

Rekabete Dayalı Serbest Elektrik Piyasasına Doğru: Türkiye Elektrik Üretim A.Ş. İçin Bir Özelleştirme Planı¹

İnci Elif HADİK (<https://orcid.org/0000-0001-8769-1921>), Gazi University, Turkey; incielifhadik@gazi.edu.tr

Mehmet ATAĞ (<https://orcid.org/0000-0002-4373-5192>), Gazi University, Turkey; matak@gazi.edu.tr

Towards Competitive Free Electricity Market: A Privatization Plan for The Turkish Electricity Generation Company²

Abstract

Privatisation of public assets and gradual withdrawal of the state from the market is one of the essential reforms to liberalise Turkey's electricity market. This study presents an analytical approach for planning the privatisation of state-owned power generation plants. The privatisation process was considered capacity reduction, and a Capacity Reduction Planning Model was developed. The model was applied to power plants owned by Electricity Production Inc., and the results were compared to privatisation decisions. It has been observed that the results are pretty consistent with the realised situation. Market power and competition analysis were performed to investigate the model's contribution to liberalisation. Thanks to the proposed privatisation plan, it was concluded that the market reached a competitive structure earlier. In this context, the study guides electricity market decision-makers regarding privatisation.

Keywords : Privatization Plan, Capacity Reduction Planning Model, Liberal Electricity Market, Competition Analysis.

JEL Classification Codes : P28, Q48, Q49.

Öz

Türkiye'de elektrik piyasasının serbestleştirilmesi adına yapılan önemli reformlardan biri kamu varlıklarının özelleştirilerek devletin zamanla piyasadan çekilmesidir. Bu çalışmada kamu mülkiyetindeki elektrik üretim santrallerinin özelleştirilme sürecini planlayan analitik bir yaklaşım sunulmaktadır. Özelleştirme süreci kapasite azaltımı olarak ele alınmış ve bir Kapasite Azaltım Planlama Modeli geliştirilmiştir. Model Elektrik Üretim A.Ş. santralleri için uygulanmış ve sonuçlar gerçekleşen özelleştirme kararlarıyla karşılaştırılmıştır. Sonuçların gerçekleşmiş durumla oldukça tutarlı olduğu gözlemlenmiştir. Modelin serbestleşmeye katkısını incelemek için piyasa gücü ve rekabet analizi yapılmıştır. Önerilen özelleştirme planıyla piyasanın daha erken tarihlerde rekabetçi yapıya ulaştığı sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda çalışma elektrik piyasalarındaki karar vericilere özelleştirme süreci hakkında rehberlik etmektedir.

Anahtar Sözcükler : Özelleştirme Planı, Kapasite Azaltım Planlama Modeli, Serbest Elektrik Piyasası, Rekabet Analizi.

¹ Bu çalışma Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalında Doç.Dr. Mehmet Atak danışmanlığında doktora yapan İnci Elif Hadık'ın tez çalışmasının bir bölümünden uyarlanmıştır.

² This study was adapted from a chapter of the PhD thesis study at Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Industrial Engineering, prepared by İnci Elif Hadık under the supervision of Mehmet Atak.

1. Giriş

Elektrik piyasaları hemen hemen dünyanın her yerinde dikey olarak bütünleşmiş ve genellikle devlete ait coğrafi tekellerle ortaya çıkmıştır (Joskow, 2008: 10). Bu tekel yapı elektriğin üretimi, iletimi ve dağıtımından piyasaya giriş düzenlemesine kadar ilgili tüm faaliyetlerden uzunca bir süre tek başına sorumlu olmuştur. Zamanla nüfus ve elektrik talebindeki artışın yanı sıra teknolojideki gelişmelerle birlikte söz konusu doğal tekel yetersiz kalmıştır. Bununla birlikte, bahsi geçen tekel ortamda tüketicilerin tedarikçileri seçme konusunda seçenekleri olmaması nedeniyle elektrik enerji fiyatları ve hizmetlerinin yanı sıra rekabet gücü olumsuz etkilenmiş ve bu durum piyasada belirli düzenlemeleri gerekli kılmıştır. (Necoechea-Porras et al., 2021: 2). 1980 sonrası reform süreci olarak nitelendirilen dönemde sanayileşmiş pek çok ülke piyasalarını yeniden düzenlemek suretiyle rekabete dayalı serbest yapıya geçiş hareketini başlatmıştır. (Çetintaş & Bicil, 2015: 14). O tarihten bu yana, dünya elektrik endüstrisi Şili, İngiltere, Galler ve Norveç'in öncülük ettiği bir dizi reform ile karşı karşıya kalmıştır (Gencer vd., 2020: 1). Başta Avrupa olmak üzere pek çok ülkenin deregülasyon hareketine özelleştirme faaliyetleri eşlik etmiştir. (Pera, 1989: 165). Yapılan reformlar arasında kamu kuruluşlarının veya faaliyetlerinin özel mülkiyete tamamen özelleştirilmesi, bazı piyasa düzenlemelerinin ve elektrik fiyat mekanizmalarının yeniden yapılandırılması yer almaktadır (Necoechea-Porras et al., 2021: 2).

Sanayileşmiş ülkeler doğal tekel ağırlıklı yapıdan rekabetçi regülasyonlara (deregülasyon ve özelleştirmeye) geçişi 1980'li yılların sonlarında tamamlamıştır. Deregülasyon hareketinde gelişmiş ülkelerde amaç piyasanın ekonomik ve finansal performansını arttırmak iken, gelişmekte olan ülkelerdeki temel etkenler elektrik sektöründe maliyetlerin yüksek olması, arz güvenliğinin tehlikede olması, kamu kesiminin artan enerji talebini karşılayacak yatırımları gerçekleştirmede sorunlar yaşaması gibi etkilerin varlığı olmuştur (Çetintaş & Bicil, 2015: 2). Bununla birlikte, deregülasyon sürecinin ayrıntıları ve temel motivasyonları ülkeler ve endüstriler arasında farklılık gösterse de bu süreci motive eden ilkeler aynıdır: sektörün özel sektör katılımına açılması ve piyasa tarafından belirlenen fiyatların getirilmesi piyasada rekabeti ve böylece verimliliği artıracak ve fiyatları düşürecektir (MAcKay & Mercadal, 2022: 6; Zenginobuz, 2000: 111). Deregülasyon ile birlikte serbestiyet kazanan yeni yapıda, kamuya ait santraller özelleştirilmiş ve elektrik üretimi yeni özel firmaların girişine tamamen açılmıştır (Zenginobuz, 2000: 105).

Tekelci bir yapı ile faaliyetlerine başlayan Türkiye elektrik piyasası ise sektörde rekabetin sağlanması amacıyla 2001 yılında deregülasyon hareketine dâhil olmuştur. Piyasa yapısının düzenlenmesini içeren yeniden yapılanma süreci 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanununun yürürlüğe girmesi ve Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumunun (EPDK) kurulmasıyla resmî olarak başlamıştır. Piyasanın dikey bütünleşik yapısı ilk olarak üretim, iletim ve dağıtım faaliyetlerinin ayrıştırılmasıyla birlikte değişime uğramıştır (Koç & Gülşen, 2018: 46). Ardından dağıtım sektörünün özelleştirilmesi, organize enerji piyasasının kurulması ve perakende piyasasının açılması gibi elektrik piyasasında bazı yapısal düzenlenmeleri ve elektrik fiyatlarının yeniden yapılandırılmasını içeren kapsamlı bir reform gerçekleştirilmiştir (Şenerdem & Akkemik, 2020: 390). Tüm bu reformların nihai

amacı, devletin piyasada aktif bir katılımcı olmaktan ziyade kurumları aracılığıyla yalnızca rekabeti tesis eden ve tüketici haklarını koruyan, iletim gibi rekabetin mümkün olmadığı kademelerde ise denetleyici ve düzenleyici olarak hizmet verdiği liberal bir sistem yaratmaktır.

Türkiye elektrik piyasası serbestleşme sürecinde önemli bir ilerleme kaydetmiş olsa da üretim ve özellikle de iletim faaliyetlerinde arzu edilen rekabet düzeyine henüz ulaşamamıştır. Elektrik üretim sektöründe hâkim konumdaki kamu şirketinin payının azaltılması ile bu piyasada rekabetçi bir ortamın sağlanabilmesi mümkünken, iletim faaliyeti için bu durum doğası gereği zordur. Çünkü iletim ağı, inşa edilmesi ve işletmesi bakımından bir doğal tekel durumu oluşturmaktadır (Zenginobuz, 2000: 106).

Serbest piyasa ekonomisinin en önemli unsuru olan rekabet mekanizmasının işlerlik kazanabilmesi özelleştirme ile doğrudan bağlantılıdır. Özelleştirmenin giderek artan bir rekabeti, rekabetin ise verimliliği, rasyonel kaynak kullanımını ve kaliteyi getireceği şüphesizdir (Kurum, 2010: 30). Bu doğrultuda, Türkiye’de 2004 yılında Elektrik Piyasası Reformu ve Özelleştirme Strateji Belgesinin yayınlanmasıyla kamu mülkiyetinde olan üretim ve dağıtım varlıklarının özelleştirme süreci resmîyet kazanmıştır. Bununla birlikte, devletin elektrik üretim arzındaki katılımını azaltmak adına 2006 yılında başlamak üzere çeşitli kamu santrallerinin özelleştirilmesi için Özelleştirme İdaresi Başkanlığına (ÖİB) yetki verilmiştir. Serbestleşmenin sağlanması açısından büyük bir önem taşıyan özelleştirme süreci dağıtım sektörüyle başlamıştır. 2013’te 21 dağıtım bölgesi oluşturularak bu sektör tamamen özelleştirilmiştir. Ne yazık ki, gerekli yasal ve hukuki düzenlemeler bir bütün halinde geliştirilemediğinden dağıtım sektörünün özelleştirilmesinde yaşanan gecikmeler, üretim sektörünün özelleştirilmesinde daha fazla gecikmeye neden olmuştur (Başaran & Bağdadioğlu, 2010: 146; Özkan, 2011: 109).

2020 yılı itibarıyla, özelleştirilen ve bünyesine yeni dâhil olan santrallerle birlikte kamuya ait Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) toplam 21.588 MW kurulu gücü ile Türkiye elektrik üretim kapasitesinin %22,5’ine sahiptir (EÜAŞ, 2020). Bu durum, 2008 yılından beri özelleştirmeler neticesinde piyasadaki payı giderek azalsa da kamuya ait elektrik üretim şirketinin günümüzde halen elektrik üretim sektörünün en büyük oyuncusu olduğu gerçeğini doğrulamaktadır. Gerek kurulu gücü gerekse yıllık üretimi açısından (özelleştirmelere rağmen) elektrik üretim piyasasına hâkim durumda olan EÜAŞ’ın mülkiyetindeki santrallerin özelleştirilmesi suretiyle üretim sektörünün daha rekabetçi bir yapıya kavuşacağı açıktır. Bu amaçla, bu çalışma da Türkiye elektrik üretim sektörünün serbestleşmesi adına önemli bir adım olarak kabul edilen kamu sahipliğindeki varlıkların (EÜAŞ santrallerinin) özel sektöre devredilmesi süreci analitik bir yaklaşımla modellenmiştir. EÜAŞ’ın sahip olduğu santrallerin özelleştirilmesi suretiyle elden çıkarılması bir kapasite azaltım süreci olarak ele alınmıştır. Bu amaçla Kapasite Azaltım Planlama Modeli (KAPM) adını verdiğimiz bir optimizasyon modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model ile belirlenen zaman diliminde mevcut kurulu güç kademeli olarak azaltılırken, geriye kalan/özelleştirilmeyen kurulu güç ile şirketin kârını optimize eden bir plan sunulmaktadır. Çünkü söz konusu şirketin bu devir sürecinde ikili anlaşmalardan doğan yükümlülüklerini yerine getirebilmesi

için en uygun santral kombinasyonu ile elektrik üretmeye devam etmesi gerekmektedir. Diğer bir deyişle KAPM, belirlenen zaman diliminde hangi santralin hangi yılda özelleştirileceğine karar vermektedir. Bununla birlikte model geriye kalan/henüz özelleştirilmeyen santraller ile gerek ikili anlaşma miktarlarını karşılamak gerekse de spot piyasada satmak üzere şirkete maksimum kârı verecek bir elektrik üretim planı sunmaktadır. Modelin etkinliğini ve uygulanabilirliğini test etmek amacıyla KAPM 2010-2020 yılları arasında EÜAŞ sahipliğindeki santraller için uygulanmıştır. KAPM'nin önerdiği özelleştirme planı ile o dönemde gerçekleştirilen özelleştirme kararları karşılaştırılmıştır. Öte yandan özelleştirmenin Türkiye elektrik üretim sektörünün serbestleşmesine olan katkısını analiz etmek adına literatürde sıklıkla kullanılan Piyasa Payı Endeksi (PPE), Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHE), Arz Payı Tahlili (APT) ve Artık Tedarik Endeksi (ATE) gibi çeşitli endeksler kullanılarak piyasa gücü ve rekabet analizi yapılmıştır. Endeksler aracılığıyla 2010 yılından günümüze Türkiye elektrik üretim sektörünün rekabet durumu analiz edilmiştir. Piyasa gücü ve rekabet analizi hem gerçekleşen özelleştirme uygulamaları hem de modelin önerdiği özelleştirme planı neticesinde sektörün durumu için yapılmış ve sonuçlar her bir endeks özelinde karşılaştırılmıştır.

