İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

RÜZGAR ENERJİSİ DESTEKLİ ASLANTAŞ POMPAJ BİRİKTİRMELİ HİDROELEKTRİK SANTRALİ ÖRNEK ÇALIŞMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Duygu BÜYÜKYILDIZ

Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

Temmuz 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

RÜZGAR ENERJİSİ DESTEKLİ ASLANTAŞ POMPAJ BİRİKTİRMELİ HİDROELEKTRİK SANTRALİ ÖRNEK ÇALIŞMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Duygu BÜYÜKYILDIZ
(301091043)

Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bihrat ÖNÖZ
Eş Danışman: Yrd.Doç.Dr. Burak BARUTÇU

Temmuz 2012

İTÜ, Enerji Enstitüsü'nün 301091043 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Duygu BÜYÜKYILDIZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "RÜZGAR ENERJİSİ DESTEKLİ ASLANTAŞ POMPAJ BİRİKTİRMELİ HİDROELEKTRİK SANTRALİ ÖRNEK ÇALIŞMASI" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :	**Prof. Dr. Bihrat ÖNÖZ** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Eş Danışman :	**Yrd. Doç.Dr. Burak BARUTÇU** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Prof. Dr. Şevket ÇOKGÖR** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Oral YAĞCI İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Yrd. Doç. Dr. Murat ÇAKAN İstanbul Teknik Üniversitesi	.....

Teslim Tarihi : **27 Temmuz 2012**
Savunma Tarihi : **31 Temmuz 2012**

ÖNSÖZ

Enerji; toplumsal refahın sağlanması için gerekli araçlardan ve üretim faaliyetlerinin ana girdilerinden biri olarak, ekonomik ve sosyal kalkınmanın vazgeçilmez temel taşlarındandır. Bu nedenle, endüstrideki gelişmelerin, yaşam standartlarındaki yükselişin ve artan nüfusun ihtiyaç duyduğu enerjinin yeterli ve güvenilir bir şekilde ve düşük maliyetle sağlanması büyük önem arz etmektedir.

Bu tez çalışması uzun yıllardır dünyada pik saatlerdeki enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan pompaj biriktirmeli hidroelektrik santrallerin çalışma prensibini, dünyadaki örnekleriyle birlikte açıklamak, geçtiğimiz yıllar içerisinde yenilenebilir enerji sistemlerinden en hızlı gelişmeyi gösteren rüzgar santralleri ile hibrit şekilde çalıştırılması sonucu ortaya çıkacak senaryoları incelemek, elektrik piyasası dahilinde, gece, gündüz ve pik saatlerdeki elektrik fiyatları analizleri ile oluşturulan fiyatlar kullanılarak maliyet analizleri yapmak ve ülkemiz için rüzgar enerjisi destekli pompaj biriktirmeli hidroelektrik santraller konusunda uygulanabilir örnek bir proje oluşturabilmeyi amaçlamaktadır.

Tez çalışmam süresince bana her türlü desteği sağlayan ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanlarım, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü Yenilenebilir Enerji Ana Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Bihrat ÖNÖZ'e ve Yrd. Doç. Dr. Burak BARUTÇU' ya; bilgi ve yardımlarından dolayı TT Group Energy, Yenilenebilir Enerji Projeleri Koordinatörü Burkay ŞEŞEOĞULLARI başta olmak üzere, Hasan GÜRSAKAL ve Olgay ŞEN'e; hayatımın her anında bana destek olan arkadaşım ve kardeşim Damla BÜYÜKYILDIZ'a; özellikle rüzgar enerjisi santralleri konularında yapmış olduğu çalışmalarla bana yol gösteren, bilgilerini benimle paylaşan Barış GÜZEL'e; manevi desteklerini hep yanımda hissettiren arkadaşlarım Merve YILDIRIM'a ve Rengin İdil CABADAĞ'a içten ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında arkamda olan, beni yetiştiren, kurduğum tüm hayallerin peşinden koşmam için bir an bile şüphe etmeden, her zaman destek olan, anne ve babama sadece teşekkür etmek az kalacaktır. Bugüne kadar elde ettiğim tüm başarıların asıl sahibi onlardır.

F. Nietzsche'nin dediği gibi, "Ey iradem, zorluklara yönel! Ey benim zorluğum, beni büyük bir zafer için sakla!"

Temmuz 2012

Duygu BÜYÜKYILDIZ

Makine Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER vii
KISALTMALAR ix
ÇİZELGE LİSTESİ xi
ŞEKİL LİSTESİ xii
ÖZET xv
SUMMARY xvii
1.GİRİŞ 1
1.1.Elektrik Enerjisi Talep Bilgileri 1
1.2.Baz Yük ve Pik Yük'ün Karşılanması 2
1.3.Türkiye'deki Genel Enerji Durumu 3
1.4.Çalışmanın Amacı 5
1.5.Çalışmanın Yöntemi 5
2.POMPAJ BİRİKTİRMELİ HİDROELEKTRİK SANTRALLER (PHES) 7
2.1.Pompaj Biriktimeli Hidroelektrik Santraller ve Tarihçesi 9
2.2.PHES'lerin Çalışma Prensibi 10
2.3.PHES'lerin başlıca elemanları 12
2.4.PHES'lerin Avantaj ve Dezavantajları 16
2.4.1.PHES'lerin Avantajları 16
2.4.2.PHES'lerin Dezavantajları 17
2.5.Dünya'da PHES'ler 17
2.5.1.Dünya'daki PHES'lerin genel durumu 17
2.5.2.Dünya'daki bazı önemli PHES'ler 18
2.6.PHES'lerin Türkiye'deki durumu 23
3.RÜZGAR ENERJİSİ SİSTEMLERİ 27
3.1.Rüzgar Enerjisi ve Tarihi 27
3.2.Dünyada ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi 29
3.2.1.Dünyada rüzgar enerjisi 29
3.2.2.Türkiye'de rüzgar enerjisi 34
3.2.2.1.Türkiye'de RES Başvuruları ve 1 Kasım 2007 Tarihli Başvuruların Değerlendirilmesi 35
3.2.2.2.Türkiye'de İşletmedeki Rüzgar Enerjisi Santralleri 37
3.3.Rüzgar Türbinin Rüzgar Hızı - Güç Eğrisi 39
3.4.Rüzgar Türbinlerinin Bileşenleri 40
3.5.Global Türbin Piyasası 43
3.5.1.Günümüzdeki rüzgar türbinlerinin kurulu güç olarak satış eğilimleri 44
3.6.Rüzgar Enerjisi Belirlenmesinde Temel Denklemler 45
3.7.Rüzgar Enerjisini Etkileyen Faktörler 50
3.8.Uygulamada Rüzgar Enerjisi 55
4.ENERJİ SANTRALLERİNİN ŞEBEKE ENTEGRASYONU 59
4.1Yenilenebilir Enerji Sistemlerinin Elektrik Şebekesine Etkileri 59

4.2.Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Karakteristik Özellikleri ve Elektrik Şebekesine Etkileri…….59
4.2.1.Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Karakteristik Özellikleri 59
4.2.2.Rüzgar Enerjisinin Şebeke Sistemi Üzerine Etkisi 61
4.2.2.1.Ekonomik Etkiler 62
4.2.2.2.Teknik Etkiler..... 63
5.PHES HİBRİT SİSTEMLER VE RÜZGAR DESTEKLİ ASLANTAŞ POMPAJ BİRİKTİRMELİ HİDROELEKTİRİK SANTRAL ÖRNEK ÇALIŞMASI 67
5.1.Dünya'da PHES Hibrit Sistemler..... 67
5.2.Çalışmanın Amacı, Oluşturulacak Senaryolar ve Metodoloji..... 68
5.3.30 MW Kurulu Gücün'de Rüzgar Tarlası'nın Kurulması..... 70
5.3.1.Kullanılan Veriler ve Programlar..... 70
5.3.1.1.Sayısal Yükseklik Modeli ve Veri Kaynakları..... 70
5.3.1.2.Mekanik Radar Topografya Görevi (SRTM) Verileri ve Veri Formatı …….71
5.3.1.3.Global Mapper..... 72
5.3.1.4.WAsP 73
5.3.2.Ham rüzgar verilerinin analizi..... 74
5.3.3.Vektör Harita İşlemleri..... 77
5.3.4.Rüzgar Atlası ve Veri Haritaları..... 84
5.3.5.Türbin yerleşimi ve mikro-konuşlandırma..... 85
5.4.Elektrik Piyasası Fiyat Analizi 90
5.4.1.Elektrik Piyasası Kullanılan Tarifeler..... 92
5.4.2.PMUM ve Fiyat Analizi..... 95
5.4.3.2010 ve 2011 Yılları Aylık-Saatli Bazda Elektrik Fiyat Analizi 97
5.5.Örnek Çalışmalar ve Senaryolar..... 99
5.5.1.Searyoların Oluşturulmasında Kullanılan Tablolar..... 99
5.5.2.Birinci Senaryo: Aslantaş PHES + 30 MW Rüzgar Tarlası..... 102
5.5.3.İkinci Senaryo: Örnek PHES Boyutlandırılması ve Orjinal Kapsamda Değerlendirilmesi 104
5.5.4.Üçüncü Senaryo: Örnek PHES + 30 MW Rüzgar Tarlası Hibrit Sistemi ……...108
5.5.5.Boyutlandırılan Örnek PHES Orijinal Sistem ve 30 MW Rüzgar Tarlası Hibrit Sistemin Aylık Bazda Grafiklerle Karşılaştırılması 109
6. MALİYET ANALİZİ..... 115
7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 121
KAYNAKLAR..... 1217
EKLER..... 133
ÖZGEÇMİŞ..... 215

KISALTMALAR

ABD	**:** Amerika Birleşik Devletleri
C	**:** Santigrad
CO_2	**:** Karbon Dioksit
ÇED	**:**Çevresel Etki Değerlendirme
DEM	**:** Digital Elevation Model
DMİ	**:** Devlet Meteoroloji İşleri
EİE	**:** Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EPDK	**:** Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EÜAŞ	**:** Elektrik Üretim A.Ş.
EWEA	**:** European Wind Energy Association
GWh	**:** Gigawatt Saat
HES	**:** Hidroelektrik Santral
Km	**:** Kilometre
kW	**:** Kilowatt
kWh	**:** Kilowatt Saat
LFR	**:** Line Face Rougness
MİLRES	**:** Milli Rüzgâr Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi
MÖ	**:** Milattan Önce
MW	**:** Megawatt
MWh	**:** Megawatt Saat
NASA	**:** National Aeronautics and Space Administration
OEWC	**:** Observed Extreme Wind Climate
OMWC	**:** Observed Mean Wind Climate
OWC	**:** Observed Wind Climate
REPA	**:** Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası
RES	**:** Rüzgar Enerjisi Santrali
PHES	**:** Pompaj Biriktirmeli Hidroelektrik Santral
PMUM	**:** Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi
TEİAŞ	**:** Türkiye Elektrik Üretim A.Ş.
STRM	**:** Shuttle Radar Topography Mission
UTM	**:** Universal Transverse Mercator
UYTM	**:** Ulusal Yük Dağıtım Merkezi
V	**:** Volt
W	**:** Watt
WAsP	**:** Wind Atlas Analysis and Application Program
€	**:** Euro
$	**:** Dolar

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1-1: Değişik santral tipleri ve devreye girme süreleri 3
Çizelge 2-1: Türkiye'de Kurulması Planlanan PHES'ler 25
Çizelge 3-1: Kurulu kapasitesi en fazla olan 10 ülke: 31
Çizelge 3-2: 2010 sonu kıtalar ve ülkeler bazında kurulu kapasiteler 32
Çizelge 3-3 (devamı) : 2010 sonu kıtalar ve ülkeler bazında kurulu kapasiteler 33
Çizelge 3-4: Türkiye'de işletmedeki RES'ler ve kurulu güçleri 38
Çizelge 3-5: Rüzgar Türbini Seçimlerinin ülkeler bazında gösterimi 43
Çizelge 3-6: Yıllar bazında kurulan türbinlerin ortalama kurulu gücü 44
Çizelge 3-7: Türbülans yoğunluğu sınıfları 52
Çizelge 3-8: Pürüzlülük sınıfları ve uzunlukları. 53
Çizelge 4-1: Gerilim sistemi çeşitleri ve Rüzgar Türbini kapasiteleri 61
Çizelge 4-2: Gerilimde meydana gelen değişiklikler ve neden olduğu aksaklıklar .. 64
Çizelge 5-1: WaSP'ın baz aldığı pürüzlülük değerleri ve karşılıkları 82
Çizelge 5-2: Ocak Ayı Çalışma Değerleri 113
Çizelge 6-1: Sistemlerin Yıllık Gelir / Gider Hesapları 117
Çizelge 6-2: Ocak Ayı Maliyet Analizi 118
Çizelge 6-3: Örnek PHES Sistemi Tesis Bedeli Tablosu 119
Çizelge 6-4: Aslantaş RES Tesis Bedeli Tablosu 119

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: 2001 – 2020 Yılları Türkiye Elektrik Sistemi Puant Güç ve Enerji Talebi (Yıllık Değişim) 1
Şekil 1.2: 2011 yılı Türkiye Ocak ve Ağustos ayları saatlik yük değişimi (Günlük değişim)..... 1
Şekil 1.3: 2010 yılı elektrik enerjisi tüketiminin maksimum olduğu günde (17 Ağustos 2010) santrallerin enerji kaynağı türlerine göre çalışma durumları. 2
Şekil 1.4:2010 yılı elektrik enerjisi tüketiminin minimum olduğu günde (16 Kasım 2010) santrallerin enerji kaynağı türlerine göre çalışma durumları ... 2
Şekil 1.5 : Mevcut, İnşası Devam Eden Kamu ve Özel Sektör Üretim Tesislerinin Proje Üretim Kapasitesi Gelişimine ve Enerji Talebinin Karşılanmasına Etkisi (İyimser tahmin)..... 4
Şekil 1.6: Mevcut, İnşası Devam Eden Kamu ve Özel Sektör Üretim Tesislerinin Proje Üretim Kapasitesi Gelişimine ve Enerji Talebinin Karşılanmasına Etkisi (Kötümser tahmin) 5
Şekil 2.1: Ludington PHES, Amerika Birleşik Devletleri 8
Şekil 2.2: Kinzua PHES, Amerika Birleşik Devletleri 8
Şekil 2.3 : PHES'lerin çalışma prensibi..... 10
Şekil 2.4 : PHES'lerin çalışma prensiplerinin anlatımı 10
Şekil 2.5: Günlük zirve güç ihtiyacının karşılanmasına yönelik pompaj biriktirmeli santral işletme düzeni 11
Şekil 2.6: Mevsimlik biriktirmeye yönelik pompaj biriktirmeli santral işletme düzeni 11
Şekil 2.7: PHES'lerin başlıca elemanları..... 12
Şekil 2.8: Tek iletimli bir pompaj biriktirmeli santral sistemi boykesiti 13
Şekil 2.9: Çift iletimli ve pompaj yüksekliği türbin düşüsünden küçük olan bir pompaj biriktirmeli santral işletme düzeni..... 13
Şekil 2.10: PHES'lerin verimi 14
Şekil 2.11: VIANDEN pompaj biriktirmeli santralin üst haznelerinin planı 15
Şekil 2.12: Tersinir pompa/türbin sistemleri 16
Şekil 2.13: PHES'lerin dünya ülkerindeki durumu 17
Şekil 2.14: PHES'lerin dünya ülkerindeki durumu 18
Şekil 2.15: PHES'lerin dünya ülkerindeki durumunun % olarak ifadesi 18
Şekil 2.16: Bath County PHES, Amerika Birleşik Devletleri 20
Şekil 2.17: Okinawa PHES, Japonya..... 21
Şekil 2.18: Türkiye'de PHES yapılması için öncelik verilen iller..... 23
Şekil 2.19: Türkiye için planlanan PHES'lerin Türkiye haritası üzerinde gösterimi 24
Şekil 3.1: Poul La Cour 'un1981'deki ilk elektrik üreten rüzgar türbini..... 27
Şekil 3.2: 2011 Haziran sonu itibariyle dünyadaki toplam rüzgar enerjisi kurulu gücü 29
Şekil 3.3: Kıtalararası kapasite dağılımı 30
Şekil 3.4: Kişi başına düşen kurulu güç değerleri açısından lider 20 ülke 31

Şekil 3.5: 50 m yükseklik için REPA 35
Şekil 3.6: Türkiye Toplam RES Kurulu Gücü..... 36
Şekil 3.7: Rüzgar Türbini güç eğrisi..... 40
Şekil 3.8: Modern bir türbinin bileşenleri..... 41
Şekil 3.9: Rüzgar türbinin akım tüpü..... 46
Şekil 3.10: Güç katsayısı – hızlar oranı ilişkisi grafiği..... 48
Şekil 3.11 : Rotor ve çevresine ait akım koşulları. 49
Şekil 3.12: Rüzgar hızının yükseklik ile değişimi 52
Şekil 3.13: Engel tarafından oluşan türbülans 53
Şekil 3.14: Kanat sayısı – güç katsayısı – kanat ucu hızı oranı grafiği 55
Şekil 4.1: Türkiye genelinde rüzgar santrallerinin 2008 yılı toplam üretiminin aylara dağılımı 60
Şekil 4.2: Almanya'da Rüzgar Santrallerinin Bir Haftalık Üretimi, 2003 yılı..... 60
Şekil 4.3: İspanya'da İletim Sistemi'nde Rüzgar S.'nin Bir Günlük Elektrik Enerjisi Üretimi (Aniden bir Bölgedeki Rüzgar Santrallarının Devre Dışı Olması)..... 61
Şekil 4.4: Karada Rüzgar Çiftlikleri Toplam Kurulum Maliyetleri 63
Şekil 4.5: Rüzgar Çiftliklerinin Sayısına ve Coğrafi Dağılımına Bağlı Olarak Toplam Çıkış Gücü Eğrisindeki Dalgalanmalar..... 66
Şekil 5.1: Rüzgar Destekli PHES 67
Şekil 5.2: Enlem ve boylamların gösterilişi..... 71
Şekil 5.3: Proje alanının Türkiye haritası üzerinde gösterimi 72
Şekil 5.4: Projenin Uydu görüntülerinin ilk hali 72
Şekil 5.5: WAsP program girdi ve çıktıları 74
Şekil 5.6: WaSP Climate Analyst program işleyişi şeması. 75
Şekil 5.7: Rüzgar Verilerinin Programa Girilmesi 75
Şekil 5.8: Aslantaş RES için WAsP Climate Analyst rüzgar iklimi sonuçları (OMWC) 76
Şekil 5.9: Aslantaş RES için Gözlenmiş Ekstreme Rüzgar İklimi (OEWC)..... 77
Şekil 5.10: STRM dosyalarının Global Mapper'daki ilk hali..... 78
Şekil 5.11 Global Mapper'da Eşyükselti eğrileri çizilmiş proje alanı bilgileri ve gösterimi..... 79
Şekil 5.12: Google Earth verilerinin arka plan olarak kullanılması 80
Şekil 5.13: Eş yükseltiler ve pürüzlülüklerin gösterildiği arka plan olarak Google Earth resimlerinin kullanılması 80
Şekil 5.14: Harita Genel Komutanlığı verilerinin arka plan olarak kullanılmasında köşe koordinatlarının sisteme girilmesi 81
Şekil 5.15: Harita Genel Komutanlığı verilerinin arka plan olarak kullanılması 81
Şekil 5.16: WAsP Map Editördeki eş yükseklik ve pürüzlülük çizgileri 82
Şekil 5.17: WAsP Map Editör Harita Bilgileri 83
Şekil 5.18: LFR hataları ve düzeltilmiş halleri..... 84
Şekil 5.19: Aslantaş rüzgar analiz sonuçları..... 85
Şekil 5.20: 3 MW gücündeki ENERCON E-101 Turbinine ait güç eğerisinin WAsP Turbine Editör'de hazırlanması..... 87
Şekil 5.21: Aslantaş PHES WAsP İşlem ağacı..... 87
Şekil 5.22: Aslantaş PHES'in WAsP resource grid görünümü 88
Şekil 5.23: Aslantaş PHES'in WAsP resource grid görünümü 88
Şekil 5.24: Projenin Google Earth Görünümü..... 89
Şekil 5.25: Mikrokonuşlandırması yapılan türbinlerin Google Earth Görünümü 89
Şekil 5.26 : WAsP üretim sonuçları 90
Şekil 5.27: Piyasa Yapısı 91

Şekil 5.28 : Tarife Bileşenleri-Maliyet Tabanlı tarife çizelgeleri 93
Şekil 5.29: Temmuz 2011- Ekim 2011 Tarife Karşılaştırması 94
Şekil 5.30: Piyasa Ana Mantığı 95
Şekil 5.31: Gün öncesi Planlama Süreçlerinin şekilsel anlatımı 96
Şekil 5.32: Dengeleme Güç Piyasası 96
Şekil 5.33: 2010 Yılı Ocak Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları 98
Şekil 5.34: 2010-2011 Tüm Aylar Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği 100
Şekil 5.35: 2010-2011 Ocak Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği 101
Şekil 5.36: 2. Senaryo PHES Sistemi Ocak Ayı Çalışma Değerleri 112
Şekil 5.37: 3. Senaryo PHES+WIND Sistemi Ocak Ayı Çalışma Değerleri 112

RÜZGAR ENERJİSİ DESTEKLİ ASLANTAŞ POMPAJ BİRİKTİRMELİ HİDROELEKTRİK SANTRALİ ÖRNEK ÇALIŞMASI

ÖZET

Endüstrideki gelişmelerin, yaşam standartlarındaki yükselişin ve artan nüfusun ihtiyaç duyduğu enerjinin yeterli ve güvenilir bir şekilde ve düşük maliyetle sağlanması bütün dünya ülkeleri için büyük önem arz etmektedir.

Bu tez çalışması, yenilenebilir enerji sistemleri arasında yer alan, uzun yıllardır dünyada pik saatlerdeki enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan pompaj biriktirmeli hidroelektrik santrallerin(PHES) çalışma prensibini, dünyadaki örnekleriyle birlikte açıklamak, geçtiğimiz yıllar içerisinde yenilenebilir enerji sistemlerinden en hızlı gelişmeyi gösteren rüzgar santralleri ile hibrit şekilde çalıştırılması sonucu ortaya çıkacak senaryoları incelemek, elektrik piyasası dahilinde, gece, gündüz ve pik saatlerdeki elektrik fiyatları analizleri ile oluşturulan fiyatlar kullanılarak maliyet analizleri yapmak ve Türkiye'nin enerji durumu gözden geçirilerek, ülkemiz için rüzgar enerjisi destekli pompaj biriktirmeli hidroelektrik santraller konusunda uygulanabilir örnek bir proje oluşturabilmek amaçlanmıştır.

Bu kapsamda; öncelikli olarak pik yük kavramı açıklanmış ve hangi enerji santrallerinin bu yükü karşılamakta olduğu dünya örnekleri de göz önüne alınarak açıklanmıştır. Pompaj Biriktirmeli Hidroelektrik Santraller dünyada uzun yıllardan beri kullanılan fakat ülkemizde henüz kurulumu gerçekleşmemiş değerli santrallerdir.

Ülkemizin Avrupa Elektrik Sistemi (UCTE) ile senkron bağlantı çalışmaları devam etmektedir. Bu üyeliğin en başında gelen koşullardan biri arz açığının olmaması ve sistem frekansının sabit tutulmasıdır. PHES'ler bu konuda sistem dengelemesine yardımcı olabilecek niteliktedirler.

Rüzgar Enerjisi Santralleri ise; tez çalışması dahilinde; dünya daki örneklerle birlikte incelenmiş ve Türkiye'de rüzgar enerjisi lisans başvuruları, projeler bazında değerlendirilmiştir.

Çalışmada; iki sistem bir arada değerlendirilerek, Rüzgar destekli bir PHES projesi oluşturulması durumunda ortaya çıkabilecek senaryoların neler olabileceği düşünülmüştür. Çalışılan bölgeye ait 1:25.000 ölçekli topografik haritalar Harita Genel Komutanlığı'ndan ve NASA uydu görüntülerinden temin edilmiş, Global Mapper programı kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Rüzgar santralleri ile ilgili tüm hesap ve analizler için Danimarka Riso Ulusal Laboratuvarı'nda geliştirilmiş olan WAsP (The Wind Atlas Analysis and Application Program) adlı bilgisayar programı kullanılmıştır. Hibrit sistemimiz için oluşturulan senaryolarda birim maliyet analizlerinin yapılması içinse Türkiye Elektrik Piyasası ayrıntılı olarak incelenmiş ve PMUM fiyatları kullanılarak maliyet analizleri yapılmıştır.

WIND POWERED PUMPED HYDRO STORAGE SYSTMES and ASLANTAS CASE STUDY

SUMMARY

Energy has been a phenomenon that shapes the world and life since the beginning of time. In earlier times, humans used energy just for survival and basic needs. However in our energy driven modern world it is the cornerstone of civilization with a growing necessity.

In conventional electrical energy production systems the generating plants have to cover fluctuations in demand, with peak periods possibly representing a high percentage of actual consumption, while still trying to maintain minimum costs. These demans peaks are generally supplied by what are known as cyclical plants, which are smaller in size and output than the conventional plants used to cover the base demand The cyclical plants tend to be powered by coal, fossil oil or gas but also operate using pumped storage systems.

The pumped hydro storage systems use excess electricity production, in periods of low demand, to pump water to a deposit situated at a certain height, recovering it at a later time through a turbine when it is required to cover peak load periods. The technological advances made since the first pumped hydro storage systems were built between 1910 and 1927 have meant a spectacular increase in total installed world capacity. Nowadays pumped hydro storage systems are considered by engineers and planners to be an attractive alternative for expansion of power systems, as a considerable amount of energy can be stored with this twchnique, the generating equipment is highly reliable and the power output can be extensively regulated maintaining a practically constant efficiency within the generated power range.

Rapid and continuous increase in need of energy and the inevitable negative effects on nature has caused renewable energy technologies to gain greater importance and to compete with mainly used energy sources, over the last 50 years. Among the renewable energy technologies, wind energy is proven to be the locomotive. With free fuel, being environment friendly, having competitive and progressive technology, and with esthetic look wind energy is the renowned symbol of renewable energy. Having much more growth rate than onshore and with numerous advantages, offshore wind energy is believed to be next step in wind energy and the energy solution of the future.

As society moves toward an increase in the utilization of wind as a renewable energy resource represented in a goal of 20% generating capacity by 2030, the problem of wind volatility as a threat to grid stability must be solved. This thesis examines the potential of wind and hydroelectric pumped-storage as a way to effectively store excess wind energy through the gravitational potential energy of stored water. Utilizing two reservoirs at different elevations, pumped-storage stores electricity by using excess wind energy during times of low demand to pump water from the lower

reservoir to the upper reservoir as storable energy, during hours when demand is high or wind power generation cannot meet energy commitments, water is released from the upper reservoir to the lower reservoir to generate power to supplement the imbalance on the grid. Taking into account the uncertainty in electricity market prices, wind forecasting, and precipitation, this thesis proposes policies for making optimal power commitments to the day-ahead market by partnering wind and pumped-storage.

One of the main characteristics of wind power is the inherent variability and unpredictability of the generation source, even in the short-term. To cope with this drawback, hydro pumped-storage units have been proposed in the literature as a good complement to wind generation for their ability of managing the positive and negative energy imbalances along the time.

In Turkey, electricity generation through wind energy for general use was first realized in İzmir in 1986 with a 55 kW nominal wind energy capacity. In Turkey, the highest monthly wind speed values are determined as 11.4-13.7 m/s in Nurdağı, 8.7-11.0 m/s in Belen, 7.2-10.3 m/s in Kocadag and 6.5-10.0 m/s in Akhisar in summer. This thesis investigates the combined optimization of a wind farm and a pumped-storage facility in a market environment, where some decisions must be taken before the uncertainty is unveiled.

Geographically, Turkey is between the old world contients of Asia, Africa and Europe. Turkey's geographical location makes it a natural bridge between the energy-rich Middle East and Central Asian regions. Because of social and economic development of the country, the demand for energy, particularly for electricity, is growing rapidly. Energy is one of Turkey's most important development priorities. Rapid increase in domestic energy demand has forced Turkey to increase its dependence on foreign energy supplies.

Because of social and economic development of the contry, the demand for energy and particularly for electricity is growing rapidly in Turkey. Turkey's natural energy resources are quite miscellaneous; for example, hard coal, lignite, asphalt, oil, natural gas, hydro, geothermal, wood, animal and plant wastes, solar and secondary energy resources, coke and briquettes. These resources are produced and consumed in the county. Turkey does not own large fossil-fuel reserves. In the future, it seems that it will be very difficult to meet the anticipated demand for oil, natural gas ans even coal. On the other hand, Turkey has huge reserves of renewable energy sources.

Turkey does not have enough primary energy sources, but has a tremendous hydropower potential. Nowadays, hydropower is recognized as the most important kind of renewable and sustainable energy sources. The position of hydro power plants becomes more and more important in today's global renewable technologies.

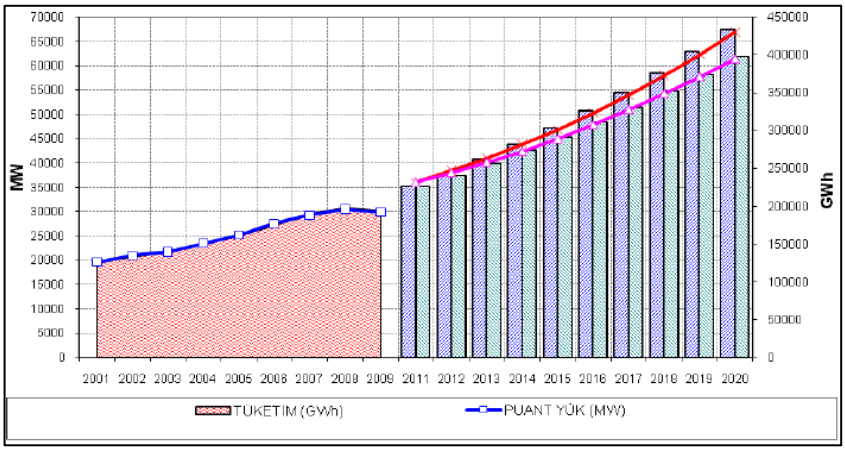
Turkey's energy demand is met through thermal power plant consuming coal, gas, fuel oil and geothermal energy, wind energy and hydropower. Because Turkey does not own any nuclear power plant yet. In this thesis, firstly current status and potential of wind enerfy and hydropower of Turkey are investigated in details. Then, the importance ans the necessity of wind-hydro pumped storage systems for Turkey are comprehensively examined and the contribution of wind-hydro pumped storage systems is emphasized in meeting Turkey's electric demand.

There is no installed pumped storage hydropower plant in Turkey. This thesis focuses on the most suitable areas for an pumped storage installation and tries to guide near-future investments on the subject.

1. GİRİŞ

1.1.Elektrik Enerjisi Talep Bilgileri

Endüstrideki gelişmelerin, yaşam standartlarındaki yükselişin ve artan nüfusun ihtiyaç duyduğu enerjinin yeterli ve güvenilir bir şekilde ve düşük maliyetle sağlanması büyük önem arz etmektedir. Ülkelerin elektriksel güç talebi günlük, aylık ve yıllık dönemlerde önemli değişimler göstermektedir. Bunlara ilişkin Türkiye için değişimler Şekil 1.1 ve Şekil 1.2'de verilmiştir [1].

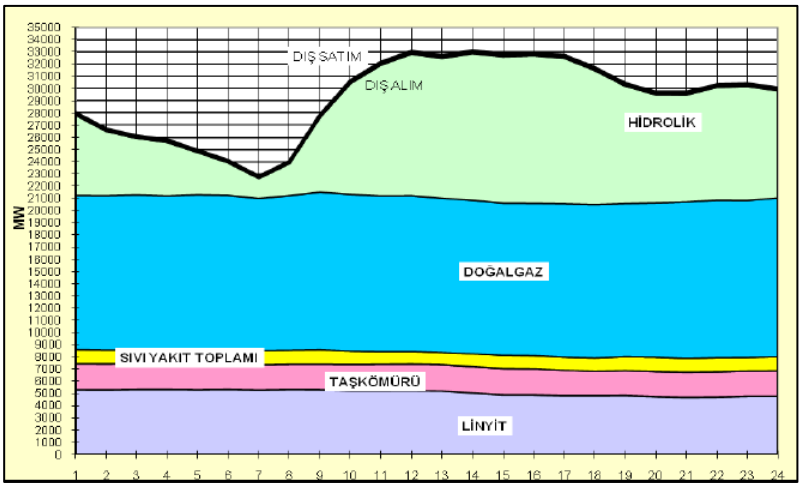


Şekil 1.1. 2001 – 2020 Yılları Türkiye Elektrik Sistemi Puant Güç ve Enerji Talebi (Yıllık Değişim) [1]

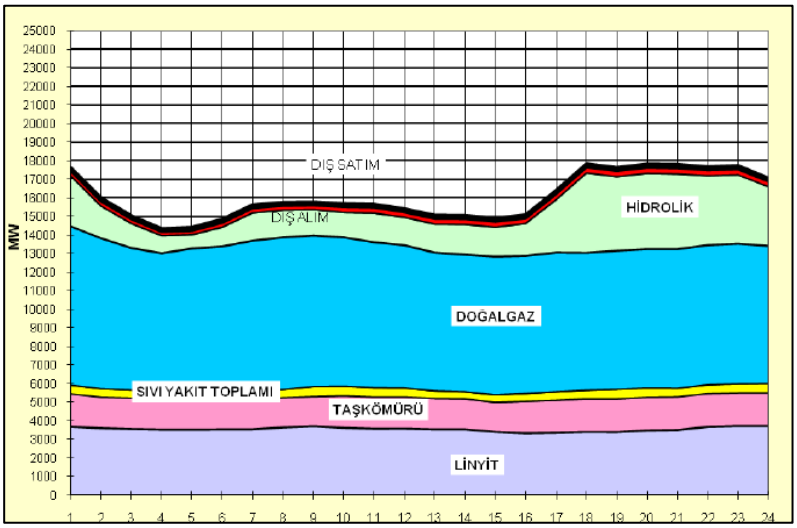
Şekil 1.2: 2011 yılı Türkiye Ocak ve Ağustos ayları saatlik yük değişimi (Günlük değişim)

1.2.Baz Yük ve Pik Yük'ün Karşılanması

Günlük yük değişim eğrisinde Tepe Yük (Peak Demand) ve Minimum Yük (Minimum Load) elektrik üretim kaynaklarının planlanmasında büyük önem taşımaktadır. Yukarıda sözü geçen, enerjinin ortalamanın üzerinde tüketildiği veya en yüksek düzeylerde tüketiminin seyrettiği zamanlar pik talep, puant saat olarak tanımlanır. Şekil 1.3'te 2010 yılı elektrik enerjisi tüketiminin maksimum olduğu günde, Şekil 1.4'te ise 2010 yılı elektrik enerjisi tüketiminin minimum olduğu günde santrallerin enerji kaynağı türlerine göre çalışma durumları verilmiştir [2].



Şekil 1.3: 2010 yılı elektrik enerjisi tüketiminin maksimum olduğu günde (17 Ağustos 2010) santrallerin enerji kaynağı türlerine göre çalışma durumları [2]



Şekil 1.4:2010 yılı elektrik enerjisi tüketiminin minimum olduğu günde (16 Kasım 2010) santrallerin enerji kaynağı türlerine göre çalışma durumları [2]

Şekil 1.3 ve Şekil 1.4'te görüleceği gibi baz yük için gerekli güç; yüksek kapasiteli termik ve nükleer santrallerden, su kaynakları güçlü ve rejimleri kararlı coğrafyalarda hidroelektrik santrallerden sağlanmaktadır.

Baz yük dışında kalan pik yük ise; düşük yük faktörüne bağlı olarak büyük ölçüde dalgalanmaktadır. Bunun önüne geçmek için kolayca işletilip durdurulabilen ve aynı zamanda kısa bir sürede tam kapasite yüke çıkışa uyum sağlayabilen hidroelektrik santrallere ihtiyaç vardır.

Eğer santraller hemen ihtiyacı karşılayacak enerjiyi üretmezlerse, sistemin frekansı düşer, üniteler devreden çıkar, elektrik kesintisine ve dolayısıyla da birçok probleme neden olurlar. Söz konusu problemlerin yaşanmaması veya en aza indirilmesi için, ani yük artışlarında rezerv yükü 20-30 saniye içinde karşılayabilecek ve daha da büyük yük taleplerinde devreye girme süreleri birkaç dakikayı geçmeyen santrallere ihtiyaç vardır.

Japonya da değişik tipteki santrallerin devreye girme ve tam kapasiteye ulaşma zamanları ile ilgili yapılan çalışma Çizelge 1.1.'de belirtildiği gibidir [3].

Çizelge 1-1: Değişik santral tipleri ve devreye girme süreleri [3]

Proje Tipi	Başlama ve Tam Kapasiteye Ulaşma Süresi
Klasik Hidroelektrik Santraller	3 - 5 dakika
Pompa Depolamalı Hidroelektrik Santraller	3 - 5 dakika
Fuel Oil Santralleri	3 saat
LNG-Doğal Gaz Santralleri	3 saat
LNG-Çevrim Santralleri	1 saat
Kömür Santralleri	4 saat
Nükleer Santraller	5 gün

Çizelge 1.1'den görüleceği üzere PHES VE HES'ler dışındaki santrallerin hiç biri pik ihtiyacı karşılama yeteneğine sahip değillerdir. Bu sistemlerin de, gerek sistem emniyeti, gerekse iletim hatlarının verimliliği yönünden, büyük tüketim merkezlerinin yakınında olmasında yarar vardır.

