.....	104
5.10.4. Yanlış Motor Seçiminde Karşılaşılan Sorunlar.....	105
5.11. Elektrik Motoru Gücünün Belirlenmesi.....	106
5.12. Elektrik Motoru İyileştirmeleri.....	108
<b>6. FREKANS DEĞİŞTİRİCİ KULLANIMI.....</b>	<b>110</b>
6.1. Frekans Değiştiricinin Yapısal Özellikleri.....	110
6.2. Elektrik Motorları İçin Kontrol Üniteleri.....	114
6.3. Tek Fazlı Gücün Üç Fazlı Güce Dönüştürülmesi.....	116
6.3.1. Değişken Frekanslı Sürücüler.....	118
6.3.1.1. Enerji Tasarrufu.....	125
6.3.1.2. Kontrol Performansı.....	126
6.3.1.3. Maliyet.....	126
6.3.2. Frekans Değiştirici.....	126
6.3.3. Değişken Frekanslı Sürücü Seçimi.....	131
<b>7. POMPAJ TESİSLERİNDE ENERJİ KULLANIMI.....</b>	<b>132</b>
7.1. Pompa Seçimi Ve Verimlilik.....	132
7.2. Pompa Seçiminde Dikkate Alınan Etmenler.....	134
7.3. Hidrolik Performansa Göre Pompa Seçimi.....	141
7.4. Özel Yapım Pompalar.....	141
7.5. Pompa Sürücüleri.....	142
7.6. Pompa Seçiminde Yapılan Hatalar.....	142
7.6.1. Pompa Gücü.....	142
7.6.1.1. Pompanın Büyük Güçte Seçilmesi.....	144
7.7. Değişken Debili Pompa Sistemi.....	145
7.7.1. Frekans Değiştiricili Sistemler.....	146
7.8. Pompa Karakteristikleri.....	146
7.9. Pompalarda Salmastra Sorunları.....	147
7.10. Pompa Kullanımında Verimlilik.....	148
7.11. Pompa Kontrol Yöntemleri.....	148
7.11.1. Vana Kısmı Yöntemi.....	149
7.11.2. Pompa Hız Kontrolü.....	150
7.12. Değişken Hızlı Sürücü Kullanılarak Enerji Tasarrufu.....	154
7.12.1. Değişken Hızlı Sürücü Kullanmanın Yararları.....	157
7.12.2. Değişken Hızlı Sürücülerde Karşılaşılan Sorunlar....	157
7.12.3. Değişken Hızlı Sürücünün Motora Etkileri.....	158
7.13. Pompaların Paralel Çalışması.....	158
7.14. Pompa Çarkının Düzeltilmesi.....	161
7.15. Kombine Pompa Kontrolü.....	164
<b>8. POMPAJ TESİSLERİNDE ENERJİ GİDERLERİ.....</b>	<b>165</b>
8.1. Pompa Tesisinde Enerji Tüketimi.....	166
8.2. Pompa Tesisinde Enerji Giderleri .....	167
8.2.1. Sulama İçin Enerji Giderlerinin Belirlenmesi.....	169

<b>9. POMPAJ TESİSLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ.....</b>	<b>172</b>
9.1. Enerji Kullanımı Ve Tasarrufu.....	172
9.2. Sulama İçin Enerji Gereksinimini Azaltmak.....	173
9.2.1. Pompaj Tesisi Verimini Artırmak.....	174
9.2.2. Sulama Verimini Artırmak.....	174
9.2.3. Sulama Planlaması.....	175
9.2.4. Basınç Gereksinimini Azaltmak.....	175
9.2.5. Yer Çekimi Etkisinden Yararlanmak.....	176
9.2.6. Sulama Yöntemi Veya Sistemini Değiştirmek.....	176
9.2.7. Enerji Kaynağı.....	176
9.2.8. Enerji Kullanım Ölçütleri.....	177
9.3. Pompaj Tesisi Verimlilik Ölçütleri.....	177
9.3.1. Pompaj Tesisi Verimi.....	179
