

# Mevsimsel Değişimlerin Türkiye Elektrik İletim Sistemi Üzerindeki Etkileri

## *Effects of Seasonal Variations on Turkish Electricity Transmission System*

Ercüment ÖZDEMİRÇİ<sup>1</sup>, Merden YEŞİL<sup>1</sup>, Ahmet OVA<sup>1</sup>, Ümüt ÇETİNKAYA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

ercument.ozdemirci@teias.gov.tr, merden.yesil@teias.gov.tr, ahmet.ova@teias.gov.tr, umut.cetinkaya@teias.gov.tr

### **Özet**

Son yıllarda artan endüstrileşmeye paralel olarak elektrik enerjisine olan talepte artmaktadır. Artan talebi karşılama çabası fosil yakıtların aşırı kullanılarak hızla tükenmesine ve çevresel kaygıların artmasına neden olmaktadır. Bu durum birçok ülkenin enerji politikasında önemli değişikliğe giderek temiz enerji-temiz kaynak temelli yatırımların hız kazanmasına neden olmuştur.

Coğrafi koşullar, nüfus yoğunluğu, sanayileşme oranı ve enerji kaynağı gibi farklılıkların yanında mevsimsel değişimler de bölgesel bazlı üretim-tüketim dengesizliklerine neden olmaktadır. Örneğin bahar mevsiminde çok yağış alan bölgelerde üretim fazlayken yaz mevsiminde aşırı sıcakların yaşandığı bölgelerde kullanılan soğutma sistemleri elektrik şebekelerine ilave yükler getirmektedir. Bu gibi mevsimsel değişimler güç sistemlerini doğrudan etkilemekte olup, sistem işletmeciliği açısından oldukça önemlidir. Güç sistemlerinde meydana gelen arz-talep değişiklikleri sistemin gerilim ve açısal kararlılıklarını etkilediği gibi iletim hatlarında da aşırı yüklenmelere neden olmaktadır. Bundan dolayı, sistemin işletme koşullarını sağlayacak şekilde dengeli olarak işletilebilmesi için sistem üzerinde kararlılık analizlerinin yapılması oldukça önemlidir.

Bu çalışmada; Türkiye elektrik iletim sisteminin 400 kV şebekesinin genel şebeke analizleri, farklı mevsimlerdeki veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. PSS-E programıyla modellenen sistem üzerinde sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz dönemlerindeki şebekenin analizleri yapılmıştır. İletim sisteminde bulunan ve bölgesel olarak kritik olan trafo merkezleri ve iletim hatları seçilmiş, ardından değişen mevsim koşulları altında bölgesel olarak şebekenin gerilim ve açısal kararlılığı ile iletim hatlarında yüklenme durumları incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda farklı mevsim dönemlerinde iletim sisteminde meydana gelen değişimler hem bölgesel hem de tüm sistem olarak yorumlanmıştır.

### **Abstract**

In recent years, demand of the electrical energy increases in parallel with the growth of global industry. In order to meet the increasing demand of the electrical energy, fossil fuels have excessively used. As a result of this, while fossil fuels are depleting, the environmental concerns are increasing. Therefore, many countries have changed their energy agendas and taken priority of installing generation units based renewable energy.

Geographic conditions, population intensify, industrilation rates and diversity of the energy resources as well as seasonal variations have led to imbalance between generation and consumption among

regions. For example, while the amount of generation is much more in the regions where have high rainfall in the spring season, the amount of load is much more in the regions where excessively used air-conditioners due to high temperatures in the summer season. Seasonal variations have directly affected on the power systems, so it is quite important for the system operation. This situation has caused emergence of the different forms of the system instability such as the voltage instability, the angle instability and the overloading in the transmission lines. Thus, the system analysis on the power systems are very important in order to maintain hold the equilibrium of the system.