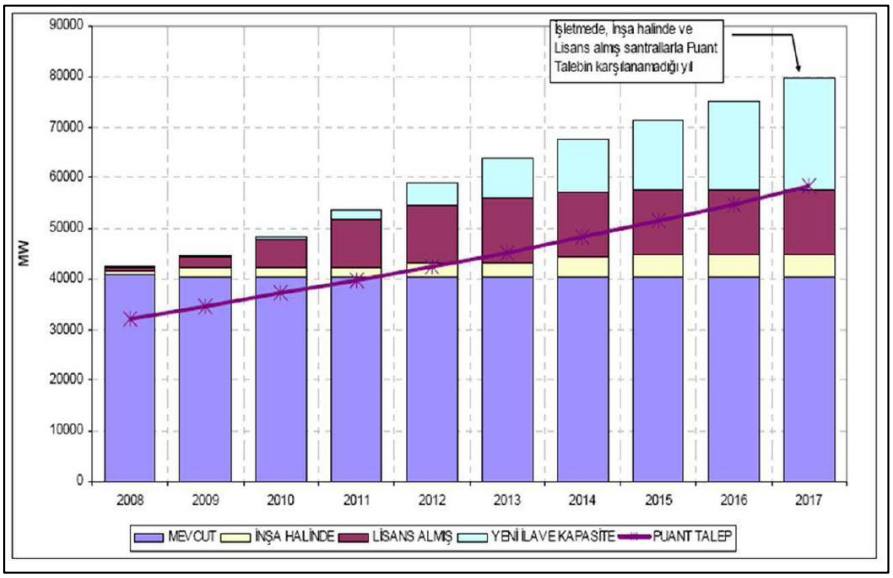
1.3.Türkiye'deki Genel Enerji Durumu

Türkiye'de genel enerji durumu incelendiğinde; 2010 yılı sonu itibariyle, toplamda 210.181 GWh elektrik üretilmiştir. Bu üretiminin %71,2'si doğalgaz ve kömürden,

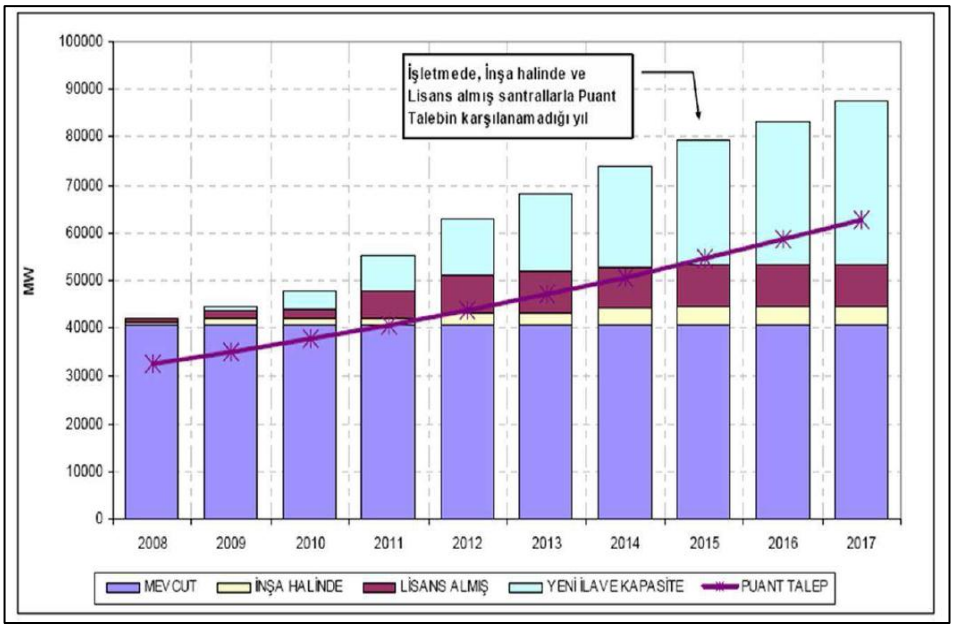
%24,5'i hidrolik kaynaklardan, %2,5'i sıvı yakıtlardan, %1,35'i rüzgardan ve %0,47'si jeotermal ve biyogazdan sağlanmıştır. Türkiye'de 2009 yılında enerji arzının petrolde %98'lik, doğalgazda %91'lik bölümü ithalat ile karşılanmıştır. Bu bilgiler, enerji talebi bakımından önemli bir yüzde ile dışa bağımlı olduğumuzu göstermektedir. Her yıl büyüyen bir ekonomiye sahip olan Türkiye enerjiye aç bir ülke durumdadır. Enerji politikalarında öncelik arz güvenliği olmalıdır ve bunu sağlamanın yolları kendi kaynaklarımıza yönelmek ile enerji kaynaklarımızı çeşitlendirmektir [4].

Türkiye'nin ileriki dönemlerdeki kurulu güç gelişimi ve puant güç talebinin karşılanması TEİAŞ tarafından hazırlanan 2011-2020 kapasite projeksiyonunda Şekil 1.5.'te iyimser ve Şekil 1.6'da kötümser tahmin olarak belirtilmiştir [1].

Şekil 1.5 ve 1.6, incelendiğinde en iyimser tahminde 2017, en kötümser tahminde de 2015 yılında, inşaa halinde ve lisans almış santrallerin tümüyle birlikte puant talebin karşılanamayacağı görülmektedir. Bu nedenlerle, enerji özkaynakları yeterli olmayan ülkemizde rüzgar enerjisi potansiyelinin dikkate değer boyutlarda kullanılabilmesi için şu anda hemen radikal kararların alınması gerekmektedir [1].



Şekil 1.5 : Mevcut, İnşası Devam Eden Kamu ve Özel Sektör Üretim Tesislerinin Proje Üretim Kapasitesi Gelişimine ve Enerji Talebinin Karşılanmasına Etkisi (İyimser tahmin) [1]



Şekil 1.6: Mevcut, İnşası Devam Eden Kamu ve Özel Sektör Üretim Tesislerinin Proje Üretim Kapasitesi Gelişimine ve Enerji Talebinin Karşılanmasına Etkisi (Kötümser tahmin) [1]

1.4.Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasının amacı; uzun yıllardır dünyada pik saatlerdeki enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan pompaj biriktirmeli hidroelektrik santrallerin çalışma prensibini, dünyadaki örnekleriyle birlikte açıklamak, geçtiğimiz yıllar içerisinde yenilenebilir enerji sistemlerinden en hızlı gelişmeyi gösteren rüzgar santralleri ile hibrit şekilde çalıştırılması sonucu ortaya çıkacak senaryoları incelemek, elektrik piyasası dahilinde, gece, gündüz ve pik saatlerdeki elektrik fiyatları analizleri ile oluşturulan fiyatlar kullanılarak maliyet analizleri yapmak ve ülkemiz için rüzgar enerjisi destekli pompaj biriktirmeli hidroelektrik santraller konusunda uygulanabilir örnek bir proje oluşturabilmektir.

1.5.Çalışmanın Yöntemi

Bu çalışmada öncelikli olarak, Türkiye'nin enerji durumu gözden geçirilmiş, baz yük ve pik yük kavramları açıklanarak hangi santrallerin pik yükü karşılamak için kullanıldığı ülkemizdeki durum karşılaştırılarak anlatılmıştır. Dünyada uzun yıllardan beri kullanılan pompaj biriktirmeli hidroelektrik santraller ve yenilenebilir enerji sistemlerinden biri olan rüzgar santralleri önce ayrı ayrı orijinal kapsamlarıyla incelenmiş, sonrasında rüzgar destekli bir proje oluşturulması durumunda ortaya

çıkabilecek senaryoların neler olabileceği düşünülmüştür. Çalışılan bölgeye ait 1:25.000 ölçekli topografik haritalar Harita Genel Komutanlığı'ndan ve NASA uydu görüntülerinden temin edilmiş, Global Mapper programı kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Rüzgar santralleri ile ilgili tüm hesap ve analizler için Danimarka Riso Ulusal Laboratuvarı"nda geliştirilmiş olan WAsP (The Wind Atlas Analysis and Application Program) adlı bilgisayar programı kullanılmıştır. Hibrit sistemimiz için oluşturulan senaryolarda birim maliyet analizlerinin yapılması içinse Türkiye Elektrik Piyasası ayrıntılı olarak incelenmiş ve PMUM fiyatları kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Tez çalışması boyunca, üniversite kütüphanelerinde, çeşitli ülkelere ait rüzgar enerjisi birliklerinin ve enerji ajanslarının internet sitelerinde, internet üzerinden bilimsel makale yayınlayan adreslerde geniş kapsamlı bir literatür araştırması yapılmıştır. Tüm bunlara ek olarak, bir çok mühendis, akademisyen ve bu konuda araştırma yapmış veya çalışan çeşitli kişilerin fikirlerine de başvurulmuş, tez hazırlama aşamasında düzenlenen seminer, kongre gibi etkinliklerde elde edilen güncel bilgilerden de faydalanılmıştır.

2. POMPAJ BİRİKTİRMELİ HİDROELEKTRİK SANTRALLER (PHES)

Güç talebi gün içinde önemli değişiklikler gösterir. Su türbinlerinin çalışmaya başlamaları ve çalışmalarını durdurmaları dakikalar mertebesindeki sürelerde sağlanabildiğinden, güç talebi değişikliklerine biriktirme haznesi bulunan su kuvveti tesislerinin kolayca ve çok az enerji kaybı ile uymaları mümkün olacaktır.

Buna karşılık elektrik üretiminde kullanılabilen diğer başlıca santrallerden termik ve nükleer santraller buhar türbinlerinden yararlanmaktadır. Santral devreye girmeden belli sıcaklıkta buhar temini için saatler mertebesinde bir süre gerekmekte, devreden çıktıktan sonraki soğuma ise önemli enerji kaybına yol açmaktadır. Bundan ötürü termik ve nükleer santrallerin ekonomik yönden tutarlılığının azalmaması için sürekli çalışmaları uygun olmaktadır. Gaz türbinleri kullanan termik santrallerin devreye giriş ve çıkışları, buhar türbinlerine kıyasla oldukça kısa sürede ve daha az enerji kaybıyla olmakla birlikte, yakıt masraflarının yüksekliği önemli bir mahzur olmaktadır [4].

Diğer taraftan biriktirmesiz su kuvveti santrallerinin büyük yer tuttuğu sistemlerde, zirve güç ihtiyacının da bu tip santrallerle karşılanmasına kalkışıldığında, güç talebinin düşük olduğu santrallerde tüketilmeyecek, biriktirme olanağı bulunmadığından da saklanamayacak bir enerji fazlalığı ortaya çıkmaktadır.

Görüldüğü gibi zirve güç ihtiyacının karşılanmasında çoğunlukla en uygun çözümü biriktirmeli su kuvveti tesisleri teşkil etmektedir. Bu ihtiyacı karşılayacak santrallerin gerek sistemin emniyeti, gerekse enerji iletim hatlarının verimliliği yönünden büyük tüketim merkezlerinin yakınında olmasında yarar vardır [5].

Ancak alışılagelen şekildeki biriktirmeli su kuvveti tesislerinin yetersiz veya tüketim merkezlerinden oldukça uzak bulunmaları halinde söz konusu biriktirmeyi, bu merkezler yakınında ve suni olarak yaratmak gerekmektedir. Bunun için de güç talebinin düşük olduğu saatlerde suyu bir alt hazneden alarak pompa ile bir üst hazneye basan, güç talebinin yüksek olduğu saatlerde ise suyu üst hazneden alt hazneye düşürerek türbinlerinden geçiren ve sisteme ilave güç sağlayan pompaj

biriktirmeli santraller uygulanmaktadır. [5] Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'de dünyadan PHES'ler verilmiştir.

Şekil 2.1: Ludington PHES, Amerika Birleşik Devletleri

Şekil 2.2: Kinzua PHES, Amerika Birleşik Devletleri

2.1.Pompaj Biriktimeli Hidroelektrik Santraller ve Tarihçesi

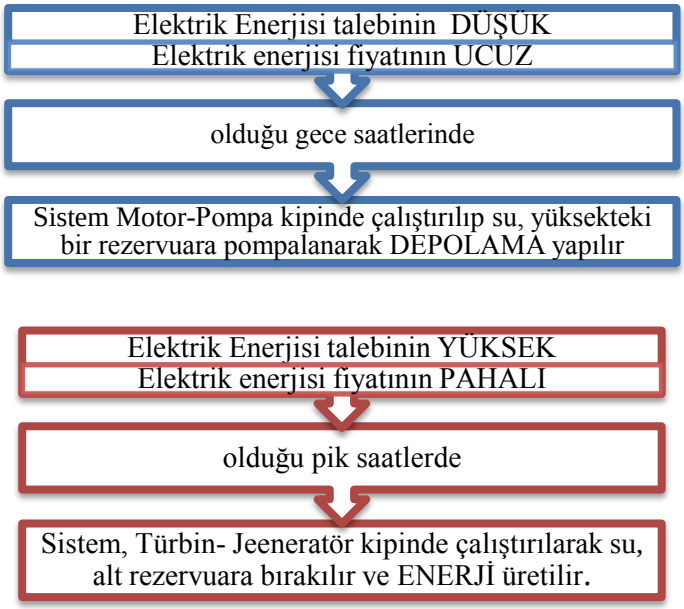
Dünya'da ilk olarak 1890 yılında İtalya ve İsviçre'de kullanılmış olan pompaj depolamalı hidroelektrik santraller 1930'ların başlarında Avrupa'da ticari amaçlı kurulmaya başlamıştır. Ancak asıl gelişme İkinci Dünya Savaş'ından sonra olmuştur. Son 10 yılda ise özellikle Avrupa da elektrik piyasasının liberalleşmesi ile birlikte elektrik piyasasındaki temel yatırım kararları değişmiş pik saatlerde oluşan yüksek fiyatlar nedeniyle bu santraller "Para Makinesi" olarak adlandırılmaya başlanmıştır [6].

Ülkemizde ise bugüne kadar pompaj depolamalı hidroelektrik santral inşa edilmemiştir. 1998 yılında yapılan 1. Enerji Şurası için yapılan çalışmalarda "Türkiye de pik güç ihtiyacını karşılamak için 2006 yılından itibaren isletmeye alınmak üzere yapılacak fizibilite çalışmaları sonucuna göre belirlenecek yeterli kapasitede ve tüketim merkezlerine yakın bölgelere pompaj depolamalı santral inşa edilmesi elektrik enerjisinin yeterliliği ve güvenilirliği bakımından büyük önem arz etmektedir" denilmektedir. 2001 yılında ülkemizde elektrikte rekabetçi serbest piyasa modeline geçilmesi ayrıca Türkiye'de özellikle önemli bir potansiyel olan rüzgar santrallerinin ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve optimum kullanımlarının sağlanabilmesi için bu tip santrallerin önem ve aciliyeti daha da artmıştır. Unutulmamalıdır ki enerjinin depolanabilmesi sürdürülebilir enerji politikalarının ön koşuludur [5].

Daha önceki bölümlerde de açıklandığı gibi barajlı hidroelektrik santraller pek çok ülkede puant yükü karşılamak için kullanılır. Türkiye'de ise hidrolik projeler, üretim planlama çalışmalarında yük faktörlerine göre; %35 ve altında olanlar ve üstünde olanlar olmak üzere puant ve baz santraller olarak iki grup altında tanımlanırlar ve ihtiyaca göre çalıştırılırlar. Ancak Türkiye'de de puant talebin karşılanması sorunu vardır ve hidroelektrik santrallerin sürekli aşırı yüklenerek çalıştırılması puant talebin karşılanmasında olumsuzluklar yaratmaktadır [5]. Enerji talebindeki hızlı artışla birlikte daha da ciddi boyutlara ulaşmakta olan puant yükün karşılanması sorununun çözümünde hidroelektrik enerjiden yararlanmak için pompaj depolamalı hidroelektrik santral projeleri geliştirilmelidir.

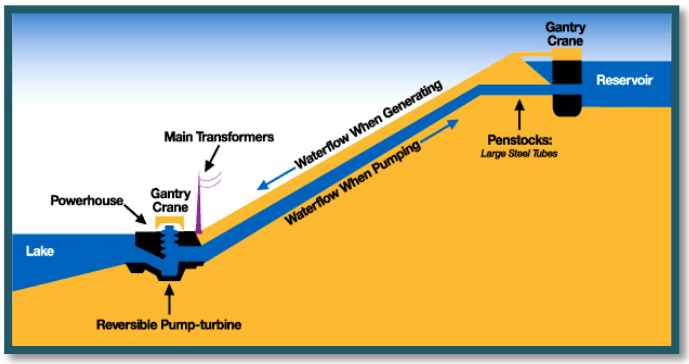
2.2. PHES'lerin Çalışma Prensibi

PHES'lerin çalışma prensibi Şekil 2.3'de gösterildiği gibidir.



Şekil 2.3 : PHES'lerin çalışma prensibi

Elektrik enerjisi talebinin ve elektrik fiyatının düşük, elektriğin fazla olduğu saatlerde suyun yüksekteki bir rezervuara pompalanarak depolanması ve ihtiyacın yüksek enerjinin pahalı olduğu pik saatlerde enerji üreterek alt rezervuara aktarılması yöntemidir. Pompa depolamalı santraller elektrik enerjisi üretme yönteminden çok, fazla olan enerjinin depolanması yöntemidir (Şekil 2.4).



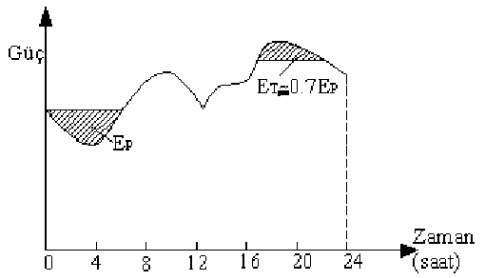
Şekil 2.4 : PHES'lerin çalışma prensiplerinin anlatımı

Böyle bir santralin tükettiği enerji ürettiği enerjiden tabiatıyla fazla olacaktır. Ancak bu enerji farkının büyük kısmının, hatta tamamının biriktirmesiz hidroelektrik santrallerin esasen kullanılamayacak enerjisi veya termik santrallerin devreden

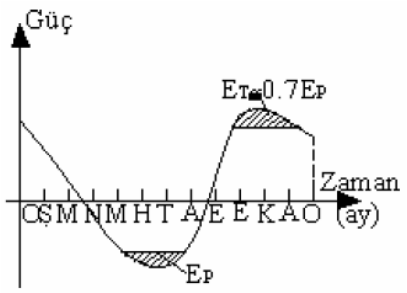
çıkarılıp sokulmaları halinde soğuma ve tekrar ısıtma kayıp enerjileri ile karşılanacağı düşünülmelidir [6].

Pompaj biriktirmeli santrallerin ekonomik tutarlılığına etkiyen en önemli fiziksel husus iki hazne arasındaki iletim boyunun düşüşe oranı olmaktadır. Bu oranın küçük olması tercih edilmekte genellikle 7:1 oranını üzerindeki tertiplere ender olarak rastlanmaktadır. Pompaj biriktirmeli santrallerde çoğunlukla düşü birkaç yüz metre debi birkaç m^3/sn ila onlarca m^3/ sn mertebesinde bulunmaktadır [6].

Pompaj biriktirmeli santraller özellikle termik ve nükleer santrallerle bir arada çalıştıkları sistemlerde günlük rejimle çalışmakla birlikte (Şekil 2.5), biriktirme olanağından yoksun hidroelektrik santrallerin, akışın fazla olduğu mevsimlerde üretebileceği ilave enerjiden yararlanıp biriktirme olanağı bulunan santrallerin haznelerine su yükseltmek, akışın az olduğu mevsimlerde ise bu enerji değerlendirilip ilave güç sağlayacak mevsimlik çalışma rejimine göre de kurulabilmektedir (Şekil 2.6) [6].



Şekil 2.5: Günlük zirve güç ihtiyacının karşılanmasına yönelik pompaj biriktirmeli santral işletme düzeni

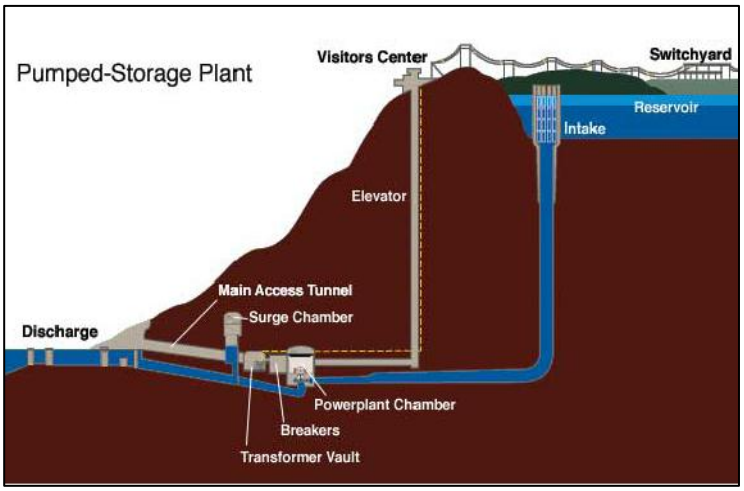


Şekil 2.6: Mevsimlik biriktirmeye yönelik pompaj biriktirmeli santral işletme düzeni

2.3.PHES'lerin başlıca elemanları

PHES'ler Şekil 2.7'de görülen başlıca;

- Bir alt ve üst rezervuar,
- Bu iki rezervuar azarsında bir cebri boru,
- Elektrik üreten veya suyu pompalayan türbin/pompa ve jeneratör/motor grubu
- Bunlarla ilgili hidromekanik ve elektromekanik ekipmanlardan oluşurlar.

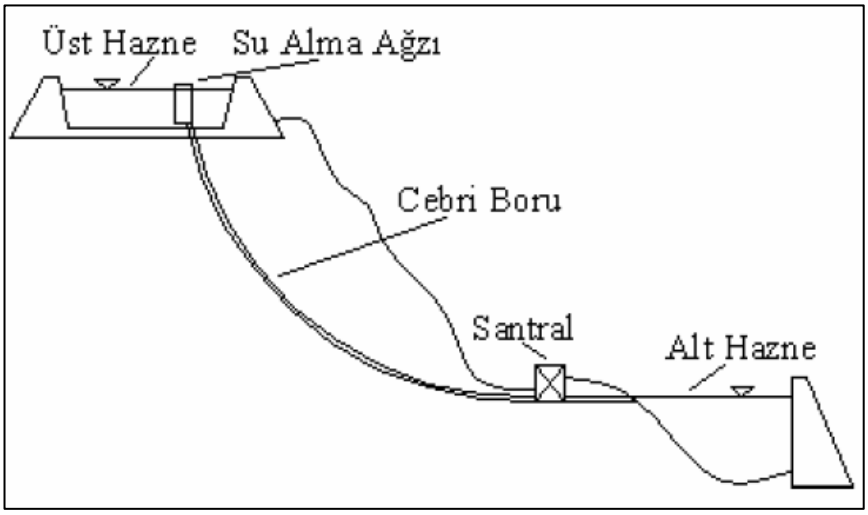


Şekil 2.7: PHES'lerin başlıca elemanları

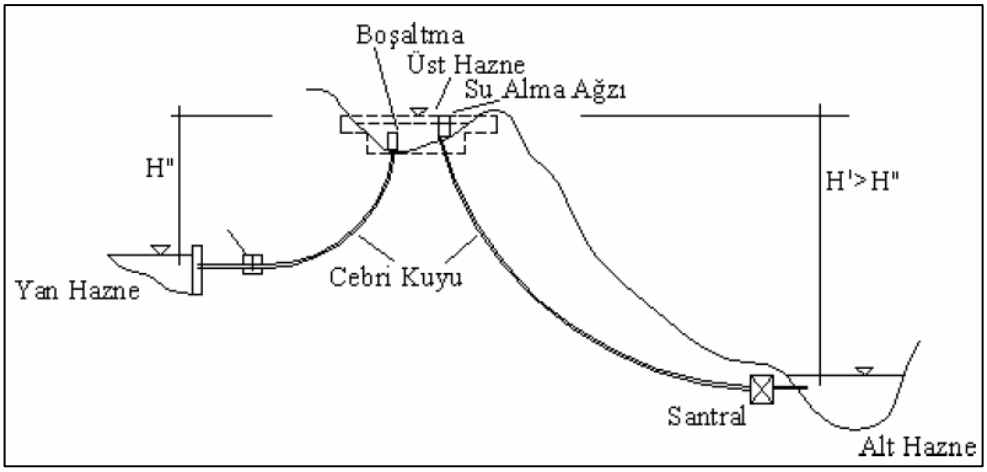
Pompaj depolamalı santrallerde rezervuarlar inşa edilecek havuzlar dışında nehir, doğal göl, mevcut baraj rezervuarı veya deniz olabilir. İnşa edilecek havuzların geçirimsizliği asfalt, beton veya geomembran gibi değişik malzemelerle sağlanabilmektedir. Su alma yapısı üst rezervuarın yanında veya altında olacak şekilde yapılabilmektedir. Çoğunlukla yeraltı santralli pompaj depolamalı HES'lerde iletim yapısı olarak şaft ve enerji tüneli kullanılıp, santralle alt rezervuar arasındaki bağlantı da kuyruksuyu tüneli ile sağlanmaktadır [7].

Pompaj biriktirmeli santrallerin uygulamada en çok rastlanılan tertibi Şekil 2.8 ile Şekil 2.9'da görülen gerek enerji üretiminde gerek suyun yükseltilmesinde aynı iletim hattının kullanıldığı tesislerdir. Bu tür santrallerde üretilen enerjinin tüketilen enerjiye oranı olarak tanımlanan genel verim 0,7 mertebesinde bulunmakta ancak daha öncede belirtildiği gibi zirve güç talebinin karşılanmasında sistemin gücüne önemli katkı sağlamaktadır [6].

Yüzeyi geniş olan depolar, beher cm yükseklik için daha fazla suyu depo edeceklerinden randıman sayıları daha müsait olur. Hidrolik olarak enerjinin iyi bir şekilde depolanması için detaylı bir şekilde hesaplaması yapılan bir üst ve bir de alt hazneye ihtiyaç vardır. [6] Pompalı depolama suretiyle pik saatlerdeki enerjiyi karşılamak için yapılan tesislerin, daha ziyade tüketimin ağırlık merkezlerinde planlanması daha ekonomik olur.



Şekil 2.8: Tek iletimli bir pompaj biriktirmeli santral sistemi boykesiti

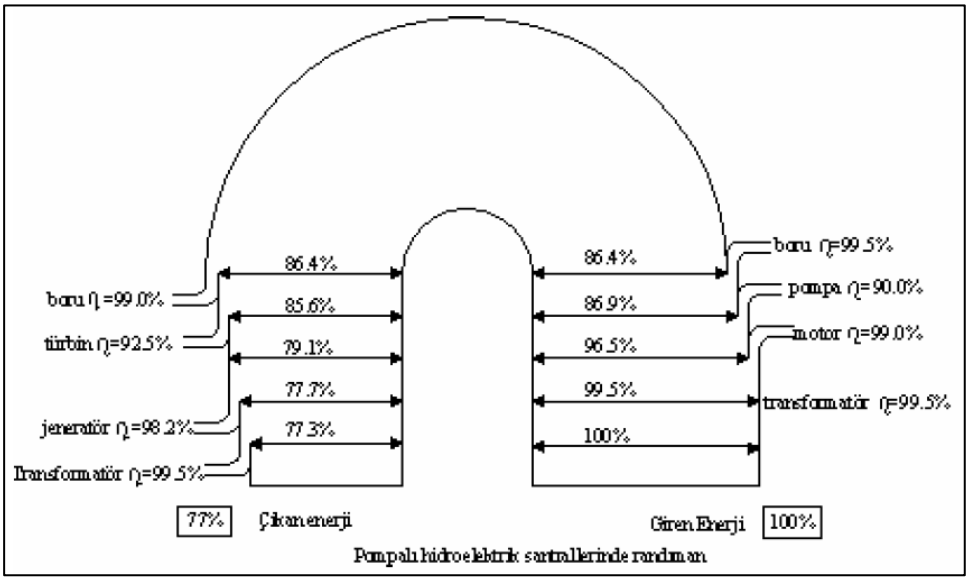


Şekil 2.9: Çift iletimli ve pompaj yüksekliği türbin düşüsünden küçük olan bir pompaj biriktirmeli santral işletme düzeni

Enerji hesapları yapılırken transformatör, motor, pompa, borudaki enerji kaybı ve nihayet üst depodan suyu alıp türbinlere geçirecek enerji tekrar üretilirken yine borudaki kayıplar, türbin, jeneratör ve transformatörlerdeki kayıplar hesaba katılır ve

böylece en uygun halde enerjinin %77 si geri kazanılmış olur. Pompajlı tesislerde pompa ve türbin ayrı olduğu gibi aynı da olabilir [8].

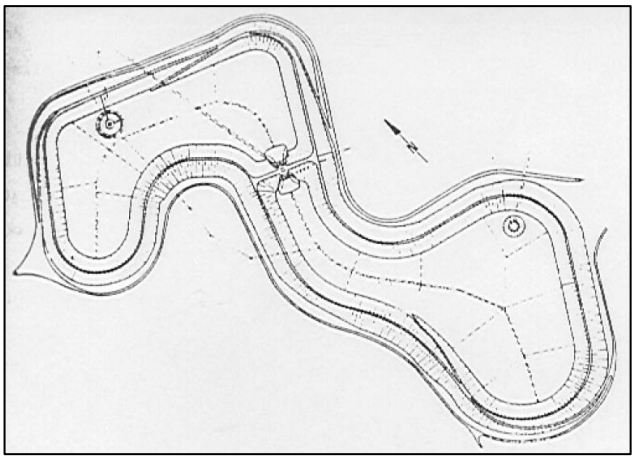
Pompajlı biriktirme tesislerinde randımanın şematik gösterimi Şekil 2.10'da gösterildiği gibi verilebilir (Çeçen, 1983). Pompaj biriktirmeli santraller yalnızca kuvvet tesisi olarak geliştirilebildiği gibi çok maksatlı projeler içinde de (su getirme, taşkın kontrolü, su haklarının düzenlenmesi v.b.) yer almaktadır [8].



Şekil 2.10: PHES'lerin verimi

Suyu enerji üretiminde değerlendirilenden daha küçük bir düşü ile başka bir kesimden derleyip yükseltme olanağının bulunması halinde Şekil 2.9'da görülen farklı iletim hatlarına sahip pompaj biriktirmeli tesisler kurulmaktadır. Bu tür tesislerde iki düşünün farkı çok büyük ise sürekli pompaj yapılmak sureti ile zirve güç talebinin karşılanmasından başka ek enerji üretimi de sağlanabilmekte, genel verim 1,0 in üzerine de çıkabilmektedir [10].

Üst hazne çoğunlukla yapay bir havuz niteliğinde olmakta, alt hazne ise küçük bir baraj ile oluşturulmaktadır. Şekil 2.11'de suni havuzlar sedde ile çevrelenip teşkil edildiğinden hacme kıyasla asgari çevre uzunluğunu elde etmek amacıyla planda dairesel veya topoğrafya koşullarına uyularak böbrek biçimi yapılmaktadır [10].

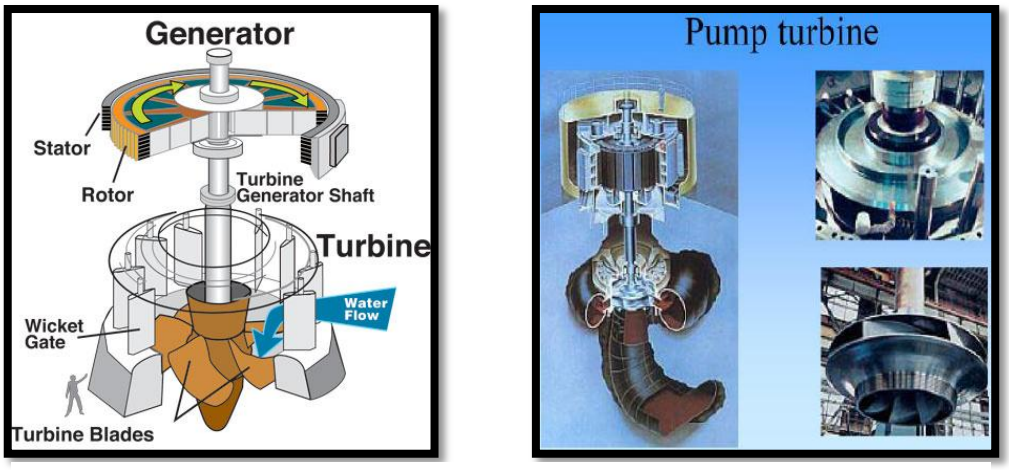


Şekil 2.11: VIANDEN pompaj biriktirmeli santralin üst haznelerinin planı

Sızma kayıplarını asgari seviyede tutmak için havuz tabanı ve seddenin iç yüzü asfalt kaplama ile kaplanmakta, altına uygun bir hava ve su drenaj sistemi tertiplenmektedir. Buharlaşma kayıplarının ise alt hazneden ilaveten karşılanması gerekmektedir. Topografyanın elverişli olduğu durumlarda üst hazneyi bir barajla meydana getirmek mümkündür. Bu durumda akarsuyun tabi debisi sayesinde buharlaşma kayıplarını karşılamak, hatta bu debi büyükse ilave enerji üretmek olanağı bulunmaktadır. Buna karşılık buharlaşma ve sızma kayıpları suni havuzlara kıyasla fazla olduğundan küçük debilerde mahzurlu olmaktadır. Bu tür santraller akarsu üzerinde kademe teşkil eden iki baraj arasında veya tabi bir göl ile bir baraj arasında uygulama alanı bulmaktadırlar.

Pompaj biriktirmeli santrallerde üst hazneden su alma yapısı genellikle bir su alma kulesi, bazen yamaçtan tünel girişi şeklinde tertiplenmektedir. İletim yapısı ise cebri boru veya özellikle yer altı santrallerinde cebri kuyu olmaktadır. Mansap su seviyesi fazla oynamıyorsa kuvvet santralinde makineler yatay eksenli olarak tertiplenmektedirler. Böylece daha alçak bir yapı, az temel kazısı, kolay montaj gibi faydalar sağlanmakta; buna karşılık santral boyu uzamakta, elektrik makinelerinin sızan sulardan korunması özel itina istemektedir [8].

Pompaj depolamalı HES'lerde pompa türbin ayrı ayrı kullanılabileceği gibi tersinir pompa türbin sistemleri kullanılarak tek hat üzerinden sistem çalışabilmektedir. Şekil 2.12'de tersinir pompa/türbin sistemleri görülmektedir. Bu sistemlerde genellikle, türbin Françis türbin olarak, pompa ise santrifüj pompa gibi çalışmaktadır.



Şekil 2.12: Tersinir pompa/türbin sistemleri

2.4.Pompajlı Hes'lerin Avantaj ve Dezavantajları

2.4.1. PHES'lerin Avantajları

Pompajlı depolama sisteminin temel konusu orijinal olarak geliştirildiği gibi, yeniden kullanım dolayısıyla ilgili talep için elektrik enerjisi depolama yöntemidir. PHES'lerin puant kesme yeteneği kadar yükü dengeleme ve yardımcı hizmetler sağlama gibi faydaları vardır. Bunlar;

Hızlı Yanıt/ Hızlı Devreye Girme: İletim sistemi isletmecilerinin elektrik şebekesini regüle edebilmek için sistemi saniye, dakika ve saat süreleri içinde yedek elektrik ile besleme yeteneğine sahip olmaları gerekir. Bu maksatla isletmeciler birkaç saniye içinde yüke geçebilecek santralleri döner yedek olarak tutarlar. Zaman çerçevesine bağlı olarak, tevzi edilen enerji için, isletmeciler müşteriye daha yüksek giderler yansıtırlar. Hidroelektrik santraller bir kaç dakika içinde yük talebini karşılayabilmeleri nedeniyle yüksek değerli bir enerji sağlarlar.

Yükün Dengelenmesi: Gerilim ve frekansa bağlı şebeke stabilitesi, bir çok sanayi tüketicisi açısından hayati öneme haizdir. Çünkü yük temininin stabil olmaması halinde makineler arızalanmakta ve üretilmekte olan mal bozulmaktadır. Bu nedenle, dengeli yük sağlamak için sanayi kuruluşları PHES'lerden yararlanmaktadır.

Black-start Yeteneği: Elektrik şebekesinin tamamen devre dışı olması halinde, şebekenin yardımı olmadan bir santralı çalıştırma yeteneği önemlidir. Çünkü diğer tiplerdeki santrallerin çoğu, isletmeye geçebilmek için elektrik şebekesinden

beslenmek zorundadır. Hidroelektrik santrallar, genellikle, elektrik şebekesinden beslenmeden işletmeye alınabilirler.

Enerjinin Depolanması: Enerji sistemindeki pikler, elektrik fiyatının düşük olduğu saatlerde suyun yüksekteki bir rezervuara pompalanarak depolanması, talebin yüksek ve enerjinin pahalı olduğu saatlerde pik enerji üreterek alt rezervuara aktarılması yöntemi ile seviyelendirilir [8].

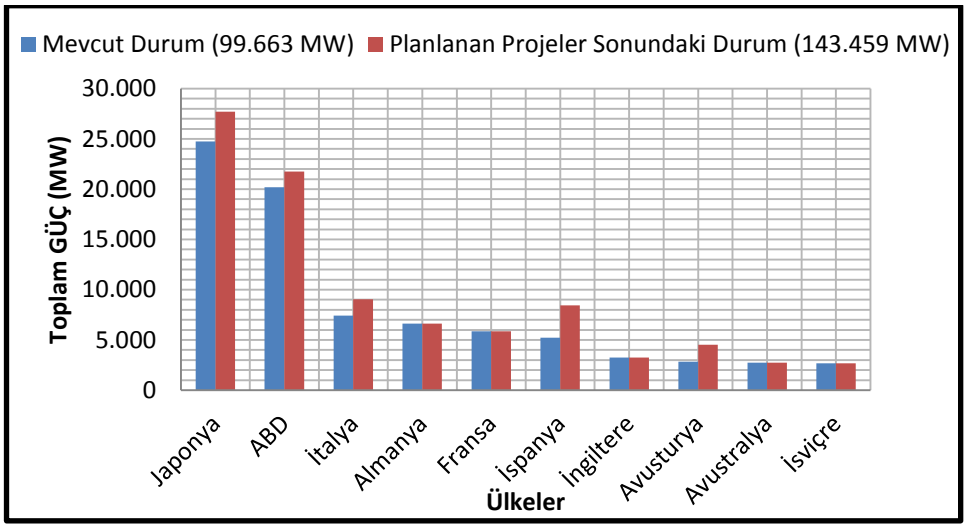
2.4.2. PHES'lerin Dezavantajları

PHES'lerin dezavantajları: İlk yatırım maliyeti ve uzun geri ödeme süresi, kurulması için gerekli jeolojik konum, erozyon durumları, görsellik önemi, balıkçılığa olan etkisi, rezervuarlar arasındaki ulaşım sorunlarıdır [9].