9.3.1.1. Genel Verimlilik.....	180
9.3.1.2. Yakıt Tüketimini Belirlemek.....	181
9.3.1.3. Savaş Okumak.....	183
9.4. Pompaj Tesisi Tasarımı.....	183
9.4.1. Pompa Karakteristik Eğrileri.....	184
9.5. Pompaj Tesislerinde Enerji Tasarrufu.....	187
9.5.1. Pompaj Tesislerinde Enerji Giderlerinin Azaltılması... ..	192
9.5.1.1. Yük Faktörü.....	192
9.5.1.2. Elektrik Motoru İyileştirmeleri.....	193
9.6. Enerji Tüketimi Göstergelerinin Hesaplanması.....	194
9.6.1. Enerji İndeksi.....	194
9.6.2. Enerji Maliyeti.....	195
9.6.3. Enerji Dengesi.....	195
<b>10. POMPAJ TESİSİ KURULUMLARI.....</b>	<b>196</b>
10.1. Elektrik Motorları.....	198
10.1.1. En Yüksek Güç.....	199
10.1.2. Faz Değiştiriciler.....	199
10.1.3. Üç Fazlı Elektrik Motorları.....	199
10.2. İçten Yanmalı Motorlar.....	200
10.3. Pompa Kurulumu.....	201
10.3.1. Santrifüj Pompalar.....	206
10.3.1.1. Performans Değişimi.....	206
10.3.1.2. Karışık Akışlı Pompalar.....	209
10.3.1.3. Boru Hattı Verimliliği.....	209
10.4. Enerji Tüketimini Azaltmak İçin Alternatif Cihazlar.....	210
<b>11. ENERJİ VERİMLİLİĞİ UYGULAMA REHBERİ.....</b>	<b>213</b>
11.1. Verimli Pompaj Tesislerinin Ekonomik Faydaları.....	213
11.2. Enerji Verimliliği Fırsatlarının Belirlenmesi.....	214
11.2.1. Mevcut Tesisin Verimini Artırmak.....	215
11.3. Enerji Verimliliği Artırmak İçin Sorunlar Ve Önlemler.....	215



11.3.1. Pompalama Gereksinimlerindeki Değişim.....	216
11.3.2. Mevcut Pompaj Tesisinin Değerlendirilmesi.....	217
11.3.2.1. Üretim Eğilimlerini Değerlendirmek.....	218
11.3.2.2. Pompa Verimini Belirlemek.....	220
11.3.2.2.1. Geleneksel Yöntem.....	220
11.3.2.2.2. Termodinamik Yöntem.....	220
11.3.2.3. Pompaj Tesis Verimi.....	220
11.3.3. Pompaj Tesisinin Analizi.....	220
11.4. Fırsatların Önceliklendirilmesi.....	221
11.5. Gereksiz Talebi Azaltmak.....	222
11.6. Pompanın Değerlendirilmesi.....	223
11.6.1. Büyük Güçlü Pompa.....	223
11.6.2. Pompanın En İyi Verim Noktası.....	224
11.6.3. Pompa Çarkını Değiştirmek.....	227
11.6.3.1. Çark Düzeltmek.....	228
11.6.4. Değişken Hızlı Pompalar.....	228
11.6.5. Çoklu Pompa Düzenlemeleri.....	230
11.7. Akış Kontrolü.....	230
11.7.1. Baypas Hatları.....	232
11.7.2. Kısmi Vanaları.....	233
11.7.3. Değişken ve Ayarlanabilir Hızlı Sürücüler.....	233
11.7.4. Değişken Hızlı Motorlar.....	234
11.8. Pompa Aşınması Ve Bakımı.....	234
11.9. Boru Tesisatı Optimizasyonu.....	235
11.10. Elektrik Motoru Değerlendirmesi.....	236
11.10.1. Büyük Güçlü Motoru.....	236
11.10.2. Yüksek Verimli Motorlar.....	237
11.11. İzleme Ve/Veya Dokümantasyon Eksikliği.....	238
11.12. Yeni Bir Pompaj Tesis Tasarımı.....	238
