



Türkiye Elektrik Enerjisi Piyasası Gelişim Süreci: Gün Öncesi ve Dengeleme Güç Piyasası Özellikleri

Turkey Electricity Market Development Process: Day-Ahead and Balancing Power Market Features

Yunus Biçen

Düzce Üniversitesi, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, 81010 Uzunmustafa, Düzce, Türkiye

Öz

Gelişmiş ülkelerin önderliğinde birçok ülkenin enerji piyasalarında 90'lı yılların sonundan itibaren hızlı bir değişim gözlemlenmektedir. Bu değişim özelleşme süreçlerine paralel olarak serbest piyasa yapısına geçiş aşamalarından oluşmaktadır. Yasal düzenleme ve mevzuatlarını hızla tamamlayan ülkeler bu konuda çok büyük kazanımlar elde etmişlerdir. Türkiye 2000'li yılların başlarından itibaren enerji alanında birçok yapısal reforma imza atmıştır. Özel sektör yatırımları bu süreç içerisinde artan bir ivmeyle devam etmiştir. 2015 yılı itibarıyla enerji borsasının devreye girmesiyle, özel sektörün katılımının daha sağlam temeller üzerine oturtulması sağlanmıştır. Özellikle elektrik enerji piyasası özel sektör yatırımlarına daha açık, rekabetçi, şeffaf, arz-talep dengesinin sağlandığı, tüm paydaşların yararını esas alan bir yapıya kavuşturulmuştur. Bu çalışmada genel olarak Dünya ve Türkiye'deki enerji piyasa yapılarının gelişimine değinilmiş, Türkiye özelinde elektrik enerjisi piyasa yapısı detaylandırılmıştır. Bu kapsamda ikili anlaşma/türev piyasalar, gün öncesi piyasası, gün içi piyasası ve dengeleme güç piyasası kavramları üzerinden piyasanın şu anki işlevselliği aktarılmaya çalışılmıştır. Piyasa fiyatlarının belirlenmesi ve tahmininde doğrudan veya dolaylı etkili olan faktörlere değinilerek, piyasada ve akademik literatürde öne çıkan tahmin yöntemleri sınıflandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektrik piyasası, Enerji borsası, Serbest piyasa, Tahmin

Abstract

The energy market has witnessed a rapid change in many countries since the late 90s under the leadership of developed countries. This change consists of the transition to the free market structure in parallel with the privatization process. Countries rapidly completed the legislation and regulations have achieved great achievements in this regard. Turkey has undertaken many structural reforms in the energy sector since the early 2000s. Private sector investment has continued with increasing momentum in this process. The participation of the private sector is seated on more strong foundations with the establishment of the energy exchange in 2015. Especially the electric energy market has become a structure which is more open to private investment, competitive and transparent, providing the supply-demand balance, the benefit of stakeholders. This study is generally mentioned the development of the energy market structure in the world and in Turkey, the structure of the electricity market is detailed for Turkey in particular. In this context, bilateral agreements / derivative markets, day-ahead market, intra-day market and balancing power market definitions and their current functionalities have tried to be explained. In the current academic literature and market, prominent estimation methods are classified by mentioning direct or indirect influential factors in the determination and estimation of the market prices.

Keywords: Electricity market, Energy exchange, Free market, Estimation

1. Giriş

Sanayileşmenin küresel ölçekte yaygınlaşması, teknolojik gelişmelerle beraber insanlık refah seviyesinin artması ve dünya nüfusunun büyüme yönünde seyretmesi gibi nedenlerle küresel enerji talebi her geçen gün artmaktadır. Küresel

enerji piyasaları 1990'lı yılların başından başlayarak günümüzde de devam eden sektörel bir değişim içerisinde. Gelişmiş ülkeler önderliğinde başlayan bu süreçte, enerji piyasalarında şeffaflığı sağlamak, piyasa liberalizasyonunu gerçekleştirmek ve küresel piyasalarla bütünleşme sağlamak amacıyla finans piyasalarında enerji ürünlerine yer verilmektedir (Tanas ve Mıhçıokur 2013). Avrupa enerji borsalarının birçoğunda farklı enerji ürünleri bulunmakla beraber yoğun şekilde elektrik piyasasında da işlem gerçekleştirilmektedir. Elektrik enerjisi piyasası açısından yaşanan bu değişim

