

ODET (On Günlük Doğal gaz ve Elektrik Talep Modeli)

Barış Sanlı, Tansel Temur, Mehmet Fatih Uslu, Murat Halis

İçindekiler

Model Tasarımı	1
Modelin Tasarımında Sıcaklık Faktörü	3
Elektrik Talebi	3
Doğal gaz Talebi	6
Modelin Yapısı	8
Elektrik Modeli	8
Doğal gaz Modeli	8
Oluşturulan Fonksiyonlar	9
Sonuçlar	10

Model Tasarımı

Arz güvenliğinin sağlanması için temel şartlardan biri de öngörülebilirliktir. Bu öngörülebilirlik kısa, orta ve uzun dönem olarak üç döneme ayrılır. Kısa dönem ile 6 ay'a kadar olan dönem kastedilmektedir.

Şüphesiz bu öngörülebilirlik için en önemli araçlardan biri modeller-talep tahminleridir. Ülkemizde talep tahmini denilince daha çok yıllara sair elektrik ve enerji talebi anlaşılmasına rağmen, bu çalışmada 10 günlük bir Doğal gaz - Elektrik Modeli tasarımı anlatılacaktır.

Bu tip modelleri de dikkate alarak yapılan haftalık ve günlük planlamalar hem sistem işletmecisinin işini kolaylaştırmakta, hem de olası uç(extreme) olaylara karşı bir uyarı niteliği taşımaktadır. Modelleme aşamasında özellikle ısıya duyarlı bir model tasarımı hedeflenmiştir.

Temel olarak, modeli oluşturmak için elde bulunan veriler:

- 2004-2012 günlük doğalgaz arzı ve alt kısılmı
- 2008-2012 günlük elektrik üretimi (alt kısılm yok)
- İstanbul ve Ankara için günlük sıcaklık, nem ve ısı verileri kullanılmıştır.

Söz konusu model oluşturulduktan sonra ise, modeli çalıştırmak için gereken veriler

- 10 günlük Ankara ve İstanbul sıcaklık tahminleri
- Bir önceki günün:
 - Elektrik talebi
 - Doğalgaz talebi

Model Kurgusu için	Modelin Çalıştırılması için	Model Çıktısı
2004-2012 günlük doğalgaz arz-talebi 2008-2012 günlük elektrik üretimi İstanbul ve Ankara maksimum sıcaklıklar	10 günlük hava durumu tahmini (Ankara,İstanbul) Elektrik Talebi(Bir önceki gün) Doğalgaz Talebi (Bir önceki gün)	10 günlük elektrik talebi 10 günlük doğalgaz talebi <ul style="list-style-type: none"> • Şehir talepleri • Sanayi Talebi • Toplam Talep

Tablo 1 - Model Kurgusu, Çalıştırılması için veri ihtiyacı ve Model çıktıları

Modelin kurgulanması esnasında, özellikle bir önceki günün doğal gaz talebinin alt kırılımının alınamayacağı fakat toplam talebin alınabileceği öngörülmüştür. Aynı şekilde, elektrik ve doğalgaz talebinin arasında bir ilişki olabileceği, bunun soğuk ve sıcak havalarda daha yüksek, şehir doğal gaz talebi için sıcak havalarda önemsenmeyecek kadar düşük olacağı varsayılmıştır.

Sıcaklık düzeltmelerinde ise önce :

- Soğuk havalarda sıcaklık ve 15 km/s üzerindeki rüzgar hızlarının soğukluğu artırıcı olacağı,
- Sıcak havalarda ise nem oranlarının hissedilen sıcaklığı yükselteceği,

Amerikalı operatörlerden PJM'in Forecasting Manual'da görülmüş ve uygulanmış olmasına rağmen çok sağlıklı sonuçlar vermediği gözlenmiştir. Fakat rüzgar ve nem düzeltmeli bir model üzerinde çalışmalar da devam etmektedir.

Kısaca özetlemek gerekirse;

- En fazla veri ile en kompakt(kısa formüller) yapıya sahip,
- Tahmin için ise, en az sayıda başlangıç tahminine ihtiyaç duyan(sadece sıcaklık tahmini),

bir model öngörülmüştür.

Modelin temel çıktılarında ise, birden çok sonuç vardır. Mesela elektrik ve doğalgaz talepleri için kimi zaman 4 ayrı fonksiyon çalıştırılmaktadır. Bu fonksiyonların minimum, maksimum, ortalama ve modeli kullanan ekip tarafından en başarılı fonksiyonun referans kabul edildiği bir yöntem izlenmektedir.

Model tasarımının ardından, yüksek sapma olan günlerde, hava durumu gerçekleşmelerine bakılmaktadır. Modelin sapmalarının en büyük bölümünü:

- Sıcaklık tahminlerindeki sapmalar
- Tatil günlerindeki değişimler
- Öngörülemeyen diğer sebepler (doğalgaz santrallerinin ikincil yakıtı geçmesi)

gibi sebepler oluşturmaktadır.

Ayrıca modelin temel amaçlarından biri de

- Ankara
- İstanbul
- İzmit
- Bursa
- Eskişehir

taleplerinin oluşturulması ve bunların sıcaklığa tepki veren fonksiyonlarla ifade edilmesidir.

