

**YÜK TAHMİN YÖNTEMLERİ VE ANKARA MERKEZ METROPOL
ALAN İÇİN REGRESYON ANALİZİ YÖNTEMİ KULLANILARAK
UYGULANMASI**

Fatih ŞENER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEMMUZ 2005
ANKARA**

**YÜK TAHMİN YÖNTEMLERİ VE ANKARA MERKEZ METROPOL
ALAN İÇİN REGRESYON ANALİZİ YÖNTEMİ KULLANILARAK
UYGULANMASI**

Fatih ŞENER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEMMUZ 2005
ANKARA**

Fatih ŞENER tarafından hazırlanan YÜK TAHMİN YÖNTEMLERİ VE ANKARA MERKEZ METROPOL ALAN İÇİN REGRESYON ANALİZİ YÖNTEMİ KULLANILARAK UYGULANMASI adlı bu tezin yüksek lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Cengiz TAPLAMACIOĞLU
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Yrd.Doç.Dr. İres İSKENDER

Üye (Danışman) : Prof. Dr. M. Cengiz TAPLAMACIOĞLU

Üye : Yrd.Doç.Dr. Fadıl ÇELİKKOL

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

**YÜK TAHMİN YÖNTEMLERİ VE ANKARA MERKEZ METROPOL ALAN
İÇİN REGRESYON ANALİZİ YÖNTEMİ KULLANILARAK
UYGULANMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Fatih ŞENER

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz 2005**

ÖZET

Bu çalışmada, öncelikle yük tahmin yöntemleri incelenerek bu yöntemlerden regresyon analizi seçilerek Ankara ili merkez metropol alanı için yük tahmini gerçekleştirildi. Çalışmamda yük tahmini ile ilgili genel bilgilerin yanı sıra sistem planlamasında yük tahmininin önemi vurgulanmıştır. Türkiye elektrik sisteminin genel görünümü sunulmuş ve ileriye dönük toplam enerji ihtiyacı irdelenmiştir. Ankara ili elektrik sistemi irdelenmiş ve sistemin mevcut durumu hakkında genel bilgiler verilmiştir. Ankara ili için mevcut olan geçmişe dönük 6 yıllık veriler kullanılarak, üç farklı yaklaşımla 2010 yılına kadar olacak yük tahminleri yapılmıştır. İlk yaklaşımda yıllık puant (anlık en yüksek) değerler, ikinci yaklaşımda yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji, üçüncü yaklaşımda ise toplam tüketilen enerji baz alınarak; gelecek yıllara ait yük tahminleri yapılmıştır. Ayrıca bu üç yaklaşım mevcut gerçek değerlerle kıyaslanarak tahminde yapılan hatalar yüzdesel olarak belirlenmiştir.

Bilim Kodu : 905
Anahtar Kelimeler :Yük Tahmini, Regresyon Analizi
Sayfa Adedi : 112
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. M. Cengiz TAPLAMACIOĞLU

**LOAD FORECASTING METHODS AND AN APPLICATION FOR ANKARA
CENTRAL METROPOLITAN AREA BY USING REGRESSION ANALYSIS**

(M.Sc. Thesis)

Fatih ŞENER

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

July 2005

ABSTRACT

In this study, load forecasting methods are analysed and regression analysis method is applied for load forecasting of Ankara central metropolitan area. A general information about the load forecasting is given and importance of the load forecasting on the system planning is pointed. Also an overview of the electricity system of Türkiye is represented and the total energy need is investigated. In addition the load forecasting methodology and the methods that used for the load forecasting, are investigated. The electricity system of Ankara is represented and a general information of the present situation of the system is given. Three different approach by using the past six year's data, the load forecasting for Ankara until year 2010 is made. For the first approach the maximum values of the load for each year, in the second one the consumption of the energy in the day which the load is maximum, in the third approach the total consumption of energy for years is taken for forecasting the future year's load for Ankara. All of the three approaches are compared with the present real values and the forecasting percentage errors are found.

Science Code : 905

Key Words : Load Forecasting, Regression Analysis

Page Number : 112

Adviser : Prof. Dr. M. Cengiz TAPLAMACIOĞLU

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Prof. Dr. M. Cengiz TAPLAMACIOĞLU'na, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım Scada ve Yük Dağıtım İşletme Müdürlüğü, Sistem İşletme Başmühendisliği bünyesindeki çalışma arkadaşlarıma ve son olarak yaşamımın her evresinde bana duydukları güven, gösterdikleri destek ve anlayışla yanımda olan canım ANNEM ve BABAM'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	.iii
ABSTRACT	.iv
TEŞEKKÜR.....	.v
İÇİNDEKİLER	.vi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	.viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	.x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	.1
2. TÜRKİYE ELEKTRİK SİSTEMİNE GENEL BİR BAKIŞ	.3
2.1. Türkiye Toplam Enerji İhtiyacının İrdelenmesi.....	.4
2.2. 2004 Yılı Toplam Üretim İhtiyacının Programa Göre İrdelenmesi	.8
3. YÜK TAHMİNİ	11
3.1. Yüklerin Özellikleri ve Sınıflandırılması.....	12
3.2. Yük Tahmin Yaklaşımları	13
3.3. Tahmin Metotları.....	13
3.3.1. İstatistiksel metotlar	14
3.3.2. Yapay sinir ağları	25
3.3.3. Bulanık mantık	27
3.3.4. Uzman sistemler	30
4. ANKARA MERKEZ METROPOL ALAN OG (ORTA GERİLİM) İŞLETME BÖLGESİ.....	32

	Sayfa
4.1. Ankara Elektrik Dağıtım Tesis ve Şebekelerinin Tarihçesi	32
4.2. Görev ve Hizmet Sınırları	34
4.3. Teiaş Trafo Merkezleri.....	37
4.3.1. Yükün dağılımı	38
4.3.2. Teiaş trafo merkezleri kapasite kullanım oranları.....	38
4.4. Güç ve Dağıtım Trafoları	39
4.4.1. 34,5/0,4 kV dağıtım trafoları.....	40
4.4.2. 15/0,4 kV dağıtım trafoları.....	41
4.4.3. 6,3/0,4 kV dağıtım trafoları.....	41
5. YÜK TAHMİNİ UYGULAMASI.....	43
5.1. Yük Tahmininde Kullanılacak Olan Veriler	43
5.1.1. 154/34,5 kV indirici merkezler bazında alınan veriler	43
5.1.2. DİE ve DPT’den alınan veriler	43
5.2. 154/34,5 kV İndirici Merkez ve Otoproduktör Üretim Tesisi Bazında Alınan Verilerin Kullanılmasıyla Yapılan Yük Tahmini.....	44
5.2.1. Yıllık puant değerlere göre yapılan yapılan yük tahmini.....	44
5.2.2. Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerjiye göre yapılan tahmin.....	55
5.2.3. Toplam enerji tüketimine göre yapılan tahmin	66
6. SONUÇ	82
KAYNAKLAR	86
EKLER.....	87
EK-1	88
EK-2	94
EK-3	97
ÖZGEÇMİŞ	112

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. 2004 yılı ilk 6 aylık dönem içinde her ayın 3. Çarşamba gününe ait saatlik yük eğrileri.	6
Şekil 2.2. 2004 yılı ikinci 6 aylık dönem içinde her ayın 3. Çarşamba gününe ait saatlik yük eğrileri.....	7
Şekil 2.3. 2004 yılı tertiplenmiş yük eğrisi	10
Şekil 3.1. Geleneksel tahmin mekanizmaları.....	14
Şekil 4.1. OG/OG Trafo Merkezleri ve OG Dağıtım Merkezlerinin sayılarına göre yüzdesel dağılımı	35
Şekil 4.2. Enerji akış diyagramı	36
Şekil 4.3. Teiaş'a ait İM'ler bazında yükün yüzdesel dağılımı.....	38
Şekil 4.4. Dağıtım trafolarının gerilimlerine ve kurulu güçlerine göre yüzdesel dağılımı	40
Şekil 4.5. 34,5 kV'a dönüşümü yapılan dağıtım trafolarının yıllara göre dağılımı	42
Şekil 5.1. Yıllara göre puantın olduğu günler için güç değerleri	45
Şekil 5.2. Yıllara göre puantın olduğu günler için gerçekleşen ve tahmin edilen güç değerleri.....	46
Şekil 5.3. Yıllara göre puantın olduğu günler için gerçekleşen ve tahmin edilen güç değerleri (GSMH kullanılarak)	49
Şekil 5.4. Yıllara göre puantın olduğu günler için gerçekleşen ve tahmin edilen güç değerleri (nüfus kullanılarak)	51
Şekil 5.5. Yıllara göre puantın olduğu günler için gerçekleşen ve tahmin edilen güç değerleri (GSMH ve nüfus kullanılarak).....	54
Şekil 5.6. Yıllara göre puantın olduğu günlerde tüketilen enerji	56
Şekil 5.7. Ankara ili için yıllara göre puantın olduğu günde gerçek ve tahmini enerji tüketim değerleri	58

Şekil	Sayfa
Şekil 5.8. Ankara ili için yıllara göre puantın olduğu günde gerçek ve tahmini enerji tüketim değerleri (GSMH kullanılarak)	60
Şekil 5.9. Ankara ili için yıllara göre puantın olduğu günde gerçek ve tahmini enerji tüketim değerleri (nüfus kullanılarak).....	63
Şekil 5.10. Ankara ili için yıllara göre puantın olduğu günde gerçek ve tahmini enerji tüketim değerleri (nüfus kullanılarak).....	65
Şekil 5.11. Yıllara göre toplam enerji tüketim eğrisi	68
Şekil 5.12. 1999 yılı enerji tüketim eğrisi	68
Şekil 5.13. 2000 yılı enerji tüketim eğrisi	69
Şekil 5.14. 2001 yılı enerji tüketim eğrisi	69
Şekil 5.15. 2002 yılı enerji tüketim eğrisi	69
Şekil 5.16. 2003 yılı enerji tüketim eğrisi	70
Şekil 5.17. 2004 yılı enerji tüketim eğrisi	70
Şekil 5.18. Ankara ili için yıllara göre gerçek ve tahmini toplam enerji tüketim değerleri.....	72
Şekil 5.19. Ankara ili için yıllara göre gerçek ve tahmini toplam enerji tüketim değerleri (GSMH kullanılarak)	75
Şekil 5.20. Ankara ili için yıllara göre gerçek ve tahmini toplam enerji tüketim değerleri (nüfus kullanılarak)	77
Şekil 5.21. Ankara ili için yıllara göre gerçek ve tahmini toplam enerji tüketim değerleri (GSMH ve nüfus kullanılarak).....	80

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. TEK'in kurulduğu 1970 yılından bu yana toplam elektrik enerjisi üretim, tüketim ve artışlar	5
Çizelge 2.2. Üretim ihtiyacının programa göre gerçekleşme durumu	9
Çizelge 4.1. 154/34,5 kV trafo merkezlerinin kurulu ve puant güç değerleri	37
Çizelge 4.2. Teiaş'a ait İM'lerin kurulu güç, nominal akım, çekilen akım, yedek kapasite ve kapasite kullanım oranları	39
Çizelge 4.3. Ankara metropol alanını besleyen güç ve dağıtım trafosu sayıları ve kurulu güçleri.....	39
Çizelge 4.4. 34,5/0,4 kV dağıtım trafolarının kurulu güç, nominal akım, çekilen akım, yedek kapasite ve kapasite kullanım oranları	40
Çizelge 4.5. 15/0,4 kV dağıtım trafolarının kurulu güç, nominal akım, çekilen akım, yedek kapasite ve kapasite kullanım oranları	41
Çizelge 4.6. 6,3/0,4 kV dağıtım trafolarının kurulu güç, nominal akım, çekilen akım, yedek kapasite ve kapasite kullanım oranları	42
Çizelge 5.1. Puant zaman dilimi içerisinde, yıllık bazda puantın olduğu gün için İM ve otoprodüktör üretim tesisi bazında 10'ar dakika aryla alınan (MW cinsinden) değerler.....	44
Çizelge 5.2. Yıllara göre puant güç için regresyon denklemini oluşturacak değerler ...	45
Çizelge 5.3. Yıllara göre puant güç ve GSMH için regresyon denklemini oluşturacak değerler	48
Çizelge 5.4. Yıllara göre puant güç ve nüfus için regresyon denklemini oluşturacak değerler	50
Çizelge 5.5. Yıllara göre puant güç, nüfus ve GSMH için regresyon denklemini oluşturacak değerler	53
Çizelge 5.6. Yıllık bazda puantın olduğu gün için İM ve otoprodüktör üretim tesisi bazında günlük enerji tüketim değerleri	56
Çizelge 5.7. Yıllara göre puant günde tüketilen enerji için regresyon denklemini oluşturacak değerler	57

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.8. Yıllara göre puant günde tüketilen enerji ve GSMH için regresyon denklemini oluşturacak değerler	59
Çizelge 5.9. Yıllara göre puant günde tüketilen enerji ve nüfus için regresyon denklemini oluşturacak değerler	62
Çizelge 5.10. Yıllara göre puant günde tüketilen enerji, nüfus ve GSMH için regresyon denklemini oluşturacak değerler	64
Çizelge 5.11. Yıllar bazında aylık toplam enerji tüketimleri	67
Çizelge 5.12. Yıllara göre tüketilen enerji için regresyon denklemini oluşturacak değerler	71
Çizelge 5.13. Yıllara göre tüketilen enerji ve GSMH için regresyon denklemini oluşturacak değerler	74
Çizelge 5.14. Yıllara göre tüketilen enerji ve nüfus için regresyon denklemini oluşturacak değerler	76
Çizelge 5.15. Yıllara göre tüketilen enerji, nüfus ve GSMH için regresyon denklemini oluşturacak değerler	79

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

$E(t)$

t yıl sonraki enerji tüketimi

E_o

En son yıldaki enerji tüketimi

e_i

Hata terimi

x_i

Açıklayıcı değişken

y_i

Bağımlı ya da açıklanan değişken

ε

Ortalama yıllık artış yüzdesi

Kısaltmalar

Açıklama

DİE

Devlet İstatistik Enstitüsü

DPT

Devlet Planlama Teşkilatı

EÜAŞ

Elektrik Üretim Anonim Şirketi

GSMH

Gayri Safi Milli Hasıla

HES

Hidroelektrik Santral

İM

İndirici Merkez

SCADA

Supervisory Control and Data Acquisition

TEAŞ

Türkiye Elektrik Anonim Şirketi

TEDAŞ

Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi

TEİAŞ

Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

TEK

Türkiye Elektrik Kurumu

TETAŞ

Türkiye Elektrik Ticaret Anonim Şirketi

TRF

Transformatör

US

Uzman Sistem

YSA

Yapay Sinir Ağı

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi, üretim yerinden uzaklara dağıtım şebekeleri ile kolayca taşınabilen, dağıtımı kontrol altında tutulabilen, temiz bir enerji kaynağıdır. Elektrik enerjisi sektörünün sağlıklı gelişimi için talep, arz, iletim, dağıtım ve fiyatlandırma konularında planlar yapılması büyük öneme sahiptir. Yapılacak planlama çalışmalarının en önemli sorunlarından biri, gelecekteki talep bilgileridir. Elektrik enerjisinin depolanamaması, talep tahminindeki doğruluk derecesinin önemini artırmaktadır. Yapılacak tahminler ne kadar doğru olursa, yapılan planlama çalışmalarının da o kadar geçerli olacağı açıktır (1).

Tüketicilere ekonomik, güvenilir ve kaliteli elektrik enerjisi sunabilmek için mevcut olan elektrik enerji sistemlerinin gelecekteki elektrik enerjisi ihtiyacını ve puant (anlık en yüksek) yükü karşılayabilecek şekilde belirlenmesi gerekmektedir (2).

Elektrik enerjisinin sağlıklı ve yüksek verimli kullanılabilmesi için tüketilen elektrik enerjisi kadar elektrik üretilmelidir. Bugün mevcut olan elektrik enerji sistemlerinin gelecekteki artan enerji talebini karşılayacak şekilde büyütülmesi gerekmektedir. Çünkü yaşamın tüm alanlarında elektrik enerjisine olan bağımlılık bu zorunluluğu doğurmaktadır.

Enerji sisteminin planlamasının ilk adımı ve en önemli adımlarından biri yük tahminidir (2). Bir bölgenin yük tahminini yapmak, gelecekte o bölgenin yük ihtiyacını ve tüketileceği elektrik enerjisi miktarını yaklaşık olarak bulmamızı sağlar. Böylece o bölgenin ihtiyacına göre ne kadar yatırım yapılması gerektiğini de tahmin edebiliriz (3). Enerji sistemin planlaması, yük tahminini farklı zaman dilimleri için, ayrı ayrı ele almayı gerektirir (2).

Elektrik enerjisi tüketimi tahminine yönelik çalışmalar üç sınıfta değerlendirilebilir:

1. Kısa dönemli tahmin: saatlik, günlük veya haftalık,
2. Orta dönemli tahmin: aylık, üç aylık,
3. Uzun dönemli tahmin: yıllık veya daha uzun dönemler (1).

Kısa dönemli tahminler; birkaç dakikadan bir güne kadar güç santralleri arasında yük paylaşımı, en iyi grup belirleme ve ekonomik işletmenin yapılabilmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Orta dönemli tahminler bir günden bir yıla kadar dönem için yakıt kaynaklarının dağılımını ve bakım işlemlerinin zamanlamasının belirlenmesi için kullanılır. Uzun dönemli analizler (bir yıldan daha uzun) iletim ağlarının ve yeni üretim kapasitelerinin ekonomik planlanmasında, sistemin modifiye edilmesinde önemli olmaktadır (4).

Türkiye gibi elektrik enerjisinin bir kısmını zaman zaman dışarıdan alan gelişmekte olan ülkeler için yük tahmininin önemi daha da artmaktadır. Artık elektrik enerjisinin stratejik öneminin büyük olduğu günümüzde doğru enerji politikalarıyla elektrik enerjisini en doğru kararlarla ülke yararına kullanmalıyız.

2. TÜRKİYE ELEKTRİK SİSTEMİNE GENEL BİR BAKIŞ

1970 yılına kadar Etibank bünyesinde yürütülen elektrik enerjisi faaliyetleri, Türkiye Elektrik Kurumunun (TEK) kurulmasıyla bu kurum tarafından yürütülmeye başlanmıştır. Mayıs 1994 tarihinde TEK ikiye bölünerek elektrik enerjisi üretim ve iletim faaliyetleri TEAŞ, dağıtım faaliyetleri TEDAŞ tarafından yürütülmüştür. Dünyada oluşan yeniden yapılanma çalışmalarına paralel olarak ülkemizde de üretim, iletim, ticaret faaliyetlerinin ayrılmasına karar verilmiş ve TEAŞ 1.10.2001 tarihinde üçe bölünerek üretimden Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ), iletimden Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ), elektrik ticaretinden Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş.(TETAŞ) sorumlu olmuştur.

2004 yılı elektrik enerjisi üretim-tüketim programı hazırlanırken tüketimin %7 artış ile 151,1 milyar kWh olacağı tahmin edilmiş, Temmuz ayında yapılan revize programda elektrik enerjisi tüketiminin %6,7 artış ile 150,6 milyar olacağı öngörülmüştü.

Elektrik enerjisi tüketimi %6,3 artış ile 150 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Tüketimi karşılamak için 104,5 milyar kWh termik, 46,1 milyar kWh hidroelektrik, 57,7 milyon kWh rüzgar kaynaklarından üretim yapılmıştır. Türkmenistan'dan (İran üzerinden) 463,5 milyon kWh elektrik enerjisi ithal edilmiş, Irak'a 765,6 milyon kWh, Nahçıvan'a 378,7 milyon kWh olmak üzere toplam 1144,3 milyon kWh elektrik enerjisi ihraç edilmiştir.

2004 yılı içinde 1876 MW gücünde yeni üretim birimlerinin işletmeye gireceği ve kurulu gücün 37.467,8 MW olacağı tahmin edilmişti. 2004 yılı içerisinde devreye giren üretim tesisleri ile, 2004 yılı için Türkiye'nin kurulu gücü 36.824 MW olmuştur. Bu kurulu gücün 24.159,6 MW'ı termik, 12.645,4 MW'ı hidrolik, 18,9 MW'ı rüzgar santrallerinden oluşmaktadır.

Aralık ayında 23.400 MW olarak tahmin edilen sistem ani puantı 15 Aralık günü saat 17:20 de bir önceki yıla göre %8,1 artış ile 23.485,3 MW olarak gerçekleşmiştir. Minimum saatlik puant 8.888 MW ile 15 Kasım ramazan bayramının ikinci günü, yaz puantı ise 21.511 MW ile 29 Temmuz günü gerçekleşmiştir. Maksimum günlük tüketim 16 Aralık 2004 tarihinde 469,4 milyon kWh olmuştur. Minimum tüketim günü 15 Kasım (Ramazan bayramının ikinci günü) 260,3 milyon kWh, yaz dönemi

maksimum tüketim 29 Temmuz günü 453,5 milyon kWh olarak gerçekleşmiştir.

2.1. Türkiye Toplam Enerji İhtiyacının İrdelenmesi

2004 yılında tüketime sunulan 151.161,8 milyon kWh elektrik enerjisinin 150.698,3 milyon kWh'ı Türkiye elektrik santrallerinin üretimi, 463,5 milyon kWh'ı yurt dışı alım ile karşılanmış, 1144,3 milyon kWh enerji yurt dışına satılmış ve Türkiye tüketimi 150.017,5 milyon kWh olmuştur.

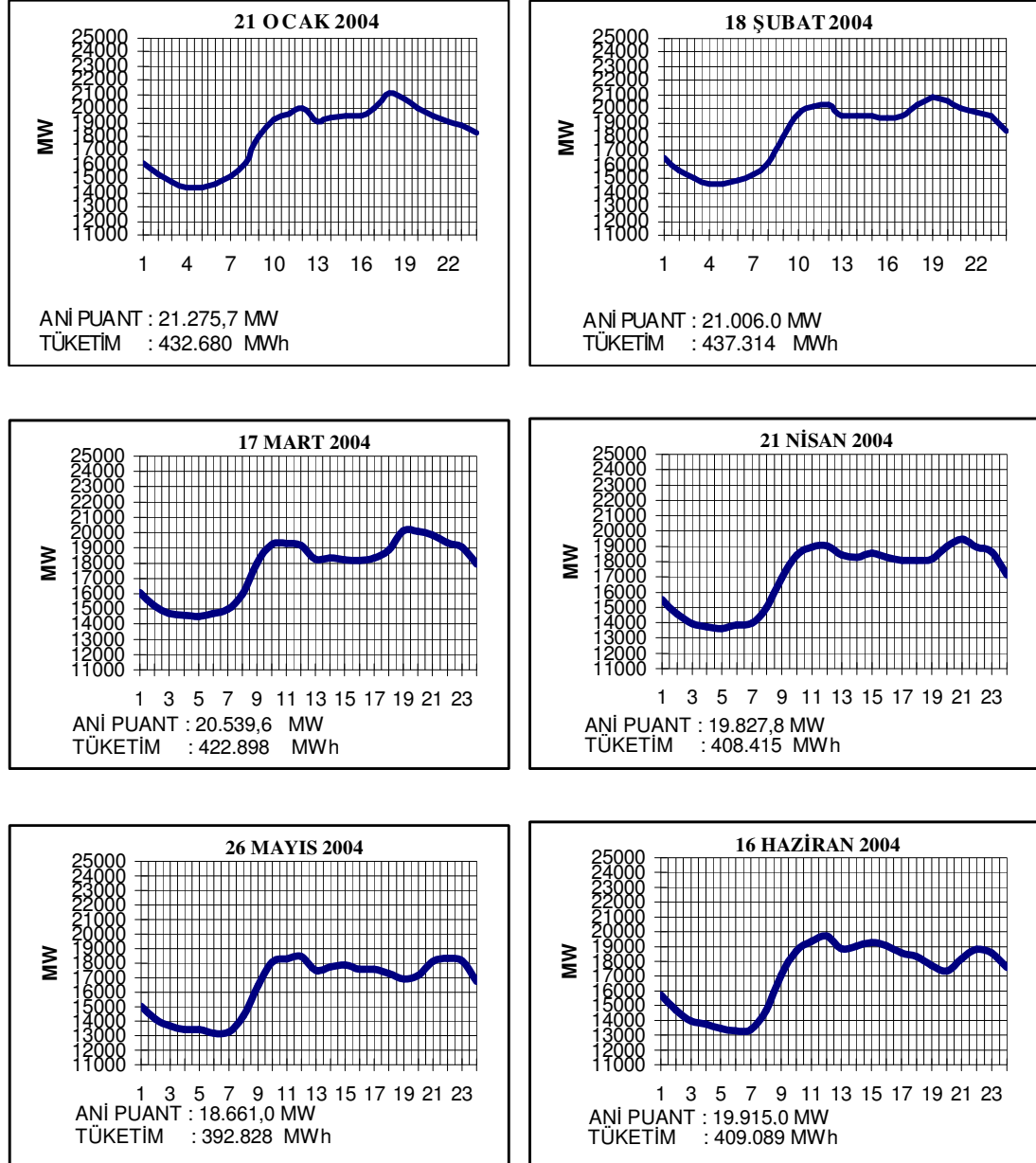
TEK'in kurulduğu 1970 yılından bu yana toplam elektrik enerjisi üretim, tüketim ve artışlar Tablo-1 de verilmiştir (5).

Çizelge 2.1. TEK'in kurulduğu 1970 yılından bu yana toplam elektrik enerjisi üretim, tüketim ve artışlar

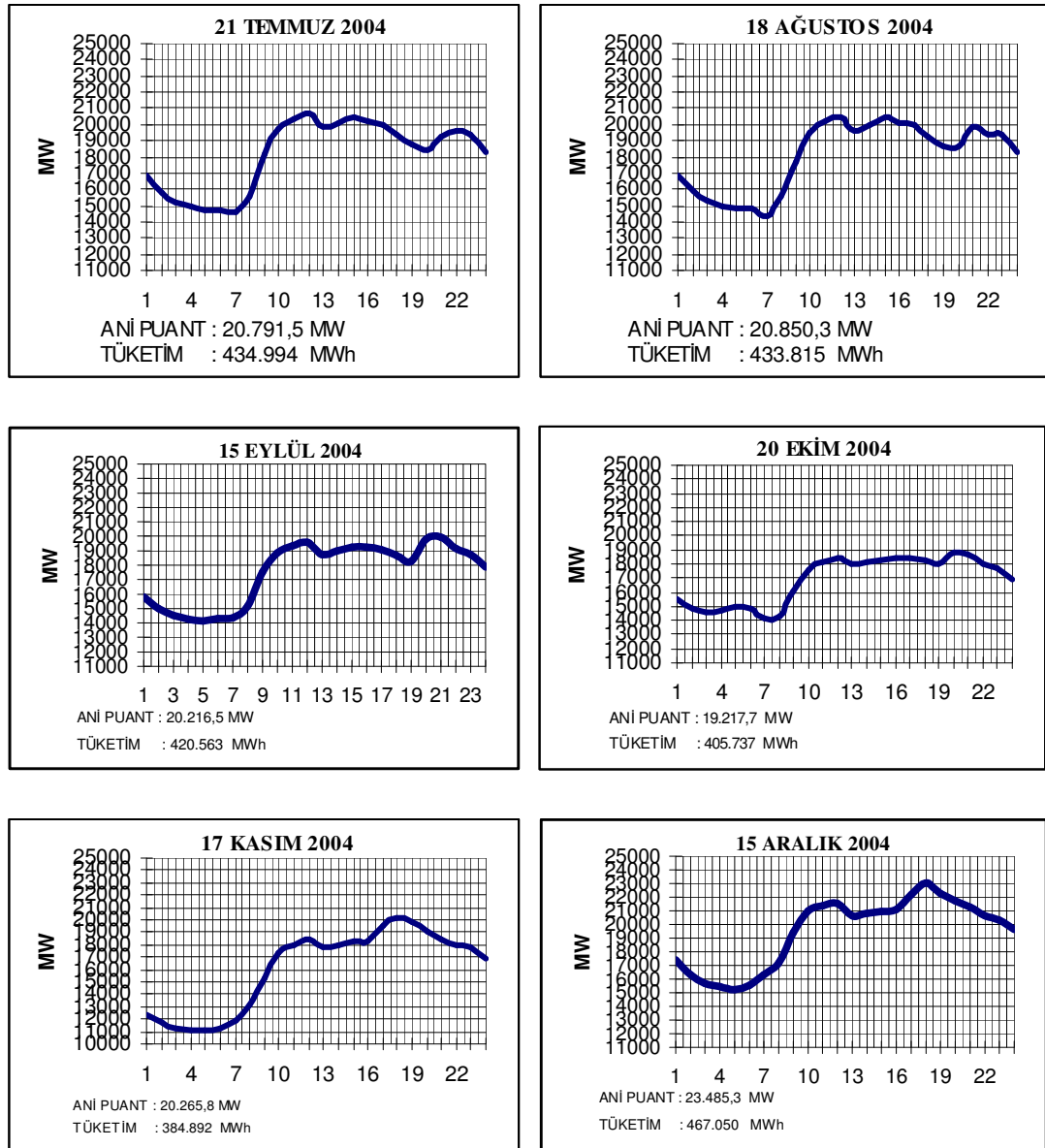
YILLAR	TERMİK ÜRETİM TWh	HİDROLİK ÜRETİM TWh	RÜZGAR ÜRETİM TWh	TÜRKİYE ÜRETİMİ TWh	ÜRETİM ARTIŞI (%)	DIŞ ALIM TWh	DIŞ SATIM TWh	TÜRKİYE TÜKETİMİ TWh	TÜKETİM ARTIŞI (%)
1970	5.590,2	3.032,8		8.623,0	10,0	0,0	0,0	8.623,0	10,0
1971	7.170,9	2.610,2		9.781,1	13,4	0,0	0,0	9.781,1	13,4
1972	8.037,7	3.204,2		11.241,9	14,9	0,0	0,0	11.241,9	14,9
1973	9.821,8	2.603,4		12.425,2	10,5	0,0	0,0	12.425,2	10,5
1974	10.121,2	3.355,8		13.477,0	8,5	0,0	0,0	13.477,0	8,5
1975	9.719,2	5.903,6		15.622,8	15,9	96,2	0,0	15.719,0	16,6
1976	9.908,0	8.374,8		18.282,8	17,0	332,2	0,0	18.615,0	18,4
1977	11.972,3	8.592,3		20.564,6	12,5	492,2	0,0	21.056,8	13,1
1978	12.391,3	9.334,8		21.726,1	5,6	621,0	0,0	22.347,1	6,1
1979	12.218,3	10.303,6		22.521,9	3,7	1.042,9	0,0	23.564,8	5,4
1980	11.927,2	11.348,2		23.275,4	3,3	1.341,1	0,0	24.616,5	4,5
1981	12.056,7	12.616,1		24.672,8	6,0	1.616,2	0,0	26.289,0	6,8
1982	12.384,8	14.166,7		26.551,5	7,6	1.773,4	0,0	28.324,9	7,7
1983	16.004,1	11.342,7		27.346,8	3,0	2.220,8	0,0	29.567,6	4,4
1984	17.187,2	13.426,3		30.613,5	11,9	2.653,0	0,0	33.266,5	12,5
1985	22.174,0	12.044,9		34.218,9	11,8	2.142,4	0,0	36.361,3	9,3
1986	27.822,2	11.872,6		39.694,8	16,0	776,6	0,0	40.471,4	11,3
1987	25.735,1	18.617,8		44.352,9	11,7	572,1	0,0	44.925,0	11,0
1988	19.099,2	28.949,6		48.048,8	8,3	381,2	0,0	48.430,0	7,8
1989	34.103,6	17.939,6		52.043,2	8,3	558,5	0,0	52.601,7	8,6
1990	34.395,3	23.147,7		57.543,0	10,6	175,5	906,8	56.811,7	8,0
1991	37.563,0	22.683,3		60.246,3	4,7	759,4	506,4	60.499,3	6,5
1992	40.774,2	26.568,0		67.342,2	11,8	188,8	314,2	67.216,8	11,1
1993	39.856,6	33.950,9		73.807,5	9,6	212,9	588,7	73.431,7	9,2
1994	47.735,9	30.585,8		78.321,7	6,1	31,4	570,1	77.783,0	5,9
1995	50.706,4	35.541,0		86.247,4	10,1	0,0	695,8	85.551,6	10,0
1996	54.386,4	40.475,2		94.861,6	10,0	270,1	343,1	94.788,6	10,8
1997	63.479,7	39.816,1		103.295,8	8,9	2.492,3	271,0	105.517,1	11,3
1998	68.787,9	42.229,0	5,5	111.022,4	7,5	3.298,5	298,2	114.022,7	8,1
1999	81.741,9	34.677,5	20,5	116.439,9	4,9	2.330,3	285,3	118.484,9	3,9
2000	94.014,2	30.878,5	33,4	124.926,1	7,3	3.791,3	437,3	128.280,0	8,3
2001	98.652,5	24.009,9	62,3	122.724,7	-1,8	4.579,4	432,8	126.871,3	-1,1
2002	95.667,8	33.683,6	48,1	129.399,5	5,4	3.588,2	435,1	132.552,7	4,5
2003	105.189,6	35.329,5	61,4	140.580,5	8,6	1.158,1	587,6	141.150,9	6,5
2004	104.556,9	46.083,7	57,7	150.698,3	7,2	463,5	1.144,3	150.017,5	6,3

Not: Jeotermal üretim termik üretim içindedir.