Özetle çalışmanın başlıca katkıları arasında (i) politika yapıcılara analitik bir temele dayalı özelleştirme planı sunan bir Kapasite Azaltım Planlama Modeli (KAPM) geliştirilmesi, (ii) hem gerçek durum hem de modelin önerdiği plan neticesinde oluşan durum için literatürde kullanılan çeşitli endeksler aracılığıyla Türkiye elektrik üretim sektörü için piyasa gücü ve rekabet analizi ve (iii) piyasadaki özel katılımcılara özelleştirilmiş elektrik santrallerinin sahipliğini edinmek adına önemli yatırım sinyallerinin sağlanması bulunmaktadır. Bunlara ek olarak, sunulan özelleştirme planı metodolojisi geliştirmekte olan ülkeler için elektrik enerjisi sektörlerinde reform yapmayı planlayan politika yapıcılara süreç hakkında analitik bir yaklaşım sunmaktadır. Öte yandan, geliştirilen model sadece kamu varlıklarının özelleştirme sürecine rehberlik etmekle kalmayıp gerek devletin gerekse bir veya birkaç şirketin sahip olduğu piyasa gücünü kısıtlamak için kapasite azaltımının gerekli olduğu durumlarda da önemli bir yol gösterici niteliğindedir.

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde organize edilmiştir: Bölüm 2, Türkiye elektrik piyasasının gelişim sürecini ele almaktadır. Bölüm 3 literatürdeki çalışmalara değinmekte ve Bölüm 4'te geliştirilen matematiksel model formülasyonu verilmektedir. Modelin uygulandığı örnek çalışma, bulgular ve tutarlılık analizi beşinci bölümde tartışılmıştır. Piyasa gücü ve rekabet analizi Bölüm 6'da sunulmuştur. Son bölüm, çalışmanın ana bulgularını ve önerileri özetlemektedir.

2. Türkiye'de Elektrik Piyasasının Gelişimi

Türkiye'de ilk elektrik üretimi 1902 yılında 2 kW'lık bir hidroelektrik jeneratörü ile Tarsus'ta başlamış ve 1914 yılında ilk kayda değer elektrik üretim tesisi olan Silahtarağa Santrali hizmete girmiştir. Ülkenin elektrik piyasası o tarihten bu yana önemli dönüşümler geçirmiştir. Önceleri piyasada hem kamuya hem de özel sektöre ait iletim ve dağıtım şebekeleri hizmet verirken, 1970 yılında üretim, iletim, dağıtım ve perakendeden sorumlu

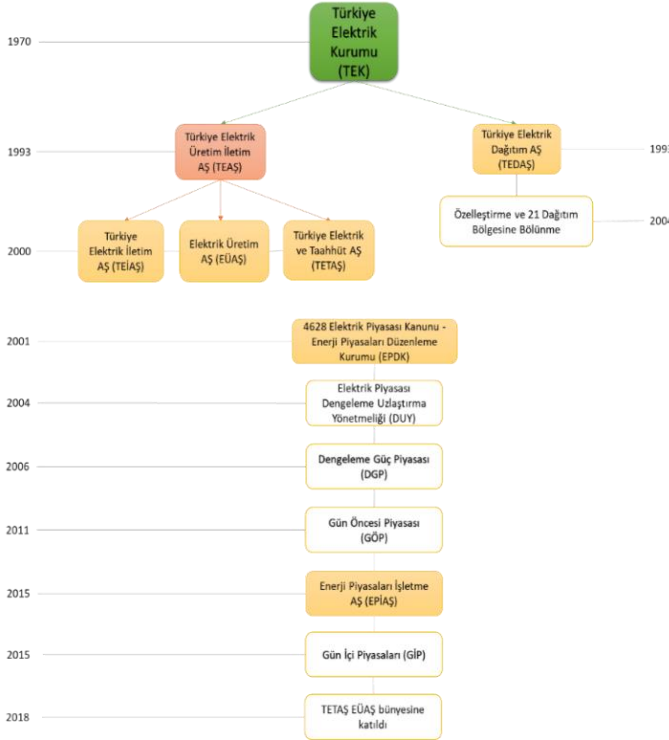
dikey bütünleşmiş bir teşebbüs olan Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kurulmuştur. O tarihten itibaren hem iletim hem de dağıtım olmak üzere güç sisteminin çoğunluğunun mülkiyeti ve kontrolü TEK'e geçmiştir. 1980'lerde tüm dünyayı etkisi altına alan deregülasyon hareketi doğrultusunda Türkiye'de elektrik piyasalarını serbestleştirmeye yönelik adımlar atılmıştır. İlk olarak sektörel yapılandırmaya gidilmiş ve 1993 yılında TEK, üretim ve iletim (TEAŞ) ve dağıtım (TEDAŞ) işlevlerinin ayrıştırılması suretiyle iki kısma ayrılmıştır. Böylece, Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ) dağıtım ve perakendeden sorumlu olurken, Türkiye Elektrik Üretim ve İletim A.Ş. (TEAŞ) üretim ve iletimin sahibi ve işletmecisi olmuştur. Bununla beraber birbirini izleyen hükümetler özel sektörün elektrik piyasasında faaliyet göstermesi adına Yap-İşlet-Devret (YİD) ve İşletme Hakkı Devri (İHD) modelleriyle alternatif yollar denemişlerdir. Bu modeller sanayide yeterli yatırımı sağlayamadığı için 1997 yılında Yap-İşlet (Yİ) modeli uygulamaya koyulmuştur (Akkemik & Oğuz, 2011: 3284).

1980 sonrası gerçekleştirilen özelleştirme hamleleri ile başlayan deregülasyon süreci, Türkiye elektrik enerjisi sektöründe rekabetin sağlanması amacıyla 2001 yılında gerçekleştirilen yapısal düzenlemelerle hız kazanmıştır. 3 Mart 2001 tarih ve 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'yla rekabete dayalı serbest elektrik piyasasının temellerini atılmıştır. Söz konusu kanun ile Türkiye elektrik piyasası dikey bütünleşik yapıdan üretim ve satış faaliyetlerinin rekabete açıldığı, doğal tekel niteliği taşıyan dağıtım ve iletim faaliyetlerinin düzenlemeye tabi tutulduğu bir yapıya dönüştürülmüştür (Çetintaş & Bicil, 2015: 11). TEAŞ; iletim, üretim ve ticaret faaliyetlerinin birbirinden ayrıştırılmasıyla söz konusu faaliyetlerden sorumlu olacak şekilde sırasıyla Türkiye Elektrik İletimi A.Ş. (TEİAŞ), Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) ve Türkiye Elektrik Ticaret Taahhüt Anonim Şirketi (TETAŞ) olarak üç ayrı iktisadi devlet teşekkülüne ayrılarak yeniden yapılandırılmıştır. Yeni kanun elektrik piyasalarının tasarımı için yeni bir yasal çerçeve sağlamış ve piyasayı denetlemek üzere bağımsız bir düzenleyici olan Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nu (EPDK) kurmuştur. Bahsi geçen kurum sektörün kalite standartlarını artırmaktan tavan fiyat uygulamak suretiyle tüketici haklarını korumaya kadar teknik ve ekonomik birçok sorumluluk alanına sahip olmuştur. EPDK'nın klasik anlamda sektöre yoğun kamu kesimi müdahalesi yapan bir düzenleyici değil, rekabeti tesis eden ve tüketici haklarını korumak gibi sorumlulukları olan bir kurum olması belirli düzenlemelerle sağlanmıştır. 2004 yılında TEDAŞ da yeniden yapılandırılmış ve dağıtım sistemi 21 bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgesel dağıtım sistemleri 2008 yılından itibaren kademeli olarak özelleştirilmiştir. Türkiye, ikili sözleşmelere ek olarak 2011 yılında Gün Öncesi ve Dengeleme piyasalarını uygulamaya koymuştur (EPİAŞ). 2015 yılında ise tek enerji borsası olarak "Enerji Piyasaları İşletme A.Ş." (EPIAŞ) kurulmuş ve enerji piyasalarının etkin, şeffaf, güvenilir ve sürdürülebilir biçimde işletilmesi garanti altına alınmıştır.

Özetle Türkiye'de elektrik enerjisi sektörünün rekabetçi ve serbest piyasa yapısında olmasına yönelik düzenlemeler 2000'li yıllarda hız kazanmıştır. Eski sistemde dikey bütünleşik bir tekel vasıtasıyla sunulan hizmetin, son değişikliklerle birbirinden bağımsız kararlar alan aktörlerin yer aldığı ve kuralları açık bir şekilde belirlenmiş bir piyasa mekanizması ile sunulması sağlanmıştır. (Koç & Gülşen, 2018: 47). Bu düzenlemelerin

geliştirilmesi ve denetlenmesi amacıyla EPDK kurulmuştur. Türkiye elektrik piyasasının gelişimi Şekil 1'de özetlenmiştir.

Şekil: 1
Türkiye Elektrik Piyasasının Gelişimi



Türkiye elektrik piyasasının mevcut durumu şu şekilde özetlenebilir: Türkiye Elektrik Piyasasında mevcut durum itibarıyla elektrik enerjisi ticareti 6446 sayılı kanunla düzenlenmektedir. Üretim faaliyetleri lisans kapsamında kamu ve özel üretim şirketleri tarafından yerine getirilirken, iletim faaliyeti Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) tarafından gerçekleştirilmektedir. Dağıtım faaliyetleri ise lisans kapsamında dağıtım şirketleri tarafından belirlenen bölgede sunulmaktadır. Toptan satış ve perakende satış faaliyetleri ise üretim şirketleri ile tedarik lisansı kapsamında kamu ve özel tedarik şirketleri tarafından 6446 sayılı kanun ve kanuna göre çıkarılmış olan yönetmelikler uyarınca yürütülmektedir. Üretim sektöründe özelleştirme süreci devam etmekle birlikte, dağıtım ve ticaret sektörlerindeki rekabet zaman içinde önemli ölçüde artmıştır. Ancak yalnızca iletim şebekesi doğal bir tekel olarak halen devlet kurumu olan TEİAŞ bünyesinde işletilmektedir. Bununla birlikte, TEİAŞ'ın da özelleştirme kapsam programına alındığı 2 Temmuz 2021 4222 sayılı Devlet Kararı ile bildirilmiştir.

