

**KULE
KİTAP**

ENERJİ, SU KİTLİĞİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İÇİN
KESİN ÇÖZÜM
Prof. Dr. İ. Engin Türe



Kule Kitap©

www.kulekitap.com

kitap@matbumedya.com

0850 304 22 03

Yayıncı Sertifika No 28740

Genel Müdür: Emrah Çelik

İşletme Koordinatörü: Muhammed Yurt

Yayın Yönetmeni: Murat Şerefoğlu

Editör: Hüseyin Özdemir

Son Okuma: Murat Şerefoğlu

Mizanpaj Tasarım: Emir Tali

Kapak Tasarım: Emir Tali

1. Basım, İstanbul, Haziran 2025

ISBN: 978-625-6086-56-2

Tilki Kitap Matbaa / İstanbul

Matbaa Sertifika No: 48138

"Kule Kitap Yayınevi tarafından baskıya hazırlanan eserlerin hukuki sorumluluğu tamamen yazara aittir."

**ENERJİ, SU KİTLİĞİ VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İÇİN
KESİN ÇÖZÜM**

Prof. Dr. İ. Engin Türe

İÇİNDEKİLER

Kule Kitap Yayınevinin Yayın Esasları.....	13
ÖN SÖZ.....	21
1. GİRİŞ.....	25
2. Fosil Yakıtların Çevre Zararları-Sosyal Maliyetler	27
3. Mevcut Durum (Özet)	31
4. Nükleer Enerji Gerçeği	33
4.1 Nükleer Teknoloji ve İstihdam	42
4.2 Nükleer Enerjinin Fayda ve Zararları	44
5. Füzyon Enerjisi (Termonükleer Enerji)	45
6. Temiz ve Yenilenebilir Enerjiler	48
6.1 Yenilenebilir Enerjiler ve İstihdam	51
6.2. Yenilenebilir ve Fosil Yakıt Enerji Santrallerinin Kurulum Maliyetleri ...	52
7. Hidroelektrik enerji	52
8. Güneş Enerjisi	53
8.1 Güneş Enerjisinin Kullanım Alanları	58
8.2 Pasif Güneş Enerjisi	59
8.2.1 Pasif Güneş Sisteminin Avantajları:	60
8.3. Güneş Enerjisi Aktif Sistemleri	61
9. Fotovoltaik (PV) Sistemler	63
9.1 Fotovoltaik (PV) Sistemler İçin Kullanılan Malzemeler ve Verimleri	65
9.2 Çatıya Entegre Fotovoltaik Paneller	66
9.3 İnce Film Fotovoltaik Çatı Kaplama Malzemeleri	67
9.4 Yüzer Güneş Panelleri	68
9.5 Araç ve Yaya Yollarında Güneş Panelleri	69
9.6 Deniz ve Hava Araçlarında Güneş Panelleri	70
9.7 Kendi Kendine Yeten Güneş Evi	72
10. Rüzgâr Enerjisi	72
10.1 Rüzgâr Enerjisinin Tarihi Gelişimi	74
10.2 Rüzgâr Enerjisi Faydaları	75
10.3 Rüzgâr Enerjisi Teknolojik Gelişimi	76
10.4. Rüzgâr Türbini Çeşitleri	76
10.4.1 Savonius Rüzgâr Türbinleri	77
10.4.2 Darrieus Rüzgâr Türbinleri.....	77
10.4.3 H-Darrieus Rüzgâr Türbinleri.....	77
10.4.5.Yatay Eksenli Rüzgâr Türbinleri (HAWT).....	78
10.4.6 Pervanesiz Rüzgâr Türbinleri	79
10.4.8 Katı Hâl Rüzgâr Türbinleri	82
10.5 Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Sektörü	84
10.6. Rüzgâr Enerjisi Pazarı	86

