

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TERMİK SANTRALLERDE ENERJİ YÖNETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Aykut MET

Anabilim Dalı : Deniz Ulaştırma Mühendisliği

Programı : Deniz Ulaştırma Mühendisliği

KASIM 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TERMİK SANTRALLERDE ENERJİ YÖNETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Aykut MET
(512061003)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 03 Eylül 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 09 Kasım 2010

Tez Danışmanı : Y. Doç. Dr. Cengiz DENİZ (İTÜ)

**Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Ata BİLGİLİ (İTÜ)
Doç. Dr. Fuat ALARCİN (YTÜ)**

KASIM 2010

Değerli hocalarım,

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın hazırlanması sırasında; özellikle santrallere ait üretim tüketim verilerinin temin edilmesinde desteklerini esirgemeyen EÜAŞ yetkilisi Şenol ÇINARCIK’a, Çatalağzı Termik Santrali İşletme Mühendisi Tuncay Özgü’ye, her türlü teknik bilgi konusunda yardımcı kaynak sağlayan Elektrik İşleri Etüd İdaresi Kütüphanesi çalışanlarına ve tezin hazırlanması ve sonuca varılması aşamalarında yol gösterici olarak değerli yardımlarda bulunan tez danışmanım Y. Doç. Dr. Cengiz DENİZ’e teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2010

Aykut Met

(Gemi Makineleri İşletme Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvii
1. GİRİŞ	1
2. TÜRKİYE VE DÜNYA GENELİNDE FOSİL YAKIT KULLANARAK ELEKTRİK ÜRETİMİ İSTATİSTİKLERİ.....	3
2.1 Türkiye’deki Elektrik Santrallerinin Tarihçesi	3
2.2 Dünya Genelinde Fosil Yakıtla Elektrik Üretim İstatistikleri	3
2.3 Türkiye’deki Fosil Yakıtla Elektrik Üretim İstatistikleri	4
2.4 Fosil Yakıtlarla Elektrik Üretiminde Enerji Verimliliği İstatistikleri	6
2.4.1 Kömür yakılarak elektrik üretiminde verimlilik istatistikleri	9
2.4.2 Doğalgaz yakılarak elektrik üretiminde verimlilik istatistikleri	10
2.4.3 Fuel-oil yakılarak elektrik üretiminde verimlilik istatistikleri.....	11
2.5 Termik Santrallerde Enerji Verimliliğinin Artışı.....	11
3. ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİNDE İZLEME VE HEDEF OLUŞTURMA..	15
3.1 Giriş	15
3.2 Enerji Yöneticisi.....	17
3.3 Enerji Yöneticisinin Görevleri	17
3.4 İzleme ve Hedef Oluşturmanın Aşamaları	18
3.4.1 Veri toplama.....	19
3.4.2 Sayaç okuma	20
3.4.3 Üretim izleme.....	20
3.4.4 Enerji tüketim standardının tayini.....	21
3.4.4.1 Standart doğru denkleminin EKK metoduyla oluşturulması	22
3.4.4.2 Standart doğru denkleminin regresyon analizi yöntemiyle oluşturulması	26
3.4.5 Kümülatif toplam değerler(CUSUM).....	28
3.5 Hedef Belirleme	29
3.5.1 Hedef belirleme metodları	29
3.5.2 Spesifik enerji tüketimi.....	30
3.6 Rapor Yazma	32
3.7 Enerji Tasarruf Etüd Yöntemleri.....	33
3.7.1 Enerji taramaları.....	33
3.7.1.1 Diognastik planlama	33
3.7.1.2 Ön enerji taraması (Preaudit)	33
3.7.1.3 Detaylı enerji taraması.....	34

3.8 Enerji Taramasından Beklenenler.....	37
3.9 Enerji Taraması Yapacak Kişileri Tespit Etme	40
3.10 Fizibilite Çalışması	41
3.10.1 Ön fizibilite çalışması.....	41
3.10.2 Fizibilite çalışmasının ayrıntılı adımları.....	42
4. TÜRKİYE’DEKİ TERMİK SANTRALLER İÇİN İZLEME VE HEDEF	
BELİRLEME.....	45
4.1 Kırklareli-Hamitabat Santrali İçin İzleme ve Hedef Belirleme.....	45
4.1.1 Hamitabat Santrali için standart doğru denklemi oluşturma	45
4.1.2 Hamitabat Santrali için enerji tüketim grafikleri	48
4.1.3 Hamitabat Santrali için CUSUM Grafiği	53
4.2 Zonguldak-Çatalağzı Santrali İçin İzleme ve Hedef Belirleme.....	54
4.2.1 Çatalağzı Santrali için standart doğru denklemi oluşturma.....	55
4.2.2 Çatalağzı Santrali için enerji tüketim grafikleri.....	57
4.2.3 Çatalağzı Santrali için CUSUM grafiği	63
4.3 İstanbul-Ambarlı Santrali İçin İzleme ve Hedef Belirleme	64
4.3.1 Ambarlı Santrali için standart doğru denklemi oluşturma	64
4.3.2 Ambarlı Santrali için enerji tüketim grafikleri	67
4.3.3 Ambarlı Santrali için CUSUM grafiği	72
4.4 Hamitabat Santrali İçin Tespit ve Öneriler.....	73
4.5 Çatalağzı Santrali İçin Tespit ve Öneriler	76
4.6 Ambarlı Santrali İçin Tespit ve Öneriler.....	79
5. SONUÇ	83
KAYNAKLAR.....	87
EKLER	101

KISALTMALAR

CUSUM	: Cumulative Sum Control Chart
DET	: Detaylı Enerji Taraması
EJ	: Exajoule
EKK	: En Küçük Karaler
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
GCal	: Giga-calorie
Gt	: Gigatonne
GW-h	: Gigawatt hour
IEA	: International Energy Agency
İH	: İzleme ve Hedef Belirleme
kCal	: Kilo-calorie
kW	: Kilowatt
KW-h	: Kilowatt hour
kVA	: Kilovolt-ampere
kVAr	: Kilovolt-amperes reactive
kVA-h	: Kilovolt-amperes hour
kVAr-h	: Kilovolt-amperes reactive hour
MW	: Megawatt
OECD	: Organisation for Economic Co-operation
ÖET	: Ön Enerji Taraması
SET	: Spesifik Enerji Tüketimi
TEMSAN	: Türkiye Elektromekanik Sanayi Genel Müdürlüğü
TEP	: Ton Eşdeğeri Petrol
TETAŞ	: Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahüt Anonim Şirketi
TW-h	: Terawatt hour

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : 2008 yılı için fosil yakıt kullanarak elektrik üretim oranları.	4
Çizelge 2.2 : 2008 dünya genelinde fosil yakıtlarla elektrik üretiminde kaynaklaragöre dağılım oranları.....	4
Çizelge 2.3 : 2008 yılı Türkiye kurulu gücünün kaynaklara göre dağılımı.....	5
Çizelge 2.4 : 2008 yılı Türkiye elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı.....	5
Çizelge 2.5 : Günümüzde dünya ölçeğinde kaynaklara göre elektrik üretimi verimlilik değerleri.....	7
Çizelge 2.6 : Fosil yakıtlı elektrik ve kombine ısı-güç santralleri için verimlilik değerleri.	8
Çizelge 2.7 : Kömür yakıtlı elektrik ve kombine ısı-güç santralleri için verimlilik değerleri.	9
Çizelge 2.8 : Doğalgaz yakıtlı elektrik ve kombine ısı-güç santralleri için verimlilik değerleri.....	10
Çizelge 2.9 : Sıvı yakıtlı elektrik ve kombine ısı-güç santralleri için verimlilik değerleri.	11
Çizelge 2.10 : Bir yıllık zaman periyodu için teknik yakıt ve CO ₂ salınımı potansiyelleri	13
Çizelge 3.1 : EKK metoduyla standart doğrunun hesaplanmasında kullanılan tablo	24
Çizelge 3.2 : SET-Üretim eğrisinin çizilmesinde kullanılan tablo	27
Çizelge 3.3 : CUSUM grafiği çizilirken kullanılacak olan tablo.....	29
Çizelge 3.4 : Etüd sırasında kullanılan cihazlar için düzenlenen format	38
Çizelge 3.5 : Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri ile ilgili hazırlanacak tablo	38
Çizelge 3.6 : Genel bulgu ve önerilerle ilgili hazırlanacak olan tablo (a)	39
Çizelge 3.7 : Genel bulgu ve önerilerle ilgili hazırlanacak olan tablo (b).....	39
Çizelge 4.1 : Kırklareli-Hamitabat santarlı için 2008 yılı üretim verileri	46
Çizelge 4.2 : Hamitabat santarlı için 2008 yılı tüketilen doğal gaz verileri.	46
Çizelge 4.3 : Kırklareli-Hamitabat santarlı için uygulanacak EKK metodunda kullanılacak parametreler.....	47
Çizelge 4.4 : Hamitabat Santrali için Hesaplama tablosu.	51
Çizelge 4.5 : Hamitabat Santrali için Regresyon analizi hesaplama tablosu.....	52
Çizelge 4.6 : Hamitabat Santrali için Kümülatif Toplam Değerler Tablosu.	54
Çizelge 4.7 : Zonguldak-Çatalağzı santrali için 2007 yılı üretim verileri.	55
Çizelge 4.8 : Zonguldak-Çatalağzı santrali için 2007 yılı tüketilen kömür verileri..	55
Çizelge 4.9 : Zonguldak-Çatalağzı santarlı için uygulanacak EKK metodunda kullanılacak parametreler.....	56
Çizelge 4.10 : Çatalağzı Santrali için Hesaplama tablosu.	61
Çizelge 4.11 : Çatalağzı Santrali için Regresyon analizi hesaplama tablosu.	62
Çizelge 4.12 : Çatalağzı Santrali için Kümülatif Toplam Değerler Tablosu.....	63
Çizelge 4.13 : İstanbul-Ambarlı santrali için 2008 yılı üretim verileri	65
Çizelge 4.14 : İstanbul-Ambarlı santrali için 2008 yılı tüketilen fuel-oil verileri.....	65

Çizelge 4.15 : İstanbul-Ambarlı santrali için uygulanacak EKK metodunda kullanılacak parametreler.....	66
Çizelge 4.16 : Ambarlı Santrali için Hesaplama tablosu.	70
Çizelge 4.17 : Ambarlı Santrali için Regresyon analizi hesaplama tablosu.....	71
Çizelge 4.18 : Ambarlı Santrali için Kümülatif Toplam Değerler Tablosu	73
Çizelge 4.19 : Hamitabat Santrali 2008 yılı toplam verimlilik değerleri	75
Çizelge 4.20 : Çatalağzı Santrali 2007 yılı toplam verimlilik değerleri	78
Çizelge 4.21 : Ambarlı Santrali 2008 yılı toplam verimlilik değerleri	81

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : 2008 yılı itibariyle Türkiye kurulu gücünün kaynaklara göre dağılım oranları.....	5
Şekil 2.2 : 2008 yılı Türkiye elektrik üretim miktarının kaynaklara göre dağılım oranları.....	6
Şekil 2.3 : 2009 yılı itibariyle EPDK tarafından özel sektöre verilen lisansların kaynak türü bazında dağılımları.....	6
Şekil 2.4 : Elektrik üretiminde verimlilik artışı ile elde edilebilecek teknik yakıt ve CO2 tasarruf potansiyeli miktarları.....	13
Şekil 3.1 : Enerji tasarrufuna katkıda bulunan 8 önemli çalışma sahası.....	16
Şekil 3.2 : İzleme ve Hedef Oluşturma akış diyagramı.....	19
Şekil 3.3 : Korelasyon katsayısı r'nin olası durumları	25
Şekil 3.4 : EKK Metodundaki belirsizlik.....	26
Şekil 4.1 : 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali aylara göre üretim - tüketim değerleri.....	48
Şekil 4.2 : 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali üretime karşı tüketim değerleri.....	49
Şekil 4.3 : 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali için standart doğru denklemi.....	50
Şekil 4.4 : 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali için spesifik tüketim-üretim eğrisi.....	53
Şekil 4.5 : 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali için CUSUM grafiği.....	54
Şekil 4.6 : 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için aylara göre üretim - tüketim değerleri.....	58
Şekil 4.7 : 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için üretime karşı tüketim değerleri.....	59
Şekil 4.8 : 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için standart doğru denklemi.....	60
Şekil 4.9 : 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için spesifik tüketim-üretim eğrisi.....	63
Şekil 4.10 : 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için CUSUM grafiği.....	64
Şekil 4.11 : 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için aylara göre üretim-tüketim değerleri.....	67
Şekil 4.12 : 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için üretime karşı tüketim değerleri.....	68
Şekil 4.13 : 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için standart doğru denklemi.....	69
Şekil 4.14 : 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için spesifik tüketim-üretim eğrisi.....	72
Şekil 4.15 : 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için CUSUM grafiği.....	73
Şekil 4.16 : Hamitabat Santrali için oluşturulan Hedef Standart Doğrusu.....	74
Şekil 4.17 : Hamitabat Santrali için oluşturulan Hedef SET eğrisi.....	75
Şekil 4.18 : Çatalağzı Santrali için oluşturulan Hedef Standart Doğrusu.....	77
Şekil 4.19 : Çatalağzı Santrali için oluşturulan Hedef SET eğrisi.....	77
Şekil 4.20 : Ambarlı Santrali için oluşturulan Hedef Standart Doğrusu.....	80
Şekil 4.21 : Ambarlı Santrali için oluşturulan Hedef SET eğrisi.....	80

TERMİK SANTRALLERDE ENERJİ YÖNETİMİ

ÖZET

Termik santrallerde enerji yönetiminin birinci görevi izleme ve hedef oluşturmaktır (İH). İH sistemi ile enerji maliyetlerinin kontrol edilmesi amaçlanmaktadır. Bu sistem sadece enerji üretim ve tüketim bilgilerinin tablolardan farklı olarak, tesisin enerji tüketim bilgilerinin üretim bilgileri ile birlikte değerlendirilerek enerji tüketim verimliliğinin izlenmesini kapsamaktadır. Bu şekilde kuruluşun enerjiyi daha verimli şekilde kullanması sağlanır. Yine bu sistem içinde, yöneticinin enerji maliyetini kontrol edebilmesi için tesisin çeşitli bölümlerindeki enerji performansı hakkında bilgiye ihtiyacı vardır. Bu bilgiler ve gerekiyorsa ölçümler belirli zamanlarda alınarak değerlendirilir. Türkiye’de elektrik üretimi yapmakta olan ve yakıt olarak doğalgaz kullanan Kırklareli-Hamitabat, yakıt olarak taşkömürü kullanan Zonguldak-Çatalağzı ve yakıt olarak fuel-oil kullanan İstanbul-Ambarlı termik santrallerinden yeterli veriler toplandıktan sonra her bir santralin enerji üretimi ile ilgili standart doğruları belirlenmiştir. Bu standart doğruları belirlenirken yöntem olarak önce “*En Küçük Kareler*” metodu; sonrasında ise MATLAB programlama dilinin regresyon analizi özelliği kullanılmıştır. *Tüketim* Spesifik Değişkenine yani yakılan yakıt miktarına bağlı olarak belirlenen standart denklem uygun işletme koşulları altında beklenen enerji üretimini hesaplamakta kullanılabilir. İH sırasında amaç bu performansı tutturmak ve iyileştirmektir. Herhangi bir santral için standart doğru belirlendikten sonra, bu değerler izlenen her bir periyot için bu standardın üzerinde performans sağlanmasında karşılaştırma bazı olarak kullanılır. Yine oluşturulan bu denklemler santralin beklenen enerji üretimi ve beklenen spesifik enerji tüketimini hesaplamada kullanılır. Hesaplanan değerler aynı periyot için gerçek enerji üretimi ve gerçek spesifik enerji tüketimi ile mukayese edilerek verimlilik analizleri yapılabilir. Adı geçen santrallerin performanslarının değerlendirilmesi için beklenen spesifik enerji tüketimi ile gerçek spesifik enerji tüketim değerleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Her üç santral için spesifik tüketim değerlerinden oluşan standart eğriler çizilmiş ve aynı periyotlar için hedef eğrileri de oluşturulmuştur. Başka bir değerlendirme metodu olarak Kümülatif Toplam Değerler(CUSUM) metodu kullanılarak her üç santralin de CUSUM grafikleri oluşturulmuş ve santrallerin durumlarının görülebilmesi için de iyi performansa sahip olunan ve performansta kötüleşme olan zamanlar; oluşturulan bu grafikler üzerinden analiz edilmiştir.

ENERGY MANAGEMENT FOR FOSSIL FUEL-FIRED PLANTS

SUMMARY

The first aim of the energy management in fossil fuel-fired electricity production is monitoring & target setting (MTS). Controlling the energy costs is to be aimed with MTS procedure. It is not only making output tables of energy consumption & production of an industry process but also evaluating energy consumption together with production and following energy consumption efficiency by this way. Companies can use energy in a much more efficient way by this procedure. In this system energy managers need to know some data which show performance of that section from various parts of industrial plant in order to control energy costs. These required data are taken and evaluated in some intervals. In this manner after taking necessary data from three different thermal power plants which locate in Turkey and use hard coal, natural gas and fuel-oil as a fuel source; energy production trend equations of these thermal power plants have been developed. "Least Squares Method" and then MATLAB Regression analyze mode have been used for developing trend equations of plants. Developed trend equations which are based on "Consumption" specific variable (the amount of fuel); can be used to calculate required energy production in a normal operation conditions. Main goal during MTS procedure is to catch this performance and improving it. Developed standard trend equations of thermal power plants can also be used to compare performances in a period of time. These equations can be used to calculate expected energy production and expected specific energy consumption and these calculations can be compared with actual energy production and actual specific energy consumption for the same period of time. As an application; expected specific energy consumption and actual specific energy consumption values have been compared for three different thermal power plants by using aforementioned method. Then Curves for three different power plants have been drawn by using set of specific consumption values and also target curves have been drawn for the same period of time. Also CUSUM diagram charts of three different fuel sourced power plants have been drawn as a different performance evaluating criteria and then analysed in order to determine whether the energy production is efficient or not for a specific period of time.

1. GİRİŞ

IEA'nın(Uluslararası Enerji Ajansı'nın) yayımladığı verilere göre 2008 yılı için dünya üzerindeki elektrik üretiminin % 32'lik kısmı kömür, doğalgaz ve sıvı yakıtlardan oluşan fosil kökenli yakıtların yakılması ile gerçekleşmektedir ve yine dünya üzerindeki enerji elde edilirken oluşan CO₂ emisyonlarının % 41'lik kısmının yani 10,9 Gt'unun sorumlusu, bu fosil yakıtların elektrik santrallerinde yakılmasıdır. IEA'nın verilerine göre tüm fosil kökenli yakıtlar için teknik yakıt tasarruf potansiyeli bir yıllık zaman periyodu için 21 EJ ile 29 EJ arasında hesaplanmıştır. Aynı hesaplamayla ilgili olarak CO₂ salınımı azaltma potansiyeli ise 1,8 Gt ile 2,5 Gt arasında belirtilmektedir. En büyük oranda enerji ve CO₂ salınımı tasarrufu ise kömür yakan santrallerin verimliliğinin artırılması ile sağlanabilmektedir, öyle ki verimlilik artışıyla 15 EJ ile 21 EJ yani 1,4Gt ile 2,0Gt CO₂ arasında bir tasarruf sağlanabilecektir [1].

Yukarıda sıralanan istatistikler aslında tek bir anlama gelmektedir: elektrik üretimindeki verimlilik artışı, dünyanın fosil yakıtlı yakıtlara olan bağımlılığının azaltılmasındaki en önemli yoldur. Elektrik üretiminde verimliliğin artırılması; iklim değişikliği ile mücadele etmemize ve dünya ülkeleri için enerji güvenliğinin de temin edilmesine yardımcı olacaktır. Kısaca termik santrallerde enerji tasarrufu dünya ülkeleri için bir zorunluluktur. Bu tasarrufun gerçekleştirilmesi ise ancak ve ancak organizasyonel bir enerji yönetim sistemi ile mümkündür. Bu anlamda Termik Santrallerde Enerji Yönetimi; ürün kalitesinden, güvenlikten veya çevresel tüm koşullardan fedakarlık etmeksizin ve üretimi azaltmaksızın enerjinin daha verimli kullanımı doğrultusunda yapılandırılmış ve organize edilmiş disiplinli bir çalışma anlamına gelir. Termik santrallerde uygulanması gereken enerji yönetimi; planlama, koordinasyon ve kontrol gibi birbirinden bağımsız olduklarında etkisiz kalabilecek işlevlerin; bir araya gelerek oluşturduğu bir bütünü temsil eder. Enerji yönetim sisteminin temeli ve ilk adımı ise İzleme ve Hedef Belirleme(İH)'dir. Enerji yönetim sisteminin sorumlusu olan enerji yöneticisi İH aşamasında enerji verilerini toplar ve analizler yapar. Bu analizler sonrasında ise enerji tasarrufu imkanları değerlendirir ve enerji tasarrufu projeleri geliştirip uygulamaya sokar. Enerji tasarrufu projeleri

uygulamasından sonra da İH sırasında belirlediği hedeflere ulaşıp ulaşılmadığını denetler.

Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği bölümünden mezun olduktan sonra sadece deniz taşımacılığı ve denizcilik sektöründe çalışmayıp; Türkiye’de elektrik üretimi yapmakta olan pek çok termik santralin işletmesi, bakım ve onarımı, üretim planlaması, enerji yöneticiliği gibi mühendislik alanlarında da istihdam edilen hatırı sayılır bir insan topluluğu bulunmaktadır. Bu sorumluluğu üstlenen kişilerin termik santrallerdeki enerji verimliliğinin artırılması için geliştirecekleri verimlilik artırıcı projelerdeki ilk basamak enerji tesisinin izlenmesi ve işletme ile ilgili hedef oluşturulmasıdır. Tez bu iki aşama için; Türkiye’de yer alan ve farklı yakıt tipleri kullanan üç ayrı termik santralin resmi üretim ve tüketim verilerini kullanarak analizler yapmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda yakıt olarak doğalgaz kullanan Kırklareli Hamitabat Termik Santrali, yakıt olarak taş kömürü kullanan Zonguldak Çatalağzı Termik Santrali ve yakıt olarak fuel-oil kullanan İstanbul Ambarlı Termik santrali’ne ait üretim ve tüketim verilerinden yola çıkılarak analizler yapılmıştır. Farklı tipte yakıt kullanan üç termik santralin seçilmesinin nedeni; hem ülkemizde üretim yapmakta olan ve aynı yakıt tipini kullanan diğer termik santraller ile verimlilik kıyaslamasına gidebilmek hem de hangi yakıt tipinin üretim miktarına göre daha avantajlı olduğunu görebilmektir.

Yine ülkemizde elektrik üretimi yapmakta olan termik santrallerin beş yıllık ortalama verimlilik değerlerini kullanarak hesap edilen elektrik enerjisi üretim verimlilikleri; dünya geneli, OECD ülkeleri, en düşük ve en yüksek verimlilik değerlerine sahip olan ülkelerle; kullandıkları yakıt tipine göre kıyaslanmış ve ülkemizin elektrik üretiminde verimlilik açısından hangi durumda olduğu araştırılmıştır.

2. TÜRKİYE VE DÜNYA GENELİNDE FOSİL YAKIT KULLANARAK ELEKTRİK ÜRETİMİ İSTATİSTİKLERİ

2.1 Türkiye’deki Elektrik Santrallerinin Tarihçesi

Ülkemizde elektrik enerjisi ilk kez 1902 yılında Tarsus’ta su değirmeni mili vasıtasıyla döndürülen 60 kW’lık bir dinamo ile elde edilmiştir. İlk termik santralimiz ise İstanbul’da 1910 yılında yapımına başlanan Silahtarağa Termik Santrali’dir. 1 Kasım 1910 tarihinde İstanbul’un elektrikleştirilmesi için açılan uluslararası ihaleyi kazanan Macar Ganz Elektrik Anonim Ortaklığı bir yıl sonra Osmanlı Anonim Şirketi adıyla Banque de Bruxelles, Banque Generale de Credit Hangrois şirketlerinin de katılımıyla Silahtarağa Termik Santralini 1914 yılında işletmeye almıştır. Taş kömürüyle çalışan santralde 6 MW’lık üç ünite devreye alınmıştır. Daha sonra çeşitli değişikliklere uğrayan santralin toplam kurulu gücü 80 MW’a kadar çıkmıştır. 1937 yılında millileştirilen santral ekonomik ömrünü tamamlaması nedeniyle 1983’de devre dışı bırakılmıştır [2].

Cumhuriyetin kurulduğu 1923 yılında kişi başına elektrik tüketimi sadece 3,3 kwh iken, 2008 yılında 2773 kwh’ e ulaşmıştır [3].

1913 ile 2008 yılları arasında, Türkiye’de elektrik üretimi yapan santrallerin toplam kurulu gücünün; termik, hidrolik, jeotermal + rüzgar olmak üzere 4 kategoriye ayrılmış olarak gösterildiği tablo, EK A.1 Çizelge A.1’de görülmektedir. Tablo incelendiğinde termik santral kurulu gücündeki en büyük artışın % 90 ‘ lık bir artışla 1923 yılında olduğu, yine 1926 yılında % 45’lik, 1956 yılında % 27’lik, 1967 yılında ise % 22’lik bir artış oranının yaşandığı görülmektedir. Termik santral kurulu güçlerinde devreden çıkan üniteler nedeniyle 1940, 1968 ve 2007 yıllarında ise azalma yaşanmıştır.

2.2 Dünya Geneline Fosil Yakıtle Elektrik Üretim İstatistikleri

IEA’nın Temmuz 2008 yılında yayımladığı bilgilendirme makalesinde yer alan verilerine göre hazırlanan aşağıdaki iki çizelgeden çizelge 2.1’de OECD üyesi

ülkeler, OECD üyesi olmayan ülkeler ve dünya genelinde fosil yakıtlı elektrik üretimi oranları gösterilirken; çizelge 2.2’de ise dünya ölçeğinde fosil yakıtlarla elektrik üretiminde yakıt türüne göre olan dağılım oranları gösterilmektedir.

Çizelge 2.1 : 2008 yılı için fosil yakıt kullanarak elektrik üretim oranları (%) [1].

OECD Üyesi Ülkeler	OECD Üyesi Olmayan Ülkeler	Dünya Geneli
61	72	65

Çizelge 2.2 : 2008 dünya genelinde fosil yakıtlarla elektrik üretiminde kaynaklara göre dağılım oranları (%) [1].

Kömür	Doğalgaz	Sıvı Yakıt
63	29	9

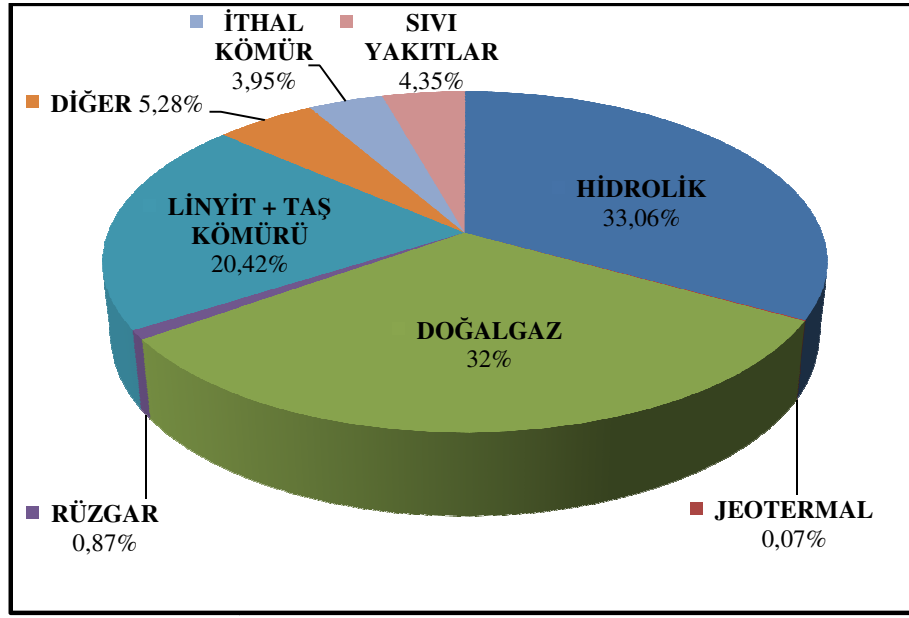
Çizelge 2.1 incelendiğinde Türkiye’nin de aralarında bulunduğu OECD üyesi ülkelerde dünya geneli ortalamasının altında olmakla birlikte halen elektrik üretim yükünün yarıdan fazlasının termik santrallerde olduğu, OECD üyesi olmayan ülkelerde ise bu oranın dünya geneli ortalamasından çok daha fazla olduğu da görülmektedir.

Çizelge 2.2 incelendiğinde ise dünya genelinde elektrik üretimi yapılan termik santrallerde fosil kökenli yakıt olarak en çok kömürün kullanıldığı açıkça anlaşılmaktadır.

2.3 Türkiye’deki Fosil Yakıtlı Elektrik Üretim İstatistikleri

Türkiye kurulu elektrik santrali gücünün gösterildiği aşağıdaki şekil 2.1 incelendiğinde; taşkömürü + linyit, doğalgaz ve sıvı yakıt ile üretim yapabilen fosil yakıtlı santrallerin toplam kurulu gücünün ülkemizin toplam kurulu gücünün yarıdan fazlasına(% 57) karşılık geldiği görülmektedir.

Türkiye kurulu gücünün kaynaklara göre MW birimiyle gösterildiği çizelge 2.3, Türkiye elektrik santrallerinde üretilen üretim miktarlarının GWh birimiyle gösterildiği çizelge 2.4 aşağıdaki gibi oluşur.



Şekil 2.1 : 2008 yılı itibariyle Türkiye kurulu gücünün kaynaklara göre dağılım oranları [4].

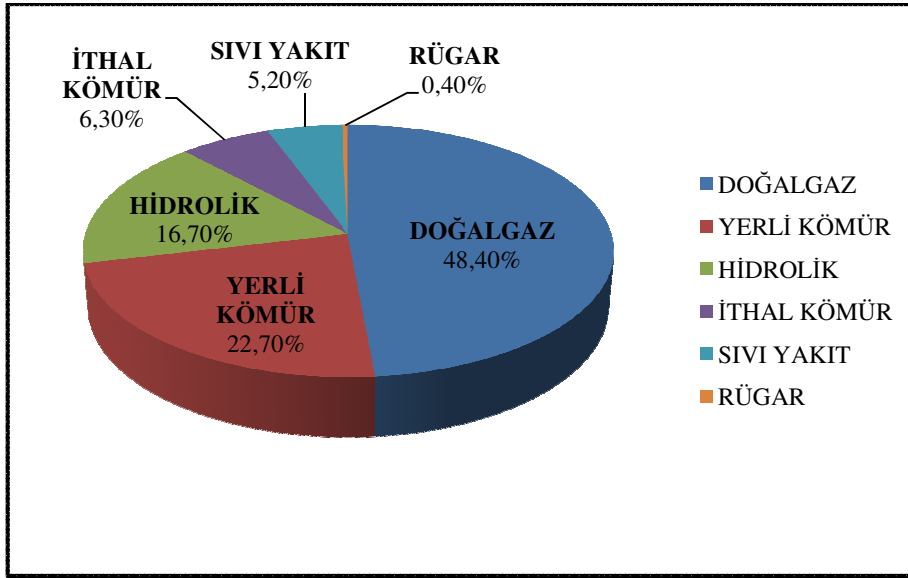
Çizelge 2.3 : 2008 yılı Türkiye kurulu gücünün kaynaklara göre dağılımı (MW) [4].

Termik	Hidrolik	Rüzgar	Jeotermal	Toplam
27.595,05	13.824,90	363,65	29,80	41.813,40

Çizelge 2.4 : 2008 yılı Türkiye elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı (GWh) [4].

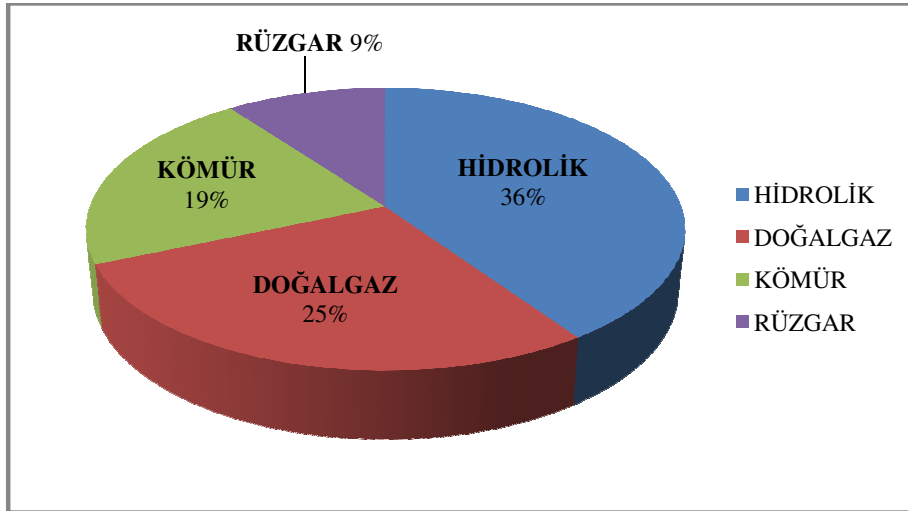
Termik	Hidrolik	Rüzgar	Jeotermal	Toplam
164.139,2	33.229,8	846,5	162,4	198.417,9

Ülkemizdeki otoprodüktörler de dahil olmak üzere % 57,34'lük kısmı kamuya, % 42,66'luk kısmı ise özel sektöre ait olan; 41.813,40 MW'lık kurulu gücündeki elektrik santrallerimizde; 2008 yılında gerçekleşen toplam 198,4 TWh'lik elektrik üretim değerinin % 49,3 'lük kısmı kamuya ait santrallerde, % 50,7'lik kısmı ise özel sektöre ait santrallerde gerçekleştiği görülmektedir [4]. Kaynaklara göre elektrik üretim değerlerini pasta grafiğe aktardığımızda aşağıdaki şekil 2.2 elde edilir.



Şekil 2.2 : 2008 yılı Türkiye elektrik üretim miktarının kaynaklara göre oranları [4].

EPDK tarafından özel sektöre üretim faaliyeti için verilen lisansların kurulu güç toplamı 35.395,2 MW olup bu değer neredeyse Türkiye'nin şu an mevcut kurulu gücüne denk gelmektedir [5]. EPDK tarafından verilen lisansların kaynak/yakıt türü bazında dağılımları gösteren pasta grafik ise şekil 2.3'de verilmiştir.



Şekil 2.3 : 2009 yılı itibariyle EPDK tarafından özel sektöre verilen lisansların kaynak türü bazında dağılımları [5].

2.4 Fosil Yakıtlarla Elektrik Üretiminde Enerji Verimliliği İstatistikleri

Dünya üzerindeki fosil yakıt tüketiminin % 32'lik kısmı elektrik üretimi için harcanmakta ve bu harcam neticesinde de atmosfere salınan CO₂ miktarı toplam

salınım miktarının % 41'ini oluşturmaktadır [1]. Çizelge 2.5'de fosil yakıtlar kullanılarak elektrik üretimine ait dünya ölçeğindeki ortalama verimlilik değerleri sıralanmıştır.

Çizelge 2.5 : Günümüzde dünya ölçeğinde kaynaklara göre elektrik üretimi verimlilik değerleri (%) [1].

Kömür	Sıvı Yakıtlar	Doğal Gaz
34	37	40

Verimlilik değerleri hesaplanırken metodoloji olarak enerji girdisi olarak elektrik santralleri ve kombine ısı-güç santrallerinde yakılan yakıtların net kalorifik değerlerine göre hesap yapılır. Enerji çıktısı olarak ise brüt elektrik üretim ve ısı üretim miktarı geçerli olacaktır, öyle ki elektrik için santrallerdeki tüm yardımcı sistemlerin tüketmiş olduğu elektrik miktarı ile transformatörler ve güç sahasındaki kayıplar da buna dahildir [1].

$$E = \frac{(P + H \times s)}{I} \quad (2.1)$$

Denklem (2.1)'de gösterilen

E: Elektrik üretimindeki enerji verimliliği,

P: Elektrik santralinde ve/veya kombine ısı güç santralinde üretilen elektrik enerjisi miktarı,

H: Kombine ısı-güç santrallerinden elde edilen yararlı ısı çıkış miktarı,

s: Elektrik ve ısı arasındaki düzeltme faktörü,

I: Yakıt olarak elektrik ve kombine ısı-güç santraline olan giriş miktarıdır.

Kombine bir ısı-güç santrali, böyle bir santralde elde edilen ısı ve elektrik miktarını; ayrı ayrı üretmeye kaktığımızda, kullanacağımız yakıt miktarı daha fazla olacağından daha verimlidir; ancak ısı çekimi elektrik üretiminin enerji verimliliğini düşürür. Verimlilikteki bu kayıp çekilen ısıнын sıcaklığına bağlıdır. İşte bunu hesaba katmak için bir düzeltme faktörü “s” kullanılır. Bu faktör 0,15-0,20 arasında değişir. Bu bölümde sıralanan verimlilik değerleri hesaplanırken düzeltme faktörü 0,175 olarak alınmıştır. Bu faktör, kombine ısı güç santralinden, örneğin bir endüstriyel

proses için çok yüksek sıcaklıkta buhar çekildiğinde önemli oranda artacaktır, ancak bu durum pek az ülkede böyledir ve genelde düzeltme faktörü küçük olmaktadır.

Belli yıllardaki olağan olmayan nedenlerden kaynaklanan verimlilik değerlerindeki artış ve azalmaları kompanse etmek için istatistiklerdeki değerler 5 yıllık bir zaman periyodundaki ortalama değer alınarak hazırlanmıştır.

Kömür, doğalgaz ve sıvı yakıtların yakılmasıyla yapılan elektrik üretiminde ortalama verimlilik değerleri çizelge 2.6’da görülmektedir.

Çizelge 2.6 : Fosil yakıtlı elektrik ve kombine ısı-güç santralleri için verimlilik değerleri [1].

	Verimlilik Değerleri (%)
OECD Ülkeleri Ortalaması	39
OECD Üyesi Olmayan Ülkeler	33
En düşük Ülke Ortalaması(Hindistan)	28
En Yüksek Ülke Ortalaması(Lüksemburg)	55
Türkiye Ortalaması	44
Dünya Ortalaması	36

1990’dan bu güne kadar fosil kökenli yakıt kullanarak elektrik üretiminde hem OECD üyesi olan hem de üye olmayan ülkelerde % 2 ortalama verimlilik artışı yaşanmıştır. Fosil kökenli elektrik üretimi verimliliğinde yaşanan bu artışın birinci nedeni yakıtların bir karışım olarak kullanılmasıdır. Elektrik üretiminde kaynak olarak çoğunlukla doğalgaz kullanan ülkelerin ortalama elektrik üretimi verimlilik değerleri kaynak olarak kömür ve sıvı yakıt kullanan ülkelere oranla yüksektir. Ülkeler arasında doğalgazın daha yaygın olarak elektrik üretiminde kullanımı verimliliğin zaman içerisinde artışına yol açmıştır. Bu genellemenin dışında kalan tek ülke ise Rusya’dır; zira Rusya % 33’lük doğalgaz ile elektrik üretimi verimliliğine sahiptir ve bu değer dünya ortalamasının altındadır. Bundan dolayı da elektrik üretiminin % 71’ini kaynak olarak doğalgazdan elde eden Rusya’nın toplam fosil yakıt verimlilik değeri, hemen hemen kaynak olarak % 97 oranında kömür kullanan Çin ile aynıdır(% 32) [1]. Her iki ülke için de elektrik üretiminde verimliliğin artırılması için büyük potansiyel bulunmaktadır.

2.4.1 Kömür yakılarak elektrik üretiminde verimlilik istatistikleri

Kömür elektrik üretiminde en çok kullanılan fosil kökenli yakıttır. Türkiye'nin de aralarında bulunduğu OECD ülkelerinde kömür kullanarak elektrik üretim oranı 1990 yılında % 42 iken 2005 yılına gelindiğinde bu oran % 39'a inmiştir. Bu oran OECD üyesi olmayan ülkelere % 44 dolayındadır. Şekil 2.2'de görüldüğü gibi 2008 yılı sonunda Türkiye'de kömür kullanılarak yapılan elektrik üretimi ithal ve yerli kömür dahil olmak üzere % 29 da kalmıştır. Çizelge 2.7'de Türkiye'de ve dünyada kömür ile elektrik üretimi ya da ısı ve güç üretimi yapan santraller için; OECD üyesi olan ve olmayan, en yüksek verimlilik değerini tutturmuş olan, en düşük verimlilik değerinde kalan, verimlilik değerleri sıralanmıştır.

Çizelge 2.7 : Kömür yakıtlı elektrik ve kombine ısı-güç santralleri için verimlilik değerleri [1].

	Verimlilik Değerleri (%)
OECD Ülkeleri Ortalaması	37
OECD Üyesi Olmayan Ülkeler	32
En düşük Ülke Ortalaması(Hindistan)	27
En Yüksek Ülke Ortalaması(Danimarka)	43
Türkiye Ortalaması	35
Dünya Ortalaması	34

Yakıt olarak kömür kullanarak elektrik üretimi yapan termik santrallerde verimlilik değerleri OECD ülkelerinde 1990 yılından bu güne yaklaşık % 0,5'lik bir artış görülürken; bu artış OECD üyesi olmayan ülkelere de % 2 olarak gerçekleşmiştir [1]. Kömür yakan santrallerde verimliliği etkileyen en önemli faktörler şöyle sıralanabilir:

- Uygulanan yakma teknolojisi,
- Yakılan kömürün tipi ve kalitesi,
- İşletme koşulları ve uygulamaları.

Çizelge 2.7'de görüldüğü gibi en düşük verimlilik değerine sahip olan ülke olan Hindistan'da durumun böyle olmasının nedenleri arasında şunlar sayılabilir:

- Ülkede yaygın olan subkritik kazanların kullanıldığı santraller,
- Kömürün yıkanmadan yakılması,
- Yakılan kömürün kül oranının çok yüksek olması,

- Kömür yakan santrallerin sadece pik yüklerde üretime geçmesi.

Verimlilik değerinin en yüksek olduğu Danimarka’da ise iki nokta göze çarpmaktadır:

- En verimli kömür yakma teknolojilerine sahip olan santrallerin işletmede olması,
- Pülvarize kömür yakan süperkritik kazanların kullanıldığı santrallerin sayısının çok olması.

2.4.2 Doğalgaz yakılarak elektrik üretiminde verimlilik istatistikleri

Dünya ölçeğinde doğalgaz kullanılarak elektrik üretim oranı son yıllarda büyük artış göstermiştir. Bu oran 1990 yılında % 14 iken günümüzde % 19’a kadar çıkmıştır. Sadece OECD ülkeleri hesaba katıldığında artış daha belirgindir; çünkü 1990 başında % 9 olan oran günümüzde % 18’e çıkmıştır. OECD üyesi olmayan ülkeler için aynı zaman periyodu için çok küçük bir düşüş yaşanmış ve % 22’den % 20 oranına gerilemiştir. Dünya üzerinde ABD ve Rusya’nın doğalgazla elektrik üretimi oranları en yüksek seviyededir; öyle ki bu iki ülkenin toplam doğalgazla elektrik üretim oranı dünyada doğalgaz ile elektrik üretiminin % 35’ine denk gelmektedir. Ülkemizde de durum farklı değildir ve 2008 yılı toplam elektrik üretiminin % 48’lik kısmı doğalgaz yakan santrallerde gerçekleştiği şekil 2.2’de görülmektedir. Çizelge 2.8’de Türkiye’de ve dünyada doğalgaz ile elektrik üretimi ya da ısı ve güç üretimi yapan santraller için; OECD üyesi olan ve olmayan, en yüksek verimlilik değerini tutturmuş olan, en düşük verimlilik değerinde kalan, verimlilik değerleri sıralanmıştır.

Çizelge 2.8 : Doğalgaz yakıtlı elektrik ve kombine ısı-güç santralleri için verimlilik değerleri [1].

	Verimlilik Değerleri (%)
OECD Ülkeleri Ortalaması	45
OECD Üyesi Olmayan Ülkeler	35
En düşük Ülke Ortalaması (İsveç)	31
En Yüksek Ülke Ortalaması (Lüksemburg)	55
Türkiye Ortalaması	55
Dünya Ortalaması	40

OECD ülkeleri arasında doğalgaz yakıtı kullanarak elektrik veya ısı ve elektriği birlikte üreten santrallerde ortalama verimlilik değeri 1990 yılı başında % 37 iken

günümüzde % 45 dolayına çıkarak % 8’lik bir artış gerçekleşmiştir. Aynı zaman periyodu içerisinde OECD üyesi olmayan ülkelerde verimlilik artışı % 2 olarak belirlenmiştir [1]. İsveç’te elektrik üretiminin çok küçük bir kısmı doğalgazla yapılmaktadır. Bu santraller sadece pik yüklerde devreye girmektedir. Bu nedenle de İsveç için verimlilik oranı düşük olmaktadır. OECD ülkelerinde, gerek doğalgaz kullanımının gerekse doğalgaz ile elektrik üretimindeki verimlilik artışının en önemli nedeni; yakıt olarak doğalgaz kullanılan daha verimli gaz türbinli kombine çevrim santrallerinin yaygınlaşmasıdır. Modern gaz türbinli kombine çevrim santrallerinde verimlilik değeri % 60’lara kadar çıkmıştır.

2.4.3 Fuel-oil yakılarak elektrik üretiminde verimlilik istatistikleri

OECD ülkeleri arasında sıvı yakıt kullanarak yapılan elektrik üretimi 1990 yılı başında % 9 iken günümüzde bu oran % 4’e kadar gerilemiştir. Bu oran Türkiye için 2008 yılı sonu itibariyle şekil 2.2’den görüldüğü üzere % 5 civarındadır. Dünya üzerinde sıvı yakıt kullanarak elektrik üretimi yapan başlıca ülkeler ABD, Japonya, Meksika, Çin ve İtalya olarak göze çarpmaktadır. Çizelge 2.9’da Türkiye’de ve dünyada sıvı yakıt ile elektrik üretimi ya da ısı ve güç üretimi yapan santraller için; OECD üyesi olan ve olmayan, en yüksek verimlilik değerini tutturmuş olan, en düşük verimlilik değerinde kalan, verimlilik değerleri sıralanmıştır.

Çizelge 2.9 : Sıvı yakıtlı elektrik ve kombine ısı-güç santralleri için verimlilik değerleri [1].