In this paper, the grid analyses have been performed by using data in different seasons on the 400kV grid of Turkish Electricity Transmission System PSS-E Analysis Program is used for analyses and modeling. The chosen critical substations and transmission lines in the transmission system have been investigated in terms of voltage stability, angle stability and loading status of the lines under seasonal conditions As a result of carried analyses, occurred variations in the system have been evaluated in different seasons.

## **1. GİRİŞ**

Elektrik enerjisi modern hayatın en önemli indekslerinden biri olup; eğitim, sağlık, ulaşım, haberleşme, sanayi tesisleri ve altyapı hizmetlerinin sunumundan beslenme, ısınma ve barınma gibi sosyal ihtiyaçların giderilmesine kadar insan hayatının her aşamasında yer alan ve toplumun ilerlemesini gösteren en önemli girdilerden biri olarak değerlendirilmektedir [1].

Son yıllarda, küresel boyutta endüstrileşmenin hızla artmasına paralel olarak dünyadaki elektrik enerjisine olan talepte artmaktadır. Bu durum fosil yakıtların aşırı kullanımının bir sonucu olarak elektrik enerjisine erişimde önemli bir kısıta neden olmuştur [2]. Enerji arz güvenliğinin yanında çevre ve insan sağlığı ile ilgili kaygılar, dünya üzerinde birçok ülkenin enerji politikasında değişikliğe gitmesine neden olurken temiz enerji-temiz kaynak temelli yatırımlar da hız kazanmıştır [3-4].

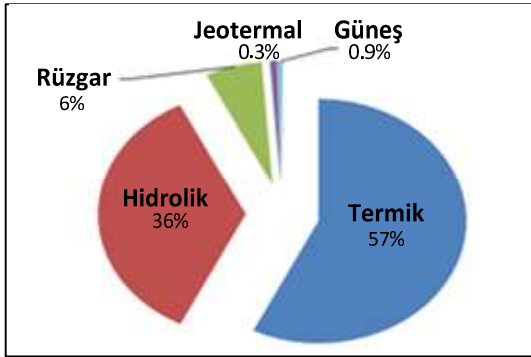
Uluslararası Enerji Ajansı'nın bir üyesi olan Türkiye, üye ülkeler arasında nüfus artış hızının en yüksek olduğu ülke olup, yaklaşık 80 milyonluk nüfusunun neredeyse %70'i şehirlerde yaşamaktadır. Türkiye'nin ekonomisi ise geçmiş

yıllardaki küresel boyutta ekonomik krizlere rağmen dinamik, önemli bir büyüme gösteren bir yapıda olup, dünyanın en büyük 20 ekonomisinden biri durumundadır. Örneğin 2014'te büyüme oranı %2.9 iken 2015'te %4 olmuştur [5-6].

Ülkemizde, ekonomik büyümenin ve nüfus artışının sonucu olarak, elektrik enerjisine olan talep sürekli olarak artmakta olup artan bu talebin karşılanmasına yönelik yeni elektrik üretim santrallerinin yapımı hız kazanmıştır. Ülkemiz yeterince fosil kaynaklarına sahip olmamakla birlikte düşük kalitede linyit rezervlerine sahiptir. Bu nedenle artan elektrik enerjisi talebini karşılamak için birinci öncelik dışa bağımlı enerji kaynaklarının tüketimi olmuştur. Ancak son yıllarda enerjinin dışa bağımlılığını azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklı üretim santrallerinin sayısı artırılmıştır. Tablo 1 ve Şekil 1'de görüldüğü gibi, 2015'te yenilenebilir enerji üretiminin toplam üretime katkısı %7 seviyesinde iken Türkiye Hükümeti tarafından 2023'e kadar yenilenebilir enerji üretiminin toplam üretimdeki payının en az %30 olması hedeflenmektedir [7-8].

