

PİYASA NİTELİKLERİ İLE ELEKTRİK VE TÜRKİYE’NİN SERBESTLEŞME SÜRECİ*

Alı Ulvi ÖZGÜL**

ÖZET

Son günlerin ekonomik konjonktürü elektriği ve serbestleşen piyasalarını tekrar ilgi odağı haline getirmiştir. Serbestleşme süreci öncesinde görünür olmayan kendine has özellikleri ile elektrik, farklı bir piyasa yapısını gerektirmektedir. Ayrıca, piyasa tasarımları ayrışabilmektedir. Bu çalışma, nitelikleri ve tedarik zincirine odaklanarak Türkiye Piyasası özelinde elektrik piyasalarının yapısını ve ticaretin büyük kısmının gerçekleştiği spot piyasaları ele almaktadır. Türkiye Piyasası, uzun bir zamana yayılan, ihtiyatlı bir yaklaşımla ve genel itibarıyla Avrupa’nın yapılanma biçimini benimseyerek serbestleşme yolunda önemli merhale kat etmiştir. Marjinal fiyatlandırmanın geçerli olduğu Gün Öncesi Piyasası, katılımcıları tarafından kabul görmüş ve hacimde ikili anlaşmalar piyasasını aşarak beklenen kısa vadeli fiyat sinyali sağlama görevini yerine getirir hale gelmiştir. Diğer yandan, gelişmiş piyasaları takiben devreye alınan, piyasa katılımcılarına ilave dengeleme fırsatı sunan Gün İçi Piyasası da serbestleşme sürecini perçinlemiştir. Ancak, literatürde tartışılacağı gibi serbestleşmeden beklenen hedeflere henüz ulaşamamıştır. Sürecin “yeniden düzenleme” biçiminde inkıtalarla ilerleyeceği öngörülmektedir. Bu bağlamda düzenleyici, sistem/piyasa işletmecisinin açmazları öne çıkarılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: elektrik, elektrik piyasası, piyasa tasarımı, serbestleşme, spot piyasalar

Electricity by Market Characteristics and Turkey’s Liberalization Path

ABSTRACT

Recent economic conjuncture has brought electricity and its liberalized markets to center stage again. Electricity, through its idiosyncrasies which were not in sight prior to liberalization, requires a particular market structure. Moreover, market designs may diverge. This paper addresses electricity market structure in view of the Turkish Market by focusing on electricity’s features and supply chain, and the spot markets where majority of trades take place. Turkish Market has taken significant distance in liberalization by broadly adopting Europe’s market structure in a prudent approach which extends over a considerable time. Day-Ahead Market, where pay-as-cleared pricing method applies, has been accepted by her participants and succeeded to convey short-term price signals. On the other hand, Intraday Market, which was introduced following the developed markets to serve supplemental balancing needs, has also reinforced the process. Nevertheless, as discussed in literature targets expected from liberalization have not been achieved yet and is likely to proceed sporadically with some “re-regulation” steps. In this respect, we highlight some dilemmas faced by the regulator, system/market operator.

Key Words: electricity, electricity market, market design, liberalization, spot markets

* Bu makale, yazarın 2018 yılında Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalında tamamladığı *Elektrik Piyasalarında Spot Fiyat Modelleri: Türkiye Örneği* adlı doktora tezinden üretilmiştir.

** Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Bilim Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi İşletme Bölümü, Ankara / TÜRKİYE, a.ulvi.ozgul@outlook.com

Araştırma Makalesi / Research Article

Atf / Cite as: Özgül, A. U. (2023). Piyasa nitelikleri ile elektrik ve Türkiye’nin serbestleşme süreci. *Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(44), 363-392.
<https://dx.doi.org/10.21550/sosbilder.1084943>

Gönderim Tarihi / Sending Date: 9 Mart / March 2022

Kabul Tarihi / Acceptance Date: 20 Kasım / November 2022

Giriş

Geride bıraktığımız yüzyıl, özellikle son çeyreği itibariyle, geleneksel finans piyasalarına benzer, ancak değişen ölçekte yapısal farklılıklar barındıran piyasaların doğmasını ve gelişmesini beraberinde getirmiştir. Birleşmiş Milletler'in (1982) enerji istatistiklerine yönelik teknik raporunda belirtildiği gibi dönüştüğü birincil enerji kaynaklarından daha kullanışlı bir ikincil kaynak olan elektrik de serbestleşme akımını izleyerek piyasalarda el değiştiren bir meta haline gelmiştir. Son zamanlarda gerek enerji güvenliğimizi tehdit eden gelişmeler, gerekse COVID-19 sonrası küresel ölçekte yaşanan ekonomik olumsuzlukların yansımaları ciddi bir sorun olarak karşımızdadır. Enerjinin sözü edilen en pratik biçimi olan elektriğin tüketicilerine arzını sağlayan piyasalar da bu gelişmelerden payını alarak tartışmaların odağı haline gelmiştir. Genelde enerji, özelde ise elektrik piyasaları araştırmacıları için özet ve en temel bilgileri vermeyi amaçlayan çalışmamızın birinci bölümü elektriğin yapısal, ekonomik özellikleri ile tedarik zincirini ele almaktadır. Elektrik, finansallaşan diğer emtiadan ve finansal araçlardan daha farklı özelliklere, ayrıca kendine has tedarik zincirine sahiptir. Bu unsurların doğru kavranması, piyasa işleyişini anlamının ve geliştirmenin ilk ve en temel koşuludur.

Elektrik piyasaları farklı türde katılımcıları, depolanması güç, ama günün her anında hazır bulundurulması gereken nihai ürünü¹ ve nihayetinde ülke nüfuslarının tamamını kapsayan tüketicileri ile canlı ve gelişen mekanizmalardır. Liberalleşme öncesi de kısmen geçerli olan bu dinamizm ve gelişim, kamu hizmeti niteliğinde tek elden yürütülen faaliyetlerin ayrıştırılması ve giderek genişleyen tabana yayılması ile artarak belirginlik kazanmıştır. Ancak, piyasamızdan çok daha önce serbestleşen, rekabetçi özellikler taşıyan öncü ABD piyasaları bile hedeflenen amaçlara ulaşmış durumda değildir. Henüz gerçekten serbest bir piyasa oluşmamış ve tekel problemini çözmek niyetiyle yapılan reformlar ironik bir biçimde bunun yerleşmesine neden olmuştur; bunun sonucunda piyasa, hala sübvansiyonlarla ilerletilerek hükümet tarafından tasarlanmaktadır. Tüm olumsuz gelişmelere karşın çok temel bir tüketici ürünü olan elektrik için piyasanın yeniden yapılandırılması imkân dâhilinde ve anlamlıdır (Kavulla, 2017). Kavulla'nın bu tespitleri ve önermesi, piyasa yapısının ve liberalleşme sürecinin gözden geçirilmesini salık vermektedir. Serbestleşme akımında geriden gelen ülkemiz piyasası için yukarıda sözü edilen gelişmeler de dikkate alındığında bu bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Dolayısıyla çalışmanın ikinci bölümü piyasa, yapılanma biçimleri ve Türkiye elektrik piyasasının serbestleşme serüvenini konu edinmektedir. Üçüncü bölüm ise borsalara benzer yapıda olan dar anlamdaki piyasayı ele almaktadır. Elektriğin nitelikleri gereği bu piyasa, literatüre uygun olarak spot piyasaları oluşturan üç farklı segmenti ile açıklanmıştır. Sonuç bölümünde ise genel bir değerlendirme ile sunulan temel bilgiler ışığında piyasanın önemli açmazları ve gelecek perspektifi özetlenmiştir.

1. Ayrıt Edici Özellikleri ile Elektrik

Elektrik kelimesi, en önemli yapıtı "De Magnete" olan, Encyclopaedia Britannica tarafından elektrikle ilgili çalışmaların babası olarak kabul edildiği belirtilen William Gilbert'e (1544-1603) dayandırılmaktadır. Manyetizma ve elektrik konusunda titiz çalışmalar yapan bu araştırmacı, Latince temelli "electricus" kelimesini ortaya atmıştır (Barouti & Hoang, 2011). Kelime, teknik anlamda elektrik yüklerini ve bunların hareketlerini ifade etmektedir. Ancak bu hareketten titreşim anlaşılmalıdır ve elektriği, elektronların titreşimlerinin neden olduğu enerji akımı olarak tanımlamak daha doğru bir yaklaşımdır (Casazza & Delea, 2010: 28).

¹ Çalışmada elektriğin ürün ya da mal olarak belirtilmesi ile; ilkinde tüketiciye bakan yönü, diğerinde ise emtia piyasalarının bir parçası olduğu vurgulanmaya çalışılmıştır.

Genel bir tanımlama ile elektrik, doğrudan ve doğal kaynaklardan elde edilen birincil enerji kaynaklarının farklı teknik ve araçlarla dönüştürülmesi sonucu elde edilen, günlük yaşantımızın vazgeçilmez temel bir tüketim malı², diğer yandan sanayi işletmeleri için ise önemli bir üretim faktörüdür.

Elektriğin karakteristik özellikleri, piyasa yapısına ve spot piyasa çeşitlenmesine ayrı ayrı yansımalarından dolayı alt başlıklar halinde ele alınacaktır.

1.1. Yapısal Özellikler

Stoft'un (2002) da belirttiği gibi elektrik tuhaf bir üründür, aynı zamanda zaruri olarak tüm tüketiciler tarafından sürekli kullanılan yegâne üründür. Fiziksel bir yapısı bulunmamakta, ancak etkileri ile varlığı bilinmektedir. Bu etkiler, gelişmiş toplumlarda sıradanlaşmıştır, insanoğlunun günlük ihtiyaçlarını karşıladığı neredeyse tüm araçları çalıştıran bu kaynak, çoğunlukla kesintisiz sağlandığından yokluğu akla dahi gelmemektedir.

Elektrik, çok kısıtlı miktarların söz konusu olduğu durumlar haricinde depolanamaz, dolayısıyla stokta tutma maliyeti ve avantajından söz edilememektedir. Caldana vd. (2015), stoklanabilir bir mal olmayan elektriğin, akım mal³ olarak nitelendirildiğini belirtmektedir. Bu şekilde bir niteleme, elektriğin üretim kaynaklarından olan rüzgâr için de geçerlidir; bunun yanında doğal gaz ve su kaynaklarının akım oranları da teknik boyutta önem kazanmaktadır. Akım mal olması nedeniyle elektriğin tüketimi, zaman boyutunda alt ve üstten sınırlandırılarak ifade bulan dönemler itibarıyla geçerli olmaktadır. Bu boyut, dayanak varlığı enerji ve akım emtiası olan futures ve forward sözleşmeler ile kullanım hakkını elinde tutan tarafa alım/satım hakkı veren swing opsiyon sözleşmelerinin en önemli parçasıdır.

Elektriğin depolanamamasının önemli bir sonucu, üretiminin tüketimini gerektirmesi; diğer yandan tüketilmesi arzu edildiğinde üretilmiş olması, diğer ifadeyle emre amade tutulma zorunluluğudur. Bunn (2004), kitabında bu ikinci gerekliliği tüketici açısından değerlendirmiş ve finans teorisindeki opsiyonlarla benzeşim kurarak tüketicinin, sigorta kutusunun elverdiği miktar ile sınırlı olmak üzere esasen bir opsiyon sözleşmesine sahip bulunduğunu ifade etmiştir.

Tüketimi zaman boyutunda ölçülen, bunun yanında kesintisiz ve güvenli temini gereken elektrik, bu nitelikleri ile bir hizmeti andırmaktadır. Nitekim kamu hizmeti veren kuruluşlar niteliğinde olan, ürünün tedarik zincirinin vazgeçilmez halkaları iletim ve dağıtım şirketlerinin esas faaliyet konuları hizmet kapsamında değerlendirilmekte, tüketiciye yansıyan ilgili faaliyet kalemleri de hizmet olarak vasıflandırılmaktadır. Elektriği, benzer birkaç ögesi (doğal gaz gibi) dışında alışılabilir emtia sınıfından ayıran da hizmetle ilgili boyutudur, çünkü yine zincirde ayrı bir hizmeti üstlenen perakende şirketi için ürünün özüne ilişkin bir kalite⁴ unsurundan söz etmek mümkün değildir. Emtiaya dayalı vadeli işlem sözleşmelerinde değişim konusu malı betimleyen kalite standartları, dereceler vb. elektrik için geçerli olmamaktadır. Sektörün düzenleyicisi Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından çıkarılan Elektrik Şebeke Yönetmeliği (2014), 4. maddesinde normal işletme koşullarını tanımlarken gerilim, frekans ve

² Elektriğin tarım, metal vb. emtiası gibi bir mal mı, yoksa bir hizmet mi olduğu fazlaca tartışılmıştır, bu konu bölümün ilerleyen kısmında ele alınacaktır.

³ Eserde geçen "flow commodity" yerine kullanılmıştır. Tekil olarak ifade edilen "commodity" kelimesinin karşılığı olan "meta" yerine ekonomi yazınında da kullanılan "mal" sözcüğü tercih edilmiştir.

⁴ Yürürlükteki 30/03/2013 tarih 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nda kanun koyucu, kaliteyi hem hizmet kalitesini hem de gerilim, frekans ve hat akış standartlarına uygunluğu içeren biçimde geniş kapsamlı ele almıştır.

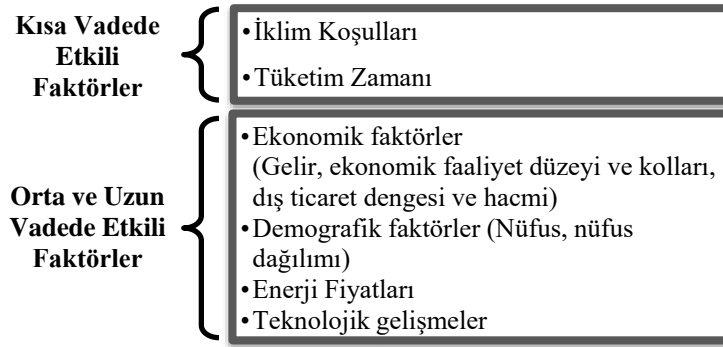
hat akışlarının belirlenen sınırlar⁵ içinde tutulmasını öncelemiştir; bu bağlamda sınırlar içinde kalan ürün, kabul edilebilir üründür.

Elektrik homojen bir maldır, bu yüzden borsalarda işlem görmeye uygundur (Burger vd., 2014). Üst paragrafta belirtilen kalite standartları ile yakından ilgili olan bu husus, aynı miktar elektriğin her piyasa oyuncusu açısından aynı anlama gelmesini ifade etmektedir. Bir şirketin ihraç ettiği bir hisse senedi, aynı şirketin başka hisse senedi ile, aynı grupta kalmak ve hakları sağlamak şartıyla, eşdeğerdir, yatırımcı açısından aynı varlıktır (Edwards, 2010: 65). Elektrik için de sözü edilen homojenlik⁶, finansallaşmanın temelini oluşturmuştur, aynı zamanda emtia sınıfında ele alınmasının temel gerekçesidir.

1.2. Talep Özellikleri

Yapısal özellikler alt bölümünde de değinildiği gibi elektrik sürekli talep edilen, kullanılan bir üründür. Zaman ve mekân, tüketimin, dolayısıyla talebin değişmesine neden olmaktadır. Opsiyonu elinde tutan tüketicilerin bunu ne zaman kullanacağı tam olarak bilinemeyeceğinden tüketimin kontrolü sınırlıdır, tüketimdeki sapmalar stoklar vasıtasıyla yönetilemeyeceğinden piyasayı dengede tutmanın ilk adımı, talep tahminleri ve etkin planlamadır.

Şekil 1: Elektrik talebini etkileyen faktörler



Elektrik talebini etkileyen faktörler, literatürde talep esnekliğini konu edinen çalışmalarda olduğu gibi kısa ve uzun vade için ayrı ayrı ele alınmaktadır. Finansal yönetim çerçevesinde, kısa ve nispeten orta dönemde talep üzerinde etkili olan faktörler spot ve bir ölçüde vadeli piyasalar için daha öncelikli iken, uzun döneme ilişkin faktörler makro iktisadi politikaların şekillendirilmesinde ve sektöre yapılacak sermaye yatırımlarının değerlendirilmesinde temel girdi sağlamaktadır. Kısa ve uzun vadede talebi etkileyen faktörler Şekil 1'de sunulmuştur.

Fiyattaki yüzde cinsinden değişimin (cet. par.) talep miktarında neden olduğu yüzde değişim olarak tanımlanan talebin fiyat esnekliğinin politika ve iş karar süreçlerinde önemli bir araç olması, araştırmalara da konu olması sonucunu doğurmuştur. Elektrik talebinin esnekliği, literatürde yer alan hemen hemen tüm çalışmalarda kısa ve uzun vadede ayrı ele alınmıştır. Gelişmişlik düzeyi, demografik ve coğrafi özellikleri farklı ülkeler için yapılan çalışmalar, mutlak değeri ile ifade edildiğinde kısa döneme ilişkin hesaplanan esneklik değerlerinin

⁵ Sistem nominal frekansının, iletimden sorumlu Türkiye Elektrik İletim AŞ (TEİAŞ) tarafından 50 Hz. \pm %4 aralığında kontrol edileceği 7. maddede hüküm altına alınmış, benzer şekilde gerilim ve hat akış tolerans sınırları da çizilmiştir.

