

## ELEKTRİK PİYASASINDA AKILLI ŞEBEKELER: NE KADAR AKILLI OLMALI? SMART GRID IN ELECTRICITY MARKET: HOW SMART SHOULD IT BE?

Bilal ÖĞÜNLÜ<sup>1</sup>

1. Enerji Uzmanı, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu  
İşçi Blokları Mahallesi Muhsin Yazıcıoğlu Caddesi No:51/C  
06530 Yüzüncüyıl / Çankaya / ANKARA  
e-posta: [bogunlu@epdk.org.tr](mailto:bogunlu@epdk.org.tr)

### ÖZETÇE

Elektrik piyasalarında akıllı şebekeler; üretim tarafında, arz güvenliğine ve çevresel etkinin azaltılmasına katkı sağlamakta, şebeke tarafında, enerjinin etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesine olanak vermekte, talep tarafında ise kaliteli ve düşük maliyetli enerjiye erişimi kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte, akıllı şebekeler mikro düzeyde işletmelere, operasyonel verimlilik, finansal risk, mevzuata uyum, müşteri hizmetleri gelişimi ve gelir artırımı alanlarında değer katmakta ve şirketlere çeşitli fırsatlar sunmaktadır. Diğer taraftan, makro düzeyde ülkemize, ekonomik ve sosyal gelişim açısından yeni iş fırsatları ve iş alanları sağlayarak ekonomik ve sosyal gelişim açısından katkıda bulunmaktadır. Bu çalışma ile elektrik piyasasında akıllı şebekelere düzenleyici perspektiften bakılarak; yukarıda özetlenen fırsatları karşılama adına, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından, geliri düzenlemeye tabi şirketlere mevcut şebekelerini dönüştürmeleri için ne kadar yatırım öngörülmesi gerektiği hususu bir metodoloji çerçevesinde teklif edilecektir.

### ABSTRACT

In electricity markets, on generation side, smart grids provide contributions to security of supply and reduction in environmental impact; on grid side, they allow energy to be managed in a more effective and efficient manner; on demand-side, they make access to high-quality and low-cost energy easier. Besides, at micro level, smart grids offer a variety of opportunities for companies and add values to them in terms of operational efficiency, financial risk, regulatory compliance, customer service improvement and income transfer. On the other hand, at macro level, they provide contributions to the economic and social development of our country by providing job opportunities and new business areas. Considering outlined opportunities mentioned above have been analyzed from the regulatory perspective in terms of economic and social development, this study aimed to offer a methodology on how much investment should be foreseen by Energy Market Regulatory Authority for regulated companies to transform their existing grids.

### 1. GİRİŞ

Dünya üzerinde elektrik piyasalarında serbestleşme yaygınlaştıkça, bu alanda düzenlemeye olan ihtiyaç da bir o kadar artmaktadır. Çünkü geliri düzenlemeye tabi doğal tekel yapıların, serbest piyasa düzeni içerisinde finansal bir problemle karşılaşmadan sistem işletilebilirliği, düzenleyici kurumların omuzlarına önemli yükler yüklemiş bulunmaktadır.

Gelişen teknolojiler ve artan ihtiyaçlar, bu düzenlemenin sosyal açıdan optimize edilmeye olan ihtiyacını yadsınmaz kılmakta ve optimizasyon neticesi ortaya çıkan faydanın tüm paydaşlara yansıtılmasını gerektirmektedir.

Bu amaç ile, akıllı şebeke düzenlemesi çalışmalarına yeni bir boyut katma adına, optimal düzenleme stratejilerini akıllı şebekelerde yatırım düzenlemesi adına uygulamaya karar verilmiştir. Bu kapsamda detaylı bir çalışma yapılması planlanmaktadır. Bu bildiri ise söz konusu bu çalışmanın ana hatlarını tanıttacaktır.