	Verimlilik Değerleri (%)
OECD Ülkeleri Ortalaması	37
OECD Üyesi Olmayan Ülkeler	36
En düşük Ülke Ortalaması(Slovakya)	23
En Yüksek Ülke Ortalaması(Hollanda)	43
Türkiye Ortalaması	35
Dünya Ortalaması	37

2.5 Termik Santrallerde Enerji Verimliliğinin Artışı

Dünyada nüfus artışı, sanayileşme ve şehirleşme ile birlikte, küreselleşme sonucu artan ticaret ve üretim imkanlarına bağlı olarak doğal kaynaklara ve enerjiye olan talep giderek artmaktadır. Dünyadaki nüfusun 2030 yılına kadar 2 milyar kişi artacağı, 2030 yılında enerji talebinin, bugüne göre % 50 daha fazla olacağı

öngörülmektedir [5]. Durum Türkiye için de dünya genelinden farklı değildir. TEİAŞ tarafından hazırlanan kapasite projeksiyonuna göre; yüksek senaryoda ülkemizde yıllık olarak elektrik enerjisi talebindeki artış % 7.5, düşük senaryoda ise % 6.3 olarak öngörülmektedir. Yani on yıllık bir zaman periyodunda Türkiye'nin enerji talebi iki katına çıkacaktır. Türkiye enerji kaynakları bakımından net ithalatçı bir ülke konumundadır. Zira yerli kaynaklarının talebi karşılamada yetersiz olması nedeniyle 2007 yılında enerji arzının petrolde % 93, doğalgazda % 97, kömürde ise % 20 olmak üzere toplam % 74'lük bölümü ithalat ile karşılanmıştır [6]. Şekil 2.3'te yer alan grafik incelendiğinde; önümüzdeki 5 yıl içerisinde ülkemizde özel sektör tarafından kurulması muhtemel elektrik santrallerinin % 44'lük kısmının termik santral olacağı öngörülmektedir. Bütün bu istatistiklerden çıkarılacak sonuç ise; ülkemiz için kurulu gücün ve elektrik üretim miktarının büyük bölümünü oluşturan ve önümüzdeki yıllarda da ülkemizdeki elektrik ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayacak olan elektrik santralleri termik santraller olacaktır. Termik santrallerin enerji verimliliklerinin artırılması da, öncelikle ithal edilecek olan fosil yakıtlar için ödenen miktarı sınırlayacaktır. Hem ülkemiz için enerji güvenliğinin hem de küresel ısınmanın birinci dereceden sorumlusu sera gazı emisyonlarının azaltılması için de enerji verimliliğindeki artış kaçınılmazdır.

Çizelge 2.7'den de görüldüğü gibi Türkiye, kömür yakılarak elektrik üretimi verimliliğinde dünya ortalamasının % 1 oranında üzerinde yer alırken OECD ülkeleri arasında ise % 2 daha düşük bir verimliliğe sahiptir. Bu da Türkiye'de kömür yakan santrallerde verimlilik artırıcı projelerin hazırlanıp hızla hayata geçirilmesi yönünde önemli bir göstergedir.

Çizelge 2.8'den de görüldüğü gibi Türkiye, doğalgaz yakılarak elektrik üretimi verimliliğinde dünya ortalamasının % 15 oranında üzerinde yer alırken OECD ülkeleri arasında ise % 10 daha yüksek bir verimliliğe sahiptir. Bu da Türkiye'nin doğalgaz yakan santrallerde verimlilik konusunda örnek alınacak ülkeler arasında olduğunu gösterir.

Çizelge 2.9'dan da görüldüğü gibi Türkiye, sıvı yakıtlar yakılarak elektrik üretimi verimliliğinde dünya ve OECD ülkeleri ortalamasından % 2 daha düşük bir verimliliğe sahiptir. Bu da Türkiye'de sıvı yakıt yakan santrallerde verimlilik artırıcı projelerin hazırlanıp hızla hayata geçirilmesi yönünde önemli bir göstergedir.

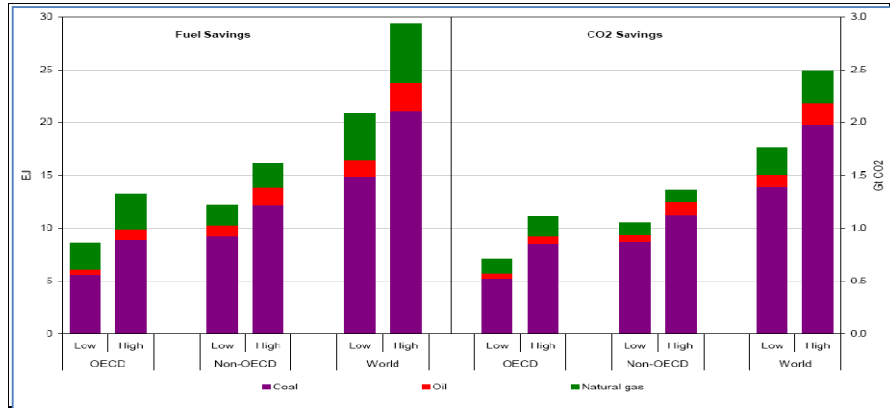
Önemli miktarda enerji ve CO₂ salınımı tasarrufu fosil yakıtlı elektrik üretimi verimliliğinin artırılmasıyla mümkündür. Tasarruf potansiyeli düşük ve yüksek senaryoya göre iki şekilde hesaplanmaktadır:

- 1- Düşük senaryoya göre tüm ülkelerin elektrik üretimlerini en yüksek verimlilikle gerçekleştirdiklerini ele alınırsa yani % 43 verimlilikle kömür ve sıvı yakıt, % 55 verimlilikle doğalgaz yakıtlı santraller işletildiği durum,
- 2- Yüksek senaryoda ise şu an için modern termik santrallerde ulaşılabilen en yüksek verimlilik değerlerinde yani % 48 kömür yakmada, % 50 sıvı yakıtta ve % 60 da doğalgaz yakmada verimlilik oranlarına tüm ülkeler ulaşabilirse.

Santrallerin şu anki yakıt türlerini değiştirmemeleri koşuluyla bu iki olası senaryo için yakıt tasarruf potansiyeli ve CO₂ salınımı azaltma potansiyeli çizelge 2.10'da gösterilmiştir. Şekil 2.4'den de görüldüğü gibi en büyük tasarruf potansiyeli kömür yakan santrallerin verimliliklerinin artırılması ile elde edilebilir; öyle ki tek başına 15 Ej-21 Ej arasında yakıt tasarruf potansiyeli(1,4 Gt CO₂- 2,0 Gt CO₂) vaat etmektedir. Bu yakıt tasarrufu potansiyelinin yarıya yakını OECD ülkelerinde bulunmaktadır. Bu olgu elektrik üretimindeki verimlilik artışının gelişmekte olan ülkeler için olduğu kadar gelişmiş ülkeler için de önem arz ettiğini göstermektedir.

Çizelge 2.10 : Bir yıllık zaman periyodu için teknik yakıt ve CO₂ salınımı potansiyelleri [1].

	Yakıt Tasarrufu Potansiyeli (Ej)	CO ₂ Salınımı Azaltma Potansiyeli (Gt)
Düşük Seneryo	21	1,8
Yüksek Seneryo	29	2,5



Şekil 2.4 : Elektrik üretiminde verimlilik artışı ile elde edilebilecek teknik yakıt ve CO₂ tasarruf potansiyeli miktarları [1].

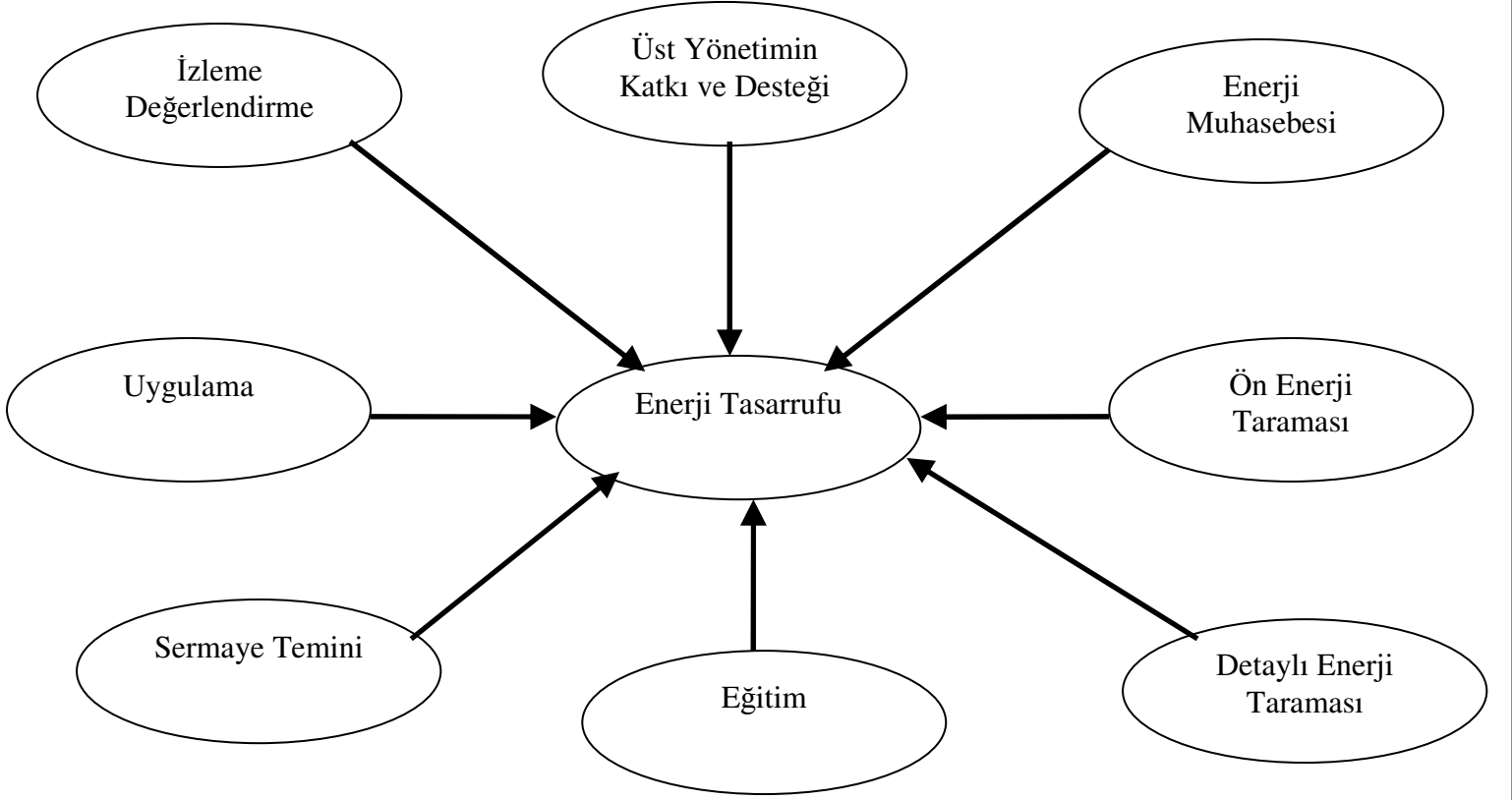
3. ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİNDE İZLEME VE HEDEF OLUŞTURMA

3.1 Giriş

Diğer yönetim faaliyetlerine benzer olarak Enerji Yönetimi; planlama, koordinasyon ve kontrol gibi biririnden bağımsız olduklarında etkisiz kalabilecek işlevlerin, bir araya gelerek oluşturduğu bütündür. Bu anlamda sanayide “Enerji Yönetimi” ürün kalitesinden, güvenlikten ve çevresel tüm koşullardan fedakarlık etmeksizin ve üretimi azaltmaksızın enerjinin daha verimli kullanımı doğrultusunda yapılandırılmış ve organize edilmiş disiplinli bir çalışma olarak tanımlanır.

Enerji tasarrufu çalışmaları organizasyonunun odak noktası “Enerji Yönetimi” kavramıdır. Şekil 3.1’de enerji tasarrufu odak noktası olmak üzere enerji tasarrufuna katkıda bulunan 8 önemli çalışma sahası gösterilmiştir.

Belli bir programa bağlı olmadan yürütülen çalışmalarda basit işletme tedbirleriyle bazı kuruluşlarda % 10’a varan oranlarda enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Geniş kapsamlı Enerji Yönetimi programlarının uygulanması ile, enerji tasarrufu çalışmalarına süreklilik kazandırıldığı gibi tasarruf oranı da % 25’i aşabilir [11].



Şekil 3.1 : Enerji tasarrufuna katkıda bulunan 8 önemli çalışma sahası [11].

3.2 Enerji Yöneticisi

Başarılı bir Enerji yönetimi programı için programı yönlendirecek yetkili bir enerji yöneticisinin atanması gerekir. Enerji yöneticiliğinde temel nitelik olarak teknik yeterliliğe bakılır. Genel meslek ve yönetici becerilerinin yararlı olduğu kabul edilmekle beraber enerji yöneticisi pozisyonundaki kişiler mühendis seviyesinde olmalıdır. Bu durum özellikle enerji için daha küçük bütçenin ayrıldığı ve enerji yöneticisine çok iş düştüğü küçük ve orta büyüklükteki şirketler için önemlidir. Büyük şirketlerde enerji yöneticisi yöneticilik işlerinin yanısıra mühendislerin ve mali planlayıcıların enerji planlama, satınalma ve kullanımı konularında çalışanların desteğini alır ve bunların çalışmalarını da koordine eder.

Teknik bilginin yanısıra, idari yetenekler enerji yöneticisinin maharetleri arasında olmalıdır. İdeal bir enerji yöneticisinde bulunması gereken özellikler şöyle sıralanabilir:

- İşletmenin üretim prosesleri ve son ürün kalitesi hakkında bilgiye sahiptir.
- Veri toplama, analiz ve bu verileri işletme yönetiminin gözden geçirmesi için kısa ve öz şekilde yorumlama yeteneğine sahiptir.
- Kazanlar, fırınlar, ısı değiştiricileri, buhar sistemi ekipmanı ve soğutma sistemleri gibi enerji tüketim ekipmanlarının teknik özellikleri ve onların verimlilikleri hakkında bilgiye sahiptir.
- Mühendislik yetenekleri, örneğin ekipman seçimi, sistemi denetleme ve bakım gereklerini yerine getirme gibi özelliklere sahiptir.
- İşletme yönetiminden, bölüm şeflerine, bakım işçilerine kadar çeşitli seviyeler arasında iletişim kurma ve yönetim direktiflerinin uygulanabilmesine yardımcı olabilme yeteneğine sahiptir [7,10,11].

3.3 Enerji Yöneticisinin Görevleri

İşletmeye, işin tipine ve ilgili enerji tüketimine bağlı olarak Enerji Yöneticisinin görevleri değişebilir. Ancak enerji yöneticisinin asıl görevi, kuruluşun tüm enerji satınalma işlemleri, dağıtımı ve kullanımı ile yakından ilgilenmesidir. Enerji Yöneticisinin görevleri arasında enerji verilerini toplayıp analizler yapma, enerji

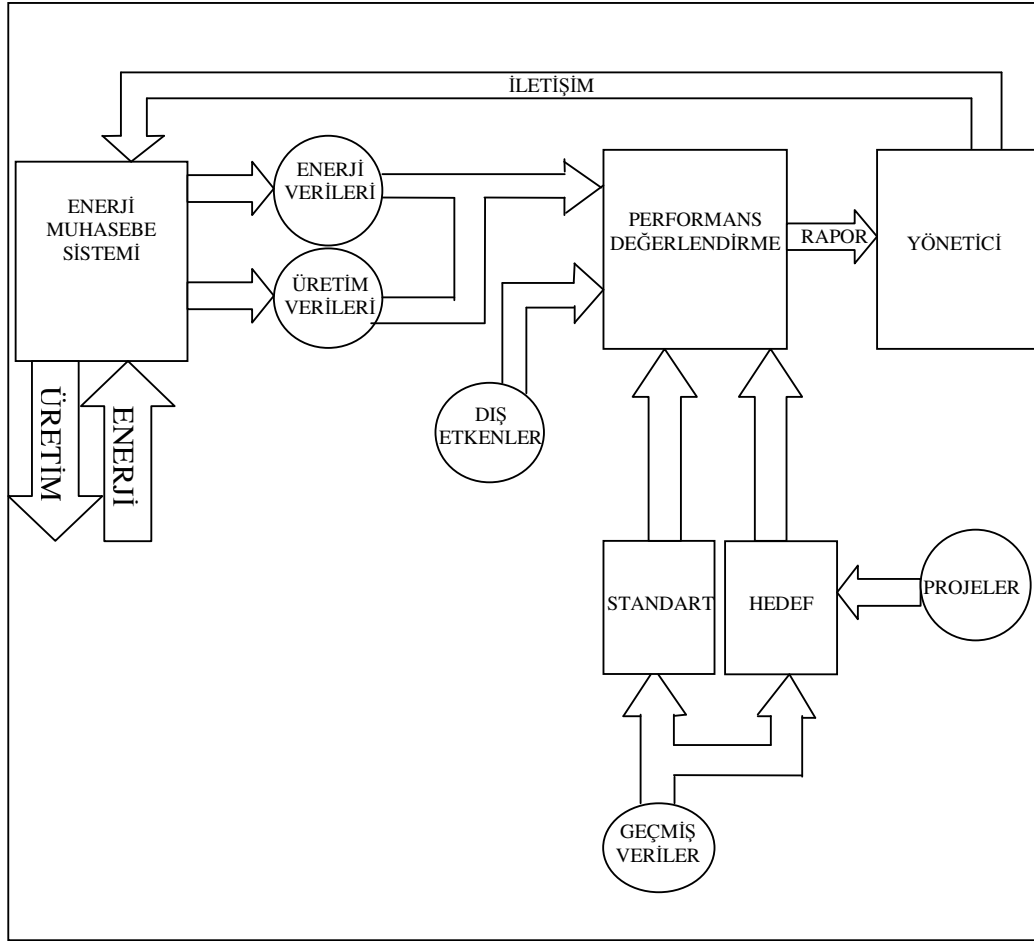
satınalımını denetleme, enerji tasarrufu imkanlarını değerlendirme, enerji tasarrufu projelerini denetleme, iletişim ve halkla ilişkiler sayılabilir.

Enerji Yönetiminin ve Yöneticisinin bütün bu sayılan görevleri arasında birinci görevi İzleme ve Hedef Oluşturmadır(İH). Çünkü izleme ve hedef oluşturma Enerji Yönetim Sisteminin en önemli işlevidir. İH olmadan ne enerji tasarrufu imkanları değerlendirilebilir ne de enerji tasarrufu projeleri geliştirilip denetlenebilir [11].

3.4 İzleme ve Hedef Oluşturmanın Aşamaları

İH Sistemi ile enerji maliyetlerinin kontrol edilmesi amaçlanmaktadır. Bu sistem bir işletmedeki sadece enerji tüketim bilgilerinin tablolanmasından farklı olarak, işletmenin enerji tüketim bilgilerinin; üretim ve benzeri bilgileri ile birlikte değerlendirilerek enerji tüketim verimliliğinin izlenmesini kapsamaktadır. Bu şekilde işletmenin enerjiyi daha verimli bir şekilde kullanması sağlanır. Yine bu sistem içinde yöneticinin enerji maliyetini kontrol edebilmesi için tesisin çeşitli bölümlerindeki enerji performansı hakkında bilgiye ihtiyacı vardır. Bu bilgiler ve ölçümler belirli zamanlarda alınarak değerlendirilir. Şekil 3.2 de İzleme ve Hedef Oluşturma prensiplerini gösteren akış diyagramı gösterilmiştir [7-9].

İH sırasında, santralin büyüklüğüne göre enerjiden sorumlu bir merkez ya da birkaç enerji muhasebe merkezi oluşturularak, her bir merkezin başına o alandaki işletmeden sorumlu bir şahıs tayin edilmelidir. Bu merkezler kazan dairesinde veya santralin üretimle ilgili spesifik herhangi bir yerinde olabilir. Bu bölümlerin belirlenmesinin en önemli nedeni, her bir bölümün enerji verimliliklerini tespit ederek bazı bölümlerin gereksiz enerji tüketimlerinin diğer bölümlere yansıtılmamasıdır. İH sisteminde, geçmiş verilere dayanılarak oluşturulan standart doğruları; proje değerlendirme safhasında geliştirilen projeler neticesinde oluşturulan hedef doğruları ile birlikte yöneticiye raporlanır. Performans değerlendirmesinde kurulan enerji muhasebe sisteminden enerji ve üretim verileri dış etkenlerle birlikte hesaba katılacaktır [7-11].



Şekil 3.2 : İzleme ve Hedef Oluşturma akış diyagramı [11].

3.4.1 Veri toplama

Bir İzleme ve Hedef Oluşturma (İH) sistemine başlamadan önce bir veri toplama periyoduna ihtiyaç vardır. Burada amaç, standart ve hedeflerin belirleneceği verilerin toplamasıdır. Bunun için, işletmenin her bir bölümünde istatistik analiz yapabilmek için 10-20 set arasında veri alınmalıdır. Haftalık sayaç okuması yapılabiliyorsa bu süre en az 10 hafta olmalıdır [8]. Veri toplamaya başlamadan önce şu noktaları belirlemek gerekir:

- * Sayaç okumaları sırasında nelere dikkat edilecektir?
- * Sayaç okumalarından kim sorumlu olacaktır?
- * Sayaç okumaları ne zaman yapılacaktır?
- * İzleme periyodu esnasında hangi üretim verileri kaydedilmelidir?

* Herhangi bir sayaç okuma veya üretim kayıt formu hazırlanacak mıdır? Yoksa mevcut formlar mı kullanılacak ya da adapte edilecektir?

3.4.2 Sayaç okuma

Sayaç okumaları hazırlanmış formlara kaydedilmelidir. Sayaçların okuma zamanları, mümkün olduğu kadar standart üretim periyotları ile mevcut muhasebe usullerine uygun olmalıdır. Enerji tüketimi ve üretim verileri aynı zaman periyodunda alınmalıdır. Aynı zaman periyodunda alınmayan değerler grafik üzerinde sapmalara neden olur. Böyle bir durumda ise bazı aylarda üretimde artış olmasına rağmen tüketimde düşme görülebilir ve bu da enerji yöneticisi için yanıltıcı olabilir. İşletmenin üretim ve tüketim değerleri arasındaki uyumsuzluğun muhtemel nedeni aynı zaman periyodunda alınmayan üretim-tüketim değerleridir [9].

3.4.3 Üretim izleme

Enerji tüketimi bir çok faktöre bağlı olarak haftadan haftaya veya aydan aya değişebilir. Bunlar:

- i) Spesifik Değişkenler,
- ii) Kontrol Edilebilir Değişkenler

Olmak üzere ikiye ayrılır.

Spesifik değişkenler işletmenin bir bölümünün üretim miktarına göre enerji ihtiyacını belirler. Enerji ihtiyacını hesaplamak için kullanılan standart denklemlerde bu değişkenler kullanılır.

Kontrol edilebilir değişkenler ise; işletme uygulamaları, sistem kontrolü, üretim planlaması ve bakım standardı gibi enerji tüketimini en aza indirebilmek için yönetim tarafından planlanan değişkenlerdir. Burada her bir bölümün proses bilgilerini ayrıntılı olarak anlamak önemlidir [10,11].

İşletmenin bir bölümüne ait enerji tüketimini etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır:

- * Ortam sıcaklığı,
- * Çalışma sıcaklığı,
- * Ürün tipi,

- * Çalışma Saatleri,
- * Makine Hızı,
- * Üretim Miktarı.

3.4.4 Enerji tüketim standardının tayini

Yeterli veriler toplandıktan sonra bir santralin enerji tüketimi ile ilgili standart doğrusu belirlenebilir. Daha sonra belirlenen standart, uygun işletme koşulları altında enerji gereksinimini hesaplamakta kullanılabilir. Belirlenen standart doğru denklemi, enerji gereksiniminin spesifik değişkenlere (üretim, hava koşulları vs.) bağlı olduğunu gösteren (3.1)’deki gibi bir doğru denklemdir [8,9].

$$E = a + bP \quad (3.1)$$

Denklemden yer alan “E” enerji tüketim miktarını gösterirken “a” ve “b” sabitlerdir. “P” ise o bölümün spesifik değişkenidir. Standart denklem son verilere en iyi uyan doğru denklemdir. Yine aynı zamanda incelenen bölümün geçerli olan enerji tüketim performansıdır. İH sırasında amaç bu performansı tutturmak ve iyileştirmektir.

Herhangi bir santral için standart doğru belirlendikten sonra, bu değerler izlenen her bir periyot için; bu standardın üzerinde performans sağlanmasında karşılaştırma bazı olarak kullanılır. Bu periyot genellikle 1 ay alınır; fakat 1 hafta hata 1 gün de olabilir. Bu denklem santralin veya santrale ait o bölümün “Beklenen Enerji Tüketimini ve Spesifik Enerji Tüketimini” hesaplamada kullanılır. Elde edilen değerler aynı periyot için “Gerçek Enerji Tüketimi ve Spesifik Enerji Tüketimi” ile mukayese edilebilir [11].

Bir işletme için 3 farklı standart denklem tipi kurulabilir. Bunlar sırasıyla:

Tip 1 :

Enerji tüketimi sabittir ve incelenen bölüm için spesifik değişkenler yoktur. Bu durumda o bölümün enerji tüketimi, üretimden bağımsız olarak başlangıçta sabittir. Örneğin üretim miktarı ne olursa olsun, hatta hiç olmasa bile, üretim hatlarındaki cihazlar(makineler, kompresörler, ısıtma ve soğutma sistemleri, aydınlatma gibi) sürekli olarak maksimum kapasitede üretim yapıyormuş gibi faal durumda tutulmaktadır. Dolayısıyla üretim ne olursa olsun enerji tüketimi sabit miktarda gerçekleşmektedir. Bu durumdaki standart; günlük, haftalık, aylık gibi mevcut

geçmiş verilerden hesaplanan ortalama enerji tüketimidir ve (3.2)’ deki denklem ile ifade edilir [11].

$$E = a \quad (3.2)$$

i) Tip 2 :

Enerji tüketimi bir tek spesifik değişkene yani “P” ye (üretime) bağlıdır. Bu doğru denklemde “a” sabiti üretimle ilgili olmayan enerji miktarıdır. Buna ısıtma, basınçlı hava, aydınlatma gibi üretimin kesildiği zaman bile devrede olacak sistemlerin harcadığı enerji, üretimle ilgili olmayan enerji tüketimi denilebilir. “b” sabiti ise spesifik değişkenin her bir birim artışına karşılık gelen enerji tüketim artışıdır ve doğrunun eğimidir. Denklem (3.1) de gösterilen şekilde formüle edilir [11].

ii) Tip 3 :

Bu denklemde enerji tüketimi birden fazla spesifik değişkene bağlıdır. Bu spesifik değişkenler P1 , P2 , P3 ... olup üretim miktarı, hava koşulları, çalışma saatleri vs gibi çeşitli değişkenler veya aynı bölümde üretilen çeşitli tip ürünler olabilir(Kojenerasyon santrali için elektrik üretimi + proses buharı üretimi vb.) “a” sabiti yine bütün spesifik değişkenlerin sıfır olduğu koşullarda oluşan, üretime bağlı olmayan enerji tüketimidir ve b, c, d sabitlerinin değerleri, ilgili değişkenin önemine bağlıdır. Bu tür standart denklem grafik olarak gösterilemez ve bir çok değişken karıştığı için izahı da zordur. Bu nedenle çok zorunlu hallerde kullanılması ve değişken sayısının mümkünse üçten az olması önerilir [11].

3.4.4.1 Standart doğru denkleminin EKK metoduyla oluşturulması

Ölçme tekniği yöntemlerinden biri olan En Küçük Karalar” Metodu kısaca şöyle açıklanabilir:

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ gözlemleri göz önüne alınırsa bu değerlerin ortalamadan sapma miktarının karelerinin toplamı denklem (3.3) gibi ifade edilir [15,16].

$$S = \sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2 \quad (3.3)$$

Eğer S, x_m değerine göre minimize edilmeye çalışılırsa

$$\frac{\partial S}{\partial x_m} = 0 = \sum_{i=1}^n -2(x_i - x_m) = -2 \left[\sum_{i=1}^n x_i - nx_m \right]$$

yazılabilir, burada n gözlem sayısıdır. Sonuçta

$$x_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Elde edilir. Bu sapmaların karelerinin toplamını aritmetik ortalamanın minimize ettiği sonucudur. Bu en küçük kareler metodunun en basit uygulamasıdır. Örneğin belirli x değerlerine karşılık y değerlerinin ölçüldüğünü düşünelim. Bu noktaları temsil edecek en iyi lineer fonksiyonu bulmak için, burada elde edilecek bu eğri(doğru) etrafında kabul edilebilir miktarda dağılmalarıdır. Burada yine noktaların eğriden uzaklığının karelerinin toplamı minimize edilmeye çalışılacaktır. Dolayısıyla $y = ax + b$ şeklinde bir fonksiyon aranıyorsa; minimize edilmek istenen toplam yazılır. Bu toplam denklem (3.4)'de olduğu gibi ifade edilir [15-16].

$$S = \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i + b)]^2 \quad (3.4)$$

ve toplamın a ve b'ye göre türevleri 0'a eşitlenirse:

$$nb + a \sum x_i = \sum y_i$$

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

Bu iki eşitlikten iki bilinmeyen değer çekilirse “a” ve “b” değerleri denklem (3.5) ve (3.6)'da olduğu gibi bulunabilir.

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (3.5)$$

$$b = \frac{(\sum y_i)(\sum x_i^2) - \sum x_i y_i (\sum x_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (3.6)$$

EKK gözlemlere en iyi uyum sağlayacak matematiksel modeli bulmaz, matematiksel modeli belirlenmiş bir durum için modele en iyi uyum sağlayacak parametre tahminlerini yapar. EKK metoduyla elde edilen parametre tahminleri belirli varsayımlar altında uygun özelliklere sahiptir [15]. İncelenecek santraller için kurulan matematiksel modelin yani denklem (3.1)'in neden lineer bir fonksiyon

olduğu, bu lineer fonksiyon yerine $E = c \ln P + b$ gibi logaritmik veya $E = ce^{bP}$ gibi üstel bir fonksiyonun model olarak neden seçilmediği Ek B 1’de açıklanmıştır.

Oluşturulacak olan doğru denkleminde; santralde üretilen enerji miktarı yakılan yakıt miktarının bir fonksiyonu olarak düşünülürse denklem (3.7) yazılabilir.

$$E = a + bP \quad (3.7)$$

Denklemde yer alan parametreleri santrale uyarlırsak:

E: Enerji Üretimi (MWh) – *y* ekseninde,

P: Tüketilen Enerji Miktarı – Yakılan Yakıt Miktarı (GCal) – *x* ekseninde,

b: Doğrunun Eğimi,

a: *y* Ekseninde Kayma,

n: Veri Noktalarının Sayısı’dır.

Gösterecektir. Dolayısıyla bir termik santrale ait tüketilen enerji miktarı P (GCal olarak yakılan yakıt) bir spesifik değişken olarak alınır ve üretilen enerji miktarı E (MWh olarak elektrik üretimi) bu spesifik değişkene göre üretim miktarını verirse, EKK metoduyla standart doğrusunu elde etmek için gereken bilinmeyen a ve b değerleri tespit edilebilir. Sonrasında da santrale ait standart doğru elde edilebilir.

Santral üretim ve tüketim verilerini kullanarak EKK metoduyla standart doğru denkleminin ortaya çıkarılmasında çizelge 3.1’de yer alan tabloyu oluşturmak yararlıdır.

Çizelge 3.1 : EKK metoduyla standart doğrunun hesaplanmasında kullanılan tablo.

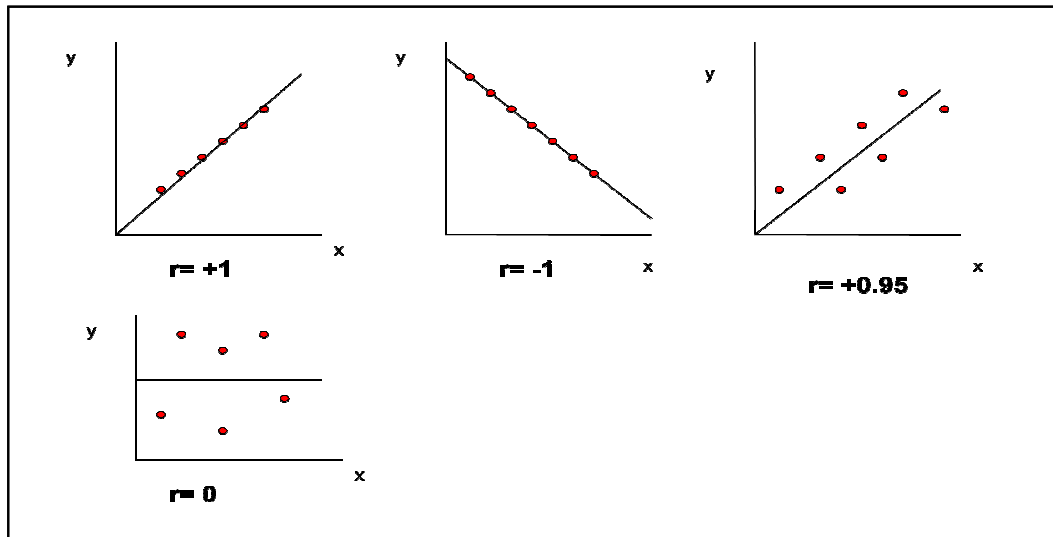
AYLIK ÜRETİM (MWh)	AYLIK TÜKETİLEN ENERJİ (Gcal) $P = (\text{YAKILAN FUEL OIL (kg)} \times \text{FUEL OIL ALT ISI DEĞERİ (kcal/kg)}) / 10^6$			
E	P	E^2	P^2	EP
ΣE	ΣP	ΣE^2	ΣP^2	ΣEP

Hesaplamalarda kolaylık sağlaması için oluşturulan çizelge 3.1'in ilk sütununa MWh cinsinden aylık üretim miktarları, ikinci sütununa GCal cinsinden yakılan yakıt miktarı, soraki iki sütuna bu değerlerin kareleri ve son sütuna ise bu değerlerin çarpımları yazılır. Tablonun son satırına ise ilgili tüm aylara ait değerlerin toplamaları sıralanır. Elde edilen tablodan yararlanılarak denklem (3.8) ve (3.9) yardımıyla standart doğru denkleminin bilinmeyen “a” ve “b” değerleri bulunabilir.

$$b = \frac{\sum EP - \frac{(\sum EP)(\sum E)}{n}}{\sum P^2 - \frac{(\sum P)^2}{n}} \quad (3.8)$$

$$a = \frac{\sum E}{n} - \frac{(b)(\sum P)}{n} \quad (3.9)$$

EKK metoduyla elde edilen $E = a + bP$ şeklindeki doğru denkleminde üretilen enerji(MW) ve tüketilen yakıt(GCal) arasındaki doğrusal ilişkinin göstergesi olarak “korelasyon katsayısı r” hesap edilmelidir. Korelasyon katsayısı r daima -1 ile 1 arasında bir değer alır. Mükemmel bir uyumda $r=1$ 'dir. Veriler belirlenen eğriden uzaklaştıkça r korelasyon katsayısı 1'den küçük değerler almaya başlar. Korelasyon katsayısı r'nin -1 değerini alması kuvvetli olumsuz ilişkinin olduğu anlamına gelir. Sıfır ise iki değişkenin arasında ilişkinin olmadığını gösterir. Şekil 3.3'te doğrusal ilişkinin olası durumları gösterilmiştir.



Şekil 3.3 : Korelasyon katsayısı r'nin olası durumları.

Korelasyon katsayısı ” r” denklem (3.10) ile hesap edilir.

$$r = \frac{\Sigma EP - \frac{(\Sigma P)(\Sigma E)}{n}}{\sqrt{\left(\Sigma P^2 - \frac{(\Sigma P)^2}{n}\right)\left(\Sigma E^2 - \frac{(\Sigma E)^2}{n}\right)}} \quad (3.10)$$

3.4.4.2 Standart doğru denkleminin regresyon analizi yöntemiyle oluşturulması

EKK yönteminden bahsedilirken ölçümlerdeki belirsizlik göz ardı edilmiştir.

Belirsizlik için 3 durum söz konusu olabilir:

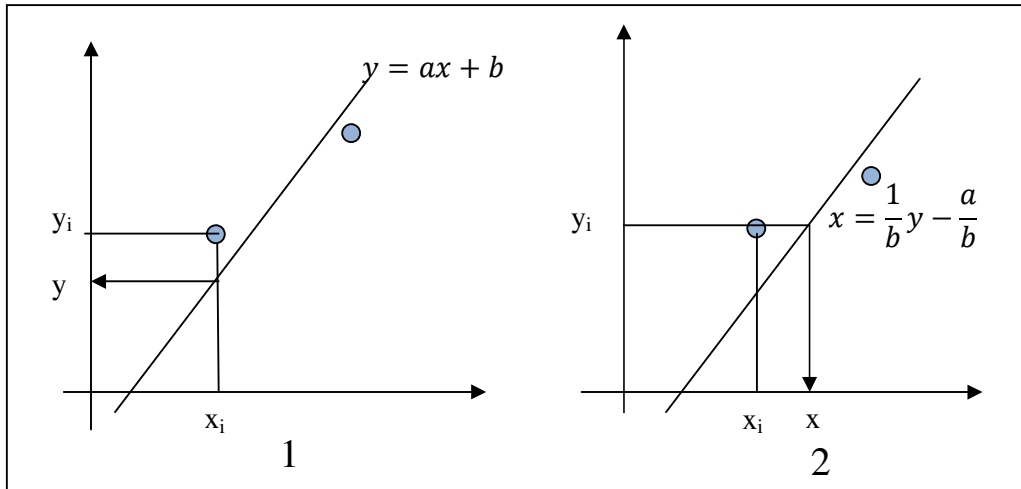
- x_i ve y_i değerlendirilirken aynı y değeri için; x değeri üzerinden okunursa, x 'deki belirsizlik y 'ye göre daha fazla olur.
- x_i ve y_i değerlendirilirken aynı x değeri için; y değeri üzerinden okunursa, y 'deki belirsizlik x 'e göre daha fazla olur.
- Eğer x ve y 'deki belirsizliklerin aynı mertebede olduğu düşünülüyorsa özel bir ortalama alınarak belirleme yapılmalıdır.
- İlk durum x 'in y üzerindeki regresyonudur. İkinci durum ise y 'nin x üzerindeki regresyonunu ifade eder [15]. Bahsedilen farklılığa göre ;

$$y = ax + b$$

Veya

$$x = \frac{1}{b}y - \frac{a}{b}$$

Şeklinde bir fonksiyon belirlenmelidir. Bu iki farklı durum şekil 3.4'de görülmektedir [15].



Şekil 3.4 : EKK metodundaki belirsizlik.

Regresyon analizi ile EKK metodundaki bu belirsizlik hali de hesaba katılmış olacaktır. Üretim ve spesifik tüketim değerleri arasındaki bağıntı araştırılırken oluşacak bağıntı bir eğri denklemi vermelidir. Üretimler x ekseninde spesifik tüketimler ise y ekseninde olmak üzere değerler grafiğe geçirilirse grafikte birkaç noktadan başka bir şey elde edilemez. Değerler arasındaki bağıntıyı bularak en iyi eğriyi çizmek gerekir. Burada da Matlab programının regresyon analizi özelliği kullanılabilir. Regresyonla analiz yapabilmek için doğrusal değerlere ihtiyaç vardır. Bu doğrusal değerleri elde etmek için de üretim ve spesifik tüketim değerlerinin logaritmaları hesaplanabilir.

Regresyon analizinde kullanılacak olan denklem (3.11) aşağıdaki gibidir:

$$\text{Log}(\text{Tüketim}/\text{Üretim}) = \text{coefficient} \times \text{Log}(\text{üretim}) + \text{"constant"} \quad (3.11)$$

Denklemden yer alan “ coefficient” ve “constant” değerleri Matlab gibi hesaplama programları aracılığıyla bulunup yerine konulur ve denklemi logaritmik ifadeden kurtarmak için denklem (3.12) haline de dönüştürülür.

$$\text{Hesaplanan Spesifik Tüketim} = 10^{\text{constant}} \times (\text{Üretim})^{\text{coefficient}} \quad (3.12)$$

Spesifik Enerji Tüketimi-Üretim eğrisi çizilirken kullanılacak olan veri setinin yer alacağı Varsayım Üretim Değeri, Hesaplanan Spesifik Tüketim Değeri, Gerçek Üretim Değeri ve son olarak da Gerçek Spesifik Tüketim Değeri’nden oluşan çizelge 3.2’de görülen tablo hazırlanır.

Çizelge 3.2 : SET-Üretim eğrisinin çizilmesinde kullanılan tablo.

VARSAYIM ÜRETİM	HESAPLANAN SPESİFİK TÜKETİM (FORMÜL 3.5 YARDIMIYLA)	GERÇEK ÜRETİM	GERÇEK SPESİFİK TÜKETİM

Çizelge 3.2’de yer alan tablonun ilk sütununda yer alan “varsayım üretim” değerleri x ekseninde, “hesaplanan spesifik tüketim” değerleri de y ekseninde olmak üzere x-y dağılım grafiği çizilip, dağılım noktaları için logaritmik bir eğri uydurulur. Yine aynı grafik üzerinde bu defa x ekseninde “gerçek üretim” değerleri, y ekseninde de “gerçek spesifik tüketim” değerleri veri seti seçilerek x-y dağılım grafiği çizilirse uydurulan logaritmik eğrinin altında ve üstünde kalan “gerçek üretim” ve “gerçek spesifik tüketim” değerleri kolayca analiz edilebilir. Eğri altında kalan veri setini temsil eden aylar verimlilikte beklenen düzeyi yakalamıştır.

Hesaplanan Spesifik Tüketim formülünü oluştururken kullanacak olduğumuz ve MATLAB programı yardımıyla bulduğumuz “constant” ve “coefficient” değerlerinin artması, hesaplanan SET değerinin artmasına neden olur ve bu da uydurulan logaritmik eğrinin y eksenini boyunca yukarı kayması anlamına gelir. Yani gerçek SET değerini gösteren daha az sayıda nokta eğri altında kalır.

3.4.5 Kümülatif toplam değerler(CUSUM)

Başka bir değerlendirme metodu olarak, Kümülatif Toplam Değerler(CUSUM) grafiğinin çizilmesi de bir tesisin enerji tüketim performansı durumunun görülebilmesi için uygun olmaktadır. CUSUM yöntemi İngilizcedeki “cumulative sum” kelimelerinden oluşturulmuş istatistiki analiz yöntemlerinden başka biridir. Zaman içerisinde bir veri setindeki kademeli olarak değişimleri tanımlamak için kullanılır [16,17].

Santrale ait CUSUM grafiği çizilirken öncelikle üretim ve aylık bazda bu üretimlere karşılık gelen enerji tüketimleri sıralanır. Bu üretim ve tüketim değerleri arasında regresyon analizi yapılmak suretiyle doğru denklemi kurmak için gerekli olan eğim ve sabit gibi katsayılar hesaplanır [11].

$$\text{Üretim} = \text{Eğim} \times \text{Tüketim} + \text{Sabit} \quad (3.13)$$

(3.13) denkleminde göre tüketim miktarlarına karşılık gelen teorik enerji üretimleri hesaplanır. Gerçek ve teorik enerji üretimleri arasındaki farklar bulunur ve toplamaları alınır. Hazırlanan çizelge 3.3’deki tabloda son sütunda toplamalar y eksenini için; dönemler de x eksenini için veri seçilerek excell programı yardımıyla santrale ait CUSUM grafiği çizilmiş olur. Bu grafik incelendiğinde eğimi negatif olan değerler ve negatif bölgede kalan alanlar ile eğimi pozitif olan değerler ve alanlar kurulan denkleme göre verimin iyi ya da kötüleşme yönünde olduğu hakkında bilgi

verecektir. Denklem (3.13) kullanıldığında santraller için ortaya çıkacak olan CUSUM grafikleri çizildiğinde eğimin negatif olduğu değerler ve alanlar verimliliğin kötüleşmeye başladığı, pozitif olan değerler ve alanlar ise verimliliğin iyileşmeye başladığı anları işaret edecektir [11].

Çizelge 3.3 : CUSUM grafiği çizilirken kullanılacak olan tablo.

Dönem	Gerçek Üretim (MWh)	(5.4) Yardımlı ile Teorik Üretim (MWh)	Fark	Toplam
DÖ ₁	Ü ₁	TÜ ₁	F ₁ =(Ü ₁ -TÜ ₁)	T ₁ =(F ₁)
DÖ ₂	Ü ₂	TÜ ₂	F ₂ =(Ü ₂ -TÜ ₂)	T ₂ =(T ₁ +F ₂)
DÖ ₃	Ü ₃	TÜ ₃	F ₃ =(Ü ₃ -TÜ ₃)	T ₃ =(T ₂ +F ₃)
DÖ ₄	Ü ₄	TÜ ₄	F ₄ =(Ü ₄ -TÜ ₄)	T ₄ =(T ₃ +F ₄)
DÖ ₅	Ü ₅	TÜ ₅	F ₅ =(Ü ₅ -TÜ ₅)	T ₅ =(T ₄ +F ₅)
..	..	..	..	..
..	..	..	..	..
..	..	..	..	..
..	..	..	..	..
..	..	..	..	..
..	..	..	..	..
DÖ _n	Ü _n	TÜ _n	F ₁₂ =(Ü ₁₂ -TÜ ₁₂)	T _n =(T _{n-1} +F _n)

3.5 Hedef Belirleme

Her bir bölüm için standart belirlenirken aynı anda hedef de belirlenmelidir. Bu hedef standartla aynı formda bir denklemdir. O bölümün performansındaki iyileştirmeyi tanımlar. Hedef belirlemenin rolü verimliliğin iyileştirilmesi için gerekli motivasyonu sağlamaktır. Gerçekçi hedefler dikkatlice seçilerek ve alınan sonuçlara göre zaman zaman gözden geçirilerek; gelişme ve yeni çalışmalar için motivasyon sağlanır. Her bir izleme periyodu içinde gerçek üretim değerleri veya diğer spesifik değişkenler kullanılarak hedefler belirlendikçe; bu hedeften sapan iyi ve kötü performans değerleri ortaya çıkar [9].

3.5.1 Hedef belirleme metodları

Hedef belirlemede üç ana metot vardır:

1- En iyi Geçmiş Performansa Dayalı

Örnek olarak verilen ve Ek C.1’de yer alan şekil C.1’de bir kumaş fabrikasına ait üretime karşı enerji tüketimi grafiğinde görüldüğü gibi bir elektrik santralinde de enerji üretimin yakılan yakıt miktarına göre grafiği belli bir alan içinde dağılan

birtakım noktaları oluşturacaktır. Bu değerlerin incelenmesi ve aralarındaki ilişkinin bulunması sonucu elde edilen doğru standart doğru olarak isimlendirilir. Bu standart doğrunun solunda kalan alan ve değerler en iyi verime sahip olan üretimleri göstermektedir. Eğer standart doğrunun solunda kalan noktalar yeniden değerlendirmeye alınıp aralarındaki ilişki bulunarak regresyon analizi ile yeni bir doğru çizilirse bu bize hedef doğrusunu verir. Aynı fabrikaya ait standart ve hedef doğrularının gösterildiği grafik; Ek C.1 Şekil C.2’de gösterilmiştir. Şayet hedef denklemi elle hesap edilecekse teorik olarak daha fazla regresyon analizi yapmak gerekecektir.