**Tablo 1.** 2015 Yılı Sonu itibarıyla Türkiye'nin Kurulu Gücü

Kaynak Türü	Kurulu Güç (MW)	Santral Sayısı
Termik	41.903,9	416
Hidrolik	25.867,8	560
Rüzgâr	4.503,2	122
Jeotermal	623,9	21
Güneş	248,8	362
<b>Toplam</b>	<b>73.147,6</b>	<b>1.481</b>



**Şekil 1.** Kaynaklara göre kurulu kapasitenin dağılımı

İnsan hayatının her aşamasında yer alan elektrik enerjisinin sürekli ve kesintisiz bir şekilde karşılanması günümüzün en önemli problemlerinden biridir. Hem artan talep hem de artan üretim güç sistemlerinin hızla büyümesine neden olurken, bu durum güç sistemlerinin ana omurgası olan iletim sisteminin işletilmesinde ve yönetilmesinde zorlukları da beraberinde getirmiştir.

Coğrafi koşullar, nüfus yoğunluğu, sanayileşme oranı ve enerji kaynağı gibi farklılıklar bölgesel bazı üretim-tüketim dengesizliklerine neden olur. Örneğin sanayileşmenin ve nüfusun fazla olduğu bölgelerde tüketim fazlayken enerji kaynaklarının yoğunlaştığı bölgelerde üretim fazla olur. Üretimin ve tüketimin yoğunlaştığı bölgeler arasındaki uzaklıkların büyük olması elektrik enerjisi iletiminde, uzun iletim hatlarının kullanılmasını zorunlu kılmaktadır [9].

Bazı enerji kaynaklarından yapılan üretimin belli bölgelerde yoğunlaşması ile birlikte üretim kapasitesini doğrudan etkileyen mevsim faktörü son yıllarda sistem işletmeciliği açısından önemli hale gelmiştir. Örneğin, bahar mevsiminde ülkemizde yağışların bol olduğu, karların eriyip, suların dere yataklarına karıştığı genellikle 15 Mart-15 Haziran dönemini kapsayan süreçte Doğu Karadeniz, Doğu Anadolu, Güney Doğu Anadolu ve Seyhan bölgelerinde su debilerinde aşırı bir artış meydana gelmektedir. Bu bölgelerde rezervuarlı ve rezervuarsız birçok hidro elektrik santrali (HES) bulunmaktadır. Yani bu bölgelerde hidrolik tabanlı elektrik enerjisi üretimi yoğundur. Bu yüzden ülkemizde bahar dönemleri sistem işletmeciliği açısından çok önemli bir dönemdir. Bu dönemde herhangi bir arızaya veya inkitaya (blackout) neden olmamak ve bu dönemi sorunsuz geçirmek için geçmiş dönemlerdeki veriler çok iyi incelenip, analiz edilerek gerekli planlama ve işletme koşullarının oluşturulması gerekmektedir.

Aynı şekilde mevsimlerin bölgesel tüketim üzerine de etkisi büyüktür. Örneğin, yaz mevsiminde Antalya gibi Türkiye'nin güneyinde, sıcak bölgelerde, aşırı sıcaklar soğutma sistemlerinin (klima) kullanımını artırarak sistemde ilave yük neden olurken yine yaz döneminde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sulamadan kaynaklı sistemde ilave yükler mevcuttur [10]. Soğutma ve sulama amaçlı aşırı kullanımlardan dolayı bu bölgelerde bahar ve yaz dönemleri arasında ciddi tüketim farklılıkları oluşmaktadır. Kış aylarında ise ülkenin daha soğuk bölgelerinde elektrik ile ısınmadan kaynaklanan bölgesel yük artışları oluşmaktadır.

Bu gibi mevsimsel değişimler, farklı mevsimlerde bölgeler arasında üretim-tüketim farklılıklarına neden olmaktadır. Mevcut kurulu güç profili mevsimsel değişimlerden doğrudan etkilenmekte olup, güç sistemlerinde dengesizliğe neden olmaktadır. Bu durum, sistemde gerilim kararsızlığı, açılabilirlik ve iletim hatlarında yüklenme kararsızlığı gibi sistem kararsızlığının değişik formlarının oluşmasına neden olur. Bundan dolayı, sistemi dengede tutmak için statik gerilim kararlılığı analizi de dahil sistem üzerinde analizlerin yapılması oldukça önemlidir [11].