Bu bildirinin ikinci bölümünde üzerinde çalıştığımız akıllı şebeke tanımı verilecek, üçüncü bölümde akıllı şebekeler ile hedeflenen faydalar düzenleyici perspektiften aktarılacak, dördüncü bölümde kullanılan düzenleme enstrümanları özetlenecek ve beşinci bölümde akıllı şebeke düzenleme metodolojimiz aktarılıp, altıncı bölümde sonuçlar tartışılacaktır.

Bu bildirideki yazarın şahsi çalışmaları, hiçbir kurum ya da kuruluşun resmi görüşü olarak kabul edilemez.

### 2. AKILLI ŞEBEKE NEDİR?

Akıllı şebekeleri düzenleyebilmek için bir Düzenleyici Kurumun atması gereken ilk adım, akıllı şebekelerin piyasada nasıl algılanması gerektiğini ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda, Düzenleyici Kuruma ve piyasada oluşan algıya yardımcı olmak adına, bu çalışma ile aşağıdaki kapsamlı tanım oluşturulmuştur.

Düzenleyici perspektiften akıllı şebekeler; elektrik, su ve doğalgaz gibi şebeke ile iletim ve dağıtım sağlanan kaynakların sürekli, güvenilir, kaliteli ve verimli olarak kullanılması amacıyla; üretici, tedarikçi, sistem işletmecisi ve tüketici arasında karşılıklı elektronik iletişimi sağlayacak akıllı sayaç, izleme ve kontrol sistemlerinin şebekeye eklenerek, gerekli izleme, sevk ve kontrol işlemlerinin yerine getirilmesine imkân veren altyapılar olarak tanımlanabilir.

Bu tanımın sadece akademik çalışmalar neticesi yayımlanan dokümanlarda yer alması kâfi değildir. Ayrıca bu tür tanımlar muhakkak mevzuat içerisinde yer bulmalı ve hukuksal bir zemine oturtulmalıdır.

### 3. AKILLI ŞEBEKE İLE HEDEFLENEN FAYDALAR

Yukarıda ortaya konulan akıllı şebekeler tanımı göz önüne alınarak Elektrik Piyasada hedeflenen faydaları kategorize edebiliriz. Akıllı şebekelere geçişte hedeflenen faydalar aşağıdaki üç kategori altında değerlendirilebilir:

- Üretim Tarafında;
  - Yenilenebilir enerji kaynakları ile yapılan üretimin sistem içerisindeki kullanım oranını artırarak, etkin dağıtılması ve ölçülmesi,
  - Elektrik üretiminde, fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması,
  - Üreticilerin şebeke ve sistem kısıtlarına ilişkin en doğru sinyalleri alması ve üretim kapasite artışı yatırımlarının buna göre yapıyor olması,
- Sistem İşletmecisi ve Şebeke Tarafında;
  - Talep tahmini modellerinin daha etkin çalışılması,
  - Puant yük kontrolünü daha verimli bir şekilde sağlanması,
  - İleride yapılacak şebeke yatırımlarının optimum olması,
  - Sürekli büyüyen talep için sürdürülebilir seviyede işletme ve yatırım maliyetlerinin düşürülmesi,
  - Arz güvenliğinin minimum maliyet ile etkin bir şekilde sağlanması,
  - Şebekeyi gerçek zamanlı olarak izleme olanağı sunulması ve şebeke güvenliğinin sağlanması,
  - Teknik ve ticari kaybı yerinde tespit edip en kısa sürede bertaraf etme olanağı sunması,
- Talep Tarafında;
  - Kullanıcıların saatlik oluşan fiyatlara aktif olarak tepki vermesini sağlayarak enerji verimliliğinin artırılması,
  - Gelişmiş müşteri hizmetleri olanakları sağlanması,
  - Talep seçeneklerinin artırılarak tüm katılımcılara en az öngörülen kalitede enerji tedariki sağlanması.

Özetle, akıllı şebekeler; üretim tarafında arz güvenliğine ve çevresel etkinin azaltılmasına katkı sağlamakta, şebeke tarafında enerjinin etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesine olanak vermekte, talep tarafında ise kaliteli ve düşük maliyetli enerjiye erişimi mümkün kılmaktadır.