2- Basit Yüzde İndirimi

Hedef, hesaplanan standarda nazaran belirli bir indirim, örneğin % 5 indirim yapılarak belirlenebilir. Bu sistem bir önceki metotla belirlenen hedefin uygun bulunmadığı hallerde geçerlidir.

3- Beklenen Performans

Bazen bölüm hakkında yeterli bilgilerin bulunması halinde; hedef belirlemesi elde edilmesi mümkün performansa göre yapılabilir. Bu yöntem spesifik iyileştirme tedbirleri planlandığında veya proses hakkında ayrıntılı bilgi bulunduğu hallerde uygulanır. Bu halde hedef standart metot kullanılarak hesap edilemez. Tecrübeye ve standart eşitliğin şekline göre belirlenebilir. Örneğin işletmenin bir bölümündeki üretime bağlı olmayan enerji miktarının düşürülmesi için plan yapılmalıdır. Yani denklem (3.1)’ de " a " nın değeri düşürülmeye çalışılır. Burada " a " üretime bağlı olmayan enerji miktarıdır. Böylece spesifik değişkenin değeri ne olursa olsun hedef enerji tüketimi standarttan daima daha az olur. Bu da hedef için standart doğrusuna paralel bir doğru verir. Bununla ilgili örnek yine aynı kumaş fabrikası için Ek C.1 Şekil C.3’de gösterilmiştir [10,11].

3.5.2 Spesifik enerji tüketimi

Spesifik enerji tüketimi(SET), denklem (3.14) de görüldüğü gibi birim ürün başına kullanılan enerji olarak ifade edilebilir. Örneğin bir kumaş fabrikasında spesifik değişken yani üretim ton olarak ifade ediliyorsa, spesifik enerji tüketimi de ton/Gcal olarak birimlendirilebilir. Bir elektrik santralinde ise üretim yani spesifik değişken KWh, GWh ya da TWh olarak alınır ve enerji tüketimi de yakılan yakıtın kalorisi

olarak GCal birimi alınırsa spesifik enerji tüketimi birimi için KWh/Gcal, MWh/Gcal veya TWh/Gcal olacaktır.

$$\text{Spesifik Enerji Tüketimi} = \text{Enerji Tüketimi} / \text{Üretim} \quad (3.14)$$

Performansın değerlendirilmesi, beklenen enerji kullanımı ile gerçek enerji tüketim değerinin düzenli olarak karşılaştırılması ile yapılır. Bunu değerlendirmek için de SET değerlerini kullanabiliriz. Bunlar özellikle çeşitli işletme koşullarının, işletmenin üretim performanslarına etkisini izleme açısından önemlidir. SET değerinin büyümesi kötü performansa, enerji tüketiminin gereksiz yere artmasına işaret eder. Rapor dokümanları üzerinde gerçek SET, standart SET ve hedef SET değerleri verilir. Bunlar sırasıyla gerçek, standart ve hedef enerji tüketimleri alınıp spesifik değişkenin yani üretimin gerçek değerine bölünerek hesap edilirler. Standart ve Hedef enerji tüketimleri her bir bölüm için bulunan denklemler kullanılarak hesap edilir. SET'ler için kullanılan birimler anlamlı olmalı ve raporu okuyanlarca bilinen cinsten olmalıdır. SET üretim düzeyine bağlı olarak önemli değişiklikler gösterir [7,8].

Denklem (3.15) de görüldüğü gibi üretim çok yüksek olduğunda a / P değeri çok küçük olur ve SET'in değeri b 'ye yaklaşır; fakat üretim düşük olursa yani P değeri küçük ise üretime bağlı olmayan enerji tüketimi " a " çok önemli olur ve SET değeri hızla artar. Bununla ilgili örnek bir çizim bir kumaş fabrikası için Ek D.1 Şekil D.4'de gösterilmiştir. Eğrinin altında kalan noktalar enerji kullanımındaki verimliliğin iyileştirildiğini göstermektedir. Burada hedef bu eğriyi aşağıya çekmektir. Bazen düzgün bir SET eğrisi çizmek zor olabilir. Böyle durumlarda $1/\text{SET}$ eğrisi grafiğe

geçirilir. Bu eğri de denklem (3.16) deki gibi ifade edilebilir [11].

$$\text{SET} = \frac{E}{P} = \frac{a + bP}{P} = \frac{a}{P} + b \quad (3.15)$$

$$\frac{1}{\text{SET}} = \frac{P}{E} \quad (\text{Birim Enerji başına Üretim}) \quad (3.16)$$

Önceki bölümde SET eğrisi örneği verilen kumaş fabrikasına ait $1/\text{SET}$ eğrisi Ek. D.1 Şekil D.5'da gösterilmiştir. $1/\text{SET}$ eğrisi orijinden geçmek zorundadır. Bir işletmede üretime bağlı olamayan enerji tüketimi yüksek ise; üretim artışı ile SET

değerini düşürmek mümkündür. Üretime bağlı olmayan enerji miktarı, kullanılan ekipman kapasitelerine, mevcut işletme koşullarına bağlı olduğundan ve bunlar aynı olduğu için de sabit kalacağı için, üretimin artması ile birim ürün başına düşen enerji tüketimi azalacaktır. Bu ise SET değerinin azalması anlamına gelir [11].

SET değerini azaltmanın ikinci yolu da enerji tasarrufu sağlayacak tedbirlerin alınması, izolasyonların tamamlanması, atık ısının değerlendirilmesi, yanma kontrolleri vb gibi kısacası enerji kullanımındaki verimliliğin artırılması ile mümkündür [7-9].

3.6 Rapor Yazma

İH sisteminin en önemli görevi; üst yönetime güvenilir ve etkili bilgi sunma olmalıdır. Enerji maliyetleri kontrol edilecekse sistemin çalışmasından sorumlu olanlar nerede ve ne zaman müdahalenin gerekli olduğunu bilmek zorundadırlar. Yönetime verilen raporların kolayca anlaşılabilmesi için bilgiler açık ve özet bir şekilde sunulmalıdır. Belirlenen izleme periyodundan en iyi şekilde yararlanmak için, bu bilgiler zamanında ve uygun aralıklarla verilmelidir. Bu nedenle bir rapor yazma formatı belirlenmelidir. Bu format ilk standartlar ve hedefler alındıktan hemen sonra oluşturulmalıdır. Rapor yazmanın amaçları şunlardır:

- Gerçek enerji tüketimi, üretim verileri ve ilgili değişkenler hakkında bilgi sağlar. Bu da diğer muhasebe işlemleri için de faydalı olabilir.
- Enerji performansının “standarttan” daha iyi veya kötü olduğunu gösterir.
- Standart değerlerden sapmanın önemini enerji tüketim veya maliyet rakamları ile göstererek müdahale yerlerindeki öncelikleri saptar.
- Enerji maliyetlerini kontrol edenlere bu bilgileri vererek harekete geçmelerini sağlar.
- Performansları direk olarak göstermesi için raporlar tablo veya grafiklerle sunulmalıdır. Sonuçlar öyle gösterilmelidir ki müdahalenin gerektiği yerler derhal belli olmalıdır.

Bir üretim prosesi ile karşılaştırıldığında oldukça basit uygulanabilir bir yöntem olması nedeniyle Enerji Yönetimi her işletme için kaçınılmaz bir fırsat olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu fırsatın elektrik santrallerimizce değerlendirilmesi zorunludur [7-9].

3.7 Enerji Tasarruf Etüd Yöntemleri

Enerji tasarrufu için bir şirketin enerji verimliliğinin değerlendirilmesine, enerji tasarrufu olanaklarının belirlenmesine ve projeleri yürütmek için plan yapılmasına yardım etmek üzere bir dizi standart teknik yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yaklaşımların en çok bilineni enerji taramalarıdır [7].

3.7.1 Enerji taramaları (AUDIT)

Enerji tasarrufunu belirlemek için enerji yöneticisinin veya enerji komitesinin elinde bulunan en önemli teknik vasıta enerji taramalarıdır. Bu çalışma enerji taramaları konusunda uzmanlaşmış devlet kuruluşları, dış danışmanlar veya kuruluşun kendi personeli tarafından yapılabilir. Enerji taramaları Diagnostik Planlama, Ön Enerji Taraması ve Detaylı Enerji Taraması adı altında 3 aşamada yapılır [7,9].

3.7.1.1 Diagnostik planlama

İşletmenin büyüklüğünün görülmesi, bölümleri hakkında görsel bir fikre sahip olunabilmesi ve çalışma yapılacak alanlarda kullanılacak gerekli taşınabilir test cihazlarının tespiti için enerji tasarrufu çalışması yapacak olan ekipten bir eleman gerekirse işletmeye bir günlük ziyaret yapar. Bu görüşme sırasında ayrıca enerji tasarrufu çalışması sırasında cihazların bağlanacağı yerler tespit edilir. Eğer mevcut değilse bağlantı yerlerinin(baca gazı için ölçüm deliği, elektrik bağlantıları için uygun bağlantı yerleri vb.)yaptırılması işletme yetkililerinden talep edilir. Ayrıca anket formunda anlaşılmayan yerlerle ilgili daha detaylı bilgi ve proses hakkında bilgilerin de hazırlanması istenir. İşletmenin çalışma programı gözden geçirilmek suretiyle yetkililer ile birlikte enerji tasarrufu çalışması için en uygun tarih belirlenir. Diagnostik sonucunda yapılacak çalışma için işletmedeki etüt süresi, analiz yapmak için kullanılacak verileri sağlayacak olan cihaz ihtiyaçları ve incelenecek işletme bölümleri tespit edilir [7].

3.7.1.2 Ön enerji taraması (Preaudit)

Küçük ve orta büyüklükteki fabrikalarda ÖET 'nin tamamlanması için bir veya iki güne ihtiyaç vardır. 1000 MW ve üzerinde kurulu güce sahip pek çok üniteden oluşan büyük ölçekli santrallerde ise ÖET'nin tamamlanması bir veya iki haftalık zaman süresinde gerçekleşir.

ÖET sırasında santralin tüm bölümleri detaylı bir şekilde dolaşarak enerjinin boşa harcandığı kaynaklar, kötü yalıtım, buhar, su, yakıt sızıntıları ve çalışmayan tüm ekipmanlar belirlenmeye çalışılır. Gerekirse bazı ölçümler alınır.(Örneğin kazanda ölçüm alınarak anında yapılacak yanma havası ayarı)

ÖET sonucunda santralin enerji yönetim sistemi, enerji dönüşüm sistemleri (fırın, kazan), izolasyon, basınçlı hava ve elektrik sistemi konusundaki enerji tasarrufu imkanları ortaya çıkartılır. Bu imkanların; özellikle büyük yatırımlı olanları fizibilite teknikleri ile tekrar incelenmesi gerekir. Ayrıca detaylı enerji taramasına ihtiyaç olup olmadığı, yapılacaksa hangi konuları kapsayacağı ortaya çıkartılır [7].

3.7.1.3 Detaylı enerji taraması

Birkaç hafta veya daha uzun sürebilecek bu çalışma belirlenen alanlara ölçüm cihazlarının bağlanması ve birkaç günlük veya daha uzun süre bir periyot boyunca ölçüm alınmasını içerir. Böylece gerçek santral çalışma koşullarında (muhtelif nedenlerle durmalar, arıza ve aksaklıklar vb. dahil) sistemlerin enerji tüketimlerini belirlemek mümkün olur. Ölçümler ÖET’na göre daha uzun ve detaylıdır.

Ayrıca santralin enerji tüketimi açısından daha az önem arz eden ancak iyileştirme çalışmalarının mümkün olabileceği alanlarda da bir takım araştırmalar yapmak, ölçüm almak mümkündür.

Detaylı enerji tasarrufu çalışması sonucu elde edilecek değerler sadece yoğun enerji tüketen alanlarda değil, proses ve önemli ekipman değişikliklerini de kapsayacak şekilde tüm fabrikayla ilgili olacağından, bir bütün olarak çok daha anlam taşıyacaktır. DET normal olarak ÖET dan sonra yürütülür. Bununla birlikte ÖET’den tamamen bağımsız olarak da yapılabilir.

Tasarruf potansiyelini analiz etmek ve enerji tüketimini ölçmek için detaylı enerji tasarrufu çalışması yapacak olan kuruluşların yeterli miktarda taşınabilir ölçü aletlerine sahip olması gerekir. Enerji Taramalarında kullanılan tipik taşınabilir aletlerin listesi aşağıda verilmiştir.

- Baca Gazı Analiz Cihazı(Baca gazının bileşenlerinin ve sıcaklığının ölçülmesinde kullanılmak üzere)
- Termal Kamera(Isı kayıplarını belirlemek üzere)

- Isı Geçirgenlik Katsayısı(U) Ölçüm Cihazı(Isıl geçirgenlik katsayısı ölçümleri için)
- İletkenlik Ölçer(Muhtelif Suların İletkenliklerini ölçmek amacıyla)
- Buhar Kapanı Test Cihazı(Muhtelif tiplerdeki buhar kapanlarının kontrolünün yapılmasında kullanılmak üzere)
- Infrared Sıcaklık Ölçer(Ulaşılması zor olan döner fırın vb hareketli alanların sıcaklıklarını ölçmek amacıyla kullanılmak üzere)
- Elektronik Sıcaklık Ölçer(Muhtelif tipte problemler bağlanmak suretiyle sıcaklık ölçümlerinde kullanılmak üzere)
- Yüzey Sıcaklık Ölçüm Probu(Yüzey sıcaklıklarını ölçmek amacıyla kullanılmak üzere)
- Ortam Sıcaklık Ölçüm Probu(Ortam sıcaklıklarını ölçmek amacıyla kullanılmak üzere)
- Sıcaklık Ölçüm Probu(Ulaşılması zor olan ve kazan içerisi, büyük tanklar vb. yerlerde sıcaklıkları ölçmek üzere)
- Doppler Tipi Akış Ölçer(İçersinden kirli akışkan geçen boru hatlarında dışarıdan akışkan miktarının ölçülebilmesi amacıyla kullanılmak üzere)
- Ultrasonik Akış Ölçer(İçersinden temiz akışkan geçen boru hatlarında dışarıdan akışkan miktarının ölçülebilmesi amacıyla kullanılmak üzere)
- Elektronik Bağlı Nem Ölçer(Muhtelif alanlarda ortam sıcaklığı ve bağlı nemi ölçmek amacıyla kullanılmak üzere)
- Manometre(Pitot tüpü ile birlikte kullanılarak kanallarda akış miktarını ölçmek amacıyla kullanılmak üzere)
- Pitot Tüpü(İçerisinde hava ve düşük basınçlı gazların geçtiği kanallarda akış miktarını ölçmek amacıyla kullanılmak üzere)
- Eğik Manometre(Fırın iç basıncı gibi oldukça düşük basınç değerlerinin ölçülmesi sırasında kullanılmak üzere)
- Sıcak Telli Hava Hızı Ölçer(İçerisinde hava ve düşük basınçlı gazların geçtiği kanallarda akış miktarını ölçmek amacıyla kullanılmak üzere)
- Pervane Tipi Hava Hızı Ölçer(Hava fanlarının emiş ağzında ve egzoz kanallarının çıkış ağzında hava veya gaz hızını veya akış miktarını ölçmek amacıyla kullanılmak üzere)

- Elektrik Enerji Analizörü(Muhtelif alanlarda elektrikle ilgili parametreleri ölçmek amacıyla kullanılmak üzere-Monofaze ve trifaze sistemlerde, gerilim(V), akım(A), güç faktörü(Cosφ), güç(kw, kVA, kVAr), enerji tüketimi(kwh, kVAh, kVArh), frekans(Hz) ve harmonik ölçümleri yapabilen)
- Pens Ampermetre (Muhtelif alanlarda akım değerini ölçmek üzere)
- Takometre(Dönen ekipmanların vb devir sayılarının ve yürüyen bant hızlarını ölçmek amacıyla kullanılmak üzere)
- Lüksmetre(Muhtelif alanlarda aydınlık seviyelerini ölçmek amacıyla kullanılmak üzere)
- Ses Seviyesi Ölçer(Muhtelif alanlarda ses ve gürültü seviyesini ölçmek amacıyla kullanılmak üzere)
- Veri Kaydedici(Uzun süreli yapılan ölçümleri kaydetmek üzere)

DET çalışması, aşağıda sıralanan 8 önemli adımı içermektedir:

- 1- Enerji taraması çalışmalarının zamanlaması ve santralde detaylı tarama yapılacak birimlerin belirlenmesi.
- 2- Standart veri toplama formları kullanarak santrale ait temel enerji tüketim ve üretim verilerinin toplanması, mümkün olan yerlerde spesifik enerji tüketim verilerinin tespit edilmesi.
- 3- Enerji tüketimi ve verimliliğiyle ilgili tüm verileri bulmak için santralde test çalışmaları ve ölçümlerin yapılması.
- 4- Santral içinde önemli ekipman ve prosesler için enerji dengesi ve verimliliklerinin hesaplanması
- 5- Verimliliği iyileştirecek veya enerji tasarrufu sağlayacak basit işletme tedbirlerinin ve periyodik bakımların belirlenmesi, enerji tasarrufu miktarı ve maliyetleri takip ve tespit etmek için yöntemlerin belirlenmesi.
- 6- Sermaye yatırımı gerektiren enerji tasarrufu olanaklarının tespit edilmesi; değiştirilecek, kalitesi yükseltilecek veya ilave edilecek olan ekipmanların belirlenmesi ve tavsiye edilmesi. Ayrıca tasarruf edilecek olan enerjinin parasal karşılığının ve yatırım masraflarının karşılanması.
- 7- Önemlilik dereceleri, yöntemleri, maliyetleri ve çalışma programlarını kapsayan açık bir uygulama planının hazırlanması.
- 8- Yönetime enerji taraması bulguları, tavsiyeleri ve uygulama planını özetleyen bir raporun hazırlanması [7-11].

3.8 Enerji Taramasından Beklenenler

Bir enerji taramasından aşağıda belirtildiği gibi üç önemli kategoride bilgi sağlanmalıdır:

1- Enerji Üretim Verilerinin Birleştirilmesi

Kolay bir referans için enerji tüketimi ve üretime ait veriler sistematik biçimde derlenmelidir.

2- Enerji tasarrufu Olanakları veya Tedbirlerinin Detaylı Analizleri

Tipik bir enerji taraması raporu tüm enerji tasarrufu fırsatlarını, bu fırsatlardan elde edilebilecek tasarrufları ve bu fırsatların yatırım maliyetlerinin dökümünü veren etkin bir özet tabloyu içermelidir. İyi bir rapor şirket yönetiminin uygulama konusunda uygun kararlar verebilmesinde ona mümkün olan en iyi bilgiyi sağlamak için her tedbirin analizlerini ve ayrıntılı bir tanımını içermelidir. Projenin uygulanmasında özellikle önemli olan, olası risklerin dökümünün yapılması kadar ekipman masraflarının da iyi tahmin edilmesi gereklidir.

3- Uygulama Faaliyet Planı

İyi bir rapor yalnızca enerji tasarruf tavsiyelerini sunmakla kalmamalı aynı zamanda bunların uygulanması ile ilgili sırayı da belirtmelidir. Ayrıca uygulamanın nasıl yapılacağı, kimin sorumlu olacağı ve ne kadar süre ile olacağı konusunda bir takım bilgiler bulunmalıdır.

Enerji etüd raporu hazırlanırken öncelikle hazırlayan enerji yöneticisinin adı soyadı ve sertifika numarasını içeren bir kapak hazırlanır. Bir enerji etüd raporunda şu temel başlıklar işlenmelidir:

- i) Yönetici Özeti: Bu bölümde endüstriyel işletme ve enerji tüketim bilgileri kısaca verilecek özellikle tüketim ve maliyet bilgileri grafiklerle desteklenecektir. Ayrıca çalışmanın amacı, kapsamı, hangi tarihler arasında yapıldığı, çalışma yapılan alanlar ve bu alanlardaki bulgular ve öneriler üst yönetimin bilgisine sunulacak şekilde gereken detayda ve olabildiğince kısa olarak verilecektir. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz:
 - Endüstriyel İşletme Bilgileri: Özellikle işletmeye dair genel bilgilerden hemen sonra yıllık toplam enerji tüketimi geçmiş yıllara göre TEP cinsinden verilmelidir.

- Çalışmanın Amacı
- Çalışmanın Kapsamı
- Çalışmanın Tarihi
- Etüd Çalışmasında Kullanılan Cihazlar ve Ölçümler: Çizelge 3.4’de belirtilen formatta yer alan bilgileri içerecek şekilde verilecektir [7,11].

Çizelge 3.4 : Etüd sırasında kullanılan cihazlar için düzenlenen format [11].

CİHAZ ADI	SERİ NO:	KALİBRASYON BİLGİLERİ			ETÜD SIRASINDA KULLANILDIĞI YERLER
		Tarihi	Geçerlilik Süresi	Yapan Kurum/Kuruluş	

- Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri: Bu bölümde ise enerji etüdü yapılan yıldan bir önceki mali yıla ait enerji tüketim ve maliyet analizleri yapılacak, tabloda yer alan değerler ve hazırlanan grafikler yorumlanacaktır. Çizelge 3.5’de böyle bir tablo görülmektedir. Yine Enerji tüketimin ve enerji maliyetinin dağılımını gösteren pasta grafikler bu bölüme eklenmelidir [7,11].

Çizelge 3.5 : Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri ile ilgili hazırlanacak tablo [11].

ENERJİ TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birim	TEP	% Toplam	TL	% Toplam	
Elektrik(alınan)		kWh					
Elektrik(üretilen)		kWh					
Doğal Gaz		sm3					
Fuel Oil		Ton					
LPG		Kg					
Motorin		Lt					
Diğer							
TOPLAM							

- Genel Bulgular ve Öneriler: Bu bölümde genel bulgular ve önerilen önlemler; tasarruf edilecek enerji türü ve miktarı, öngörülen harcama tutarı, geri ödeme süreleri, CO₂ azaltma miktarları, öngörülen uygulama planı gibi bilgileri içerecek şekilde tablo halinde özet olarak verilmelidir. Ayrıca tüm önlem önerileri hakkında gerekli açıklamalar metin halinde ayrıca özet olarak verilecektir. Bu bölüme kadar verilenlerden tasarrufun boyutu, öncelikli ele

alınması gereken alanlar gibi hususlara yöneticinin ilgisini çekecek şekilde değinilecektir. Enerji etüdü kapsamında belirlenen önlemlerin uygulanmasına ilişkin olarak işletme yönetimi ile birlikte hazırlanacak olan uygulama planı kapsamında, önlemler önceliklendirilecek uygulamaya ilişkin süreçler kısa orta veya uzun vade şeklinde tanımlanacaktır. Önceliklendirmede dikkate alınacak kriterler de açıklanacaktır. Önerinin uygulanması öngörülen vade belirlenirken 1 yıldan az olan süre için kısa vade, 1-2 yıl için orta vade, 2-5 yıl için uzun vade olarak adlandırılabilir. Bu konuda çizelge 3.6 ve 3.7'nin hazırlanması öngörülerin bütünsel olarak kavranmasına yardımcı olacaktır [8-11].

Çizelge 3.6 : Genel bulgu ve önerilerle ilgili hazırlanacak olan tablo(a) [11].

ÖNLEMLER	ENERJİ TÜRÜ	TASARRUF MİKTARI				CO2 AZALTMA MİKTARI	YATIRIM MALİYETİ	GERİ ÖDEME SÜRESİ	UYGULAMA PLANI
		Miktar	Orijinal Birim	TEP/Yıl	TL/Yıl	TON/Yıl	TL/Yıl	Yıl	Vade
TOPLAM									

Çizelge 3.7 : Genel bulgu ve önerilerle ilgili hazırlanacak olan tablo(b) [11].

YAKITLAR	TASARRUF MİKTARI			ENERJİ TASARRUF ORANI %
	Mikatr (..../Yıl)	Enerji (TEP/Yıl)	Maliyet (TL/Yıl)	
Fuel-Oil	Ton			
Doğal Gaz	sm3			
Kömür	Ton			
Elektrik	kWh			
...				
Toplam				

- Enerji Yönetimi: Bu bölümde şu alt başlıklar bulunmalıdır:
 - Endüstriyel İşletme Bilgileri
 - Proses Bilgileri
 - Endüstriyel İşletmenin Enerji Tüketiminin İncelenmesi: Bu bölümde endüstriyel işletmede kullanılan yakıtların tüketimleri ve üretimler aylık olarak ve ayrı ayrı tablolar ve grafikler halinde verilir, detaylı analizler yapılır.

- iv) Üretim-Tüketim Analizleri: Bu bölümde üretim-tüketim tablo ve grafiklerinin yani trend doğrusu ve spesifik enerji tüketimi eğrisi analizi yapılır buradan çıkan sonuçlar ve öneriler belirtilecektir.
- v) Enerji Yönetimi ile ilgili Mevcut Durum Değerlendirilmesi
- vi) Enerji Yönetimiyle İlgili Öneriler

Raporda yardımcı sistemler için (kazanlar, tesisat yani soğuk hatlar, buhar, kızgın buhar, kızgın yağ, sıcak su hatları, iklimlendirme ve havalandırma sistemleri, basınçlı hava sistemi, soğutma sistemi) her bir ünite için sistem tarifi, yapılan ölçümler ve/veya alınan değerler, değerlendirmeler ve hesaplamalar, öneriler, enerji tasarrufu imkan ve miktarları yer alır.

Üretim üniteleri için ise her bir üniteye ilişkin bilgiler, enerji tüketim değerleri, spesifik tüketim değerleri, her üniteye yapılan ölçümler ve/veya alınan değerler, her ünite için yapılan değerlendirmeler ve hesaplamalar, her ünite için öneriler, enerji tasarrufu imkan ve miktarları yer alır.

Elektrik sistemleri için ise elektrik dağıtım sistemleri, satın alınan elektrik enerjisi, transformatörler, elektrik motorları ve aydınlatma için yine ünite sistem ve tarifleri, yapılan ölçümler ve/veya alınan değerler, değerlendirmeler ve hesaplamalar, öneriler, enerji tasarrufu imkan ve miktarları yer alır [7-11].

3.9 Enerji Taraması Yapacak Kişileri Tespit Etme

Enerji taraması teknik açıdan zor olmamakla birlikte şirketin, işi fiilen yaptırmak için devlet kuruluşları veya bağımsız danışmanları tercih etmesinin bir çok nedeni vardır. Bunlar:

- Şirket personeli üretim ve bakım faaliyetleri nedeniyle oldukça meşgul olabilir. Bazı hallerde enerji yöneticisi olarak yarım gün boş zamanı bulunan birisini bulmak yeterince zordur.
- Enerji taramasında çalışan danışmanlar ilginç ve pratik tasarruf olanaklarının belirlenmesinde oldukça deneyimlidirler.
- Mümkün olan enerji tasarrufu olanaklarının belirlenmesinde bağımsız veya objektif görüşe ihtiyaç vardır. Örneğin şirket personeli her gün büyük bir

buhar kaçağının yanından onu fark etmeden geçebilir. Oysa böyle bir kayıp dışarıdan gelip gözlem yapan bir danışman için gözden kaçmaz [7].

Enerji taraması önerilerinin uygulaması normal olarak enerji taramasına katılan ve uygulama planının çizilmesine yardım eden Enerji Yöneticisinin sorumluluğundadır. Enerji tasarrufu elde etmek ve verimliliği iyileştirmek için önce düşük maliyetli bakım ve basit işletme tedbirleri uygulanmalıdır. Daha yüksek parasal yatırım gerektiren önlemler hem ekipman şartnamelerini tespit etmek hem de mali cazibeyi ayrıntılarıyla belirlemek bakımından detaylı fizibilite çalışmalarına ihtiyaç gösterir. Enerji yöneticisinin görevi, dışarıdan tayin edilen danışmanlarla birlikte projeleri değerlendirmek ve üst düzey yönetimin sürekli desteğini sağlamak için onlarla iletişim kurarak bu projeleri koordine etmektir [11].

3.10 Fizibilite Çalışması

Fizibilite çalışmaları ve ayrıntılı tasarımlar herhangi bir işletmede büyük bir ekipman değişikliği veya ekipman ilavesi gerektiren önlemlerin alınmasından önce yürütülen standart mühendislik çalışmalarıdır. Bu çalışmalar enerji taraması sırasındakinden daha fazla ayrıntılı verilere ihtiyaç gösterir. Her ne kadar fizibilite çalışmaları enerji taraması sırasında elde edilen verilere dayandırılrsa da gerçek yararların daha iyi tahmin edilebilmesi için çoğu kez daha fazla ölçümlere gerek duyulur. Fizibilite çalışmasının yapılmasından önce bir ön fizibilite çalışması yapılır [7].

3.10.1 Ön fizibilite çalışması

Enerji taraması sırasında belirlenen ilginç projeler, rapor edilen verilerin ve varılan sonuçların doğrulanması amacıyla ilk olarak ön fizibilite çalışmasına tabi olunur. Ön fizibilite çalışması nispeten muhtemel yatırımın belirlenmesi için yapılan kısa bir araştırmadır. Bu çalışmada aşağıda sıralanan belirsizliklerin bulunduğu konular araştırılmalıdır. Bunlar, temin edilecek tasarruf potansiyeli, bunun parasal karşılığı ve sermaye yatırımının büyüklüğü gibi konulardır. % 15-20 arasında bir doğrulukla yapılan tahminler bu aşamada genellikle uygundur. Bir ön fizibilite çalışması tüm bu konuları ele alacak ve projenin arzulanan şekilde devam etmesinde, yönetime nicelik olarak belirlenmiş öneriler sağlayacaktır [7,11].

3.10.2 Fizibilite çalışmasının ayrıntılı adımları

Tipik bir fizibilite çalışması aşağıda belirtilen adımlarla ayrıntılı olarak yürütülmelidir.

- 1) İncelenen her teknik seçenek ayrıntılı olarak belirtilmeli ve uygun olanlar için akış diyagramları hazırlanmalıdır.
- 2) Her bir seçenek için, uygulama öncesinde işletmeyi tanımlayan aşağıdaki spesifik veriler belirlenmelidir:
 - Günlük, aylık ve mevsimsel değişiklikleri kapsayan araştırma alanıyla ilgili mevcut üretim düzeyleri
 - Mevcut çalışma programları
 - PİK talepleri kapsayan yakıt tipi ile ilgili mevcut enerji kullanımı
 - Tarifeleri ve yakıt maliyetlerini içeren mevcut üretim masrafları
 - Mevcut prosesle ilgili parametreler (sıcaklık, basınç vb.)
 - İlgili ekipmanın proje uygulanmadan önceki mevcut işletme verimlilikleri
- 3) Projenin uygulanmasından sonra santralin işletme faaliyetlerini tanımlayacak olan aşağıdaki spesifik veriler belirlenmelidir:
 - Beklenen yeni üretim düzeyleri ve işletme programları
 - Yakıt tipi ile ilgili gelecekteki enerji ihtiyaçları
 - Beklenen işletme parametreleri
 - Ekipmanların tahmin edilen faydalı kullanma süreleri
- 4) Mali analizler için gerekli ilave veriler belirlenmelidir:
 - Şirketin marjinal vergi oranı
 - Borçlanmayı, borçlanma sürelerini, faiz oranlarını ve gerek duyulan borçları kapsayan yatırım projeleri için şirketin kabul edebildiği şartlar
 - Teklif edilen proje için gerekli geri dönüş süresi
- 5) Veri toplama ve analiz programları ve sorumluluklarını gösteren bir plan hazırlanmalı ve santral yönetimi ile tartışılmalıdır. Enerji taraması sırasında elde edilen herhangi bir verinin yeni ölçümlerde kullanılıp kullanılmayacağı kontrol edilmelidir.
- 6) Santral verileri toplanmalı, santral işletme kayıtları gözden geçirilmeli, dikkate değer değişiklikler araştırılmalı, bir zaman periyodu içerisinde (bir hafta veya uygunsuzsa iki hafta) gerekli ölçümler yapılmalıdır. İlgili ekipmanın işletme parametreleri ve verimlilikleri kontrol edilmeli, eğer mümkünse

fizibilite çalışması analizlerinde kullanılacak verileri kaydetmeden önce optimum performansa ulaşmak için işletme şartlarında gerekli değişiklikler yapılmalıdır.

- 7) Proje uygulaması ile ilgili tüm maliyetler aşağıdaki hususları da kapsayacak şekilde belirlenmelidir(Bu aşamada +/- %10'luk doğrulukta tahminler gereklidir.) Maliyetteki döviz unsurları ve ilgili gümrük fiyatları belirtilmelidir.
 - Ekipman dizayn masrafları
 - Mühendislik dizayn masrafları
 - İşletme ve bakım masrafları
- 8) Teklif edilen seçeneklerin uygulanması ile ilgili olarak veriler analiz edilerek enerji tasarrufu potansiyeli tahmin edilmelidir. Ekipman boyutunun değiştirilebildiği durumlarda (ısı değiştiricisi yüzey alanı gibi) değişik tercihler, karlılık oranları, tasarruflar ve maliyet analizleri açılarından değerlendirmeye tabi tutulmalıdır.
- 9) Maliyet analizi yapılmalıdır. Kamu kuruluşları için uygulanan proje değerini ulusal ekonomi açısından değerlendirmek için ekonomik analiz yapılmalıdır.
- 10) En cazip tercihler için hassasiyet analizi yapılmalıdır.
- 11) Açık ve öz bir rapor hazırlanmalıdır [7-11].

4. TÜRKİYE’DEKİ TERMİK SANTRALLER İÇİN İZLEME VE HEDEF BELİRLEME

Kullandıkları yakıt tipine göre üç ayrı santralin İH açısından incelenmesi daha doğru olur. Böylece hem farklı yakıt tiplerinin kullanıldığı termik santrallerde birim elektrik üretimi için harcanan enerji maliyetleri kıyaslanabilir hem de İH için üç farklı örnek elde edilebilir. 2009 yılı sonu itibariyle toplam elektrik üretimimizin; % 48,6’lık kısmı doğalgaz, % 21,7’si yerli % 6,6’sı ithal olmak üzere % 28,3’ü kömürden ve % 3,4’ü de sıvı yakıtlardan elde edildiği için bu üretim sıralamasına uyarak yakıt olarak doğal gaz kullanan ve büyük ölçekli bir doğalgaz çevrim santrali olan Kırklareli-Hamitabat Santrali, yakıt olarak yerli kömür kullanan orta ölçekli bir kömür santrali olan Zonguldak-Çatalağzı ve son olarak da yakıt olarak fuel-oil kullanan bir başka orta ölçekli termik santralimiz İstanbul-Ambarlı Termik Santrali için İH incelemesi yapılmıştır.

4.1 Kırklareli-Hamitabat Santrali için İH

Kırklareli-Hamitabat Termik santrali, 1985 yılında işletmeye girmiştir. 1989 yılında eklenen son ünitesi ile birlikte toplam kurulu gücü 1120 MW’a ulaşmıştır. EÜAŞ mülkiyetinde olan santral, kurulu gücü 100 MW, nominal gücü 92 MW olan 8 adet, reaksiyon tipi gaz türbini ve kurulu gücü 100MW, nominal gücü 96 MW olan 4 adet iki basıç kademeli buhar türbini ile donatılmıştır. Kırklareli’nin Lüleburgaz ilçesinde üretim yapmakta olan ve yakıt olarak alt ısı değeri 8060 kcal/Sm³ ve saatte 30.000 m³ doğal gaz yakılmaktadır. Hamitabat Termik Santrali’nde 2009 yılı 12 aylık süre zarfında toplam 6.694.398 MWh elektrik üretimi yapılmış ve bunun karşılığında 1.531.152.056 sm³ doğal gaz yakılmıştır [20].

4.1.1 Hamitabat Santrali için standart doğru denklemi oluşturma

Tezin bu bölümünde 3. Bölümde açıklanan istatistiki analiz yöntemlerinden EKK metodu kullanılarak, Hamitabat santraline ait standart doğru; bir başka adıyla trend doğrusu denklemi oluşturulacaktır. Bunun için şu işlem sırası takip edilir:

- Öncelikle çizelge 4.1’de görülen, santrale ait Aylık Brüt Üretim, Aylık Toplam Net Üretim ve Aylık Yakılan Doğalgaz Miktarı bir tabloda sıralanır.
- Daha sonra yakılan doğalgaz miktarı ve kullanılan doğalgazın alt ısı değerlerini aylara göre çizelge 4.2’ de sıralanır:

Çizelge 4.1 : Kırklareli-Hamitabat santarlı için 2008 yılı üretim verileri [19,20].

2008 yılı	Aylık Toplam Üretim Brüt (MWh)	Aylık Toplam Üretim Net (MWh)	Aylık Yakılan Doğalgaz (sm ³)
Ocak	543.841	532.163	127.333.238
Şubat	598.132	586677	138.227.349
Mart	701.927	689.629	160.942.603
Nisan	677.614	666.565	159.732.373
Mayıs	721.778	709.029	166.477.190
Haziran	665.427	652.995	152.593.054
Temmuz	709.958	696.415	159.477.854
Ağustos	685.428	672.408	155.753.709
Eylül	635.052	622.841	140.836.042
Ekim	698.977	686.190	160.831.413
Kasım	673.728	662.050	153.429.248
Aralık	683.263	672.651	162.722.939

Çizelge 4.2 : Hamitabat santarlı için 2008 yılı tüketilen doğal gaz verileri [19,20].

2008 Yılı	YAKILAN DOĞALGAZ (m ³)	DOĞALGAZ ALT ISIL DEĞERİ (kcal/m ³)
Ocak	127.333.238	8060
Şubat	138.227.349	8060
Mart	160.942.603	8060
Nisan	159.732.373	8060
Mayıs	166.477.190	8060
Haziran	152.593.054	8060
Temmuz	159.477.854	8060
Ağustos	155.753.709	8060
Eylül	140.836.042	8060
Ekim	160.831.413	8060
Kasım	153.429.248	8060
Aralık	162.722.939	8060

“EKK Metodu” uygularken kullanılacak olan, MWh olarak Aylık Elektrik Üretim Miktarını, GCal olarak Aylık Tüketilen Enerji Miktarını (Bu değer m³ olarak yakılan doğalgaz miktarıyla kcal/m³ olarak kullanılan doğalgazın alt ısı değerinin çarpılması ve kCal biriminin 10⁶ ya bölünerek GCal cinsinden bulunmasıyla elde edilir), Aylık Üretim Miktarlarının Kareleri, Tüketilen Enerji Miktarlarının Kareleri ve son olarak da Aylık Üretim Miktarları ile Tüketilen Enerji Miktarlarının çarpım değerleri her ay için ayrı ayrı sütunlara yazılırsa çizelge 4.3 elde edilir.

Çizelge 4.3 : Kırklareli-Hamitabat santarlı için uygulanacak EKK metodunda kullanılacak parametreler.

Aylık Üretim (MWh)	Aylık Tüketilen Enerji (Gcal)			
E	P	E ²	P ²	EP
543.841	1.026.306	295.763.033.281	1.053.303.796.844	558.147.226.026
598.132	1.114.112	357.761.889.424	1.241.246.513.231	666.386.297.739
701.927	1.297.197	492.701.513.329	1.682.721.043.146	910.537.865.478
677.614	1.287.443	459.160.732.996	1.657.509.288.686	872.389.351.116
721.778	1.341.806	520.963.481.284	1.800.443.747.935	968.486.160.345
665.427	1.229.900	442.793.092.329	1.512.654.047.487	818.408.677.441
709.958	1.285.392	504.040.361.764	1.652.231.316.602	912.573.980.857
685.428	1.255.375	469.811.543.184	1.575.966.125.841	860.469.103.215
635.052	1.135.138	403.291.042.704	1.288.539.410.822	720.871.973.762
698.977	1.296.301	488.568.846.529	1.680.396.772.032	906.084.716.030
673.728	1.236.640	453.909.417.984	1.529.277.843.777	833.158.817.996
683.263	1.311.547	466.848.327.169	1.720.155.240.314	896.131.461.568
ΣE	ΣP	Σ E²	Σ P²	ΣEP
7.995.125	14.817.158	5.355.613.281.977	18.394.445.146.719	9.923.645.631.574

EKK yöntemine göre “b” sabitini bulmak için denklem (3.8) ve “a” sabitini bulmak için de denklem (3.9) kullanılabilir. Elde edilen tablolardaki değerler kullanılarak “a” ve “b” sabitlerinin değerleri elde edilir.

b= 0,52 ve a= 21657,20373 olarak bulunur. Değerler denklem (3.7)’de yerine konulursa Hamitabat santrali için standart doğru denkelemi (4.1) elde edilmiş olur.

$$E = 21657,20373 + 0,52P \quad (4.1)$$

Oluşturulan denklem (4.3) Hamitabat Santrali için son verilere en iyi uyan doğru denklemdir. Bu denklem aynı zamanda santral için geçerli olan enerji üretim performansıdır. İH sırasında amaç bu performansı tutturmak ve iyileştirmektir.

Hesaplanan doğru denkleminin güvenirliliğini ise 3. Bölümde açıklanan korelasyon katsayısı hesap ederek bulunur. Buna göre denklem (3.10) ‘da değerler yerine konulursa:

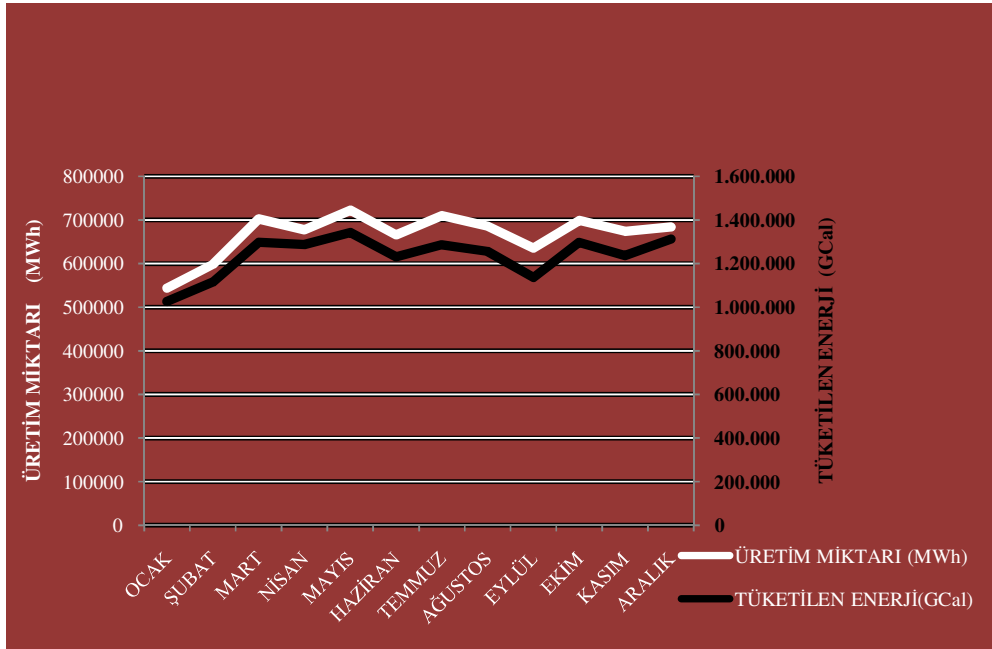
$$r = \frac{\Sigma EP - \frac{(\Sigma P)(\Sigma E)}{n}}{\sqrt{\left(\Sigma P^2 - \frac{(\Sigma P)^2}{n}\right)\left(\Sigma E^2 - \frac{(\Sigma E)^2}{n}\right)}}$$

$$r = \frac{9.923.645.631.574 - \frac{(7.995.125)(14.817.158)}{12}}{\sqrt{\left(18.394.445.146.719 - \frac{(14.817.158)^2}{12}\right)\left(5.355.613.281.977 - \frac{(7.995.125)^2}{12}\right)}}$$

$r = 0,967121814$ olarak bulunur. Korelasyon katsayısı r 1'e çok yakındır ve sadece % 3.3 hatayla Hamitabat-Doğalgaz santrali için kurulan standart doğru denkleminin doğruluğu ispat edilmiş olur.

4.1.2 Hamitabat Santrali için enerji tüketim grafikleri

Burada tek bir cins üretime sahip olan (MWh cinsinden elektrik üretimi) Hamitabat Santrali'nin öncelikle Üretim ve Tüketim değerlerindeki dalgalanmaların görülebilmesi için aylara göre Üretim-Tüketim değerleri grafiği çıkarılacaktır. Bu grafik, üretimdeki dalgalanmalara uygun olmadan sıçramalar yapan değerler ve bunların olduğu ayları gösterir. Santrale ait bu tür değerler var ise; tüketimdeki bu uygunsuz sıçramaların nedenleri; o zaman periyotları içerisinde araştırılabilir. Birinci y ekseninde MWh cinsinden elektrik üretim miktarları, ikinci y ekseninde Gcal cinsinden tüketilen yakıt miktarları 2008 yılı 12 aylık zaman periyodu için aylara göre veri seçilip çizilirse şekil 4.1 ortaya çıkar.

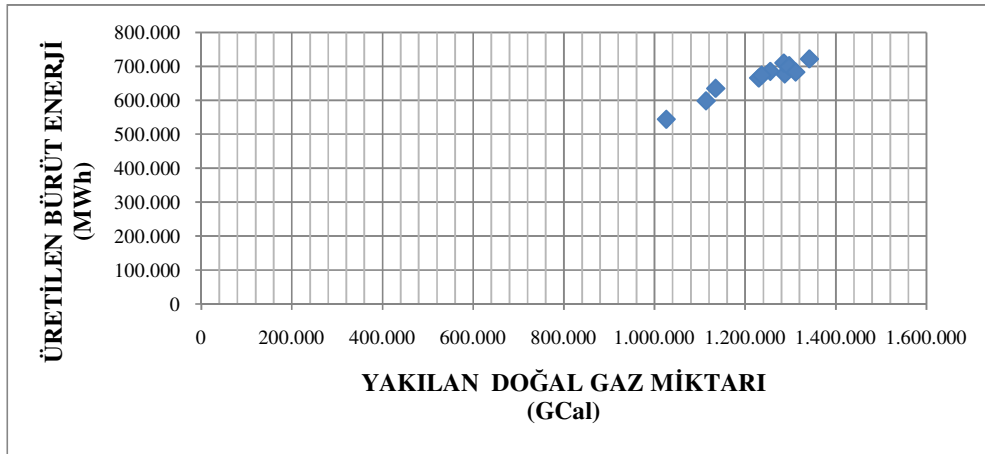


Şekil 4.1 : 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali aylara göre üretim-tüketim değerleri

Şekil 4.1’de görüleceği gibi üretim miktarındaki dalgalanmalar tüketim miktarındaki dalgalanmalarla paralellik göstermektedir. Bu paralellik bazı aylarda bozulmakla birlikte genel olarak Hamitabat Santralinde 2008 yılı için üretimdeki artış ve azalışlar tüketilen enerjide de aynı karşılığı bulmaktadır.