⁶ Edwards, hisse senetlerinin homojenliği ile ilgili yaptığı değerlendirme cümlesinde elektriğin homojen olmadığını da ifade etmiştir. Homojenlik, (genelde saatlik dilim olarak) zaman aralığı ve (bölgesel fiyatlandırma uygulanıyorsa) tüketim bölgesi sabit (belirli) olursa geçerlidir (Edwards, 2010: 65).

ortalamasının 0.15 olduğu ve birkaç uç değer haricinde 0-0.30 aralığında değiştiğini göstermektedir (Akarsu, 2017; Arısoy & Öztürk, 2014; Deryugina vd., 2017; Dilaver & Hunt, 2011; Erdoğan, 2007; Halıcıoğlu, 2007; Ito, 2014; Madlaner vd., 2011). Tüketicilerin kısa dönemde daha fazla olmak üzere fiyat değişimine karşı duyarsız oldukları ve elektriğin zaruri bir ürün olduğu, bu çalışmaların ortak sonucudur. Piyasalar açısından esnek olmayan talep, monopol ya da oligopol piyasalarda pazar gücünün tüketicilere karşı kullanılmasına neden olabilecektir. Erdoğan (2007), fiyat esnekliği ile ilgili çalışmasında bu noktayı gözeterek Türkiye Elektrik Piyasası'nın regülasyona ihtiyaç duyduğunu vurgulamıştır. Artan tüketim, sınırlı ve ihmal edilebilir düzeyde depolama imkânları dolayısıyla tüketime yaklaşık olarak eşit olan canlı talep, serbestleşme ortamında piyasa gücünün katılımcılar bazında yoğunlaşma derecesinin kontrol edilmesini ayrıca gerekli kılmaktadır.

Tablo 1: Toplam nihai elektrik tüketimi (PJ*) bileşik yıllık büyüme oranları ve Türkiye'nin dünya nihai elektrik tüketimindeki payı

	Bileşik Yıllık Büyüme Oranları (%)									Türkiye / Dünya (%)
	Dünya	OECD Ülkeleri	OECD Harici	Afrika	Ortadoğu Ülkeleri	ABD	Almanya	Çin	Türkiye	
1980-1989	3.63	3.06	4.88	5.06	11.39	2.66	1.92	-	8.66	0.36
1990-1999	2.52	2.46	2.64	3.27	6.80	2.78	0.44	8.56	7.91	0.60
2000-2009	3.12	0.87	6.63	3.81	6.61	0.45	0.32	12.80	5.48	0.85
2010-2019	2.76	0.23	5.11	2.35	3.89	0.12	-0.70	7.33	4.53	1.06
1980-2019	3.15	1.83	4.91	3.72	7.16	1.65	0.62	9.63**	6.79	0.81

Kaynak: IEA (2021), World Energy Balances (database). Yazar tarafından derleme ve yeniden hesaplamalar yapılmıştır.

*: Petajoule. **: 1990 öncesi veri bulunmadığından 1990-2019 dönemi verileri ile hesaplanmıştır.

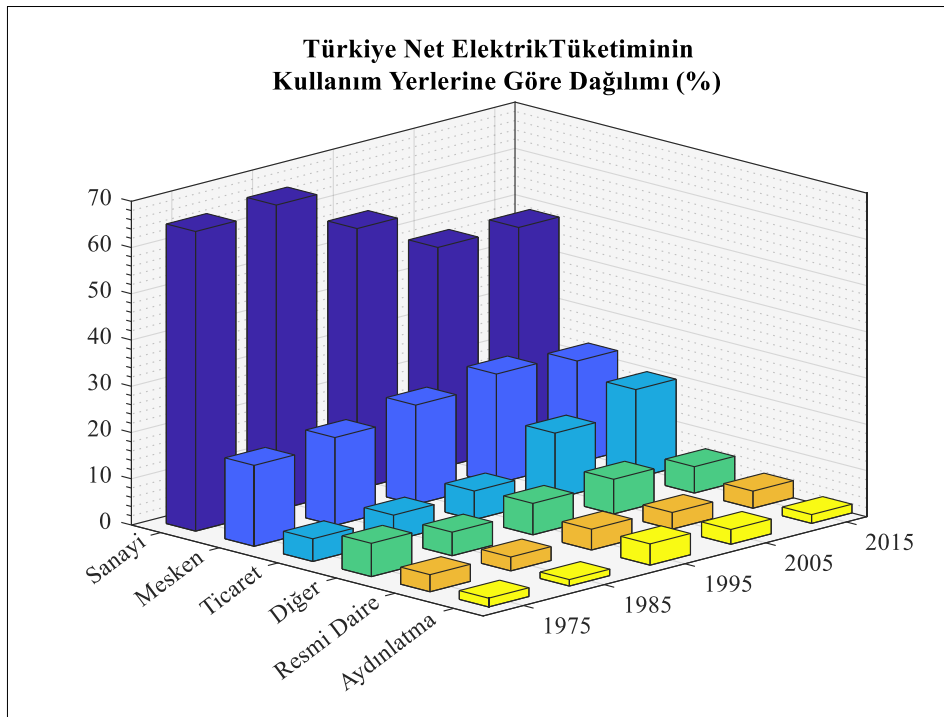
Elektrik tüketimi Tablo 1'de sunulduğu gibi dünya genelinde; ülke ve bölgelere göre önemli farklılıklar gösterse de istikrarlı bir şekilde artmaktadır. En sağdaki sütun, ülkemiz nihai elektrik tüketiminin dünya toplamındaki payının 1980-1989 dönemi ortalaması olan %3,6 seviyesinden son on yıl itibariyle %1 seviyesinin üzerine çıktığını göstermektedir. Onar yıllık dönemler itibariyle tüketimdeki Bileşik Yıllık Büyüme Oranları (BYBO), Dünya ve OECD genelinin üzerindedir ve bu artışı teyit etmektedir. Çin'e benzer şekilde diğer Asya ülkelerinin de tüketimi artmaktadır. Tablo 1'nin dayandığı veri setine göre Çin, Hindistan ve Kore'nin tüketimleri toplamı, ABD tüketimine oranla 1990 yılında %29 iken 2008 yılında ABD tüketimini geçmiş ve 2019 itibariyle 2.18 katına ulaşmıştır. Bu trend, Asya ülkelerinin 2005 yılından sonra yüksek oranlarda büyümesi ile birlikte değerlendirildiğinde Soytaş ve Sarı'nın (2007) Türkiye için saptadığı elektrik tüketiminden katma değerli üretime doğru nedenselliğin, küresel boyutta da geçerli olduğunu salık vermektedir.

Diğer taraftan, dünyanın en büyük ekonomilerinden Almanya ekonomisinin ele alınan dönemdeki istikrarlı büyümesi yanında elektrik tüketimi büyümesi daha düşük oranda gerçekleşmiştir. Son on yıl verisi kıyaslanırsa reel bazda gayrisafı yurtiçi hasıla BYBO'su %1,72 (International Monetary Fund, 2021) iken, elektrik tüketimi için ortalama bileşik bazda %0,70 gerileme söz konusudur (40 yıllık dönem için bu oranlar sırasıyla %1,70 ve %0,62'dir.). Almanya, ABD vb. gelişmiş ülkelere bakınca ülkemiz tüketim artışının ne oranda katma değerli üretime yöneldiği ve aynı bağlamda enerji verimliliği ayrıca incelemeye değer konulardır.

1.3. Tedarik Zinciri Yapısı

Elektrik Enerjisi Sistemini⁷ ana bileşenlerine ayırarak ele alan araştırmacılar, kaynak temininden son kullanıcının sayacına kadar uzanan zinciri farklı detayları ile incelemiştir. Sistemin ana öğeleri, bizim çalışmamızda piyasalara dönük genel bakış açısıyla özetlenecektir. Ancak, Casazza ve Delea'nın (2010) diğer araştırmacılar tarafından farklı olarak sistemi müşterilerden başlatması gelecek senaryolarında talebin sisteme entegre olacağı öngörüsü bağlamında son derece anlamlıdır. Piyasaların serbestleştiği gerçeğini de göz önüne alan bu araştırmacılar, tüketim alışkanlıklarının sermaye ve işletme maliyetlerine farklılaşan etkileri olduğundan müşterileri bu ekseninde gruplamanın sektör uygulaması haline geldiğini ifade etmişlerdir (Casazza & Delea, 2010: 16). Sistemin olası maksimum talebi, yani yükü kaldırabilecek şekilde tasarlanması gereği açısından da tüketimin en yoğun olduğu pik dönem ve bölgelerin tespiti, tüketim alışkanlıklarının etkin modellenmesine bağlıdır. 1975'ten başlayarak onar yıllık aralıklarla ülkemiz net tüketiminin kullanım alanlarına dağılımını gösteren Grafik 1, zaman ekseninde toplam kullanım içinde sanayiden ticarethane ve meskenlere doğru bir yönelimi ortaya koymaktadır.

Grafik 1: Kullanım alanlarına göre Türkiye net elektrik tüketimi



Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Elektriğin yaşam döngüsünü dokuz başlıkta ele alarak bütüncül bir bakış açısı sunan Harris (2006), bu döngüde tedarik zincirinin en önemli üç halkasının,

- i) Sistem işletimi,
- ii) Piyasa işletimi,
- iii) Sayaç okuma (ölçme)

⁷ Kaynaklarda EPS (Electric Power System) şeklinde kısaltılarak ele alınan Elektrik Enerjisi Sistemi, gerek ürünün dışarıdan görünen basitliğini çürüten karmaşıklığı, gerekse tedarikinin tüm bileşenlerin koordineli çalışmasını gerektirmesi nedeniyle sistem yaklaşımı ile ele alınmaktadır. Girdi ve çıktı noktalarının fazlalığı ve ağdaki düğümlerin çeşitliliği bu yaklaşımı gerektirmektedir.

olduğunu belirterek elektriğin üçünden de geçerek tüketicilere ulaştığını vurgulamıştır. Bu ifade her üç faaliyetin önemine dayanmaktadır. Piyasaya dönük ikinci halka üzerinden fiziksel bir akım söz konusu değildir, ancak sistem ve piyasa işletimi birbirini tamamlayarak birlikte tüm sistemi komuta eden bir beyne benzetilebilir. Mer'i 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ("Kanun") da piyasayı tanımlarken "üretim, iletim, dağıtım, piyasa işletimi, toptan satış, perakende satış, ithalat ve ihracat faaliyetleri ile bu faaliyetlere ilişkin iş ve işlemler" ifadesiyle piyasanın işlerliği için gerekli üç fiziki süreci piyasadan önce sıralamıştır (Elektrik Piyasası Kanunu, 2013).

Kabaca elektrik santrallerinde üretilen elektriğin tüketicinin bina ya da tesislerine ulaştırılması süreçlerini içeren sistem işletimi, elektrik naklinin fizik yasalarına bağlı özellik ve kısıtları nedeniyle iletim ve dağıtım sistemleri bazında ayrı ele alınmaktadır. Her iki sistem de birçok kaynaktan ele alındığı gibi doğal monopoldür (Belyaev, 2011; Biggar & Hesamzadeh, 2014; Harris, 2006). Elektriğin tüketicilerine temini bakımından piyasanın birer parçası olan iletim ve dağıtım sistemlerinin yapısı ve işletmecilerinin görev ve sorumlulukları düzenleme ve denetlemeye tabidir.

İletim sistemi, elektrik ticareti için ortaklaşa kullanılan bir otobana benzetilebilir, bu yüzden piyasaya elzem bir altyapı sağlayan iletim şebekesi, serbest piyasalar için çok daha önemli hale gelmiştir (Chao vd., 2008: 49). İletim, santrallerde üretilen elektriğin uzun mesafelere, kullanılacağı dağıtım bölgesinin sistemine kadar ulaştırılmasını kapsar. Bu ulaşım teknik olarak alternatif akım (AC) şeklinde ve yüksek voltajlarda gerçekleşmektedir. Birimi Volt (V) olan voltaj ya da diğer ismiyle gerilim, akımın hareket (elektromotiv) gücünü, eşdeğer bir ifadeyle elektrik basıncını ifade eden bir kavramdır (United States Department of Energy, 2015: 91). Akım ise elektrik enerjisinin aktarım hızını ifade eder ve birimi Ampere'dir (A). Ne gerilim ne de akım tek başlarına bir şey ifade etmez, iş yapmazlar, ancak birlikte bulduklarında iş yapar gücü oluştururlar, gücün birimi ise Watt'tır (W) (Blume, 2017: 6). AC sistemi Nikola Tesla tarafından icat edilmiş olup elektrik enerjisinin 1880'li yıllarda ilk ele alınmasında Edison, nakil için doğru akımın (DC), Westinghouse ise AC'nin savunucuları olmuştur (Casazza & Delea, 2010: 2-3; Edwards, 2010: 151). Enerjinin tek bir yönde, yani doğrusal aktığı ve gerilimin sabit kaldığı DC, elektrik enerjisinin nakli için uygun değildir. AC'de ise gerilim sinüzoidal bir eğri çizerek pozitif ve negatif değerler arasında belirli periyotlarda salınır. Yukarıda bizim sistemimiz için normal değeri 50 Hz. (Devir/Sn.) olarak verilen frekans, bu akım türü için geçerlidir. Avrupa 50 Hz., ABD ise 60 Hz. frekansını standart olarak benimsemişlerdir (Blume, 2017: 7-8). Her iki sistem için de nakil esnasındaki kayıp, gerilim ile ters orantılıdır. AC, DC'ye göre daha karmaşık olmakla beraber gerilimi kolayca değiştirilebilmektedir, bu da uzun mesafelere iletimde büyük avantajlar getirmektedir. Bunun yanında yüksek gerilimli DC güç hatlarına dönük yeni teknolojiler (HVDC) de geliştirilmektedir (Stoft, 2002: 375).

Elektrik genel olarak 5 - 34,5 kV aralığında, türbin teknolojisine dayalı üretim sistemlerinde AC olarak üretilmekte, 15 - 34,5 kV aralığında dağıtılmakta, 69 - 765 kV aralığında iletilmektedir (United States Department of Energy, 2015: 12). Üretim santrali çıkışında bulunan şalt sahalarında yükseltici trafo vasıtasıyla gerilim, iletim seviyesi gerilim değerlerine çıkarılmakta; enerji uzak bölgelere nakledilebilir hale getirilmektedir. Enerji yoğun bazı sanayi tesisleri daha yüksek gerilimle, yine başkaca fabrika ve alışveriş merkezleri daha düşük gerilimle olmak üzere iletim sisteminden yük çekebilmektedir. Hatlarla iletilen elektriğin gerilimi ara istasyonlarda kademeli olarak alçaltıcı trafolar yardımıyla dağıtım sistemi seviyelerine düşürülmektedir. Elektrik enerjisi, akım halinde binlerce kilometre hat üzerinden ışık hızının 2/3'üne eşit hızda yol alabildiğinden, iletim sistemi uçtan uca nakle imkân tanıyan çok daha karmaşık bir şebeke yapısındadır (Harris, 2006: 63).

Ülkemiz elektrik iletim sistemi işletmecisi Türkiye Elektrik İletim AŞ'nin (TEİAŞ) de Ocak 2016 itibariyle gözlemci üyesi olduğu 39 üyeli Avrupa Elektrik İletim Sistemi İşletmecileri Ağı (European Network of Transmission System Operators for Electricity/ENTSO-E) geçici istatistiki özet raporuna göre, 2018 yılsonu itibariyle ENTSO-E bölgesi iletim hattı 474.700 km uzunluğundadır (European Network of Transmission System Operators for Electricity, 2019). Hat çekip uzatılarak düz hale getirilebilse bu uzunluk, dünyanın çevresini neredeyse 12 kez kat edecek mesafeye tekabül etmektedir. TEİAŞ resmî web sitesi güncel verilerine göre ülkemiz iletim şebekesi ise, 72.384 km uzunluğunda iletim hattı, 770 trafo merkezi ve komşu ülkelerle 11 adet enterkonneksiyon⁸ hattından oluşmaktadır (Türkiye Elektrik İletim AŞ, 2022).