TEİAŞ'a ait verilerinden alınan Türkiye geneli için 12 aylık yük grafiği aşağıda görülmektedir.



Şekil 2.1. 2004 yılı ilk 6 aylık dönem içinde her ayın 3. Çarşamba gününe ait saatlik yük eğrileri



Şekil 2.2. 2004 yılı ikinci 6 aylık dönem içinde her ayın 3. Çarşamba gününe ait saatlik yük eğriler

2.2. 2004 Yılı Toplam Üretim İhtiyacının Programa Göre İrdelenmesi

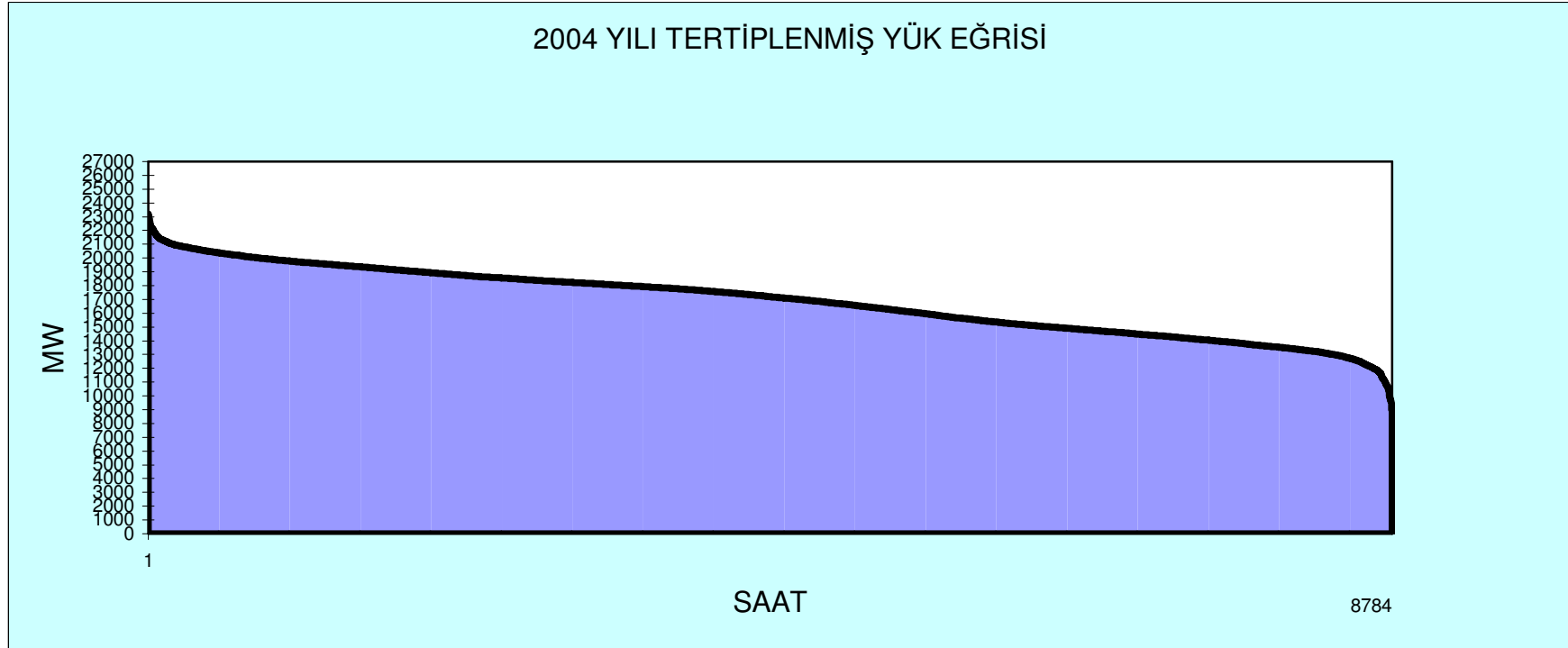
2004 yılı elektrik enerjisi üretim-tüketim programı hazırlanırken tüketimin %7 artış ile 151,1 milyar kWh olacağı tahmin edilmiş, Temmuz ayında yapılan revize programda elektrik enerjisi tüketiminin %6,7 artış ile 150,6 milyar olacağı öngörülmüştü.

Kuruluş bazında program ve gerçekleşme ile bir önceki yıla göre artış aşağıdaki tabloda verilmektedir (5).

Çizelge 2.2. Üretim ihtiyacının programa göre gerçekleşme durumu

KURULUŞLAR		2003 Üretim (Milyon kWh)	Programlanan 2004 Üretim (Milyon kWh)	Gerçekleşen 2004 Üretim (Milyon kWh)	Gerçekleşme (%)	Artış (%)
EÜAŞ SANTRALLARI	TERMİK	22.053,8	17.726,2	17.752,6	100,1	-19,5
	HİDROLİK	30.027,1	40.163,3	40.668,4	101,3	35,4
	JEO.	88,6	101,2	93,2	92,1	5,2
	TOPLAM	52.169,5	57.990,7	58.514,3	100,9	12,2
EÜAŞ'A BAĞLI ORT. SANT.	TERMİK	8.336,7	3.309,4	4.124,3	124,6	-50,5
ÖZELLEŞTİRME KAPSAM VE PROG. SANT.	TERMİK	2.590,7	5.684,6	5.378,6	94,6	107,6
	TERMİK	4.255,9	3.543,0	3.874,2	109,3	-9,0
İŞLETME HAKKI DEVİR SANT.	TERMİK	4.255,9	3.543,0	3.874,2	109,3	-9,0
	HİDROLİK	60,8	58,9	61,0	103,6	0,3
	TOPLAM	4.316,7	3.601,9	3.935,2	109,3	-8,8
MOBİL SANTRALLAR	TERMİK	2.557,9	1.295,5	1.288,1	99,4	-49,6
YAP İŞLET SANTRALLARI	TERMİK	31.219,7	40.622,3	36.645,5	90,2	17,4
YAP İŞLET DEVRET SANT.	TERMİK	11.369,2	8.121,4	10.737,4	132,2	-5,6
	HİDROLİK	2.623,9	3.760,3	3.589,8	95,5	36,8
	RÜZGAR	56,4	48,4	52,3	108,0	-7,4
	TOPLAM	14.049,5	11.930,1	14.379,5	120,5	2,3
ÇEAŞ+KEPEZ SANT.	HİDROLİK	2.021,1				
SERBEST ÜRETİM ŞİRKETLERİ	TERMİK	141,9	528,2	2.467,5	467,1	1639,0
	HİDROLİK	49,9	156,9	207,2	132,1	315,2
	TOPLAM	191,8	685,1	2.674,7	390,4	1294,4
OTOPRODÜKTÖR SANT.	TERMİK	22.575,2	25.038,1	22.195,6	88,6	-1,7
	HİDROLİK	546,7	1.747,3	1.557,2	89,1	184,8
	RÜZGAR	5,0	4,6	5,4	117,4	8,7
	TOPLAM	23.126,9	26.790,0	23.758,2	88,7	2,7
TÜRKİYE ÜRETİMİ	TERMİK	105.189,6	105.969,9	104.556,9	98,7	-0,6
	HİDROLİK	35.329,5	45.886,7	46.083,7	100,4	30,4
	RÜZGAR	61,4	53,0	57,7	108,8	-6,1
	TOPLAM	140.580,5	151.909,6	150.698,3	99,2	7,2
DIŞ ALIM		1.158,1	328,5	463,5	141,1	-60,0
TOPLAM TÜKETİME SUNULAN		141.738,5	152.238,1	151.161,8	99,3	6,6
DIŞ SATIM		587,6	1.140,3	1.144,3	100,4	94,8
TÜRKİYE TÜKETİM TOPLAMI		141.150,9	151.097,8	150.017,5	99,3	6,3

2004 yılı için TEİAŞ verilerinden alınan tertiplenmiş yük eğrisi grafiği şekil 2.3.'de görülmektedir.



Maksi. Ani Puant : 23.485,3 MW

Tarihi : 15.12.2004

Saati : 17.20

Yaz Dön.Max.Ani Puant : 21.958,8 MW

Tarihi : 29.07.2004

Saati : 11.50

Min. Saatlik Puant : 8.888 MWh

Tarihi : 15.11.2004

Saati : 05.00

Yaz Dön.Min .Saatlik Puant : 12.699 MWh

Tarihi : 05.07.2004

Saati : 06.00

(Ramazan Bayramı 2. günü)

Şekil 2.3. 2004 yılı tertiplenmiş yük eğrisi

3. YÜK TAHMİNİ

Yük tahminleri gelecekteki sermaye politikalarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte enerji tahminlerine, gelecekteki yakıt ihtiyacının belirlenmesinde de ihtiyaç duyulmaktadır. Özet olarak iyi bir tahmin gelecekteki trendlere yön verecek, bütün planlamalarda anahtar teşkil edecek ve ekonomik başarılarında rol oynayacaktır.

Elektrik enerji sistemlerinin genişleme planlamasının ilk adımı, gelecekte beklenen yük gereksiniminin tahminidir. Tahminin doğruluğu herhangi bir elektrik sisteminde sistem ilavelerini belirleyici etken olduğu için can alıcı bir noktayı oluşturur. Tahminin doğruluğu, büyük oranda tahmini yapan kişinin metoduna bağlıdır. Bununla birlikte çok iyi bir yöntem bile gelecekteki talepleri çoğu kez tam anlamıyla vurgulayamamaktadır (3). Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, regresyon analizi ve zaman serileri gibi geleneksel yöntemlerden; uzman sistemler, bulanık mantık, yapay sinir ağı gibi akıllı sistem örneklerine kadar çok farklı yöntemler uygulanmış ve denenmiştir (2).

Yük talebi; güç, enerji kullanımının zamana göre değişimidir. Tahmin terimi yeterli sayısal ayrıntılarla gelecekteki yükleri tanımlayan sistematik bir yöntem ile belirlenen, planlanmış yük gereksinimlerini gösterir. Yük tahmini üzerindeki etkenler şunlardır:

- a) Nüfus artışı,
- b) Yük yoğunluğu,
- c) Alternatif enerji kaynakları,
- d) Toplumsal gelişme planı,
- e) Geçmişteki veriler,
- f) Coğrafik faktörler,
- g) Endüstriyel planlar,

- h) Şehir planları,
- i) Arazi kullanımı,

Gerektiğinden çok düşük yük tahminleri üzerine kurulan planlama sistem güvenilirliğinin azalmasına, tüketiciye sunulan enerji arzında kısıtlamalara neden olacaktır. Çok yüksek bir tahmin ise tam kapasiteyle hizmet vermeyen, yani düşük kapasite faktörüyle çalışan bir sisteme ve bu sisteme yapılan büyük yatırımlar yüzünden önemli mali sorunların ortaya çıkmasına neden olabilir.

3.1. Yüklerin Özellikleri ve Sınıflandırılması

Yüklerin sınıflandırılmasının yapılması için tüketici gruplarının özelliklerinin göz önüne alınması gerekir. Yükler:

- 1-) Mesken,
- 2-) Ticarethane ve sanayi,
- 3-) Diğerleri

olmak üzere sınıflandırılırlar.

Mesken tipi tüketiciler enerjiyi evdeki ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanırlar. Müstakil bina ve apartmanlar bu gruba girmektedir. Ticarethaneler ise tüccar, esnaf, doktor, avukat, mühendis ve benzeri meslek sahiplerinin iş görmek için kullandığı yerler ile özel okul dersane, yurt, otel ve benzeri yerlerdir. Sanayi tipi tüketiciler fabrikalar, büyük atölyeler gibi endüstriyel amaçlı kurulmuş işletmelerdir. Diğer tüketiciler grubunda ise resmi daireler, genel aydınlatma, hayır kurumları ve bunun gibi kuruluşlar bulunmaktadır.

3.2. Yük Tahmin Yaklaşımları

Gelecekteki yük taleplerinin belirlenmesinde kullanılacak tahmin tekniğinin seçimi önemli bir noktayı teşkil etmektedir. Yük değişimlerinin yapısına bağlı olarak bir metot diğerine göre üstünlük gösterebilir. Özel bir yöntemi seçmeden önce, yükün davranışını incelemek gerekmektedir. Yükün davranışına göre uygun bir eğri seçilmesi mi, ya da stokastik bir modelin mi uygun olduğu anlaşılabilir. Bütün elektrik şebekeleri birbirinden farklı özellikler gösterdiğinden mevcut sistemin yapısı da incelenmelidir. İncelenen sisteme göre en uygun tekniği seçmek için çeşitli sistemlerin avantaj ve dezavantajlarının bilinmesi gerekir.

3.3. Tahmin Metotları

Temelde ekstrapolasyon ve korelasyon olmak üzere iki tahmin metodu vardır. Ekstrapolasyon, geçmiş verilerin ve bu verileri etkileyen güçlerin geçmişte olduğu gibi gelecekte de aynı oranda artacağı varsayılarak yapılan tahmindir. Pek çok ekstrapolasyon yöntemi vardır. Bunların bazıları matematiksel büyüme eğrilerinin yorumlanmasından oluşur. Bazıları ise geçmiş yıllardaki büyüme ortalamalarının, ileri yıllar için kullanılmasıdır.

Korelasyon, yüklerin diğer faktörlere bağlanmasıyla gerçekleşen tahmindir. Örneğin hava şartları veya ekonomik durum. Korelasyonun en önemli avantajı büyümeyi etkileyebilen faktörleri önemlerine göre değerlendirmesidir. Örneğin hava koşulları ve yük arasındaki ilişkinin rakamlandırılmasıdır. Korelasyon metodu aynı zamanda tahminlerin gerçek değerlerden sapması durumunda sebebin belirlenmesinde yardımcıdır.

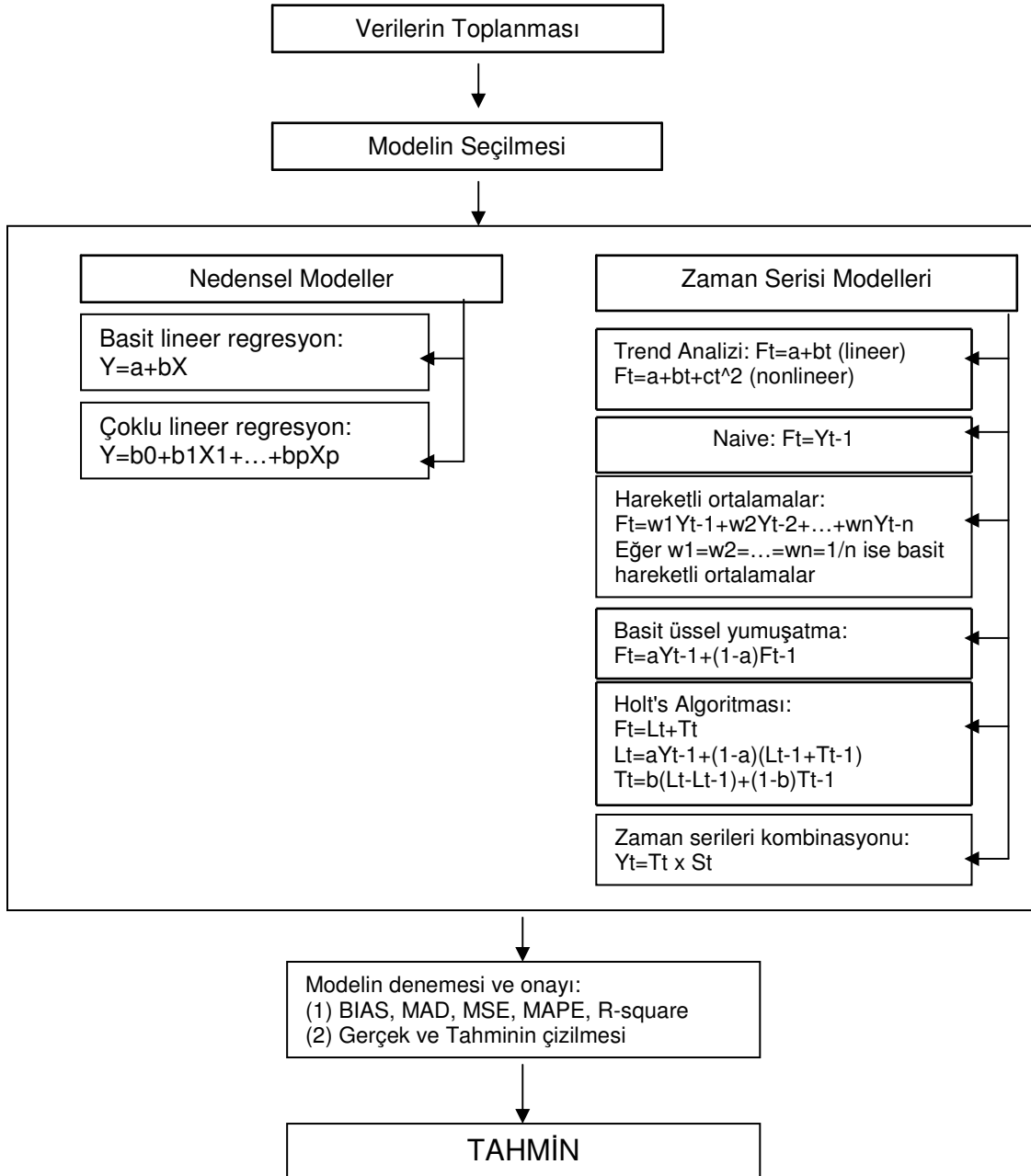
Günümüzde yük tahmini için en çok kullanılan yöntemleri şöyle sıralayabiliriz:

- İstatistiksel metotlar,
- Yapay sinir ağları,
- Bulanık mantık,
- Evrimsel programlama,

- Uzman sistemler,
- Yukarıdaki metotların birleşimleri.

3.3.1. İstatistiksel metotlar

İstatistiksel metotlar için tahmin algoritması, aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 3.1. Geleneksel tahmin mekanizmaları

İstatistiksel zaman serisi modellerinin başlıca avantajlarını şöyle sıralayabiliriz:

- Modellerin teorileri genel olarak çok iyi bilindiği için tahminin nasıl yapıldığı kolay bir şekilde anlaşılmaktadır.
- Model parametrelerin hesaplanması kolaydır.
- Modellerin tanımlanması daha kolaydır.
- Daha önceden kurulmuş modeller sınaama amaçlı kullanılabilir.

Bütün bunların yanında bu tür modellerin en büyük problemleri uyum sorunudur. Gerçek hayatta yük davranışları oldukça çabuk değişmektedir ve yükü etkileyen faktörler teorik olarak sonsuz sayılabilir. İstatistiksel metotlar bu değişime tepki vermede oldukça yavaşlardır. Diğer önemli bir problem ise anormal yük davranışlarının işleme tarzıdır. Eğer yük belirli bir günde anormal bir davranış gösterirse, bu normal koşullardan sapma olayı gelecekteki tahminlere de yansımaktadır (6).

İstatistiksel metotlar şu şekilde sıralanabilir;

- 1- Zaman serisi analizi,
- 2- Son kullanım metodu,
- 3- Ortalama artış yüzdeleri ile tahmin,
- 4- Ekonometrik metotlar,
- 5- Gayri safi milli hasılaya (GSMH) dayalı yapılan tahmin,
- 6- Yüzeysel yük tahmini.

Zaman serisi analizi

Zaman serisi yaklaşımında elektrik tüketimi ekstrapolasyon teknikleri kullanılarak tahmin edilmektedir. Ekstrapolasyon işlemi gerçekleştirilirken büyüme trendini yansıtmak için tarihsel veriler düzenlenerek bunlar için en uygun olan fonksiyon elde edilmeye çalışılır.

Son kullanım metodu

Bu metot ile mal ve hizmetlerin işletilmesi için gerekli enerji tüketimi detaylı hedeflere bölünmektedir. Bu hedefler için bulunan tüketim miktarları toplanarak toplam tahmin elde edilmektedir. Örneğin ev ısıtma amacıyla talep edilen enerji, elektrikli ev ısıtıcılarının sayısı ve bunların ortalama yıllık tüketim miktarları çarpılarak tahmin edilir. Mesken sahiplerinin diğer amaçlar için talep ettikleri enerji miktarı da benzer şekilde tahmin edilmekte ve bunların toplamı alınarak mesken sahiplerinin toplam enerji talep miktarı ortaya çıkarılmaktadır.

Bu yöntemde kullanılacak verilerin çok detaylı olması gerekmektedir. Bütün elektrikli ev aletlerinin sayılarının bilinmesi ve bunların ortalama enerji tüketimleriyle ilgili verilerin toplanması çok zor olacağından bu yöntem kullanışlı değildir.

Ortalama artış yüzdeleri ile yapılan tahmin

Bu yöntemde geçmiş yıllardaki tüketilen enerji değerindeki yıllık artış oranlarının ortalamaları bulunarak ileriye yönelik tahminler yapılır. Geçmiş yıllardaki ortalama enerji artışının gelecekte de aynı olacağı varsayımından yola çıkılmaktadır.

Gelecekteki enerji tüketiminin belirlenmesi için şu formül

kullanılır: $E(t) = E_0(1 + \epsilon)^t$ { $E(t)$: t yıl sonraki enerji tüketimi,

E_0 : en son yıldaki enerji tüketimi,

ϵ : ortalama yıllık artış yüzdesi }

Çok basit olan bu yöntem, genelde doğru sonuçlar vermektedir.

Ekonometrik metotlar

Ekonometrik metotlar değişkenler arasında bağlantı kurarak, bunlardan matematiksel bir fonksiyon elde edilmesini sağlar. Özellikle regresyon analizi bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında bağlantı kurarak bunların oluşturduğu fonksiyonun bulunmasına yardımcı olur.

Elektrik enerjisi talebi sadece zamanın bir fonksiyonu olmayıp; ekonomik ve sosyal değişimlerden, teknolojik gelişmelerden ve çevre şartlarından da etkilenmektedir. Bunların yanında sanayi sektörünün daha fazla enerji tüketir hale gelmesi, hayat standardının yükselmesine bağlı olarak daha modern elektrikli cihazların fazlaşması da enerji talebinin artmasına neden olmaktadır.

Bahsedilen değişkenler ile enerji talebi arasındaki ilişkiyi açıklamak için regresyon analizinden yararlanılır.

Regresyon analizi

Regresyon analizi bir tahmin işlemidir. Parametreler tahmin edildikten sonra açıklayıcı değişkenlerin istenen değerlerine karşı bağımlı değişkenin alacağı değerin tahmini yapılabilir (7).

Regresyon analizinde x_i bağımsız değişkenleri ile y_i bağımlı değişkenleri arasındaki ilişki matematiksel bir fonksiyon olarak ifade edilir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki dağılım diyagramının çizilmesiyle iki değişken arasında bir bağlantının kurulup kurulamayacağına, eğer kuruluyorsa nasıl bir fonksiyonun ele alınacağına karar verilir.

N tane x serbest değişkeninin ($x_1, x_2, \dots, x_n$) değerlerine karşılık gelen n tane y değişkeninin ($y_1, y_2, \dots, y_n$) olduğunu varsayalım. Bu durum dağılım diyagramında n adet nokta belirtir.

Noktaların genel durumuna göre değişkenler arasındaki ilişki doğruyla gösterilebiliyorsa doğrusal regresyon göz önüne alınır. Noktalar arasından geçen doğrunun denklemi $y=f(x)=a+bx$ dir. Doğrunun her x_i değerine karşılık gelen nokta $f(x_i)$ dir. Böylece her gerçek y_i değerine doğru üzerinde bir $f(x_i)$ teorik değeri karşılık gelecektir.

Noktalar arasından geçirilen doğrunun iki değişken arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde temsil etmesi için a ve b katsayılarının, n nokta için gerçek ve teorik koordinatlarının

aralarındaki farkların karelerinin toplamı minimum olacak şekilde seçilmesi gerekmektedir.

$Q = \sum [y(i) - f(x_i)]^2$ minimum olmalıdır.

Bunu gerçekleştirmek için $Q = \sum [y(i) - (a + bx)]^2$ fonksiyonun a ve b' ye göre kısmi türevleri

alınıp sıfıra eşitlenir.

$$dQ/da - 2\sum [y_i - (a + bx_i)] = 0$$

$dQ/db = -2\sum x_i(y_i - a - bx_i) = 0$ olur. Denklemler düzenlendiğinde;

$$na + \sum b x_i = \sum y_i$$

$$a \sum x_i + \sum b x_i^2 = \sum x_i y_i$$

$y'' = \sum y_i / n$ ve $x'' = \sum x_i / n$ olmak üzere (n=toplam gözlem sayısı)

$$a = y'' - b x''$$

$$b = (\sum x_i y_i - y'' \sum x_i) / (\sum x_i^2 - x''^2 \sum x_i)$$
 bulunur.

Eğer regresyon denklemi üstel bir ifade ise yani iki değişken arasındaki ilişki üstel bir fonksiyon ise $y = a.b.exp(x)$ olarak yazılabilir.

Bu denklemin logaritması alınırsa $\log y = \log a + x \log b$ olur. $Y = \log y$, $A = \log a$, $B = \log b$ olarak ifade edilirse, $Y = A + Bx$ doğru denklemi elde edilir. Doğrusal regresyondaki özellikler burada da geçerlidir.

Noktaların genel durumuna göre değişkenler arası ilişki parabol ile gösteriliyorsa;

$$f(x) = a + bx + cx^2$$

$Q = \sum [y_i - f(x_i)]^2 = \sum [y_i - (a + bx_i + cx_i^2)]^2$ minimum olmalı.

Q'nun a, b ve c' ye göre kısmi türevleri alınıp sıfıra eşitlenirse

$$dQ/da = -2\sum (y_i - a - bx_i - cx_i^2) = 0$$

$$dQ/db = -2\sum x_i (y_i - a - bx_i - cx_i^2) = 0$$

$$dQ/dc = -2\sum x_i^2 (y_i - a - bx_i - cx_i^2) = 0$$
 bulunur.

Denklemler düzenlenirse:

$$na + \sum b x_i + c \sum x_i^2 = \sum y_i,$$

$$a \sum x_i + \sum b x_i^2 + c \sum x_i^3 = \sum x_i y_i$$

$$a \sum x_i^2 + \sum b x_i^3 + c \sum x_i^4 = \sum x_i^2 y_i$$

bulunur.

Üç denklemin çözülmesi ile a, b, c katsayıları bulunur.

Eğer değişken sayısı birden fazla ise yani elektrik enerjisi talep artışına birden fazla etken etki ediyorsa, çoklu regresyon analizi yapılır. Bu durumda fonksiyon şu şekli alır;

$$y_i = f(x_i) = a_0 + a_1 x_{i1} + a_2 x_{i2} + \dots + a_n x_{ni}$$

Burada y_i bağımlı değişken, $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$ bağımsız değişkenlerdir. Model, matris olarak;

$[Y] = [X] [A]$ şeklinde ifade edilir.

Basit doğrusal regresyon modeli için bir başka yaklaşım ise;

$$Y = \alpha + \beta x + e_i$$

biçimindedir. Burada;

x_i = Açıklayıcı değişken,

y_i = Bağımlı ya da açıklanan değişken,

e_i = Hata terimidir.

Doğrusal modelde α ve β bilinmeyen, ancak tahmin edilmek istenen parametrelerdir. α ve β yı;

$$\sum_{i=1}^n \hat{e}_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min$$

olacak biçimde tahmin edersek “en küçük kareler yöntemi” uygulamış oluruz.

α ve β , I ve II nolu normal denklemleri,

$S = \sum (y_i - \alpha - \beta x_i)^2 \rightarrow \min$ minimumluk koşulundan yararlanarak elde edilebilir. Bilindiği gibi, normal denklemler, trend parametre tahmininden de elde edildiği gibi,

$$\sum y_i = \alpha n - \beta \sum x_i \quad (1)$$

$$\sum x_i y_i = \alpha \sum x_i + \beta \sum x_i^2 \quad (2)$$

idi. (1) de her iki taraf n 'ye bölünürse $y = \alpha + \beta x$ ve

$$\alpha = y - \beta x \quad (3)$$

(3), (2) de yerine konursa;

$$\sum x_i y_i = (y - \beta x) \sum x_i + \beta \sum x_i^2$$

$$\sum x_i y_i = y \sum x_i - \beta x \sum x_i + \beta \sum x_i^2$$

β yalnız bırakılır ve gerekli düzeltmeler yapılırsa $\sum x_i = nx$ eşitliği dikkate alınarak;

$$\beta = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum x_i^2 - n \bar{x}^2} \quad (4)$$

ya da eşiti olan;

$$\beta = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{elde edilir.} \quad (5)$$

(5) eşitliği açıldığında (4)'e kolayca ulaşılır (7).

Regresyondaki tahmin hataları ve korelasyon

Regresyon denklemleri bize bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki gerçek ilişkiyi değil, noktaların dağılımına göre teorik ortalama bir ilişkiyi gösterir. Bu yüzden gerçek değer olan bir x değerine karşılık tahmin edilen f(x) değeri regresyon fonksiyonunun üzerinde olacaktır. Ancak pratikte gerçekleşen değerler regresyon fonksiyonunun civarında dağılmışlardır. Bu yüzden bulunan tahmin değerlerinde hatalar meydana gelecektir. Hata payının küçülmesi, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin kuvvetlilik derecesine bağlıdır. Bu ilişki ne kadar kuvvetli ise, regresyon analizi ile bulunacak tahmin değerindeki hata o oranda azalacaktır. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini ve önemini inceleyen teknik, korelasyon tekniğidir.

Tahminin standart hatası

Regresyon analizindeki tahmin hataları gözlemler sonucu elde edilen gerçek değerler ile, regresyon sonucu hesaplanan teorik değerler arasındaki sapmalardır. Hatayı sıfırlamak için gerçek değerler ile teorik değerler arasındaki farkların toplamının sıfır olması gerekmektedir. Bununla birlikte; gerçek ve teorik değerler arasındaki farkın karelerinin toplamı da minimum olmalıdır.

Standart sapma ve korelasyon katsayısı

Standart hata gerçek dağılım değerlerinin regresyon doğrusundan sapmalarının bir ölçüsüdür. Gerçek dağılım değerlerinin aritmetik ortalamalarından sapma değerleri de standart sapmayı verir.

(x_i, y_i) gerçek değerler (x_i'', y_i'') aritmetik ortalama değerleri olmak üzere:

$$\sigma_y = [\Sigma(y_i - y_i'')^2 / n]^{1/2}$$

$$\sigma_x = [\Sigma(x_i - x_i'')^2 / n]^{1/2}$$

x ve y için standart sapma değerleri bulunur.