Modelin Tasarımında Sıcaklık Faktörü

Modelin ilk tasarım evrelerinde 3 temel dökümandan faydalanılmıştır. Bu dökümanlar

1. Load Forecasting and Analysis, PJM Manualⁱ
2. Daily air temperature and Electricity Load in Spain, E Valor, 2001ⁱⁱ
3. AB Perspektifinden Doğal gaz Arz Güvenliği, Uğur Usta, ICCI 2012ⁱⁱⁱ

Bu dökümanlardan ise özellikle 2. ve 3. sıradaki dökümanlar elektrik ve doğalgaz talebinin belirlenmesinde önemli olmuşlardır. PJM'in dökümanında ise sıcaklık düzeltmeleri verilmiş ve bunlar da değişik dönemlerde model üzerinde denenmiştir.

Modelde Ankara ve İstanbul için minimum sıcaklık, rüzgar ve nem gibi verilerin de etkisi görülmesine rağmen, en büyük gözlemlenen etki İstanbul ve Ankara maksimum sıcaklık değerleri ile talep arasındaki ilişkidir. Bunun temeli de muhtemelen:

- En soğuk sıcaklıkların gece yarılarında olmaları (yani yaşamsal aktivitenin, enerji talebinin en az olduğu zamanlarda)
- Maksimum sıcaklıkların ise öğle vakti, yani yaşamsal aktivitenin en yoğun olduğu anlarda

gerçekleşmesidir.

Elektrik Talebi

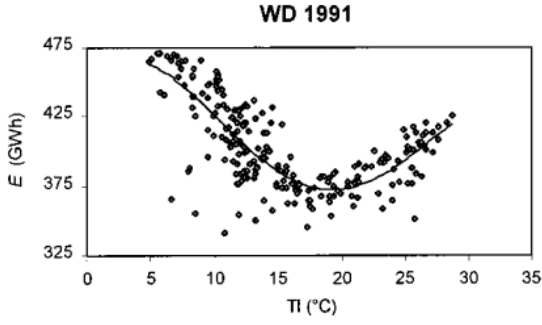
Elektrik talebinde mantıksal olarak

- Hava soğudukça
- Hava ısındıkça

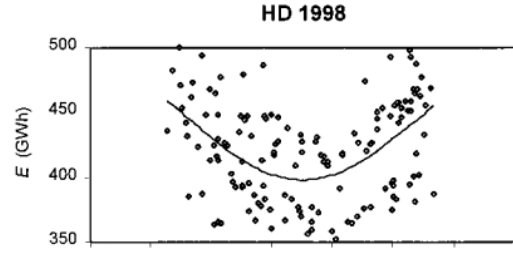
talebin artması beklenir. Fakat talep, bu sıcaklık derecelerinin üzerinde veya altında hangi fonksiyona göre değişmektedir, bunun araştırılması gerekmektedir.

Herşeyden önce modeli tasarlarlarken kolaylık olması açısından Celcius derece yerine Fahrenheit kullanılmıştır. Bunun sebeplerinden biri de 0 C'nin sık görülüyor olması ve bunun fonksiyon hesaplarında bazen nonlineerliklere sebep olmasıdır. 0 F ise -17 C'a denk gelmektedir ki, maksimum sıcaklıklar -17C'ye çok sık düşmediği için (Ankara ve İstanbul için) doğrudan lineer bir fonksiyon üretmede faydalı olmaktadır.

PJM Manual'dan özellikle 58 F, diğer kaynaklardan da 60 F'ı elektrik talebinde bir eşik olarak kabul edip, lineer bir ilişki arayışına başlandı. Bu sırada E. Valor ve diğerlerinin makalesinde aşağıdaki grafiklere ulaşıldı:



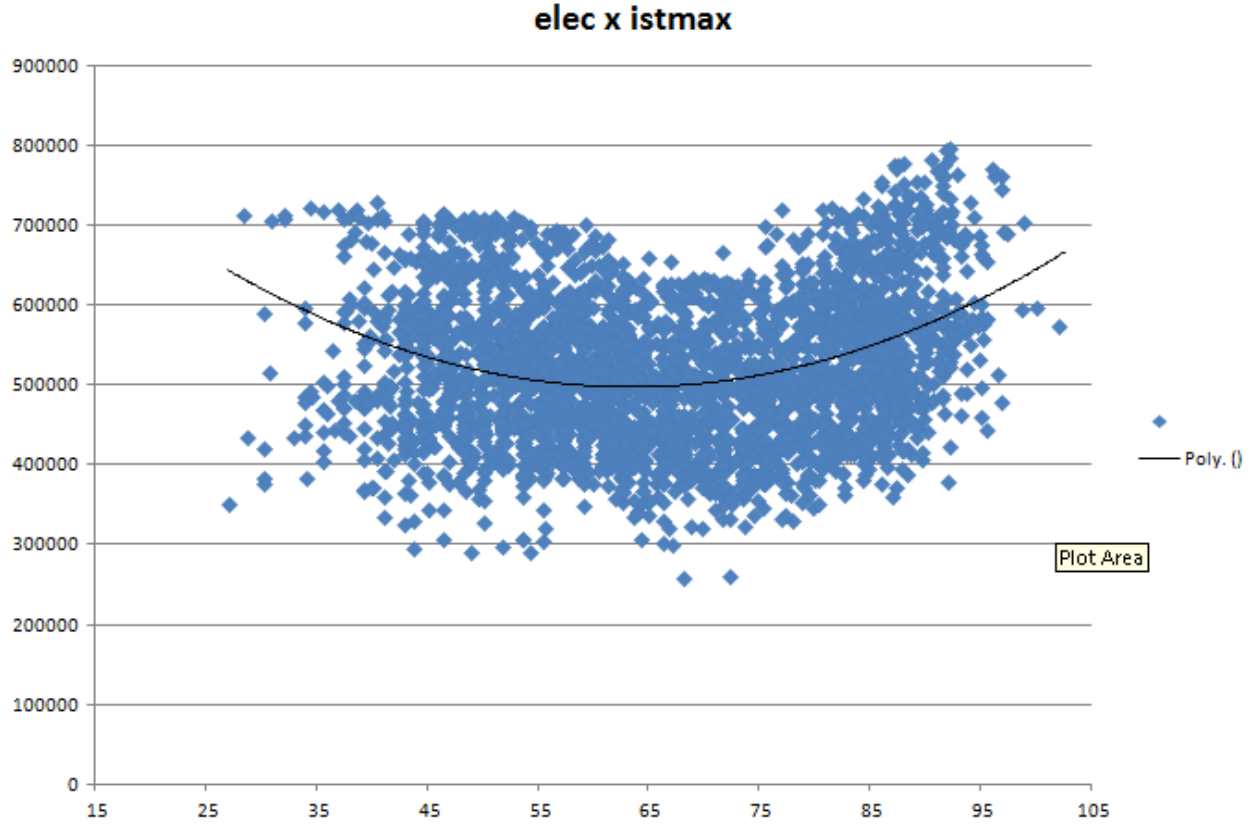
Çalışma günleri için Sıcaklık-Talep ilişkisi