*Sorumlu yazarın e-posta adresi: yunusbicen@gmail.com

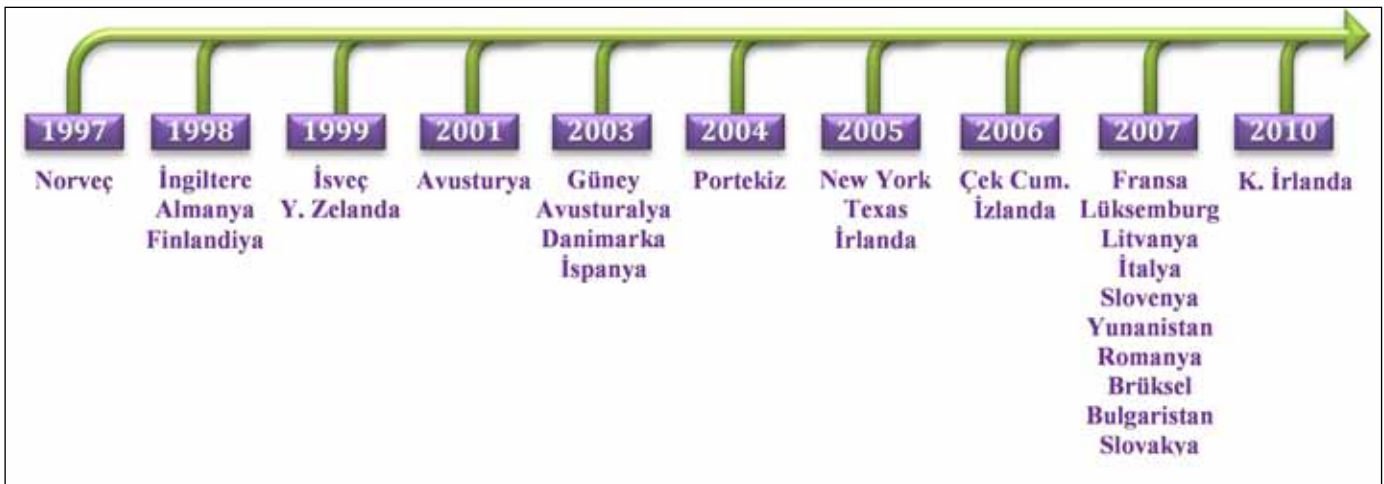
hem teknoloji boyutu hem de ekonomik boyutuyla devam etmektedir. Teknoloji boyutuna baktığımızda akıllı sistemler ve şebeke yapıları gelmektedir. Akıllı şebekeler (Smart Grid) ile elektrik enerjisinin üretim, iletim ve dağıtım aşamalarının tümü izlenmekte, kontrol edilmekte ve verimlilik açısından optimize edilmektedir. Gelişen teknolojiyle beraber yenilenebilir enerji kaynaklarının yoğun olarak sisteme dâhil edildiği, sadece büyük enerji üreticileri değil, küçük boyutlu, hatta bireysel kullanıcıların da sistemin içerisinde yer aldığı, çok değişkenli/yönlü bir sistem kurgulanmaktadır. Teknolojinin gelişimi elektrik enerjisinin ekonomik anlamda spot veya türev bazlı ticaretinin hem ülke sınırları içerisinde hem de sınır ötesinde farklı üretici ve tüketiciler arasında gerçekleştirilebileceği bir enterkonekte sistem yapısının oluşmasını sağlamıştır. Elektrik enerji borsalarında Almanya ve Avusturya'nın oluşturduğu EPEX+EXAA spot piyasalarının diğer ülkelerde faaliyet gösteren Danimarka (NORTPOOL), İsveç (NORTPOOL), Çek Cumhuriyeti (OTE), Polonya (POLPX), İsviçre(EPEX), Fransa (EPEX) vb. gibi birçok piyasayla bağları bulunmaktadır (Ziel vd. 2015). Enerji piyasasında serbestleşme sürecine önceden dâhil olan ve gerekli reformları gerçekleştiren ülkeler bu süreçte önemli gelişmeler kaydetmişlerdir. Şekil 1'de görüldüğü gibi 1990'lı yılların sonlarından başlayarak birçok ülke bu sürece katılmışlardır (Deloitte 2014).