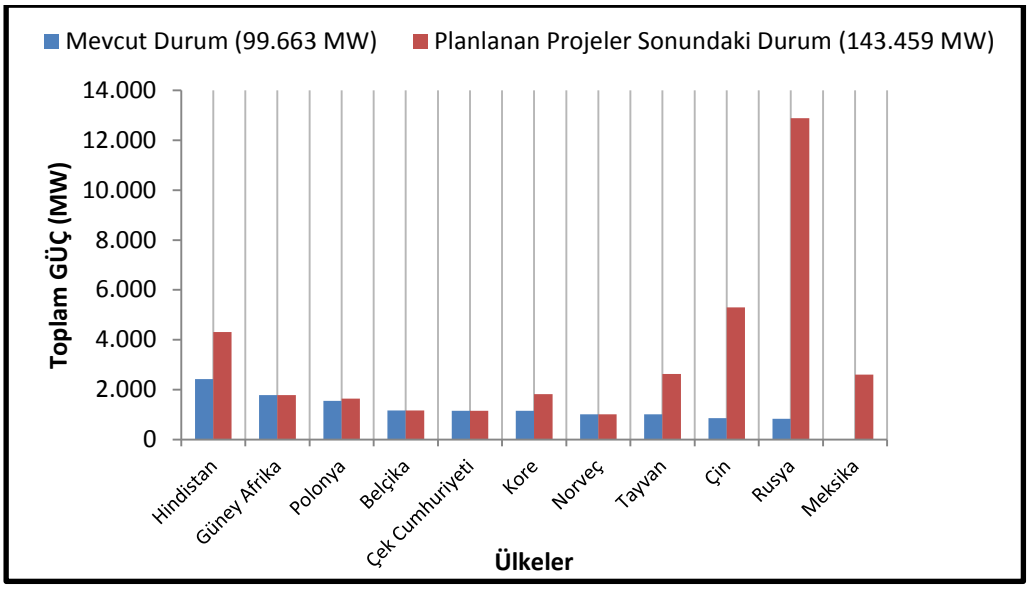
2.5.Dünya'da PHES'ler

2.5.1. Dünya'daki PHES'lerin genel durumu

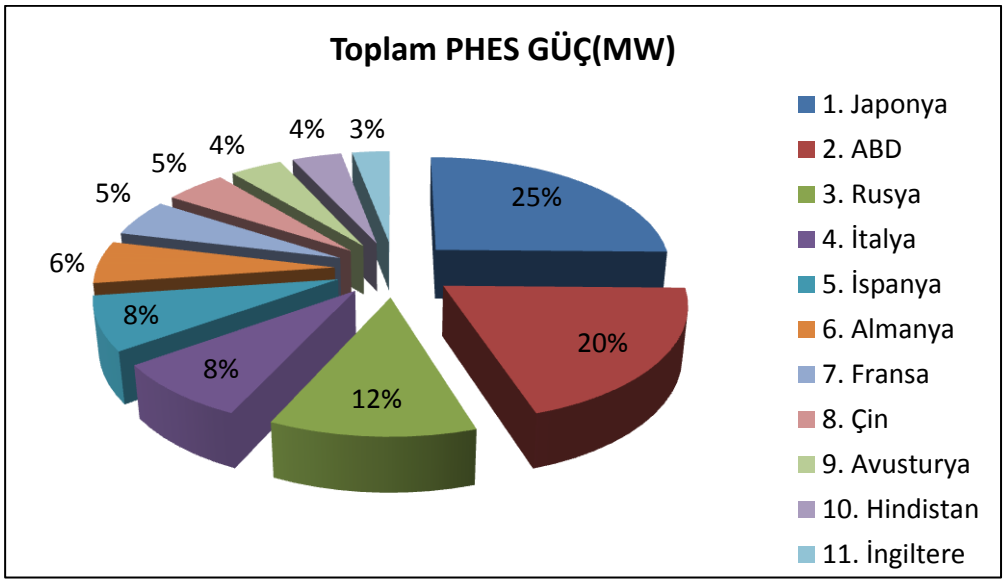
Elektrik üretiminin önemli bir bölümünü nükleer ve kömür santralleri yoluyla temin eden Japonya, ABD, Çin, Fransa ve Almanya gibi ülkelerde, günün arz fazlası olan saatlerde enerji depolaması ve puant saatlerinde de tavan yapan elektrik talebinin karşılanmasında yaygın olarak PHES'leri kullanmaktadır. Şekil 2.13, Şekil 2.14 Şekil 2.15'te te mevcut durumdaki PHES'ler ve planlanan PHES'lerle birlikte dünyadaki durum belirtilmektedir [10 - 20].



Şekil 2.13: PHES'lerin dünya ülkerindeki durumu



Şekil 2.14: PHES'lerin dünya ülkerindeki durumu



Şekil 2.15: PHES'lerin dünya ülkerindeki durumunun % olarak ifadesi

2.5.2. Dünya'daki bazı önemli PHES'ler

Dünyadaki en büyük güçteki PHES'ler:

- Kannagawa PHES 2.820MW (Japonya)
- Dünyada deniz suyunu kullanan ilk PHES; OKINAWA PHES (Japonya)
- Dünya'daki en hızlı devreye giren santral ; DINORWING PHES (İngiltere) (1320 MW'ı 12 saniyede sağlamaktadır.) [21]

Bath County PHES 2.772MW (ABD):

Bath County Pompajlı Depolamalı Projesi çalışan veya inşa halinde olan tüm pompajlı depolamalı tesisler içinde en yüksek kapasiteli olanıdır. Virginia Elektrik ve Enerji Şirketi tarafından inşa edilen proje Mountain Grove'nin 13 km kadar kuzeyinde bulunmaktadır [22].

Ana tesislerden biri 6 tane 350 MW'lık üniteyi içine alan santral binası aşağı rezervuarın batı kenarında bulunmakta ve yukarı rezervuara 2560 m'lik su konduvi sistemi ile bağlanmaktadır. Yukarı rezervuar tabii zeminden 143 m yükseklikte toprak ve kaya dolgu zonlu baraj tipindedir ve Mississippi nehrinin doğusunda nehrinin doğusunda inşa edilmiş olan A.B.D. de en yüksek barajdır. Yukarı rezervuarın diğer özelikleri arasında kalıcı dipsavak yapılarına çevrilmiş bir derivasyon tüneli ve muhtemel aşırı pompaj akışı için emniyet dolusavağı ve konvensiyonel tip enerji giriş yapıları vardır.

Aşağı rezervuar yapıları ise 41 m yükseklikte toprak ve kaya dolgu zonlu baraj, kontrollü oluk tipte dolusavak ve aşağı baraj gövdesinin altından geçen ikiz konduvi düşük seviyeli dipsavak tesislerini kapsar. İşletme düşüleri 327 – 390 m arasında değişmektedir. Biri 56 km diğeri 80 km olan 500 kV'luk iletim hatları projeyi Vepco'nun mevcut 500kV'luk nakil şebekesine bağlamaktadır.

İki seviyede bağlantılı akım şaftları ile üç adet 8,6 m çapında enerji tünelleri hafredilmiştir. Her enerji tünelindeki bölmeler demirli betondan olup dış basınçlara

karşı tepe boyunca kuru şartlarda bağlanmaktadır.

Üç tünel 5,4 m çapında boyları 262 – 368 m arasında değişen altı adet cebri boruya ayrılmaktadır.

Enerji santralinin her birinin nominal üretim kapasitesi 350 MW olarak kurulu kapasitesi 2100 MW olan 6 adet geri dönüşümlü (tersinir) Francis tipi pompa – türbin jeneratör – motor üniteleri olacaktır.

Normal maksimum pompa basma yüksekliği olan 387 m için garanti edilen pompa debisi her ünite için 85 m^3/s'dir. Normal minimum basma yüksekliği olan 335 m de ise debi her ünite için 116 m^3/s'dir.Üretim sırasındaki debiler maksimum düşü olan 393 m ve minimum düşü olan 328 m de sırasıyla 130 m^3/s ve 127 m^3/s'dir [23,24].

Şekil 2.16: Bath County PHES, Amerika Birleşik Devletleri

OKINAWA PHES (Japonya):

Şekil 2.17'de Japonya'nın Okinawa adasının kuzey tarafında kurulan pilot deniz suyu PHES'in kuşbakışı görünüşü verilmektedir. Sekizgen sekil üst rezervuarı göstermekte, deniz (Pasifik Okyanusu) alt rezervuarı temsil etmektedir. Kuyruk suyu kanal çıkısı deniz dalgalarından korunmak üzere dörtlü-oluklu bir sistemle çevrilmiştir. Dünyada deniz suyunu kullanan yüksek düşülü ilk PHES'dir. Bu nedenle tipik ve ilginçtir. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemiz içinde uygulama alanı olarak önemlidir. Japonya nehirler üzerinde çok sayıda ve büyük kapasitelerde PHES'ler inşa etmiştir. (yaklaşık 30.000 MW). Son yıllarda coğrafya ve jeolojiye göre uygun alanlar azalmış, ayrıca çevre değerlendirme kriterleri etkili olmaya başlamıştır. Bu durumu dikkate alan Japon Hükümeti, EPDC firmasına deniz suyunu kullanabilen bir PHES'in etüdünü ve fizibilitesini sipariş etmiştir. 1981 yılında başlanan ilk etüt ve malzeme test çalışmaları, 1991 yılına kadar sürmüştür. 1991 yılında inşaatına başlanan Okinawa PHES'in 1998 yılında tamamlanması planlanmış isletmeye geçtikten sonra beş yıllık tecrübe dönemi öngörülmüştür. Mart 1999'da inşaat tamamlanmıştır [25,26].

Şekil 2.17: Okinawa PHES, Japonya

Bir deniz suyu PHES'in fiyat ve sistem isletmesi açısından normal bir PHES'e göre aşağıdaki üstünlükleri vardır.

- Alt rezervuar inşaatına gereksinim bulunmamaktadır.
- Büyük ölçekli termik veya nükleer santrallerin yakınına veya güç talebi artan meskun alanlarda kurulabilirler.

Buna karşın deniz suyu PHES'lerin karşılaştıkları çeşitli problemler vardır. Bunlar;

- Yukarı rezervuarda depolanan deniz suyunun toprağa ve/veya yeraltı suyuna sızmasını ve kirlenmesini önlemek için alınan önlemlerin değerlendirilmesi,
- Deniz organizmalarının su sistemine ve türbinlere yapışması (adhezyonu) sonucu, güç üretiminde ve pompajda verimin düşmesi,
- Pompa-türbin tarafından yaratılan yüksek basınç ve yüksek akış hızı altındaki deniz suyunun teması sonucu metal malzemelerde oluşan korozyon,
- Kararlı giriş yapısı içinden, deniz suyunun yüksek dalgalara karsı deşarjı ile stabil güç çıkısı sağlamak,
- Yukarı rezervuardan rüzgar ile deniz suyunun etrafa dağılması sonucunda, etraftaki bitki, hayvan ve diğer biyolojik sistemler üzerindeki etkisi,

- Santral çıkısına yakın yerlerde yaşayan mercan ve diğer deniz organizmaları üzerindeki etkileridir.

Sekizgen şekilli üst rezervuar, 25 m derinliğinde, 252 m çapraz genişliğinde olup, 564 000 m^3 aktif depolama kapasitesine sahiptir. Üst rezervuar, dolgu ve kazı işlerini optimum tutmak amacıyla basit şekilli seçilmiş ve tamamıyla lastik membran (perde) ile kaplanmıştır. Cebri borunun düz kesimleri plastik takviyeli fiberglas ile dirsek bölgeleri elektrolitik korumalı çelikten imal edilmiştir. Yeraltı santralı 17 m genişliğinde, 32 m yüksekliğinde ve 41 m uzunluğunda bir kavern içine yerleştirilmiştir. Kuyruksuyu kanalı beton kaplamalı bir yapıdır. Stabil deniz suyu girişi ve deşarjı ve emniyeti sağlamak için prefabrik beton blokların kullanıldığı su kırıcı yapı uygulanmıştır [26].

Deniz suyu PHES'lerin Pompa –Türbin özellikleri söyledir;

Türbin işletmesi:

- Maksimum güç :31 400kW
- Maksimum net düşü :141m
- Maksimum debi: 26m^3/sn
- Dönüş hızı: 450 ± 6 devir/dakika

Pompa işletmesi:

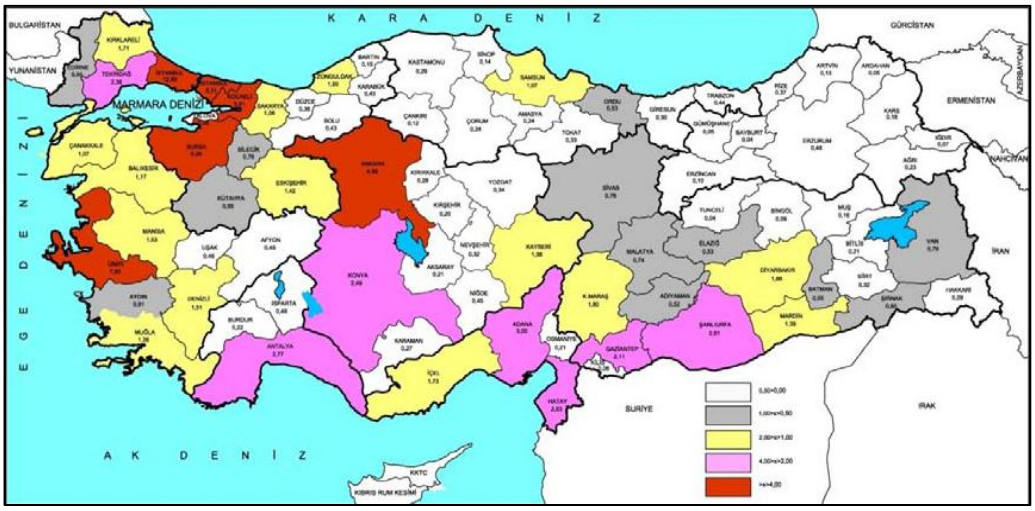
- Maksimum giris gücü :31 800kW
- Dinamik düsü :160m
- Debi : 20,2m^3/sn

Pompa türbin ünitesinde çark, kolayca sökülüp takılabilmesi için alttan çıkarılabilecek şekilde projelendirilmiştir. Türbin-pompa çarkı ve kılavuz kanatlar, korozyona karsı nitrojen ilave edilmiş, düşük karbon kapsamlı, ostenitli paslanmaz çelik dökümden imal edilmiştir. Ana mil, ostenitli grup içinde nitrojen ihtiva eden dövme paslanmaz çelikten yapılmıştır. Salyangoz ve sabit çember, kaynak konstrüksiyon için haddelenmiş çelikten imal edilmiş, suyla temas eden yüzeyler vinilester tipinde, cam pullu, kalın bir boya filmi ile kaplanmıştır. Contalar seramik malzemeden yapılmıştır [27].

Midyeler, pompa türbinlere, borulara, vanalara ve yardımcı ekipmana kolaylıkla yapışan deniz organizmaları için tipik bir örnektir. Midyeler, akış hızının 5 m/s altında olduğu yerlerde, özellikle 1 veya 2 m/s akış hızında yüzeylere kolayca yapışırlar. Midyelerin yapışması pompa-türbin verimini düşürmeleri yanında boruların tıkanmasına ve çeşitli arızalara neden olmaları karsısında gerekli önlemlerin alınması önem taşımaktadır. Akısın durgun olduğu bölgelerin, anti-kirlenme tipi pislik önleyici boya ile boyanması faydalıdır [27,28].

2.6.PHES'lerin Türkiye'deki durumu

Türkiye'de henüz PHES'ler bulunmamaktadır. Bu zamana kadar bu sistemlere geçişin yapılmamasının nedeni; Türkiye'nin geçmiş yıllardaki elektrik ihtiyacının önemli bir bölümünün klasik depolamalı HES'ler yoluyla karşılanmasıdır. HES'ler zaten talebe göre kolayca ve çok kısa sürede devreye alınıp çıkartıldığı için, gün içinde değişen talebi dengeleyecek ilave bir tesise ihtiyaç doğmamıştı. Ancak, Türkiye giderek elektrik talebinin daha büyük bir bölümünü termik santrallerden, nehir santralleri ve rüzgar santrallerinden temin etme yönünde adımlar atmaktadır. Bu yüzden gün içindeki arz talep dengesini en ekonomik şekilde sağlamanın yolu PHES'ler olacaktır [29].



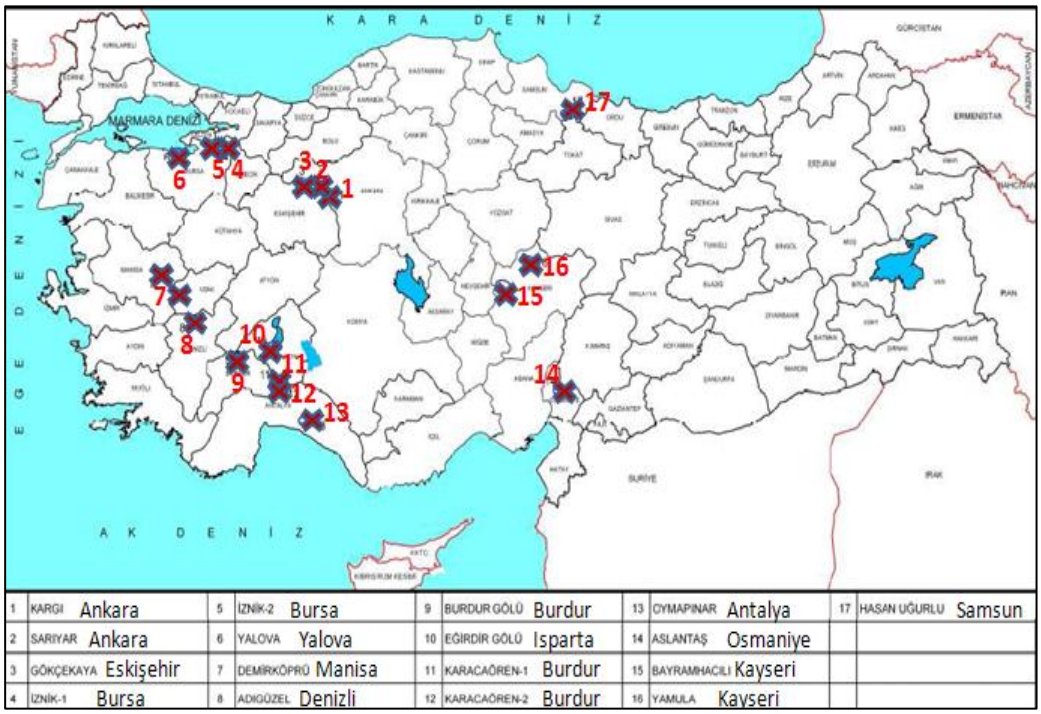
Şekil 2.18: Türkiye'de PHES yapılması için öncelik verilen iller

Türkiye akarsu havzalarında biriktirmeli, santral olanaklarının çoğunun doğuda enerji tüketim merkezlerinin de büyük bir kısmının da batıda olduğu düşünülürse, bu merkezlerin yakınında kurulacak ve günlük rejimle çalışacak pompaj biriktirme

santrallerinin gelecekte zirve güç talebinin emniyetler karşılanmasında önemli yeri olması beklenebilir. Bu merkezlerin yakınında kurulacak ve günlük rejimle çalışacak pompaj biriktirme santrallerinin gelecekte pik güç talebinin güvenli bir şekilde karşılanmasında önemli bir yeri olacağı beklenmektedir.

Ülkemiz genelinde muhtemel pompaj depolamalı santrallerin nerelerde yapılacağı konusu önemli ölçüde açıklığa kavuşmuş olacaktır. Şekil 2.18'deki renk sıkalasında gösterilen kırmızı renkli iller pompaj depolamalı santralar için öncelikle ele alınması gereken illerimiz arasında olmalıdır. Bu illerimiz; Ankara, İstanbul, Bursa, Kocaeli ve İzmir'dir. İkinci öncelikli illerimiz ise Antalya, Konya, Tekirdağ, Adana, Hatay, Gaziantep ve Ş.Urfa olmalıdır [29].

Pompaj depolamalı santraller pik güç talebini karşılamak üzere enerji ihtiyacının en fazla olduğu yerlerde planlanmaktadır. Böylece iletim hattı kısa ve yük kayıpları az olacaktır. Çizelge 2.1.'deki listede ve Şekil 2.19'da Türkiye için planlanan PHES'ler bulunmaktadır [30].



Şekil 2.19: Türkiye için planlanan PHES'lerin Türkiye haritası üzerinde gösterimi

Çizelge 2-1 : Türkiye'de Kurulması Planlanan PHES'ler

Proje Adı	Yeri	Kurulu Güç (MW)	Proje Debisi (m^3/s)	Düşü (m)
Kargı PHES	Ankara	1000	238	496
Sarıyar PHES	Ankara	1000	270	434
Gökçekaya PHES	Eskişehir	1600	193	962
İznik-I PHES	Bursa	1500	687	255
İznik-II PHES	Bursa	500	221	263
Yalova PHES	Yalova	500	147	400
Demirköprü PHES	Manisa	300	166	213
Adıgüzel PHES	Denizli	1000	484	242
Burdfur Gölü PHES	Burdur	1000	316	370
Eğirdir Gölü PHES	Isparta	1000	175	672
Karacaören-II	Burdur	1000	190	615
Oymapınar PHES	Antalya	500	156	372
Aslantaş PHES	Osmaniye	500	379	154
Bayramhacılı	Kayseri	1000	720	161
Yamula PHES	Kayseri	500	228	260
Hasan Uğurlu	Samsun	1000	204	570

Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Proje Dairesi Başkanlığı Tarafından Hazırlanan PHES Projelerinin özellikleri;

Sarıyar Pompaj Depolamalı HES: İlk Etüt seviyesinde 1000 MW kurulu gücündeki Sarıyar PHES Ankara il sınırları içerisindedir. PHES'in alt rezervuarı Sarıyar Barajı, üst rezervuarı ise 435 m yükseklikte beton kaplamalı havuzdur. Projede 595 m cebri boru, 387 m şaft ve 815 m kuyruk suyu tüneli bulunmaktadır.

Bayramhacılı Pompaj Depolamalı HES: İlk Etüt seviyesinde 1000 MW kurulu gücündeki Bayramhacılı PHES Kayseri il sınırları içerisindedir. PHES'in alt rezervuarı Bayramhacılı Barajı, üst rezervuarı ise 161 m yükseklikte beton kaplamalı havuzdur. Projede, 305 m şaft ve 160 m kuyruk suyu tüneli bulunmaktadır.

Hasan Uğurlu Pompaj Depolamalı HES: İlk Etüt seviyesinde 1000 MW kurulu gücündeki Hasan Uğurlu PHES Samsun il sınırları içerisindedir. PHES'in alt rezervuarı Hasan Uğurlu Barajı, üst rezervuarı ise 570 m yükseklikte beton kaplamalı havuzdur. Projede 635 m şaft ve 965 m kuyruk suyu tüneli bulunmaktadır.

Adıgüzel Pompaj Depolamalı HES: İlk Etüt seviyesinde 1000 MW kurulu gücündeki Adıgüzel PHES Denizli il sınırları içerisindedir. PHES'in alt rezervuarı Adıgüzel Barajı, üst rezervuarı ise 242 m yükseklikte beton kaplamalı havuzdur. Projede 216 m cebri boru, 303 m şaft ve 447 m kuyruk suyu tüneli bulunmaktadır.

Kargı Pompaj Depolamalı HES: İlk Etüt seviyesinde 1000 MW kurulu gücündeki Kargı PHES Ankara il sınırları içerisindedir. PHES'in alt rezervuarı Kargı Barajı, üst rezervuarı ise 513 m yükseklikte sıkıştırılmış kil havuzdur. Projede 1815 m cebri boru, 367 m şaft ve 580 m kuyruk suyu tüneli bulunmaktadır.

Yalova Pompaj Depolamalı HES: İlk Etüt seviyesinde 500 MW kurulu gücündeki Yalova PHES Yalova il sınırları içerisindedir. PHES'in alt rezervuarı Yalova Regülatörü, üst rezervuarı ise 400 m yükseklikte beton kaplamalı havuzdur. Projede, 800 m şaft ve 300 m kuyruk suyu tüneli bulunmaktadır

Yamula Pompaj Depolamalı HES: İlk Etüt seviyesinde 500 MW kurulu gücündeki Yamula PHES Kayseri il sınırları içerisindedir. PHES'in alt rezervuarı Yamula Barajı, üst rezervuarı ise 260 m yükseklikte beton kaplamalı havuzdur. Projede 1540 m cebri boru, 80 m şaft ve 300 m kuyruk suyu tüneli bulunmaktadır.

Oymapınar Pompaj Depolamalı HES: İlk Etüt seviyesinde 500 MW kurulu gücündeki Oymapınar PHES Antalya il sınırları içerisindedir. PHES'in alt rezervuarı Oymapınar Barajı, üst rezervuarı ise 372 m yükseklikte beton kaplamalı havuzdur. Projede, 419 m şaft ve 500 m kuyruk suyu tüneli bulunmaktadır.

Aslantaş Pompaj Depolamalı HES: İlk Etüt seviyesinde 500 MW kurulu gücündeki Aslantaş PHES Osmaniye il sınırları içerisindedir. PHES'in alt rezervuarı Aslantaş Barajı, üst rezervuarı ise 154 m yükseklikte beton kaplamalı havuzdur. Projede 875 m cebri boru ve 225 m kuyruk suyu tüneli bulunmaktadır.

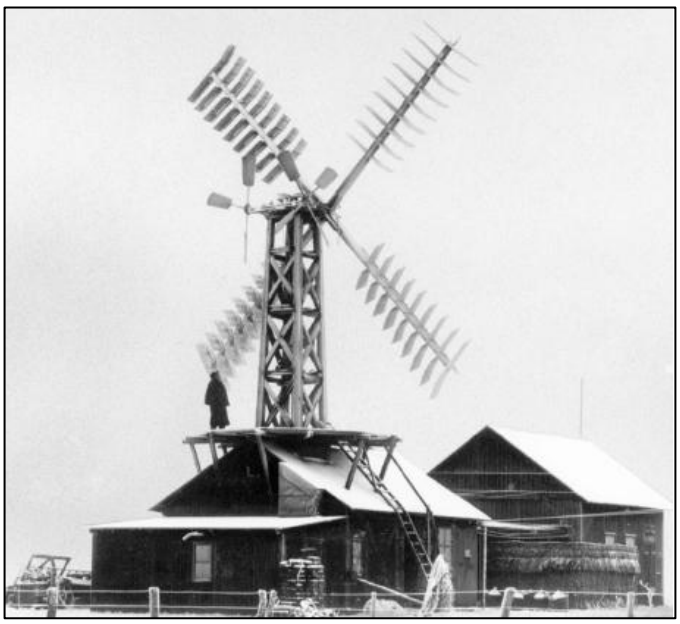
Demirkopru Pompaj Depolamalı HES: İlk Etüt seviyesinde 300 MW kurulu gücündeki Demirköprü PHES Manisa il sınırları içerisindedir. PHES'in alt rezervuarı Demirköprü Barajı, üst rezervuarı ise 215 m yükseklikte beton kaplamalı havuzdur. Projede 473 m cebri boru, 157 m şaft ve 832 m kuyruk suyu tüneli bulunmaktadır [30].

3. RÜZGAR ENERJİSİ SİSTEMLERİ

3.1.Rüzgar Enerjisi ve Tarihi

Rüzgarlar güneş enerjisinin dünyayı ısıtmasıyla oluşan, atmosferin potansiyel enerjisinin basınç kuvvetleri ile kinetik enerjiye dönüşmesi sonucu oluşur. Bu kinetik enerji mekanik enerjiye çevrilerek binlerce yıldır kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi olarak kullanılması yine mekanik enerjiye çevrilmesi üzerinden gerçekleşmektedir ve yakın geçmişten itibaren kullanılmaktadır.

Rüzgar enerjisinden elektrik üreten ilk rüzgar türbini 23m rotor çapıyla 1891'de Danimarka'da Paul La Cour tarafından yapılmıştır (Şekil 3.1) La Cour rüzgar türbinlerinin bugünkü halini almasında büyük katılar sağlamış bir bilim misyoneridir. 1910 yılı itibari ile Danimarka'da 5 ila 25 kW kapasitede birçok türbin işletimdeydi. 1920'de, rüzgar türbinlerinin aerodinamik kapasiteleri üzerinde çalışmalar yürüten Albert Betz, hava akımının sahip olduğu enerjinin fiziksel olarak maksimum %59,3'ünden yararlanılabileceğini kanıtladı [31].



Şekil 3.1: Poul La Cour 'un1981'deki ilk elektrik üreten rüzgar türbini

1925 civarında iki ve üç kanatlı rüzgar türbinleri Amerikan pazarında yerini almıştı. Bunlar genellikle küçük güçte (maksimum 3kW) kırsal kesimlerin elektrik ihtiyacını karşılamak için aküleri doldurmak amacı ile kullanılmaktaydı. İkinci Dünya Savaşı öncesinde Lykkegaard ve F.L. Smidth firmaları 30 ila 60 kW gücünde türbinler üretmekteydi. Savaştan sonra Johannes Juul 200 kW gücünde Gedser türbinini yaptı. Bu türbin üç kanatlıydı, aerodinamik stall kontrolüne sahipti (kanat açılarıyla hız kontrolü) ve senkron generatör yerine indüksiyon generatör kullanılmıştı. Bu konseptler günümüzdeki modern türbin teknolojilerine altyapı oluşturmuştur. Amerika'da ise 1930'ların sonuna doğru o zamana ve sonraki yıllara göre en büyük rüzgar türbini kurulmuştu; iki kanatlı, 53.3 m rotor çapında, 1.25 MW gücünde Smith-Putnam tarafından kurulan türbin. Maalesef türbin çok büyük ve o günkü rüzgar enerjisi mühendisliği seviyesine göre erken bir tasarımdı. 1945'te bir kanat sorunu çıktı ve proje iptal edildi. 20. Yüzyılın son çeyreğine kadar dünyada çeşitli prototipler ve deneyler gerçekleştirilmiştir. 1973'teki petrol krizinden sonra rüzgar enerjisinde büyük bir atılım yaşanmıştır. Petrol fiyatlarındaki büyük artış ve sınırlı fosil yakıt kaynaklarına yönelik kaygı alternatif enerji kaynakları arayışına dönüşmüştür. Birçok ülke Ar-Ge ve üretim için hükümet destek programları finanse etmiştir. Bu programlar eşliğinde kurulu gücü yüksek birçok prototip denenmiş fakat bunlar ticari açıdan fizibıl olamamıştır. 1978'de Amerika'da türbinlerin şebekeye bağlanmasına izin veren ve düşük fiyatlandırmadan yararlanmayı sağlayan bir düzenleme hayata geçirilmiştir. Bu sayede artık birden fazla türbini bir rüzgar tarlası oluşturacak şekilde şebekeye bağlamak ve ticari olarak getiri sağlamak mümkün olmuştur. 1980'lerin ortasına gelindiğinde dünyada binlerce ufak güçte türbin kurulu bulunmaktadır. 90'lı yıllardan günümüze kadar olan süreçte mühendislik çalışmaları eşliğinde türbinlerin kapasitelerinde ve performanslarında kayda değer gelişmeler gerçekleştirilmiştir. Son 30 yılda türbinlerin gücü 50 kW'tan 5MW'a çıkmıştır. Türbinlerin performans ve güvenilirliğine yönelik tasarım standartları ve sertifikasyonlar ortaya çıkmıştır. Rüzgar enerjisinin gelişimini sağlayan ana etken 70 ve 80'lerde fosil yakıt fiyatları ve kaynak kaygısı iken günümüzde CO_2 emisyonları, çevresel faktörler ve küresel ısınmadır. Artık rüzgar enerjisi daha güvenilirdir, enerji maliyeti konvansiyonel kaynaklarla yarışabilir düzeye gelmiştir ve teşvikler sayesinde gelişmekte olan ülkelerde de hızla yaygınlaşmaktadır [31].

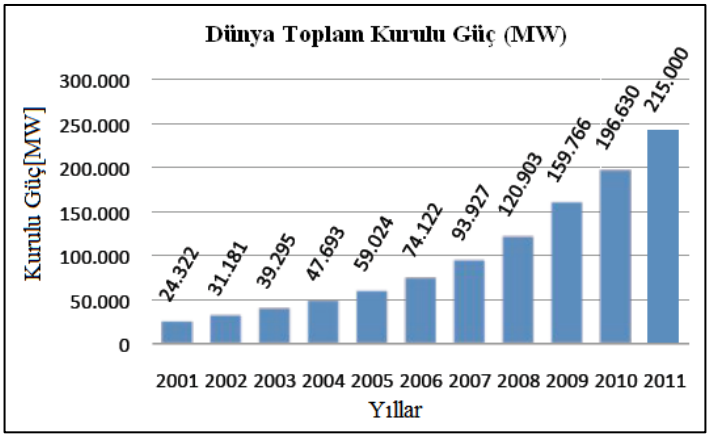
3.2.Dünyada ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi

3.2.1. Dünyada rüzgar enerjisi

Fosil ve nükleer kaynakların giderek tükenmesi ve buna bağlı olarak petrol fiyatlarının artışı, küresel ısınmayla iklim değişikliği yaşanması sonucu özellikle son 40 yıldır alternatif ve temiz enerji kaynaklarına olan ihtiyaç çok büyük bir hızda artış göstermiştir. Rüzgar enerjisinin ekonomik, sosyal ve ekolojik olarak sürdürülebilir bir enerji kaynağı olması ile bu ihtiyaca yönelik en ideal çözüm olduğunu, son 20 yıldır hızla artan kurulu kapasitesiyle kanıtlamaktadır.

2010 sonu yapılan analizlere göre dünyada kurulu tüm rüzgar türbinleri global elektrik arzına potansiyel olarak 430 TWh katkıda bulunmuşlardır, bu da tüm dünyanın elektrik talebinin yaklaşık %2.5'ine denk gelmektedir. Bu miktar dünyanın en büyük altıncı ekonomisi olan ve 60 milyondan fazla nüfusu olan İngiltere'nin elektrik ihtiyacından fazlasını karşılayabilmektedir. 2010 yılında rüzgar sektörünün iş hacmi 40 milyar Euro'nun üzerinde olmuştur. Beş yıl içinde istihdam durumu neredeyse üç katına çıkmıştır; 2005'te 235.000 kişi direkt ya da dolaylı olarak rüzgar sektörü ve yan kollarında istihdam edilmişken bu sayı 2010 da 670.000 olmuştur.

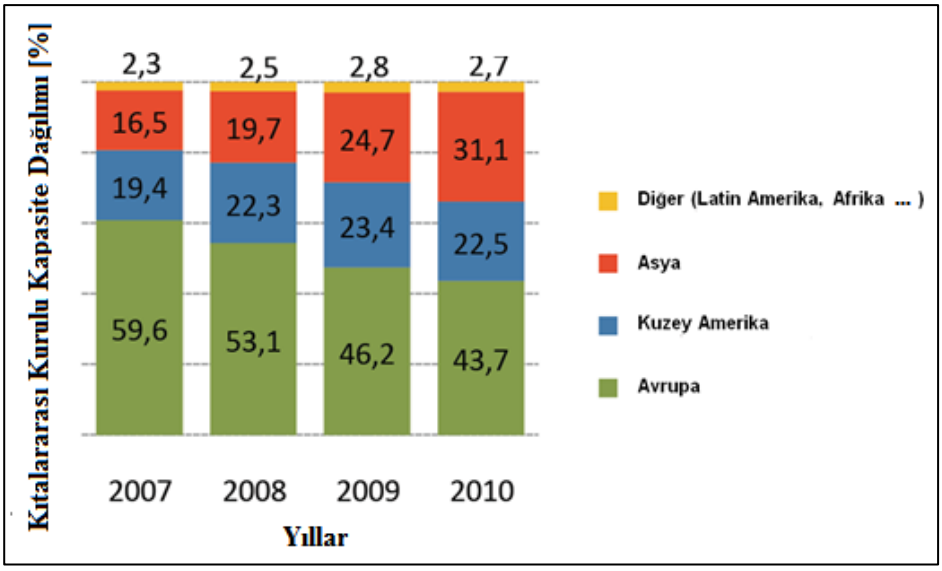
Şekil 3.2 incelendiğinde, 2001 – 2011 yılları arasında dünyadaki toplam rüzgar enerjisi kurulu gücü görülebilmektedir. 2001 yılında 24,3 GW olan toplam kurulu güç 2011 haziran sonu ile neredeyse 10 katına ulaşmıştır. 2011'in ilk yarısında dünya çapında 18,4 GW yeni kapasite devreye girmiş ve bu da toplamda 215 GW kurulu güce ulaşılmasını sağlamıştır. 2011 sonunda toplam kurulu gücün 240 GW'ı geçmesi beklenmektedir [32].



Şekil 3.2: 2011 Haziran sonu itibariyle dünyadaki toplam rüzgar enerjisi kurulu gücü

Global kurulu gücün kıtalara göre dağılımı Şekil 3.3'te görülmektedir. Kıtalararası dağılımda son dört yıldır Avrupa başı çekmektedir fakat Asya kıtasındaki ciddi artış, yakın gelecekte Avrupa'yı geride bırakabileceğinin bir göstergesidir. Afrika ve diğer kıtalarda rüzgar enerjisi yeni yeni yaygınlaşmaktadır ve toplam kurulu güç az da olsa dağılım oranı giderek artmaktadır.

Daha spesifik incelendiğinde, Asya'daki artışın lokomotifi Çin'dir, bu artışı Hindistan, Kore ve Japonya desteklemektedir. Kuzey Amerika'da ise ABD ve Kanada kurulu güçte lider ve istikrarlı ülkelerdir. Çizelge 3.1'de Haziran 2011 sonu itibariyle kurulu kapasitesi en fazla olan 10 ülke gösterilmektedir [33].



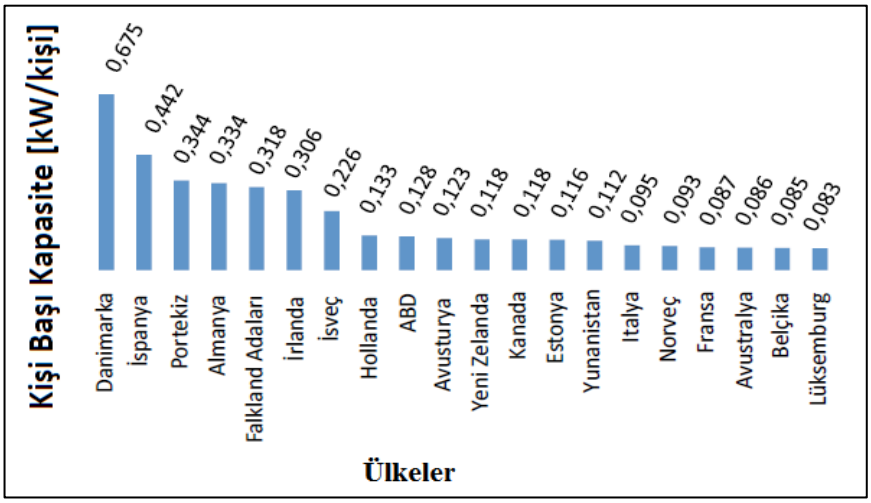
Şekil 3.3: Kıtalararası kapasite dağılımı (WWEA, 2011).

