

TÜRKİYE’NİN ENERJİ SİMÜLASYONU VE SENARYO ANALİZLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Hasan SÖYLER



© Copyright 2023

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'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 Bakanhğı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN	Sayfa ve Kapak Tasarımı
978-625-399-289-7	Akademisyen Dizgi Ünitesi
Kitap Adı	Yayıncı Sertifika No
Türkiye'nin Enerji Simülasyonu ve Senaryo Analizleri	47518
Yazar	Baskı ve Cilt
Hasan SÖYLER ORCID iD: 0000-0003-1717-1212	Vadi Matbaacılık
Yayın Koordinatörü	Bisac Code
Yasin DİLMEN	BUS021000
	DOI
	10.37609/akya.2722

Kütüphane Kimlik Kartı
Söyler, Hasan.

Türkiye'nin Enerji Simülasyonu ve Senaryo Analizleri / Hasan Söyler.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2023.
116 s. : tablo, şekil. ;160x235 mm.
Kaynakça var.
ISBN 9786253992897
1. İşletme--Ekonomi--Ekonometri.

GENEL DAĞITIM
Akademisyen Kitabevi A.Ş.

Halk Sokak 5 / A
Yenişehir / Ankara
Tel: 0312 431 16 33
siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

Bu kitabın hazırlanmasında emeği geçenlere; Destekleri ve sabırlarından dolayı aileme ve tium dostlarıma ve Akademisyen Yayınevi'ne teŝekkürü borç biliyorum.

KISALTMALAR

EİGM : Enerji İşleri Genel Müdürlüğü

ETKB : Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

GSYH : Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla

GWh : Giga Watt Saat

IEA : International Energy Agency

MAED : Model for Analysis of Energy Demand

MJ : Mega Joule

MTEP : Milyon Ton Eşdeğer Petrol

MW : Mega Watt

SSE : Hata Kareleri Toplamı

T.C. : Türkiye Cumhuriyeti

TEİAŞ : Türkiye Elektrik İletim A.Ş.

