

Fiyat tahmin modelinin sonuçları ve gerçekleşme olasılıkları tamamen girdi verilerinin güvenilirliği ve kalitesine bağlıdır. Müdahale edilmeyen şeffaf, maliyet bazlı, sübvansiyonlardan arındırılmış ve rekabet içinde çalışan bir piyasada oluşacak fiyatlar yatırımcıya doğru sinyaller üretir.



mOdus pRice

Model Tanıtımı

Kemal Uslu

(ModusPrice) Model Veri Tabanı ve Metodolojisi

Türkiye Elektrik Piyasası Marjinal Fiyat tahminlerinde “mOdusPrice” modeli kullanılmaktadır. Model, Türkiye’de mevcut, lisanslı 1600 civarında santral bilgilerinin bulunduğu veri tabanını kullanmaktadır.

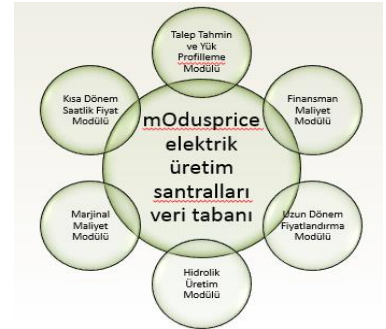
Veri tabanında her bir santralin;

- ✓ Lokasyonu,
- ✓ Yük tevzi bölgesi,
- ✓ Kurulu gücü,
- ✓ Yakıt cinsi,
- ✓ Verimlilik faktörü,
- ✓ Teorik üretim değerleri,
- ✓ Teorik Çalışma saatleri,
- ✓ Hidrolikler için geçmiş yıllar su gelirlerine bağlı çalışma saatleri (kurak, yağışlı ve normal),
- ✓ Lisans tarihi,
- ✓ İşletmeye geçiş tarihi,
- ✓ Tüzel kişiliği,
- ✓ Santral tipine göre kapasite maliyetleri,
- ✓ İşletme/Bakım maliyetleri,
- ✓ Yakıt maliyetleri,
- ✓ Must-run olup olmama durumu,
- ✓ Karbon salınım oranları vb.

teknik bilgiler yer almaktadır.

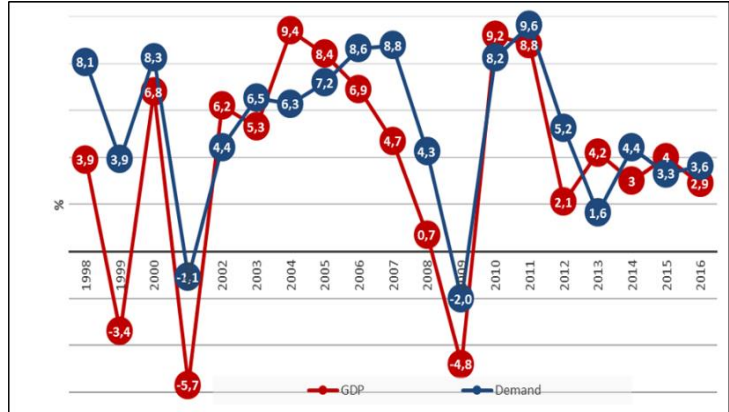
Model 6 modül ile çalışmaktadır;

- 1) Talep Tahmin ve Yük Profilleme Modülü
- 2) Finansman Maliyet Modülü
- 3) Hidrolik Üretim ve Yük Ayrıştırma Modülü (Hydro Dispatch)
- 4) Marjinal Maliyet Modülü
- 5) Kısa Dönem Saatlik Marjinal Fiyat Oluşturma Modülü
- 6) Uzun Dönem Saatlik Marjinal Fiyat Oluşturma Modülü