Tatil günleri için Sıcaklık-Talep ilişkisi

Bu makaleden anlaşıldığı kadarı ile sıcaklık ve talep arasında parabole yakın bir ilişki var olduğu gözleniyor. Yani sıcaklık 15.5 C- 18 C aralığında bir yerde dip yaparken bu sıcaklıkların sağına ve soluna giderken talepte parabolik bir artış gözlenmektedir.

Aynı fonksiyonlar Türkiye elektrik talebi için oluşturulmuş ve 2. dereceden İstanbul maksimum sıcaklığı değişkeninden hesaplanan "istparabol" fonksiyonu hesaplanmıştır.



Günlük elektrik talebinin İstanbul maksimum sıcaklığına göre değişimi (F vs milyon kWh)

Aslında günlük elektrik talep modelinin temelinde olan grafik ve parabol yukarıda görülen paraboldür.

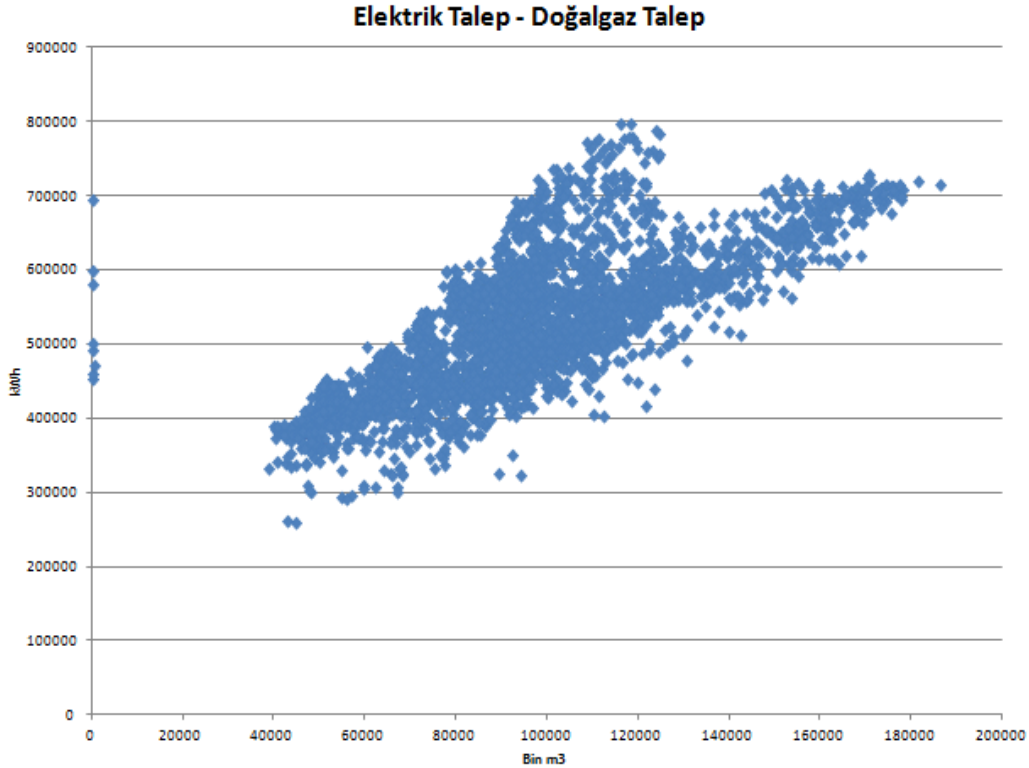
Elektrik talebinin temel belirleyicileri:

- Bir önceki günün elektrik talebi
- Haftanın günü (Haftaiçi, Pazartesi, Cuma, Cumartesi, Pazar)
- Soğuk günler için gaz talebi
- İstanbul maksimum sıcaklık için yukarıda anlatılan "istparabol"

fonksiyonlarıdır.