Standart hatanın karesinin standart sapmanın karesine oranı, belirsizlik katsayısı olarak tanımlanır.

y bağımlı değişkeninde belirli ve belirsiz nedenlerden meydana gelen değişmelerin toplamı 1 olacağından, bundan belirsizlik katsayısı çıkarılırsa belirlilik katsayısı elde edilir. Bu da belirli x değişkenine bağlı olan değişmelerin oranını gösterir.

$1 - S^2 / \sigma^2$ (S: standart sapma)

$$r_y^2 = 1 - S_y^2 / \sigma_y^2 = 1 - [\Sigma(y_i - y_i')^2] / [\Sigma(y_i - y_i'')^2]$$

$$r_x^2 = 1 - S_x^2 / \sigma_x^2 = 1 - [\Sigma(x_i - x_i')^2] / [\Sigma(x_i - x_i'')^2]$$

(x_i', y_i' : regresyon analizi sonucu hesaplanan teorik değerler)

Katsayı ne kadar büyükse, ilişki o kadar güçlüdür. Belirlilik katsayısının karekökü de korelasyon katsayısını verir. x' in belli değerlerine karşılık y değerleri tayin ediliyorsa korelasyon katsayısı, sadece y değerlerinin gerçek değerleri ile tahmin edilen değerleri arasındaki ilişkinin gücünü ölçer.

$$r = \pm (1 - S_y^2 / \sigma_y^2)^{1/2} = \pm \{ 1 - [\Sigma(y_i - y_i')^2] / [\Sigma(y_i - y_i'')^2] \}^{1/2}$$

ile gösterilen korelasyon katsayısına Pearson Korelasyon Katsayısı denilmektedir.

$r > 0$ ise x ile y değişkeni arasında pozitif bir korelasyon vardır. $r = 1$ olduğunda değişkenler arasında tam ve pozitif korelasyon bulunur. y' nin verilen değerleri regresyon denkleminde göre bulunan değerlere tamamen uyar. x arttırıldıkça y de artar. $r < 0$ ise değişkenler arasında negatif korelasyon vardır. x ile y ters orantılı olarak değişir.

x ile y arasında çift yönlü ilişki varsa, yani x de y'ye göre değişim gösteriyorsa

$(x = \sigma + \beta y)$ korelasyon katsayısı:

$$r = \frac{\sum (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\{[\sum (y_i - \bar{y})^2][\sum (x_i - \bar{x})^2]\}^{1/2}}$$

Bir ilişkinin kuvvetli olması için $r^2 = 0.50$, $r = \pm 0.71$ olmalıdır.

Gayri safi milli hasılaya dayalı yapılan tahmin

Türkiye'de uzun dönemli tahminler yapılırken kullanılan yöntemlerden biri de GSMH büyüme hızıyla elektrik büyüme hızı arasındaki ilişkiyi bir katsayı ile belirlemek ve kalkınma planı ile hedeflenen büyüme hızlarına göre elektrik enerjisi tahminini, bulunan bu katsayıya göre hesaplamaktır.

Bu yöntemde belli bir döneme ait, GSMH'nin ortalama büyüme hızı ile elektrik tüketiminin ortalama büyüme hızı bulunur. Bu iki büyüme hızının oranı, milli gelir ile elektrik enerjisi tüketimi arasındaki ilişkiyi gösteren katsayıdır. Bu yöntemde zaman serisi analizinde olduğu gibi ekonomik ve siyasi açıdan istikrara sahip olan ülkelerde geçerli olabilir.

Yüzeysel yük tahmini

Bu yöntemde önemli olan iki unsur yük tahmini ve büyüme karakteristiğidir. Belirtilen unsurlara ulaşmak için yerleşim alanı aşağıdaki şekilde tüketici sınıflarına ayrılmıştır:

1-) Yerleşim yeri;

a-) Kırsal yerleşim yerleri,

b-) Tek katlı müstakil evler.

2-) Apartmanlar, dubleks evler, villalar,

3-) Ticarethaneler,

4-) Ofisler,

- 5-) Yüksek binalar : plazalar, gökdelenler,
- 6-) Küçük iş yerleri ve küçük ölçekli fabrikalar,
- 7-) Depolar,
- 8-) Ağır sanayi: büyük ölçekli fabrikalar,
- 9-) Resmi daireler.

Küçük ve orta ölçekli yerleşim yerlerinde, yük tahmini için kullanılan sınıflandırma yöntemlerini ise şöyle sıralayabiliriz.

- 1- Yer renklendirme yöntemi,
- 2- Arazi kullanım yöntemi,

Yer renklendirme yöntemi: Bu yöntemde, ilk olarak her bir tüketici sınıfının yerleşim yerleri belirlenir ve bunun için ele alınan bölge küçük eşit parçalara bölünerek tüketici gruplarına karşı düşen alan hesaplanır. Ayrıca incelenen bölgenin ölçekli bir haritası (otoyolları, demir yollarını, yerleşim yerlerinin ve bölgenin elektrik iletim-dağıtım sistemini içeren harita) kullanılır.

Bu tip çalışmalarda sonuca ulaşmak için genel olarak aşağıdaki kaynaklardan faydalanılır:

- 1- Yük tahmini yapanın yargısı,
- 2- İncelenen bölgenin uzaydan çekilmiş fotoğrafı,
- 3- Yerleşim yerinin imar iskan planı.

Yukarıda verilenlerden en önemlisi eldeki verilerin seçilen yer için mevcut olup olmadığının tespiti. Her bir tüketici grubunun yerinde tespiti yapılarak bulunduğu yer, eşit parçalara bölünmüş olan haritaya işaretlenir. Bunun sonucunda tüketici gruplarının ölçekli haritada kapladığı alan bulunur.

İkinci adım olarak, tüketici gruplarının alan başına düşen tepe yük değeri (kVA) hesaplanır. Bunun için abone sayısı başına düşen tepe yük değeri hesaplanır ve her bir

tüketici grubunun kapladığı alana bölünerek, alan başına düşen tepe yük değeri bulunur. Bulunan değerler gelecek yük tahmininde kullanılır.

Yer renklendirme yöntemi basit gibi görünse de, hataları en aza indirgeyen bir uygulamadır. Bu yöntem küçük ve orta ölçekli yerleşim yerlerine uygulandığında genellikle çok iyi sonuç vermektedir.

Arazi kullanım yöntemi: Arazi kullanım yöntemi birçok uygulama içerir. Bu yöntemle geçmiş yük dağılım bilgilerinin regresyon analiziyle karşılaştırması yapılır. Geçerli olan coğrafik sistemdir. Bu yöntem ile veri tabanı oluşturmada mükemmel bir yük tahmini sağlanmaktadır. Güncelleştirilmiş coğrafik verileri toplamak için harcanacak binlerce saati tasarruf eder. Sonuçta diğer yöntemlere göre daha kullanışlıdır ve daha yaklaşık sonuçlar verir.

Yer renklendirme ve arazi kullanım yöntemleriyle hem tüketici grubundaki yıllık artış değerlerinden, hem de yeni yerleşim yerlerinin artış değerlerinden yararlanılarak tepe değerleri tahmin edilir.

3.3.2. Yapay sinir ağları

İnsan beyni bilinen en gizemli ve karmaşık hesaplayıcıdır. Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin işleyişini taklit ederek yeni sistem oluşturulmaya çalışılan yaklaşımlardır. İstisnasız tüm YSA yapılarının esin kaynağı biyolojik sinir ağlarının işleyiş yöntemidir. Beynin işleyiş kuralları bir çok YSA modelinin geliştirilmesinde kullanılmıştır. Pek çok araştırmacı beyin fonksiyonlarını taklit edebilen YSA modelleri üzerinde çalışmıştır. YSA'nın öğrenme özelliği bu yaklaşımın cazibesini arttırmıştır.

YSA mühendislik alanında; imalat sanayinde, askeri proje uygulamalarında, endüstriyel ürün tasarımında, bilgi yönetiminde, tıp alanında; tıbbi görüntü işlemede, tıbbi tanı koymada, organ morfasyonlarının belirlenmesinde, biomedikal uygulamalarda (ses geliştirme uygulamalarında, biomedikal ürün yönetiminde, protez tasarımında), tarımsal alanda; toplam ürün rekoltesinin tahmininde, hayvancılık

alanında; hayvan davranış modellerinin oluşturulmasında, askeri alanda; uzay ve havacılık sanayinde, yüzey modellemede kullanılmıştır (8).

YSA, bir sisteme ilişkin tek veya çoklu parametrelere bağlı olarak tanımlanan giriş verileri ile sistemin yine tek veya çoklu parametrelere bağlı olarak tanımlanabilen çıkışları arasında ilişki kurabilme yeteneğine sahiptir. Bu ilişkinin doğrusal bir formda olması zorunlu değildir. YSA'lar, çıkış değerleri bilinmeyen tanımlanmış sistem girişlerine uygun çıkışlarda üretebilirler (8).

YSA doğrusal değildir. Doğrusal modeller, önemli detayları anlayabildikleri ve açıklayabildikleri takdirde avantajlı olabilirler. Ancak ilgilenilen problemin temelindeki ilişki doğrusal olmadığı durumlarda doğrusal modeller uygun değildir.

YSA, girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki herhangi bir ön bilgiye ihtiyaç duymadan, herhangi bir varsayımda bulunmadan, doğrusal olmayan modellemeyi sağlayabilmektedir. Ağa girdi bilgileri ve bu girdilere karşılık gelen çıktı bilgileri verilmekte ve ağın girdi-çıkı arasındaki ilişkiyi öğrenmesi sağlanmakta, böylece ağı eğitimi gerçekleştirilmektedir. Öğreticili öğrenme olarak adlandırılan bu yöntem genelde tercih edilen bir yöntemdir (1).

YSA üzerine yapılan ilk çalışmalar daha öncelere dayansa da, 1943 yılında McCulloch ve Pitts tarafından yayımlanan "Sinir Aktivitesindeki Düşüncelere Ait Bir Mantıksal Hesap" konulu makale ile başlamıştır (8). Söz konusu çalışma sayısal bilgisayarların geliştirilmesi konusunda Van Neumann'a esin kaynağı olmuştur. Widrow basit nöron benzeri elemanlardan oluşan ve Adaline (Adaptive: Adaptive Linear Network) olarak adlandırılan adaptif lineer bir eleman geliştirmiştir. Adaline ve bundan türetilen iki tabakalı Madaline (Madaline: Multiple Adline) hava tahmini, ses tanıma, karakter tanıma ve kontrol gibi çeşitli uygulamalarda kullanılmıştır. Widrow tarafından gerçekleştirilen ses sinyallerinden gürültülerin ayıklama uygulaması YSA'ların gerçek bir problemin çözümünde ilk kullanımı olmuştur (8).

YSA'nın mühendislik uygulamaları

YSA uygulamaları temel olarak tahmin, sınıflandırma, veri yorumlama, veri filtreleme ve veri ilişkilendirme olmak üzere 5 sınıfa ayrıştırılabilir. Bunlar:

- Tahmin (prediction): Uygulanan giriş değerlerinden bazı çıkış değerleri bulunmaya çalışılır. Elektrik yük tahmini, hava durumu tahmini, kanser riskini belirleme buna örnek olarak verilebilir.
- Sınıflandırma (classification): Giriş değerleri kullanılarak sınıflandırma yapılır. Arıza sınıflandırma, karakter tanıma, hastalık teşhis etme bunlara örnek olarak verilebilir.
- Veri ilişkilendirme (data association): Bu sınıflandırmaya benzer bir yaklaşım gibi görünse de, buna ilave olarak hatalı olan verileri tanımlar. Örnek olarak taranan bir dökümandaki karakterleri algılamanın yanında tarayıcının düzgün olarak çalışmadığını da algılayabilir.
- Veri yorumlama (data conceptualization): Giriş verisindeki gruplar arasındaki ilişkileri analiz etme işlemidir. Bir veri tabanındaki birbirine benzeyen verileri gruplandırma buna örnek olarak verilebilir.
- Veri filtreleme (data filtering): Giriş sinyalleri içerisindeki uygun olmayan verilerin ayıklanmasını sağlar. Bir telefon sinyali içerisinde bulunan gürültüyü ayıklama, bir resim üzerindeki istenilmeyen parazitleri temizleme buna örnek olarak verilebilir (8).

3.3.3. Bulanık mantık

Endüstriyel bir süreç denetiminden; sistemin güvenliği ve kararlılığını sağlaması, kolay, anlaşılır, tamir edilebilir ve değiştirilebilir olması, sistemin performansını istenen seviyeye çıkarması, yatırım ve işletme açısından ucuz olması istenir. Bu koşulların gerçekleştirilmesi için denetlenecek sistemin yapısının ve dinamik özelliklerinin çok iyi bilinip matematiksel modellemesi gerekir. Bazı sistemlerin matematiksel modellemesi mümkün olmayabilir. Sistemin değişkenleri matematiksel modelleme yapılabilecek

kadar kesin olarak bilinmeyebilir veya bu değişkenler zaman içinde değişiklik gösterebilir (9).

Bazı sistemlerde modelleme doğru şekilde yapılsa bile elde edilen modelin denetleyici tasarımında kullanımı karmaşık problemlere ve oldukça yüksek maliyete neden olabilir. Bu nedenle, bazı denetim algoritmalarının belirsiz, doğru olmayan, iyi tanımlanmamış, zamanla değişen ve karmaşık sistemlere uygulanması mümkün olmayabilir. Bu durumda ya hiç çözüm üretilmemekte, ya da elde edilen denetleyicinin performansı yeterince iyi olmamaktadır.

Bu gibi durumlarda genellikle bir uzman kişinin bilgi ve deneyimlerinden yararlanılma yoluna gidilir. Uzman kişi az, çok, pek az, pek çok, biraz az, biraz çok gibi günlük hayatta sıkça kullanılan dilsel niteleyiciler doğrultusunda bir denetim gerçekleştirir. Bu dilsel ifadeler doğru bir şekilde bilgisayara aktarılırsa hem uzman kişiye ihtiyaç kalmamakta hem de uzman kişiler arasındaki denetim farkı ortadan kalkmaktadır. Böylece denetim mekanizması esnek bir yapıya kavuşmaktadır. Temeli insanın herhangi bir sistemi denetlemedeki düşünce ve sezgilerine bağlı davranışının benzetimine dayanmaktadır. Dolayısıyla bir insan bir sistemin bulunduğu gerçek durumdan, istenilen duruma götürmek için sezgilerine ve deneyimlerine bağlı olarak bir denetim stratejisi uygulayarak amaca ulaşmaktadır.

İşte bulanık denetim bu tür mantık ilişkileri üzerine kurulmuştur. Bulanık mantık için, matematiğin gerçek dünyaya uygulanması denilebilir. Çünkü gerçek dünyada her an değişen durumlarda değişik sonuçlar çıkabilir.

Bulanık Mantık Yaklaşımı, makineler insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsezilerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği verir. Bu yeteneği kazandırırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanır. İşte bu sembolik ifadelerin makinelere aktarılması matematiksel bir temele dayanır. Bu matematiksel temel Bulanık Mantık Kümeler Kuramı ve buna dayanan Bulanık Mantıktır.

Bulanık mantık denetleyicinin temeli bu tür sözlü ifadeler ve bunlar arasındaki mantıksal ilişkiler üzerine kurulmuştur. Bulanık mantık denetleyici uygulanırken

sistemin matematiksel modellenmesi şart değildir.

Sözel ifadelerin bilgisayara aktarılması matematiksel bir temele dayanmaktadır. Bu matematiksel temel, bulanık kümeler kuramı ve bulanık mantık olarak adlandırılır. Bulanık mantık bilinen klasik mantık gibi $(0, 1)$ olmak üzere iki seviyeli değil, $[0, 1]$ aralığında çok seviyeli işlemleri ifade etmektedir.

Örneğin odadaki klimanın motoru otomatik olarak değil de, bir insan tarafından denetlendiği varsayılın; eğer oda sıcaklığı biraz arttıysa işletmen motorun hızını biraz artıracaktır, eğer oda sıcaklığı çok düşüyse motor hızını çok azaltacaktır. Burada kullanılan 'biraz', 'çok' terimleri dilsel terimler olup "bulanık değişkenler" olarak isimlendirilirler. Bulanık mantık denetimi dilsel olarak tanımlanmış denetim stratejisini uzman tabanlı otomatik denetim algoritmasına çevirir. Deneyimler, bulanık mantık denetimi ile elde edilen çıkış performansının klasik yöntemlerle elde edilene göre daha iyi olduğunu göstermiştir. Özellikle sistemin karmaşık olduğu ve analizinin klasik yöntemlerle yapılamadığı ve bilgilerin niteliklerinin belirsiz veya kesin olmadığı durumlarda bulanık mantık denetim yöntemi çok uygun olmaktadır.

Bu yaklaşım ilk defa Amerika Birleşik Devletlerinde düzenlenen bir konferansta 1956 yılında duyurulmuştur. Ancak bu konudaki ilk ciddi adım 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından yayımlanan bir makalede bulanık mantık veya bulanık küme kuramı adı altında ortaya konulmuştur (9). Zadeh bu çalışmasında insan düşüncesinin büyük çoğunluğunun bulanık olduğunu, kesin olmadığını belirtmiştir. Bu yüzden 0 ve 1 ile temsil edilen Boolean mantık, bu düşünce işlemini yeterli bir şekilde ifade edememektedir. İnsan mantığı, açık, kapalı, sıcak, soğuk, 0 ve 1 gibi değişkenlerden oluşan kesin ifadelerin yanı sıra, az açık, az kapalı, serin, ılık gibi ara değerleri de göz önüne almaktadır. Bulanık mantık klasik mantığın aksine iki seviyeli değil, çok seviyeli işlemleri kullanmaktadır. Ayrıca Zadeh insanların denetim alanında, mevcut makinelerden daha iyi olduğunu ve kesin olmayan dilsel bilgilere bağlı olarak etkili kararlar alabildiklerini savunmuştur. Klasik denetim uygulamalarında karşılaşılan zorluklar nedeniyle, bulanık mantık denetimi alternatif yöntem olarak çok hızlı gelişimi ve modern denetim alanında geniş uygulama alanı bulmuştur.

Bulanık mantığın genel özellikleri Zadeh tarafından şu şekilde ifade edilmiştir;

- Bulanık mantıkta, kesin değerlere dayanan düşünme yerine, yaklaşık düşünme kullanılır.
- Bulanık mantıkta her şey $[0,1]$ aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok, az gibi dilsel ifadeler şeklindedir.
- Bulanık çıkarım işlemi dilsel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için oldukça uygundur.

Özetle, bulanık mantık tam olarak bilinmeyen veya eksik girilen bilgilere göre işlem yapma yeteneğine sahiptir (9).

3.3.4. Uzman sistemler

Bilgisayar bilimleri alanında yaşanmakta olan hızlı gelişme ister istemez bilgisayar tabanlı sistemlerle çalışan kişi ve kuruluşları da etkilemekte ve gelişime ayak uydurmayı zorunlu kılmaktadır. Bilginin öneminin artması ile, o bilgiye ulaşabilmeyi ve bilgiyi işleyen ve farklı sonuçlar çıkarabilen karar mekanizmalarına duyulan ihtiyaçlar da artmıştır.

Uzman sistemler (US), belirli bir alanda sadece o alan ile ilgili bilgilerle donatılmış ve problemlere, o alanda uzman bir kişinin getirdiği şekilde çözümler getirebilen bilgisayar programlarıdır. İyi tasarlanmış sistemler belirli problemlerin çözümünde, uzman insanların düşünme metodolojilerini taklit ederler. Sistemin bir veya daha fazla uzman bilgilerini barındırmasından dolayı *uzman sistem* adını almıştır. Burada amaç uzman insandan, daha iyi bir uzman sistem geliştirebilmektir. Böyle bir sisteme sahip olmak kişiyi uzman yapmaz, fakat bir uzmanın yapacağı işin bir kısmının veya tamamının yapılmasını kolaylaştırabilir.

US'ların kullanılmasıyla, maliyet ve işleyiş hataları azaltılabilir, verimlilik artışı sağlanabilir, kalite artışı veya iyileştirmesi gerçekleştirilebilir, esneklik ve daha ucuz sistem kurulumu gerçekleştirilebilir ve tehlikeli çevrelerde iş veya işlemler yapılabilir.

Bu sayede güvenilirlik arttırılır, cevap verme süresi azaltılır, tam ve kesin olmayan bilgi ile çalışılabilir, sınırlı da olsa bazı problemlerin çözümü kolaylaştırılabilir [Konar, 2000; Jackson, 1999; Mitchell, 1997; Russel ve Norvig, 1995; Winston, 1992] (9).

Bu üstünlüklerin yanında, US'ların gerçekleştirilmesinde bazı güçlükler vardır. [Russel ve Norvig, 1995; Winston, 1992] (9). Bu güçlükler;

- İnsanlardan sisteme uygulanabilecek bilgi almak zordur ve alınan bilgiler her zaman okunabilir uygunlukta olmayabilir,
- Uzman sistemlerin çalışma alanları sınırlı olabilir,
- Sistemi oluşturacak ve kuracak uzmanların azlığı ve yüksek ücret talepleri sistemin maliyetini yükseltebilir,
- Farklı uzman bilgilerinde çelişkilerle karşılaşılabilir.

US'lar, modern bilgi sistemleri olmasına rağmen, ancak karar verme kurallarının çok açık ve bilginin güvenilir olduğu problemlerde başarı ile uygulanabilmektedir. Son yıllarda problemlerin çözümünde bulanık kümeler (fuzzy sets) ve yapay sinir ağları (artificial neural networks) gibi yapay zeka teknikleriyle beraber kullanılmaktadırlar. US'lar, bilgisayar destekli tasarımdan, hastalık teşhisine, arıza ve üretim hatalarının tespitinden, endüstriyel robotlara, iş ve süreç planlamadan, ekonomik analizlere, askeri uygulamalardan uzay çalışmalarına kadar bir çok alanda başarıyla kullanılmaktadır (9).

4. ANKARA MERKEZ METROPOL ALAN OG (ORTA GERİLİM) İŞLETME BÖLGESİ

Belediyelerce yürütülen elektrik dağıtım hizmetlerinin Türkiye Elektrik Kurumu'na (TEK) devrini öngören 09.09.1982 tarih ve 2705 sayılı yasanın yürürlüğe girmesi üzerine 01.11.1982 tarihinde kurulan Sınırlı Sorumlu İç Anadolu Elektrik Dağıtım Müessesesine bağlı Ankara İl İşletme Müdürlüğü bünyesindeki İşletme Müdürlüğü organizasyonunda bir servis şefliği olarak faaliyete geçen (1978 EGO döneminde kurulan) yük dağıtım servisi, 1990 yılında müesseselerin il bazında yeniden yapılanmaları sonucunda, Ankara Elektrik Dağıtım Müessesesi'nin bir alt birimi olarak müdürlük düzeyinde kurulmuş ve örgütlenmiştir.

Eski adıyla, Ankara İl İşletme Müdürlüğü bünyesindeki yük dağıtım servisi halen; Scada ve Yük Dağıtım İşletme Müdürlüğü adı altında Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş. Genel Müdürlüğü'nün taşra teşkilatında, bir işletme müdürlüğü olarak görev ve hizmet yürütmektedir.

4.1. Ankara Elektrik Dağıtım Tesis Ve Şebekelerinin Tarihçesi

Ankara'nın elektrik ile tanışması hemen hemen başkent oluşu ile eş zamanlıdır. 1927 yılında Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile imtiyaz sözleşmesi yapan bir Alman şirketi "**Ankara Elektrik Şirketi**" ni kurarak, belirlenmiş bir saha içinde Ankara şehrinin ihtiyacı olan elektrik enerjisini üretmek ve dağıtmak görevini üstlenmiştir.

Generatör çıkış gerilimi 6,3 KV, toplam gücü 2500 KVA olan 2 adet dizel grupla başlatılan elektrik enerjisi üretimi, dağıtımı ve ticareti 1942 yılına kadar imtiyaz şirketince yürütülmüştür. 1942 yılında 4325 sayı ile çıkarılan yasa kapsamında Ankara Belediyesi'ne bağlı olarak kurulan "**Ankara Elektrik ve Havagazı İşletme Müessesesi**", imtiyaz şirketinden görevi devralmıştır. 1955 yılına kadar artarak gelen elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak üzere Ankara Maltepe semtinde kurulmuş olan ve o günkü ismiyle elektrik fabrikasındaki buhar türbinli ve dizel motorlu enerji üretim gruplarıyla 25 MVA'ya ulaşan işletme gücü, şehrin dikey ve yatay imar uygulamalarının doğal sonucu olarak artış gösteren idari, sosyal ve ticari enerji

talebini karşılayamaz hale gelmiştir. Ancak; bu durum daha önceden görülerek Sakarya nehri üzerine kurulan Sarıyar Hidro Elektrik Santrali (HES)’nda üretilen enerji, Etibank tarafından yaptırılan 154 KV’luk yüksek gerilimli (YG) iletim hattıyla Ankara’ya taşındığından, olası bir enerji dar boğazı önlenmiştir.

1955 yılında servise alınan Sarıyar HES’den sağlanan elektrik enerjisi, Ankara’da kurulan 154/34,5 KV işletme gerilimli Akköprü İndirici Transformatör Merkezi (İM)’ne taşınmıştır. Ancak; şehirdeki mevcut Orta Gerilim (OG)’li dağıtım şebekesi 6,3 KV’luk olduğundan, yaygın enerji ihtiyacını büyük güçte taşımaya yetersiz kalmış ve yine Etibank tarafından yaptırılıp **“Ankara Elektrik ve Havagazı İşletme Müessesesi”** ne devredilen 34,5/6,3 KV işletme gerilimli;

- Hipodrom (açık + kapalı şalt),
- Dışkapı (kapalı şalt),
- Bakanlıklar (kapalı şalt),
- Cebeci (kapalı şalt),
- Maltepe (açık şalt),

transformatör (TRF) merkezlerine, Sarıyar HES’den Akköprü İM’ne getirilen enerjinin dağıtılması gerekmiştir. Bu maksatla yeni tesis edilen 34,5 KV’luk havai ve yer altı kablo şebekesi marifetiyle Akköprü İM’deki enerji yukarıda anılan güç TRF’su merkezlerine ulaştırılmıştır. Bu yerlerde yeni tesis edilmiş olan 34,5/6,3 KV’luk güç TRF’lerinin çıkışındaki 6,3 KV’luk fiderler üzerinden, mevcut 6,3 KV’luk enerji dağıtım şebekesi ile bağlantılar yapılmış ve şehre Sarıyar HES’den getirilen enerji verilmeye başlanmıştır. Teknik ve ekonomik ömrünü doldurana kadar otoprodüktör nitelikte faaliyetini sürdüren elektrik fabrikası ise 1986 yılında hizmet dışı kalmıştır.

Bu tarihçe; Ankara şehrinde, elektrik enerjisi dağıtımında kullanılan 6,3 ve 34,5 KV’luk OG şebekesinin nasıl oluştuğu ve geliştiği hakkında özet bir bilgilendirme yapmak maksadıyla verilmiştir.

4.2. Görev ve Hizmet Sınırları

Müdürlük görevleri; Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş. yönetim kurulunun 05.10.2001 tarih ve 19/99 sayılı kararı ile değiştirilen, bilahare 09.05.2002 tarih ve 10/60 sayılı Yönetim Kurulu kararı ile yeniden yapılandırma sonucu değiştirilen **“Görev, Yetki ve Sorumluluk Yönetmeliği”** uyarınca; 6,3-15-34,5 KV’luk OG’li elektrik tesis ve şebekelerini işletmek ya da işletilmesini koordine etmek, şekillenmesini yönlendirmek, bakım ve onarımlarını yaptırmak, yeni tesislerin işletmeye açılmasını sağlamak ve her türlü OG’li enerji tahsis isteklerini etüt edip, karşılama koşullarını belirlemek, işletilen tesis ve şebekelerde her türlü koruma koordinasyonu, ölçme, muayene ve test işlemlerini yaptırmak, kararlı ve kaliteli bir işletme için sistem yüklenme ve arızalarını analiz etmek, gerekli yatırımları tespit ve önermektir.

Yukarıda anılan görevlerden, işletme hizmeti; Ankara şehrinin başkent olma özelliği sebebiyle 24 saat ve 3 vardiyalı çalışma düzeniyle ve yalnızca Büyük Şehir Belediyesi mücavir alan sınırları (Gölbaşı ve Sincan İlçe merkezleri hariç) içinde verilebilmektedir.

İşletme hizmetleri fiilen Scada ve Yük Dağıtım İşletme Müdürlüğü’nce yürütülen Ankara şehri (Gölbaşı ve Sincan İlçeleri hariç.) metropol alanındaki (Büyük Şehir Belediyesi mücavir alan sınırları kapsamındaki) OG’li elektrik dağıtım tesis ve şebekelerinin; 2005 yılı başı itibarıyla önemli istatistik bilgileri aşağıda verilmiştir.

a) 154/34,5 KV’luk YG/OG güç TRF’ları bazında;

i-) Gerilimlerine göre güç TRF’larının sayısı ve toplam kurulu güçleri;

154/34,5-6,3 KV 27 adet TRF’nun kurulu güç toplamı 2375 MVA,

b) 34,5/15 ve 34,5/6,3 KV’luk OG/OG güç TRF’ları bazında;

i-) Gerilimlerine göre güç TRF’larının sayısı ve toplam kurulu güçleri;

6,3/15 KV 2 adet TRF’nun kurulu güç toplamı: 2 MVA,

34,5/15 KV 4 adet TRF’nun kurulu güç toplamı: 32,5 (40,625) MVA,

34,5/6.3 KV 73 adet TRF’nun kurulu güç toplamı: 746,5 (933,125) MVA,

Mevcut OG/OG güç TRF’larının toplam sayısı 77 adet, kurulu gücü 779 (973,8) MVA’dır.

ii-) Gerilimlerine göre güç TRF'lerinin kapasite kullanım oranları;

-34,5/15 KV güç TRF'ları fiili gücü 32,5 (40,625) MVA, kapasite kullanımı % 10,57

-34,5/6,3 KV güç TRF'ları fiili gücü 746,5 (933,125) MVA, kapasite kullanımı % 33,93 (*),

Mevcut OG/OG güç TRF'larının toplam fiili gücü 779 (973,8)** MVA, kapasite kullanımı % 32,98'dir.

(*) 6,3/15 KV'luk güç TRF'su kapasite kullanımı, beslenme koşulları itibarıyla 34,5/6,3 KV güç TRF'larının içinde yer almıştır.

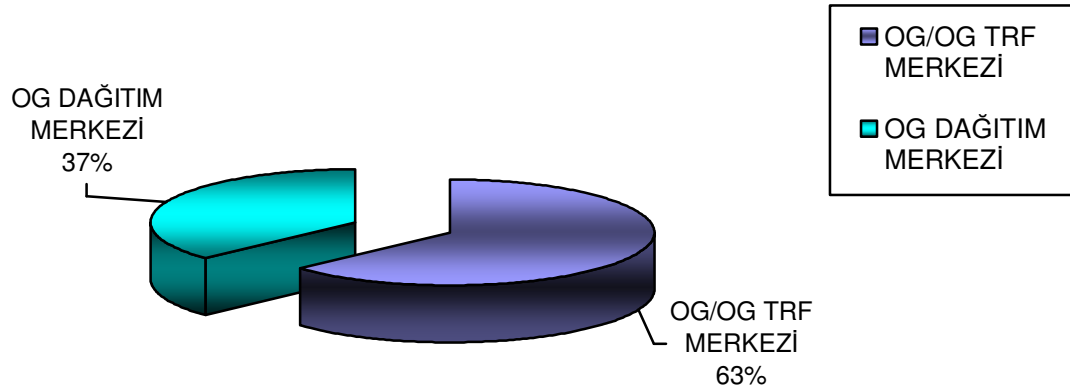
(**) Parantez içindeki değerler trafonun ek olarak harici soğutmalı olması durumundaki değerlerdir.

c) OG/OG güç TRF'su ve dağıtım merkezleri bazında;

34,5/15-34,5/6,3 KV TRF merkezi sayısı 41 adet,

34,5 KV OG dağıtım merkezi sayısı 24 adet,

Toplam merkez sayısı 65 adet'tir.