10.7 Ülkelere Göre Kurulu Güç	87
10.8 Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli.....	87
10.9 Türkiye'de Rüzgâr Enerjisinin Kullanımı	88
11. Biyokütle Enerjisi	90
11.1 Biyokütle Çevrim Teknolojileri	93
11.2 Biyokütleden Elektrik Üretim Pazarı.....	94
11.3 Dünyada Biyokütle Kullanımı	97
11.4 Türkiye'de Biyokütle Kullanımı	100
12. Jeotermal Enerji	100
12.1 Jeotermal Enerjinin Tarihçesi	101
12.2 Dünyada ve Türkiye'de Jeotermal Enerji Kullanımı	102
13. Dalga ve Gelgite Enerjileri	104
14. Hidrojen Enerjisi	105
14.1 Hidrojenim Güvenirliği	113
Son Söz ve Çözümler	116
Kaynaklar:	119
EK1: SOSYAL MALİYET	121
2. Hava Kirliliği.....	123
2.1 Karbondioksit (CO ₂)	126
2.2 Karbonmonoksit (CO)	128
2.3 Kükürt Oksitler (SO _x)	129
2.4 Azot Oksitler (NO _x).....	130
2.5 Hidrojen Sülfür H ₂ S	131
2.7 Metan (CH ₄)	137
2.8 Hidrokarbonlar (CH) (CHCFs) Hydrochlorofluorocarbon.....	138
2.9 Partiküler Maddeler (PM10 ve PM 2.5).....	139
2.10 Hava Kirliliğinin Çevre Üzerindeki Etkileri	143
2.10.1 Sera etkisi (Greenhouse Effect).....	143
3. İklim Değişikliği.....	147
4. Petrolün Zararları	153
5. Doğal Gazın Zararları.....	154
6. Kaynaklar	156
EK 2: NÜKLEER ENERJİ.....	159
1. Giriş.....	159
2. Radyasyon	161
2.1 Alfa Işınları (α)	162
2.2 Beta Işınları (β)	162
2.3 Gama Işınları (γ)	163
2.4 Nötronlar.....	163
3. Zararlı ve Zararsız Radyasyonlar	164
4. Yayılan Radyasyona Ne Olur?.....	164
5. Uranyum Rezervleri	166
6. Nükleer Maddeler ve Atıklardan Gelen Radyasyonun Zararlı Etkileri	169
7. Radyoaktivite Nasıl Tanımlanır ve Ölçülür?.....	169
7.1 Radyasyon Doz Miktarı	170

7.2 Radyoaktivite Ölçüm Cihazları (Radyasyon Detektörleri).....	172
7.2.1 Gazlı Dedektörler	173
7.2.2 Nötron Dedektörleri	175
7.2.3 Sintilasyon Detektörleri	175
7.2.4 Yarı İletken Detektörler	176
8. Radyoaktifliğin Keşfi	177
9. Kararlılık.....	179
9.1 Radyoaktivite ve Bozunma Süreci	181
9.2 Aktiflik.....	181
9.3 Yarı Ömür.....	182
9.4 Ortalama Ömür	182
10. Radyoizotoplar	183
11. Işınlama Koşulları, Nükleer Reaksiyonlar	183
12. Fisyon	184
13. Nükleer Yakıtlar.....	185
13.1 Fisyon Yakıtları.....	185
13.2 Nükleer Bağlanma Enerjisi	186
14. Nükleer Enerji Çevre Etkisi	187
14.1 Uranyum Madenciliği	188
14.2 Yeraltı Madenciliği	189
14.3 Yerinde Toprakdan Süzerek Çıkarma	189
14.4 Öğütme.....	190
14.5 Sarı Pastadan Gaza Dönüştürme	191
14.6 Yakıt Zenginleştirme	191
14.7 Yakıt Üretimi.....	192
15. Nükleer Reaktörlerden Elektrik Üretimi	194
15.1 Çalışma Prensibi	195
15.2 İlk Reaktörler	196
16. Nükleer Santral Bileşenleri	197
16.1 Yakıt	197
16.2 Moderatör	197
16.3 Kontrol Çubukları veya Bıçakları.....	197
16.4 Soğutma Sıvısı	198
16.5 Basınçlı Kap veya Basınç Tüpleri	198
16.6 Buhar Jeneratörü	198
16.7 Dış Kaplama	199
16.8 Reaktör Yakıt İkmali	199
17. Reaktör Çeşitleri	200
17.1 Basınçlı Su Reaktörü (PWR)	201
17.2 Kaynar Su Reaktörü (BWR).....	202
17.3 Basınçlı ağır su reaktörü (PHWR).....	203
17.4 Gelişmiş Gaz Soğutmalı Reaktör (AGR).....	204
17.5 Hafif Su Grafit Moderatörlü Reaktör (LWGR).....	205
17.6 Hızlı Nötron Reaktörü (FNR)	206
17.7 Yeni Nesil Reaktörler	207

