



Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Kaynakların Artan Payı ve Puant Anlarına Katkıları; 2018 Yılı Analizi

 Hacer Şekerci Öztura¹, Sezai Polat¹ 

¹Mühendislik Fakültesi

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü Yaşar Üniversitesi
hacer.sekerici@yasar.edu.tr, sezaipolat@hotmail.com

Öz

Ülkemiz mevcut elektrik üretiminin büyük kısmını kapsayan fosil enerji kaynaklarının rezervlerinin sınırlı oluşu ve bu kaynakların kullanımının yarattığı çevresel zararları ve bunların elde edilmesindeki döviz kuruna bağımlılık ve fiyatlardaki istikrarsızlıklar nedeniyle, yeni yaklaşımlar, politikalar belirlemek gerekmektedir. Ayrıca enerji arz güvenliği için yenilenebilir kaynakların yeni teknolojiler ile kullanılması, enerji verimliliği konusunun top yekûn uygulanıyor olması artık bir gereklilik noktasına gelmiştir. Bu çalışmada ülkemizin elektrik üretimi ve yenilenebilir enerjinin tarihsel süreci incelendikten sonra, puant yüklerin olduğu anlar detaylı incelenerek, bu anlardaki yenilenebilir enerjiden üretilen enerjinin toplam enerji üretimine katkıları araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: yenilenebilir, enerji kaynakları, üretime katkısı, puant güçler, yük, talep

Abstract

New approaches and policies need to be determined due to the limited reserves of fossil energy resources and the environmental losses caused by the use of these resources and the dependence on exchange rates in obtaining them and instability in prices. In addition, the use of renewable resources with new technologies for energy supply security and the fact that energy efficiency is fully implemented has become a necessity. In this study, after examining the historical process of renewable energy and electricity production of our country, the moments of peak loads are examined in detail and the contribution of renewable energy to total energy production is investigated

Keywords: renewable energy, contribution, penetration level, peak powers, demand, load

1. Giriş

Elektrik 1902 yılında Adana Tarsus'ta 2 KW'lık hidroelektrik santral ile ülkemiz yaşamına girmiştir. Elektrik üretimi, dağıtımı olarak her ayağı ile 1970'de kurulan Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) tarafından sürdürülürken, 1994 yılında özelleştirme ile Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ) ve Türkiye Elektrik Üretim İletim A.Ş. (TEAŞ) olarak hizmet veren sistem, 2001 yılında üç ayrı İktisadi Devlet Teşekkülü olarak yeniden teşkilatlandırıldı. Bu çalışmada TEK günlerinden başlayarak ülkemizin elektrik üretim, tüketim değerleri, bunların artış oranları ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanma oranları üzerine

bazı değerlendirmeler yapılacak, bu yıllar içinde artan değerler grafikler ve çizelgeler ile net bir şekilde sunulacaktır. Özellikle incelenmek istenen nokta ise, puant yüklerin oluştuğu anlar ile yenilenebilir kaynakların üretimi arasında bir ilişki olup olmadığının irdelenmesidir. Bu nedenle çalışma yenilenebilir kaynakların genel üretimdeki yeri ve yenilenebilir kaynakların puant güçlerle ilişkisi şeklinde iki ayrı bölümde detaylandırılacaktır.

O. Çoban ve arkadaşları yaptıkları çalışmada sürdürülebilir büyüme ölçütü olarak aldıkları kişi başına düşen gelir ile güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve biokütle arasında pozitif bir artış ilişkisi olduğunu göstermişlerdir [1]. Arz talep senaryoları ve Türkiye'nin yenilenebilir enerji projeksiyonu inceleyen S. Özçira ve arkadaşları söz konusu yıl için arz talep dengesinin karşılanabilmesi için gerekli yeni yatırım miktarını bulurken bu değerlerin bölgenin yapısal özellikleri ile hangi yenilenebilir kaynaklardan olması gerektiğini önermişlerdir [2]. İ. Yüksel ve arkadaşları ise süreci sera gazları açısından inceleyerek ülkemizin enerji politikasında yenilenebilir kaynakların yerinin önemini irdelemişlerdir [3]. Sürdürülebilir enerji konusunu teknik, çevresel, sosyal, ekonomik ölçütlere göre inceleyen G. Yılan ve arkadaşları yaptıkları matematiksel analiz sonucu en iyi çözümün hidroelektrik ve fotovoltaik enerji kaynaklarının en iyi çözüm olduğunu belirtmişlerdir [4].

Tayland'da yapılan çalışmada, yük faktörü, enerji talebi ve maksimum talep gibi kriterler ile enerji talebi tepe, orta ve temel olarak üç ayrı grupta incelenmiş ve talep karakteristikleri üzerine yenilenebilir enerjinin etkisini incelemişlerdir, bu çalışmada saatlik ve mevsimlik yenilenebilir rejimleri incelenerek işletme maliyetleri üzerine anlamlı etkilerini göstermişlerdir [5].

Yenilenebilir olarak ağırlıklı rüzgâr ve yeni yeni güneşin arttığı Portekiz'de yapılan bir başka çalışmada kesikli rejimi olan yenilenebilir kaynakların bu türlerinin, daha kararlı rejime sahip olan hidroelektrik ve biokütle ile kapalı çevrim çalışması incelenmiştir. Bu çalışmada puant yüklerin karşılanabileceğini otomatik geriye giden dağıtılmış gecikme olarak da adlandırılacak Autoregressive Distributed Lag metodu ile analiz etmişlerdir [6].

İranlı bir grup araştırmacı ise mikro şebekelerde talep cevabını vermek üzere yenilenebilir kaynakların kullanımı ve dolayısıyla da fiyat piyasası üzerine etkilerini incelemişlerdir [7]. Lineer programlama dili kullanarak yapılan bir yazılım ile gerekirse enerji depolama kesikli üreten yenilenebilir kaynak üretimlerinin depolanması ve puant anlarda kullanılması modellenmiştir.

Literatür araştırmasında görülen bir diğer çalışma ise, yerel yükleri beslemek üzere kurgulanan bir mikro şebekede rüzgâr, güneş üretim kaynağı olarak seçilip, enerji depolama sistemi ile en uygun ve ekonomik işletim sağlanmaya çalışılmıştır [8]. Bu tür çalışmaların sonuçları göstermektedir ki, ilerleyen zamanlarda talep yanıtı veya puant yüklerin karşılanması için sadece termik kaynaklara bağımlı olunmayacaktır.

Bu çalışmada ise öncelikle ülkemizde her geçen gün artan yenilenebilir enerji üretim yatırımları söz konusu olmakla birlikte, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin net bir fotoğrafının görülmesi hedeflenmiştir. Ayrıca saatlik bazdaki veriler söz konusu olduğu için yalnızca bir yıl (2018 yılı alınmıştır) üzerinde en düşük, en yüksek aylık yıllık puant anları ve bunların olduğu anlardaki yenilenebilir üretimleri incelenmiş ve aralarında bir ilişki olup olmadığına bakılmıştır.

2. Yenilenebilir Kaynakların Yeri

TEİAŞ verilerine göre Çizelge 1'den de görüleceği üzere 1975'den 2018'e nüfus 2,03 kat, kurulu güç 21,14 kat, elektrik tüketimi 18,89 kat artarken, bu artış oranları kişi başına değerlendirildiğinde; kurulu güç 10,375 kat, net tüketim ise 9,30 kat artış göstermektedir. Nüfus artışı ile teknolojinin ve dolayısıyla da kullanılan cihazların donanımların gelişimi tüketilen elektriğin büyük oranda artmasına neden olmuştur [9].

