



# **Long Term Intern Analyst Case Study**

**Mehmet Bařtürk**

[mb.mehmetbasturk@gmail.com](mailto:mb.mehmetbasturk@gmail.com)

05071644778

## Introduction

Bu vaka analizi çalışmasında Gain Energy tarafından sağlanan veri setinde ikisi Rüzgar Enerjisi, ikisi Hidroelektrik Santrali olmak üzere toplamda 4 ayrı santral için Gün Öncesi Üretim Tahmini (*MWh*), Gün İçi Üretim Tahmini Revizesi (*MWh*), Gerçekleşen Üretim (*MWh*) verileri sağlanmıştır. Bizden EPIAŞ Web Servisi üzerinden Piyasa Takas Fiyatları(PTF) ve Sistem Marjinal Fiyatları(SMF)'nin çekilmesi, gün öncesi tahminde ile gün içi üretimdeki farklılıklardan meydana gelen dengesizlik maliyetlerinin bulunması, ardından bu maliyetlerin yorumlanması ve nihayetinde santrallerin karlılık açısından karşılaştırılması istenmektedir.

## Results&Comments

EPIAŞ üzerinden çektiğimiz verilerinden (EPIAŞ\_Data\_Analysis.xlsx) de görüldüğü üzere PTF ve SMF fiyatları saatlik olarak değişmektedir. Bu saatlik değişimler de Dengesizlik Tutarlarını ve Dengesizlik Maliyetlerini doğrudan etkilemektedir. Dengesizlik\_Analizi\_Sonuclari.xlsx dosyasında da açıkça görülebilir.

Birim Üretim Gelirleri ve Birim Dengesizlik Maliyetleri santrallerin karlılık oranları açısından karşılaştırmasında çok önemlidir. Bu parametreleri hesaplarken gerçekleşen saatlik üretime böldüğümüz için daha sağlıklı bir mukayese edilebilmesi açısından önem arz etmektedir.