11.12.1. Üretim Ve Pompalama Gereksinimleri.....	238
11.12.2. Toplam Sistem Yaklaşımıyla Tasarım.....	239
11.12.3. Verimli Pompaj Tesis Tasarımı.....	240
11.12.4. Verimli Pompaj Tesis Bileşenleri.....	240
11.12.4.1. Boru Tesisatı Tasarımı.....	240
11.12.4.2. Doğru Pompa Seçimi.....	242
11.12.4.3. Tasarımın İyileştirilmesi.....	245
11.13. Pompaj Tesisleri İçin Tasarım Özellikleri.....	246
11.14. Servis Seçimi.....	247
<b>12. ENERJİ VERİMLİLİĞİ ANALİZİ.....</b>	<b>248</b>
12.1. Güç Üniteleri.....	249
12.2. Pompa Sürücüsü.....	250
12.3. Pompaj Tesis Verimi.....	251
12.3.1. Pompaj Tesis Veriminin Yorumlanması.....	252

12.4. Elektrik Motoru İle Çalışan Pompaj Tesislerinin Analizi...	253
12.5. İçten Yanmalı Motorla Çalışan Pompaj Tesisinin Analizi.	255
12.6. Pompaj Tesisi Veriminin Değerlendirilmesi.....	256
12.7. Verimlilik Testi.....	256
12.8. Standarttan Düşük Pompa Veriminin Nedenleri.....	258
<b>13. SULAMA İÇİN ENERJİ GEREKSİNİMİ.....</b>	<b>260</b>
13.1. Sulama İçin Su Kaynakları.....	261
13.1.1. Yüzey Suyu.....	261
13.2. Sulama Pompasının Su Çekmesi İçin Hazırlanması.....	261
13.3. Pompa Sorunları.....	262
13.3.1. Kavitasyon.....	262
13.4. Pompa Bakımı.....	262
13.5. Pompaj Tesisinin Yaşam Döngüsü Maliyeti.....	264
13.5.1. Finansal Faktörler.....	265
13.5.2. Sulama Pompaj Tesisinin Enerji Giderleri.....	266
13.5.3. Pompaj Tesisi Yaşam Döngüsü Maliyetleri.....	266
<b>14. ENERJİ TASARRUFU OLANAKLARINI BELİRLEMEK</b>	<b>268</b>
14.1. Enerji Fiyatı İle İlgili Önlemler.....	268
14.1.1. Elektrik Servis Hızı Optimizasyonu.....	268
14.1.2. Elektrik Talep Kontrolü.....	269
14.2. Elektrik Tesisatlarında Kayıp Azaltma Önlemleri.....	269
14.2.1. Transformatörlerin Soğutulması.....	269
14.2.2. Elektrik İletkenlerini İyileştirme.....	270
14.2.3. Güç Faktörünü Optimize Etmek.....	270
14.3. Motor Verimini Artırmaya Yönelik Önlemler.....	271
14.3.1. Gerilim Dengesizlikleri.....	271
14.3.2. Yüksek Verimli Elektrik Motoru Kullanmak.....	271
14.3.3. Motor Verimini Optimize Etmek.....	272
14.3.4. Motor-Pompa Setini Değiştirmek.....	272
14.4. Pompa Verimini Artırmaya Yönelik Önlemler.....	274
14.4.1. Pompanın Çalışma Koşullarına Ayarlanması.....	274
14.4.2. Türbin Pompada Çark Konumunun Ayarlanması..	275
14.5. Yükseklik Kaybını Azaltmak.....	278
14.5.1. Basma Boruları Yapılandırma Ve Hatalar.....	278
14.5.2. Borularda Sürtünme Kayıplarını Azaltmak.....	278
14.6. Sızma Kayıplarını Azaltmak.....	279
14.6.1. Sızma Tespiti Ve Onarımı.....	279
14.7. Pompaj Tesisi İyileştirmeleri.....	280
14.7.1. Frekans Değiştirici Kullanımı.....	270
14.7.2. Dengeleme Tanklarının Kullanılması.....	282