2. Türkiye Elektrik Enerjisi Piyasası

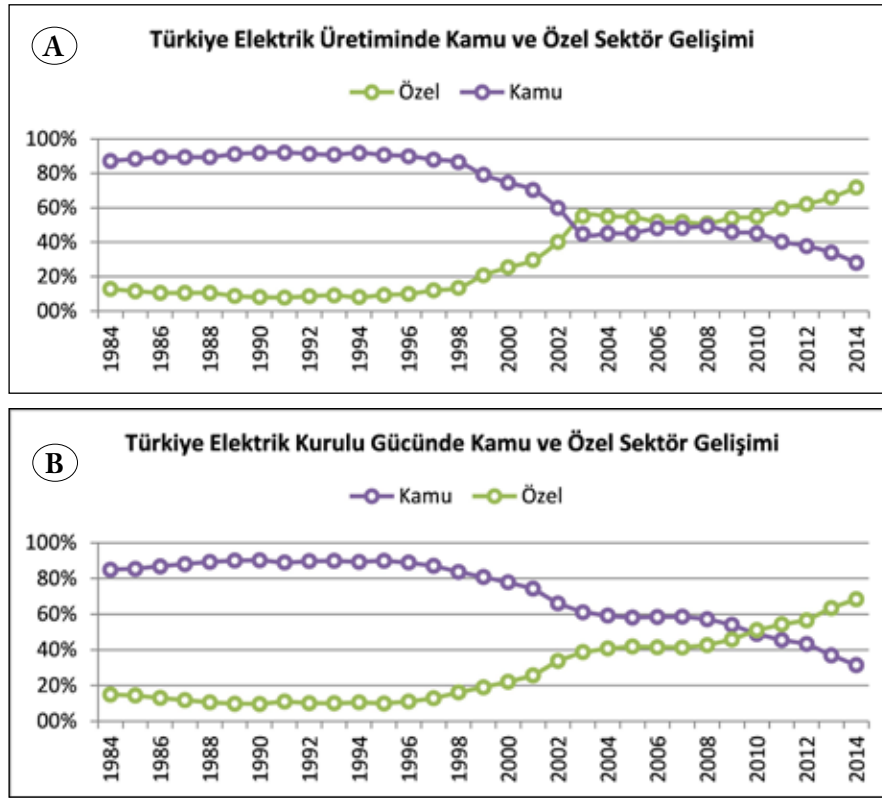
Türkiye dünya genelinde bakıldığında Çin'den sonra elektrik ve doğalgaz talebinde ikinci ülke konumundadır. Bilindiği üzere ithal edilen doğal gazın büyük bir kısmı elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır (Biçen ve Gürel 2016). Türkiye bir taraftan oluşan talebi karşılamaya çalışırken, bir yandan

da elektrik enerjisi üretim yatırımlarını çeşitlendirmeye ve hızlandırmaya çalışmaktadır. Türkiye elektrik enerji sektörü açısından yatırımcılar için oldukça cazip bir ülke konumuna gelmiştir. Türkiye hızlı talep artışına sahip olan elektrik enerjisinin özel sektör yatırımlarıyla karşılanması için uzun süreli ve aşamalı bir planlamayı yürürlüğe koymuştur. 6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nda "elektriğin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine göre faaliyet gösteren, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir elektrik enerjisi piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin yapılmasının sağlanması" esas alınmaktadır (Çetintaş ve Bicil 2015). 2000'li yılların başından itibaren piyasa yapısında görülen değişim özellikle elektrik enerji sektöründe kamu ve özel sektör katılım oranlarını doğrudan etkilemiştir. Şekil 2'de gösterilen grafiklerde elektrik enerjisi kurulu gücü ve üretimi açısından kamu ve özel sektör paylarının yıllar itibarıyla ters orantılı olarak değiştikleri görülmektedir. Bu durum yeni yatırımların özel sektör tarafından yapıldığının bir göstergesidir. 2014 yılı referans alındığında Elektrik enerji üretimi özelde 72% - kamuda 28%, toptan satışta özelde 52% - kamuda 48%, dağıtım kısmında ise 100% özel sektör katılımına ulaşılmıştır. İletim kısmı ise 100% kamu kaynaklıdır (TETAŞ 2015).

