

# Primer Elektrik Dağıtım Şebekelerinin Uzun Dönem Kapasite Artış Yatırımlarının Planlama Ölçütlerine Dayalı Dinamik Optimizasyonu

Mehmet Koç<sup>a</sup>, Osman Bülent Tör<sup>a</sup>, Mahmut Erkut  
Cebeci<sup>a</sup>, Ali Nezih Güven<sup>b</sup>

<sup>a</sup> EPRA Elektrik Enerji, Ankara, Türkiye

<sup>b</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Fırat Güler<sup>c</sup>, Hacer Taşkın<sup>c</sup>,  
Atiye Tuncer<sup>c</sup>, Ufuk Okul<sup>c</sup>

<sup>c</sup> Yatırım ve ARGE Departmanı

Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş., Antalya, Türkiye



**AKDENİZ ELEKTRİK DAĞITIM**

Bu çalışma Enerji Piyasası Denetleme Kurumu (EPDK) tarafından Türkiye'deki elektrik dağıtım şirketleri için ARGE finansman programı kapsamında desteklenmiştir.



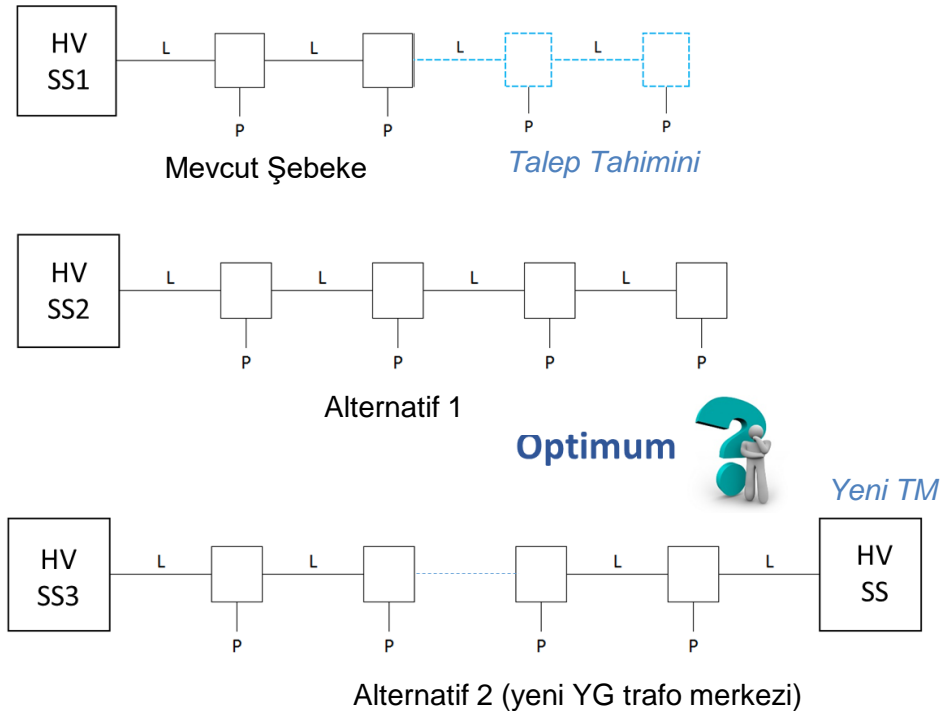
3. ENERJİDE ARGE ÇALIŞTAYI  
ARALIK 2017, ANKARA

# İçindekiler

- Problem Tanımı
- Önerilen Yaklaşım
  - Şebeke indirgeme algoritması (ŞİA)
  - Optimum planlama algoritması (OPA)
  - Planlama metrikleri
- Sahada Uygulama
- Sonuçlar

# Problem Tanımı

- **Problem:** Uzun dönem orta gerilim (OG) dağıtım şebekesi kapasite yatırım optimizasyonu.
  - Planlama periyodu boyunca nerede, ne zaman, ne miktarda yatırım?
  - Mixed-integer-programming (MIP) problemi
  - Dinamik problem