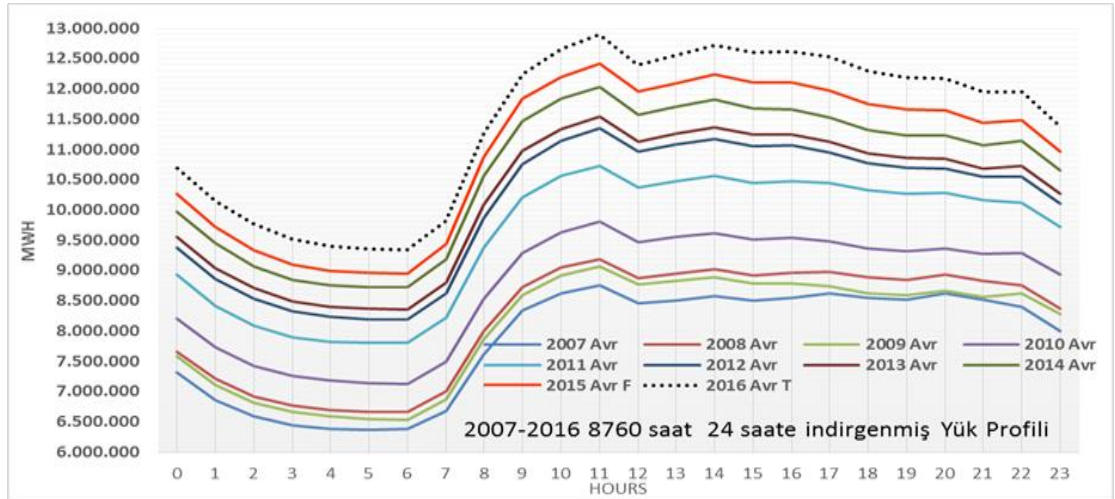


1) Talep Tahmin ve Yük Profilleme Modülü

Elektrik talep tahminleri; geçmiş yıllar gerçekleşen elektrik talebi, Türkiye İstatistik Kurumu'nun nüfus gelişim projeksiyonu, TEİAŞ'ın Uzun Dönemli Üretim Kapasite Projeksiyonu" nda verilen talep tahminleri ve



GDP bazlı istatistiksel talep projeksiyon modeli ile üretilmektedir. Talep Tahmin ve Yük Profilleme Modülü İstatistiki saatlik yük profilleri ve tatil vb. olasılıkları dikkate almak suretiyle, talep tahminlerindeki artış ve azalışa bağlı olarak geçmiş yük profilleri de baz alınmak suretiyle geleceğe yönelik yük profillerini oluşturmaktadır.



2) Finansman Maliyet Modülü

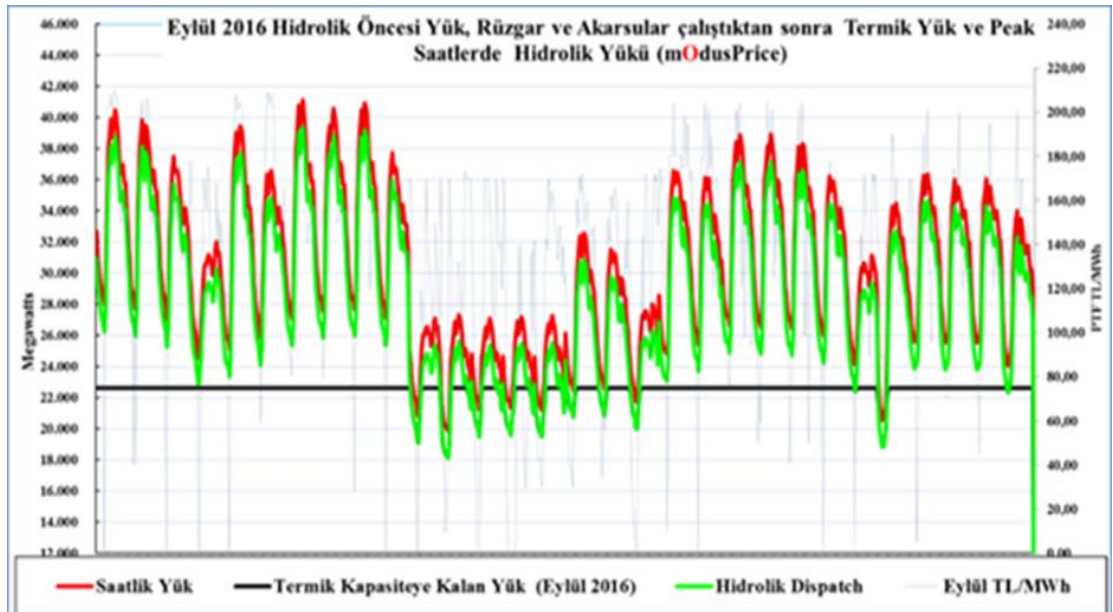
Modülde tanımlanan tüm santraller için finansal veriler başlığı altında alım garantili santral olup olmadığı; belirli kabullere bağlı olarak yatırım maliyeti, yakıt maliyeti, sabit ve değişken işletme maliyetleri, üretim miktarları ve yıllık alım garanti süreleri gibi veriler ile kabullere dayanarak hesaplanan yıllık yatırım veya kapasite maliyeti, santraldan alım yükümlülüğü doğrultusunda oluşan mutlak çalışma miktarı, fazla üretim için segmentler ve her segment için geçerli marjinal maliyetleri kapsamaktadır. Modelde santral kapasite maliyetinin hesaplanabilmesi için yatırım tutarı, santral tipi ve yatırım miktarının büyüklüğüne bağlı olarak kabul edilen, geri ödeme süresi ve faiz oranları ile yıllık kapasite maliyetleri hesaplanmaktadır.