3. Literatür Taraması

Başta gelişmiş ülkeler olmak üzere Türkiye gibi pek çok ülkede elektrik enerji sektörü dönüşüm sürecinden geçmiştir. Her ülkenin kendi enerji sektörünü yeniden yapılandırma süreci birbirinden farklıdır. Fakat elektrik piyasalarının yeniden yapılandırılarak serbest piyasa ortamının yaratılmasındaki ortak amaç sürdürülebilir bir sistem yaratmak ve piyasada rekabet ortamının oluşmasıyla birlikte rekabet koşulları altında belirlenen daha düşük fiyat ile elektrik enerjisi sunmaktır. Kuşkusuz ki liberal bir elektrik piyasası için gerekli olan kamuya ait varlıkların özel katılımcılara devredilerek devletin piyasada yalnızca rekabeti düzenleyici ve denetleyici bir otorite olarak yer almasıdır. Ancak göz ardı edilmemelidir ki kamu varlıklarının özelleştirilmesi elektrik piyasasının rekabetçi bir yapıya kavuşmasını her zaman garanti etmemektedir. Tamamen özel katılımcıların yer aldığı bir piyasada fiyatlar rekabet koşulları altında belirlenmiyorsa özelleştirmenin ekonomik verimlilik bakımından fazla bir anlamı kalmamaktadır (Zenginobuz, 2000: 112). Ayrıca özelleştirme bazen kendi içinde siyasi bir amaç haline gelmiş ise rekabet üzerindeki etkisi ikinci planda kalabilmektedir (Pera, 1989: 181). Buna karşın piyasada kurulu gücü bakımından hâkim durumda olan kamu ya da özel katılımcının varlığının rekabeti engelleyeceği açıktır. Bu sebeple elektrik üretim sektörünün rekabetçi bir hüviyet kazanması adına kamuya ait varlıkların özelleştirilmesi serbest bir elektrik üretim piyasası için gerekli bir adımdır. Bununla birlikte, özelleştirmenin başarılı sonuçlar vermesi için piyasaların serbest rekabet şartlarında düzenlenmiş olması dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur (Kurum, 2010: 30).

Rekabete dayalı serbest bir elektrik üretim sektörü için piyasa hâkimiyetini elinde bulunduran kamu elektrik üretim şirketine ait varlıkların özelleştirilmesi gereği literatürdeki çalışmalarca da desteklenmektedir. Erdogdu'ya (2007) göre Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) dâhil olmak üzere enerji sektörünün ve tüm hidroelektrik üretim tesislerinin özelleştirilmesi mümkün olan en kısa sürede ve uygun şekilde tamamlanmalıdır. Çalışmanın üzerinden uzun zaman geçmesine rağmen bahsi geçen özelleştirmeler henüz tamamlanamamıştır. Benzer şekilde, Bagdadioğlu ve Odyakmaz (2009) kamu kuruluşunun mevcut altyapı yatırımları gibi sistemden kaynaklanan maliyetleri karşılayabilmesi için büyük kapasiteli hidroelektrik santrallerinin devlet mülkiyeti altında kalmasını, ancak mevcut termik santrallerin ve daha küçük hidroelektrik santrallerin özelleştirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Özkan (2011) özelleştirmenin gerekliliğine ek olarak devletin enerji yatırımları için bütçesinin kısıtlı olması nedeniyle artan elektrik talebini karşılamak için gerekli ek yatırımların özel yatırımcılar tarafından yapılması gerektiğini ileri sürmüştür. Elbette tüm bu açıklamaların yanı sıra Özelleştirme İdaresi Başkanlığı'nın (ÖİB) aldığı kararlar, kamuya ait elektrik üretim tesislerinin özelleştirilmesine devam edileceğini açıkça göstermektedir (ÖİB, 2020).

Ayrıca literatürde elektrik piyasasında kamu varlıklarının özelleştirilmesini de içeren deregülasyon faaliyetlerinin ekonomik katkılarını sayısal olarak analiz eden çalışmalar da mevcuttur. Akkemik ve Oğuz (2011), Türkiye'nin elektrik piyasası deregülasyonun verimlilik ve rekabet üzerindeki potansiyel etkilerini analiz etmek adına Hesaplanabilir

Genel Denge (HGD) modelini kullanarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Serbestleşmenin elektrik piyasasında verimliliğin artmasına, enerji fiyatlarının düşmesine ve tüketici fayda düzeyinde iyileşmeye katkı sağladığı sonucuna varmışlardır. Aynı şekilde Hasanov (2017), Türkiye doğal gaz piyasasının tam ithalat serbestleşmesinin ekonomik sonuçlarını Oyun Teorisi Yaklaşımı ile ortaya koymuştur. Çalışma elektrik piyasasından ziyade Türkiye doğal gaz piyasasına odaklanmış olsa da bulguları Akkemik ve Oğuz'un (2011) bulgularıyla paralellik göstermektedir. Araştırmacı, tam piyasa serbestleşmesinin doğalgaz sektöründe de tüketicilere önemli ekonomik kazanımlar sağlayacağı gerçeğini ortaya koymuştur. Köseadağlı ve Aydoğuş (2014) Türkiye'de elektrik sektörü reform sürecinin fiyatlar üzerindeki etkisini En Küçük Kareler (EKK) yöntemi kullanılarak analiz etmiştir. Yazarlar ele aldıkları 2001-2010 dönemi için özel sektör şirketlerinin elektrik üretim miktarlarının elektrik fiyatları üzerine etkisini incelemiş ve özel şirketlerin elektrik üretim miktarlarının artışının hane halkı ve sanayi elektrik fiyatlarının düşmesinde etkili olduğuna işaret etmektedir. Şenerdem ve Akkemik (2020), enerji sektöründeki reformların ekonomi üzerindeki etkisini HGD modelini kullanarak analiz etmiş ve reformların Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'yı (GSYİH) %0,35 oranında artırdığını, yani ekonomiyi olumlu etkilediğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca, devlet tarafından yerine getirilen kamu hizmetlerinin özelleştirilmesi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu öne sürmektedirler. Necochea-Porras et al. (2021) elektrik enerji sektöründeki serbestleşmenin ekonomik etkisini analiz eden çalışmaları bir araya topladıkları bir literatür çalışması sunmuşlardır.

Söz konusu akademik çalışmaların yanı sıra, Türkiye elektrik piyasasının rekabete dayalı serbest bir piyasa yapısına kavuşması için özelleştirmenin gerekliliği konusunda bazı ulusal ve uluslararası kuruluşlar da benzer görüşler sunmaktadır. Rekabet Kurumu (RK), üretim özelleştirmelerinin geçtiğimiz yıl ivme kazandığını ve planlanan üretim özelleştirmelerinin tamamlanmasının piyasanın arz tarafının rekabetçi yapısı açısından önemli bir gelişme olacağını ifade etmiştir (RK, 2015). Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) en son yayınlanan enerji politikası raporuna göre, enerji arz güvenliğinin sağlanması ve yerli enerji üretiminin artırılmasının ardından, Türkiye'nin enerji stratejisindeki üçüncü adımı enerji piyasalarının serbestleştirilmesine devam edilmesidir (IEA, 2021).

Yapılan çalışmalar ve öneriler ışığında devletin kademeli olarak üretim varlıklarının mülkiyetini kamudan özel sektöre kaydırması gerektiği açıktır. Bunun yanı sıra, elektrik arz ve talebi arasında bir denge oluşturmak ve sürdürmek amacıyla yatırımcıları yeni yatırımlar yapmaya teşvik etmesi de gerekmektedir. Buna yönelik olarak Elmahi (2020) tezinde elektrik sektöründe tekel düzenden rekabetçi piyasaya geçiş sürecinde şirketlerin piyasa gücünü en aza indiren iki seviyeli bir elektrik üretim kapasite planlama modeli sunmuştur. Yazar şirketlerin piyasa gücü olma durumunu modele eklediği bütçe kısıtı ile engellemiştir. Bu durumda her bir şirket kapasite artırımına giderken en fazla kendisine sağlanan bütçe kadar yatırım yapabilecek ve böylece piyasada dengeli bir kapasite artışı meydana gelecektir. Yazarın ortaya koyduğu tezde kamu şirketine uyguladığı bütçe kısıtı ile kamunun piyasadaki hâkim durumu zamanla artan toplam kurulu güç içerisinde nispeten azalacaktır. Fakat çalışma piyasa gücünün kısıtlanmasına yönelik olsa da kamunun elektrik sektöründen çekilmesine ya da kapasite azaltımı yapmasına yönelik bir öneride bulunmamaktadır.

Elektrik piyasalarında dönüşüm süreci gerçekleşikten sonra piyasa gücü tespitine ve piyasaların rekabetçiliğinin incelenmesine yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Çünkü söz konusu piyasada piyasa konsantrasyonunun yüksek olması durumunda deregülasyon faaliyetleri beklenildiğinin aksine her zaman düşük fiyatlar vermemekte ve piyasa gücü potansiyeli elektrik fiyat artışının temel sebebi olmaktadır (MacKay & Mercadal, 2022: 4). Mansur (2008) PJM toptan elektrik piyasasındaki firmaların davranışlarını modelleyen yeni bir teknik önererek piyasanın rekabetçiliğini gerçekleştiren veriler ile karşılaştırmıştır. Yazar kendi modelinin rekabet kıyaslama analizi modellerine göre daha doğru sonuçlar verdiğini iddia etmektedir. Nazemi ve Mashayekhi (2015) İran düzenlenmiş elektrik piyasasının serbestleşme sürecini değerlendirmek üzere reformların ilk yılı olan 2006 ve 2012 yılları için yüksek talep (puant) anlarındaki üretim verimliliğini rekabet kıyaslama analizi ile incelemiştir. Gerçekleşen durum ile kendi sonuçlarını karşılaştırmışlar ve piyasadaki belirli şirketler tarafından piyasa gücünün kullanılması ve üretimin stratejik firmalar tarafından manipüle edilmesi nedeniyle piyasadaki üretimin zamanla daha verimsiz hale geldiği sonucuna varmışlardır. Shukla ve Thampy (2011) Hindistan elektrik piyasasındaki rekabeti ve piyasa gücünü değerlendirmek için Konsantrasyon Oranı, Herfindahl-Hirschman endeksi, Fiyat-Maliyet İşaretlemesi, Artık Tedarik Endeksi (ATE) ve Arz Payı Tahlili (APT) gibi piyasa gücü ölçüm araçlarını kullanmışlardır. APT ve ATE gibi ölçüm araçları aracılığıyla her bir firmanın Hindistan'daki elektrik talebini karşılamada rolünü ve dolayısıyla firmaların piyasa gücüne sahip olup olmadığını ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde, Sensoy (2019) Türkiye elektrik piyasasının piyasa gücü potansiyelini analiz ederek rekabet durumunu ortaya koymuştur. Yazar çalışmasında, EÜAŞ'ın da içinde yer aldığı Türkiye elektrik piyasasının en büyük dört tedarikçisini hem üretilen elektrik hem de mevcut kurulu güç bazında ele almış ve Toplam Pazar Payı, En Büyük Pazar Payı, Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI) ve Artık Arz Endeksine (RSI) göre değerlendirmiştir. Yazara göre yıllar içinde tüm yapısal endeks değerlerinde önemli bir iyileşme olmasına rağmen, yoğunlaşmamış ve tam rekabetçi bir piyasa yapısı henüz sağlanamamıştır. Yukarıdaki çalışmaların çoğunluğu piyasalar kurulup işlemeye başladıktan sonra, gerçekleşmiş durumda piyasa gücünün var olup olmadığını izlenmesine yöneliktir. Bu çalışmada geliştirilen kapasite azaltım planlama modeli ile EÜAŞ santrallerinin özelleştirme işlemi gerçekleştirilmeden piyasa rekabet durumu analiz edilebilecek ve alınacak özelleştirme kararlarının piyasa gücü ve serbestleşmeye etkisi önceden öngörülebilecektir.

Özetle literatürdeki çalışmaların çoğu rekabete dayalı serbest elektrik piyasa yapısı için özelleştirmenin gerekliliği ve ekonomik faydalarına, hâlihazırdaki piyasa rekabet durumunun analizine ve serbestleşme sürecini hızlandırmak için daha fazla neler yapılabileceği üzerine yoğunlaşmaktadır. Ancak bilimiz dâhilinde şimdiye kadar özelleştirme sürecinin planlanmasına yönelik analitik bir çalışma yapılmamıştır. Literatürdeki bu açığı kapatmak adına bu çalışmada elektrik üretim sektörünün rekabete dayalı serbest bir piyasa yapısına dönüşümü için gerekli olan özelleştirme sürecini planlayan bir matematiksel model sunulmuştur. Bu bağlamda, sunulan bu çalışma literatürdeki ilk çalışma niteliğindedir. Geliştirilen model sadece özelleştirme sürecine rehberlik etmekle

kalmayıp, piyasa gücünü kısıtlamak için kapasite azaltımının gerekli olduğu durumlarda da literatüre katkı sağlamaktadır.