Bununla birlikte, akıllı şebekeler mikro düzeyde işletmelere, operasyonel verimlilik, finansal risk, mevzuata uyum, müşteri hizmetleri gelişimi ve gelir artırımı alanlarında değer katmakta ve şirketlere çeşitli fırsatlar sunmaktadır. Diğer taraftan, makro düzeyde ülkemize, ekonomik ve sosyal gelişim açısından yeni iş fırsatları ve iş alanları sağlayarak ekonomik ve sosyal gelişim açısından katkıda bulunmaktadır.[1]

Düzenleyici Kurum yukarıda söz edilen faydalara ulaşabilmek için, sahip olduğu sorumluluk ve yetki çerçevesinde birtakım düzenleme enstrümanlarını kullanmak durumundadır. Bu enstrümanlar şebeke düzenleme çerçevesinde aşağıda incelenecektir.

### 4. ŞEBEKE DÜZENLEME ENSTRÜMANLARI

İktisadi aktivitelerin temeli piyasalar üzerine kurulmuştur. Şebeke endüstrileri de bu piyasaların düzenleme açısından önemli bir ayağını oluşturur. Elektrik ve doğalgaz gibi doğal tekel kabul edilen şebeke endüstrileri kendi doğaları gereği; hizmet sağlayıcının tek olmasından, sağlanan hizmetin ikamesinin zor oluşundan ve yatırımın el değiştirmesinin her an mümkün olmayışından ötürü, düzenlemeye ihtiyaç duymaktadırlar.

Söz konusu bu düzenlemenin iki temel ayağı mevcuttur. Bunlardan birisi, dağıtım şirketlerinin eşit taraflar arası ayırım gözetmeme ilkesiyle nitelendirdiğimiz bağlantı taleplerine eşit yakınlıkta durma, diğeri ise dikey ayırışma dediğimiz üretim, dağıtım ve tedarik gibi faaliyetlerin farklı şirketler eli ile yürütülüyor olmasıdır. Bu iki prensip ile aslında piyasa dinamikleri olan; üretim tarafında doğru yatırım sinyali verme, tedarik tarafındaki rekabeti tesis etme ve çapraz sübvansiyondan arınma amaçları doğrultusunda ciddi adımlar atılmış olmaktadır.[2]

Bu ilkeler çerçevesinde düzenleme enstrümanları literatürde iki kategori altında değerlendirilmektedir. Bunlar, dağıtım hizmetleri ve Ar-Ge çalışmaları açısından dağıtım şirketlerinin düzenlenmesi ile şebeke ve kullanıcı açısından kullanıcı katılımlarının düzenlenmesidir.[3]

Bu çalışma, konusu itibarıyla dağıtım şirketlerinin düzenlenmesi üzerinde duracaktır. Dolayısı ile kullanıcı katılımları bir başka çalışmaya bırakılmıştır.

Dağıtım şirketleri diğer kar amacı güden şirketler gibi ürünler ya da çıktılar elde edebilmek için bir takım kaynakları ya da girdileri kullanırlar. Bu girdiler dağıtım şirketleri için aslında teknoloji ve istihdam gibi kaynaklardır. Diğer taraftan çıktılar ise, nitelik ve nicelik olarak dağıtım hizmeti ürünleridir.[3]

Hiç şüphe yok ki dağıtım şirketleri, girdileri çıktılarına dönüştürürken birtakım maliyetlere katlanırlar. Bu maliyetlerin şirketin gelir düzenlemesi içerisinde yer alması genel olarak iki şekilde olur. Eğer şirket, bu maliyetlere

katlanmadan önce, uygulama dönemi başında, bir projeksiyon ile bu gelir gereksinimi oluşturuluyor ise bu düzenlemeye “ex-ante”, tahmine dayalı gelir düzenlemesi denir. Aksi durumda ise, yani, oluşan maliyetler daha sonradan şirketin gelir gereksinimini oluşturuyor ise buna da “ex-post”, gerçekleştirmelere dayalı gelir düzenlemesi denir.