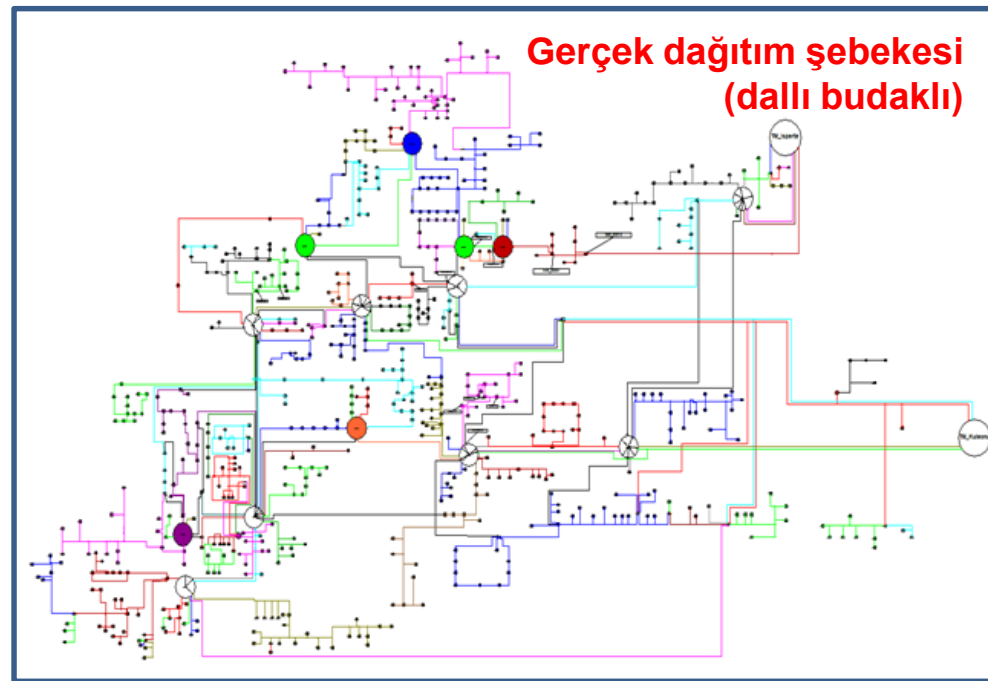
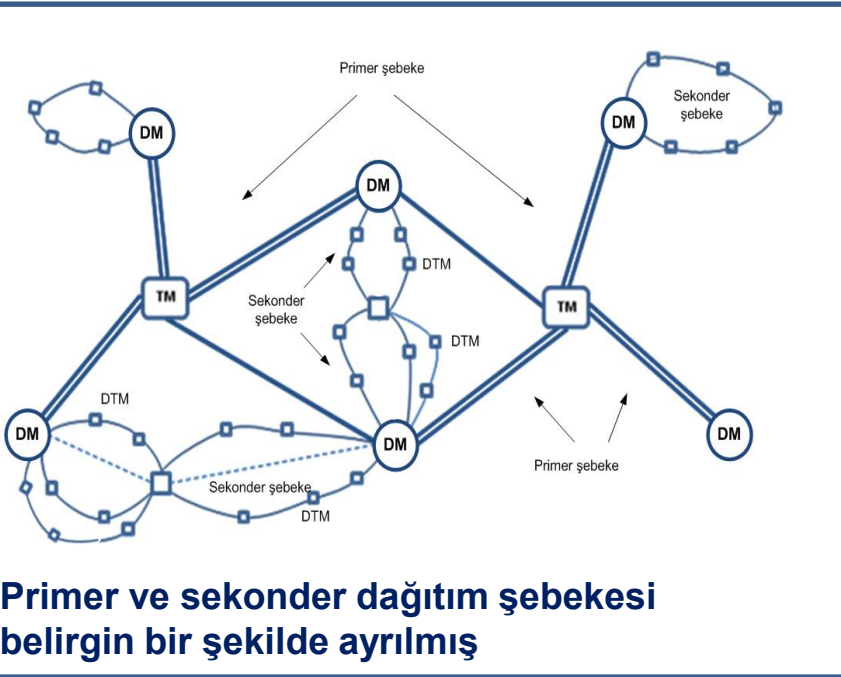
# Problem Tanımı (devam)

- Dağıtım sektörü özelleştirilmesine rağmen, yatırım maliyetleri iletim yatırımlarında olduğu gibi müşterilerin tarifelerine yansıtılır.
  - Bu nedenle, yatırım planlarında sosyal refahın maksimizasyonu göz önünde bulundurulmalıdır.
  - İletim ve dağıtım yatırım planları arasında koordinasyon ihtiyacı!
- Koordinasyon nasıl sağlanmalı?