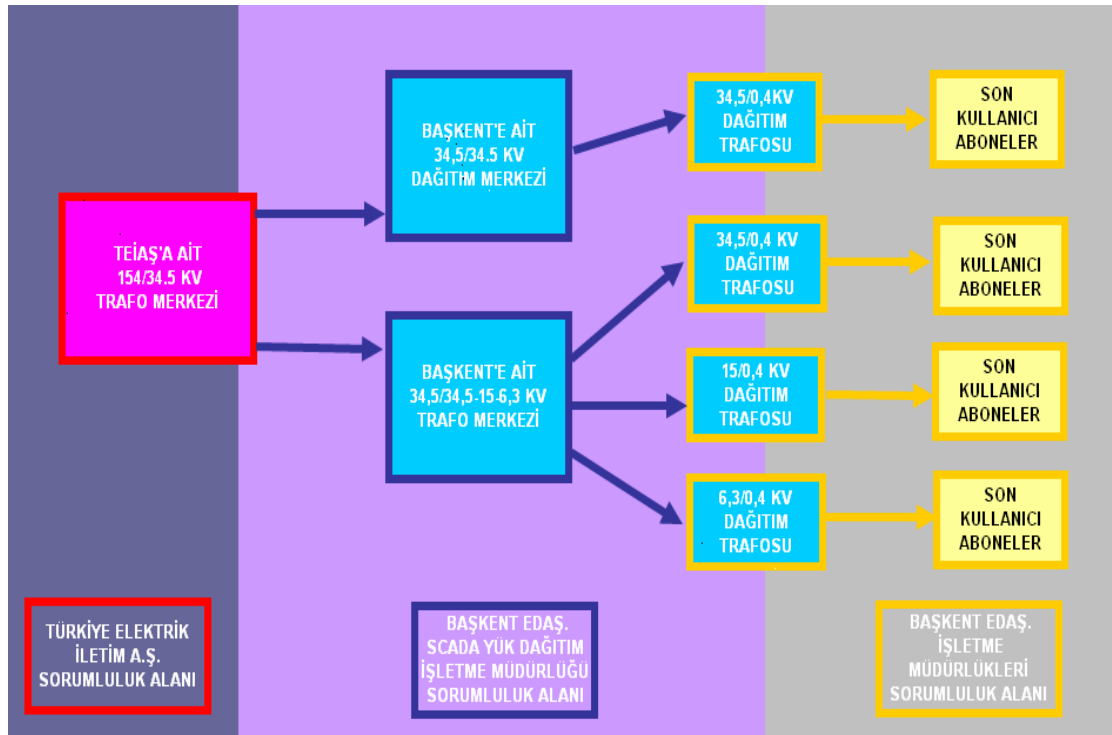
Şekil 4.1. OG/OG Trafo Merkezleri ve OG Dağıtım Merkezlerinin sayılarına göre yüzdesel dağılımı

d) OG/AG dağıtım TRF'ları bazında;

<u>Gerilim</u>	<u>Sayı</u>	<u>Kurulu Güç</u>
34,5/0,4 KV	2304 adet	1884 MVA,
15 /0,4 KV	56 adet	26 MVA,
6,3/0,4 KV	1400 adet	806 MVA,
Toplam	3760 adet	2716 MVA'dır.

Yeni yerleşim bölgelerindeki dağıtım TRF'ları ile müşteriye ait TRF'ların düşük kapasite ile işletilmesi, yüklenme ortalamasını düşüren en önemli etkidir. Şehrin oturmuş (İmar planına uygun iskan olmuş) bölgelerindeki dağıtım TRF'larının ortalama yüklenme oranı % 60 ~ 65 civarındadır.

Aşağıdaki şekilde verilen enerji akış diyagramında Ankara'da OG (orta gerilim) sistemin işletmesinden sorumlu Başkent EDAŞ Scada ve Yük Dağıtım İşletme Müdürlüğü sorumluluk alanı şematik olarak gösterilmiştir.



4.3. Teiaş Trafo Merkezleri

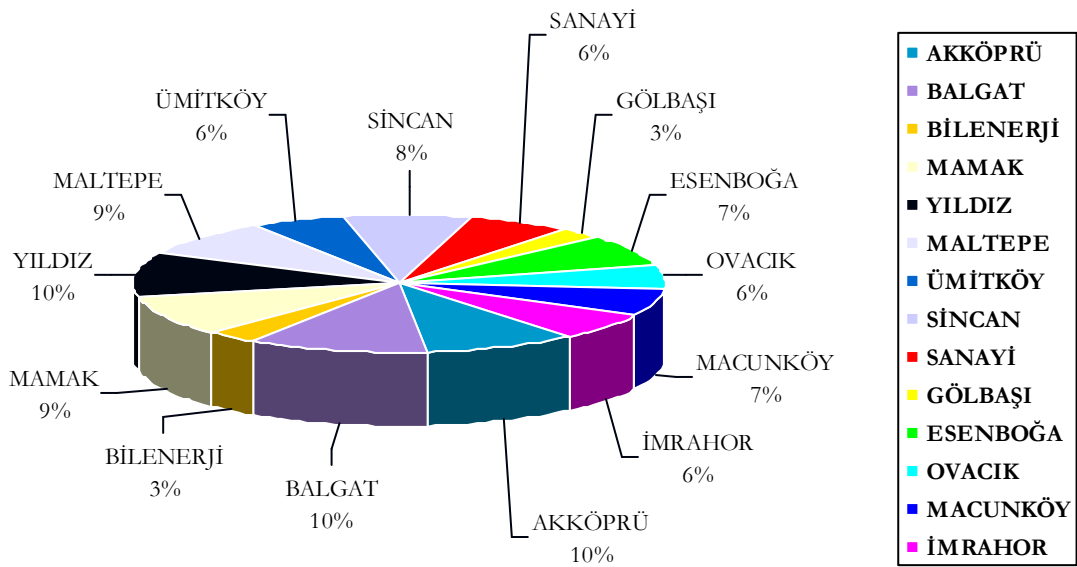
Ankara metropol alanın beslenmesi için 154/34,5 kV TEİAŞ'a ait 13 ayrı trafo merkezi ve 1 adet otoprodüktör'den enerji alınmaktadır. Çizelge 4.1.'de TEİAŞ'a ait İndirici trafo merkezlerin kurulu güçleri ve maksimum çekilen güçleri verilmiştir.

Çizelge 4.1. 154/34,5 kV trafo merkezlerinin kurulu ve puant güç değerleri

SIRA NO	TESİSİN ADI	KURULU GÜCÜ (MVA)	MAK.GÜCÜ (MW)
1	AKKÖPRÜ İM (*)	(2X100=200)	102
2	BALGAT İM (*)	(2X100=200)	115
3	ESENBOĞA İM (**)	(2X100=200)	78
4	MACUNKÖY İM (*)	(2X100=200)	70
5	MALTEPE İM (*)	(1X100=100) (1X50=50) (2X25=50)	94
6	MAMAK İM (*)	(2X100=200)	97
7	OVACIK (*)	(2X63=126)	61
8	GÖLBAŞI(**)	(1X50=50)	27
9	SİNCAN(**)	(2X100=200)	82
10	SANAYİ İM (**)	(2X100=200)	69
11	ÜMİTKÖY İM (*)	(2X100=200)	63
12	YILDIZ İM (*)	(2X100=200)	112
13	İMRAHOR İM (*)	(2X100=200)	64
14	BİLENERJİ OTOPRODÜKTÖR(*)	(4+8+25=37)	37,5
TOPLAM		2413	
AÇIKLAMA: (*) Bu İM'ler; yalnızca şehir merkezinin OG enerji dağıtım sistemini besler. (**) Bu İM'ler; şehir merkezi yanında, şehir dışı OG enerji dağıtım sistemlerini de besler.			

4.3.1. Yükün dağılımı

Aşağıda verilen grafikte, Ankara ilini besleyen TEİAş'a ait Trafo Merkezlerinden çekilen maksimum güç değerlerine göre indirici trafo merkezleri bazında yükün dağılımları gösterilmiştir. Grafikten de görüleceği üzere Akköprü, Balgat, Yıldız, Maltepe ve Mamak trafo merkezleri şehirleşmenin yoğun olduğu bölgeleri beslediğinden Ankara'nın toplam çektiği yükün %48'lik kısmını oluşturmaktadır.

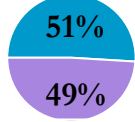


şekil 4.3. Teiaş'a ait İM'ler bazında yükün yüzdesel dağılımları

4.3.2. Teiaş trafo merkezleri kapasite kullanım oranları

Aşağıdaki tabloda TEİAş'a ait İndirici Trafo Merkezlerinde kurulu güç, nominal akım, çekilen akım, yedek kapasite ve kapasite kullanım oranları verilmiştir.

Çizelge 4.2. Teiaş'a ait İM'lerin kurulu güç, nominal akım, çekilen akım, yedek kapasite ve kapasite kullanım oranları

TEİAŞ'A AİT İNDİRİCİ MERKEZLER	KURULU GÜÇ (KVA)	2.412.000	 ■ YEDEK ■ KULLANILAN
	NOMİNAL AKIM (A)	29.032	
	ÇEKİLEN AKIM (A)	14.250	
	YEDEK KAPASİTE (A)	14782	
	KULLANIM ORANI	0,49	

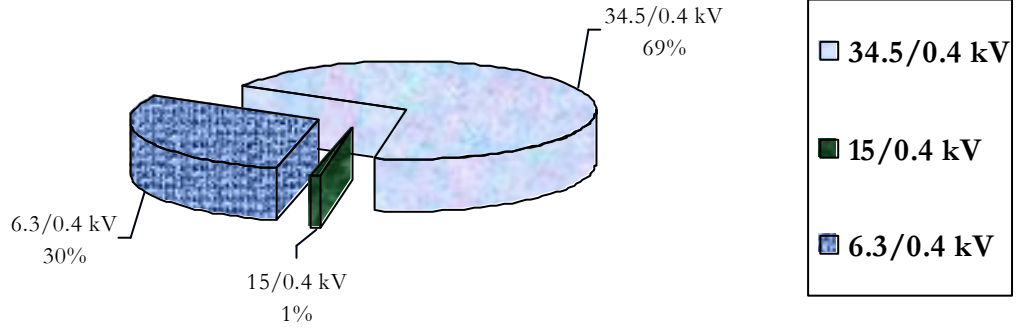
4.4. Güç Ve Dağıtım Trafoları

Ankara metropol alanını besleyen güç ve dağıtım trafosu sayıları ve kurulu güçleri tabloda verilmiştir.

Çizelge 4.3. Ankara metropol alanını besleyen güç ve dağıtım trafosu sayıları ve kurulu güçleri

GERİLİM (KV)	SAYISI (Adet)	KURULU GÜÇ (MVA)
154/34,5-6,3	27	2375
34,5/15-6,3	75	755
34,5/0,4	2304	1884
15/0,4	56	26
6,3/0,4	1400	806

Aşağıda dağıtım trafolarının kurulu güçlerine göre dağılımı grafiksel olarak gösterilmiştir. Grafikten de görüleceği üzere Ankara metropol alanını besleyen dağıtım trafolarının yaklaşık olarak %70'i 34,5/0,4 kV gerilim kademesindedir. Geri kalan %30'luk kısım ise 6,3/0,4 kV gerilim seviyesindedir. 15/0,4 kV gerilim seviyesindeki dağıtım trafoları ise Ankara metropol alanında bulunan dağıtım trafolarının sadece % 1'lik bir kısmını oluşturmaktadır. Halen devam etmekte olan dönüşüm çalışmaları ile mevcut 6,3/0,4 kV ve 15/0,4 kV sistem terk edilerek, Ankara Metropol alanı içinde bulunan dağıtım trafoları 34,5/0,4 kV gerilim seviyesine çıkarılmaktadır.



Şekil 4.4. Dağıtım trafolarının gerilimlerine ve kurulu güçlerine göre yüzdesel dağılımı

4.4.1. 34,5/0,4 kV dağıtım trafoları

34,5/0,4 kV dağıtım trafoları 2304 adet ile Ankara metropol alanını besleyen dağıtım trafoları grubunun en büyük bölümünü oluşturmaktadır. Aşağıdaki tabloda 34,5/0,4 kV dağıtım trafolarının kurulu güç, nominal akım, çekilen akım, yedek kapasite ve kapasite kullanım oranları sayısal ve grafiksel olarak gösterilmiştir.

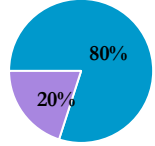
Çizelge 4.4. 34,5/0,4 kV dağıtım trafolarının kurulu güç, nominal akım, çekilen akım, yedek kapasite ve kapasite kullanım oranları

34,5/0,4 KV DAĞITIM TRAFOLARI	KURULU GÜÇ (KVA)	1.844.109	74% 26% ■ YEDEK ■ KULLANILAN
	NOMİNAL AKIM (A)	34.407	
	ÇEKİLEN AKIM (A)	8.986	
	YEDEK KAPASİTE (A)	25421	
	KULLANIM ORANI	0,26	

4.4.2. 15/0,4 kV dağıtım trafoları

Ankara metropol alanını besleyen 56 adet 15/0,4 kV dağıtım trafosu bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda 15/0,4 kV dağıtım trafolarının kurulu güç, nominal akım, çekilen akım, yedek kapasite ve kapasite kullanım oranları sayısal ve grafiksel olarak gösterilmiştir.

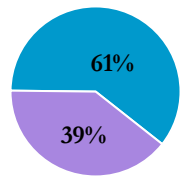
Çizelge 4.5. 15/0,4 kV dağıtım trafolarının kurulu güç, nominal akım, çekilen akım, yedek kapasite ve kapasite kullanım oranları

15,8/0,4 KV DAĞITIM TRAFOLARI	KURULU GÜÇ (KVA)	26.830	 ■ YEDEK ■ KULLANILAN
	NOMİNAL AKIM (A)	1.033	
	ÇEKİLEN AKIM (A)	210	
	YEDEK KAPASİTE (A)	823	
	KULLANIM ORANI	0,20	

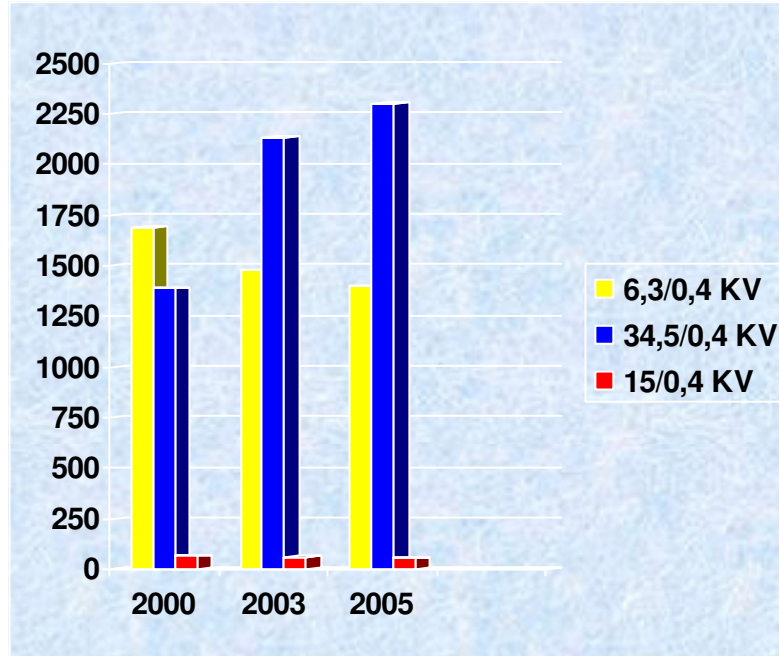
4.4.3. 6,3/0,4 kV dağıtım trafoları

Ankara metropol alanını besleyen 1400 adet 6,3/0,4 kV dağıtım trafosu bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda 6,3/0,4 kV dağıtım trafolarının kurulu güç, nominal akım, çekilen akım, yedek kapasite ve kapasite kullanım oranları sayısal ve grafiksel olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. 6,3/0,4 kV dağıtım trafolarının kurulu güç, nominal akım, çekilen akım, yedek kapasite ve kapasite kullanım oranları

6,3/0,4 KV DAĞITIM TRAFOLARI	KURULU GÜÇ (KVA)	806.028	 61% 39% ■ YEDEK ■ KULLANILAN
	NOMİNAL AKIM (A)	73.993	
	ÇEKİLEN AKIM (A)	29.050	
	YEDEK KAPASİTE (A)	44943	
	KULLANIM ORANI	0,39	

Ankara ilinin gelişimi göz önüne alınarak hazırlatılan master plan doğrultusunda; OG dağıtımda ağırlıklı olarak kullanılan 6,3 kV sistemin terk edilip 34,5 kV'a dönüşüm kararı alınmış olup, bu doğrultuda dönüşüm çalışmaları devam etmektedir. Aşağıda dönüşümü yapılan dağıtım trafolarının yıllara göre dağılımı grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.5. 34,5 kV'a dönüşümü yapılan dağıtım trafolarının yıllara göre dağılımı

5. YÜK TAHMİNİ UYGULAMASI

5.1. Yük Tahmininde Kullanılacak Olan Veriler

5.1.1. 154/34,5 kV indirici merkezler bazında alınan veriler

Yapılan çalışmada veri olarak, TEİAŞ'a ait 154/34,5 kV İndirici trafo merkezlerinin 6 yıllık puant güç değerleri, yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji değerleri ve yıllık toplam tüketilen enerji değerleri Ankara metropol alanı yük tahmininde kullanılmıştır. Tahminin yapılması için gerekli matematiksel model, regresyon analizi yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veriler WINQSB programında çalıştırılarak çıktıları alınmıştır. Kullanılan veriler, Scada ve Yük Dağıtım İşletme Müdürlüğü tarafından günlük olarak hazırlanmakta olan "Günlük İşletme ve Analiz Raporu"nın 1 numaralı tablosunda yer alan "154/34,5 kV İndirici Merkezlerin; Kurulu Ve Puant Güç, Gerilim Ve Enerji Tüketim Değerleri Tablosu" ndan alınmıştır. 1999, 2000, 2001, 2002, 2003 ve 2004 yıllarında puant değerlerin olduğu günlere ait raporların ilgili bölümleri EK-1'de verilmiştir.

Tablolarda, yıl içinde puantın olduğu gün için TEİAŞ'a ait 13 adet 154/34,5 kV indirici trafo merkezi ve 1 adet otoproduktör üretim tesisine ait kurulu güçler, aktif ve reaktif enerji tüketimleri, güç katsayıları, çekilen maksimum ve minimum güçler ve saatleri, 154 kV ve 34,5 kV bara gerilimlerinin gün içerisinde maksimum ve minimum değerleri ve saatleri ile toplam aktif ve reaktif enerji tüketimleri, toplamda oluşan güç katsayısı değeri, çekilen puant güç ve saati verilmiştir.

5.1.2. DİE ve DPT'den alınan veriler

Yapılan yük tahmin çalışmasında DİE ve DPT'den alınan geçmiş yıllara ait nüfus ve Gayri Safi Milli Hasıla(GSMH) değerleri kullanılarak elektrik tüketiminin bu değişkenlerle ilişkisi de incelenmiştir (10). Nüfus verileri Ankara İline ait geçmiş yıllardaki sonuçların kullanılması ve bu verilerin nüfus artış hızı göz önüne alınarak gelecek yıllar için de elde edilmesi şeklinde kullanılmıştır. Aynı şekilde 1999-2004 yılları arası GSMH değerleri de 1987 üretici fiyatlarıyla YTL cinsinden alınmış, büyüme hızı ve DPT'nin program ve tahminlerinden yola çıkılarak gelecek yılların

GSMH değişimleri sabit tutularak, gelecek yıllara ait yük tahminlerinde kullanılmıştır. GSMH ve nüfus verileri Ek-2’de verilmiştir.

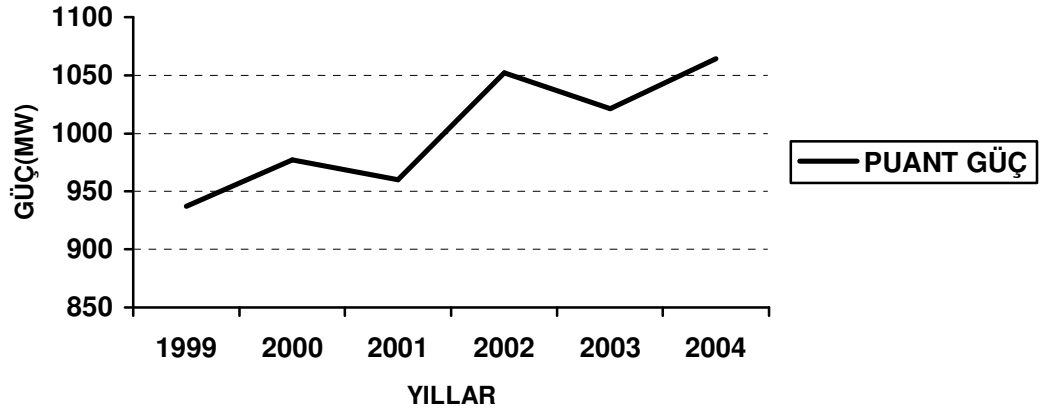
5.2. 154/34,5 kV İndirici Merkez ve Otoprodüktör Üretim Tesis Bazında Alınan Verilerin Kullanılmasıyla Yapılan Yük Tahmini

5.2.1. Yıllık puant değerlere göre yapılan yük tahmini

İndirici trafo merkezleri ve otoprodüktör üretim tesisinden puant zaman dilimi içinde 10’ar dakikalık aralarla alınan değerlerin maksimum olduğu periyot için hesaplanan yıllık puant değerler aşığıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 5.1. Puant zaman dilimi içerisinde, yıllık bazda puantın olduğu gün için İM ve otoprodüktör üretim tesisi bazında 10’ar dakika arayla alınan (MW cinsinden) değerler

İM/OTOP.	1999	2000	2001	2002	2003	2004
AKKÖPRÜ	117	133	90	103	80	102
BALGAT	130	139	100	130	116	112
BİLENERJİ	-	-	37	-	35	37
MAMAK	120	129	120	106	82	97
YILDIZ	124	137	120	117	107	112
MALTEPE	102	86	100	100	120	93
ÜMİTKÖY	43	40	52	76	72	61
SİNCAN	71	74	67	90	60	82
SANAYİ	103	108	67	60	70	69
GÖLBAŞI	27	22	26	27	29	27
ESENBOĞA	56	59	53	79	65	78
OVACIK	44	50	43	46	71	60
MACUNKÖY	-	-	50	66	68	72
İMRAHOR	-	-	35	52	46	62
TOPLAM (MW)	937	977	960	1052	1021	1064



Şekil 5.1. Yıllara göre puantın olduğu günler için güç değerleri

Yapılacak olan yük tahmini çalışması için İM'ler ve otoprodüktör üretim tesisi bazında alınan verilerin WINQSB programı kullanılarak değerlendirilmesiyle elde edilen fonksiyon aşağıdadır.

Çizelge 5.2. Yıllara göre puant güç için regresyon denklemini oluşturacak değerler

YILLAR (i)	PUANT GÜÇ (MW) (Yi)	Xi
1999	937	1
2000	977	2
2001	960	3
2002	1052	4
2003	1021	5
2004	1064	6

$$f(x) = 915,9332 + 24,5428x$$

$x = 7$ için;

$f(7) = 1087,7330$; 2005 yılı puant yük tahmini (MW)

$x = 8$ için;

$f(8) = 1112,2760$; 2006 yılı puant yük tahmini (MW)

$x = 9$ için;

$f(9) = 1136,8180$; 2007 yılı puant yük tahmini (MW)

$x = 10$ için;

$f(10) = 1161,3610$; 2008 yılı puant yük tahmini (MW)

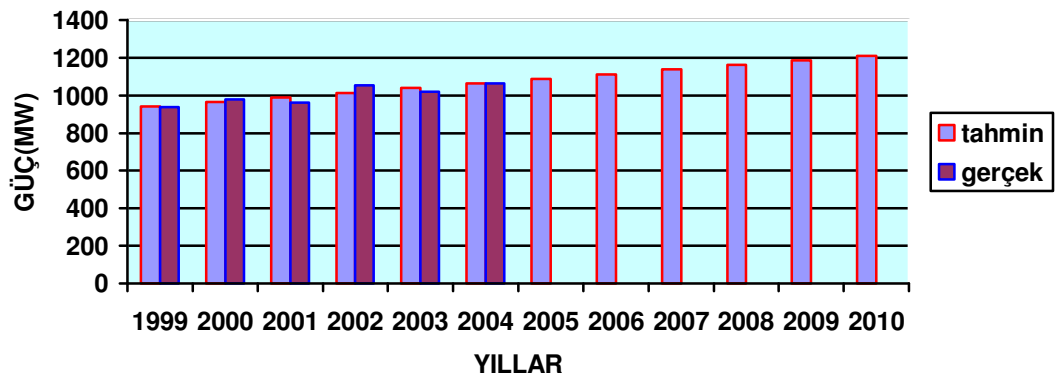
$x = 11$ için;

$f(11) = 1185,9040$; 2009 yılı puant yük tahmini (MW)

$x = 12$ için;

$f(12) = 1210,4470$; 2010 yılı puant yük tahmini (MW)

Fonksiyonu grafik formda ifade edersek;



Şekil 5.2. Yıllara göre puantın olduğu günler için gerçekleşen ve tahmin edilen güç değerleri

Oluşturulan matematiksel model sonucunda bulunan tahmin değerleri ve gerçekleşen değerler karşılaştırıldığında;

1999 yılı için;

Gerçekleşen değer 937 MW, tahmin edilen değer ise 940,476 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,37 oranındadır.

2000 yılı için;

Gerçekleşen değer 977 MW, tahmin edilen değer ise 965,0187 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,24 oranındadır.

2001 yılı için;

Gerçekleşen değer 960 MW, tahmin edilen değer ise 989,5615 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,98 oranındadır.

2002 yılı için;

Gerçekleşen değer 1052 MW, tahmin edilen değer ise 1014,1040 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 3,73 oranındadır.

2003 yılı için;

Gerçekleşen değer 1021 MW, tahmin edilen değer ise 1038,6470 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,7 oranındadır.

2004 yılı için;

Gerçekleşen değer 1064 MW, tahmin edilen değer ise 1063,19 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,07 oranındadır.

Yıllara göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 2,018 olarak bulunmuştur.

Yıllık puant değerler ve GSMH'nin birlikte kullanılmasıyla yapılan yük tahmini

Puant güç ve GSMH değerlerinin WINQSB programı ile birlikte değerlendirilmesiyle elde edilen fonksiyon aşağıdadır.

Çizelge 5.3. Yıllara göre puant güç ve GSMH için regresyon denklemini oluşturacak değerler

YILLAR (i)	PUANT GÜÇ (MW) (Yi)	GSMH(YTL) (Xi)
1999	937	112044
2000	977	119144
2001	960	107783
2002	1052	116338
2003	1021	123165
2004	1064	135308

$$f(x) = 521,2745 + 0,004x$$

$$x = 142073 \text{ için;}$$

$$f(142073) = 1095,167 \text{ ; 2005 yılı puant yük tahmini (MW)}$$

$$x = 149176 \text{ için;}$$

$$f(149176) = 1123,859 \text{ ; 2006 yılı puant yük tahmini (MW)}$$

$$x = 156635 \text{ için;}$$

$$f(156635) = 1153,989 \text{ ; 2007 yılı puant yük tahmini (MW)}$$

$$x = 164467 \text{ için;}$$

$$f(164467) = 1185,626 \text{ ; 2008 yılı puant yük tahmini (MW)}$$

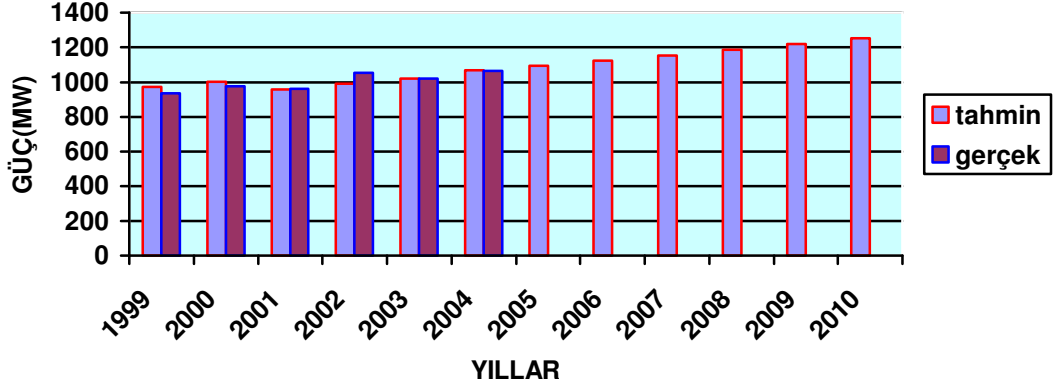
$$x = 172690 \text{ için;}$$

$$f(172690) = 1218,842 \text{ ; 2009 yılı puant yük tahmini (MW)}$$

$$x = 181325 \text{ için;}$$

$$f(181325) = 1253,722 \text{ ; 2010 yılı puant yük tahmini (MW)}$$

Fonksiyonu grafik formda ifade edersek;



Şekil 5.3. Yıllara göre puantın olduğu günler için gerçekleşen ve tahmin edilen güç değerleri (GSMH kullanılarak)

Oluşturulan matematiksel model sonucunda bulunan tahmin değerleri ve gerçekleşen değerler karşılaştırıldığında;

1999 yılı için;

Gerçekleşen değer 937 MW, tahmin edilen değer ise 973,867 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 3,78 oranındadır.

2000 yılı için;

Gerçekleşen değer 977 MW, tahmin edilen değer ise 1002,547 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,54 oranındadır.

2001 yılı için;

Gerçekleşen değer 960 MW, tahmin edilen değer ise 956,655 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,35 oranındadır.

2002 yılı için;

Gerçekleşen değer 1052 MW, tahmin edilen değer ise 991,212 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 6,13 oranındadır.

2003 yılı için;

Gerçekleşen değer 1021 MW, tahmin edilen değer ise 1018,79 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,21 oranındadır.

2004 yılı için;

Gerçekleşen değer 1064 MW, tahmin edilen değer ise 1067,841 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,36 oranındadır.

Yıllık Puant Değerler ve GSMH'ye göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 2,674 olarak bulunmuştur.

Yıllık puant değerler ve nüfusun birlikte kullanılmasıyla yapılan yük tahmini

Puant güç ve nüfus değerlerinin WINQSB programı ile birlikte değerlendirilmesiyle elde edilen fonksiyon aşağıdadır.