Çizelge 1. Yıllara göre nüfus, kurulu güç ve tüketilen elektriğin artışları [9]

| Yıllar | Nüfus (bin) | Kurulu Güç MW | Tüketim GWh | K. Güç / Kişi (W) | Tüketim / Kişi (kWh) |
|--------|-------------|---------------|-------------|-------------------|----------------------|
| 1975 | 40348 | 4186,6 | 13491,7 | 104 | 334 |
| 1980 | 44737 | 5118,7 | 20398,2 | 114 | 456 |
| 1990 | 56473 | 16317,6 | 46820,0 | 289 | 829 |
| 2000 | 67845 | 27264,1 | 98295,7 | 402 | 1449 |
| 2007 | 70586 | 40835,7 | 155135,2 | 579 | 2198 |
| 2008 | 71517 | 41817,2 | 161947,6 | 585 | 2264 |
| 2009 | 72561 | 44761,2 | 156894,1 | 617 | 2162 |
| 2010 | 73723 | 49524,1 | 172050,6 | 672 | 2334 |
| 2011 | 74724 | 52911,1 | 186099,5 | 708 | 2490 |
| 2012 | 75627 | 57059,4 | 194923,4 | 754 | 2577 |
| 2013 | 76668 | 64007,5 | 198045,2 | 835 | 2583 |
| 2014 | 77696 | 69519,8 | 207375,1 | 895 | 2669 |
| 2015 | 78741 | 73146,7 | 217312,2 | 929 | 2760 |
| 2016 | 79814 | 78497,4 | 231203,7 | 984 | 2897 |
| 2017 | 80811 | 85200,0 | 249022,7 | 1054 | 3082 |
| 2018 | 82004 | 88500,8 | 254863,0 | 1079 | 3108 |

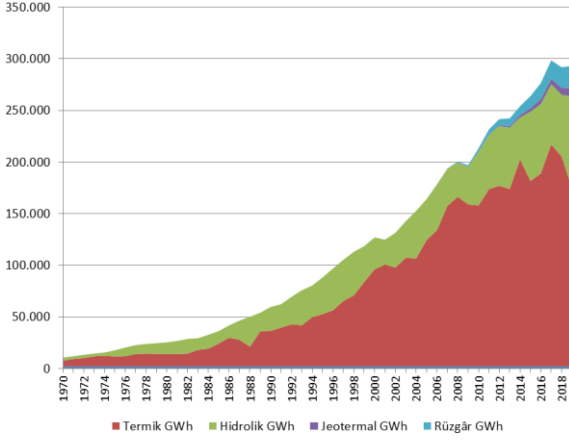
Enerji üretiminde kurulu güçlerin yıllar içerisinde artışı Çizelge 1'den görülebiliyor olsa da, yenilenebilir enerjinin hayatımıza girmesi, farkındalığımızın artması ve üretim istatistiklerinde anlamlı bir şekilde yerini almaya başlaması rüzgâr için 1998'leri güneş için ise 2016'ları görmüştür. Çizelge 2'de TEK'in kurulduğu 1970'den 2019 sonuna kadar termik ve yenilenebilir kapsamında hidroelektrik, jeotermal ve rüzgârdan elektrik üretim miktarları görülmektedir. Jeotermal kaynaklı elektrik üretiminin 2009 yılına kadar termik grubunda değerlendirildiği bu bilgilerin alındığı TEİAŞ web sayfasında net olarak belirtilmiştir [10].

Çizelge 2: 1970 ile 2019 arasında elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı

| Yıllar | Termik GWh | Hidrolik GWh | Jeotermal GWh | Rüzgâr GWh | Toplam GWh |
|--------|------------|--------------|---------------|------------|------------|
| 1970 | 5.590,2 | 3.032,8 | - | - | 8.623,0 |
| 1971 | 7.170,9 | 2.610,2 | - | - | 9.781,1 |
| 1972 | 8.037,7 | 3.204,2 | - | - | 11.241,9 |
| 1973 | 9.821,8 | 2.603,4 | - | - | 12.425,2 |
| 1974 | 10.121,2 | 3.355,8 | - | - | 13.477,0 |
| 1975 | 9.719,2 | 5.903,6 | - | - | 15.622,8 |
| 1976 | 9.908,0 | 8.374,8 | - | - | 18.282,8 |
| 1977 | 11.972,3 | 8.592,3 | - | - | 20.564,6 |
| 1978 | 12.391,3 | 9.334,8 | - | - | 21.726,1 |
| 1979 | 12.218,3 | 10.303,6 | - | - | 22.521,9 |
| 1980 | 11.927,2 | 11.348,2 | - | - | 23.275,4 |
| 1981 | 12.056,7 | 12.616,1 | - | - | 24.672,8 |
| 1982 | 12.384,8 | 14.166,7 | - | - | 26.551,5 |
| 1983 | 16.004,1 | 11.342,7 | - | - | 27.346,8 |
| 1984 | 17.187,2 | 13.426,3 | - | - | 30.613,5 |
| 1985 | 22.174,0 | 12.044,9 | - | - | 34.218,9 |
| 1986 | 27.822,2 | 11.872,6 | - | - | 39.694,8 |
| 1987 | 25.735,1 | 18.617,8 | - | - | 44.352,9 |
| 1988 | 19.099,2 | 28.949,6 | - | - | 48.048,8 |
| 1989 | 34.103,6 | 17.939,6 | - | - | 52.043,2 |
| 1990 | 34.395,3 | 23.147,7 | - | - | 57.543,0 |
| 1991 | 37.563,0 | 22.683,3 | - | - | 60.246,3 |
| 1992 | 40.774,2 | 26.568,0 | - | - | 67.342,2 |
| 1993 | 39.856,6 | 33.950,9 | - | - | 73.807,5 |
| 1994 | 47.735,9 | 30.585,8 | - | - | 78.321,7 |
| 1995 | 50.706,4 | 35.541,0 | - | - | 86.247,4 |
| 1996 | 54.386,4 | 40.475,2 | - | - | 94.861,6 |
| 1997 | 63.479,7 | 39.816,1 | - | - | 103.295,8 |
| 1998 | 68.787,9 | 42.229,0 | - | 5,5 | 111.022,4 |
| 1999 | 81.741,9 | 34.677,5 | - | 20,5 | 116.439,9 |
| 2000 | 94.014,2 | 30.878,5 | - | 33,4 | 124.926,1 |
| 2001 | 98.652,5 | 24.009,9 | - | 62,3 | 122.724,7 |
| 2002 | 95.667,8 | 33.683,6 | - | 48,1 | 129.399,5 |
| 2003 | 105.189,6 | 35.329,5 | - | 61,4 | 140.580,5 |
| 2004 | 104.556,9 | 46.083,7 | - | 57,7 | 150.698,3 |
| 2005 | 122.336,7 | 39.560,5 | - | 59,0 | 161.956,2 |
| 2006 | 131.929,1 | 44.244,2 | - | 126,5 | 176.299,8 |
| 2007 | 155.352,2 | 35.850,8 | - | 355,1 | 191.558,1 |
| 2008 | 164.301,6 | 33.269,8 | - | 846,5 | 198.418,0 |
| 2009 | 156.923,5 | 35.958,4 | 435,7 | 1.495,4 | 194.812,9 |
| 2010 | 155.827,6 | 51.795,5 | 668,2 | 2.916,4 | 211.207,7 |
| 2011 | 171.638,3 | 52.338,6 | 694,4 | 4.723,9 | 229.395,1 |
| 2012 | 174.871,7 | 57.865,0 | 899,3 | 5.860,8 | 239.496,8 |
| 2013 | 171.812,5 | 59.420,5 | 1.363,5 | 7.557,5 | 240.154,0 |
| 2014 | 200.434,0 | 40.644,6 | 2.364,0 | 8.520,1 | 251.962,7 |
| 2015 | 179.560,5 | 67.145,8 | 3.424,5 | 11.652,5 | 261.783,3 |
| 2016 | 186.841,3 | 67.230,9 | 4.818,5 | 15.517,1 | 274.407,7 |
| 2017 | 215.027,8 | 58.218,5 | 6.127,5 | 17.903,8 | 297.277,5 |
| 2018 | 203.318,0 | 59.716,7 | 6.905,58 | 19.757,2 | 289.697,4 |
| 2019 | 172.669,2 | 88.607,1 | 8.229,7 | 21.511,4 | 291.017,4 |

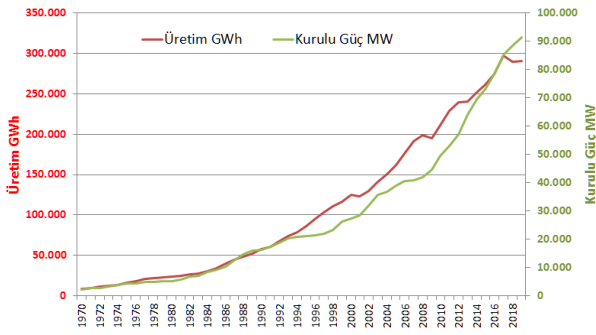
Çizelge 2'de görülen değerler grafikte daha net bir bakış açısı ile Şekil 1'de görülebilir. İlk başlarda termik ve hidroelektrik yaklaşık eşit bir şekilde üretimde paylarını alırken 1989-1990'lardan itibaren denge bozularak termik kaynaklı elektrik üretimi belirgin oranda öne geçmiştir. 2000'lerden itibaren termik kaynağın, rüzgârdan elektrik üretimi başlasa da anlamlı miktarda üretim yapan tek yenilenebilir kaynağımız olan hidroelektriğe göre 3-4 kat fazla kullanıldığı görülmektedir.

