

# Genetik Algoritma ile Türkiye Net Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2020 Yılına Kadar Tahmini

Vecihi Yigit

Industrial Engineering Department, Ataturk University, Erzurum, 25240 Turkey.  
Phone: +90 (442) 231-3497; Fax: +90 (442) 236-0957, vyigit@atauni.edu.tr

**Özet—** Bu çalışmada Türkiye'nin 2020 yılına kadar ihtiyaç duyduğu net Elektrik Enerjisi Tüketimi Genetik Algoritma yaklaşımı kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Ekonomik göstergelere dayalı GAETM\_Lineer ve GAETM\_Karesel isimli iki farklı model geliştirilmiştir. Geliştirilen modellerde kullanılan ekonomik göstergeler: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla, Nüfus, İthalat ve İhracattır. Geliştirilen modellerin uygunluğu 1979 ile 2009 yılları arasındaki gerçek değerlerle gösterildikten sonra farklı çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, geliştirilen modellerin Türkiye'nin gelecekteki Elektrik Enerjisi ihtiyacını tahmin etmek için uygun ve geçerli olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Sözcükler—**Elektrik tüketim tahmini, Genetik algoritma, Türkiye

## ESTIMATION OF TURKEY NET ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION UNTIL TO YEAR 2020 USING GENETIC ALGORITHM

**Abstract—** This paper focused on estimation of the net electricity consumption of Turkey until the year 2020 using the genetic algorithm approach. Two different models namely GAETM\_Lineer and GAETM\_Karesel are developed based on economic indicators. The economic indicators for developed models are: Gross Domestic Products, Population, Import and Export. The models developed after the validating with actual data between 1979 and 2009 are compared with different studies. Results show that, these models are suitable for estimating the net electricity consumption of Turkey for future.

**Index Terms—**Electricity consumption estimation, Genetic algorithm, Turkey

### I. GİRİŞ

Son yıllarda, ülkemizin dünyadaki ekonomik darboğaza rağmen büyümüş olması ve gelecekte bu büyümeyi sürdürebilmesi için üretimin en önemli girdilerinden olan artan enerji talebini karşılayabilmek için gereksinim duyduğu enerji ihtiyacını doğru bir şekilde tahmin edebilmek önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerjinin çeşitlerinden ve kullanımını en yaygın olan elektrik enerjisinin, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için modern hayatın ve toplumun refah

seviyesinin vazgeçilmez unsurlarından biri olduğu aşikardır. Bilindiği gibi, elektrik enerjisi ekonomik bir şekilde üretim yerinden iletim ağlarıyla taşınabilen temiz bir enerji kaynağıdır [1]. Dünyadaki bütün ülkelerde elektrik enerjisi sektörü çok önemli bir konum arz etmektedir. Bu nedenle elektrik enerjisi sektörünün ülkenin ihtiyacı olan elektrik enerjisini ekonomik bir şekilde karşılayabilmesi için arz, talep, iletim, dağıtım ve fiyatlandırma politikalarını etkin ve etkili bir şekilde oluşturması gerekmektedir. Ayrıca en küçük yerleşim birimine kadar uzanan bir dağıtım ağına sahip olan elektrik enerjisinin tüketiciye kullanım kolaylığı sağlaması ve elektrik enerjisinin depolanamaması, söz konusu politikaların oluşturulabilmesi için talep çalışmalarının önemini daha da artırmaktadır. Çünkü yapılacak talep tahmininin güvenilirliği geliştirilecek olan politikaların etkinliğini etkileyen en önemli unsurdur.