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

\$: Amerikan Doları

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
-------------	---

BÖLÜM 1

TÜRKİYE’NİN ENERJİ DURUMU	5
--	----------

1.1. Elektrik.....	6
--------------------	---

1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	9
--	---

1.2.1. Taşkömürü	9
------------------------	---

1.2.2. Linyit	10
---------------------	----

1.2.3. Petrol.....	11
--------------------	----

1.2.4. Doğal Gaz.....	12
-----------------------	----

1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	13
--	----

1.3.1. Hidrolik.....	13
----------------------	----

1.3.2. Rüzgâr.....	14
--------------------	----

1.3.3. Güneş	14
--------------------	----

1.3.4. Jeotermal.....	14
-----------------------	----

1.3.5. Biyoyakıt	15
------------------------	----

1.3.6. Nükleer Enerji.....	15
----------------------------	----

BÖLÜM 2

ENERJİ PLANLAMASI VE SİSTEM DİNAMİĞİ	17
---	-----------

2.1. Türkiye’de Resmi Kurumların Enerji Planlama Çalışmaları	17
--	----

2.2. Türkiye’nin Enerji Planlaması ile İlgili Akademik Çalışmalar	19
---	----

2.3. Sistem Dinamiği.....	22
---------------------------	----

2.4. Sistem Dinamiği ile Enerji Modelleme.....	24
--	----

BÖLÜM 3

TÜRKİYE’NİN ENERJİ MODELİNİN TANITIMI	27
--	-----------

3.1. Elektrik Tüketimi	29
------------------------------	----

3.1.1. Sanayi Sektörü Elektrik Tüketimi.....	30
--	----

3.1.2. Ulaştırma Sektörü Elektrik Tüketimi.....	30
---	----

3.1.3. Konut ve Hizmetler Sektörü Elektrik Tüketimi	31
3.1.4. Tarım Sektörü Elektrik Tüketimi	31
3.2. Taşkömürü Tüketimi	33
3.2.1. Elektrik Üretimi İçin Gereken Taşkömürü Tüketimi	33
3.2.2. Kok Fabrikaları Taşkömürü Tüketimi	33
3.2.3. Sanayi Sektörü Taşkömürü Tüketimi	34
3.2.4. Diğer Sektörler Taşkömürü Tüketimi	34
3.3. Linyit Tüketimi	36
3.3.1. Elektrik Üretimi İçin Gereken Linyit Tüketimi	36
3.3.2. Sanayi Sektörü Linyit Tüketimi	36
3.3.3. Diğer Sektörler Linyit Tüketimi	37
3.4. Petrol Tüketimi.....	38
3.4.1. Elektrik Üretimi İçin Gereken Petrol Talebi.....	38
3.4.2. Sanayi Sektörü Petrol Tüketimi	38
3.4.3. Ulaştırma Sektörü Petrol Tüketimi	39
3.4.4. Konut ve Hizmetler Sektörü Petrol Tüketimi.....	39
3.4.5. Tarım Sektörü Petrol Tüketimi.....	40
3.4.6. Enerji Dışı Petrol Tüketimi	40
3.5. Doğalgaz Tüketimi.....	42
3.5.1. Elektrik Üretimi İçin Gereken Doğalgaz Talebi.....	43
3.5.2. Sanayi Sektörü Doğalgaz Tüketimi	43
3.5.3. Diğer Sektörler Doğalgaz Tüketimi.....	43
3.6. Taşkömürü Santrali	45
3.7. Linyit Santrali.....	48
3.8. Petrol Santrali.....	49
3.9. Doğalgaz Santrali	50
3.10. Hidrolik Santral.....	51
3.11. Rüzgâr Santrali.....	54
3.12. Jeotermal Santral.....	55
3.13. Güneş Santrali	56
3.14. Biyoyakıt Santrali	57
3.15. Nükleer Enerji Santrali	58
3.16. Toplam Kurulu Güç ve Güvenilir Üretim Kapasitesi.....	59
3.17. Elektrik Dengesi.....	61
3.18. Gelecek Elektrik Üretimi İhtiyacı	65

3.20. Santral Yapım Maliyeti	70
3.21. Elektrik Üretim Maliyeti.....	71
3.22. Senaryo Değişkenleri	72

BÖLÜM 4

MODELİN TEST EDİLMESİ	73
------------------------------------	-----------

BÖLÜM 5

SİMÜLASYON SONUÇLARI VE SENARYO ANALİZLERİ	79
---	-----------

5.1. Simülasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	79
5.1.1. Elektrik Sektörü Simülasyon Sonuçları.....	80
5.1.2. Taşkömürü Sektörü Simülasyon Sonuçları.....	89
5.1.3. Linyit Sektörü Simülasyon Sonuçları	90
5.1.4. Petrol Sektörü Simülasyon Sonuçları	90
5.1.5. Doğalgaz Sektörü Simülasyon Sonuçları	91
5.1.6. Enerji İthalat Giderleri Simulasyon Sonuçları	92
5.2. Senaryo Analizleri.....	93
5.2.1. Elektrik Sektörü Senaryo Analizi	94
5.2.2. Taşkömürü Sektörü Senaryo Analizi	95
5.2.3. Linyit Sektörü Senaryo Analizi.....	95
5.2.4. Petrol Sektörü Senaryo Analizi.....	95
5.2.5. Doğalgaz Sektörü Senaryo Analizi.....	96
5.2.6. Enerji İthalat Giderleri Senaryo Analizi	97

BÖLÜM 6

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	99
-------------------------------------	-----------