Önemli bir diğer konu da enerjinin yukarıda belirtilen yüksek akım hızı nedeniyle sistemin herhangi bir noktasındaki yükün tüm santraller üzerindeki anlık etkisidir. Bunun anlamı, AC'nin tüm sistem içerisinde senkron olduğudur, bu durum şebekede yüksek derecede eylemsizliğe neden olur (Harris, 2006: 63). Eylemsizlik ile belirtilmek istenen santrallerin sistemdeki dengesizlik durumuna verdiği tepkidir. Casazza ve Delea (2010), sistemin geçici kararsızlık durumunu anlatırken sistemdeki bir bozulmanın sistemi asenkron ya da dengesiz hale getirebileceğini belirtir. Normal şartlar altında santrallerde mekanik enerji girdisi ile elektrik enerjisi çıktısı, çevrimdeki kayıplar da dikkate alındığında eşittir, yani enerji korunmaktadır. Santral, çıkış noktasında istenen yükün ya da talebin, girdi olarak aldığı mekanik enerjiden fazla olduğunu fark ettiğinde yavaşlayarak tepki verir. Tersine çıkış yükü santralin mekanik enerji girdisinden az ise, ani enerji dengesizliği nedeniyle hızını artırma eğilimine girer (Casazza & Delea, 2010: 46). Maddenin temel özelliklerinden olan eylemsizlik momenti, hareketlilik durumundaki değişiklikte önceki halini muhafaza yönündeki tepki olarak tanımlanmaktadır. Elektrik enerjisi akışında da gözlenen ve aynı kavramla ifade edilen bu durumla baş edebilmek için türbin esaslı santraller hız regülatörleri ile donatılmıştır. Sistemi dengesizliğe iten kararsızlık durumları düşük ve yüksek frekanslı bölgelere neden olabilir, santrallerdeki koruyucu sistemler düşük frekansta görev alarak santrali devre dışı bırakırlar. Her halükârda sistem işletmecisi, sistem güvenliği ve yeterliliğini sağlamak için yük verici ve alıcı unsurları sürekli izler ve yönetir.

Sistemin dengesizliğinin ve sonrasında başvuru dengeleme faaliyetlerinin finansal yönüyle ve dar anlamıyla ele aldığımız piyasaya önemli yansımaları olmaktadır. Arz güvenliğini iki boyutuyla ele alan Kaminski, yeterlilik boyutunu, pik yük talebini kaynakları iyi mobilize ederek karşılama; güvenlik boyutunu ise büyük bir üretim santrali ya da iletim hattı gibi bir ya da daha fazla sayıda önemli sistem bileşeninin kaybı halinde ani şoku atlatma becerisi olarak tanımlamıştır (Kaminski, 2012: 758). Dengeleme, elektriğin niteliği gereği zaman ve mekân boyutlarında üretimi ile tüketimini eşit tutmaya yönelik faaliyetlerdir. Şebekenin teknik, ürünün kendine has özellikleri öncelikle iyi planlamayı gerekli kılar. Gün öncesi planlama, ülkemizde olduğu gibi ayrı bir piyasa işletmecisi varsa piyasa işletmecisi tarafından koordine edilir. Bu koordinasyon kapsamında sistem işletmecisinin talep tahminleri, sistemdeki planlı ya da plansız olası bakım ve arızalar ile genel kısıtlar gözetilerek oluşturulan planlar, gerçek zamanlı enerji alışverişinde oluşabilecek sapsmaları en aza indirmeyi amaçlar.

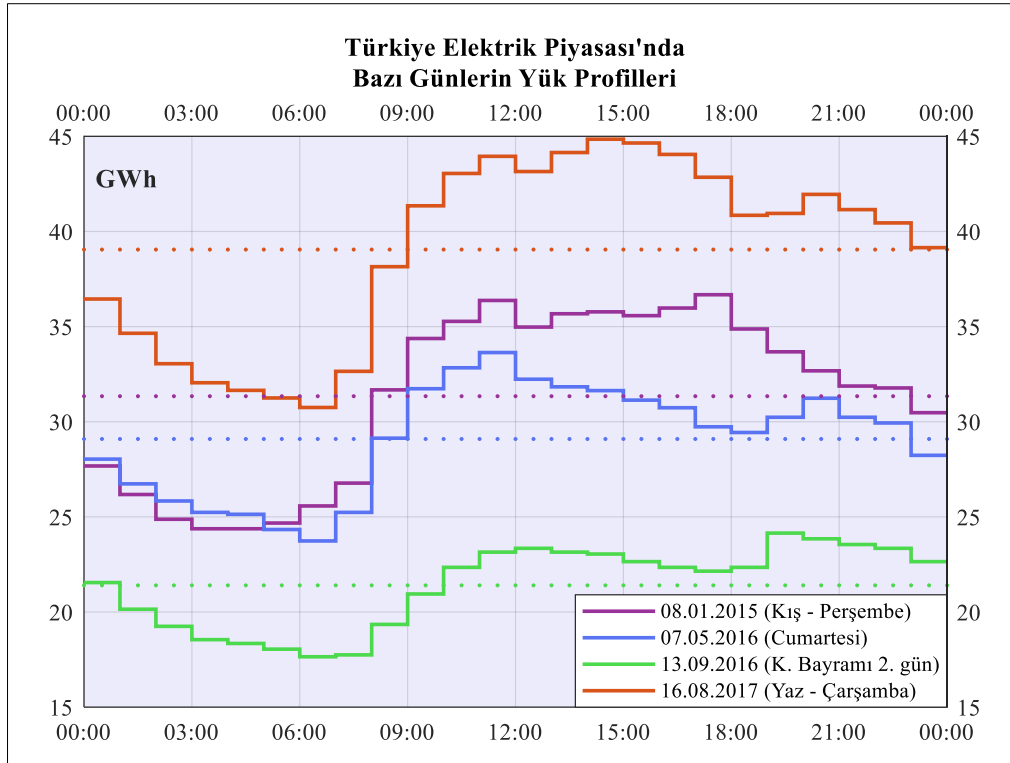
Sektörde “yük profili” olarak adlandırılan tüketim trendleri (örneğin, gün içi ve/veya hafta içi bazında olmak üzere), fiyat tahmini ve piyasa işlemlerinin planlanması açısından çok önemlidir (Kaminski, 2012: 763). Yük profilleri, gerçekleşmiş veri setine dayandığından sistem

⁸ Adından da anlaşılacağı gibi enterkonneksiyon iletim sistemleri arasında elektriğin dış ticaretini sağlayan gümrük kapılarına benzetilebilir. Akımın sistemler arası uyumu bu bağlantı merkezlerinde sağlanmaktadır. Federal sistemle yönetim ya da coğrafi büyüklük nedeniyle aynı ülke içerisindeki sistemler arasında da bağlantı merkezleri bulunabilmektedir.

işletmecisine ilgili zaman diliminin olası sapmaları, ayrıca planlama hataları konusunda bilgi sağlar. Türkiye Piyasası için genel ve farklı özellikler taşıyan seçilmiş dört gün için Grafik 2'de verilen gün içi yük profilleri, yükün, yani talebin noktalı doğrularla gösterilen ortalama etrafındaki varyansının gün tipine göre değişkenliğini, saatlik bazda gün içi sıçramaları ve ortak trendlerinin değişkenliklerini, buna mukabil sistem işletmecisinin karşılaştığı planlama, sevk ve idare zorluklarını gözler önüne sermektedir.

Grafikte iklimin ve ekonomik aktivite düzeyinin yük üzerindeki etkisi izlenebilmekte, özellikle seçilen örnek bir cumartesi gününde öğleden sonraki trend dikkat çekmektedir. Daha uzun bir süreyi kapsayan zaman birimleri esas alındığında verilerdeki oynaklığın azalacağı ve verinin düzleşeceği olgusu ile birlikte değerlendirildiğinde yük profili, Harris'in (2006) sistem işletiminin özellikle kısa döneme⁹ (bir güne kadar) yönelik sistemin elektriksel yönetimi olduğu vurgusunu güçlendirmektedir. Ne var ki, iletim işletmecisinin, ayrı bir dağıtım işletmecisi varsa onunla koordineli, yoksa tek başına gelecekte sürdürülebilir, güvenli ve temiz enerji için uzun dönemli faaliyetleri de bulunmaktadır.

Grafik 2: 08.01.15- 07.05.16- 13.09.16 ve 16.08.17 gün içi yük profilleri (Türkiye)



Kaynak: Enerji Piyasaları İşletme AŞ (EPIAŞ) verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dağıtım, iletim hattının nihayet bulmasından sonra nihai tüketiciye, kanın vücuttaki dağılımı ile benzetildiğinde, kılcallara uzanan süreçtir. Kanun'umuzda dağıtım ve iletim faaliyetleri, 36 kV gerilim seviyesi sınır alınarak tanımlanmıştır. Dağıtımın elektrik enerjisi yönetiminde ve tedarik zincirinde nispeten pasif rolüne vurgu yapan Harris, gerilim tipine göre yaptığı tasnife dayanarak dağıtımın kapsamının değişkenlik gösterdiğini ifade etmiştir (Harris, 2006: 82). Buna göre dağıtım, en geniş tanımı ile, orta gerilim ağından kullanıcıya uzanmakta,

⁹ Grafiğe esas veri saatliktir, dolayısıyla parçalı doğrusal yapıda profil elde edilebilmektedir. Kaminski (2012), PJM (Pennsylvania-New Jersey-Maryland) Doğu pazarı için sürekli formda gün içi yük profili vermiştir. Bu grafik, zaman farkı mümkün olduğunca azaltıldığında anlık yük akışına yakınsadığından sistem işletmecisinin karşılaştığı dengeleme problemini daha çarpıcı göstermektedir, aynı zamanda yük yönetimi açısından kullanışlı bir araçtır.

en dar tanımla ise alçak gerilim açısından başlamaktadır. Diğer taraftan, hangi gerilim seviyelerinin iletim hattını oluşturduğuna dair üzerinde mutabık kalınmış genel bir tanımlama da bulunmamaktadır (Casazza & Delea, 2010: 21).

Dağıtım sistemi işletmecileri, sınırları düzenlemelerle tanımlanmış dağıtım hat ve tesislerinin işletilmesinden, bakımından, yeni yatırımların yapılmasından ve dağıtım sistemi dâhilindeki sayaçların okunarak verilerin temininden sorumludur. Telemetri olarak da bilinen ve uzaktan otomatik sayaç okumaya yarayan sistemler hem çekiş hem de veri birimlerinin kullanımlarını kayıt altına alarak piyasa uzlaştırma mekanizmasında rol oynarken aynı zamanda sistem üzerindeki güç ve gerilim kontrollerine yardımcı olmaktadır.

Dağıtımın dört ana bileşeni, dağıtım istasyonları (trafo merkezleri), birincil dağıtım fiderleri, dağıtım trafoları ve ikincil öğeler (pano sistemleri, kablolar vb.) ile hizmetlerdir (Casazza & Delea, 2010: 115). İletime kıyasla daha düşük gerilim, birim enerji akımı başına daha uzun hat uzunlukları, yüksek dirençli ince kabloların varlığı ve artan trafo sayısı nedeniyle dağıtım, daha çok enerji kaybı ile sonuçlanmakta, yine farklı olarak ticari kayıpları da barındırmaktadır (Harris, 2006: 81). Warwick vd. (2016), ABD Enerji Bakanlığı için hazırlanmış oldukları “Elektrik Dağıtım Sistemi Referans Raporu” başlıklı çalışmada ABD elektrik dağıtım ve iletim sistemlerinin üretilen elektriğe oranla kabaca %6 kayıpla dünyada en verimliler arasında olduğunu, bu kaybın 1/3'ünün sistemlerde en fazla kayba neden olan dağıtım trafolarından kaynaklandığını belirtmektedirler. Kayıp hesaplama metodolojisindeki değişiklikler nedeniyle rakamlarda farklar söz konusu olabilmektedir. En son 2014 yılı verilerini içerir Dünya Banka'sının iletim ve dağıtım kayıp istatistikleri bazı bölge ve ülkeler için Tablo 2'de görülmektedir. Bu istatistik ile ilgili açıklamada, verilen rakamların bir dönem ülkemizde gündemi meşgul eden ve zaman zaman medyada yer bulan aşırma ya da kaçak miktarlarını içerdiği ifade edilmiştir. Gelişmiş bölge/ülkelerdeki sistemler, genel olarak gerileyen kayıp/kaçak oranları ile daha verimli hale gelmiştir. Ortadoğu ve Afrika'da tersine trend geçerlidir. Ülkemizle ilgili veri, konunun neden fazlasıyla tartışıldığı, gündemde kaldığı ve kaçığın piyasamızın önemli bir sorunu olduğunu açıkça göstermektedir.

Tablo 2: Elektrik enerjisi iletim ve dağıtım kayıpları [Kayıp / Çıktı (%)]

Bölge / Ülke	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2014	Trend
Doğu Asya ve Pasifik	6.43	6.42	6.16	6.56	6.25	6.25	5.82	5.42	
Avrupa Birliği	6.98	7.21	6.80	7.37	7.22	6.69	6.36	6.44	
Japonya	4.43	4.29	4.67	4.55	4.31	4.27	4.14	4.39	
Ortadoğu ve Kuzey Afrika	8.87	11.43	9.38	10.25	11.71	12.87	12.69	13.58	
Sahraaltı Afrika	9.16	8.42	8.87	9.15	11.22	11.34	12.04	11.70	
Türkiye	12.13	11.53	11.61	15.96	19.02	14.85	14.31	14.82	
Amerika Birleşik Devletleri	8.78	7.06	9.26	6.99	5.69	6.31	5.99	5.91	
Dünya	8.26	7.85	8.48	8.57	8.85	8.87	8.27	8.26	

Kaynak: The World Bank Group (2022) verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

İletim ve dağıtım hizmetleri ile ilgili önemli bir diğer husus ise tarife düzenlemeleridir. Tarife, her iki faaliyetin doğal tekeli yapısından ötürü düzenlemeye tabi olmalarının bir sonucudur. Düzenleyici, kamu hizmeti sağlayan şirketin yatırımcılarının sağladığı sermayenin maliyetini tespit ederek ne eksik ne de fazla olmak üzere sermaye maliyetini karşılamaya yetecek düzeyde tarifenin uygulanmasını sağlamalıdır (Ehrhardt & Brigham, 2011: 336). Ülkemizde beşer yıllık uygulama dönemleri itibariyle belirlenen dağıtım tarifelerine ilişkin hesaplamalarda hedef kayıp/kaçak oranları da dikkate alınmaktadır.

1.4. Elektrik Kaynakları ve Üretimi

Emtia piyasalarının kendi içerisindeki artan etkileşimini elektrik üzerinden ele alan Kaminski, enerji emtiaları için eskiden hâkim olan piyasaların ayrık olduğu dönemin bittiğine, kömür ve doğal gaz tacirinin elektrik piyasasını iyi anlayarak, hem elektrik üretiminde bu iki kaynağın rekabetinin hem de pik yük santrallerinin doğal gaz talebinin getirdiği belirsizliklerle baş etmek durumunda olduğuna dikkat çekmiştir (Kaminski, 2012: 756). Elektriğin üretilmekte olduğu kaynaklar ile bu kaynakların elektriğe dönüşüm süreçleri fiyat süreci üzerinde etkilidir. Ürünün sisteme dâhil olma yeri ve hızı bakımından görülen bu etki, liberal elektrik piyasalarında piyasa katılımcıları ile sistem ve piyasa işletmecilerinin kaynakları, varsa bu kaynaklarla ilgili piyasaları, gelişmeleri ve elektriğe dönüşüm süreçlerini dikkate almalarını gerekli kılmaktadır. EPDK'nın (2017) piyasa gelişim raporunda yer verdiği 2016 Aralık ayında görülen doğal gaz kısıntısı ve bugünlerde yaşadığımız arz tarafındaki problemler, neden olduğu elektrik fiyatlarındaki sıçramalar ile bu karşılıklı etkileşimin en güncel örneklerindedir.

Enerji kaynakları birincil ve ikincil kaynaklar olmak üzere ele alınmakta ve bu klasik tasnife göre ilgili grupta sıralanmaktadır. Fakat kaynakların kıtlığı üzerine kurulu iktisat bilimi, daha spesifik olarak enerji iktisadının ilgili istatistik terminolojisinde durum biraz farklıdır. Øvergaard (2009), Birleşmiş Milletler'in (BM) "Enerji İstatistiklerinde Kavramlar ve Yöntemler" kısaltılmış başlıklı yayınındaki birincil/ikincil enerji tanımı ile 2005'te yayımlanan "Enerji İstatistikleri El Kitabı" isimli İktisadi İş birliği ve Gelişme Teşkilatı (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD), Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ve Eurostat'ın ortak yayınında geçen yaklaşımı kıyaslayarak kavramsal boyuttaki karışıklığa dikkat çekmiştir. Ortak yayında yer alan kavramsal çerçeve emtia esaslı bir yol izlerken BM'nin kaynak odaklı formel tanımı aşağıdaki şekildedir:

"Birincil enerji (kavramı), ihtiva ettiği enerjinin mekanik işe ya da ısıya dönüştürülmesi açısından bütünlük olduğu maddeden ayrılması, temizlenmesi ya da kalite derecelendirmesi bir anlam ifade etmeyen, sadece çıkarma ya da muhafaza altına alma yoluyla elde edilebilen kaynaklardan gelen enerjiyi belirtmek için kullanılmalıdır."