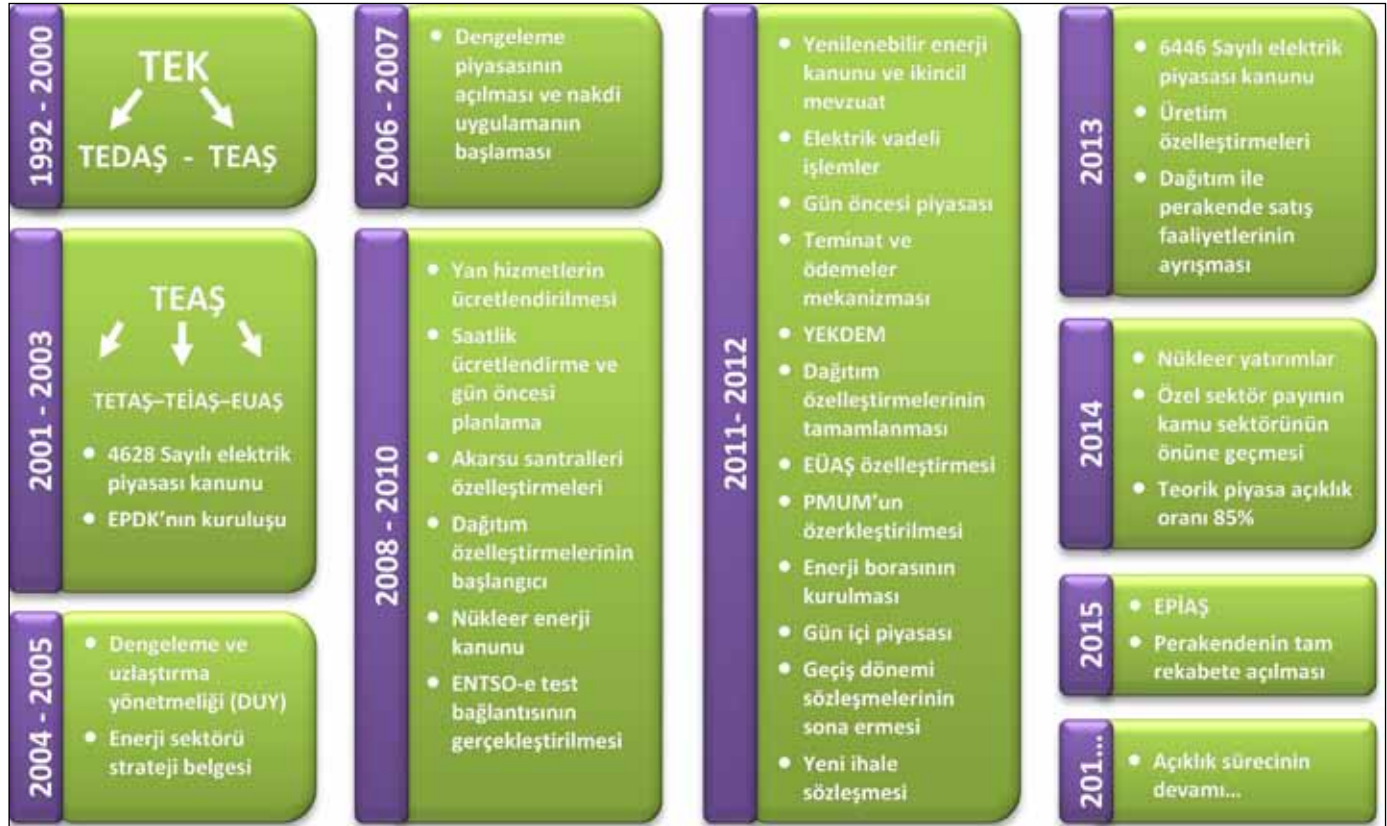
Şekil 3'te gösterilen süreçte tamamen açık piyasa ekonomisine geçilmesi amaçlanmıştır. 6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile 6102 Sayılı Türk Ticaret Kanunu hükümlerine tabi olarak, 2015 tarihinde EPIAŞ (Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi) kurulmuştur. EPIAŞ bünyesinde 30% hisse BİST (Borsa İstanbul), 30% hisse ise



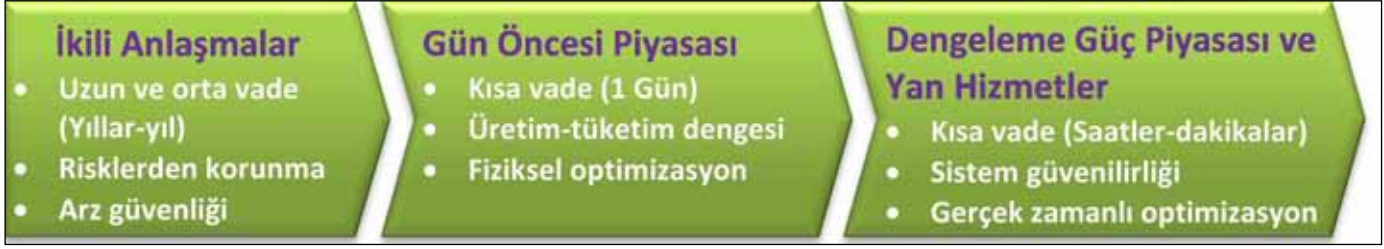
Şekil 1. Serbestleşme yılları (Deloitte 2014).



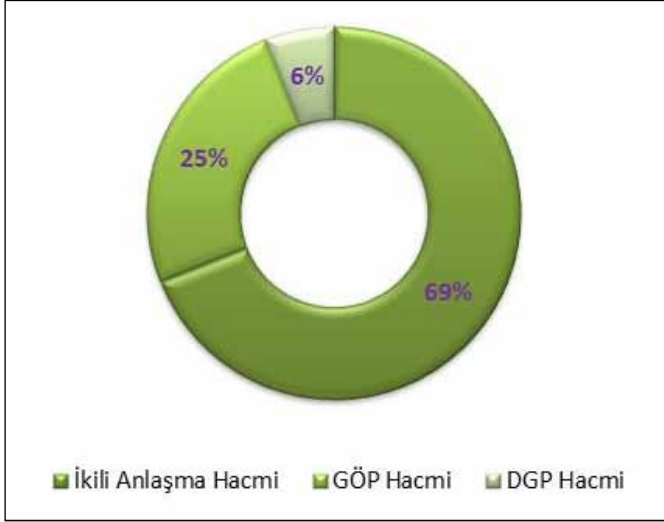
Şekil 2. Elektrik üretimi (A) ve kurulu gücün (B) kamu ve özel sektör gelişimi.