### Rüzgar Enerjisi Santrallerinin karşılaştırılması:

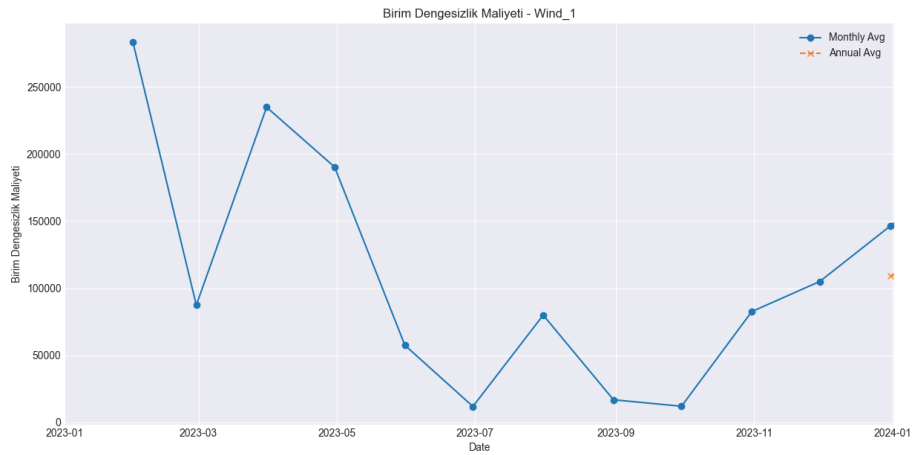


Figure-1: Wind 1 Santralinin Birim Dengesizlik Maliyeti Grafiği

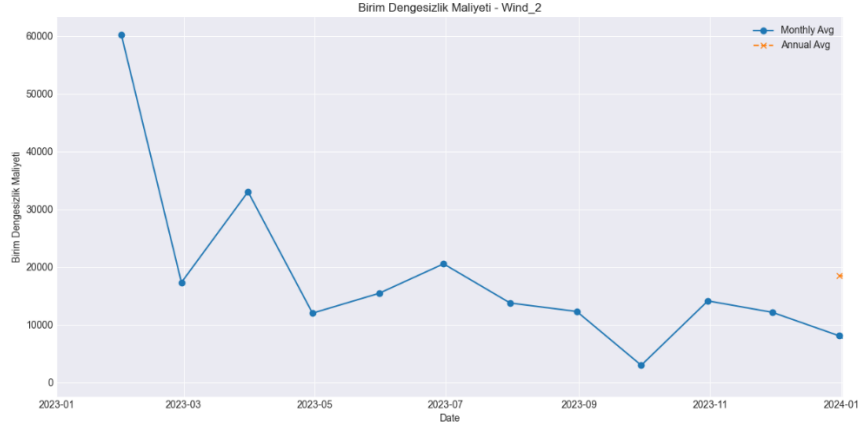


Figure-2: Wind 2 Santralinin Birim Dengesizlik Maliyeti Grafiği

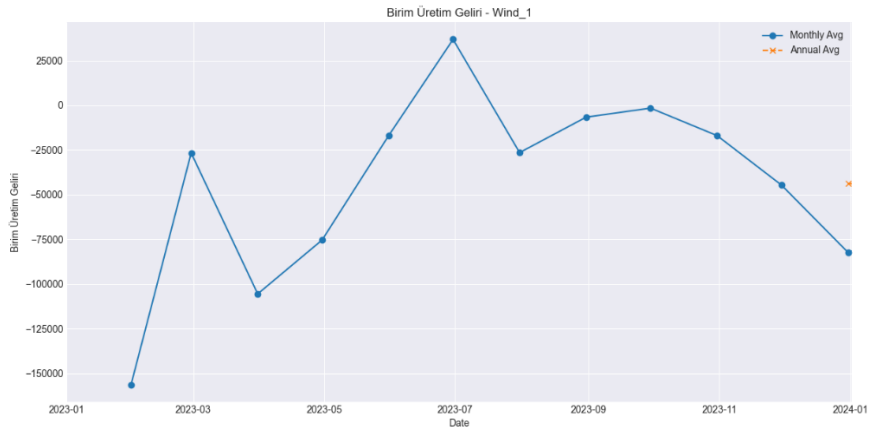


Figure-3: Wind 1 Santralinin Birim Üretim Geliri Grafiği

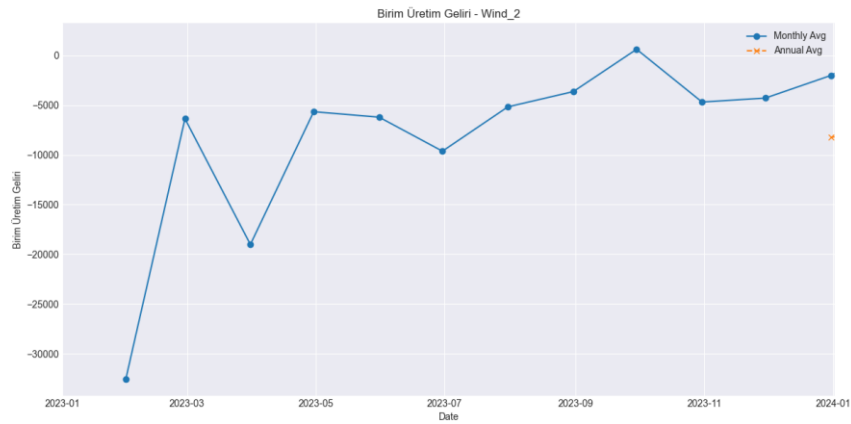


Figure-4: Wind 2 Santralinin Birim Üretim Geliri Grafiği



# Gain Enerji

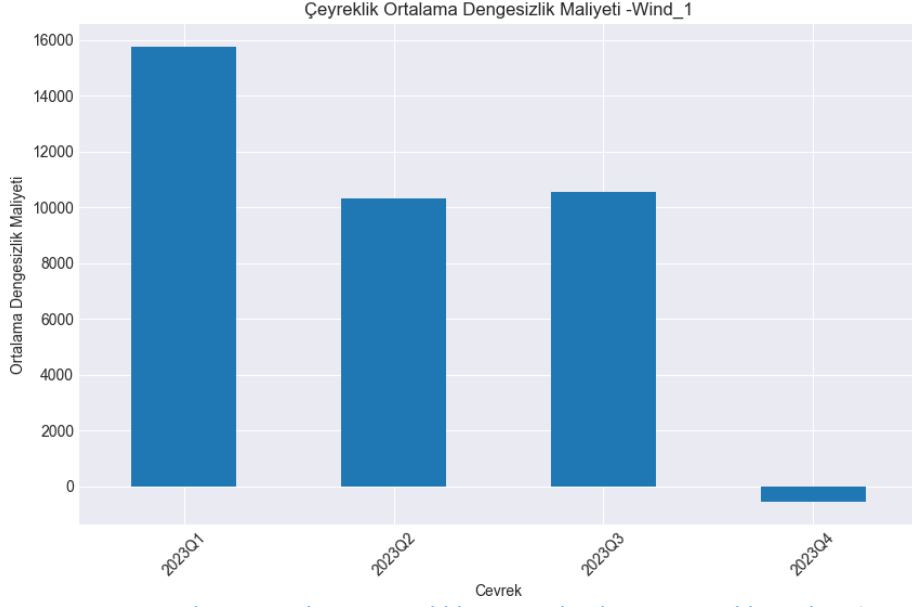


Figure-5: Wind 1 Santralinin Çeyreklik Periyotlarda Dengesizlik Maliyeti Grafiği

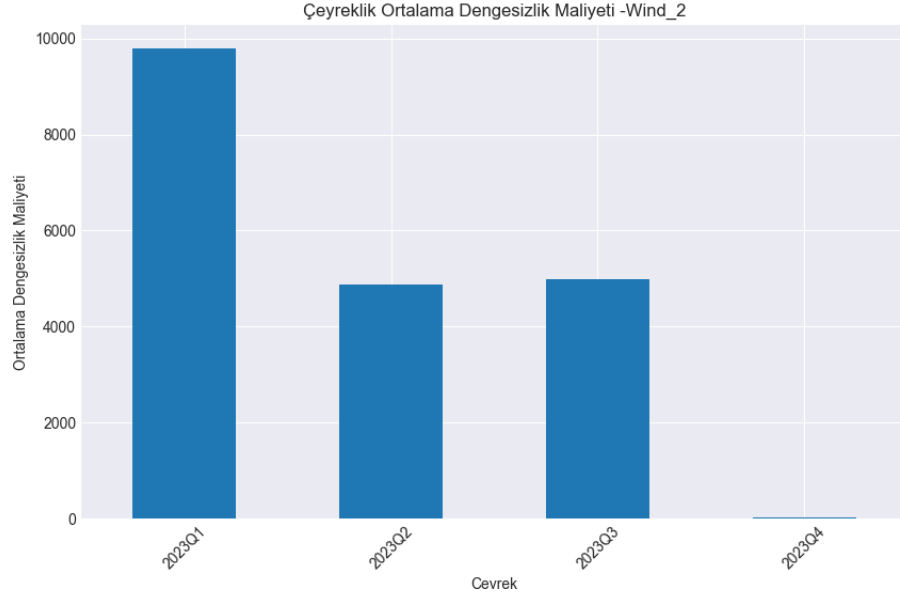


Figure-6: Wind 2 Santralinin Çeyreklik Periyotlarda Dengesizlik Maliyeti Grafiği



# Gain Enerji

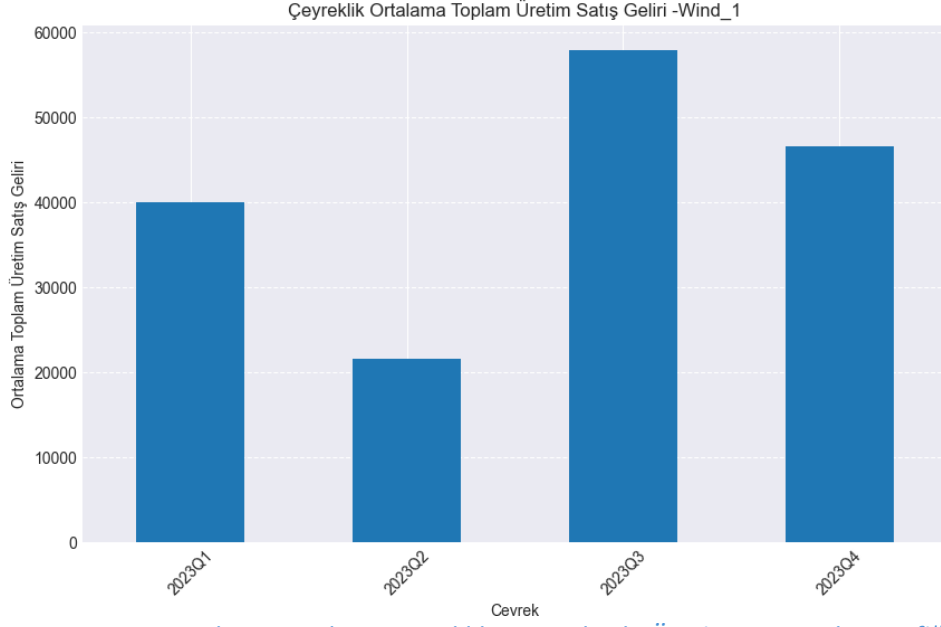


Figure-7: Wind 1 Santralinin Çeyreklik Periyotlarda Üretim Satış Geliri Grafiği

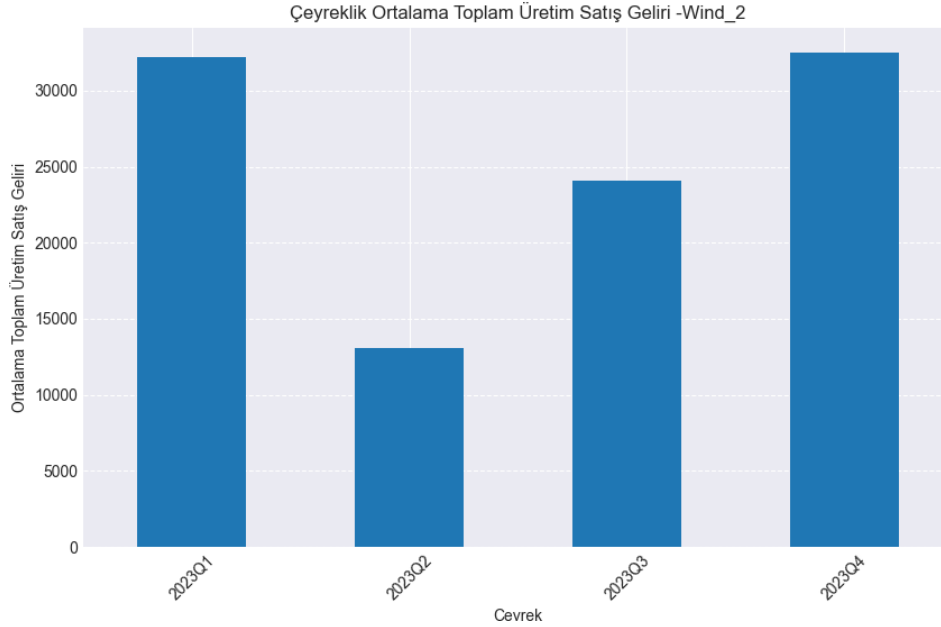


Figure-8: Wind 2 Santralinin Çeyreklik Periyotlarda Üretim Satış Geliri Grafiği

Wind 1 ve Wind 2 santrallerini birim üretim geliri bazında Figure-3 ve Figure-4 grafiklerini göz önüne olarak karşılaştırıldığında iki santralinde yıllık bazda zarar ettikleri gözlemleniyor.