"İkincil enerji (kavramı), birincil kaynakların dönüştürülmesinin sonucu olan tüm enerji kaynaklarının enerjisini belirtmek için kullanılmalıdır." (United Nations, 1982)

BM, bu tanımda belirtilen derecelendirme ile ilgili yorumunda "ikincil" olmanın düşük kaliteli olma anlamına gelmediğini, tersine ikincil enerjinin çoğu zaman dönüştüğü birincil enerjiden daha kullanışlı olduğunu ifade etmektedir. Elektrik, bunun en iyi örneklerinden biridir. Bu ayrımın enerji sürdürülebilirliği açısından çeşitli kuruluşlarca çokça ele alınan enerji dengesi istatistiklerinde çifte hesaplamayı önlemek amacıyla yapıldığını belirten Øvergaard (2009), nükleer füzyonun, jeotermal ve güneş termalin¹⁰ BM'nin tanım ve el kitaplarına göre

¹⁰ Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi (Concentrated Solar Power-CSP) olarak da bilinen güneş termal enerji, ülkemizde son dönemde yaygınlaşan, fotovoltaiik teknolojiye, basitleştirilmiş ifadeyle güneş ışınmasına dayalı panel sistemlerinden farklıdır. Güneş ışığından yararlanan fotovoltaiik panellerin aksine CSP sistemleri, türbin esaslıdır. Aynalar yardımıyla güneş ışığını yönlendirerek bir noktaya toplayan yapısıyla bu sistem, içerisindeki sıvıyı ısıtarak buhara dönüştürmekte, buhar ise türbinleri harekete geçirerek fosil bazlı sistemlerdeki gibi elektrik üretmektedir

birincil enerji, yukarıda değinilen ortak yayına göre ise ikincil enerji olarak sınıflandığını öne sürmektedir. Elektrik üretiminde de kullanılan bu üç kaynağın toplam denge hesaplarındaki payının küçük olması ayrı bir tartışma konusu olabilir. BM, uluslararası kuruluşların üzerinde mutabık kalabileceği ortak bir dil geliştirilmesi, dolayısıyla kavram kargaşasının giderilmesi amacıyla 2016 yılında ikinci düzeltmesini yaptığı “Enerji İstatistikleri için Beynelmül Tavsiyeler” başlıklı çalışmasını tamamlamış ve 2018 yılında yayınlamıştır. Bu belge, enerji istatistiklerinde uluslararası kabul görmüş standartları içermektedir (UN Department of Economic and Social Affairs Statistics Division, 2018).

BM'nin Ekonomik ve Sosyal İşler İstatistik Birimi'nin yayınlamış olduğu bu belgede alışlagelmiş enerji kaynakları odaklı anlayışın ve kavramsal çerçevenin dışına çıkılmış, enerji ürünü odaklı bir yaklaşım benimsenmiştir. Belgenin 3. bölümü Standart Uluslararası Enerji Ürünü Sınıflaması'nı (SIEC) tanıtmaktadır. SIEC, uluslararası kabul görmüş enerji ürünlerini, birbirleri ile ilişkilerini de gözeterek hiyerarşik bir sınıflandırma sisteminde düzenlemekte; veri toplama ve işlemede kullanılmak üzere bir kodlama sistemi getirmektedir (UN Department of Economic and Social Affairs Statistics Division, 2018: 9). Aynı zamanda, SIEC kapsamının diğer uluslararası ürün sınıflama sistemlerinde karşılıklarının ele alındığı dokümanın eki (EK A), birincil ve ikincil enerji ürünleri ile yenilenebilir ve tükenir enerji ürünlerini tanıtmakta ve tasnif etmektedir.

Elektrik piyasalarının serbestleşmesinden önce devlet eliyle işletilen daha çok tükenen kaynaklara ve suya dayalı tüm santraller, talebi etkileyen faktörler göz önünde bulundurularak portföy mantığı içerisinde tek bir elden yönetilmekte idi. Liberalleşme süreci ile birlikte her ne kadar sistem işletmecisi benzer görevi ifa etse de teklifler, gün öncesinde piyasa işletmecisinde toplanmakta, arz ve talep eğrileri ile fiyat ve günlük planların oluşumunu sağlamaktadır. Tüketilen son birim enerjinin fiyatı, diğer ifadeyle marjinal fiyat esas olduğundan bu son birimin üretildiği santral, sistemdeki enerjinin fiyatında belirleyici olmaktadır.

2. Piyasa Yapısı ve Liberalleşme Akımı

Geçmişte genelde devletler eliyle yürütülen, üretiminden abonelere dağıtımına, satış sonrası sayaç okuma ve faturalandırma süreçleri ile bir bütün olarak dikey entegre olan elektrik sanayi, 1980'lerden itibaren gelişmiş ülkelerden başlayarak serbestleşme akımının etkisinde üretim, iletim, dağıtım ve satış faaliyetlerinin ayrıştırılması sonucu çok katılımcılı ve kendine özgü piyasaları ile daha rekabetçi bir yapıya kavuşmuştur. Tedarik zinciri ile ilgili bölümde ele alındığı gibi elektriğin ulaştırılması ile ilgili olan iletim ve dağıtım süreçleri doğal tekelci yapıdadır. Liberalleşme¹¹, genel trend ve gelinen nokta dikkate alındığında toptan satışın gerçekleştiği piyasalarda yer bulmuştur. Bu akımla birlikte belirgin hale gelen fiyat süreci, emtia ve finans piyasalarında olduğu gibi riskler içermektedir. ABD ve Avrupa'da spot piyasaların gelişmesiyle elektriğe dayalı vadeli işlem piyasaları da hızla gelişmektedir ve elektrik piyasaları giderek finansal piyasalara yakınsamaktadır.

Tedarik zincirinin ana öğeleri olan üretim, iletim, dağıtım ve perakende satış faaliyetlerinin ne şekilde, kimler tarafından yürütüleceği, zincirdeki aksamaların nasıl düzeltileceği, bunların neden olduğu olumsuzluk ve maliyetlerin ilgililere ne şekilde yansıtılacağı ve oluşan katma değerlerin nasıl paylaşılacağı, liberalleşme akımının başlangıcından

(Energy Initiative, 2015). Isı bazlı olduğu için yenilenebilir enerji mevzuatımızda da yer aldığı gibi konutların ısıtılmasında da kullanımı mümkündür.

¹¹ Fiyat modellerini konu edinen çalışmalarda elektrik piyasalarının yeniden yapılandırılması “liberalleşme” sözcüğü ile ifade edilmiştir. Ancak piyasa yapısını konu edinen çalışmalarda çoğunlukla iletim ve dağıtım faaliyetlerinin yukarıda da belirtilen doğal monopol özelliğinden dolayı “yeniden yapılandırma”, “yeniden düzenleme” kelimeleri kullanılmaktadır.

itibaren yoğun olarak tartışılmaktadır. Bu soruların yanında enerji kaynaklarına ilişkin gelecek senaryoları, çevresel etkiler ile teknolojik gelişmelerin piyasaya olası yansımalarına cevap arayan bu alan, her piyasanın kendine özgü şartları da dikkate alındığında son derece kapsamlı ve dinamiktir. Elektrik sanayinin ilk oluşumu ve gelişimi tüm faaliyetlerin tek bir elden yürütüldüğü monopol yapı ile gerçekleşmiştir. Bu yapı halen birçok piyasada geçerlidir. Nazarian (2012), ABD elektrik piyasaları ile ilgili olarak dikey entegre, regülasyona tabi elektrik şirketlerinin, (liberalleşme sonucu) yeniden yapılandırılmış, ayrıştırılmış fonksiyonlara dayalı şirketlere kıyasla çok daha fazla olduğunu belirtmektedir. Bu araştırmada reformların hiç başlamadığı ya da askıya alındığı harita üzerinde belirtilen bölgeler, federal ölçekte enerji düzenlemelerinden sorumlu Federal Enerji Düzenleme Kurulu'nun web sitesinde de belirtildiği gibi sıklıkla dikey entegre yapıdaki geleneksel toptan satış piyasalarının egemen olduğu ABD'nin güneybatı, güneydoğu ve kuzeybatısında yer almaktadır. Dikey entegre monopol yapı, tarihsel olarak başlangıçta yoğun olarak ve hâlihazırda kısmen geçerli en temel piyasa modelidir.

2.1. Liberalleşme Öncesi Monopol Yapı

Elektrik piyasalarının yapılanmasında dört modelin geçerli olduğunu belirten Belyaev (2011), Üretim - İletim - Dağıtım - Satış - Müşteri aşamalarını dikey olarak sıralayarak şematik gösterimini yaptığı regülasyona tabi doğal monopol modelinin en önemli iki avantajını vurgulamıştır. Bunlar sırasıyla dikey entegrasyonun ölçek ekonomisinin gerçekleştirilmesi için en elverişli yapı olması, dolayısıyla son tüketiciye en düşük tarife sunması ile santral ve şebekeden oluşan elektrik sisteminin büyütülmesinin sorunsuz olmasıdır (Belyaev, 2011: 53).

Tarifenin, tüm santrallerin üretim maliyetlerinin ortalaması dikkate alınarak oluşturulduğunu belirten Belyaev (2011), bu durumun yüksek maliyetli, verimsiz birimlerin neden olacağı tüketici aleyhine olumsuz fiyatlamanın, düşük maliyetli ve daha verimli çalışan birimlerce giderilmesi anlamına geldiğini; serbest piyasada ise en verimsiz birimin maliyetinin dikkate alındığı bilgisi ile birlikte vurgulamıştır. Talep düzeyi ile birlikte talebin yüksek maliyetli birimlerce karşılanan oranı da bu açıdan önemlidir. Yüksek maliyete sahip birimler, ekonomik faaliyetin yoğun olduğu, çok sıcak ya da soğuk hava şartlarında yüksek talebi karşılamak için devreye girmek durumundadır. Bu şartların geçerli olduğu zamanlarda düşük tüketimli birimler de yüksek tüketime sahip birimlerin neden olduğu ilave maliyete katlanmaktadır. Kopsakangas-Savolainen ve Svento (2012), ilk gerçek zamanlı fiyatlama dayalı sözleşmelerin yapıldığını ve bu yöndeki gelişmelerin yakın gelecekte fasılalarla ilerleyeceğini belirtmektedir. Son zamanlarda buna paralel olarak çokça ele alınan, akıllı sayaçların yaygınlaşması ile uygulama alanı bulabilecek gerçek zamanlı fiyatlama, beraberinde tüketicinin talep tepkisinin dikkate alındığı model tasarımları vasıtasıyla tüketiciyi de piyasada daha aktif kılmayı amaçlamaktadır.

Belyaev'in işaret ettiği gibi monopol yapı, tüm unsurları ile elektrik sisteminin ilk baştan kurulması, genişletilmesi ve yeni yatırımların planlanması açısından avantajlıdır. Spontane gelişen elektrik piyasaları, yirminci yüzyılın başlarında giderek daha tekelci bir yapıya bürünmüşlerdir. Sürecin yerleşmesi ve tekelci yapının avantajlarının fark edilmesiyle monopol şirketler devlet düzenlemelerine tabi olarak kurumsal kimlik kazanmışlardır (Belyaev, 2011: 51). Dikey entegre şirketler, ABD'de yaygındır, sözü edilen maliyet avantajı açısından makul kâr marjının en başından beri doğru şaplanması önemlidir.

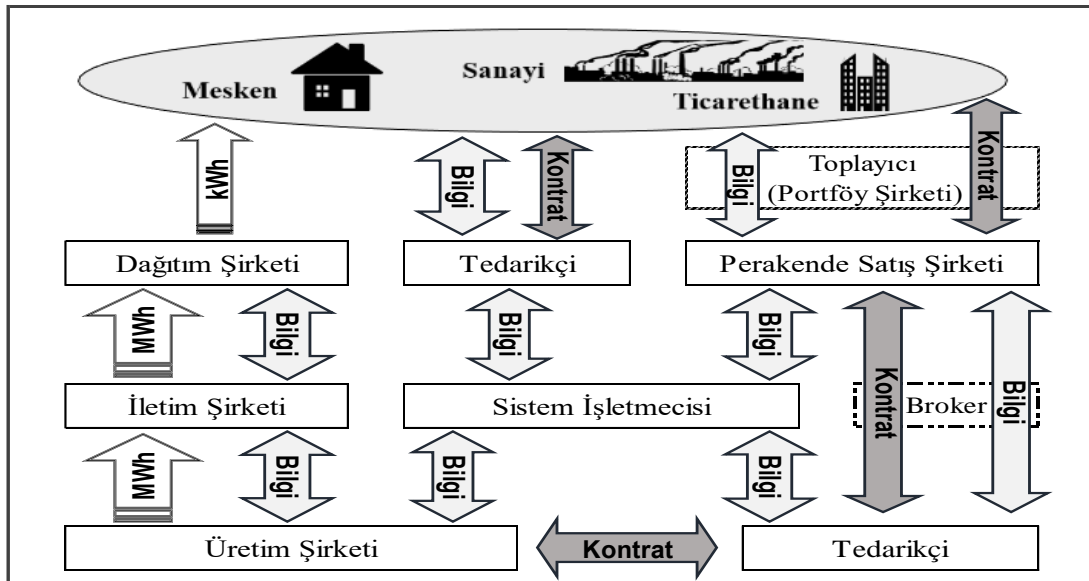
Ülkemizde ise ilk santral, 1913 yılında İstanbul Silahtarağa'da Belçikalı bir şirket tarafından kurulmuş, Cumhuriyet'in ilanına kadarki sürede devlet tarafından verilen ayrıcalıklarla kurulan ve elektrikle ilgili faaliyetleri yürüten özel ortaklıklar, sonrasında Türkiye Cumhuriyeti'ne devredilmiştir (Güvenek, 2009: 76). 1938'de tamamen devletleştirilene kadar

elektrik sanayii, Cumhuriyet'in ilk yıllarında benimsenen liberal ekonomi modeli çerçevesinde yoğun bir şekilde yabancı yatırıma bağımlı halde gelişmiştir (Erdoğan, 2005: 5). 1970 yılında Türkiye Elektrik Kurumu'nun (TEK) kurulmasına kadar olan dönemde bazı sanayi kuruluşlarına kendi tüketimleri için elektrik üretme izni verilmekle birlikte sektör devlet kontrolünde ilerlemiştir. TEK, 1982 yılına kadar dağıtım faaliyeti yerel idarelerde bırakılmak kaydıyla, sonrasında bu faaliyeti de kontrolüne alarak bölünmesi ile başlayan reformların gerçekleşmesine dek dikey entegre yapıda sektörün tekeli konumunda olmuştur (Erdoğan, 2005).

2.2. Liberalleşme Akımı

Elektrik fiyatının piyasa güçleri tarafından belirlenmesi sonucunda oluşan rekabetçi fiyat ile sosyal refahın artırılmasını hedefleyen yeniden yapılanma (serbestleşme) akımı, temelde dikey zincirdeki üretim, iletim ve dağıtım faaliyetlerinin ayrıştırılması üzerine kuruludur. Bu akımın dünyanın farklı coğrafyalarındaki düşünce önderleri, toptan piyasalarda alım ve satımın rekabete açılmasını, elektrik şebekelerinin kullanımında da açık erişim rejimini benimsemişlerdir (Cheung vd., 2010: 55). Bankacılık, telekomünikasyon, havacılık gibi sektörlerde özel teşebbüslere dayalı rekabetçi piyasa modeli genel itibarıyla küresel ölçekte elektrik piyasalarını da etkisi altına almıştır. 1980'lerde Güney Amerika ülkelerinde başlayan ve sınırlı başarı sağlayan serbestleşme akımı, borsalarda toptan alım-satıma, ticaret anlaşmalarına uzanan önemli adımların atıldığı 1990'lı yıllarda Avrupa, Avustralya, Yeni Zelanda ve kısmen ABD'de etkili olmuştur. Ülkemizdeki sürecin yavaş ve inkıtalarla ilerlemesi, hukuki, siyasi ve bürokratik nedenler yanında yeni liberal yapıyı başarı ile uygulamış, dolayısıyla bu yönde gelişme kaydetmiş bir piyasayı örnek alma stratejisine bağlanabilir. Atiyas vd. (2012), 4628 sayılı ilk Elektrik Piyasası Kanunu'nda (EPK) benimsenen piyasa modelinin, bu kanun ile aynı yılda, 2001'de yapılmış olan İngiltere ve Galler'in kısa adıyla NETA olarak bilinen, "Yeni Elektrik Ticaret Düzenlemeleri"nden esinlendiğini belirtmişlerdir. İngiltere ve Galler'de daha önce geçerli olan merkezi, toptan ticaretin gerçekleştiği ve katılımın zorunlu olduğu havuz sisteminin yerine getirilen bu yeni model, ikili anlaşmalara ve gerçek zamanda talep ve arzı eşitlemeye yönelik dengeleme mekanizmasına dayanmaktadır (Atiyas vd., 2012: 24).