Şekil 3. Türkiye elektrik enerji piyasasının yıllara göre değişimi.



Şekil 4. Günümüz piyasa yapısı.



Şekil 5. İşlem hacimleri (Yazıtış 2015).

TEİAŞ'a ait olup 40%'lık bir oran özel sektör katılımına açılmıştır (Tanas ve Mihçioğur 2013, TETAŞ 2015, Özel vd. 2016). Bu sayede elektrik üretim ve dağıtım varlıklarının verimli bir şekilde işletilmesi, maliyetlerin düşürülmesi, uzun ve kısa vadeli elektrik enerjisi arz güvenliğinin sağlanması, dağıtım kayıpları ve kaçakların azaltılması, yeni yatırımlar ve bakım maliyetlerinin özel sektör tarafından karşılanması ve piyasa serbestleşmesi nedeniyle oluşan rekabet ortamında son kullanıcı lehine faydaların ortaya çıkması sağlanmıştır (DPT 2004). Bu süreçte piyasa açıklık oranının 2014 yılı itibarıyla 85% seviyesine ulaştığı belirtilmektedir (TETAŞ 2015, Soysal vd. 2015, Yörük 2012).

Serbestleşen elektrik enerji piyasasında aktörlerin uygun pozisyon almasında ve gelecek stratejilerini doğru oluşturmasında geleceğe ilişkin doğru öngörüler son derece önemli hale gelmiştir. Yukarıda da bahsedildiği üzere elektrik enerji sektörü çok oyunculu dinamik bir piyasa haline dönüşmüştür. Bu anlamda üreticiler/tedarikçiler piyasa koşullarındaki değişime hızlı cevap verebilmeli, elinde tuttuğu varlığı verimli kullanmalı ve tüketici lehine optimum teklifleri sunabilmelidir. Bunu başarmanın yolu amaca dönük tahmin

metodolojisinin kurulmasından geçmektedir. Günümüze değin sektör içerisinde ve akademik olarak uzun ve orta vadeli talep tahminleri yapılagelmektedir. Uzun ve orta vadeli talep tahminleri özellikle ikili anlaşmalar için tercih edilmektedir. Geçmişte bu tahminler daha çok elektrik enerji talebi noktasında yapılmaktaydı. Ancak günümüzde sektör oyuncuları için açık piyasa ekonomisi nedeniyle bu tahminlerin daha çok fiyat endeksli olarak yapıldığı, enerji taleplerinin ise fiyat denkleminde yer alan ana bileşen olduğu söylenebilir.

Günümüz piyasa yapısı Şekil 4'teki gibi üç bölüme ayrılmaktadır. Şekil 5'te gösterilen, 2015 yılı itibarıyla gerçekleşen işlem hacimlerine bakıldığında, ikili anlaşma hacminin 69% ile en fazla olduğu sonrasında 25% Gün Öncesi Piyasası (GÖP) ve 6% Dengeleme Güç Piyasası (DGP)'nin geldiği görülmektedir (Yazıtış 2015). Son yıllarda GÖP ve DGP işlem hacimlerinde henüz piyasanın yeni ve oturmamış olmasından kaynaklanan kayda değer bir artış gözlenmiştir. Yaşanan artışa rağmen Türkiye'de spot piyasa hacminin oranı halen Avrupa piyasalarındaki spot piyasa hacimlerinin altındadır. Ancak zaman içerisinde katılımcı başına düşen piyasa hacminin artarak dengeye oturması beklenmektedir.

Gün öncesi piyasası şekil 6'da gösterildiği üzere bir gün önceden, bir gün sonrası için talep fiyat dengesinin ayarlanmaya çalışıldığı bir ortam sunmaktadır. Gerçek zamanlı olmasa da ona yakınlığı itibarıyla ani dalgalanmaları yansıtmaması itibarıyla bu piyasada oluşan fiyatlar referans elektrik fiyatı olarak kabul edilebilir. Tipik gün öncesi piyasası işlem sürecinde saat 11:30'a kadar bir sonraki gün için teklif bildirimlerini piyasa işletmecisine bildirmelidir. Saat 13:00'a kadar optimizasyon süreçleri tamamlanarak ilgili günün her bir saati için piyasa takas fiyat/miktarları belirlenerek katılımcılara duyurulmaktadır. Saat 14:00 itibarı ile kesinleşmiş fiyatların ilan edilerek, DGP piyasası süreci başlatılmaktadır. Gün içi piyasasında içerisinde ise gerçek zamana kadar ortaya çıkabilecek ve öngörülemeyen olaylar (arızalar, yenilenebilir üretim merkezlerindeki dengesizlikler, vb.) nedeniyle oluşabilecek dengesizlik maliyetlerinin azaltılmasına çalışıl-