Wind 1 santralinin yıllık birim üretim geliri ortalaması -8000 TL dolaylarında iken Wind 2 santralinin ise -40000 TL dolaylarında oldukları gözlemleniyor.

Her iki santralin de yaz aylarında birim üretim gelirlerinde artış, birim dengesizlik maliyetlerinde azalış gözlemleniyor. Bu nedenle bu iki santralin yaz aylarında fazla rüzgar alan bir şehre kurulmuş olduğu tahmin edilebilir. Böylece yaz aylarında üretimi forecast etmenin daha kolay olduğu savunulabilir.

Ek olarak, her iki santral için mevsimsel benzerliklerden dolayı Q1 ve Q4 dengesizlik maliyetlerinin (Figure 5 ve Figure 6 da görülebilir) benzerlik göstermesi beklenirken Q1 boyunca üretim ve dengesizlik maliyetleri açısından anomaliler olması verilerde hata veya Q1 döneminde üretim enstrümanlarındaki verimsizlik olarak yorumlanabilir.

Her iki santralin birim dengesizlik maliyetlerine bakmamız gerekirse (Figure 1 ve Figure 2'da gözlemlenebilir) Wind 1 santralinin yıllık ortalama birim dengesizlik maliyetinin 110000 TL dolaylarında Wind 2 santralinin ise 18000 TL dolaylarında olduğunu gözlemliyoruz. Rahatlıkla söyleyebiliriz ki Wind 2 santrali daha iyi bir şekilde forecast ediliyor.