Aslında kabul gören optimal düzenleme, ne saf ex-ante ne de saf ex-post yaklaşımıdır. Bu iki uç yerine, bunların her ikisini de içeren fakat daha çok ex-ante'ye yakın hibrit bir gelir düzenlemesi benimsenmektedir. Türkiye Elektrik Dağıtım sektörü de bu şekilde optimum bir yaklaşım ile düzenlenmektedir. Yani, uygulama dönemi öncesinde belirlenen gelir gereksiniminin, gerçekleşmeler sonucu uygulama dönemi sonunda hem fiyat hem de gelir açısından revize edilmesi benimsenmiştir.

Dağıtım şirketlerinin gelir gereksinimi belirlenirken bir takım araçlar kullanılır. Bu araçlar teşvik parametreleri olabileceği gibi, doğrudan gelir düzenlemesi parametreleri de olabilir. Yani gelir düzenlemesi, dağıtım hizmeti anlamında, hem girdileri hem de çıktıları düzenleyerek yapılabilir.

Dağıtım şirketlerinin faaliyetleri ile ilgili bilgi asimetrisi dikkate alındığında, aslında çıktıları düzenlemek girdileri düzenlemekten daha kolaydır. Çünkü dağıtım şirketi, tanımladığımız çıktıları ulaştırmak için elindeki girdileri istediği gibi optimize edebilirken, Düzenleyici Kurumun bu girdilere vakıf olup bunlar ile bir optimizasyon yapması aslında pek mümkün değildir.

Bu noktada, Düzenleyici Kurum çıktı düzenlemesi yapılırken, aşağıda sıralanan dört problemi de dikkate almalıdır:[3]

- Çıktıları tanımlamak ve bunları ölçmenin zorluğu,
- Girdi ile çıktıların arasındaki ilişkinin belirsiz olması,
- Öngörülen uygulama döneminin çıktıların tam olarak gerçekleşmesini göremeyecek kadar kısa olması,
- Dağıtım şirketlerinin bölgeselliği hususunun ulusal düzenleme için bazı teknik bariyerler oluşturması.

Özet olarak, tercih ettiğimiz düzenleme, aslında ex-post'tan ex-ante yaklaşımına kayan ve girdilerden çok çıktıları dikkate alan bir hibrit yaklaşım olmalıdır.

## 5. AKILLI ŞEBEKE DÜZENLEME MODELİ

İlk bölümdeki akıllı şebeke tanımımızda, bir tarafta üretime diğer tarafta ise tüketime yer vererek, akıllı şebekelerin Sistem İşletmecisinin ve Düzenleyici Kurumun manuel olarak yapması gereken üretim ve tüketimi eşleştiren optimizasyonunu gerçek zamanlı ve otomatik yapmaya imkân veren şebeke teknolojileri bütünü olduğunu vurgulamıştık.

Diğer taraftan, gelir düzenlemesini açıklarken, aslında, şebekeye yapılan tüm yatırımların nihai olarak gelir düzenlemesi ile talep tarafından finanse edildiğini anlatmaya çalışmıştık. Bu konudaki yaklaşımın ex-post'tan ex-ante

yaklaşımına kayan ve girdilerden çok çıktıları dikkate alan bir hibrit yaklaşım olduğunu belirtmiştik.

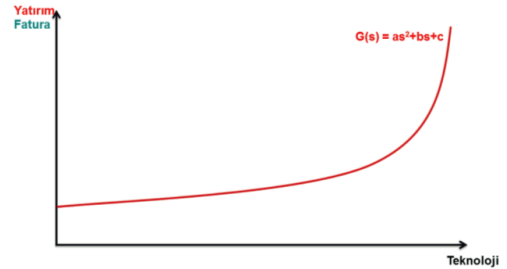
Bu çerçevede değerlendirecek olursak, Düzenleyici Kurumun tasarlaması gereken model, şebeke teknolojilerinden talep tarafının ihtiyaç duyduğu kadarnı uygulama dönemi başında ex-ante yaklaşımı ile gelir gereksinimi içerisinde dikkate alıp, uygulama dönemi içerisinde ex-post yaklaşım ile düzeltmeleri yaparken bir sonraki uygulama dönemi gelir gereksinimi için çıktıları izlemek üzerine kurgulanmalıdır.