Bu aşamada ise önceki bölümde EKK metoduyla işlem yaparak ve hesaplayarak oluşturduğumuz standart doğru ya da diğer adıyla trend doğrusu denklemi, excell programını kullanarak çizilecektir. Bunun için; önce santrale ait üretime karşı tüketim noktasal dağılım grafiği çizilecektir. Hemen devamında ise bu noktasal dağılım grafiğine excell programının eğri uydurma özelliğinden yararlanarak noktasal dağılıma en iyi uyan doğru ortaya çıkartılacaktır. Programın çizeceği bu doğru üzerine denklemi de yazdırılacaktır. Bu şekilde önceki bölümde oluşturulan denklemin doğru olup olmadığı da sınanmış olacaktır.

Üretime karşı Tüketim değerlerini grafiğe geçirmek için önceki bölümde çizelge 4.1’de sıralanan MWh cinsinden brüt üretim değerlerini grafiğin “y” ekseninde ve GCal cinsinden bu brüt üretimlere karşılık gelen yakılan doğalgaz miktarlarından oluşan noktaları da grafiğin “x” ekseninde veri seti olarak alıp x-y dağılım grafiği excell programı yardımıyla çizilirse şekil 4.2 ortaya çıkar.



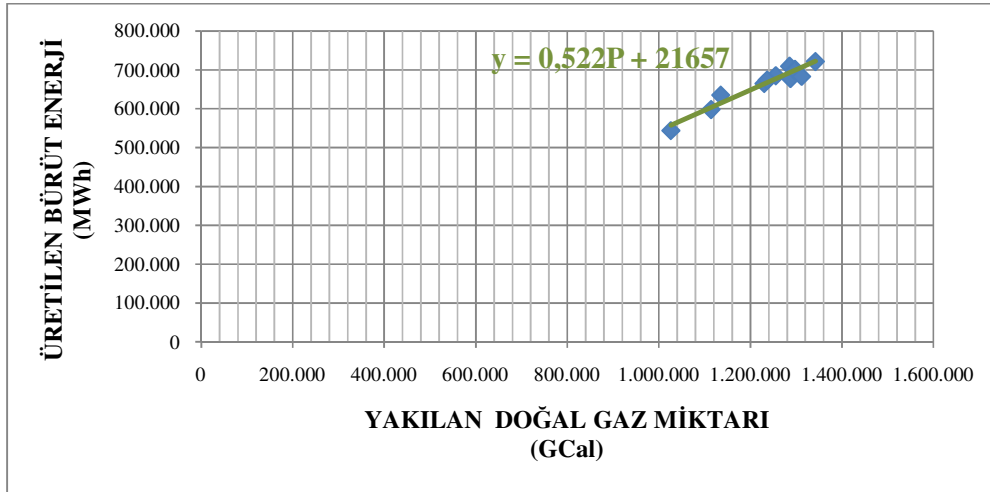
Şekil 4.2 : 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali üretime karşı tüketim değerleri.

Bu grafik üzerinden değerlere uygun olan standart veya diğer adıyla trend doğrusunu excell programlarını kullanarak çizdirilir ve bu doğruya ait olan doğru denklemini doğru üzerinde yine aynı programı kullanarak yazdırılırsa şekil 4.3 ortaya çıkacaktır. Oluşan bu doğru denklemi Hamitabat Santrali için Enerji Tüketiminin iki bileşeni.

- i) Üretime bağlı olmayan enerji tüketimi
- ii) Üretime bağlı olan enerji tüketimi

hakkında bilgi sahibi olmayı, yorum yapmayı sağlar. Hamitabat santrali için trend doğrusunun “y” eksenini kesmiş olduğu noktada yani yakılan doğalgaz miktarının 0 olduğu anda Üretilen Enerji Miktarının da doğal olarak 0 olması bekleniyorsa da santralin bir iç tüketim değeri vardır ve Üretilen Enerji olarak gözüken aslında santralin ortalama iç tüketim değeridir. Hamitabat Santrali için bu değer 21.657 MWh’tir. Denklem (4.2) Hamitabat Santrali için standart doğru denklemini verir ve teorik üretim miktarını hesaplamak için kullanılabilir. Excell programı yardımıyla ortaya çıkarılan doğru denklemi önceki bölümde EKK. Metoduyla hesaplanan doğru denklemiyle aynıdır. Bu şekilde de EKK metoduyla bulunan doğru denkleminin geçerliliği ispatlanmış olur.

$$E = 21657 + 0,52P \quad (4.2)$$



Şekil 4.3 : 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali için standart doğru denklemi.

Bundan sonra Üretime karşı Spesifik Tüketim grafiğinin çizilmesi gerekir. Bu grafiğin çizilmesinde regresyon analizi yapılırken MATLAB programı kullanılacaktır. Hesaplamalarda kolaylık sağlaması amacıyla çizelge 4.4 gibi bir tablo oluşturulabilir. Bunun için şu işlem sırası takip edilir:

- * Üretim değerleri MWh olarak ilk sütuna girilir.
- * Yakıt Tüketim değerleri GCal olarak ikinci sütuna girilir.(Tüketim değerlerinin tek bir birime çevrilmiş olması gerekir. Örneğin farklı yakıtlar tüketilmişse bunların en iyi enerji birimine çevrilmesidir. Bir cins yakıtı göre spesifik enerjiler hesaplanacak

ise böyle bir çevrime gerek duyulmadan doğrudan orijinal birimler üzerinden değerlendirme yapılabilir.)

* Tüketimler, Üretimlere bölünerek Spesifik Tüketimler hesaplanır ve üçüncü sütuna yazılır.

* Üretimler “x” ekseninde, Spesifik Tüketimler ise “y” ekseninde olmak üzere değerler veri seti olarak seçilip grafiğe geçirilirse birkaç noktadan başka bir şey elde edilemez. Değerler arasındaki bağıntıyı bularak en uygun eğriyi çizmek gerekir. Burada da Matlab programının bir özelliğinden yararlanabiliriz. Matlab programının Regression Analizi özelliğinden yararlanarak Üretim ve Spesifik Tüketim değerleri arasındaki bağıntı araştırılır. Oluşacak bağıntı bir eğri denklemi vermelidir. Regresyonla analiz yapabilmek için doğrusal değerlere ihtiyaç vardır.

* Regresyon analizi için Üretim ve Spesifik Tüketim değerlerinin logaritmaları hesaplanarak tablodaki sütunlara yazılırsa çizelge 4.4 oluşturulmuş olur.

Çizelge 4.4 : Hamitabat Santrali için Hesaplama tablosu.

Üretim (MWh)	Yakıt Tüketimi (Gcal)	Spesifik Tüketim (Gcal/MWh)	log Üretim	log Spesifik Tüketim
543.841	1.026.306	1,8871	5,7355	0,2758
598.132	1.114.112	1,8627	5,7768	0,2701
701.927	1.297.197	1,8481	5,8463	0,2667
677.614	1.287.443	1,9000	5,8310	0,2787
721.778	1.341.806	1,8590	5,8584	0,2693
665.427	1.229.900	1,8483	5,8231	0,2668
709.958	1.285.392	1,8105	5,8512	0,2578
685.428	1.255.375	1,8315	5,8360	0,2628
635.052	1.135.138	1,7875	5,8028	0,2522
698.977	1.296.301	1,8546	5,8445	0,2682
673.728	1.236.640	1,8355	5,8285	0,2638
683.263	1.311.547	1,9195	5,8346	0,2832

* Matlab programlama dilinin regresyon analizi özelliği kullanılarak Ek D.1 ‘de gösterilen kısa program yazılıp (4.5) denklemini oluştururken kullanacak olduğumuz "coefficient" ve “constant” değerleri bulunur.

$$coefficient = -0,0408$$

$$constant = 0,5057 \text{ olarak bulunur.}$$

Yukarıda yazılı olan denklemde bulunan değerler 3. Bölümde regresyon analizi bölümünde yer alan denklem (3.11)’de yerine konulursa denklem (4.3) elde edilebilir.

$$\text{Log}(\text{Tüketim}/\text{Üretim}) = -0,0408 \times \text{Log}(\text{üretim}) + 0,5057 \quad (4.3)$$

Denklem (4.3)'de yer alan logaritmik ifadelerden kurtulup denklemi (4.4)'da yer alan şekle sokulabilir.

$$\text{Hesaplanan Spesifik Tüketim} = 10^{0,5057} \times (\text{Üretim})^{-0,0408} \quad (4.4)$$

* Hesaplamalarda kolaylık sağlaması amacıyla oluşturulacak olan tablonun ilk sütununa, üretim büyüklüğüne göre uygun artışlarla maksimum üretim değerini geçecek bir değere kadar “Varsayım Üretim Değerleri” yazılır.

* Varsayım Üretim değerlerini kullanarak ve yukarıda oluşturulan denklem (4.4) yardımıyla oluşturacağımız tablonun ikinci sütununa da “Hesaplanan Spesifik Tüketim” değerleri yazılır.

* Tablonun son iki sütununa da “Gerçek Üretim” ve “Gerçek Spesifik Tüketim” değerleri yazılırsa çizelge 4.5 ortaya çıkmış olur.

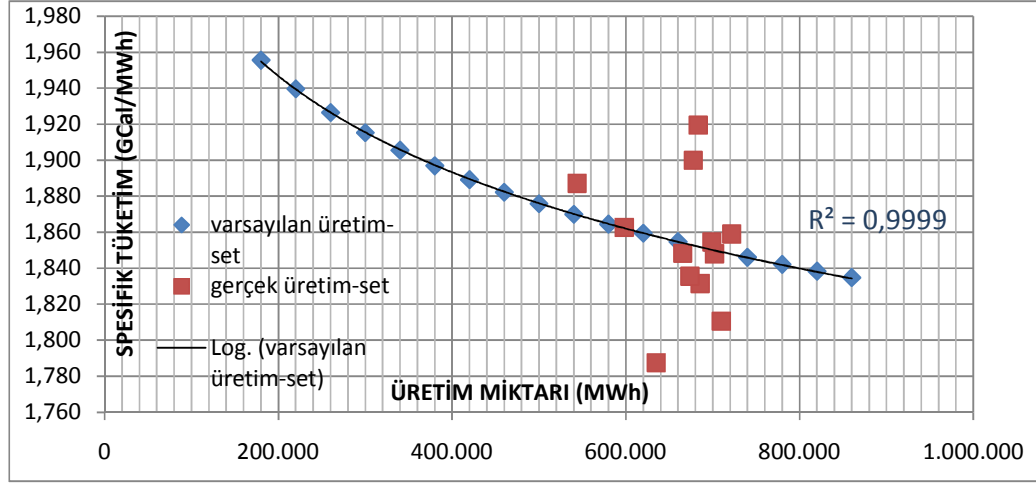
Çizelge 4.5 : Hamitabat Santrali için Regresyon analizi hesaplama tablosu.

Varsayım Üretim	(4.4) Yardımla Hesaplanan Spesifik Tüketim	Gerçek Üretim (MWh)	Gerçek Spesifik Tüketim (GCal/MWh)
180.000	1,956	543.841	1,887143297
220.000	1,940	598.132	1,862653115
260.000	1,927	701.927	1,848051692
300.000	1,915	677.614	1,899965063
340.000	1,906	721.778	1,859028886
380.000	1,897	665.427	1,848286912
420.000	1,889	709.958	1,810517669
460.000	1,882	685.428	1,831519714
500.000	1,876	635.052	1,787473307
540.000	1,870	698.977	1,854569161
580.000	1,864	673.728	1,835517804
620.000	1,859	683.263	1,919534481
660.000	1,855	-	-
700.000	1,850	-	-
740.000	1,846	-	-
780.000	1,842	-	-
820.000	1,838	-	-
860.000	1,835	-	-

* Bundan sonra excell programı yardımıyla yukarıda tabloda belirtilen değerler kullanılarak önce “Varsayım Üretim” değerleri “x” ekseninde ve “Hesaplanan Spesifik Tüketim” değerleri “y” ekseninde olmak üzere noktasal x-y dağılımları grafik üzerinde gösterilir. Ardından x-y noktalarına en iyi uyan eğri çizilir.

*Aynı yöntemle “Gerçek Üretim” değerleri “x” ekseninde “Gerçek Spesifik Tüketim” değerleri de “y” ekseninde olmak üzere aynı grafik üzerinde x-y dağılım noktaları işaretlenirse şekil 4.4 ortaya çıkar.

Uydurulan eğrinin doğruluğu eğrinin R^2 değerini excell programı yardımıyla yazdırarak görüntülendiğinde bu değer 0,9999 olarak ortaya çıkar; yani regresyon analizinde elde edilen denklemin bağımlı değişkeni ölçme gücü bu değer 1 ‘e çok yakın olduğu için oldukça fazladır.



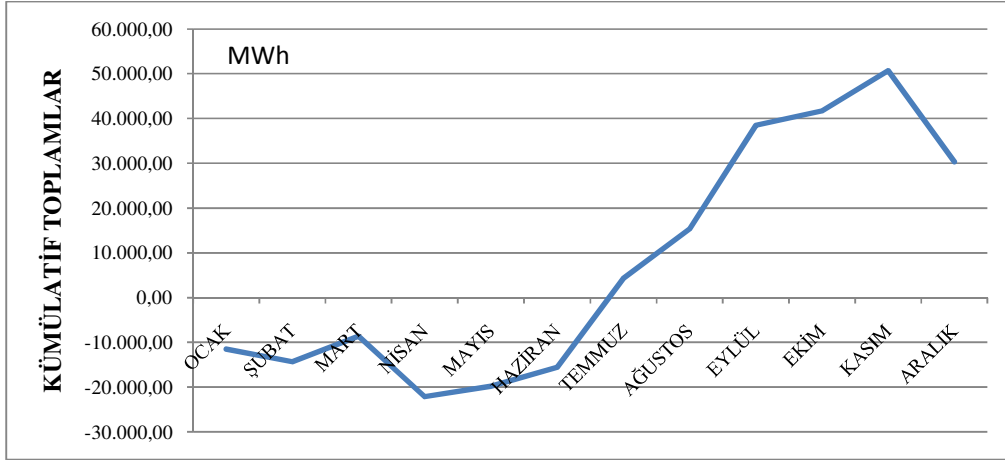
Şekil 4.4 : 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali için spesifik tüketim-üretim eğrisi.

4.1.3 Hamitabat Santrali için CUSUM grafiği

Hamitabat doğalgaz santrali için CUSUM grafiğinin çizilmesi sırasında işlem kolaylığı sağlaması için çizelge 4.6 oluşturulur. Çizelge 4.6 oluşturulurken ilk sütuna 2008 yılı için santralin brüt üretim miktarları MWh birimiyle aylara göre sıralanır. Sonraki sütuna ise denklem (4.2) kullanılarak Teorik Üretim Miktarı hesaplanıp aylara göre sıralanır. Çizelgenin 3. Sütununa ise yine her ay için Gerçek Üretim Miktarı ile Teorik üretim Miktarı arasındaki farkı bulup sıralanır. Çizelgenin son sütununa ise Kümülatif Toplamları(bir önceki ayın kümülatif toplam değeri ve o ayın fark değeri sıralı şekilde toplanır) yazılarak çizelge son halini alır. Grafik excell programı yardımıyla y ekseninde Kümülatif toplamlar, x ekseninde aylar olacak şekilde çizilirse şekil 4.5 elde edilir.

Çizelge 4.6 : Hamitabat Santrali için Kümülatif Toplam Değerler Tablosu.

	Gerçek Üretim (MWh)	(4.2) Yardımlı ile Teorik Üretim (MWh)	Fark	Toplam
OCAK	543.841	555.336,27	-11.495,27	-11.495,27
ŞUBAT	598.132	600.995,67	-2.863,67	-14.358,94
MART	701.927	696.199,84	5.727,16	-8.631,78
NİSAN	677.614	691.127,53	-13.513,53	-22.145,31
MAYIS	721.778	719.396,40	2.381,60	-19.763,71
HAZİRAN	665.427	661.205,21	4.221,79	-15.541,92
TEMMUZ	709.958	690.060,79	19.897,21	4.355,29
AĞUSTOS	685.428	674.452,15	10.975,85	15.331,15
EYLÜL	635.052	611.929,22	23.122,78	38.453,92
EKİM	698.977	695.733,82	3.243,18	41.697,10
KASIM	673.728	664.709,87	9.018,13	50.715,23
ARALIK	683.263	703.661,59	-20.398,59	30.316,65



Şekil 4.5 : 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali için CUSUM grafiği.

4.2 Zonguldak-Çatalağzı Santrali için İH

Zonguldak Çatalağzı Termik Santrali 2 ayrı üniteden oluşan ve toplam kurulu gücü 300 MW olan ve ana yakıt olarak taş kömürü kullanan bir tesistir. İlk ünitesinin temeli Nisan 1978’de atılmış ve ticari işletmesine de Ekim 1990 yılında başlamıştır. 2. Ünitesinin temeli de 1987 yılında atılmış ve 1991 yılında faaliyete geçmiştir. Yakıt olarak üst ısı değeri 3300 kcal/kg olan lavuar artığı mikst denilen bir cins kömür kullanan santral yılda 1.600.000 ton kömür, 7200 ton fuel-oil ve 480 ton motorin tüketmektedir. Tek kızdırcılı, tek ocaklı tabi sirkülasyonlu domlu bir kazanda üretilen 535 °C sıcaklığında, 139,5 kg/cm² basıncında buhar, iki silindirli, çift egzostlu, tekrar kızdırcılı hatlı ve kondensasyonlu bir buhar türbininde

kullanılmaktadır. Çatalağzı Termik Santrali'nde 2009 yılı 12 aylık süre zarfında toplam 1.851.120 MWh elektrik üretimi yapılmış ve tesiste aynı süre içerisinde 1.664.858,540 ton kömür yakılmıştır [21].

4.2.1 Çatalağzı Santrali için standart doğru denklemi oluşturma

Tezin bu bölümünde 3. Bölümde açıklanan istatistiki analiz yöntemlerinden EKK metodu kullanılarak, Çatalağzı santraline ait standart doğru bir başka adıyla trend doğrusu denklemi oluşturulacaktır. Bunun için şu işlem sırası takip edilir:

- Öncelikle çizelge 4.7'de görülen, santrale ait Aylık Brüt Üretim, Aylık Toplam Net Üretim ve Aylık Yakılan Kömür Miktarı bir tabloda sıralanır.
- Daha sonra yakılan kömür miktarı ve kullanılan kömürün alt ısı değerlerini aylara göre çizelge 4.8' de sıralanır:

Çizelge 4.7 : Zonguldak-Çatalağzı santrali için 2007 yılı üretim verileri [21,19].

2007 yılı	Aylık Toplam Üretim Brüt (MWh)	Aylık Toplam Üretim Net (MWh)	Yakılan kömür Miktarı (Ton)
OCAK	188.379	174.515	152.994
ŞUBAT	165.990	153.719	134.849
MART	200.310	186.215	162.611
NİSAN	141.093	130.137	114.491
MAYIS	127.722	117.729	103.726
HAZİRAN	175.737	174.955	142.698
TEMMUZ	185.196	171.428	151.471
AĞUSTOS	190.461	175.907	154.431
EYLÜL	181.043	167.447	146.989
EKİM	184.701	170.820	151.000
KASIM	144.861	133.728	125.019
ARALIK	187.044	173.077	161.010

Çizelge 4.8 : Zonguldak-Çatalağzı santrali için 2007 yılı tüketilen kömür verileri [21,19].

2007 Yılı	Yakılan kömür Miktarı (Ton)	Kömür Alt Isıl Değeri (kcal/kg)
Ocak	152.994	3200
Şubat	134.849	3200
Mart	162.611	3200
Nisan	114.491	3200
Mayıs	103.726	3200
Haziran	142.698	3200
Temmuz	151.471	3200
Ağustos	154.431	3200
Eylül	146.989	3200
Ekim	151.000	3200
Kasım	125.019	3200
Aralık	161.010	3200

“EKK Metodunu” uygularken kullanılacak olan, MWh olarak Aylık Elektrik Üretim Miktarını, GCal olarak Aylık Tüketilen Enerji Miktarını(Bu değer kg olarak yakılan kömür miktarıyla kcal/kg olarak kullanılan kömürün alt ısı değeri nin çarpılması ve kCal biriminin 10^6 ya bölünerek GCal cinsinden bulunmasıyla elde edilir), Aylık Üretim Miktarlarının Kareleri, Tüketilen Enerji Miktarlarının Kareleri ve son olarak da Aylık Üretim Miktarları ile Tüketilen Enerji Miktarlarının çarpım değerleri her ay için ayrı ayrı sütunlara yazılırsa çizelge 4.9 elde edilir.

Çizelge 4.9 : Zonguldak-Çatalağzı santrali için uygulanacak EKK metodunda kullanılacak parametreler.

Aylık Üretim (MWh)	Aylık Tüketilen Enerji (Gcal)			
E	P	E ²	P ²	EP
188.379	489.581	35.486.647.641	239.689.359.729	92.226.741.523
165.990	431.517	27.552.680.100	186.206.748.682	71.627.473.632
200.310	520.355	40.124.096.100	270.769.534.167	104.232.350.112
141.093	366.371	19.907.234.649	134.227.856.189	51.692.411.722
127.722	331.923	16.312.909.284	110.173.010.698	42.393.894.950
175.737	456.634	30.883.493.169	208.514.244.649	80.247.418.963
185.196	484.707	34.297.558.416	234.941.069.732	89.765.834.611
190.461	494.179	36.275.392.521	244.213.081.713	94.121.864.611
181.043	470.365	32.776.567.849	221.243.045.079	85.156.254.486
184.701	483.200	34.114.459.401	233.482.240.000	89.247.523.200
144.861	400.061	20.984.709.321	160.048.643.697	57.953.207.549
187.044	515.232	34.985.457.936	265.464.013.824	96.371.054.208
ΣE	ΣP	ΣE²	ΣP²	ΣEP
2.072.537	5.444.125	363.701.206.387	2.508.972.848.159	955.036.029.568

EKK yöntemine göre “b” sabitini bulmak için denklem (3.8) ve “a” sabitini bulmak için de denklem (3.9) kullanılabilir. Elde edilen tablolardaki değerler kullanılarak “a” ve “b” sabitlerinin değerleri elde edilir.

a= 1286,770939 ve b= 0,38 olarak bulunur. Değerler denklem (3.7)’de yerine konulursa Çatalağzı Santrali için standart doğru denkelemi (4.5) elde edilmiş olur.

$$E = 1286,770939 + 0,38P \quad (4.5)$$

Oluşturulan denklem (4.5) Çatalağzı Santrali için son verilere en iyi uyan doğru denklemdir. Bu denkelem aynı zamanda santral için geçerli olan enerji üretim performansdır. İH sırasında amaç bu performansı tutturmak ve iyileştirmektir.

Hesaplanan doğru denkleminin güvenirliliğini ise 3. Bölümde açıklanan korelasyon katsayısı hesap ederek bulunur. Buna göre denklem (3.10) 'da değerler yerine konulursa:

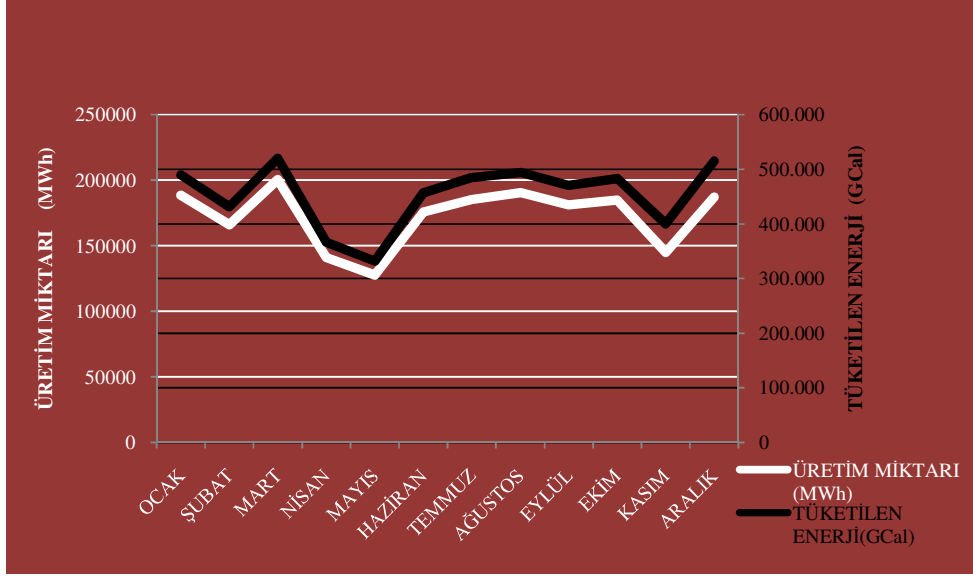
$$r = \frac{\sum EP - \frac{(\sum P)(\sum E)}{n}}{\sqrt{\left(\sum P^2 - \frac{(\sum P)^2}{n}\right)\left(\sum E^2 - \frac{(\sum E)^2}{n}\right)}}$$

$$r = \frac{955.036.029.568 - \frac{(2.072.537)(5.444.125)}{12}}{\sqrt{\left(2.508.972.848.159 - \frac{(5.444.125)^2}{12}\right)\left(363.701.206.387 - \frac{(2.072.537)^2}{12}\right)}}$$

r= 0,985272 olarak bulunur. Korelasyon katsayısı r 1'e çok yakındır ve sadece % 1.5 hatayla Zonguldak-Çatalağzı santrali için kurulan standart doğru denkleminin doğruluğu ispat edilmiş olur.

4.2.2 Çatalağzı Santrali için enerji tüketim grafikleri

Burada tek cins bir üretime sahip olan (MWh cinsinden elektrik üretimi) Çatalağzı Santrali'nin öncelikle Üretim ve Tüketim değerlerindeki dalgalanmaları görülebilmesi için aylara göre Üretim-Tüketim değerleri grafiği çıkarılacaktır. Bu grafik üretimdeki dalgalanmalara uygun olmadan sıçramalar yapan değerler ve bunların olduğu ayları gösterir. Santrale ait bu tür değerler var ise tüketimdeki bu tür uygunsuz sıçramaların nedenleri; o zaman periyotları içersinde araştırılabilir. Birinci y ekseninde MWh cinsinden elektrik üretim miktarları, ikinci y ekseninde Gcal cinsinden tüketilen yakıt miktarları 2007 yılı 12 aylık zaman peryodu için aylara göre veri seçilip çizilirse şekil 4.6 ortaya çıkar.

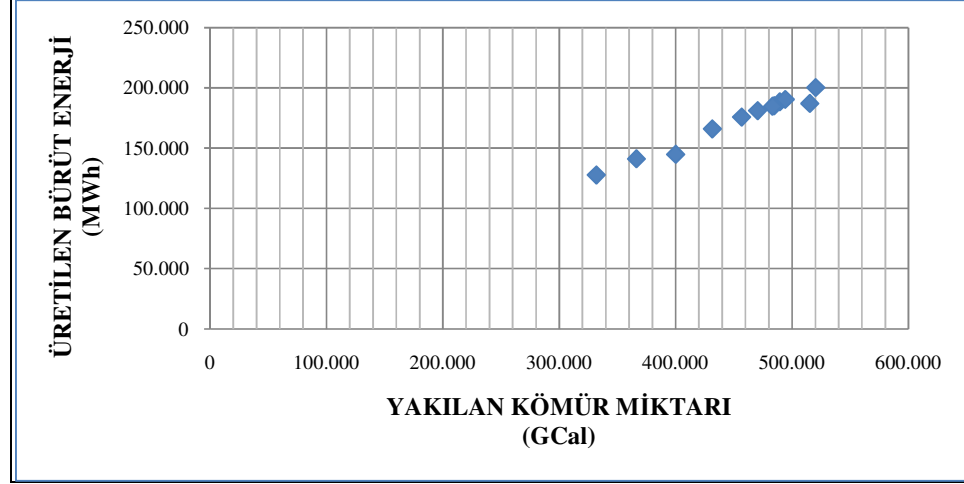


Şekil 4.6 : 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için aylara göre üretim-tüketim grafiği.

Şekil 4.6’da görüleceği gibi üretim miktarındaki dalgalanmalar tüketim miktarındaki dalgalanmalarla paralellik göstermektedir. Bu paralellik bazı aylarda bozulmakla birlikte genel olarak Çatalağzı Santralinde 2007 yılı için üretimdeki artış ve azalışlar tüketilen enerjide de aynı karşılığı bulmaktadır.

Daha sonra önceki bölümde EKK metoduyla işlem yaparak ve hesaplayarak oluşturduğumuz standart doğru ya da diğer adıyla trend doğrusu denklemi excell programını kullanarak çizilecektir. Bunun için; önce santrale ait üretime karşı tüketim noktasal dağılım grafiği çizilecektir. Hemen devamında ise bu noktasal dağılım grafiğine excell programının eğri uydurma özelliğinden yararlanarak noktasal dağılıma en iyi uyan doğru ortaya çıkartılacaktır. Programın çizeceği bu doğru üzerine denklemi de yazdırılacaktır. Bu şekilde önceki bölümde oluşturulan denklemin doğru olup olmadığı da sınanmış olacaktır.

Üretime karşı Tüketim değerlerini grafiğe geçirmek için önceki bölümde çizelge 4.7’de sıralanan MWh cinsinden brüt üretim değerlerini grafiğin “y” ekseninde ve GCal cinsinden bu brüt üretimlere karşılık gelen yakılan kömür miktarlarından oluşan noktaları da grafiğin “x” ekseninde veri seti olarak alıp x-y dağılım grafiği excell programı yardımıyla çizilirse şekil 4.7 ortaya çıkar.



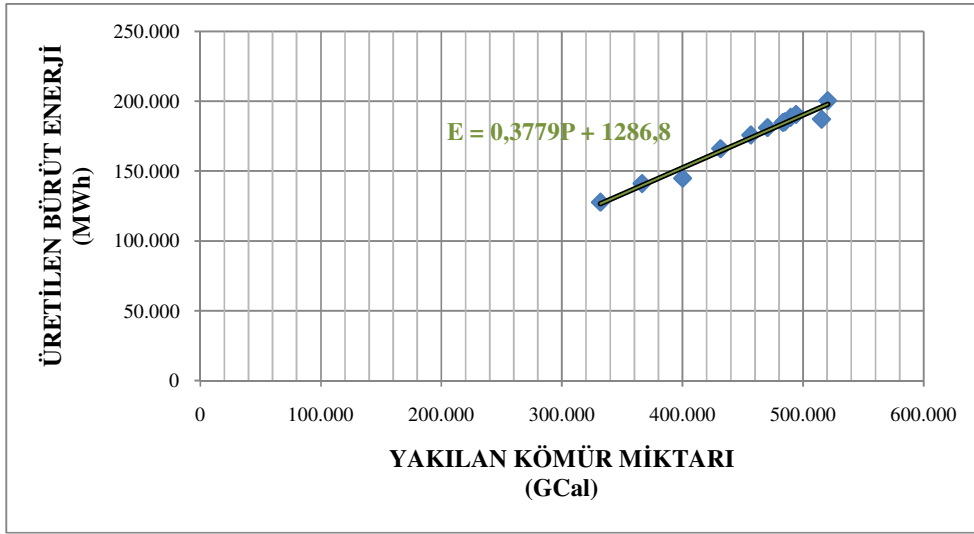
Şekil 4.7 : 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için üretime karşı tüketim değerleri.

Bu grafik üzerinden değerlere uygun olan standart veya diğer adıyla trend doğrusunu excell programlarını kullanarak çizdirilir ve bu doğruya ait olan doğru denklemini doğru üzerinde yine aynı programı kullanarak yazdırılırsa şekil 4.8 ortaya çıkacaktır. Oluşan bu doğru denklemi Çatalağzı Santrali için Enerji Tüketiminin iki bileşeni.

- iii) Üretime bağlı olmayan enerji tüketimi
- iv) Üretime bağlı olan enerji tüketimi

hakkında bilgi sahibi olmayı, yorum yapmayı sağlar. Çatalağzı santrali için trend doğrusunun “y” eksenini kesmiş olduğu noktada yani yakılan kömür miktarının 0 olduğu anda Üretilen Enerji Miktarının da doğal olarak 0 olması bekleniyorsa da santralin bir iç tüketim değeri vardır ve Üretilen Enerji olarak gözüken aslında santralin ortalama iç tüketim değeridir. Çatalağzı Santrali için budeğer 1286,8 MWh’tir. Denklem (4.6) Çatalağzı Santrali için standart doğru denklemini verir ve teorik üretim miktarını hesaplamak için kullanılabilir. Excell programı yardımıyla ortaya çıkarılan doğru denklemi önceki bölümde EKK. Metoduyla hesaplanan doğru denklemiyle aynıdır. Bu şekilde de EKK metoduyla bulunan doğru denkleminin geçerliliği ispatlanmış olur.

$$E = 1286,8 + 0,3779P \quad (4.6)$$



Şekil 4.8 : 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için standart doğru denklemi.

Bundan sonra Üretime karşı Spesifik Tüketim grafiğinin çizilmesi gerekir. Bu grafiğin çizilmesinde regresyon analizi yapılırken MATLAB programı kullanılacaktır. Hesaplamalarda kolaylık sağlaması amacıyla çizelge 4.10 gibi bir çizelge oluşturulabilir. Bunun için şu işlem sırası takip edilir:

- * Üretim değerleri MWh olarak ilk sütuna girilir.
- * Yakıt Tüketim değerleri GCal olarak ikinci sütuna girilir.(Tüketim değerlerinin tek bir birime çevrilmiş olması gerekir. Örneğin farklı yakıtlar tüketilmişse bunların en iyi enerji birimine çevrilmesidir. Bir cins yakıtı göre spesifik enerjiler hesaplanacak ise böyle bir çevrime gerek duyulmadan doğrudan orijinal birimler üzerinden değerlendirme yapılabilir.)
- * Tüketimler, Üretimlere bölünerek Spesifik Tüketimler hesaplanır ve üçüncü sütuna yazılır.
- * Üretimler “x” ekseninde, Spesifik Tüketimler ise “y” ekseninde olmak üzere değerler veri seti olarak seçilip grafiğe geçirilirse birkaç noktadan başka bir şey elde edilemez. Değerler arasındaki bağıntıyı bularak en uygun eğriyi çizmek gerekir. Burada da Matlab programının bir özelliğinden yararlanabiliriz. Matlab programının Regression Analizi özelliğinden yararlanarak Üretim ve Spesifik Tüketim değerleri arasındaki bağıntı araştırılır. Oluşacak bağıntı bir eğri denklemi vermelidir. Regresyonla analiz yapabilmek için doğrusal değerlere ihtiyaç vardır.

* Regresyon analizi için Üretim ve Spesifik Tüketim değerlerinin logaritmaları hesaplanarak tablodaki sütunlara yazılırsa çizelge 4.10 oluşturulmuş olur.

Çizelge 4.10 : Çatalağzı Santrali için Hesaplama tablosu.

Üretim (MWh)	Yakıt Tüketimi (Gcal)	Spesifik Tüketim (Gcal/MWh)	log Üretim	log Spesifik Tüketim
188.379	489.581	2,5989	5,2750	0,4148
165.990	431.517	2,5997	5,2201	0,4149
200.310	520.355	2,5977	5,3017	0,4146
141.093	366.371	2,5967	5,1495	0,4144
127.722	331.923	2,5988	5,1063	0,4148
175.737	456.634	2,5984	5,2449	0,4147
185.196	484.707	2,6173	5,2676	0,4178
190.461	494.179	2,5946	5,2798	0,4141
181.043	470.365	2,5981	5,2578	0,4147
184.701	483.200	2,6161	5,2665	0,4177
144.861	400.061	2,7617	5,1610	0,4412
187.044	515.232	2,7546	5,2719	0,4401

* Matlab programlama dilinin regresyon analizi özelliği kullanılarak Ek D.1 ‘de gösterilen kısa program yazılıp (4.7) denklemini oluştururken kullanacak olduğumuz "coefficient" ve “constant” değerleri bulunur.

$$coefficient = -0,0183$$

$$constant = 0,5153 \text{ olarak bulunur.}$$

Bulunan değerler 3. Bölümde regresyon analizi bölümünde yer alan denklem (3.11)’de yerine konulursa denklem (4.11) elde edilebilir.

$$Log(Tüketim/Üretim) = -0,0183 \times Log(üretim) + 0,5153 \quad (4.7)$$

Denklem (4.7)’de yer alan logaritmik ifadelerden kurtulup denklemi (4.8)’de yer alan şekle sokulabilir.

$$Hesaplanan Spesifik Tüketim = 10^{0,5153} \times (Üretim)^{-0,0183} \quad (4.8)$$

* Hesaplamalarda kolaylık sağlaması amacıyla oluşturulacak olan tablonun ilk sütununa, üretim büyüklüğüne göre uygun artışlarla maksimum üretim değerini geçecek bir değere kadar “Varsayım Üretim Değerleri” yazılır.

* Varsayım Üretim değerlerini kullanarak ve yukarıda oluşturulan denklem (4.8) yardımıyla oluşturacağımız tablonun ikinci sütununa da “Hesaplanan Spesifik Tüketim” değerleri yazılır.

* Tablonun son iki sütununa da “Gerçek Üretim” ve “Gerçek Spesifik Tüketim” değerleri yazılırsa çizelge 4.11 ortaya çıkmış olur.

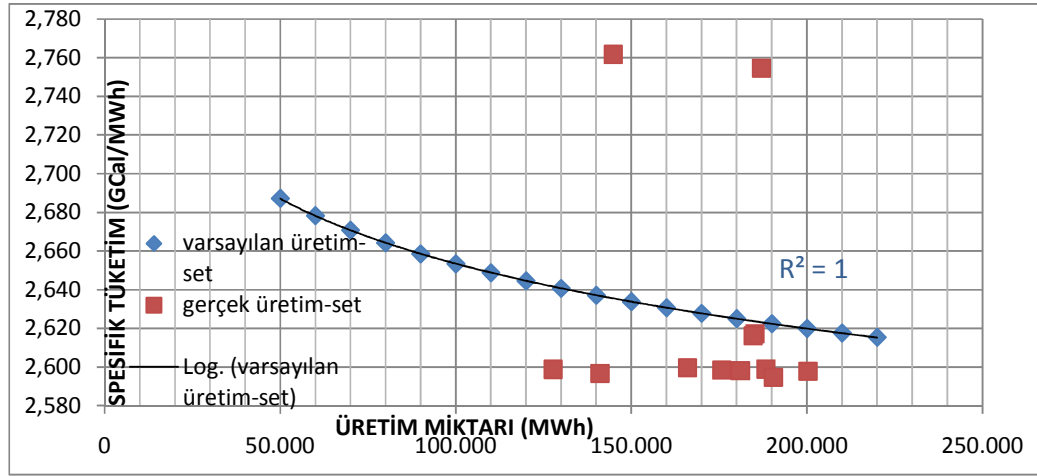
Çizelge 4.11 : Çatalağzı Santrali için Regresyon analizi hesaplama tablosu.

Varsayım Üretim	(4.8) Yardımla Hesaplanan Spesifik Tüketim	Gerçek Üretim (MWh)	Gerçek Spesifik Tüketim (GCal/MWh)
50.000	2,687	188.379	2,5989
60.000	2,678	165.990	2,5997
70.000	2,671	200.310	2,5977
80.000	2,664	141.093	2,5967
90.000	2,659	127.722	2,5988
100.000	2,653	175.737	2,5984
110.000	2,649	185.196	2,6173
120.000	2,645	190.461	2,5946
130.000	2,641	181.043	2,5981
140.000	2,637	184.701	2,6161
150.000	2,634	144.861	2,7617
160.000	2,631	187.044	2,7546
170.000	2,628	-	-
180.000	2,625	-	-
190.000	2,622	-	-
200.000	2,620	-	-
210.000	2,618	-	-
220.000	2,615	-	-

* Bundan sonra excell programı yardımıyla yukarıda tabloda belirtilen değerler kullanılarak önce “Varsayım Üretim” değerleri “x” ekseninde ve “Hesaplanan Spesifik Tüketim” değerleri “y” ekseninde olmak üzere noktasal x-y dağılımları grafik üzerinde gösterilir. Ardından x-y noktalarına en iyi uyan eğri çizilir.

*Aynı yöntemle “Gerçek Üretim” değerleri “x” ekseninde “Gerçek Spesifik Tüketim” değerleri de “y” ekseninde olmak üzere aynı grafik üzerinde x-y dağılım noktaları işaretlenirse şekil 4.9 ortaya çıkar.

Uydurulan eğrinin doğruluğu ise eğrinin R^2 değerini excell programı yardımıyla yazdırarak test edilebilir. Çatalağzı santrali için bu değer 1 olarak ortaya çıkar; yani regresyon analizinde elde edilen denklemin bağımlı değişkeni ölçme gücü hatasızdır.



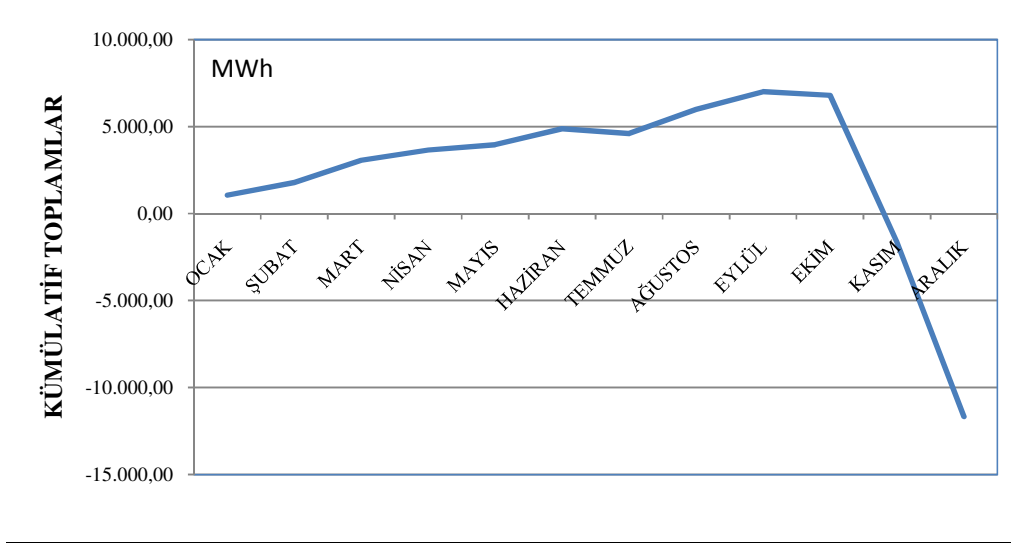
Şekil 4.9 : 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için spesifik tüketim-üretim eğrisi.

4.2.3 Çatalağzı Santrali için CUSUM grafiği

Çatalağzı CUSUM grafiğinin çizilmesi sırasında işlem kolaylığı sağlaması için çizelge 4.12 oluşturulur. Çizelge 4.12 oluşturulurken ilk sütuna 2007 yılı için santralin brüt üretim miktarları MWh birimiyle aylara göre sıralanır. Sonraki sütuna ise denklem (4.10) kullanılarak Teorik Üretim Miktarı hesaplanıp aylara göre sıralanır. Çizelgenin 3. Sütununa ise yine her ay için Gerçek Üretim Miktarı ile Teorik üretim Miktarı arasındaki fark bulup sıralanır. Çizelgenin son sütununa ise Kümülatif Toplamları (bir önceki ayın kümülatif toplam değeri ve o ayın fark değeri sıralı şekilde toplanır) yazılarak çizelge son halini alır. Grafik excell programı yardımıyla y ekseninde Kümülatif toplamlar, x ekseninde aylar olacak şekilde çizilirse şekil 4.12 elde edilir.

Çizelge 4.12 : Çatalağzı Santrali için Kümülatif Toplam Değerler Tablosu.

		(4.6)		
	Gerçek Üretim (MWh)	Yardımlı ile Teorik Üretim (MWh)	Fark	Toplam
OCAK	188.379	187.327	1.051,53	1.051,53
ŞUBAT	165.990	165.263	726,85	1.778,37
MART	200.310	199.022	1.288,25	3.066,62
NİSAN	141.093	140.508	585,17	3.651,80
MAYIS	127.722	127.418	304,41	3.956,21
HAZİRAN	175.737	174.808	929,46	4.885,67
TEMMUZ	185.196	185.476	-279,51	4.606,16
AĞUSTOS	190.461	189.075	1.386,13	5.992,30
EYLÜL	181.043	180.025	1.017,61	7.009,90
EKİM	184.701	184.903	-201,77	6.808,13
KASIM	144.861	153.310	-8.448,87	-1.640,74
ARALIK	187.044	197.075	-10.030,93	-11.671,68



Şekil 4.10 : 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için CUSUM grafiği.

4.3 İstanbul-Ambarlı Santrali için İH

İlk ünitesi 1967 yılında diğer üniteleri ise 1970 ve 1971 yıllarında faaliyete geçen İstanbul-Ambarlı Termik Santrali toplam 5 üniteden oluşmakta ve 630 MW kurulu gücü bulunmaktadır. Santral tam kapasite ile çalıştığında yılda 4-4,5 milyon MWh elektrik üretmektedir. Santral yakıt olarak alt ısı değer 9580, üst ısı değeri 10150 kcal/kg olan fuel-oil kullanmaktadır. Santral 2007 yılı 12 aylık süre zarfında 3.365.056 MWh üretim yapmış ve bunun karşılığında da 832.634,977 ton fuel-oil yakmıştır [19].

4.3.1 Ambarlı Santrali için standart doğru denklemi oluşturma

Tezin bu bölümünde 3. Bölümde açıklanan istatistiki analiz yöntemlerinden EKK metodu kullanılarak, Ambarlı santraline ait standart doğru bir başka adıyla trend doğrusu denklemi oluşturulacaktır. Bunun için şu işlem sırası takip edilir:

- Öncelikle çizelge 4.13’de görülen, santrale ait Aylık Brüt Üretim, Aylık Toplam Net Üretim ve Aylık Yakılan Fuel-oil Miktarı Ek E.1’de görülen veriler kullanılarak bir tabloda sıralanır.
- Daha sonra yakılan fuel-oil miktarı ve kullanılan fuel-oil’in alt ısı değerlerini aylara göre çizelge 4.14’ de sıralanır:

Çizelge 4.13 : İstanbul-Ambarlı santrali için 2008 yılı üretim verileri [19].

2008 yılı	Aylık Toplam Üretim Brüt (MWh)	Aylık Toplam Üretim Net (MWh)	Yakılan Fuel-Oil Miktarı (Ton)
OCAK	349.611	337.737	85.285
ŞUBAT	278.118	268.451	67.652,616
MART	139.654	133.976	34.694,988
NİSAN	228.382	220.806	55.007,149
MAYIS	274.939	265.303	67.680,559
HAZİRAN	279.391	269.202	69.916,966
TEMMUZ	340.608	327.226	84.671,619
AĞUSTOS	343.660	329.213	85.881,400
EYLÜL	293.279	281.204	74.152,765
EKİM	260.690	249.837	66.624,422
KASIM	310.652	299.191	76.024,478
ARALIK	266.072	256.398	65.042,792

Çizelge 4.14 : İstanbul-Ambarlı santrali için 2008 yılı tüketilen fuel-oil verileri [19].