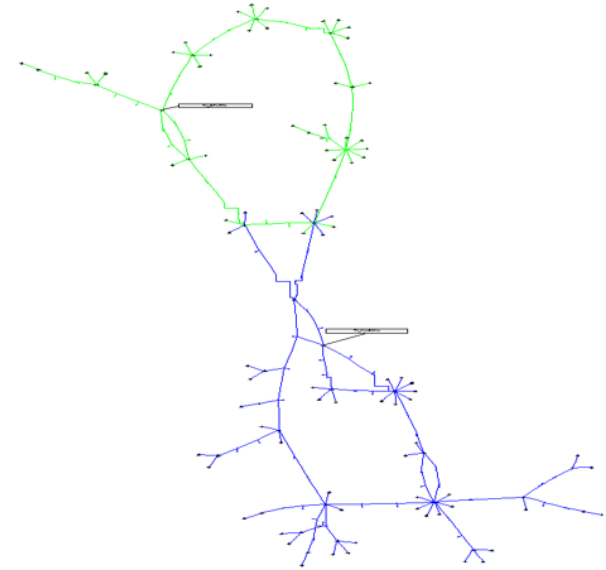
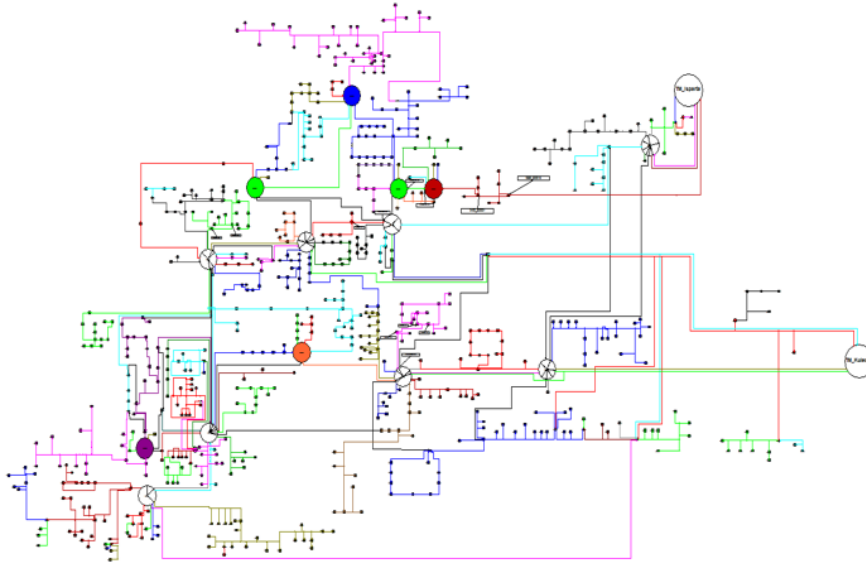
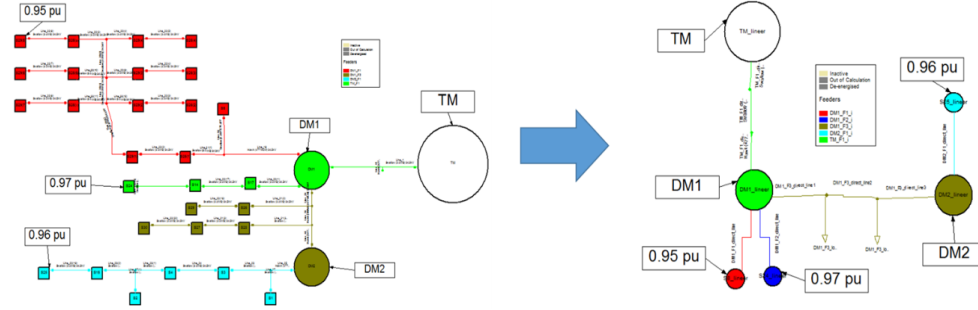
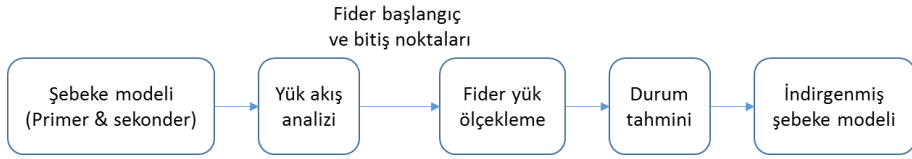
# Şebeke indirgeme algoritması (ŞİA)