14.8. Elektrikli Güç Kaynağının Değiştirilmesi.....	283
14.8.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı....	283
14.8.1.1. Güneş Enerjisi.....	284

14.8.1.2. Rüzgar Enerjisi.....	284
14.8.1.3. Biyogaz Üretimi Ve Kullanımı.....	285
<b>15. ENERJİ TASARRUFU ÖNLEMİNİ DEĞERLENDİRMEK</b> .....	<b>286</b>
15.1. Enerji Tasarrufu Değerlendirmesi.....	286
15.1.1. Yatırım Getirisi Analizi.....	287
15.2. Enerji Analizi Raporu.....	287
15.2.1. Yönetici Özeti.....	288
15.3. Değerlendirilen Tesis Açıklaması.....	289
15.4. Enerji Tüketimi Analizi.....	289
15.5. Enerji Tasarrufu Önlemleri Ve Maliyet Önerileri.....	289
<b>16. POMPAJ TESİSLERİNİN BAKIMI</b> .....	<b>290</b>
16.1. Temel Konular.....	290
16.2. Tesis Ve Ekipman Envanteri.....	290
16.2.1. Elektrik Tesisatları.....	290
16.2.2. Elektrik Motorları.....	290
16.2.3. Pompalar.....	291
16.2.4. Tanklar.....	291
16.3. Faaliyetler Ve Uygulama Sıklığı.....	291
16.4. Bakım Programı Takvimi.....	291
16.5. Sürücüler.....	293
16.6. Yüksek Sıcaklıktan Korunma.....	294
16.7. Ekipman İzleme Ve Kontrol.....	295
<b>17. DEĞİŞKEN FREKANSLI SÜRÜCÜ KULLANIMI</b> .....	<b>296</b>
17.1. Özet.....	296
17.2. Giriş.....	297
17.3. Değişken Frekanslı Sürücü.....	297
17.4. Pompaj Tesisinde Değişken Frekanslı Sürücü Kullanımı... ..	298
17.4.1. Değişken Frekanslı Sürücü İle Enerji Tasarrufu....	301
17.4.2. Frekans Değiştirici Sürücülerin Montajı.....	302
17.4.3. Değişken Hızlı Sürücülerde Karşılaşılan Sorunlar.	304
17.4.4. Değişken Hızlı Sürücünün Motora Etkileri.....	305
17.5. Sonuç Ve Öneriler.....	306
<b>18. POMPAJ TESİSİ ENERJİ EYLEM PLANI</b> .....	<b>307</b>
18.1. Yönetici Projeler.....	309
18.1.1. Proje Çizimleri.....	309
18.1.2. Teknik Kayıt.....	310
18.2. Faaliyetler.....	310
18.3. Finansman Planı.....	311
18.4. Eylem Planının Uygulanması.....	313
18.5. Eylem Planı Denetimi.....	314
18.6. Teknik Eğitim.....	315
18.7. İzleme Ve Değerlendirme.....	315
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>317</b>

## KAYNAKLAR

- Akar, M., Silay, A.E., Akkaya, H., Tomar, A. 2010. Sulama Araç, Yöntem Ve Organizasyonlarının Geliştirilmesi. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildirileri.
- Aksoy, S., Çalikoğlu, E., Aras, H., Karakoç, N., 2013. Enerji Yönetimi Ve Politikaları, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2787, Açık Öğretim Fakültesi Yayını No: 1745.
- ASHRAE, 2007. "Handbook--HVAC Applications", Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- AMCA, 2010. International "Standards Handbook", ANSI/AMCA Standard 99-10, Arlington Heights, IL: Air Movement and Control Association International.