Figure 7 ve Figure 8'deki üretim satış gelirlerini incelediğimizde ise her çeyreklik periyotta Wind 1 santralinin Wind 2 santraline göre yaklaşık iki katı kadar üretim gelirine sahip olduğunu gözlemlenebilir.

### Hidroelektrik santrallerinin karşılaştırılması:

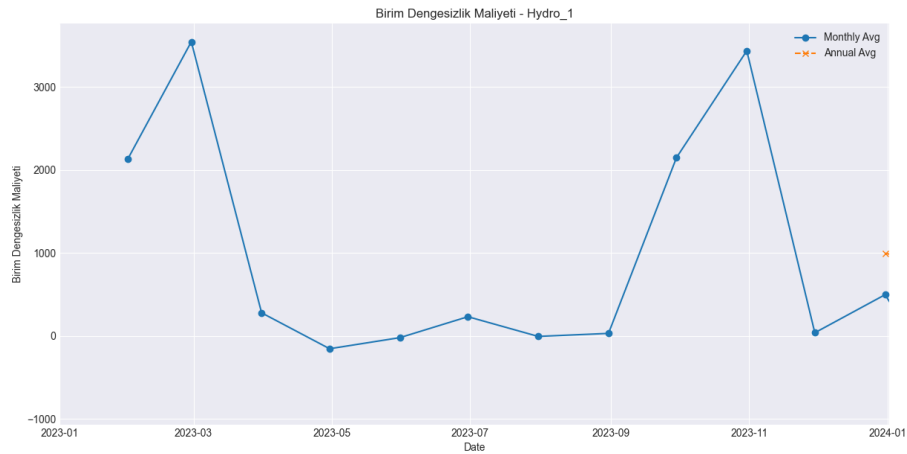


Figure-9: Hydro 1 Santralinin Birim Dengesizlik Maliyeti Grafiği

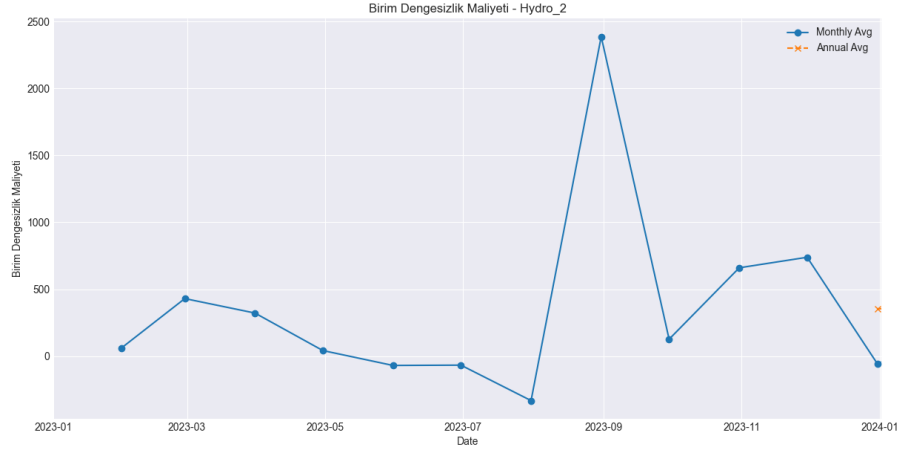


Figure-10: Hydro 2 Santralinin Birim Dengesizlik Maliyeti Grafiği

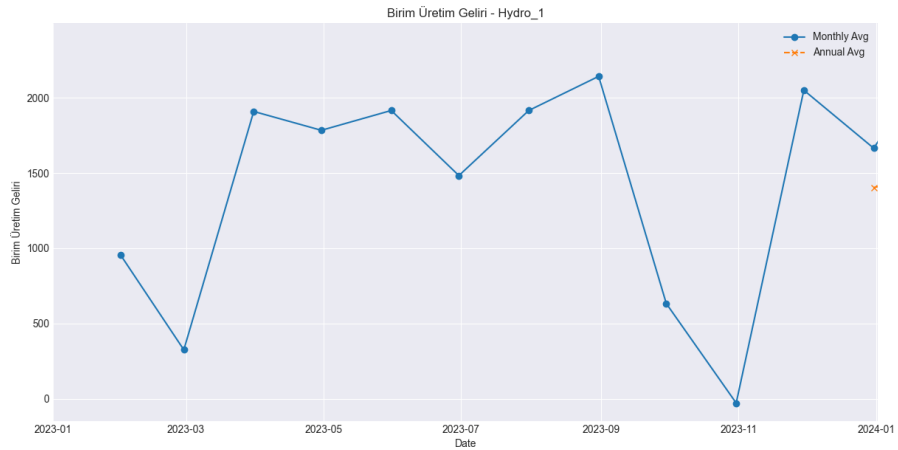