KAYNAKÇA.....	103
----------------------	------------

KAYNAKÇA

- Aksu, İ., (2013), Bütçelemede Sistem Dinamiği Yaklaşımı, Medipres Matbaacılık.
- Balta,Ş., Altunbay,S. (2011). Electrical Energy Resources Optimization, 31st national congress on
- O.R. Sakarya University, Sakarya, 2011. *Yöneylem Araştırması Ve Endüstri Mühendisliği 31. Ulusal Kongresi*, Sakarya.
- Barlas, Y. (1989). Multiple Tests for Validation of System Dynamics Type of Simulation Models. *European Journal of Operational Research*, 42(1), 59-87.
- Bassi, A. M., & Shilling, J. D. (2010). Informing the US Energy Policy Debate with Threshold 21. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(3), 396-410. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2009.10.007>., (Erişim Tarihi: 01.07.2014)
- Burns, J. R., & Janamanchi, B. National Energy Modeling with Implications for a Sustainable Energy Policy, *SWDSI 2006 Annual Meeting*, Bricktown - Oklahoma City, March 1 – 4, 2006
- Chyong Chi, K., Nuttall, W. J., & Reiner, D. M. (2009). Dynamics of the UK Natural Gas İndustry: System Dynamics Modelling and Long-Term Energy Policy Analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(3), 339-357. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2008.06.002>.
- Coyle, G. (1996), *System Dynamics Modelling : A Practical Approach*, Chapman&Hall, 1. Edition.
- Coyle, G., Exelby, D. (2000). The Validation of Commercial System Dynamics Models. *System Dynamics Review*, 16(1), 27-41.
- Demirel, Ö., Kakilli, A., Tektaş, M. (2010). Anfis Ve Arma Modelleri ile Elektrik Enerjisi Yük Tahmini. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(3).
- Deloitte (2010), Türkiye Elektrik Enerjisi Piyasası 2010 – 2011, Beklentiler ve Gelişmeler, <http://www2.deloitte.com/tr/tr.html>. (Erişim Tarihi: 09. 06. 2014)
- Deloitte (2012).Türkiye Elektrik Sektörü Serbestleşen Bir Piyasa İçin Gelecek Senaryoları, http://www.econfin.boun.edu.tr/yeni/EconFin_Sunumu_20120514_v03.pdf (Erişim Tarihi: 09. 06. 2014)
- Diñçer, F. (2011). Türkiye’de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Potansiyeli-Ekonomik Analizi ve AB Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Değerlendirme. *KSU. Journal of EngineeringSciences*, 14(1).
- Ediger, V. Ş., Tatlıdil, H. (2002). Forecasting The Primary Energy Demand In Turkey and Analysis Of Cyclic Patterns. *Energy Conversion and Management*, 43(4), 473-487, [http://dx.doi.org/10.1016/S0196-8904\(01\)00033-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0196-8904(01)00033-4). (Erişim Tarihi: 09.06.2014)
- Eker, S., Van Daalen, C. (2013). A Supply Demand Model For Exploration Of The Future Of The Dutch Gas Sector. In *31st International Conference of the System Dynamics Society, Cambridge, Massachusetts, USA, July 21-25, 2013*. Systems Dynamics Society.
- Erkut, H. (1983), Sistem Dinamiğinin Temelleri, İTÜ Fen Edebiyat Fakültesi Ofset Atölyesi.