Çizelge 2'nin son kolonu üretim (GWh) ve kurulu güç birbirleri ile ilintili olsa da birebir aynı şey demek olmayan bu iki ölçütün artış ivmelerinin anlaşılabilir olması için Şekil 2'de üretim ve kurulu güç farklı eksenlerde gösterilerek, 1970 yılından 2017 yılına kadar gerçekleşen değerler verilmektedir. Artış ivmeleri 2012-2013 yıllarına kadar paralellik göstermektedir. Bu tarihten sonra tüketim ihtiyacının önüne geçen bir kurulu güç olduğu görülmektedir.



Şekil 1. 1970 ile 2017 arasında elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılım grafiği

İlk yıllardan bu yana gelişimi net bir şekilde anlayabilmek için bakılması gereken bir diğer yıllara göre değişim ise, Çizelge 3'de görülen GWh olarak üretim, tüketim, ithalat ve ihracat değerleri ile üretimin ve tüketime yıllara göre % artış oranlarıdır [10]. 1970-1974 yılları arasında üretim ve tüketim artış oranları aynı değerde iken, 1975'den 1989'a kadar tüketim artış oranları çoğunlukla daha fazla olduğundan bu 14 yıl boyunca ithalat ile farkın kapatılmaya çalışıldığı görülmektedir. 1990 yılı itibarıyla hem ithalat hem de ihracat yapılmaya başlanmıştır ve günümüze kadar hiçbir yıl üretim ve tüketim artışları aynı olamamıştır.



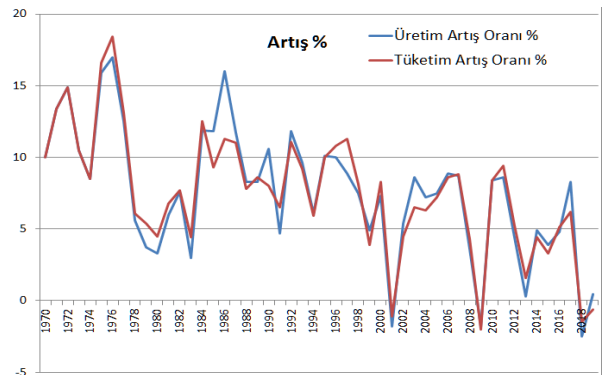
Şekil 2. 1970 ile 2017 arasında elektrik üretiminin ve kurulu gücün gelişim grafiği

Çizelge 3. 1970 ile 2019 arasında elektrik üretim tüketim, ithalat, ihracat değerleri

| Yıllar | Üretim GWh | Artış Oran % | İthalat GWh | İhracat GWh | Tüketim GWh | Artış Oran % |
|--------|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 1970 | 8.623,0 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 8.623,0 | 10,0 |
| 1971 | 9.781,1 | 13,4 | 0,0 | 0,0 | 9.781,1 | 13,4 |
| 1972 | 11.241,9 | 14,9 | 0,0 | 0,0 | 11.241,9 | 14,9 |
| 1973 | 12.425,2 | 10,5 | 0,0 | 0,0 | 12.425,2 | 10,5 |
| 1974 | 13.477,0 | 8,5 | 0,0 | 0,0 | 13.477,0 | 8,5 |
| 1975 | 15.622,8 | 15,9 | 96,2 | 0,0 | 15.719,0 | 16,6 |
| 1976 | 18.282,8 | 17,0 | 332,2 | 0,0 | 18.615,0 | 18,4 |
| 1977 | 20.564,6 | 12,5 | 492,2 | 0,0 | 21.056,8 | 13,1 |
| 1978 | 21.726,1 | 5,6 | 621,0 | 0,0 | 22.347,1 | 6,1 |
| 1979 | 22.521,9 | 3,7 | 1.042,9 | 0,0 | 23.564,8 | 5,4 |
| 1980 | 23.275,4 | 3,3 | 1.341,1 | 0,0 | 24.616,5 | 4,5 |
| 1981 | 24.672,8 | 6,0 | 1.616,2 | 0,0 | 26.289,0 | 6,8 |
| 1982 | 26.551,5 | 7,6 | 1.773,4 | 0,0 | 28.324,9 | 7,7 |

| | | | | | | |
|------|-----------|------|---------|---------|-----------|------|
| 1983 | 27.346,8 | 3,0 | 2.220,8 | 0,0 | 29.567,6 | 4,4 |
| 1984 | 30.613,5 | 11,9 | 2.653,0 | 0,0 | 33.266,5 | 12,5 |
| 1985 | 34.218,9 | 11,8 | 2.142,4 | 0,0 | 36.361,3 | 9,3 |
| 1986 | 39.694,8 | 16,0 | 776,6 | 0,0 | 40.471,4 | 11,3 |
| 1987 | 44.352,9 | 11,7 | 572,1 | 0,0 | 44.925,0 | 11,0 |
| 1988 | 48.048,8 | 8,3 | 381,2 | 0,0 | 48.430,0 | 7,8 |
| 1989 | 52.043,2 | 8,3 | 558,5 | 0,0 | 52.601,7 | 8,6 |
| 1990 | 57.543,0 | 10,6 | 175,5 | 906,8 | 56.811,7 | 8,0 |
| 1991 | 60.246,3 | 4,7 | 759,4 | 506,4 | 60.499,3 | 6,5 |
| 1992 | 67.342,2 | 11,8 | 188,8 | 314,2 | 67.216,8 | 11,1 |
| 1993 | 73.807,5 | 9,6 | 212,9 | 588,7 | 73.431,7 | 9,2 |
| 1994 | 78.321,7 | 6,1 | 31,4 | 570,1 | 77.783,0 | 5,9 |
| 1995 | 86.247,4 | 10,1 | 0,0 | 695,8 | 85.551,6 | 10,0 |
| 1996 | 94.861,6 | 10,0 | 270,1 | 343,1 | 94.788,6 | 10,8 |
| 1997 | 103.295,8 | 8,9 | 2.492,3 | 271,0 | 105.517,1 | 11,3 |
| 1998 | 111.022,4 | 7,5 | 3.298,5 | 298,2 | 114.022,7 | 8,1 |
| 1999 | 116.439,9 | 4,9 | 2.330,3 | 285,3 | 118.484,9 | 3,9 |
| 2000 | 124.926,1 | 7,3 | 3.791,3 | 437,3 | 128.280,0 | 8,3 |
| 2001 | 122.724,7 | -1,8 | 4.579,4 | 432,8 | 126.871,3 | -1,1 |
| 2002 | 129.399,5 | 5,4 | 3.588,2 | 435,1 | 132.552,7 | 4,5 |
| 2003 | 140.580,5 | 8,6 | 1.158,1 | 587,6 | 141.150,9 | 6,5 |
| 2004 | 150.698,3 | 7,2 | 463,5 | 1.144,3 | 150.017,5 | 6,3 |
| 2005 | 161.956,2 | 7,5 | 635,9 | 1.798,1 | 160.794,0 | 7,2 |
| 2006 | 176.299,8 | 8,9 | 573,2 | 2.235,7 | 174.637,4 | 8,6 |
| 2007 | 191.558,1 | 8,7 | 864,3 | 2.422,2 | 190.000,3 | 8,8 |
| 2008 | 198.418,0 | 3,6 | 789,4 | 1.122,2 | 198.085,2 | 4,3 |
| 2009 | 194.812,9 | -1,8 | 812,0 | 1.545,8 | 194.079,1 | -2,0 |
| 2010 | 211.207,7 | 8,4 | 1.143,8 | 1.917,6 | 210.434,0 | 8,4 |
| 2011 | 229.395,1 | 8,6 | 4.555,8 | 3.644,6 | 230.306,3 | 9,4 |
| 2012 | 239.496,8 | 4,4 | 5.826,7 | 2.953,6 | 242.369,9 | 5,2 |
| 2013 | 240.154,0 | 0,3 | 7.429,4 | 1.226,7 | 246.356,6 | 1,6 |
| 2014 | 251.962,7 | 4,9 | 7.953,3 | 2.696,1 | 257.220,0 | 4,4 |
| 2015 | 261.783,3 | 3,9 | 7.135,5 | 3.194,5 | 265.724,4 | 3,3 |
| 2016 | 274.407,7 | 4,8 | 6.330,3 | 1.451,7 | 279.286,4 | 5,1 |
| 2017 | 297.277,5 | 8,3 | 2.728,3 | 3.303,7 | 296.702,1 | 6,2 |
| 2018 | 289.697,4 | -2,5 | 3258,4 | 2583,2 | 292.171,3 | -1,5 |
| 2019 | 291.017,4 | 0,45 | 2.212,0 | 2.824,5 | 290.446,9 | -0,6 |

Çizelge 3'de detayı görülen elektrik üretim ve tüketimlerin bir önceki yıla göre artış yüzdeleri Şekil 3'de verilmiştir. 2001 ve 2009'daki ekonomik kriz yıllarında üretim ve tüketim artış oranları negatife düşmüştür.