Bu çalışmada, mevsimsel değişimlerin güç sistemleri üzerine etkilerini gösterebilmek için örnek olarak Türkiye Elektrik İletim Sistemi'nin 400 kV iletim şebeke modeli ele alınmıştır. Özellikle Karadeniz, Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Marmara Bölgelerinde bulunan bazı kritik iletim hatları ve trafo merkezleri yapılan analizler sonucunda incelenmiştir. PSS-E programı ile kurulan model üzerinde dört mevsime ait üretim-tüketim verileri kullanılarak analizler yapılmıştır. Bu analizler sonucunda farklı mevsim dönemlerinde baralara ait gerilim ve açılabilirlik analizleri ile iletim hatlarının yüklenme durumları grafiksel olarak ele alınıp yorumlanmıştır.

## 2. GÜÇ SİSTEMLERİNİN MODELLENMESİ VE ANALİZLERİ

Elektrik iletim sistemlerinin planlanması, tesisi ve işletilmesi için endüstriyel ve ticari uygulamalar açısından çeşitli mühendislik ve analiz çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle sürekli büyüyen elektrik şebekelerinin doğru yatırım planlamalarının yapılabilmesi ve işletme güvenliğinin sağlanabilmesi için sistem kararlılık analizlerinin yapılması

gerekmektedir. Ayrıca geniş bir alana yayılmış büyük sistemlerin analizlerinin yapılması oldukça karmaşık hesaplamalarla yapılmaktadır. Bu nedenle günümüzde güç sistemlerinde meydana gelebilecek problemlerin analizlerinin yapılabilmesi için bilgisayar programları geliştirilmiştir. Bu programlar üzerinde güç sistemlerinin modellemeleri yapılarak istenilen analizler kolaylıkla yapılabilmektedir.

Günümüzde modern elektrik sistemleri farklı dinamik özelliklere sahip çok sayıda değişik unsur içermektedir. Bu farklı unsurların sistem içerisinde birbirini etkileyecek karşıt güçleri olabilmektedir. Ancak, bir sistemin genel olarak kararlı olması bu farklı dinamik unsurlarının bir arada dengeli olması olarak tanımlanmaktadır. Güç sistemleri kararlılığı temel olarak tek bir problemdir, fakat bir güç sisteminde oluşan kararsızlık durumlarının genel olarak incelenmesi sorunun tam olarak anlaşılmasına neden olabilir. Bu nedenle güç sistemlerinde kararlı çalışma durumlarını belirlemede faydalı olacak metodların sınıflandırılması sistemin çalışma koşullarının geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Bu doğrultuda güç sistem kararlılığı açısal kararlılık, frekans kararlılığı ve gerilim kararlılığı olarak sınıflandırılmaktadır [12]. Açısal kararlılık, güç sisteminde bulunan generatörlerin her hangi bir olay sonrası senkronizasyonda kalabilme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Gerilim kararlılığı, güç sistemlerinde bulunan baraların gerilimlerinin normal işletme süresince veya herhangi bir bozunum sonrasında kabul edilebilir sınırlarda kalabilme yeteneği olarak ifade edilebilir [13].

Bu çalışmada mevsimsel değişimlerin elektrik sistemlerine olan etkilerini inceleyebilmek için Türkiye Elektrik İletim Sistemi'nin farklı bölgelerinden, sistem işletmeciliği açısından özellikle bahar dönemi gibi bazı dönemlerde kritik öneme sahip 400kV Trafo Merkezleri ve İletim Hatları seçilerek ele alınmıştır. Yapılan analizlerde incelenen trafo merkezleri ile iletim hatları Tablo 2 ve Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 2. Bara Kodları ve Bulunduğu Bölge