2008 Yılı	Yakılan Fuel-Oil Miktarı (Ton)	Fuel-Oil Alt Isıl Değeri (kcal/kg)
Ocak	85.285,213	9580
Şubat	67.652,616	9580
Mart	34.694,988	9580
Nisan	55.007,149	9580
Mayıs	67.680,559	9580
Haziran	69.916,966	9580
Temmuz	84.671,619	9580
Ağustos	85.881,400	9580
Eylül	74.152,765	9580
Ekim	66.624,422	9580
Kasım	76.024,478	9580
Aralık	65.042,792	9580

“EKK Metodunu” uygularken kullanılacak olan, MWh olarak Aylık Elektrik Üretim Miktarını, GCal olarak Aylık Tüketilen Enerji Miktarını(Bu değer kg olarak yakılan fuel-oil miktarıyla kcal/kg olarak kullanılan fuel-oil alt ısıl değerinin çarpılması ve kCal biriminin 10⁶ ya bölünerek GCal cinsinden bulunmasıyla elde edilir), Aylık Üretim Miktarlarının Kareleri, Tüketilen Enerji Miktarlarının Kareleri ve son olarak da Aylık Üretim Miktarları ile Tüketilen Enerji Miktarlarının çarpım değerleri her ay için ayrı ayrı sütunlara yazılırsa çizelge 4.15 elde edilir.

Çizelge 4.15 : İstanbul-Ambarlı santrali için uygulanacak EKK metodunda kullanılacak parametreler.

Aylık Üretim (MWh)	Aylık Tüketilen Enerji (Gcal)			
E	P	E ²	P ²	EP
349.611	817.032	122.227.851.321	667.541.845.488	285.643.493.609
278.118	648.112	77.349.621.924	420.049.243.977	180.251.630.259
139.654	332.378	19.503.239.716	110.475.124.939	46.417.915.123
228.382	526.968	52.158.337.924	277.695.786.734	120.350.117.094
274.939	648.380	75.591.453.721	420.396.306.979	178.264.881.520
279.391	669.805	78.059.330.881	448.638.114.142	187.137.358.637
340.608	811.154	116.013.809.664	657.970.990.202	276.285.579.106
343.660	822.744	118.102.195.600	676.907.380.184	282.744.138.432
293.279	710.383	86.012.571.841	504.644.701.018	208.340.559.182
260.690	638.262	67.959.276.100	407.378.333.106	166.388.511.072
310.652	728.314	96.504.665.104	530.442.009.803	226.252.355.818
266.072	623.110	70.794.309.184	388.266.006.499	165.792.109.914
ΣE	ΣP	ΣE²	ΣP²	ΣEP

EKK yöntemine göre “b” sabitini bulmak için denklem (3.8) ve “a” sabitini bulmak için de denklem (3.9) kullanılabilir. Elde edilen tablolardaki değerler kullanılarak “a” ve “b” sabitlerinin değerleri elde edilir.

a= 2463,40808 ve b= 0,42 olarak bulunur. Değerler denklem (3.7)’de yerine konulursa Ambarlı Santrali için standart doğru denklemi (4.9) elde edilmiş olur.

$$E = 2463,40808 + 0,42P \quad (4.9)$$

Oluşturulan denklem (4.9) Ambarlı Santrali için son verilere en iyi uyan doğru denklemdir. Bu denklem aynı zamanda santral için geçerli olan enerji üretim performansdır. İH sırasında amaç bu performansı tutturmak ve iyileştirmektir.

Hesaplanan doğru denkleminin güvenilirliğini ise 3. Bölümde açıklanan korelasyon katsayısı hesap ederek bulunur. Buna göre denklem (3.10) ‘da değerler yerine konulursa:

$$r = \frac{\Sigma EP - \frac{(\Sigma P)(\Sigma E)}{n}}{\sqrt{\left(\Sigma P^2 - \frac{(\Sigma P)^2}{n}\right)\left(\Sigma E^2 - \frac{(\Sigma E)^2}{n}\right)}}$$

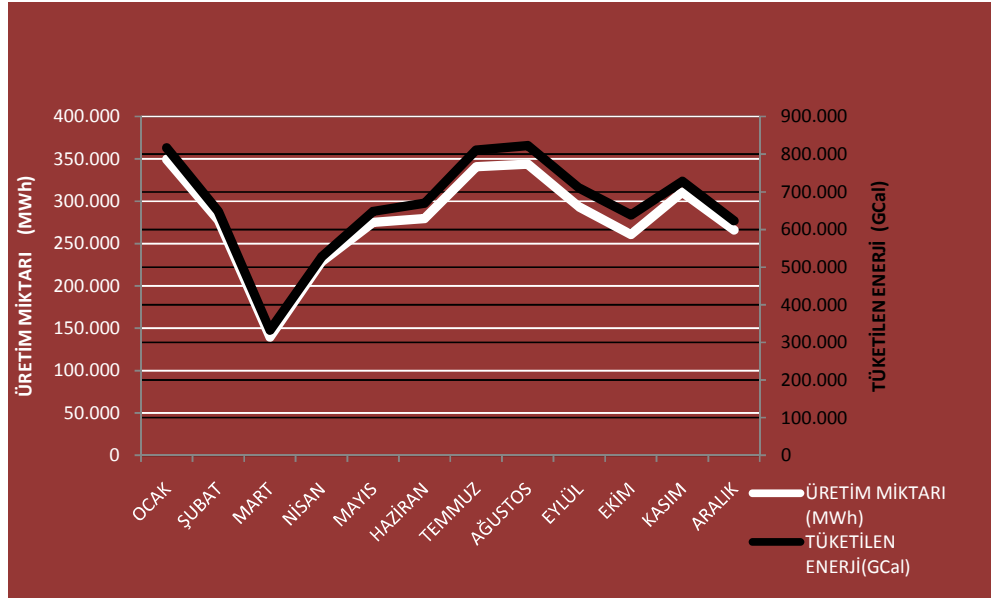
$$r = \frac{2.323.868.649.766 - \frac{(7.976.643)(3.365.056)}{12}}{\sqrt{\left(5.510.405.843.072 - \frac{(7.976.643)^2}{12}\right)\left(980.276.662.980 - \frac{(3.365.056)^2}{12}\right)}}$$

$r = 0,996672357$ olarak bulunur. Korelasyon katsayısı r 1'e çok yakındır ve sadece % 0.4 hatayla İstanbul-Ambarlı santrali için kurulan standart doğru denkleminin doğruluğu ispat edilmiş olur.

4.3.2 Ambarlı Santrali için enerji tüketim grafikleri

Burada tek cins bir üretime sahip olan (MWh cinsinden elektrik üretimi) Ambarlı Santrali'nin öncelikle Üretim ve Tüketim değerlerindeki dalgalanmaların görülebilmesi için aylara göre Üretim-Tüketim değerleri grafiği çıkarılacaktır. Bu grafik üretimdeki dalgalanmalara uygun olmadan sıçramalar yapan değerler ve bunların olduğu ayları gösterir. Santrale ait bu tür değerler var ise tüketimdeki bu tür uygunsuz sıçramaların nedenleri; o zaman periyotları içerisinde araştırılabilir. Birinci y ekseninde MWh cinsinden elektrik üretim miktarları, ikinci y ekseninde Gcal cinsinden tüketilen yakıt miktarları 2008 yılı 12 aylık zaman periyodu için aylara göre veri seçilip çizilirse şekil 4.11 ortaya çıkacaktır.

Şekil 4.11'de görüleceği gibi üretim miktarındaki dalgalanmalar tüketim miktarındaki dalgalanmalarla paralellik göstermektedir. Bu paralellik bazı aylarda bozulmakla birlikte genel olarak Ambarlı Santralinde 2008 yılı için üretimdeki artış ve azalışlar tüketilen enerjide de aynı karşılığı bulmaktadır.



Şekil 4.11 : 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için aylara göre üretim-tüketim değerleri.

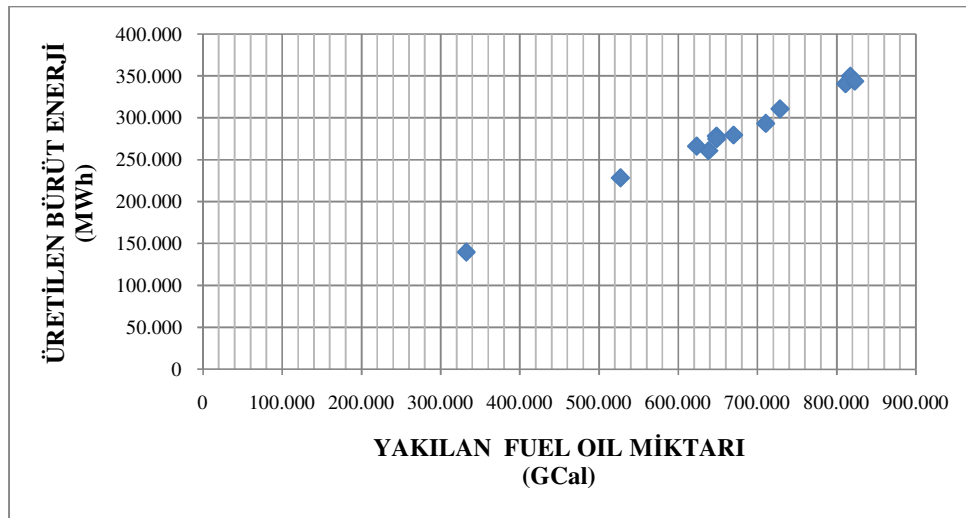
Daha sonra önceki bölümde EKK metoduyla işlem yaparak ve hesaplayarak oluşturduğumuz standart doğru ya da diğer adıyla trend doğrusu denklemi excell programını kullanarak çizilecektir. Bunun için; önce santrale ait üretime karşı tüketim noktasal dağılım grafiği çizilecektir. Hemen devamında ise bu noktasal dağılım grafiğine excell programının eğri uydurma özelliğinden yararlanarak noktasal dağılıma en iyi uyan doğru ortaya çıkartılacaktır. Programın çizeceği bu doğru üzerine denklemi de yazdırılır. Bu şekilde önceki bölümde oluşturulan denklemin doğru olup olmadığı da sınanmış olur.

Üretime karşı Tüketim değerlerini grafiğe geçirmek için önceki bölümde çizelge 4.13’de sıralanan MWh cinsinden brüt üretim değerlerini grafiğin “y” ekseninde ve GCal cinsinden bu brüt üretilere karşılık gelen yakılan fuel-oil miktarlarından oluşan noktaları da grafiğin “x” ekseninde veri seti olarak alıp x-y dağılım grafiği excell programı yardımıyla çizilirse şekil 4.12 ortaya çıkar.

Bu grafik üzerinden değerlere uygun olan standart veya diğer adıyla trend doğrusunu excell programlarını kullanarak çizdirilir ve bu doğruya ait olan doğru denklemini doğru üzerinde yine aynı programı kullanarak yazdırılırsa şekil 4.13 ortaya çıkacaktır. Oluşan bu doğru denklemi Ambarlı Santrali için Enerji Tüketiminin iki bileşeni.

- i) Üretime bağlı olmayan enerji tüketimi
- ii) Üretime bağlı olan enerji tüketimi

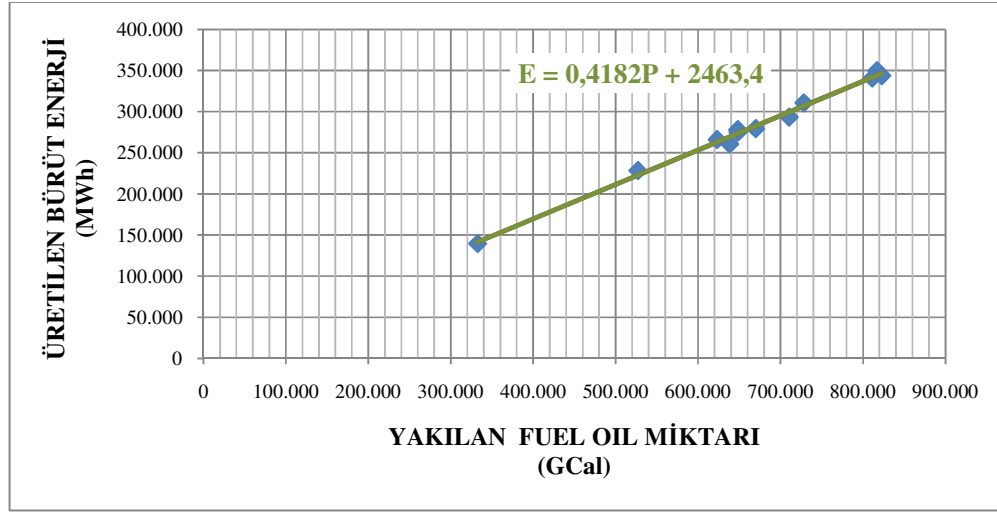
hakkında bilgi sahibi olmayı, yorum yapmayı sağlar.



Şekil 4.12 : 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için üretime karşı tüketim değerleri.

Ambarlı santrali için trend doğrusunun “y” eksenini kesmiş olduğu noktada yani yakılan fuel-oil miktarının 0 olduğu anda Üretilen Enerji Miktarının da doğal olarak 0 olması bekleniyorsa da santralin bir iç tüketim değeri vardır ve Üretilen Enerji olarak gözüken aslında santralin ortalama iç tüketim değeridir. Ambarlı Santrali için bu değer 2463,4 MWh’tir. Denklem (4.10) Ambarlı Santrali için standart doğru denklemini verir ve teorik üretim miktarını hesaplamak için kullanılabilir.

$$E = 2463,4 + 0,4182P \quad (4.10)$$



Şekil 4.13 : 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için standart doğru denklemi.

Bundan sonra Üretime karşı Spesifik Tüketim grafiğinin çizilmesi gerekir. Bu grafiğin çizilmesinde regresyon analizi yapılırken MATLAB programı kullanılacaktır. Hesaplamalarda kolaylık sağlaması amacıyla çizelge 4.16 gibi bir çizelge oluşturulabilir. Bunun için şu işlem sırası takip edilir:

- * Üretim değerleri MWh olarak ilk sütuna girilir.
- * Yakıt Tüketim değerleri GCal olarak ikinci sütuna girilir.(Tüketim değerlerinin tek bir birime çevrilmiş olması gerekir. Örneğin farklı yakıtlar tüketilmişse bunların en iyisi enerji birimine çevrilmesidir. Bir cins yakıtı göre spesifik enerjiler hesaplanacak ise böyle bir çevrime gerek duyulmadan doğrudan orijinal birimler üzerinden değerlendirme yapılabilir.)
- * Tüketimler, Üretimlere bölünerek Spesifik Tüketimler hesaplanır ve üçüncü sütuna yazılır.

* Üretimler “x” ekseninde, Spesifik Tüketimler ise “y” ekseninde olmak üzere değerler veri seti olarak seçilip grafiğe geçirilirse birkaç noktadan başka bir şey elde edilemez. Değerler arasındaki bağıntıyı bularak en uygun eğriyi çizmek gerekir. Burada da Matlab programının bir özelliğinden yararlanabiliriz. Matlab programının Regression Analizi özelliğinden yararlanarak Üretim ve Spesifik Tüketim değerleri arasındaki bağıntı araştırılır. Oluşacak bağıntı bir eğri denklemi vermelidir. Regresyonla analiz yapabilmek için doğrusal değerlere ihtiyaç vardır.

* Regresyon analizi için Üretim ve Spesifik Tüketim değerlerinin logaritmaları hesaplanarak tablodaki sütunlara yazılırsa çizelge 4.16 oluşturulmuş olur.

Çizelge 4.16 : Ambarlı Santrali için Hesaplama tablosu.

Üretim (MWh)	Yakıt Tüketimi (Gcal)	Spesifik Tüketim (Gcal/MWh)	log Üretim	log Spesifik Tüketim
349.611	817.032	2,3370	5,5436	0,3687
278.118	648.112	2,3303	5,4442	0,3674
139.654	332.378	2,3800	5,1451	0,3766
228.382	526.968	2,3074	5,3587	0,3631
274.939	648.380	2,3583	5,4392	0,3726
279.391	669.805	2,3974	5,4462	0,3797
340.608	811.154	2,3815	5,5323	0,3768
343.660	822.744	2,3941	5,5361	0,3791
293.279	710.383	2,4222	5,4673	0,3842
260.690	638.262	2,4484	5,4161	0,3889
310.652	728.314	2,3445	5,4923	0,3700
266.072	623.110	2,3419	5,4250	0,3696

* Matlab programlama dilinin regresyon analizi özelliği kullanılarak Ek D.1 ‘de gösterilen kısa program yazılıp (4.11) denklemini oluştururken kullanacak olduğumuz

"coefficient" ve “constant” değerleri bulunur.

coefficient = 0,0010

constant = 0,3691 olarak bulunur.

Yukarıda yazılı olan denklemde bulunan değerler 3. Bölümde regresyon analizi bölümünde yer alan denklem (3.9)’da yerine konulursa denklem (4.11) elde edilebilir.

$$\text{Log}(\text{Tüketim}/\text{Üretim}) = 0,0010 \times \text{Log}(\text{üretim}) + 0,3691 \quad (4.11)$$

Denklem (4.11)'de yer alan logaritmik ifadelerden kurtulup denklem (4.12)'de yer alan şekle sokulabilir.

$$\text{Hesaplanan Spesifik Tüketim} = 10^{0,3691} X (\text{Üretim})^{0,0010} \quad (4.12)$$

* Hesaplamalarda kolaylık sağlaması amacıyla oluşturulacak olan tablonun ilk sütununa, üretim büyüklüğüne göre uygun artışlarla maksimum üretim değerini geçecek bir değere kadar “Varsayım Üretim Değerleri” yazılır.

* Varsayım Üretim değerlerini kullanarak ve yukarıda oluşturulan denklem (4.12) yardımıyla da oluşturacağımız tablonun ikinci sütununa da “Hesaplanan Spesifik Tüketim” değerleri yazılır.

* Tablonun son iki sütununa da “Gerçek Üretim” ve “Gerçek Spesifik Tüketim” değerleri yazılırsa çizelge 4.17 ortaya çıkmış olur.

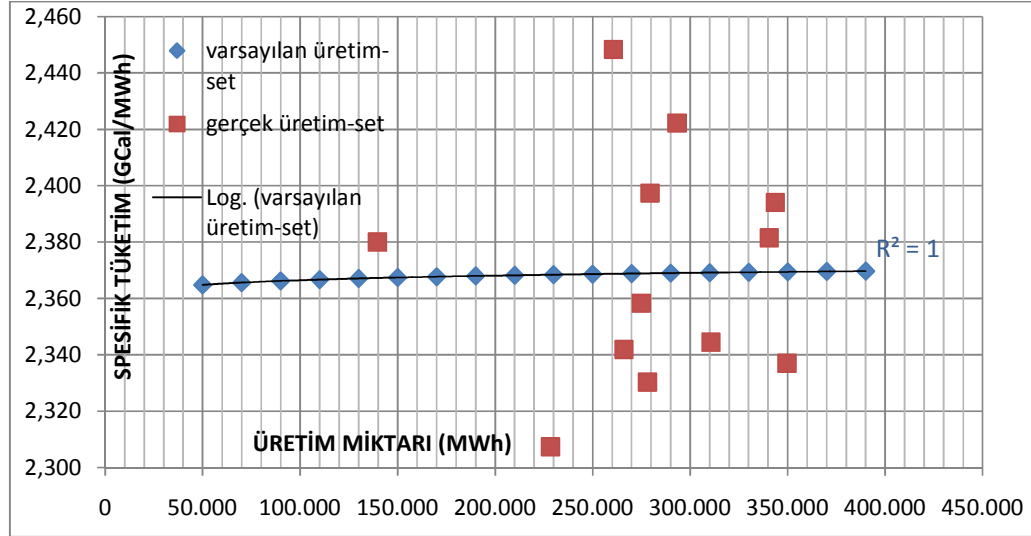
* Bundan sonra excell programı yardımıyla yukarıda tabloda belirtilen değerler kullanılarak önce “Varsayım Üretim” değerleri “x” ekseninde ve “Hesaplanan Spesifik Tüketim” değerleri “y” ekseninde olmak üzere noktasal x-y dağılımları grafik üzerinde gösterilir. Ardından x-y noktalarına en iyi uyan eğri çizilir.

* Aynı yöntemle “Gerçek Üretim” değerleri “x” ekseninde “Gerçek Spesifik Tüketim” değerleri de “y” ekseninde olmak üzere aynı grafik üzerinde x-y dağılım noktaları işaretlenirse şekil 4.14 ortaya çıkar.

Çizelge 4.17 : Ambarlı Santrali için Regresyon analizi hesaplama tablosu.

Varsayım Üretim	(4.12) Yardımla Hesaplanan Spesifik Tüketim	Gerçek Üretim (MWh)	Gerçek Spesifik Tüketim (GCal/MWh)
50.000	2,365	349.611	2,3370
70.000	2,366	278.118	2,3303
90.000	2,366	139.654	2,3800
110.000	2,367	228.382	2,3074
130.000	2,367	274.939	2,3583
150.000	2,367	279.391	2,3974
170.000	2,368	340.608	2,3815
190.000	2,368	343.660	2,3941
210.000	2,368	293.279	2,4222
230.000	2,368	260.690	2,4484
250.000	2,369	310.652	2,3445
270.000	2,369	266.072	2,3419
290.000	2,369	-	-
310.000	2,369	-	-
330.000	2,369	-	-
350.000	2,369	-	-
370.000	2,370	-	-
390.000	2,370	-	-

Uydurulan eğrinin doğruluğunu ise eğrinin R^2 değerini excell programı yardımıyla yazdırarak test edilebilir. Ambarlı santrali için bu değer 1 olarak ortaya çıkar; yani regresyon analizinde elde edilen denklemin bağımlı değişkeni ölçme gücü hatasızdır.



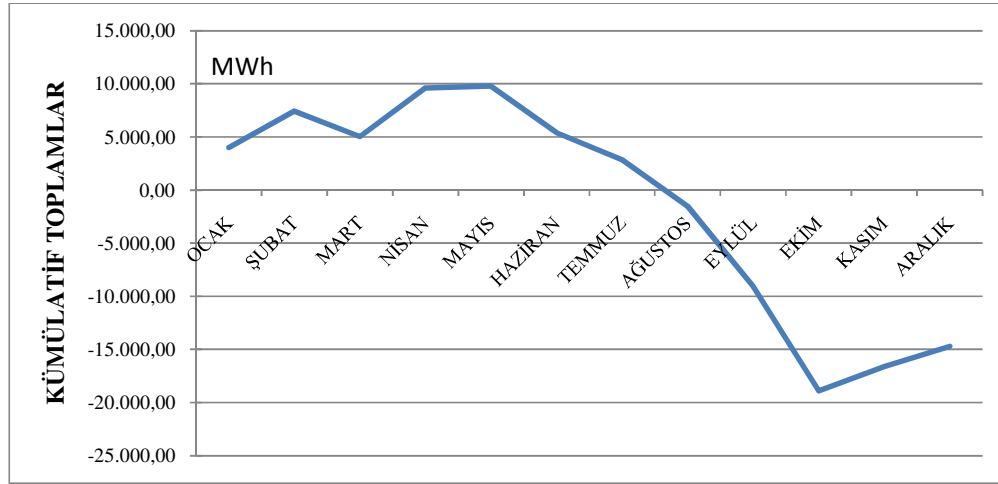
Şekil 4.14 : 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için spesifik tüketim-üretim eğrisi.

4.3.3 Ambarlı Santrali için CUSUM grafiği

Ambarlı Santrali'ne ait CUSUM grafiğinin çizilmesi sırasında işlem kolaylığı sağlaması için çizelge 4.18 oluşturulur. Çizelge 4.18 oluşturulurken ilk sütuna 2008 yılı için santralin brüt üretim miktarları MWh birimiyle aylara göre sıralanır. Sonraki sütuna ise denklem (4.10) kullanılarak Teorik Üretim Miktarı hesaplanıp aylara göre sıralanır. Çizelgenin 3. Sütununa ise yine her ay için Gerçek Üretim Miktarı ile Teorik üretim Miktarı arasındaki fark bulunup sıralanır. Çizelgenin son sütununa ise Kümülatif Toplamları (bir önceki ayın kümülatif toplam değeri ve o ayın fark değeri sıralı şekilde toplanır) yazılarak çizelge son halini alır. Grafik excell programı yardımıyla y ekseninde Kümülatif toplamlar, x ekseninde aylar olacak şekilde çizilirse şekil 4.15 elde edilir.

Çizelge 4.18 : Ambarlı Santrali için Kümülatif Toplam Değerler Tablosu.

	Gerçek Üretim (MWh)	(4.10) Yardımı ile Teorik Üretim (MWh)	Fark	Toplam
OCAK	349.611	345.617	3.994,01	3.994,01
ŞUBAT	278.118	274.670	3.447,53	7.441,54
MART	139.654	142.062	-2.408,16	5.033,37
NİSAN	228.382	223.790	4.591,83	9.625,20
MAYIS	274.939	274.783	156,09	9.781,30
HAZİRAN	279.391	283.781	-4.390,31	5.390,98
TEMMUZ	340.608	343.148	-2.540,13	2.850,85
AĞUSTOS	343.660	348.016	-4.355,81	-1.504,96
EYLÜL	293.279	300.824	-7.545,47	-9.050,43
EKİM	260.690	270.533	-9.843,43	-18.893,87
KASIM	310.652	308.355	2.296,50	-16.597,36
ARALIK	266.072	264.170	1.902,41	-14.694,95



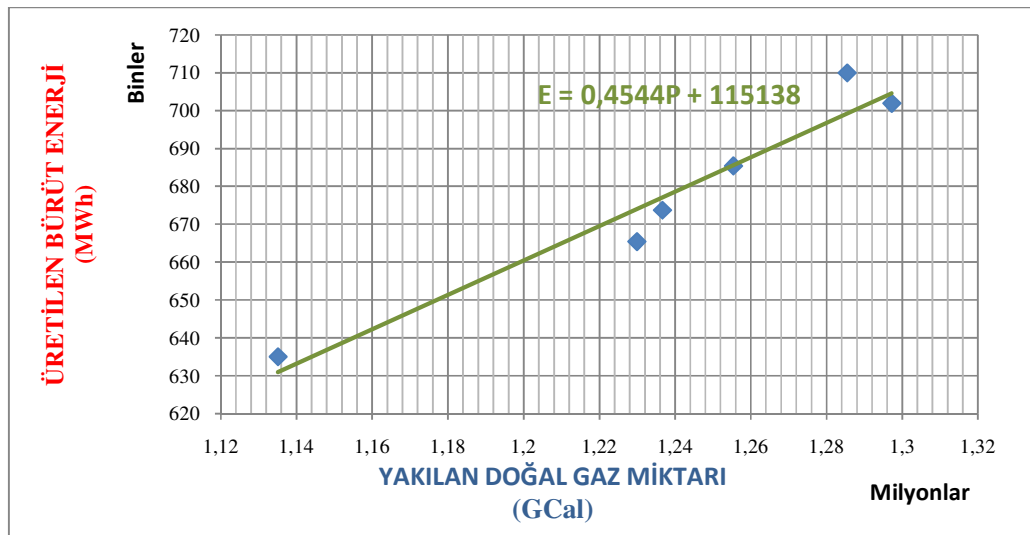
Şekil 4.15 : 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için CUSUM grafiği.

4.4 Hamitabat Santrali için Tespit ve Öneriler

Tez çalışmasının 4.1, 4.2 ve 4.3 bölümlerinde incelenen, farklı yakıt türü kullanan 3 santralden yakıt olarak doğal gaz kullanan Hamitabat Santrali'ne ait şekil 4.4'de yer alan spesifik tüketim-üretim grafiği incelendiğinde eğri altında kalan noktalar verimliliğin iyi olduğu ayları gösterirken eğri üzerinde kalan noktalar verimlilikte azalma olduğunu işaret edecektir. Hamitabat santrali için çizilen grafikte eğri altında kalan (x,y) değerlerinden; (635052 ; 1,787473) yani Eylül ayı üretimi, (709,958; 1,810517) yani Temmuz ayı üretimi, (685428; 1,831519) yani Ağustos ayı üretimi, (673728; 1,835517) yani Kasım ayı üretimi ve (665427; 1,848286) yani Haziran ayı üretimleri beklenen değerden daha iyi bir verimliliğe sahip olan aylardır. Ancak 2008 yılının geri kalan 6 ayı ise beklenen spesifik enerji tüketiminin altında kalmıştır. Yani

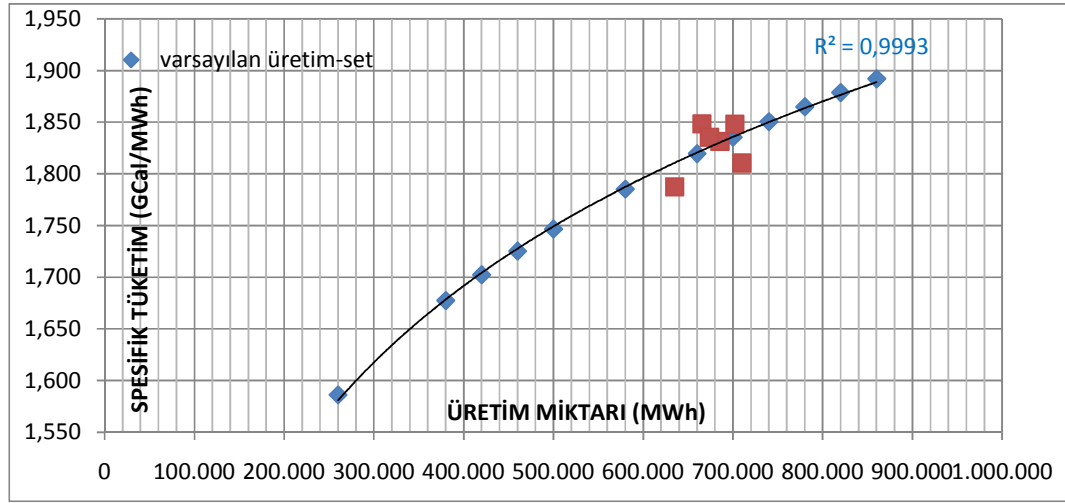
Hamitabat santrali 2008 yılının ancak yarısında beklenen spesifik enerji tüketimini yakalayabilmiştir. Bu nedenle de verimlilik açısından örnek alınacak bir santral olarak kabul edilemez. Bu santral üretim bölümlerinde verimlilik artırıcı projelerin hazırlanması kaçınılmazdır. Aynı santrale ait CUSUM grafiğinin yer aldığı şekil 4.5 incelendiğinde de santral grafiğinin hem pozitif alanda hem de grafik eğiminin pozitif olduğu aylar olan Temmuz ayından Kasım ayına kadar olan süre zarfı verimliliğin en yüksek olduğu aylardır. Grafik eğiminin negatif olduğu hem de grafiğin negatif alanda olduğu Ocak-Şubat ve Mart-Mayıs ayları arasında verimli bir elektrik üretimi gerçekleşmemiştir. Bu nedenle özellikle Ocak-Şubat ve Mart-Mayıs ayları arasında işletme parametreleri dikkatlice incelenmeli ve verimlilikteki azalmanın nedenleri bu aylar arasında aranmalıdır.

Hamitabat santrali için çizilen ve şekil 4.3’de yer alan standart doğru denklemi yardımıyla bölüm 3.5.1’de anlatılan en iyi geçmiş performansa dayalı hedef belirleme metodu kullanılırsa, yani şekil 4.3’deki doğru üzerinde kalan noktalar en iyi verime sahip üretimleri gösterdiği için bu noktaları temsil eden 6 ayın(Mart, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Kasım) üretim ve tüketim noktasal dağılım verileri üzerine excell programı yardımıyla yeni bir standart doğru çizdirilip denklem yazdırılırsa şekil 4.16’ da görülen Hamitabat Santrali için Hedef Doğrusu ortaya çıkmış olur. Bu hedef doğrusu da Hamitabat Santrali için beklenen üretim performansı hesap edilirken kullanılabilir. Santral bundan sonraki üretimlerini, bu hedef doğrusunu esas alarak yapmalıdır.



Şekil 4.16 : Hamitabat Santrali için oluşturulan Hedef Standart Doğrusu.

Hamitabat Santrali'ne ait 2008 yılı verilerinden yola çıkarak regresyon analizi yöntemiyle oluşturulan grafiğin bulunduğu şekil 4.4'de eğri altında bulunan ve enerji verimliliği açısından iyi olan 6 aya ait olan(Mart, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Kasım) üretim tüketim verileri alınıp; bunlar da kendi aralarında bölüm 3.5.1'de anlatılan en iyi geçmiş performansa dayalı hedef belirleme metodu ile tekrar regresyon analizine sokulursa şekil 4.17'de görülen santral için hedef eğrisi ortaya çıkacaktır. Elde edilen bu hedef eğrisi şekil 4.4'de yer alan gerçek SET eğrisinin altında yer alan hedef SET eğrisini verir. Bu eğri enerji yöneticisi için santralde ulaşılması beklenen enerji tüketim performansı için önemli bir kriter olacaktır.



Şekil 4.17 : Hamitabat Santrali için oluşturulan Hedef SET eğrisi.

Çizelge 4.19'da Hamitabat santrali için 2008 yılı aylara göre toplam verimlilik değerleri son sütunda gösterilmiştir. Verimlilik değerleri hesaplanırken 1 KWh = 860 KCal olarak alınmıştır.

Çizelge 4.19 : Hamitabat Santrali 2008 yılı toplam verimlilik değerleri.

	YAKILAN DOĞALGAZ MİKTARI (m3)	DOĞALGAZ ALT ISIL DEĞERİ (Kcal/m3)	AYLIK BRÜT ÜRETİM MİKTARI (MWh)	ISI TÜKETİMİ (Kcal/KWh)	TOPLAM SANTRAL VERİMİ (%)
OCAK	127.333.238	8060	543.841	1887,143298	45,57
ŞUBAT	138.227.349	8060	598.132	1862,653115	46,17
MART	160.942.603	8060	701.927	1848,051692	46,54
NİSAN	159.732.373	8060	677.614	1899,965063	45,26
MAYIS	166.477.190	8060	721.778	1859,028886	46,26
HAZİRAN	152.593.054	8060	665.427	1848,286912	46,53
TEMMUZ	159.477.854	8060	709.958	1810,517669	47,50
AĞUSTOS	155.753.709	8060	685.428	1831,519714	46,96
EYLÜL	140.836.042	8060	635.052	1787,473307	48,11
EKİM	160.831.413	8060	698.977	1854,569161	46,37
KASIM	153.429.248	8060	673.728	1835,517804	46,85
ARALIK	162.722.939	8060	683.263	1919,534481	44,80

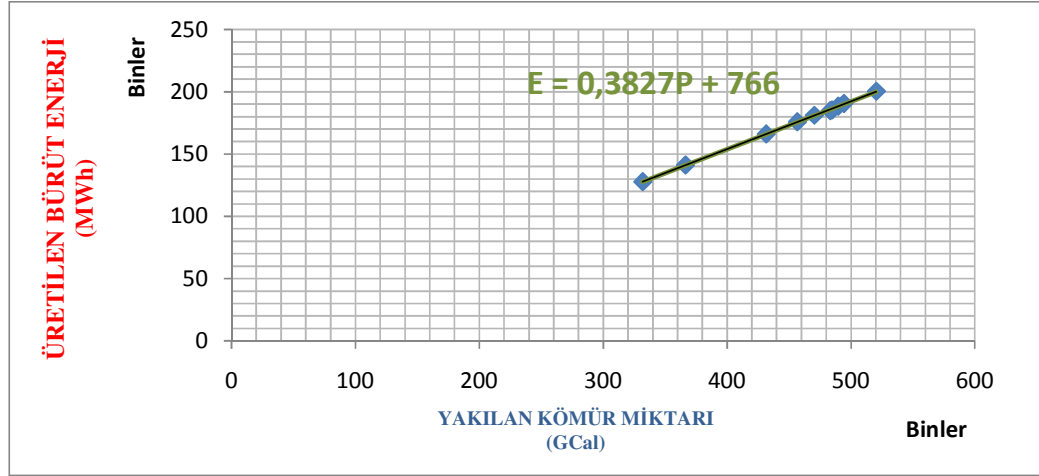
Çizelge 4.19’da açıkca görüldüğü gibi Hamitabat Doğalgaz Santrali toplam verimlilik değerleri çizelge 2.8’de belirtilen OECD üye ülkeler verimlilik değerlerini ancak yakalayabilmiştir. Son beş yıllık Türkiye ortalamasının(%55) ise yaklaşık % 10 altında kalmıştır. Kırklareli-Hamitabat Santrali için de verimli bir santral sıfatı kullanılamaz. Tezin bu tesbiti de, EÜAŞ Genel Müdürü Necmi Yaşar’ın 1. Ulusal Enerji Verimliliği Forumunda yaptığı sunumda “Rehabilitasyon İhtiyacı Olan Termik Santraller” listesinde Hamitabat Doğalgaz Santralini saymasıyla örtüşmektedir.

4.5 Çatalağzı Santrali için Tespit ve Öneriler

Zonguldak-Çatalağzı Santrali’nde ise şekil 4.9 incelendiğinde eğri altında kalan noktalar verimliliğin iyi olduğu ayları gösterirken eğri üzerinde kalan noktalar verimlilikte azalma olduğunu işaret edecektir. Yani Çatalağzı santrali için çizilen grafikte eğri üzerinde kalan (x,y) değerlerinden; (144861 ; 2,7617) yani Kasım ayı üretimi ve (187044; 2,7546) yani Aralık ayı üretim değerleri verimlilikte düşük olarak nitelendirilebilir. Ancak 2007 yılının geneline bakıldığında ise tam 10 ay beklenen spesifik enerji tüketimin altında değerler ortaya çıkmıştır Yani yılın çoğu beklenen üretim performansı açısından iyidir. Yine santrale ait CUSUM grafiğinin yer aldığı şekil 4.10 incelendiğinde eğiminin pozitif olduğu ve grafiğin de pozitif alanda yer aldığı Ocak-Haziran ayları ve Ağustos-Eylül ayları arasındaki üretimlerin verimlilik açısından yüksek olduğu, eğimin negatif olduğu ve grafiğin de negatif alan içersinde kaldığı Kasım-Aralık ayları arasında ise verimliliğin kötüleştiği açıkca görülmektedir. Bu nedenle Zonguldak Çatalağzı santralinde 2007 yılı Kasım-Aralık ayları arasında hangi işletme parametrelerinde değişiklik olduğu bulunmalı ve verimlilikte yaşanan bu kötüleşmenin nedeni veya nedenleri bu yapılan değişikliklerde aranmalıdır.

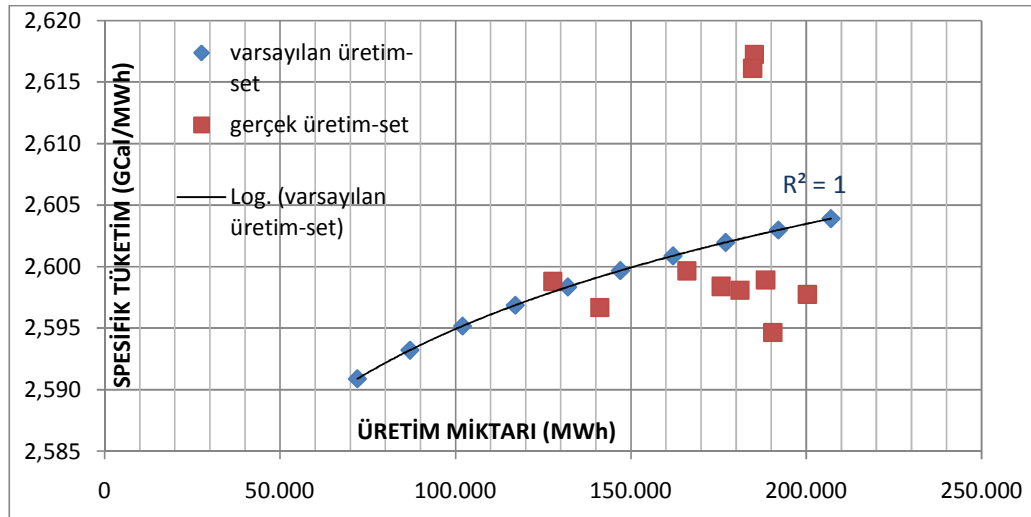
Çatalağzı santrali için çizilen ve şekil 4.8’de yer alan standart doğru denklemi yardımıyla bölüm 3.5.1’de anlatılan en iyi geçmiş performansa dayalı hedef belirleme metodu kullanılırsa, yani şekil 4.8’deki doğru üzerinde kalan noktalar en iyi verime sahip üretimleri gösterdiği için bu noktaları temsil eden 10 ayın(Ocak-Kasım) üretim ve tüketim noktasal dağılım verileri üzerine excell programı yardımıyla yeni bir standart doğru çizdirilip denklem yazdırılırsa şekil 4.18’ de görülen Çatalağzı Santrali için Hedef Doğrusu ortaya çıkmış olur. Bu hedef doğrusu

da Çatalağzı Santrali için beklenen üretim performansı hesap edilirken kullanılabilir. Santral bundan sonraki üretimlerini, bu hedef doğrusunu esas alarak yapmalıdır.



Şekil 4.18 : Çatalağzı Santrali için oluşturulan Hedef Standart Doğrusu.

Çatalağzı Santrali'ne ait 2007 yılı verilerinden yola çıkarak regresyon analizi yöntemiyle oluşturulan grafiğin bulunduğu şekil 4.9'da eğri altında bulunan ve enerji verimliliği açısından iyi olan 10 aya ait olan(Ocak-Ekim ayları arası) üretim tüketim verileri alınıp; bunlar da kendi aralarında bölüm 3.5.1'de anlatılan en iyi geçmiş performansa dayalı hedef belirleme metodu ile tekrar regresyon analizine sokulursa şekil 4.19'de görülen santral için hedef eğrisi ortaya çıkacaktır. Elde edilen bu hedef eğrisi şekil 4.9'da yer alan gerçek SET eğrisinin altında yer alan hedef SET eğrisini verir. Bu eğri enerji yöneticisi için santralde ulaşılması beklenen enerji tüketim performansı için önemli bir kriter olacaktır.



Şekil 4.19 : Çatalağzı Santrali için oluşturulan Hedef SET eğrisi.

Çizelge 4.20’de Çatalağzı Santrali için 2007 yılı aylara göre toplam verimlilik değerleri son sütunda gösterilmiştir. Verimlilik değerleri hesaplanırken 1 KWh = 860 KCal olarak alınmıştır.

Çizelge 4.20 : Çatalağzı Santrali 2007 yılı toplam verimlilik değerleri.

	YAKILAN KÖMÜR MİKTARI (TON)	KÖMÜR ALT ISIL DEĞERİ (Kcal/kg)	AYLIK BRÜT ÜRETİM MİKTARI (MWh)	ISI TÜKETİMİ (Kcal/KWh)	TOPLAM SANTRAL VERİMİ (%)
OCAK	152.994	3200	188.379	2598,91	33,09
ŞUBAT	134.849	3200	165.990	2599,66	33,08
MART	162.611	3200	200.310	2597,75	33,11
NİSAN	114.491	3200	141.093	2596,66	33,12
MAYIS	103.726	3200	127.722	2598,79	33,09
HAZİRAN	142.698	3200	175.737	2598,39	33,10
TEMMUZ	151.471	3200	185.196	2617,27	32,86
AĞUSTOS	154.431	3200	190.461	2594,65	33,15
EYLÜL	146.989	3200	181.043	2598,08	33,10
EKİM	151.000	3200	184.701	2616,12	32,87
KASIM	125.019	3200	144.861	2761,69	31,14
ARALIK	161.010	3200	187.044	2754,60	31,22

Çizelge 4.20’de açıkça görüldüğü gibi Çatalağzı Kömür Santrali toplam verimlilik değerleri çizelge 2.7’de belirtilen OECD üye ülkeler verimlilik değerlerinin altında kalmıştır. Son beş yıllık Türkiye ortalamasının(%35) ise yaklaşık % 2 altındadır. Zonguldak-Çatalağzı Santrali için de verimli bir santral sıfatı kullanılamaz. Ancak beklenen üretim miktarlarını 2007 yılının on ayında yakalamıştır. Yani santralin istikrarlı bir üretimi vardır.

Çatalağzı Termik Santrali’nde 2007 yılı Kasım ayında başlayarak aynı yılın Aralık ayında da devam eden verimlilikteki azalma ve spesifik enerji tüketimindeki artış nedeni olarak ilk önce verilerdeki hata ihtimali göz önüne alınmıştır; ancak takip eden 2008 yılı ve 2009 yılının verilerinin de analiz edilmesi neticesinde spesifik enerji tüketiminin hep artış eğilimi gösterdiği ve 2008 yılında 2,73 ve 2,99 GCal/MWh arasında değerler aldığı 2009 yılında ise 2,77-2,90 GCal/MWh değerleri arasında olduğu görülmektedir. Santrale ait 2007-2009 yılları arasındaki spesifik tüketim değerleri ve bu değerlerden yola çıkılarak elde edilen spesifik tüketim trendi grafiği Ek F.1’de görülmektedir. Yani her ne olursa 2007 yılının Kasım ayından önceki spesifik enerji tüketimi değerleri iki yıl boyunca yakalanamıştır. Tesis işletme Mühendislerinden Tuncay Özgü ile yapılan görüşmelerde yakıt tipi ve kalitesinde bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla verimlilikteki bu azalmanın yakıt tipine bağlı olarak yaşanmadığı, kazan sistemlerindeki boru devrelerinin ısı transfer yüzeylerindeki ısı transferi oranlarının

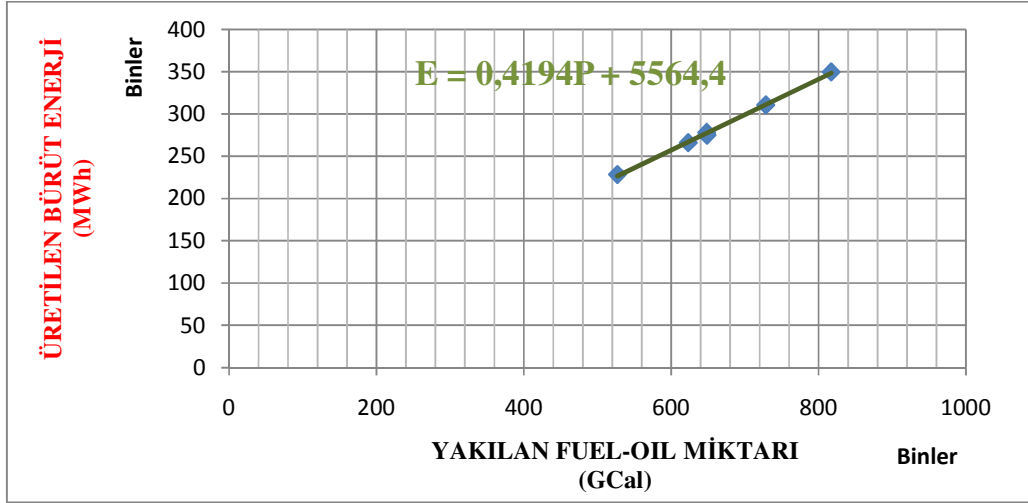
düşmesi veya kazan yakma brülörlerinde optimum bir yanma sağlanamaması ihtimalleri üzerinde durulmaktadır. Bu konudaki detaylı inceleme sonucunu ve 2007 Kasım ayından sonra hangi işletme parametrelerinde değişiklikler yaşandığıyla ilgili sorunun cevabı hala ÇATES İşletme Mühendislerinden beklenmektedir.