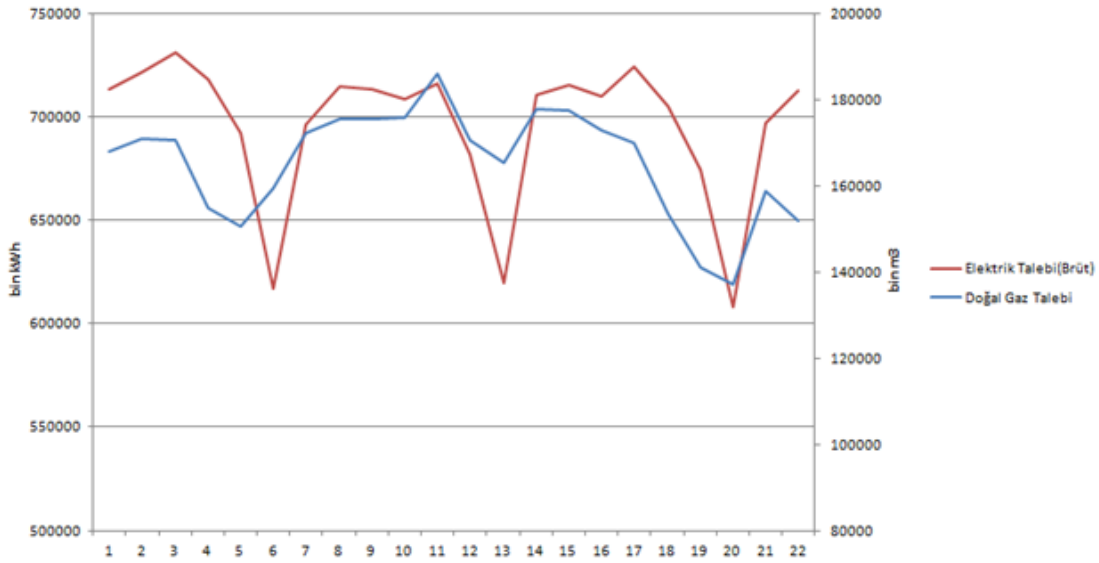
Burada dikkati çeken bir diğer nokta da elektrik ve doğalgaz talebinin ilişkili olup olmadığıdır. Bunun da üç temel sebebi vardır. Bunlar

- Soğuk günlerde, şu anda sayısı 8 milyon'u aşan (BBS cinsinden) konut abonelerinin her birinin evinde kombi olduğunu düşündüğümüzde, bu kombilerin hepsi birden 1 saat tam zamanlı çalışsa, minimum 100 Watt'tan 8 milyon abone için toplamda 800 milyon Watt, bu da 800 bin kWh/saat anlamına gelmektedir. Kombin günde toplam 6 saat tam çalıştığı varsayılrsa, 4.8 milyon kWh/günlük bir ek talep hesaplanabilir ki bu oldukça kaba bir hesaptır.
- Bir diğer sebep de, soğuk günlerde, elektrikli ısıtmanın da artmasıdır ki bunun örnekleri sigara içilen kafelerden küçük dükkanlara kadar bir çok mekanda gözlemlenebilmektedir.
- Yazın sıcak havalara için ise; elektrik talebinin her an yarısı doğalgazdan karşılanıyor olduğu varsayılır ise, yaz puantları yükseldikçe daha da artan bir oranda doğalgaz tüketilecektir.



Elektrik talebi ile doğalgaz talebi arasındaki ilişki

Günlük bazda elektrik ve doğalgaz talebine baktığımızda ise(kış ayları için):

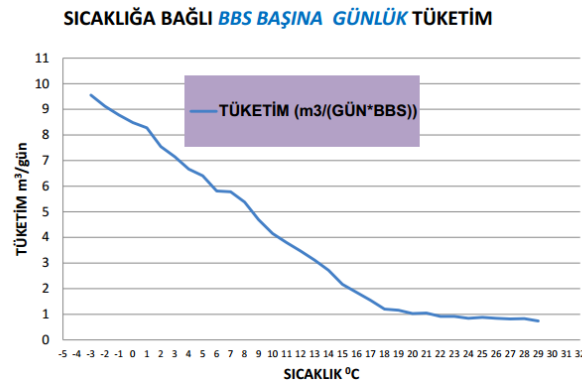


Ocak-Şubat aylarında soğuk geçen 3 hafta için elektrik ve doğalgaz talepleri

grafiği görülmektedir. Elektrik talebi haftanın günlerine daha bağımlı iken, doğalgaz talebi haftanın günlerine daha az bağımlı fakat sıcaklığa daha duyarlı olmaktadır.

Doğal gaz Talebi

Doğal gaz talebinde ise çalışmaya başlangıç noktası olarak, İGDAŞ'tan Uğur Usta'nın yapmış olduğu sunumdaki grafik kullanılmıştır.