Çizelge 5.4. Yıllara göre puant güç ve nüfus için regresyon denklemini oluşturacak değerler

YILLAR (i)	PUANT GÜÇ (MW) (Yi)	NÜFUS (Xi)
1999	937	3923695
2000	977	4007860
2001	960	4092025
2002	1052	4177957
2003	1021	4265694
2004	1064	4355274

$$f(x) = -175,2172 + 0,0003x$$

$x = 4446735$ için;

$$f(4446735) = 1089,9 ; 2005 \text{ yılı puant yük tahmini (MW)}$$

$x = 4540116$ için;

$f(4540116) = 1116,47$; 2006 yılı puant yük tahmini (MW)

$x = 4635459$ için;

$f(4635459) = 1143,6$; 2007 yılı puant yük tahmini (MW)

$x = 4732803$ için;

$f(4732803) = 1171,3$; 2008 yılı puant yük tahmini (MW)

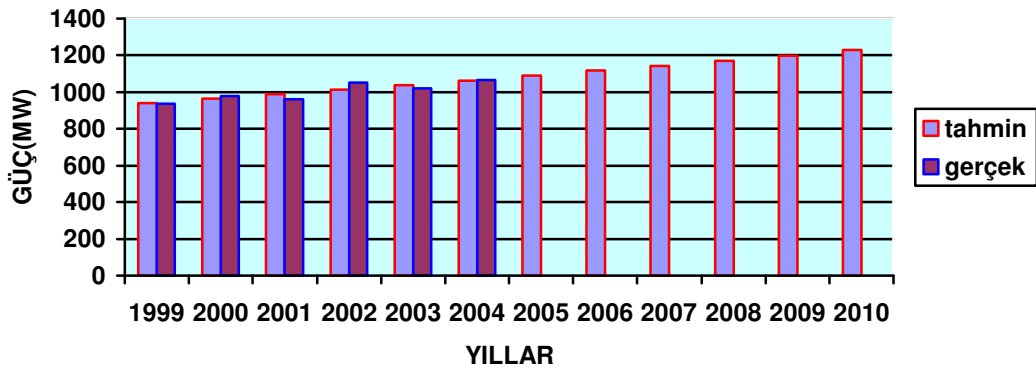
$x = 4832192$ için;

$f(4832192) = 1199,57$; 2009 yılı puant yük tahmini (MW)

$x = 4933668$ için;

$f(4933668) = 1228,4$; 2010 yılı puant yük tahmini (MW)

Fonksiyonu grafik formda ifade edersek;



Şekil 5.4. Yıllara göre puantın olduğu günler için gerçekleşen ve tahmin edilen güç değerleri (nüfus kullanılarak)

Oluşturulan matematiksel model sonucunda bulunan tahmin değerleri ve gerçekleşen değerler karşılaştırıldığında;

1999 yılı için;

Gerçekleşen değer 937 MW, tahmin edilen değer ise 941,1 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,4 oranındadır.

2000 yılı için;

Gerçekleşen değer 977 MW, tahmin edilen değer ise 965,05 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,24 oranındadır.

2001 yılı için;

Gerçekleşen değer 960 MW, tahmin edilen değer ise 989 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,9 oranındadır.

2002 yılı için;

Gerçekleşen değer 1052 MW, tahmin edilen değer ise 1013,4 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 3,8 oranındadır.

2003 yılı için;

Gerçekleşen değer 1021 MW, tahmin edilen değer ise 1038,4 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,67 oranındadır.

2004 yılı için;

Gerçekleşen değer 1064 MW, tahmin edilen değer ise 1063,9 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,01 oranındadır.

Yıllık Puant Değerler ve Nüfus'a göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 2,004 olarak bulunmuştur.

Yıllık puant değerler GSMH ve nüfusun birlikte kullanılmasıyla yapılan yük tahmini

Puant güç, GSMH ve nüfus değerlerinin WINQSB programı ile birlikte değerlendirilmesiyle elde edilen fonksiyon aşağıdadır.

Çizelge 5.5. Yıllara göre puant güç, nüfus ve GSMH için regresyon denklemini oluşturacak değerler

YILLAR (i)	PUANT GÜÇ (MW) (Y _i)	GSMH(YTL) (X _{1i})	NÜFUS(X _{2i})
1999	937	112044	3923695
2000	977	119144	4007860
2001	960	107783	4092025
2002	1052	116338	4177957
2003	1021	123165	4265694
2004	1064	135308	4355274

$$f(x_1, x_2) = -108,3711 + 0,0009x_1 + 0,0002x_2$$

$x_1 = 4446735,044$ ve $x_2 = 142073$ için;

$f(x_1, x_2) = 1098,297$; 2005 yılı puant yük tahmini (MW)

$x_1 = 4540116$ ve $x_2 = 149176$ için;

$f(x_1, x_2) = 1127,549$; 2006 yılı puant yük tahmini (MW)

$x_1 = 4635458$ ve $x_2 = 156635$ için;

$f(x_1, x_2) = 1157,611$; 2007 yılı puant yük tahmini (MW)

$x_1 = 4732803$ ve $x_2 = 164467$ için;

$f(x_1, x_2) = 1188,51$; 2008 yılı puant yük tahmini (MW)

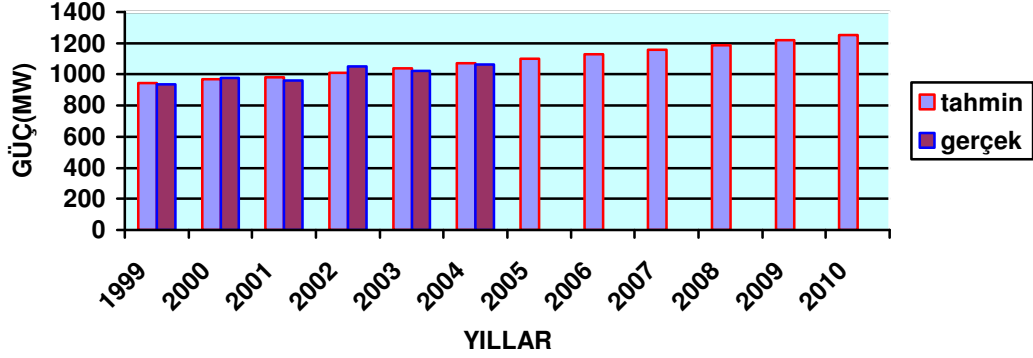
$x_1 = 4832192$ ve $x_2 = 172690$ için;

$f(x_1, x_2) = 1220,273$; 2009 yılı puant yük tahmini (MW)

$x_1 = 4933668$ ve $x_2 = 181325$ için;

$f(x_1, x_2) = 1252,931$; 2010 yılı puant yük tahmini (MW)

Fonksiyonu grafik formda ifade edersek;



Şekil 5.5. Yıllara göre puantın olduğu günler için gerçekleşen ve tahmin edilen güç değerleri (GSMH ve nüfus kullanılarak)

Oluşturulan matematiksel model sonucunda bulunan tahmin değerleri ve gerçekleşen değerler karşılaştırıldığında;

1999 yılı için;

Gerçekleşen değer 937 MW, tahmin edilen değer ise 943,719 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,71 oranındadır.

2000 yılı için;

Gerçekleşen değer 977 MW, tahmin edilen değer ise 970,746 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,64 oranındadır.

2001 yılı için;

Gerçekleşen değer 960 MW, tahmin edilen değer ise 980,244 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,06 oranındadır.

2002 yılı için;

Gerçekleşen değer 1052 MW, tahmin edilen değer ise 1009,079 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 4,25 oranındadır.

2003 yılı için;

Gerçekleşen değer 1021 MW, tahmin edilen değer ise 1036,708 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,51 oranındadır.

2004 yılı için;

Gerçekleşen değer 1064 MW, tahmin edilen değer ise 1069,83 MW olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,54 oranındadır.

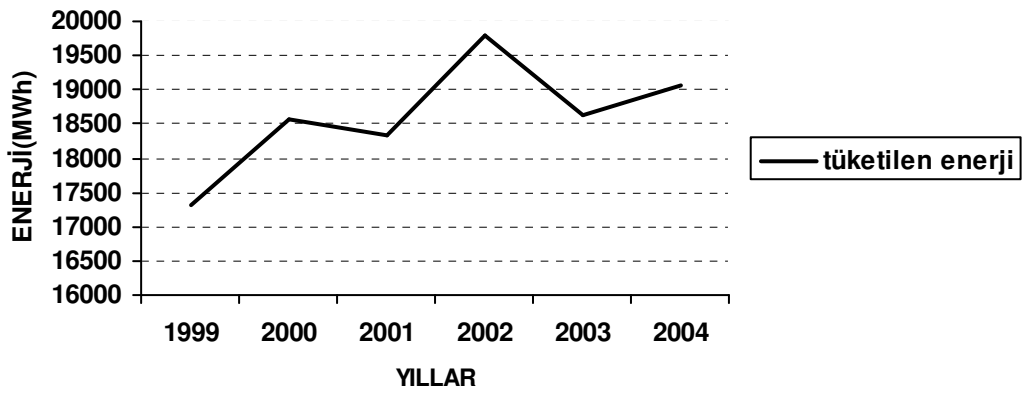
Yıllık Puant Değerler, GSMH ve nüfusa göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 1,942 olarak bulunmuştur.

5.2.2. Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerjiye göre yapılan tahmin

Verilen değerler, 1999-2004 yıllarında puant gün içinde İM'ler ve otoprodüktör üretim tesisinden alınan günlük enerji tüketimi değerleridir. Tüketime ait mevcut veriler kullanılarak gelecek yıllarda enerji tüketiminin maksimum olacağı günlerdeki tüketim değerlerinin tahmini yapılmıştır.

Çizelge 5.6. Yıllık bazda puantın olduğu gün için İM ve otoprodüktör üretim tesisi bazında günlük enerji tüketim değerleri

İM/OTOP.	1999	2000	2001	2002	2003	2004
AKKÖPRÜ	2270	2490	1700	2170	2000	2090
BALGAT	2277	2468	1615	2253	1613	1769
BİLENERJİ	-	-	861	-	767	801
MAMAK	2263	2484	2484	1998	1834	1682
YILDIZ	2291	2567	2208	2069	2042	2009
MALTEPE	1745	1930	1657	1728	1655	1548
ÜMİTKÖY	869	828	1189	1546	1094	1389
SİNCAN	1367	1459	1495	1895	1730	1464
SANAYİ	1844	1925	1127	1048	1090	1228
GÖLBAŞI	468	396	420	480	480	420
ESENBOĞA	1132	1145	1020	1553	1467	1235
OVACIK	789	869	825	866	843	966
MACUNKÖY	-	-	1024	1187	1112	1260
İMRAHOR	-	-	698	993	900	1211
TOPLAM (MWh)	17315	18561	18323	19786	18627	19072



Şekil 5.6. Yıllara göre puantın olduğu günlerde tüketilen enerji

Yapılacak olan yük tahmini çalışması için 1999-2004 yıllarında puant gün içinde İM'ler ve otoprodüktör üretim tesisinden alınan günlük enerji tüketimi değerlerinin WINQSB programı kullanılarak değerlendirilmesiyle elde edilen fonksiyon aşağıdadır.

Çizelge 5.7. Yıllara göre puant günde tüketilen enerji için regresyon denklemini oluşturacak değerler

YILLAR (i)	ENERJİ TÜKETİMİ (MWh)/PUANT GÜN (Yi)	Xi
1999	17315	1
2000	18561	2
2001	18323	3
2002	19786	4
2003	18627	5
2004	19072	6

$$f(x) = 17569,4 + 298,4565x$$

şeklinde bulunur.

$$x = 7 \text{ için;}$$

$$f(7) = 19658,6 ; 2005 \text{ yılı puant gününde tüketilecek enerji tahmini (MWh)}$$

$$x = 8 \text{ için;}$$

$$f(8) = 19957,06 ; 2006 \text{ yılı puant gününde tüketilecek enerji tahmini (MWh)}$$

$$x = 9 \text{ için;}$$

$$f(9) = 20255,51 ; 2007 \text{ yılı puant gününde tüketilecek enerji tahmini (MWh)}$$

$$x = 10 \text{ için;}$$

$$f(10) = 20553,97 ; 2008 \text{ yılı puant gününde tüketilecek enerji tahmini (MWh)}$$

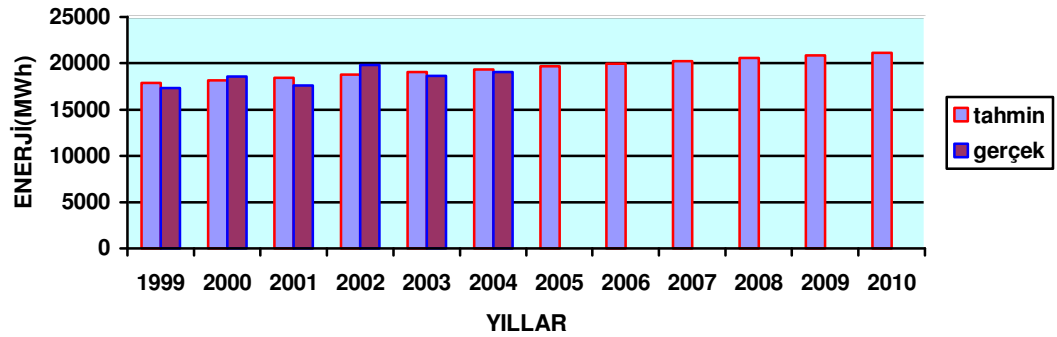
$x = 11$ için;

$f(11) = 20852,43$; 2009 yılı puant gününde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

$x = 12$ için;

$f(12) = 21150,88$; 2010 yılı puant gününde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

Fonksiyonu grafik formda ifade edersek;



Şekil 5.7. Ankara ili için yıllara göre puantın olduğu günde gerçek ve tahmini enerji tüketim değerleri

Oluşturulan matematiksel model sonucunda bulunan tahmin değerleri ve gerçekleşen değerler karşılaştırıldığında;

1999 yılı için;

Gerçekleşen değer 17315 MWh, tahmin edilen değer ise 17867,86 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 3,09 oranındadır.

2000 yılı için;

Gerçekleşen değer 18561 MWh, tahmin edilen değer ise 18166,32 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,17 oranındadır.

2001 yılı için;

Gerçekleşen değer 18323 MWh, tahmin edilen değer ise 18464,77 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,77 oranındadır.

2002 yılı için;

Gerçekleşen değer 19786 MWh, tahmin edilen değer ise 18763,23 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 5,45 oranındadır.

2003 yılı için;

Gerçekleşen değer 18627 MWh, tahmin edilen değer ise 19061,69 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,28 oranındadır.

2004 yılı için;

Gerçekleşen değer 19072 MWh, tahmin edilen değer ise 19360,14 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,48 oranındadır.

Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerjiye göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 3,048 olarak bulunmuştur.

Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji ve GSMH'nin kullanılmasıyla yapılan tahmin

Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji ve GSMH değerlerinin WINQSB programı ile birlikte değerlendirilmesiyle elde edilen fonksiyon aşağıdadır.

Çizelge 5.8. Yıllara göre puant günde tüketilen enerji ve GSMH için regresyon denklemini oluşturacak değerler

YILLAR (i)	ENERJİ TÜKETİMİ (MWh)/PUANT GÜN (Yi)	GSMH(YTL) (Xi)
1999	17315	112044
2000	18561	119144
2001	18323	107783
2002	19786	116338
2003	18627	123165
2004	19072	135308

$$f(x) = 14339,24 + 0,0359x$$

$x = 142073$ için;

$f(142073) = 19444,33$; 2005 yılı puant gününde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

$x = 149176$ için;

$f(149176) = 19699,56$; 2006 yılı puant gününde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

$x = 156635$ için;

$f(156635) = 19967,58$; 2007 yılı puant gününde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

$x = 164467$ için;

$f(164467) = 20249,01$; 2008 yılı puant gününde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

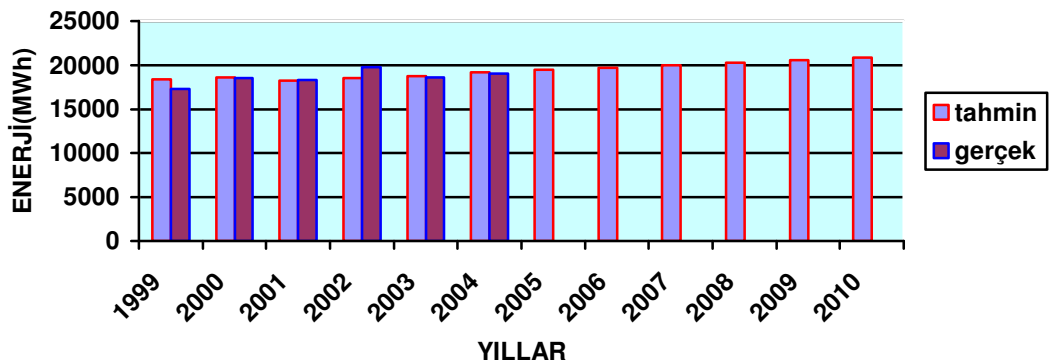
$x = 172690$ için;

$f(172690) = 20544,48$; 2009 yılı puant gününde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

$x = 181325$ için;

$f(181325) = 20854,76$; 2010 yılı puant gününde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

Fonksiyonu grafik formda ifade edersek;



Şekil 5.8. Ankara ili için yıllara göre puantın olduğu günde gerçek ve tahmini enerji tüketim değerleri (GSMH kullanılarak)

Oluşturulan matematiksel model sonucunda bulunan tahmin değerleri ve gerçekleşen değerler karşılaştırıldığında;

1999 yılı için;

Gerçekleşen değer 17315 MWh, tahmin edilen değer ise 18365,3 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 5,72 oranındadır.

2000 yılı için;

Gerçekleşen değer 18561 MWh, tahmin edilen değer ise 18620,42 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,32 oranındadır.

2001 yılı için;

Gerçekleşen değer 18323 MWh, tahmin edilen değer ise 18212,19 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,6 oranındadır.

2002 yılı için;

Gerçekleşen değer 19786 MWh, tahmin edilen değer ise 18519,6 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 6,84 oranındadır.

2003 yılı için;

Gerçekleşen değer 18627 MWh, tahmin edilen değer ise 18764,91 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,73 oranındadır.

2004 yılı için;

Gerçekleşen değer 19072 MWh, tahmin edilen değer ise 19201,24 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,67 oranındadır.

Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji ve GSMH'ye göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 2,976 olarak bulunmuştur.

Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji ve nüfusun kullanılmasıyla yapılan tahmin

Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji ve nüfus değerlerinin WINQSB programı ile birlikte değerlendirilmesiyle elde edilen fonksiyon aşağıdadır.

Çizelge 5.9. Yıllara göre puant günde tüketilen enerji ve nüfus için regresyon denklemini oluşturacak değerler

YILLAR (i)	ENERJİ TÜKETİMİ (MWh)/PUANT GÜN (Yi)	NÜFUS (X _i)
1999	17315	3923695
2000	18561	4007860
2001	18323	4092025
2002	19786	4177957
2003	18627	4265694
2004	19072	4355274

$$f(x) = 4406,802 + 0,0034x$$

$$x = 4446735 \text{ için;}$$

$$f(4446735) = 19677,35 ; 2005 \text{ yılı puant günde tüketilecek enerji tahmini (MWh)}$$

$$x = 4540116 \text{ için;}$$

$$f(4540116) = 19998,03 ; 2006 \text{ yılı puant günde tüketilecek enerji tahmini (MWh)}$$

$$x = 4635459 \text{ için;}$$

$$f(4635459) = 20325,44 ; 2007 \text{ yılı puant günde tüketilecek enerji tahmini (MWh)}$$

$$x = 4732803 \text{ için;}$$

$$f(4732803) = 20659,73 ; 2008 \text{ yılı puant günde tüketilecek enerji tahmini (MWh)}$$

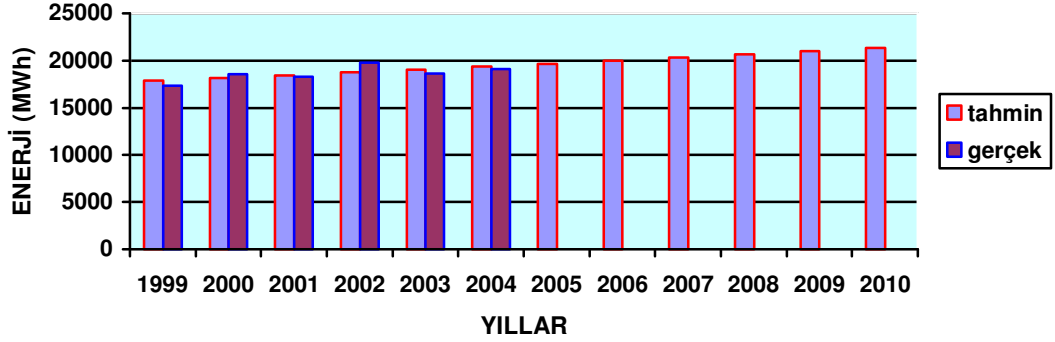
$$x = 4832192 \text{ için;}$$

$$f(4832192) = 21001,04 ; 2009 \text{ yılı puant günde tüketilecek enerji tahmini (MWh)}$$

$$x = 4933668 \text{ için;}$$

$$f(4933668) = 21349,52 ; 2010 \text{ yılı puant günde tüketilecek enerji tahmini (MWh)}$$

Fonksiyonu grafik formda ifade edersek;



Şekil 5.9. Ankara ili için yıllara göre puantın olduğu günde gerçek ve tahmini enerji tüketim değerleri (nüfus kullanılarak)

1999 yılı için;

Gerçekleşen değer 17315 MWh, tahmin edilen değer ise 17881,17 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 3,16 oranındadır.

2000 yılı için;

Gerçekleşen değer 18561 MWh, tahmin edilen değer ise 18170,2 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,15 oranındadır.

2001 yılı için;

Gerçekleşen değer 18323 MWh, tahmin edilen değer ise 18459,23 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,73 oranındadır.

2002 yılı için;

Gerçekleşen değer 19786 MWh, tahmin edilen değer ise 18754,33 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 5,5 oranındadır.

2003 yılı için;

Gerçekleşen değer 18627 MWh, tahmin edilen değer ise 19055,63 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,25 oranındadır.

2004 yılı için;

Gerçekleşen değer 19072 MWh, tahmin edilen değer ise 19363,26 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,5 oranındadır.

Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji ve nüfusa göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 3,058 olarak bulunmuştur.

Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji, GSMH ve nüfusun kullanılmasıyla yapılan tahmin

Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji, GSMH ve nüfus değerlerinin WINQSB programı ile birlikte değerlendirilmesiyle elde edilen fonksiyon aşağıdadır.

Çizelge 5.10. Yıllara göre puant günde tüketilen enerji, nüfus ve GSMH için regresyon denklemini oluşturacak değerler

YILLAR (i)	ENERJİ TÜKETİMİ (MWh)/PUANT GÜN (Y _i)	GSMH(YTL) (X _{1i})	NÜFUS(X _{2i})
1999	17315	112044	3923695
2000	18561	119144	4007860
2001	18323	107783	4092025
2002	19786	116338	4177957
2003	18627	123165	4265694
2004	19072	135308	4355274

$$f(x_1, x_2) = 3024,258 - 0,0196x_1 + 0,0043x_2$$

$x_1 = 142073$ ve $x_2 = 4446735$ için;

$f(x_1, x_2) = 19503,35$; 2005 yılı puant günde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

$x_1 = 149176$ ve $x_2 = 4540116$ için;

$f(x_1, x_2) = 19768,66$; 2006 yılı puant günde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

$x_1 = 156635$ ve $x_2 = 4635459$ için;

$f(x_1, x_2) = 20035,5$; 2007 yılı puant günde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

$x_1 = 164467$ ve $x_2 = 4732803$ için;

$f(x_1, x_2) = 20303,69$; 2008 yılı puant günde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

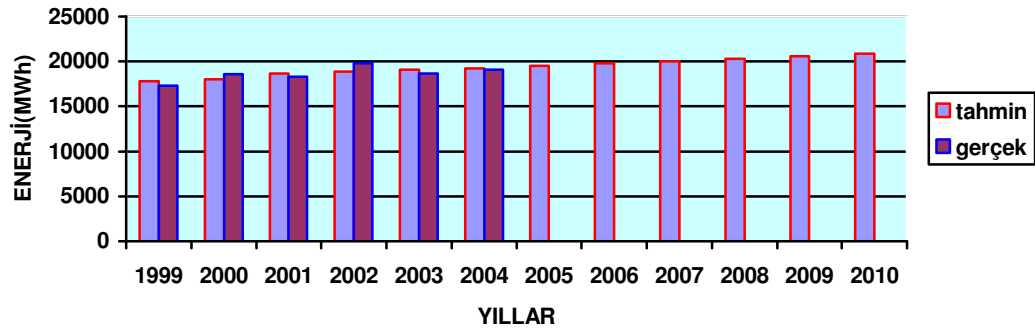
$x_1 = 172690$ ve $x_2 = 4832192$ için;

$f(x_1, x_2) = 20573,08$; 2009 yılı puant günde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

$x_1 = 181325$ ve $x_2 = 4933668$ için;

$f(x_1, x_2) = 20843,44$; 2010 yılı puant günde tüketilecek enerji tahmini (MWh)

Fonksiyonu grafik formda ifade edersek;



Şekil 5.10. Ankara ili için yıllara göre puantın olduğu günde gerçek ve tahmini enerji tüketim değerleri (GSMH ve nüfus kullanılarak)

1999 yılı için;

Gerçekleşen değer 17315 MWh, tahmin edilen değer ise 17826,06 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,86 oranındadır.

2000 yılı için;

Gerçekleşen değer 18561 MWh, tahmin edilen değer ise 18051,51 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,82 oranındadır.

2001 yılı için;

Gerçekleşen değer 18323 MWh, tahmin edilen değer ise 18638,81 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,69 oranındadır.

2002 yılı için;

Gerçekleşen değer 19786 MWh, tahmin edilen değer ise 18843,39 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 5 oranındadır.

2003 yılı için;

Gerçekleşen değer 18627 MWh, tahmin edilen değer ise 19089,67 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,42 oranındadır.

2004 yılı için;

Gerçekleşen değer 19072 MWh, tahmin edilen değer ise 19239,73 MWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,87 oranındadır.

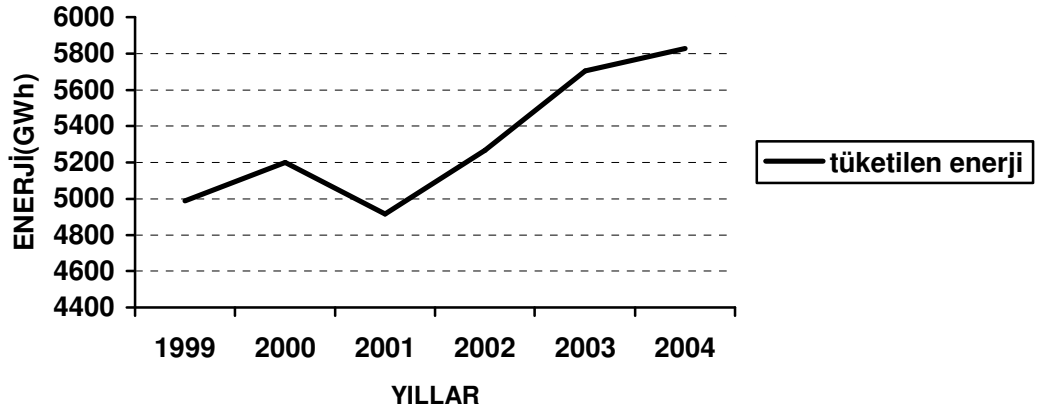
Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji, GSMH ve nüfusa göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 3,132 olarak bulunmuştur.

5.2.3. Toplam Enerji Tüketimine Göre Yapılan Tahmin

TEİAŞ'a ait İM'lerden alınan günlük tüketim değerleri baz alınarak yıllık tüketim değerleri hesaplanmış ve yıllar bazında elde edilen toplam tüketim değerlerinden yola çıkılarak gelecek yıllara ait toplam yıllık enerji tüketim tahminleri yapılmıştır.

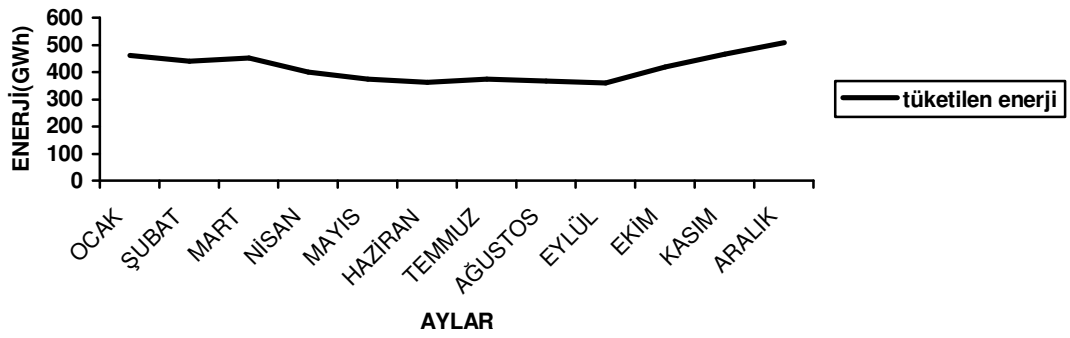
Çizelge 5.11. Yıllar bazında aylık toplam enerji tüketimleri

	YILLAR					
AYLAR	1999	2000	2001	2002	2003	2004
OCAK	462	525	496	534	539	558
ŞUBAT	441	510	425	425	479	485
MART	451	484	390	448	547	513
NİSAN	399	409	363	425	473	463
MAYIS	374	413	363	387	435	452
HAZİRAN	363	370	347	368	421	434
TEMMUZ	373	392	358	404	449	461
AĞUSTOS	368	376	376	404	436	449
EYLÜL	360	365	375	392	427	445
EKİM	420	421	422	440	460	480
KASIM	467	450	489	493	485	507
ARALIK	509	484	512	548	552	580
TOPLAM (GWh)	4.987	5.199	4.916	5.268	5.703	5.827

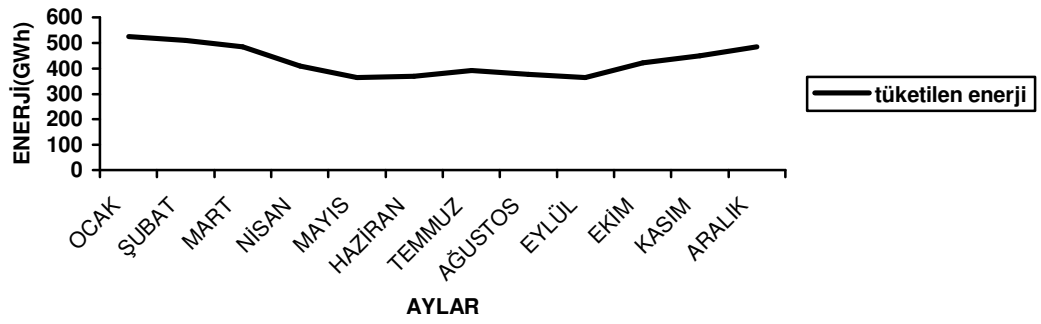


Şekil 5.11. Yıllara göre toplam enerji tüketim eğrisi

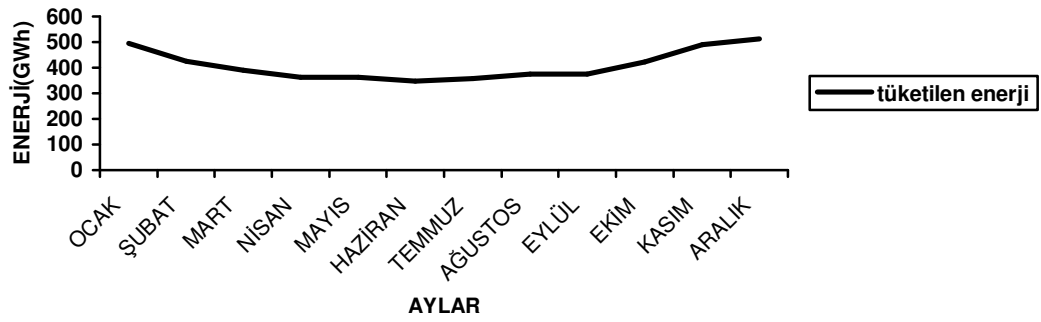
1999, 2000, 2001, 2002, 2003 ve 2004 yıllarına ait aylık enerji tüketimlerini gösteren eğriler aşağıda verilmiştir.