17.8 Yüzen Nükleer Santraller	208
18. Nükleer Santrallerin Ömürleri	209
19. Toryum Reaktörleri	210
20. Reaktörün Çalışması Sırasında Çevre Etkisi	215
20.1 Kullanılan Yakıtların Depolanması (Saklanması)	216
20.2 Kullanılmış Yakıtların Geri Kazanımı	216
20.3 Atıkların Soğutulması ve Uzun Süreli Saklama	216
21. Atom ve Hidrojen Bombaları	219
22. Füzyon	222
22.1 Füzyon Tarihçesi ve Son Zamanlarda Yapılan Çalışmalar	223
23. Kaynaklar	226
EK 3: PASİF GÜNEŞ SİSTEMLERİ	229
1. Giriş	229
2. Pasif Güneş Evi Tasarımı	230
2.1 Pasif Güneş Evi Temel Elemanları	230
2.1.1 Güney Cephe Camları	230
2.1.2. Isı Transferi	232
2.1.3 Yapının Konumu-Bina Yerleşim (Yönlendirme) Planı -Oryantasyon	235
2.1.4 Yapı Kabuğu	237
3. Termal Depolama Duvarları (Trombe Wall)	240
4. Termal Kütle	241
5. Seralar (Kış Bahçeleri)	242
6. Ayrılmış Kazanç Sistemleri	243
7. Çatı Açıklıkları	245
8. Gölgeleme Sistemleri:	246
9. Çift Kabuk Cephe Sistemleri	247
10. Güneş Bacaları	248
11. Işık Tüpleri	249
12. Yeşil Bina Sistemleri	250
13. Kaynaklar	253
EK 4: GÜNEŞ ENERJİSİ AKTİF SİSTEMLER	254
1. Giriş	255
2. Güneş Kolektörleri	255
2.1 Düzlemsel Kolektörler	255
a. Tabii Dolaşımli Sistemler	255
b. Pompalı Sistemler	258
c. Açık Sistemler	258
d. Kapalı Sistemler	258
2.2. Vakum Tüplü Kolektörler	258
3. Isıl Güneş Enerjisi ile Soğutma	259
3.1 Absorpsiyonlu Soğutma Sistemi	262
4. Isı Pompaları	268
5. Güneşle Elektrik Üretimi	271
5.1 Parabolik Oluk Sistemleri	271
5.2 Güneş Kuleleri (Solar Tower)	272

5.3 Çanak/Stirling Motoru (Dish/Stirling CSP)	273
6. Sıfır Enerji Binaları ve Yeşil Binalar	273
7. Kaynaklar	275
EK 5: FOTOVOLTAİK	277
1. Giriş	277
2. Temel Bilgiler	277
3. Güneş Hücre Malzemeleri ve Çeşitleri	288
4. Güneş Panellerinin Verimine Etki Eden Faktörler	292
6. Kaynaklar	294
EK 6: RÜZGÂR ENERJİSİ	297
1. Giriş	297
2. Yeryüzündeki Rüzgârlar Türleri	297
a. Coriolis Etkisi, Jeostrofik Rüzgâr	298
b. Alize Rüzgârları (Ticaret Rüzgârları)	300
c. Batı Rüzgârları (Westerlies)	300
d. Kutup Rüzgârları	301
e. Muson Rüzgârları	301
f. Meltem Rüzgârları	302
g. Fön Rüzgârları	302
h. Tropikal Rüzgârlar (Sahra Rüzgârları)	303
i. Bora	303
3. Rüzgârdan Enerji Eldesi (Teori)	304
3.1 Rüzgâr Enerji Fiziği	306
4. Betz Kanunu (Sınırı)	307
4.1 Betz Sınırı Hesaplanması	308
5. Rüzgâr Hızı Üzerinde Sürtünme Etkisi	311
6. Rüzgâr Türbinlerinin Yapısı	312
6.1. Rüzgâr Türbin Elemanları	313
6.2 Rüzgâr Türbini Kanatları	314
7. Rüzgâr Potansiyeli ve Yer Belirleme	315
8. Rüzgâr Çiftliği Yatırımı İçin Yapılması Gerekenler	317
9. Kaynaklar	318
EK 7: BİYOKÜTLE ENERJİSİ	319
1. Giriş	319
2. Fotosentez	319
2.1 Fotosentezde Işığın Rolü	319
2.2. Klorofil	320
2.3 Fotosentezin Aşamaları	324
2.3.1 Işık Bağımlı Reaksiyonlar	325
2.3.2 Fotosistemler	327
2.3.3 Döngüsel Olmayan Fosforilasyon	330
2.3.4 Kemiosmoz ve ATP Sentezi	330
2.3.5. Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar	331
2.5 Calvin Döngüsü	332
3. Fotosentetik Bakteriler	334