3) Hidrolik Üretim ve Yük Ayırıştırma Modülü (Hydro Dispatch)

Hidro kaynak ve elektrik dışı su gereksinimleri ve kurak mevsimler dikkate alınarak, gelen su kullanılan su miktarını tekrar geçinceye kadar tüm mevsim boyunca tüketileceği varsayılmalıdır. Bu durumda hedef pozisyon; rezervuarların yağışlı mevsim sonunda dolu olması ve daha sonra kurak mevsim sonunda da boş olmasıdır. Ülkemizdeki hidrolik koşullar, geçmiş yıllar havzalara gelen su miktarları, santrallerin mevsimsel elektrik üretimleri ve kurak yağışlı periyotlarda dikkate alınarak hidrolik üretim miktarı belirlenmektedir. Barajlı santrallerin üretimleri puant saatlerde maksimum olmak üzere saatlik üretim profili hesaplanır.

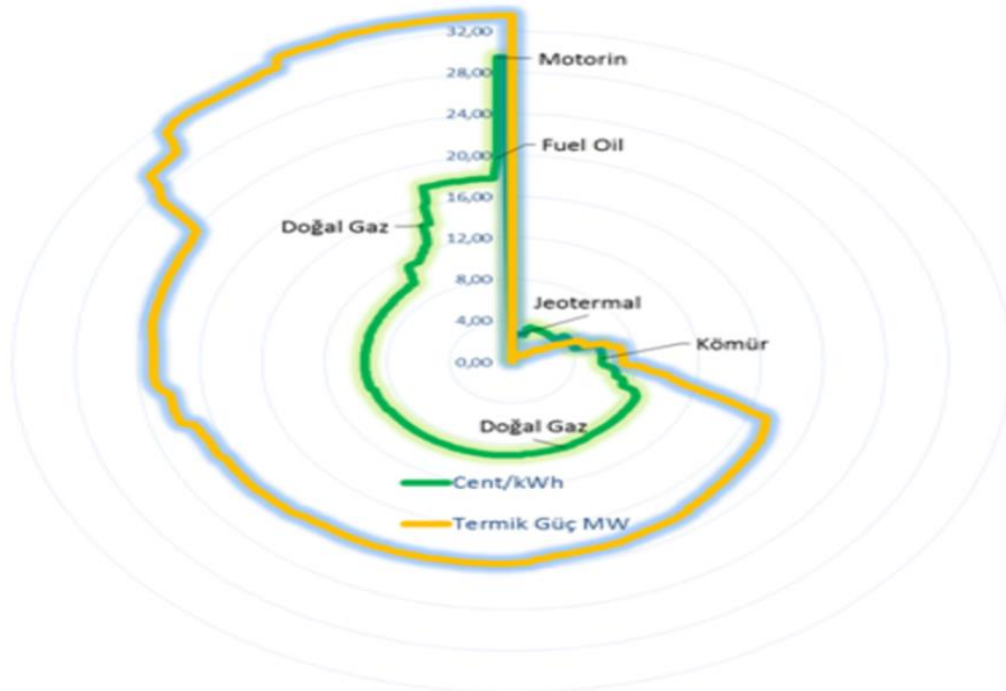
Nehir akışları ve sulamaya yönelik hidro yükümlülükleri must-run üretim olarak kabul edilir. Aylık sulama gereksinimi ortalama bir akış oranına dönüştürülür ve aksi takdirde kısıtsız olduğu kabul edilir. Must-run hidro rejimi ayın günleri arasında herhangi bir fark göstermez.

Bu kapsamda ülke geneli için bir hidrolik yük profili ortaya çıkartılır. Bu profilin tabanında rüzgar santrallerinden ve güneş santrallerinin üretiminden oluşan bir yük profili yerleştirilir. 8760 saatlik toplam yük profilinden oluşturulan Hidrolik+Güneş+Rüzgar profili ayırıştırılmak suretiyle termik santrallere kalan yük profili oluşturulur.