4. Kapasite Azaltım Planlama Modeli

Bu çalışmada özelleştirme planlaması mevcut kapasitenin kademeli olarak azaltılması olarak ele alınmış olup süreç matematiksel olarak modellenmiştir. Geliştirilen optimizasyon modeline Kapasite Azaltım Planlama Modeli (KAPM) adı verilmiştir. KAPM planlama periyodu boyunca belirli kısıtlamalar altında santrallerin özelleştirilmesini içeren bir azaltım planı sunmaktadır. Daha açık bir ifadeyle, model hangi santralin hangi yıl özelleştirileceğine karar vermektedir. Bu kararı belirlerken ikili anlaşmalardan kaynaklanan yükümlülüklerini karşılayacak şekilde EÜAŞ'ın kârını maksimize etmeyi amaçlamaktadır. Bu yönüyle şirketin küçülürken bile eldeki varlıklar ile kârını en iyileyen bir plan sunması modeli işlevsel kılmaktadır.

Bu bölümde, Kapasite Azaltım Modelinin matematiksel formülasyonu ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Model EÜAŞ için bir özelleştirme planı sunmak amacıyla geliştirildiğinden, bu bölümdeki notasyonlar şirkete yönelik olarak hazırlanmıştır. EÜAŞ kurulduğu günden bu yana çeşitli kapasitelerde Hidroelektrik Santrali (HES), Doğal Gaz Kombine Çevrim (DGKÇ) santrali ve kömür yakıtlı (liniyit ve taş kömürü) termik santraline (TS) sahiptir. Teknoloji gruplarına göre dengeli bir kapasite azaltımı yapmak adına mevcut santraller yakıt türlerine göre gruplandırılmıştır. Bununla birlikte, bu çalışmada şirketin ürettiği elektriği yalnızca 3 şekilde satabileceği varsayılmaktadır: ikili anlaşmalar yoluyla (i) Görevli Tedarik Şirketlerine (GTŞ) ve (ii) Dağıtım Şirketlerine (DŞ), (iii) Gün Öncesi Piyasasında (GÖP).

4.1. Notasyonlar

İndisler

i	Santral tipi, $i \in I$
i^{HES}	Hidroelektrik santral grubu, $i^{HES} \in I$
$i^{DGKÇ}$	Doğalgaz kombine çevrim santral grubu, $i^{DGKÇ} \in I$
i^{TS}	Termik santral grubu, $i^{TS} \in I$
t	yıl, $t \in T$
f	yakıt tipi, $f \in F$

Parametreler

b_i	Mevcut i santralinin kapasitesi (MW)
d	İskonto oranı (Discount rate) (%)
α_{it}	i santralinin t yılındaki kapasite faktörü (%)
π_t	t yılındaki ortalama elektrik satış fiyatı (\$/MWh)
OM_{it}	i santralinin t yılındaki değişken işletme ve bakım maliyeti (\$/MWh)

FC_{ft}	f yakıtının t yılındaki birim maliyeti (\$/ton)
γ_{if}	i santrali tarafından birim elektrik üretimi için tüketilen f yakıt miktarı(ton/MWh)
Δ_t	t yılındaki toplam çalışma süresi
UL_t^{HES}	HES grubu için t yılında özelleştirilebilecek maximum kapasite miktarı(MW)
$UL_t^{DGKÇ}$	DGKÇ grubu için t yılında özelleştirilebilecek maximum kapasite miktarı(MW)
UL_t^{TS}	TS grubu için t yılında özelleştirilebilecek maximum kapasite miktarı (MW)
LL_t^{HES}	HES grubu için t yılında özelleştirilmesi gereken minimum kapasite miktarı (MW)
$LL_t^{DGKÇ}$	DGKÇ grubu için t yılında özelleştirilmesi gereken minimum kapasite miktarı (MW)
LL_t^{TS}	TS grubu için t yılında özelleştirilmesi gereken minimum kapasite miktarı (MW)
L_t^{HES}	HES grubu için özelleştirilmesi önerilen toplam kapasite miktarı (MW)
$L_t^{DGKÇ}$	DGKÇ grubu için özelleştirilmesi önerilen toplam kapasite miktarı (MW)
L_t^{TS}	TS grubu için özelleştirilmesi önerilen toplam kapasite miktarı (MW)
D_t	t yılındaki toplam elektrik talebi (MWh)

Karar Değişkenleri

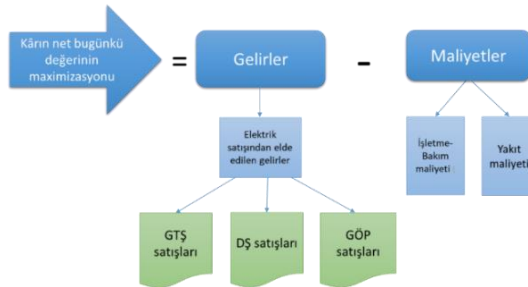
X_{it}	i tipi santral t yılında özelleştirilecekse 1, aksi halde 0
C_t	t yılındaki toplam kapasite (MW)
CC_{it}	i santralinin t yılındaki kapasitesi (MW)

4.2. Amaç Fonksiyonu

Amaç fonksiyonu, planlama periyodu sonunda kârın net bugünkü değerini en çoklayacak şekilde kurulmuştur. Eşitliğin ilk kısmı (a) elektrik satışından elde edilen gelirlerden oluşurken ikinci kısmı (b) işletme ve bakım maliyeti, (c) yakıt maliyeti kalemlerini içermektedir. Amaç fonksiyonuna santrallerin özelleştirilmesinden elde edilen "devir bedeli" dâhil edilmemiştir.

$$\max O = \sum_{t=1}^T (1+d)^{-t} \left[\sum_{i \in I} \pi_t CC_{it} \alpha_{it} \Delta_t - \sum_{i \in I} OM_{it} CC_{it} \alpha_{it} \Delta_t - \sum_{f \in F} \sum_{i \in I} \sum_{DGKÇ, TS} FC_{ft} \gamma_{if} CC_{it} \alpha_{it} \right] \quad (1)$$

Şekil: 2
Amaç Fonksiyonu Bileşenleri



4.3. Kısıtlar

i) Santral grupları için kapasite azaltım üst sınırı: Her bir teknoloji grubu gerek kullandığı kaynak gerekse teknolojik özellikleri bakımından bazı kısıtlar veya avantajlara sahiptir. Bu durum göz önüne alındığında, EÜAŞ'ın temel misyonu olan enerji arz güvenliğini sağlamak adına bazı santrallerin elden çıkarılmaması gerekmektedir. Bununla birlikte, şirketin GTŞ ve DŞ başta olmak üzere yapmış olduğu uzun vadeli ikili anlaşmalardan kaynaklanan yükümlülüklerini yerine getirebilmesi için sahip olduğu santralleri aşamalı olarak elden çıkarması uygun görülmektedir. Bu kısıt sayesinde her bir santral grubundan azaltım için bir üst sınır getirilmektedir.

$$\sum_{i \in i^{HES}} X_{it} * b_i \leq UL_t^{HES}, \forall t \in T \quad (2)$$

$$\sum_{i \in i^{DGKÇ}} X_{it} * b_i \leq UL_t^{DGKÇ}, \forall t \in T \quad (3)$$

$$\sum_{i \in i^{TS}} X_{it} * b_i \leq UL_t^{TS}, \forall t \in T \quad (4)$$

ii) Santral grupları için kapasite azaltım alt sınırı: Problem şirketin kârını ençoklamaya yönelik kurulduğu ve dolayısıyla mümkün olan en üst seviyede elektrik üretim ve satışı amaç fonksiyon değerini yükselteceği için model herhangi bir azaltım yoluna gitmeksizin sonuç verecektir. Serbestleşmeye katkıda bulunmak adına, bu kısıt ile her yıl belli miktarda kapasiteyi azaltmaya/özelleştirmeye zorlayacak bir alt sınır değeri getirilmektedir.

$$LL_t^{HES} \leq \sum_{i \in i^{HES}} X_{it} * b_i, \forall t \in T \quad (5)$$

$$LL_t^{DGKÇ} \leq \sum_{i \in i^{DGKÇ}} X_{it} * b_i, \forall t \in T \quad (6)$$

$$LL_t^{TS} \leq \sum_{i \in i^{TS}} X_{it} * b_i, \forall t \in T \quad (7)$$

iii) Toplam kapasite azaltım alt sınırı: Her bir santral grubu için planlama periyodu boyunca özelleştirilmesi gereken toplam kapasite belirli bir alt sınır değeri ile azaltılmaya zorlanmıştır. Aynı zamanda bu kısıt sayesinde planlama periyodu boyunca yapılan azaltım sonrasında geriye kalan santral kapasiteleri arasında denge garanti altına alınmıştır.

$$L^{HES} \leq \sum_t \sum_{i \in i^{HES}} X_{it} * b_i \quad (8)$$

$$L^{DGKÇ} \leq \sum_t \sum_{i \in i^{DGKÇ}} X_{it} * b_i \quad (9)$$

$$L^{TS} \leq \sum_t \sum_{i \in i^{TS}} X_{it} * b_i \quad (10)$$

iv) Kümülatif kapasite denge denklemi: Her yıl için yapılan kapasite azaltımıyla geriye kalan toplam kapasite güncellenmektedir.

$$C_t = \sum_{i \in I} CC_{it}, \forall t \in T \quad (11)$$

$$CC_{it} = CC_{it-1} - X_{it} * b_i, \forall i \in I \text{ ve } t \in T \quad (12)$$

v) Talep kısıtı: Şirket en az ikili anlaşmalardan kaynaklanan yükümlülüklerini yerine getirebilecek kadar üretim kapasitesine sahip olmalıdır.

$$\sum_{i \in I} CC_{it} \alpha_{it} \Delta_t \geq D_t, \forall t \in T \quad (13)$$

vi) Azaltım kısıtı: Her bir santralin zaman ufku boyunca yalnızca bir kere elden çıkarılabileceğini ifade eden kısıttır.

$$\sum_{t \in T} X_{it} \leq 1, \forall i \in I \quad (14)$$

vii) Tam sayı ve işaret kısıtları:

$$C_t, CC_{it}, Y_{it}^{GT\$,} Y_{it}^{D\$,}, Y_{it}^{G\ddot{O}P} \geq 0, \forall i \in I \text{ ve } t \in T \quad (15)$$

$$X_{it}, Z_{it} \in \{0,1\}, \forall i \in I \text{ ve } t \in T \quad (16)$$

5. KAPM Modelinin EÜAŞ Santrallerine Uygulanışı

Bu bölümde, geliştirilen modelin uygulanabilirliğini test etmek adına bir vaka çalışması sunulmaktadır. Kapasite Azaltım Planlama Modeli (KAPM) özelleştirme planı sunmak niyetiyle geliştirildiği için, çalışmada devlete ait elektrik üretiminin (EÜAŞ) sahipliğinde bulunan santraller ele alınmıştır. Planlama ufku 2010-2020 yıllarını kapsayacak şekilde 11 yıl olarak belirlenmiştir. Çalışmada azaltım kararının yıllık alındığı varsayılmıştır. Başka bir deyişle zaman adımı bir yıl olarak kabul edilmiştir. Aynı zamanda, eğer model bir santral için azaltım kararı vermiş ise özelleştirilen yıl dâhil olmak üzere o santralden üretim yapılamamaktadır. İskonto oranının zaman ufku boyunca %5 olduğu varsayılmıştır. Her santralin kapasite faktörü ilgili yıl için ayrı ayrı hesaplanmıştır. EÜAŞ, GTŞ ve DŞ ile ikili anlaşmalarının yanı sıra, Gün Öncesi ve Dengeleme Güç piyasasında elektrik satış ve alışı yapmaktadır. Bu piyasalarda yapılan alış ve satış işlemleri ikili anlaşmalara nispetle daha küçük miktarlar olduğu için çalışma kapsamına dâhil edilmemiştir. Sonuçlar ilgili yıllarda gerçekleşen özelleştirme kararlarıyla karşılaştırılmış ve böylece modelin tutarlılığı test edilmiştir.