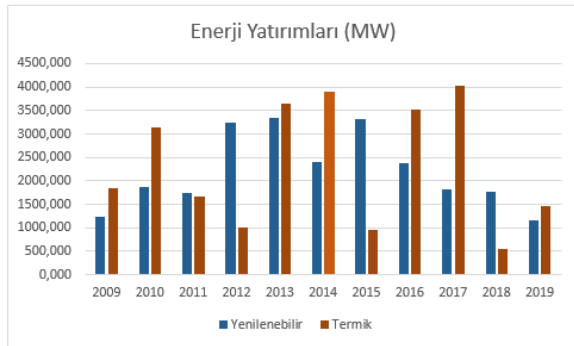
Şekil 3. 1970-2017 yılları arası elektrik üretim ve tüketim yüzde artış oranları

Yenilenebilir kaynakların hayatımızda yer almaya başlamasıyla birlikte bazı tanımların biraz daha netleşmesi gerekebilir. Şekil 4'de enerji kaynaklarının direkt kullanılışlarına veya dönüşümden geçip geçmeden kullanılışlarına göre yapılan bir sınıflama görülmektedir [11]. Kaynağı tükenemeyen olarak ve dolayısıyla yenilenebilir enerji sınıfında olan hidroelektrik, güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrojen ve diğerleri aynı zamanda birincil enerji kaynağıdır.

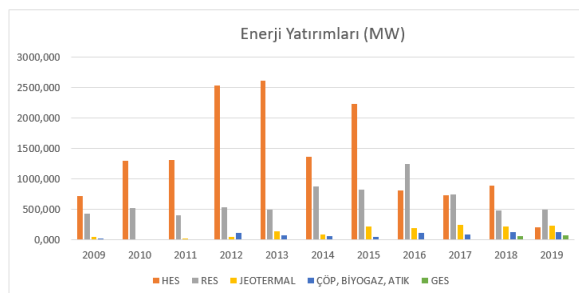


Şekil 4. Enerji kaynakları sınıflandırılması

Elektrik üretiminde yenilenebilir kaynak olarak güneş, rüzgâr ve jeotermalin önemli bir yer edinmeye başladığı son 10 yılın enerji yatırımları eigm.gov.tr adresinden erişilerek bu tablolar üzerinde analiz yapılmıştır. 2009-2019 (2019 yılının ilk 10 ayı) arasındaki yenilenebilir ve termik yatırımları Şekil 5’de, yenilenebilir yatırımların kendi içindeki dağılımı ise Şekil 6’da görülmektedir [11,12]. 2012, 2015 ve 2018’de yıllık olarak devreye alınan yenilenebilir enerji santralleri termik santral kapasitesinden büyüktür. Geriye kalan 8 yıl boyunca termik yatırım miktarı daha fazla olmuştur.



Şekil 5. 2009-2019 arası yıllık devreye alınan yenilenebilir ve termik santral yatırımları



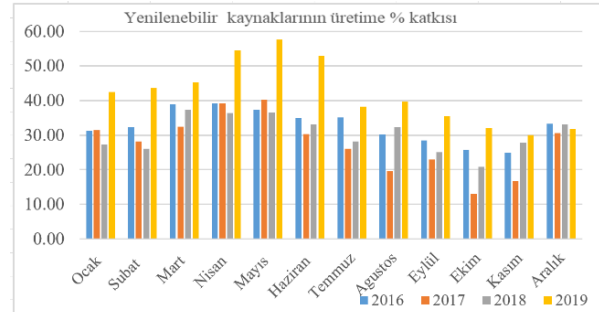
Şekil 6. 2009-2019 arası yıllık devreye alınan yenilenebilir santral yatırımları

Şekil 5 ve 6’daki grafikleri oluşturan gerçek değerler ise Çizelge 4’de görülmektedir [13]. GES üretimdeki yerini ancak 2016’larda alırken, çöp, atık ve biyogaz gibi alanlarda yapılan akademik çalışmalar ve bunları kullanan uygulamalar oldukça artmıştır. 2015 yılından bu yana jeotermal enerji yatırımları yaklaşık aynı değerlerde devam etmektedir.

Çizelge 4. 2009 ile 2019 arasındaki enerji yatırımları

| MW | Termik | HES | RES | Jeotermal | Çöp,Atık, Biyogaz | GES | Toplam |
|------|-----------|-----------|----------|-----------|-------------------|---------|----------|
| 2009 | 1835,006 | 725,168 | 439,100 | 47,400 | 21,673 | 0 | 3068,347 |
| 2010 | 3150,084 | 1299,449 | 528,600 | 17,000 | 17,092 | 0 | 5012,225 |
| 2011 | 1666,021 | 1305,624 | 408,550 | 20,000 | 18,532 | 0 | 3418,727 |
| 2012 | 1011,299 | 2534,645 | 531,850 | 48,000 | 118,721 | 0 | 4244,515 |
| 2013 | 3647,178 | 2613,359 | 498,100 | 148,620 | 79,078 | 0 | 6986,335 |
| 2014 | 3899,960 | 1368,755 | 882,290 | 94,100 | 60,069 | 0 | 6305,174 |
| 2015 | 958,436 | 2229,462 | 830,750 | 218,957 | 49,966 | 0 | 4287,571 |
| 2016 | 3531,139 | 809,720 | 1245,678 | 196,980 | 122,681 | 12,900 | 5919,098 |
| 2017 | 4019,402 | 736,921 | 746,315 | 242,870 | 89,953 | 5,000 | 5840,461 |
| 2018 | 540,176 | 889,669 | 480,325 | 218,790 | 125,705 | 63,760 | 2318,425 |
| 2019 | 1451,616 | 207,494 | 495,460 | 232,170 | 131,727 | 8,086 | 2599,553 |
| Top. | 25710,317 | 14512,772 | 7087,018 | 1484,887 | 835,197 | 162,746 | |

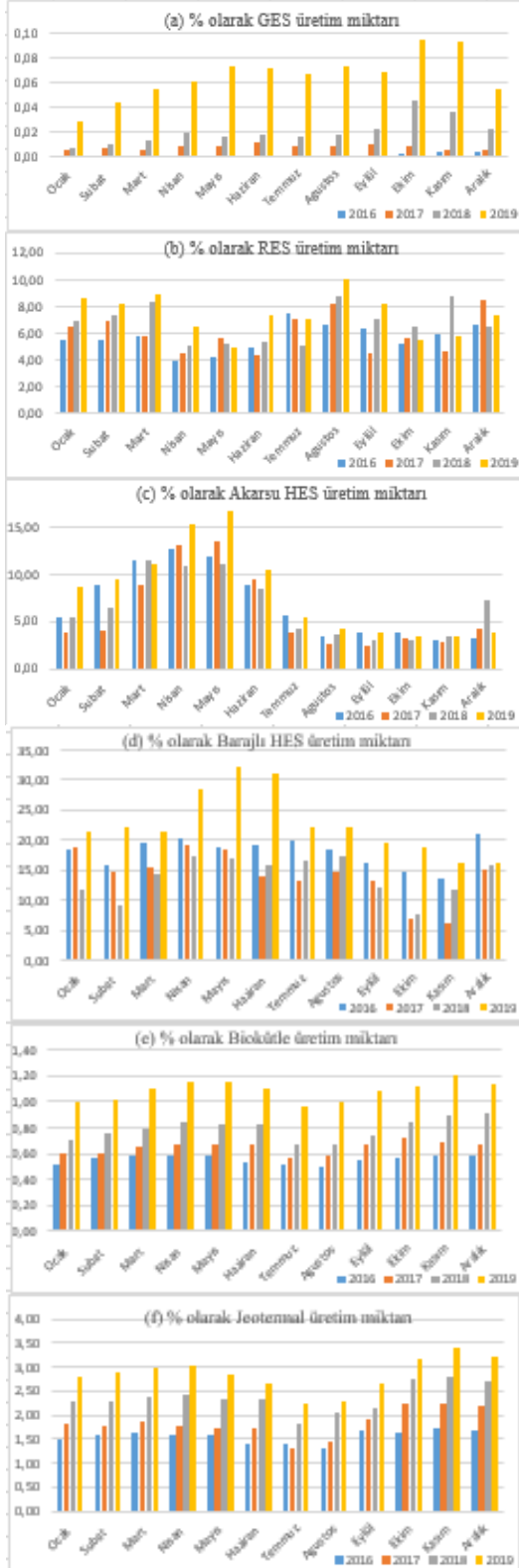
Şekil 7’de ise TEİAŞ web sayfasından alınan veriler ile 2016 yılından 2019 yılına kadar elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların toplam olarak üretime katkıları aylık olarak görülmektedir [10].