- AMCA, 2007. International, "Fans and Systems", AMCA Publication 201-02, Arlington Heights, IL: Air Movement and Control Association International,
- AMCA, 2007. International, "Field Performance Measurement of Fan Systems", AMCA Publication 203-90, Arlington Heights, IL: Air Movement and Control Association International,
- Barber A., 1989. "Pneumatic Handbook", 7th ed., Trade and Technical Pres.
- Bilgin, A., "Kazanlarda Baca Gazı Analizlerinin Değerlendirilmesi, İç Soğuma Kayıplarının İrdelenmesi" V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi, 671-622.
- Bilgiç, M., "Endüstri Kazan Dairelerinde Enerjinin Etkin Kullanılması İçin; Yakıttan Baca Gazına Kadar Dikkate Alınması Gereken Hususlar", Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi.
- Chen, W. H., Chung, Y.C., Liu, J.L., 2005. "Analysis on Energy Consumption and Performance of Reheating Furnaces in a Hot Strip Mill", *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 32: 695-706.
- Cuadros, F., Rodriguez, F.L., Marcos, A., Coello, J., 2004. A Procedure to Size Solar-Powered Irrigation (Photoirrigation) Schemes. *Solar Energy* 76, 465-473.
- Çakmak, B., Yıldırım, M., Aküzüm, T. Türkiye'de Tarımsal Sulama Yönetimi, Sorunlar Ve Çözüm Önerileri. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi 215-224.
- Çakmak, B. 2010. Sulama Suyu Gereksinimi; Bitki Su Tüketimi, Tahmin Yöntemleri.
- Çetin, Ö. 2004. Tarımsal Sulama Yöntemleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı Çiftçi Eğitim Serisi Yayınları, No: 2004/7, Ankara.
- Çallı İ., Yiğit K.S., Korkmaz Y., Toklu E., 1994. "Santrifüj Pompalarda Optimum Devir Sayısının Teorik ve Deneysel İncelenmesi", 8. Mühendislik Haftası, Isparta, Türkiye, Mayıs 26-28.
- Çerci, Y., Cengel Y. A, and Turner H.T, 1995. "Reducing the Cost of Compressed Air in Industrial Facilities". *Thermodynamics and the*

- Design, Analysis, and Improvement of Energy Systems*, ASME, AES, 35:175-186.
- Doorenbos, J., 1975. Crop water requirements. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O., 1997. Guideline for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage. Paper 24.
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, “Elektrik Motor Sistemlerinde Enerji Verimliliği”.
- Enerkon, “Improving Steam Boiler Operating Efficiency, 1987.
- Enerkon, “Energy Efficiency In Steam Distribution System”, 1987.
- Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu, “Konutlarda Enerji Tasarrufu” Yayın No: 2, 2000.
- Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Motor Verimliliği Broşürü”.
- Erciyes, S., 2004. “Aydınlatma Tasarımı Amaca Göre Yapılmalı”, İnşaat Dünyası Dergisi, Sayı 249.
- Ertem, G., Çelik, B., Yeşilyurt, S., 2008. “Endüstriyel Tav Fırınlarında Isı Denkliği Hesaplamaları ve Enerji Verimliliğinin Belirlenmesi”, IV. Ege Enerji Sempozyumu, İzmir, 1-8.
- Ertem, M. E., Şen, S., Akar, G., Pamukçu, C., Gürgen, S., 2010. “Energy Balance Analysis and Energy Saving Opportunities for Erdemir Slab Furnace #3”, *Energy Sources, Part A*, 32: 979-994.
- Ertöz, A.Ö., 2003. “Pompalarda Enerji Verimliliği”, 6. Ulusal Tesisat Mühendisliği ve Kongresi, *Tesisat Dergisi*, TES-22, İstanbul.
- Gençoğlu, M.T., Özbay, E., “Aydınlatmada Enerji Verimliliği Yöntemleri”, Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ.