Talep tarafının katıldığı bu yatırım optimizasyon modeli Düzenleyici Kurum için bir çeşit akıllı şebeke yatırım planlama aracıdır. Bu model ortaya konulurken girdi olarak kabul edilen parametre şebekeye yüklenecek akıllı teknolojiler ve buna karşılık gelen yatırım miktarı iken, çıktılar ise talep tarafının verilen hizmetten memnuniyeti ve buna karşılık gelen ödeme isteğidir.

Şekil-1'de de görüleceği üzere yatay eksen şebekeye yüklenecek teknolojilerin seviyesini temsil ederken, dikey eksen iki kısımdan oluşmakta, şebeke için bu teknolojilere karşılık gelen yatırım miktarını, talep tarafı için ise bu yatırıma karşılık gelen elektrik faturalarındaki birim bedel miktarını temsil etmektedir.

Bu modelde ilk olarak şebeke tarafını dikkate alırsak, şebeke için düşünülen her bir teknolojiyi o bölge için yatırım miktarına dönüştüren  $G(s)=as^2+bs+c$  türü doğrusal olmayan bir fonksiyon ile karşılıyoruz. Bu fonksiyon aslında çok karmaşık bir fonksiyon olabilir, ama biz burada sadece bu fonksiyonun bazı özellikleri ile ilgileneceğiz. (Şekil-1)

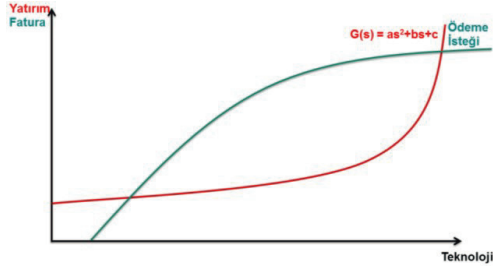
$G(s)$  fonksiyonu teknoloji ekseninde ilerledikçe artış hızı artan yani konveks bir fonksiyondur. Böylece, düşük teknolojilerde düşük değerlere karşılık gelen yatırım miktarı, teknoloji yükseldikçe çok daha yüksek miktarlara ulaşabilmektedir. (Şekil-1)



Şekil 1: Dağıtım Şebekesi Yatırım Fonksiyonu

Eğer bu fonksiyon bizim amaç fonksiyonumuz olursa ve buna karşılık hiçbir kısıtı dikkate almayacak olursak, o zaman fonksiyon sonsuz teknoloji ve buna karşılık gelen yatırım miktarına doğru ıraksar. Bu durumu, dağıtım şirketlerinin her bir yatırım kalemi için ayrıca bir getiri alması ve bu getirinin neden olduğu sınırsız bir yatırım yapma isteğine yol açması ile açıklayabiliriz.

Fakat, Düzenleyici Kurum, talep tarafının yatırımı finanse edeceği gerçeğini dikkate alarak, bu maksimizasyon problemine bir kısıt koymak durumundadır. Tabi ki bu kısıt, yatırımı finanse eden talep tarafının ödeme isteği olacaktır. Bu fonksiyon eğimi azalarak artan konkav bir fonksiyon olmalıdır. Çünkü yüksek teknolojiler için talep tarafının faturalarda ödeyebileceği miktar elbette doyuma ulaşacak ve eğim grafiğin sonlarına doğru düşecektir. (Şekil-2)



Şekil 2: Dağıtım Şebekesi Yatırım Fonksiyonu ve Talep Tarafı Ödeme İsteği Fonksiyonu

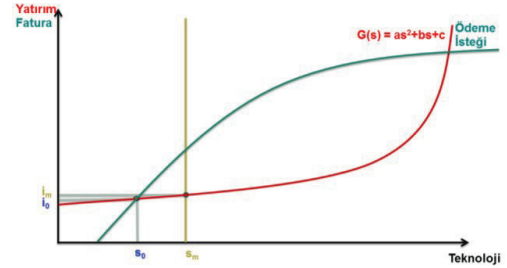
Talep tarafındaki ödeme isteği fonksiyonu ortaya konulurken bir takım metodlar kullanılabilir. Örneğin, talep tarafında uygulanan bir anket çalışması bu fonksiyonu bize adım fonksiyonu olarak çizme fırsatı vermektedir. Bu adım fonksiyonunun sürekli bir fonksiyona yaklaşması, ortaya konulan anket çalışmasının detaylı olması ile ilişkilidir.