**Amaç:** Dallı budaklı olan birbiri içine giren primer ve sekonder dağıtım şebekesinde primer şebekenin ayırt edilmesi



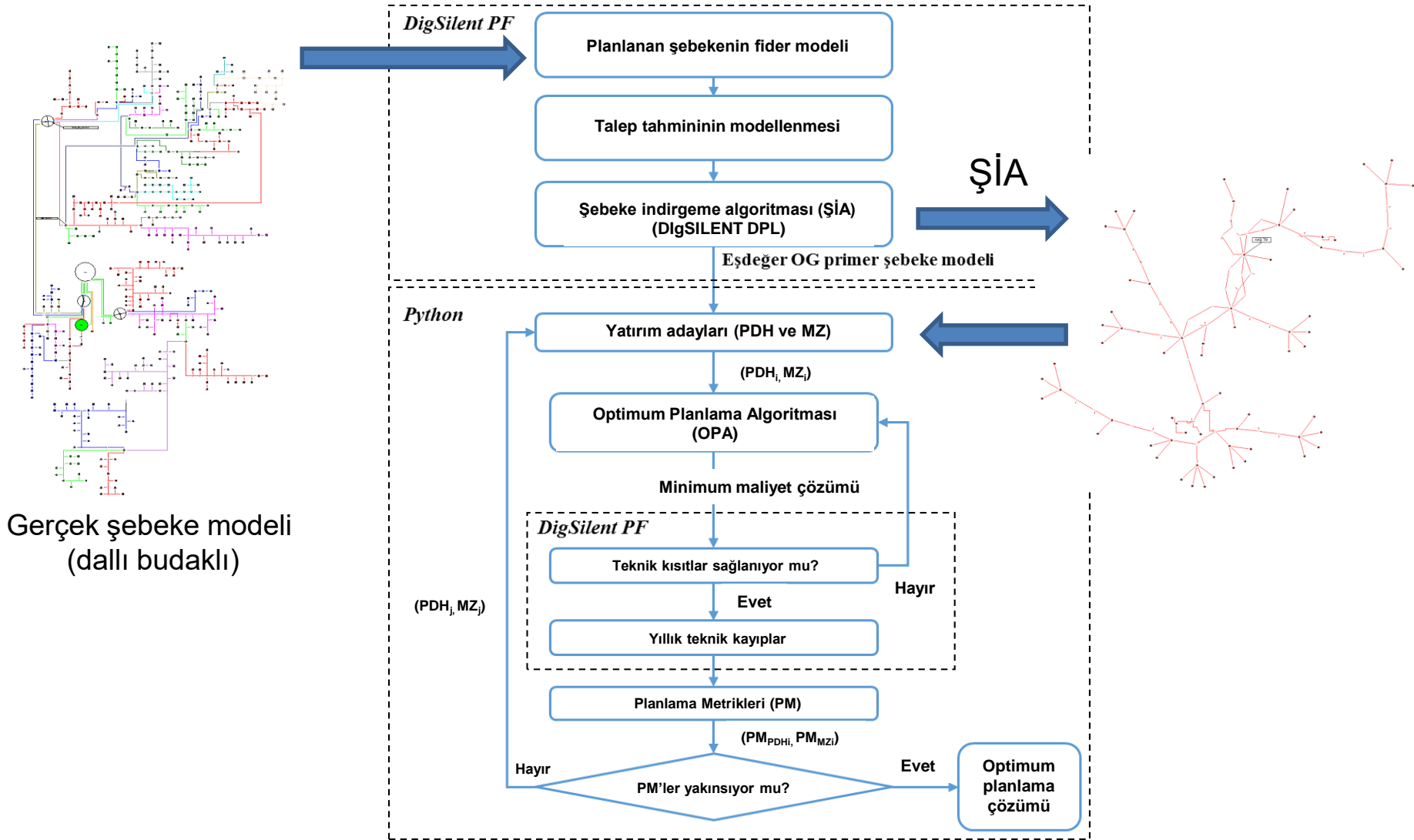
# ŞİA (devam)

## Şebeke İndirgeme Algoritması (ŞİA)



**ŞİA:**  $n-1$  kısıtları için şebekenin zayıf noktalarının hızlı bir şekilde tespit edilmesine olanak sağlamaktadır

# Önerilen Planlama Yaklaşımı



**Tasarlanan optimum planlama algoritmasının akış şeması**

# Önerilen Yaklaşım (devam)

## Optimum planlama algoritması (OPA)

$i$ . adayın yatırım kararı (0 veya 1)

$i$ . yatırım adayının yatırım maliyeti (TL)