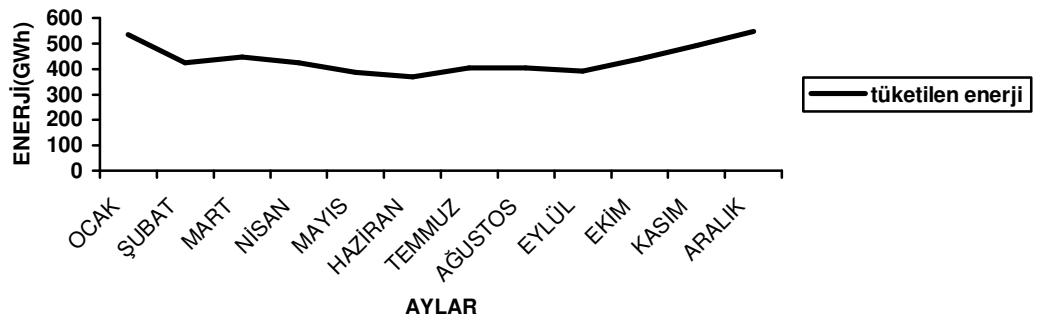
Şekil 5.12.1999 yılı enerji tüketim eğrisi



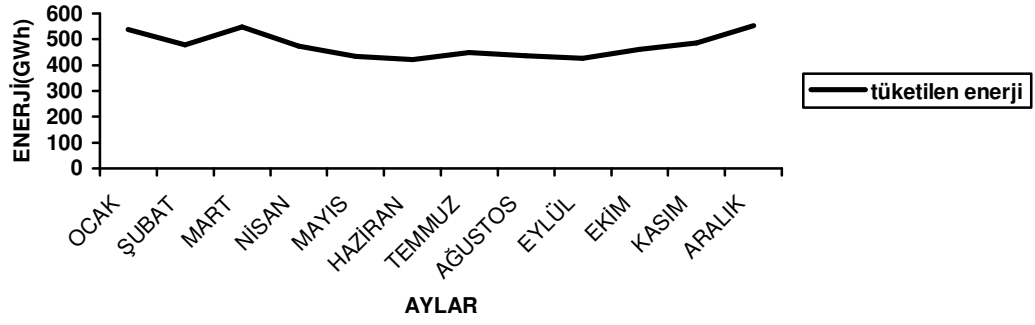
Şekil 5.13. 2000 yılı enerji tüketim eğrisi



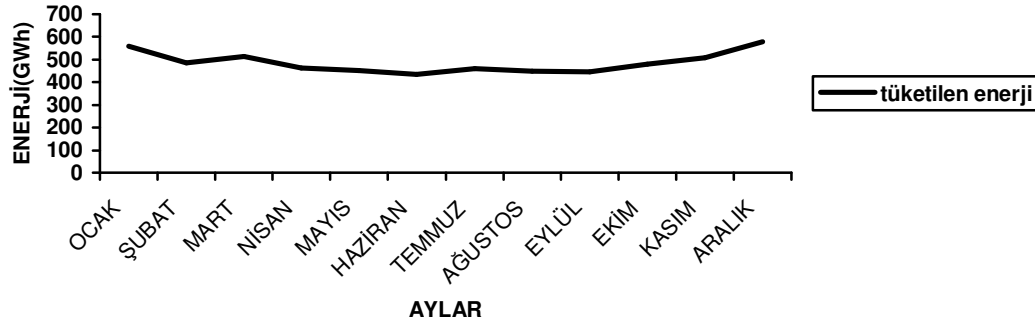
Şekil 5.14. 2001 yılı enerji tüketim eğrisi



Şekil 5.15. 2002 yılı enerji tüketim eğrisi



Şekil 5.16. 2003 yılı enerji tüketim eğrisi



Şekil 5.17. 2004 yılı enerji tüketim eğrisi

TEİAŞ'a ait İM'lerden alınan günlük tüketim değerleri baz alınarak hesaplanan yıllık enerji tüketim değerlerinin WINQSB programı kullanılarak değerlendirilmesiyle elde edilen fonksiyon aşağıdadır.

Çizelge 5.12. Yıllara göre tüketilen enerji için regresyon denklemini oluşturacak değerler

YILLAR (i)	ENERJİ TÜKETİMİ (GWh)/YIL (Yi)	Xi
1999	4987	1
2000	5199	2
2001	4916	3
2002	5268	4
2003	5703	5
2004	5827	6

$$f(x) = 4710,266 + 173,2572x$$

şeklinde bulunur.

$$x = 7 \text{ için;}$$

$$f(7) = 5923,066 \text{ ; 2005 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)}$$

$$x = 8 \text{ için;}$$

$$f(8) = 6096,323 \text{ ; 2006 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)}$$

$$x = 9 \text{ için;}$$

$$f(9) = 6269,58 \text{ ; 2007 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)}$$

$$x = 10 \text{ için;}$$

$$f(10) = 6442,837 \text{ ; 2008 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)}$$

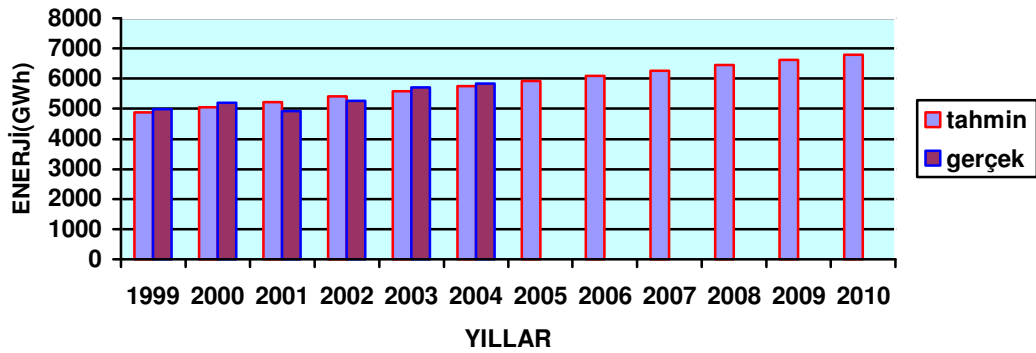
$x = 11$ için;

$f(11) = 6616,095$; 2009 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

$x = 12$ için;

$f(12) = 6789,352$; 2010 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

Fonksiyonu grafik formda ifade edersek;



Şekil 5.18. Ankara ili için yıllara göre gerçek ve tahmini toplam enerji tüketim değerleri

Ankara ili için yıllara göre enerji tüketimlerini ve 2010 yılına kadar enerji tüketim tahminlerini gösteren grafik verilmiştir. Grafik incelendiğinde, yıllık olarak artış eğiliminde olan tüketimin 2001 yılında düştüğü görülmektedir. 2001 yılı için ortaya çıkan bu düşüş, aynı yıl içinde Türkiye’de yaşanan ekonomik krizin enerji tüketimine etkisi olarak yorumlanabilir.

Oluşturulan matematiksel model sonucunda bulunan tahmin değerleri ve gerçekleşen değerler karşılaştırıldığında;

1999 yılı için;

Gerçekleşen değer 4987 GWh, tahmin edilen değer ise 4883,523 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,12 oranındadır.

2000 yılı için;

Gerçekleşen değer 5199 GWh, tahmin edilen değer ise 5056,78 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,81 oranındadır.

2001 yılı için;

Gerçekleşen değer 4916 GWh, tahmin edilen değer ise 5230,037 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 6 oranındadır.

2002 yılı için;

Gerçekleşen değer 5268 GWh, tahmin edilen değer ise 5403,294 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,5 oranındadır.

2003 yılı için;

Gerçekleşen değer 5703 GWh, tahmin edilen değer ise 5576,552 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,27 oranındadır.

2004 yılı için;

Gerçekleşen değer 5827 GWh, tahmin edilen değer ise 5749,809 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,34 oranındadır.

Yıllık toplam enerji tüketimine göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 3,408 olarak bulunmuştur.

Toplam enerji tüketimi ve GSMH'nin kullanılmasıyla yapılan tahmin

TEİAŞ'a ait İM'lerden alınan günlük tüketim değerleri baz alınarak hesaplanan yıllık enerji tüketim değerleri ve GSMH'nin WINQSB programı kullanılarak değerlendirilmesiyle elde edilen fonksiyon aşağıdadır.

Çizelge 5.13. Yıllara göre tüketilen enerji ve GSMH için regresyon denklemini oluşturacak değerler

YILLAR (i)	ENERJİ TÜKETİMİ (GWh)/YIL (Yi)	GSMH(YTL) (Xi)
1999	4987	112044
2000	5199	119144
2001	4916	107783
2002	5268	116338
2003	5703	123165
2004	5827	135308

$$f(x) = 1006,924 + 0,0362x$$

şeklinde bulunur.

$x = 142073$ için;

$f(142073) = 6153,81$; 2005 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

$x = 149176$ için;

$f(149176) = 6411,13$; 2006 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

$x = 156635$ için;

$f(156635) = 6681,35$; 2007 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

$x = 164467$ için;

$f(164467) = 6965,08$; 2008 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

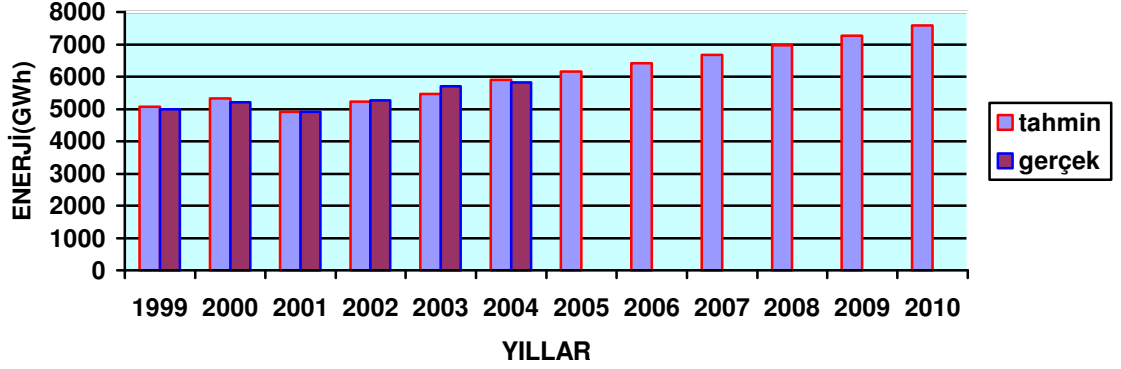
$x = 172690$ için;

$f(172690) = 7262,97$; 2009 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

$x = 181325$ için;

$f(181325) = 7575,79$; 2010 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

Fonksiyonu grafik formda ifade edersek;



Şekil 5.19. Ankara ili için yıllara göre gerçek ve tahmini toplam enerji tüketim değerleri (GSMH kullanılarak)

Oluşturulan matematiksel model sonucunda bulunan tahmin değerleri ve gerçekleşen değerler karşılaştırıldığında;

1999 yılı için;

Gerçekleşen değer 4987 GWh, tahmin edilen değer ise 5065,948 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,55 oranındadır.

2000 yılı için;

Gerçekleşen değer 5199 GWh, tahmin edilen değer ise 5323,16 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,33 oranındadır.

2001 yılı için;

Gerçekleşen değer 4916 GWh, tahmin edilen değer ise 4911,585 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,09 oranındadır.

2002 yılı için;

Gerçekleşen değer 5268 GWh, tahmin edilen değer ise 5221,507 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,89 oranındadır.

2003 yılı için;

Gerçekleşen değer 5703 GWh, tahmin edilen değer ise 5468,829 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 4,28 oranındadır.

2004 yılı için;

Gerçekleşen değer 5827 GWh, tahmin edilen değer ise 5908,734 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,38 oranındadır.

Yıllık toplam enerji tüketimi ve GSMH'ye göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 2,104 olarak bulunmuştur.

Toplam enerji tüketimi ve nüfusun kullanılmasıyla yapılan tahmin

TEİAŞ'a ait İM'lerden alınan günlük tüketim değerleri baz alınarak hesaplanan yıllık enerji tüketim değerleri ve nüfusun WINQSB programı kullanılarak değerlendirilmesiyle elde edilen fonksiyon aşağıdadır.

Çizelge 5.14. Yıllara göre tüketilen enerji ve nüfus için regresyon denklemini oluşturacak değerler

YILLAR (i)	ENERJİ TÜKETİMİ (GWh)/YIL (Yi)	NÜFUS(Xi)
1999	4987	3923695
2000	5199	4007860
2001	4916	4092025
2002	5268	4177957
2003	5703	4265694
2004	5827	4355274

$$f(x) = -3036,737 + 0,002x$$

şeklinde bulunur.

$x = 4446735$ için;

$f(4446735) = 5941,9$; 2005 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

$x = 4540116$ için;

$f(4540116) = 6130,45$; 2006 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

$x = 4635459$ için;

$f(4635459) = 6322,96$; 2007 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

$x = 4732803$ için;

$f(4732803) = 6519,52$; 2008 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

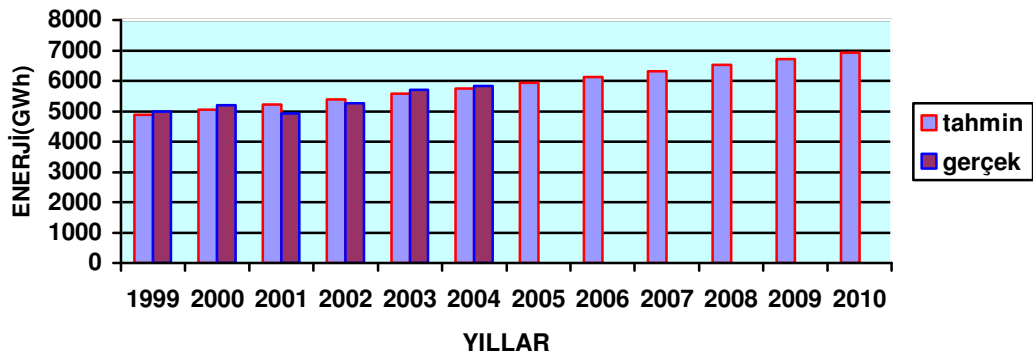
$x = 4832192$ için;

$f(4832192) = 6720,2$; 2009 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

$x = 4933668$ için;

$f(4933668) = 6925,096$; 2010 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

Fonksiyonu grafik formda ifade edersek;



Şekil 5.20. Ankara ili için yıllara göre gerçek ve tahmini toplam enerji tüketim değerleri (nüfus kullanılarak)

Oluşturulan matematiksel model sonucunda bulunan tahmin değerleri ve gerçekleşen değerler karşılaştırıldığında;

1999 yılı için;

Gerçekleşen değer 4987 GWh, tahmin edilen değer ise 4885,803 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,07 oranındadır.

2000 yılı için;

Gerçekleşen değer 5199 GWh, tahmin edilen değer ise 5055,748 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,83 oranındadır.

2001 yılı için;

Gerçekleşen değer 4916 GWh, tahmin edilen değer ise 5225,69 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 5,92 oranındadır.

2002 yılı için;

Gerçekleşen değer 5268 GWh, tahmin edilen değer ise 5399,2 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,43 oranındadır.

2003 yılı için;

Gerçekleşen değer 5703 GWh, tahmin edilen değer ise 5576,354 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 2,27 oranındadır.

2004 yılı için;

Gerçekleşen değer 5827 GWh, tahmin edilen değer ise 5757,23 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,21 oranındadır.

Yıllık toplam enerji tüketimi ve nüfusa göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 3,346 olarak bulunmuştur.

Toplam enerji tüketimi, nüfus ve GSMH'nin kullanılmasıyla yapılan tahmin

TEİAŞ'a ait İM'lerden alınan günlük tüketim değerleri baz alınarak hesaplanan yıllık enerji tüketim değerleri, nüfus ve GSMH'nin WINQSB programı kullanılarak değerlendirilmesiyle elde edilen fonksiyon aşağıdadır.

Çizelge 5.15. Yıllara göre tüketilen enerji, nüfus ve GSMH için regresyon denklemini oluşturacak değerler

YILLAR (i)	ENERJİ TÜKETİMİ (GWh)/YIL (Yi)	GSMH(YTL) (X _{1i})	NÜFUS(X _{2i})
1999	4987	112044	3923695
2000	5199	119144	4007860
2001	4916	107783	4092025
2002	5268	116338	4177957
2003	5703	123165	4265694
2004	5827	135308	4355274

$$f(x_1, x_2) = -1272,446 + 0,025x_1 + 0,0009x_2$$

şeklinde bulunur.

$x_1 = 142073$ ve $x_2 = 4446735$ için;

$f(x_1, x_2) = 6165,048$; 2005 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

$x_1 = 149176$ ve $x_2 = 4540116$ için;

$f(x_1, x_2) = 6424,38$; 2006 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

$x_1 = 156635$ ve $x_2 = 4635459$ için;

$f(x_1, x_2) = 6694,34$; 2007 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

$x_1 = 164467$ ve $x_2 = 4732803$ için;

$f(x_1, x_2) = 6975,39$; 2008 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

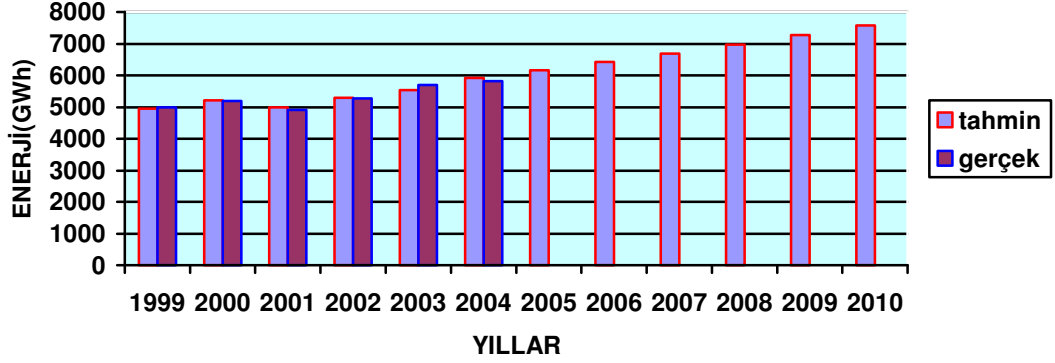
$x_1 = 172690$ ve $x_2 = 4832192$ için;

$f(x_1, x_2) = 7268$; 2009 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

$x_1 = 181325$ ve $x_2 = 4933668$ için;

$f(x_1, x_2) = 7572,76$; 2010 yılında tüketilecek enerji tahmini (GWh)

Fonksiyonu grafik formda ifade edersek;



Şekil 5.21. Ankara ili için yıllara göre gerçek ve tahmini toplam enerji tüketim değerleri (GSMH ve nüfus kullanılarak)

Oluşturulan matematiksel model sonucunda bulunan tahmin değerleri ve gerçekleşen değerler karşılaştırıldığında;

1999 yılı için;

Gerçekleşen değer 4987 GWh, tahmin edilen değer ise 4956,757 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,61 oranındadır.

2000 yılı için;

Gerçekleşen değer 5199 GWh, tahmin edilen değer ise 5207,976 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,17 oranındadır.

2001 yılı için;

Gerçekleşen değer 4916 GWh, tahmin edilen değer ise 4996,948 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,62 oranındadır.

2002 yılı için;

Gerçekleşen değer 5268 GWh, tahmin edilen değer ise 5286,14 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 0,34 oranındadır.

2003 yılı için;

Gerçekleşen değer 5703 GWh, tahmin edilen değer ise 5533,638 GWh olarak

bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 3,06 oranındadır.

2004 yılı için;

Gerçekleşen değer 5827 GWh, tahmin edilen değer ise 5915,853 GWh olarak bulunmuş olup, tahminde yapılan hata % 1,5 oranındadır.

Yıllık toplam enerji tüketimi, GSMH ve nüfusa göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 1,46 olarak bulunmuştur.

6. SONUÇ

Yük tahmini, elektrik sistemlerinin güvenli ve verimli işletilebilmesinde büyük öneme sahiptir. Dünyada ve Türkiye’de birçok değişik yöntemin kullanılmasıyla farklı dönemler için gerçekleştirilen yük tahminleri yatırım planlamasına veri teşkil etmesi açısından, anlık yük değişimlerinin izlenebilmesi ve devreye alınacak- çıkarılacak generatör gruplarının belirlenmesinde, hidroelektrik santraller için salınacak su miktarları, termik ve doğalgaz santralleri için yakıt rezervinin saptanmasında ve yükün dengeli dağıtılabilmesi açısından santraller arasındaki koordinasyonun sağlanmasında çok büyük önem taşımaktadır.

Yük tahmin yöntemlerinde, istatistiksel metotlar büyük yer tutmaktadır. Bunun yanı sıra yeni yaklaşımlar olarak yapay sinir ağları, bulanık mantık, uzman sistemler de yük tahmininde sıklıkla kullanılmaktadır.

Dünya genelinde, gelişmiş ekonomilere sahip ve istikrarlı ülkelerin elektrik sistemlerine bakıldığında, yapılan yük tahminlerindeki hata oranlarının düşük olduğu, istatistiksel metotlara kıyasla görece yeni olan yapay sinir ağları, bulanık mantık gibi yöntemlerle hata oranlarının daha da alt seviyelere çekilebildiği görülmektedir.

Türkiye’de üretim ve dağıtım bazlı yük tahminlerinde hata oranı, istikrarlı ekonomilere sahip ülkelerde yapılan tahminlere kıyasla daha fazla olmaktadır. Yükün birçok faktörden etkilendiği düşünüldüğünde, ülkemiz iklimindeki yöresel farklılıklar, ekonomik istikrarsızlık, yapılaşma ve kentsel gelişimde öngörülerin tam ve zamanında gerçekleşmemesi, yatırım projelerinin tamamlanmasında yaşanan gecikmeler gibi etkenler yük tahminin etkin ve beklenen düzeyde gerçekleşmesini zorlaştırmaktadır. Bunların yanı sıra, mevcut elektrik sisteminin işleyiş düzeninde yük tahmini için kullanılacak olan verilerin detaylı tutulmaması, mevcut verilerin bir kısmının hala bilgisayar ortamına aktarılmaması veya tutulmuyor olması verilerin işlenmesinde, özellikle lokal olarak yapılacak çalışmalarda tahmin işleminin yapılmasını zorlaştırmaktadır.

Yapılan tez çalışmasında yük tahmini uygulanan bölge Ankara ilinin merkez metropol alanı olarak seçilmiş ve Teiaş'a ait trafo merkezlerinden alınan veriler ile DİE ve DPT'den alınan veriler kullanılarak regresyon analizi yöntemi ile gelecek yıllara ait tahminler yapılmıştır. Yapılan çalışmada elde edilen bulgular geçmiş yılların değerleriyle karşılaştırılmış ve tahminde yapılan hataların yaklaşık olarak % 2-3 civarlarında değiştiği görülmüştür. Türkiye'de yaşanan olağan dışı gelişmeler kurulan matematiksel modellerde öngörülemediğinden, bu zamanlar için tahmin edilen değerle gerçek değerler arasında % 5-6 oranlarında sapmalar olmuştur.

Yapılan çalışmada Teiaş'ın yük tahmini için uyguladığı yöntem de araştırılmış, yapılan şifahi görüşmeler neticesinde, Türkiye geneli için saatlik yük tahminlerinin yapıldığı Yük Tevzii Müdürlüğü (Milli Yük Tevzii) bünyesinde kurulu SCADA sisteminin bir parçası olan tahmin programının yeterli veri akışı sağlayamadığından tahminde çok etkin olmadığı, tahminin geleneksel yöntemlerle gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.

Ankara ili için uygulanan yük tahmini çalışmasında;

Puant güç için;

Yıllara göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 2,018,

Yıllık Puant Değerler ve GSMH'ye göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 2,674,

Yıllık Puant Değerler ve Nüfus'a göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 2,004,

Yıllık Puant Değerler, GSMH ve Nüfusa göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 1.942 olarak bulunmuştur.

Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji için;

Yıllara göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 3,048,

Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji ve GSMH'ye göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 2,976,

Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji ve nüfusa göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 3,058,

Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji, GSMH ve nüfusa göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 3,132 olarak bulunmuştur.

Yıllık toplam enerji tüketimi için;

Yıllara göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 3,408,

Yıllık toplam enerji tüketimi ve GSMH'ye göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 2,104,

Yıllık toplam enerji tüketimi ve nüfusa göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 3,346,

Yıllık toplam enerji tüketimi, GSMH ve nüfusa göre yapılan tahmin işlemi neticesinde 5 yıla ait ortalama hata oranı % 1,46 olarak bulunmuştur.

Yapılan analizler incelendiğinde; tahminde yapılan hata oranlarının % 2-3 civarlarında olduğu, yıllık toplam enerji tüketimine göre yapılan tahminde GSMH ve nüfus verilerinin birlikte kullanılmasıyla ortalama % 1,46 hata oranıyla en etkin tahminin yapıldığı görülmektedir. Elde edilen sonuçlara bakarak, gelecek yıllar için yapılacak olan yük tahmininde, geçmiş yıllara ait mevcut yıllık toplam enerji tüketim değerleri, GSMH büyüme hızı ve nüfus artış hızının birlikte kullanılmasıyla yapılacak tahminlerin gerçek değerlere daha yakın sonuçlar vereceği düşünülmekle birlikte, tahminin etkinliğinde GSMH büyüme hızının ne olacağı önemlidir. DİE ve DPT'den alınan verilere göre tahmin edilen ve programlanan büyüme hızının istikrar göstermesi ve ekonomide olağan dışı gelişmelerin yaşanmaması halinde gelecek yıllara ait yapılmış olan yük tahminlerindeki hata oranlarının % 2-3 civarlarında değişmesi beklenmektedir.

Ekonomik ve sosyal istikrar ile birlikte yeterli teknik alt yapının sağlanması, varolan SCADA sistemlerinin geliştirilmesi ve genişletilmesi ile eşzamanlı veri akışı sağlanmasıyla yük tahmini için kullanılacak olan verilerin işlenmesi kolaylaşacak, yapılacak olan tahminlerdeki hata oranları azaltılabilecektir.

Ayrıca, Ekler kısmındaki Ek-1, Ek-2 ve Ek-3’de yapılan uygulamaya ait veriler, örnek bir sistemde bu tezi referans kullanacaklar için, bir tahmin problemi çözümleri ve çıktılarının grafiksel ve matematiksel analizi olarak verilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Hamzaçebi, C., Kutay, F., “Yapay Sinir Ağları İle Türkiye Elektrik Enerjisi Tketimeinin 2010 Yılına Kadar Tahmini”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 19 (3): 227-233 (2004).
2. Ceylan, G., Demirören, A., “Yapay Sinir Ağı İle Gölbaşı Bölgesinin Kısa Dönem Yük Tahmini” *Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu*, Bursa, 8-12 Aralık (2004).
3. Prof. Dr. Taplamacıoğlu, M. C. “Güç Sistemlerinde İşletim ve Kontrol” *Gazi Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Ders Notları*, Eylül (2003).
4. Yalçınöz, T., Herdem, S., Emineoğlu, U. “Yapay Sinir Ağları İle Niğde Bölgesinin Elektrik Yük Tahmini”, *Eleco’2002, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu*, Tübitak/BURSA, 18-22 Aralık (2002).
5. Türkiye Elektrik İletim Anonim şirketi, “2004 Yılı İşletme Faaliyetleri Raporu”, *Teiaş, Yük Tevzi Dairesi Başkanlığı Genel Kod:28/2 No:503*, Ankara, (2004).
6. Karabaş, E., “Yapay Sinir Ağları Kullanarak Kısa Dönem Yük Tahmini”, Yüksek Lisans, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 47-48 (2005).
7. Prof. Dr. nver, ., “Uygulamalı İstatistik Yöntemler Giriş”
8. Sağıroğlu, ř., Beşdok, E., Erler, M., “Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları-1”, *Ufuk Kitap Kırtasiye-Yayıncılık Tic. Ltd. şti.*, Kayseri, 23- 24, 50-51 (2003).
9. Prof. Dr. Elmas, ., “Bulanık Mantık Denetleyiciler”, *Seçkin Yayıncılık San. ve Tic. A.ř.*, Ankara, 24-26, (2003).
10. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, “Temel Ekonomik Göstergeler”, *ISSN 1301-0824*, 13, Ağustos, (2005).