Şekil 2: Rekabetçi piyasa yapısı

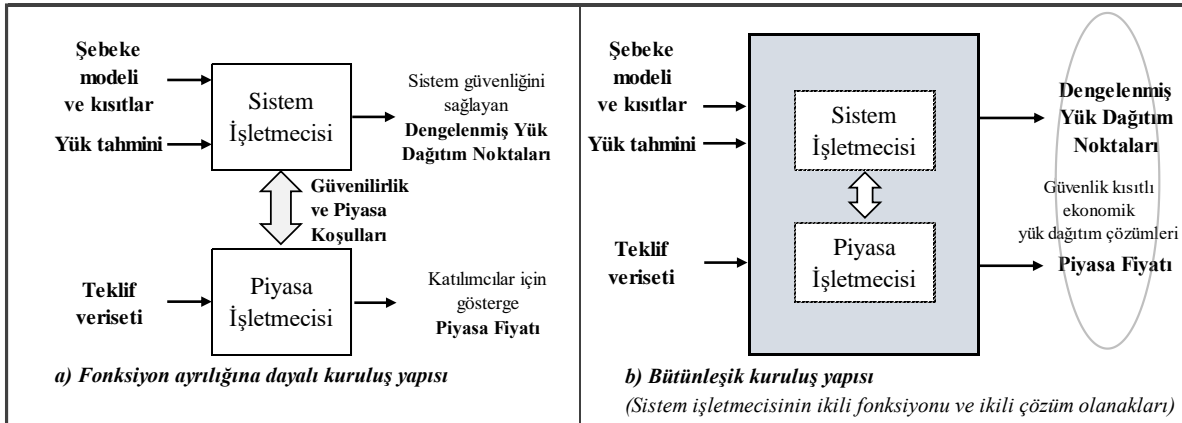


Kaynak: Cheung vd. (2010)

IEA'nın 2005 yılında yayımladığı ve liberalleşmenin sonuçlarını değerlendirdiği raporunda, her piyasaya uyan, başarı getirecek tek bir model olmadığı, ancak piyasaların geliştirilmesi için teknolojik trendlerden faydalanmaya ve daha fazla talep katılımına olan gereksinim boyutlarında artan baskının ortak payda olduğu belirtilmektedir. Bu manada piyasa tasarımlarında belli derecede yakınsama olabileceği kaydedilmiştir (International Energy Agency, 2005: 97). Benzer şekilde Cheung vd. (2010), yıllar içerisinde başarılı piyasalardan diğer piyasaların öğrenmesi yoluyla genel piyasa tasarım ilkelerinin yakınsama eğiliminde olduğunu ifade etmektedirler. Bu araştırmacıların verdiği rekabetçi bir piyasa yapısının şematik gösterimi Şekil 2'de görülmektedir. Fiziksel ürün, bilgi ve sözleşme akışlarını da ele alan bu gösterim, ABD piyasalarına dönük hazırlanmış olsa da küçük sayılabilecek farklarla liberal piyasalarda görülen yapıyı özetlemektedir. Fiziksel ürünün akışını, entegre halde iken üçe ayrılan temel faaliyetleri yürüten şirketler üzerinden gösteren sol taraf, elektrik piyasalarındaki liberalleşmenin özünü yansıtmaktadır. Dağıtım ve iletim hizmetleri fiyat düzenlemesine tabi iken dikey entegre yapıdan en önemli fark, üretim şirketleri için herhangi bir fiyat düzenlemesi bulunmamasıdır (Cheung vd., 2010: 58-59). Rekabetle birlikte sistemin güvenilir ve ekonomik olarak yönetimi, sağ taraftaki unsurlara bağlıdır. Bu gösterimde ortada bulunan ve piyasanın rekabet kurallarına göre işlemini sağlayan sistem işletmecisine Şekil 3 ışığında bakmak daha uygundur.

ABD'de ISO/RTO kısaltma isimleri ile bilinen, bağımsız/bölgesel sistem işletmecisi şeklin alt kısmında verilen bütünleşik kuruluş yapısındadır. Dolayısıyla Şekil 3'ün ortasında bulunan ve sistemi komuta eden beyin konumundaki yapı, finans bilimi çerçevesinde odaklandığımız piyasayı, ya da elektrik borsasını da işletmektedir. Burada sözü edilen piyasadan en fazla bir gün vadeli ve gerçek zamanlı, tüm katılımcılara piyasanın genel durumu hakkında gerekli sinyalleri sağlayan piyasayı anlamak gerekir. Uzun vadeli ikili anlaşmalar, taraflarca serbestçe akdedilmekte; fiziksel teslimat, yani iletim/dağıtım sisteminin kullanımı söz konusu ise sistem işletmecisine bilgi akışı sağlanmaktadır. Tedarik zincirini ele alan alt bölümde de değinilen kısıtlar, hatların kapasite, bakım durumu ya da olağanüstü gelişmeler (büyük bir birimin devre dışı kalması, yazılım kaynaklı sorunlar vb.) ile bağlantılıdır. Yük tahminleri; kısıtlar dikkate alınarak sistem güvenliğinin korunması, aynı zamanda optimal yük dağıtımını sağlayan noktaların tespit edilmesi için gereklidir. Bu yapı, Kuzey Amerika'da pazar tasarımına yönelik mükemmeliyetçi örneklerin genellemesi sonucu oluşan standart piyasa tasarımı kapsamında ele alınmıştır. Bütünleşik yapı, iletim kısıtlarının fazlaca olduğu bu geniş coğrafya için ikili çözüm, yani hem güvenlik kısıtlarına yönelik optimum açılımı hem de sistemde en ekonomik yükü sunmaktadır.

Şekil 3: Sistem işletimine ilişkin yapılanma biçimleri



Kaynak: Cheung vd. (2010)

Yeniden yapılanma, iletim ve yan hizmetlere adil ve ayrıcalıksız erişimi güvence altına almak üzere iletim mülkiyeti ile iletimin kontrolünün farklı kuruluşlarda olmasını gerektirmektedir (Cheung vd., 2010: 58). Burada, Joskow'un (2008) ABD'deki liberalleşme uygulamalarının sonuçlarını konu edindiği çalışmasında vurgu yaptığı "yeniden düzenleme" ifadesi dikkat çekicidir. Reform kararlarının eyaletlere bırakılması ve sektördeki Kaliforniya krizi¹² gibi kötü örnekler, liberalleşme sürecini yavaşlatmış, hatta durdurmuştur. 2001'den sonra reformların tekrar yoğun bir şekilde ele alınması, yeniden düzenleme şeklinde nitelendirilmiştir (Joskow, 2008). Yukarıda sözü edilen standart piyasa tasarımı yaklaşımı, bu yeniden düzenlemeden çıkarılan derslerin neticesi olarak değerlendirilebilir. İletimde mülkiyet ve kontrol ayrımı gerekliliği de bu düzlemin bir parçasıdır.

ABD'de iletim kısıtlarının yoğunluğunun neden olduğu bu ayrımı, özellikle finansal piyasalardaki krizleri açıklayıcı niteliği ile finans teorisinde önemli yeri olan vekâlet teorisi kapsamında değerlendirmek gerekir. İletim boyutundan bakıldığında, Cheung ve diğerlerinin (2010) ortaya koyduğu gibi, güvenilir piyasa tasarımının özünde sınırlı iletim kapasitesinin tayinlanması yatmaktadır. Katılımcılara iletim sistemi ile ilgili olarak sunulan bilgi ve piyasa işletmecisi ile koordineli çalışma sonucu oluşan ve sistemin durumunu yansıtan fiyat, şeffaflık ve eşitlik prensiplerine dayanmalıdır. Kanun'umuzda da yer bulan bu ilkeler ve T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın (ETKB) haftalık olarak yayınladığı "Piyasa Gözlem Raporu" bu yönde atılan adımlardır. Piyasanın etkinliği ve krizlere dayanıklı olması noktasında, genelde enerji emtiasının, özelde elektriğin politik emtia olduğu gerçeği de göz ardı edilmemelidir.

Diğer taraftan, tam bilgilendirilmiş düzenleyicilerin olmadığını dağıtım şirketleri açısından ele alan Kopsakangas-Savolainen ve Svento (2012), maliyetlerine ve pazar faktörlerine ilişkin düzenleyici otoriteden daha fazla bilgiye sahip olan şirketlerin; tarifelerin düzenlenmesi sürecinde bunu tüketicilerin aleyhine kullanabileceğini belirtmektedirler. Araştırmacılar, bilgi asimetrisinin neden olduğu ek maliyetin azaltılmasına yönelik Finlandiya'daki dağıtım şirketleri üzerinde yaptıkları stokastik sınır analizi ile tarife düzenleme seçeneklerini toplam refah açısından ele almışlar; sonucunda hizmet maliyeti temelli regülasyonun, hedef bazlı diğer yöntemlere göre en verimsiz yöntem olduğunu ortaya koymuşlardır. Ülkemizde iletim ve dağıtım yatırım maliyetleri ve önemli gider kalemleri Ağırlıklı Ortalama Sermaye Maliyeti (AOSM) de dikkate alınarak tarifeler yoluyla karşılanmaktadır. Dağıtımda ayrıca kayıp kaçak oranları boyutunda hedef bazlı regülasyondan söz edilebilir.

Liberalleşen piyasalar önemli mesafe kaydetmiş olsa da uygulama alanı bulan reformların hedefleri ne ölçüde karşıladığı da sıkça gündeme getirilmektedir. Kwoka (2008), çokça müdafisi olmasına karşın ABD elektrik endüstrisinin tüketiciler için daha fazla refah getirdiğine dair güvenilir ve ikna edici kanıtların az olduğunu belirtmektedir. Benzer şekilde, 20 yıllık reformları değerlendiren Borenstein ve Bushnell'in (2015) tespitleri ABD dışındaki piyasalar tarafından da dikkate alınmalıdır. Bu bilim adamları, yeniden yapılanmanın ardındaki siyasi motivasyonun verimlilik iyileştirmeleri olmadığını, rant değişimi olduğunu iddia

¹² Sektörün liberalleşme sürecinde başarısızlık örneği olarak çokça ön plana çıkan Kaliforniya krizi, piyasa gücünün bir ya da ortak hareket eden birkaç katılımcıda toplanmaması gereğini, bu amaçla piyasa gözetiminin hayatiyetini ortaya koymuştur. 1998 Nisan'ında açılan piyasa, 2000 Haziran'ından başlayarak krizin en yoğun olduğu zamanda öncesinin 10 misline ulaşan yüksek fiyatlara sahne olmuştur (Borenstein, 2002). Önceki dönemlerden aktarılan nükleer santrallerin batık maliyetlerinin yeni modelde *yükümlenilen maliyet* ("stranded costs") olarak elektrik hizmeti sunan özel teşebbüslere bırakılması, bunun yanında regülasyona tabi olmayan üretici ve satıcıların gizli anlaşmalarla fiyatları fahiş seviyelere çekmesi, eyaletin en büyük hizmet şirketi Pacific Gas & Electric'in 2001 Mart'ında iflasına neden olmuştur. Kesintilerin çokça yaşandığı bu kriz dönemi, ağır sosyal ve ekonomik maliyetlere neden olmuştur.

etmişler, bu açıklamalarının da elektrik reformlarına yönelik siyasi heyecanın bir artıp bir azalması ile desteklendiğini savunmuşlardır. Yeniden yapılanma, üretim verimliliğinde önemli iyileştirmeler getirmekle birlikte fiyatın geri geleceğine dair sözlerin yerine getirilmemesi, araştırmacılara göre hayal kırıklığıdır. Ayrıca sosyal açıdan maliyetli niteliğine karşın rant transferine imkân tanınması nedeniyle ayrıcalıklı taraflarca ekonomik olarak değerlendirilen dağıtımın hemen dâhil olma özelliği taşıyan üretimde (güneş sistemleri) de, mevcut politik anlayışın zemin oluşturduğu dinamiklerin geçerli olduğu vurgulanmıştır (Borenstein & Bushnell, 2015).

2.3. Türkiye'nin Serbest Piyasa Gelişim Süreci

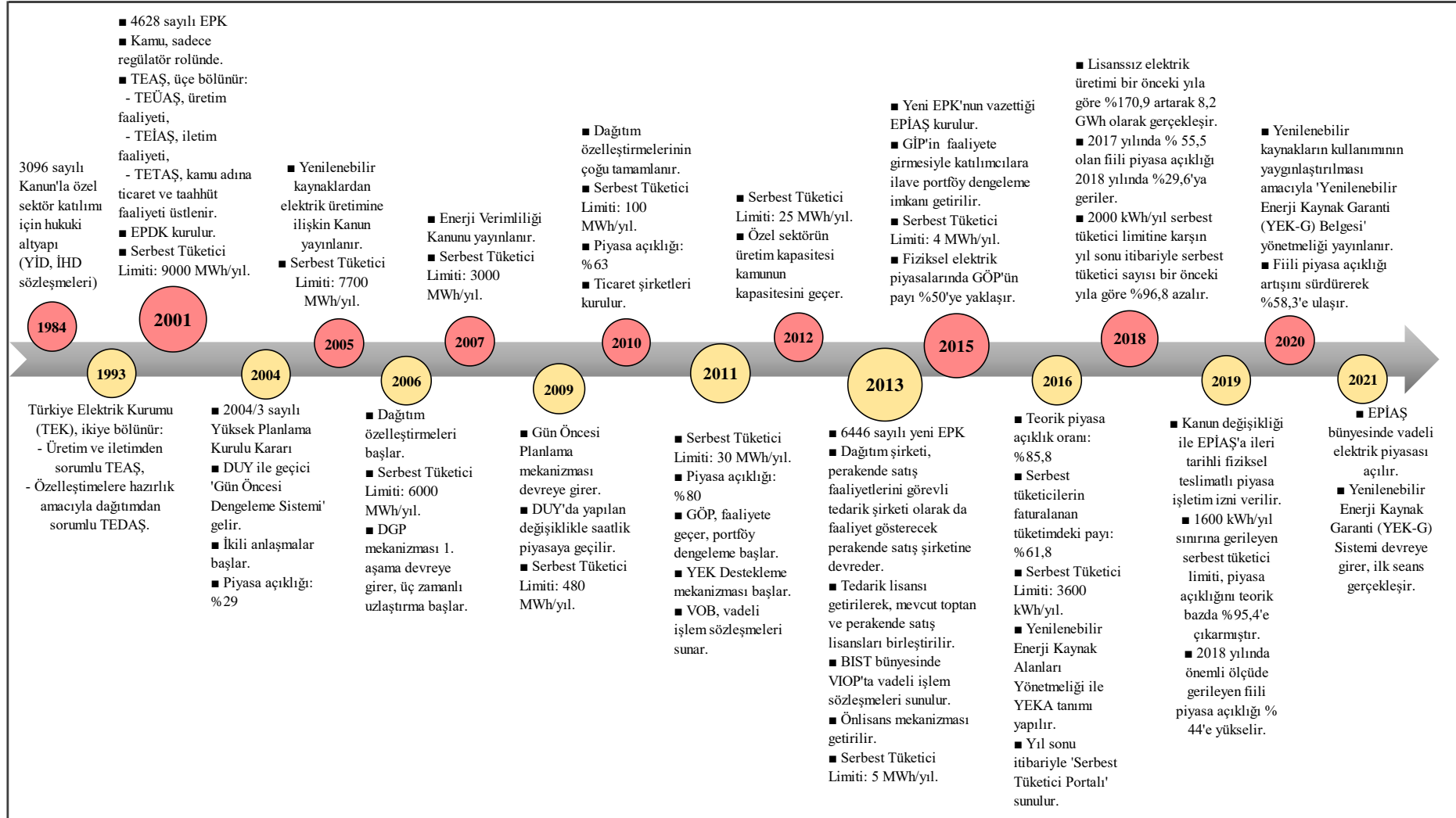
Yukarıda örnekleri verilen çalışmalar liberalleşmenin henüz beklenen sosyal faydayı sağlayamadığını ortaya koymaktadır. Belyaev (2011), reformların nedenlerinin ve amaçlarının ülkeye özgü olduğunu belirtirken, aynı zamanda genelleme yaparak gelişmiş ülkelerde reformların hedefinin yüksek fiyatları düşürmek olduğunu belirtmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde ise büyüyen talebe cevap verecek yatırımların yapılmasında hükümetlerin fonlarının yetersiz kalması reformların nedeni olarak gösterilmiştir (Belyaev, 2011: 2). Ülkemizdeki reformları, 1982 sonrası dışa açık, kalkınmayı önceleyen ekonomik politikalar çerçevesinde değerlendirmek gerekir. Yakın tarihe kadar olan en önemli gelişmeler, Şekil 4'teki zaman çizelgesinde özetlenmiştir.