5.1. Elektrik Üretim Santralleri

2010 yılında EÜAŞ bünyesinde 66 adet Hidroelektrik Santrali (HES), 4 adet Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali (DGKÇ) ve 13 adet Termik Santral (TS) bulunmaktadır. 2010 yılından bu yana 37 adet HES, 1 adet DGKÇ santrali ve 10 adet TS özelleştirilmiştir. Özelleştirilen santrallere ilişkin veriler Tablo 1’de listelenmiştir.

Tablo: 1
2010-2020 Yılları Arasında Özelleştirilen Santraller

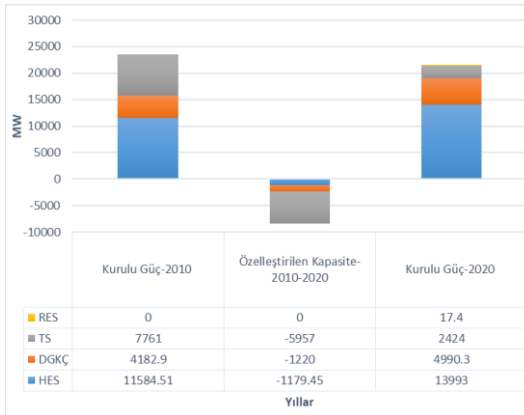
ÖZELLEŞTİRİLEN HİDROELEKTRİK SANTRALLER					
Elektrik Üretim Santrali Adı	Kurulu Güç (MW)	Yıl	Elektrik Üretim Santrali Adı	Kurulu Güç (MW)	Yıl
ADIGÜZEL HES	62	2017	KEMER HES	48	2017
AHIKÖY 1 VE 2 HES	4.4	2021	KILAVUZLU HES	54	2018
ALMUS HES	27	2017	KOÇKÖPRÜ HES	8.39	2012
ANAMUR HES	0.84	2018	KÖKLÜCE HES	90	2017

BERDAN HES	10.2	2013	KUZUCULU HES	0.27	2017
BOZYAZI HES	0.42	2018	KÜRTÜN HES	85	2016
ÇİNE HES	46	2019	MANAVGAT HES	48	2016
DEĞİRMENDERE HES	0.48	2017	MANYAS HES	20.3	2018
DINAR 2 HES	3	2019	MENZELET HES	124	2018
DOĞANKENT HES	75	2016	MUT-DERİNÇAY HES	0.88	2018
FETHİYE HES	17	2016	SİLİFKE HES	0.4	2018
GÖNEN HES	10.6	2018	SUÇATI HES	7	2017
HASANLAR HES	9.35	2013	SÜTÇÜLER HES	2	2018
HOŞAP HES	3.38	2012	ŞANLIURFA HES	51	2017
KADINCIK 1 HES	70	2016	TOHMA HES	12.5	2019
KADINCIK 2 HES	56	2016	TORUL HES	103	2016
KARACAÖREN 1 HES	32	2016	YENİCE HES	38	2017
KARACAÖREN 2 HES	46	2016	ZEYNE HES	0.33	2018
KARACAÇAY HES	0.38	2017			
ÖZELLEŞTİRİLEN TERMİK SANTRALLER					
Elektrik Üretim Santrali Adı	Kurulu Güç (MW)	Yıl	Elektrik Üretim Santrali Adı	Kurulu Güç (MW)	Yıl
AFŞİN ELBİSTAN A TS	1355	2018	SEYİTÖMER TS	600	2013
ÇATALAĞZI TS	300	2014	SOMA B TS	990	2015
KANGAL TS	457	2013	TUNÇBİLEK TS	365	2015
KEMERKÖY TS	630	2014	YATAĞAN TS	630	2014
ORHANLİ TS	210	2015	YENİKÖY TS	420	2014
ÖZELLEŞTİRİLEN DOĞALGAZ KOMBİNE ÇEVİRİM SANTRALİ					
Elektrik Üretim Santrali Adı	Kurulu Güç (MW)	Yıl			
HAMİTABAT DGKÇ PLANT	1220	2013			

Kaynak: Özelleştirme İdaresi Başkanlığı, 3. Proje Grup Başkanlığı Portföyü.

2020 yılı itibarıyla, özelleştirilen ve yeni dâhil olan santrallerle birlikte EÜAŞ toplam 21.588 MW kurulu gücü ile Türkiye elektrik üretim kapasitesinin %22,5'ine sahiptir (EÜAŞ, 2020). Şirket bünyesinde 36'sı rezervuarlı olmak üzere 48 adet HES, 7 adet DGKÇ santrali, 4 adet linyit-yakıtlı TS ve 2 adet Rüzgâr Enerji Santrali (RES) bulunmaktadır. Santral grubu bazında 2010 ve 2020 yıllarına ait kurulu güç miktarları ve bu yıllar arasında özelleştirilen toplam kurulu güç miktarları Şekil 3'te özetlenmiştir.

Şekil: 3
Planlama Dönemine Ait Kurulu Güç ve Özelleştirme Miktarları



5.2. Santral Gruplarına İlişkin Diğer Veriler

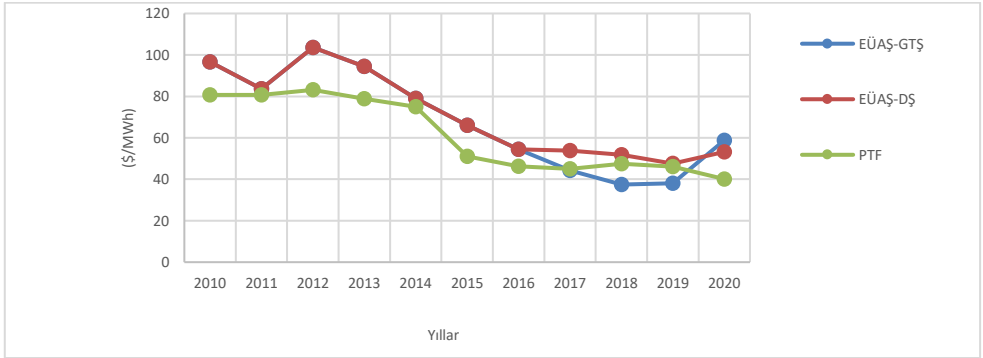
Çalışmada kullanılan parametrelere ilişkin diğer veriler Tablo 2’de verilmiştir. Çalışılan döneme ait Piyasa Takas Fiyatı (PTF) ile ikili anlaşma fiyatları Şekil 4’te ve EÜAŞ ile GTŞ ve DŞ arasında yapılan ikili anlaşma miktarları Şekil 5’te verilmiştir. Kolaylık sunması açısından fiyat ve talep verileri ortalama değerler olarak kullanılmıştır.

Tablo: 2
Santral Gruplarına İlişkin Veriler

Santral Grupları	UL_t^i (MW)	LL_t^i (MW)	Y_{tj} (Ton/\$)	FC_{ft} (\$/ton)	OM_{ft} (\$/MWh)
HES	11584	100	-	-	6.05
DGKC	4182	100	0.17	17	2.30
TS	7761	100	1.41	35	4.90

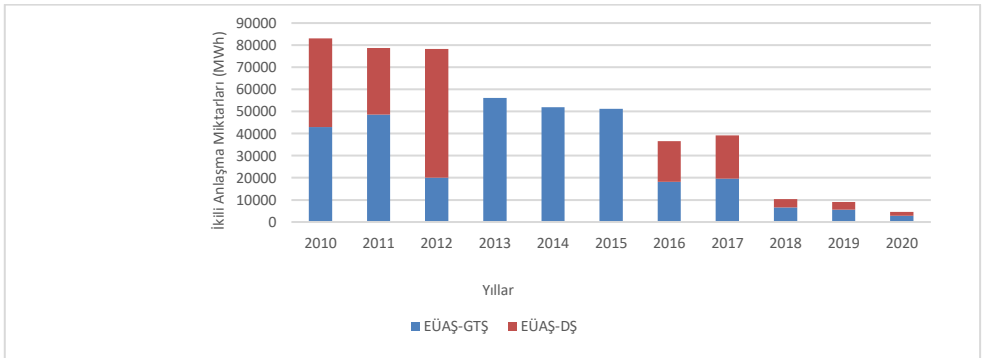
Kaynak: Ağralı et al., 2018.

Şekil: 4
Çalışma Dönemine Ait Fiyat



Kaynak: EPIAŞ; EÜAŞ.

Şekil: 5
Çalışma Dönemine Ait İkili Anlaşma Miktarları



Kaynak: EÜAŞ.

5.3. Uygulama Sonuçları

Modelin uygulanmasından elde edilen sonuçlar bu kısımda sunulmuştur. EÜAŞ'ın sahip olduğu santraller ve modelde kullanılan tüm veriler 2010-2020 yıllarına aittir. Ayrıca uygulama çalışması 2010 yılında EÜAŞ'ın henüz sahipliğinde olmayan, ancak planlama dönemi içerisinde sahip olunan ve yine bu dönem içerisinde özelleştirilen santralleri de kapsamaktadır. KAPM sonuçları kapasite azaltım planı, tutarlılık analizi ve elde edilen karı içermektedir. Model GAMS-ILOG CPLEX 12.5.1.0 çözücüsü kullanılarak çözülmüştür.

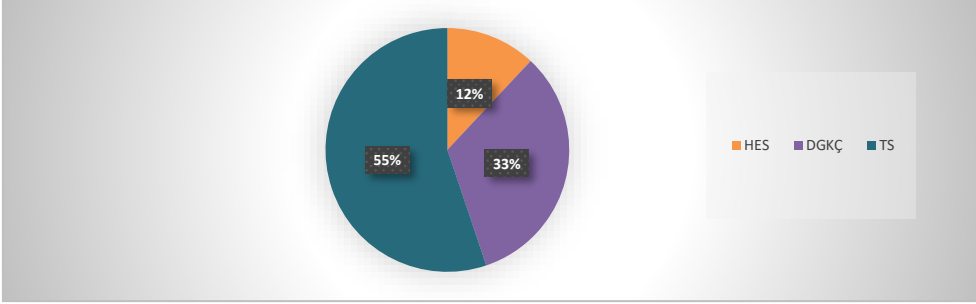
5.3.1. Kapasite Azaltım Planı

Planlama dönemi boyunca yıllık olarak azaltılması/özelleştirilmesi önerilen elektrik üretim santralleri Tablo 3'te gösterilmektedir. Özelleştirilmesi önerilen santrallerin isimleri, özelleştirme yılları ve bu santrallerin kapasitelerine ilişkin bilgiler aşağıda gösterilmiştir.