Yıl  $t$ 'de şebekenin toplam kayıp maliyeti (MWh)

$$\min \left( \sum_{t=1}^T \left\{ \sum_{i=1}^N IC_i * (X_{i,t} - X_{i,(t-1)}) + CTL_t \right\} \right) \quad (1)$$

$$X_{i,t} \geq X_{i,(t-1)} \quad (2)$$

$m$  ve  $n$  düğümleri arasındaki yük akışı (MW)

$$f_{m,n} \leq f_{m,n}^{max} \quad (3)$$

$$V_{min} \leq |V_{j,t}| \leq V_{max} \quad (4)$$

$T$ : Planlama dönemi (yıl)

$N$ : Yatırım adaylarının toplam sayısı

Yıl  $t$ 'nin puant yükünde  $j$ . MZ'deki gerilim (pu)

$$X_{i,t} \in [1, 0] \quad (5)$$



# Önerilen Yaklaşım (devam)

## Planlama metriği

Farklı yatırım karakteristikleri

- Hatlar
- Merkezler

$$\frac{\text{Yatırım maliyeti}}{\text{Fayda}} \rightarrow \frac{\text{Eşdeğer Yatırım Maliyeti (EYM)}}{\text{Eşdeğer Fayda (EF)}} \quad (6)$$

Daha küçük daha iyi

$$EMK_{ENH_i} = \frac{YM_{ENH_i}}{YM_{1km}^{3/0 AWG}} \quad (7)$$

Eşdeğer maliyet katsayısı (hatlar)

Primer dağıtım hattı YM

Baz yatırım maliyeti

$$YM_{ENH_i} = L_{ENH_i} * YM_{1km}^{ENH_i} \quad (8)$$

Eşdeğer maliyet katsayısı (merkezler)

Aday hat yatırımının uzunluğu

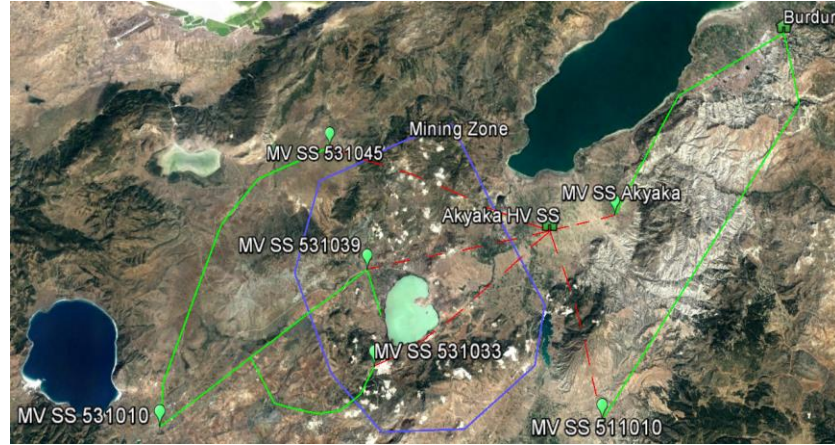
$$EMK_{M_i} = \frac{YM_{M_i}}{YM_{1km}^{3/0 AWG}} \quad (9)$$

$$i. \text{ yatırımın eşdeğer faydası} \rightarrow EF_i = P_{i,T} \quad (10)$$

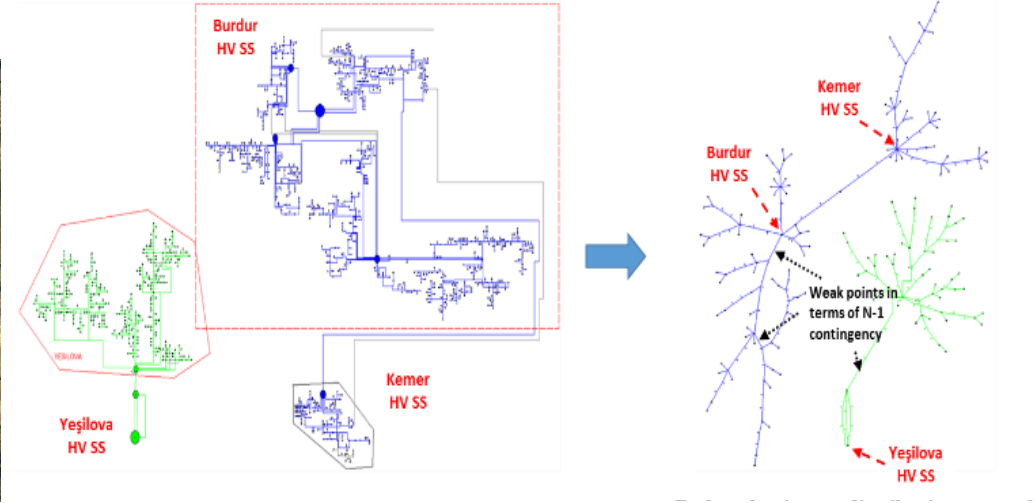
$$i. \text{ ENH yatırımının planlama metriği} \rightarrow PM_{ENH_i} = \frac{EMK_{ENH_i}}{EF_i} \quad (11)$$