Enerji tahmin çalışmaları, batı ülkelerinde uzun süreden beri bir hayli çalışılmış olmasına rağmen, ülkemizde bu konuya ilişkin çalışmalar özellikle 1990'lı yılların sonunda hız kazanmıştır. 1970'lerin sonunda Devlet Planlama Teşkilatı, Devlet İstatistik Enstitüsü ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı enerji talebi için matematiksel modelleri kullanmaya başlamışlardır[2]. 1984 yılından itibaren de ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı MAED (Model for Analysis of Energy Demand) modelini kullanarak gelecek yıllar için projeksiyonlar üretmiştir. Türkiye'nin gelecekteki elektrik enerjisi talebi ile ilgili son yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında farklı metodlar, farklı değişkenler, farklı dönemler ve farklı verilerin kullanıldığı görülebilir[3 -8]. Genel olarak herhangi bir olay, tahmine yönelik matematiksel olarak modellemek istendiğinde; modelde kullanılacak değişken sayısı arttıkça modelin doğru tahmin etme ihtimali azalacaktır. Bu nedenle, bu çalışmada sadece ekonomik göstergeler (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla, nüfus, ithalat ve ihracat) kullanılarak Türkiye'nin 2020 yılına kadar olan Elektrik Enerjisi Talebi tahmin edilmeye çalışılacaktır. Literatür incelendiğinde; sezgisel algoritmalarla yapılan çalışmaların genetik algoritma[6], yapay sinir ağları[5, 10, 11], karınca kolonisi[8] olduğu görülmektedir. Yapılan diğer çalışmalarla ilgili ayrıntılı bilgi Dilaver ve Hunt'un [9] çalışmasında verilmektedir. Ceylan'ın çalışmasında [5] elektrik tüketimini tahmin etmek için kullandığı değişkenler; Gayri Safi Milli Hasıla, nüfus, ithalat ve ihracattır. Duran'ın çalışmasında [8] ise Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) yerine

Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYH) değişken olarak kullanılmıştır. 1990'ların başından itibaren, küreselleşmenin ivme kazanıp, üretim faktörlerinin ve sermayenin, ülke sınırlarının dışına taşması sonucu, makroekonomik analizlerde ilgi, bir ülkenin yurttaşlarının gelirini ifade eden GSMH yerine, bir ülkenin sınırları içerisinde yaratılan toplam geliri ifade eden GSYİH üzerine yoğunlaşmıştır. Çünkü, GSYİH, GSMH' ya ilaveten o ülkede faaliyet gösteren yabancı ülke yurttaşlarının ürettiği nihai mal ve hizmetleri de kapsamaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada; Ceylan'ın çalışmasından farklı olarak Türkiye elektrik talebi modelinde nüfus, ithalat, ihracatla birlikte GSYH alınarak Genetik Algoritma değişken olarak kullanılmıştır.

İ=0  
Kaç nesil üretileceğini belirle (MaksNesil)  
Başlangıç popülasyonunu oluştur (Pop<sup>1</sup>)  
Pop<sup>1</sup>'yi değerlendir  
İ<MaksNesil olduğu müddetçe aşağıdaki adımları tekrarla;  
Çaprazlama ve mutasyonu kullanarak Pop<sup>i+1</sup> 'i oluştur  
Pop<sup>i+1</sup> i değerlendir  
İ=i+1  
Bitir  
En iyi çözümü ver

Şekil 1. Genetik Algoritmanın Genel Adımları

## II. GENETİK ALGORITMA

Genetik algoritma (GA), polinom zamanda çözülemeyen zor problemlerin çözümüne yönelik olarak geliştirilmiş, popülasyon temelli sezgisel bir yöntemdir [12]. □Genetik algoritmalar, doğada gözlemlenen evrimsel süreci taklit ederek çalışan arama ve eniyileme yöntemidir. Karmaşık çok boyutlu arama uzayında en iyinin hayatta kalması ilkesine göre bütünsel en iyi çözümü arar. İteratif ve stokastik bir süreç olan GA, biyolojik süreci modelleyerek, çözülmesi istenen problemin kısıtları altında amaç fonksiyonunu eniyilemeye çalışır. Probleme ait değişkenler, kromozomlarda, genlerle temsil edilir ve her bir değişken kodlama biçimine göre tek ya da bir grup genle tanımlanır. Problemin bireyler içindeki gösterimi problemde problemde değişiklik gösterir. Genetik algoritmaların problemin çözümündeki başarısına karar vermedeki en önemli faktör, problemin çözümünü temsil eden bireylerin gösterimidir. GA' nın isleyişinde, her bir çözümün kromozomlarla temsil edildiği başlangıç popülasyonu genellikle rastgele oluşturulur. Bir sonraki iterasyonda oluşturulacak yeni çözümler için çaprazlama ve mutasyon operatörleri kullanılır. GA' nın genel yapısı içerisinde, popülasyon içerisindeki her çözüm diğer çözümlerle karşılaştırılır ve uygunluğunu belirlemek için bir uyum değeri atanır. Aday çözümün uyum değeri ne kadar iyi ise, kendisinin ve özelliklerinin sonraki nesilde yaşama şansı o kadar fazla olur.