4) Marjinal Maliyet Modülü

Bu modül, termik üretim birimleri arasındaki maliyet ilişkilerini oluşturur. Yeni kapasite tahmini; beklenen maksimum talep, mevcut kapasite ve bir güvenlik payı dikkate alınarak yapılır. Tüm termik üretim birimlerini ekonomik sıralamaya sokarak termik kaynaklar tarafından karşılanacak talep seviyesine göre yıllık çalışma saatlerini, dolayısıyla üretim birimi bazında yıllık termik üretim miktarını hesaplar. santral emreamadeliği ve yıllık çalışma saatleri ve termik üretim miktarları ile "HydroDispatch" modülünde elde edilen termik üretiminin karşılayacak saatlik talep profili ile eşleştirilerek her bir saat için marjinal santral belirlenir. Her bir saatteki marjinal santralin marjinal maliyeti saatlik sistem marjinal maliyeti olarak alınır. Programlanan çalışma saatlerinin tesisin aylık işletme parametrelerine uygun olup olmadığı kontrol edilerek termik üretim planlaması tamamlanır.



5) Kısa Dönem Saatlik Marjinal Fiyat Oluşturma Modülü

Modelde; Termik santrallere kalan yük, saatlik profil bazında, yük kaybı olasılığı da dikkate alınmak suretiyle her bir termik santralin işletme maliyetine (işletme giderleri+yakıt maliyeti) göre merit-order sıralanır. Her bir saat için hesaplanan termik güce karşılık gelen santralin işletme maliyeti o saat için marjinal maliyet olarak belirlenir.

Saatlik Marjinal maliyetler hesaplandıktan sonra seçilen yıl için hesaplanan termik santrallerin kapasite maliyeti “monte- carlo” simülasyon modeliyle, yükün fazla olduğu, “peak” saatlere dağıtılır ve bu saatlik kapasite maliyeti de her bir saatteki marjinal maliyete ilave edilmek suretiyle her bir saat için Sistem Marjinal Fiyatı hesaplanmaktadır.

6) Uzun Dönem Saatlik Marjinal Fiyat Oluşturma Modülü

Modelde maliyetler US\$ bazında belirlenmiş olup, Modelde Yük Kaybı Olasılığı (LoLp) dikkate alınmaktadır. Model bir nevi denge modeli olarak çalışmaktadır. Denge modellerinde uzun dönemli fiyat tahminleri için, arzın talebi karşılamadığı yıllarda, fiyat hassasiyetinin sağlanabilmesi amacıyla, proje stoku bulundurulmaktadır. Bu kapsamda, lisanslı projelere ilave olarak ihtisas bölgeleri (YEKA) bazında GES ve ilave RES güç artışları ile (YEKA) kapasiteleri ilave edilmiştir. Ancak yüksek talep senaryosunda mevcut ve planlanan kapasitenin ileri yıllardaki projeksiyondaki talebi karşılayamadığı yıllarda; en kısa sürede devreye girebilecek santral olan ve en iyi ilave yatırım olarak seçilen doğal gaz santralleri proje stoğundan devreye alınır.

Saatlik Marjinal maliyetler hesaplandıktan sonra seçilen yıl için hesaplanan termik santrallerin kapasite maliyeti “monte- carlo” simülasyon modeliyle, yükün fazla olduğu “peak” saatlere dağıtılır ve bu saatlik kapasite maliyeti de her bir saatteki marjinal maliyete ilave edilmek suretiyle Sistem Marjinal Fiyatı hesaplanır.

Türkiye Elektrik Piyasası

2001 yılında Türkiye elektrik piyasasının liberalleşmesi kapsamında yayımlanan Elektrik Piyasası Kanunu ile elektrik piyasasının regülasyonu ve denetiminden sorumlu olarak Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) kurulmuş olup aynı zamanda Türkiye Elektrik Üretim A.Ş (TEAŞ) üçe bölünmek suretiyle yeniden yapılandırılmış ve yerini Elektrik Üretim A.Ş (EÜAŞ), Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) ve Türkiye Elektrik Ticaret A.Ş. (TETAŞ)'a bırakmıştır. Bu kamu şirketlerinden TEİAŞ İletim Şebeke yatırımları ve İşletilmesi ile görevlendirilirken İlk yıllarda dağıtım şebekelerinin yatırım ve işletilmesinden sorumlu kamu şirketi olan TEDAŞ' ın da bulunduğu piyasa yapısında elektrik dağıtım bölgelerinin özelleştirilmesi sonucunda 21 adet dağıtım bölgesi özel sektöre devredilmiştir. Yine bir kamu şirketi olan (EÜAŞ) tarafından işletilen kamu elektrik üretim santrallerinin de bir kısmı özel şirketlere devredilmiş olup özelleştirme süreci halen devam etmektedir. TETAŞ ise uzun dönemli ve Kamu alım garantili