Çizelge 3.1'deki durum, kıtalararası dağılımdaki değişikliği destekler durumdadır. Kurulu kapasite açısından lider durumdaki Çin'in toplam kurulu gücü Haziran 2011 itibariyle 52 GW'ı geçmiş bulunmaktadır. İkinci konumdaki ABD'deki toplam kurulu güç ise 42,4 GW'tır. Fakat kurulu kapasiteden elde edilen elektrik ülkenin toplam elektrik üretimine oranlandığında durum değişmektedir; Çin'de rüzgar enerjisi toplam elektrik üretiminin %1,2'sini karşılamaktadır. Aynı durum ABD'de %2 civarına ulaşmıştır. Bazı ülkelerde ve bölgelerde ise rüzgar en büyük elektrik kaynaklarından biri halindedir. Elektrik üretiminde rüzgar enerjisi kullanım oranı açısından lider ülke Danimarka'dır. Bu açıdan Danimarka'nın ve diğer lider ülkelerin rüzgar enerjisi kullanım oranları; Danimarka: 21 %, Portekiz: 18 %, İspanya: 16 %, Almanya: 9 % şeklindedir

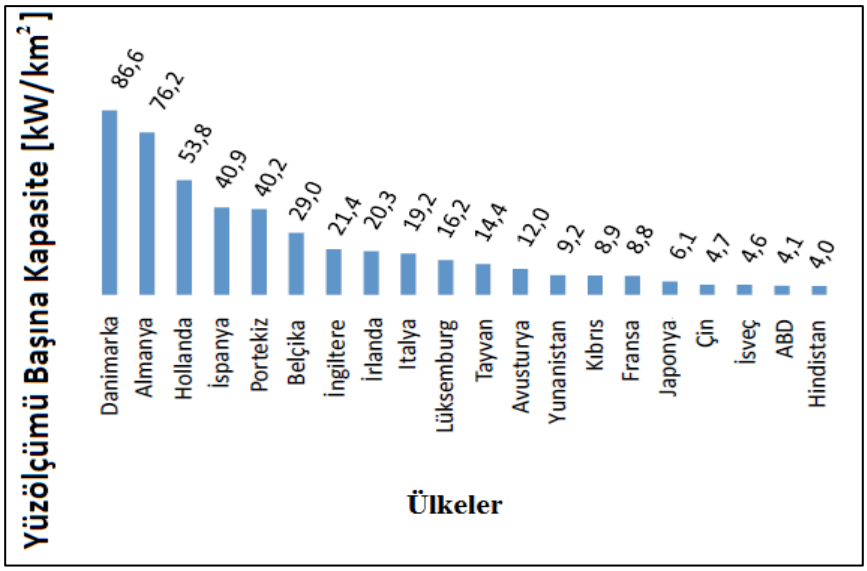
Çizelge 3-1 : Kurulu kapasitesi en fazla olan 10 ülke:

Sıra	Ülke	Haziran 2011 Toplam (MW)	2011 Yeni (Kıtalararası kapasite dağılımı) (MW)	2010 Toplam (MW)
1	Çin	52,800	8,000	44,733
2	ABD	42,432	2,252	40,180
3	Almanya	27,981	766	27,215
4	İspanya	21,150	480	20,676
5	Hindistan	14,550	1,480	13,065
6	İtalya	6,200	460	5,797
7	Fransa	6,060	400	5,660
8	İngiltere	5,707	504	5,203
9	Kanada	4,611	603	4,008
10	Portekiz	3,960	260	3,702
	Diğer	29,500	3,200	26,441
	Toplam	**215,000**	**18,405**	**196,682**

Benzer şekilde toplam kurulu kapasitenin toplam nüfusa oranı Şekil 3.4'de ve kurulu kapasitenin yüzölçümüne oranı Şekil 3.5'de görülmektedir. Toplam kurulu kapasiteleri en yüksek olan ülkeler kişi başına kapasitede ve yüzölçümü başına kapasitede daha geride bulunmaktadırlar. Bu açılardaki lider ülkeler rüzgar enerjisini ülke politikalarında ve toplumsal bilinçlerinde daha üst seviyede tutan, rüzgar enerjisi sektörüne yön veren ülkelerdir [34, 35].



Şekil 3.4: Kişi başına düşen kurulu güç değerleri açısından lider 20 ülke



Şekil 3.6 : Kilometrekare başına düşen kurulu güç değerleri açısından lider 20 ülke

Bu oranlarda Danimarkalı, Alman ve İspanyol türbin üreticilerinin büyük katkısı vardır. Bu üreticiler hem ulusal hem de uluslararası piyasada lider tedarikçi konumundadırlar. Çin, Hindistan, Kore ve Japonya'daki rakip üreticiler de son yıllarda ataktadırlar [34, 35].

Dünya genelinde toplam 83 ülke rüzgar enerjisini elektrik üretiminde kullanmaktadır. Bu ülkelerden öne çıkanların 2009-2010 yıllarına ait kurulu kapasiteleri ve ait olduğu kıtaların toplam kapasiteleri Çizelge 3.2 ve çizelge 3.3'de görülebilir.

Çizelge 3-2 : 2010 sonu kıtalar ve ülkeler bazında kurulu kapasiteler

	Ülke	2009 Sonu	2010 Yeni	2010 Sonu
AFRİKA ve ORTA DOĞU	Mısır	430	120	550
	Fas	253	33	286
	Tunus	54	60	114
	İran	92	0	92
	Diğer	37	0	37
	Toplam	**866**	**213**	**1,079**
ASYA	Çin	25,805	18,928	44,733
	Hindistan	10,926	2,139	13,065
	Japonya	2,085	221	2,304
	Tayvan	436	83	519
	Güney Kore	348	31	379
	Filipinler	33	0	33
	Diğer	6	48	54
	Toplam	**39,639**	**21,45**	**61,087**

Çizelge 3-3 (devamı) : 2010 sonu kıtalar ve ülkeler bazında kurulu kapasiteler

	Ülke	2009 Sonu	2010 Yeni	2010 Sonu
AVRUPA	Almanya	25,777	1,493	27,214
	İspanya	19,16	1,516	20,676
	İtalya	4,849	948	5,797
	Fransa	4,574	1,086	5,66
	İngiltere	4,245	962	5,204
	Danimarka	3,465	327	3,752
	Portekiz	3,535	363	3,898
	Hollanda	2,215	32	2,237
	İsveç	1,56	604	2,163
	Türkiye	801	528	1,329
	Yunanistan	1,087	123	1,208
	Polonya	725	382	1,107
	Avusturya	995	16	1,011
	Belçika	563	350	911
	Diğer	1,61	1,07	2,684
	Toplam	**76,471**	**9,918**	**86,279**
LATIN AMERİKA ve KARAYİPLER	Brezilya	606	326	931
	Meksika	202	316	519
	Şili	168	4	172
	Kosta Rika	123	0	123
	Karayipler	91	8	99
	Arjantin	34	27	60
	Diğer	83	23	106
	Toplam	**1,306**	**703**	**2,008**
KUZEY AMERİKA	ABD	35,086	5,115	40,18
	Kanada	3,319	690	4,009
	Toplam	**38,405**	**5,805**	**44,189**
PASİFİK	Avustralya	1,712	167	1,88
	Yeni Zelanda	497	9	506
	Pasifik Adaları	12	0	12
	Toplam	**2,221**	**176**	**2,397**
	Dünya	**158,908**	**38,265**	**197,039**

Rüzgar enerji sektörü geliştikçe çeşitli yeni trendler de türemektedir. Bunlardan birisi eski türbinlerin revize edilerek güçlerinin arttırılmasıdır. Bu trend Almanya'da başlamıştır ve 2010'da toplam 183 MW kurulu gücünde makine eskileriyle değiştirilmiştir. Bu trendin yakın gelecekte büyümesi öngörülmektedir. Diğer bir trend ise halka ait rüzgar tarlaların anavatanı olan Danimarka'da başlamıştır ve halkın rüzgar türbini sahibi olması konusunda yeni teşvikler yürürlüğe girmiştir [34, 35].

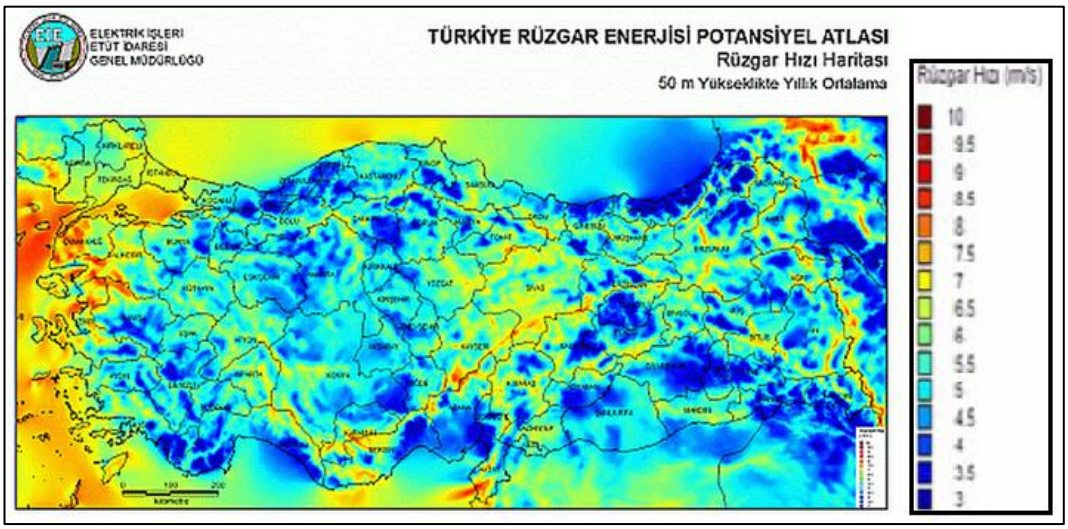
Japonya'daki nükleer felaket ve Meksika Körfezi'ndeki petrol kaçağı rüzgar enerjisine olan olumlu bakış açısını haklı olarak pekiştirmiştir. Gün geçtikçe daha fazla hükümet rüzgar enerjisinin daha fazla kullanımı için destek vermektedir. Fakat halen gelişmekte olan birçok ülkede büyük bir yönetmelik açığı bulunmaktadır, piyasa altyapısında yeterli stabilite ve güvenilirlik bulunmamaktır ve finansal kaynaklar açısından sıkıntı vardır. Bu ülkelerden biri de Türkiye'dir.

3.2.2. Türkiye'de rüzgar enerjisi

Türkiye'de genel enerji durumu incelendiğinde; 2010 yılı sonu itibariyle, toplamda 210.181 GWh elektrik üretilmiştir. Bu üretiminin %71,2'si doğalgaz ve kömürden, %24,5'i hidrolik kaynaklardan, %2,5'i sıvı yakıtlardan, %1,35'i rüzgardan ve %0,47'si jeotermal ve biyogazdan sağlanmıştır. Türkiye'de 2009 yılında enerji arzının petrolde %98'lik, doğalgazda %91'lik bölümü ithalat ile karşılanmıştır (EÜAŞ**,** 2011). Bu tablo enerji talebi bakımından önemli bir yüzde ile dışa bağımlı olduğumuzu göstermektedir. Her yıl büyüyen bir ekonomiye sahip olan Türkiye enerjiye aç bir ülke durumdadır. Enerji politikalarında öncelik arz güvenirliği olmalıdır ve bunu sağlamanın yolları kendi kaynaklarımıza yönelmek ile enerji kaynaklarımızı çeşitlendirmektir. Bölüm 3.1 de belirtildiği üzere rüzgar enerjisi bu ihtiyaçları karşılama açısından lider yenilenebilir enerji kaynaklarındandır [34].

Türkiye'de rüzgar enerji potansiyeli ele alındığında, bu konuyla ilgili Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE), yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7.5 m/s üzeri rüzgar hızlarına sahip alanlarda kilometrekare başına 5 MW gücünde rüzgar santrali kurulabileceği kabul edilerek, Türkiye rüzgar enerjisi potansiyelinin 48.000 MW olduğunu bildirilmiştir. EİE, meteorolojik verilerin, küresel atmosferik sirkülasyon modeli, orta-ölçekli sayısal hava analiz modeli ve mikro- ölçekli rüzgar akış modeli ile analizini yaparak 200 m x200 m çözünürlüğünde olan REPA'yı (Rüzgar Enerjisi

Potansiyel Atlası) 2006 yılında üretmiştir. Benzer bir çalışma da DMİ tarafından 2002 yılında DMİ istasyon verileri kullanılarak yapılmıştır. Bu haritaların amacı potansiyeli yüksek bölgeler hakkında bilgilendirme sağlamak, olası bir yatırım için fizibilite çalışmasında ilk izlenimi oluşturmaktır. Şekil 3.5'deki 50 m yükseklik için üretilmiş REPA'yı incelendiğinde Egenin kıyı kesimi, Marmara Denizi çevresi ve Akdeniz'in güney ve doğu kesimleri yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir [35].



Şekil 3.5: 50 m yükseklik için REPA (Malkoç, 2008).

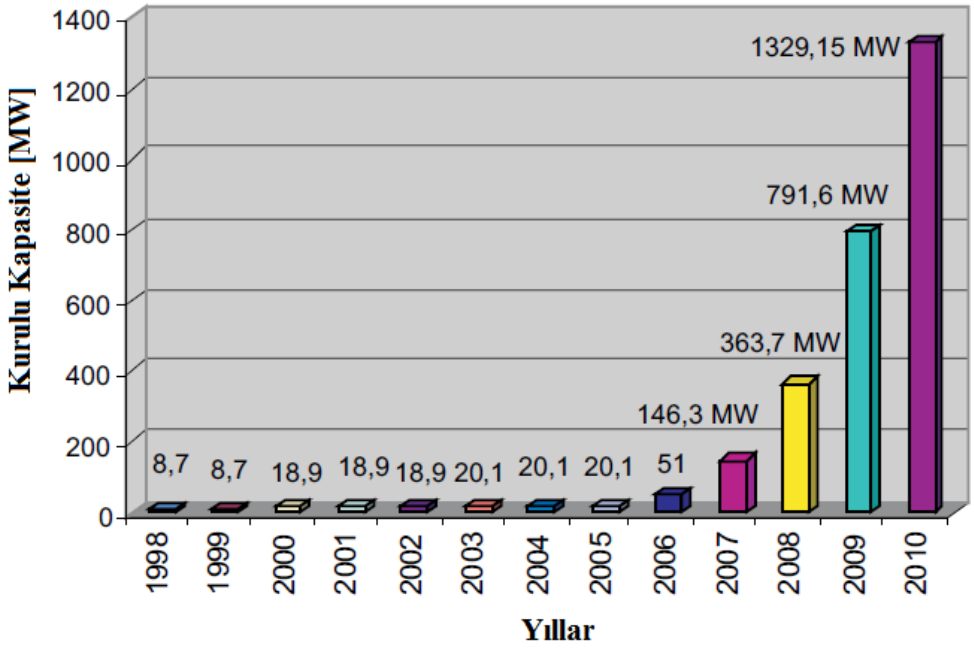
3.2.2.1.Türkiye'de RES Başvuruları ve 1 Kasım 2007 Tarihli Başvuruların Değerlendirilmesi

Türkiye'de ilk rüzgar enerji santrali 1,5 MW kurulu gücünde İzmir – Çeşme'de 1998 yılında kurulmuştur. 2001 yılında çıkarılan Elektrik Piyasası Kanunu'ndan önce kurulmuş olan rüzgar enerjisi santralleri otoprodüktör ya da yap işlet devret sistemine göre çalışan tesislerdir.

Şekil 3.10'daki grafik incelendiğinde 2007 yılına kadar kurulu kapasitede kayda değer bir değişme yaşanmamıştır. 2007 ve sonrasında ise hızla artan bir profil göze çarpmaktadır. Bunun nedeni yapılan elektrik piyasası yönetmelik düzenlemeleri sonucu rüzgar enerji santrali (RES) yapmak isteyen yatırımcıların Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'ndan (EPDK) lisans alma gerekliliği ve buna bağlı olarak 2007 yılında EPDK'nın ilk ve tek kez lisans alımı için başvuruları kabul etmesidir.

1 Kasım 2007 tarihinde mevzuat gereği 1 günlüğüne açılan lisans başvuruları rekor seviyede başvuru ile sonuçlanmıştır. Toplamda 751 rüzgar projesinden oluşan 78.180

MW'lik lisans başvurusu yapılmıştır. Başvurular onaylanıp projeler hayata geçtikçe toplam rüzgar enerjisi kurulu gücü giderek artmış ve 2011'in son çeyreği itibariyle 1478 MW'a ulaşmıştır. Bu değerler ile Türkiye dünyada kurulu kapasite açısından 17. sırada bulunmaktadır [36].



Şekil 3.6: Türkiye Toplam RES Kurulu Gücü [36].

2011'in son çeyreği itibariyle toplamda 4465 MW'lık RES lisansı verilmiştir fakat işletmede olan toplam kurulu güç 1478 MW'tır. Bu farkın çeşitli nedenleri vardır; temel nedenleri lisans almadan inşaata başlamaya kadar olan süreçte bürokratik işlemlerin uzunluğu ve kurumlar arasındaki koordinasyon eksikliği, projelerde yeterli güvenilir rüzgâr verilerinin bulunmaması, yaşanan ekonomik kriz, kredi temininde yaşanan sıkıntılar vb'dir [36].

Türkiye'de rüzgar enerjisi santralleri başvurularının karşılaştığı problemlerin başında trafo problemleri bulunmaktadır. TEİAŞ'ın bir trafoya bağlanabilir RES kapasitesini kısıtlaması ve 78 GW'lık başvuruya karşılık mevcut durumda 8 GW'lık RES kapasitesi olması projelerin önündeki en büyük problem olarak görülmektedir.

Aynı trafo merkezi için görüş almış projelerden en yüksek katkı payını veren proje sahibi, kurulu gücü kadar kapasiteye (kapasitenin yeterli olmadığı durumlarda kurulu gücünü düşürmek suretiyle) sahip olabileceklerdir.

Diğer bir problem ise, RES başvurularının çakışması veya kesişmesi durumudur. RES projeleri farklı trafo merkezleri için görüş almış olsalar dahi eğer bir projenin

sınırları diğer bir projenin sınırları ile kısmen veya tamamen çakışıyorsa, bu durumda proje sahası için yarışma düzenlenecek ve aynı saha için en yüksek katkı payını veren proje sahibi sahaya sahip olabilecektir.

Daha önce de belirtildiği gibi bürokratik süreçlerin dikkatli bir şekilde takip edilmesi de önem taşımaktadır. Lisanslı projeler lisans özel hükümlerinde belirtilen terminlere uymakla yükümlü olduklarından projenin gerçekleşmesi için gerekli idari izinleri zamanında almalıdırlar.

Bir RES projesi lisans alındıktan sonra ÇED (Çevresel Etki Değerlendirmesi) belgesi, orman izinleri, kamulaştırmalar, imar izinleri, harita çalışmaları gibi bazı prosedürleri yerine getirmesi gerekmektedir.

RES projeleri ilgili yönetmelik gereği ÇED belgesi almaktan (ÇED kararı çıkmasını gerektiren kararlar hariç) muhaftırlar ve "ÇED gerekli değildir" belgesi alarak çevresel yükümlülüklerini yerine getirmiş sayılırlar. Ayrıca 15 km'ye kadar iletim hatları da aynı yönetmelik gereği muhafiyet kapsamındadır ve "ÇED Gerekli değildir" belgesi almaları gerekmektedir. Rüzgar türbinlerinin kuş göç yollarında bulunması ihtimaline karşı Ornitoloji Raporu alınması da gerekebilir.

RES projelerinin orman sınırlarında kalan kısımları için alınması gereken izinlere ait ödenen bedeller üzerinden de teşvik kapsamında santralin işletme dönemindeki ilk on yıl boyunca %85 oranında indirim uygulanır.

İletim hattı maliyetleri işletmenin ilk 10 yılı içerisinde TEİAŞ tarafından proje sahibine mahsuplaşma şeklinde geri ödenir [37].

3.2.2.2. Türkiye'de İşletmedeki Rüzgar Enerjisi Santralleri

Bütün bu başvurulardan sonra işletme halindeki RES'ler Çizelge 3.3'te kurulu güç açısından büyükten küçüğe şekilde incelenebilmektedir [38].

Halen toplam kurulu gücü 28530 MW olan 619 projenin EPDK ve diğer ilgili kurumlar tarafından inceleme ve değerlendirmesi sürmektedir. Bu projelerin hayata geçmesi için lisans sahibi olunması bir yana, RES'lerin ülkemizde sağlıklı bir şekilde çoğalması için altyapı, teşvik ve yönetmelik olarak çok yol kat etmemiz gerekmektedir.

Çizelge 3-4: Türkiye'de işletmedeki RES'ler ve kurulu güçleri

NO	TESİS ADI	GÜÇ (MW)
1	SOMA / SOMA RES	140,80
2	OSMANİYE RES	135,00
3	ŞAMLI RES	114,00
4	BİLGİN / SOMA RES	90,00
5	ALİAĞA RES	90,00
6	SEBENOBA RES	60,00
7	ÇATALCA RES	60,00
8	SUSURLUK RES	45,00
9	BANDIRMA RES	45,00
10	YUNTDAĞ RES	42,50
11	MANASTIR RES	42,40
12	ZİYARET RES	35,00
13	MERSİN RES	34,00
14	AKBÜK RES	31,50
15	SAYALAR RES	30,60
16	İNTEPE RES	30,40
17	YAPISAN / BANDIRMA RES	30,00
18	BELEN RES	30,00
19	ÇANAKKALE RES	30,00
20	SARIKAYA RES	28,80
21	DATÇA RES	28,80
22	KUYUCAK RES	25,60
23	KEMERBURGAZ RES	24,00
24	BANDIRMA - 3 RES	24,00
25	TURGUTTEPE RES	24,00
26	MAZI-3 RES	22,50
27	SARES RES	22,50
28	ÇAMSEKİ RES	20,80
29	KELTEPE RES	18,90
30	ŞENBÜK RES	15,30
31	BOREAS - 1 ENEZ RES	15,00
32	KORES KOCADAĞ RES	15,00
33	DÜZOVA RES	15,00
34	AYYILDIZ RES	15,00
35	BURGAZ RES	14,90
36	KARAKURT RES	10,80
37	BORES - YİD	10,20
38	ARES - YİD	7,20
39	ÇEŞME RES	1,50
40	HADIMKÖY RES	1,20
41	TEPE RES	0,85
	TOPLAM	1478,05

REPA incelendiğinde RES kurmak için elverişli bölgeler çoğunlukla tüketimin düşük olduğu kıyı alanlarıdır ve bu alanların şebeke kapasiteleri düşüktür. Dolayısıyla bu alanlarda şebeke kapasitesi yüksek bir RES kurulması için ancak elektriksel altyapının güçlendirilmesi ya da altyapısı uygun bir noktaya kadar kablo hattı döşenmesi gerekmektedir. Ayrıca RES'in bağlanacağı noktada sistemin kısa devre gücünün en fazla yüzde 5'ine kadar kurulu kapasiteye izin verilmektedir ve bu kapasite önceki bölümlerde belirtildiği gibi Türkiye toplamında 8 GW'tır. Mevzuatta yapılan bir güncelleme ile aynı bölge ve/veya aynı trafo merkezi için yapılan birden fazla başvuru olması durumunda Türkiye Elektrik Üretim A.Ş. (TEİAŞ), "Rüzgâr Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi Kurmak Üzere Yapılan Lisans Başvurularına İlişkin Yarışma Yönetmeliği"nce, belirli bir süre boyunca üretilecek kWh başına ödenecek en yüksek katkı payını sunan başvurunun kazanacağı bir yarışma yapmaktadır [39].

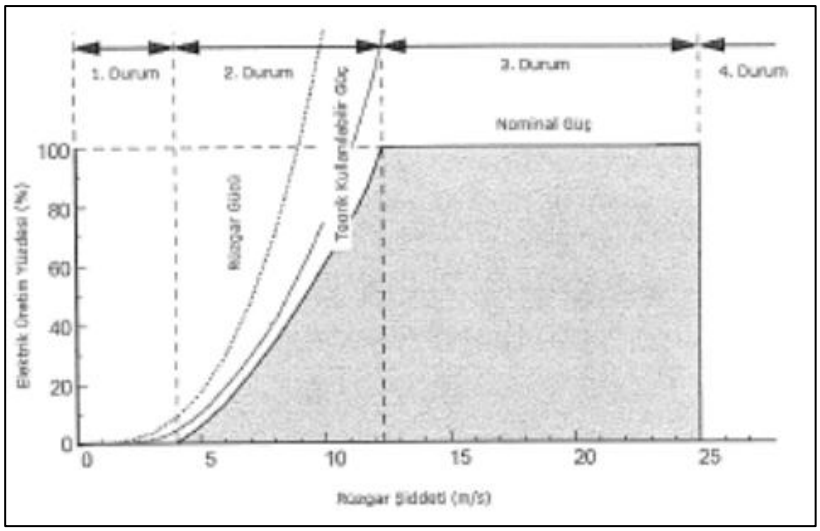
Yerli üretim olarak çeşitli marka türbinlerin kuleleri ve kanatları yabancı firmalarla ortak girişim yapılarak yurt içi piyasada üretilmektedir fakat daha ileri yerli rüzgâr endüstrisi gelişimine yönelik yeterli politika bulunmamaktadır. 2011 yılı başında yapılan yönetmelik değişikliği ile yerli üretimin desteklenmesine ilişkin ek alım garantisi umut vaat etmektedir Ayrıca Milli Rüzgâr Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi (MİLRES) konusunda çalışmalar başlamıştır. Yerli üretimin geleceği konusunda bir diğer belirsizlik gelecekte rüzgâr lisans başvurularının alınıp alınmayacağı ya da ne zaman alınacağıdır çünkü 1 Kasım 2007 tarihinde bir günde alınan başvurulardan beri rüzgâr lisans başvurusu alınmamıştır. [38].

3.3.Rüzgar Türbinin Rüzgar Hızı - Güç Eğrisi

Bir türbinin rüzgar hızı - güç eğrisi ile üretebileceği enerji hesaplanabilir. Güç eğrisi gücün rüzgar hızı - rüzgar şiddetine bağlılığını gösterir. Böylece artan rüzgar hızına göre 4 durum teşekkül eder (Şekil 3.7).

- Birinci durum; rüzgar hızı başlama (cut-in) hızından düşükse elektrik üretilmez. Türbin enerji üretmeden hareketsiz kalır.
- İkinci durum; rüzgar hızı başlama hızını geçtiği zaman sistem elektrik üretmeye başlar. Ancak türbinin üreteceği maksimum elektrik için gerekli hız sistem tarafından ayarlanmaya çalışır.

- Üçüncü durum; ortalama rüzgar şiddeti en uygun elektrik üretilecek yani nominal şiddeti geçerse türbin içindeki fren sistemi vb. Araçlarla kanatların dönüş hızı en uygun hıza düşürülür.
- Dördüncü durum; ortalama rüzgar şiddeti türbinin tasarlandığı en yüksek (cut-off) hızı aşarsa sistem mutlaka kapatılmalıdır aksi takdirde türbinde hasarlar meydana gelir. Bu durumda enerji üretilemez [39].



Şekil 3.7: Rüzgar Türbini güç eğrisi

3.4.Rüzgar Türbinlerinin Bileşenleri

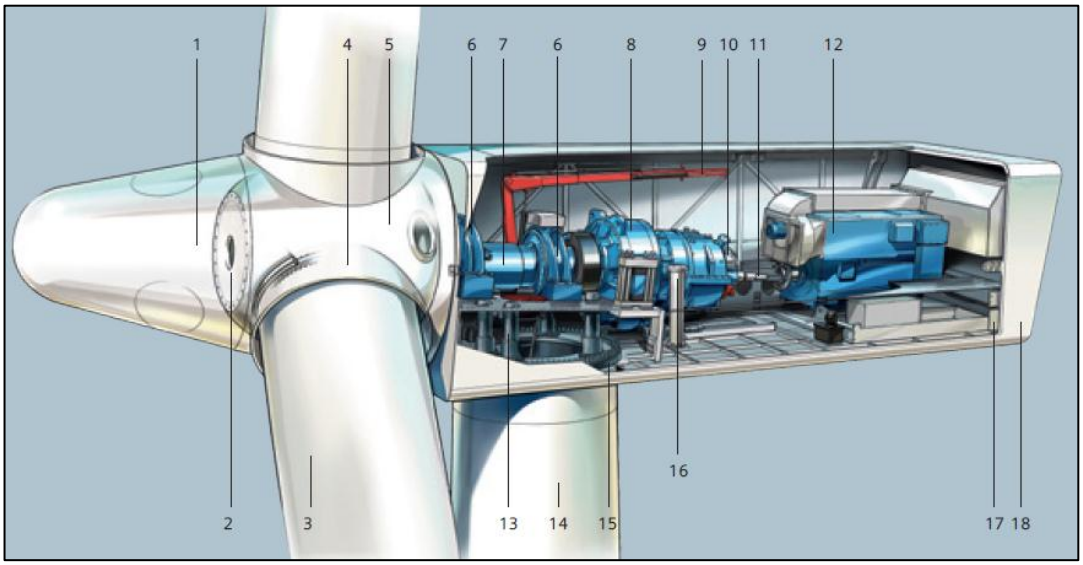
Rüzgar türbini rüzgarın kinetik enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren bir makinedir.

Rüzgar türbinlerinde enerji dönüşümü temel aerodinamik kuvvetin kanatlar aracılığıyla dönen bir şafta tork uygulamasıyla önce mekanik enerjiye sonra da jeneratör vasıtasıyla elektriğe çevrilmesi şeklinde gerçekleşir.

Günümüzde en yaygın rüzgar türbini tasarımı yatay eksenli rüzgar türbinidir; bu dönme ekseninin yere paralel (yatay) olması anlamına gelmektedir. Yatay eksenli türbinler kendi içinde rüzgara göre rotor yönü (rüzgar altı ve rüzgara üstü), rotor kontrolü (pitch ve stall kontrolü), kanat sayısı (genellikle üç ya da iki) ve rüzgara göre nasıl yön değiştirdiğine (serbest sapma veya aktif sapma) göre sınıflandırılırlar [40].

Yatay eksenli rüzgar üstü bir rüzgar türbininin temel yapısı Şekil 3.8'de görülebilmektedir. Buradaki parçalar numaraları ile birlikte; 1. Rotor başlığı(hub), 2.

Rotor başlığı desteği, 3. Kanat, 4. Kanat rulmanı, 5. Rotor göbeği, 6. Ana şaft yatağı, 7. Ana şaft, 8. Dişli kutusu, 9. Servis vinci, 10. Fren diski, 11. Bağlantı, 12. Generatör, 13. Rota dişlisi, 14. Kule, 15. Rota halkası, 16. Yağ filtresi, 17. Generatör fanı, 18. Kanopi'dir Tipik bir yatay eksenli türbinin ana bileşenleri aşağıda incelenmiştir;



Şekil 3.8: Modern bir türbinin bileşenleri

Rotor: Rotor gövdesi (hub) ve kanatlardan oluşmaktadır. Bunlar hem performans hem de maliyet açısından en önemli parçalardır. Günümüzdeki türbinlerin çoğu rüzgar üstü ve üç kanatlıdır. İki kanatlı ve rüzgar altı modeller ise daha seyrek olarak kullanılmaktadır.Geçmişte tek kanatlı tasarımlar yapıldıysa da günümüzde üretilmemektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte türbinlerin kurulu gücü artmaktadır, bu temel olarak kanat boyu ile sağlanmaktadır. Elbette kanatlar büyüdükçe kütle sorunu oluşmaktadır. Kanatlar genellikle kompozit malzemeden üretilmektedir; bunlar fiberglas ile kuvvetlendirilmiş plastikler, ahşap/epoksi laminatlar ya da karbon fiber/epoksi kompozisyonları olabilmektedir [41].

Modern türbinler, aşırı yüksek rüzgar hızlarında zarar görmemeleri için stall veya pitch kontrol mekanizmalarıyla üretilmektedir. Stall kontrol, kanat tasarımının belirli bir rüzgar hızından sonra kaldırma etkisini karşılayacak bir basma etkisi yaratacak şekilde yapılmasını kapsar. Pitch kontrol ise türbin üzerinde bulunan anemometre aracılığıyla ölçülen rüzgar hızında belirli bir eşiğin geçilmesi durumunda devreye

girer ve rotor gövdesinde, kanatların bağlantı noktalarında bulunan elektromekanik sistemle kanadın açısı değiştirilir [42].

Aktarma Aksamları: Nacelle kutusunun içindeki haraketli parçaları kapsar. Bunlar temel olarak rotor tarafındaki düşük hız mili, dişli kutusu ve jeneratör tarafındaki yüksek hız milinden oluşur. Ek olarak rulmanlar ve yataklama, kaplinler, fren sistemi ve generatörün hareketli parçaları da dahildir. Dişli kutusunun amacı rotorun dönme hızını düşük devirden (18-50 rpm civarı) jeneratöre uygun devire(ortalama 1500rpm) yükseltmektir. Doğrudan tahrikli (direct drive) türbinlerde dişli kutusu bulunmamaktadır [42].

Generatör: Rüzgar türbinlerinde senkron, asenkron ve doğru akım jeneratörleri kullanılır. Asenkron jeneratörler rüzgar türbinlerinde en çok kullanılan bir jeneratör tipidir. Avantajları arasında basit mekanik yapı, büyük boyutlarda üretilebilme, şebekeyle senkronize edilebilmeleri, üretim ve bakım maliyetinin düşük olması ve dayanıklı olmaları bulunmaktadır. Rüzgar hızının ani değişimlerinde meydana gelen tork titreşimlerini çok başarılı bir şekilde azaltabilmektedir. Senkron jeneratörler ise daha etkili oldukları için tercih edilebilmektedirler. Şebekeye direkt bağlanabildikleri gibi bir inverter aracılığıyla da bağlanabilirler. Fakat şebekeyle senkronize olabilmeleri için ek ekipman gerekmektedir. Doğru akım jeneratörleri ise şebekeden bağımsız olarak kurulan küçük güçteki rüzgar türbinlerinde kullanılmaktadır. Hız kontrolleri kolay olmasına rağmen bakım gerektirirler ve güvenilirlikleri düşüktür [43].

Nacelle ve Rota (Yaw) Sistemi: Bu kategori türbin gövdesi, mekanik ekipman yatağı ve sapma yönlendirme sistemini içerir. Mekanik ekipman yatağı nacelle'in içindeki aktarma aksamları ve diğer ekipmanların düzgün yerleşimini sağlar. Nacelle kutusu ise tüm ekipmanları dış etkilerden korur. Rota mekanizması ise rotoru rüzgarın esme yönüne ayarlanmış olarak tutmaya yarar. İki tip rota mekanizması vardır; rüzgar altı türbinlerde kullanılan serbest rota sistemi ve rüzgar üstü türbinlerde kullanılan aktif rota sistemi. Aktif rota sistemleri sensor-motor-dişli ekipmanları kullanarak otomatik olarak işlerken, serbest rota sistemi rüzgar altı türbinlerin aerodinamik özelliğinden yararlanarak kendiliğinden gerçekleşmektedir [44].

Kule ve Temel: Bu kategorideki ekipmanlar türbin dahilinde hem statik hem dinamik olarak en fazla yüke maruz kalanlardır. Kule nacelle kutusunun içindeki tüm

ekipmanlara ve rüzgar kuvvetine, temel de kule dahil tüm ekipmanların yüküne dayanmalıdır. Kulelerin yüksekliği kanat boyunun yaklaşık 2-3 katına denk gelmektedir. Tübüler çelik, beton, kafes ve teller ile desteklenmiş olmak üzere birçok kule tipi mevcuttur. En çok kullanılan tip çelik kulelerdir; bunlar 2-4 segmentten oluşur ve belirli bir açıyla daralarak yükselir. Temellerde ise genellikle beton dolgu kullanılır. Toprağın yumuşak olduğu durumlarda ise derine kazıklarla çakılı plaka temeller kullanılabilmektedir.

3.5.Global Türbin Piyasası

Rüzgar enerjisinin kullanımı arttırılırken yapılmak istenen bir diğer gelişme ise rüzgar türbini ve alt sektörlerinin aynı zamanda geliştirilmesidir. Devletler tarafından rüzgar türbini üreticisi firmalara doğrudan destekler verilebildiği gibi dolaylı yollardan da destek verilebilmektedir. Bunun sonuncunda, rüzgar enerjisi ekipmanlarının üretimi, bakım-onarımı, projelendirilmesi ve inşaatı gibi iş olanakları oluşmakta, böylelikle ticari büyüme olmakta, elde edilen vergi gelirleri artmaktadır. Türbinlerin taşıma mesafelerinin kısalması ve yerli üretimin daha ucuz olabilmesinden dolayı rüzgar enerjisinden üretilen elektrik enerjisinin fiyatı daha düşük seviyeye inecektir. Bununla birlikte rüzgar enerjisi kullanımının artırılması için uygulanan teşvikler ve destek politikaları, rüzgar türbin ve alt sektörlerinin aynı anda gelişmesi anlamına gelmemektedir. Çünkü türbin sektörü konusunda ar-ge faaliyetleri uzun süredir sürdürülmekte ve günümüzde 5 MW büyüklüğünde türbinlerin üretimi ve satışı yapılmaktadır [45].

2006 yılında rüzgar enerjisi kurulu gücü en çok arttıran ilk on ülkede ve bu ülkelerde en fazla satış yapan rüzgar türbin üreticileri aşağıdaki Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3-5: Rüzgar Türbini Seçimlerinin ülkeler bazında gösterimi

Ülkeler	En fazla satış yapan ilk 3 firma
ABD	GE Wind-Vestas-Siemens
Almanya	Enercon-Vestas-Repower
Hindistan	Suzlon-Enercon-Vestas
Çin	Goldwind-Vestas-Gamesa
İspanya	Gamesa-Acciona-Vestas
Fransa	Nortex-Vestas-Repower
Kanada	GE Wind-Siemens-Repower
İngiltere	Vestas-Siemens-Repower
Portekiz	Vestas-Gamesa-Enercon
İtalya	Gamesa-Vestas-Enercon

Çizelge 3.4.'ten de görüleceği gibi yatırım yapılırken en fazla tercih edilen rüzgar türbini ilk beş ülkede kendi üreticilerinin türbinleridir. Rüzgar türbinlerinin üretimi ve satışı konusunda bir diğer önemli faktör ise bölgenin özelliklerine daha iyi uyan türbin üretimidir, bir bölgeden talep ne kadar fazla ise o bölge için daha uygun olan türbinin yapılma olasılığı daha fazla olmaktadır. Böylece hem türbin üretim maliyetleri hem de bunun sonucunda kWh elektrik enerjisi başına üretim maliyetleri düşecektir. Günümüzde de yapılan tahminlerde dünya rüzgar enerjisi kurulu gücü bakımından önemli ülkeler olan ve aynı zamanda türbin üreticisi konumunda olan ülkelerin rüzgar enerjisi kurulu güçlerini daha da arttıracaklarını göstermektedir. Fakat elektrik şebekesinin özelliklerinden dolayı şebeke güçlendirmelerinin yapılması gerekmektedir. Almanya ve Danimarka gibi ülkelerde uygulanmakta olan bir başka yöntem ise küçük güçlü eski türbinlerin daha büyük güçlü ve verimi yüksek yeni türbinlerle değiştirilmesidir [46].