Trafo Merkezi Kodu	Bulunduğu Bölge
B1	Doğu Anadolu Bölgesi
B2,B3	Doğu Karadeniz Bölgesi
B4	Batı Karadeniz Bölgesi
B5,B6	İç Anadolu Bölgesi
B7,B8,B9	Doğu Anadolu Bölgesi
B10,B11, B12	Akdeniz Bölgesi
B13,B14,B15,B16	Ege Bölgesi
B17, B18, B19, B20	Marmara Bölgesi

Tablo 3. İletim Hatları Kodları ve Bulunduğu Bölge

İletim Hattı Kodu	Bulunduğu Bölge
H1,H6	Doğu Anadolu Bölgesi
H2	Karadeniz Bölgesi
H3,H7	İç Anadolu Bölgesi
H4	Batı Karadeniz Bölgesi
H5,H8	Güneydoğu Anadolu Bölgesi
H9	Akdeniz Bölgesi
H10,H11	Ege Bölgesi
H12,H13, H14	Marmara Bölgesi
H15	Trakya Bölgesi

Yapılan model üzerinde kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar dönemlerinin üretim ve tüketim verileri kullanılarak sistemin güç akış analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlerde sistemin açısal kararlılık, gerilim kararlılığı ve hatlardaki yüklenme durumları incelenmiştir

### 3. MEVSİMSEL KARARLILIK ANALİZLERİ

#### 3.1 Açısal Kararlılık Analizi

Büyük açı farkı olan komşu baralar arasındaki elektrik iletim hattının enerjilendirilmesi sistemdeki makinelerin senkronizasyonunu kaybetmesine neden olurken, Türkiye elektrik sisteminin doğu ve batı bölgeleri arasındaki açısal farkın 75 derece ve üzerinde olması sistem için risk teşkil etmektedir. Bu değer in üstünde bir değer oluşması sistemin işletilmesi açısından açısal kararsızlık durumunu ifade etmektedir.

Özellikle bahar dönemlerinde batı bölgelerindeki talebi doğudaki üretim santrallerinden karşılamak için enerji, uzun iletim hatlarıyla doğudan batıya taşınmaktadır. Bu durum açısal farkın artmasına neden olurken iletim hatlarının da fazla yüklenmesine neden olur. Tablo 4'te, gerçekleştirilen analizler sonucunda farklı bölgelerdeki baralar arasındaki açısal farklar görülmekte olup, tablo incelendiğinde özellikle bahar döneminde doğu ve batı bölgeleri arasındaki açı farkının oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Doğu Karadeniz ve Marmara bölgesinde bulunan B3-B19 ile B3-B20 merkezleri arasındaki açı farkı 70 derecenin üzerine çıkmıştır.

Tablo 4. Dört mevsime ait baralar arasındaki açısal fark

	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
B1-B19	14	62,4	37,5	31,5
B1-B20	13,3	61,3	36,9	30,1
B3-B19	23,6	72,4	49,1	41,8
B3-B20	22,9	71,3	48,5	40,4
B1-B5	-3,1	41,9	26,7	16,3
B3-B5	6,5	51,9	38,3	26,6
B1-B15	-12	46,6	34,4	20,5
B3-B15	-2,4	56,6	46	30,8
B1-B16	-17,4	47,8	31,6	14,9
B3-B16	-7,8	57,8	43,2	25,2