Genetik algoritmaların mühendislik, tıp, işletme, istatistik, sinyal işleme gibi bir çok alandaki parametre ve sistem tanılama, kontrol sistemleri, robot uygulamaları, görüntü ve ses tanıma, mühendislik tasarımları, planlama, yapay zeka uygulamaları, uzman sistemler, fonksiyon ve kombinasyonel eniyileme problemleri ağ tasarım problemleri, yol bulma problemleri, sosyal ve ekonomik planlama problemleri için diğer eniyileme yöntemlerinin yanında başarılı sonuçlar verdiği bilinmektedir. Ayrıntılı bilgi için verilen referanslar incelenebilir [12-15] Genetik algoritmanın genel adımları Şekil 1'de verilmektedir.

## III. NET ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMİNİN TAHMİNİ İÇİN GENETİK ALGORITMA

Elektrik enerjisi tüketim tahmini için farklı çalışmalarda ekonomik göstergelere dayalı lineer ve karesel modeller geliştirilmiştir. Elektrik Enerjisi tahmini için geliştirilecek olan Genetik Algoritma Elektrik Tahmin Modeli (GAETM) için uygunluk fonksiyonu aşağıda verilen (1) numaralı eşitlikteki gibidir:

$$\text{Min } f(w) = \sum_{i=1}^n (E_{\text{gerekli}} - E_{\text{tahmin edilen}})^2, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

ve

$$E_{\text{tahmin edilen}} = f(\text{GSYH}(x_1), \text{Nüfus}(x_2), \text{İthalat}(x_3), \text{İhracat}(x_4)) \quad (2)$$

yazılabilir. Burada i yılları göstermektedir. (2) nolu denklemi GAETM\_Lineer ve GAETM\_karesel için düzenlersek;

$$E_{\text{tahmin edilen}} = w_0 + \sum_{j=1}^4 (w_j \cdot x_j) \quad \text{Lineer GAETM için} \quad (3)$$

GAETM\_Karesel için ise;

$$E_{\text{tahmin edilen}} = w_0 + w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_4x_4 + w_5x_1^2 + w_6x_2^2 + w_7x_3^2 + w_8x_4^2 + w_9x_1x_2 + w_{10}x_1x_3 + w_{11}x_1x_4 + w_{12}x_2x_3 + w_{13}x_2x_4 + w_{14}x_3x_4 \quad (4)$$

elde edilir. Burada  $w_j$  'ler ağırlıkları göstermektedir. Başlangıç popülasyonu oluşturulduktan sonra popülasyondaki bireylerin uygunlukları hesaplanmakta ve olasılıklarına göre sıralanarak yeni bireylerin seçimi için çaprazlanmakta ve her bir bireyin tamsayı değeri atılarak rulet seçimi ile hangi ebeveynlerden yeni birey üretileceği belirlenmektedir. Daha sonra çaprazlama ve mutasyon operatörleri ile yeni bireyler elde edilmektedir. Bu işlem belirlenen kuşak sayısı kadar tekrar eder. Burada geliştirilen lineer GAETM 'de 5, karesel GAETM 'de ise 15 karar değişkeni bulunmaktadır. Karar değişkenlerinin katsayıları ise kısıtsızdır ( $-\infty < w_j < +\infty$ ).

TABLE 1  
1979-2009 YILLARI ARASINDA TÜRKİYE'NİN ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMİ, GSYH, NÜFUS, İTHALAT VE İHRACATI

Yıllar	Elektrik Enerjisi Tüketimi (TWh)	GSYH (\$ 10 <sup>9</sup> )	Nüfus (10 <sup>6</sup> )	İthalat (\$ 10 <sup>9</sup> )	İhracat (\$ 10 <sup>9</sup> )
1979	19,66	89,39	43,531	5,07	2,26
1980	20,40	68,79	44,439	7,91	2,91
1981	22,03	71,04	45,540	8,93	4,70
1982	23,59	64,55	46,688	8,84	5,75
1983	24,47	61,68	47,864	9,24	5,73
1984	27,64	59,99	49,070	10,76	7,13
1985	29,71	67,23	50,307	11,34	7,96
1986	32,21	75,73	51,480	11,10	7,46
1987	36,70	87,17	52,370	14,16	10,19
1988	39,72	90,85	53,268	14,34	11,66
1989	43,12	107,14	54,192	15,79	11,62
1990	46,82	150,68	55,120	22,30	12,96
1991	49,28	151,04	56,055	21,05	13,59
1992	53,98	159,10	56,986	22,87	14,71
1993	59,24	180,42	57,913	29,43	15,35
1994	61,40	130,69	58,837	23,27	18,11
1995	67,39	169,49	59,756	35,71	21,64
1996	74,16	181,48	60,671	43,63	23,22
1997	81,89	189,83	61,582	48,56	26,26
1998	87,70	269,29	62,464	45,92	26,97
1999	91,20	249,75	63,364	40,67	26,59
2000	98,30	266,57	64,252	54,50	27,77
2001	97,07	196,01	65,133	41,40	31,33
2002	102,95	232,53	66,008	51,55	36,06
2003	111,77	303,01	66,873	69,34	47,25
2004	121,14	392,17	67,723	97,54	63,17
2005	130,26	482,98	68,566	116,77	73,48
2006	144,09	530,90	69,395	139,58	85,53
2007	155,14	647,16	70,215	170,06	107,27
2008	161,95	730,34	71,095	201,96	132,03
2009	156,89	614,60	72,050	140,93	102,14