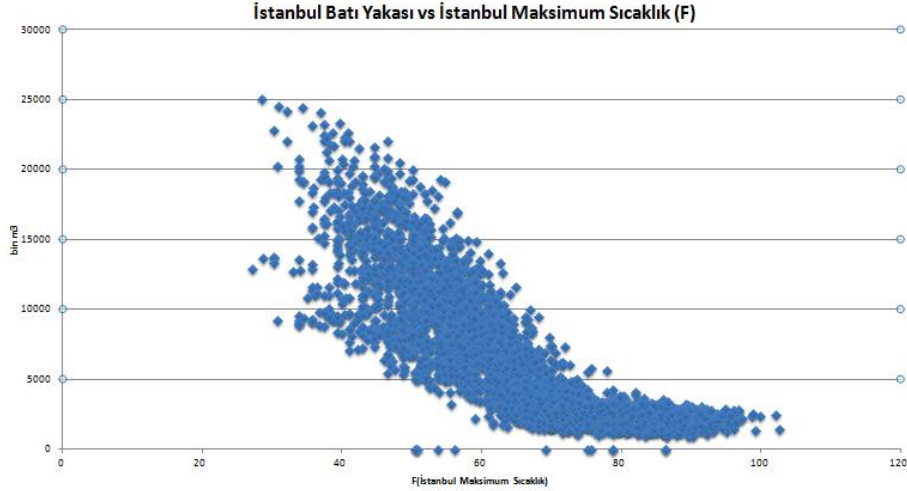


SICAKLIK (°C)	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
TÜKETİM (m³/GÜN*BBS)	9.96	9.12	8.78	8.48	8.28	7.55	7.15	6.67	6.41	5.81	5.78	5.38	4.69	4.15	3.8	3.47	3.12	2.72	2.17	1.86	1.55	1.2	1.16	1.03	1.05	0.92	0.92	0.84	0.88	0.84	0.82	0.83	0.74

İstanbul abone tüketiminin sıcaklığa göre değişimi(Uğur Usta, İGDAŞ, ICCI 2012)

Bu slayta göre sıcaklık 18C'nin üstündeyken İstanbul için doğalgaz talebi sıcaklıktan çok az etkilenmekte, 18 C'nin altında ise doğrusal bir ilişki göstermektedir.

Oluşturulan veri seti üzerinden İstanbul Avrupa (Batı yakası)'nın talebinin İstanbul'un maksimum Fahrenheit sıcaklığına göre değişimi de şu şekildedir:



İstanbul Batı Yakası doğalgaz talebinin sıcaklık ile değişimi

Dolayısıyla, şehir talepleri ile sıcaklık arasındaki doğrusal ilişki kolaylıkla kurulabilmektedir. Bunun yanında İstanbul, Ankara gibi şehirlerin talepleri de sıcaklık ile doğrudan ilişkilendirilebilmektedir.

Doğalgaz talebinde asıl zor olan kısım

- Sanayi
- Elektrik için kullanılan doğal gaz talebidir.

Sanayinin biraz konut biraz elektrik gibi davrandığı, elektriğin ise özellikle soğuk havalarda yaşanan kesintiden dolayı, tam olarak doğru tepkiyi vermediği gözlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda

- Şehir talepleri
- Şehir toplam talebi
- Sanayi talebi
- Toplam gaz talebi

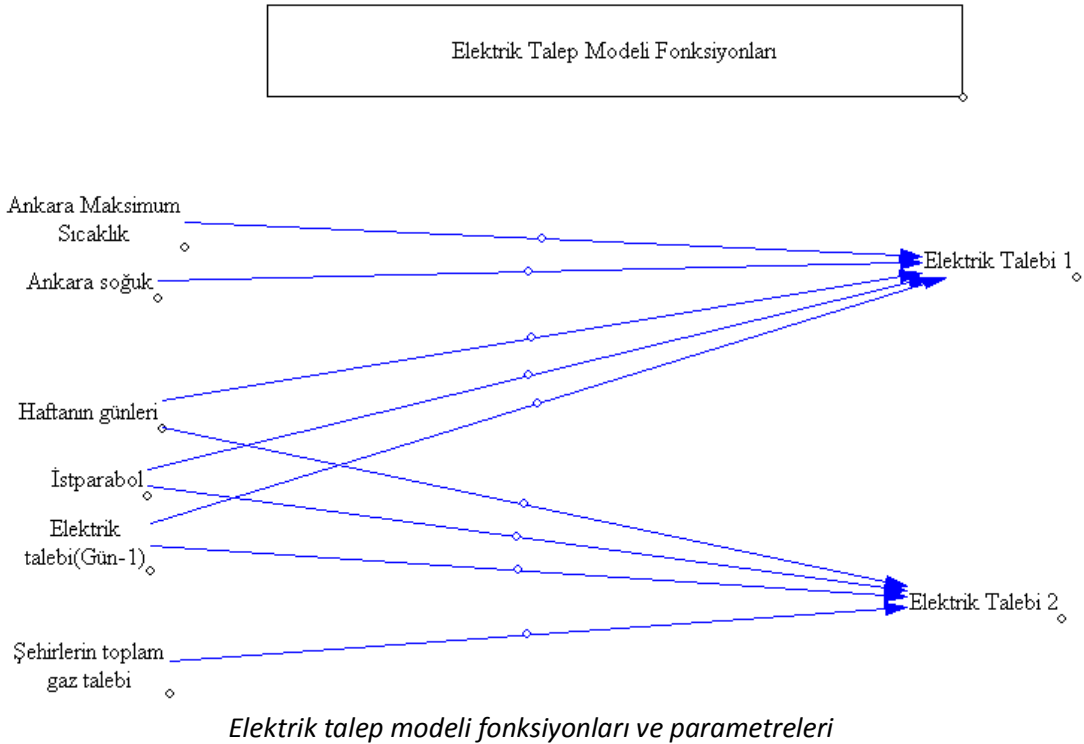
fonksiyonları türetilmiş. Fakat elektrik için kullanılan gaz miktarında özellikle kış dönemi için çok anlamlı bir ilişkiye ulaşamamıştır.