3. Spot Elektrik Piyasaları

Finansal piyasalarda olduğu gibi ticaret tekliflerinin eşleşmesi esasına dayalı olan spot elektrik piyasaları, ticaret şartlarının (fiyat, miktar, zaman aralığı) belirlenmesi ile fiziksel teslimatın gerçekleşmesi arasında geçen süre bakımından ayrılmaktadır. Tedarik zincirinin yapısı gereği fiziksel teslimat, planlama dâhilinde gerçekleşmekte, bu planlama da tahminlere dayanmaktadır. Ayrıca sistemin tüm dağıtım noktalarındaki anlık yük, ürünün stoklanamayışı nedeniyle Şekil 5'te görüldüğü gibi zaman boyutunda teslim zamanına yaklaştıkça giderek artan bilgi setini kullanmaya izin tanıyan farklı piyasalar ile dengelenmektedir. Aynı yönde risk düzeyi de artmaktadır.

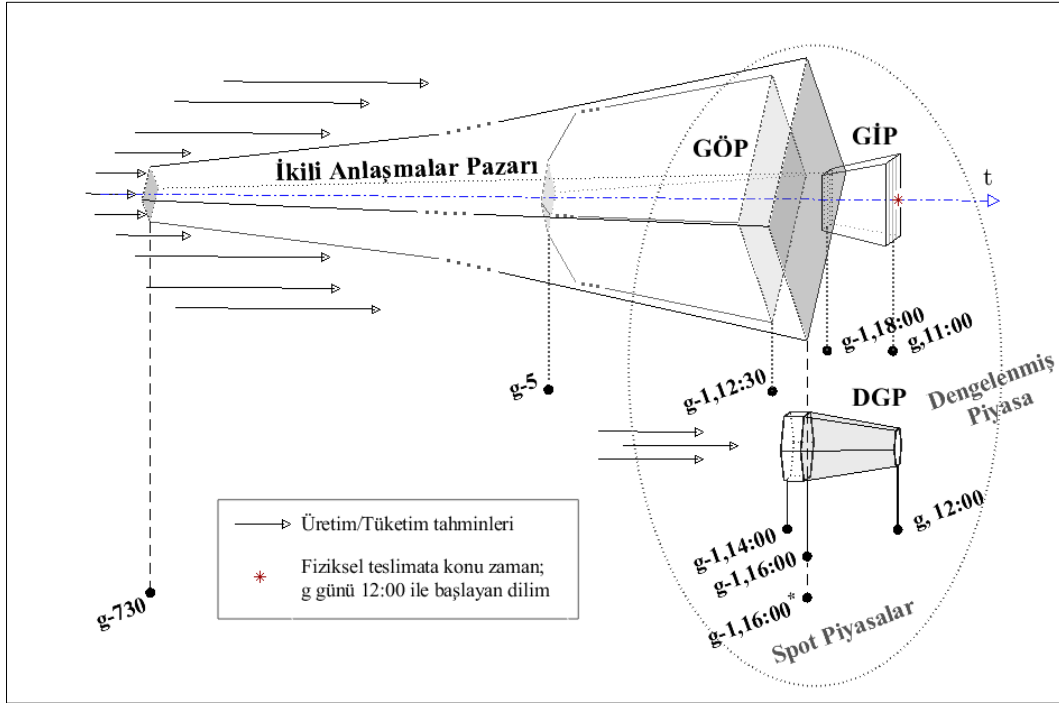
Riskten kaçınma davranışı gösteren, dolayısıyla daha istikrarlı ticaret koşulları ve nakit akışı arayan katılımcılar, özel hukuk kurallarına tabi ikili anlaşmaları yeğlemektedir. İkili anlaşmalar, bu yönüyle dış ticaret firmalarının kur riskinden korunmak üzere finansal kuruluşlar ile akdettikleri forward sözleşmelerine benzemektedir. Yalnız, bu forward sözleşmeler iki farklı döviz cinsinin göreceli hareketinden kaynaklı riske odaklı iken, ikili anlaşma değişim konusu elektriğe dair unsurları da içermektedir. Bu unsurlardan biri olan teslimatın gerçekleşmesi iletim hattının kullanımını gerekli kıldığından, ilgili piyasa/sistem işletmecisine gerekli bildirim, ikili anlaşma taraflarınca birbiri ile uyumlu (toplamı sıfır) olmak üzere alım ve satım yönlü miktarlar girilerek yapılmalıdır. Herhangi bir g gününün 24 saatlik her bir birimi için bu bildirim, piyasa işletmecisi olan EPIAŞ'ın sistemine dâhil olmak üzere en erken 60 gün önce, en geç bir gün önce (g-1 günü) saat 17:00'ye kadar "Piyasa Yönetim Sistemi" aracılığı ile gerçekleştirilmektedir (Enerji Piyasaları İşletme AŞ, 2019b). Uygulamada vadesi çoğunlukla bir yılı geçmemekle birlikte ikili anlaşmaların yapılması, teslim zamanından iki yıl öncesine kadar uzanabilmektedir.

Şekil 4: Türkiye elektrik piyasası serbest piyasa gelişim süreci



Kaynak: Atiyas vd. (2012), (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2015; 2016; 2017; 2018; 2019; 2020; 2021), Tokyay & Özdemir (2013)

Şekil 5: Fiziksel teslimata dayalı elektrik piyasaları



Kaynak: EPIAŞ, TEİAŞ web siteleri ve Elektrik Piyasası Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği'nden (DUY) (2009) yararlanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır. *: İkili anlaşma son bildirim süresi (kapı kapanışı) için DUY dikkate alınmıştır.

İkili anlaşmalar gibi fiyat riskinin yönetilmesine odaklı, ancak fiziksel teslimatın söz konusu olmadığı finansal uzlaşmaya dayalı sözleşmeler de piyasanın vadeli işlemler uzayının bir parçasıdır ve burada ele alınan spot piyasalardan GÖP ile yakın etkileşim içerisindedir. Giderek teslim zamanına, yani gerçek zamana yakınlığa sırasına göre ülkemiz özelinde ele alınca EPIAŞ tarafından işletilmekte olan Gün Öncesi Piyasası (GÖP), Gün İçi Piyasası (GİP) ve sistem işletmecisi olan TEİAŞ'a bağlı Milli Yük Tevzi Merkezi (MYTM) tarafından işletilen Dengeleme Güç Piyasası (DGP) spot elektrik piyasasını oluşturmaktadır. Her üç piyasa da güvenlik koşulları ve teknik kalite standartları korunmak kaydıyla elektrik üretim ve tüketimini eşit tutarak dengelenmiş piyasanın ve ticaretin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Yine her üç piyasa için bir gün, 00:00'dan başlamak üzere ertesi gün 00:00'da sona eren saatlik dilimlerden oluşmakta, teklifler bu dilimler bazında verilmekte ve kabul edilen teklifler fiziksel elektrik arz ya da talebi yükümlüğü doğurmakta, edimdeki noksanlıklar genel dengesizlik durumuna göre değişen ölçülerde katılımcılara maliyet getirmektedir.

3.1. Gün Öncesi Piyasası

İkili anlaşmalar, futures vb. türev araçlar için de referans fiyat oluşumunu sağlayan, ayrıca en geniş hacme sahip GÖP hem bu yönüyle hem de gün öncesi planlama ile sistem işletmecisine bir gün önceden dengelenmiş piyasa sunmasıyla literatürde en fazla öne çıkan spot piyasadır. Bu piyasaya katılım için yukarıda değinilen diğer spot piyasalarda olduğu ve Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği'nde (DUY) belirtildiği gibi lisans sahibi olmak gerekmektedir. Bu şart, Belyaev'in (2011) işaret ettiği gibi serbest piyasanın temel koşullarından olan pazara isteyen herkesin serbestçe girişine engel teşkil etmektedir. Ne var ki, finansal piyasalarda da serbest giriş koşullarının tam olarak sağlandığı söylenemez. Mishkin (2004), işlem maliyetlerinden dolayı bireysel yatırımcının dezavantajını öne çıkararak aracı kurumların ölçek ekonomisi sayesinde birim maliyetleri düşürebildiklerini belirtmektedir. Aynı durum burada da geçerli olmakla birlikte sistemde elektriğin anlık dengelenmesi gereği ve

dengelessizliğin doğurduğu maliyetler, abone bazında katılımı daha da zorlaştırmaktadır. Bu yüzden Şekil 2'de gösterilen tüketim taleplerini portföy halinde toplayan ticaret şirketleri talep yönlü katılımı sağlamaktadır. Akıllı sistemler ve tüketimi modelleyerek ticareti sağlayacak algoritmaların geliştirilmesi ile hem gerçek zamanlı hem de çok katılımcılı piyasalar gündeme gelebilecektir. Üretim tarafında pazara giriş koşulları yatırımın büyüklüğü ve hatların kısıtlılığı ölçüsünde daha ağırdır.

Her katılımcı için en fazla 32 adet alış (+) ve 32 adet satış (-) yönünde olmak üzere miktar ve fiyat bilgilerini içerir saatlik teklifler toplanarak, arz-talep eğrisinin ve EPIAŞ'ın Piyasa Takas Fiyatı (PTF) belirleme yöntemine göre referans fiyatın oluşması GÖP ile sağlanmaktadır. Satış yönlü teklifler, fiyatlar miktar ekseninde artar, miktar ise bir önceki miktara göre marjinal üretim artışını gösterir şekilde yapılmalıdır. Alış teklifleri için tersi geçerli olmaktadır. Katılımcı bazında satış yönlü (-) teklifler, bir araya getirilip sıralandığında üretim yığını (önceliği) grafiği elde edilir. Alım yönlü (+) teklifler ile birlikte oluşan denge fiyatı her bir saat dilimi ve tüm katılımcılar için geçerli fiyatı (PTF) vermektedir (Enerji Piyasaları İşletme AŞ, 2019b). Nitekim bu fiyatın belirlenmesine yönelik optimizasyon probleminin teklifler ile oluşturulan arz-talep eğrisinde üretici ve tüketici artıklarının toplamı olan piyasa artığının ençoklanmasına dayandığı belirtilmektedir (Enerji Piyasaları İşletme AŞ, 2016: 7). Bir lotun 0,1 MWh elektrik enerjisine eşit olduğu bu piyasada finansal piyasalara benzer şekilde farklı teklif türleri bulunmaktadır. Saatlik tekliflerin yaygın olduğu piyasada diğer teklif türleri olan ardışık saatleri kapsayan blok ve saatten bağımsız esnek teklifler nedeniyle arz-talep eğrisinin kesim noktasından farklı PTF'ye ulaşmak olasıdır (Enerji Piyasaları İşletme AŞ, 2016: 3-7).

Genel olarak piyasalarda teklifi kabul edilmek şartıyla her katılımcıya uygulanmak üzere tek tip (yeknesak) ve katılımcı bazında teklife göre fiyatlandırma olmak üzere iki tür fiyat belirleme yöntemi bulunmaktadır (Shahidehpour vd., 2002: 336). GÖP'te oluşan PTF, yukarıda belirtildiği gibi her katılımcıya aynı fiyatın uygulandığı, yanı sıra üreticilerin marjinal maliyeti konusunda piyasa işletmecisine bilgi sağlayan yöntemde dayanmaktadır. Bu iki yöntemi Kaliforniya krizi özelinde ve krizin hemen akabinde ele alan Kahn vd. (2001), tek tip fiyatlandırmadan teklife göre fiyatlandırmaya geçişin tedarikçileri yüksek fiyatların olumsuzluklarından kurtaracağına dair beklentileri mercek altına almışlardır. Araştırmacılar, dönüşümden beklenen tasarrufa ket vurulacağını, bu dönüşümün sisteme yük temininde verimsizliklere neden olarak üreticilere ilave maliyetler getireceğini, rekabeti zayıflatacağını ve yeni kapasite yatırımlarını engelleyeceğini belirterek tüketiciler açısından da dönüşümün fayda yerine zararlı sonuçlanacağını belirtmişlerdir (Kahn vd., 2001: 2). Teklife göre fiyatlandırma, fiziksel teslimatla sonuçlanmayan, dolayısıyla finansal yönü ağır basan türev enstrümanlar için referans fiyat oluşumuna, böylece bu araçlarla ilgili işlemlerin uzlaştırılmasına ve uzun vadeli olanlarının gerçeğe uygun değer (Marked-to-Market-MTM) düzeltmesine imkân vermemektedir (Kaminski, 2012: 771).

3.2. Gün İçi Piyasası

Gün İçi Piyasası (GİP), GÖP'ü tamamlayıcı nitelikte bir spot piyasadır. Ülkemizde 01.07.2015 itibarıyla faaliyete geçen GİP, daha şeffaf ve etkin, mali açıdan güçlü, Avrupa elektrik piyasaları ile entegre yapıda Türkiye Elektrik Piyasası hedefinin bir uzantısıdır (Enerji Piyasaları İşletme AŞ, 2019a). Gösterimi Şekil 5'te yapıldığı gibi herhangi bir g gününün herhangi bir saat dilimi için GÖP, $\mathcal{F}_{g-1, 12:30}$ filtrasyonuna (bilgi setine) dayalı iken GİP, GÖP'te fiyat (g-1, 14:00'de) kesinleştikten ve katılımcılara ilan edildikten sonra g-1 gününde saat 18:00'de açılmaktadır. Bu piyasa için son teklif verme, yani kapı kapanış zamanı teslimatın yapılacağı saat diliminin 1 saat öncesidir. Dolayısıyla GİP, piyasa katılımcısına g gününde s ile başlayan saatlik dilime ilişkin ticaretinde $\mathcal{F}_{g, s-01:00}$ filtrasyonunu kullanma, böylece ek

dengeleme olanağı tanımaktadır. Her iki piyasa için sözü edilen filtrasyonların sadece fiyata yönelik faktörleri içerdiği düşünülmemelidir. Fiziksel teslimat yükümlülüğü bulunduğu için ticarete konu miktar da önemlidir. Üretim ve tüketim tahminlerindeki hatalar gerçek zamanda piyasa dengesizliğine yol açtığından sapmalar, DUY'un 110. maddesinde formüle edilen dengesizlik tutarının oluşmasına neden olmaktadır. Birden fazla katılımcının dengesizliklerinin zıt yönde birbirini nötrleyici etkisi söz konusu olabileceğinden düzenleyici otorite olan EPDK, katılımcılara grup oluşturarak portföylerini daha etkin dengeleme fırsatı getirmiştir. Bu uygulama ile düzenleyicinin spot elektrik piyasalarının işlerliğinin ve toplam hacminin artırılmasını amaçladığı düşünülmelidir.

GİP'e verilen teklifler, GÖP'te olduğu gibi tek oturumda değil anlık değerlendirilmekte ve tekliflerin eşleşme kuralları sağlanıyorsa ticaret gerçekleşmektedir (Enerji Piyasaları İşletme AŞ, 2019a). Diğer bir ifadeyle borsalarda işlem gören hisse senedi işlemlerinde geçerli sürekli müzayede yöntemi GİP'te de geçerli olmaktadır. GÖP'te geçerli lot büyüklüğünün benimsendiği bu piyasada da saatlik ve blok olmak üzere iki teklif türü bulunmaktadır. Tek bir saatlik dilim için geçerli olan saatlik teklifler de kendi içinde varsayılan tür olan Aktif, Olan Eşle ve Yok Et, Süreli ile Tamamını Eşle veya Yok Et olmak üzere dört türe ayrılmaktadır. Bölünemez nitelikte olan blok teklifler, aynı günde kalmak şartıyla en az bir, en fazla yirmi dört saatlik dilimler için verilir ve bu tekliflerde Aktif ile Süreli olmak üzere iki tür geçerlidir. Sistem için maliyeti azaltacak şekilde alışı teklifleri en yüksekte, satış teklifleri en düşüğe başlamak üzere sıralanmakta ve eşleşmelerde önce fiyat, sonra teklif zamanı önceliği esas alınmaktadır (Enerji Piyasaları İşletme AŞ, 2019a).

3.3. Dengeleme Güç (Gerçek Zamanlı) Piyasası

Gerçek zamana en yakın ticaretin gerçekleştiği piyasa olan DGP'de teklifler gün öncesinden (g-1,16:00; kesinleşmesi 17:00) verilmekte, ancak bunların talimata dönüşmesi, gerçek zamandaki dengesizlik beklentisi ve durumuna göre ilgili saat dilimine yakınsamaktadır. Daha özellikli bir piyasa olan DGP, diğer iki piyasadan önemli ölçüde ayrılmaktadır. ENTSO-E web sitesindeki bilgilere göre dengeleme, piyasalar (kapı) kapandıktan sonra iletim sistemi işletmecisinin gerçek ya da gerçeğe yakın zamanda talep ve arzın eşit tutulmasını sağlamaya yönelik işlemlerini içine alan faaliyetler bütününe karşılık gelmektedir. GÖP'ün gün öncesinden, GİP'in birkaç saat öncesinden değişen ölçekte dengeleme fonksiyonları olsa da bu ifade, dengelemenin gerçek zamandaki zorluğuna ve öne çıkışına dikkat çekmektedir.