$$i. \text{ M yatırımının planlama metriği} \rightarrow PM_{M_i} = \frac{EMK_{M_i}}{EF_i} \quad (12)$$

# Sahada Uygulama

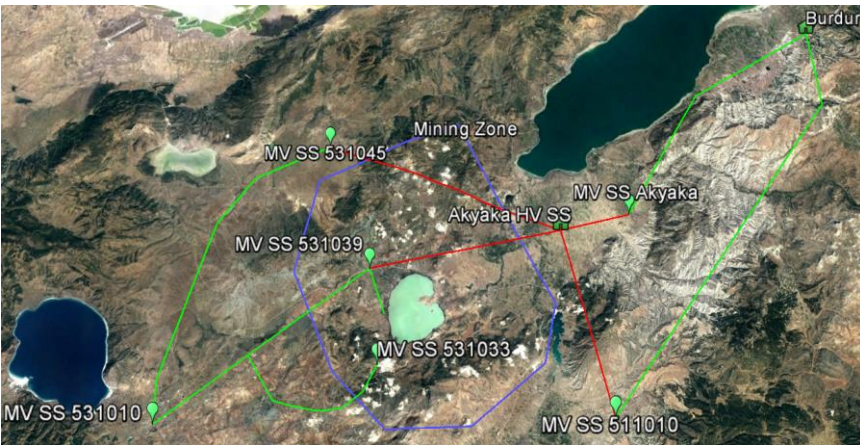


Aday yatırımlar



Orjinal şebeke

İndirgenmiş primer dağıtım şebekesi

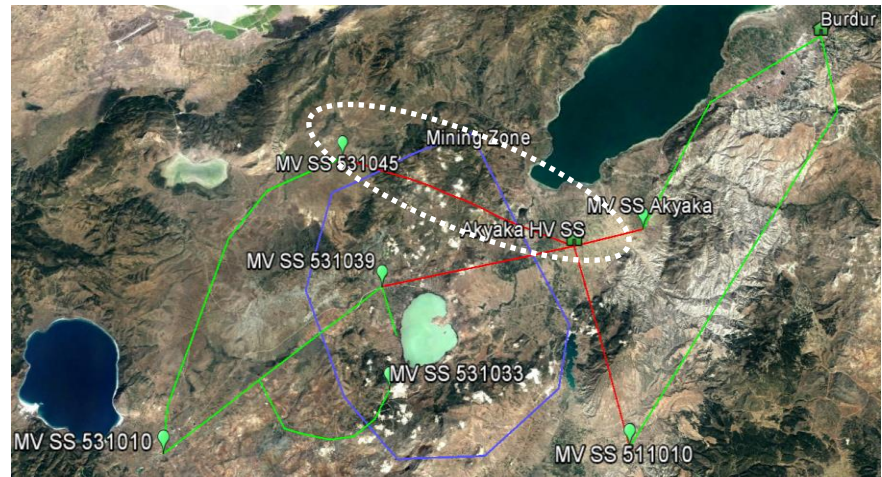


İlk iterasyon sonucu

Aday yatırım listesi	YMi (2015)	EMKi	$P_{i,T}$	PM	$X_i$
HV SS Akyaka – MV SS Akyaka	140k ₺	1.47	6.18	0.24	1
HV SS Akyaka – MV SS 511010	2,240k ₺	23.58	5.24	4.50	1
HV SS Akyaka – MV SS 531045	3,220k ₺	33.89	1.29	26.24	1
HV SS Akyaka – MV SS 531033	3,080k ₺	32.42	-	-	0
HV SS Akyaka – MV SS 531039	2,800k ₺	29.47	4.01	7.35	1
HV SS Akyaka*	13,500k ₺	142.1 1	16.7 2	9.85	1