Sözelimi anket çalışmasındaki ilk soru, “Sayacınızın dijital olmasını ister misiniz?” olabilir. Sorunun ikinci kısmında ise, “Eğer istiyorsanız, bu özellik için faturanızda ne kadar fazladan bedel görmek istiyorsunuz?” sorusu yer alabilir. Bu sorulara verilen cevaplar sonucu ortaya çıkan ağırlıklı ortalama bedel abone sayısı ile çarpılır ve soruda sorulan teknolojiye karşılık gelen yatırım gereksinimi bu şekilde belirlenir. Bu şekilde tüm sorulara verilen cevaplar ödeme isteği grafiğini adım fonksiyonlarının bileşkesi olarak oluşturur.

Türkiye geneli her 21 bölge için ayrı ayrı bu iki grafik ortaya konulduktan sonra görülecektir ki, bu fonksiyon çiftleri her bölgede farklılık göstermektedir. Bunların kesişim noktaları da doğal olarak farklıdır. 21 dağıtım bölgesi bazında ayrı ayrı çizilecek bu fonksiyonlar abone grubu bazında da ayrıştırılabilir. Çünkü her abone grubunun ödeme isteği şüphesiz farklı olacaktır. Bu kapsamda 21 bölgenin her birisi için belki sanayi, ticarethane, tarımsal sulama ve mesken gibi 4 farklı müşteri grubu çalışması yapılabilir.

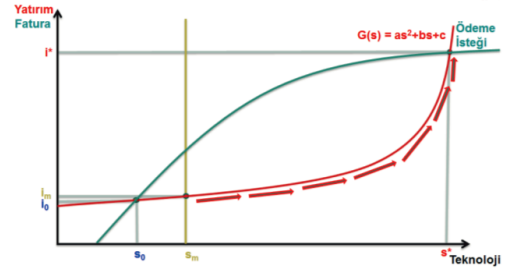
Bu kesişim noktalarının ilki olan  $(s_0, i_0)$  noktası o bölge için aslında talep tarafının razı olduğu minimum teknoloji ve buna karşılık gelen yatırım miktarı, yani ödeme isteğidir. Dolayısı ile bu  $(s_0, i_0)$  noktasının sol tarafı bu maksimizasyon problemi için kısıt dışında kalan kabul edilemez bir alandır. Tüm bölgeler için  $(s_0, i_0)$  noktaları ortaya konulduğunda, Düzenleyici Kurum ulusal bir minimum belirleme adına tüm bu 21 noktanın üstünde yer alacak daha iyi bir  $(s_m, i_m)$  noktasını belirleyip bunu mevzuatlaştırmalıdır. Bu nokta aslında 21 dağıtım şirketlerine durmaları gereken minimum

noktası deklere eder. Şekil-3 üzerinde görüleceği üzere  $s_m$  eşiği, Düzenleyici Kurumun mevzuat ile ortaya koyduğu ulusal bir eşiiktir. Bu eşikten daha düşük teknoloji seviyesi kabul edilebilir değildir ve cezai müeyyide ile karşılaşmalıdır.