- ETKB,(2009), Elektrik Enerjisi Piyasası Ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi, http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FBelge%2FArz_Guvenligi_Strateji_Belgesi.pdf, (Erişim Tarihi, 02.07.2014).
- ETKB, (2013), Mavi Kitap 2013, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Mavi-Kitaplar>, (Erişim Tarihi, 02.07.2014).
- ETKB, (2014a), EİGM Raporları -Genel Enerji Denge Tabloları, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/EIGM-Raporlari>, (Erişim Tarihi, 05.07.2014).
- ETKB, (2014b), Sektör Tanımları, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/> (Erişim Tarihi, 01.07.2014)
- ETKB,(2014c), Akkuyu Nükleer Güç Santrali Projesi, Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı <http://www.nukleer.gov.tr/index.php/nukleer-santral-projeleri/akkuyu-ngs>, (Erişim Tarihi, 01.07.2014)
- ETKB, (2014d), Temiz Enerji, <http://www.enerji.gov.tr/Temiz-Enerji>. (Erişim Tarihi, 01.07.2014)
- Ford, A. (1997). System Dynamics and The Electric Power Industry. *System Dynamics Review*, 13(1), 57-85.
- Gümüştaş, E. (2000). An Interactive Dynamic Simulator for Electrical Energy Capacity Planning (ENERGAME), Boğaziçi Üniversitesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Hamzaçebi, C. (2007). Forecasting of Turkey's Net Electricity Energy Consumption On Sectoral Bases. *Energy Policy*, 35(3), 2009-2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2006.03.014>. (Erişim Tarihi: 09.06.2014)
- Hotunluoğlu, H., & Karakaya, E. (2011). Forecasting Turkey's Energy Demand Using Artificial Neural Networks: Three Scenario Applications. *Ege Academic Review*, 11(Special Issue), 87-94.
- IEA (2004), Enerji İstatistikleri El Kitabı, https://www.iea.org/publications/statistics_manual_turkish.pdf. (Erişim Tarihi, 01.07.2014)
- IEA (2010). Projected Costs of Generating Electricity - <http://www.iea.org/publications/> (Erişim Tarihi, 01.07.2014)
- IEA (2014), Energy Prices and Taxes, Quarterly Statistics, <http://www.iea.org/statistics/topics/pricesandtaxes/>. (Erişim Tarihi, 25.06.2014)
- Kavrakoğlu, İ. (1980). Models For National Energy Policy Analysis and Planning. *Automatica*, 16(4), 379-392, [http://dx.doi.org/10.1016/0005-1098\(80\)90022-9](http://dx.doi.org/10.1016/0005-1098(80)90022-9). (Erişim Tarihi: 09.06.2014)
- Kazemi, Aliyeh, Mahnaz Hosseinzadeh (2014). Application of System Dynamics Model As A Decision Making Tool For Supply Resources Planning Process Toward Mitigating GHG Emissions, *The 10th international Energy Conference (IEC 2014)*, Tehran, Iran, 26-27 Aug., 2014
- Kermanshahi, B., & Iwamiya, H. (2002). Up to year 2020 Load Forecasting Using Neural Nets. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 24(9), 789-797.
- Koç, E., Şenel, M.C. (2013), Türkiye Enerji Potansiyeli ve Yatırım-Üretim Maliyet Analizi, *Termodinamik*, 245
- Kumbaroğlu, G., Karali, N., & Arıkan, Y. (2008). CO 2, GDP and RET: An Aggregate Economic Equilibrium Analysis for Turkey. *Energy Policy*, 36(7), 2694-2708.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). The Limits To Growth. *New York*, 102.
- Mucuk, M., & Uysal, D. (2009). Turkey's energy demand. *Current Research Journal of Social Sciences*, 1(3), 123-128.