Şekil 6. Gün öncesi piyasası işlem süreci.

maktadır. Elektrik enerjisi spot piyasasında gerçek zamana yaklaştıkça fiyat riski artmakta ve tahmin edilebilirliği zorlaşmaktadır (Kölmek ve Navruz 2015, Raviv vd. 2015, Weron 2014, Keles vd. 2016, Anbazhagan ve Narayanan 2013). Bir başka deyişle gün öncesi piyasasında belirlenen piyasa takas fiyat değişimleri, dengeleme güç piyasasında gerçekleşen sistem marjinal fiyatları değişimlerine göre daha dengelidir. Dengeleme güç piyasasında oluşan fiyatlar yüksek riskli ve değişken olmakla birlikte burada amaç çok hızlı çözümler üreterek sistem güvenilirliğini sağlamaktır.

2.1. Tahmin Metodolojisi

Tedarik şirketleri sektör içerisindeki konumunu güçlendirmek ve karlılık oranlarını artırmak için piyasada başarıyı yüksek olan tahmin modellerini kullanmaktadırlar. Ancak kullanılan tahmin modellerinin de statik yapıda olmaması gerekmektedir. Bir başka deyişle değişen konjunktüre göre farklılaşan veya farklı metotların bir arada kullanıldığı adaptif bir süreç takip edilmelidir. Özellikle spot piyasada şirketlerin müşteri portföyü tüketim alışkanlıklarını ve zaman içerisindeki değişimlerini doğru tahmin etmesi piyasa hedeflerini tutturmak adına çok önemli hale gelmiştir.

2.2. Veri Seti/Setlerinin Belirlenmesi

Seçilecek tahmin yöntemine veya kullanılacak algoritmaya göre bir ya da daha fazla giriş veri seti kullanılabilir. Örneğin zaman serileri kullanılarak yapılan tahminlerde tek bir veri setine ait eski veriler referans alınarak gelecek dönemdeki eş aralıklı tahminler yapılmaya çalışılmaktadır. Burada farklı bir giriş veri seti kullanılmayıp serinin kendi doğasındaki trend, mevsimsellik gibi parametreler esas alınır. Ancak çoklu regresyon, ekonometrik, vb. gibi yöntemlerde, yapılacak tahminlerde farklı giriş veri setlerine ihtiyaç bulunmaktadır. Tahmin tutarlılığının olması açısından giriş veri setleri ve tahmin edilecek veri arasında bir korelasyonun

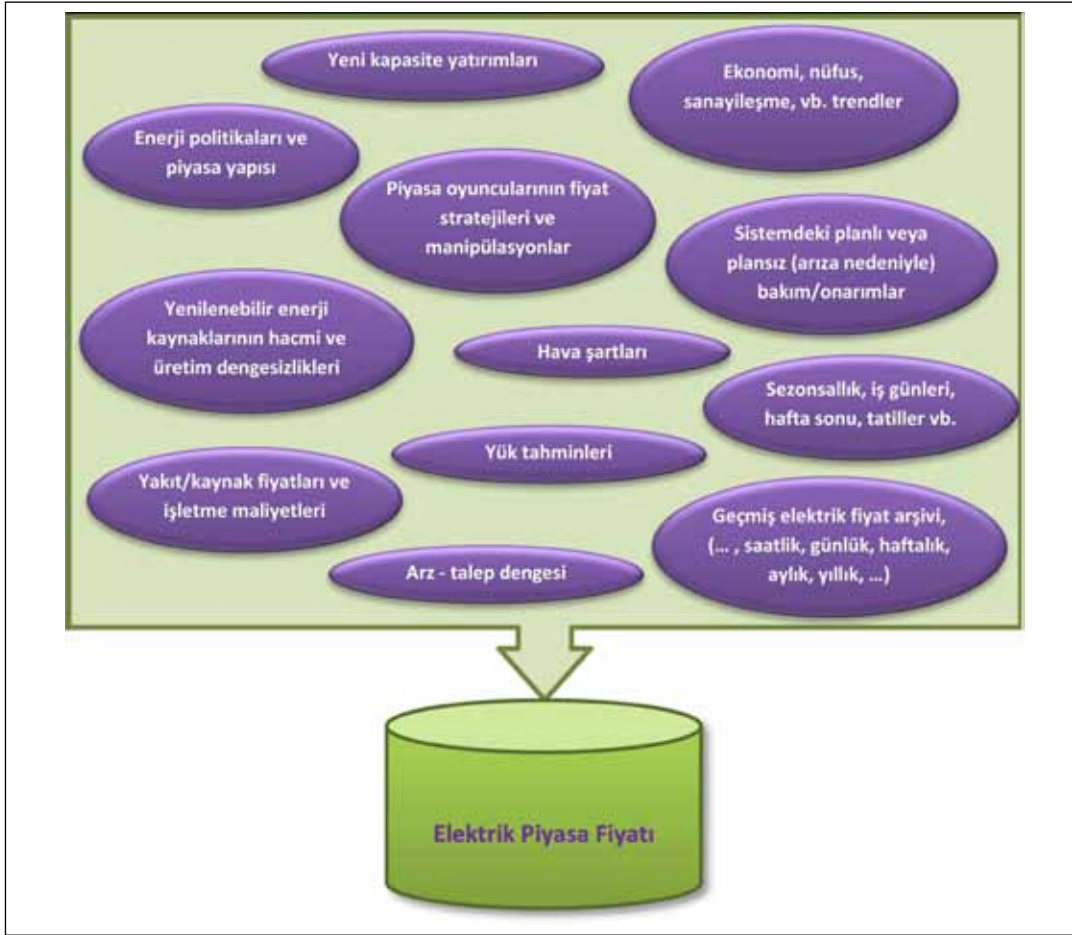
olması gerekmektedir. Elektrik piyasası uzun veya kısa süreli fiyat tahminleri üzerinde etkili olan faktörler şekil 7'de gösterilmektedir.