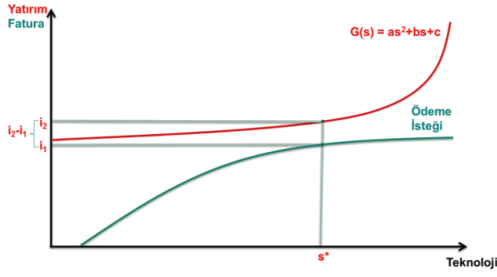
Şekil 3: Minimum Öngörülen Yatırım Seviyesi

Aslında uzun vadede bu  $(s_m, i_m)$  noktasının pek bir önemi yoktur. Çünkü dağıtım şirketlerinin eğilimi bu noktayı hep yukarıya taşımaktır. Bu aşamada Düzenleyici Kurum talep tarafının ödeme isteğini devreye sokmalıdır. Böylelikle üst kesişim noktası ortaya çıkar. Bu  $(s^*, i^*)$  noktası sosyal refahın maksimize olduğu optimum bir noktadır (Şekil-4). İşte başarmamız gereken şey tüm dağıtım bölgelerinde bu farklı optimum noktalara yakınsamaktır.



Şekil 4: Akıllı Şebeke Yatırım Değerlendirme Modeli

Fakat bilinmelidir ki, bazı dağıtım bölgeleri için  $G(s)$  fonksiyonu ile ödeme isteği fonksiyonları bırakın iki yerde kesişmeyi, belki de hiç kesişmeyeceklerdir (Şekil-5). Yani, talep tarafının ödeme isteği hiçbir teknoloji seviyesinde şebeke tarafının yatırımlarını karşılamaya yetmeyebilir. Bu durumda bir ek mekanizma ile iki eğrinin birbirlerine en yakın olduğu (türevlerinin eşit olduğu) noktadaki açıklık  $(i_2 - i_1)$  Düzenleyici Kurum tarafından diğer bölgeler aracılığı ile desteklenip kapatılmalıdır. Aslında, oluşturulacak bu destek mekanizması, bölgeler arası çapraz sübvansiyondan başka bir şey değildir. Modelin işletilebilmesi için istisnai durumlarda böyle bir yama kullanılabilir.



Şekil 5: Oluşabilecek Yatırım Finansman Farkı ( $i_2 - i_1$ )

## 6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma ile, optimal düzenleme stratejilerinin akıllı şebekeler yatırım değerlendirmesi üzerine tasarlanan bir uygulama modeli teklif edilmiştir.

Bu çalışma baştan sona kapsamlı bir çözüm modeli olmamakla birlikte, böyle bir eksiksiz model için ön hazırlık mahiyetini taşımaktadır.

Modelin güçlü yönleri, optimal yaklaşım ile çıktı düzenlemesini akıllı şebeke yatırımlarına, talep tarafı cevabını da dikkate alarak, uygulamış olmasıdır.

Modelin zayıf yönleri ise, şebeke ve ödeme isteği fonksiyonlarının nasıl bir metodoloji çerçevesinde çizileceğinin üzerinde durulmamış olmasıdır.

Bu bildiride özetle; her bir dağıtım bölgesi için tespit edilen minimum teknoloji seviyesini mutlak anlamda geride bırakan, ulusal bir yatırım eşliğinin mevzuatlaşması ve bunun üzerinde ilerleyecek her teknoloji yatırımı adımının, o bölge için tespit edilen maksimum teknoloji seviyesi gözetilerek atılması gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Bundan sonraki çalışmalar ile, bu modelin zayıf yanları üzerinde yoğunlaşıp, hem talep tarafının ödeme isteğini algılama adına, hem de şebekenin teknoloji yatırımı fonksiyonunu modelleme adına mesafe katedeceği planlanmaktadır.

## 7. KAYNAKÇA

- [1] Deloitte Türkiye Yayınları, “*Elektrik Sistemlerinde Akıllı Şebekeler: Dünya ve Türkiye uygulamaları*”, <http://www.deloitte.com>, 2013.
- [2] P.J. Agrell, P. Bogetoft, “*Smart-grid Investments, Regulation and Organization*”, Center for Operations Research and Econometrics, Discussion Paper, 2011.
- [3] L. Meuss, M. Saguan, J-M. Glachant, R. Belmans, “*Smart Regulation for Smart Grids*”, Florence School of Regulation, EUI Working Paper, 2010.