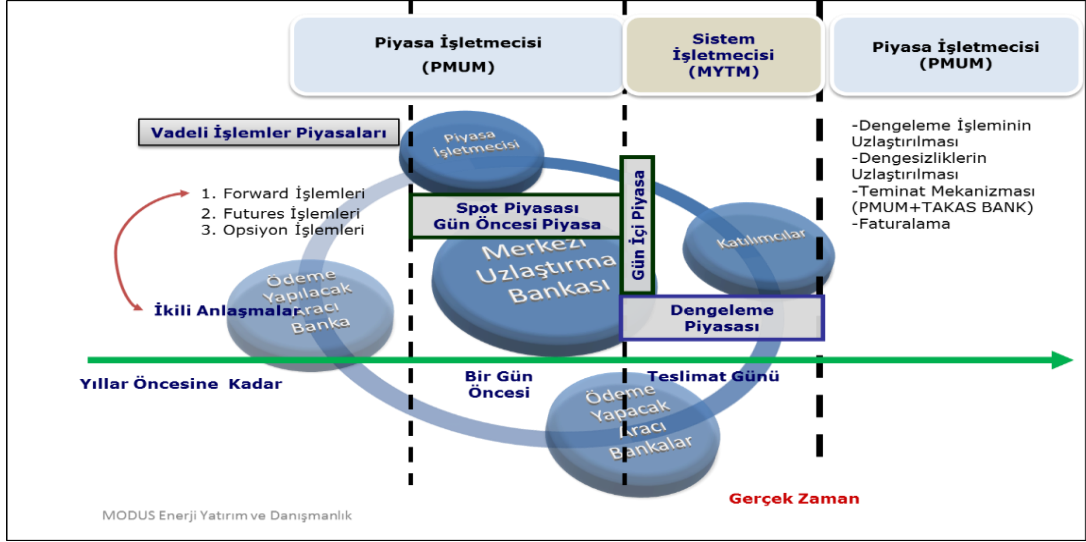
Yap İşlet/Yap İşlet Devret modeli ile kurulmuş üretim santrallerinin özleşmelerini devralmak suretiyle ticaret işleriyle görevlendirilmiştir.

Türkiye Enerji sektörü geçen 15 yılda serbestleşme yönünde önemli gelişmeler sağlamıştır. Özellikle 2009 yılından bu yana hızla gelişen serbest piyasada 2023 hedefleri ile de bağlantılı olarak başlangıçta TEİAŞ bünyesinde yer alan elektrik borsası PMUM, (Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi) 2015 yılında Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi (EPIAŞ) bünyesine katılmıştır. Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi (EPIAŞ), 14.03.2013 tarihli ve 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve 6102 sayılı Türk Ticaret Kanunu hükümlerine tabi olarak, 12 Mart 2015 tarihinde kurulmuştur. 01 Eylül 2015 tarihinde ise EPIAŞ piyasa işletme lisansını almıştır. EPIAŞ, piyasa işletim lisansı kapsamında, Borsa İstanbul Anonim Şirketi ile TEİAŞ tarafından 6446 sayılı Kanun kapsamında işletilen piyasalar dışındaki organize toptan elektrik piyasalarının işletim faaliyetini yürütmektedir. 2015 yılında TEİAŞ, kendi bünyesindeki PMUM'u teknoloji altyapısıyla birlikte bir bütün olarak EPIAŞ'a devretmiştir.

1 Ağustos 2006 tarihinde TEİAŞ bünyesinde Dengeleme Güç Piyasası (DGP) ile başlayan ve 1 Aralık 2009 tarihinde Gün Öncesi Planlama ve Dengeleme Güç Piyasası ile devam eden Türkiye Elektrik Piyasası 1 Aralık 2011 tarihinde de Gün Öncesi Piyasası (GÖP) ve 1 Temmuz 2015 tarihinde de Günlük Piyasa (GİP) ile bugün EPIAŞ bünyesinde piyasa katılımcılarına Gün Öncesi, Dengeleme Güç ve Günlük ve Teminat piyasalarının işletilmesi ve saatlik uzlaştırma hizmetleri verilmektedir. Türkiye elektrik piyasasının gelişimi 1 nolu şekilde işleyişi ise 2 nolu şekilde verilmektedir.