- Musango, J. K., Brent, A. C., & Bassi, A. (2009). South African Energy Model: A System Dynamics Approach, *International Conference of System Dynamics Society*. Albuquerque, New Mexico, 26 - 31 July, 2009. pp 1-32
- Naill, R. F., Belanger, S., Klinger, A., & Petersen, E. (1992). An Analysis Of The Cost Effectiveness Of US Energy Policies To Mitigate Global Warming. *System Dynamics Review*, 8(2), 111-128.
- Özcan, E. C., Erol, S. (2013). Türkiye’de Elektrik Üretim Planlaması İçin Çok Amaçlı Bir Karışık Tam Sayılı Doğrusal Programlama Modeli. *SÜ Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi* 21(4), 41-54
- Özdemir, E. (1996). A Dynamic Analysis of Renewable Energy Sources to Meet Turkey’s Future Electricity Need, Boğaziçi Üniversitesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Ozturk, H. K., Ceylan, H., Canyurt, O. E., & Hepbasli, A. (2005). Electricity Estimation Using Genetic Algorithm Approach: A Case Study Of Turkey. *Energy*, 30(7), 1003-1012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2004.08.008>. (Erişim Tarihi: 09.06.2014)
- Qudrat-Ullah, H., & Davidsen, P. I. (2001). Understanding The Dynamics Of Electricity Supply, Resources And Pollution: Pakistan’s Case. *Energy*, 26(6), 595-606, [http://dx.doi.org/10.1016/S0360-5442\(01\)00019-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0360-5442(01)00019-6). (Erişim Tarihi: 09.06.2014)
- Qudrat-Ullah, H. (2005). MDES RAP: A Model For Understanding The Dynamics Of Electricity Supply, Resources And Pollution. *International Journal of Global Energy Issues*, 23(1), 1-14.
- Pfenninger, S., Hawkes, A., & Keirstead, J. (2014). Energy Systems Modeling For Twenty-First Century Energy Challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 74-86.
- Resmî Gazete (2011), Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun (Kabul Tarihi: 29/12/2010).
- Söyler, H.(2006), Sistem Dinamiği Yaklaşımı İle Malatya İlinin Sosyo-Ekonomik Gelişim Projeksiyonu, İstanbul Üniversitesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Sözen, A. (2009). Future Projection Of The Energy Dependency Of Turkey Using Artificial Neural Network. *Energy Policy*, 37(11), 4827-4833., <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2009.06.040>. (Erişim Tarihi: 05.07.2014)
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking And Modeling For A Complex World* (Vol. 19). Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- Talinli, I., Topuz, E., & Akbay, M. U. (2010). Comparative Analysis For Energy Production Processes (EPPs): Sustainable Energy Futures For Turkey. *Energy policy*, 38(8), 4479-4488.
- T.C. Dışişleri Bakanlığı. (2014). Türkiye’nin Enerji Stratejisi, http://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa (Erişim Tarihi: 01.07.2014)
- T.C.Kalkınma Bakanlığı,10. Kalkınma Planı, <http://www.kalkinma.gov.tr/Pages/KalkinmaPlanlari.aspx>. (Erişim Tarihi: 03.07.2014)
- TEİAŞ. (2013), Türkiye Elektrik Enerjisi 5 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2013 – 2017), <http://www.teias.gov.tr/YayinRapor/APK/projeksiyon/index.htm>, (Erişim Tarihi: 01.06.2014)
- TEİAŞ, (2014), Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri <http://www.teias.gov.tr/TurkiyeElektrikIstatistikleri.aspx>, (Erişim Tarihi: 03.07.2014)

- Toksarı, Duran M. (2007). Ant Colony Optimization Approach To Estimate Energy Demand Of Turkey. *Energy Policy*, 35(8), 3984-3990. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2007.01.028>. (Erişim Tarihi: 05.07.2014)
- Toksarı, M. D. (2009). Estimating The Net Electricity Energy Generation And Demand Using The Ant Colony Optimization Approach: Case Of Turkey. *Energy Policy*, 37(3), 1181-1187. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.017>. (Erişim Tarihi: 01.07.2014)
- Turan, S. B., Basoglu, A. N., & Oner, M. A. (2001). A System-Dynamic Simulation Game for Energy Sector of Turkey. In *Management of Engineering and Technology, 2001. PICMET'01. Portland International Conference on* (Vol. 1, pp. 218-vol). IEEE.
- TÜİK (2014), Ulusal Hesaplar, <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim Tarihi: 01.07.2014)
- Ülgen, S., Or, E. P. D. İ., Saygın, H., Kumbaroğlu, G., Atiyas, İ., (2011). Nükleer Enerjiye Geçişte Türkiye Modeli, <http://www.edam.org.tr/tr/>,
- Ünler, A. (2008). Improvement Of Energy Demand Forecasts Using Swarm Intelligence: The Case Of Turkey With Projections To 2025. *Energy Policy*, 36(6), 1937-1944., <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2008.02.018>, (Erişim Tarihi: 01.07.2014).