4.6 Ambarlı Santrali için Tespit ve Öneriler

İstanbul-Ambarlı santralinde şekil 4.14 incelendiğinde eğri altında kalan noktalar verimliliğin iyi olduğu ayları gösterirken eğri üzerinde kalan noktalar verimlilikte azalma olduğunu işaret edecektir. Ambarlı santrali için çizilen grafikte eğri altında kalan (x,y) değerlerinden; (228382 ; 2,3074) yani Nisan ayı üretimi ve (278118; 2,3303) yani Şubat ayı üretimi, (349611; 2,3370) yani Ocak ayı üretimi, (266072; 2,3419) yani Aralık ayı üretimi, (310652; 2,3445) yani Kasım ayı üretimi ve (274939; 2,3583) yani Mayıs ayı üretim değerleri verimlilikte düşük olarak nitelendirilebilir. Yani Ambarlı santrali de tıpkı Hamitabat Santrali gibi yılın ancak 6 ayında beklenen spesifik enerji tüketim değerini yalalayabilmiştir. Geri kalan 6 ayda ise spesifik enerji tüketim değerleri beklenenin üstünde olmuştur. Bu sonuç da Ambarlı Santrali için verimli bir enerji santrali sıfatını kullanamayacağımızı gösterir. Ambarlı Fuel-Oil Termik Santraline ait olan CUSUM grafiğinin bulunduğu şekil 4.15 incelendiğinde; grafiğin hem pozitif alanda yer aldığı hem de grafik eğiminin pozitif olduğu aylar olan Ocak-Şubat, Mart-Nisan arasındaki dönemde verimlilik açısından en iyi ayları işaret eder. Santralin Ağustos ayından Kasım ayına kadar olan periyotta ise verimliliğin en kötü olduğu ayları işaret ettiği için özellikle bu zaman periyodunda yakıt niteliğinde ya da diğer işletme koşullarında ne gibi değişiklikler olduğunun tespiti yapılmalıdır.

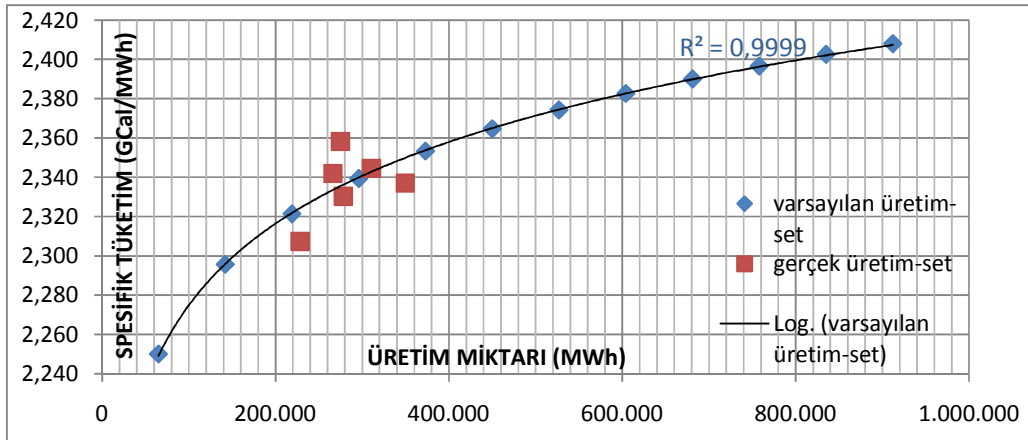
Ambarlı santrali için çizilen ve şekil 4.13’de yer alan standart doğru denklemi yardımıyla bölüm 3.5.1’de anlatılan en iyi geçmiş performansa dayalı hedef belirleme metodu kullanılırsa, yani şekil 4.13’deki doğru üzerinde kalan noktalar en iyi verime sahip üretimleri gösterdiği için bu noktaları temsil eden 6 ayın(Ocak, Şubat, Nisan, Mayıs, Kasım ve Aralık) üretim ve tüketim noktasal dağılım verileri üzerine excell programı yardımıyla yeni bir standart doğru çizdirilip denklem yazdırılırsa şekil 4.20’ de görülen Ambarlı Santrali için Hedef Doğrusu ortaya çıkmış olur. Bu hedef doğrusu da Ambarlı Santrali için beklenen üretim performansı hesap

edilirken kullanılabilir. Santral bundan sonraki üretimlerini bu hedef doğrusunu esas alarak yapmalıdır.



Şekil 4.20 : Ambarlı Santrali için oluşturulan Hedef Standart Doğrusu.

Ambarlı Santrali'ne ait 2008 yılı verilerinden yola çıkarak regresyon analizi yöntemiyle oluşturulan grafiğin bulunduğu şekil 4.14'de eğri altında bulunan ve enerji verimliliği açısından iyi olan 6 aya ait olan(Ocak, Şubat, Nisan, Mayıs, Kasım, Aralık) üretim tüketim verileri alınıp; bunlar da kendi aralarında bölüm 3.5.1'de anlatılan en iyi geçmiş performansa dayalı hedef belirleme metodu ile tekrar regresyon analizine sokulursa şekil 4.21'de görülen santral için hedef SET eğrisi ortaya çıkacaktır. Elde edilen bu hedef eğrisi şekil 4.14'de yer alan gerçek SET eğrisinin altında yer alan hedef SET eğrisini verir. Bu eğri enerji yöneticisi için santralde ulaşılması beklenen enerji tüketim performansı için önemli bir kriter olacaktır.



Şekil 4.21 : Ambarlı Santrali için oluşturulan Hedef SET eğrisi.

Çizelge 4.21’de Ambarlı Santrali için 2008 yılı aylara göre toplam verimlilik değerleri son sütunda gösterilmiştir. Verimlilik değerleri hesaplanırken 1 KWh = 860 KCal olarak alınmıştır.

Çizelge 4.21 :Ambarlı Santrali 2008 yılı toplam verimlilik değerleri.

	YAKILAN FUEL-OIL	FUEL-OIL ALT ISIL	YAKILAN MOTORİN	MOTORİN ALT ISIL	AYLIK BRÜT ÜRETİM	ISI TÜKETİMİ	TOPLAM SANTRAL
	MİKTARI (TON)	DEĞERİ (Kcal/kg)	MİKTARI (TON)	DEĞERİ (Kcal/kg)	MİKTARI (MWh)	(Kcal/KWh)	VERİMİ (%)
OCAK	85.285,213	9618	14,493	10300	349.611	2346,67232	36,65
ŞUBAT	67.652,616	9620	27,907	10300	278.118	2341,112794	36,73
MART	34.694,988	9618	23,905	10300	139.654	2391,214115	35,96
NİSAN	55.007,149	9618	7,486	10300	228.382	2316,889531	37,12
MAYIS	67.680,559	9631	32,47	10300	274.939	2372,038542	36,26
HAZİRAN	69.916,966	9640	17,662	10300	279.391	2413,039328	35,64
TEMMUZ	84.671,619	9647	104,5	10300	340.608	2401,30431	35,81
AĞUSTOS	85.881,400	9626	26,938	10300	343.660	2406,366228	35,74
EYLÜL	74.152,765	9239	0	10300	293.279	2335,991993	36,82
EKİM	66.624,422	9578	33,48	10300	260.690	2449,167816	35,11
KASIM	76.024,478	9607	15,109	10300	310.652	2351,579204	36,57
ARALIK	65.042,792	9604	56,989	10300	266.072	2349,95776	36,60

Çizelge 4.21’de açıkça görüldüğü gibi Ambarlı Fuel-Oil Santrali toplam verimlilik değerleri çizelge 2.9’de belirtilen OECD üye ülkeler verimlilik değerlerinin(%37) altında kalmıştır. Son beş yıllık Türkiye ortalamasının (%35) ise üstünde ortalama toplam verimlilik değerlerine sahiptir. Ambarlı-Fuel Oil Santralinde 10.11.2008 tarihinde yatırım sözleşmesi imzalanan ve 540 MW kapasite artışı sağlayacak olan santralin 4. ve 5. Ünitelerinin rehabilitasyonu, iki adet gaz türbini ilavesi ve kazanların atık ısı kazanına dönüştürülmesi projesi uygulamaya başlanmıştır. Bu da tezde Ambarlı Santrali için yapılan tespitle örtüşmektedir. Zira bu yatırımların en büyük amacı Ambarlı Santrali’nin verimlilik değerinin artırılmasıdır.

5. SONUÇ

Ülkemiz kömür, doğalgaz ve fuel-oil gibi fosil kökenli yakıtların yakıldığı santraller göz önüne alındığında son beş yıllık üretim tüketim verileri kullanılarak hesaplanan santral verimlilik ortalaması açısından % 44 gibi bir verimlilik değeriyle OECD ve dünya geneli ortalamasının bir hayli üstündedir. Bu üstünlüğün en büyük pay sahibi ise hiç kuşkusuz ülkemiz elektrik üretiminin % 50'ye yakın kısmını üstlenen doğalgaz çevrim santralleridir. Ülkemizde doğalgaz kullanarak elektrik üretimi yapan santraller için son beş yıllık verimlilik değerleri Uluslararası Enerji Alanı gibi güvenilir kurumlarda bile % 55 gibi dünya ortalamasının çok üzerinde görülmektedir. Ancak ülkemizdeki doğalgaz çevrim santralleri tek tek incelendiğinde ve istatistiki analizler yapıldığında aynı iyimser tablo ortaya çıkmamaktadır. Hamitabat Doğalgaz Çevrim Santrali gibi kurulu gücü 1000 MW'ın üzerinde olan büyük ölçekli bir santralimizde gerek verimlilik değerlerinin gerekse spesifik tüketim değerlerinin beklenenin altında olduğu görülmektedir. Dolayısıyla ister kamuya ait olsun ister özel sektör mülkiyetinde olsun; santrallerin yıl içindeki elektrik üretim miktarları ve yakılan yakıt miktarlarının tek tek tablolandığı sektör raporları yerine; gerçek spesifik enerji tüketim miktarları, bu gerçek spesifik enerji tüketim miktarlarının varsayılan spesifik enerji tüketim miktarlarından ne kadar saptığı, gerçek üretim miktarlarının beklenen üretim miktarlarına ne kadar yakın olduğu ve verimlilik değerlerinin de yer aldığı yıllık raporların yayımlanıp kamuoyuyla paylaşılması sağlanmalıdır. Bu analizlerin sadece santrallerin teknik bürolarında yer alan bir kaç mühendisin bilgisi dahilinde kalması ülkemizde elektrik üretimi yapan santrallere bütünlüklü bir müdahaleyi olanaksız kılmaktadır. Bundan dolayı Enerji Bakanlığı'nın ve EİE idaresi gibi paydaşların öncülüğünde bir bilgi havuzu oluşturulup bu bilgi havuzunda elektrik üretimi yapan santrallerin yakıt ve yakma tiplerine göre katagorize edilmesi sağlanmalı ve aynı kulvardaki santraller kendi aralarında verimlilik, beklenen üretim miktarı, beklenen spesifik enerji tüketimi gibi alanlarda aylara ve yıllara göre kıyaslanmalıdır. Öyle ki aynı yakıt ve yakma tipini kullanan santrallerde verimlilik artışı sağlanan veya spesifik enerji tüketim miktarı bir önceki periyoda göre düşen santraller, tüzel kurum bazında

vergilendirme diliminde avantaj sağlama, çalışan personel için ise teşvik primi ödenmesi gibi ödüllendirme sistemleri kurulmalıdır. Yani tıpkı spor branşlarında olduğu gibi kategorilerine göre santraller için bir verimlilik ligi oluşturulabilir. Böyle bir sistemde elbetteki % 100 yükte çalışan, kalorifik değeri çok yüksek ithal pülvarize kömür yakan ve süperkritik bir kazana sahip bir kömür santraliyle sadece kısmi yüklerde çalışan ve kritik altı buhar üretebilen bir kömür santrali kıyaslanmayacaktır. Zira bu tip santraller aynı kulvarda yarışamaz; ancak ölçekleri birbirine yakın yakma teknolojileri aynı olan santraller sürekli bir verimlilik rekabeti içerisinde olacaklardır.

Enerji Yönetiminde sürekli iyileştirilebilen sistematik bir yaklaşım geliştirilebilmesi için ülkemizde bulunan tüm termik santrallerde “Enerji Yönetim Sistemi” kurulmalı ve bu yönetim sisteminin en önemli aşaması olan İzleme ve Hedef Belirleme için kullanılacak veriler sürekli analiz edilmelidir. Termik Santraller için belirlenecek hedefler bazen büyük yatırımlar gerektirebilir. Örneğin 18 Mart Çan Termik Santralinde kullanılmaya başlayan ve kazan verimini % 92’ye çıkaran akışkan yatak yakma teknolojisinin kurulması bunlardan biridir. Böyle bir yatırım sayesinde Çan termik santralinde santral verimi % 41,5’a çıkarılabilmektedir. Bazen de kazan boru değişimi gibi çok daha az maliyetli ve hızlı olarak uygulanabilecek projeler hazırlanabilir. Öyle ki sadece kazan boru değişimiyle bile EUAŞ’a ait santrallerde 2004-2008 yılları arasında 2,6 Milyar KWh üretim artışı sağlanmıştır [22]. Afşin-Elbistan-A Termik Santralinde; 2012’de tamamlanması planlanan termik santral rehabilitasyonu ile 4.5 milyar KWh üretim artışı sağlanması öngörülmektedir. Kangal Termik Santralinde her biri 150 MW’lık 1. Ve 2. Ünitelere ait olan kazanların rehabilitasyonu çalışmaları başlamıştır. Aliağa’da daha önce yakıt olarak motorin yakan 4 gaz türbinin yakıt sisteminin doğal gazı da kullanabilmesine olanak sağlayacak şekilde dönüştürülmesi çalışmalarına başlanmıştır. Yukarıda sayılan projelerin ilk adımı bu üç santralde 2000’li yılların başında uygulamaya konulan Enerji Yönetim Sistem sayesinde gerçekleşmiştir. Dolayısıyla santrale ait elektrik üretim verilerinin tek başına bir kriter olarak kullanılmaması, üretim ve tüketim değerlerinin birlikte analiz edilerek elde edilen sonuçların verimlilik artırıcı projelerin geliştirilmesi için kullanılması termik santral enerji yöneticileri için kaçınılmazdır.

Kestirimci bakım teknikleri, yanma optimizasyonu, soğutma suyu sistemleri, yakıt dönüşümleri ve ilave kapasite artırımı, Frekans Konvantörleri uygulaması, aydınlatma sistemi değişimi, ısı yalıtımı veya kompanzasyon gibi verimlilik artırıcı hangi proje uygulamaya sokulursa sokulsun bu projeler santrallerde kurulan Enerji Yönetim Sistemlerinin ürünüdür.

Tez çalışmasının bir adım daha öteye götürülüp çalışmaların devam ettilmesi gerekmektedir. Bunun için şu dört ana başlıkta çalışma yapılabilir.

- I) İncelenen üç santral için kurulan standart doğru denklemleri oluşturulurken kullanılan doğrusal matematiksel model; logaritmik, üstel vb. matematiksel modeller de kullanılarak istatistiki veri analizleri yapılabilir. Bu şekilde son verilere en iyi uyan matematiksel model bulunabilir.
- II) İstatistiki analiz için kullanılan veri setlerinin sayısı artırılıp 5 yıllık bir periyoda yayılabilir, böylece incelenen bir yıllık periyot içerisinde, çeşitli nedenlerle sırf o yıla ait üretim düşüşleri yaşanmışsa bu tür negatif etkiler berteraf edilebilir.
- III) Santraller için çizilen Varsayılan Üretim-SET eğrilerinden çok fazla sapan ve SET değerlerinin çok yüksek çıktığı aylarda santrallere ait hangi işletme parametrelerinin değiştiğine dair detaylı taramalar santral teknik bürolarında yapıp nedenleri ile ilgili öngörülerde bulunulabilir.
- IV) Santrallerden birisi seçilerek kazan ve türbin verimlerinin ayrı ayrı hesaplanması için egzoz gaz sıcaklıkları, egzoz gaz debisi ve entalpisi baca gazındaki O_2 miktarı, besleme suyu debisi, sıcaklığı basıncı ve entalpisi gibi verim hesabında gerekli tüm parametreler ölçü aletleri yardımıyla kaydedilip, bulunan toplam verimlilik değerleriyle kıyaslanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] **IEA**, 2008. Energy efficiency indicators for public electricity production from fossil fuels IEA Information Paper.
- [2] **Alptürk, T.**, 1984. Ülkemizde termik santraller ve elektrik üretimi içindeki yerleri, Elektrik Mühendisleri Odası Yayını.
- [3] **TEMSAN**, 2008. Sektör raporu.
- [4] **EÜAŞ**, 2008. Yıllık rapor.
- [5] **TETAŞ**, 2009. Sektör raporu.
- [6] **EÜAŞ**, 2008. Elektrik üretim sektör raporu..
- [7] **Patrick, D.R., Fardo, S.W., Richardson, R. E., Patrick, S.R.**, 2007 Second Edition: Energy Conservation Guidebook, p. 1-7, 397-423 *The Fairmont Press Inc.*,
- [8] **Albert Thumann, P.E., C.E.M. Scott Dunning, Ph.D., C.E.M.**, 2008 Ninth Edition: Plant Engineers and Managers Guide to Energy Conservation, p.1-57, 287-301, *The Fairmont Press Inc.*,
- [9] **Mull, T.E.**, 2001: Practical Guide to Energy Management for Facilities Engineers and Plant Managers, p. 1-7, 47-64 *Asme Press*, New York
- [10] **Piper, J.E.**, 1999: Operations and Maintenance Manual for Energy Management, p. 273-282, M.E. Sharpe Inc., USA
- [11] **EİE İdaresi**, 2009. Sanayide Enerji Yönetimi Esasları Cilt –I, 7. Baskı, 3. Revizyon.
- [12] **EİE İdaresi**, 2009. Sanayide Enerji Yönetimi Esasları Cilt –II, 7. Baskı, 3. Revizyon.
- [13] **EİE İdaresi**, 2009. Sanayide Enerji Yönetimi Esasları Cilt –III, 7. Baskı, 3. Revizyon.
- [14] **EİE İdaresi**, 2009. Sanayide Enerji Yönetimi Esasları Cilt –IV, 7. Baskı, 3. Revizyon.
- [15] **Url-1** <<http://www.deu.tr/userweb/kemal.sehirli/dosyalar/regresyon1-2.pdf>>, alındığı tarih 20.11.2009.
- [16] **Url-2** <www2.itu.edu.tr/~erdem/olcme/olcme-03.pdf>, alındığı tarih 20.12.2009.
- [17] **Url-3** <itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section3/pmc323.htm>, alındığı tarih 20.01.2010.
- [18] **Url-4** <www.variation.com/cpa/help/hs108.htm>, alındığı tarih 13.03.2009.
- [19] **Url-5** <<http://www.euas.gov.tr>>, alındığı tarih 20.09.2009.
- [20] **Url-6** <<http://www.heas.gov.tr/teknikbilgi.html>>, alındığı tarih 20.09.2009.

- [21] **Url-7** <<http://www.catestermik.com/index/cates/uretim.htm>>, alındığı tarih 20.09.2009.
- [22]**Yaşar, N.**, Elektrik Üretim Tesislerinde Verimliliğin Artırılması, *I. Ulusal Enerji Verimliliği Forumu Sunumu*, Ocak 2009.

EKLER

EK A.1 : Türkiye kurulu gücünün yıllar itibariyle gelişimi.

EK B.1 : Seçilen matematiksel modelin doğrusallığı.

EK C.1 : Bir kumaş fabrikasına ait enerji üretim tüketim grafikleri.

EK D.1 : Regresyon analizi için MATLAB’de yazılan program.

EK E.1 : Ambarlı Santraline ait 2008 yılı verileri.

EK F.1 : Çatalağzı Santrali’nin 2007- 2009 yılları arası spesifik tüketim trendi.

EK A.1

Çizelge A.1 : Türkiye kurulu gücünün yıllar itibariyle gelişimi [19].

					Birim(Unit) : MW					
YIL	TERMİK	HİDROLİK	TOPLAM	ARTIŞ	YIL	TERMİK	HİDROLİK	JEOTER.+RÜZ.	TOPLAM	ARTIŞ
YEAR	THERMAL	HYDRO	TOTAL	INCREASE	YEAR	THERMAL	HYDRO	GEOTHERM.WIND	TOTAL	INCREASE
				%						%
1913	17,2	0,1	17,3	-	1965	985,4	505,1		1490,5	5,1
1923	32,7	0,1	32,8	89,6	1966	1028,0	616,3		1644,3	10,3
1924	32,8	0,1	32,9	0,3	1967	1257,4	701,7		1959,1	19,1
1925	33,3	0,1	33,4	1,5	1968	1243,4	723,2		1966,6	0,4
1926	48,4	0,2	48,6	45,5	1969	1243,4	723,8		1967,2	0,03
1927	51,5	0,4	51,9	6,8	1970	1509,5	725,4		2234,9	13,6
1928	64,4	1,5	65,9	27,0	1971	1706,3	871,6		2577,9	15,3
1929	68,9	3,2	72,1	9,4	1972	1818,7	892,6		2711,3	5,2
1930	74,8	3,2	78,0	8,2	1973	2207,1	985,4		3192,5	17,7
1931	98,7	3,2	101,9	30,6	1974	2282,9	1449,2		3732,1	16,9
1932	99,8	3,5	103,3	1,4	1975	2407,0	1779,6		4186,6	12,2
1933	104,3	3,5	107,8	4,4	1976	2491,6	1872,6		4364,2	4,2
1934	112,9	4,5	117,4	8,9	1977	2854,6	1872,6		4727,2	8,3
1935	121,2	5,0	126,2	7,5	1978	2987,9	1880,8		4868,7	3,0
1936	133,3	5,2	138,5	9,7	1979	2987,9	2130,8		5118,7	5,1
1937	161,7	5,4	167,1	20,6	1980	2987,9	2130,8		5118,7	0,0
1938	173,1	5,4	178,5	6,8	1981	3181,3	2356,3		5537,6	8,2
1939	210,1	5,5	215,6	20,8	1982	3556,3	3082,3		6638,6	19,9
1940	209,2	7,8	217,0	0,6	1983	3695,8	3239,3		6935,1	4,5
1941	213,8	8,2	222,0	2,3	1984	4569,3	3874,8	17,5	8461,6	22,0
1942	218,5	8,2	226,7	2,1	1985	5229,3	3874,8	17,5	9121,6	7,8
1943	228,2	8,2	236,4	4,3	1986	6220,2	3877,5	17,5	10115,2	10,9
1944	233,7	8,2	241,9	2,3	1987	7474,3	5003,3	17,5	12495,1	23,5
1945	237,7	8,2	245,9	1,7	1988	8284,8	6218,3	17,5	14520,6	16,2
1946	238,5	9,0	247,5	0,7	1989	9193,4	6597,3	17,5	15808,2	8,9
1947	242,3	9,1	251,4	1,6	1990	9535,8	6764,3	17,5	16317,6	3,2
1948	296,2	9,3	305,5	21,5	1991	10077,8	7113,8	17,5	17209,1	5,5
1949	371,8	10,0	381,8	25,0	1992	10319,9	8378,7	17,5	18716,1	8,8
1950	389,9	17,9	407,8	6,8	1993	10638,4	9681,7	17,5	20337,6	8,7
1951	399,2	24,0	423,2	3,8	1994	10977,7	9864,6	17,5	20859,8	2,6
1952	412,0	25,8	437,8	3,4	1995	11074,0	9862,8	17,5	20954,3	0,5
1953	470,1	29,4	499,5	14,1	1996	11297,1	9934,8	17,5	21249,4	1,4
1954	480,2	36,7	516,9	3,5	1997	11771,8	10102,6	17,5	21891,9	3,0
1955	573,5	38,1	611,6	18,3	1998	13021,3	10306,5	26,2	23354,0	6,7
1956	731,9	154,2	886,1	44,9	1999	15555,9	10537,2	26,2	26119,3	11,8
1957	777,6	161,8	939,4	6,0	2000	16052,5	11175,2	36,4	27264,1	4,4
1958	809,1	220,9	1030,0	9,6	2001	16623,1	11672,9	36,4	28332,4	3,9
1959	843,4	317,6	1161,0	12,7	2002	19568,5	12240,9	36,4	31845,8	12,4
1960	860,5	411,9	1272,4	9,6	2003	22974,4	12578,7	33,9	35587,0	11,7
1961	878,6	445,3	1323,9	4,0	2004	24144,7	12645,4	33,9	36824,0	3,5
1962	901,2	469,6	1370,8	3,5	2005	25902,3	12906,1	35,1	38843,5	5,5
1963	902,6	478,5	1381,1	0,8	2006	27420,2	13062,7	81,9	40564,8	4,4
1964	921,1	497,2	1418,3	2,7	2007	27271,6	13394,9	169,2	40835,7	0,7
					2008	27595,0	13828,7	393,5	41817,2	2,4
Not:Jeotermal santralının kurulu gücü 2003					Note: Installed capacity of Geothermal P.P. Is revised and					
yılında EÜAŞ tarafından revize edilerek 15 MW'a					decreased to 15 MW in 2003 by EÜAŞ.					
düşürülmüştür.					reflected to all installed capacity table as well.					

EK B.1

SEÇİLEN MATEMATİKSEL MODELİN DOĞRUSALLIĞI

Enerji üretim standardının tayini için santrallere uyarlanan (3.7) denklemi $E = a + bP$ şeklinde seçilmiştir. Öyle ki:

Denklemden yer alan parametreleri santrale uyarlırsak:

E: Enerji Üretimi (MWh) – *y* ekseninde,

P: Tüketilen Enerji Miktarı – Yakılan Yakıt Miktarı (GCal) – *x* ekseninde,

b: Doğrunun Eğimi,

a: *y* Ekseninde Kayma,

n: Veri Noktalarının Sayısı'dır.

(3.7) denklemi:

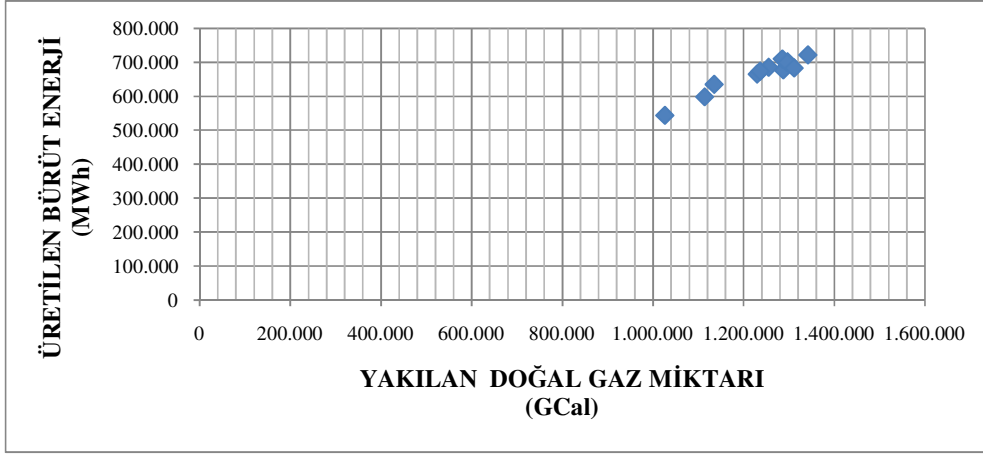
* $E = b + c_1P + c_2P^2 + c_3P^3 + \dots$ Şeklinde polinom ifade eden bir denklem,

* $E = c \ln P + b$ tipinde logaritmik bir denklem,

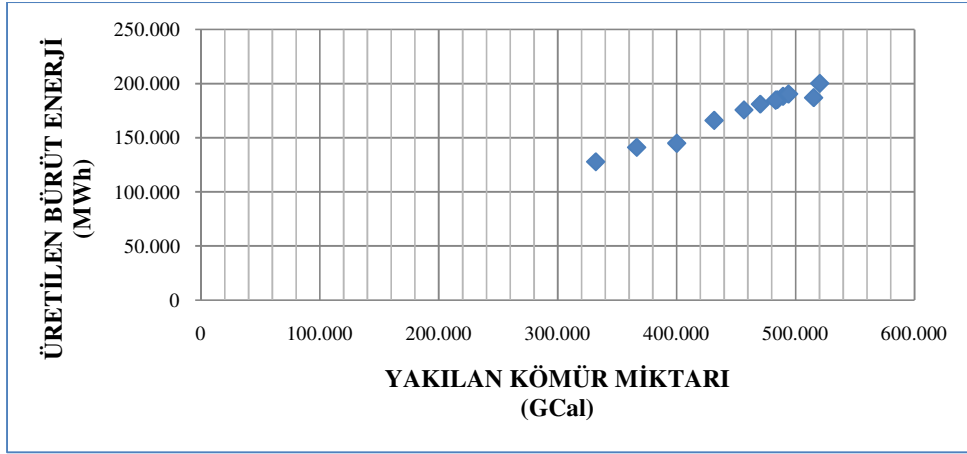
* $E = ce^{bP}$ şeklinde üstel bir denklem veya

* $E = cP^b$ tipinde bir üs denklem olarak modellenebilirdi. Kurulan hangi modelin doğruluğu daha fazladır sorusunun yanıtı ise tümünden gelim yöntemiyle bulunabilir. Excell programının grafik analiz özellikleri bu yöntemi uygulamak için yeterli olacaktır. Bununla ilgili bir örnek sırasıyla Hamitabat-Doğalgaz santrali, Çatalağzı-Kömür Santrali ve son olarak da Ambarlı Fuel-Oil Santrali için yapılırsa:

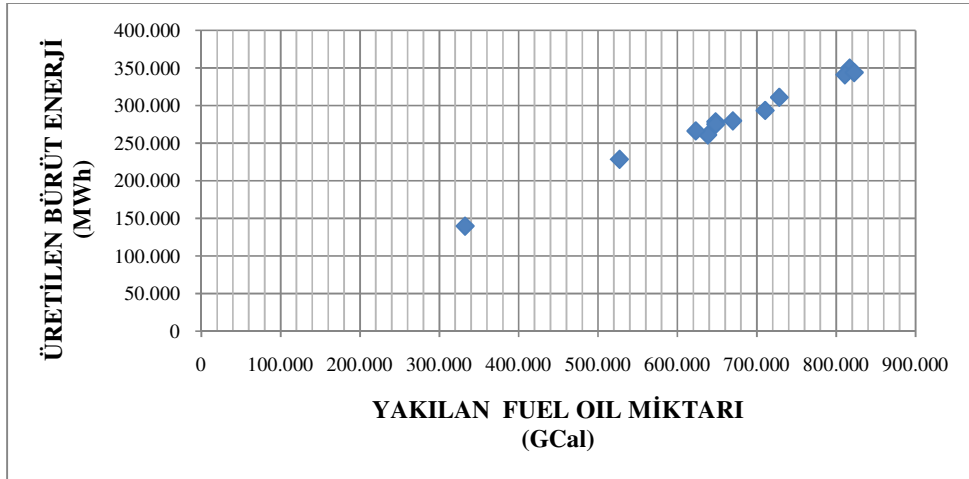
i) Önce aylara göre MWh olarak elektrik üretim miktarları *y* eksenini için, GCal olarak yakılan yakıt miktarları ise *x* eksenini için veri seti olarak seçilerek *x-y* dağılım noktaları grafik üzerinde gösterilir.



Şekil B.1: 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali üretime karşı tüketim değerleri.

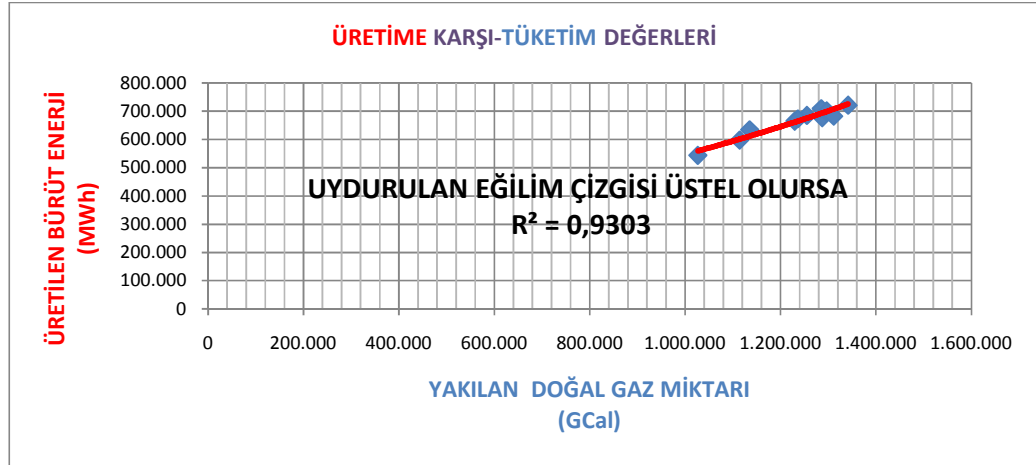


Şekil B.2 : 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için üretime karşı tüketim değerleri.

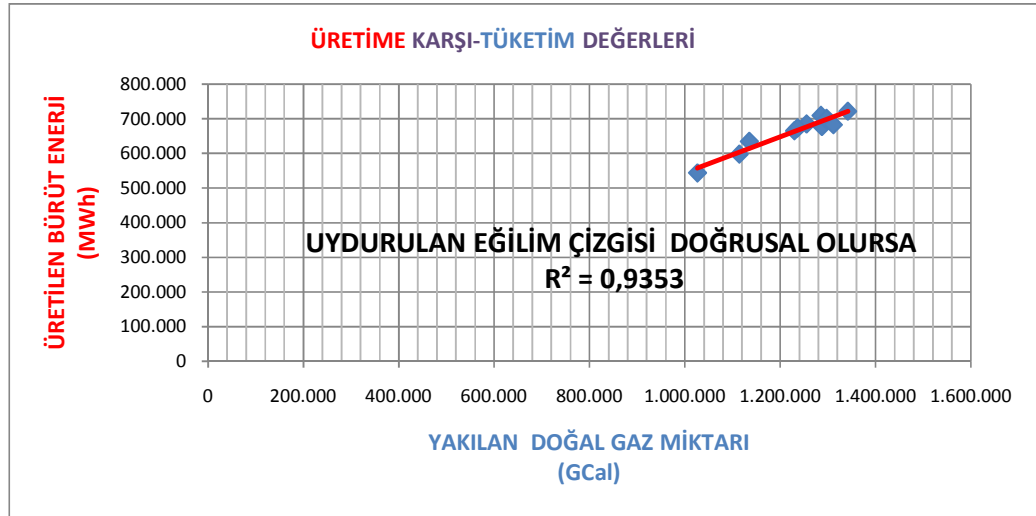


Şekil B.3 : 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için üretime karşı tüketim değerleri.

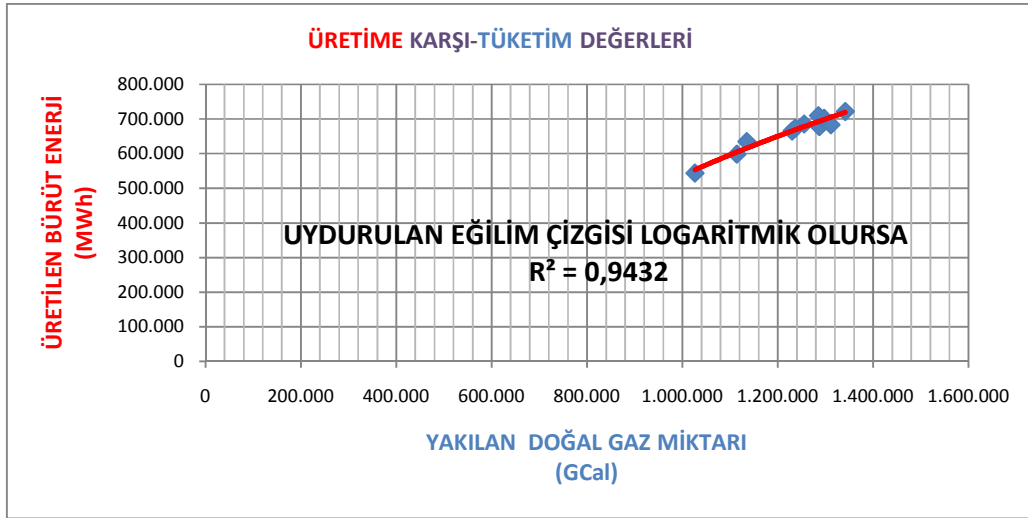
ii) Veri dağılım noktaları için farklı tipte eğilim çizgileri excell programının “eğilim çizgisi seçenekleri” aracılığıyla uydurulur. Eğilim çizgisi seçeneklerinden sırasıyla seçilen “üstel”, “doğrusal”, “logaritmik”, “polinom” ve “üs” tipindeki eğriler için sırasıyla yine excell programında R-KARE değerleri görüntülenir.



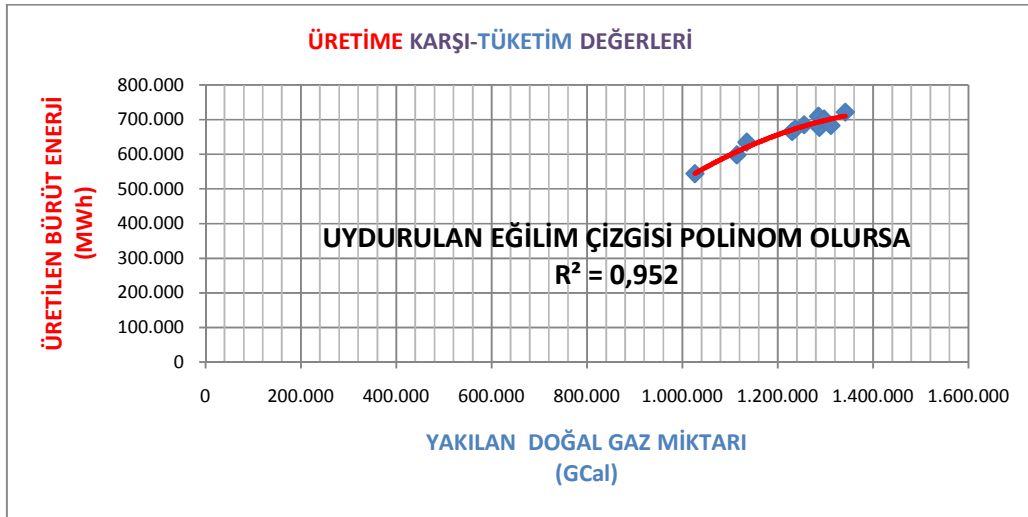
Şekil B.4: 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali için uydurulan “üstel” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



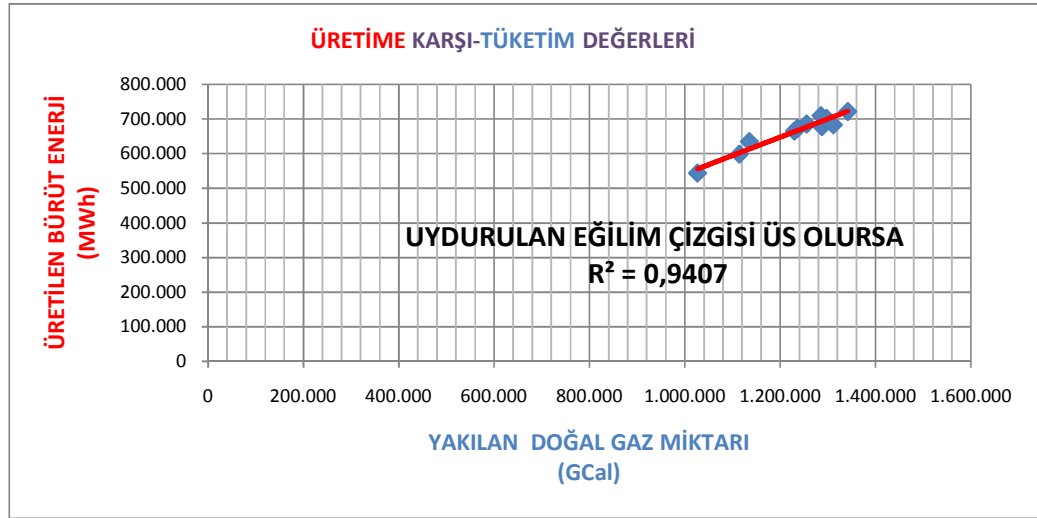
Şekil B.5: 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali için uydurulan “doğrusal” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



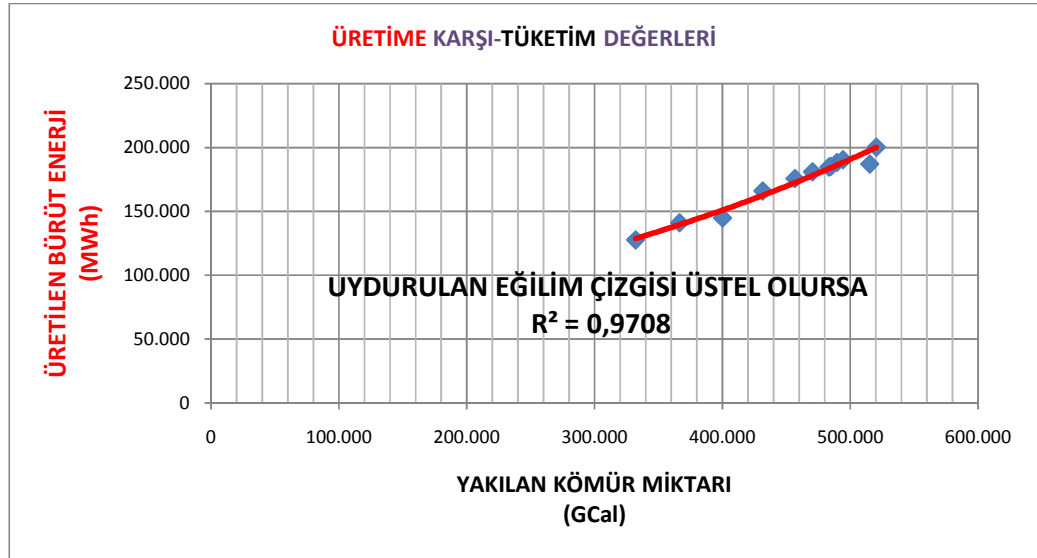
Şekil B.6: 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali için uydurulan “logaritmik” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



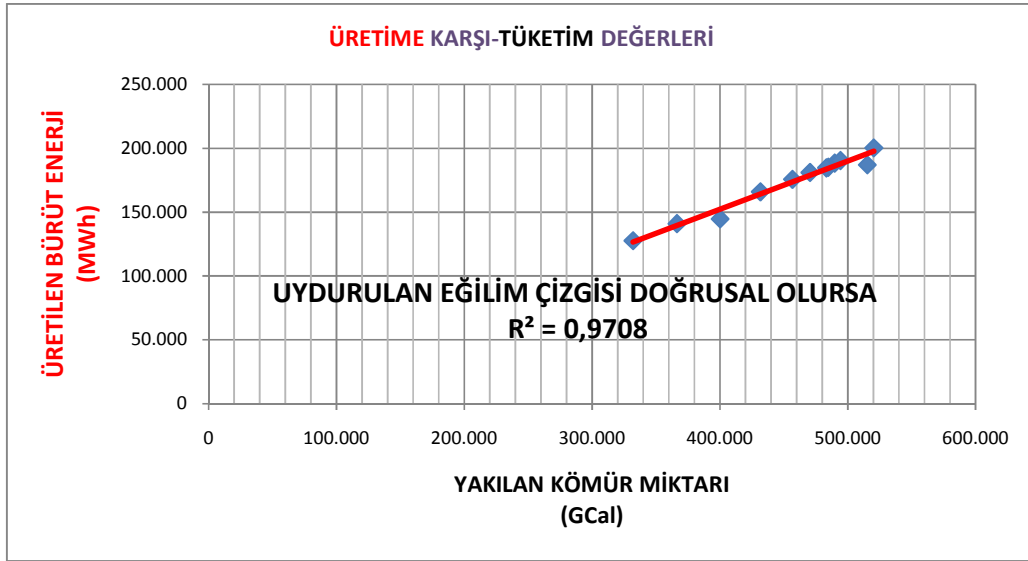
Şekil B.7: 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali için uydurulan “polinom” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



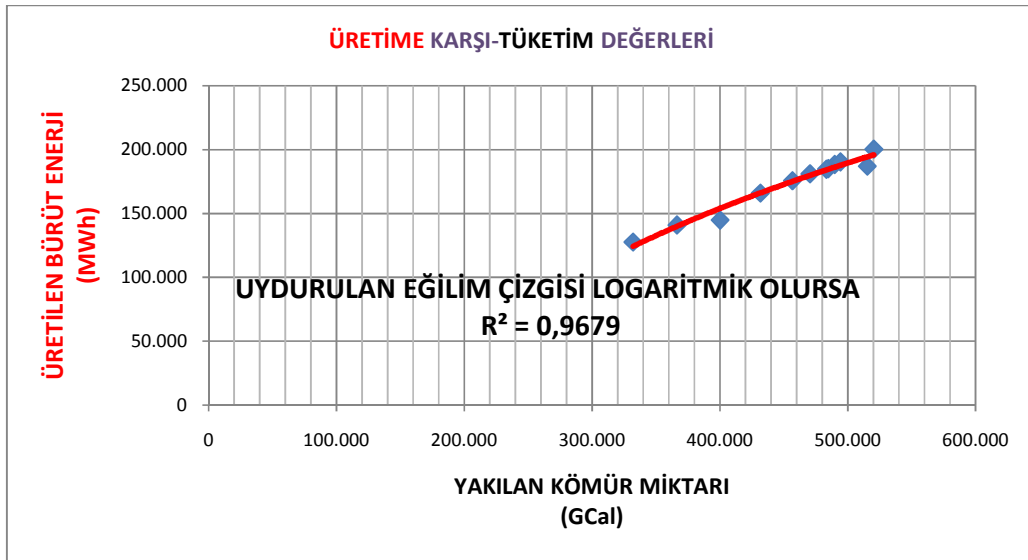
Şekil B.8: 2008 yılı Hamitabat Termik Santrali için uydurulan “üs” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