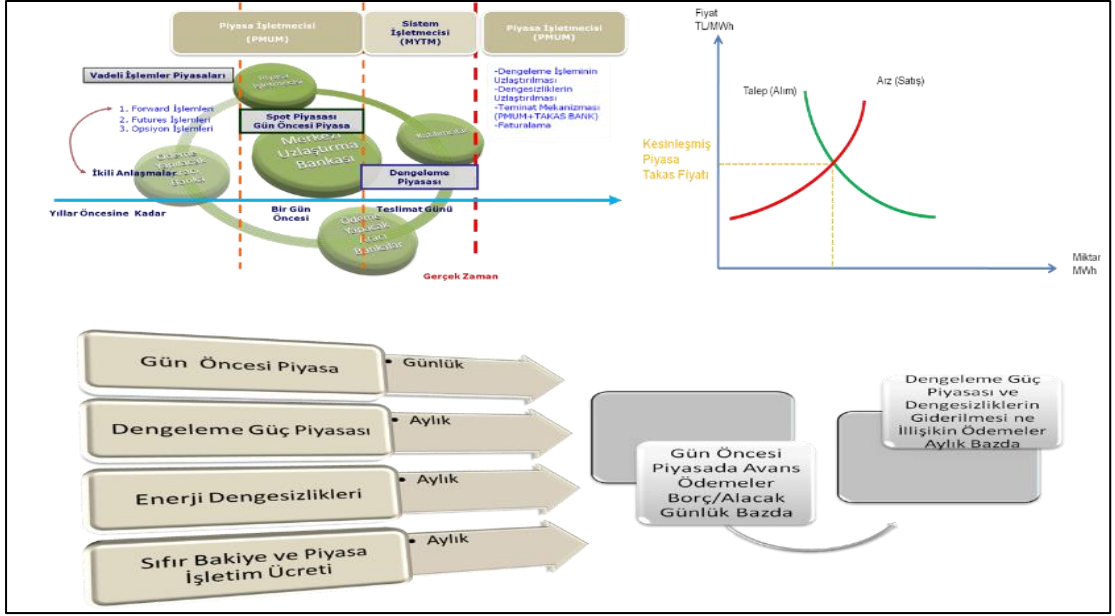
Şekil 1.



Şekil 2.

Ülkemizin başta petrol ve doğal gaz olmak üzere enerji ithalatına bağımlılığı giderek artmaktadır. Petrolde ithalata bağımlılık oranı % 92,4 olan ülkemizin doğal gazda ithalata bağımlılık oranı ise % 99'dur. 1995 yılı ile 2000 yılları arasında toplam üretimin %75'ini hidrolik, kömür ve petrol türevi birincil yakıtlar oluşturmaktadır. Anılan yıllarda elektrik sektörü dikey yapılanmış ve tüm santraller kamu tarafından işletilmektedir. Doksanlı yılların ortalarında bağitlanan uzun dönemli ve hazine garantili anlaşmalara bağlı olarak, inşa edilen Yap-İşlet-Devret ve Yap-İşlet santralleri 2002 yılından itibaren faaliyete geçmişlerdir. Anılan santraller ağırlıklı olarak doğalgaz santralleri olup, sözleşmeleri 2017 tarihinden başlayarak 2020 yılına kadar sona eriyor olacaktır. Sözleşmesi sona erecek olan bu statüdeki santraller, serbest rekabet ortamında faaliyetlerini sürdürecektir.

2000'li yıllardan itibaren toplam üretim içinde doğalgaz kaynaklı elektrik üretim oranı %50'lere ulaşmıştır. Aynı yıllarda Ortadoğu'da yaşanan savaş ve küresel krizlere bağlı olarak petrol fiyatları ve doğalgaz fiyatları da aşırı derecede fiyatlanmıştır. Birincil kaynak fiyatlarındaki artış, finansman maliyetleri ve artan talebe bağlı olarak anılan yıllarda elektrik fiyatları da petrol fiyatlarındaki artışa paralel bir artış göstermiştir. Bahsedilen yıllarda elektrik fiyatları kamu iktisadi kuruluşları finansman dengeleri de gözetilerek belirlenmektedir. Elektrik sektöründe serbest piyasa hedefleri doğrultusunda üretim yatırımlarının özel sektör tarafından yapılmaya başlanması, kamu kontrolündeki üretim santrallerinin toplam üretim içinde payının tedricen azalmaya başlaması ve 2006 yılında açılan saatlik elektrik piyasasının 2011 yılında gün öncesi piyasaya dönüşmesi ve 2015 yılında Gün içi piyasasının da devreye girmesiyle birlikte elektrik fiyatları istenilen düzeyde olmasa da maliyet bazlı ve yatırımcılara sinyal verir hale gelmeye başlamıştır.