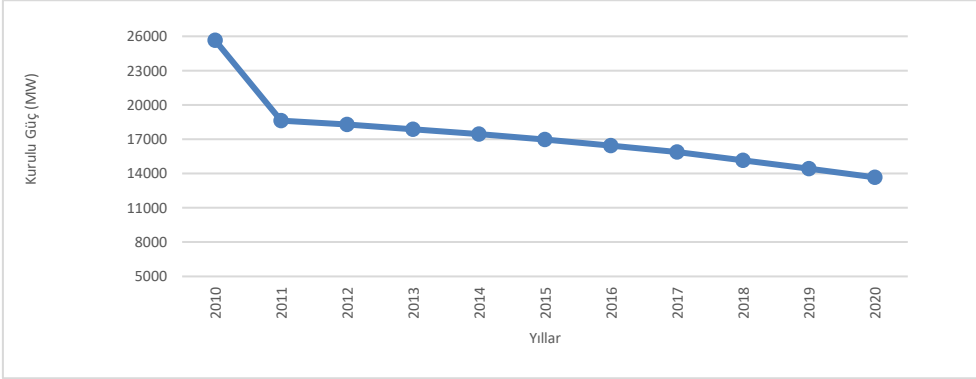
Tablo: 3
KAPM Tarafından Önerilen Kapasite Azaltım Planı

Kurulu Güç (MW)	Elektrik Üretim Santralleri	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
62	Adıgüzel HES					*						
4.4	Ahiköy 1 ve 2 HES								*			
27	Almus HES		*									
0.84	Anamur HES						*					
0.42	Bozyazı HES				*							
2.504	Çal HES						*					
46	Çine HES						*					
0.48	Değirmendere HES				*							
69	Demirköprü HES			*								
0.4	Dereciçi HES				*							
110	Dicle HES									*		
75	Doğankent HES	*										
12.33	Girvelek-İ-Mercan HES				*							
128	Hirfanlı HES										*	
3.38	Hoşap HES			*								
48	Kemer HES					*						
54	Kılavuzlu HES								*			
8.39	Koçköprü HES					*						
0.2	Koyulhisar HES			*								
94.5	Kralkızı HES		*									
0.27	Kuzuculu HES				*							
85.00	Kürtün HES				*							
48	Manavgat HES								*			
0.88	Mut-Derince HES				*							
160	Sarıyar Hasan Polatkan HES											*
283.5	Sır HES	*										
7	Suçatı HES								*			
2	Sütçüler HES						*					
51	Şanlıurfa HES						*					
103	Torul HES							*				
38	Yenice HES			*								
0.33	Zeyne HES				*							
1432	Bursa DGKÇ B Santrali	*										
180	Esenyurt DGKÇ Santrali	*										
1220	Hamitabat DGKÇ Santrali	*										
1350.9	İstanbul DGKÇ A Santrali	*										
320	18 Mart Çan TS				*							
1440	Afşin Elbistan B TS	*										
300	Çatalağzı TS			*								
620	Çayırhan TS										*	
457	Kangal TS							*				
630	Kemerköy TS											*

Şekil: 7
Santral Grupları İçin Kapasite Bazında Azaltım Oranları



Şekil: 8
EÜAŞ Kurulu Gücünün Yıllar İçerisindeki Değişimi



5.3.2. Tutarlılık Analizi

Modelin önermiş olduğu 32 hidroelektrik santralinin 4 tanesi Özelleştirme İdaresi Başkanlığı tarafından özelleştirme kapsam programına alınan santraller ile tutarlı, 23 tanesinin ise gerçekleşen özelleştirme kararları ile tutarlı olduğu görülmektedir. HES grubu için modelin tutarlılığı %84'tür. DGKÇ grubundan azaltılması önerilen 4 santralin biri ÖİB planıyla uyumlu iken, birinin gerçekleşen özelleştirme kararıyla tutarlı olduğu görülmektedir. Bu grup için tutarlılık oranı ise %50'dir. Son olarak TS grubu için baktığımızda, model tarafından önerilen 13 santralin 9'unun gerçekleşen durumla uyumlu olduğu görülmektedir. TS grubu ÖİB tarafından henüz plana dâhil edilmediği için burada bir karşılaştırma yapılamamıştır. Bu grup için tutarlılık oranı ise %69'dur. Tablo 4'te her bir grup için tutarlılıklar özetlenmiştir.

Tablo: 4
Tutarlılık Analizi Sonuçları

Santral Grubu	ÖİB ile uyumlu santral sayısı (#)	Gerçekleşen ile uyumlu santral sayısı (#)	Toplam azaltılan santral sayısı (#)	Tutarlılık oranı (%)
HES	4	23	32	84%
DGKC	1	1	4	50%
TS	-	9	13	69%

Sonuçlardaki küçük tutarsızlıkların nedenleri arasında; modelin yanlış karar almış olabileceği gibi, gerçekleşmiş durumda o günün ülke koşullarının makul olmayan özelleştirme kararı almayı gerektirmiş olabileceği de göz ardı edilmemelidir. Daha açık bir ifadeyle modelin özelleştirmeyi önerdiği santraller ile o dönemde özelleştirilmiş santraller birebir aynı değildir. Özelleştirilen fakat modelin özelleştirmeyi makul bulmadığı santrallerin yanı sıra modelin önerdiği ancak gerçek hayatta özelleştirme kapsamına alınmayan santraller de bulunmaktadır. Bu farklılıkların sebebi modelin sunduğu önerinin söz konusu santraller için hatalı olmasından kaynaklanabileceği gibi, o dönemki kararların bazı sebeplerle makul olmasa bile uygulanması gerektiğinden kaynaklanabilir.

5.3.3. Kâr

2010-2020 yılları periyodu için modelin önerdiği azaltım planına göre şirketin net bugünkü kârı 61,2 milyar dolardır.

6. Piyasa Gücü ve Rekabet Analizi

Bu bölümde sunulan modelin Türkiye elektrik üretim sektörünün serbestleşmesine olan katkısını değerlendirmek adına piyasa gücü ve rekabet analizi çalışması yapılmıştır. Analiz hem zaman içerisinde gerçekleşen özelleştirme uygulamaları hem de modelin önerdiği azaltım planı neticesinde EÜAŞ'ın 2010-2020 yılları içerisindeki kurulu güç değişimi ele alınarak yapılmıştır. Piyasa gücü ve piyasanın rekabet durumuna ilişkin sonuçlar gerçekleşen ve önerilen durum için karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Analiz için piyasa gücünün tespit edilmesi ve piyasaların rekabetçiliğinin incelenmesi amacıyla kullanılan Piyasa Payı Endeksi (PPE), Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHE), Arz Payı Tahlili (APT) ve Artık Tedarik Endeksi (ATE) kullanılmış ve her bir endekse ilişkin sonuçlara ayrı başlıklar halinde yer verilmiştir.

6.1. Piyasa Payı Endeksi (PPE)

Bir piyasanın monopole veya rekabete yakınlığı o piyasadaki yoğunlaşma durumuna göre tespit edilebilir. Piyasa yoğunlaşması herhangi bir piyasadaki pazar payının az sayıdaki tedarikçi tarafından hâkimiyet altına alınması anlamına gelmektedir. Konsantrasyonu/yoğunlaşmayı ölçen endeksler aracılığıyla piyasadaki tedarikçiler arasındaki pazar payı ölçülebilir ve o piyasadaki rekabet düzeyi hakkında fikir sahibi olunabilir (Sensoy, 2019: 3). En yaygın olarak kullanılan yoğunlaşma endekslerinden biri Piyasa Payı Endeksidir (PPE). PPE uygulaması oldukça pratik olan sayısal bir göstergedir ve piyasadaki en büyük n şirketin pazar payının yüzdesi olarak tanımlanır. PPE

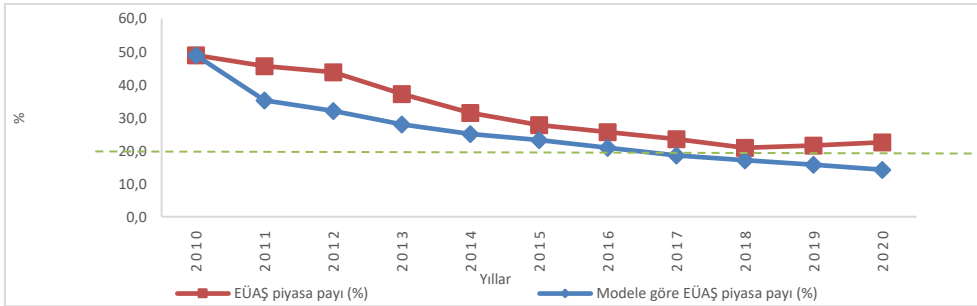
hesaplandıktan sonra bir referans noktasına göre ele alınan şirketin piyasa gücüne sahip olma durumu ile piyasada rekabetin yeterli düzeyde olup olmadığı belirlenmektedir. ABD Federal Enerji Düzenleme Komisyonu (FERC) en büyük PPE için bu oranı %20 olarak belirlemiştir (Twomey et al., 2005: 15). Daha açık bir ifadeyle, bir ya da birkaç firma pazar payının %20'sinden fazlasına sahipse piyasa gücünü kullanabilme potansiyeline sahiptir.

$$PPE_i = \frac{(Kurulu\ güç)_i}{Toplam\ kurulu\ güç} \quad (17)$$

EÜAŞ'ın gerçekleşen ve modelin önerdiği azaltım planı doğrultusunda sahip olduğu kurulu gücüne göre yıllık pazar payı değişimleri Şekil 9'da gösterilmiştir. Gerçekleşen durumda PPE'ne göre EÜAŞ'ın pazar payı özelleştirmeler nedeniyle yıllar içerisinde giderek azalmış ancak 2018 yılı itibarıyla tekrar artışa geçmiştir. 2018 yılında EÜAŞ ve TETAŞ'ın EÜAŞ'ın çatısı altında birleşmesiyle birlikte şirketin kurulu gücü artmış ve bu durum şirketi yeniden hâkim bir katılımcı haline getirmiştir. Şekil 9'dan da açıkça görüleceği gibi 2010-2020 yılları boyunca %20'lik sınırın üzerinde kaldığı için EÜAŞ'ın piyasa gücü konumunda olduğunu söylemek mümkündür.

Bununla birlikte, modelin önerdiği özelleştirme/azaltım planı doğrultusunda 2017 yılı itibarıyla EÜAŞ'ın piyasa gücü azalmakta ve Türkiye elektrik piyasası serbestleşme sürecine girmektedir. Buradan hareketle modelin önerdiği özelleştirme planının Türkiye elektrik piyasasını rekabetçi bir yapıya ulaştırması açısından etkili sonuçlar verdiği açıktır.

Şekil: 9
Gerçekleşen Durum ve Modele Göre EÜAŞ Piyasa Payı Endeksi



6.2. Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHE)

Yoğunlaşma endekslerinin zayıf yönü pazar payı dağılımının geri kalan kısmında yer alan bilgileri kullanmamasıdır (Shukla & Thampy, 2011: 2706). Diğer bir deyişle, bir katılımcının pazar payının yüksek veya düşük olması, pazar gücü hakkında bir sonuca varmak için tek başına yeterli olmayacaktır. Bu dezavantajını gidermeye yönelik olarak elektrik sektöründe yaygın olarak uygulanan ve piyasa gücü potansiyelini daha anlamlı bir şekilde gösteren endeks Herfindahl-Hirschman Endeksi'dir (HHE). HHE bir piyasanın tekeli, oligopol veya rekabetçi yapısı hakkında fikir vermektedir. HHE'nin sifıra yaklaşan

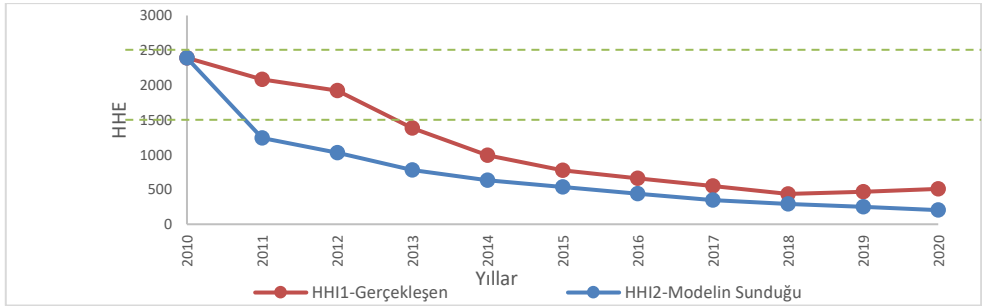
değerlerinde mükemmel rekabet olduğu kabul edilmektedir. HHE sektördeki tüm firmaların pazar paylarınının karelerinin toplamı olarak tanımlanır:

$$HHE = \sum_i^n (S_i)^2 \quad (18)$$

Burada S_i i firmasının piyasa payı ve n piyasadaki tedarikçi sayısıdır. Amerika Birleşik Devletleri Adalet Bakanlığı, HHE'nin 1500'den az olduğu piyasaları rekabetçi, 1500 ile 2500 arasındakileri kısmen yoğunlaşmış piyasa (oligopol) ve 2500 ve üstü olanları çok yoğunlaşmış piyasa kabul etmektedir (Kaminski, 2012: 141).