#### IV. TÜRKİYE İÇİN GAETM MODELİ

Türkiye için GAETM modelini oluşturmada kullanılan verilerden; Elektrik Enerjisinin yıllar itibariyle tüketimi Türkiye Elektrik İletim A.Ş. 'den, nüfus, ithalat ve ihracat rakamları Türkiye İstatistik Kurumu'ndan ve GSYH (dolar bazında seçtiğimiz için) Dünya Bankasından alınmıştır. Veriler Tablo 1'de görülmektedir. Tablo 1'de yer alan veriler incelendiğinde; 1994,2002 ve 2009 yıllarındaki ekonomik krizlerin enerji tüketimine etkileri rahatlıkla görülmektedir. Ayrıca verilerin skalaları ve sınır aralıkları farklı olduğu için, veriler ham veri olarak kabul edilmiştir. Böylece, serilerdeki verilerin her birinin gruptaki en küçük veriden farkı alınarak en büyük veri ile en küçük veri arasındaki farka bölünmesiyle normalize edilmiş veriler üzerinde çalışılmıştır. Bu çalışmada geliştirilen Lineer ve karesel GAETM Modellerinde 100 kromozomdan oluşan başlangıç popülasyonu oluşturulmuş, çaprazlama oranı olarak 0,8 ve mutasyon olasılığı içinde 0,05 kullanılmıştır Türkiye için geliştirilen modeller aşağıda

verilmektedir:

GAETM\_Lineer modeli ;

$$GAETM_{lineer} = -0,099 + 0,28x_1 + 0,74x_2 + 0,14x_3 + 0,01x_4$$

ve korelasyon katsayısı;

$$(R_{GAETM_{lineer}})^2 = \%99,6 \text{ bulunmuştur.}$$

GAETM\_Karesel modeli ise;

$$GAETM_{karesel} = -0,009 - 0,571x_1 - 0,008x_2 + 0,564x_3 + 0,22x_4 + 0,714x_1x_2 + 0,08x_1x_3 - 0,94x_1x_4 - 0,56x_2x_3 - 1,04x_2x_4 + 0,32x_3x_4 + 0,98x_1^2 + 1,24x_2^2 - 0,08x_3^2 + 0,25x_4^2$$

ve korelasyon katsayısı

$$(R_{GAETM_{karesel}})^2 = \%99,6 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

TABLE 2  
NET ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMİNİN TAHMİNİNE YÖNELİK GAETM MODELLERİ İLE DİĞER ÇALIŞMALARIN KIYASLANMASI

Yıllar	Gerçekleşen (TWh)	Tahminler (TWh) (% Sapma)				ETBK		Hamzaçebi		Erdoğan	
		GAETM Lineer	GAETM Karesel								
2008	161,95	168.5	(4,01)	161,90	(0,001)	168,60	(4,1)	173,59	(7,2)	146,37	(-9,6)
2009	156,89	154.4	(-1,58)	157,88	(0,006)	184,40	(13,86)	189,47	(16,99)	145,14	(-10,4)

Geliştirilen GAETM modellerinin performansını incelemek için; 2008 ve 2009 yıllarında gerçekleşmiş elektrik enerjisi net tüketimi ile, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı' (EKKB) nin tahminleri [1], Hamzaçebi'nin [5] Yapay Sinir Ağları ile yapmış olduğu tahminler, Erdoğan'nun [2] Cointegration ve ARIMA modeli ve GAETM modelleri ile elde edilmiş tahminler kıyaslanmıştır. Sonuçlar Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2 incelendiğinde; 2008 yılı için gerçekleşen net elektrik enerjisi talebini tahmin eden en iyi tahminin GAETM\_Karesel, en kötü olanında Erdoğan'nun yapmış olduğu çalışma olduğu görülür. Aynı sonucun 2009 yılı içinde geçerli olduğu Tablo 2'de görülmektedir. GAETM\_Lineer modeli ETBK ile 2008 yılı için aynı iken 2009 yılında farklılık vardır. Bilindiği gibi, 2009 yılında küresel ekonomik kriz olmuş ve üretim dolayısıyla enerji talebi bir hayli düşmüştür. GAETM modelinde 2009 yılının değeri varken ETBK'nın tahmini ise 2008 yılında yapılmıştır. Eğer ekonomik kriz 2009 yılında olmasaydı, ETBK'nın tahmini büyük bir ihtimalle yaklaşık olabilirdi.