4. Biyokütle Kaynakları	334
5. Yüksek Verimli Enerji Bitkileri.....	340
5.1 Kısa Dönem Enerji Ormanları.....	340
5.2 Miscanthus.....	341
5.3 Tatlı Sorgum Bitkisi	341
5.4 Su Bitkileri.....	344
6. Biyokütle Çevrim Teknolojileri	345
6.1 Briketleme (Doğrudan Yakma)	345
6.2 Gazlaştırma	347
6.3 Havasız Çürütme Biyogaz	349
6.4 Fermantasyon Biyoetanol	351
6.5 Piroliz.....	352
6.6 Biyofotoliz	353
7. Çevresel Etkiler	354
8. Kaynaklar	355
EK 8: DALGA VE GELGİT ENERJİLERİ.....	357
1. Giriş	357
2. Dalga Enerjisi Dönüşümü.....	357
2.1 Teori	359
2.1.1 Dalga Tanımı	360
3. Dalga Enerjisi Dönüştürücü Sistemler	361
3.1 Salınlımlı Su Kolonu	362
3.2 Nokta Emici Şamandıra	363
3.3 Arşimet'in Dalga Salınımı (ADS)	364
3.4 Üstten Doldurulan Sistemler	365
3.5. Dalga Ejderi (Wave dragon)	365
3.6 Terminatörler.....	366
3.7 Pelamis	368
4. Gelgit Enerjisi	370
4.1 Gelgit Barajları.....	371
4.2 Gelgit Türbinleri.....	372
5. Dalga Gücü Dönüşümünün Ekonomisi.....	373
6. Kaynaklar	374
EK 9: HİDROJEN ENERJİSİ	375
1. Giriş.....	375
2. Hidrojen Üretim Metotları ve Maliyetleri.....	378
3. Güneş, Rüzgâr, Hidrolik ve Jeotermal Enerjilerden Hidrojen Üretimi.....	380
3.1 Doğrudan Ayrıştırma Yöntemleri.....	381
Yüksek Sıcaklıkta Suyun Ayrıştırılması (Termoliz)	381
3.2 Elektroliz (Alkali)	382
3.3 Proton Geçirgenli Membran Elektrolizör (PEM)	383
3.4 Katı-oksit Elektrolizör (Solid Oxide Electrolysis Cell- SOEC)	383
3.5 Fotonik Enerji (Fotoliz).....	384
3.6 Biyokimyasal Metot	385
4. Dolaylı (Çok Basamaklı) Yöntemler	385