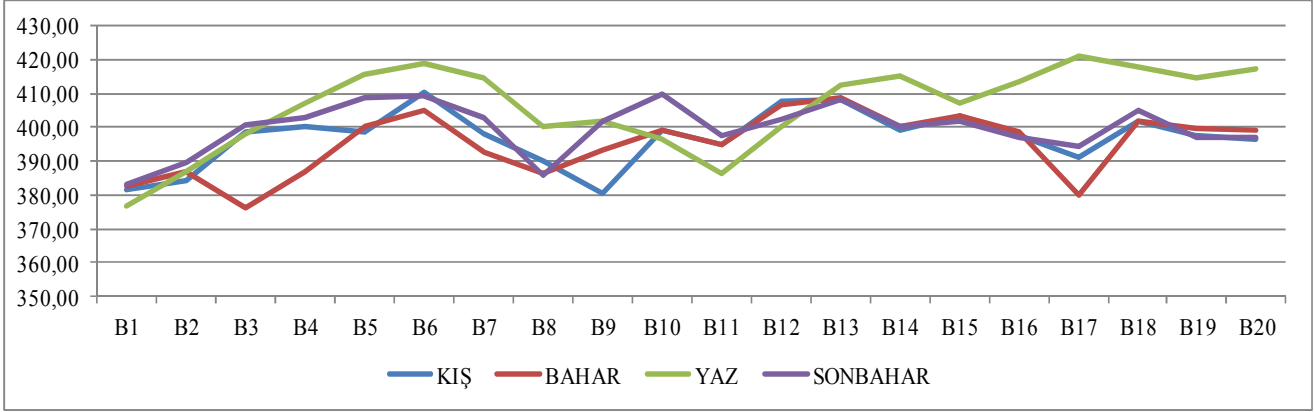
### 3.2 Gerilim Kararlılık Analizi

Şekil 2’de, gerçekleştirilen analizler sonucunda farklı bölgelerden seçilen kritik baralar için dört mevsime ait bara gerilimlerinin değişimi görülmektedir.

Şekil incelendiğinde; genele olarak sistemin gerilim profili işletme sınırları ( $340\text{kV} < \text{Nominal Gerilim} < 420\text{kV}$ ) içerisinde kaldığı, fakat bazı mevsimlerde bölgeler arası gerilim farkının yüksek olduğu görülmektedir. Örneğin, yaz mevsiminde

B1’deki gerilim 380 kV civarında iken B17’deki gerilim 420 kV seviyelerindedir. Yani genel olarak 40 kV civarı gerilim farkı mevcuttur. Ayrıca kış mevsiminde komşu bölge baraları olan B1 ve B3 arasında da mevsimden kaynaklanan üretim-tüketim dengesizliği sonucu gerilim farkının oluştuğu görülmektedir.

Sonuç olarak, seçilen baralardaki gerilim kararlılığının bahar mevsimi için en kararsız, kış mevsimi için ise en kararlı olduğu görülmektedir.