Şekil 10 incelendiğinde gerçekleştirilen özelleştirmeler ile birlikte 2013 yılı sonrasında serbest piyasa yapısına yaklaşırken, modelin önerdiği özelleştirme planı ile daha erken bir tarihte piyasadaki yoğunlaşmanın azaldığı görülmektedir. Gerçekleşen durum için HHE değerinin 2018 yılında tekrar artışa geçmesinin sebebinin EÜAŞ-TETAŞ birleşmesi olduğu göz ardı edilmemelidir.

Şekil:10
Gerçekleşen Durum ve Model GÖRE HHE



6.3. Arz Payı Tahlili (APT)

Rekabetin takip edilmesine yönelik olarak kullanılan endeksler genel olarak piyasada arz tarafında oluşan yoğunlaşmayı ve üreticilerin fiyata müdahale edebilme kabiliyetlerini ölçmektedir. Arz Payı Tahlili (APT) Endeksi ise piyasada oluşan puant talebi de dikkate alarak bir analiz yapma imkânı sunmaktadır. APT endeksi bir tedarikçinin üretim kapasitesi olmadan piyasada günlük puant talebinin karşılanıp karşılanmadığını analiz eder. APT endeksi aşağıdaki gibi hesaplanır:

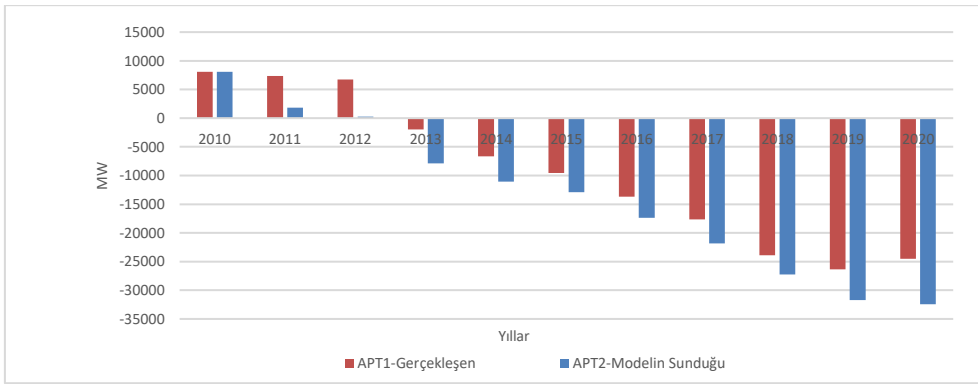
$$APT_i = D_p - \sum_i^n S_{-i} \quad (19)$$

D_p , piyasanın puant talebini ve S_{-i} i tedarikçisi haricindeki tüm tedarikçilerin üretim kapasitesini ifade etmektedir. APT herhangi bir tedarikçi için pozitif ise o tedarikçi piyasa gücüne sahiptir. Çünkü söz konusu tedarikçi olmadan puant talep karşılanamaz ve bu durumda söz konusu tedarikçinin piyasa gücü rekabeti bozacak seviyede demektir. Rekabetin sağlıklı işleme için hiçbir tedarikçinin piyasa gücü olmamalıdır. Tam rekabetçi

bir piyasa yapısı için her tedarikçinin APT endeksi mümkün olduğunca azaltılmalıdır (Elmahi, 2020).

Şekil 11 incelendiğinde her iki durumda da EÜAŞ'ın APT endeksi 2013 yılına kadar rekabeti bozacak seviyededir. Bu yıl itibariyle özelleştirmelerle birlikte piyasada hâkim konumda bir tedarikçi olan EÜAŞ'ın piyasa gücü azalmaktadır. Gerçekleşen durum ile modelin önerdiği plana göre piyasanın serbestleşmeye başlaması aynı yıla denk gelse de modelin önerdiği plan doğrultusunda APT değerlerinin nispeten daha fazla azalmasıyla şirketin piyasa gücü nispeten daha da azalmaktadır.

Şekil: 11
Gerçekleşen Durum ve Modele Göre EÜAŞ İçin APT Endeksi



6.4. Artık Tedarik Endeksi (ATE)

Piyasa payı endeksi ve Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHI) en çok bilinen ve tercih edilen endeksler olmasına karşın bu endeksler talep düzeyi ve piyasanın mevcut durumu gibi rekabetin bazı yönlerini dikkate almamaktadır. Piyasadaki bazı katılımcılar nispeten küçük bir pazar payına sahip olsalar bile piyasa gücünü kullanmaya devam edebilmektedir (Sensoy, 2019: 4). Bu sebeple piyasa gücü analizi yaparken APT endeksinde olduğu gibi talep tarafının da göz önüne alınması daha doğru yorum yapabilmek açısından önemlidir. Bu ihtiyaç doğrultusunda California Bağımsız Sistem Operatörü (CAISO) tarafından geliştirilen Artık Tedarik Endeksi (ATE) piyasa gücünün potansiyelini belirlemek için kullanılmaktadır. ATE talep koşullarını (arz koşullarına ek olarak) potansiyel piyasa gücünün bir ölçüsüne dâhil etme girişiminin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır (Sensoy, 2019: 4). APT endeksinde benzerlik göstermekle birlikte burada puant talep yerine belirli bir saatte oluşan talep dikkate alınmaktadır. Ayrıca, APT endeksinin aksine ATE için yıllık olarak değerlendirme yanıltıcı sonuçlar vermektedir. ATE belirli bir tedarikçinin talebi karşılamak için gerekli olup olmadığını inceler. ATE her bir i tedarikçisi için o tedarikçi haricindeki tüm tedarikçiler tarafından sunulan toplam tedarik ile belirli bir saatte talep edilen miktar arasında bir oran olarak hesaplanır:

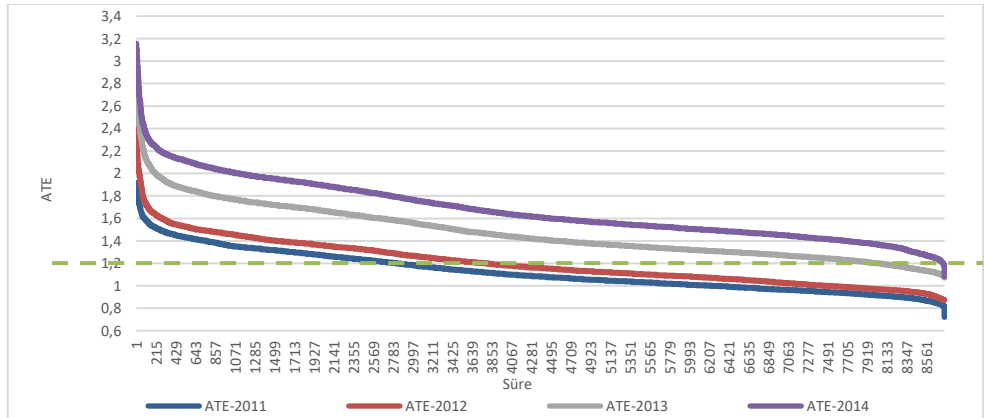
$$ATE_i = \frac{\sum_i^n S_{-i}}{D_t} \quad (20)$$

D_t , piyasada belirli bir t saatinde oluşan talebi ve S_{-i} i tedarikçisi haricindeki tüm tedarikçilerin üretim kapasitesini ifade etmektedir. Belirli bir tedarikçi için ATE 1'den büyük olduğunda i tedarikçisi dışındaki tüm tedarikçiler toplam talebi karşılamaya yeterlidir (Sheffrin, 2002: 13). Ancak 1'den küçük ise ilgili tedarikçinin kapasitesinin olmaması durumunda piyasada toplam talebi karşılayacak kurulu gücün olmadığı sonucuna varılır. Bu nedenle, tedarikçi i'nin talebi karşılama kapasitesine ihtiyaç vardır. ATE 1,2 veya daha fazlaysa, piyasayı makul ölçüde rekabetçi olarak değerlendirilmektedir.

Öte yandan Sheffrin (2002) ATE'nin belirli bir saatten ziyade tüm saatler için hesaplanması gerektiğini ifade etmektedir. Bu sebeple ATE sonuçları yük süre eğrisi temelinde saatlik olarak ATE-süre şeklinde sunulmuştur. APT endeksi sonuçları da göz önüne alınarak 2011-2014 yılları için gerçekleşen duruma ve modelin önerdiği özelleştirme planı neticesinde oluşan duruma göre ATE gelişimi saatlik olarak sırasıyla Şekil 12 ve Şekil 13'te verilmektedir.

Şekil 12'ye göre gerçekleşen durumda 2011 ve 2012 yıllarının önemli bir kısmında oluşan talep EÜAŞ'ın kapasitesi olmadan karşılanamamaktadır. Sheffrin (2002) rekabetçi bir pazar için ATE değeri bir yıldaki saatlerin %5'inden fazlası için (yaklaşık 438 saat) %110'dan az olmaması gerektiğini iddia etmektedir. 2011 yılında saatlerin %54'ü (4716 saat), 2012 yılında ise saatlerin %36'sı (3205 saat) için ATE %110'dan azdır. Gerçekleşen durumda ATE ancak 2013 yılında rekabetçi bir piyasayı yansıtacak değeri alabilmiştir.

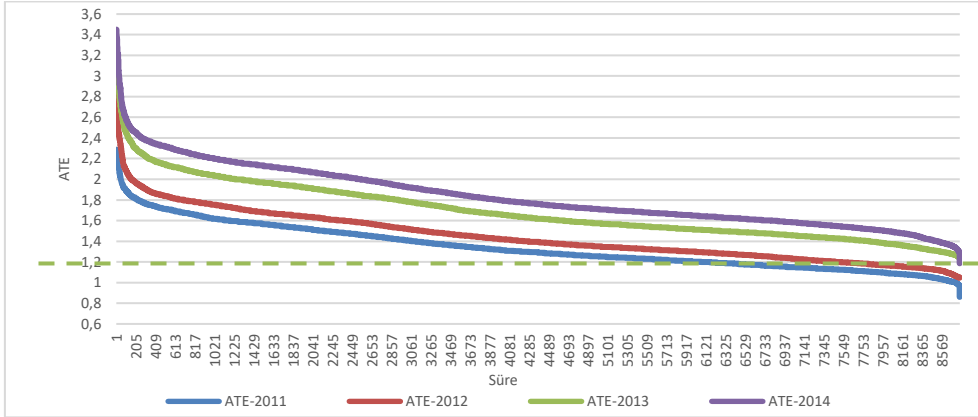
Şekil: 12
Gerçekleşen Duruma Göre ATE



Şekil 13'e göre modelin önerdiği durumda 2011 ve 2012 yıllarının belirli bir zaman diliminde oluşan talep EÜAŞ'ın kapasitesi olmadan karşılanamamaktadır. Fakat Sheffrin (2002)'in değerlendirmesine dayanarak önerilen modele göre 2011 yılında saatlerin %9,8'i

(861 saat) için ATE %110'dan azdır. Ancak 2012 yılında saatlerin yalnızca %1,5'i (136 saat) için ATE değerinin %110 değerinin altına düştüğü görülmektedir. Bu durumda modelin önerdiği plana göre talebi karşılama noktasında 2012 yılı itibarıyla EÜAŞ'ın piyasa gücü azalmış ve böylece piyasanın rekabetçi bir yapıya dönüşümü başlamıştır.

Şekil: 13
Modele Göre ATE



7. Sonuç

Dünyada pek çok ülkede yaşanan elektrik piyasasındaki yapısal dönüşüm sürecinin bir benzeri ülkemizde de yaşanmış ve piyasa yapısı son 30 yılda sürekli gelişime ve değişime uğramıştır. Enerji piyasasının serbestleştirilmesi ve kamu mülkiyetindeki varlıkların özelleştirilmesi uzun süredir Türkiye gündeminde olmasına rağmen ne yazık ki yeterince gerçekleştirilememiştir. 2006 yılından itibaren elektrik piyasasını rekabete açmak için özelleştirme süreci başlatılmıştır. Elektrik dağıtım sektörüyle başlayan özelleştirme süreci Elektrik Üretim Şirketine ait bir kısım santrallerin Özelleştirme İdaresi Başkanlığına devri ile devam etmektedir.