Modelin Yapısı

Elektrik Modeli

Elektrik modeli nispeten daha kolay kurgulanabilmektedir. Haftalık desen (günlere bağlı talep) üzerine istparabol ve bir gün öncenin talebi ile kolaylıkla bir model oluşturulabilmektedir. Modeli kullanan ve geliştirmeye devam eden Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Teknik Analiz ekibi, bu modelden saatlik bir model de çıkarmıştır.

Fakat modeli kurgularken, değişik faktörlerin farklı ağırlıklarından dolayı, aynı değişkenlerden fakat farklı katsayılar ile farklı dönemler için değişik fonksiyonlar da kurgulanmıştır.



Nihai olarak elektrik talebi parametreleri yukarıdaki şekilde belirtilmiş olup, bunlardan Haftanın Günleri, Ankara Soğuk değerleri(ankmaxsoguk), İstanbul Soğuk (istmaxsoguk) 1 veya 0 değerini(binary) almaktadır.

İstparabol ikinci dereceden F sıcaklık değişkenine bağlı bir fonksiyondur.

Doğal gaz Modeli

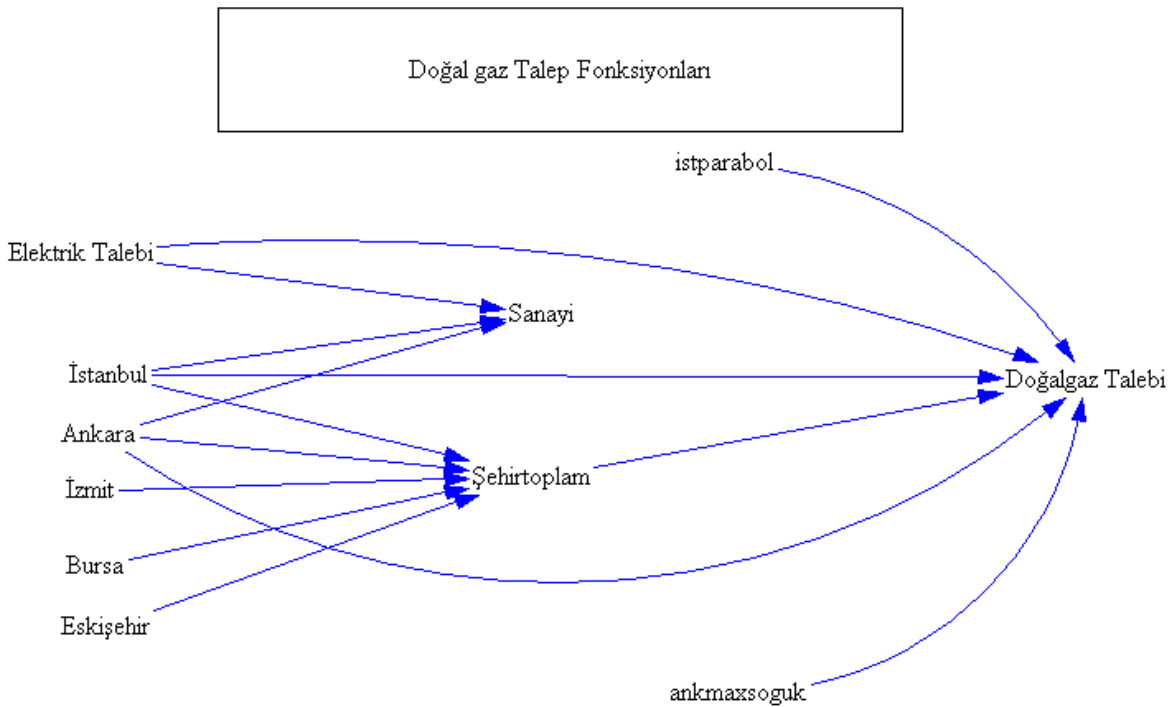
Doğal gaz modelini ve alt bileşenlerini tanımlarken bir karar verme zorunluluğu ortaya çıktı. Talepte daha kesinlikle tahmin edebilenler Ankara ve İstanbul günlük doğalgaz talepleri olduğu görülmüştür. Fakat modeli her gün kalibre edebilmek için BOTAŞ'tan alınabilen tek veri ise günlük doğal gaz talebidir. Bu sebeple model daha çok veri akışında sorun olmayacağı düşünülen:

- Elektrik talebi
- Şehirlerin sıcaklığa bağlı talep değişimi
- Bir önceki günün doğal gaz toplam talebi

üzerine kurgulandı.

Sıcaklık tahminleri sadece Ankara ve İstanbul ile sınırlandırılıp öncelikle İstanbul ve Ankara şehir talepleri için birer fonksiyon üretildi. Bu fonksiyon ve sıcaklıklardan diğer şehirler, buradan da toplam şehirlerin talebi hesaplandı. Bu talebin ardından bu yapılar kullanılarak Sanayi talebine yakınsamaya çalışıldı. Fakat sanayi talebi tatmin edici bir kesinlik sağlayamadığı için sanayi için 4 fonksiyon üretildi. Fakat nihai gaz talebinde bu fonksiyonların hiçbirinin çıktısı kullanılmadı.

Bunların yerine hergün modelin tekrar kalibre edilmesini sağlayacak elektrik, gaz tüketimi (toplam), sıcaklık verileri kullanıldı.