Figure-11: Hydro 1 Santralinin Birim Üretim Geliri Grafiği

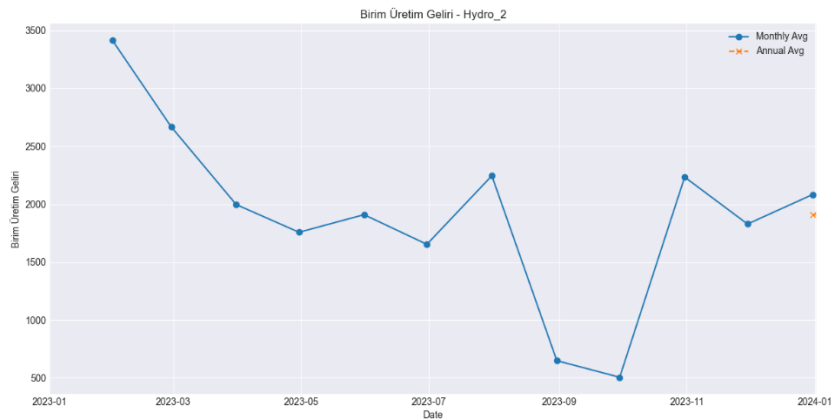


Figure-12: Hydro 2 Santralinin Birim Üretim Geliri Grafiği



# Gain Enerji

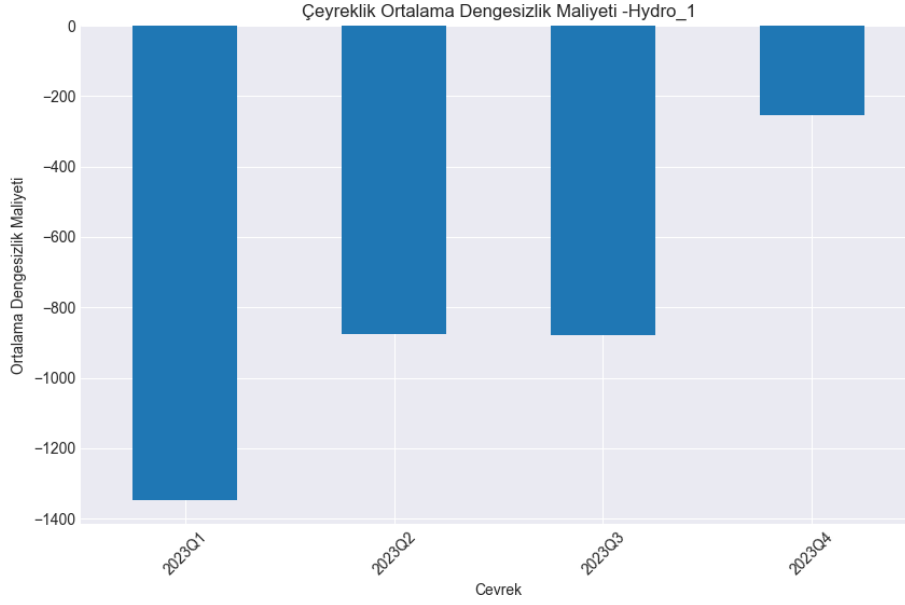


Figure-13: Hydro 1 Santralinin Çeyreklik Periyotlarda Dengesizlik Maliyeti Grafiği

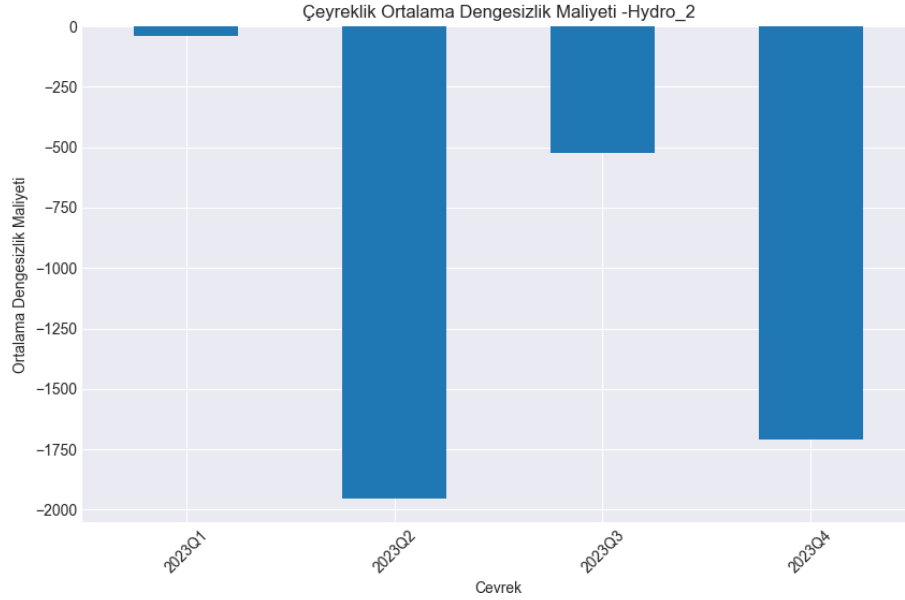


Figure-14: Hydro 2 Santralinin Çeyreklik Periyotlarda Dengesizlik Maliyeti Grafiği





# Gain Enerji

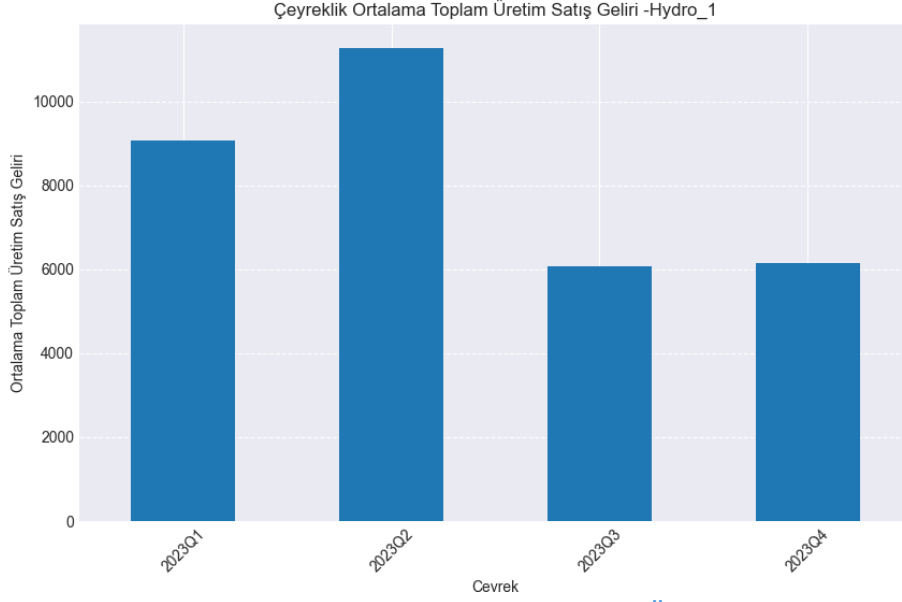


Figure-15: Hydro 1 Santralinin Çeyreklik Periyotlarda Üretim Satış Geliri Grafiği