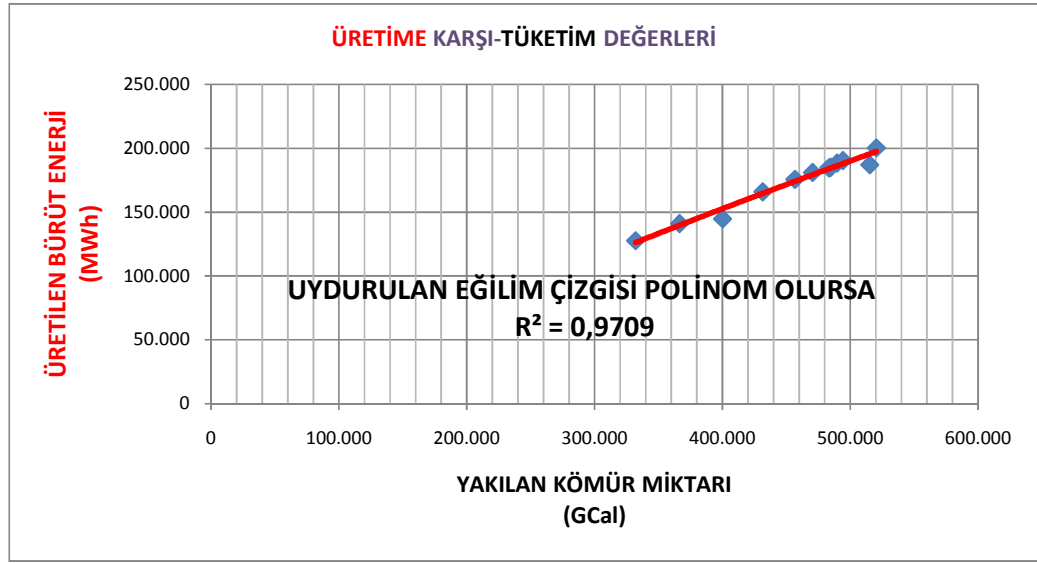
Şekil B.9: 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için uydurulan “üstel” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



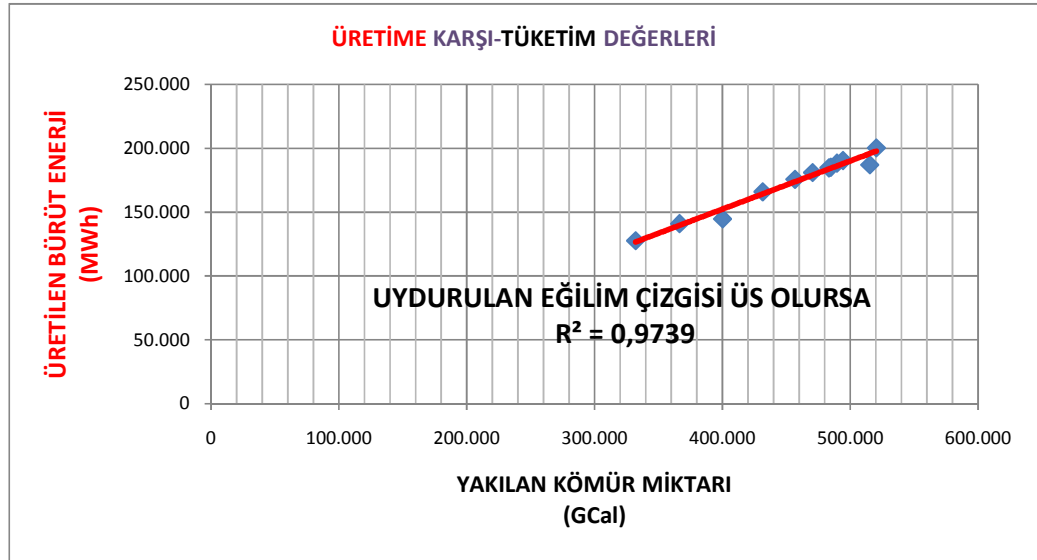
Şekil B.10: 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için uydurulan “doğrusal” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



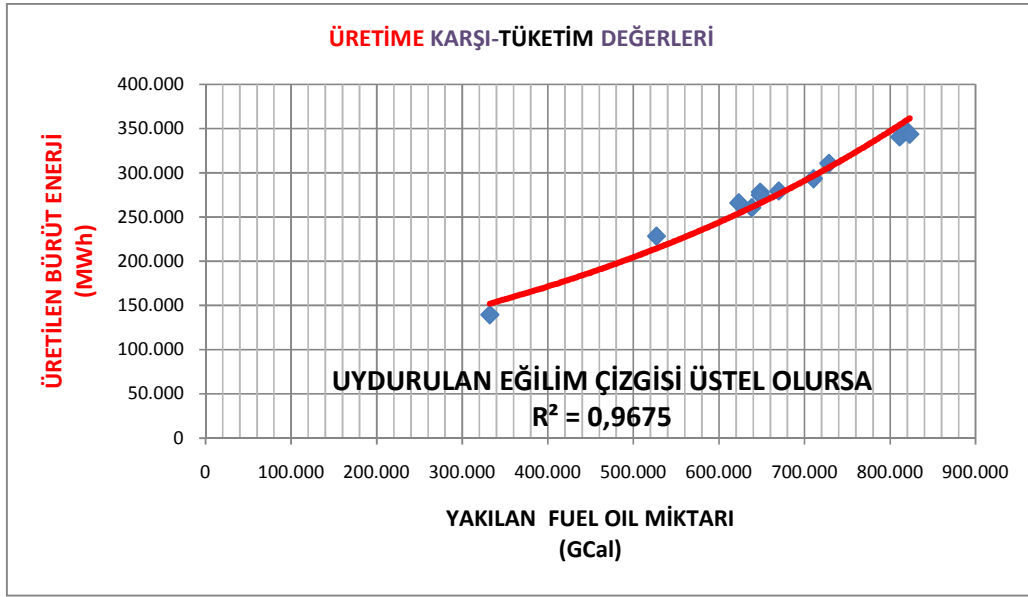
Şekil B.11: 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için uydurulan “logaritmik” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



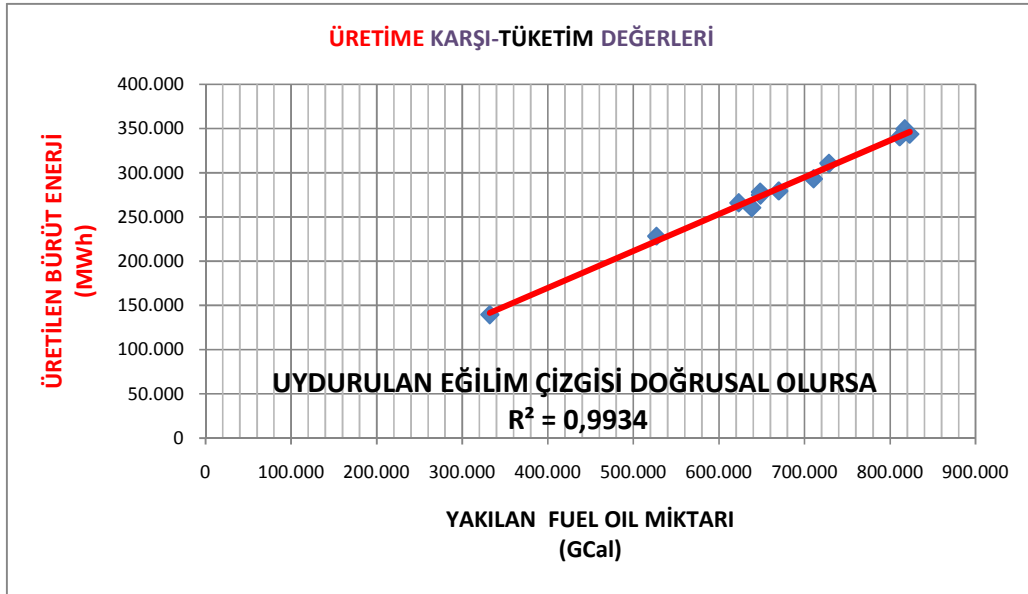
Şekil B.12: 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için uydurulan “polinom” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



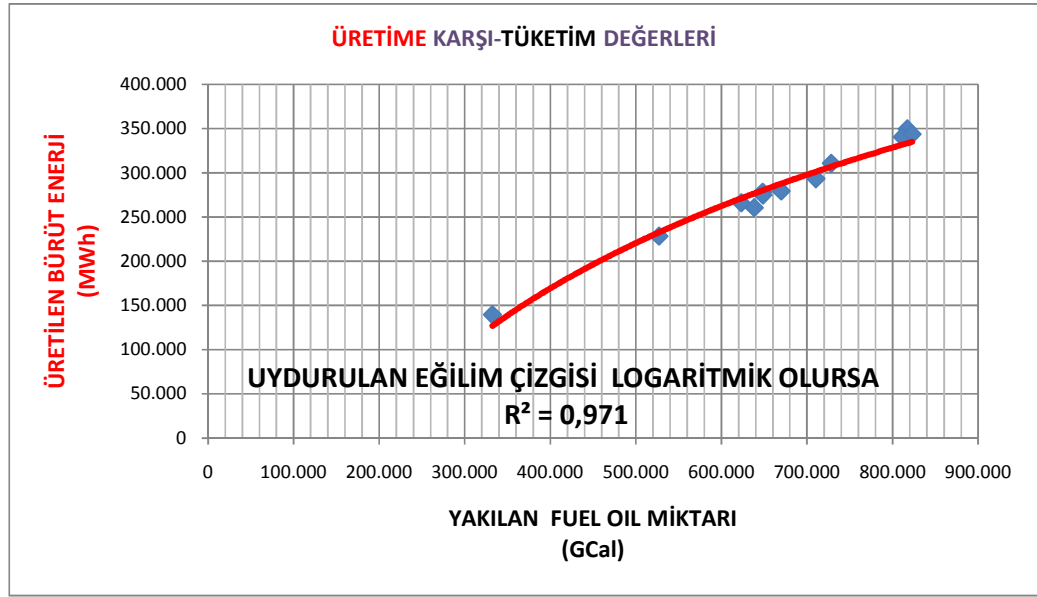
Şekil B.13: 2007 yılı Çatalağzı Termik Santrali için uydurulan “üs” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



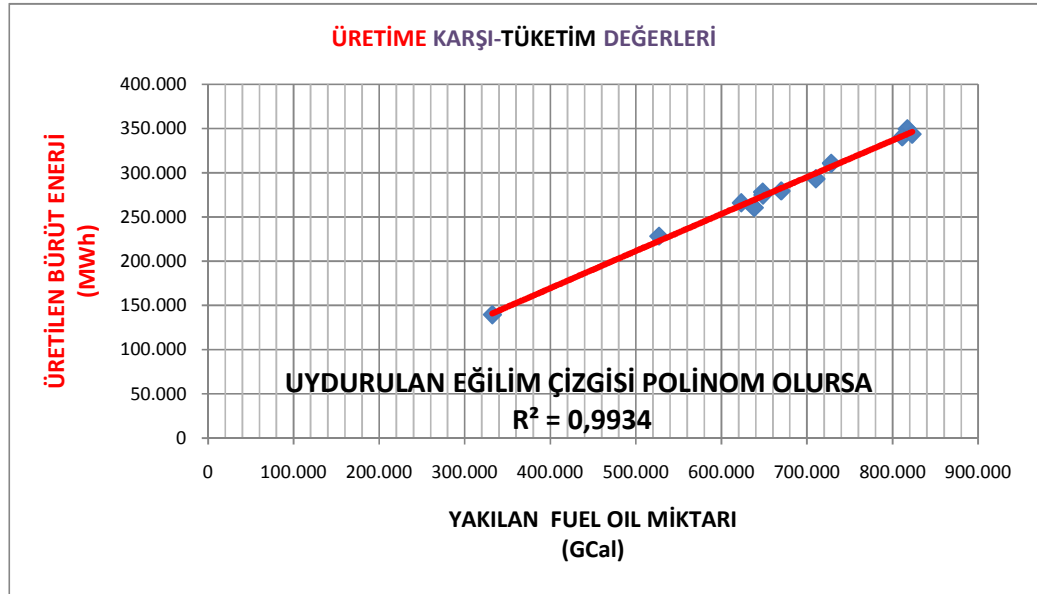
Şekil B.14: 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için uydurulan “üstel” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



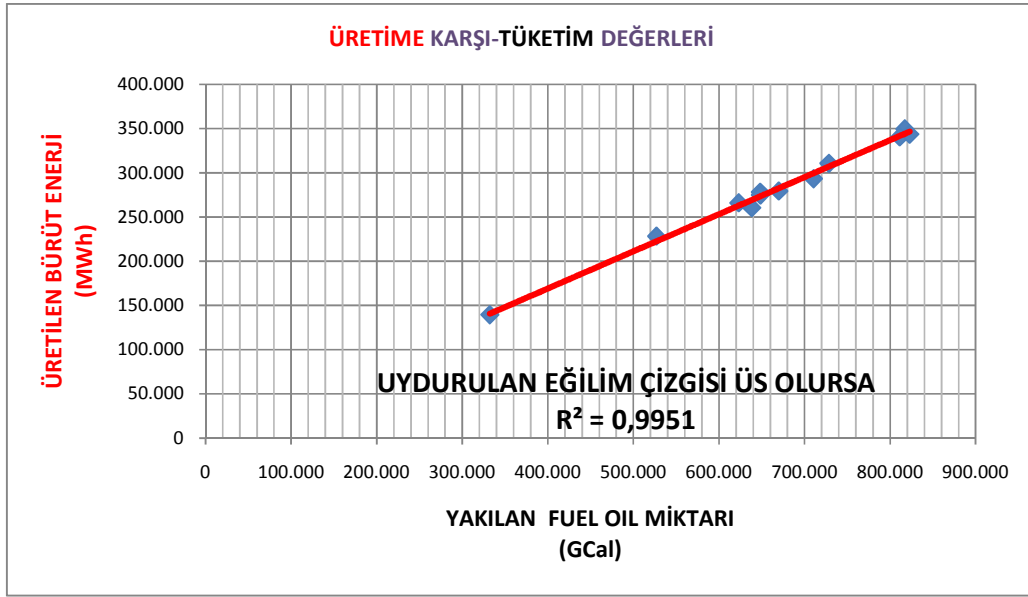
Şekil B.15: 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için uydurulan “doğrusal” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



Şekil B.16: 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için uydurulan “logaritmik” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



Şekil B.17: 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için uydurulan “polinom” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.



Şekil B.18: 2008 yılı Ambarlı Termik Santrali için uydurulan “üs” eğilim çizgisi ve R-KARE değeri.

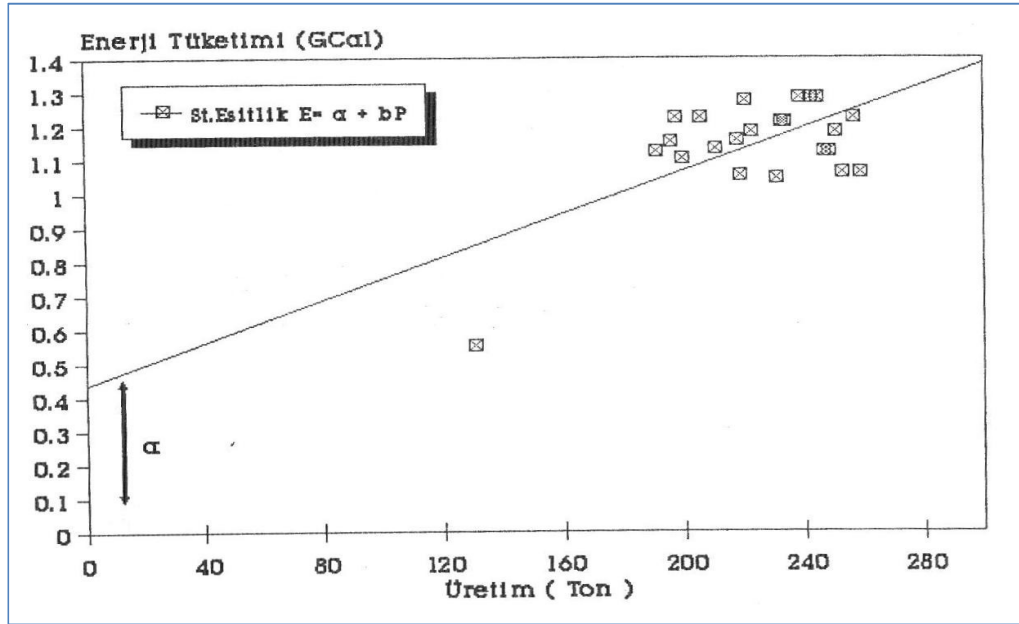
Her üç santral için de uydurulan çeşitli eğilim çizgilerinin R-KARE değerleri özet halinde çizelge B.1’de yer almaktadır.

Çizelge B.1 :Uydurulan eğilim çizgisi türlerine göre R-KARE değerleri.

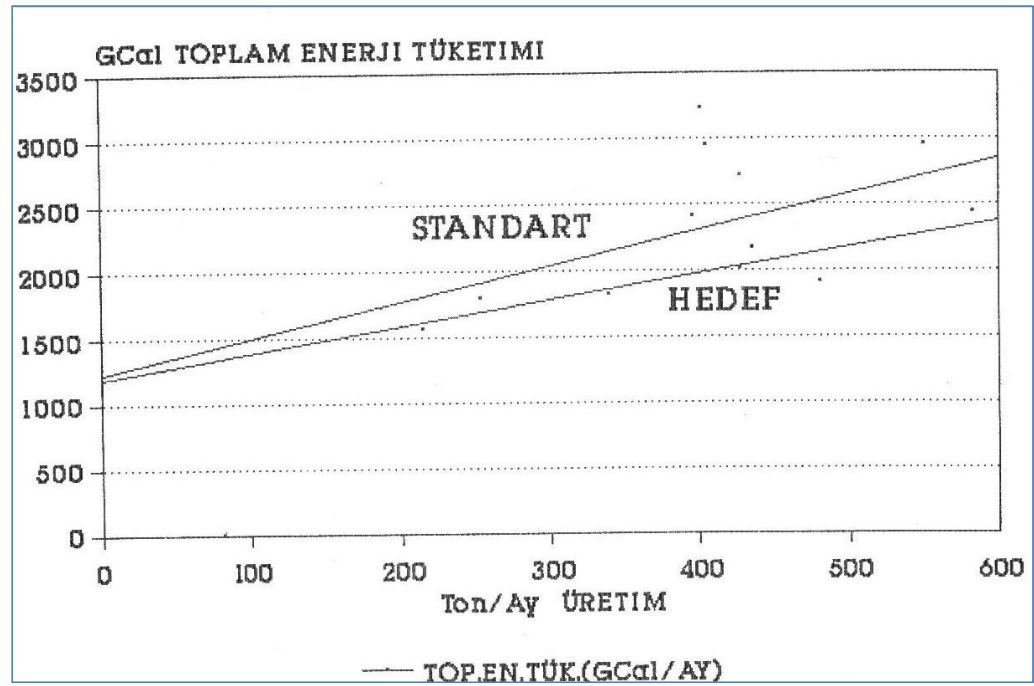
EĞİLİM ÇİZGİSİ TÜRÜ	HAMİTABAT SANTRALİ	ÇATALAĞZI SANTRALİ	AMBARLI SANTRALİ
ÜSTEL	0,9303	0,9708	0,9675
DOĞRUSAL	0,9353	0,9708	0,9934
LOGARİTMİK	0,9432	0,9679	0,971
POLİNOM	0,952	0,9709	0,9934
ÜS	0,9407	0,9739	0,9951

Santraller için kurulan (3.7) tipindeki doğrusal denklemin R-KARE değerleri görüldüğü gibi 1’e oldukça yakındır ve bu da matematiksel model olarak (3.7) tipindeki denklemin işe yarayacağını kanıtlar. Ancak çizelge B.1’de de görüldüğü üzere Hamitabat Santrali için “Polinom”, Çatalağzı ve Ambarlı Santralleri için de “Üs” tipinde denklemler de matematiksel model olarak seçilip bu modeller üzerinde EKK. Metodu gibi istatistikî analiz yöntemleri de uygulanabilir.

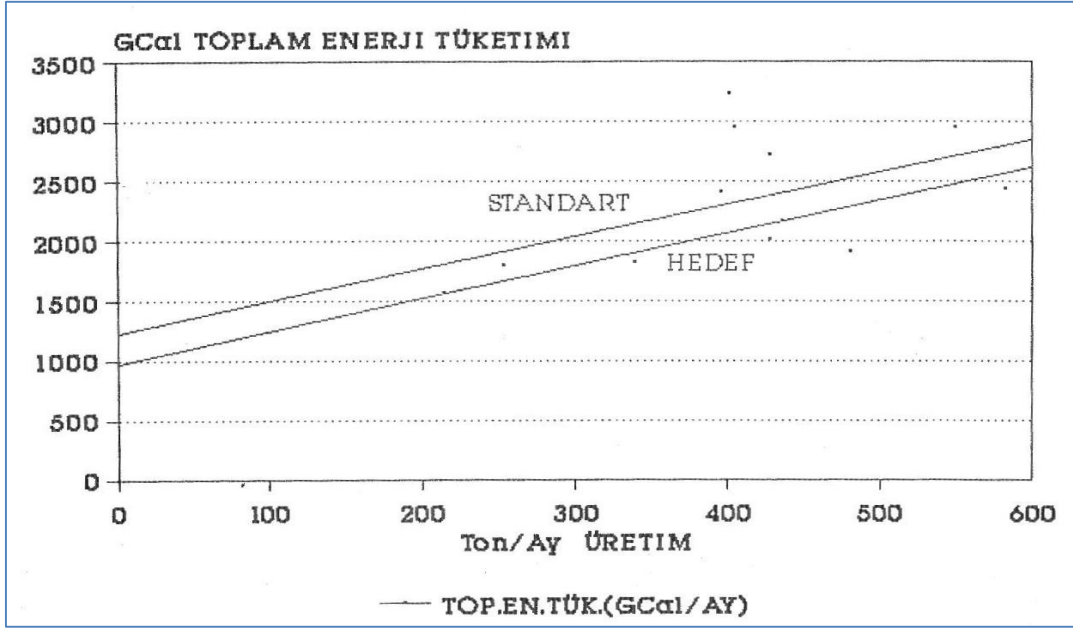
EK C.1



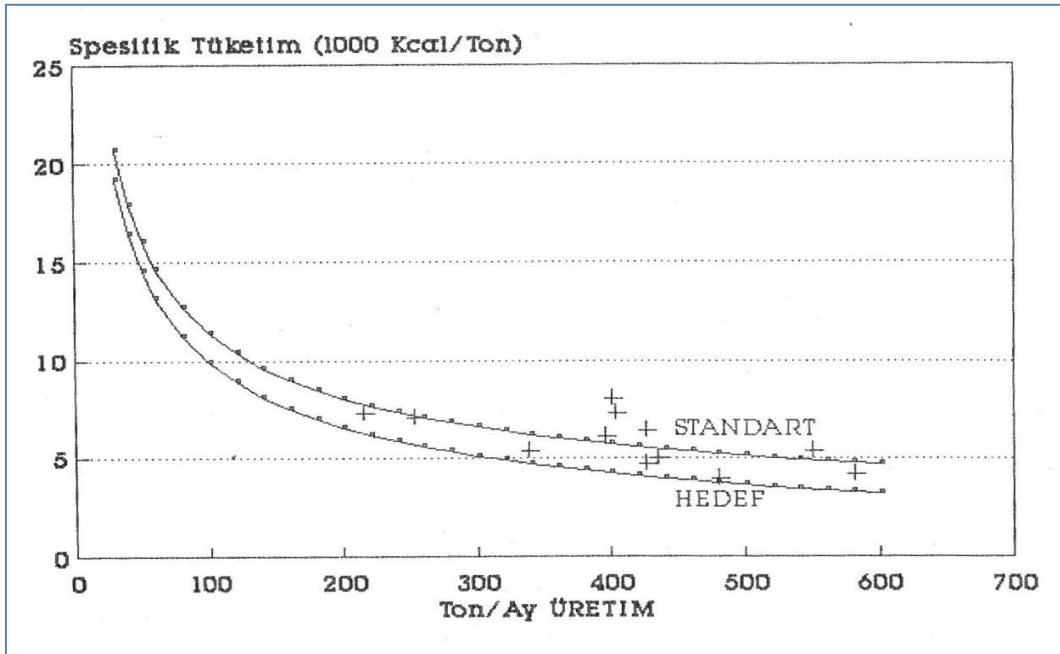
Şekil C.1: Bir kumaş fabrikasına ait enerji tüketiminin üretime karşı grafiği [11].



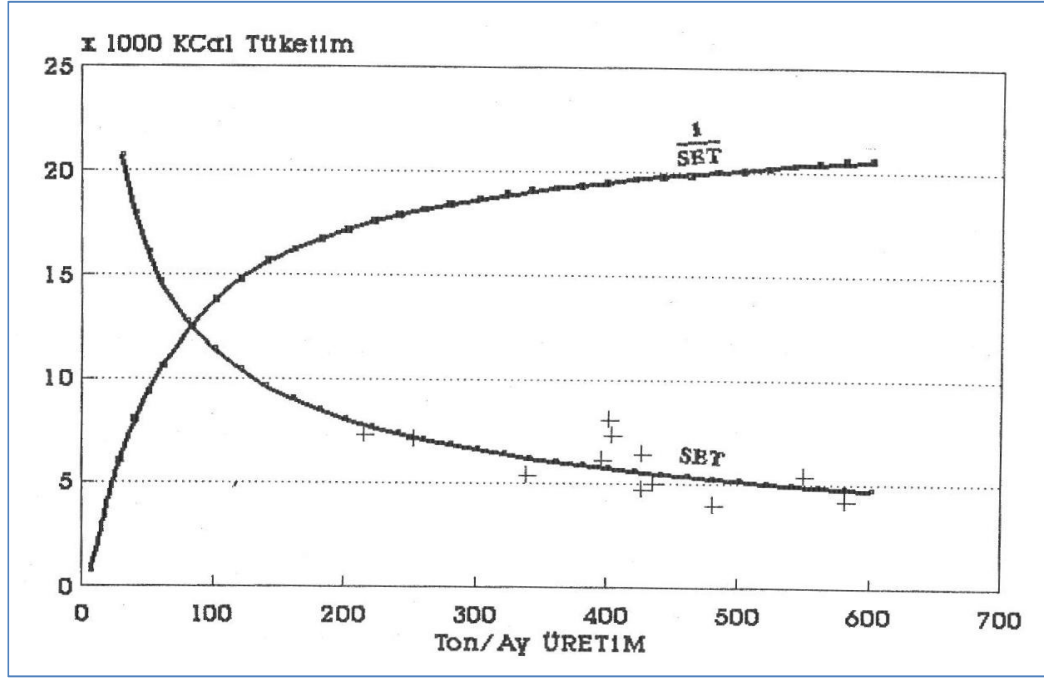
Şekil C.2: Bir kumaş fabrikasına ait hedef doğrusu [11].



Şekil C.3: Bir kumaş fabrikasında Üretime bağlı olmayan enerji miktarının azaltılmasıyla elde edilen hedef doğrusu [11].



Şekil C.4: Bir kumaş fabrikası için SET Eğrisinin aşağıya çekilerek hedef eğrisi oluşturulması [11].



Şekil C.5: Bir kumaş fabrikası için 1/SET Eğrisinin çizilmesi [11].

EK D.1: REGRESYON ANALİZİ İÇİN GEREKEN KODLAR.

%ÇATALAGZI İÇİN

```
x=[5.2750 5.2201 5.3017 5.1495 5.1063 5.2449 5.2676 5.2798 5.2578 5.2665 5.1610  
5.2719]';
```

```
>> y=[0.4148 0.4149 0.4146 0.4144 0.4148 0.4147 0.4178 0.4141 0.4147 0.4177  
0.4412 0.4401]';
```

% x değerleri santralin aylık üretim değerlerinin logaritmalarıdır.

% y değerleri santralin aylık spesifik tüketim (GCal/MWh)'lerinin logaritmalarıdır.

```
>> B=x\y
```

B =

0.0801

```
>> B=[ones(length(x),1) x]\y
```

B =

0.5153-----intercept(constant)

-0.0183-----coefficient

% HEDEF SET EĞRİSİ İÇİN

```
x=[5.2750 5.2201 5.3017 5.1495 5.1063 5.2449 5.2676 5.2798 5.2578 5.2665 ]';
```

```
>> y=[0.4148 0.4149 0.4146 0.4144 0.4148 0.4147 0.4178 0.4141 0.4147 0.4177]';
```

% x değerleri SET eğrisi altında kalan santralin aylık üretim değerlerinin logaritmalarıdır.

% y değerleri SET eğrisi altında kalan santralin aylık spesifik tüketim (GCal/MWh)'lerinin logaritmalarıdır.

```
>> B=x\y;
```

```
>> B=[ones(length(x),1) x]\y
```

B =

0.390373487562163-----intercept(constant)

0.004750218150714-----coefficient

% AMBARLI İÇİN

```
>> x=[5.5436 5.4442 5.1451 5.3587 5.4392 5.4462 5.5323 5.5361 5.4673 5.4161  
5.4923 5.4250]';
```

```
>> y=[0.3687 0.3674 0.3766 0.3631 0.3726 0.3797 0.3768 0.3791 0.3842 0.3889  
0.3700 0.3696]';
```

% x değerleri santralin aylık üretim değerlerinin logaritmalarıdır.

% y değerleri santralin aylık spesifik tüketim (GCal/MWh)'lerinin logaritmalarıdır.

```
>> B=x\y
```

B =

0.0689

```
>> B=[ones(length(x),1) x]\y
```

B =

0.3691-----intercept(constant)

0.0010-----coefficient

% HEDEF SET EĞRİSİ İÇİN

```
>> x=[5.5436 5.4442 5.3587 5.4392 5.4923 5.4250]';
```

```
>> y=[0.3687 0.3674 0.3631 0.3726 0.3700 0.3696]';
```

% x değerleri SET eğrisi altında kalan santralin aylık üretim değerlerinin logaritmalarıdır.

% y değerleri SET eğrisi altında kalan santralin aylık spesifik tüketim (GCal/MWh)'lerinin logaritmalarıdır.

```
>> B=x\y;
```

```
>> B=[ones(length(x),1) x]\y
```

B =

0.228576123727772-----intercept(constant)

0.025683825465583-----coefficient

%HAMİTABAT İÇİN

```
>> x=[5.7355 5.7768 5.8463 5.8310 5.8584 5.8231 5.8512 5.8360 5.8028 5.8445  
5.8285 5.8346]';
```

```
>> y=[0.2758 0.2701 0.2667 0.2787 0.2693 0.2668 0.2578 0.2628 0.2522 0.2682  
0.2638 0.2832]';
```

% x değerleri santralin aylık üretim değerlerinin logaritmalarıdır.

% y değerleri santralin aylık spesifik tüketim (GCal/MWh)'lerinin logaritmalarıdır.

```
>> B=x\y
```

B =

0.0460

```
>> B=[ones(length(x),1) x]\y
```

B =

0.5057-----intercept(constant)

-0.0408-----coefficient

% HEDEF SET EĞRİSİ İÇİN

```
>> x=[5.8463 5.8231 5.8512 5.8360 5.8028 5.8285]';
```

```
>> y=[0.2667 0.2668 0.2578 0.2628 0.2522 0.2638]';
```

% x değerleri SET eğrisi altında kalan santralin aylık üretim değerlerinin logaritmalarıdır.

% y değerleri SET eğrisi altında kalan santralin aylık spesifik tüketim (GCal/MWh)'lerinin logaritmalarıdır.

```
>> B=x\y;
```

```
>> B=[ones(length(x),1) x]\y
```

B =

-0.597953830572469-----intercept(constant)

0.147417335234033-----coefficient

EK E.1

Çizelge E.1 : Amabarlı Fuel-oil santraline ait 2008 yılı verileri.

OCAK 2008 İŞLETİM DEĞERLERİ						
	1 GRUP	2 GRUP	3 GRUP	4 GRUP	5 GRUP	TOPLAM
BRUT ÜRETİM	72.153.000	19.818.000	71.185.000	91.540.000	94.915.000	349.611.000
REAKTİF ÜRETİM	67.579.640	67.579.640	67.579.640	67.579.640	67.579.640	67.579.640
NET ÜRETİM	68.562.783	18.607.840	67.776.834	89.578.450	91.984.150	336.510.057
ONGÖRÜLEN BRUT ÜRETİM	354.000.000	354.000.000	354.000.000	354.000.000	354.000.000	354.000.000
TEORİK ÜRETİM	81.840.000	81.840.000	81.840.000	111.600.000	111.600.000	468.720.000
TEORİK GÜÇ	110	110	110	150	150	630
A GRUBU KAYIP ENERJİ	0	61.611.000	3.199.000	205.000	0	65.015.000
B GRUBU KAYIP ENERJİ	9.687.000	411.000	7.456.000	19.855.000	16.685.000	54.094.000
KAYIPLAR	266.318	76.460	260.766	299.550	323.850	1.226.943
KAYIP YUZDESİ	0,37	0,39	0,37	0,33	0,34	0,35
İÇ TÜKETİM	3.323.900	1.133.700	3.147.400	1.662.000	2.607.000	11.874.000
ÇALIŞMA SAATI	731	278	725	708	713	3.155
PERİYODİK SURE	744	744	744	744	744	3.720
PLANLI DEVRE DIŞI OLMA SÜRESİ	0	0	0	0	0	0
ZORUNLU DEVRE DIŞI OL.SUR.	0	0	0	0	0	0
ARIZA BAKIM DAN DEV.DIŞ.OLMA	0	466	2	0	0	468
A GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	0	466	2	0	0	468
TAMİR BAKIM DA YUK DÜŞÜMÜ	0	240	131	4	0	375
A GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	0	240	131	4	0	375
YTM TALEBİ NEDENİYLE DEVRE DIŞ.	13	0	17	36	31	97
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE DEV.DIŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
B GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	13	0	17	36	31	97
YTM TALEBİ NEDENİYLE YUK DÜŞ.	731	38	594	704	713	2.780
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
B GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	731	38	594	704	713	2.780
ORTALAMA ÇALIŞMA GÜCÜ(MWH)	98.705	71.288	98.186	129.294	133.121	110.812
İSİ TÜKETİMİ MALİYETİ (TL/KCAL)	0	0	0	0	0	0
NET YAKIT MALİYETİ (TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
BRUT YAKIT MALİYETİ(TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
İSİ TÜKETİMİ (KCAL/KWH)	2.384,433	2.567,496	2.410,617	2.263,175	2.305,239	2.346,892
YAKILAN FUEL OIL (TON)	17.882,599	5.282,912	17.837,209	21.535,425	22.747,068	85.285,213
YAKILAN FUEL OIL A.I.D.	9.618,9	9.618,9	9.618,9	9.618,9	9.618,9	9.618,90
YAKILAN FUEL OIL MALİYETİ (TL)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
YAKILAN MOTORİN(TON)	3,210	6,489	2,472	2,322	0,000	14,493
YAKILAN MOTORİN A.I.D.	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300
YAKILAN MOTORİN MALİYETİ (TL)						0
YAKIT TÜKETİMİ MOTORİN(GR/KWH)	0,04	0,33	0,03	0,03	0,00	0,04
YAKIT TÜKETİMİ(GR/KWH)	247,843	266,571		235,257	239,657	243,943
EM REAMADE OLMA SÜRESİ	744	278	742	744	744	3.252
EM REAMADE ENERJİ	81.840.000	20.229.000	78.641.000	111.395.000	111.600.000	403.705.000
EM REAMADELİK FAKTORU ZAMAN	100,00	37,37	99,73	100,00	100,00	87,42
EM REAMADELİK ÜRETİM	100,00	24,72	96,09	99,82	100,00	86,13
KAPASİTE KULLANMA FAKTORU	88,16	24,22	86,98	82,03	85,05	74,59
ZAMAN KULLANMA FAKTORU	98,25	37,37	97,45	95,16	95,83	84,81
ONGÖRÜLENİ GER. ORANI %	0,20	0,06	0,20	0,26	0,27	0,99
İÇ TÜKETİM YUZDESİ	4,61	5,72	4,42	1,82	2,75	3,40
TOPLAM VERİM	36,07	33,50	35,68	38,00	37,31	36,64
ENERJİ BALANSI	0	0	0	0	0	0
SÜRE BALANSI	0	0	0	0	0	0

Çizelge E.1 : (devam) Amabarlı Fuel-oil santraline ait 2008 yılı verileri.

ŞUBAT 2008 İŞLETİM DEĞERLERİ

	1 GRUP	2 GRUP	3 GRUP	4 GRUP	5 GRUP	TOPLAM
BRUT ÜRETİM	55.249.000	0	50.119.000	88.945.000	83.805.000	278.118.000
REAKTİF ÜRETİM	62.534.360	62.534.360	62.534.360	62.534.360	62.534.360	62.534.360
NET ÜRETİM	52.352.395	0	47.677.382	86.930.335	80.510.615	267.470.728
ONGORULEN BRUT ÜRETİM	323.000.000	323.000.000	323.000.000	323.000.000	323.000.000	323.000.000
TEORİK ÜRETİM	76.560.000	76.560.000	76.560.000	104.400.000	104.400.000	438.480.000
TEORİK GÜÇ	110	110	110	150	150	630
A GRUBU KAYIP ENERJİ	13.909.000	76.560.000	21.720.000	0	11.705.000	123.894.000
B GRUBU KAYIP ENERJİ	7.402.000	0	4.721.000	15.455.000	8.890.000	36.468.000
KAYIPLAR	206.105	0	184.218	292.665	296.385	979.373
KAYIP YUZDESİ	0,37	#SAYI/0!	0,37	0,33	0,35	0,35
İÇ TÜKETİM	2.690.500	0	2.257.400	1.722.000	2.998.000	9.667.900
ÇALIŞMA SAATİ	594	0	537	696	696	2.523
PERİYODİK SURE	696	696	696	696	696	3.480
PLANLI DEVRE DIŞI OLMA SÜRESİ	0	0	0	0	0	0
ZORUNLU DEVRE DIŞI OL.SUR.	0	0	0	0	0	0
ARIZA BAKIMDAN DEV.DIŞ.OLMA	102	696	159	0	0	957
A GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	102	696	159	0	0	957
TAMİR BAKIMDA YUK DÜŞÜMÜ	105	0	174	0	288	567
A GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	105	0	174	0	288	567
YTM TALEBİ NEDENİYLE DEVRE DIŞ.	0	0	0	0	0	0
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE DEV.DIŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
B GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	0	0	0	0	0	0
YTM TALEBİ NEDENİYLE YUK DÜŞ.	489	0	363	696	408	1.956
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
B GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	489	0	363	696	408	1.956
ORTALAMA ÇALIŞMA GÜCÜ(MWH)	93.012	#SAYI/0!	93.331	127.795	120.409	110.233
ISI TÜKETİMİ MALİYETİ (TL/KCAL)	0	#SAYI/0!	0	0	0	0
NET YAKIT MALİYETİ (TL/KWH)	0	#SAYI/0!	0	0	0	0
BRÜT YAKIT MALİYETİ(TL/KWH)	0	#SAYI/0!	0	0	0	0
ISI TÜKETİMİ (KCAL/KWH)	2.406,424	#SAYI/0!	2.433,891	2.266,666	2.321,834	2.341,188
YAKILAN FUEL OIL (TON)	13.809,963	0,000	12.659,999	20.956,559	20.226,095	67.652,616
YAKILAN FUEL OIL A.I.D.	9.620,3	9.620,3	9.620,3	9.620,3	9.620,3	9.620
YAKILAN FUEL OIL MALİYETİ (TL)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
YAKILAN MOTORİN(TON)	9,357	0,000	18,550	0,000	0,000	27,907
YAKILAN MOTORİN A.I.D.	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300
YAKILAN MOTORİN MALİYETİ (TL)	0	0	0	0	0	0
YAKIT TÜKETİMİ MOTORİN(GR/KWH)	0,17	#SAYI/0!	0,37	0,00	0,00	0,10
YAKIT TÜKETİMİ(GR/KWH)	249,959	#SAYI/0!	235,613	241,347	241,347	243,251
EMREAMADE OLMA SÜRESİ	594	0	537	696	696	2.523
EMREAMADE ENERJİ	62.651.000	0	54.840.000	104.400.000	92.695.000	314.586.000
EMREAMADELİK FAKTORU ZAMAN	85,34	0,00	77,16	100,00	100,00	72,50
EMREAMADELİK ÜRETİM	81,83	0,00	71,63	100,00	88,79	71,74
KAPASİTE KULLANMA FAKTORU	72,16	0,00	65,46	85,20	80,27	63,43
ZAMAN KULLANMA FAKTORU	85,34	0,00	77,16	100,00	100,00	72,50
ONGORULENİ GER.ORANI %	0,17	0,00	0,16	0,28	0,26	0,86
İÇ TÜKETİM YUZDESİ	4,87	#SAYI/0!	4,50	1,94	3,58	3,48
TOPLAM VERİM	35,74	#SAYI/0!	35,33	37,94	37,04	36,73
ENERJİ BALANSI	0	0	0	0	0	0
SÜRE BALANSI	0	0	0	0	0	0

Çizelge E.1 : (devam) Ambarlı Fuel-oil santraline ait 2008 yılı verileri.

MART 2008 İŞLETİM DEĞERLERİ

	1 GRUP	2 GRUP	3 GRUP	4 GRUP	5 GRUP	TOPLAM
BRUT ÜRETİM	64.613.000	0	43.381.000	31.640.000	20.000	139.654.000
REAKTİF ÜRETİM	30.075.880	30.075.880	30.075.880	30.075.880	30.075.880	30.075.880
NET ÜRETİM	61.293.469	0	41.258.919	30.900.555	18.925	133.471.868
ONGORÜLEN BRUT ÜRETİM	290.000.000	290.000.000	290.000.000	290.000.000	290.000.000	290.000.000
TEORİK ÜRETİM	81.730.000	81.730.000	81.730.000	111.450.000	111.450.000	468.090.000
TEORİK GÜÇ	110	110	110	150	150	630
A GRUBU KAYIP ENERJİ	0	81.730.000	0	23.345.000	111.430.000	216.505.000
B GRUBU KAYIP ENERJİ	17.117.000	0	38.349.000	56.465.000	0	111.931.000
KAYIPLAR	240.032	0	159.581	104.445	75	504.132
KAYIP YÜZDESİ	0,37	#SAYI/0!	0,37	0,33	0,38	0,36
İÇ TÜKETİM	3.079.500	0	1.962.500	635.000	1.000	5.678.000
ÇALIŞMA SAATI	688	0	465	257	0	1.410
PERİYODİK SÜRE	743	743	743	743	743	3.715
PLANLI DEVRE DIŞI OLMA SÜRESİ	0	0	0	0	743	743
ZORUNLU DEVRE DIŞI OL.SUR.	0	0	0	0	0	0
ARIZA BAKIM DANIŞ. DEV. DIŞ. OLMA	0	743	0	152	0	895
A GRUBU DEV. DIŞI SÜRESİ	0	743	0	152	743	1.638
TAMİR BAKIM DA YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	9	0	9
A GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	0	0	0	9	0	9
YTM TALEBİ NEDENİYLE DEVRE DIŞ.	55	0	278	334	0	667
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE DEV. DIŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
B GRUBU DEV. DIŞI SÜRESİ	55	0	278	334	0	667
YTM TALEBİ NEDENİYLE YUK DÜŞ.	688	0	465	248	0	1.401
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
B GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	688	0	465	248	0	1.401
ORTALAMA ÇALIŞMA GÜCÜ(MWH)	93.914	#SAYI/0!	93.292	123.113	#SAYI/0!	99.045
İSİ TÜKETİMİ MALİYETİ (TL/KCAL)	0	#SAYI/0!	0	0	0	0
NET YAKIT MALİYETİ (TL/KWH)	0	#SAYI/0!	0	0	0	0
BRUT YAKIT MALİYETİ(TL/KWH)	0	#SAYI/0!	0	0	0	0
İSİ TÜKETİMİ (KCAL/KWH)	2.396,039	#SAYI/0!	2.432,568	2.325,090	2.880,792	2.391,381
YAKILAN FUEL OIL (TON)	16.089,073	0,000	10.963,505	7.636,430	5,990	34.694,998
YAKILAN FUEL OIL A.I.D.	9.618,7	9.618,7	9.618,7	9.618,7	9.618,7	9.618,7
YAKILAN FUEL OIL MALİYETİ (TL)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
YAKILAN MOTORİN(TON)	5,806	0,000	7,076	11,024	0,000	23,905
YAKILAN MOTORİN A.I.D.	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300
YAKILAN MOTORİN MALİYETİ (TL)	0	0	0	0	0	0
YAKIT TÜKETİMİ MOTORİN(GR/KWH)	0,09	#SAYI/0!	0,16	0,35	0,00	0,17
YAKIT TÜKETİMİ(GR/KWH)	249,007	#SAYI/0!		241,354	299,500	248,435
EM REAMADE OLMA SÜRESİ	743	0	743	591	0	2.077
EM REAMADE ENERJİ	81.730.000	0	81.730.000	88.105.000	20.000	251.585.000
EM REAMADELİK FAKTORU ZAMAN	100,00	0,00	100,00	79,54	0,00	55,91
EM REAMADELİK ÜRETİM	100,00	0,00	100,00	79,05	0,02	53,75
KAPASİTE KULLANMA FAKTORU	79,06	0,00	53,08	28,39	0,02	29,83
ZAMAN KULLANMA FAKTORU	92,60	0,00	62,58	34,59	0,00	37,95
ONGORÜLENİ GER. ORANI %	0,22	0,00	0,15	0,11	0,00	0,48
İÇ TÜKETİM YÜZDESİ	4,77	#SAYI/0!	4,52	2,01	5,00	4,07
TOPLAM VERİM	35,89	#SAYI/0!	35,35	36,99	29,85	35,96
ENERJİ BALANSI	0	0	0	0	0	0
SÜRE BALANSI	0	0	0	0	0	0

Çizelge E.1 : (devam) Amabarlı Fuel-oil santraline ait 2008 yılı verileri.