3.5.1. Günümüzdeki rüzgar türbinlerinin kurulu güç olarak satış eğilimleri

Günümüzdeki rüzgar türbinleri bundan 20 yıl öncesine göre çok daha gelişmiş kontrol yapısına, elektrik sistemine, verime ve uzun ömre sahiptirler. Bunların bir sonucu olarak büyük güçlü türbin sistemlerine yapılan yatırımlar daha risksiz duruma gelmiştir. Çizelge 3.5'de dünyada örnek ülkeler bazında 2002-2006 yılları arasında kurulan türbinlerin ortalama güçleri görülmektedir. Bu dönem zarfında Çin ve Hindistan hariç belirtilen ülkelerin ortalama türbin kurulu güçleri 1000 kW seviyesini aşmıştır. Almanya, İngiltere, Danimarka ve ABD için bu değer 2000 kW seviyesine yaklaşmıştır. Çin ve Hindistan'daki ortalama türbin gücünün diğer ülkelerden düşük olması, bu ülkelerin kendi ürettiği rüzgar türbinlerinin ekonomik olarak daha uygun fakat daha az güçlü olmasındandır. Bu nedenle bu ülkelerdeki ortalama türbin kurulu gücü diğer ülkelere ve dünya ortalamasına göre düşüktür. [45].

Çizelge 3-6: Yıllar bazında kurulan türbinlerin ortalama kurulu gücü (kW)

Yıllar	Çin	Danimarka	Almanya	Hindistan	İspanya	İngiltere	ABD
2002	709	1443	1397	553	845	843	893
2003	726	1988	1650	729	872	1773	1374
2004	771	2225	1715	767	1123	1695	1309
2005	897	1381	1634	780	1105	2172	1466
2006	931	1875	1848	726	1469	1953	1667

3.6.Rüzgar Enerjisi Belirlenmesinde Temel Denklemler

Rüzgardan enerji elde etmek temel olarak hareket halindeki havanın kinetik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürerek gerçekleşir. “m” kütlesine ve “v” hızına sahip olan hareket halindeki havanın kinetik enerjisi aşağıdaki formüldeki gibi hesaplanır:

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \quad \textbf{(3.1)}$$

Havanın “v” hızıyla belirli bir “A” kesit alanından geçerken oluşturduğu hacimsel debi "$\dot{V}$";

$$\dot{V} = vA \quad \textbf{(3.2)}$$

olarak gösterilir. Havanın yoğunluğu “ρ” hacimsel debi ile birlikte kütlesel debiyi oluşturur;

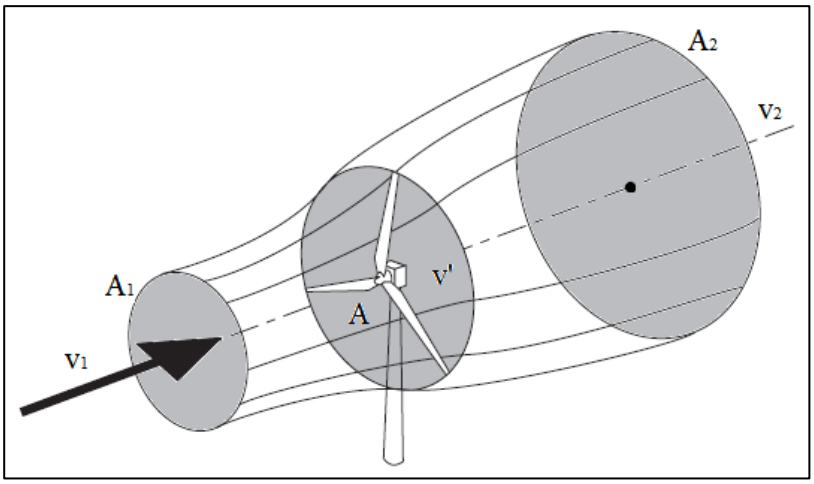
$$\dot{m} = \rho vA \quad \textbf{(3.3)}$$

Bu denklemde kütlesel debi "$\dot{m}$”, birim zamanda bir noktadan/alandan geçen kütleyi ifade eder. Birim zaman başına düşen enerji güce (P) eşittir, dolayısıyla (3.1) denklemindeki kütle, kütlesel debi (3.3) ile yer değiştirildiğinde sırasıyla

$$P = \frac{1}{2} (\rho Av)v^2 \quad \textbf{(3.4a)}$$

$$P = \frac{1}{2} \rho Av^3 \quad \textbf{(3.4b)}$$

güç formülü elde edilir. Mekanik enerji rüzgar akımındaki kinetik enerji kullanılarak elde edilir, yani kütlesel debi değişmez olduğundan, akışın hızı kanatlar tarafından taranan kesiti geçince azalmalıdır. Sabit kütlesel debi ve azalmış hız kesit alanının artması anlamına gelmektedir. Dolayısıyla kanatların süpürdüğü kesitin önündeki ve arkasındaki koşulları göz önünde bulundurmak şarttır [46] (Şekil 3.9). Burada v_1, rotor kesitine henüz ulaşmamış, etkilenmemiş serbest akım hızıyken, v_2; rotorun arkasında kalan hızdır. Türbinin hava akımından mekanik enerji çıkarımı hava akımının rotordan önceki ve sonraki hali arasındaki güç farkına denk gelmektedir [47].



Şekil 3.9: Rüzgar türbinin akım tüpü

$$P=\frac{1}{2}\rho A_1 v_1^3 - \frac{1}{2}\rho A_2 v_2^3 = \frac{1}{2}\rho(A_1 v_1^3 - A_2 v_2^3) \quad \textbf{(3.5)}$$

Kütlesel debinin değişmezliği aşağıdaki denklemle gösterilir:

$$\rho A_1 v_1 = \rho A_2 v_2 \quad \textbf{(3.6)}$$

Dolayısıyla,

$$P=\frac{1}{2}\rho A_1 v_1 (v_1^2 - v_2^2) \quad \textbf{(3.7a)}$$

veya

$$P=\frac{1}{2}\dot{m}(v_1^2 - v_2^2) \quad \textbf{(3.7b)}$$

Bu denklem göz önünde bulundurulduğunda, teorik olarak maksimum güç v_2 sıfır değerinde olduğunda elde edilecektir. Fakat, fiziksel olarak bu sonuç mümkün değildir; çıkış akım hızı v_2 sıfırsa rotordan önceki giriş akım hızı da sıfır olmalıdır, bu da rotordan bir akım geçmeyeceğine işaret eder. Fiziksel olarak mantıklı bir sonuç, belirli bir v_2/v_1 oranında maksimum güce ulaşılmasıdır. Bu da rotorun mekanik gücünü ifade eden başka bir eşitlik gerektirir. Momentumun korunumu kanunu kullanıldığında havanın rotora etki ettiği kuvveti aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$F=\dot{m}(v_1 - v_2) \quad \textbf{(3.8)}$$

Etki-tepki prensibine göre bu itme kuvveti, rotorun hava akımına yaptığı eş bir kuvvetle dengelenmelidir. İtme kuvveti, rotorun akım düzlemindeki hava kütlesini v' hızıyla iter. Bunun için gerekli güç:

$$P=Fv'=\dot{m}(v_1-v_2)\ v' \qquad \textbf{(3.9)}$$

Böylece, hava akımından elde edilen mekanik enerji, bir yandan rotordan önce ve sonraki güç farkıyla, diğer yandan itme kuvveti ve akım hızıyla bulunabilir. Bu iki denklem v' için birbirine eşitlendiğinde:

$$\frac{1}{2}\dot{m}(v^2_1-v^2_2)=\dot{m}(v_1-v_2)\ v' \qquad \textbf{(3.10a)}$$

$$v'=\frac{1}{2}(v_1-v_2) \qquad \textbf{(3.10b)}$$

Dolayısıyla rotordan geçen akım hızı v_1 ve v_2 nin aritmetik ortalamasına eşittir:

$$v'=\frac{v_1+v_2}{2} \qquad \textbf{(3.10c)}$$

Kütlesel debi böylece;

$$\dot{m}=\rho Av'=\frac{1}{2}\rho A\ (v_{1+}v_2) \qquad \textbf{(3.11)}$$

halini alır.

Rotordan elde edilen mekanik güç aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$P\ P=\frac{1}{4}\rho A(v_{1+}v_2)\ \ (v_1^2-v_2^2) \qquad \textbf{(3.12)}$$

Bu güç eldesine bir referans oluşturmak için, aynı kesit alanından geçen mekanik güç elde edilmemiş serbest hava akımının gücüyle karşılaştırılır:

$$P_0=\frac{1}{2}\rho Av_1^3 \qquad \textbf{(3.13)}$$

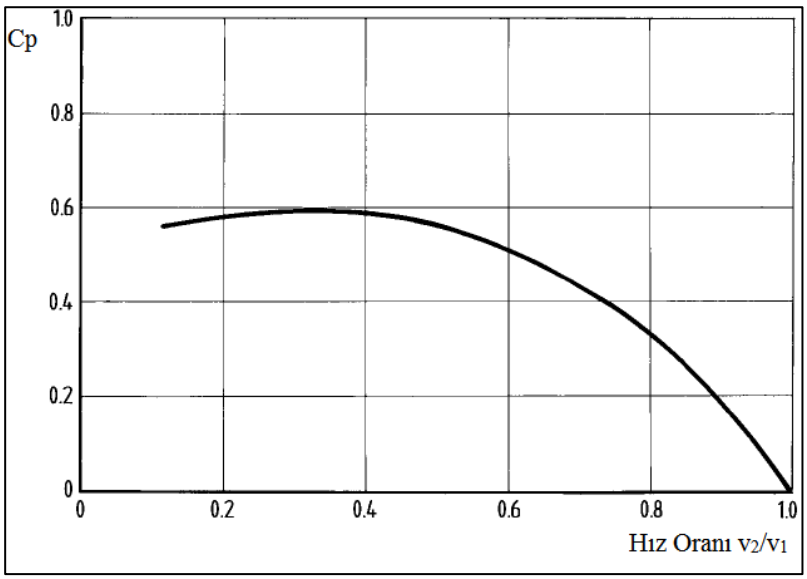
Rotorun elde ettiği mekanik güç ve rotorun önündeki serbest hava akımına ait gücün oranına "güç katsayısı" denir ve c_p ile gösterilir:

$$c_p = \frac{P}{P_0} = \frac{\frac{1}{4}\rho A(v_1+v_2)\ (v_1^2-v_2^2)}{\frac{1}{2}\rho A v_1^3} \quad \textbf{(3.14a)}$$

Birkaç düzenleme sonunda, güç katsayısı direkt olarak v_2/v_1 hız oranının bir fonksiyonu olarak belirtilebilir:

$$c_p = \frac{P}{P_0} = \frac{1}{2}\left[1-\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2\right]\left(1+\frac{v_2}{v_1}\right) \quad \textbf{(3.14b)}$$

Güç katsayısının rotor öncesi ve sonrası hız oranlarıyla olan ilişkisi grafiksel olarak analiz edildiğinde güç katsayısının belirli bir hız oranında maksimum değere çıktığı kolayca görülebilir [46].



Şekil 3.10: Güç katsayısı – hızlar oranı ilişkisi grafiği.

$v_2/v_1 = 1/3$ olduğunda, maksimum ideal güç katsayısı c_p aşağıdaki sonuca ulaşır:

$$c_p = \frac{16}{27} = 0{,}593 \quad \textbf{(3.15)}$$

Albert Betz bu değeri bulan kişidir ve bu yüzdendir ki bu değer literatürde Betz limiti olarak geçmektedir.

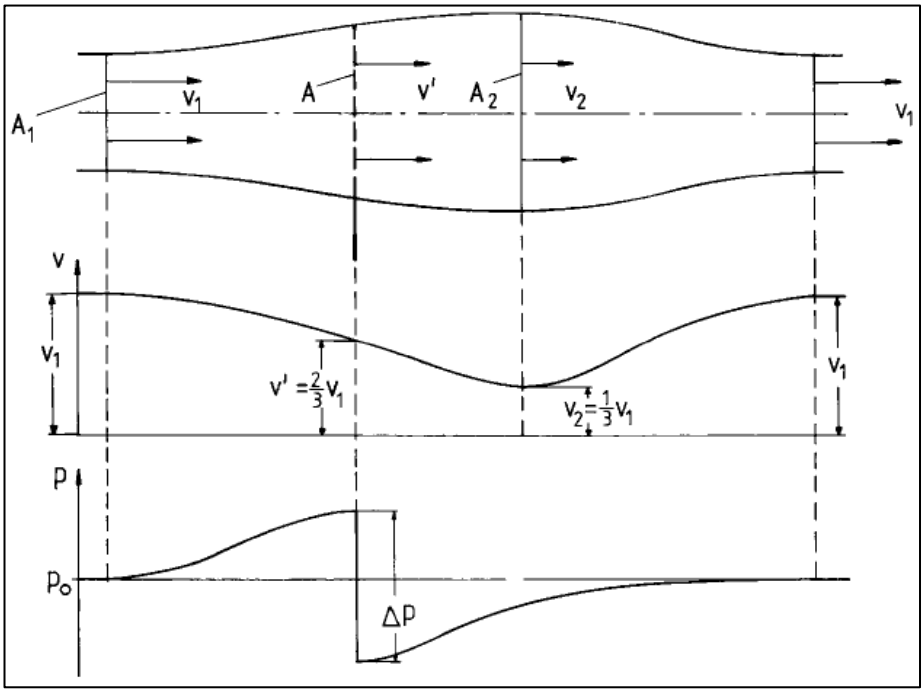
İdeal güç katsayısının $v_2/v_1 = 1/3$'te maksimuma ulaştığı durumda, akım hızı v :

$$v' = \frac{2}{3} v_1 \quad \textbf{(3.16a)}$$

ve hava akımının rotordan geçtikten sonraki düşmüş hızı v_2 aşağıdaki gibi olmaktadır:

$$v_2 = \frac{1}{3} v_1 \quad \textbf{(3.16b)}$$

Şekil 3.10 rotor ve çevresindeki akımın durumunu daha detaylı olarak göstermektedir. Akım çizgilerine ek olarak ilgili akım hızlarının ve statik basıncın değişimleri de görülebilmektedir. Rotora yaklaşırken hava yavaşlar, rotordan geçtikten sonra ise daha düşük bir hıza iner, akım çizgileri akım tüpünün daha büyük bir çapa genişlediğini gösterir ki bu da hızın azalması anlamına gelmektedir. Türbine yaklaşırken statik basınç yükselir, geçiş sırasında aniden düşük bir değere atlama yapar, daha sonra türbinin arkasında basınç eşitlenmesinden dolayı ortam (atmosfer) basıncına geri döner. Akım hızı da türbinden uzakta ilk değerine geri döner ve çapı artmış akım çizgileri yokolur .



Şekil 3.11 : Rotor ve çevresine ait akım koşulları.

Rüzgar hızlarının yıldan yıla değişmesi tahminlerini güç kılsa da, yıl içindeki rüzgar hızı değişimleri bir olasılık dağılım fonksiyonu ile karakterize edilebilir. Weibull olasılık dağılım fonksiyonu rüzgar hızlarının değişimini bulmakta birçok tipik saha için uygun bir fonksiyondur. Fonksiyon aşağıdaki gibidir:

$$F(v) = \exp\left(-\left(\frac{v}{c}\right)^{k}\right) \quad \textbf{(3.17)}$$

Burada "F(v)" saatlik ortalama rüzgar hızının "v"'yi geçtiği zaman oranını göstermektedir. Fonksiyon iki parametre ile şekillenmektedir; ölçek parametresi "c" ve şekil parametresi "k". k, ortalamanın değişkenliğine, c ise yıllık ortalama rüzgar hızına bağlıdır;

$$\bar{v}=c\Gamma(1+1/k) \quad \textbf{(3.18)}$$

Γ gama fonksiyonunu göstermektedir. Bu fonksiyon olasılık yoğunluğu fonsiyonundan türetilebilir:

$$f(v)=\frac{dF(v)}{dv}=\left(\frac{k}{c}\right)\left(\frac{v}{c}\right)^{k-1}\exp\left(-\left(\frac{v}{c}\right)^{k}\right) \quad \textbf{(3.19)}$$

ortalama rüzgar hızı aşağıdaki denklemle elde edilir:

$$\bar{v}=\int_0^{\infty} vf(v)dv \quad \textbf{(3.20)}$$

Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonunda Değişik k değerlerine göre eğri de değişmektedir; k değeri arttıkça eğri daha dik bir tepe noktasına sahip olmaktadır, bu da daha düşük rüzgar hızı değişimini belirtmektedir [47].

3.7.Rüzgar Enerjisini Etkileyen Faktörler

Rüzgardan elde edilen gücü etkileyen ana faktörler güç formülüne dayanmaktadır. 3.4b formülünde belirtildiği gibi ($P=\frac{1}{2}\rho A v^3$), üretilen güç havanın yoğunluğu, rotorun süpürme alanı ve rüzgarın hızının küpüyle doğru orantılıdır. Aynı zamanda güç üretimini rotor güç katsayısı (c_p) de etkilemektedir. Rüzgar hızı çevresel faktörlere, rotor tarama alanı ve güç katsayısı ise tasarımsal faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Bu faktörler aşağıda incelenmiştir [48].

Rüzgar Rejimi: Rüzgardan enerji üretiminde üretilen enerji rüzgar hızının küpüyle doğru orantılı olduğundan dikkat edilmesi gereken en önemli nokta rüzgarın hızı ve

değişkenliğidir. Rüzgar hızındaki ufak bir artış bile güç formülüne bağlı olarak katlanarak üretimde etkisini gösterir. Rüzgar hem global iklimsel bölgelere göre hem de lokal coğrafyaya göre yüksek derecede değişkenlik gösterir. Bu değişkenlik enlemlere, kara ve deniz alanlarının büyüklüğüne, topografyaya ve bitki örtüsüne bağlıdır ve dakikaya, saate, güne, mevsime ve yıla göre farklılık gösterir. Rüzgar güneş ve mevsimlere göre şekillendiğinden, rüzgar rejimi genellikle yıllık olarak kendini tekrar eder. Dolayısıyla bir rüzgar türbininin yada rüzgar tarlasının ekonomik açıdan fizibıl olup olmadığını anlamak için uzun süreli yıllık ortalama rüzgar hızı bilgileri bilinmelidir.

Lokal Coğrafya: Rüzgar türbini kurulması planlanan yerdeki rüzgar profiline etki eden en önemli faktör lokal coğrafyadır. Rüzgar hızı yerden yükseklik arttıkça, yer yüzeyinden kaynaklanan sürtünme kuvvetinden kurtulur ve artış gösterir. Rüzgar hızının yükseklikle olan bağıntısı aşağıdaki gibidir:

$$v_2 = v_1\left(\frac{h_2}{h_1}\right)^{z0} \qquad \textbf{(3.21)}$$

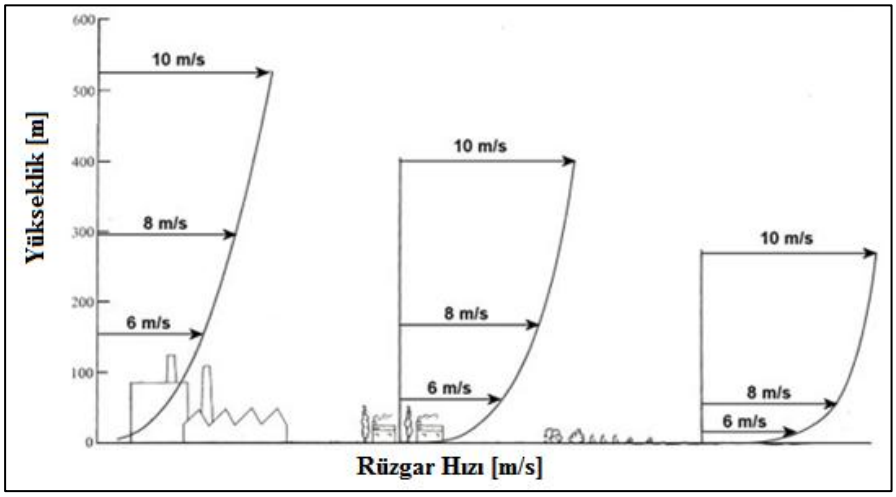
$v_2 = h_2$ yüksekliğindeki hesaplanmak istenen rüzgar hızı

$v_1 = h_1$ yüksekliğindeki referans rüzgar hızı

$z_0 =$ zemine ait pürüzlülük uzunluğu

Çeşitli zemin pürüzlülüğüne ait rüzgar hızı – yükseklik profilleri Şekil 3.12'de görülebilmektedir. Burada önemli olan, pürüzlülük uzunluğu büyük olan bölgelerde rüzgarın belirli bir hıza ulaşması çok daha yüksekte olurken, pürüzlülük uzunluğu küçük bölgelerde rüzgar hızı daha düşük yüksekliklerde aynı değerlere ulaşmaktadır. Rüzgar türbini yerleşimi yapılırken bu göz önünde bulundurulan en önemli etkenlerdendir. Diğer topografik etkiler ise tünel etkisi ve tepe etkisidir. Tünel etkisine dağlık bölgelerde ve derin vadilerde rastlanılır; iki tepe arasında ya da vadinin iki yamacının arasında sıkışan rüzgar, yüksek basınçtan alçak basınca doğru hızlanarak ilerler. Bu durumda sıcaklık farkının da etkisi vardır. Tepe etkisinde ise hava akımı tepeyle karşılaştığında sıkışma gerçekleşir, tepenin üstüne ve ardına geçtiğinde tekrar düşük basınç alanında genişler. Statik basınçta düşüş kinetik

basınçta bir artışa sebebiyet verir ve dolayısıyla rüzgar hızı artar. Her iki etkide de



Şekil 3.12: Rüzgar hızının yükseklik ile değişimi

Türbülans türbin üzerine ek yükler getirerek ömrünü kısaltmakta ve işletim sırasında arızalara sebep olabilmektedir. Engel tarafından oluşturulan türbülans Şekil 3.13'de görülmektedir [48].

Türbülans yoğunluğunu bir formül ile ifade etmemiz gerekirse;

$$I = \frac{\sigma}{V_{ort}}$$

σ= Standart sapma

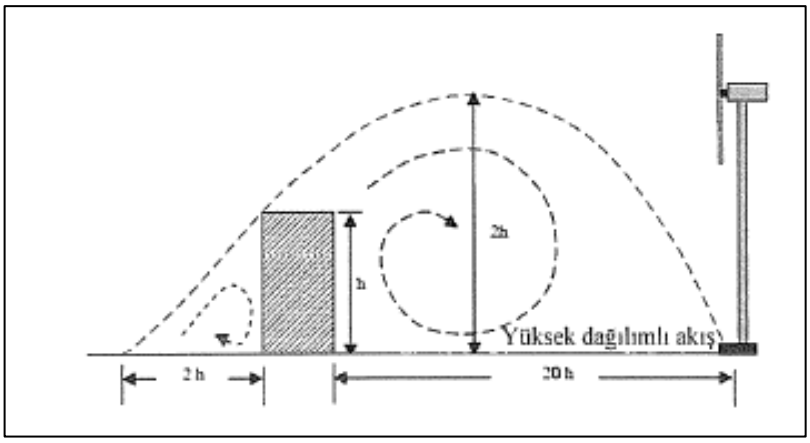
V=Ortalama hız

I=Türbülans yoğunluğu

Çizelge 3-7: Türbülans yoğunluğu sınıfları

Türbülans Yoğunluğu	Yoğunluk Sınıfı
0,00 < I < 0,10	Düşük
0,10 < I < 0,25	Orta
I > 0,25	Yüksek

Türbülansın yoğunluğu engelin şekline ve büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Türbin belirlenen alana kurulmadan önce bölgedeki engeller dikkate alınmalıdır. Kulenin türbülans etkisinden kurtulabilmesi için yeteri kadar yüksekte olması gerekmektedir.



Şekil 3.13: Engel tarafından oluşan türbülans

Rüzgar profiline etki eden topografik etmenler dışındaki lokal coğrafi temel etmenler "pürüzlülük" ve "engeller"dir. Pürüzlülük bahsi geçen bölgedeki yer yüzeyinin pürüzlülüğünü belirtir ve arazinin yapısı (su yüzeyi, düz toprak, kayalık vb), bitki örtüsü (çalılıklar, yüksek orman, vb), yerleşime göre farklı değerler ile gösterilir. Bu değerler genellikle "pürüzlülük uzunluğu" parametresiyle belirtilir:

$$z_0 = \frac{1}{2}(h\ S)/A_h \qquad \textbf{(3.21)}$$

Burada, z_0 pürüzlülük uzunluğu parametresini, h pürüzlülük elemanının yüksekliğini, S rüzgara dik gelen yüzey alanını, A_h ise yatay izdüşüm alanını belirtir. (WaSP, 2010) Pürüzlülük, rüzgar profilinin yatay bileşeninin Şekil 3.16'daki gibi artan yükseklikle olan bağıntısını etkileyeceği gibi, türbülans ve kesme kuvveti yaratarak dikey rüzgar profilini de etkiler. Çeşitli pürüzlülük sınıfları ve bunlara ait pürüzlülük uzunlukları Çizelge 3.7'te verilmiştir [48].

Çizelge 3-8: : Pürüzlülük sınıfları ve uzunlukları.

Pürüzlülük Sınıfı	Pürüzlülük Değeri, z_0 (m)
Sınıf 0 (su yüzeyleri)	0,0002
Sınıf 1 (çok seyrek bitki örtüsüne sahip düz araziler)	0,03
Sınıf 2 (seyrek yerleşim veya ağaca sahip araziler)	0,1
Sınıf 3 (yoğun orman veya şehir yapıları)	0,4

Ağaçlar, kaya formasyonları ve binalar gibi engeller ise rüzgar hızını azaltabileceği gibi, yönünün değişmesine ve türbülansa da yol açabilmektedir. Pürüzlülük daha geniş bir alanda rüzgar profilini etkilerken engeller daha limitli dar bir alanda etki gösterirler.

Hava yoğunluğu: Rüzgardan elde edilen güç rotordan geçen havanın yoğunluğuyla doğru orantılıdır. Havanın yoğunluğu ise ideal gaz kanununa göre basınç ile doğru ve sıcaklık ile ters bağıntılıdır. Basınç ise rakım arttıkça azalmaktadır. Dolayısıyla deniz seviyesine yakın ve sıcaklığı düşük bölgelerde enerji üretimi daha verimlidir.

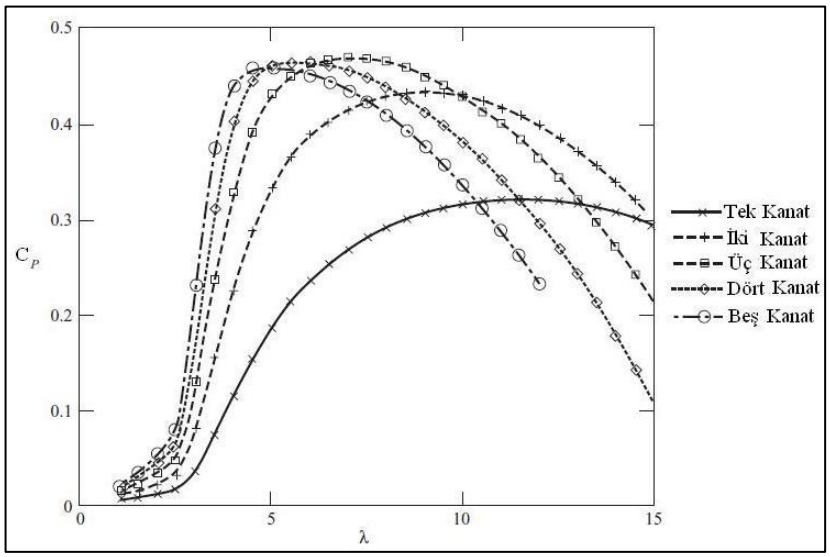
Kule Yüksekliği: Önceki maddelerde de belirtildiği üzere yerden yükseklik arttıkça rüzgar hızı belirli bir artış gösterecektir. Artan rüzgar hızından yararlanmanın en temel yollarından biri türbin kulelerini yüksek yapmaktır. Yüksek kulelerin bir diğer avantajı da çevredeki pürüzlülük ve engellerin yaratacağı istenmeyen etkilerden kaçınmaktır. Fakat artan yükseklik yanında artan maliyetleri de getirmektedir, bunun için enerji eldesiyle maliyet arasında optimum bir ilişki fizibilite çalışması ile belirlenmelidir [49].

Kanat Boyu ve Sayısı: Teorik olarak, rotor tarama alanı arttığında, enerji üretimi de doğru orantılı olarak artacaktır, rotor tarama alanı da kanat boyunun karesiyle bağlantılıdır. Fakat kanat boyunun büyük olması her zaman pozitif bir getiri sağlamamaktadır. Asıl önemli olan rüzgar rejimine göre teknik ve ekonomik açıdan optimumu yakalamaktır. Kanatlar uygun rüzgar hızı ve türbülansa göre tasarlanmalıdır.

Eski tip rotorlarda tork gerektiren su pompalama işlemi için çok sayıda kanat kullanırken, elektrik üretiminde rotor yüksek hızlarda dönmelidir. Kanat sayısının güç katsayısıyla ilişkisi şekil 3.14'de görülebilmektedir. Şekilde λ kanat ucundaki teğetsel hızın rüzgar hızına oranını göstermektedir. Yüksek kanat uç hızı oranına sahip rotorlarda belirli bir zaman aralığında daha fazla hava kanatlarla temas ederek dönüşüme katkı sağlayacaktır. Yüksek oran tercih sebebidir çünkü rotor şaftının daha hızlı dönmesini sağlayarak jeneratörün daha verimli çalışmasını sağlar. Grafik incelendiğinde yüksek kanat uç hızı oranı ve büyük güç katsayısı bileşimini iki ve üç kanatlı rotorların sağladığı görülebilmektedir. Modern türbinlerin rotorlarında çoğunlukla üç kanat, bazen de iki kanat kullanılmaktadır.

Türbin yerleşimi: önceki bölümlerde belirtildiği üzere hava akımı rotordan geçtikte sonra basıncı, hızı ve taşıdığı enerji düşer. Aynı zamanda türbülanslı bir yapıya giren hava akımı belirli bir yol kat ettikten sonra eski haline döner. Bu duruma iz (wake) etkisi denir. Birden fazla türbinin bulunduğu rüzgar tarlalarında arka sıralarda kalan

kalan türbinler iz etkisine maruz kaldığında hem üretilecek enerji düşecek, hem de türbülanstan dolayı ek yükler ve yorulma meydana gelecektir.



Şekil 3.14: Kanat sayısı – güç katsayısı – kanat ucu hızı oranı grafiği

Dolayısıyla rüzgar tarlalarında türbin yerleşimi yapılırken iz etkisini minimize etmek için türbinler arasında belirli bir mesafe bırakılmalıdır. Bu mesafe zemine, hakim rüzgar yönüne, rüzgar hızına ve türbin kapasitesine göre değişir. Yapılan çalışmalarda optimum mesafe rüzgara karşı yanal dizilimde 2-5 rotor çapı, dikey dizilimde 7 - 12 rotor çapı olarak saptanmıştır [50].

3.8.Uygulamada Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisi ile ilgili özet bilgiler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- Rüzgarın meydana geldiği yerler:

  a) Basınç gradyantının yüksek olduğu yerler,

  b) Yüksek engebesiz tepe ve vadiler,

  c) Güçlü jeostrofik rüzgarların etkisi altında kalan bölgeler,

  d) Jeostrofik rüzgar ve termal etkileşimlerin meydana geldiği kıyı şeridi ve

  e) Kanal etkilerinin meydana geldiği dağ dizileri, vadiler ve tepeler.

- Rüzgar enerjisini etkileyen faktörler:

  a) Yeryüzünün engebeliliği – olumsuz,

b) Rüzgar engelleri – olumsuz,

c) Park etkisi – olumsuz,

d) Tünel etkisi – olumlu ve

e) Tepe etkisi – olumlu.

- Rüzgar enerjisi türbinlerinin kurulacağı arazide dikkat edilecek hususlar:

A) Kıyı şeritlerinde:

a) İçerilere doğru uzanan ovalar,

b) Ulaşımı kolay olan tepelik yerler,

c) Enerji iletim hatlarına yakın tepe veya ovalar,

d) Kanal etkisi kuvvetli vadiler,

e) Sahile dik ovalar ve

f) Sit ve ormanlık alanlar.

- İç bölgelerde:

a) Elektrik iletim hatlarına en fazla 5 km uzaklıktaki yerler,

b) Kanal etkisi olabilen vadiler,

c) Ulaşımı kolay tepelik yerler,

d) İç göllerin kıyıları,

e) Rüzgar şiddeti yüksek düz tarım alanları,

f) İç bölgelere bakan dağ yamaçları,

g) Çorak ve düz araziler,

h) Rüzgar erozyonunun olduğu verimsiz kel tepeler ve

i) Sit ve ormanlık alanlar.

- Rüzgar enerjisi kullanım amaçları:

a) Aydınlatma için (düşük güç),

b) Yüksek kurulu güç santrallerinin bulunması halinde bunlara destek olarak ve

c) Çiftlik, yazlık ve büyük ölçekli sulama.

- Rüzgar enerjisi kurulmasındaki zorluklar:

a) Finansman sorunu,

b) Bürokratik engeller,

c) Diğer enerji kaynakları ve rüzgar enerjisi rekabeti,

d) Devletin bu konudaki politikası,

e) Seçilen arazide rüzgar enerjisi potansiyeli hesaplanmasındaki yanlışlıklar,

f) Seçilen bölgenin ana elektrik hatlarına uzak olması, ve

g) Ulaşımı zor bölgeler olması.

- Rüzgar enerjisi santrali kurulması aşamaları:

a) Potansiyeli olan arazinin tesbiti,

b) En az bir yıl boyunca ölçüm yapılmış olması,

c) Verilerin uygun analizinin yapılması,

d) Arazi potansiyeli çalışması,

e) Uygun santral kapasitesi seçimi,

f) Santral projesinin hazırlanması,

g) Gerekli kurumlara baş vurarak izinlerin alınması,

h) Proje kredisinin bulunması,

i) Zemin çalışmalarının yapılması,

j) Türbinlerin kurulması,

k) Elektrik iletim hatlarının çekimi,

l) Deneme üretimi ve

m) Asıl üretim ve elektriğin satışa çıkarılması.

- Rüzgar santrallerinin faydaları:

a) Ham madde ihtiyacı yok,

b) Kurulması diğer enerji santrallerine göre daha hızlı,

c) Temiz enerji kaynağı olması,

d) Sürdürülebilir bir enerji kaynağı olması,

e) Enerjide dışa bağımlılığın azalması,

f) Sera gazı etkisini azaltması,

g) Fosil yakıt tüketimini azaltması,

h) Her geçen gün güvenilirliğinin artması ve ucuzlaması,

i) Rüzgar türbinlerinin kurulduğu arazinin tarım alanı olarak kullanılabilmesi, ve

j) Ormanlık alanların azalmasını engellemesi.

- Rüzgar santrallerinin mahzurları:

a) Gürültü,

b) Arazi kullanımı,

c) Üretimin kesikli olması ve

d) Kuş hayatını etkilemesi [51].

4. ENERJİ SANTRALLERİNİN ŞEBEKE ENTEGRASYONU

Elektrik Sistemi; enerji santrali, elektriği üretim tarafından tüketim tarafına ulaştıran iletim ve dağıtım sistemi ile elektrik tüketicileri olarak belli başlıklara ayrılabilir. Bu enterkonnekte sistemle sürekli olarak değişen talep tarafı ile üretim kısmı arasında denge oluşturulması gerekmektedir [51].

4.1. Yenilenebilir Enerji Sistemlerinin Elektrik Şebekesine Etkileri

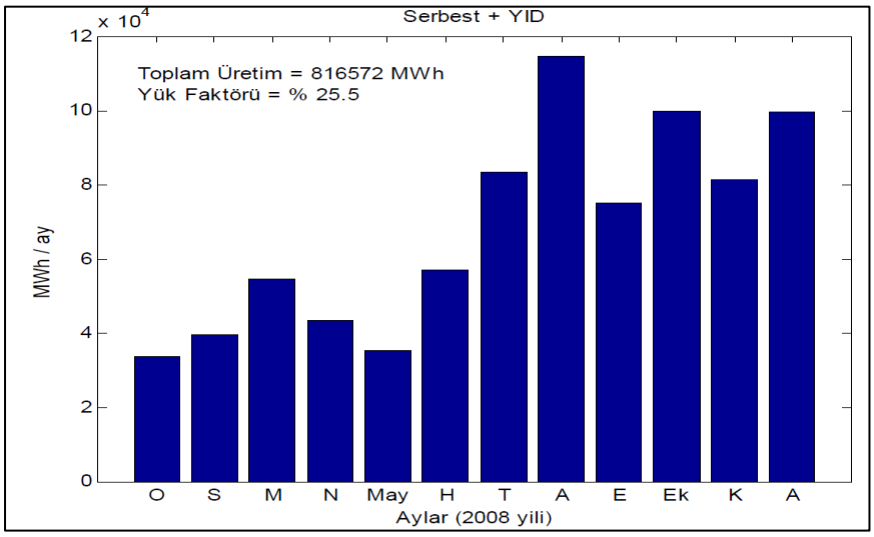
Elektrik sisteminde yenilenebilir enerjilere bağlı elektrik üretim miktarı yüksek ise, yenilenebilir enerji kaynaklarının bir kısmının süreksiz ve dalgalı enerji çıkışı nedeniyle şebeke sisteminde bazı problemler oluşur. Bilindiği gibi enterkonnekte sistem, farklı birçok kaynaktan beslenir. Her bir enerji üretim tesisinin elektrik şebeke sistemine bağlantı şekilleri, bakım/onarım ve kurulum maliyetleri farklıdır. Ancak elektrik sisteminin farklı kaynaklardan beslenmesinin avantajı, herhangi bir arıza olduğunda ve bakım/onarım gerektiğinde bazı tesisler devre dışı kalmadığı zaman enerji sürekliliği etkilenmez ve bu sayede güvenilirlik de artmış olur. Çok çeşitli yenilenebilir enerji kaynakları şebeke sistemine bağlanmaktadır. Bu kaynakların büyüklüğü ve çeşitlerine göre meydana çıkan sorunlar değişiklik göstermektedir. Bazı yenilenebilir enerji kaynaklarının şebeke sistemine olumsuz etkileri azdır. Biokütle ve hidrolik akış rejimi düzgün hidroelektrik santrallerin enerji üretiminde şebeke sistemine olumsuz etkileri azdır. Ama bazı kaynaklar, rüzgar veya güneş gibi, enerji çıkış değerlerinde ani dalgalanmalar yaptıkları için bağlandıkları şebekeye enerji üretim büyüklüklerine göre zararları vardır [52].