Şekil 7. 2016-2019 arasında yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretim yüzdesi

Yeni yapılan yatırımların etkisi ve yenilenebilir kaynaklardan özellikle akarsu, rüzgâr ve güneşin değişen rejimleri ile farklılık göstermekle birlikte 2019 yılının ilk 10 ayında diğer yılların aynı aylarına göre çok daha fazla üretime katkı konduğu görülmektedir. Şekil 4’de verilen yenilenebilir kaynak grubundan hidrojen, dalga ve gel-git enerjileri henüz ülkemizde üretimde bulunmadığından, yukarıda toplamı verilen kaynak türlerinin üretime katkıları Şekil 8’de ayrı ayrı görülmektedir.

GES lisanslarının verilmesi ve üretime başlamaları ile 2018 yılının ikinci yarısı ile 2019 yılında olmaya başlamıştır ancak toplamdaki yeri halen binde mertebesinde. RES’in ise tüm yıllarda kış ve yaz ayları olmak üzere yılın bir yarısında daha yüksek enerji ürettiği görülmektedir. Akarsu HES’lerin yılın ikinci yarısında rejimi çok düşmektedir. Barajlı HES’lerde incelenen tüm yıllarda Ekim Kasım aylarında üretim düşüşleri gözlenmektedir. Biokütle’nin mevsimlere göre değişmediği, jeotermal’in ise Temmuz Ağustos’ta çok az bir düşüş gösterdiği açıktır. Yenilenebilir kaynaklardan üretim katkısı olarak bakıldığında en önemli oranın RES ile her iki tür HES olduğu diğer üç kaynağın toplam etkisinin %2-3’leri ancak bulunduğu görülmektedir.

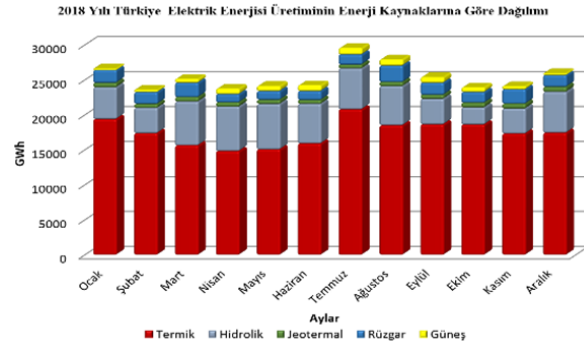


Şekil 8. 2016-2019 arasında a) GES, b) RES, c) Akarsu HES, d) Barajlı HES, e) Biokütle, f) Jeotermal yenilenebilir kaynaklarından elektrik üretim yüzdeleri

3. Yenilenebilir Kaynakların Puant Güçler İle İlişkisi

Bu kısımda analiz yapabilmek için 2018 yılının puant değerlerinin hangi gün ve tarihlerde olduğunu belirlemek gerekmektedir. TEAİŞ'dan elde edilen veriler, bir yıla ait her bir saate, güne, aya ve yıla ait en düşük ve en yüksek puant anını yani saatini vermektedir. Verilen bu saat dakikalık çözünürlüğe sahip olup, her dakika veri tazelenmektedir. O ana ait üretim verisi kaynaklardan temin edilememesi sebebiyle, puant (dakikasındaki) anına ait saat dilimindeki elektrik üretimi EPIAŞ'dan alınmış ve puant anı enerji üretimi olarak kabul edilmiştir.

Puant yükler ile ilgili analizler sadece bir tek 2018 yılına ait veriler üzerinde yapılmıştır. Bu amaçla TEİAŞ'ın yük tevzi bilgi sistemi web sayfasından [14] ve EPIAŞ'ın web sayfasından [15] faydalanılarak aşağıdaki bilgiler derlenmiştir. 31 Aralık 2018 tarihi itibarıyla ülkemizde 45,940.96 MW'lık (%52) termik ve 42,269.86 MW'lık (%48) yenilenebilir kaynak temelli kurulu güç olduğu görülmektedir. Kurulu güçler birbirine bu kadar yakın iken üretimin kaynaklara göre dağılımında benzer bir oran söz konusu değildir ve üretim değerleri Şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 9. 2018 yılı kaynaklara göre elektrik enerjisi üretimi

Yıl bazında bakıldığında 2018 için üretilen 289.697,4 GWh'lik enerjinin 203.318 GWh'lik kısmı termik kaynaklardan elde edilmiştir. Bu oran üretimde %70.18 olarak ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 5'de görülen 2018 yılına ait her ayın puant gün, saat ve talep miktarı görülmektedir. Özellikle zaman veya ayın hangi günü olduğu konusunda bir ilişki kurabilmek çok olası gözükmemektedir. Sabah 11:00'de veya gece 21:00'de en yüksek talep olabilmıştır. 2018 yılının puantı 1 Ağustos günü saat 15:20 da gerçekleşip, Temmuz ayı puant değeri ve gerçekleşme zamanı ile çok yakınlık göstermektedir. Yılın ayları arasında en yüksek ve en düşük puant güç farkı %28 olmuştur.

Çizelge 5. 2018 yılı aylık en yüksek puant zaman ve değerleri

| Tarih | Saat | Üretilen Enerji |
|------------|-------|-----------------|
| 18.01.2018 | 11:50 | 42.460 MWh |
| 26.02.2018 | 11:20 | 40.280 MWh |
| 01.03.2018 | 11:00 | 40.435 MWh |
| 03.04.2018 | 20:00 | 37.481 MWh |
| 04.05.2018 | 21:00 | 35.552 MWh |
| 28.06.2018 | 14:40 | 40.532 MWh |
| 30.07.2018 | 16:30 | 45.349 MWh |
| 01.08.2018 | 15:20 | 45.543 MWh |

| | | |
|------------|-------|------------|
| 04.09.2018 | 16:00 | 43.201 MWh |
| 26.10.2018 | 19:00 | 35.967 MWh |
| 29.11.2018 | 17:30 | 40.670 MWh |
| 12.12.2018 | 17:40 | 41.417 MWh |

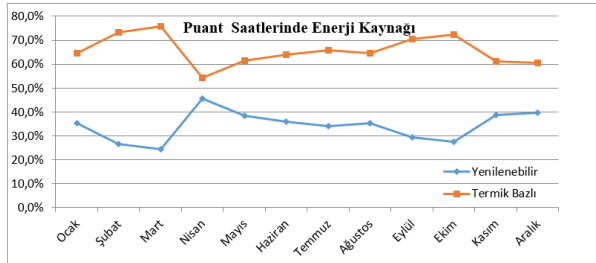
| | | |
|------------|------|------------|
| 16.06.2018 | 6:00 | 18.406 MWh |
| 01.07.2018 | 6:00 | 26.292 MWh |
| 22.08.2018 | 7:00 | 21.842 MWh |
| 30.09.2018 | 8:00 | 23.804 MWh |
| 29.10.2018 | 4:00 | 22.565 MWh |
| 04.11.2018 | 8:00 | 23.868 MWh |
| 31.12.2018 | 4:00 | 24.790 MWh |

Çizelge 5’de görülen zamanlar için EPİAŞ web sayfası şeffaflık platformundan [15] elde edilen saatlik üretim verileri ve kaynaklara göre dağılımından Çizelge 6 elde edilmiştir. Bu puantlarında termik kaynaklardan elektrik elde edilmesi en yüksek %77.02 ile Eylül, en düşük oran %56,94 ile Mart ayında gözlenmektedir.

Çizelge 6. 2018 yılı aylık puant anında elektrik enerjinin üretildiği kaynak dağılımı

| Puant Saatinde Üretilen enerji (MWh) | Ay | HES | Rüzgar | Güneş | Jeotermal | Biyokütle | Diğer (termik, doğal gaz vb.) |
|--------------------------------------|---------|--------|--------|-------|-----------|-----------|-------------------------------|
| 22.979 | Ocak | 17,15% | 4,96% | 0,00% | 3,52% | 0,94% | 73,44% |
| 25.719 | Şubat | 14,52% | 17,26% | 0,00% | 3,01% | 0,92% | 64,29% |
| 25.049 | Mart | 20,92% | 17,89% | 0,01% | 3,14% | 1,10% | 56,94% |
| 24.445 | Nisan | 17,95% | 3,36% | 0,01% | 3,54% | 1,09% | 74,06% |
| 21.685 | Mayıs | 25,87% | 4,27% | 0,02% | 3,23% | 1,25% | 65,37% |
| 18.406 | Haziran | 24,29% | 5,53% | 0,01% | 4,30% | 1,36% | 64,52% |
| 26.292 | Temmuz | 19,34% | 2,36% | 0,01% | 3,06% | 0,98% | 74,25% |
| 21.842 | Ağustos | 17,64% | 12,65% | 0,02% | 3,75% | 1,05% | 64,90% |
| 23.804 | Eylül | 8,84% | 9,44% | 0,06% | 3,63% | 1,00% | 77,02% |
| 22.565 | Ekim | 13,68% | 5,86% | 0,00% | 4,08% | 1,09% | 75,29% |
| 23.868 | Kasım | 11,53% | 11,53% | 0,07% | 3,90% | 1,10% | 71,87% |
| 24.790 | Aralık | 20,21% | 1,70% | 0,00% | 3,93% | 1,24% | 72,91% |

2018 yılı puantlarındaki toplam yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi ile termik kökenli üretim grafiği Şekil 10’da görülmektedir.