Doğal gaz piyasasının elektrik piyasasına paralel olarak liberalleşmesi ve şeffaf hale gelmesi, birincil kaynaklar bazında özellikle doğalgaz fiyatlarındaki kamu/özel sektör çapraz sübvansiyonun kalkması, alım garantili santrallerin piyasaya teklif vermeleri ve piyasa likiditesinin artması sonucunda yakın bir gelecekte piyasa fiyatlarının yatırımcıya yatırım kararı almasında daha doğru sinyaller üretmesi beklenmektedir.

Elektrik sektöründe yatırım ortamını belirleyen en önemli faktör piyasa fiyatlarıdır. Yatırım karar aşamasında, öncelikle mevcut ve gelecekteki Türkiye elektrik piyasasının özellikleri, kendine özgü regülasyonu, ekonomik ve teknik özellikleri ile teorik ve pratik gerekçelere dayanan fiyat tahminlerinin de belirli ölçüde dikkate alınması gerekli bir unsurdur. Türkiye elektrik piyasası düzenleyici ortamı, piyasa katılımcıları, kurulu kapasite özellikleri, ikili anlaşmalar ve alım garantili sözleşmeler konusunda diğer pazarlardan farklılık göstermektedir. Elektrik fiyatları; talep tahmini, hidrolojik koşullar, yakıt fiyatları, YEKDEM ve kamu yönetimindeki santrallerin çalışma karakteristikleri gibi fiziksel temeller ile gerçekleştirmelere bağlı tecrübelerle dayanılarak kabuller çerçevesinde tahmin edilebilmektedir.

Enerji piyasaları kendisine özgü uygulamalar, yasal çerçeve, kapasite, üretimin kaynaklara dağılımı ve makroekonomik koşulların modellenmesi suretiyle basitleştirilebilir. Projeksiyonlar; kullanılan veri seti, metodoloji, model yapıları ve belirli kabullere bağlıdır. Küresel piyasalara bağlı olarak katılımcıların davranışları da oldukça spesifik sonuçlar verebilir. Elektrik piyasalarını şekillendiren olayları önceden tahmin etmek son derece güçtür. Elektrik piyasalarındaki liberalleşme küresel çapta elektrik piyasalarını değiştirmiştir. Yatırım kararı

verilmesinde sistem güvenilirliği, planlama ve arz güvenliği geleceğin şekillendirilmesinde yeterli olmamakta, ayrıca yurt içi sosyoekonomik gelişmelerin yanı sıra küresel hareketlerin birincil kaynaklara etkileşimlerinin de tahmin edilmesi gerekmektedir. Liberal elektrik piyasaları ile birlikte gelişen bu yeni gelişmeler nedeniyle başta birincil enerji kaynaklarının fiyatları ve piyasaları etkileyen faktörlere eklenen yeni belirsizlikler de ortaya çıkmıştır. Uzun vadeli elektrik fiyat tahmin çalışmalarında bu günden geleceğe kurgulanan kabuller çeşitli nedenlerle farklı halde de gelişebilir.

Fiyat tahmin modelinin sonuçları ve gerçekleşme olasılıkları tamamen girdi verilerinin güvenilirliği ve kalitesine bağlıdır. Müdahale edilmeyen şeffaf, maliyet bazlı, sübvansiyonlardan arındırılmış ve rekabet içinde çalışan bir piyasada oluşacak fiyatlar yatırımcıya doğru sinyaller üretir. Lisanslı santrallerin termin programlarındaki gecikmeler, hidrolojik koşullar, doğa olayları, küresel krizler ve politikalar ilk beklentilerle uyumlayabilir. Bu nedenle mevzuat ve metodolojik değişimler ile ekonomik ve yapısal değişimler kapsamında projeksiyonların belirli periyotlarda güncellenmesi önemli arz etmektedir.