NİSAN 2008 İŞLETİM DEĞERLERİ						
	1 GRUP	2 GRUP	3 GRUP	4 GRUP	5 GRUP	TOPLAM
BRUT ÜRETİM	71.092.000	0	0	86.675.000	70.615.000	228.382.000
REAKTİF ÜRETİM	42.546.960	42.546.960	42.546.960	42.546.960	42.546.960	42.546.960
NET ÜRETİM	67.504.255	0	0	84.085.550	68.417.815	220.007.620
ONGÖRÜLEN BRUT ÜRETİM	233.000.000	233.000.000	233.000.000	233.000.000	233.000.000	233.000.000
TEORİK ÜRETİM	79.200.000	79.200.000	79.200.000	108.000.000	108.000.000	453.600.000
TEORİK GÜÇ	110	110	110	150	150	630
A GRUBU KAYIP ENERJİ	0	79.200.000	79.200.000	4.220.000	16.120.000	178.740.000
B GRUBU KAYIP ENERJİ	8.108.000	0	0	17.105.000	21.265.000	46.478.000
KAYIPLAR	263.145	0	0	294.450	241.185	798.780
KAYIP YUZDESİ	0,37	#SAYI/0!	#SAYI/0!	0,34	0,34	0,35
İÇ TÜKETİM	3.324.600	0	0	2.295.000	1.956.000	7.575.600
ÇALIŞMA SAATİ	720	0	0	669	550	1.939
PERİYODİK SURE	720	720	720	720	720	3.600
PLANLI DEVRE DIŞI OLMA SÜRESİ	0	0	720	0	81	801
ZORUNLU DEVRE DIŞI OL.SUR.	0	0	0	0	0	0
ARIZA BAKIMDAN DEV.DIŞ.OLMA	0	720	0	20	19	759
A GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	0	720	720	20	100	1.560
TAMİR BAKIMDA YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	20	16	36
A GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	0	0	0	20	16	36
YTM TALEBİ NEDENİYLE DEVRE DIŞ.	0	0	0	31	70	101
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE DEV.DIŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
B GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	0	0	0	31	70	101
YTM TALEBİ NEDENİYLE YUK DÜŞ.	720	0	0	649	534	1.903
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
B GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	720	0	0	649	534	1.903
ORTALAMA ÇALIŞMA GÜCÜ(MWH)	98.739	#SAYI/0!	#SAYI/0!	129.559	128.391	117.783
İSİ TÜKETİMİ MALİYETİ (TL/KCAL)	0	#SAYI/0!	#SAYI/0!	0	0	0
NET YAKIT MALİYETİ (TL/KWH)	0	#SAYI/0!	#SAYI/0!	0	0	0
BRUT YAKIT MALİYETİ(TL/KWH)	0	#SAYI/0!	#SAYI/0!	0	0	0
İSİ TÜKETİMİ (KCAL/KWH)	2.382,532	#SAYI/0!	#SAYI/0!	2.249,037	2.334,611	2.317,051
YAKILAN FUEL OİL (TON)	17.609,392	0,000	0,000	20.258,327	17.139,430	55.007,149
YAKILAN FUEL OİL A.I.D.	9.618,67	9.618,67	9.618,67	9.618,67	9.618,67	9.618,67
YAKILAN FUEL OİL MALİYETİ (TL)						0
YAKILAN MOTORİN(TON)	0,000	0,000	0,000	7,486	0,000	7,486
YAKILAN MOTORİN A.I.D.	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300
YAKILAN MOTORİN MALİYETİ (TL)						0
YAKIT TÜKETİMİ MOTORİN(GR/KWH)	0,00	#SAYI/0!	#SAYI/0!	0,09	0,00	0,03
YAKIT TÜKETİMİ(GR/KWH)	247,699	#SAYI/0!		233,727	242,717	240,856
EMREMADE OLMA SÜRESİ	720	0	0	700	620	2.040
EMREMADE ENERJİ	79.200.000	0	0	103.780.000	91.880.000	274.860.000
EMREMADE LİK FAKTORU ZAMAN	100,00	0,00	0,00	97,22	86,11	56,67
EMREMADE LİK ÜRETİM	100,00	0,00	0,00	96,09	85,07	60,60
KAPASİTE KULLANMA FAKTORU	89,76	0,00	0,00	80,25	65,38	50,35
ZAMAN KULLANMA FAKTORU	100,00	0,00	0,00	92,92	76,39	53,86
ONGÖRÜLEN GER. ORANI %	0,31	0,00	0,00	0,37	0,30	0,98
İÇ TÜKETİM YUZDESİ	4,68	#SAYI/0!	#SAYI/0!	2,65	2,77	3,32
TOPLAM VERİM	36,10	#SAYI/0!	#SAYI/0!	38,24	36,84	37,12
ENERJİ BALANSI	0	0	0	0	0	0
SÜRE BALANSI	0	0	0	0	0	0

Çizelge E.1 : (devam) Amabarlı Fuel-oil santraline ait 2008 yılı verileri.

MAYIS 2008 İŞLETİM DEĞERLERİ

	1 GRUP	2 GRUP	3 GRUP	4 GRUP	5 GRUP	TOPLAM
BRUT ÜRETİM	61.249.000	0	45.575.000	84.420.000	83.695.000	274.939.000
REAKTİF ÜRETİM	51.506.480	51.506.480	51.506.480	51.506.480	51.506.480	51.506.480
NET ÜRETİM	58.081.559	0	43.470.089	81.722.620	81.059.680	264.333.948
ONGORULAN BRUT ÜRETİM	271.000.000	271.000.000	271.000.000	271.000.000	271.000.000	271.000.000
TEORİK ÜRETİM	81.840.000	81.840.000	81.840.000	111.600.000	111.600.000	468.720.000
TEORİK GÜÇ	110	110	110	150	150	630
A GRUBU KAYIP ENERJİ	5.711.000	81.840.000	31.990.000	0	0	119.541.000
B GRUBU KAYIP ENERJİ	14.880.000	0	4.275.000	27.180.000	27.905.000	74.240.000
KAYIPLAR	227.841	0	165.812	289.380	286.320	969.353
KAYIP YUZDESİ	0,37	#SAYI/0!	0,36	0,34	0,34	0,35
İÇ TÜKETİM	2.939.600	0	1.939.100	2.408.000	2.349.000	9.635.700
ÇALIŞMA SAATI	643	0	462	676	655	2.436
PERİYODİK SURE	744	744	744	744	744	3.720
PLANLI DEVRE DIŞI OLMA SÜRESİ	0	480	120	0	0	600
ZORUNLU DEVRE DIŞI OL.SUR.	0	0	0	0	0	0
ARIZA BAKIMDAN DEV.DIŞ.OLMA	52	264	162	0	0	478
A GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	52	744	282	0	0	1.078
TAMİR BAKIMDA YUK DÜŞÜMÜ	0	0	13	0	0	13
A GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	0	0	13	0	0	13
YTM TALEBİ NEDENİYLE DEVRE DIŞ.	49	0	0	0	89	138
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE DEV.DIŞ.	0	0	0	68	0	68
ATMOSFERİK ŞARTLAR DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
B GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	49	0	0	68	89	206
YTM TALEBİ NEDENİYLE YUK DÜŞ.	643	0	449	676	655	2.423
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
B GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	643	0	449	676	655	2.423
ORTALAMA ÇALIŞMA GÜCÜ(MWH)	95.255	#SAYI/0!	98.647	124.882	127.779	112.865
İSİ TÜKETİMİ MALİYETİ (TL/KCAL)	0	#SAYI/0!	0	0	0	0
NET YAKIT MALİYETİ (TL/KWH)	0	#SAYI/0!	0	0	0	0
BRUT YAKIT MALİYETİ(TL/KWH)	0	#SAYI/0!	0	0	0	0
İSİ TÜKETİMİ (KCAL/KWH)	2.406,344	#SAYI/0!	2.374,233	2.310,735	2.408,010	2.372,171
YAKILAN FUEL OİL (TON)	15.287,053	0,000	11.215,186	20.253,486	20.924,833	67.680,559
YAKILAN FUEL OİL A.I.D.	9.631,54	9.631,54	9.631,54	9.631,54	9.631,54	9.631,54
YAKILAN FUEL OİL MALİYETİ (TL)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
YAKILAN MOTORİN(TON)	14,398	0,000	18,072	0,000	0,000	32,470
YAKILAN MOTORİN A.I.D.	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300
YAKILAN MOTORİN MALİYETİ (TL)						0
YAKIT TÜKETİMİ MOTORİN(GR/KWH)	0,24	#SAYI/0!	0,40	0,00	0,00	0,12
YAKIT TÜKETİMİ(GR/KWH)	249,589	#SAYI/0!		239,913	250,013	246,166
EM REAMADE OLMA SÜRESİ	692	0	462	744	744	2.642
EM REAMADE ENERJİ	76.129.000	0	49.850.000	111.600.000	111.600.000	349.179.000
EM REAMADELİK FAKTORU ZAMAN	93,01	0,00	62,10	100,00	100,00	71,02
EM REAMADELİK ÜRETİM	93,02	0,00	60,91	100,00	100,00	74,50
KAPASİTE KULLANMA FAKTORU	74,84	0,00	55,69	75,65	75,00	58,66
ZAMAN KULLANMA FAKTORU	86,42	0,00	62,10	90,86	88,04	65,48
ONGORULAN GER. ORANI %	0,23	0,00	0,17	0,31	0,31	1,01
İÇ TÜKETİM YUZDESİ	4,80	#SAYI/0!	4,25	2,85	2,81	3,50
TOPLAM VERİM	35,74	#SAYI/0!	36,22	37,22	35,71	36,25
ENERJİ BALANSI	0	0	0	0	0	0
SÜRE BALANSI	0	0	0	0	0	0

Çizelge E.1 : (devam) Amabarlı Fuel-oil santraline ait 2008 yılı verileri.

HAZİRAN 2008 İŞLETİM DEĞERLERİ						
	1 GRUP	2 GRUP	3 GRUP	4 GRUP	5 GRUP	TOPLAM
BRUT ÜRETİM	63.455.000	4.984.000	62.287.000	71.890.000	76.775.000	279.391.000
REAKTİF ÜRETİM	58.374.520	58.374.520	58.374.520	58.374.520	58.374.520	58.374.520
NET ÜRETİM	60.019.984	4.678.149	59.174.097	70.015.820	74.322.840	268.210.890
ONGORULEN BRUT ÜRETİM	362.000.000	362.000.000	362.000.000	362.000.000	362.000.000	362.000.000
TEORİK ÜRETİM	79.200.000	79.200.000	79.200.000	108.000.000	108.000.000	453.600.000
TEORİK GÜÇ	110	110	110	150	150	630
A GRUBU KAYIP ENERJİ	440.000	74.216.000	7.247.000	29.960.000	7.865.000	119.728.000
B GRUBU KAYIP ENERJİ	15.305.000	0	9.666.000	6.150.000	23.360.000	54.481.000
KAYIPLAR	238.316	19.251	230.103	240.180	263.160	991.010
KAYIP YUZDESİ	0,38	0,39	0,37	0,33	0,34	0,35
İÇ TÜKETİM	3.196.700	286.600	2.882.800	1.634.000	2.189.000	10.189.100
ÇALIŞMA SAATI	716	77	654	590	615	2.652
PERİYODİK SURE	720	720	720	720	720	3.600
PLANLI DEVRE DIŞI OLMA SURESİ	0	643	0	0	0	643
ZORUNLU DEVRE DIŞI OL.SUR.	0	0	0	0	0	0
ARIZA BAKIM DAN DEV.DIŞ.OLMA	4	0	66	130	46	246
A GRUBU DEV.DIŞI SURESİ	4	643	66	130	46	889
TAMİR BAKIMDA YUK DÜŞÜMÜ	0	77	0	347	7	431
A GRUBU YUK DÜŞ. SURESİ	0	77	0	347	7	431
YTM TALEBİ NEDENİYLE DEV/RE DIŞ.	0	0	0	0	59	59
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE DEV.DIŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
B GRUBU DEV.DIŞI SURESİ	0	0	0	0	59	59
YTM TALEBİ NEDENİYLE YUK DÜŞ.	716	0	654	555	608	2.533
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
B GRUBU YUK DÜŞ. SURESİ	716	0	654	555	608	2.533
ORTALAMA ÇALIŞMA GUCU(MWH)	88.624	64.727	95.240	121.847	124.837	105.351
İSİ TÜKETİMİ MALİYETİ (TL/KCAL)	0	0	0	0	0	0
NET YAKIT MALİYETİ (TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
BRÜT YAKIT MALİYETİ(TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
İSİ TÜKETİMİ (KCAL/KWH)	2.453,835	2.817,463	2.393,668	2.320,721	2.455,829	2.413,204
YAKILAN FUEL OIL (TON)	16.149,537	1.448,975	15.455,533	17.305,517	19.557,405	69.916,966
YAKILAN FUEL OIL A.I.D.	9.640,66	9.640,66	9.640,66	9.640,66	9.640,66	9.640,66
YAKILAN FUEL OIL MALİYETİ (TL)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
YAKILAN MOTORİN(TON)	1,544	7,103	9,015	0,000	0,000	17,662
YAKILAN MOTORİN A.I.D.	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300
YAKILAN MOTORİN MALİYETİ (TL)	0	0	0	0	0	0
YAKIT TÜKETİMİ MOTORİN(GR/KWH)	0,02	1,43	0,14	0,00	0,00	0,06
YAKIT TÜKETİMİ(GR/KWH)	254,504	290,725		240,722	254,737	250,248
EMREAMADE OLMA SURESİ	716	77	654	590	674	2.711
EMREAMADE ENERJİ	78.760.000	4.984.000	71.953.000	78.040.000	100.135.000	333.872.000
EMREAMADELİK FAKTORU ZAMAN	99,44	10,69	90,83	81,94	93,61	75,31
EMREAMADELİK ÜRETİM	99,44	6,29	90,85	72,26	92,72	73,60
KAPASİTE KULLANMA FAKTORU	80,12	6,29	78,65	66,56	71,09	61,59
ZAMAN KULLANMA FAKTORU	99,44	10,69	90,83	81,94	85,42	73,67
ONGORULENİ GER.ORANI %	0,18	0,01	0,17	0,20	0,21	0,77
İÇ TÜKETİM YUZDESİ	5,04	5,75	4,63	2,27	2,85	3,65
TOPLAM VERİM	35,05	30,52	35,93	37,06	35,02	35,64
ENERJİ BALANSI	0	0	0	0	0	0
SÜRE BALANSI	0	0	0	0	0	0

Çizelge E.1 : (devam) Amabarlı Fuel-oil santraline ait 2008 yılı verileri.

TEMMUZ 2008 İŞLETİM DEĞERLERİ

	1 GRUP	2 GRUP	3 GRUP	4 GRUP	5 GRUP	TOPLAM
BRUT ÜRETİM	54.260.000	40.187.000	59.516.000	96.345.000	90.300.000	340.608.000
REAKTİF ÜRETİM	71.835.640	71.835.640	71.835.640	71.835.640	71.835.640	71.835.640
NET ÜRETİM	51.182.546	37.967.317	56.320.364	93.169.305	87.363.710	326.003.242
ONGORUL EN BRUT ÜRETİM	375.000.000	375.000.000	375.000.000	375.000.000	375.000.000	375.000.000
TEORİK ÜRETİM	81.840.000	81.840.000	81.840.000	111.600.000	111.600.000	468.720.000
TEORİK GÜÇ	110	110	110	150	150	630
A GRUBU KAYIP ENERJİ	5.610.000	31.790.000	12.912.000	0	5.400.000	55.712.000
B GRUBU KAYIP ENERJİ	21.970.000	9.863.000	9.412.000	15.255.000	15.900.000	72.400.000
KAYIPLAR	205.854	151.583	223.136	331.695	310.290	1.222.557
KAYIP YUZDESİ	0,38	0,38	0,37	0,34	0,34	0,36
İÇ TÜKETİM	2.871.600	2.068.100	2.972.500	2.844.000	2.626.000	13.382.200
ÇALIŞMA SAATI	635	455	663	744	708	3.205
PERİYODİK SÜRE	744	744	744	744	744	3.720
PLANLI DEVRE DIŞI OLMA SÜRESİ	0	0	0	0	0	0
ZORUNLU DEVRE DIŞI OL.SUR.	0	0	0	0	0	0
ARIZA BAKIMDAN DEV.DIŞ.OLMA	51	289	81	0	36	457
A GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	51	289	81	0	36	457
TAMİR BAKIMDA YUK DÜŞÜMÜ	0	0	156	0	0	156
A GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	0	0	156	0	0	156
YTM TALEBİ NEDENİYLE DEVRE DIŞ.	58	0	0	0	0	58
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE DEV.DIŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
B GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	58	0	0	0	0	58
YTM TALEBİ NEDENİYLE YUK DÜŞ.	635	455	507	744	708	3.049
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
B GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	635	455	507	744	708	3.049
ORTALAMA ÇALIŞMA GUCU(MWH)	85.449	88.323	89.768	129.496	127.542	106.274
İSİ TÜKETİMİ MALİYETİ (TL/KCAL)	0	0	0	0	0	0
NET YAKIT MALİYETİ (TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
BRUT YAKIT MALİYETİ(TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
İSİ TÜKETİMİ (KCAL/KWH)	2.494,578	2.469,507	2.450,424	2.316,016	2.373,847	2.401,389
YAKILAN FUEL OIL (TON)	14.018,051	10.204,852	15.103,543	23.125,748	22.219,425	84.671,619
YAKILAN FUEL OIL A.I.D.	9.647,34	9.647,34	9.647,34	9.647,34	9.647,34	9.647,34
YAKILAN FUEL OIL MALİYETİ (TL)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
YAKILAN MOTORİN(TON)	11,543	76,933	12,662	3,362	0,000	104,500
YAKILAN MOTORİN A.I.D.	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300
YAKILAN MOTORİN MALİYETİ (TL)	0	0	0	0	0	0
YAKIT TÜKETİMİ MOTORİN(GR/KWH)	0,21	1,91	0,21	0,03	0,00	0,31
YAKIT TÜKETİMİ(GR/KWH)	258,350	253,934		240,031	246,062	248,590
EM REAMADE OLMA SÜRESİ	693	455	663	744	708	3.263
EM REAMADE ENERJİ	76.230.000	50.050.000	68.928.000	111.600.000	106.200.000	413.008.000
EM REAMADELİK FAKTORU ZAMAN	93,15	61,16	89,11	100,00	95,16	87,72
EM REAMADELİK ÜRETİM	93,15	61,16	84,22	100,00	95,16	88,11
KAPASİTE KULLANMA FAKTORU	66,30	49,10	72,72	86,33	80,91	72,67
ZAMAN KULLANMA FAKTORU	85,35	61,16	89,11	100,00	95,16	86,16
ONGORUL ENİ GER. ORANI %	0,14	0,11	0,16	0,26	0,24	0,91
İÇ TÜKETİM YUZDESİ	5,29	5,15	4,99	2,95	2,91	3,93
TOPLAM VERİM	34,47	34,82	35,10	37,13	36,23	35,81
ENERJİ BALANSI	0	0	0	0	0	0
SÜRE BALANSI	0	0	0	0	0	0

Çizelge E.1 : (devam) Amabarlı Fuel-oil santraline ait 2008 yılı verileri.

AĞUSTOS 2008 İŞLETİM DEĞERLERİ

	1 GRUP	2 GRUP	3 GRUP	4 GRUP	5 GRUP	TOPLAM
BRUT ÜRETİM	62.945.000	63.943.000	63.902.000	81.220.000	71.650.000	343.660.000
REAKTİF ÜRETİM	74.985.280	74.985.280	74.985.280	74.985.280	74.985.280	74.985.280
NET ÜRETİM	59.334.093	60.327.576	60.537.201	78.530.190	69.236.560	327.965.620
ONGORULEN BRUT ÜRETİM	362.000.000	362.000.000	362.000.000	362.000.000	362.000.000	362.000.000
TEORİK ÜRETİM	81.840.000	81.840.000	81.840.000	111.600.000	111.600.000	468.720.000
TEORİK GÜÇ	110	110	110	150	150	630
A GRUBU KAYIP ENERJİ	0	0	4.620.000	7.800.000	22.310.000	34.730.000
B GRUBU KAYIP ENERJİ	18.895.000	17.897.000	13.318.000	22.580.000	17.640.000	90.330.000
KAYIPLAR	239.408	242.424	238.599	279.810	247.440	1.247.681
KAYIP YÜZDESİ	0,38	0,38	0,37	0,34	0,35	0,36
İÇ TÜKETİM	3.371.500	3.373.000	3.126.200	2.410.000	2.166.000	14.446.700
ÇALIŞMA SAATI	744	744	702	687	589	3.466
PERİYODİK SURE	744	744	744	744	744	3.720
PLANLI DEVRE DIŞI OLMA SÜRESİ	0	0	0	0	0	0
ZORUNLU DEVRE DIŞI OL.SUR.	0	0	0	0	0	0
ARIZA BAKIMDAN DEV.DIŞ.OLMA	0	0	42	52	153	247
A GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	0	0	42	52	153	247
TAMİR BAKIMDA YÜK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
A GRUBU YÜK DÜŞ. SÜRESİ	0	0	0	0	0	0
YTM TALEBİ NEDENİYLE DEVRE DIŞ.	0	0	0	0	0	0
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE DEV.DIŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI DEVRE DIŞI	0	0	0	5	2	7
B GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	0	0	0	5	2	7
YTM TALEBİ NEDENİYLE YÜK DÜŞ.	744	744	702	687	589	3.466
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE YÜK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR YÜK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI YÜK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
B GRUBU YÜK DÜŞ. SÜRESİ	744	744	702	687	589	3.466
ORTALAMA ÇALIŞMA GÜCÜ(MWH)	84.603	85.945	91.028	118.224	121.647	99.152
İSİ TÜKETİMİ MALİYETİ (TL/KCAL)	0	0	0	0	0	0
NET YAKIT MALİYETİ (TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
BRÜT YAKIT MALİYETİ(TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
İSİ TÜKETİMİ (KCAL/KWH)	2.471.690	2.421.359	2.444.437	2.341.265	2.376.124	2.406.509
YAKILAN FUEL OIL (TON)	16.161,576	16.083,502	16.218,874	19.732,095	17.685,352	85.881,400
YAKILAN FUEL OIL A.I.D.	9.626,57	9.626,57	9.626,57	9.626,57	9.626,57	9.626,57
YAKILAN FUEL OIL MALİYETİ (TL)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
YAKILAN MOTORİN(TON)	0,000	0,000	7,018	19,920	0,000	26,938
YAKILAN MOTORİN A.I.D.	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300
YAKILAN MOTORİN MALİYETİ (TL)	0	0	0	0	0	0
YAKIT TÜKETİMİ MOTORİN(GR/KWH)	0,00	0,00	0,11	0,25	0,00	0,08
YAKIT TÜKETİMİ(GR/KWH)	256,757	251,529		242,946	246,830	249,902
EMREAMADE OLMA SÜRESİ	744	744	702	692	591	3.473
EMREAMADE ENERJİ	81.840.000	81.840.000	77.220.000	103.800.000	89.290.000	433.990.000
EMREAMADELİK FAKTORU ZAMAN	100,00	100,00	94,35	93,01	79,44	93,36
EMREAMADELİK ÜRETİM	100,00	100,00	94,35	93,01	80,01	92,59
KAPASİTE KULLANMA FAKTORU	76,91	78,13	78,08	72,78	64,20	73,32
ZAMAN KULLANMA FAKTORU	100,00	100,00	94,35	92,34	79,17	93,17
ONGORULENİ GER.ORANI %	0,17	0,18	0,18	0,22	0,20	0,95
İÇ TÜKETİM YÜZDESİ	5,36	5,28	4,89	2,97	3,02	4,20
TOPLAM VERİM	34,79	35,52	35,18	36,73	36,19	35,74
ENERJİ BALANSI	0	0	0	0	0	0
SÜRE BALANSI	0	0	0	0	0	0

Çizelge E.1 : (devam) Amabarlı Fuel-oil santraline ait 2008 yılı verileri.

EYLÜL 2008 İŞLETİM DEĞERLERİ						
	1 GRUP	2 GRUP	3 GRUP	4 GRUP	5 GRUP	TOPLAM
BRUT ÜRETİM	52.333.000	58.573.000	55.763.000	59.295.000	67.315.000	293.279.000
REAKTİF ÜRETİM	60.595.920	60.595.920	60.595.920	60.595.920	60.595.920	60.595.920
NET ÜRETİM	49.339.786	55.297.369	52.689.461	57.817.915	64.998.810	280.143.341
ONGORULAN BRUT ÜRETİM	276.000.000	276.000.000	276.000.000	276.000.000	276.000.000	276.000.000
TEORİK ÜRETİM	79.200.000	79.200.000	79.200.000	108.000.000	108.000.000	453.600.000
TEORİK GÜÇ	110	110	110	150	150	630
A GRUBU KAYIP ENERJİ	4.070.000	7.150.000	0	23.400.000	9.600.000	44.220.000
B GRUBU KAYIP ENERJİ	22.797.000	13.477.000	23.437.000	25.305.000	31.085.000	116.101.000
KAYIPLAR	198.914	221.531	210.239	197.085	233.190	1.060.958
KAYIP YUZDESİ	0,38	0,38	0,38	0,33	0,35	0,36
İÇ TÜKETİM	2.794.300	3.054.100	2.863.300	1.280.000	2.083.000	12.074.700
ÇALIŞMA SAATI	611	655	624	492	575	2.957
PERİYODİK SÜRE	720	720	720	720	720	3.600
PLANLI DEVRE DIŞI OLMA SÜRESİ	0	0	0	0	0	0
ZORUNLU DEVRE DIŞI OL.SUR.	0	0	0	0	0	0
ARIZA BAKIMDAN DEV.DIŞ.OLMA	37	65	0	156	64	322
A GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	37	65	0	156	64	322
TAMİR BAKIMDA YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
A GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	0	0	0	0	0	0
YTM TALEBİ NEDENİYLE DEVRE DIŞ.	72	0	96	72	81	321
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE DEV.DIŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
B GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	72	0	96	72	81	321
YTM TALEBİ NEDENİYLE YUK DÜŞ.	851	657	624	744	575	3.451
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
B GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	851	657	624	744	575	3.451
ORTALAMA ÇALIŞMA GUCU(MWH)	85.651	89.424	89.364	120.518	117.070	99.181
İSİ TÜKETİMİ MALİYETİ (TL/KCAL)	0	0	0	0	0	0
NET YAKIT MALİYETİ (TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
BRUT YAKIT MALİYETİ(TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
İSİ TÜKETİMİ (KCAL/KWH)	2.415,481	2.336,320	2.361,384	2.275,069	2.305,989	2.335,866
YAKILAN FUEL OIL (TON)	13.682,888	14.812,497	14.253,165	14.601,958	16.802,256	74.152,765
YAKILAN FUEL OIL A.I.D.	9.238,5	9.238,5	9.238,5	9.238,5	9.238,5	9.239
YAKILAN FUEL OIL MALİYETİ (TL)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
YAKILAN MOTORİN(TON)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
YAKILAN MOTORİN A.I.D.	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300
YAKILAN MOTORİN MALİYETİ (TL)	0	0	0	0	0	0
YAKIT TÜKETİMİ MOTORİN(GR/KWH)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
YAKIT TÜKETİMİ(GR/KWH)	261,458	252,890		246,260	249,606	252,840
EMREMADE OLMA SÜRESİ	683	655	720	564	656	3.278
EMREMADE ENERJİ	75.130.000	72.050.000	79.200.000	84.600.000	98.400.000	409.380.000
EMREMADE LİK FAKTORU ZAMAN	94,86	90,97	100,00	78,33	91,11	91,06
EMREMADE LİK ÜRETİM	94,86	90,97	100,00	78,33	91,11	90,25
KAPASİTE KULLANMA FAKTORU	66,08	73,96	70,41	54,90	62,33	64,66
ZAMAN KULLANMA FAKTORU	84,86	90,97	86,67	68,33	79,86	82,14
ONGORULAN GER. ORANI %	0,19	0,21	0,20	0,21	0,24	1,06
İÇ TÜKETİM YUZDESİ	5,34	5,21	5,13	2,16	3,09	4,12
TOPLAM VERİM	35,60	36,81	36,42	37,80	37,29	36,82
ENERJİ BALANSI	0	0	0	0	0	0
SÜRE BALANSI	0	0	0	0	0	0

Çizelge E.1 : (devam) Amabarlı Fuel-oil santraline ait 2008 yılı verileri.

EKİM 2008 İŞLETİM DEĞERLERİ						
	1 GRUP	2 GRUP	3 GRUP	4 GRUP	5 GRUP	TOPLAM
BRUT ÜRETİM	58.704.000	59.574.000	48.377.000	46.610.000	47.425.000	260.690.000
REAKTİF ÜRETİM	46.659.400	46.659.400	46.659.400	46.659.400	46.659.400	46.659.400
NET ÜRETİM	55.670.460	56.245.835	45.749.585	44.920.265	46.306.295	248.892.440
ONGORULEN BRUT ÜRETİM	310.000.000	310.000.000	310.000.000	310.000.000	310.000.000	310.000.000
TEORİK ÜRETİM	81.950.000	81.950.000	81.950.000	111.750.000	111.750.000	469.350.000
TEORİK GÜÇ	110	110	110	150	150	630
A GRUBU KAYIP ENERJİ	660.000	9.363.000	12.227.000	42.350.000	35.905.000	100.505.000
B GRUBU KAYIP ENERJİ	22.586.000	13.013.000	21.346.000	22.790.000	28.420.000	108.155.000
KAYIPLAR	218.340	225.266	181.815	162.735	156.705	944.861
KAYIP YUZDESİ	0,37	0,38	0,38	0,35	0,33	0,36
İÇ TÜKETİM	2.815.200	3.102.900	2.445.600	1.527.000	962.000	10.852.700
ÇALIŞMA SAATI	636	712	551	397	391	2.687
PERİYODİK SURE	745	745	745	745	745	3.725
PLANLI DEVRE DIŞI OLMA SURESİ	0	0	0	0	0	0
ZORUNLU DEVRE DIŞI OL.SUR.	0	0	0	0	0	0
ARIZA BAKIMDAN DEV.DIŞ.OLMA	6	33	73	228	203	543
A GRUBU DEV.DIŞI SURESİ	6	33	73	228	203	543
TAMİR BAKIMDA YUK DÜŞÜMÜ	0	92	117	228	133	570
A GRUBU YUK DÜŞ. SURESİ	0	92	117	228	133	570
YTM TALEBİ NEDENİYLE DEVRE DIŞ.	103	0	121	120	151	495
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE DEV.DIŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
B GRUBU DEV.DIŞI SURESİ	103	0	121	120	151	495
YTM TALEBİ NEDENİYLE YUK DÜŞ.	636	620	456	169	282	2.163
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
B GRUBU YUK DÜŞ. SURESİ	636	620	456	169	282	2.163
ORTALAMA ÇALIŞMA GUCU(MWH)	92.302	83.671	87.799	117.406	121.292	97.019
İSİ TÜKETİMİ MALİYETİ (TL/KCAL)	0	0	0	0	0	0
NET YAKIT MALİYETİ (TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
BRUT YAKIT MALİYETİ(TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
İSİ TÜKETİMİ (KCAL/KWH)	2.496,728	2.425,116	2.469,153	2.412,115	2.436,680	2.449,193
YAKILAN FUEL OIL (TON)	15.297,700	15.077,495	12.460,489	11.723,762	12.064,976	66.624,422
YAKILAN FUEL OIL A.I.D.	9.578,10	9.578,10	9.578,10	9.578,10	9.578,10	9.578,10
YAKILAN FUEL OIL MALİYETİ (TL)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
YAKILAN MOTORİN(TON)	4,371	5,833	9,944	13,332	0,000	33,480
YAKILAN MOTORİN A.I.D.	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300
YAKILAN MOTORİN MALİYETİ (TL)	0	0	0	0	0	0
YAKIT TÜKETİMİ MOTORİN(GR/KWH)	0,07	0,10	0,21	0,29	0,00	0,13
YAKIT TÜKETİMİ(GR/KWH)	260,590	253,089		251,529	254,401	255,570
EMREAMADE OLMA SURESİ	739	712	672	517	542	3.182
EMREAMADE ENERJİ	81.290.000	72.587.000	69.723.000	69.400.000	75.845.000	368.845.000
EMREAMADELİK FAKTORU ZAMAN	99,19	95,57	90,20	69,40	72,75	85,42
EMREAMADELİK ÜRETİM	99,19	88,57	85,08	62,10	67,87	78,59
KAPASİTE KULLANMA FAKTORU	71,63	72,70	59,03	41,71	42,44	55,54
ZAMAN KULLANMA FAKTORU	85,37	95,57	73,96	53,29	52,48	72,13
ONGORULENİ GER.ORANI %	0,19	0,19	0,16	0,15	0,15	0,84
İÇ TÜKETİM YUZDESİ	4,80	5,21	5,06	3,28	2,03	4,16
TOPLAM VERİM	34,45	35,46	34,83	35,65	35,29	35,11
ENERJİ BALANSI	0	0	0	0	0	0
SÜRE BALANSI	0	0	0	0	0	0

Çizelge E.1 : (devam) Amabarlı Fuel-oil santraline ait 2008 yılı verileri.

KASIM 2008 İŞLETİM DEĞERLERİ

	1 GRUP	2 GRUP	3 GRUP	4 GRUP	5 GRUP	TOPLAM
BRUT ÜRETİM	49.963.000	50.754.000	59.045.000	67.540.000	83.350.000	310.652.000
REAKTİF ÜRETİM	50.898.760	50.898.760	50.898.760	50.898.760	50.898.760	50.898.760
NET ÜRETİM	47.543.571	48.013.082	55.922.031	65.211.970	81.396.780	298.087.434
ÖNGÖRÜLEN BRUT ÜRETİM	362.000.000	362.000.000	362.000.000	362.000.000	362.000.000	362.000.000
TEORİK ÜRETİM	79.200.000	79.200.000	79.200.000	108.000.000	108.000.000	453.600.000
TEORİK GÜÇ	110	110	110	150	150	630
A GRUBU KAYIP ENERJİ	16.830.000	18.370.000	0	0	0	35.200.000
B GRUBU KAYIP ENERJİ	12.407.000	10.076.000	20.155.000	40.460.000	24.650.000	107.748.000
KAYIPLAR	183.429	190.518	220.670	234.030	275.220	1.103.867
KAYIP YUZDESİ	0,37	0,38	0,37	0,35	0,33	0,36
İÇ TÜKETİM	2.236.000	2.550.400	2.902.300	2.094.000	1.678.000	11.460.700
ÇALIŞMA SAATI	564	553	647	544	669	2.977
PERİYODİK SURE	720	720	720	720	720	3.600
PLANLI DEVRE DIŞI OLMA SÜRESİ	0	0	0	0	0	0
ZORUNLU DEVRE DIŞI OL.SUR.	0	0	0	0	0	0
ARIZA BAKIM DAN DEV.DIŞ.OLMA	153	167	0	0	0	320
A GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	153	167	0	0	0	320
TAMİR BAKIM DA YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
A GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	0	0	0	0	0	0
YTM TALEBİ NEDENİYLE DEVRE DIŞ.	0	0	0	0	0	0
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE DEV.DIŞ.	0	0	73	172	51	296
ATMOSFERİK ŞARTLAR DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI DEVRE DIŞI	3	0	0	4	0	7
B GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	3	0	73	176	51	303
YTM TALEBİ NEDENİYLE YUK DÜŞ.	567	553	647	544	669	2.980
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR YUK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI YUK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
B GRUBU YUK DÜŞ. SÜRESİ	567	553	647	544	669	2.980
ORTALAMA ÇALIŞMA GÜCÜ(MWH)	88.587	91.779	91.260	124.154	124.589	104.351
İSİ TÜKETİMİ MALİYETİ (TL/KCAL)	0	0	0	0	0	0
NET YAKIT MALİYETİ (TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
BRUT YAKIT MALİYETİ(TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
İSİ TÜKETİMİ (KCAL/KWH)	2.444,424	2.317,516	2.407,304	2.305,734	2.314,970	2.351,748
YAKILAN FUEL OIL (TON)	12.700,114	12.238,069	14.794,323	16.208,816	20.083,156	76.024,478
YAKILAN FUEL OIL A.I.D.	9.607,7	9.607,7	9.607,7	9.607,7	9.607,7	9.607,69
YAKILAN FUEL OIL MALİYETİ (TL)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
YAKILAN MOTORİN(TON)	10,873	4,236	0,000	0,000	0,000	15,109
YAKILAN MOTORİN A.I.D.	10,300	10,300	10,300	10,300	10,300	10,300
YAKILAN MOTORİN MALİYETİ (TL)	0	0	0	0	0	0
YAKIT TÜKETİMİ MOTORİN(GR/KWH)	0,22	0,08	0,00	0,00	0,00	0,05
YAKIT TÜKETİMİ(GR/KWH)	254,190	241,125		239,988	240,950	244,726
EM REAMADE OLMA SÜRESİ	567	553	720	720	720	3.280
EM REAMADE ENERJİ	62.370.000	60.830.000	79.200.000	108.000.000	108.000.000	418.400.000
EM REAMADELİK FAKTORU ZAMAN	78,75	76,81	100,00	100,00	100,00	91,11
EM REAMADELİK ÜRETİM	78,75	76,81	100,00	100,00	100,00	92,24
KAPASİTE KULLANMA FAKTORU	63,08	64,08	74,55	62,54	77,18	68,49
ZAMAN KULLANMA FAKTORU	78,33	76,81	89,86	75,56	92,92	82,69
ÖNGÖRÜLENİ GER. ORANI %	0,14	0,14	0,16	0,19	0,23	0,86
İÇ TÜKETİM YUZDESİ	4,48	5,03	4,92	3,10	2,01	3,69
TOPLAM VERİM	35,18	37,11	35,72	37,30	37,15	36,57
ENERJİ BALANSI	0	0	0	0	0	0
SÜRE BALANSI	0	0	0	0	0	0

Çizelge E.1 : (devam) Amabarlı Fuel-oil santraline ait 2008 yılı verileri.

ARALIK 2008 İŞLETİM DEĞERLERİ						
	1 GRUP	2 GRUP	3 GRUP	4 GRUP	5 GRUP	TOPLAM
BRUT ÜRETİM	43.627.000	11.896.000	70.119.000	67.800.000	72.630.000	266.072.000
REAKTİF ÜRETİM	44.016.360	44.016.360	44.016.360	44.016.360	44.016.360	44.016.360
NET ÜRETİM	41.530.368	11.263.695	66.583.198	65.404.200	70.673.415	255.454.877
ÖNGÖRÜLEN BRUT ÜRETİM	375.000.000	375.000.000	375.000.000	375.000.000	375.000.000	375.000.000
TEORİK ÜRETİM	81.840.000	81.840.000	81.840.000	111.600.000	111.600.000	468.720.000
TEORİK GÜÇ	110	110	110	150	150	630
A GRUBU KAYIP ENERJİ	9.240.000	49.610.000	0	25.345.000	0	84.195.000
B GRUBU KAYIP ENERJİ	28.973.000	20.334.000	11.721.000	18.455.000	38.970.000	118.453.000
KAYIPLAR	159.932	44.505	259.502	235.800	243.585	943.321
KAYIP YÜZDESİ	0,37	0,37	0,37	0,35	0,34	0,35
İÇ TÜKETİM	1.936.700	587.800	3.276.300	2.160.000	1.713.000	9.673.800
ÇALIŞMA SAATI	464	130	721	562	593	2.470
PERİYODİK SURE	744	744	744	744	744	3.720
PLANLI DEVRE DIŞI OLMA SÜRESİ	0	0	0	0	0	0
ZORUNLU DEVRE DIŞI OL.SUR.	0	0	0	0	0	0
ARIZA BAKIMDAN DEV.DIŞ.OLMA	84	451	0	148	0	683
A GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	84	451	0	148	0	683
TAMİR BAKIMDA YÜK DÜŞÜMÜ	0	0	0	96	0	96
A GRUBU YÜK DÜŞ. SÜRESİ	0	0	0	96	0	96
YTM TALEBİ NEDENİYLE DEVRE DIŞ.	196	163	0	0	129	488
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE DEV.DIŞ.	0	0	23	34	22	79
ATMOSFERİK ŞARTLAR DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI DEVRE DIŞI	0	0	0	0	0	0
B GRUBU DEV.DIŞI SÜRESİ	196	163	23	34	151	567
YTM TALEBİ NEDENİYLE YÜK DÜŞ.	464	130	721	466	593	2.374
YAKIT MİKTARI NEDENİYLE YÜK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ATMOSFERİK ŞARTLAR YÜK DÜŞ.	0	0	0	0	0	0
ŞEBEKE ARIZASI YÜK DÜŞÜMÜ	0	0	0	0	0	0
B GRUBU YÜK DÜŞ. SÜRESİ	464	130	721	466	593	2.374
ORTALAMA ÇALIŞMA GÜCÜ(MWH)	94.024	91.508	97.252	120.641	122.479	107.721
İSİ TÜKETİMİ MALİYETİ (TL/KCAL)	0	0	0	0	0	0
NET YAKIT MALİYETİ (TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
BRUT YAKIT MALİYETİ(TL/KWH)	0	0	0	0	0	0
İSİ TÜKETİMİ (KCAL/KWH)	2.445,282	2.407,014	2.413,734	2.282,059	2.285,076	2.349,933
YAKILAN FUEL OIL (TON)	11.084,903	2.975,547	17.599,936	16.101,398	17.281,008	65.042,792
YAKILAN FUEL OIL A.I.D.	9.603,9	9.603,9	9.603,9	9.603,9	9.603,9	9.604
YAKILAN FUEL OIL MALİYETİ (TL)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
YAKILAN MOTORİN(TON)	21,555	5,532	21,419	8,482	0,000	56,989
YAKILAN MOTORİN A.I.D.	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300
YAKILAN MOTORİN MALİYETİ (TL)	0	0	0	0	0	0
YAKIT TÜKETİMİ MOTORİN(GR/KWH)	0,49	0,47	0,31	0,13	0,00	0,21
YAKIT TÜKETİMİ(GR/KWH)	254,084	250,130		237,484	237,932	244,456
EMREMADE OLMA SÜRESİ	660	293	744	596	744	3.037
EMREMADE ENERJİ	72.600.000	32.230.000	81.840.000	86.255.000	111.600.000	384.525.000
EMREMADE LİK FAKTORU ZAMAN	88,71	39,38	100,00	80,11	100,00	81,64
EMREMADE LİK ÜRETİM	88,71	39,38	100,00	77,29	100,00	82,04
KAPASİTE KULLANMA FAKTORU	53,31	14,54	85,68	60,75	65,08	56,77
ZAMAN KULLANMA FAKTORU	62,37	17,47	96,91	75,54	79,70	66,40
ÖNGÖRÜLEN GER.ÖRANİ %	0,12	0,03	0,19	0,18	0,19	0,71
İÇ TÜKETİM YÜZDESİ	4,44	4,94	4,67	3,19	2,36	3,64
TOPLAM VERİM	35,17	35,73	35,63	37,69	37,64	36,60
ENERJİ BALANSI	0	0	0	0	0	0
SÜRE BALANSI	0	0	0	0	0	0

EK F.1**Çizelge F.1 : Çatalağzı Santrali 2007 yılı spesifik tüketim tablosu.**

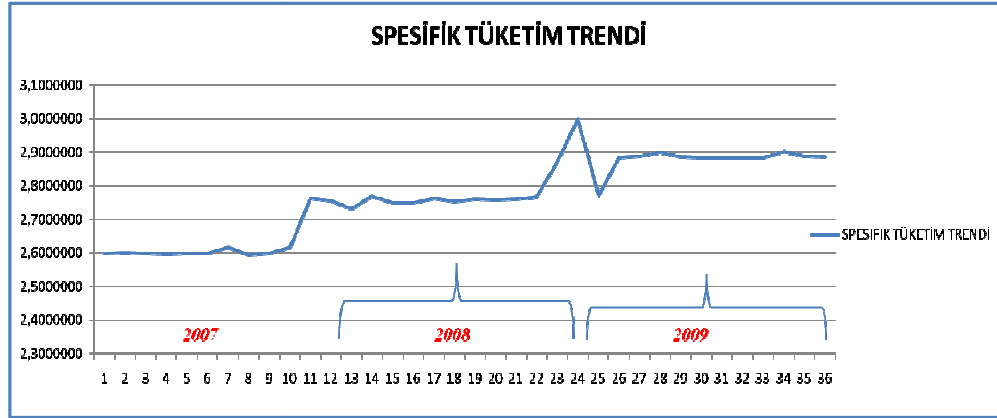
BRÜT ÜRETİM MİKTARI (MWh)	YAKILAN KÖMÜR MİKTARI (TON)	YAKILAN KÖMÜR (GCal)	SPESİFİK YAKIT TÜKETİMİ (GCal/MWh)
188.379	152.994	489.580,80	2,598913892
165.990	134.849	431.516,80	2,599655401
200.310	162.611	520.355,20	2,597749488
141.093	114.491	366.371,20	2,596664611
127.722	103.726	331.923,20	2,598794256
175.737	142.698	456.633,60	2,598391915
185.196	151.471	484.707,20	2,617266032
190.461	154.431	494.179,20	2,594647723
181.043	146.989	470.364,80	2,598083328
184.701	151.000	483.200,00	2,616120108
144.861	125.019	400.060,80	2,761687411
187.044	161.010	515.232,00	2,754603195

Çizelge F.2 : Çatalağzı Santrali 2008 yılı spesifik tüketim tablosu.

BRÜT ÜRETİM MİKTARI (MWh)	YAKILAN KÖMÜR MİKTARI (TON)	YAKILAN KÖMÜR (GCal)	SPESİFİK YAKIT TÜKETİMİ (GCal/MWh)
175.884	150.086	480.274	2,730631553
176709	152.876	489.204	2,76841587
177774	152.760	488.831	2,749732807
93414	80.270	256.862	2,749716317
86178	74.365	237.969	2,76136601
181.050	155.779	498.492	2,753341508
188.049	162.201	519.044	2,760154981
180.606	155.670	498.143	2,758175476
166.134	143.310	458.593	2,760378971
149721	129.479	414.331	2,767353945
167.829	150.705	482.257	2,873500051
139.011	130.256	416.818	2,998451864

Çizelge F.3 : Çatalağzı Santrali 2009 yılı spesifik tüketim tablosu.

BRÜT ÜRETİM MİKTARI (MWh)	YAKILAN KÖMÜR MİKTARI (TON)	YAKILAN KÖMÜR (GCal)	SPESİFİK YAKIT TÜKETİMİ (GCal/MWh)
159.537	138.143,94	442.060,61	2,770897083
155.958	140.602,29	449.927,33	2,884926249
170.964	154.253,31	493.610,59	2,887219485
185.127	167.695,89	536.626,85	2,898695749
75.534	68.121,70	217.989,44	2,885977705
134.136	120.861,43	386.756,58	2,883316753
176.787	159.327,92	509.849,34	2,883975315
163.452	147.305,95	471.379,04	2,883898882
165.912	149.472,00	478.310,40	2,882916245
146.259	132.643,29	424.458,53	2,902101942
131.991	119.165,46	381.329,47	2,889056617
185.463	167.265,10	535.248,32	2,886011334



Şekil F.1: Çatalağzı Santrali 2007-2009 yılları arası spesifik tüketim trendi.

ÖZGEÇMİŞ



2003 yılı İTÜ Denizcilik Fakültesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümünden mezuniyetinin ardından CORN SHIPS ve DENAK firmalarında Uzakyol Varidya Mühendisi olarak, GENEL DENİZCİLİK firmasında ise Uzakyol II. Mühendisi olarak yaptığı görevlerin ardından 2007 yılında İTÜ FBE DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ bölümünde yüksek lisans öğrenimine başlamıştır. Donanma Komutanlığı'na bağlı TCG GAZAL gemisinde Makine Subayı olarak askerlik hizmetini tamamlamasının ardından göreve başladığı KARADENİZ HOLDİNG bünyesinde; hala dünyanın ilk enerji santral gemileri olan “POWERSHIP” projelerinde tesis mühendisi ünvanıyla görev yapmaktadır.

Ad Soyad: Aykut MET

Doğum Yeri ve Tarihi: KOCAELİ-22.10.1979

Adres: EVLİYA ÇELEBİ MAH. RAUF ORBAY CAD. GÖLEVLERİ SİT. B-1 BLK DAİRE: 2 TUZLA/İSTANBUL

Lisans Üniversitesi: İTÜ. DENİZCİLİK FAKÜLTESİ GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ

Yayın Listesi: Belgin Emre Türkay, **Aykut MET**, EMO EVK 2007 Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, EVK-18, Kısa Dönem Hidrotermal Koordinasyon Hesabı Poster Sunumu