Doğal gaz talep modeli fonksiyonları ve parametreleri

Oluşturulan Fonksiyonlar

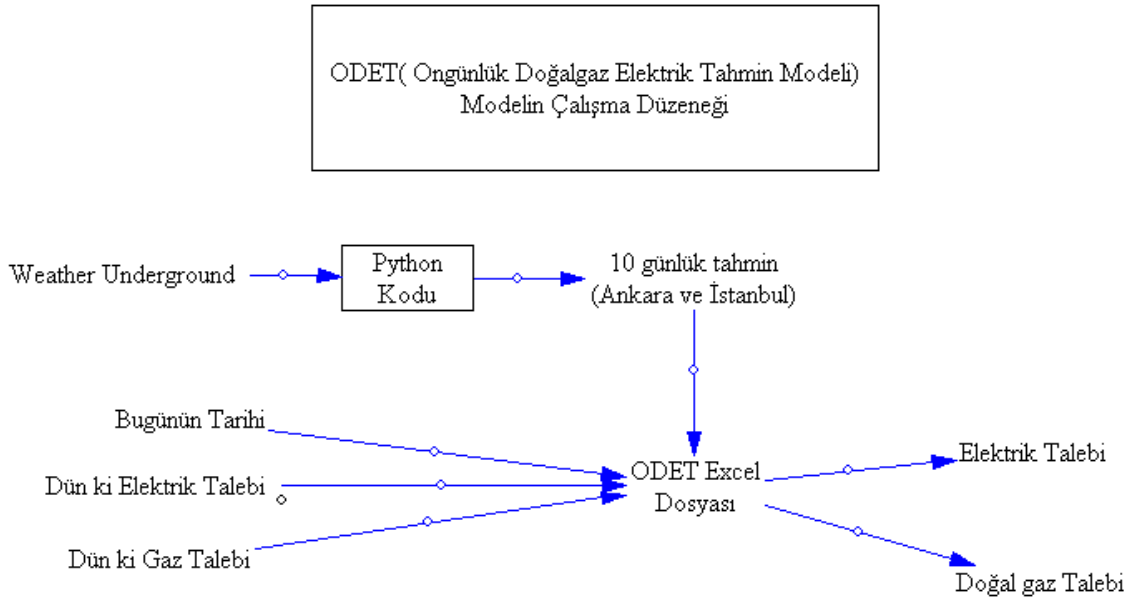
Elektrik talebi için 2 ayrı yapıda, fakat değişik dönem katsayılarına göre 3 fonksiyon temel alındı. Bu fonksiyonlardan en başarılı olanı referans değerleri ise sırasıyla 3 değer üretmekte kullanıldı. Bunlar minimum, maksimum ve ortalama talep tahminleridir.

Doğal gaz talebinde ise, şehir fonksiyonları (5 şehir için birer tane), şehir toplam fonksiyonları (3 tane), sanayi fonksiyonları (4 tane), toplam talep fonksiyonları(3 tane) oluşturuldu.

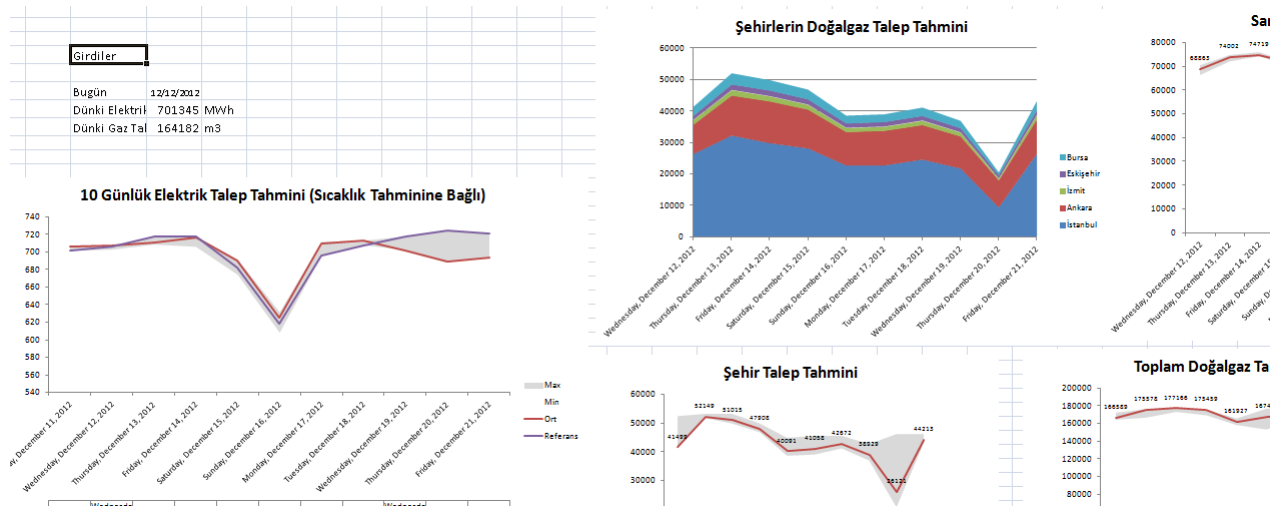
Sonuçlar

Modelin çalışma şekli aşağıda verilmiştir. Öncelikle bir Python kod yardımı ile 10 günlük tahmin yayınlayan Weather underground sitesinden Ankara ve İstanbul minimum, maksimum sıcaklık tahminleri çekilmektedir. Python kodu bunları çekip bir excel dosyası oluşturmaktadır.