EKLER

**EK-1 1999-2004 YILLARINA AİT PUANTIN OLDUĞU GÜNLERDEKİ
PUANT GÜÇ, GERİLİM VE ENERJİ TÜKETİM DEĞERLERİNİ
GÖSTERİR TABLOLAR**

1999 YILI 3 ARALIK GÜNÜNE AİT PUANT GÜÇ, GERİLİM VE ENERJİ
TÜKETİM DEĞERLERİ TABLOSU

1-154/34,5 KV İNDİRİCİ MERKEZLERİN; KURULU VE PUANT GÜÇ, GERİLİM VE ENERJİ TÜKETİM DEĞERLERİ TABLOSU											
ADI	KURULU GÜCÜ (MVA)	ENERJİ TÜKETİMİ	C O S Ø	GÜCÜ (MW)		BARA GERİLİMLERİ (KV)					
						YG		CG			
		TRF-A		TRF-B							
		(KWh)		MAK	SAATİ	MAK	SAATİ	MAK	SAATİ	MAK	SAATİ
(KVAh)	MIN		MIN		MIN		MIN				
AKKÖPRÜ	2X100 = 200	2.270.000	0,960	118	18.00	154	08.00	34.5	08.00	34.5	08.00
		662.000		64	05.00	150	20.00	34	20.00	34	20.00
BALGAT	2X100 = 200	2.277.000	0,948	130	17.00	157	02.00	35	02.00	35	02.00
		764.460		66	03.00	153	17.00	33	17.00	33	17.00
MAVAK	2X100 = 200	2.263.000	0,952	122	18.00	154	23.00	34.5	23.00	34	23.00
		727.000		62	04.00	150	04.00	34	04.00	33	04.00
YILDIZ	2X100 = 200	2.291.000	0,963	125	18.00	156	23.00	35	23.00	35	23.00
		642.000		59	05.00	152	10.00	34	10.00	34	10.00
MALTEPE	1X100 = 100	1.745.000	0,935	102	17.00	158	01.00	35.5	01.00	35.5	01.00
	1X50 = 50 2X25 = 50	660.000		38	05.00	153	10.00	34	10.00	34	10.00
ÜMİTKÖY	2X100 = 200	869.000	0,979	45	19.00	156	01.00	34	01.00	34	01.00
		179.000		25	07.00	154	09.00	33.5	09.00	33.5	09.00
SİNCAN	2X100 = 200	1.367.000	0,966	65	17.00	156	02.00	34.5	01.00	34	12.00
		365.000		32	04.00	152	10.00	34	17.00	33.6	10.00
SANAYİ	2X100 = 200	1.844.000	0,995	103	16.30	156	01.00	35	01.00	35	01.00
		176.000		55	03.00	154	04.00	34	11.00	34	11.00
GÖLBAŞI	1X31 = 31	468.000	0,933	27	17.00	158	01.00	35	01.00	35	01.00
		180.000		16	05.00	154	11.00	34	20.00	34	20.00
ESENBOĞA	1X100 = 100	1.132.000	0,946	56	17.00	156	04.00	35	04.00	35	04.00
		386.000		37	04.00	152	17.00	34	17.00	34	17.00
OVACIK	2X63 = 126	789.000	0,953	46	18.00	155	01.00	34.6	20.00	34.6	20.00
		250.000		23	02.00	152	17.00	34.5	01.00	34.5	01.00
TOPLAM	1857	17.315.000	0,961	937	17.10						
		4.991.460									
ŞEHİR PUANTI											

2000 YILI 24 OCAK GÜNÜNE AİT PUANT GÜÇ, GERİLİM VE ENERJİ TÜKETİM DEĞERLERİ TABLOSU

1-15/34,5 KV İNDİRİCİ MERKEZLERİN KURULU VE PUANT GÜÇ, GERİLİM VE ENERJİ TÜKETİM DEĞERLERİ TABLOSU											
ADI	KURULU GÜCÜ (MVA)	ENERJİ TÜKETİMİ	C O S Ø	GÜCÜ (MW)		BARA GERİLİMLERİ (KV)					
						YG		OG			
		TRF-A						TRF-B			
		(KWh) (KVAh)		MAK MIN	SAATİ	MAK MIN	SAATİ	MAK MIN	SAATİ	MAK MIN	SAATİ
AKKÖPRÜ	2X100 = 200	2.490.000	0,946	133	18.00	155	09.00	34.4	09.00	34.4	09.00
		855.000		64	05.00	152	17.30	33.9	17.30	33.9	17.30
BALGAT	2X100 = 200	2.468.000	0,984	142	17.00	159	01.00	35	01.00	35	01.00
		450.000		52	05.00	154	11.00	33.7	11.00	33.7	11.00
MAVAK	2X100 = 200	2.484.000	0,964	129	17.30	154	01.00	34.1	01.00	34.1	01.00
		684.000		69	04.00	150	18.00	33.2	18.00	33.2	18.00
YILDIZ	2X100 = 200	2.567.000	0,972	139	18.00	155	13.00	35	13.00	35	13.00
		621.000		67	04.00	152	18.00	34	18.00	34	18.00
MALTEPE	1X100 = 100	1.930.000	0,953	109	12.00	155	01.00	35	01.00	35	01.00
	1X50 = 50 2X25 = 50	611.000		40	03.00	152	10.00	33.5	10.00	33.5	10.00
ÜMTKÖY	2X100 = 200	828.000	0,989	42	18.00	155	17.00	34	17.00	34	17.00
		124.000		26	06.00	154	10.00	34	10.00	34	10.00
SİNCAN	2X100 = 200	1.459.000	0,975	73	18.00	156	13.00	34.5	01.00	34.5	01.00
		334.000		20	19.00	152	14.00	34	09.00	34	09.00
SANAYİ	2X100 = 200	1.925.000	0,992	107	18.00	158	01.00	34.9	03.00	34.9	03.00
		244.000		63	03.00	154	09.00	33.8	09.00	33.8	09.00
GÖLBAŞI	1X31 = 31	396.000	0,965	23	18.00	159	01.00	34.5	01.00		
		108.000		14	06.00	156	19.00	33.5	19.00		
ESENBOĞA	1X100 = 100	1.145.000	0,954	59	18.00	157	24.00	35	24.00		
		359.000		34	19.30	151	17.30	33.8	17.30		
OVAÇIK	2X63 = 126	869.000	0,966	50	18.00	156	16.00	34.7	16.00	34.7	16.00
		233.000		26	03.00	150	11.00	34	11.00	34	11.00
TOPLAM	1857	18.561.000 4.623.000	0,970	977	17.40						
ŞEHİR PUANTI											
TEAŞ CA GERÇEKLEŞTİRİLEN ENERJİ KISITLAMASI MİKTARI											
ŞEHİR İÇİ								124.500		KWh	
ŞEHİR DIŞI								42.700		KWh	
BAŞKENT ELEKTRİK DAĞITIM AŞ TOPLAM								167.200		KWh	

EK-2 GSMH, NÜFUS VE BÜYÜME HIZLARI
GAYRİ SAFİ MİLLİ HASILA
GROSS NATIONAL PRODUCT

	GSMH		Yıl Ortası Nüfus (1)			Fert Başına GSMH \$ (3)	Fert Başına GSYİH Satın Alma Gücü
	Milyon YTL	Milyar \$ (3)	Büyüme Oranı	1000 Kişi	Yüzde Değişim		
	GNP		Mid-Year Population (1)			Per Capita GNP \$(3)	Per Capita GDP In Purchasing Power Parity
	Billion YTL	Billion \$ (3)	Growth Rate	1000 People	Percentage Change		
1990	397	152,4	9,4	56.154	2,3	2.712	4.566
1991	634	152,4	0,3	57.272	2,0	2.656	4.676
1992	1.104	160,7	6,4	58.392	2,0	2.752	4.973
1993	1.997	182,0	8,1	59.513	1,9	3.055	5.393
1994	3.888	131,1	-6,1	60.637	1,9	2.159	5.110
1995	7.855	172,0	8,0	61.763	1,9	2.783	5.487
1996	14.978	184,7	7,1	62.909	1,9	2.933	5.918
1997	29.393	194,4	8,3	64.064	1,8	3.030	6.298
1998	53.519	206,0	3,9	65.215	1,8	3.156	6.451
1999	78.283	187,7	-6,1	66.350	1,7	2.825	6.084
2000	125.596	201,5	6,3	67.420	1,6	2.987	6.820
2001	176.484	144,6	-9,5	68.365	1,4	2.111	6.155
2002	275.032	182,9	7,9	69.302	1,4	2.638	6.550
2003	356.681	238,4	5,9	70.231	1,3	3.396	6.993
2004	428.932	301,6	9,9	71.152	1,3	4.240	7.756
2005(4)	485.058	357,7	5,0	72.065	1,3	4.964	8.428
2006(5)	539.870	380,6	5,0	72.974	1,3	5.216	9.017

Kaynak: DİE, DPT, OECD

Source: SIS, SPO, OECD

(1) DİE yıl ortası nüfus tahmini

(1) SIS mid-year population estimate

(2) Satın Alma Gücü Paritesinin hesaplanabilmesi için gerekli veriler DİE tarafından derlenip OECD'ye gönderilmekte, daha sonra OECD tarafından hesaplanmış olan parite değeri kullanılarak Fert Başına GSYİH değeri DİE tarafından hesaplanmaktadır.

(2) Necessary data for the computations of Purchasing Power Parity are compiled by SIS and sent to OECD, and later by using the parity value computed by OECD Per Capita GDP is computed by SIS.

(3) Merkez Bankası döviz alış kuru kullanılarak hesaplanmıştır.

(3) Computations are made by using Central Bank buying exchange rate.

(4) DPT tahmini

(4) SPO estimate

(5) Program

(5) Programme

TABLO: 1.1 GAYRİ SAFİ MİLLİ HASILA									
TABLE: 1.1 GROSS NATIONAL PRODUCT									
	BİN YTL.		MİLYON DOLAR		YÜZDE DEĞİŞME				
	THOUSAND TRY.		MILLION DOLLARS		PERCENTAGE CHANGE				
	CARİ FİYATLARLA	1987 FİYATLARIYLA	CARİ FİYATLARLA	1987 FİYATLARIYLA					
	AT CURRENT PRICES	AT 1987 PRICES	AT CURRENT PRICES	AT 1987 PRICES					
1990	397.178	84.592	152,393	72,4	9,4				57,6
1991	634.393	84.887	152,352	59,7	0,3				59,2
1992	1.103.605	90.323	160,748	74,0	6,4				63,5
1993	1.997.323	97.677	181,994	81,0	8,1				67,4
1994	3.887.903	91.733	131,137	94,7	-6,1				107,3
1995	7.854.887	99.028	171,979	102,0	8,0				87,2
1996	14.978.067	106.080	184,724	90,7	7,1				78,0
1997	29.393.262	114.874	194,360	96,2	8,3				81,2
1998	53.518.332	119.303	205,978	82,1	3,9				75,3
1999	78.282.967	112.044	187,664	46,3	-6,1				55,8
2000	125.596.129	119.144	201,463	60,4	6,3				50,9
2001	176.483.953	107.783	144,607	40,5	-9,5				55,3
2002	275.032.366	116.338	182,929	55,8	7,9				44,4
2003	356.680.888	123.165	238,409	29,7	5,9				22,5
2004	428.932.343	135.308	301,636	20,3	9,9				9,5
KAYNAK: DİE, DPT									
SOURCE: SIS, SPO									

İllere göre yıllık nüfus artış hızı, 2000

	Sayım yılı		Yıllık Nüfus artış hızı (%)
	1990	2000	
	Toplam Total	Toplam Total	Toplam Total
İller			
Adana	1.549.233	1.849.478	17,71
Adıyaman	510.827	623.811	19,98
Afyon	738.979	812.416	9,47
Ağrı	437.093	528.744	19,03
Aksaray	330.569	396.084	18,08
Amasya	359.265	365.231	1,65
Ankara	3.236.378	4.007.860	21,37
Antalya	1.132.211	1.719.751	41,79
Ardahan	163.731	133.756	-20,22
Artvin	212.833	191.934	-10,33
Aydın	824.816	950.757	14,21
Balıkesir	974.274	1.076.347	9,96
Bartın	205.834	184.178	-11,11
Batman	344.121	456.734	28,30
Bayburt	107.330	97.358	-9,75
Bilecik	175.797	194.326	10,02
Bingöl	249.074	253.739	1,86
Bitlis	330.115	388.678	16,33
Bolu	262.919	270.654	2,90
Burdur	254.899	256.803	0,74
Bursa	1.596.161	2.125.140	28,62
Çanakkale	432.263	464.975	7,29
Çankırı	249.344	270.355	8,09
Çorum	608.660	597.065	-1,92
Denizli	750.882	850.029	12,40
Diyarbakır	1.096.447	1.362.708	21,73
Düzce	273.679	314.266	13,82
Edirne	404.599	402.606	-0,49
Elazığ	498.225	569.616	13,39
Erzincan	299.251	316.841	5,71
Erzurum	848.201	937.389	10,00
Eskişehir	641.301	706.009	9,61
Gaziantep	1.010.396	1.285.249	24,05
Giresun	499.617	523.819	4,73
Gümüşhane	168.845	186.953	10,18
Hakkari	172.479	236.581	31,59
Hatay	1.109.754	1.253.726	12,19
Iğdır	142.601	168.634	16,76
İsparta	434.771	513.681	16,67
İstanbul	7.195.773	10.018.735	33,09
İzmir	2.694.770	3.370.866	22,38
Kahramanmaraş	894.264	1.002.384	11,41
Karabük	244.177	225.102	-8,13
Karaman	215.181	243.210	12,24
Kars	355.823	325.016	-9,05
Kastamonu	423.206	375.476	-11,96
Kayseri	944.091	1.060.432	11,62
Kilis	130.198	114.724	-12,65
Kırıkkale	350.360	383.508	9,04
Kırklareli	309.512	328.461	5,94
Kırşehir	256.684	253.239	-1,35
Kocaeli	920.255	1.206.085	27,04
Konya	1.752.658	2.192.166	22,37
Kütahya	577.905	656.903	12,81
Malatya	704.359	853.658	19,22
Manisa	1.154.418	1.260.169	8,76
Mardin	558.275	705.098	23,34
Mersin	1.267.253	1.651.400	26,47

EK-3 WINQSB PROGRAMI ÇIKTILARI

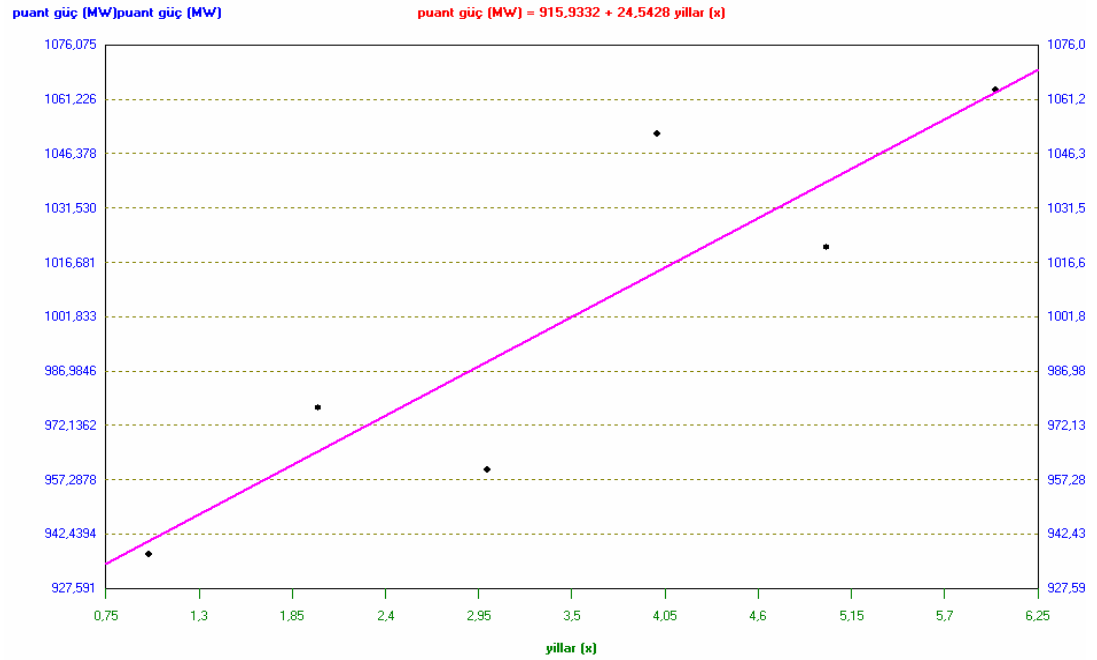
Yıllık Puant Değerlere Göre Yapılan Yük Tahmini WINQSB Program Çıktıları

Observation	puant güç (MW)	yillar (x)
1	937	1
2	977	2
3	960	3
4	1052	4
5	1021	5
6	1064	6

12-19-2005 10:41:07	Variable Name	Mean	Standard Deviation	Regression Coefficient	Standard Error	t value	Probability > t
Dependent	puant güç (MW)	1001,8330	51,6122				
Y-intercept	Constant			915,9332	24,5322	37,3359	0,0000
1	yillar (x)	3,5000	1,8708	24,5428	6,2993	3,8961	0,0176
	Se =	26,3518	R-square =	0,7914	R-adjusted =	0,7393	

12-19-2005 10:51:16	Dependent Variable	Independent Variable
Equation:	puant güç (MW) =	915,9332 + 24,5428 yillar (x)

12-19-2005 10:44:59	Actual puant güç (MW)	Prediction	Std. Dev. of Prediction	Residual	% Residual	Standardized Residual
1	937,0000	940,4760	19,0721	-3,4760	-0,3696	-0,1475
2	977,0000	965,0187	14,3185	11,9813	1,2416	0,5083
3	960,0000	989,5615	11,2097	-29,5615	-2,9873	-1,2542
4	1052,0000	1014,1040	11,2097	37,8957	3,7369	1,6078
5	1021,0000	1038,6470	14,3185	-17,6471	-1,6990	-0,7487
6	1064,0000	1063,1900	19,0721	0,8101	0,0762	0,0344



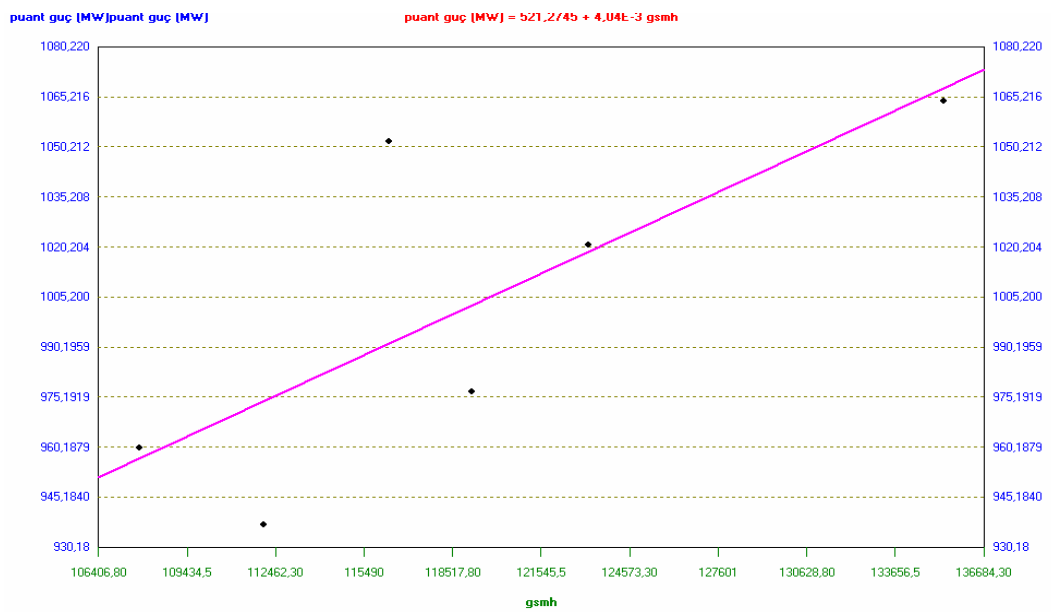
Yıllık puant değerler ve GSMH'nin birlikte kullanılmasıyla yapılan yük tahmini WINQSB program çıktıları

Observation	puant güç (MW)	gsmh
1	937	112044
2	977	119144
3	960	107783
4	1052	116338
5	1021	123165
6	1064	135308

12-19-2005 11:10:30	Variable Name	Mean	Standard Deviation	Regression Coefficient	Standard Error	t value	Probability > t
Dependent	puant güç (MW)	1001,8330	51,6122				
Y-intercept	Constant			521,2745	209,6038	2,4870	0,0677
1	gsmh	118963,7000	9639,5820	0,0040	0,0018	2,2989	0,0830
	Se =	37,8741	R-square =	0,5692	R-adjusted =	0,4615	

12-19-2005 11:12:45	Dependent Variable	Independent Variable
Equation:	puant güç (MW)	= 521,2745 + 0,0040 gsmh

12-19-2005 11:12:20	Actual puant güç (MW)	Prediction	Std. Dev. of Prediction	Residual	% Residual	Standardized Residual
1	937,0000	973,8673	19,6699	-36,8673	-3,7857	-1,0883
2	977,0000	1002,5470	15,4653	-25,5472	-2,5482	-0,7541
3	960,0000	956,6553	25,0006	3,3447	0,3496	0,0987
4	1052,0000	991,2126	16,1356	60,7874	6,1326	1,7944
5	1021,0000	1018,7900	17,1339	2,2103	0,2170	0,0652
6	1064,0000	1067,8410	32,6167	-3,8405	-0,3596	-0,1134



Yıllık puant değerler ve nüfusun birlikte kullanılmasıyla yapılan yük tahmini

Observation	puant güç (MW)	nüfus
1	937	3923695
2	977	4007860
3	960	4092025
4	1052	4177957
5	1021	4265694
6	1064	4355274

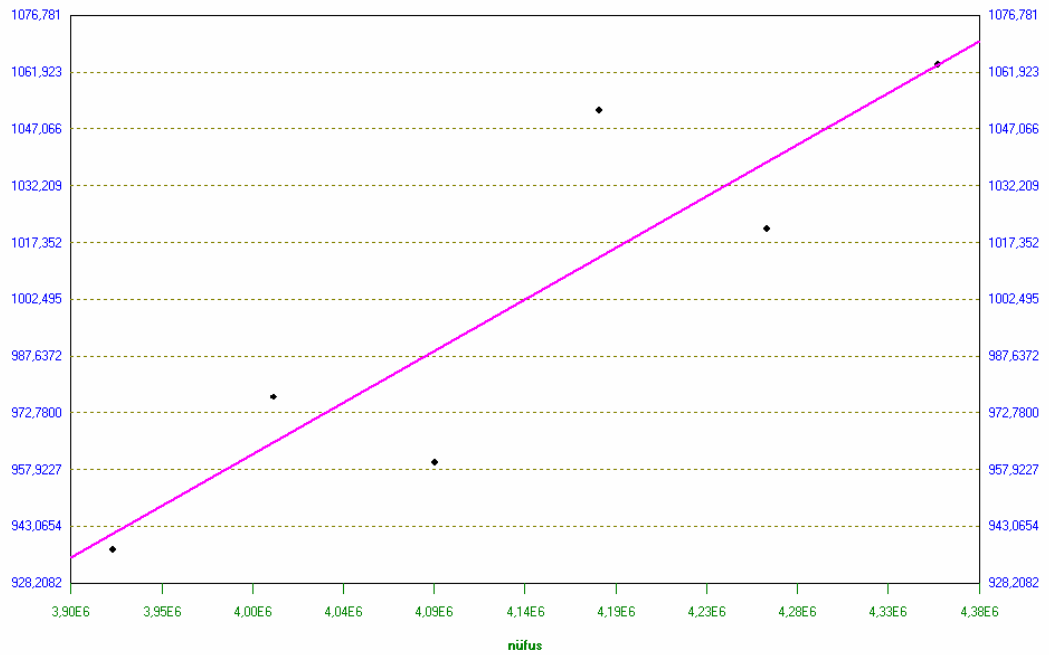
12-19-2005 14:43:15	Variable Name	Mean	Standard Deviation	Regression Coefficient	Standard Error	t value	Probability > t
Dependent	puant güç (MW)	1001,8330	51,6122				
Y-intercept	Constant			-175,2172	303,1348	-0,5780	0,5942
1	nüfus	4137084,0000	161294,4000	0,0003	0,0001	3,8853	0,0178
	Se =	26,4099	R-square =	0,7905	R-adjusted =	0,7382	

12-19-2005 14:44:10	Dependent Variable	Independent Variable
Equation:	puant güç (MW)	= - 175,2172 + 0,0003 nüfus

12-19-2005 14:44:43	Actual puant güç (MW)	Prediction	Std. Dev. of Prediction	Residual	% Residual	Standardized Residual
1	937,0000	941,1009	18,9844	-4,1009	-0,4358	-0,1736
2	977,0000	965,0464	14,3452	11,9536	1,2387	0,5060
3	960,0000	988,9919	11,2753	-28,9919	-2,9315	-1,2273
4	1052,0000	1013,4400	11,1894	38,5599	3,8048	1,6324
5	1021,0000	1038,4020	14,3156	-17,4020	-1,6758	-0,7367
6	1064,0000	1063,8880	19,2748	0,1119	0,0105	0,0047

puant güç (MW)puant güç (MW)

puant güç (MW) = -175,2172 + 2,85E-4 nüfus



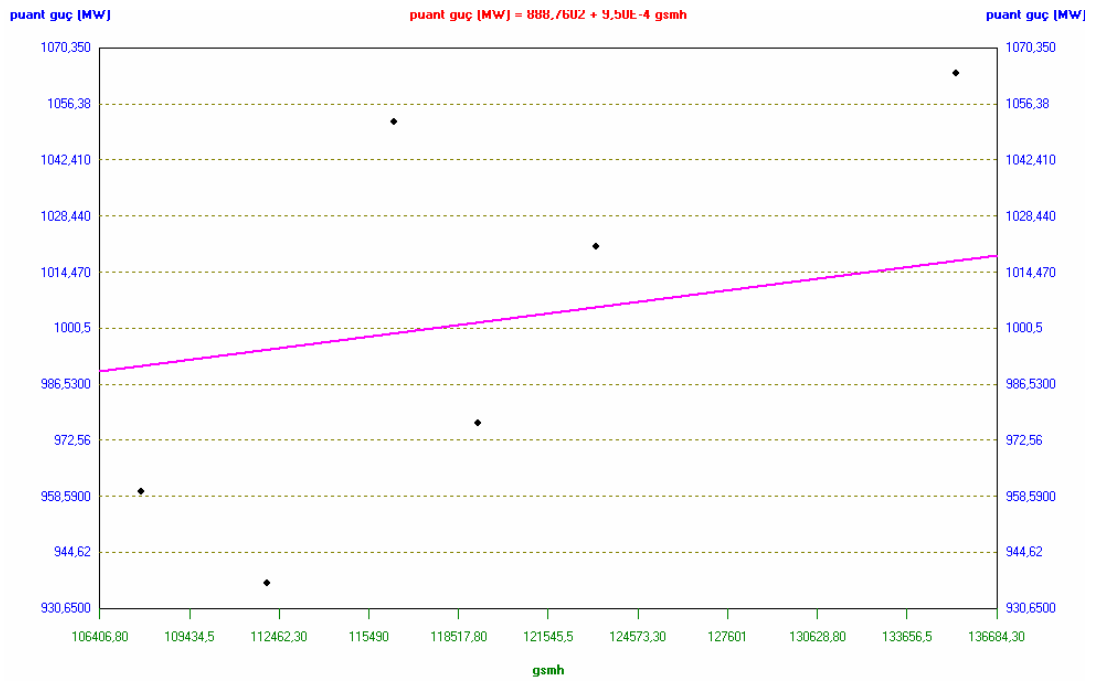
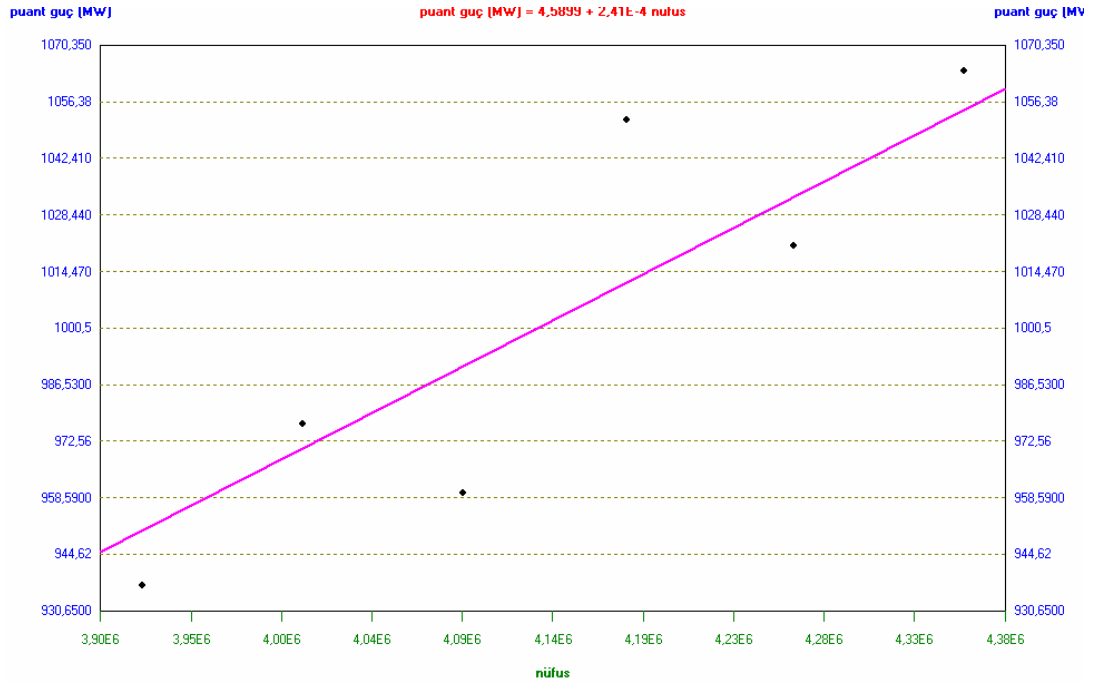
Yıllık puant değerler GSMH ve nüfusun birlikte kullanılmasıyla yapılan yük tahmini

Observation	puant güç (MW)	nüfus	gsmh
1	937	3923695	112044
2	977	4007860	119144
3	960	4092025	107783
4	1052	4177957	116338
5	1021	4265694	123165
6	1064	4355274	135308

12-19-2005 14:48:23	Variable Name	Mean	Standard Deviation	Regression Coefficient	Standard Error	t value	Probability > t
Dependent	puant güç (MW)	1001,8330	51,6122				
Y-intercept	Constant			-108,3711	370,8219	-0,2922	0,7891
1	nüfus	4137084,0000	161294,4000	0,0002	0,0001	1,8913	0,1549
2	gsmh	118963,7000	9639,5820	0,0009	0,0021	0,4453	0,6863
	Se =	29,5354	R-square =	0,8035	R-adjusted =	0,6725	

12-19-2005 14:48:55	Dependent Variable	Independent Variable
Equation:	puant güç (MW) =	- 108,3711 + 0,0002 nüfus + 0,0009 gsmh

12-19-2005 14:49:28	Actual puant güç (MW)	Prediction	Std. Dev. of Prediction	Residual	% Residual	Standardized Residual
1	937,0000	943,7191	22,0843	-6,7191	-0,7120	-0,2937
2	977,0000	970,7465	20,6497	6,2535	0,6442	0,2733
3	960,0000	980,2444	23,1719	-20,2444	-2,0652	-0,8849
4	1052,0000	1009,0790	15,7649	42,9207	4,2535	1,8761
5	1021,0000	1036,7080	16,4091	-15,7084	-1,5152	-0,6866
6	1064,0000	1069,8300	25,4592	-5,8295	-0,5449	-0,2548



Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerjiye göre yapılan yük tahmini

Observation	puant enj.(MWH)	yillar
1	17315	1
2	18561	2
3	18323	3
4	19786	4
5	18627	5
6	19072	6

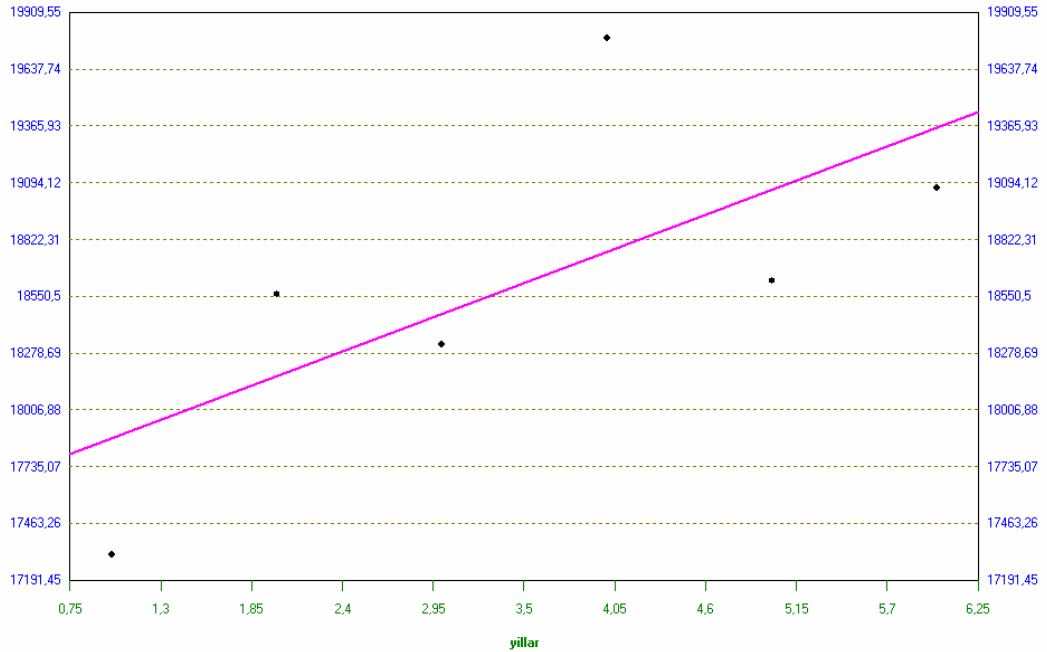
12-19-2005 14:57:41	Variable Name	Mean	Standard Deviation	Regression Coefficient	Standard Error	t value	Probability > t
Dependent	puant enj.(MWH)	18614,0000	819,5579				
Y-intercept	Constant			17569,4000	624,4247	28,1369	0,0000
1	yillar	3,5000	1,8708	298,4565	160,3375	1,8614	0,1362
	Se =	670,7397	R-square =	0,4642	R-adjusted =	0,3302	

12-19-2005 14:58:27	Dependent Variable	Independent Variable
Equation:	puant enj.(MWH) =	17569,4000 + 298,4565 yillar

12-19-2005 14:59:01	Actual puant enj.(MWH)	Prediction	Std. Dev. of Prediction	Residual	% Residual	Standardized Residual
1	17315,0000	17867,8600	485,4458	-552,8613	-3,0942	-0,9215
2	18561,0000	18166,3200	364,4519	394,6836	2,1726	0,6579
3	18323,0000	18464,7700	285,3226	-141,7734	-0,7678	-0,2363
4	19786,0000	18763,2300	285,3226	1022,7700	5,4509	1,7048
5	18627,0000	19061,6900	364,4519	-434,6875	-2,2804	-0,7246
6	19072,0000	19360,1400	485,4457	-288,1426	-1,4883	-0,4803

puant enj.(MWH)puant enj.(MWH)

puant enj.(MWH) = 17569,40 + 298,4565 yillar



Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji ve GSMH'nin kullanılmasıyla yapılan tahmin

Observation	puant tüketim	gsmh
1	17315	112044
2	18561	119144
3	18323	107783
4	19786	116338
5	18627	123165
6	19072	135308