Normal şartlarda şebeke boyunca, depolama imkânı bırakmayacak şekilde üretim ve tüketim kusursuzca senkronizedir. Bu ikili kısa bir zaman için bile olsa denge dışına çıkarsa elektriğin frekans ve gerilimi dalgalanmaya başlar (Bunn, 2004: 3). Yapısal özelliklerle ilgili alt bölümde değinilen frekans limitleri bu açıdan önem kazanmaktadır. Frekansın ideal değeri olan 50 Hz.in altında olması, sistemde çekiş yönünde enerji fazlalığı anlamına gelir, yani üretim eksikliği sinyalini verir. Hassas olan sapma toleransı (%4), hem sürekli takibi hem de buradaki durumda sapma derecesine bağlı olarak sisteme enerji, yani yük almayı gerekli kılmaktadır. Yük alma, DUY'da da hüküm altına alındığı üzere talimata istinaden üretimi artırma ya da tüketimi azaltma yoluyla sisteme enerji satışını ifade etmektedir. Yük atma ise tersi durumdur ve frekansın normal değerler üzerinde bulunması sinyaline karşılık sistemde enerji fazlasını gidermeye yöneliktir. Yük alma ve yük atma faaliyetlerinin sistem bütünlüğü ve arz güvenilirliği kapsamında kısa sürelerde gerçekleştirilmesi gerektiğinden bu piyasaya katılım için üretim/tüketimini çabukça değiştirme kabiliyeti esastır.

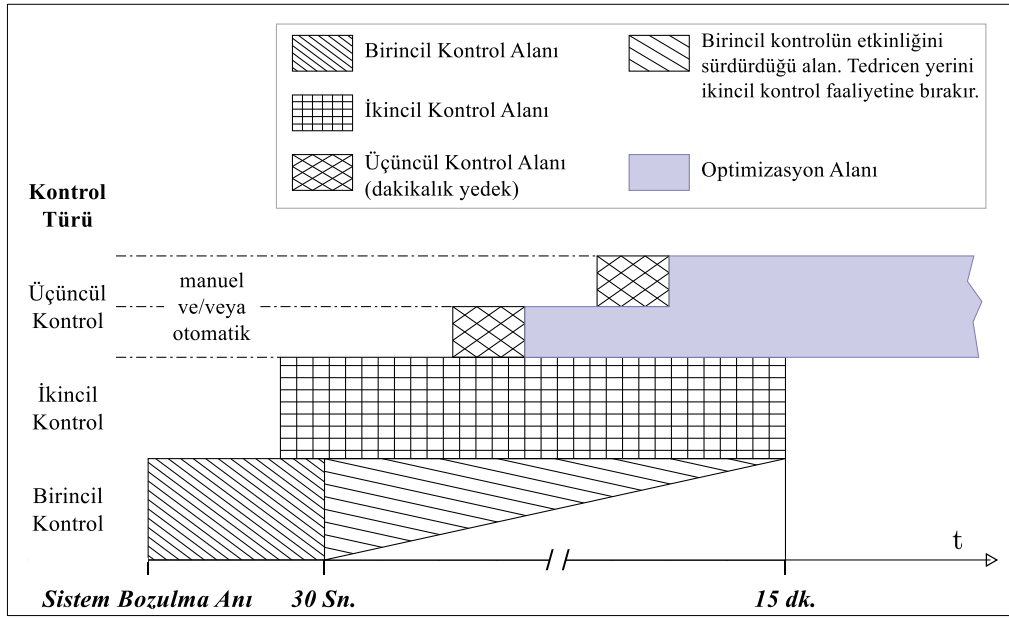
Sistemdeki dengenin bozulmasını takiben yerine getirilecek kontrol faaliyetleri, ENTSO-E sistemi özelinde Şekil 6'da görülmektedir. Şekil, 2009 yılında dağılarak bütün operasyonları ENTSO-E'ye devredilmeden önce kıta Avrupa'sının elektrik iletim şebekesinin

işletimi ve geliştirilmesini koordine eden “Union for the Coordination of the Transmission of Electricity”nin (UCTE) *İşletim Kılavuzu*’na dayanmaktadır. Elektrik Şebeke Yönetmeliği’nde benzeri verileden daha kapsamlı olan bu şekilde kontrol alanlarının denge için gerekli değişen miktarda yedek kapasite barındırdıkları göz önünde bulundurulmalıdır. Elektrik Piyasası Yan Hizmetler Yönetmeliği, birincil frekans kontrol yedeğinin dengeleme kapsamında başka bir piyasaya teklif edilemeyeceğini, ikili anlaşmalara da konu olamayacağını hüküm altına almıştır. Adından ve Şekil 6’dan da görüldüğü gibi dengenin bozulması anında sistemi; ilk etapta 30 saniye, sonrasında ikincil kontrol görevi alana kadar, tedrici azalmak suretiyle 15 dakikaya kadar idare edecek ilk kaynak birincil rezerv olmaktadır. Adı geçen yönetmelik ve Elektrik Şebeke Yönetmeliği’ne göre birincil ve ikincil rezervler DGP’nin alt kolu olan yan hizmetler kapsamındadır. Bu kapsamda sistem işletmecisi TEİAŞ (MYTM aracılığıyla), her iki tür yedek kapasitenin kiralanmasını teminen ihaleler düzenlemektedir. Elektrik Şebeke Yönetmeliği, her iki yedek kaynağa ilişkin düzenlemelerinde ENTSO-E gereksinimlerine, bu devasa ağa bağlı olan ya da olmayan komşu dış enterkonneksiyon bağlantılarına uygunluğa ve iç enterkonnekte sistemin bütünlüğüne vurgu yapmaktadır.

Spot piyasalar kapsamında DGP’de katılımcıların ferdi ya da grup halinde dengesizlik bedellerinin hesaplanmasında da kullanılan sistemdeki son yükün gerçek zamandaki maliyeti, bilinen ismiyle Sistem Marjinal Fiyatı (SMF) oluşmaktadır. Herhangi bir saat diliminde üretim ve tüketim dengesinde bozulma yaşanmazsa SMF, PTF’ye eşit olmaktadır. Dengesizlik halinde DGP’de verilen yük alma teklifleri sistemin ilave enerji ihtiyacını en az maliyetle karşılamak üzere en düşükten başlayarak sıralanmakta ve değerlendirilmektedir. Teklif en fazla 15 miktar seviyesinde verilebilmekte; ilk seviye için kesinleşmiş günlük üretim/tüketim programına göre, diğer seviyeler içinse bir öncekine göre üretim artış/tüketim azalış miktarı ve karşılığında talep edilen monoton artan fiyat ikililerinden oluşmaktadır. Yük atma teklifleri de enerji fazlasına ilişkindir ve yük alma teklif kurallarının tersi geçerlidir. Elektrik Şebeke Yönetmeliği’nde tanımlandığı gibi her iki talimat türü aracılığıyla dengeleme birimlerinin 15 dakika içinde gerçekleştirebildikleri çıkış gücü üçüncül frekans kontrol yedeğini oluşturmaktadır. Güvenlik koşulları ve eşit işlem ilkesi göz ardı edilmeksizin DGP’ye verilen teklifleri değerlendirerek talimatlar yoluyla toplam maliyeti azaltma, sosyal faydayı maksimum kılma hedefine yönelik olarak sistem işletmecisi Şekil 6’da üçüncül kontrol alanında belirtilen gerçek zamanlı optimizasyon problemi ile karşılaşmaktadır.

Piyasa, bağımsız olarak 15 dakika içerisinde 10 MW yük alabilen veya atabilen ve bu özellikleri nedeniyle DGP’ye katılmakla yükümlü tutulan dengeleme birimleri ile işlerlik kazanır. DGP’nin gerçek zamanlı dengeleme faaliyeti, etkin ve kesintisiz iletişimi gerekli kıldığından ilgili mevzuat bu konuda düzenlemeler getirmiştir. Yerine getirilmeyen yük alma/atma talimatlarına ilişkin DUY’a konulan ilave maddelerle talimata uymayan katılımcıların ikame edilen yeni talimatların getirdiği ek maliyeti yüklenmeleri hüküm altına alınmıştır. Talimatların değerlendirilmesinde üretim faaliyeti gösteren dengeleme biriminin geçmiş performansının da dikkate alınan kriterler arasında olduğu ilgili prosedürde ayrıca belirtilmiştir (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2020). Bahsi geçen düzenlemeler, uzlaştırma hesaplamalarında önemli yeri olan ve tüm fiziksel piyasa katılımcılarını etkileyen dengesizlik tutarlarında kullanılan SMF’nin şeffaf ve adil bir şekilde belirlenmesine yöneliktir. Sistem işletmecisi tarafından ilgili dilimin sona ermesinden itibaren dört saat içinde belirlenerek katılımcılara ilanı gereken SMF’yi barındıran dengesizlik tutarına ilişkin formül, toplam sistem ile aynı yönde dengesizliğe düşmüş tarafları daha fazla olmak üzere, miktar farklarını cezalandıran yapıdadır.

Şekil 6: ENTSO-E sistem kontrol faaliyetleri

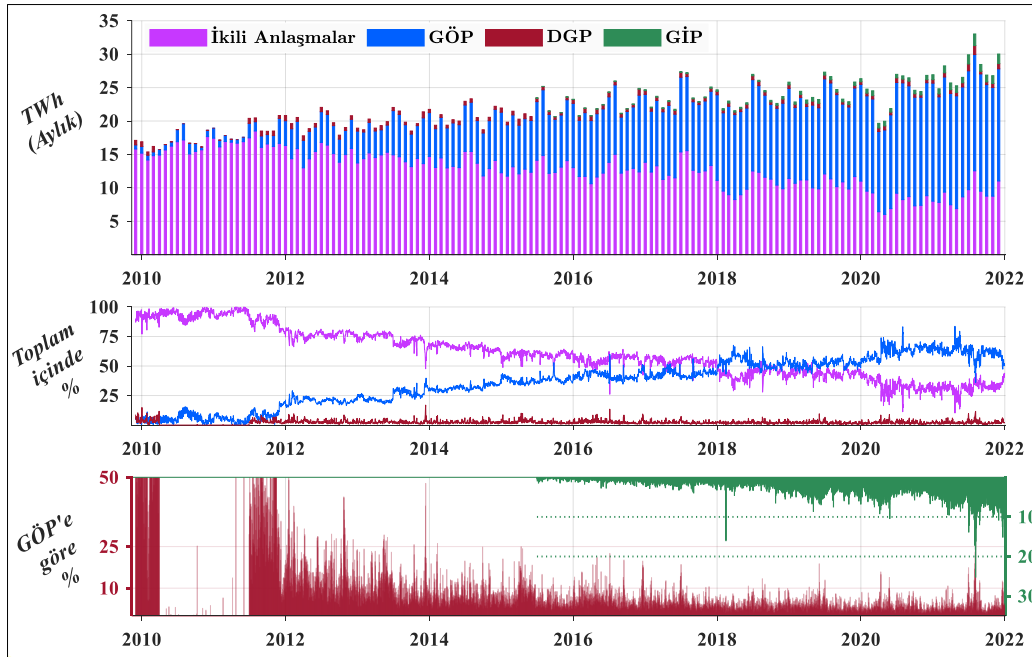


Kaynak: Union for the Coordination of the Transmission of Electricity (UCTE) (2004)

GÖP'ün işlerlik kazanmasından itibaren fiziksel teslimata dayalı üç spot piyasanın ve ikili anlaşmaların işlem hacmi boyutunda gelişimi

Grafik 3'te sunulmuştur. Piyasanın açılmasıyla beraber GÖP hacminin yükselerek 2018 sonrasında ikili anlaşmaları geçtiği dikkat çekmektedir. Yine ilk yıllarda göreceli olarak yüksek hacimlerde ve dalgalı seyreden DGP hacmi, katılımcıların adaptasyonu ve deneyimi sonrası dengesizlik miktarlarındaki azalma ile birlikte belirli bantlarda izlenmektedir. 2018'den sonra hacim artışı hız kazanan, bu itibarla katılımcılar tarafından benimsenen GİP, geride kalan yıl itibariyle GÖP'e oranla %10'lar seviyesinde fiziksel piyasaya katkı sağlamıştır.

Grafik 3: Türkiye fiziksel elektrik piyasaları gelişimi (İşlem hacmi | 01.12.2009-31.12.2021)



Kaynak: EPİAŞ verilerinden yararlanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

Sonuç

Çalışmamızda dışarıdan bakıldığında son derece basit görünen elektriğin temel nitelikleri, tüketicisine ulaşana kadar geçerli olan fiziki ve yönetsel süreçler ele alınmıştır. Sözü edilen basitlik, elektriğin somut bir varlığı haiz olmamasına ve modern bilgi çağında insanoğlunun istediği anda hizmetinde olması nedeniyle fazlasıyla içselleştirdiği bir kaynak olmasına bağlanabilir. Ayrıca diğer sosyal enerji emtiasının kullanım alanlarını da içerecek şekilde kullanım çeşitliliğine sahip olan ve nüfusun tamamına hitap eden kaynak, özel bir ulaşım altyapısına ve anlık kontrollere ihtiyaç duymaktadır. Bu gereklilikler hem yatırım hem de işletim süreçlerinde yoğun planlama ve koordinasyonu zorunlu kılmaktadır. Bu yüzden tüm dünyada elektrik sektörünün kuruluşu ve gelişiminde dikey entegre yapıdaki, çoğunlukla tekel konumunda, kuruluşlar etkili olmuştur. Belyaev'in (2011) dikkat çektiği gibi bu yapılanmada, geçmişteki üretim ve ulaşım zorlukları da hesaba katılırsa ölçek ekonomisinin getirdiği maliyet avantajının da etkisi göz ardı edilemez. Yazarın sosyal faydayı önceleyen, özü itibarıyla serbestleşme karşıtı görüşlerine karşın gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, neredeyse tüm dünyada, elektrik piyasaları serbestleşme akımının etkisiyle yeniden kurgulanmış, çok ve farklı karakterde oyunculu girift bir yapıya dönüşmüştür. Son kısımda odaklandığımız spot piyasalar bağlamında, Türkiye Gün Öncesi Piyasası serbestleşme örneklerinde görüldüğü ve amaçlandığı gibi öne çıkan ve katılımcılara kısa vadeli fiyat sinyalleri gönderme işlevini yerine getiren bir kurum haline gelmiştir.

Diğer taraftan pandemi sonrasının konjonktürü küresel ölçekte bir enerji krizine işaret etmektedir. Nitekim Avrupa Birliği Komisyonu yükselen enerji fiyatlarına karşı Ekim 2021'de üye ülkelere yönelik eylem ve destek araçları önermiştir. En yüksek risk grubundaki tüketicilere dönük yardım, fatura ödemelerinde öteleme, olası rekabet dışı hareketlerin soruşturulması, toptan elektrik piyasası tasarımının alternatif piyasa modelleri ile de kıyaslanarak gözden geçirilmesi, yenilenebilir kaynaklardan üretimin artırılması, enerji piyasalarının tüketicilerin daha aktif rol aldığı bir kimliğe kavuşması, bu bağlamda kendi tüketimini yenilenebilir kaynaklardan üreten tüketici ("*prosumer*"; üretici ve tüketici kelimelerinin karışımı olarak kullanımı yaygınlaşan elektrik piyasasına has terim) tabanının genişletilmesi elektrik sektörü için yapılan önerilerin öne çıkanlarıdır (European Commission, 2021). Tüm bu gelişmeler giriş kısmında Kavulla'dan (2017) alıntıladığımız tespitleri teyit eder niteliktedir. Avrupa Komisyonu'nun önerileri piyasa katılımcılarının temsilcileri, akademisyenler ve araştırmacılar nezdinde de yankı bulmaktadır. Önce tüketici sonra da diğer paydaşların fiyat artışlarından etkilenmesini en aza indirmek amacıyla teklif esaslı fiyatlandırmaya geçilmesi yönündeki görüşler manidardır. Kaliforniya krizi sonrasında da eleştirilen bu paylaşım yöntemine karşın en iyi yöntemin tek tip (yeknesak) fiyatlama olduğu da tekrar, kanımızca da haklı gerekçelerle savunulmaktadır (Pototschnig vd., 2022). Esasen liberalleşmenin getirdiği yapıyı ele aldığımız bölümde yer verdiğimiz Joskow'un (2008) kriz sonrası dönem için yaptığı "*yeniden düzenleme*" nitelemesi, inkıtalarla elektrik piyasası için geçerliliğini korumaktadır. Bu devinim sürecinde piyasanın ve yapılanmanın temel unsurları, önemli bir kısıttır ve gözlemlenmesi gerekir.