Bu Excel dosyasındaki sayfaların birer kopyası da ODET taslak dosyasında olduğundan, bir kullanıcı tarafından excel dosyasındaki sayfalar, ODET'teki Ankara ve İstanbul çalışma sayfalarına kopyalanır. Bu kısım modelin elle işlem yapılan yerlerinden biridir. Bir diğer aşamada ise bir gün önceki doğal gaz ve elektrik talebi ana sayfaya girilir.



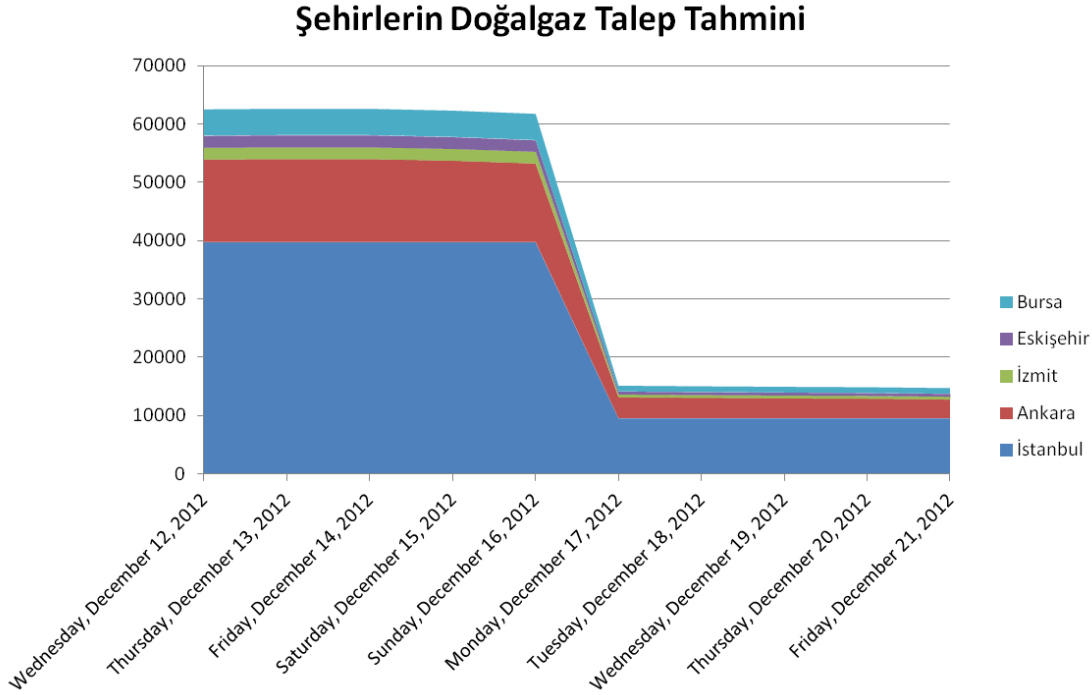
Modelin ana excel dosyasının görüntüsü de şu şekildedir:



Hesaplamalar içerideki sayfalarda yapılmakta ve ana ekranda sadece grafikler gözükmetedir.

Modeli test etmek için bir kaç yöntem kullanılmıştır. Burada sadece bilgi vermesi açısından, modelin tahmin yaptığı 10 gün boyunca, Ankara ve İstanbul'daki maksimum sıcaklıklar önce 0 C'ye düşürülmüş, sonra da 15.5 C'ye çıkarılmıştır.

Doğal gaz talebi aşağıda verilirken, elektrik talebi de 725 milyon kWh'den 640 milyon kWh'e düşmüştür.



Yapılan bu model Türkiye'de ilk kez yapılan hem elektrik hem doğal gaz talebini(şehir alt kırılımları ile) bir arada hesaplamaya çalışan 10 günlük bir talep tahmin modelidir ve Enerji İşleri Genel Müdürlüğü tahminlerinde de kullanılmaktadır.

Şu aşamda oldukça geliştirilmeye ihtiyaç duymasına rağmen, Türkiye'de bu konudaki çalışmalar için bir başlangıç çalışmasıdır. Orta ve uzun vadede sistem işletmecisi BOTAŞ ve TEİAŞ'ın çok daha başarılı modeller yapacağı kesindir.

Bu modelin yapılmasındaki temel gaye de budur. Yani sistem operatörlerine 10 günlük bir elektrik ve doğal gaz talep tahmin modelinin faydalı olabileceğini göstermek ve arz güvenliğindeki öngörülebilirlik olgusunu arttırmak.

Modelin EİGM tarafından geliştirilen yeni sürümü, bu dökümanın yazıldığı tarihte %3'lerin altında (tatil günleri için hala kullanıcı müdahalesi istiyor) bir hata payına sahiptir.

Not: Bu modelin yapılması sırasında desteklerini esirgemeyen

EİGM personelinden Tansel Temur, Mehmet Fatih Uslu, Murat Halis
İbrahim Tan, Mustafa Güzel, Gürcan Öz ve BOTAŞ çalışanlarına,
Avni Çakır ve TEİAŞ çalışanlarına

teşekkürü bir borç bilirim.

ⁱ PJM Manual 19, <http://www.pjm.com/planning/resource-adequacy-planning/load-forecast-dev-process.aspx>

ⁱⁱ [http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0450\(2001\)040%3C1413:DATAEL%3E2.0.CO%3B2](http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0450(2001)040%3C1413:DATAEL%3E2.0.CO%3B2)

ⁱⁱⁱ http://icci.com.tr/2012sunumlar/O4_Ugur_Usta.pdf