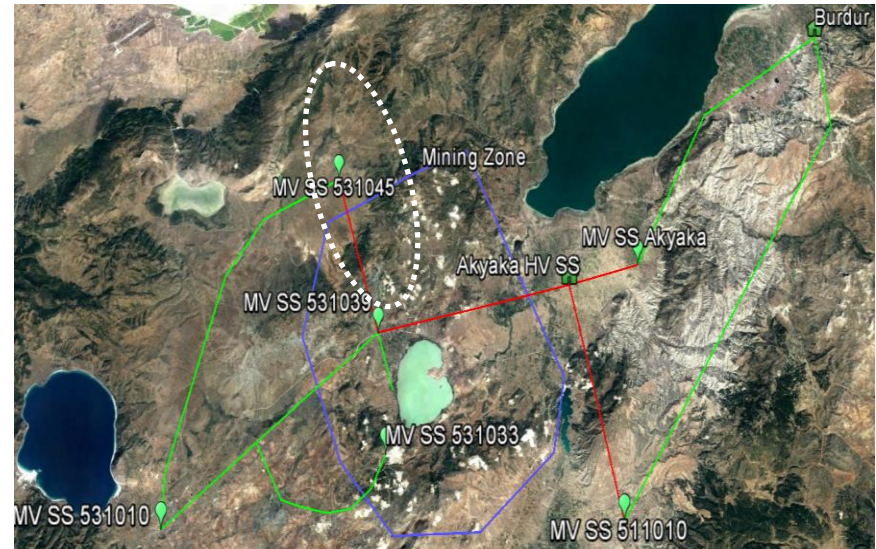
## İlk iterasyon sonucu

Aday yatırım listesi	YMi (2015)	EMKi	P <sub>i,T</sub>	PM	X <sub>i</sub>
HV SS Akyaka – MV SS Akyaka	140k ₺	1.47	6.18	0.24	1
HV SS Akyaka – MV SS 511010	2,240k ₺	23.58	5.24	4.50	1
HV SS Akyaka – MV SS 531045	3,220k ₺	33.89	1.29	26.24	1
HV SS Akyaka – MV SS 531033	3,080k ₺	32.42	-	-	0
HV SS Akyaka – MV SS 531039	2,800k ₺	29.47	4.01	7.35	1
HV SS Akyaka*	13,500k ₺	142.1 1	16.7 2	9.85	1