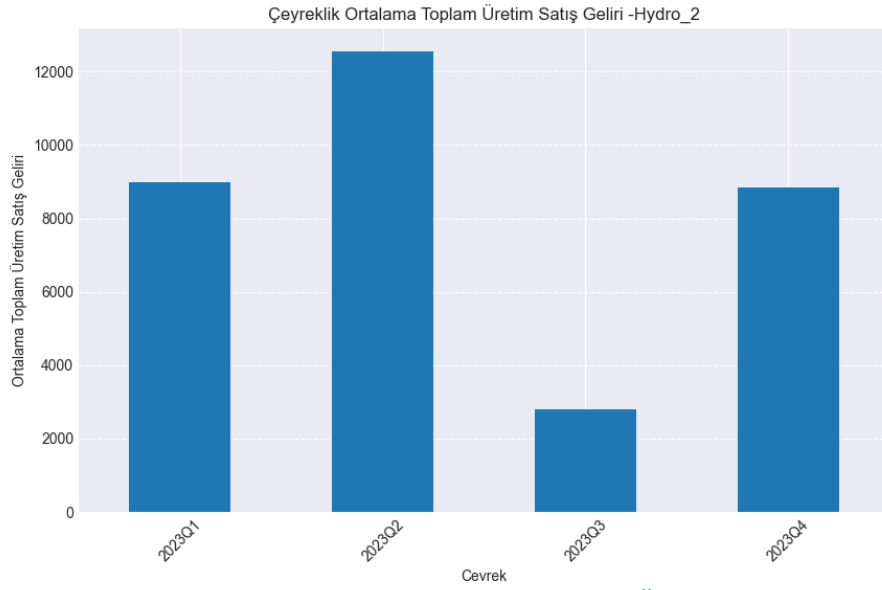


Figure-16: Hydro 2 Santralinin Çeyreklik Periyotlarda Üretim Satış Geliri Grafiği

Hydro 1 ve Hydro 2 santrallerinin birim üretim geliri grafikleri (Figure 11 ve Figure 12’da gözlemlenebilir) karşılaştırıldığında ikisinin de yıllık ortalama birim üretim gelirlerinin sırasıyla yaklaşık 1400 TL ve 1900 TL oldukları gözlemleniyor.



Her iki santalin birim dengesizlik maliyetleri incelendiğinde (Figure 9 ve Figure 10’da gözlemlenebilir) yılın ikinci çeyreğinde iki santralin birim dengesizlik maliyetlerinin sıfıra yakın olduğu gözlemleniyor. Buradan iki santralin üretim planlamalarında ikinci çeyrekte çok isabetli tahminler yapıldığı söylenebilir.

Hydro 1 ve Hydro 2 santrallerinin dengesizlik maliyetlerini Figure 9 ve Figure 10 üzerinden incelendiğinde yıllık ortalaman dengesizlik maliyetlerinin sırasıyla yaklaşık 1000 TL ve 400 TL olduğu gözlemlenebilir. Ek olarak her iki santralin ilkbahar ve sonbahar aylarında dengesizlik maliyetlerindeki anomali artışlara sahip olması santralin kurulduğu bölgenin bu iki mevsimde normalden çok fazla veya az yağış almasından kaynaklanıp bu iki mevsimde forecast etmenin zorluğundan kaynaklanıyor olabilir. Daha kesin sonuçlar veren hava durumu inceleme sistemlerinden alınan veriler sonucu bu mevsimlerdeki dengesizlik maliyetleri azaltılabilme potansiyeline sahiptir.

Her iki santralin de birbirine çok yakın toplam üretim satış gelirlerine sahip olduğu Figure 15 ve Figure 16’daki periyotluk bazdaki grafikten gözlemlenebilir.

## Conclusion

Rüzgar enerjileri santralleri arasında kısa vade karlılık açısından Wind 2 santrali seçilmelidir. Birim dengesizlik maliyetinin Wind 1 santraline göre az olması bunun başlıca nedenidir. Wind 2 santralinde daha öngörülebilir gün öncesi tahminleri yapılmaktadır. Wind 1 santralinin üretimi Wind 2 santraline görece çok daha fazla olmasına rağmen Wind 1 santrali iyi forecast edilememektedir. Bunun arkasındaki sebepler üretim enstrümanlarının yetersizliği veya gün öncesi tahminlerinin isabetsizliği olabileceği gibi iklim ve hava durumu gibi dış faktörler de olabilir. Wind 1 santralinin kurulduğu yerdeki iklim küresel ısınma vb. sebeplerden ötürü değişmesi söz konusu olabilir. Eğer böyle bir durum mümkün değilse Wind 1 enstrümanlarının yenilenmesi ve bu enstrümanlardan alınan verinin daha detaylı yorumlanması sonrası Wind 1 santrali de yüksek kar potansiyeli barındırmaktadır. Her ne kadar kar oranı açısından Wind 2 daha mantıklı bir tercih olarak gözükse de üretim satış gelirleri arasında fark göz ardı edilmemelidir. Bu sebeple Wind 1 santrali uzun vadede güçlü bir kar potansiyeli olarak değerlendirilebilir.

Hidroelektrik santralleri arasında karlılık açısından en iyi tercih Hydro 2 santrali olmalıdır. Hydro 2 santralinin birim dengesizlik maliyeti Hydro 1’e göre düşük, birim üretim geliri ise Hydro 1’e göre yüksektir. Her iki santralin de toplam üretim gelirlerinin birbirine benzer olduğu Figure 15 ve Figure 16’da açıkça gözlemlenmektedir. Dolayısıyla en doğru tercihin Hydro 2 olduğu görülmektedir.