Kemal Uslu

Modus Enerji Danışmanlık



Kemal Uslu
mOdus Enerji Danışmanlık

Anadolu Üniversitesi Fizik Lisans mezunu olan Uslu, 1981 yılında başladığı kamu görevinde sırasıyla TEK, TEAŞ ve TETAŞ'ta çeşitli kademelerde görev yapmıştır. Kemal Uslu 1999 yılından itibaren elektrik piyasasının yeniden yapılandırılma çalışmalarında görev almış olup TEAŞ müşteri hizmetleri daire başkanlığında mevzuat ve tarifeler müdürü olarak görev yapmaktayken 2001 yılında kurulan Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. Genel Müdürlüğüne Daire Başkanı olarak atanmıştır. 2001 -2008 yılları arasında TETAŞ Enerji Satış Daire Başkanlığı, Kayseri ve Civarı Elektrik Dağıtım Şirketinin Yönetim Kurulu Üyeliği ve TETAŞ Genel Müdür Yardımcılığı görevlerini yürütmüştür. Bilişim teknolojileri, Modelleme, Kısa ve uzun dönemli elektrik talep/ fiyat projeksiyonları, Toptan/Perakende elektrik ticareti, Risk paylaşımlarının kontratlara yansıtılması, Düzenlemeye tabi tarifeler ve Proje değerlendirme fizibilite çalışmalarında uzman olan USLU halen 2009 yılında kurduğu **mOdus Enerji Danışmanlık** Şirketinin sahibi olarak elektrik piyasasında yatırımcılara danışmanlık hizmetleri sunmakta ve aynı zamanda 2010 yılından bu yana TOBB Enerji Meclisine de Danışmanlık yapmaktadır.

- Yeşilirmak, Fırat, Van gölü, Çamlıbel, Trakya, Boğaziçi, Toroslar, Elektrik Dağıtım Şirketlerinin Teknik Fizibilite raporlarının hazırlanması, (AKSA-İŞ Yatırım)
- Akdeniz ve Ayedaş Teknik Fizibilite raporlarının Hazırlanması(Eksim Holding- İŞYATIRIM)
- Dicle EDAŞ Teknik Fizibilite Raporu (SETAŞ)
- Osmangazi EDAŞ Teknik Fizibilite ve Değerleme (Deloitte- Modus)
- Yeşilirmak, Fırat, Van gölü, Çamlıbel, Trakya, Boğaziçi, Toroslar, Akdeniz Dağıtım Şirketlerinin Ekonomik Model Çalışmalarında Dağıtım/Perakende Tarife ve Mevzuat Desteği (AKSA- İŞYATIRIM)
- EÜAŞ küçük güçlü akarsu santrallerinin teknik ve ekonomik fizibilite çalışmaları, Fiyat Projeksiyonları (BOYDAK- İŞYATIRIM)
- (EBER RES) Proje geliştirme, Fizibilite hazırlama ve Lisanslama
- Türkerler Enerji Grubu, Toptan Satış Piyasası Analizler Fiyat Tahminleri ve Toroslar-VEDAŞ teknik ve ekonomik fizibilite hazırlanması, VEPSAŞ İcra Kurulu Üyesi,
- Habboush Group (ETİ Elektrik)TR Elektrik Piyasası ve Uzun Dönem Fiyat Tahminleri
- Nijerya elektrik üretim ve dağıtım özelleştirme ihalelerinde "Kano" dağıtım bölgesi teknik analiz, tarife ve fiyat projeksiyon modelleme (KÇETAŞ-Sahelyan)
- Nisan Enerji portföyündeki HES'lerin ATAÇ Holding tarafından satışında uzun dönem kapasite ve fiyat projeksiyonu raporu (ATAÇ- İŞ Yatırım)
- Aksa Elektrik Toptan Satış AŞ. Elektrik Piyasası kısa ve uzun dönem fiyat tahminleri ve Piyasa Danışmanlığı (AKSA- İŞ Yatırım)
- ATAER Enerji Elektrik Üretim AŞ. Elektrik Piyasası Kısa ve Uzun Dönem Fiyat Tahminleri ve Piyasa Danışmanlığı
- GDF Uzun Dönem Kapasite ve Fiyat Projeksiyon Raporu
- RES-Anatolia Holding Uzun Dönem Kapasite ve Fiyat Projeksiyonu Raporu
- MTB- Kısa ve Uzun Dönem Kapasite ve Fiyat Projeksiyonu Raporu
- EMBA İthal Kömür Santrali Uzun Dönem Kapasite ve Fiyat Projeksiyonu Raporu;
- EMBA Kömür Ticaretine İlişkin Raporlama
- Bereket Enerji Grubu Uzun Dönem Kapasite ve Fiyat Projeksiyonu Raporu
- TOBB Enerji Meclis Danışmanlığı
- İSKEN Elektrik Piyasası Danışmanlığı
- Gediz Elektrik Perakende Satış Şirketi Elektrik Piyasası Danışmanlığı