Şekil 10. 2018 yılı aylık puantlarındaki termik ve yenilenebilir kaynak yüzdeleri

Değerlendirmesinin yapıldığı yıl 2018 olması nedeniyle, bir de 2018 yılı elektrik üretiminde kaynak kullanım oranlarına da bakmak gerekecektir. 2018 yılında elektrik üretimimizin, %37,5'i kömürden, %29,8'i doğal gazdan, %19,9'u hidrolik enerjiden, %6,7'si rüzgardan, %1,6'sı güneşten, %2,8'i jeotermal enerjiden ve %1,7'si diğer kaynaklardan elde edilmiştir [13].

2018 yılı için aylık en düşük puantın gerçekleştiği gün, saat ve miktar bilgisi ise Çizelge 7’de görülmektedir. En yüksek puant saati konusunda bir benzeşim söz konusu olmamakla birlikte en düşük puant için sabahın erken saatleri olduğu görülmektedir. Yılın en düşük puant değeri soğutma ve ısıtma hatta aydınlatma yüklerinin olmadığı 16 Haziran sabah 06.00’da görülmüştür.

Çizelge 7. 2018 yılı aylık en düşük puant zaman ve değerleri

| Tarih | Saat | Üretilen Enerji |
|------------|------|-----------------|
| 01.01.2018 | 5:00 | 22.979 MWh |
| 11.02.2018 | 8:00 | 25.719 MWh |
| 18.03.2018 | 8:00 | 25.049 MWh |
| 23.04.2018 | 7:00 | 24.445 MWh |
| 20.05.2018 | 7:00 | 21.685 MWh |

Çizelge 7’de görülen 2018 yılının en düşük puantlarında üretimin hangi kaynaktan karşılandığının verisi ise Çizelge 8’de verilmiştir. Yenilenebilir kaynakların en düşük katkısı Eylül 2018 ayında gerçekleşip %23,9 olarak gerçekleşmiştir. Mart 2018’de ki en düşük puantın olduğu zamanda ise yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi %43,1 ile en üst seviyede olmuştur.

Çizelge 8. Aylık en düşük puant anında kaynak dağılımı

| 2018 | Yenilenebilir | Termik Bazlı |
|---------|---------------|--------------|
| Ocak | 26,6% | 73,4% |
| Şubat | 35,7% | 64,3% |
| Mart | 43,1% | 56,9% |
| Nisan | 25,9% | 74,1% |
| Mayıs | 34,6% | 65,4% |
| Haziran | 35,5% | 64,5% |
| Temmuz | 25,8% | 74,2% |
| Ağustos | 35,1% | 64,9% |
| Eylül | 23,9% | 77,0% |
| Ekim | 25,6% | 75,3% |
| Kasım | 29,2% | 71,9% |
| Aralık | 28,2% | 72,9% |

Bir diğer bakılması gereken karşılaştırma ise yılın 12 ayında gerçekleşen en yüksek ve en düşük puantlarında her bir yenilenebilir enerji kaynağının genel üretime katı oranı olmalıdır. Bu nedenle Çizelge 9’da en yoğun olarak hayatımızda olan dört kaynağın üretime katkı oranları yüzdesel olarak görülmektedir. Her bir kaynağın kendi özellikleri gereği, puantın olduğu zaman dilimi için kesin bir ilişki tanımlamak mümkün görülmemektedir.

Çizelge 9. Aylık en düşük ve en yüksek puant saatlerinde yenilenebilir enerji kaynak dağılımı

| Aylar | Hidroelektrik | | Rüzgar | | Güneş | | Jeotermal | |
|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|-------|-----------|-------|
| | Yüksek | Düşük | Yüksek | Düşük | Yüksek | Düşük | Yüksek | Düşük |
| Ocak | 21,40% | 17,15% | 11,44% | 4,96% | 0,01% | 0,00% | 1,84% | 3,52% |
| Şubat | 16,93% | 14,52% | 7,08% | 17,26% | 0,03% | 0,00% | 2,00% | 3,01% |
| Mart | 18,75% | 20,92% | 2,95% | 17,89% | 0,02% | 0,01% | 2,00% | 3,14% |
| Nisan | 37,72% | 17,95% | 5,11% | 3,36% | 0,00% | 0,01% | 2,13% | 3,54% |
| Mayıs | 30,66% | 25,87% | 5,11% | 4,27% | 0,00% | 0,02% | 1,97% | 3,23% |
| Haz. | 25,39% | 24,29% | 8,17% | 5,53% | 0,04% | 0,01% | 1,71% | 4,30% |
| Tem. | 26,92% | 19,34% | 5,24% | 2,36% | 0,01% | 0,01% | 1,39% | 3,06% |
| Ağus. | 28,01% | 17,64% | 5,38% | 12,65% | 0,03% | 0,02% | 1,40% | 3,75% |
| Eylül | 25,03% | 8,84% | 2,41% | 9,44% | 0,03% | 0,06% | 1,45% | 3,63% |
| Ekim | 19,63% | 13,68% | 4,57% | 5,86% | 0,00% | 0,00% | 2,54% | 4,08% |
| Kasım | 22,77% | 11,53% | 13,00% | 11,53% | 0,00% | 0,07% | 2,35% | 3,90% |
| Aralık | 32,29% | 20,21% | 4,53% | 1,70% | 0,00% | 0,00% | 1,92% | 3,93% |

Değerlendirilmesi istenebilecek bir diğer ilişki ise, söz konusu ay için en yüksek puantın yaşandığı gün, en yüksek üretimin olup olmadığı, ya da tersinin geçerli olup olmadığı araştırılmasıdır. Bu nedenle Çizelge 10 ve Çizelge 11’de en yüksek ve en düşük puant ile en yüksek ve en düşük üretimlerin olduğu günler karşılaştırılmıştır.

Çizelge 10. Aylık en yüksek puant ve en yüksek üretim tarihleri

| En Yüksek Puant | | | En Yüksek Üretim | |
|-----------------|-------|-----------------|------------------|----------------|
| Tarih | Saat | Üretilen Enerji | Tarih | Toplam |
| 18.01.2018 | 11:50 | 42.460 MWh | 25.01.2018 | 893.523,04 MWh |
| 26.02.2018 | 11:20 | 40.280 MWh | 27.02.2018 | 855.209,51 MWh |
| 01.03.2018 | 11:00 | 40.435 MWh | 01.03.2018 | 858.397,04 MWh |
| 03.04.2018 | 20:00 | 37.481 MWh | 27.04.2018 | 793.591,50 MWh |
| 04.05.2018 | 21:00 | 35.552 MWh | 03.05.2018 | 783.703,67 MWh |
| 28.06.2018 | 14:40 | 40.532 MWh | 28.06.2018 | 867.226,90 MWh |
| 30.07.2018 | 16:30 | 45.349 MWh | 31.07.2018 | 960.555,94 MWh |
| 01.08.2018 | 15:20 | 45.543 MWh | 02.08.2018 | 977.367,86 MWh |

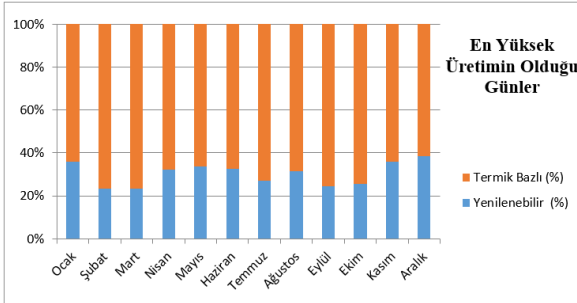
| | | | | |
|------------|-------|------------|------------|----------------|
| 04.09.2018 | 16:00 | 43.201 MWh | 04.09.2018 | 922.137,19 MWh |
| 26.10.2018 | 19:00 | 35.967 MWh | 25.10.2018 | 775.404,39 MWh |
| 29.11.2018 | 17:30 | 40.670 MWh | 30.11.2018 | 843.664,61 MWh |
| 12.12.2018 | 17:40 | 41.417 MWh | 19.12.2018 | 868.901,35 MWh |

Aylık en yüksek puant ile en yüksek üretim tarihleri sadece Mart, Haziran ve Eylül aylarında aynı güne denk gelmiştir. Aynı kesişim en düşük puant için bakıldığında Ocak, Şubat, Haziran Temmuz, Eylül ve Kasım olarak toplam 6 ayda karşımıza çıkmaktadır. En yüksek puantı takip eden günde en yüksek üretimin çıkması (5 ay), tam tersi en düşük puanttan önceki gün en düşük üretimin olmasının (4 ay) tesadüf olup olmadığı üzerine bir değerlendirme yapılamamıştır.