4.1 Termo-Elektroliz	385
4.2 Biyofotoliz	386
4.3 Foto-Katalitik Su Ayrıştırma (Foto-Kataliz).....	386
4.4 Foto-Elektrokimyasal Ayrıştırma.....	387
4.5 Fotovoltaik Entegre Edilmiş Foto-Elektrokimyasal Su Ayrıştırma.....	388
4.6 Hidrojen Sülfürden (H ₂ S) Hidrojen Üretimi.....	389
4.7 Biyokütleden Hidrojen Üretimi	392
4.8 Deniz Suyundan Hidrojen Üretimi	392
5. Hidrojen Yakıtının Güvenilirliği	395
6. Hidrojenin Depolanması.....	396
6.1 Hidrojenin Metal Hidrürlerle Depolanması	398
6.2 Hidrojenin Bor Hidrürlerle Depolanması.....	398
6.3 Sodyum Bor Hidrür Sentez ve Hidroliz Maliyetleri.....	401
7. Hidrojen Enerjisi Uygulamaları.....	402
8. Yakıt Pilleri.....	403
8.1 PEM (Proton Exchange Membrane-Polymer) Yakıt Pili.....	404
8.2 Doğrudan Metanol Yakıt Pili.....	406
8.3 Alkali Yakıt Pili	406
8.4 Fosforik Asit Yakıt Pili	407
8.5 Ergimiş Karbonat Yakıt Pili	407
8.6 Katı Oksitli Yakıt Pili	408
9. Hidrojen Enerjisinin Mevcut Kullanım Alanları	409
9.1 Hidrojenin Deniz Taşıtlarındaki Uygulamaları	411
9.2 Hidrojenle Çalışan Uçaklar.....	412
9.3 Binalarda Hidrojen Uygulamaları.....	412
10. Öneriler	413
11. Kaynaklar	415

KULE KİTAP YAYINEVİNİN YAYIN ESASLARI

Kule Kitap:

Sağlam yapıları ve uzun ömürleriyle bilinen kuleler gibi üzerinde yükseldiği entelektüel ve sanatsal değerlerle zamanın yıpratıcılığına direnen, geçmiş ile gelecek arasında kurduğu bağla yarınlara zengin bir miras bırakmayı hedefleyen bir yayınevidir.

Klasikten moderne uzanan kültür vadisinde, okuyucularına zihinsel olarak daha yüksek bir bakış açısı ve estetik beğeni kazandıracak fikir ve sanat eserlerini yayımlamayı amaçlar.

İlkeli yayıncılık anlayışıyla, Anayasa'da belirtilen Türkiye Cumhuriyeti'nin temel niteliklerine ve toplumun değerlerine bağlı kalacak, hiçbir ideolojinin veya politik düşüncenin hizmetinde olmayacaktır.

Bünyesine katacağı eserleri seçerken bunların kendinden sonrakilere kılavuzluk edebilecek, ilham verebilecek, içerikleriyle özgün, dil ve anlatımıyla yüksek kalitede olmasına dikkat edecektir.

Ticari kaygılardan ziyade edebî, sanatsal veya bilimsel değere göre toplumun genel yararına uygun, eğitici, bilgilendirici ve estetik değerler taşıyan eserlerin seçilmesine özen gösterecektir.

Farklı bakış açılarına, kültürlere ve dillere yer verecek zengin bir yayın portföyüyle eser çeşitliliğini artırırken bu eserleri ait oldukları kültürde de nitelikleriyle öne çıkmış seçkin eserler arasından seçecektir.

Yayımlayacağı eserlerin her safhasını akademik bir titizlikle takip edecek; dil bilgisi, yazım kuralları, tutarlılık ve anlam bütünlüğü gibi konularda sıkı bir editoryal süreçten geçmesini sağlarken Türk Dil Kurumunun Yazım Kılavuzu'nda belirtilen esaslar çerçevesinde hareket edecektir. (Tarih konulu eserlerde, özellikle Arap harfli kaynaklarla yapılacak çalışmalarla uyumlu olması açısından, özel isimlerin yazımında ait olduğu dildeki yazılışı esas alınacaktır.)

Yazarlardan intihal ve etik ihlali yapmadıklarına dair yazılı beyan alacak, fikri mülkiyet hakları konusunda hassasiyet gösterecektir.

Her kitabı bir miras olarak yarınlarımıza emanet ederken sıradan kitaplardan ziyade derinlik ve anlam arayan okurlarını entelektüel bir zirve yolculuğuna davet ediyor.

Faydalı olmak dileğiyle...

Mustafa Kemal Atatürk'e

Her şeyi maddi açıdan ele alan ve bazı yenilikleri ekonomik değil diye yaftalayan ve elinin tersiyle itenlere cevap;
Atatürk'e kömürden benzin üretiminin mümkün ama pahalı olduğu söylendiğinde verdiği cevap:

“Kömürden benzin istihali (üretimi) bir maliyet mevzuu değil bir millî müdafaa (millî savunma) mevzusudur.