2.3. Tahmin Aralığı

Farklı sektörler için tahmin aralıklarının uzunluğu veya kısalığı değişkenlik göstermektedir. Ancak elektrik enerji piyasası açısından bakıldığında, uzun vadenin yıl, orta vadenin ay, kısa vadenin gün/saat, gerçek zamanın ise dakika/saniye bazında değerlendirildiği ve bulanık geçişleri olan bir yapıdan söz edilebilir. Dolayısıyla veri setlerinin özellikleri dikkate alınarak, her bir zaman aralığına göre farklı tahmin modellerinin kullanılması daha güvenilir sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır. Enerji politikaları ve yatırımların belirlendiği makroekonomik tahminler uzun süreli tahmin modelleri gerektirmektedir. T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun 04.04.2006 yılında çıkarttığı 26129 sayılı "Elektrik Enerjisi Talep Tahminleri Hakkında Yönetmelik" talep tahmini ile ilgili genel çerçeveyi belirlemesi açısından referans alınabilir. Günümüz elektrik enerjisi spot piyasasında ise fiziksel teslimat zorunluluğu bulunan dinamik bir piyasa yapısı bulunmaktadır. Dolayısıyla kısa süreli stokastik tahmin modelleri bu piyasa için daha çok tercih edilmektedir.

2.4. Tahmin Yöntemleri

Elektrik piyasa yapısının 2000'li yıllardan itibaren hızlı bir değişim gösterdiği kabul edilebilir. Literatürde bu yıllardan itibaren üretilen bilimsel çalışma sayısında da önemli oranda artış olmuştur. Çoğunlukla önerilen fiyat tahmin yöntemlerine bakıldığında zaman serileri yöntemleri, yapay sinir ağları ve bunların birlikte kullanıldığı hibrit yöntemler başı çekmektedir. Bunların dışında farklı istatistiksel, ekonometrik, sezgisel, vb. yöntemlerin ayrı ayrı veya bir arada kullanıldığı tahmin algoritmaları da önerilmiştir. Şekil 8'de



Şekil 7. Elektrik enerjisi piyasa fiyatlarını doğrudan veya dolaylı etkileyen etmenler.



Şekil 8. Elektrik enerjisi piyasasında kısa süreli fiyat tahminleri için öne çıkan yöntemler.

elektrik enerjisi piyasasında kısa süreli fiyat tahminleri için genel kabul görmüş ve öne çıkan bazı yöntemler aşağıda sınıflandırılmıştır.

3. Sonuç ve Değerlendirmeler

Enerji piyasasındaki değişimlerin elektrik enerjisi dışındaki farklı ürünleri de kapsayacak şekilde devam etmesi beklenmektedir. Elektrik enerjisi piyasasında liberalleşme sürecinde yaşanan değişimlerin öncelikli olarak ülke içinde sistemdeki tüm paydaşlar için dengeye oturtulmasına çalışılmaktadır. Teknolojik gelişimlere paralel olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının özel sektör katkısıyla sisteme dâhil edilmesi ve devletin bu konudaki teşvikleri sektöre artı bir dinamizm sağlamaktadır. Piyasanın dinamik bir yapıya kavuşmasıyla birlikte katılımcıların rekabette avantaj elde etmek adına kısa süreli talep/fiyat tahminlerine verdiği önem artmıştır. Bu tahminlerin mümkün olduğunca doğru yapılması, özellikle sistemin dengesizliğe düşmesi nedeniyle oluşacak maliyetleri azaltmakta ve gerçek zamanlı sistem güvenilirliğini artırmaktadır. Son yıllarda yaşanan