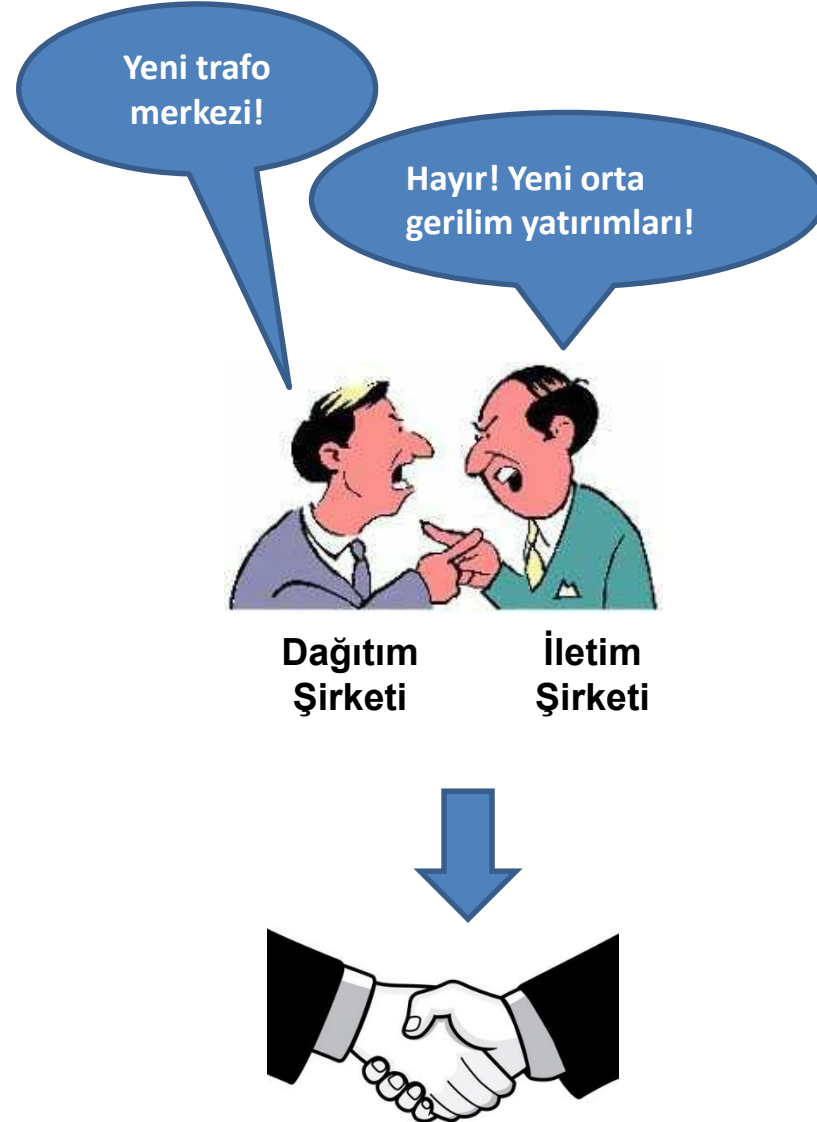
## Son iterasyon sonucu

Aday yatırım listesi	YMi (2015)	EMKi	P <sub>i,T</sub>	PM	X <sub>i</sub>
HV SS Akyaka – MV SS Akyaka	140k ₺	1.47	6.15	0.24	1
HV SS Akyaka – MV SS 511010	2,240k ₺	23.58	5.15	4.58	1
HV SS Akyaka – MV SS 531045	3,220k ₺	33.89	-	-	0
HV SS Akyaka – MV SS 531033	3,080k ₺	32.42	-	-	0
MV SS 531039 – MV SS 531045	1,140k ₺	12.00	1.75	6.85	1
HV SS Akyaka – MV SS 531039	2,800k ₺	29.47	5.82	5.06	1
HV SS Akyaka*	13,500k ₺	142.11	17.12	8.30	1



# Sonuçlar

- İndirgenmiş primer şebeke model gösterimi, n-1 kısıtları için şebekenin zayıf noktalarının hızlı bir şekilde tespit edilmesine olanak sağlamaktadır.
- Şebeke planlayıcısı için planlama metriği tekniği, optimum yatırım sonuçlarının elde edilmesinin yanında, aday yatırım havuzunda bulunmayan alternatif yatırımlar için de önemli indikasyonlar vermektedir.
- Eğer aday yatırım havuzu, yüksek gerilim iletim merkezi ve bağlantı yatırımlarını içeriyorsa, dağıtım ve iletim seviyesindeki optimum yatırım ihtiyaçları hesaplanabilmektedir.



# Çalışmanın detayları için

IEEE Xplore®  
Digital Library

> Institutional Sign In

IEEE

Browse ▾ My Settings ▾ Get Help ▾ Subscribe

All ▾ Enter keywords or short phrases (searches metadata only by default)

Advanced Search | Other Search Options ▾

Advertisement

**Need Full-Text**  
access to IEEE Xplore for your organization?

**REQUEST A FREE TRIAL >**

Browse Conferences > Smart Grid and Cities Congres... ?

## Optimization of long-term investments of electric distribution systems considering planning metrics

**Sign In or Purchase**  
to View Full Text

52  
Full  
Text Views

### Related Articles

Inverse kinematics of redundant robots using genetic algorithms

A modified version of rate-monotonic scheduling algorithm and its' efficiency as...

[View All](#)

8  
Author(s)

▾ Mehmet Koç ; ▾ Osman Bülent Tör ; ▾ Mahmut Erkut Cebeci ; ▾ Ali Nezhil Güven ; ▾ Firat Güler ; ▾ Hacer Taşkın ; ▾ Atiye Tuncer ; ▾ Ufu... [View All Authors](#)

**Abstract** Authors Figures References Citations Keywords Metrics Media

### Abstract:

This paper presents a dynamic planning algorithm methodology which optimizes long-term primary electric distribution network investments considering planning metrics. An algorithm which calculates a representative primary network model of distribution grids, whose primary and secondary networks are intricate, is developed. It is aimed to facilitate assessment of primary distribution network investment requirements and thereby defining grid investment candidates effectively. A planning algorithm, which considers representative primary network model and candidate planning investments as inputs, is developed based on a mixed integer programming (MIP) technique. Some planning metrics are defined in order to technically and economically assess optimum investments along the planning horizon. DlgSILENT PowerFactory (PF) software is utilized in technical analysis to assess impacts of candidate grid investments on technical constraints. The algorithms and planning metrics developed in the study are tested satisfactorily on pilot regions of Akdeniz Electric Distribution Company in Turkey.

**Published in:** Smart Grid and Cities Congress and Fair (ICSG), 2017 5th International Istanbul