- Glasnovic, Z., Margeta, J., 2007. A Model for Optimal Sizing of Photovoltaic Irrigation Water Pumping Systems. *Solar Energy* 81, 904–916.
- Güven, S., Terzioğlu, R.G., <http://www.eeb.hacettepe.edu.tr/atbtasarruf.pdf>
- Güleç, M., “Pnömatik Sistemlerde Tasarruf Önlemleri Ve Yöntemleri”, I. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi Ve Sergisi,
- Holdsworth, J., 1997. “Conserving Energy in Compressed Air Systems”, *Plant Engineering*, 51 (13):103-104.
- IDB, 2011. Inter-American Development Bank EVALUATION OF WATER PUMPING SYSTEMS Energy Efficiency Assessment Manual First Edition. Water and Sanitation Initiative Sustainable Energy and Climate Change Initiative Washington, D.C.
- ITDG, 2007. Intermediate Technology Development Group. Solar (photovoltaic) water pumping.
- ISO 9905, “Radyal (Santrifüj) Pompa Teknik Özellikleri”, Sınıf I, POMSAD Yayınları, No: 7, 2000.
- ISO 9908, “Radyal (Santrifüj) Pompa Teknik Özellikleri”, Sınıf III, POMSAD Yayınları, No: 8, 2000.
- ISO 3555, “Radyal, Karışık Akımlı ve Eksenel Pompalar Kabul Deneyi Esasları”, B Sınıfı, POMSAD Yayınları, No: 3, 1998.

- ISO 2548, “Radyal, Karışık Akımlı ve Eksenel Pompalar Kabul Deneyi Esasları”, C Sınıfı, POMSAD Yayınları, No: 4, 1998.
- Karakoç, T.H., Karakoç, N., Erbay, B., Aras, H., “Enerji Analizi”, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2486, Açık Öğretim Fakültesi Yayını No: 1457.
- Karimi, H.J., Saidi, M.H., “Heat Transfer and Energy Analysis of a Pusher Type Reheating Furnace Using Oxygen Enhanced Air for Combustion”, *International Journal of Iron and Steel Research*, 17 (4): 12-17, 2010.
- Kaya, D., 2001. “Eksenel Pompalarda Çark Kanat Konstrüksiyonunun Pompa Genel Verimine Etkisi”, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya,
- Kaya, D., 2002. “Açık ve Kapalı Eksenel Akışlı Pompa Çarklarının Pompa Performansına Etkisinin Deneysel Etüdü”, *Mühendis ve Makina*, 508:47-53,
- Kaya, D., Yagmur E.A, Yigit K.S, Kilic F.C, Eren A.S, Celik C, 2008. “Energy Efficiency in Pumps”, *Energy Conversion and Management*, 49 (6): 1662-1673.
- Kaya, D., Öztürk, H.H., 2014. “Sanayide Enerji Yönetimi ve Enerji Verimliliği”, Umuttepe Yayınları, ISBN: 9786055100179.
- Meah, K., Ula, S., Barrett, S. 2008. Solar Photovoltaic Water Pumping- Opportunities and Challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12, 1162–1175.
- Nadel, S., Shepard, M., Grenberg, S., Katz, G., Almeida, A., 1991. “Energy Efficient Motor Systems”, A Handbook on Technology, Program, and Policy Opportunities. Washington D.C., American Council for Energy-Efficient Economy.
- Narvarte, L., Lorenzo, E., Caamano, E. 2000. PV Pumping Analytical Design and Characteristics of Boreholes. *Solar Energy* 68 (1), 49–56.
- Nusret, M., Ümran, A., Öztürk, H.H. (2018), “Türkiye’de Tarımsal Sulamada Elektrik Tüketiminin Azaltılması”, 1st International Congress on Agricultural Structures and Irrigation September, 26-18, 2018, Antalya, Turkey.