Çizelge 11. Aylık en düşük puant ve en düşük üretim tarihleri

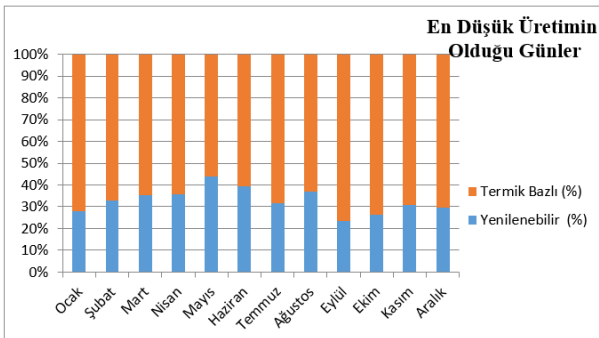
| En Yüksek Puant | | | En Düşük Üretim | |
|-----------------|------|-----------------|-----------------|----------------|
| Tarih | Saat | Üretilen Enerji | Tarih | Toplam |
| 01.01.2018 | 5:00 | 22.979 MWh | 01.01.2018 | 669.982,72 MWh |
| 11.02.2018 | 8:00 | 25.719 MWh | 11.02.2018 | 703.905,04 MWh |
| 18.03.2018 | 8:00 | 25.049 MWh | 11.03.2018 | 658.040,59 MWh |
| 23.04.2018 | 7:00 | 24.445 MWh | 22.04.2018 | 662.336,67 MWh |
| 20.05.2018 | 7:00 | 21.685 MWh | 13.05.2018 | 630.978,49 MWh |
| 16.06.2018 | 6:00 | 18.406 MWh | 16.06.2018 | 542.071,82 MWh |
| 01.07.2018 | 6:00 | 26.292 MWh | 01.07.2018 | 745.271,87 MWh |
| 22.08.2018 | 7:00 | 21.842 MWh | 21.08.2018 | 600.454,79 MWh |
| 30.09.2018 | 8:00 | 23.804 MWh | 30.09.2018 | 655.402,14 MWh |
| 29.10.2018 | 4:00 | 22.565 MWh | 28.10.2018 | 624.217,30 MWh |
| 04.11.2018 | 8:00 | 23.868 MWh | 04.11.2018 | 645.262,75 MWh |
| 31.12.2018 | 4:00 | 24.790 MWh | 02.12.2018 | 690.277,19 MWh |

Her ayın en yüksek ve en düşük üretiminin olduğu günlerde termik ve yenilenebilir kaynaklardan enerji elde edilme yüzdeleri Şekil 11 ve Şekil 12'de görülmektedir.



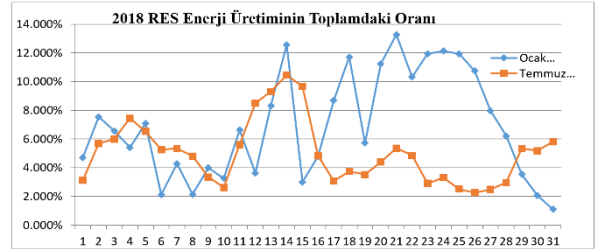
Şekil 11. En yüksek üretimin olduğu günler için kaynak dağılımı

Bu grafiklerden oransal bakıldığında yenilenebilir enerji kaynaklarının her ayın en yüksek ve en düşük üretiminin olduğu günlerdeki oranları arasında bir ilişki olmadığına dair bir gözlem gerçekleştirilmiştir.



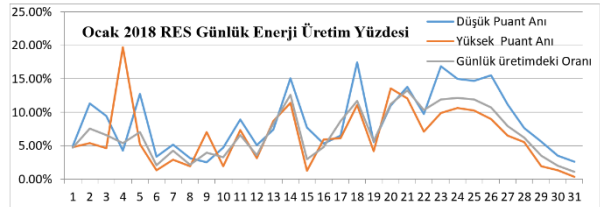
Şekil 12. En düşük üretimin olduğu günler için kaynak dağılımı

Değerlendirme ölçütlerinden bir diğeri olarak 2018 yılının Ocak Temmuz aylarında RES'in üretiminin puant anları ile ilişkisi incelenmesi düşünülmüştür. Bazı yenilenebilir kaynakların rejiminin mevsimlerden bağımsız olması ve GES'in de 2018 yılı için toplamda çok küçük bir katkı koyması açısından bu inceleme sadece RES için gerçekleştirilmiştir. Şekil 13'de RES üretiminin Ocak ve Temmuz 2018'deki toplam üretime % olarak katkısı görülmektedir. En düşük günlerde %2 olan katkı, en yüksek zamanında %13'leri geçmektedir.

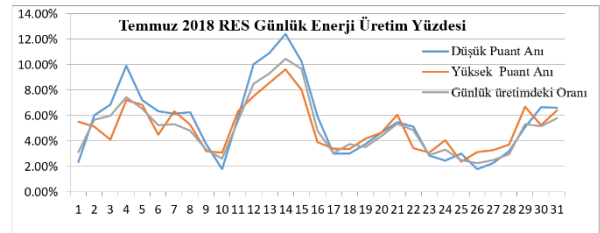


Şekil 13. RES'in Ocak ve Temmuz aylarında üretime katkısı

Şekil 14 ve 15'de sırası ile Ocak ve Temmuz aylarının her bir gününde puantın yüksek ve düşük olarak yaşandığı saat dilimi için RES üretim oranları elde edilmiştir.



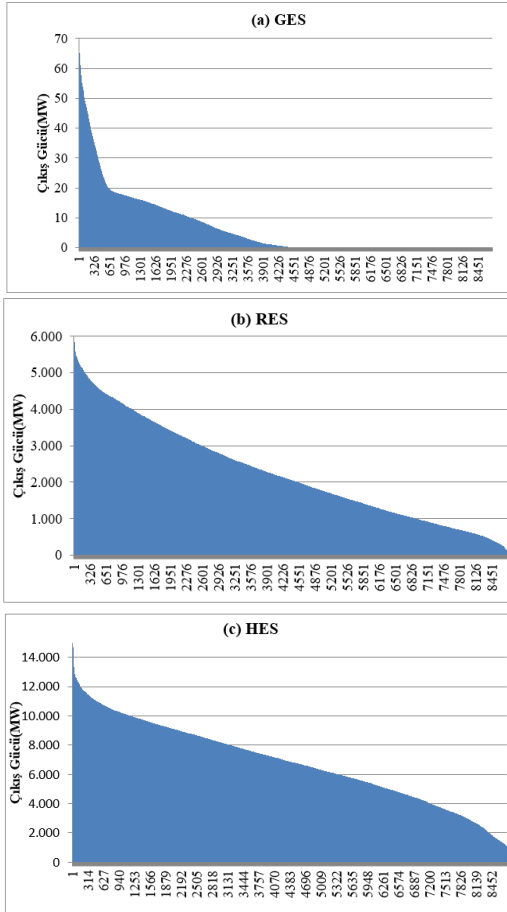
Şekil 14. Ocak 2018'de RES'in puant anlardaki üretimi



Şekil 15. Temmuz 2018'de RES'in puant anlardaki üretimi

Ocak ve Temmuz aylarında RES üretiminin düşük puant anlarında daha fazla enerji üretecek bir rejime sahip olduğu görülmektedir. Aranılan katkının RES tarafından konamadığı incelenen bu iki ay için oluşmadığı net bir şekilde görülmektedir.

Aranılan ilişkinin varlığının net olarak ortaya konamayacağı tüm bu analizlerden görüldüğünden söz konusu çalışmanın son ayağında yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu güçlerinin tam kapasite ile çalışıp çalışmadığına bakılmıştır. Bir tam yıl (365 gün*24 saatten) için 8760 saat olarak GES, RES ve HES (Barajlı ve akarsu olarak birlikte) santrallerinin çalışma süresi TEİAŞ ve EPIAŞ web sayfalarındaki verilerin analizi sonucu elde edilmiş ve Şekil 16'da sunulmuştur.



Şekil 16. Bir yıl içinde yenilenebilir santrallerinin a)GES b)RES c)HES kullanım durumu

Tüm bu santraller tam kapasite ile bir yıl boyunca çalışsaydı, yukarıdaki grafiklerde görülen dolu alanların birer dikdörtgen olması gerekirdi. GES'in gündüz saatlerinde enerji üretilebilmesi nedeniyle daha küçük bir alan kaplaması doğaldır, yukarıdaki grafikten de görüleceği üzere GES yaklaşık 4400 saat süresince hiçbir şey üretmemiştir. RES ve HES'lerinde neredeyse %50 kapasite ile çalıştığı açıktır.