Elektrik piyasalarında yaşanan dönüşümle birlikte rekabete dayalı serbest bir piyasa yapısına erişmek için kamuya ait varlıkların özelleştirilmesinin gerekliliği, önemi ve ekonomik faydaları hakkında akademik yayınlar yapılmış ve halen yapılmaktadır. Ancak özelleştirme sürecinin planlanmasına ilişkin herhangi bir analitik çalışmaya veya matematiksel modele rastlanmamıştır. Bu amaçla, bu çalışma da Türkiye elektrik üretim sektörünün serbestleşme yolculuğuna hizmet edecek şekilde özelleştirme sürecini planlayan analitik bir model sunulmuştur. Bu bağlamda, bu çalışmada kamuya ait elektrik üretim santrallerinin özelleştirilme süreci söz konusu şirketin kapasite azaltımı olarak ele alınmış ve bu süreci modelleyen bir Kapasite Azaltım Planlama Modeli (KAPM) geliştirilmiştir. Geliştirilen model ile kamuya ait elektrik üretim santrallerinin yıllar içerisinde kademeli olarak azaltımı/özelleştirilmesi yapılmaktadır. Model belirlenen kısıtlar altında hangi yılda

hangi santralin özelleştirilmesi ile ilgili kararı şirketin kârını gözetenek vermektedir. Öte yandan, model geriye kalan/özelleştirilmeyen kurulu güç ile şirketin yapmış olduğu uzun vadeli ikili anlaşmalardan kaynaklanan yükümlülüklerini yerine getirecek şekilde en uygun planı sunarak arz güvenliğini de göz önüne almaktadır. Dolayısıyla bu çalışma elektrik sektörünün serbestleştirilmesi adına önemli bir reform olarak kabul edilen özelleştirme sürecinin planlanması için işlevsel bir araç sunmaktadır.

Geliştirilen Kapasite Azaltım Planlama Modelinin etkinliğini değerlendirmek ve uygulanabilirliğini doğrulamak adına EÜAŞ'ın 2010-2020 yılları arasında sahip olduğu kurulu gücü ele alınarak bir örnek çalışma sunulmuştur. Söz konusu dönem için model sonuçları gerçekleşen özelleştirme süreci ile karşılaştırılmış ve sonuçlar modelin gerçekleşen özelleştirme kararları ile yüksek oranda tutarlı olduğunu göstermiştir. Özellikle kurulduğu günden bu yana şirketin kurulu gücünün büyük bir kısmını oluşturan Hidroelektrik Santraller (HES) için modelin önerdiği özelleştirme planı ile gerçekleşen durumun büyük oranda uyumlu olduğu görülmüştür. Böylece model bulunduğumuz yıl itibarıyla EÜAŞ mevcut kurulu gücü için çalıştırabilir ve geleceğe yönelik santral özelleştirmeleri şirketin kârını korurken, arz güvenliğini de tehlikeye atmayacak şekilde planlanabilir.

Tutarlılık analizinin yanı sıra, sunulan modelin Türkiye elektrik piyasasının serbestleşmesine katkısını değerlendirmek adına piyasa gücü ve rekabet analizi yapılmıştır. Literatürde sıklıkla kullanılan Piyasa Payı Endeksi, Herfindahl-Hirschman Endeksi (HHE), Arz Payı Tahlili (APT) ve Artık Tedarik Endeksi (ATE) analiz için tercih edilmiştir. Her bir endeks özelinde rekabetçi piyasaya erişim için kabul görmüş sınır değerleri baz alınarak piyasanın durumu ve EÜAŞ'ın piyasa gücüne sahip olup olmadığı değerlendirilmiştir. Endeksler 2010-2020 yılları için EÜAŞ'ın gerçekte sahip olduğu kurulu gücü ve modelin sunduğu kapasite azaltım planı neticesinde geriye kalan kurulu gücü için uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Kullanılan dört endekse göre de modelin önerdiği özelleştirme planının uygulanması halinde piyasanın daha erken yıllarda rekabetçi bir yapıya ulaştığı gözlemlenmiştir. Yapılan analizler de bu çalışmanın Türkiye elektrik üretim piyasasının rekabete dayanan bir yapıya ulaşması adına önemli bir hizmet sunduğu ortaya koyulmuştur.

Özetle, Türkiye elektrik üretim sektörünün rekabete dayalı serbest bir yapıya dönüşmesi adına EÜAŞ sahipliğindeki santrallerin özelleştirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, geliştirilen KAPM başta Türkiye elektrik üretim sektörü olmak üzere serbestleşme yolunda olan elektrik piyasalarındaki karar vericilere özelleştirme süreci hakkında rehberlik etmektedir. Ayrıca model, özelleştirme sürecinin bir parçası olan devlete ait işletmelerin mevcut kurulu gücünü kullanarak kârlarını maksimize eden bir üretim stratejisi geliştirmesine de olanak tanımaktadır. Bu yönüyle çalışma politika yapıcılara özelleştirme sürecini planlayan analitik bir araç sunarken, özelleştirme kapsamında olan şirketin karını koruyacak şekilde geriye kalan kurulu gücü ile üretime devam edebileceği bir plan ortaya koymaktadır. Tüm bunlara ek olarak, model sayesinde yapılacak özelleştirmenin sonucu ve etkileri önceden öngörülebilmektedir.

Geliştirilen KAPM sadece kamu varlıklarının özelleştirme sürecine rehberlik etmekle kalmayıp gerek devletin gerekse bir veya birkaç şirketin sahip olduğu piyasa gücünü kısıtlamak için kapasite azaltımının gerekli olduğu durumlarda da önemli bir yol gösterici niteliğindedir. Öte yandan, model piyasada hâlihazırda var olan ve yeni girecek özel katılımcılara özelleştirilmesi planlanan enerji santrallerinin mülkiyetini elde etmeleri yönünde önemli yatırım sinyalleri sunmaktadır.

Kapasite genişletme planlaması gibi belirli problemler için genel modeller olmasına rağmen, kapasite azaltma planlaması için bir çerçeve bulunmamaktadır. Bu yönüyle de geliştirilen KAPM, azaltım kararları ile ilgili çalışmalara temel oluşturmaktadır. Bu bağlamda model yalnızca özelleştirme kararları için değil sektördeki herhangi bir şirketin küçülme kararı için de kullanılabilir olacaktır.

Gelecekteki çalışma planları arasında modelin ayrıntılı üretim planı sunacak şekilde geliştirilmesi yer almaktadır. Bununla birlikte, daha fazla santralin olduğu büyük sistemlerde daha uzun planlama süreleri için KAPM bir sonraki çalışmada uygulanacaktır. Ayrıca elektrik üretim piyasasında var olan diğer katılımcılarında dâhil edildiği ve oyun teorisi kapsamında kapasite artırma ve azaltma kararlarının birlikte ele alındığı bir model gelecek çalışmalar arasında yer almaktadır.

Kaynaklar

- Ağralı, S. et al. (2018), "Energy investment planning at a private company: A mathematical programming-based model and its application in Turkey", *IEEE Transactions on Power Systems*, 32(6), 4180-4187.
- Akkemik, K.A. & F. Oğuz (2011), "Regulation, efficiency and equilibrium: A general equilibrium analysis of liberalization in the Turkish electricity market", *Energy*, 36, 3282-3292.
- Bagdadioglu, N. & N. Odyakmaz (2009), "Turkish Electricity Reform", *Utilities Policy*, 17, 144-152.
- Başaran, A.A. & N. Bağdadioğlu (2010), "Türkiye Elektrik Sektöründe Reform Süreci, Regülasyon ve Rekabet Politikası", *Sosyoekonomi*, 12(12), 138-148.
- Çetintaş, H. & İ.M. Bicil (2015), "Elektrik Piyasalarında Yeniden Yapılanma ve Türkiye Elektrik Piyasasında Yapısal Dönüşüm", *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 2(2), 1-15.
- Elzein Elmahi, A.I. (2020), "Maksimum Rekabet Amaçlı Elektrik Üretim Kapasite Planlaması", *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Erdogdu, E. (2007), "Regulatory reform in Turkish energy industry: An analysis", *Energy Policy*, 35, 984-993.
- EÜAŞ (2020), *2020 Yılı Faaliyet Raporu*, <<https://www.euas.gov.tr>>, 21.09.2021.
- Gencer, B. vd. (2020), "Understanding the coevolution of electricity markets and regulation", *Energy Policy*, 143, 111585.
- Hasanov, M. (2017), "Analyzing the effects of import liberalization in the Turkish natural gas market", *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 12(3), 237-242.

- IEA (2021), *Turkey 2021 Energy Policy Review*, <<https://www.iea.org/reports/turkey-2021>>, 17.07.2021.
- Joskow, P.L. (2008), "Lessons learned from electricity market liberalization", *The Energy Journal*, 29(2), 9-42.
- Kaminski, J. (2012), "The Development of Market Power in The Polish Power Generation Sector: A 10-Year Perspective", *Energy Policy*, 42, 136-147.
- Koç, Ö.E. & M.A. Gülşen (2018), "Elektrik Enerjisi Piyasasında Regülasyon ve Bağımsız Düzenleyici Kurumlar: Türkiye Örneği", *Sosyoekonomi*, 26(38), 37-51.
- Kösedođlu, B. Y. & O. Aydoğuş (2014), "Türkiye Elektrik Piyasası Reformunun Elektrik Fiyatlarına Etkisi: Ampirik Bir Analiz", *TİSK Akademi*, 9(18), 98-117.
- Kurum, M.A. (2010), "Elektrik Sektöründe Özelleştirme, Regülasyon ve Türkiye Uygulaması", *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- MacKay, A. & I. Mercadal (2022), "Deregulation, Market Power, and Prices: Evidence from the Electricity Sector", *HBS Working Paper Series*, Available at SSRN 3793305.
- Mansur, E.T. (2008), "Measuring welfare in restructured electricity markets", *The Review of Economics and Statistics*, 90(2), 369-386.
- Nazemi, A. & M. Mashayekhi (2015), "Competitiveness assessment of Iran's restructured electricity market", *Energy Economics*, 49, 308-316.
- Necoechea-Porras, P.D. et al. (2021), "Deregulation in the Energy Sector and Its Economic Effects on the Power Sector: A Literature Review", *Sustainability*, 13(6), 1-23.
- ÖİB (2020), *Özelleştirme İdaresi Başkanlığı 3. Proje Grup Başkanlığı Portföyü*, <<https://www.oib.gov.tr/3-proje-grup-baskanligi/>>, 17.06.2021.
- Özkan, A.F (2011), "Towards a fully liberalized Turkish electricity market: Progress and Problems", *International Energy Law Review*, 29(3), 101-115.
- Pera, A. (1989), "Deregulation and privatization in an economy-wide context", *OECD Economic Studies*, 12, 159-204.
- RK (2015), *Rekabet Kurumu Elektrik Toptan Satış ve Perakende Satış Sektör Araştırması*, <<https://www.rekabet.gov.tr>>, 21.06.2021.
- Sensoy, N. (2019), "Market Power Analysis for the Turkish Electricity Market", *16th International Conference on European Electricity Market*, Ljubljana, Slovenia, 1-5.
- Sheffrin, A. (2002), "Predicting market power using the residual supply index", *FERC Market Monitoring Workshop*, California ISO, 1-16.
- Shukla, U.K. & A. Thampy (2011), "Analysis of competition and market power in the wholesale electricity market in India", *Energy Policy*, 39(5), 2699-2710.
- Şenerdem, E.D. & K.A. Akkemik (2020), "Evaluation of the reform in the Turkish electricity sector: A CGE analysis", *International Journal of Economic Policy Studies*, 14, 389-419.
- Twomey, P. et al. (2005), "A review of the monitoring of market power: the possible roles of TSOs in monitoring for market power issues in congested transmission systems", *Journal of Energy Literature*, 11(2), 3-54.
- Zenginobuz, Ü. (2000), "Elektrik Sektöründe Özelleştirme, Rekabet ve Regülasyon", *Perşembe Konferansları*, Ankara: Rekabet Kurumu, 101-147.