# Gain Enerji

## Appendix

```
1 import pandas as pd
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 import requests
4 import json
5
6 df = pd.read_excel('Gain Enerji Intern Analyst Case Study Data_2024.xlsx')
7 df.fillna(value=0, inplace=True)
8 df.drop(['gereksiz_sütun1', 'gereksiz_sütun2'], axis=1, inplace=True)
9 # Tarih-saat sütununu pandas datetimee çevirme
10 df['Tarih'] = pd.to_datetime(df['Tarih'])
11
12 # Base URL
13 base_url = "https://seffaflik.epias.com.tr/electricity-service"
14
15 # PTF ve SMF için endpointler
16 ptf_endpoint = "/v1/markets/dam/data/acp"
17 smf_endpoint = "/v1/markets/bpm/data/system-marginal-price"
18
19 # İstek için header ve body bilgileri
20 headers = {"Content-Type": "application/json"}
21 body = {
22     "startDate": "2023-01-01T00:00:00+03:00",
23     "endDate": "2023-12-31T00:00:00+03:00",
24     "page": {
25         "number": 1,
26         "size": 8761, # İhtiyacınıza göre ayarlayabilirsiniz
27         "total": 100, # İhtiyacınıza göre ayarlayabilirsiniz
28         "sort": {
29             "field": "date",
30             "direction": "ASC"
31         }
32     }
33 }
34
35 # PTF verisini çekmek için POST isteği
36 ptf_response = requests.post(base_url + ptf_endpoint, headers=headers, data=json.dumps(body))
37 # Yanıtı JSON formatında al
38 ptf_data = ptf_response.json()
39
40 # SMF verisini çekmek için POST isteği
41 smf_response = requests.post(base_url + smf_endpoint, headers=headers, data=json.dumps(body))
42 # Yanıtı JSON formatında al
43 smf_data = smf_response.json()
44
45 print('PTF Data:', json.dumps(ptf_data, indent=4))
46 print('SMF Data:', json.dumps(smf_data, indent=4))
47
48 ptf_df = pd.DataFrame(ptf_data['items'])
49 smf_df = pd.DataFrame(smf_data['items'])
50
51 with pd.ExcelWriter('EPIAŞ_Data_Analysis.xlsx', engine='openpyxl') as writer:
52     ptf_df.to_excel(writer, sheet_name='PTF Verileri', index=False)
53     smf_df.to_excel(writer, sheet_name='SMF Verileri', index=False)
54
55 print('Veriler Excel dosyasına başarıyla kaydedildi.')
56 # separate sheets
57 with pd.ExcelWriter('Dengesizlik_Analizi_SonucLari.xlsx') as writer:
58     df_ptf = pd.read_excel('EPIAŞ_Data_Analysis.xlsx', sheet_name='PTF Verileri')
59     df_smf = pd.read_excel('EPIAŞ_Data_Analysis.xlsx', sheet_name='SMF Verileri')
60     price_ptf = df_ptf['price']
61     price_smf = df_smf['systemMarginalPrice']
62
63     # dengesizlik fiyatı hesablama
64     ptf_min_smf = pd.concat([price_ptf, price_smf], axis=1).min(axis=1)
65     ptf_max_smf = pd.concat([price_ptf, price_smf], axis=1).max(axis=1)
66
67     for sheet_name in ["Wind_1", "Wind_2", "Hydro_1", "Hydro_2"]:
```