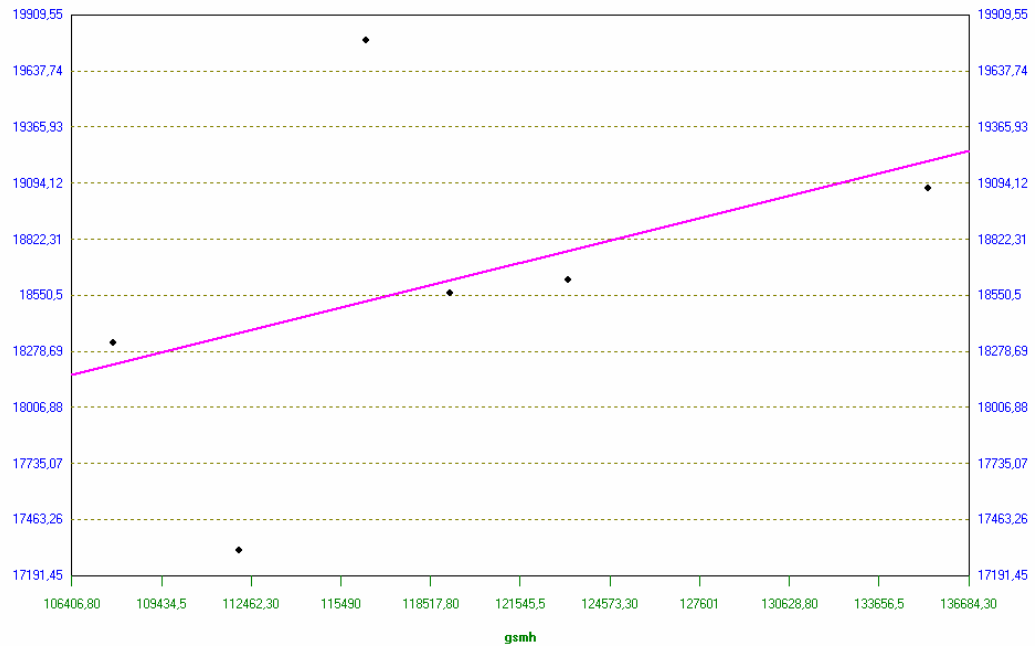
12-19-2005 15:02:55	Variable Name	Mean	Standard Deviation	Regression Coefficient	Standard Error	t value	Probability > t
Dependent	puant tüketim	18614,0000	819,5579				
Y-intercept	Constant			14339,2400	4595,7770	3,1201	0,0355
1	gsmh	118963,7000	9639,5820	0,0359	0,0385	0,9327	0,4038
	Se =	830,4282	R-square =	0,1786	R-adjusted =	-0,0267	

12-19-2005 15:03:25	Dependent Variable	Independent Variable
Equation:	puant tüketim =	14339,2400 + 0,0359 gsmh

12-19-2005 15:03:56	Actual puant tüketim	Prediction	Std. Dev. of Prediction	Residual	% Residual	Standardized Residual
1	17315,0000	18365,3000	431,2834	-1050,3010	-5,7189	-1,4141
2	18561,0000	18620,4200	339,0915	-59,4238	-0,3191	-0,0800
3	18323,0000	18212,1900	548,1627	110,8105	0,6084	0,1492
4	19786,0000	18519,6000	353,7905	1266,4040	6,8382	1,7050
5	18627,0000	18764,9100	375,6784	-137,9082	-0,7349	-0,1857
6	19072,0000	19201,2400	715,1533	-129,2422	-0,6731	-0,1740

puant tüketim

puant tüketim = 14339,24 + 0,0359 gsmh



Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji ve nüfusun kullanılmasıyla yapılan tahmin

Observation	puant tüketim	nüfus
1	17315	3923694
2	18561	4007860
3	18323	4092025
4	19786	4177957
5	18627	4265694
6	19072	4355274

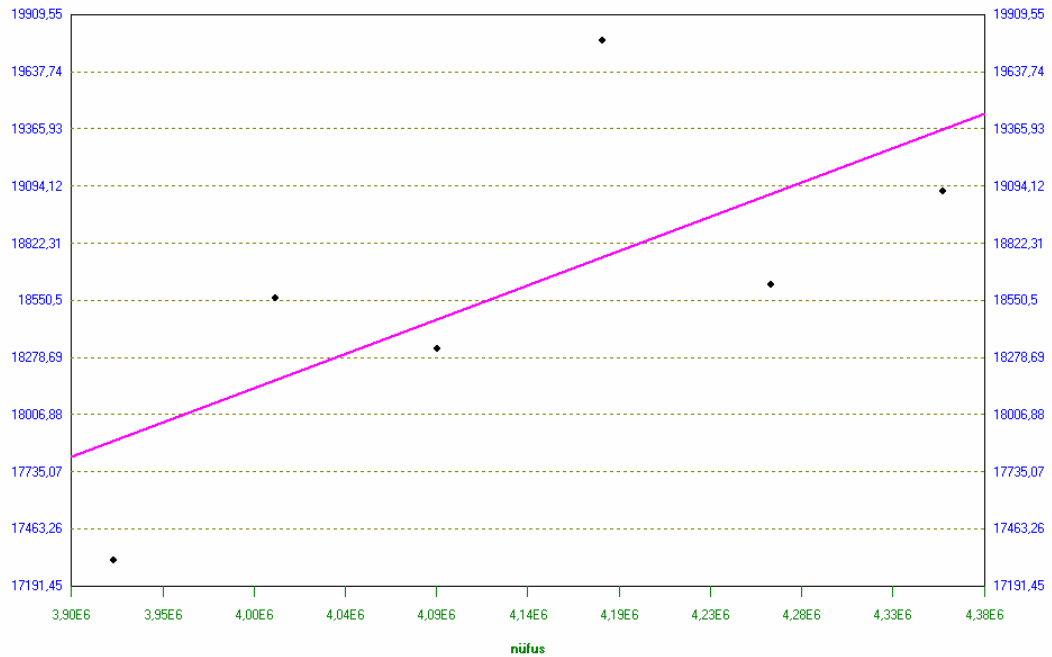
12-19-2005 15:07:02	Variable Name	Mean	Standard Deviation	Regression Coefficient	Standard Error	t value	Probability > t
Dependent	puant tüketim	18614,0000	819,5579				
Y-intercept	Constant			4406,8020	7752,2310	0,5685	0,6001
1	nüfus	4137084,0000	161296,9000	0,0034	0,0019	1,8338	0,1406
	Se =	675,4116	R-square =	0,4567	R-adjusted =	0,3209	

12-19-2005 15:07:32	Dependent Variable	Independent Variable
Equation:	puant tüketim =	4406,8020 + 0,0034 nüfus

12-19-2005 15:08:15	Actual puant tüketim	Prediction	Std. Dev. of Prediction	Residual	% Residual	Standardized Residual
1	17315,0000	17881,1700	485,5032	-566,1699	-3,1663	-0,9372
2	18561,0000	18170,2000	366,8635	390,7969	2,1508	0,6469
3	18323,0000	18459,2300	288,3555	-136,2344	-0,7380	-0,2255
4	19786,0000	18754,3300	286,1599	1031,6660	5,5009	1,7078
5	18627,0000	19055,6300	366,1063	-428,6328	-2,2494	-0,7095
6	19072,0000	19363,2600	492,9284	-291,2598	-1,5042	-0,4821

puant tüketim

puant tüketim = 4406,802 + 3,43E-3 nüfus



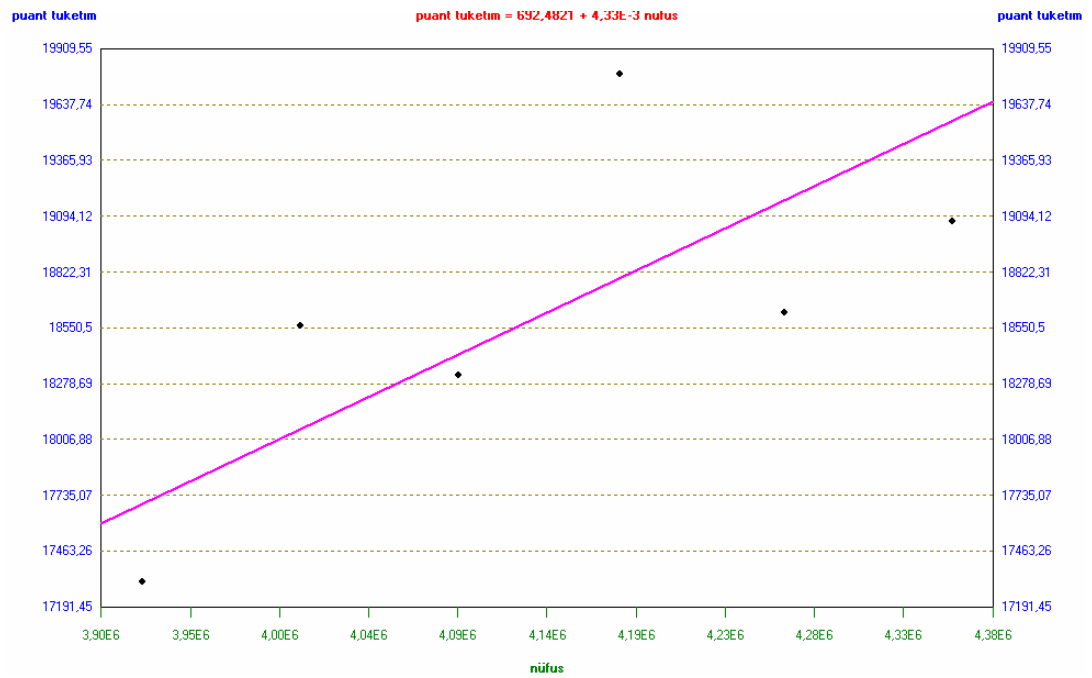
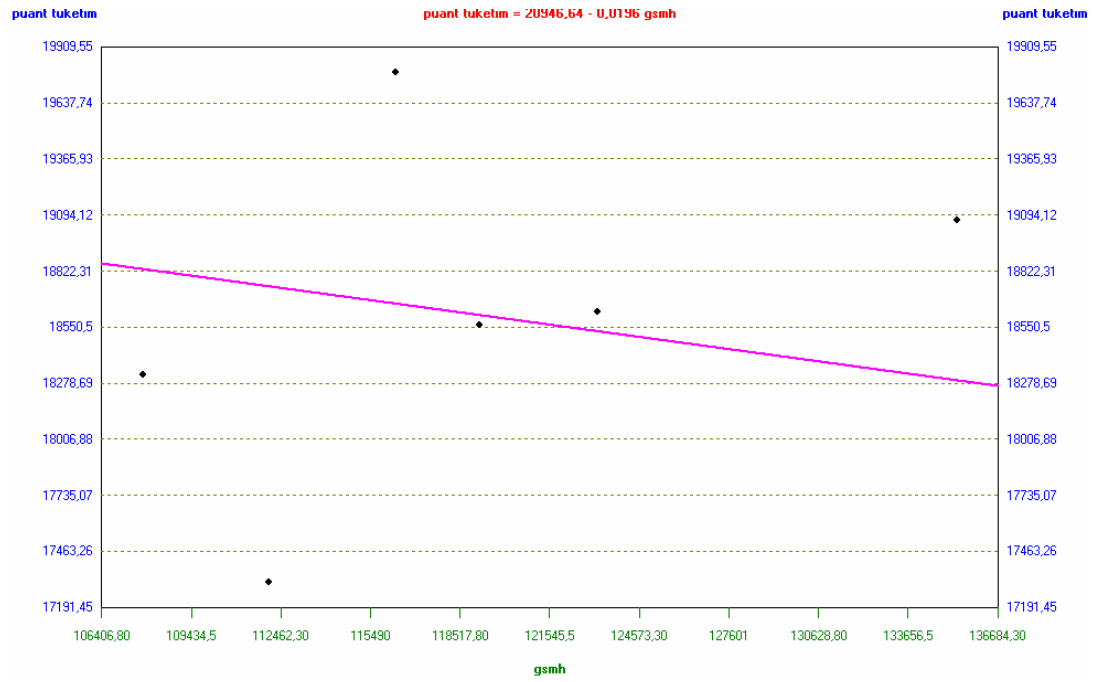
Yıl içinde puantın olduğu günde tüketilen enerji, GSMH ve nüfusun kullanılmasıyla yapılan tahmin

Observation	puant tüketim	gsmh	nüfus
1	17315	112044	3923694
2	18561	119144	4007860
3	18323	107783	4092025
4	19786	116338	4177957
5	18627	123165	4265694
6	19072	135308	4355274

12-19-2005 15:11:11	Variable Name	Mean	Standard Deviation	Regression Coefficient	Standard Error	t value	Probability > t
Dependent	puant tüketim	18614,0000	819,5579				
Y-intercept	Constant			3024,2580	9591,9650	0,3153	0,7732
1	gsmh	118963,7000	9639,5820	-0,0196	0,0552	-0,3554	0,7458
2	nüfus	4137084,0000	161296,9000	0,0043	0,0033	1,3143	0,2802
	Se =	764,0237	R-square =	0,4787	R-adjusted =	0,1312	

12-19-2005 15:11:42	Dependent Variable	Independent Variable
Equation:	puant tüketim =	3024,2580 - 0,0196 gsmh + 0,0043 nüfus

12-19-2005 15:12:05	Actual puant tüketim	Prediction	Std. Dev. of Prediction	Residual	% Residual	Standardized Residual
1	17315,0000	17826,0600	571,2615	-511,0586	-2,8669	-0,8636
2	18561,0000	18051,5100	534,1357	509,4883	2,8224	0,8609
3	18323,0000	18638,8100	599,4053	-315,8086	-1,6944	-0,5336
4	19786,0000	18843,3900	407,8062	942,6074	5,0023	1,5928
5	18627,0000	19089,6700	424,4517	-462,6680	-2,4237	-0,7818
6	19072,0000	19239,7300	658,5823	-167,7266	-0,8718	-0,2834



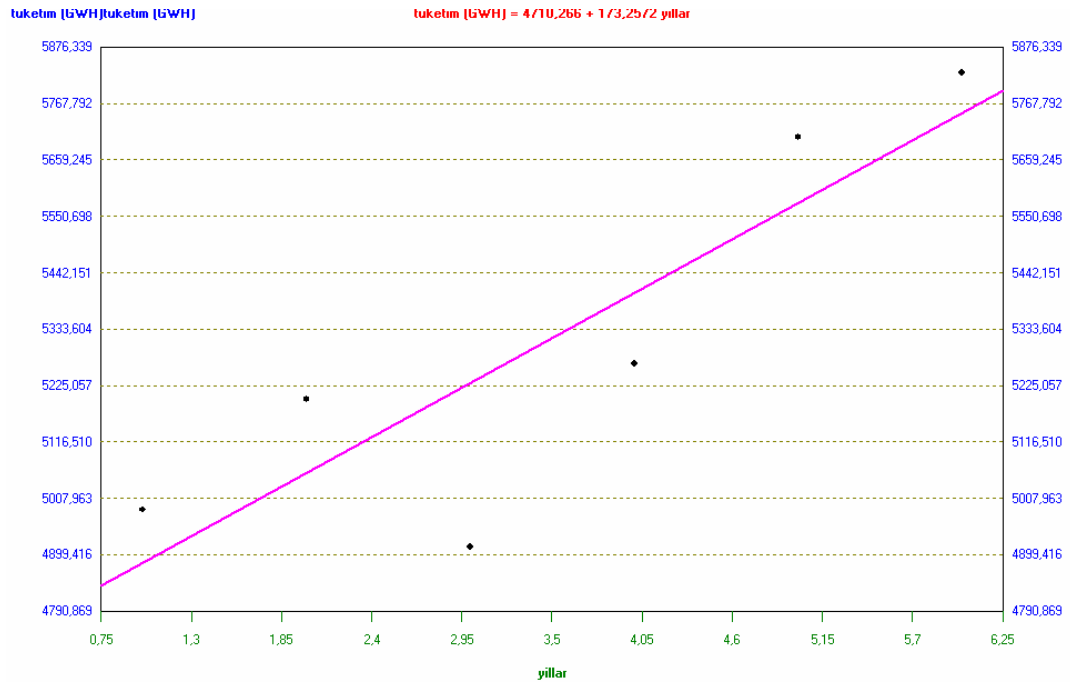
Toplam Enerji Tüketimine Göre Yapılan Tahmin

Observation	tüketim (GWH)	yillar
1	4987	1
2	5199	2
3	4916	3
4	5268	4
5	5703	5
6	5827	6

12-19-2005 15:17:47	Variable Name	Mean	Standard Deviation	Regression Coefficient	Standard Error	t value	Probability > t
Dependent	tüketim (GWH)	5316,6670	372,8656				
Y-intercept	Constant			4710,2660	191,8104	24,5569	0,0000
1	yillar	3,5000	1,8708	173,2572	49,2524	3,5177	0,0245
	Se =	206,0374	R-square =	0,7557	R-adjusted =	0,6946	

12-19-2005 15:18:15	Dependent Variable	Independent Variable
Equation:	tüketim (GWH) =	4710,2660 + 173,2572 yillar

12-19-2005 15:18:41	Actual tüketim (GWH)	Prediction	Std. Dev. of Prediction	Residual	% Residual	Standardized Residual
1	4987,0000	4883,5230	149,1189	103,4771	2,1189	0,5615
2	5199,0000	5056,7800	111,9521	142,2202	2,8125	0,7717
3	4916,0000	5230,0370	87,6452	-314,0371	-6,0045	-1,7041
4	5268,0000	5403,2940	87,6452	-135,2944	-2,5039	-0,7342
5	5703,0000	5576,5520	111,9521	126,4482	2,2675	0,6862
6	5827,0000	5749,8090	149,1189	77,1914	1,3425	0,4189



Toplam enerji tüketimi ve GSMH'nin kullanılmasıyla yapılan tahmin

Observation	tüketim (GWH)	gsmh
1	4987	112044
2	5199	119144
3	4916	107783
4	5268	116338
5	5703	123165
6	5827	135308

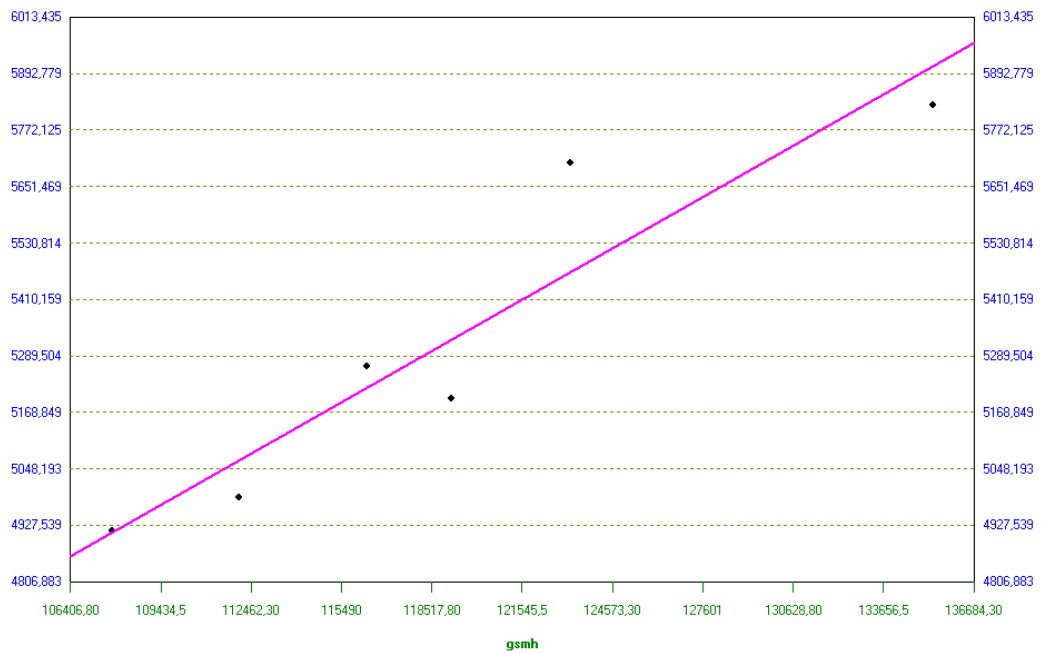
12-19-2005 15:21:46	Variable Name	Mean	Standard Deviation	Regression Coefficient	Standard Error	t value	Probability > t
Dependent	tüketim (GWH)	5316,6670	372,8656				
Y-intercept	Constant			1006,9240	808,3861	1,2456	0,2809
1	gsmh	118963,7000	9639,5820	0,0362	0,0068	5,3458	0,0059
	Se =	146,0703	R-square =	0,8772	R-adjusted =	0,8465	

12-19-2005 15:22:18	Dependent Variable	Independent Variable
Equation:	tüketim (GWH) =	1006,9240 + 0,0362 gsmh

12-19-2005 15:22:47	Actual tüketim (GWH)	Prediction	Std. Dev. of Prediction	Residual	% Residual	Standardized Residual
1	4987,0000	5065,9480	75,8617	-78,9478	-1,5584	-0,6043
2	5199,0000	5323,1600	59,6454	-124,1597	-2,3324	-0,9503
3	4916,0000	4911,5850	96,4205	4,4155	0,0899	0,0338
4	5268,0000	5221,5070	62,2309	46,4932	0,8904	0,3559
5	5703,0000	5468,8290	66,0809	234,1714	4,2819	1,7924
6	5827,0000	5908,7340	125,7937	-81,7339	-1,3833	-0,6256

tüketim (GWH)tüketim (GWH)

tüketim (GWH) = 1006,924 + 0,0362 gsmh



Toplam enerji tüketimi ve nüfusun kullanılmasıyla yapılan tahmin

Observation	tüketim (GWH)	nüfus
1	4987	3923694
2	5199	4007860
3	4916	4092025
4	5268	4177957
5	5703	4265694
6	5827	4355274

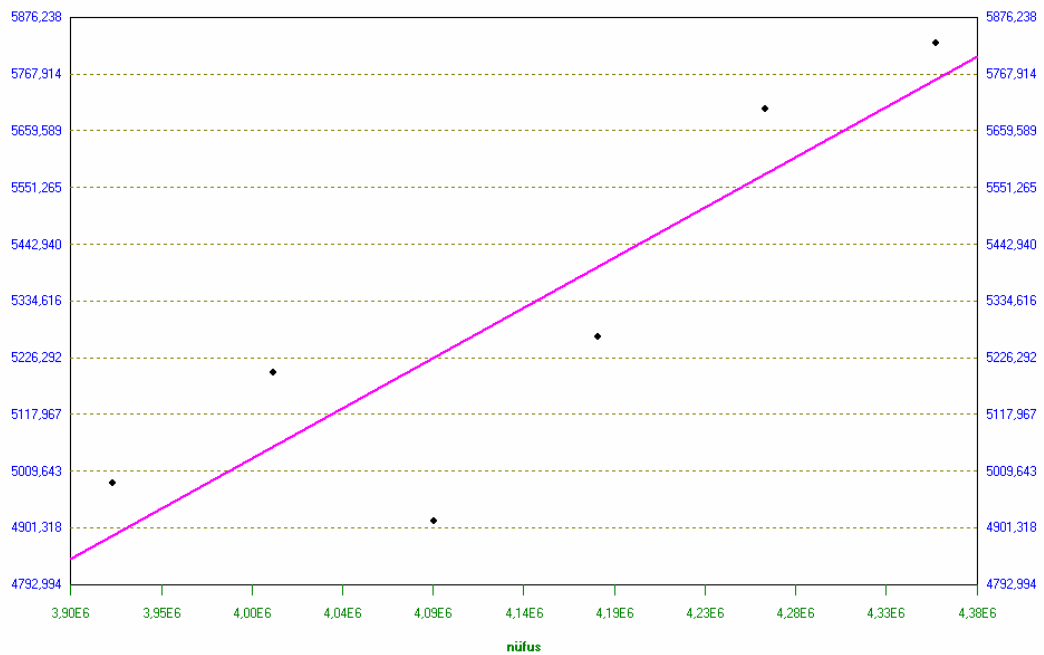
12-19-2005 15:25:39	Variable Name	Mean	Standard Deviation	Regression Coefficient	Standard Error	t value	Probability > t
Dependent	tüketim (GWH)	5316,6670	372,8656				
Y-intercept	Constant			-3036,7370	2329,6650	-1,3035	0,2624
1	nüfus	4137084,0000	161296,9000	0,0020	0,0006	3,5879	0,0230
	Se =	202,9716	R-square =	0,7629	R-adjusted =	0,7037	

12-19-2005 15:26:10	Dependent Variable	Independent Variable
Equation:	tüketim (GWH) =	- 3036,7370 + 0,0020 nüfus

12-19-2005 15:26:39	Actual tüketim (GWH)	Prediction	Std. Dev. of Prediction	Residual	% Residual	Standardized Residual
1	4987,0000	4885,8030	145,9012	101,1968	2,0712	0,5574
2	5199,0000	5055,7480	110,2482	143,2524	2,8335	0,7891
3	4916,0000	5225,6900	86,6553	-309,6895	-5,9263	-1,7059
4	5268,0000	5399,1990	85,9955	-131,1992	-2,4300	-0,7227
5	5703,0000	5576,3540	110,0206	126,6460	2,2711	0,6976
6	5827,0000	5757,2300	148,1326	69,7705	1,2119	0,3843

tüketim (GWH)tüketim (GWH)

tüketim (GWH) = -3036,737 + 2,02E-3 nüfus



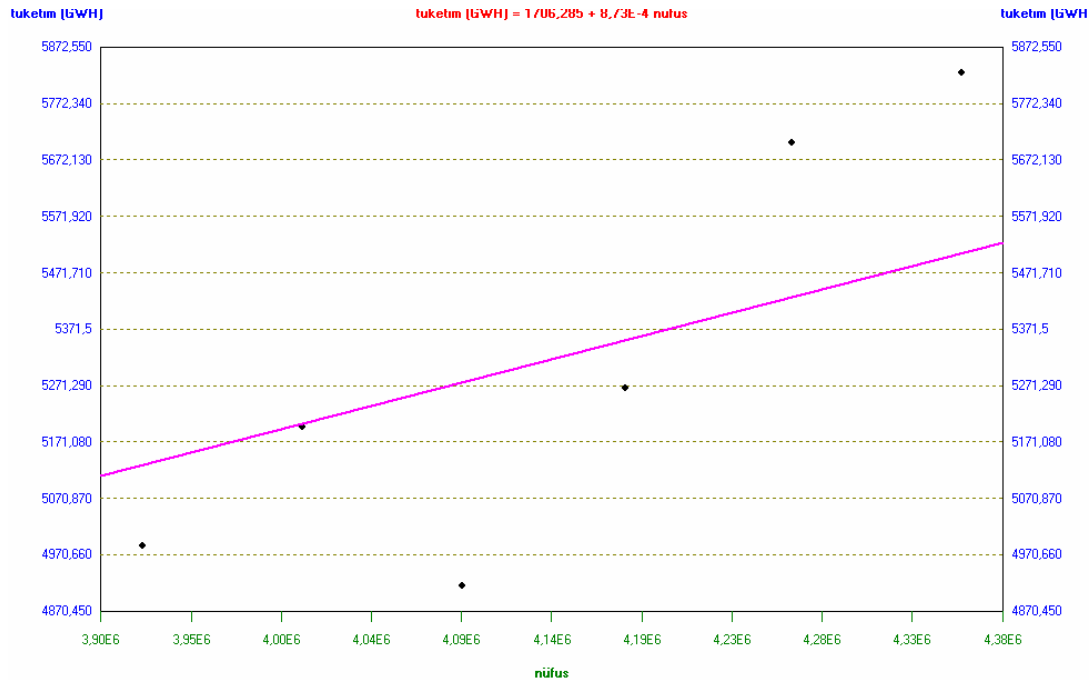
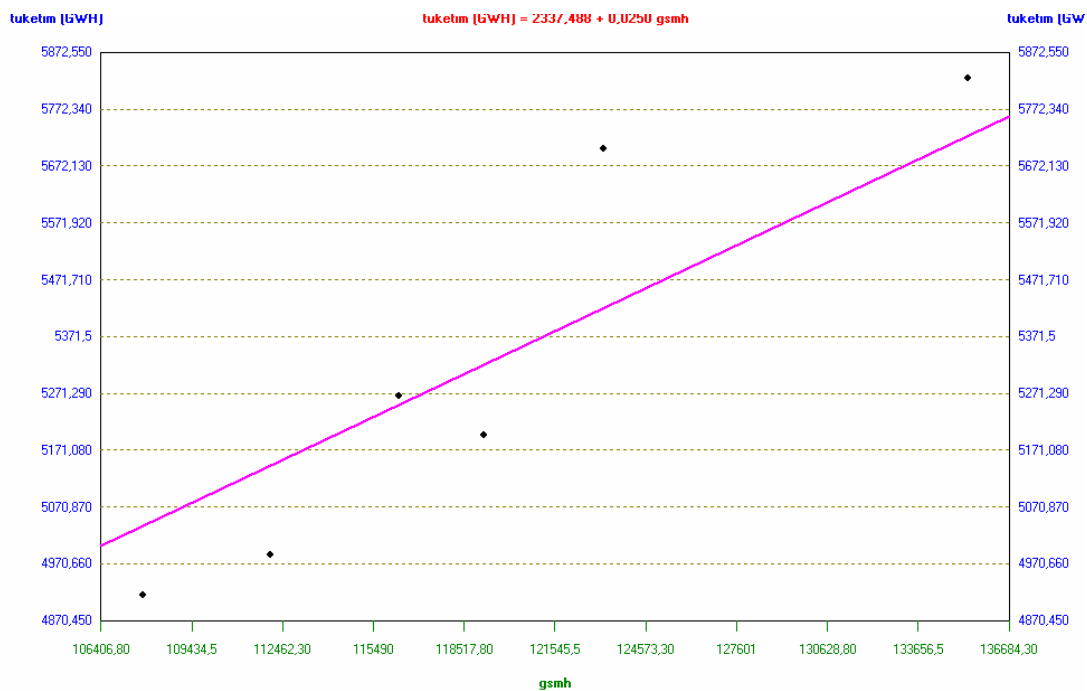
Toplam enerji tüketimi, nüfus ve GSMH'nin kullanılmasıyla yapılan tahmin

Observation	tüketim (GWH)	gsmh	nüfus
1	4987	112044	3923694
2	5199	119144	4007860
3	4916	107783	4092025
4	5268	116338	4177957
5	5703	123165	4265694
6	5827	135308	4355274

12-19-2005 15:29:21	Variable Name	Mean	Standard Deviation	Regression Coefficient	Standard Error	t value	Probability > t
Dependent	tüketim (GWH)	5316,6670	372,8656				
Y-intercept	Constant			-1272,4460	1528,2720	-0,8326	0,4662
1	gsmh	118963,7000	9639,5820	0,0250	0,0088	2,8493	0,0651
2	nüfus	4137084,0000	161296,9000	0,0009	0,0005	1,6615	0,1952
	Se =	121,7306	R-square =	0,9360	R-adjusted =	0,8934	

12-19-2005 15:30:01	Dependent Variable	Independent Variable
Equation:	tüketim (GWH) =	- 1272,4460 + 0,0250 gsmh + 0,0009 nüfus

12-19-2005 15:30:29	Actual tüketim (GWH)	Prediction	Std. Dev. of Prediction	Residual	% Residual	Standardized Residual
1	4987,0000	4956,7570	91,0182	30,2427	0,6101	0,3207
2	5199,0000	5207,9760	85,1030	-8,9756	-0,1723	-0,0952
3	4916,0000	4996,9480	95,5023	-80,9482	-1,6200	-0,8585
4	5268,0000	5286,1400	64,9751	-18,1396	-0,3432	-0,1924
5	5703,0000	5533,6380	67,6272	169,3618	3,0606	1,7961
6	5827,0000	5915,8530	104,9308	-88,8525	-1,5019	-0,9423



ÖZGEÇMİŞ

Fatih ŞENER 07.08.1978 tarihinde Ağın-ELAZIĞ'da doğmuştur. İlk öğrenimini Malatya'da, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladıktan sonra, 1998 yılında kazandığı Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü'nden 2002 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Halen Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş. Scada ve Yük Dağıtım İşletme Müdürlüğü'nde Sistem İşletme Mühendisi olarak görev yapmaktadır.