Tablo 2 bize bu çalışmada geliştirilen GAETM\_Lineer ve GAETM\_Karesel modellerinin performanslarından dolayı Türkiye için güçlü ve uygun birer tahmin edici model olduğunu göstermektedir.

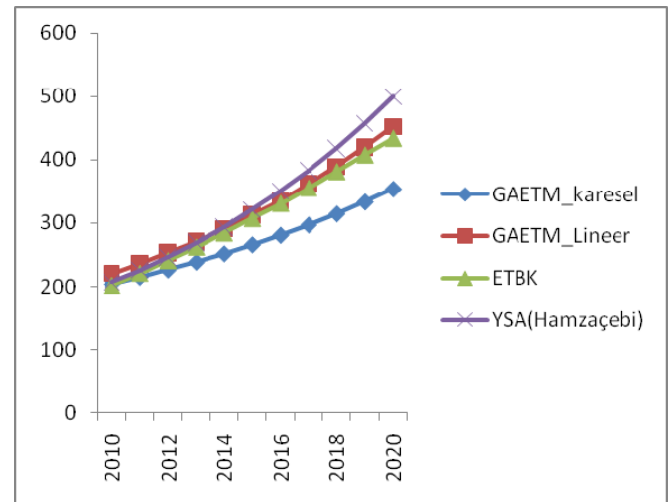
Bu çalışmada geliştirilen modellerle Türkiye'nin 2010-2020 yılları arasındaki elektrik enerjisi tüketimini tahmin edebilmek için; ilgili yıllardaki GSYH, nüfus, ithalat ve ihracat değerleri Öztürk ve arkadaşlarının [6] önermiş olduğu yöntemle hesaplanmıştır. Türkiye'nin 2010-2020 yılları arasındaki net elektrik tüketim tahmininin GAETM modelleriyle elde edilen sonuçları tablo 3'te verilmektedir. Ayrıca, 2010-2020 yılları arasındaki Türkiye'nin elektrik enerjisi tüketiminin tahmini için; GAETM modelleri ile elde edilen sonuçlarla, ETBK'nın ve Hamzaçebi'nin sonuçlarının kıyaslanması şekil 2'de verilmektedir. Erdoğan'nun [2] çalışmasında 2014 yılına kadar tahmin yapıldığı için kıyaslamaya katılmamıştır.

Tablo 3 incelendiğinde; GAETM\_Lineer modelinin GAETM\_Karesel modelinden daha fazla miktarda tahmin yaptığı görülmektedir. Şekil 1 incelendiğinde ise; bu çalışmada geliştirilen GAETM\_karesel modelinin yapılan çalışmalar içinde en düşük tahmine sahip olduğu görülür. Dikkat edilirse, ETBK'nın tahminleri ile GAETM\_Lineer modelinin tahminleri hemen hemen aynıdır. Hamzaçebi'nin tahminleri ise 2015 ten sonar artış göstermektedir. (Örneğin, 2015 yılı için GAETM\_Lineer : 312.53 , GAETM\_Karesel : 265.85 , ETBE : 307.07 , Hamzaçebi : 321.05 TWh olarak tahmin etmiştir.) GAETM\_karesel modelinin düşük tahminde bulunmasının bir nedeni serilerdeki ekonomik krizlerin etkisi olabilir. Ayrıca, ETBK'nın tahminleri incelendiğinde, genelde

gerçekleşen elektrik tüketiminden fazla olduğu görülür. Dolayısıyla, bu çalışmada geliştirilen modellerin elektrik tüketimi tahmini için etkili ve verimli modeller olduğunu rahatlıkla söylenebilir.