4.2. Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Karakteristik Özellikleri ve Elektrik Şebekesine Etkileri

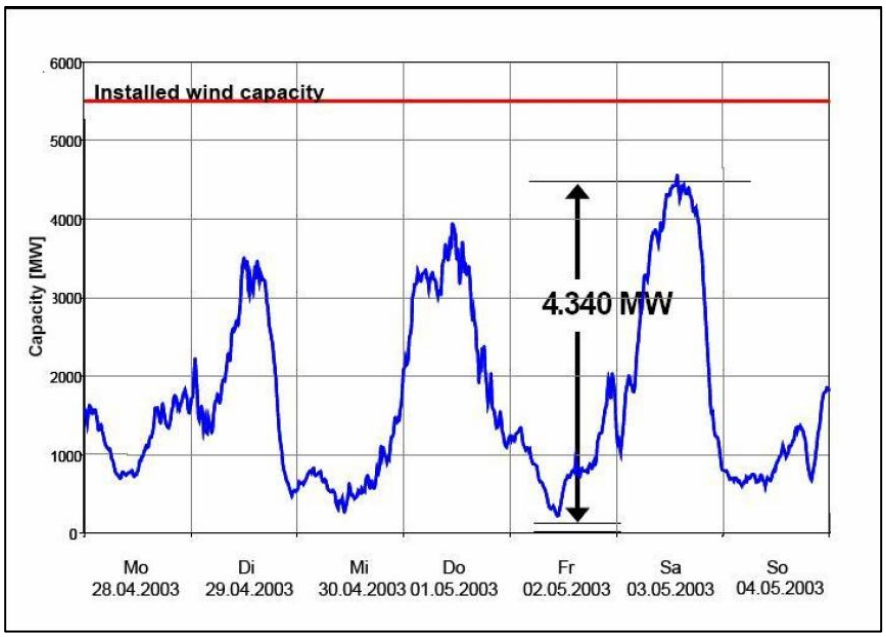
4.2.1. Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Karakteristik Özellikleri

Rüzgar, aralıklı ve darbeli bir enerji kaynağıdır. Bu kaynakta saatlik ve günlük bazda radikal değişiklikler olmakta ve hatta, rüzgar rejimi belirli bir konumda bir yıldan

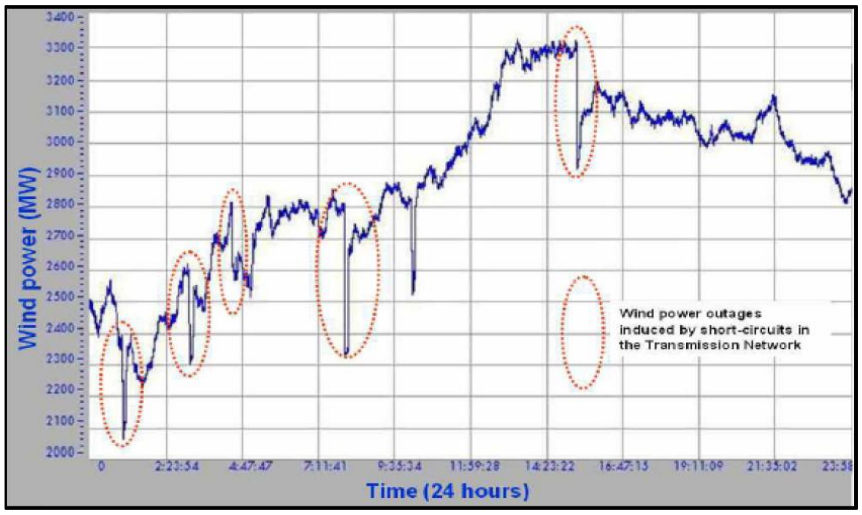
diğer yıla önemli değişiklikler gösterebilmektedir. Bu özelliklerden daha önemli olan bir diğer özellik ise rüzgar santrallerinin elektriksel güç üretiminin sistem operatörünün kontrolü dışında gerçekleşmesidir. Bu nedenle rüzgardan elektrik üretiminin elektrik talebi ile uyumlandırılması mümkün olamamaktadır. Rüzgardan elektrik enerjisi üretiminin yukarıda özetlenen sakıncaları dikkate alınarak, Türkiye'de rüzgardan üretilen elektrik enerjisinin toplam içerisindeki payının en çok %10 olabileceği genel kabul gören bir gerçektir [52].



Şekil 4.1: Türkiye genelinde rüzgar santrallerinin 2008 yılı toplam üretiminin aylara dağılımı



Şekil 4.2: Almanya'da Rüzgar Santrallerinin Bir Haftalık Üretimi, 2003 yılı



Şekil 4.3: İspanya'da İletim Sistemi'nde Rüzgar S.'nin Bir Günlük Elektrik Enerjisi Üretimi (Aniden bir Bölgedeki Rüzgar Santrallarının Devre Dışı Olması)

Şekil 4.1'den görüldüğü gibi, Türkiye'de rüzgar enerjisinden elde edilen toplam üretim aydan aya çok büyük değişiklikler göstermektedir.

Şekil 4.2 ve Şekil 4.3. Almanya ve İspanya da da görüldüğü gibi, toplam üretim zaman zaman neredeyse 0 MW düzeyine düşmektedir. Max. Min. Üretim düzeyleri arasındaki fark büyük oradanda değişmektedir [52].

4.2.2. Rüzgar Enerjisinin Şebeke Sistemi Üzerine Etkisi

Rüzgar türbinlerinin şebekeye bağlanması Çizelge 4.1'de gösterilen durumlara göre olmaktadır. Birçok Rüzgar Türbini orta gerilim sistemine bağlanmaktadır. Düşük gerilim hatlarında meydana gelen kayıplardan dolayı rüzgar çiftliğindeki her bir rüzgar türbininin kendi trafosu bulunmaktadır.

Çizelge 4-1: Gerilim sistemi çeşitleri ve Rüzgar Türbini kapasiteleri

Gerilim Sistemi	Bağlanacak Santral Kapasitesi
Alçak Gerilim Sistemi	Küçük ve Orta Kapasitede RT'ler (300 kW'ya kadar)
Orta Gerilim Sistemi	Orta ve büyük kapasiteli RT'ler ile 10-15 MW'a kadar rüzgar santralleri
Yüksek Gerilim Sistemi	Büyük güçlü rüzgar santralleri (<15 MW)

Rüzgar sistemlerinin bağlantıları incelendiğinde, küçük çaptaki rüzgar çiftlikleri genellikle en yakın şebeke noktası yani dağıtım sistemine bağlandığı görülmektedir. Fakat günümüzde denizlerde ve yüksek güçte kurulan ve gelecekte kurulacak olan çok büyük rüzgar çiftliklerinin iletim hatlarına bağlanması beraberinde birçok

sorunların ortaya çıkması anlamına gelmektedir. Genel anlamda ortaya çıkan sorunları ekonomik ve teknik etkiler olarak ikiye ayırabiliriz [53].

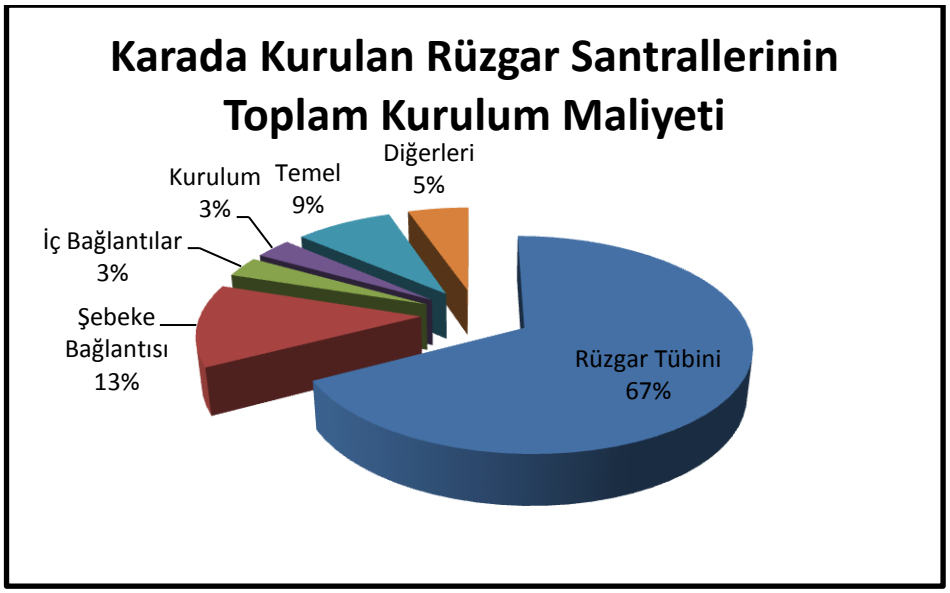
4.2.2.1.Ekonomik Etkiler

Rüzgar enerjisinin birçok ekonomik etkileri vardır bunlardan en önemli olanlarına bu bölümde değinilecektir. İlk olarak rüzgar jeneratörlerinin şebekeye bağlanmalarında ekstra harcama gereklidir. Ayrıca kapasite artırımına gidildiğinde harcamalar artacaktır. Bunların yanında iletim ve dağıtım hatlarında bağlantı için farklı harcamalar gerekli olacaktır.

Rüzgar enerjisi şebeke bağlantı sistemleri ikiye ayrılabilir. Bunlar; karada ve denizde kurulan rüzgar çiftliklerine göre bağlantı giderlerindeki farklılıklardır. Avrupa'da karada yenilenebilir enerji şebeke bağlantı teknolojileri çok gelişmiş düzeydedir. Bu yüzden Avrupa'daki rüzgar enerjisi şebeke bağlantı giderleri çok pahalı denilemez ancak bazı durumlarda çok büyük harcamalar yapmak gerekebilir.

Kara üzerinde kurulan rüzgar enerjisi sistemlerinde şebeke bağlantıları ikiye ayrılabilir. Birincisine bölgesel şebeke bağlantıları veya denetim şebeke bağlantıları denilebilir. Bunlar küçük rüzgar çiftliklerinin veya rüzgar türbinlerinin bağladığı şebekelerdir. Bu şebekelere bağlantı harcamaları yaklaşık toplam yatırımın %3'ü ile %10'u arasında değişmektedir. İletim hatları bağlantılarına göre daha az harcama gerektiren bu bağlantıların yanında malzeme fiyatları, arazi yapısı, türbinlerin birbirlerine olan uzaklıkları, teknik şartlar ve danışmanlık vs. Maliyetleri gibi diğer harcama alanları da eklenebilir. Diğer rüzgar şebeke harcaması ise büyük rüzgar çiftliklerinin mevcut iletim şebekesine olan uzaklıklarıdır. Mesafenin çok uzak olmasından dolayı transformatörler kullanılarak, gerilim yükseltilerek mevcut iletim veya dağıtım şebekesine taşınır. Yukarıda da belirtildiği gibi ekstra maliyetler ortaya çıkmaktadır [54].

Şekil 4.4'te görüldüğü gibi kurulum maliyetleri ve şebeke bağlantılarının toplam maliyet içindeki oranı verilmiştir. Bu sayede bağlantı giderlerinin değeri daha net bir biçimde görülmektedir. Rüzgar santrallerinin diğer ekonomik etkisi ise; rüzgar gücünün şebeke içindeki oranının şebeke içinde artması sürekli olarak güvenirliği azaltmaktadır. Sistem güvenliği diğer bir şekilde kapasite güveni olarak da adlandırılır.



Şekil 4.4: Karada Rüzgar Çiftlikleri Toplam Kurulum Maliyetleri

Kapasite güveni rüzgar enerjisinin yayılım oranına bağlıdır. Kapasite güveni az veya sıfır ise revize edilmiş güce ihtiyaç var demektir. Çünkü iyi bir besleme ve süreklilik isteniyorsa bu yedekleme kapasitesine ihtiyaç vardır. Yedekleme gücü de ekstra maliyetlere sebep olur ancak rüzgar elektrik üretimini ve güvenliğini arttırır [43]. Başka bir ekonomik etki ise fazla elektriğin atılmasıdır. Üretim ve tüketim arasındaki dengesizlikten dolayı ortaya çıkan bu durum üreticiler için, şebekenin fazla yüklenmesinden dolayı ekonomik zararlara sebep olur. Bu yüzden Avrupa'da öncelik, yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimine verilmiştir. Herhangi bir zamanda üretilen enerji iletim hatları operatörleri tarafından alınmak zorundadır. Yukarıda da anlatıldığı gibi rüzgar enerjisinin fazlasının atılmaması için yenilenebilir enerjilere dolayısı ile rüzgara öncelik tanınmıştır ve konvansiyonel kaynakların üretiminin azaltılması ile dengeleme yapılmaya çalışılmaktadır [55].

4.2.2.2.Teknik Etkiler

Rüzgar enerjisinin şebeke sistemini etkileyen birçok karakteristik özellikleri vardır. Bunlardan daha önce de bahsedilen rüzgarın kararsızlığı ve rüzgarın tahmin edilebilmesi en önemlileridir. Rüzgar enerjisinin kararsız olması üretim ve tüketim taraflarında dengesizliğe yol açar [53]. Elektrik şebekesinde güç kalitesini etkileyen birçok etken ve birçok değişken vardır. Güç kalitesi derken, rüzgar türbininin elektrik enerjisi üretim performansı ile şebeke üzerine yapacağı etkiler kastedilmektedir. Rüzgar santrali kurulurken zayıf şebeke ile iletim hatlarının bulunduğu bölgelerden kaçınılmalıdır. Rüzgar türbinlerinin şebekeye yapacağı etki genellikle gerilim

değişimi (artış veya azalış) şeklinde kendini gösterecektir. Bu durum aşağıdaki biçimlerde olur.

- Harmonik (> 50) Hz
- Flicker (0.01-35 Hz)
- Gerilim artışı (<0.01 Hz)
- Ani değişimler (rastgele değerler)

Gerilim değişimlerine ek olarak Rüzgar türbinin şebekeden reaktif güç çekmesi de şebeke için istenmeyen bir durumdur. Güç üretimi, türbülans yoğunluğu ve rüzgar kayması gibi olaylar arazi yapısı ve meteorolojik koşullara bağlıdır.

Aktif ve reaktif gücün üretimi ve tüketimi sırasında gerilim yükselmesi ve düşmesi meydana gelebilir. Gerilim değişimlerinden meydana gelebilecek aksaklıklar Çizelge 4.2.'de gösterilmektedir. Bu gerilim değişimleri, güç ve şebeke empedansından faydalanılarak hesaplanır. Flicker, gerilimde 35 Hz'e kadar meydana gelen salınımı ifade etmektedir [56].

Çizelge 4-2: Gerilimde meydana gelen değişiklikler ve neden olduğu aksaklıklar

Parametre	Neden Olduğu Aksaklık
Gerilim yükselmesi/düşmesi	Güç üretimi
Gerilim salınımları ve flicker	Devreye giriş, kule gölgeleme etkisi, rüzgar kayması, rüzgar hzı, türbilans yoğunluğu, yönerge hatası
Harmonik	Frekans dönüştürücü, tristör kontrolü
Reaktif Güç Tüketimi	Jeneratör İşlemleri
Gerilim ve uç değerleri (ekstremleri), ani değişimler (transient)	Açılıp-kapanma işlemleri

Ülkemizde, rüzgar santralleri ulusal şebekeye bağlanırken dikkat edilmesi gereken temel nokta ise, santralin kapasitesinin bölgede bulunan trafo kısa devre gücünün %5'ini geçmemesidir. Yani, indirici merkezi (İM), trafo merkezi (TM), dağıtım merkezlerinin (DM) kısa devre güçleri, örneğin 100 MW ise, yukarıda belirtilen merkezlerden birisine 5 MW'lık rüzgar santrali bağlanabilir.

Yukarıda bahsi geçen etkilerden ilk olarak şebeke içindeki frekans değişiminin teknik olarak etkisi incelenecektir. Şebekedeki frekans kararlılığını yalnızca dalgalı enerjiler değil bunu yanında kullanılan ekipmanların bağlantı kalitesi, koruma malzemeleri vs. de etkileyebilir [55]. Elektrik şebeke sistemi eş zamanlı/uyumlu bir şekilde aynı frekansta çalıştırılır. Şebeke sisteminin kararlılığı yani üretim ve tüketim tarafının aralarında dengede olup olmadığı frekans tarafından ölçülebilir. Üretim ve tüketim arasındaki herhangi bir dengesizlik durumunda frekans değeri değişir. Şebeke operatörleri kontrol ettikleri alanda frekansı belirlenen değerde tutmakla yükümlüdürler [56]. Dünyada elektrik şebeke sistemlerinde belirlenen frekans değeri farklılık göster. Örneğin Avrupa'da nominal frekans değeri 50 Hz iken, ABD'de bu değer 60 Hz'dir. Avrupa Elektrik Şebekesi'nde dengelemede tutulacak değer nominal olarak belirtilen 50 Hz'dir.

Nominal frekans değerinin nasıl değişim gösterdiği kısaca açıklanacak olursa; eğer elektrik üretimi tüketimden az olursa frekans değeri nominal 50 Hz'den aşağı düşer. Bunun aksi durumunda ise yani elektrik üretimi tüketimden fazla olursa frekans değeri nominal değerin üzerine çıkar. Eğer frekans değeri nominal değere yakın ise ya da çok az dalgalanma yapıyorsa şebeke sisteminin dengelenmediği iyi denilebilir. Dalgalanma göstermediği için frekans için de bir çalışma aralığı vardır. Bu çalışma aralıkları ülkeler arasında farklılık gösterir ama genel itibariyle Avrupa'da 47 Hz'den 53 Hz'e kadar dalgalanmasına izin verilir [57]. Yukarıda da belirtildiği gibi her ülkede aynı olmak zorunda değildir. Örneğin İskandinav ülkelerinde izin verilen aralık 49,9 ile 50,1 Hz arasındadır.

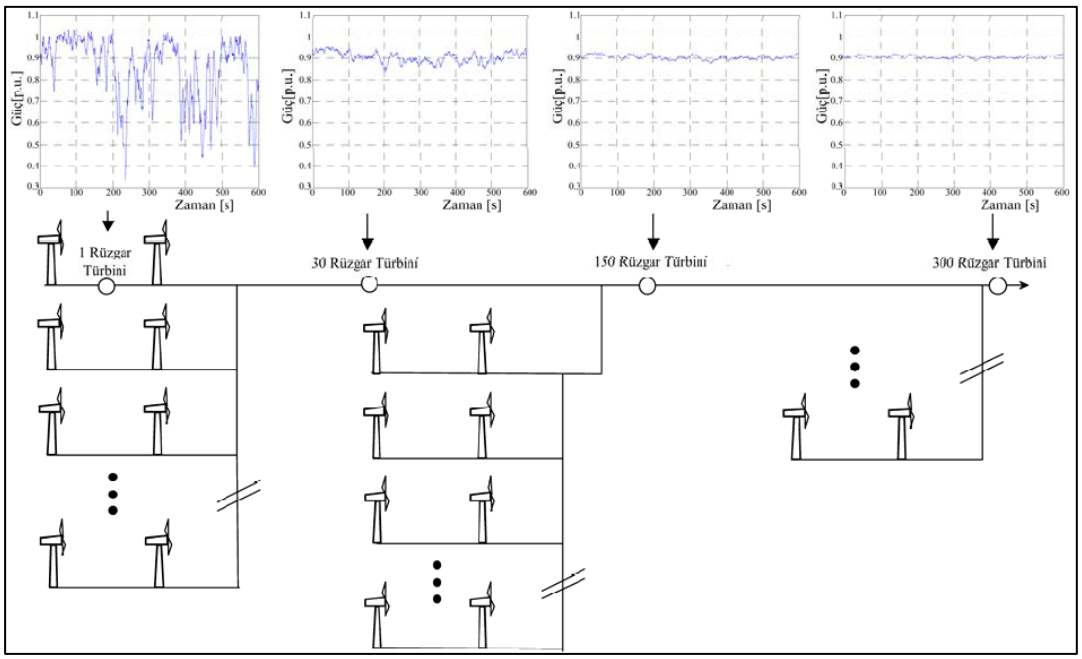
Bu dalgalanmaları karşılama, düzeltme veya dengelemek için çok hızlı tepki gösterebilen elektrik üretim santrallerine (gaz türbinli santraller ve/veya hidroelektrik santraller) ihtiyaç vardır. Rüzgar çiftliklerinin sayısı artıp bunlar daha geniş bir coğrafyaya yayıldıkça toplam çıkış güç eğrisindeki dalgalanmalar giderek azalacaktır. Buna ilişkin grafiksel bir canlandırma Şekil 4.5'te verilmiştir [58].

İstenmeyen bu durumun giderilmesi için aşağıdaki türden önlemlerin birinin veya daha çoğunun acilen alınması gerekmektedir:

- Rüzgar Enerjisi Depolama Sistemlerinin Kurulması (Su pompalamaya dayalı depolama, Basınçlı havaya dayalı depolama, Hidrojen üreterek depolama vb.)

- Sıcak kurulu gücün arttırılması ve/veya ülkenin çevre ülkeleri ile enterkonnekte edilmesi.
- Rüzgar Enerjisi Dönüşüm Sistemleri için yeni teknolojiler geliştirilmesi.

Bu önlemler içersinde yapılabilirliği en yüksek olan seçenek Pompaj Biriktirmeli Hidroelektrik Santrallerin kurularak Rüzgar Santralleri ile birlikte çalışmasıdır [57].



Şekil 4.5: Rüzgar Çiftliklerinin Sayısına ve Coğrafi Dağılımına Bağlı Olarak Toplam Çıkış Gücü Eğrisindeki Dalgalanmalar

5. PHES HİBRİT SİSTEMLER VE RÜZGAR DESTEKLİ ASLANTAŞ POMPAJ BİRİKTİRMELİ HİDROELEKTİRİK SANTRAL ÖRNEK ÇALIŞMASI

5.1.Dünya'da PHES Hibrit Sistemler

Dünyada henüz rüzgar enerjisi ile tam anlamıyla hibrit olarak çalışan pompaj biriktirmeli bir HES bulunmamaktadır fakat bu konu hakkında çalışmalar sürdürülmektedir. Bu sistemler rüzgar enerjisini depolama sistemleri olarak düşünülmekte ve PHES'ler her geçen gün yapılan araştırmalar, makaleler ile en iyi şekilde uygulanabilir hale getirilecektir [58 - 70]. Şekil 5.1'de üzerinde çalışmalar sürdürülen rüzgar destekli bir PHES'in resmi verilmiştir.

Şekil 5.1: Rüzgar Destekli PHES

Pompajlı HES'lere sahip olan ülkelerde, bu sistemler nükleer, termik santraller ve yenilenebilir enerji santralleri ile aynı enterkonnekte sisteme bağlanmakta ve pompalama için gerekli enerji bu ortak sistemden alınmaktadır. Bu şekilde düşünülen sistemler, tam anlamıyla hibrit olarak değerlendirilememektedir.

Pik saatleri karşılamak için kullanılan PHES'ler, enterkonnekte sistemden enerji almakta ve ürettikleri enerjiyi yine enterkonnekte sisteme vererek kesinti ve eksikliği gidermektedirler. Pompalama enerjisinin şebeke dışındaki kaynaklardan sağlanması ile ilgili özel bir çalışma bulunmamaktadır.

Ülkemizin Avrupa Elektrik İletim Sistemi (UCTE) ile senkron bağlantı çalışmaları devam etmektedir. UCTE üyeliğinin, en başında gelen koşullarından biri arz açığı olmaması ve sistem frekansının sabit tutulmasıdır. Önceki bölümlerde de incelenen yenilenebilir enerji sistemlerinin sistem bağlantısına olan olumsuzluklarının giderilmesi için PHES gibi sitemlerle entegre olarak çalıştırılmalarının yardımcı olacağı belirtilmiştir [58].

5.2.Çalışmanın Amacı, Oluşturulacak Senaryolar ve Metodoloji

Bu çalışmada, RES ve PHES'lerin çalışma prensipleri göz önünde bulundurularak, çeşitli senaryolar incelenecektir.

1. Senaryo: İlk Senaryoda, tez çalışmasına örnek olan EİE'nin hazırlamış olduğu Aslantaş PHES Santrali Orijinal boyutlarıyla amaçlandığı şekilde incelenecektir. Proje alanı olarak Aslantaş PHES'in kurulması düşünülen Osmaniye ili ele alınmıştır. Aslantaş PHES projesinin özelliklerine sadık kalınarak hazırlanan bu proje de alt hazne olarak Aslantaş Hidroelektrik Santrali'nin baraj gölü kullanılmıştır. Üst hazne yakınlarına daha önceki bölümlerde anlatılan rüzgar türbinlerinin konumlandırılabileceği en uygun yer kriterleri göz önüne alınarak 30MW kurulu gücünde bir rüzgar tarlası kurulması planlanmıştır. Rüzgar tarlasının üretim değerlerine göre pompajlama yapılırken ne kadarını kullanabileceği incelenecektir ve yorumlanacaktır.
2. Senaryo: Bu ve bundan sonraki senaryoda EİE'nin hazırlamış olduğu Aslantaş PHES Sistemi'nden tamamen bağımsız kalınacaktır. Sadece proje alanı olarak yine Osmaniye ili ele alınacak, kullanılan haritalar ve 30 MW rüzgar tarlasının tüm kurulum aşamaları aynen ele alıncaktır. 30 MW rüzgar tarlasının, rüzgar verileri kullanılarak yıllık-aylık-saatlik enerji üretimleri göz önüne alınarak, yeni bir üst hazne, PHES türbin modu için yeni bir türbin debisi, türbin kurulu gücü, Pompa modu için yeni bir pompa debisi, pompa

kurulu gücü boyutlandırılacaktır. Alt hazne olarak yine Aslantaş Baraj gölü kullanılacaktır. Bu senaryoda pompajlama için gerekli olan enerji şebekeden elektrik fiyatlarının en uygun olduğu saatlerde alınacak ve PHES'lerin orijinal çalışma prensibine uygun olarak, üst hazne doldurulacak ve elektrik enerjisi talebinin en çok, elektrik fiyatlarının en yüksek olduğu saatlerde türbinleme yapılarak elektrik enerjisi üretilecektir. Bu senaryoda rüzgar kullanılmayacaktır. Rüzgar enerjisinin üretim verilerine göre boyutlandırılmasının tek nedeni bir sonraki senaryo sonucu oluşacak değerlerle orijinal kapsamın daha net bir şekilde karşılaştırılabilmesidir.

3. Senaryo: Bu senaryoda yeniden boyutlandırılan PHES Santrali'nin pompajlama için gerekli olan elektrik enerjisi şebekeden çekilmek yerine rüzgar tarlasından sağlanacaktır. Rüzgarın en çok estiği, depolama yapmaya en uygun olduğu saatlerde depolama yapılacak ve yine talebin en fazla oldupu saatlerde depolanan bu su türbinlenerek enerji üretecektir. Bu senaryoda; pompajlama işlemi tamamlanıp üst hazne doldurulduktan sonra rüzgar esmeye devam ettikçe, 30 MW rüzgar tarlasından kalan enerji o saatin elektrik fiyatı ile piyasaya satılacak ve ek bir gelir sağlanacaktır.

Tüm senaryolarda sistem tek hat üzerinden değerlendirilmiştir. Yani, sistem ya pompa modunda çalışarak suyu depolar ya da türbin modunda çalışarak suyu aşağı bırakır ve enerji üretir. Dünya üzerinde çift hatta sahip olan sistemlerde bulunmaktadır. Çift hat sistem maliyetini arttırdığı için bu tez çalışmasında tüm hesaplar tek hat üzerinden yapılmıştır.

Bölge haritaları için, Harita Genel Komutanlığı'nın ve NASA SRTM verileri kullanılmıştır. Haritaların uygun formatlara dönüştürülmesi içinde Global Mapper programından faydalanılmıştır.

Rüzgar Enerjisi üretimleri ve tüm analizleri için WAsP programı kullanılmıştır.

Bütün teknik hesaplamalar ve analizler için Elektrik Piyasası incelenmiş; gündüz, pik ve gece saatlerinde elektrik fiyatları yıllık, mevsimlik, aylık ve günlük olarak incelenerek maliyet analizinde kullanılmak üzere her dönemi temsil eden birim elektrik fiyatları hesaplanmıştır. Bu fiyatlara göre maliyet analizleri hazırlanmış ve karşılaştırmalı olarak sonuçlar belirtilmiştir.

5.3. 30 MW Kurulu Gücün'de Rüzgar Tarlası'nın Kurulması

Senaryo ve metodolojide bahsedilen 30 MW kurulu gücündeki rüzgar tarlasının kurulum aşamaları en başından verilmiştir. Bu tez çalışması ayrıca rüzgar enerji sistemleri projelerinin oluşturulmasına örnek olması amacıyla da hazırlanmıştır.

5.3.1. Kullanılan Veriler ve Programlar

Rüzgar Enerjisi Santralleri ve projelerinin oluşturulabilmesi için, proje alanının iyi bir şekilde analiz edilmesi ve karakterinin belirlenmesi gerekir.

5.3.1.1. Sayısal Yükseklik Modeli ve Veri Kaynakları

Genel anlamda topografya kavramı, yeryüzünün katı kısmını oluşturan kara parçalarının fiziksel görünümünü açıklar. Teknik olarak bu görünüm kağıt üzerinde bir harita ya da bilgisayar ortamında "Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)" ile ifade edilir. Sonuç olarak, her iki ifade biçimi de üç boyutlu (yatay+düşey) konum bilgisine dayanır. Bu gösterimlerde yatay konum için referans yüzeyi çalışma sahasının büyüklüğüne göre, düzlem, küre veya elipsoit seçilirken, üçüncü boyut yani yükseklik için referans yüzeyi ortalama deniz düzeyidir.

Yeryüzünün topografik haritasının çıkartılmasında, harita ölçeğine bağlı olarak değişik ölçme tekniklerinin kullanılması gerekir.

- Jeodezik ölçme teknikleri; yüksek konum doğruluğu sağlarlar fakat uygulanabilirlik alanı sınırlıdır. Genişliği çoğu kez 10 km'yi aşmaz
- Fotogrametrik ölçme teknikleri ve uzaktan algılama teknikleri, bölge veya ülke ölçeğindeki çalışmalarda kullanılsalar da, yersel yöntemler kadar yüksek çözünürlüğe ve doğruluğa erişemezler. Bu yöntem, orta ve küçük ölçekli haritalar için ihtiyacı karşılar.

Jeodezik, fotogremetrik ve uzaktan algılama teknikleri dışında başka bir seçenek Sayısal Yükseklik Modellerinin (SYM) topografik haritalardan oluşturulmasıdır. Bu yöntemde, topografyanın detaylarına ilişkin sayısal bilgi, analog haritaların sayısallaştırılması yoluyla elde edilir. Geniş bir zamana yayılan ve büyük uğraş isteyen bu çabanın en önemli sonucu yüksek maliyettir.

Projemizin yerinin belirlenmesi, mühendislik işlemlerinin yapılması kapsamında bizimde sayısal yükseklik modeline ihtiyacımız vardır. Bu verinin çözünürlük ve

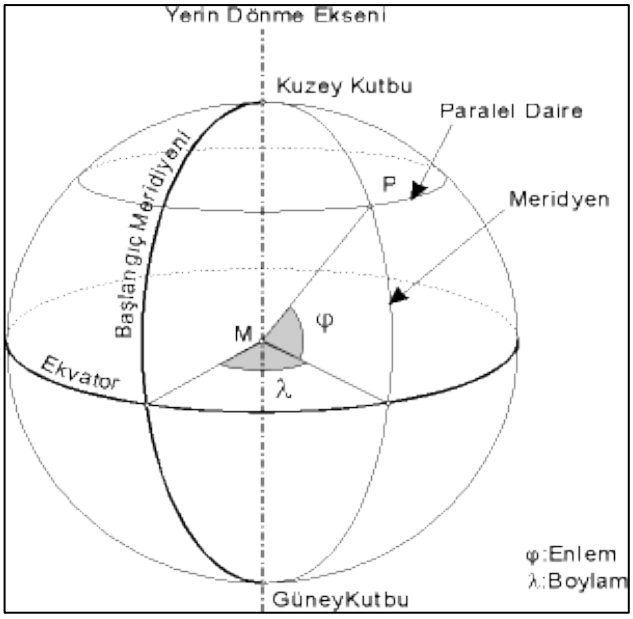
doğruluk değerleri önem taşımaktadır. Doğru verilerin elde edilmesinde SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) verilerinden yararlanılmıştır [71].

5.3.1.2. Mekanik Radar Topografya Görevi (SRTM) Verileri ve Veri Formatı

SRTM kısaltma adıyla bilinen Mekanik Radar Topografya Görevi, Amerikan Uzay ve Havacılık Dairesi (NASA)'nın öncülüğünde yürütülen uluslararası bir iş birliği programıdır. Projenin öteki ortakları Amerika'nın Mekansal Bilgi Kuruluşu (NGA) ve Jet Uçuşları Laboratuarı (JPL) Alman Uzay ve Havacılık Merkezi (DLR) ve İtalyan Uzay Ajansı (ASI)'dir. Bizim SRTM verilerini kullanmaktaki amacımız, bir uzay mekiği yardımıyla alınan radar görüntülerinden projemizin bulunduğu konumun yüksek çözünürlük sayısal topografik haritasını oluşturmaktadır.

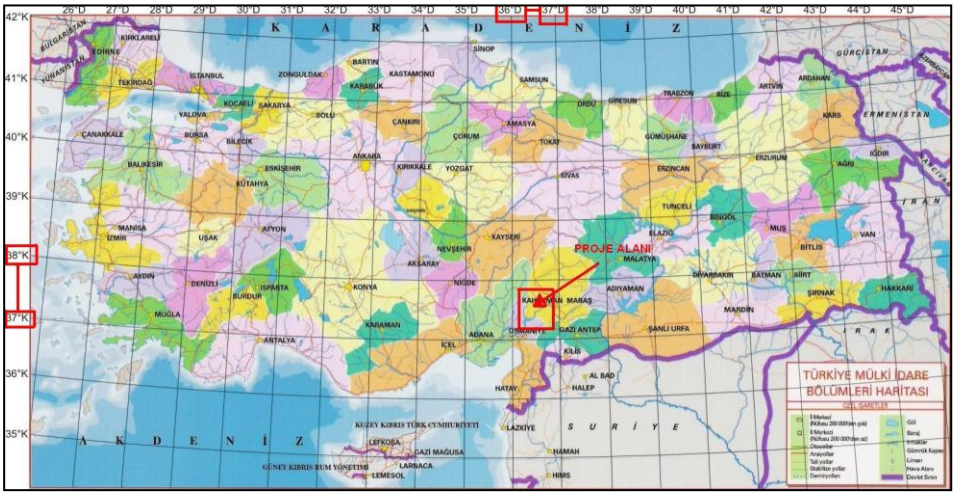
SRTM yükseklikleri, NASA sunucuları üzeirnde 1",3" ve 30" grid aralığında 3 veri seti halinde yayımlanmaktadır. 1" çözünürlüklü SRTM1'in kapsamı sadece ABD ile sınırlıdır. 3" ve 30" çözünürlüklü SRTM3 ve SRTM30, 56° güney ve 60° kuzey enlemleri arasındaki tüm kara parçalarını içermektedir.

Kıtalara göre kutuplandırılmış veri seti 1°x1°'lik paftalara bölümlenmiştir. Dosya adları, her paftanın saol alt köşe (güneybatı) koordinatlarını tanımlayacak biçimde verilmektedir. Örneğin; "N39E033.hgt" dosyası; N:North : 39-40 kuzey paralelleri, E:east: 33-34 doğu boylamlarının sınırladığı verilere sahiptir.



Şekil 5.2: Enlem ve boylamların gösterilişi

SRTM3 verileri 1201 x 1201 boyutlarında bir matris yapısında saklanır, yükseklikler bu matrisin sol üst köşesinden başlayarak satır satır sıralanır. Örneğimizden yola çıkacak olursak; dosyanın başından okunan ilk yükseklik değeri 40° kuzey enlemi, 33° doğu boylamında; son yükseklik değeri ise 39° kuzey enlemi, 34°doğu boylamına karşılık gelir [72]. Çalışılan projenin Türkiye haritası üzerindeki gösterimi Şekil 5.3'te verilmiştir.

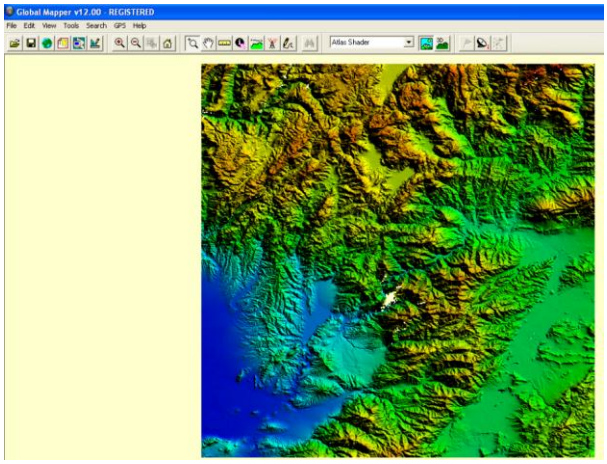


Şekil 5.3: Proje alanının Türkiye haritası üzerinde gösterimi

Aslantaş PHES Projesi; 37°-38° Kuzey paralelleri / 36 -37° Doğu boylamları arasında bulunduğundan; SRTM verisi için; http://dds.cr.usgs.gov/srtm > versin 2_1 > SRTM 3> Eurasia linki kullanılmalıdır [73].

5.3.1.3. Global Mapper

Proje sahasının NASA SRTM haritalarının uygun formatlara dönüştürülmesinde Global Mapper programından faydalanılmıştır.



Şekil 5.4: Projenin Uydu görüntülerinin ilk hali

5.3.1.4. WAsP

WAsP, rüzgar veri analizi, rüzgar atlası üretimi, rüzgar iklimi hesaplaması, rüzgar tarlası yerleşimi ve hesaplaması yapabilen, ilk olarak 1987'de Danimarka'daki Riso Ulusal Laboratuarının Rüzgar Enerjisi ve Atmosfer Fizik Bölümü'nce geliştirilmiş bir programdır. Rüzgar enerjisi tarihi incelendiğinde kapasitesi yüksek ilk ticari türbin kurulumlarının 1980 ve sonrasında gerçekleştiği görülebilir. WAsP, rüzgar enerjisi pazarının ihtiyaçlarına ve teknolojik gelişmelere göre günümüze kadar geliştirilmiştir. Programın güncel versiyonu WaSP 10'dur ve bu tezde yapılan örnek çalışmada bu versiyon kullanılmıştır. An itibarı ile rüzgar enerjisi fizibilite ve mühendislik çalışmalarının çok büyük bir çoğunluğunda WAsP kullanılmaktadır [74].

WAsP, belirli girdileri analiz ederek rüzgar ikliminin yatay ve düşey ekstrapolasyonu ile istenilen bölgenin rüzgar atlasını çıkarmaktadır. Aynı zamanda programın içinde bulunan güncel türbin tipleri ile vektör harita üzerinde rüzgar tarlası yerleşimi yapılabilip bu tarlanın detaylı analizini sonuç olarak verilebilmektedir. Tüm bu işlemler için çeşitli modüller programın içinde yüklüdür. Konsept olarak WAsP in metodolojisi beş ana işlem bloğundan oluşur:

1-Ham Veri Analizi: Herhangi bir zaman serisine (dakikalık, saatlik..vb) sahip rüzgar ölçüm verilerinin analizi yapılıp istatiksel sonuçları çıkartılır. Bu analiz program ile birlikte sunulan WAsP Climate Analyst iklimlendirme sihirbazı ile program dışında yapılmaktadır. Analiz sonucunda ortaya çıkan veri seti Gözlenmiş Rüzgar İklimidir ve "Observed Wind Climate (OWC)" olarak kaydedilir.