- Öztürk, H.H. 2008. Bitkisel Üretimde Enerji Yönetimi. Hasad Yayınları, İstanbul.
- Öztürk, H.H., Kaya, D., 2012. “İkincil Enerji Üretimi Ve Elektrik Motorları”, Ufuktepe Yayınları, Yayın No: 73, ISBN:978-605-5936.
- Öztürk, H.H., 2013. “İklim Bilgisi Ve İklimsel Ölçme Tekniği”, BİRSEN Yayınevi Kod No: Y.0028, ISBN:978-975-511-590-0.
- Öztürk, H.H., Nusret, M., Ümran, A., Yılmaz, D., Uygun, E.E. (2020), “Tarımsal Sulama İçin Kullanılan Pompaj Tesislerinde Enerji Tasarrufu Önlemleri”, Anadolu Kongreleri 5, Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 26-27 Aralık 2020, Diyarbakır.
- Öztürk, H.H. (2020), “A review on Energy Use for Sustainable Development in Agriculture Sector of Turkey”, *Global Journal of Agricultural Research and Reviews*, (132):4-8.

- Öztürk, H.H. (2020), “Türkiye’de Tarımsal Sulamada Elektrik Tüketimi”, Yeni Türkiye (114):55-70.
- Öztürk, H.H. (2020), “Tarımsal Üretimde Enerji Verimliliği”, Yeni Türkiye (114):155-173.
- Öztürk, H.H. (2020), “Tarımda Enerji Kullanımı: Türkiye ve Avrupa Birliği Karşılaştırması”, Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-2-52191-8.
- Öztürk, H.H. (2021), “Tarımsal Sulamada Güneş Enerjisi Kullanımı: Planlama-Tasarım- Uygulama”, Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-3-30456-5.
- Öztürk, H.H. (2021), “Pompaj Tesislerinde Enerji Verimliliği: Enerji Tasarrufu Olanakları”, Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-3-20230-4.
- Öztürk, H.H. (2021), “Pompaj Tesislerinde Enerji Verimliliği: Ölçme ve Değerlendirme”, Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-3-30746-7.
- Tezer, E. 1978. Sulamada Pompaj Tesisleri. T.C. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Toklu, E., Kılıçaslan, İ., Yiğit, K.S., 1996. “Pompa Dizaynında Optimum Karakteristiklerin Seçimi”, 2. Pompa Kongresi, İstanbul, Türkiye.
- Topak, A. 2017. Güç ve Güç Katsayısının Düzeltilmesi. 157-167.
- Yeşilata, B., Fıratoglu, Z.A. 2008. Effect of Solar Radiation Correlations on System Sizing: PV Pumping Case. *Renewable Energy* 33, 155–161.
- Yiğit, K.S., Çallı İ., Sözbir N., Saraç H.İ., Brawn D.M., 1995. “Experimental Investigation of Optimum Centrifugal Pumps Speeds”, Second International Conference on Pumps and Fans, Vol – II, Beijing Chine, Oct.
- Yiğit, K.S., Kaya D., Yağmur A., Eren A.S., 2009. “Sanayi Tipi Santrifüj Pompalarda Enerji Verimliliği”, *Tesisat Dergisi*, 164: 96-102,
- Yiğit, K.S., Yağmur A., Kaya D., Eren A.S., Eren A.S., Çelik C., 2009. “Yüksek Kapasiteli Su Pompalarında Enerji Verimliliği”, *Tesisat Dergisi*, 157: 104-110.
- Yiğit, KS., Kaya D., Eren A.S., Yağmur A., Çelik C., 2007. “Buhar Türbin Tahrikli Pompalarda Enerji Verimliliği” , Enerji Verimliliği Kongresi Bildiriler Kitabı, Sayfa 223-231, 1-2 Haziran / İzmit-Kocaeli.
- Zhi, YP, 2006. Determining Economic Pipe Diameter of Irrigation and Drainage Pumping Station With Kinetic Energy Economy Method.