TABLE 3  
GAETM MODELLERİ İLE 2010-2020 YILLARI İÇİN TÜRKİYE'NİN NET ELEKTRİK İHTİYACI

Yıllar	Tahminler (TWh)	
	GAETM Lineer	GAETM Karesel
2010	220,720	203,5871
2011	236,163	214,512
2012	252,937	226,1252
2013	271,165	238,4988
2014	290,979	251,7122
2015	312,528	265,8536
2016	335,972	281,0206
2017	361,486	297,3213
2018	389,264	314,8753
2019	419,517	333,8153
2020	452,477	354,2881



Şekil 1. Net Elektrik Enerjisi Tüketimi Tahmin Modellerinin Karşılaştırılması

## V. SONUÇ

Ülkelerin enerji politikalarının etkililiği için Enerji Tahmin Senaryoları büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada Türkiye'nin 2020 yılına kadar yıllık net elektrik enerjisi talebini tahmin edebilmek için ekonomik göstergelere dayalı (GSYH, nüfus, ithalat ve ihracat) GAETM modelleri geliştirilmiştir. Türkiye'nin 2020 yılında elektrik enerjisi talebinin geliştirilen GAETM\_Lineer modeli ile 452,47 TWh, GAETM\_Karesel modeli ile ise 354,29 TWh olacağı tahmin edilmiştir. Geliştirilen modeller literatürdeki diğer modellerle

kıyaslandığında; güvenilir, aynı zamanda iyi birer tahmin edici model olarak kabul edilebilir.

Bu çalışmada geliştirilen modellerin temeli olan yaklaşım ile sektörel elektrik ve enerji talep tahminleri ileride yapılabilecek başlıca çalışmalar olarak söylenebilir. Ayrıca, dünyadaki ekonomik krizlerden dolayı bulanık ortamda ülkemizin nasıl bir enerji projeksiyonu oluşturması sorusuna cevap verebilecek senaryolar için temel teşkil edebilir.

#### VI. KAYNAKLAR

- [1] "Türkiye Enerji Raporu 2007-2008", Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, ISSN:1301-6318, Aralık 2008.
- [2] E. Erdoğan, " Electricity Demand Analysis Using Cointegration and ARIMA Modelling: A Case Study of Turkey", Energy Policy, Vol. 35, No. 2, pp. 1129-1146, 2007.
- [3] D. Akay and M. Atak, "Grey Prediction with Rolling Mechanism for Electricity Demand Forecasting of Turkey", Energy, Vol. 32, No. 9, pp. 1670-1675, 2007.
- [4] S. Haldenbilen ve H. Ceylan, " Genetic Algorithm Approach to Estimate Transport Demand in Turkey", Energy Policy, Vol. 33, No. 1, 89-98, 2005.
- [5] C. Hamzaçebi, "Forecasting of Turkey's Net Electricity Energy Consumption on Sectoral Bases", Energy Policy, Vol.35, No. 3, 2009-2016, 2007.
- [6] H. K. Ozturk, H. Ceylan, O. E. Canyurt and A. Hepbasli, "Electricity Estimation Using Genetic Algorithm Approach: A Case Study of Turkey", Energy, Vol. 30, No. 7, pp. 1003-1012, 2005.
- [7] H. K. Ozturk and H. Ceylan, " Forecasting Total and Industrial Sector Electricity Demand Based on Genetic Algorithm Approach: Turkey Case Study", International Journal of Energy Research, Vol. 29, No. 9, pp. 829-840, 2005.
- [8] M. D. Toksarı, "Ant Colony Optimization Approach to Estimate Energy Demand of Turkey", Energy Policy, Vol. 35, No. 8, pp. 3984-3990, 2007.
- [9] Z. Dilaver ve L.C. Hunt, "Modelling and forecasting Turkish residential electricity demand", Energy Policy, Vol. 39, 3117-3127, 2011.
- [10] M. Bilgili, "Türkiye'nin Net Elektrik Tüketiminin Tahmini", Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, Vol. 29, No.2,89-98,2009.
- [11] Y. S. Murat and H. Ceylan, "Use of Artificial Neural Networks for Transport Energy Demand Modeling", Energy Policy, Vol. 34(17), pp. 3165-3172, 2006.
- [12] D. Goldberg, Genetic Algorithms in Optimization, Search and Machine Learning, Addison Wesley, 1989.
- [13] D. Goldberg, "The design of innovation: lessons from genetic algorithms, lessons for the real world", Technol. Forecast. Social Change Vol. 64 (1), 7-12, 2000.
- [14] J. Y.H. Said, "On genetic algorithms and their applications", Handbook of Statistics, Ch. 24, 359-390, 2005.
- [15] J. M. Gen, R. Cheng, "Genetic Algorithms and Engineering Design", Wiley Interscience, 2001.