2-Rüzgar Atlası Oluşturma: Analizi yapılmış rüzgar verileri bölgesel bir rüzgar iklimine dönüştürülür. WAsP Climate Analyst'te analiz edilen veriler OWC olarak ana programa aktarılır. Topografik ve pürüzlülük açısından işlenmiş bir vektör harita da programa aktarıldıktan sonra WAsP, OWC'deki ölçüm sahası etkileri olan pürüzlülük ve topografik etkileri verilerden temizler. Sonuç olarak ölçüm sahasından bağımsız bir rüzgar atlası veri seti ortaya çıkar.

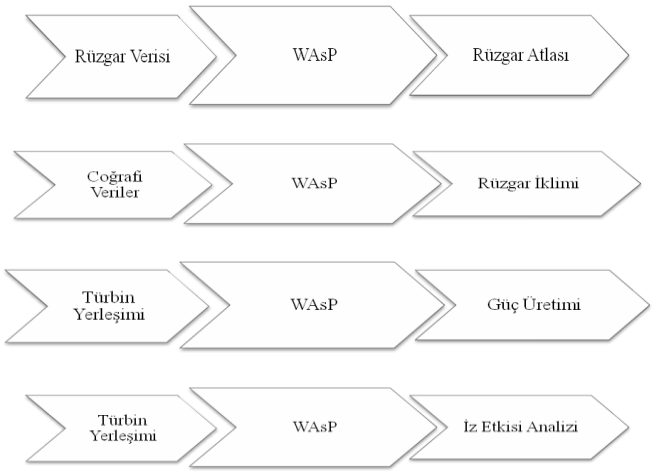
3-Rüzgar İklimi Oluşturma: WAsP tarafından oluşturulmuş ya da başka bir kaynaktan temin edilmiş rüzgar atlasını ve vektör haritayı kullanarak program harita

üzerinde istenilen herhangi bir noktadaki/bölgedeki rüzgar iklimini oluşturabilir. Bu rüzgar iklimi mevcut ve beklenen değerleri kapsamaktadır.

4- Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Oluşturma: Rüzgar iklimi dahilindeki detaylı istatiksel değerler ile güç yoğunluğu hesaplanır. Ayrıca WAsP dahilindeki türbinlere ait güç eğrileri ile istenen türbine ait yıllık enerji üretiminin harita üzerinde dağılımı hesaplanabilir.

5- Rüzgar Tarlası Üretimi Hesaplama: Türbine ait itme katsayısı ve güç eğrisi ve harita üzerinde yapılan rüzgar tarlası yerleşimi ile WaSP her türbin için iz (wake) etkisini hesaplayıp hem tüm tarla hem de her türbin için ayrı olarak net yıllık enerji üretimini hesaplar [75].

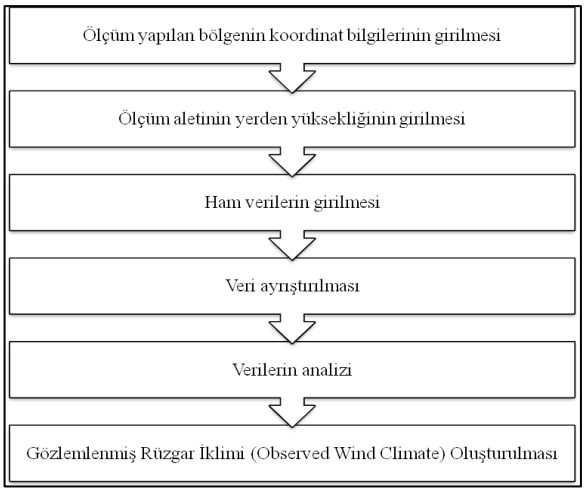
WAsP programının girdi ve çıktılarını Şekil 5.5 ile özetleyebiliriz:



Şekil 5.5: WAsP program girdi ve çıktıları

5.3.2. Ham rüzgar verilerinin analizi

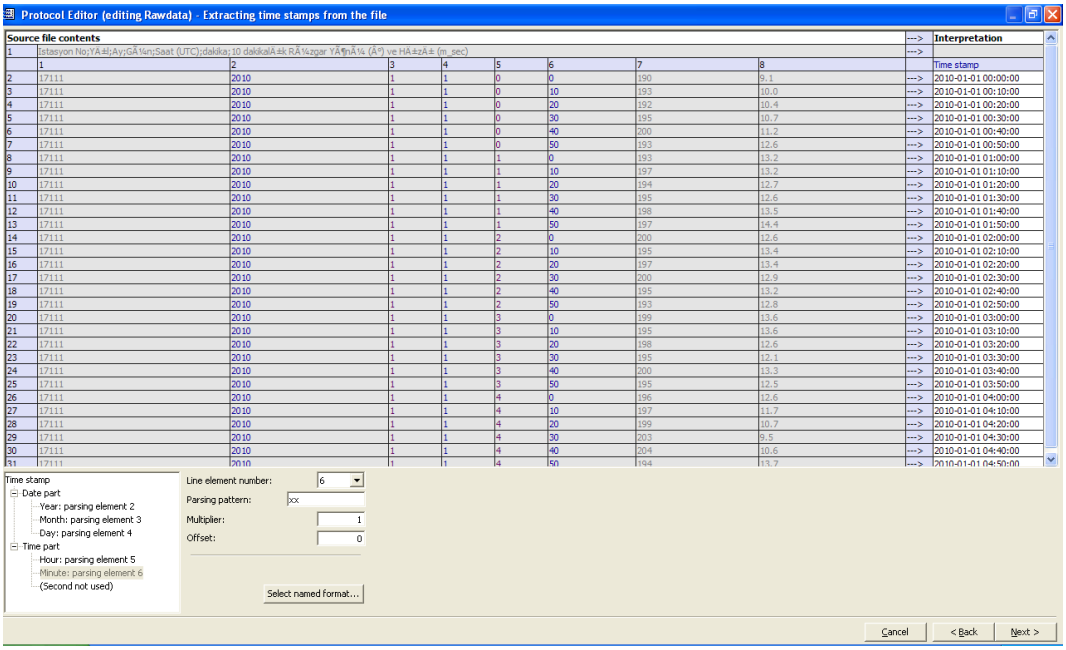
Ham rüzgar verilerinin analizinde WAsP Climate Analyst programı kullanılmıştır. WAsP Climate Analyst, belirli zaman serilerine sahip ham rüzgar verilerinin analizini yapıp, bunu ana programa (WAsP) gözlenmiş rüzgar iklimi (observed wind climate) girdisi olarak aktarılacak formata dönüştüren güçlü bir yan programdır. Program önceki WAsP versiyonlarındaki OWC Wizard programının yerine geliştirilmiş daha kapsamlı bir pakettir. Programın işlem sırası ve işleyişi şekil 5.6'da verildiği gibidir [76].



Şekil 5.6: WaSP Climate Analyst program işleyişi şeması.

Programa ".dat", ".txt", ".prn", "csv" formatında ASCII dosyaları girdi olarak aktarılabilir. Dosyalar içindeki veriler her kategoriye (tarih, hız, yön) ait ayrı sütunda alt alta dizili olmalıdır.

Program içindeki modül ile dosyaları analiz edip, verileri ölçüm zamanı, hız ve yön sütunları olarak kolayca ayrıştırabilmektedir. Üstbilgiler(header), programın kullanmadığı veriler (standart sapma vb.) ayrıştırma sırasında belirlenip analiz dışı bırakılmaktadır. Zaman ayrıştırması isteğe ve veriye göre yıl, ay, gün, saat, dakika ve saniye hassasiyetinde yapılabilmektedir [76].

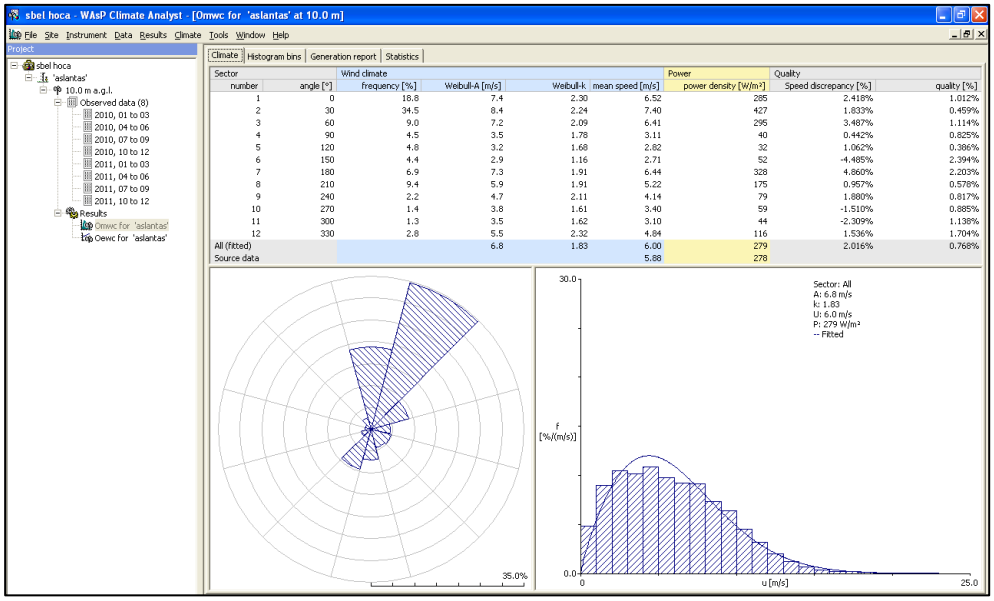


Şekil 5.7: Rüzgar Verilerinin Programa Girilmesi

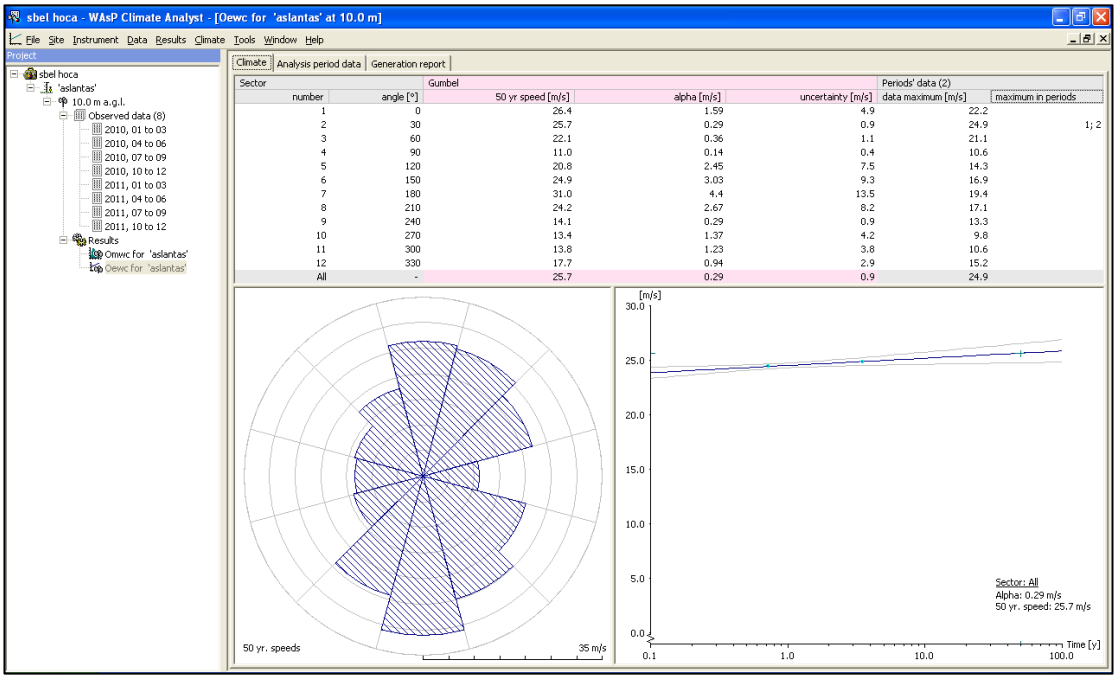
Ayrıştırma ham veriyle birlikte gelen verinin içine işlenmiş bir protokol otomatik olarak ya da kullanıcı tarafından özel olarak ayarlanacak şekilde yapılabilmektedir. Özel ayrıştırma ayarlandıktan sonra protokol olarak kaydedilip aynı veya benzer kaynaktan elde edilen diğer verilerin ayrıştırılmasında kolaylık sağlanabilmektedir.

Programa veriler diziler halinde aktarılmaktadır. Bu diziler genellikle yıllık veriler halinde olmaktadır. Elbette eksik veri ya da daha kısa bir zaman aralığında bu aktarılırken belirtilebilmektedir. Böylece eksik verilerin yokluğu giderilememesine rağmen program analiz yaparken verilerin hangi zaman aralığına ait olduğunu bilip hata payını minimize etmektedir.

Verileri girdikten sonra Şekil 5.8'de verilen "Gözlenmiş Ortalama Rüzgar İklimi" (OMWC) ya da Şekil 5.9'da verilen "Gözlenmiş Ekstreme Rüzgar İklimi" (OEWC) hesaplanır. Hesaplama kısmında isteğe bağlı olarak sektör sayısı belirlenir. Genellikle 30° üzerinden 12 sektör kullanılmaktadır. OMWC sonucunda tek tek ve tüm sektörlere ait Weibull A ve Weibull k parametrelerini içeren rüzgar hızı dağılımı histogramı, yön dağılımı rüzgar gülü ve istatistik raporlar oluşturulur OEWC ise verileri girilen bölgenin 50 yıllık ekstrem rüzgar iklimini tahmin eden ve bunu grafiksel ve istatiksel olarak raporlayan bir sonuç modülüdür [76].



Şekil 5.8: Aslantaş RES için WAsP Climate Analyst rüzgar iklimi sonuçları (OMWC)



Şekil 5.9: Aslantaş RES için Gözlenmiş Ekstreme Rüzgar İklimi (OEWC)

5.3.3. Vektör Harita İşlemleri

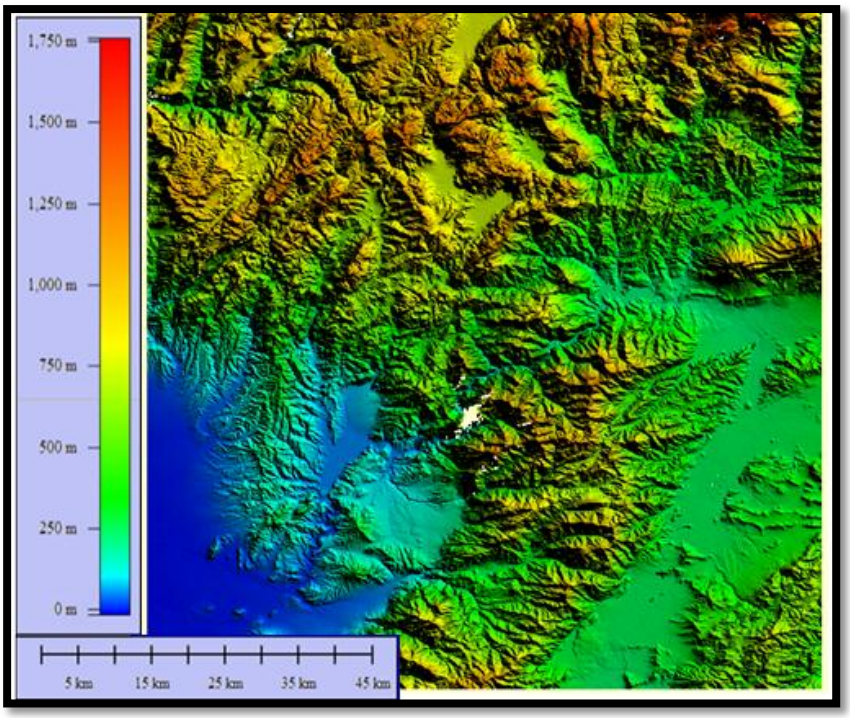
Vektör haritalar, bir coğrafyaya ait eş yükselti eğrilerinin ve pürüzlülük bölgelerinin dijital verilerini barındıran topoğrafik sayısal haritalardır. WAsP Map Editor,WAsP paket programının vektör haritaları incelemek, kontrol etmek, değiştirmek ve pürüzlülük eğrileri oluşturmak için kullanılan bir yan programıdır. WaSP programının ana işlevi olan rüzgar iklimi oluşturmak ve türbin yerleştirip güç analizi yapmak için vektör haritalar şarttır. Bu haritalar dışarıdan temin edilebileceği gibi özel dijitalleştirme tabletlerinde kağıt harita üzerinde tablet kalemi kullanarak, resim dosyası olarak taranmış haritayı uygun programlarda mouse ile izdüşümleyerek de oluşturulabilir [75].

Map Editor girdi olarak .bna (Surfer ve Didger harita programı formatı), .dxf (Autocad grafik formatı) ve .map (WAsP formatı) dosyalarını işleyip kaydedebilmektedir. Ayrıca Flexible header haritalar (çizgi/kontur başlıkları kullanıcı tarafından belirlenen haritalar), Header-less haritalar (çizgi/kontur başlığı olmayan haritalar), XYZ-haritaları (her nokta x,y,z olarak belirlenmiş, çizgi/konturlara sahip haritalar), Mat-lab haritaları, NTF haritaları (İngiliz, İrlanda Ordnance survey haritaları), USGS Coastline haritaları (Amerikan Jeolojik İnceleme birimi tarafından hazırlanan kıyı haritaları), BLN haritalar (Surfer programınca

üretilen boş harita dosyaları), Shape-file haritalar (yükseklik konturları ve pürüzlülük çizgileri içerebilen ESRI haritaları) programa aktarılabilmektedir. Yalnız bu ek formatlı haritaların programa girdisi inceleme amaçlıdır ve haritaların işlenmesi ve WaSP'a aktarılacak şekilde kayıt edilmesi sınırlıdır. Dolayısıyla WaSP programında hesaplama yapabilmek için en sağlıklı yöntem .map, .bna ve .dxf formatlarını kullanmaktır.

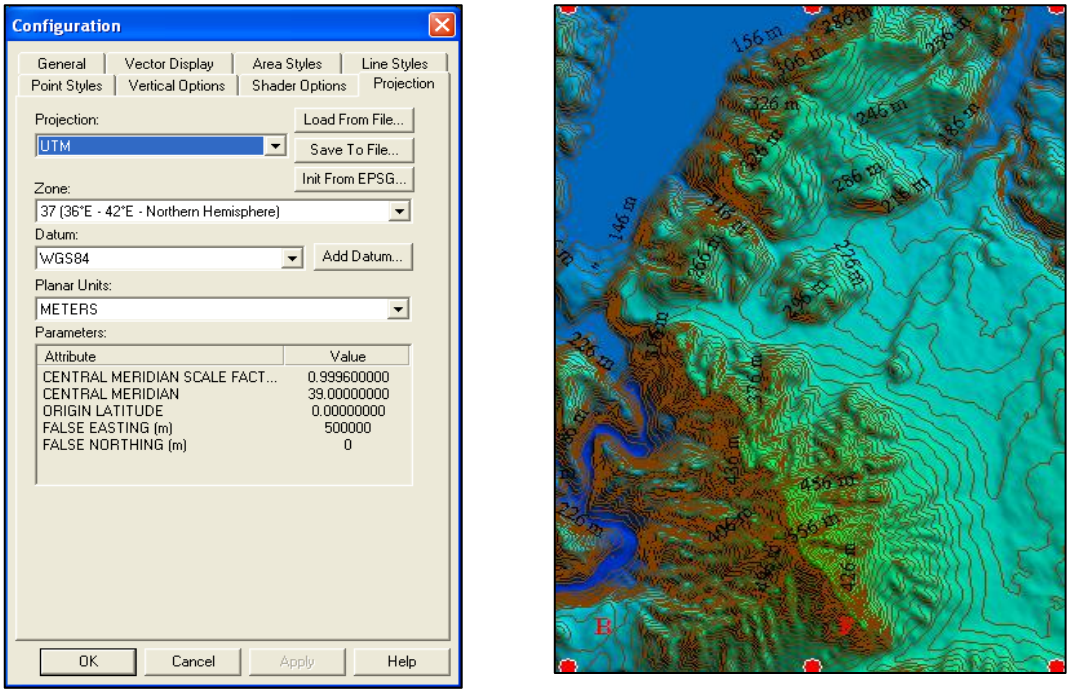
Dijital harita elde etmenin bir diğer yöntemi ise Digital Elevation Model (DEM) modellerini çeşitli programlarla uygun formata dönüştürmektir. DEM çoğunlukla uydu aracılığıyla oluşturulmuş, kare ağlardan oluşan 3 boyutlu arazi yüzey modellemeleridir.Surfer, Global Mapper ve benzeri programlarda bu modeller .bna ya da .map formatına dönüştürülebilir [74].

Aslantaş RES için vektör haritalar Shuttle Radar Topgraphy Mission (SRTM) DEM haritalarından dönüştürülmüştür. N37E036 dosyaları kullanılmıştır. Dosyalar .hgt formatındadır ve Global Mapper programı aracılığıyla düzenlenip WAsP harita (.map) formatına çevrilmiştir. Global Mapper vektör, raster, ağ ve DEM gibi birçok dijital harita ve modeli düzenleyebilen güçlü bir coğrafi bilgi sistemi (GIS) programıdır. Daha önceki bölümlerde anlatılan SRTM verilerinin Global Mapper programına aktarılmış hali Şekil 5.10'daki gibidir.



Şekil 5.10: STRM dosyalarının Global Mapper'daki ilk hali.

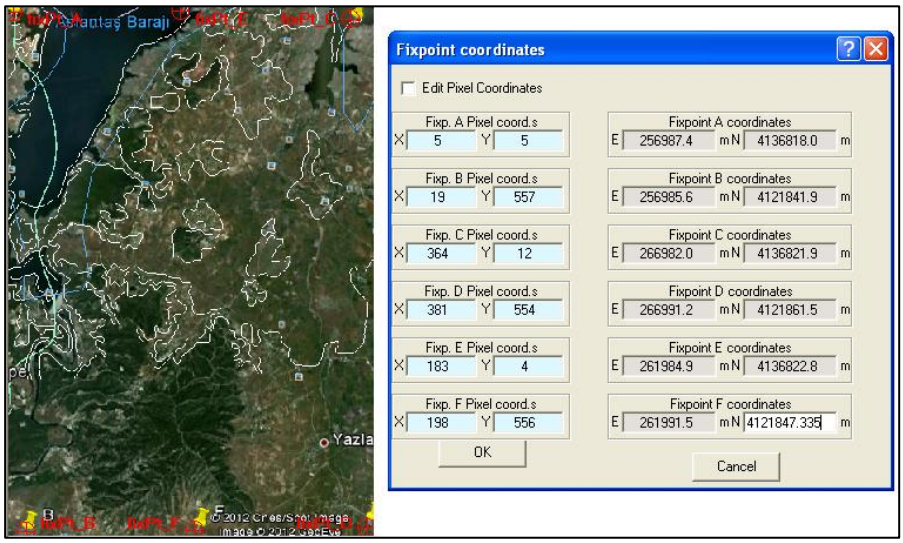
Map Editor, aktarılan haritalardaki eşyükselti çizgilerini düzenleyebilmektedir. Bu düzenleme otomatik olabildiği gibi manuel olarak da yapılabilmektedir. Otomatik düzenlemede toplam nokta sayısını, böylelikle harita boyutunu ve işlem süresini azaltmaya yarayan çizgi inceltme işlemi ve ayrılmış yada birbirine yakın olan çizgileri birleştiren çizgi birleştirme işlemi yapılabilmektedir. Manuel düzenlemede otomatik düzenlemedeki çizgi birleştirme ve çizgi inceltmenin yanı sıra çizgilerin tek tek seçilerek yerinin değiştirilmesi, istenilen noktada iki ayrı çizgi olacak şekilde kesilmesi, pürüzlülük çizgilerinin oluşturulması ve değiştirilmesi, ayrıca arka plan haritası üzerinde yeni eşyükselti çizgilerinin çizilmesi yapılabilmektedir.



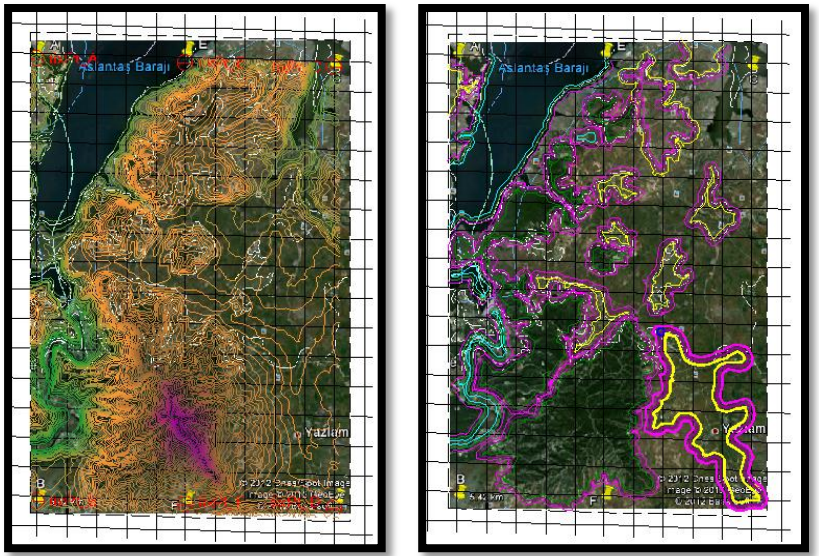
Şekil 5.11 Global Mapper'da Eşyükselti eğrileri çizilmiş proje alanı bilgileri ve gösterimi

Tüm bu dosyalar programa aktarıldıktan sonra WAsP ve Map Editor için projeksiyon Enlem/Boylam'dan UTM (Universal Transverse Mercator) projeksiyonuna çevrilmiştir. Kuşak olarak 37 (36° doğu - 42° doğu, kuzey yarım küre) seçilmiş, WGS 84 koordinat standardı baz alınmıştır. Birim ise metre olarak seçilmiştir. Daha sonra her ada ve çevresi sınırlandırılıp "generate contours" komutu ile eşyükselti eğrileri türetilmiştir. Türetme işlemi sırasında yükselti aralığı 10 m seçilmiş ve programa interpolasyon yaptırılmıştır. İşlemlerin sonunda dosya WAsP harita formatı olan .map olarak kaydedilmiştir.

Map Editor'un bir diğer özelliği de vektörel haritayı doğrulamak ve yeni eşyükselti çizgilerini oluşturulabilmesi ve bölgedeki pürüzlülük sınırlarını çizebilmek için arka plan haritası yükleyebilmesidir. Bu özellik işlenecek bölgenin topografik haritasının bilgisayar ortamında resim dosyasını gerektirmektedir. Bu resim dosyası ilgili yerlerden temin edilen kağıt paftaların tarayıcıdan geçmiş hali de olabilmektedir. Programa aktarılabilecek formatlar .bmp, .wmt, .emt, .jpeg ve .jpg'dir. Elbette ki verifikasyon için paftanın düzgün bir ölçeği ve projeksiyonu olmalıdır. Arka plan haritası programa aktarıldıktan sonra kalibrasyonu yapılmalıdır. Aslantaş RES için, hem Google Earth verileri, hem de Harita Genel Komutanlığı'ndan alınan bölge haritaları arka plan olarak kullanılmıştır.

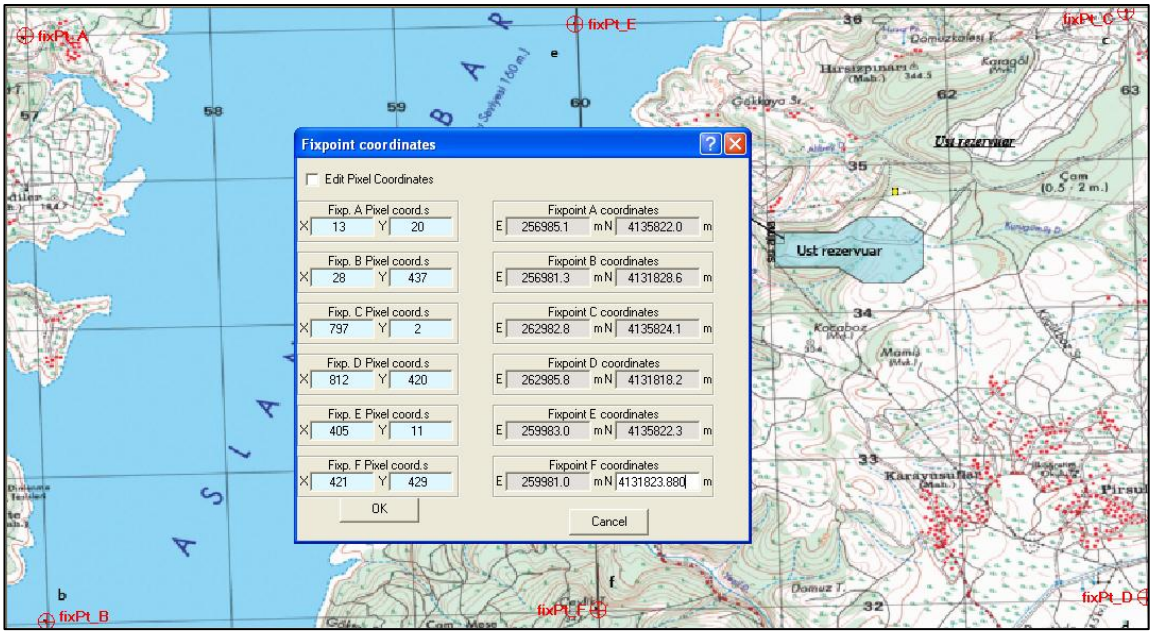


Şekil 5.12: Google Earth verilerinin arka plan olarak kullanılması



Şekil 5.13: Eş yükseltiler ve pürüzlülüklerin gösterildiği arka plan olarak Google Earth resimlerinin kullanılması

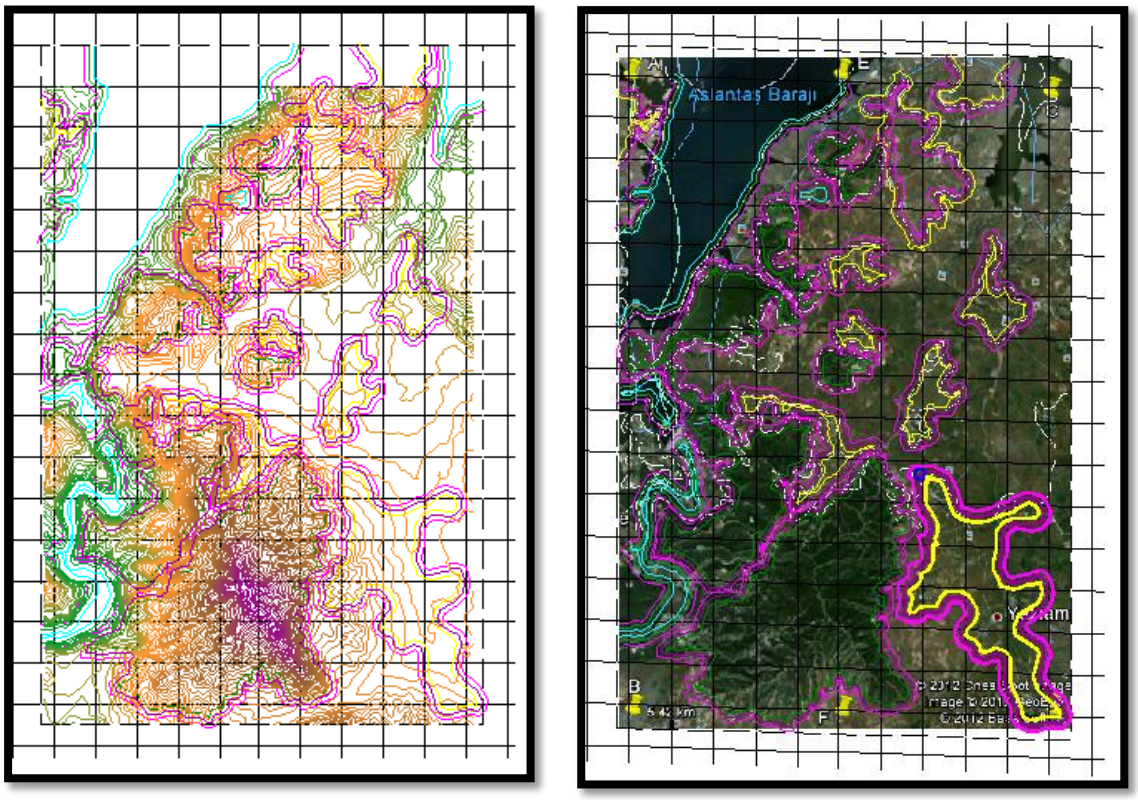
Kalibrasyon için öncelikle en az 3 adet sabit nokta belirlenmelidir. Bu noktaların pafta üzerindeki metrik koordinatları (UTM koordinatları) bir kenara not edilir, programa arka plan haritası yüklendikten sonra önceden belirlenen noktalar fare ile seçilir ve Şekil 5.14' deki ekrana sırayla girilerek kalibrasyon tamamlanır.



Şekil 5.14: Harita Genel Komutanlığı verilerinin arka plan olarak kullanılmasında köşe koordinatlarının sisteme girilmesi

Şekil 5.15: Harita Genel Komutanlığı verilerinin arka plan olarak kullanılması

Global Mapper'da STRM dosyasın dönüştürülen vektör haritasının Map Editor'da açılmış halleri Şekil 5.16'da görülmektedir.



Şekil 5.16: WAsP Map Editördeki eş yükseklik ve pürüzlülük çizgileri

Pürüzlülük çizgileri farklı pürüzlülüğe sahip alanların sınırlarını belirten ve programın hesaplaması için tanıtan çizgilerdir. WaSP'ın baz aldığı pürüzlülük değerleri ve karşılıkları Çizelge 5.1'de gösterilmiştir

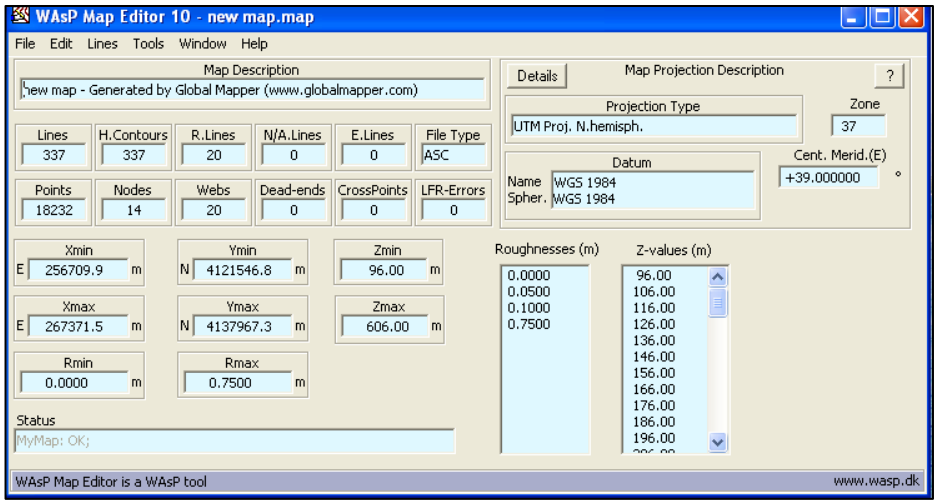
Çizelge 5-1: WaSP'ın baz aldığı pürüzlülük değerleri ve karşılıkları

Fiziksel z_0 (m)	Arazi Yüzey Karakteristiği	Pürüzlülük Sınıfı	WAsP'taki z_0 (m)
1.5		**4** (1.5 m)	1.5
> 1	Yüksek ağaçlı orman		> 1
1	Şehir		1
0.8	Orman		0.8
0.5	Dış mahalle	**3** (0.40 m)	0.5
0.4			0.4

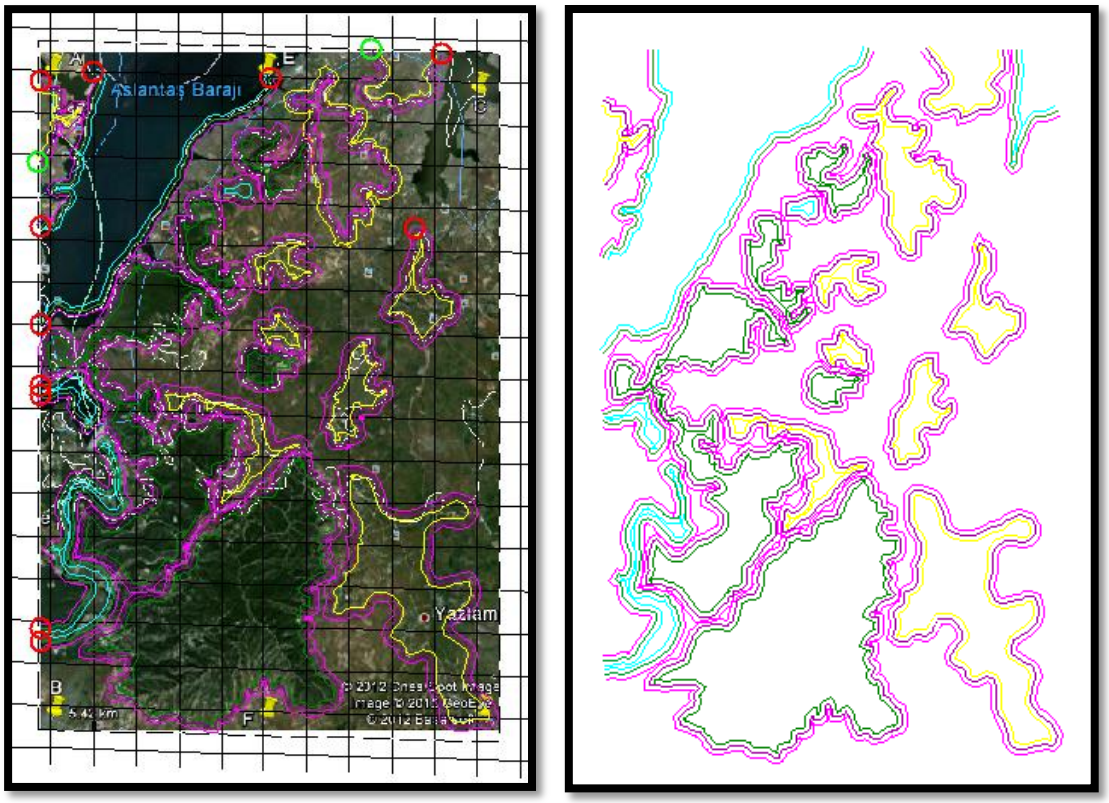
Çizelge 5-1 (devamı): WAsP'ın baz aldığı pürüzlülük değerleri ve karşılıkları

Fiziksel z_0 (m)	Arazi Yüzey Karakteristiği	Pürüzlülük Sınıfı	WAsP'taki z_0 (m)
0.3	Rüzgar kıran		0.3
0.2	Birçok ağaç ve/veya çalı		0.2
0.1	Sık görünümlü çiftlik alanı	**2** (0.10 m)	0.1
0.05	Açık görünümlü çiftlik alanı		0.05
0.03	Seyrek binalı/ağaçlı çiftlik alanı	**1** (0.03 m)	0.03
0.02	Bina ve ağaçlı havaalanı		0.02
0.01	Havaalanı pisti		0.01
0.008	Biçilmiş çim		0.008
0.005	Açık toprak (düzgün)		0.005
0.001	Kar yüzeyi (düzgün)		0.003
0.0003	Kum yüzeyi (düzgün)	**0** (0.0002 m)	0.003
0.0002	(Atlasta su yüzeyi için kullanılmaktadır)		0
0.0001	Suyüzeyi(göl, fiyort, açık deniz)		0

Aslantaş RES Projesi için çalışılan verilerin gösterildiği WAsP Map Editör bilgileri Şekil 5.17'de gösterildiği gibidir.