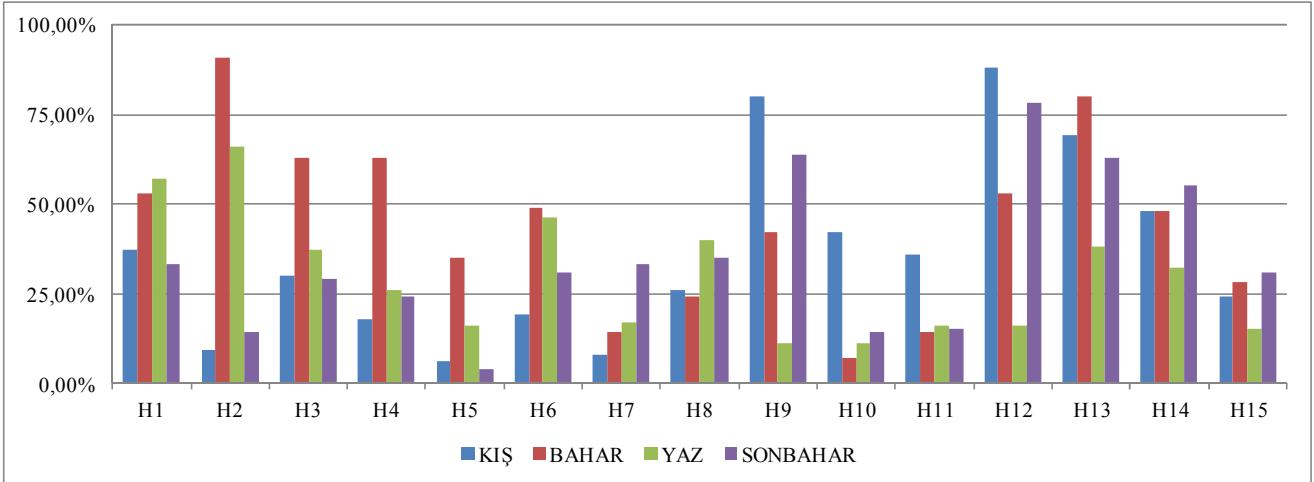


Şekil 2. Dört mevsime ait bara gerilimlerinin değişimi

### 3.3 Yükleme Kararlılık Analizi

Şekil 3’te, gerçekleştirilen analizler sonucunda seçilen kritik iletim hatları için dört mevsime ait iletim hattı yüklenme durumları gösterilmektedir. Şekil incelendiğinde, genel olarak bahar mevsiminde hatların yüklenme oranı diğer mevsimlere

göre daha yüksektir. Özellikle iletim sisteminin doğu tarafından bulunan H1, H2, H3 ve H4 hatlarının bahar ve yaz mevsimlerinde yüklenme oranları oldukça yüksektir. Bahar mevsiminde feyzanın etkisiyle H2 hattının yüklenmesi %90’ın üzerinde çıkmıştır. Kış döneminde ise H9 ve H12 hatlarında %80’in üzerinde yüklenme meydana gelmiştir.



Şekil 3. Dört mevsime ait iletim hatlarının yüklenme değişimi

## 4. SONUÇLAR

Elektrik enerjisi, modern hayatın en önemli göstergelerinden biri olup, son yıllarda sanayileşme ve nüfus gibi faktörlere bağlı olarak elektrik enerjisine olan talepte artmaktadır. Artan

bu talep ve çevresel kaygılar, birçok ülkenin enerji politikasında olduğu gibi ülkemizin de enerji politikasında önemli değişikliğe giderek yenilenebilir kaynaklı temiz enerji yatırımlarının oldukça popüler olmasına neden olmuştur.

Bu durum güç sistemlerinin büyümesine neden olurken sistemin kararlılık sınırına yakın noktalarda çalışmaya zorlamıştır.

Sistemin kararlılık sınırlarının azalmasının yanında bölgesel bazlı üretim-tüketim dengesizliklerine neden olan mevsimsel değişimler de sistem işletmeciliği açısından son dönemde oldukça önemli hale gelmiştir. Mevsimsel değişimler güç sistemlerini doğrudan etkilemekte olup, sistemin gerilim ve açısız kararlılıklarının yanında iletim hatlarının yüklenmesini de etkilemektedir. Bundan dolayı, iletim sisteminin belirlenen işletme koşullarına göre dengeli ve güvenli işletilmesi oldukça zorlaşmaktadır.

Bu çalışmada, mevsimsel değişimlerin güç sistemleri üzerindeki etkilerini inceleyebilmek için Türkiye Elektrik İletim Sistemi modeli üzerinde sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz dönemlerindeki şebekenin analizleri yapılmıştır. Sistemde bölgesel olarak kritik trafo merkezleri ve iletim hatları seçilerek değişen mevsim koşulları altında şebekenin gerilim ve açısız kararlılığı ile iletim hatlarının yüklenme durumları incelenmiştir.