4. Sonuç

Bu çalışmaya TEK'in kurulduğu günden bu yana elektrik üretiminde gözlenen gelişmeler üzerinde kısa bir değerlendirme yapılarak başlanmıştır. Elektrik üretim ve tüketimindeki artışın nüfus artışı, kişi başına kurulu güç ve kişi başına tüketim değerlerindeki tarihsel süreç gözlenmiştir. Bu büyük artışın gelişen teknoloji ile paralellik göstererek ihtiyaç atışı olduğu düşünülerek yorumlanmalıdır.

Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişim sürecine bakılarak, şu anda ülkemizin yenilenebilir enerjideki durumunun resmi verilere ulaşılabildiği Ocak 2016 yılından başlayarak 4 tam yılın saatlik üretim verilerinden farklı grafikler elde edilerek karşılaştırmalar yapılmıştır. Bir nevi mevcut durum fotoğrafı çekilmeye çalışılmıştır. Ayrıca son on yıldır yapılan enerji yatırımları detaylandırılmıştır. Bu kaynak türüne göre yatırım detayına bakılınca, termik ve

yenilenebilir enerji kurulu güçleri arasındaki farkın kapanmasının yakın vadede beklenememesi gerektiği açıktır.

Bu çalışmanın diğer bir inceleme konusu ise puant yükler ile yenilenebilir kaynaklar arasında bir ilişki olup olmadığının araştırılmasıdır. En yüksek/en düşük puant yükler ve en yüksek/en düşük üretim verileri TEİAŞ ve EPIAŞ'ın sayfalarından indirilerek bir nevi veri madenciliği ile incelenmiştir. Puant yüklerin incelendiği bu çalışma sadece 2018 yılı ile sınırlı tutulmuş durumda kalmıştır.

Her ayın puant değerlerinin görüldüğü gün ve saatlerdeki termik ve yenilenebilir kaynaklarda elde edilen üretim miktarları gözlemlendiği gibi, örnek olarak seçilen Ocak ve Temmuz 2018 aylarının her bir gününün en yüksek ve en düşük puant anları ile bu anlarda RES'den üretilen enerji miktarları grafikler halinde sunulmuştur.

Görülebilir formata getirilen tüm veriler ışığında gözlenen net bir şey vardır ki: sadece puantın olduğu gün ve saat bilgisi ile saatlik üretim verisi bir mevcut ilişkiyi tanımlamak yeterli değildir. Ocak ve Temmuz aylarında günlük düşük puantın gerçekleştiği anlarda rüzgâr santrallerinin daha fazla enerji ürettiği görülmektedir.

Her bir yenilenebilir enerji kaynağının kendine özgü bir oluşma rejimi vardır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ülke içinde konum olarak dağılımı ve her enerji kaynağının kendine has rejimi bilinip bunlar matematiksel olarak analiz edilmeden bir görüş bildirilmesi doğru olmayacaktır.

Literatür araştırmalarından da görülmüştür ki, büyük enterkonekte sistemdeki mevcut durum analizinden ise, son yılların yeni gelişen konuları dağıtım üretim, mikro şebekeler konularında yenilenebilir enerji kaynakları ile puant yüklerin karşılanabilmesi ve dolayısı ile enerji maliyetlerinin optimize edilmesi güncel araştırma alanlarıdır. Ayrıca kesikli rejimi olan bazı yenilenebilir enerji kaynaklarının üretiminin enerji depolama sistemleri ile depolanarak talep anlarında kullanılması da bir başka yeni çalışma yapılan alandır.

5. Kaynaklar

- [1] O. Çoban, F. N. Yorgancila, ve A. Çoban, "Relationship between Renewable Energy Consumption and Sustainable Economic Growth: The Case of Turkey", *Proceedings of the Conference on the Industrial and Commercial Use of Energy, ICUE*, c. 2018-October, sayı October, 2019.
- [2] S. Ozcira, E. Aycicek, ve I. Y. Onel, "Features of renewables in energy projection of turkey in view of energy supply and demand scenarios", *2009 International Conference on Clean Electrical Power, ICCEP 2009*, ss. 492-495, 2009.
- [3] I. Yuksel, H. Arman, ve I. H. Demirel, "Clean energy for future energy policy in Turkey", *5th International Conference on Renewable Energy: Generation and Application, ICREGA 2018*, c. 2018-Janua, ss. 260-263, 2018.

- [4] G. Yılan, M. A. N. Kadirgan, ve G. A. Çiftçioğlu, “Analysis of electricity generation options for sustainable energy decision making: The case of Turkey”, *Renewable Energy*, c. 146, ss. 519–529, 2020.
- [5] K. Chaiamarit ve S. Nuchprayoon, “Impact assessment of renewable generation on electricity demand characteristics”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, c. 39, ss. 995–1004, 2014.
- [6] F. R. Serras, A. C. Marques, ve J. A. Fuinhas, “Evaluating the Impact of New Renewable Energy on the Peak Load - An ARDL Approach for Portugal”, *Energy Procedia*, c. 106, ss. 24–34, 2016.
- [7] R. Bahmani, H. Karimi, ve S. Jadid, “Stochastic electricity market model in networked microgrids considering demand response programs and renewable energy sources”, *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, c. 117, sayı October 2019, s. 105606, 2020.
- [8] A. Mehdizadeh, N. Taghizadegan, ve J. Salehi, “Risk-based energy management of renewable-based microgrid using information gap decision theory in the presence of peak load management”, *Applied Energy*, c. 211, sayı November 2017, ss. 617–630, 2018.
- [9] TEİAŞ Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi. <http://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2018-08/Önsöz.xls>. [Erişim: 02-Oca-2020].
- [10] TEİAŞ, “Elektrik Enerjisi Üretimi-Tüketimi-Kayıplar 2018”, <https://webapi.teias.gov.tr/file/5b2fb3e8-bf05-48b1-b2f0-20139c0cc7fb?download>. [Erişim: 05-Oca-2020].
- [11] A. Koç, “Dünyada ve Türkiye ’ de Enerji Görünümünün Genel Değerlendirilmesi General Evaluation of Energy Outlook in Turkey and the World”, *Mühendis ve Makina Dergisi*, c. 59, sayı 692, ss. 84–112, 2018.
- [12] “Enerji İşleri Genel Müdürlüğü-Enerji Yatırımları”, <https://enerji.gov.tr/enerji-isleri-genel-mudurlugu-yatirimlar>. [Erişim: 03-Oca-2020].
- [13] “Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı-Elektrik”, <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>. [Erişim: 02-Oca-2020].
- [14] “Yük Tevzi Bilgi Sistemi-Günlük İstatistikler”, https://ytbsbilgi.teias.gov.tr/ytbsbilgi/frm_istatistikler.jsf. [Erişim: 04-Oca-2020].
- [15] “Gerçek Zamanlı Üretim - Gerçekleşen Üretim - EPIAŞ Şeffaflık Platformu”, <https://seffaflik.epias.com.tr/transparency/uretim/gerceklesen-uretim/gercek-zamanli-uretim.xhtml>. [Erişim: 05-Oca-2020].

Hacer Şekerci ÖZTURA



Sarıkamış doğumlu olan Hacer Şekerci Öztura, 1986 yılı Dokuz Eylül Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği mezunudur. Yüksek lisans ve doktora çalışmalarının ardından, 2009 yılına kadar Dokuz Eylül Üniversitesinde öğretim üyesi olarak çalışan Öztura, halen Yaşar Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği bölümünde görev yapmaktadır. Doktora çalışmasını elektrik motor tasarımı üzerine yapan yazar, güç sistemleri, enerji verimliliği ve enerji kalitesi gibi alanlarda çalışmalarını sürdürmektedir.

Sezai POLAT



Sezai Polat, 1980 yılı Beyşehir doğumludur. İlk, orta ve lise öğrenimini ise İzmir’de tamamlamıştır. Lisans eğitimini 2003 yılında Kocaeli Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü’nde tamamlamıştır. Yüksek Lisans öğrenimini 2011- 2014 yılları arasında Yaşar Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği programında tamamlamıştır. Doktora öğrenimine 2017 yılından itibaren Yaşar Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği programında devam etmektedir. Lisans öğrenimi mezuniyetinden itibaren özel sektör içerisinde Elektrik Mühendisi pozisyonunda çalışmıştır. Halen İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı’nda Etüd Proje Birimi sorumlusu olarak çalışmaktadır. Araştırma alanları arasında yenilenebilir enerji sistemleri, enerji kalitesi, mikro şebekeler bulunmaktadır.