Son olarak, liberalleşmenin yüksek fiyatların düşürülmesine dönük öncül amacının ciddi tehditlere maruz kalması karşısında çözüm arayan düzenleyici otorite, sistem/piyasa işletmecisi bazı açmazlarla baş etmek durumundadır. Bunlardan öne çıkanları, iletim ve dağıtım zincirinde makul kâr marjının yatırımcının görevlerini aksatmayacak biçimde sosyal faydayı önceleyen oranda belirlenmesi; toptan piyasalar olan spot piyasalarda uygulamaya alınan fiyat tavanlarının kısa ve orta vade fiyat sinyallerini baskılamayacak, ortalama maliyeti düşürecek ve dengeleme faaliyetini tehlikeye atmayacak yapıda tasarlanması; gerek tükenmeye yüz tutması ve artan maliyeti gerekse çevresel etkileri nedeniyle fosil kaynakların yerini alacak yenilenebilir kaynaklardan üretime yönelik desteklerin tüketici ve kamuya maliyetinin

sınırlandırılması, bu bağlamda yenilenebilir enerji yatırım dönüşlerinin öngörülebilirliği açısından uzun vadeli piyasaların geliştirilmesi olarak sıralanabilir. EPIAŞ'ın geçtiğimiz yıl itibarıyla devreye aldığı ve geliştirmeyi hedeflediği vadeli piyasalar bu yönde atılan olumlu bir adımdır.

Bilgi Notu ve Teşekkür

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

Yazar, başta tez danışmanı Prof. Dr. Dündar KÖK olmak üzere tez komitesi üyeleri Prof. Dr. Erhan DEMİRELİ, Prof. Dr. Mehmet CİHANGİR, Prof. Dr. Ender COŞKUN ve Prof. Dr. Şaban NAZLIOĞLU'na, ayrıca Prof. Dr. Hakan SARITAŞ'a kıymetli görüşleri ve katkıları için teşekkür eder.

Kaynakça

- Akarsu, G. (2017). Analysis of regional electricity demand for Turkey. *Regional Studies, Regional Science*, 4(1), 32-41.
- Arısoy, İ. & Öztürk, İ. (2014). Estimating industrial and residential electricity demand in Turkey. *Energy*, 66, 959-964.
- Atiyas, I., Çetin, T., Gülen, G. (2012). *Reforming Turkish Energy Markets - Political Economy, Regulation and Competition in the Search for Energy Policy*. Springer Science+Business Media.
- Barouti, M. & Hoang, D. (2011). Electricity as a Commodity. *Essec Business School*. http://www.essectransac.com/wp-content/themes/arthemis/images/2011/04/Electricity-as-a-Commodity-M.Barouti-and-D.Hoang_.pdf
- Belyaev, L. (2011). *Electricity market reforms: Economics and policy challenges*. Springer Science+Business Media.
- Biggar, D. R. & Hesamzadeh, M. R. (2014). *The Economics of electricity markets*. John Wiley & Sons Ltd.
- Blume, S. W. (2017). *Electric power system basics for the nonelectrical professional*. John Wiley & Sons, Inc.
- Borenstein, S. (2002). The trouble with electricity markets: Understanding California's restructuring disaster. *Journal of Economic Perspectives*, 16(1), 191-211.
- Borenstein, S. & Bushnell, J. (2015). The U.S. Electricity Industry after 20 Years of Restructuring. *Energy Institute at Haas*. <https://ei.haas.berkeley.edu/research/papers/WP252.pdf>
- Bunn, D. (2004). Structural and behavioural foundations of competitive electricity prices. D. Bunn (Ed.), *Modelling Prices in Competitive Electricity Markets* içinde (1-17. ss.), John Wiley & Sons Ltd.
- Burger, M., Graeber, B., Schindlmayr, G. (2014). *Managing energy risk: A Practical guide for risk management in power, gas and other energy markets* (2nd ed.). John Wiley & Sons Ltd.
- Caldana, R., Fusai, G., Roncoroni, A. (2015). How to build electricity forward curves. A. Roncoroni, G. Fusai, M. Cummins (Ed.), *Handbook of Multi-Commodity Markets and Products: Structuring, Trading and Risk Management* içinde (673-685. ss.), John Wiley & Sons Ltd.

- Casazza, J. & Delea, F. (2010). *Understanding electric power systems: An overview of the technology, the marketplace, and government regulation*. John Wiley & Sons, Inc.
- Chao, H., Oren, S., Wilson, R. (2008). Reevaluation of vertical integration and unbundling in restructured electricity markets. F. Sioshansi (Ed.), *Competitive Electricity Markets: Design, Implementation, Performance* içinde (27-64. ss.), Elsevier Ltd.
- Cheung, K., Rosenwald, G., Wang, X., Sun, D. I. (2010). Restructured electric power systems and electricity markets. X. Zhang (Ed.), *Restructured Electric Power Systems: Analysis of Electricity Markets with Equilibrium Models* içinde (53-97. ss.), John Wiley & Sons, Inc.
- Deryugina, T., MacKay, A., Reif, J. (2017, Mayıs 2). The long-run elasticity of electricity demand: Evidence from municipal electric aggregation.
<https://www.econ.pitt.edu/sites/default/files/Deryugina.Electricity%20Aggregation.pdf>
- Dilaver, Z. & Hunt, L. (2011). Turkish aggregate electricity demand: An outlook to 2020. *Energy*, 36(11), 6686-6696.
- Edwards, D. (2010). *Energy trading and investing: Trading, risk management and structuring deals in the energy markets*. McGraw-Hill.
- Ehrhardt, M. & Brigham, E. (2011). *Financial management theory and practice* (13th ed.). South-Western Cengage Learning.
- Elektrik Piyasası Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği (2009, 14 Nisan). *Resmi Gazete* (Sayı: 27200).
- Elektrik Piyasası Kanunu (2013, 30 Mart). *Resmi Gazete* (Sayı: 28603). Kanun No: 6446.
- Elektrik Şebeke Yönetmeliği (2014, 28 Mayıs). *Resmi Gazete* (Sayı: 29013 Mükerrer).
- Energy Initiative. (2015). Future of solar energy. *Massachusetts Institute of Technology*.
<http://energy.mit.edu/research/future-solar-energy/>
- Enerji Piyasaları İşletme AŞ (2016). *Gün öncesi elektrik piyasası piyasa takas fiyatı belirleme yöntemi*.
https://www.epias.com.tr/wp-content/uploads/2016/03/public_document_v4_released.pdf
- Enerji Piyasaları İşletme AŞ (2019a). *Gün içi piyasası kullanıcı kılavuzu (1.8-05.04.2019)*.
https://www.epias.com.tr/wp-content/uploads/2022/02/GIP-Kullanici-Klavuzu_25.01.2022.pdf
- Enerji Piyasaları İşletme AŞ (2019b). *Yeni gün öncesi piyasası kullanıcı kılavuzu (1.8-01.10.2019)*.
<https://www.epias.com.tr/wp-content/uploads/2020/01/G%C3%96P-KULLANICI-KILAVUZU-KOP%C4%B0-1.pdf>
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2015). *Elektrik piyasası 2014 yılı piyasa gelişim raporu*.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2016). *Elektrik piyasası 2015 yılı piyasa gelişim raporu*.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2017). *Elektrik piyasası 2016 yılı piyasa gelişim raporu*.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2018). *Elektrik piyasası 2017 yılı piyasa gelişim raporu*.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2019). *Elektrik piyasası 2018 yılı piyasa gelişim raporu*.

- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2020, Mayıs 11). *Dengeleme güç piyasası kapsamında etiket değerlerinin belirlenmesi ve sistem marjinal fiyatının hesaplanması prosedürü*. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/2-8129/-dengeleme-guc-piyasasi-kapsaminda-etiket-degerle>
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2020). *Elektrik piyasası 2019 yılı piyasa gelişim raporu*.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (2021). *Elektrik piyasası 2020 yılı piyasa gelişim raporu*.
- Erdoğan, E. (2005). *Energy market reforms in Turkey: An economic analysis*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Surrey: University of Surrey School of Human Sciences.
- Erdoğan, E. (2007). Electricity demand analysis using cointegration and ARIMA modelling: A case study of Turkey. *Energy Policy*, 35(2), 1129-1146.
- European Commission (2021, Ekim). Tackling rising energy prices: A toolbox for action and support.
- European Network of Transmission System Operators for Electricity. (2019, Haziran 5). Statistical factsheet 2018. https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/Publications/Statistics/Factsheet/entsoe_sfs2018_web.pdf
- Güvenek, B. (2009). *Enerji piyasası reformları ve bu reformların elektrik enerjisi piyasası üzerine etkisi: Elektrik enerjisi üreten kuruluşlar üzerine bir uygulama*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Halıcıoğlu, F. (2007). Residential electricity demand dynamics in Turkey. *Energy Economics*, 29(2), 199-210.
- Harris, C. (2006). *Electricity markets: Pricing, structures and economics*. John Wiley & Sons Ltd.
- International Energy Agency (2005, Aralık). *Lessons from liberalised electricity markets*. <https://www.iea.org/reports/lessons-from-liberalised-electricity-markets>
- International Energy Agency (2021, Ekim). *World energy balances (database)*. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-balances-highlights>
- International Monetary Fund (2021, Ekim). *World economic outlook database*. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2021/October>
- Ito, K. (2014). Do consumers respond to marginal or average price? Evidence from nonlinear electricity pricing. *American Economic Review*, 104(2), 537-563.
- Joskow, P. (2008). Lessons learned from electricity market liberalization. *The Energy Journal*, 29(Special Issue), 9-42.
- Kahn, A., Cramton, P., Porter, R., Tabors, R. (2001, January). *Pricing in the California power exchange electricity market: Should California switch from uniform pricing to pay-as-bid pricing*. Blue Ribbon Panel Report, California Power Exchange. <https://works.bepress.com/cramton/52/>
- Kaminski, V. (2012). *Energy markets*. Incisive Media.
- Kavulla, T. (2017). There is no free market for electricity: Can there ever be? *American Affairs Journal*, 1(2). <https://americanaffairsjournal.org/2017/05/no-free-market-electricity-can-ever/>

- Kopsakangas-Savolainen, M. & Svento, R. (2012). *Modern energy markets: Real-time pricing, renewable resources and efficient distribution*. Springer-Verlag.
- Kwoka, J. (2008). Restructuring the U.S. electric power sector: A review of recent studies. *Review of Industrial Organization*, (32), 165-196.
- Madlaner, R., Bernstein, R., González, M. (2011). Econometric estimation of energy demand elasticities. *E.ON Energy Research Center Series*, 3(8). <https://d-nb.info/1133265413/34>
- Mishkin, F. (2004). *The Economics of money, banking and financial markets* (7th ed.). Pearson Education, Inc.
- Nazarian, D. (2012, Temmuz 21). Introduction to U.S. electricity markets. *NARUC/CAMPUT Bilateral Roundtable*. Portland. http://www.camput.org/wp-content/uploads/2013/09/2012-07-21_-Nazarian_US_Electricity_Markets.pdf
- Øvergaard, S. (2009, Şubat 2-9). Definition of primary and secondary energy. *4th meeting of the Oslo Group on Energy Statistics*. Ottawa. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjLcAhUGZVAKHRHZCLAQFjAAegQICBAC&url=https%3A%2F%2Funstats.un.org%2Foslogroup%2Fmeetings%2Fog-04%2Fdocs%2Foslo-group-meeting-04--presentation-definition-of-primary-and-secondary-energy.ppt&usg=AOvVaw116SuA-yQKgHwA07raTF_u
- Pototschnig, A., Glachant, J., Meeus, L., Ortigosa, P. R. (2022). *Recent energy price dynamics and market enhancements for the future energy transition*. European University Institute.
- Shahidehpour, M., Yamin, H., Li, Z. (2002). *Market operations in electric power systems: Forecasting, scheduling, and risk management*. John Wiley & Sons, Inc.
- Soytaş, U. & Sarı, R. (2007). The relationship between energy and production: Evidence from Turkish manufacturing industry. *Energy Economics*, 29(6), 1151-1165.
- Stoft, S. (2002). *Power system economics: Designing markets for electricity*. IEEE Press.
- The World Bank Group. (2022). *Electric power transmission and distribution losses (% of output) | Data*. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS>
- Tokyay, M. & Özdemir, I. (2013). *Türkiye Elektrik Piyasası'nda elektrik ticareti*. Accenture Türkiye, Enerji ve Tabii Kaynaklar Birimi. http://www.topraksuenerji.com/Turkey_in_the_electricity_market_Electricity_Trading.pdf
- Türkiye Elektrik İletim AŞ (2022). Sayılarla elektrik iletimi. <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/sayilarla-elektrik-iletimi>
- UN Department of Economic and Social Affairs Statistics Division. (2018). *International Recommendations for Energy Statistics (IRES)*. <https://unstats.un.org/unsd/energystats/methodology/documents/IRES-web.pdf>
- Union for the Coordination of the Transmission of Electricity. (2004). *Operation Handbook Policy 1 Appendix*. https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/library/publications/entsoe/Operation_Handbook/Policy_1_Appendix%20_final.pdf
- United Nations. (1982). *Concepts and methods in energy statistics, with special reference to energy accounts and balances*. New York. https://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_29E.pdf

United States Department of Energy. (2015). United States Electricity Industry Primer. <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/12/f28/united-states-electricity-industry-primer.pdf>

Warwick, W., Hardy, T., Hoffman, M., Homer, J. (2016, Temmuz). *Electricity Distribution System Baseline Report*. Pacific Northwest National Laboratory. <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/01/f34/Electricity%20Distribution%20System%20Baseline%20Report.pdf>

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (2005, Mayıs 18). *Resmi Gazete (Sayı: 25819)*. Kanun No: 5346.

EXTENDED ABSTRACT

Electricity is a secondary source of energy, yet more practical than the primary ones from which it has been converted as pointed out in the technical report by United Nations (1982). Liberalization trend of the last century has turned electricity to a commodity exchanged in markets, like the financial counterparts. However, electricity has its idiosyncrasies and exclusive supply chain. Comprehension of these factors has become more meaningful with the recent developments threatening energy security and repercussions of economic challenges further to COVID-19 pandemic.

Electricity has no physical substance; existence of which can be deduced through its impacts. These manifest in the performance of almost all instruments used continuously by humanity. Since it is principally non-storable, electricity must always be at consumers' disposal. This contingency implies concurrent generation and consumption, hence warrants ceaseless monitoring/balancing. Inelasticity of its demand is well-documented in literature for regions of varying demographic, economic and geographical conditions. Elevated in the short-term, insensitivity of consumers is prone to abuse of market power in monopolies or oligopolies and calls for regulation.

System and market operations, combined with metering emerge as the most significant dimensions of supply chain. System operation roughly refers to transportation of generated electricity to end users and comprises of two naturally monopolistic segments: transmission and distribution. Although there is no universally accepted clear-cut demarcation line in terms of voltage, transmission mainly includes high voltage lines for bulk transfer like arteries in circulatory system. The stability of this sophisticated system should always be maintained in both technical and managerial terms. Technical stability is related with the instantaneous effect of any load on all power plants due to exceptionally fast flow rate. Failure with an element risks the regular systemwide synchrony. Coping with temporary instabilities may require enormous efforts due to inertial forces which act contrary to the stable state. On the other hand, planning for differing horizons is pivotal in managerial stability. Termed balancing in literature, this entails the activities to equate consumption and generation in time and space. Sample load profile in Graph 2 depicts the consumption trend in time dimension (hourly) for Turkish market. Augmented version of this useful tool in almost continuous time portrays the balancing problem system operators face more clearly. Distribution network is made up of thinner and longer, hence more resistant lines of transport at substantially lowered voltages, therefore results in system losses. Table 2 demonstrates that level of losses in the two segments is critical for Turkish market.

Liberalization, starting in 1980s has provided once vertically integrated power industries with a competitive edge by separating the generation, transmission, distribution, and retail segments, then bringing in specialized markets on the stage. Transmission and distribution segments are highly regulated due to monopolistic features, and their tariffs are based on cost of investors' capital. Generation and retail, the headmost and final legs, are instead more suitable for competition. Turkey's liberalization, summarized in Figure 5, has a rather prolonged history and was ignited by incentivizing private businesses towards generation. Among others, 2011, 2013 and 2015 are milestones with the commencement of Day-Ahead Market (DAM); the new Market Law (operative) and decoupling retail out of distribution; foundation of EXIST (EPIAS) and Intraday Market's (IM) kick-off. Turkey has greatly adopted the market structure of Europe; separate functional entities operate the system (TEIAS, state controlled) and the market (EXIST).

Spot markets differentiate in terms of time lapse between deal and physical delivery. Figure 6 describes transaction channels and respective timelines for a representative hour starting at 12:00 (g, 12:00). DAM is the most distant spot market to delivery but assists the system operator vitally with the planning for the next day (finalized at g-1, 16:00). Balancing mostly occurs through DAM and bilateral agreements, which can originate far in the past. Penalty risks due to imbalanced positions increase with time approaching delivery. IM is a market to remedy such with a larger filtration yet needs matching order. The final spot market is the Balancing Market run by system operator and copes with balancing in real time while preserving system stability.

Turkey has already taken huge steps in liberalization. However, the benefits accrued is seriously questionable even in more developed ones. The process seems to proceed with "re-regulation" steps. In this respect, some dilemmas facing regulator, system/market operator are setting tariffs at a minimum rate possible while retaining operational efficiency, fostering clean energy investments but keeping subsidies at a reasonable level, designing price ceilings recently applied in DAM to lower average power cost whilst keeping balancing units operational.