# Gain Enerji

```
69 df_prod = pd.read_excel('Gain Enerji Intern Analyst Case Study Data_2024.xlsx', sheet_name=sheet_name)
70
71 df_ptf['date'] = pd.to_datetime(df_ptf['date']).dt.tz_localize(None)
72
73 # Align PTF prices with the production data index
74 df_prod = df_prod.merge(df_ptf[['date', 'price']], left_on='Tarih', right_on='date', how='left')
75
76 # Convert 'Tarih' column to datetime without timezone
77 df_prod['Tarih'] = pd.to_datetime(df_prod['Tarih']).dt.tz_localize(None) + pd.to_timedelta(df_prod['Saat'], unit='h')
78
79
80 df_ptf['Pozitif Dengesizlik Fiyati'] = ptf_min_smf * 0.97
81 df_ptf['Negatif Dengesizlik Fiyati'] = ptf_max_smf * 1.03
82
83
84 df_prod['Tarih'] = pd.to_datetime(df_prod['Tarih']).dt.tz_localize(None)
85 df_ptf['date'] = pd.to_datetime(df_ptf['date']).dt.tz_localize(None)
86
87 # Merge the PTF data with the production data based on the 'Tarih' column
88 df_prod = df_prod.merge(df_ptf[['date', 'Pozitif Dengesizlik Fiyati', 'Negatif Dengesizlik Fiyati']], left_on='Tarih', right_on='date', how='left')
89 df_prod['Tarih'] = pd.to_datetime(df_prod['Tarih']) + pd.to_timedelta(df_prod['Saat'], unit='h')
90
91 # Adjusting the column names according to the provided structure for imbalance calculation
92 df_prod['Dengesizlik'] = df_prod['Gerçekleşen Üretim (MWh)'] + df_prod['Gün İçi Üretim Tahmini Revizesi (MWh)'] - (df_prod['Gün Öncesi Üretim Tahmini (MWh)']
93
94 # dengesizlik tutarı hesabı
95 df_prod['Dengesizlik Tutarı'] = 0.0
96
97 df_prod.loc[df_prod['Dengesizlik'] > 0, 'Dengesizlik Tutarı'] = df_prod['Dengesizlik'] * df_prod['Pozitif Dengesizlik Fiyati']
98 df_prod.loc[df_prod['Dengesizlik'] < 0, 'Dengesizlik Tutarı'] = df_prod['Dengesizlik'] * df_prod['Negatif Dengesizlik Fiyati']
99
100 # max pot gelir
101 df_prod['Maksimum Potansiyel Gelir'] = price_ptf * df_prod['Gün Öncesi Üretim Tahmini (MWh)']
```

```
102
103 df_prod['Gün İçi Piyasası Geliri'] = df_prod['Gün İçi Üretim Tahmini Revizesi (MWh)'] * price_smf
104
105 # Toplam Üretim (Satış) Gelirini doğru bir şekilde hesaplamak için:
106 df_prod['Toplam Üretim Satis Geliri'] = df_prod['Maksimum Potansiyel Gelir'] + df_prod['Gün İçi Piyasası Geliri'] + df_prod['Dengesizlik Tutarı']
107
108 df_prod['Birim Üretim Geliri'] = df_prod.apply(
109     lambda row: row['Toplam Üretim Satis Geliri'] / row['Gerçekleşen Üretim (MWh)'] if row['Gerçekleşen Üretim (MWh)'] != 0 else 0, axis=1)
110
111 # Dengesizlik Maliyeti
112 df_prod['Dengesizlik Maliyeti'] = (df_prod['Maksimum Potansiyel Gelir'] - df_prod['Toplam Üretim Satis Geliri'])
113
114 # Birim Dengesizlik Maliyeti
115 df_prod['Birim Dengesizlik Maliyeti'] = df_prod.apply(
116     lambda row: row['Dengesizlik Maliyeti'] / row['Gerçekleşen Üretim (MWh)'] if row['Gerçekleşen Üretim (MWh)'] != 0 else 0, axis=1)
117
118
119 df_prod['Tarih'] = pd.to_datetime(df_prod['Tarih']) # Convert 'Tarih' to datetime if it's not already
120 df_prod.set_index('Tarih', inplace=True, drop=False) # Set 'Tarih' as the index
121 monthly_data = df_prod.resample('ME').mean()
122 annual_data = df_prod.resample('YE').mean()
123
124
125 # Plotting 'Birim Üretim Geliri'
126
127 # Convert DataFrame index to numpy datetime64 array and column values to numpy array for plotting
128 monthly_dates = monthly_data.index.to_numpy()
129 monthly_values = monthly_data['Birim Üretim Geliri'].to_numpy()
130 annual_dates = annual_data.index.to_numpy()
131 annual_values = annual_data['Birim Üretim Geliri'].to_numpy()
132 latest_date = df_prod.index.max()
133 if latest_date.year == 2024:
134     df_prod = df_prod[df_prod.index.year <= 2023]
```



```
195 plt.plot(monthly_dates, monthly_values, label='Monthly Avg', markers='o')
196 plt.plot(annual_dates, annual_values, label='Annual Avg', linestyle='--', markers='x')
197 plt.title(f'İşim Üretim Geliri - {sheet_name}')
198 plt.xlabel('Date')
199 plt.ylabel('İşim Üretim Geliri')
200 plt.xlim(pd.Timestamp('2023-01-01'), latest_date)
201 plt.legend()
202 plt.show()
203
204 # Plotting 'İşim Dengesizlik Maliyeti'
205 plt.figure(figsize=(10, 7))
206 # Convert DataFrame index to numpy datetime64 array and column values to numpy array for plotting
207 monthly_imbalance_values = monthly_data['İşim Dengesizlik Maliyeti'].to_numpy()
208 annual_imbalance_values = annual_data['İşim Dengesizlik Maliyeti'].to_numpy()
209
210 plt.plot(monthly_dates, monthly_imbalance_values, label='Monthly Avg', markers='o')
211 plt.plot(annual_dates, annual_imbalance_values, label='Annual Avg', linestyle='--', markers='x')
212 plt.title(f'İşim Dengesizlik Maliyeti - {sheet_name}')
213 plt.xlabel('Date')
214 plt.ylabel('İşim Dengesizlik Maliyeti')
215 plt.xlim(pd.Timestamp('2023-01-01'), latest_date)
216 plt.legend()
217 plt.show()
218
219 df_prod['Çeyrek'] = df_prod.index.to_period('Q')
220
221 # Çeyreklik hesaplama
222 ceyreklik_ortalama = df_prod.groupby('Çeyrek')['İşim Dengesizlik Maliyeti'].mean()
223
224 plt.figure(figsize=(10, 6))
225 ceyreklik_ortalama.plot(kind='bar')
226 plt.title(f'Çeyreklik Ortalama İşim Dengesizlik Maliyeti - {sheet_name}')
227
228 plt.title(f'Çeyreklik Ortalama İşim Dengesizlik Maliyeti - {sheet_name}')
229 plt.xlabel('Çeyrek')
230 plt.ylabel('Ortalama İşim Dengesizlik Maliyeti')
231 plt.xticks(rotation=45)
232
233 plt.show()
234
235 # 'Toplam Üretim Satış Geliri' için çeyreklik ortalama hesaplama
236 df_prod['Çeyrek'] = df_prod.index.to_period('Q')
237 toplam_gelir_çeyreklik_ortalama = df_prod.groupby('Çeyrek')['Toplam Üretim Satış Geliri'].mean()
238
239 # Görselleştirme
240 plt.figure(figsize=(10, 6))
241 toplam_gelir_çeyreklik_ortalama.plot(kind='bar')
242 plt.title(f'Çeyreklik Ortalama Toplam Üretim Satış Geliri - {sheet_name}')
243 plt.xlabel('Çeyrek')
244 plt.ylabel('Ortalama Toplam Üretim Satış Geliri')
245 plt.xticks(rotation=45)
246 plt.grid(axis='y', linestyle='--')
247 plt.show()
248
249 df_prod.drop(['price', 'date_x', 'date_y'], axis=1, inplace=True)
250 df_prod.to_excel(writer, sheet_name=sheet_name, index=False)
```