Gerçekleştirilen analizler sonucuna göre;

- Türkiye elektrik sisteminin doğu ve batı bölgeleri arasındaki arz-talep durumu mevsimsel olarak farklılık göstermektedir. Bu durumu özellikle bahar dönemlerinde, feyzan, görmek mümkündür. Bu gibi mevsimsel değişimlerin şebekeyi açısız ve gerilim kararlılığı yönüyle etkilediği görülmüştür.
- Genel olarak iletim sistemin gerilim profilinin farklı mevsim koşullarında kararlı olduğu görülmektedir.
- İletim hatlarının farklı mevsimlerde arz-talep durumuna göre yüklenme oranlarının değiştiği, hatta ilkbahar ve yaz dönemlerinde aşırı yüklendiği anlaşılmaktadır. Açısız kararlılık sonuçlarına benzer şekilde enerjinin dört mevsimde de kritik yüklenme eşliğinde yüklenmediği gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, mevsimsel koşullara bağlı olarak enerjinin arz-talep yoğunluğu değişmektedir. Bu durumda ise geniş alana

sahip iletim sistemlerinde uzak noktalar arasında açısız farklar oluşturmakta ve kısmi olarak iletim hatlarının aşırı yüklenmelerine neden olmaktadır. Bu nedenle enerji üretim planlamalarının özellikle tüketimin yoğun olduğu bölgelere yapılması sistem işletmesini kolaylaştıracağı gibi sistemin güvenliğini de artıracaktır. Bu durum uzun iletim hattı ve büyük güçlü trafo merkezlerinin tesis yatırımlarının kısmen azalmasını sağlarken iletimden kaynaklı kayıpların da önüne geçilebilecektir.

## 5. KAYNAKLAR

- [1] Mustafa Yamaçlı, " Türkiye'nin Uzun Dönem Elektrik Yük Tahmini", Dumlupınar Üniversitesi, Y. Lisans Tezi, 2010.
- [2] L.Wng, Y.Lin, S. Ke, "Stability Analysis of on Offshore Wind Farm Connected to Taiwan Power System Using Digsilent", IEEE, OCEANS, TAIPEI, 2014
- [3] L. Ochoa, D. Wilson, "Angle Constraint Active Management of Distribution Networks with Wind Power", IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT Europe), 2010 .
- [4] A. M. Majeed, R. Vireck, F. Oechsle, M. Braun, S. Tenbohlen, "Effects of Distributed Generators from Renewable Energy on the Protection System in Distribution Networks", 46th International Universities' Power Engineering Conference, 2011.
- [5] <http://www.tuik.gov.tr/>
- [6] <http://www.iea.org/>
- [7] Load Dispatch Department Operational Reports. <http://www.teias.gov.tr/Eng/DispatchReports.aspx>
- [8] Turkish National Renewable Energy Action Plan. [http://www.eie.gov.tr/duyurular\\_haberler/document/Turkiye\\_Ulusal\\_Yenilenebilir\\_Enerji\\_Eylem\\_Plani.PDF](http://www.eie.gov.tr/duyurular_haberler/document/Turkiye_Ulusal_Yenilenebilir_Enerji_Eylem_Plani.PDF)
- [9] B.Eğridere'li "Elektrik Enerji Sistemlerinde Gerilim Kararlılığı ve İyileştirilmesinin İncelenmesi", İstanbul Teknik Üniversitesi, Y.Lisans Tezi, 2006
- [10] İ.Elma, O.Yılmaz, " Güneydoğu Anadolu Bölgesi Gerilim Çökme Problemlerinin Değerlendirilmesi", ELECO '2012 Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, 2012, Bursa
- [11] M. Sulaiman, A.F.M. Nor, "PV and QV Curves Approach for Voltage Instability on Mesh-Type Electrical Power Networks Using Digsilent", MGNT Research Report, vol.3, pp. 26-42, 2015.
- [12] P. Kundur, J. Paserba, V. Ajarapu, G. Andersson, A. Bose, C. Canizares, N. Hatziargyriou, D. Hill, A. Stankovic, C. Taylor, T. V. Cutsem, V. Vittal, "Definition and Classification of Power System Stability", IEEE Transactions On Power Systems, July, 2003..
- [13] İ. Eke, M. C. Taplamacıoğlu Ve İ.Kocaarslan, "Rotor Açısız Kararlılığı İçin Güç Sistemi Dengeleyicisi Tasarımı", International Journal of Engineering Research and Development, Vol.3, No.2, June 2011.