gelişmeler ülkelerin enerji talebine cevap verebilme ve arz güvenliği konularında birbirlerinden yararlanmasını gerekli kılmaktadır. Türkiye bu anlamda kendi enterkonekte sistemini başta kendi komşularından başlamak suretiyle tüm Avrupa'yla entegre ederek serbest piyasa yapısı üzerinden ticareti mümkün hale getirmektedir. Türkiye, Avrupa Elektrik İletim Sistemi İşleticileri Ağı (ENTSO-E) çatısı altında Avrupa'yla karşılıklı olarak elektrik enerji transferini ve ticaretini gerçekleştirebilmektedir. Türkiye'nin kendi enerji borsasını kurması elektrik fiyatlarının şeffaf bir yapı içerisinde öngörülebilir olmasını sağlamakta ve yatırımcılara güvenilir bir ortam sunmaktadır. Türkiye'nin önümüzdeki yıllarda da sürecek enerji talep artışı düşünüldüğünde enerji alanındaki yerli ve yabancı yatırımlar için cazip bir ülke konumunu sürdürmesi beklenmektedir.

4. Kaynaklar

- Anbazhagan, S., Narayanan, K. 2013.** Day-ahead deregulated electricity market price forecasting using recurrent neural network. *IEEE Syst. J.*, 7.4: 866-872.
- Biçen, Y., Gürel, AE. 2016.** Sürdürülebilir Enerji Bağlamında Dünya ve Türkiye'deki Genel Durum: Fırsatlar ve Gelecek Perspektifleri. International Conference on Engineering Technology and Applied Sciences, Afyon Kocatepe University, Turkey 21-22 April 2016.
- Çetintaş, H., Bicol, İM. 2015.** Elektrik Piyasalarında Yeniden Yapılanma ve Türkiye Elektrik Piyasasında Yapısal Dönüşüm. *OJEMS*, 2:1-15.
- Deloitte Türkiye 2014.** Serbestleşme yolunda perakende elektrik ticareti. Şubat 2014 tarihli rapor, www.deloitte.com.tr (01.04.2016 tarihli erişim)
- DPT. 2004.** Elektrik Enerjisi Sektörü Reformu ve Özelleştirme Strateji Belgesi, 2004/3 Sayılı YPK Kararı, http://3 mevzuat.dpt.gov.tr/ypk/2004/03.pdf, (01.04.2016 tarihli erişim)
- Keles, D., Scelle, J., Paraschiv, F., Fichtner, W. 2016.** Extended forecast methods for day-ahead electricity spot prices applying artificial neural networks. *Appl. Energy*, 162: 218-230.
- Kölmek, MA., Navruz, I. 2015.** Forecasting the day-ahead price in electricity balancing and settlement market of Turkey by using artificial neural networks. *Turk. J. Elec. Eng. & Comp. Sci.*, 23.3: 841-852.
- Özel, Ç., Büyüktanır, BGÖ., Özel, F. 2013.** Elektrik Piyasalarında Elektrik Sağlama Amaçlı Sözleşmeler. *JoY*, 8.Özel (2013): 2075-2126.
- Raviv, E., Bouwman, KE., Van-Dijk, D. 2015.** Forecasting day-ahead electricity prices: Utilizing hourly prices. *Energ. Econ.*, 50:227-239.
- Soysal, C., Pektaş, M., Şahin, S., Tokgöz, E., Ereğ, H. 2015.** Elektrik Toptan Satış ve Perakende Satış Sektör Araştırması. Rekabet Kurumu, Ankara, Ocak 2015.
- Tanas EK, Mihçioğur, Üİ. 2013.** Türkiye'de Enerji Borsası. Seta Analiz, Sayı:68, Temmuz 2013.
- TETAŞ. 2015.** Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. Genel Müdürlüğü, 2014 Yılı Sektör Raporu. Mayıs 2015.
- Weron, R. 2014.** Electricity price forecasting: A review of the state-of-the-art with a look into the future. *Int. J. Forecasting*, 30.4: 1030-1081.
- Yazıtış, F. 2015.** RES'lerde Üretim Tahminleri ve Elektrik Satışı. Enerji Piyasaları İşletme A.Ş. (EPIAŞ), 2015.
- Yörük, U. 2012.** Türkiye Elektrik Sektörü: Serbestleşen bir piyasa için gelecek senaryoları. Deloitte Türkiye, Mayıs 2012 tarihli rapor, www.deloitte.com.tr (01.04.2016 tarihli erişim)
- Ziel, F., Steinert, R., Husmann, S. 2015.** Forecasting day ahead electricity spot prices: The impact of the EXAA to other European electricity markets. *Energ. Econ.*, 51:430-444.