Şekil 5.17: WAsP Map Editör Harita Bilgileri

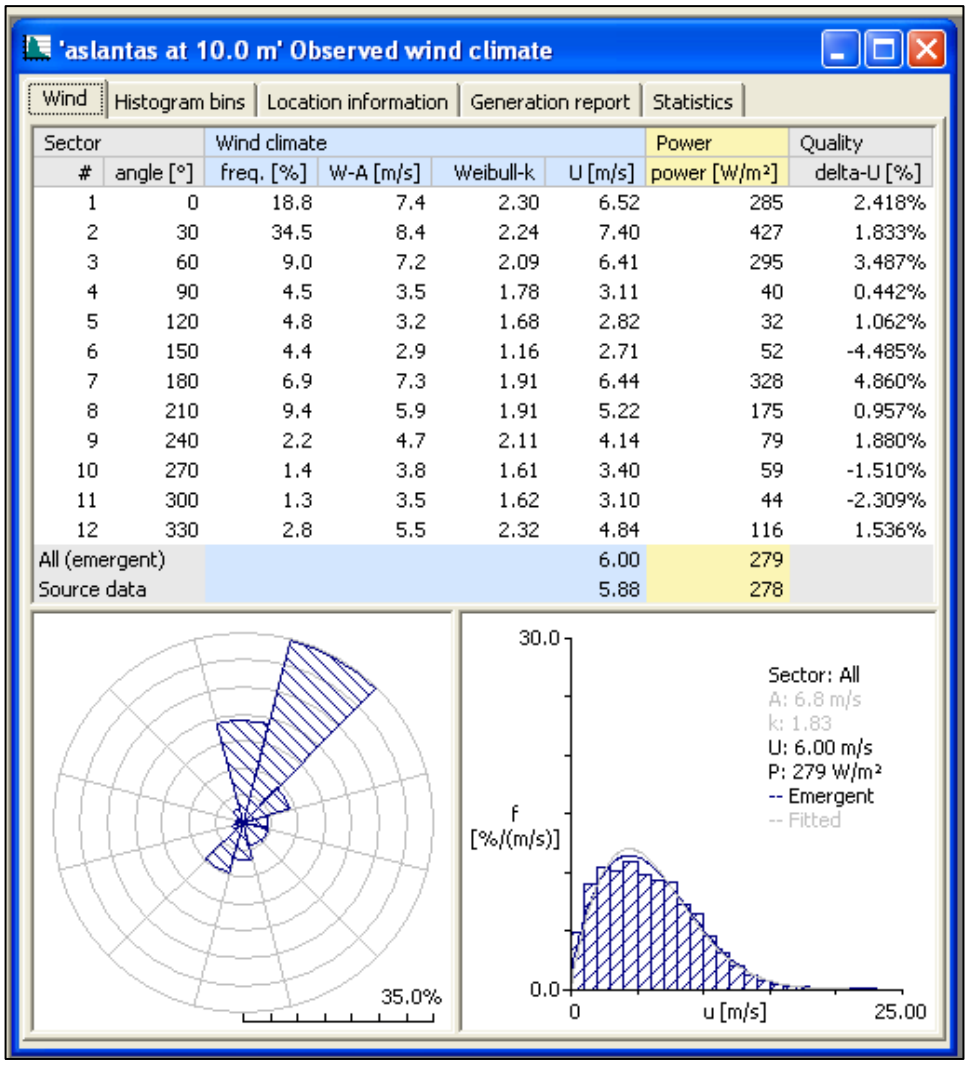


Şekil 5.18: LFR hataları ve düzeltilmiş halleri

Pürüzlülük değerlerini çizgilere atarken dikkat edilmesi gereken bazı noktalar bulunmaktadır. Çizgiler ya kapalı bir halka oluşturmalıdırlar ya da uçları bir diğer pürüzlülük çizgisinin düğümüne veya sınır düğümüne bağlanmalıdır. Aksi halde kör uç hatası oluşmaktadır ve bu hesaplamalarda hataya yol açmaktadır. Bir diğer önemli nokta ise Şekil 5.18'de gösterilen Line Face Rougness (LFR) hatalarıdır. Bunlar karşılıklı yüzleri birbirine bakan pürüzlülük çizgilerinin aynı değeri taşımamalarıdır.

5.3.4. Rüzgar Atlası ve Veri Haritaları

Aslantaş RES'e ait rüzgar atlası Şekil 5.19'da görülebilmektedir. Rüzgar atlasında çeşitli yükseklik ve pürüzlülük değerlerine göre sonuçlar hesaplanmıştır. Pencerenin alt kısmındaki rüzgar gülünde istenen pürüzlülük ve yükseltiye ait rüzgar gülü ve frekans-hız grafiği seçilebilmektedir. Bu grafikler tüm sektör ortalamalarını verebildiği gibi her sektör için ayrı ayrı güç yoğunluğu, ortalama hız, Weibull-A ve Weibull-k dağılımları detaylarını da göstermektedir.



Sector		Wind climate				Power	Quality
#	angle [°]	freq. [%]	W-A [m/s]	Weibull-k	U [m/s]	power [W/m²]	delta-U [%]
1	0	18.8	7.4	2.30	6.52	285	2.418%
2	30	34.5	8.4	2.24	7.40	427	1.833%
3	60	9.0	7.2	2.09	6.41	295	3.487%
4	90	4.5	3.5	1.78	3.11	40	0.442%
5	120	4.8	3.2	1.68	2.82	32	1.062%
6	150	4.4	2.9	1.16	2.71	52	-4.485%
7	180	6.9	7.3	1.91	6.44	328	4.860%
8	210	9.4	5.9	1.91	5.22	175	0.957%
9	240	2.2	4.7	2.11	4.14	79	1.880%
10	270	1.4	3.8	1.61	3.40	59	-1.510%
11	300	1.3	3.5	1.62	3.10	44	-2.309%
12	330	2.8	5.5	2.32	4.84	116	1.536%
All (emergent)					6.00	279	
Source data					5.88	278	

Şekil 5.19: Aslantaş rüzgar analiz sonuçları

5.3.5. Türbin yerleşimi ve mikro-konuşlandırma

Vektör harita hazırlandıktan sonra Climate Analyst'te hazırlanan gözlenmiş rüzgar iklimi ile birlikte WaSP ana programına aktarılıp oluşturulan sonuçlar üzerinde yerleşim ve değerlendirme yapılır. Program işlem ağacı belirli bir sıraya göre yürümektedir ve girdiler de buna göre aktarılmalıdır.

Program işlem ağacında ilk olarak bir rüzgar atlası oluşturulur. Rüzgar atlasının alt menüsünde meteoroloji istasyonu otomatik olarak yerini alır. Bu meteoroloji istasyonuna Climate Analyst'te oluşturulan gözlenmiş rüzgar iklimi aktarılır. Rüzgar atlası oluşturmak için gerekli son veri vektör haritasıdır. Vektör haritasının aktarılması sayesinde meteoroloji istasyonunun konumu ve çevresindeki coğrafi özellikler rüzgar atlası oluşturmada kullanılır. Climate Analyst'te oluşturulan

gözlenmiş rüzgar iklimi meteoroloji istasyonunun ölçüm sahasına ait coğrafi etkileri taşımakta iken rüzgar atlası ölçüm sahasından bağımsızdır.

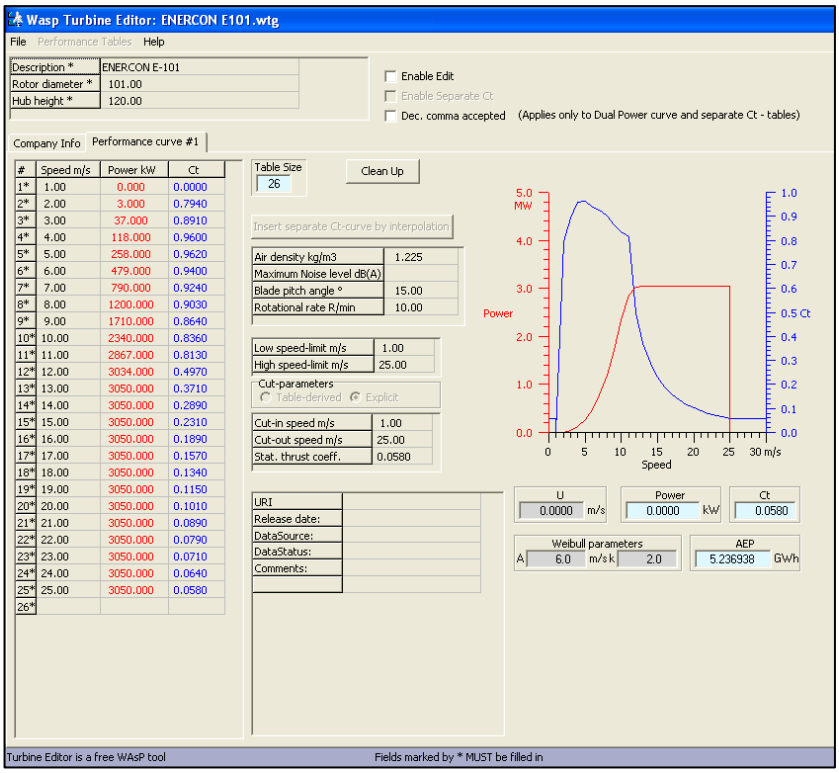
Vektör harita ve rüzgar ölçüm verileri WAsP için iki hayati faktördür. Bu faktörler sorunsuz olarak işlendikten ve aktarıldıktan sonra türbin sahası belirlenebilir, rüzgar tarlası oluşturulabilir, ortalama hız, güç yoğunluğu, yıllık enerji üretimi, Weibull-A ve Weibull-k dağılımları, sektör frekansı, yükselti ve pürüzlülükten kaynaklanan değişimleri gösterebilen veri haritası (resource grid) oluşturulabilir.

Veri haritası da türbin sahası da ilk olarak oluşturulabilir fakat önce veri haritasını oluşturup, daha sonra rüzgar hızını ya da güç yoğunluğunu gösteren harita üzerinde yerleşim yapılması yüksek verimli ve zamandan tasarruf eden bir yerleşim sağlayacaktır.

WAsP kara üzerinde analiz yapmak amacıyla geliştirilmiş bir program olup, teknoloji ve güncel koşullar ile birlikte açık deniz talebinin ve uygulamasının artması sonucu açık deniz analiz yapabilecek şekilde düzenlemelere tabi tutulmuştur. Haritanın sınırlarının genişletilmesi ile birlikte kıyıdan daha uzak noktalara da yerleşim yapılabilmektedir

WaSP ara yüzünde bir çalışma alanı (workspace) bulunmaktadır ve bu çalışma alanı altında istenilen sayıda proje yaratılabilmektedir. Girdiler ve hesaplamalar projeler altında olmaktadır. Her projeye bir adet meteoroloji istasyonu ve bu istasyona ait bir rüzgar atlası ve istenildiği kadar veri haritası işlenebilmektedir. Fakat bir çalışma alanında ne kadar fazla proje bulunursa işlem ve kayıt süresi de aynı oranda uzun sürmektedir. Aynı şekilde bir proje içinde ne kadar çok eleman ve rüzgar tarlasında ne kadar çok türbin bulunursa işlem süresi o kadar uzamaktadır.

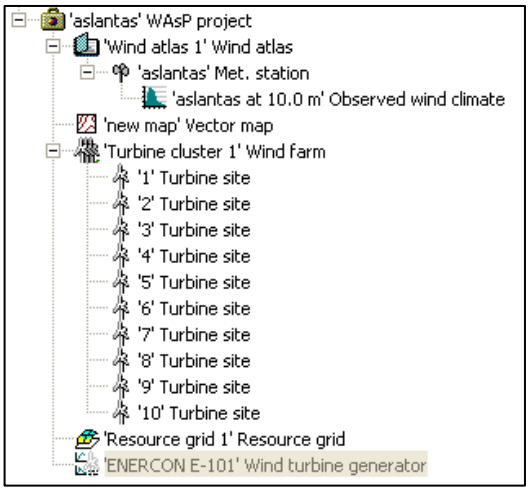
WaSP türbinlerin ürettiği enerjiyi hesaplarken program içinde bulunan türbin güç eğrilerini, hesaplanan hız değerleri ve Weibull olasılık dağılım fonksiyonunu kullanmaktadır. Program dahilinde bulunan güç eğrilerinden bir örnek Şekil 4.30'da görülmektedir. Bu şekilde türbine ait iki adet grafik bulunmaktadır. Biri y ekseni pencerenin solunda bulunan rüzgar hızı - güç grafiğidir. Diğeri ise y ekseni pencerenin sağında bulunan rüzgar hızı - itme katsayısı grafiğidir. Şekil 5.20'te 3 MW gücündeki ENERCON E-101 Turbinine ait güç eğerisinin WAsP Turbine Editör'de hazırlanması verilmiştir.



#	Speed m/s	Power kW	Ct
1*	1.00	0.000	0.0000
2*	2.00	3.000	0.7940
3*	3.00	37.000	0.8910
4*	4.00	118.000	0.9600
5*	5.00	258.000	0.9620
6*	6.00	479.000	0.9400
7*	7.00	790.000	0.9240
8*	8.00	1200.000	0.9030
9*	9.00	1710.000	0.8640
10*	10.00	2340.000	0.8360
11*	11.00	2867.000	0.8130
12*	12.00	3034.000	0.4970
13*	13.00	3050.000	0.3710
14*	14.00	3050.000	0.2890
15*	15.00	3050.000	0.2310
16*	16.00	3050.000	0.1890
17*	17.00	3050.000	0.1570
18*	18.00	3050.000	0.1340
19*	19.00	3050.000	0.1150
20*	20.00	3050.000	0.1010
21*	21.00	3050.000	0.0890
22*	22.00	3050.000	0.0790
23*	23.00	3050.000	0.0710
24*	24.00	3050.000	0.0640
25*	25.00	3050.000	0.0580
26*			

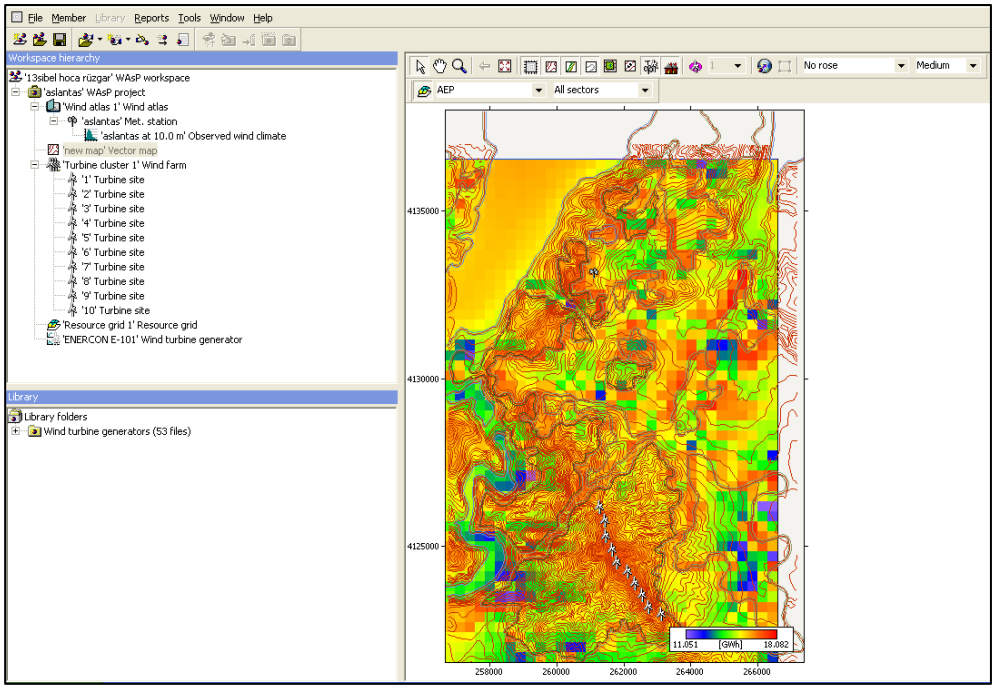
Şekil 5.20: 3 MW gücündeki ENERCON E-101 Turbinine ait güç eğerisinin WAsP Turbine Editör'de hazırlanması

- WAsP Climate Analyst'te hazırlanan, Rüzgar verileri ve sonrasında oluşturulan Rüzgar atlası,
- WAsP Map Editör'de hazırlanan, vektör harita,
- WAsP Turbine Editör'de hazırlanan türbin güç eğrisi WAsP 10.0 a girilerek, Şekil 5.21'teki işlem ağacı oluşturulmuştur.

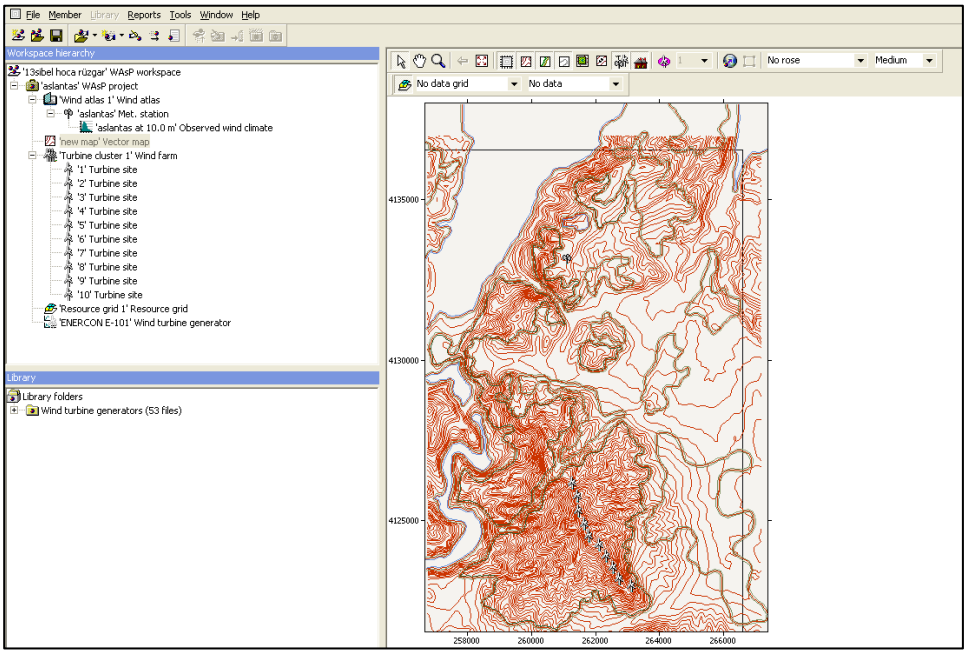


Şekil 5.21: Aslantaş PHES WAsP İşlem ağacı

Bu çalışmada çok sayıda alternatif incelenmiş ve en uygun olan türbin yerlerine konuşlandırma yapılmıştır. Türbinler için en uygun olan yerler WAsP aracılığı ile belirlenmiştir. Şekil 5.22 ve Şekil 5.23'den görebileceğimiz gibi, kırmızı renge yakın olan bölgeler, enerji üretiminin en yüksek olduğu bölgelerdir.

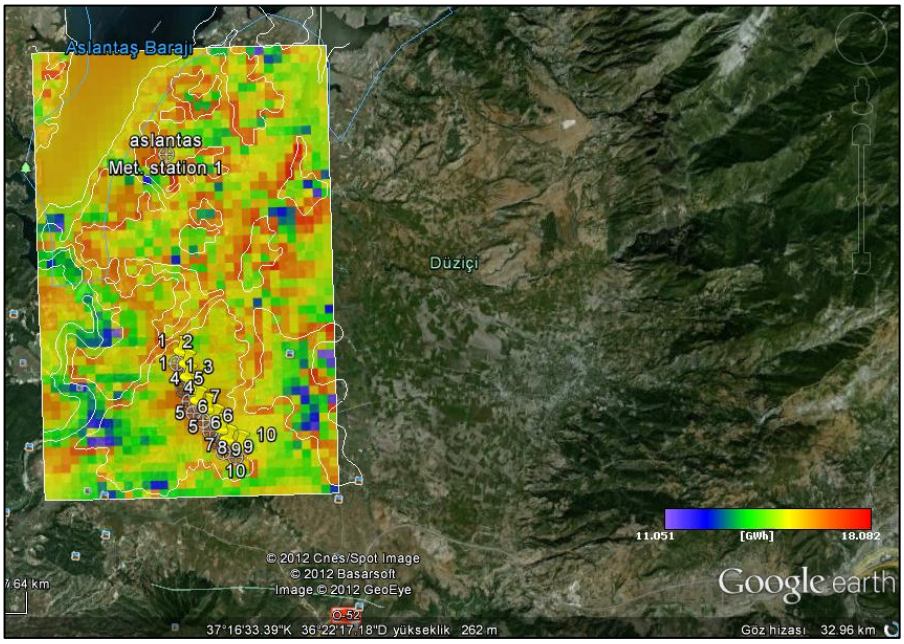


Şekil 5.22: Aslantaş PHES'in WAsP resource grid görünümü

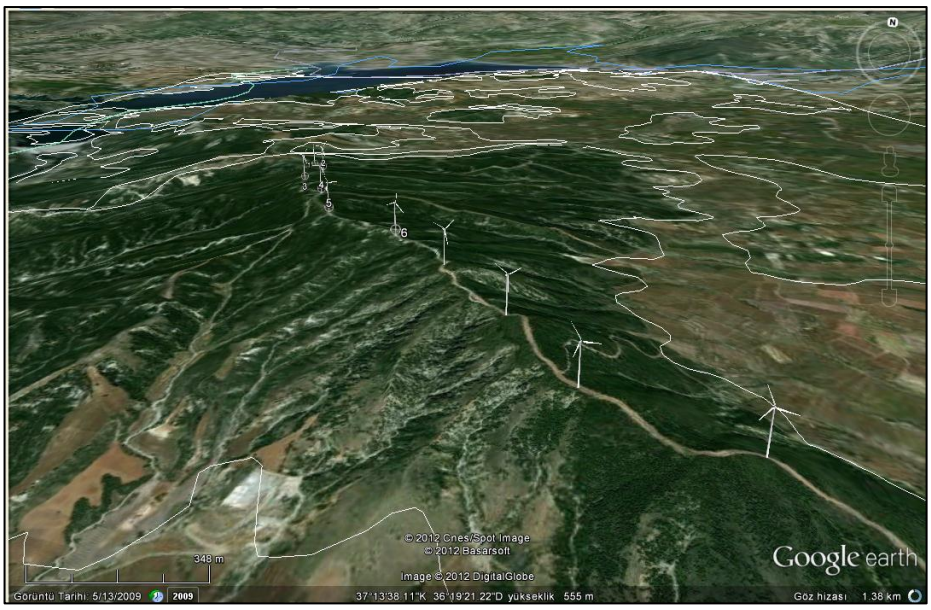


Şekil 5.23: Aslantaş PHES'in WAsP resource grid görünümü

Örnek çalışmanın google earth görüntüleri Şekil 5.24 ve Şekil 5. 25'de gösterildiği gibidir.

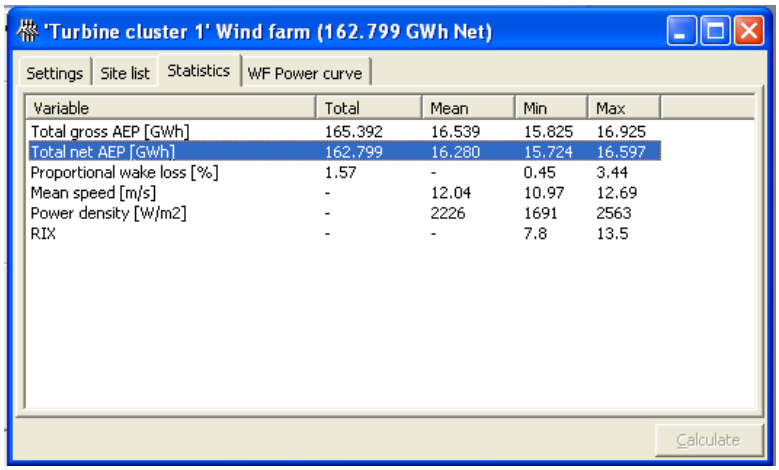


Şekil 5.24: Projenin Google Earth Görünümü



Şekil 5.25: Mikrokonuşlandırması yapılan türbinlerin Google Earth Görünümü

Türbinler mikro-konuşlandırma yapıldıktan sonra, türbin özellikleri, hub yüksekliği resource grid için önemli bir değer oluşturmaktadır. Aslantaş PHES Sisteminde 10 adet 3'er MW gücünde ENERCON E-101 türbinleri kullanılmıştır. Bu türbinlerin hub yüksekliği 120 m dir. Aşağıdaki şekilde WAsP programında yapılan tüm bu aşamalar sonucundaki yıllık üretim miktarımızı vermektedir. (Şekil 5.26)



Variable	Total	Mean	Min	Max
Total gross AEP [GWh]	165.392	16.539	15.825	16.925
Total net AEP [GWh]	162.799	16.280	15.724	16.597
Proportional wake loss [%]	1.57	-	0.45	3.44
Mean speed [m/s]	-	12.04	10.97	12.69
Power density [W/m2]	-	2226	1691	2563
RIX	-	-	7.8	13.5

Şekil 5.26 : WAsP üretim sonuçları

Oluşturmuş olduğumuz rüzgar tarlasının üreteceği yıllık net enerji aşağıdaki şekilde de belirtildiği gibi, 162,799 GWh'dir. Bu enerji daha önce anlatılan senaryolarda belirtildiği gibi, pompalama için kullanılacak olan enerjidir. Ne kadarını kullanacağımız ya da pompalama için olan ihtiyacımızın ne kadarını karşılayacağı çalışmamız için önem arz etmektedir.

Bu incelemeyi yapabilmek için, Aslantaş PHES santralinin ve yeni boyutlandırılan PHES'in verileri incelenecektir. Rüzgar enerjisinin pompalamanın ne kadarını sağladığı, yeterli olup olmadığı bu karşılaştırma sonucunda belirlenecek ve ona göre senaryolar yorumlanacak ve maliyet analizine geçilecektir.

5.4. Elektrik Piyasası Fiyat Analizi

4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu (20.02.2001)'nda Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi ile tamamlanan ikili anlaşmalar piyasası öngörülmektedir. Piyasa modelinin ana unsurlarından biri olan ikili anlaşmalar, tüm koşulları ve süresi taraflar arasında serbest olarak belirlenen özel hukuk hükümlerine tabi anlaşmalardır.

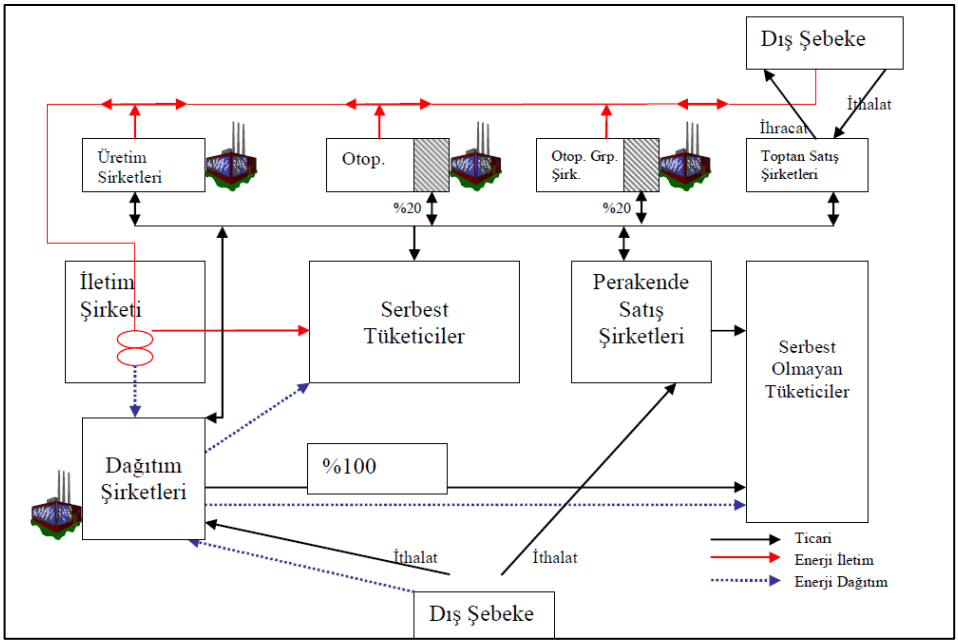
Başlangıçta ne kadar hassas bir tahmin yapılırsa yapılsın uygulamada, ikili anlaşmanın her iki tarafında da değişen koşullar ve beklenmeyen durumlar nedeniyle ikili anlaşmalar kapsamında öngörülen sunum ve tüketim dengesi bozulabilir. Bu durumda iletim sistem işletmecisi (Ulusal Yük Dağıtım Merkezi), Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi tarafından alınmış tekliflere göre, yük alma teklifi veren üretim şirketlerinin üretimlerini artırarak ya da yük atma teklifi veren üretim şirketlerinin üretimlerini azaltarak nihai fiziki dengeyi sağlar. Bu durumda Piyasa Mali

Uzlaştırma Merkezi sistem katılımcılarını neden oldukları dengeleme ve uzlaştırma maliyetleri oranında ücretlendirir.

Lisans, bir tüzel kişinin piyasada faaliyet gösterebilmek için Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu'ndan (EPDK) almak zorunda olduğu bir yetki belgesidir. Kanun kapsamında lisans sahibi tüzel kişiler tarafından gerçekleştirilebilecek faaliyetler aşağıda yer almaktadır:

- Üretim
- İletim
- Dağıtım
- Toptan Satış
- Perakende Satış
- Perakende Satış Hizmeti
- İthalat ve İhracat

Piyasanın düzenleme ve kontrol yetkisi 4628 sayılı yasa ile bağımsız bir kurula (EPDK) devredilmiştir. EPDK yayınladığı ikincil mevzuat ile adım adım piyasayı açmaya başlamıştır. EPDK piyasanın fiziki ve nakdi dengelemesini TEİAŞ bünyesinde kurulan PMUM ve UYDM aracılığı ile yapmaktadır **[75]**.



Şekil 5.27: Piyasa Yapısı

2000'li yıllarda elektrik dağıtım sisteminin mücadele edilen iki büyük sorunu vardır.

1. Kayıp kaçak oranlarının yüksekliği,

2. İşletme maliyetlerinin yüksekliği (kr/kWh)

Özelleştirme metodolojisi hazırlanırken verilen hedefler (Hedef kayıp kaçak oranları ve hedef birim maliyetler) ile sistemin düzenlenmesi ve bölgesel maliyet farklılıklarının giderilerek 4628 sayılı yasanın öngördüğü maliyet tabanlı bölgesel tarifelere geçişi hedeflenmiştir.

Elektrik dağıtım şirketleri özelleştirme metodolojisi tespit edilirken bu kronik iki problemin çözülmesi yönünde bir görüş oluşturulmuştur. Doğru olarak oluşturulan bu görüşe göre (özelleşen) dağıtım şirketlerine kayıp-kaçak oranı ve işletme maliyetleri ile ilgili olarak geçiş dönemi boyunca hedefler verilmesi kararlaştırılmıştır. Bu hedefler sonucunda kayıp-kaçak oranı ve dağıtım maliyetleri farklı olan dağıtım şirketleri aynı çizgiye getirilecek ve geçiş dönemi bitirilecektir. Hedefi tutturan (veya daha iyi konuma getiren) dağıtım şirketleri karlı duruma geçecekler; hedefi tutturamayanlar ise zarar edeceklerdir. Bu mantık içerisinde aşağıda belirlenen tarifeler oluşturulmuştur [75].

5.4.1. Elektrik Piyasası Kullanılan Tarifeler

- Dağıtım Şirketi Tarifeleri (Dağıtım Şirketi Tarife Bileşenleri)

Temel Tarife Bileşenleri:

- Perakende Enerji Satış Tarifesi
- Dağıtım Sistem Kullanım Tarifesi
- Perakende Satış Hizmeti Tarifesi
- İletim Bedeli
- Sayaç-Okuma Tarifesi
- Kayıp (Kaçak) Tarifesi'dir.

Perakende enerji satış tarifesi; tedarikçilerden satın alınan birim elektrik enerjisinin satılması için belirlenen birim elektrik enerji (kr/kWh) satış fiyatıdır.

Tarife Çizelgesi

Perakende Satış Tarifesi	Aktif Enerji Bedeli				Kayıp/Kaçak Bedeli
	Tek Zamanlı	Çok Zamanlı			
		Gündüz	Puant	Gece	
	Ykr/kwh	Ykr/kwh	Ykr/kwh	Ykr/kwh	Ykr/kwh
Sanayi					
Ticarethane					
Mesken					
Tarımsal Sulama					
Aydınlatma					

Dağıtım Sistem Kullanım Tarifesi	Kapasite (Güç) Bedeli	Dağıtım Bedeli	Kapasite (Güç) Aşımı	Reaktif Enerji Bedeli**
	Ykr/Ay/kW	Ykr/kwh	Ykr/Ay/kW	ykr/kVARh
Sanayi - Çift Terimli				
Sanayi - Tek Terimli				
Orta Gerilim				
Alçak Gerilim				
Ticarethane				
Mesken				
Tarımsal Sulama				
Aydınlatma				

Perakende Satış Hizmeti Tarifesi	P.S.H. Bedeli
	Ykr/kwh
Tüm Kullanıcılar	
Orta Gerilim	
Alçak Gerilim	

İletim Tarifesi	İletim Bedeli
	Ykr/kwh
İletim Tarifesi	

Toplam Tarifeler	Kapasite (Güç) Bedeli	Kapasite (Güç) Aşımı	Tek Zamanlı	Çok Zamanlı		
				Gündüz	Puant	Gece
				(06-17)	(17-22)	(22-06)
	Ykr/Ay/kW	Ykr/Ay/kW	Ykr/kwh	Ykr/kwh	Ykr/kwh	Ykr/kwh
Sanayi - Çift Terimli						
Sanayi - Tek Terimli						
Orta Gerilim						
Alçak Gerilim						
Ticarethane						
Mesken						
Tarımsal Sulama						
Aydınlatma						

Emreamade Kapasite Bedeli (Ykr/Ay/kWh)	

Şekil 5.28 : Tarife Bileşenleri-Maliyet Tabanlı tarife çizelgeleri

Perakende enerji satış tarifesi, satışa sunulan birim enerji (kWh) için geçerli olan ve mesken, sanayi, ticarethane, tarımsal sulama, aydınlatma ana abone grubu bazında

- Tek zamanlı
- Çok zamanlı olmak üzere hesaplanmaktadır.

Tek zamanlı perakende enerji satış tarifesi, günün tüm zamanlarında tüketilen elektrik enerjisine tek bir fiyat uygulanan tarifedir. Bu durumda kullanıcı enerjisini hangi saatte tüketirse tüketsin kWh başına aynı fiyatı ödeyecektir. Kısaca, enerjinin kWh bedelinin 24 saat boyunca değişmediği tarife kategorisidir.

Tek zamanlı perakende enerji satış tarifesi, mesken, sanayi, ticarethane, tarımsal sulama ve aydınlatma abone gruplarının yük profillerine göre belirlenen gece, gündüz ve puant dönemi nispi tüketim oranları ile yukarıda anlatılan yönteme göre belirlenen çok zamanlı fiyatların parçalanması suretiyle her abone grubu için ayrı

ayrı belirlenmekte ve ortaya çıkan fiyat perakende enerji satış marjı oranında arttırılmaktadır.

Çok zamanlı perakende enerji satış tarifesi, günün farklı zaman dilimlerindeki tüketimlere farklı fiyat uygulanan tarifedir. Enerjinin kWh bedeli

Gündüz dönemi 06:00-17:00

Puant dönemi 17:00-22:00

Gece dönemi 22:00-06:00 saatleri arasında farklı uygulanmaktadır.

Mesken, sanayi, ticarethane, tarımsal sulama ve aydınlatma abone grupları için yük profillerine göre belirlenen bölgesel 3 zamanlı tüketim oranları ile her abone grubu için satılacağı öngörülen enerji miktarı dikkate alınarak gece, gündüz ve puant dönemlerine ait tüketim oranları belirlenmiştir. Belirlenen tüketim oranları dikkate alınarak, ortalama enerji alım maliyeti gece, gündüz ve puant dönemi olarak ayrıştırılmış ve bu fiyatlar, perakende enerji satış marjı oranında arttırılarak abone grubu ayrımı olmaksızın gece, gündüz ve puant fiyatları olarak belirlenmiştir [75].

Temmuz 2011 - Ekim 2011 Tarife Karşılaştırması

	Ticarethane			Sanayi OG			Sanayi AG			Mesken		
	Tem.11	Eki.11	Değişim	Tem.11	Eki.11	Değişim	Tem.11	Eki.11	Değişim	Tem.11	Eki.11	Değişim
Tek Zamanlı	18,011	17,877 ▼	-0,135	13,452	15,449 ▲	1,998	13,675	15,051 ▲	1,377	14,862	16,343 ▲	1,481
Gündüz	16,566	16,328 ▼	-0,238	13,354	15,346 ▲	1,992	13,577	14,948 ▲	1,371	13,588	15,039 ▲	1,451
Puant	28,249	28,895 ▲	0,647	24,457	27,666 ▲	3,210	24,680	27,268 ▲	2,588	25,336	27,113 ▲	1,777
Gece	8,165	7,266 ▼	-0,898	5,369	6,461 ▲	1,092	5,591	6,063 ▲	0,472	5,139	6,332 ▲	1,193
Kayıp/Kaçak	2,851	3,134 ▲	0,283	2,155	1,839 ▼	-0,316	2,099	2,680 ▲	0,581	2,331	2,924 ▲	0,594
Dağıtım	3,186	3,186 —	0,000	1,638	1,638 —	0,000	2,558	2,558 —	0,000	3,276	3,276 —	0,000
PSH	0,362	0,362 —	0,000	0,362	0,362 —	0,000	0,362	0,362 —	0,000	0,362	0,362 —	0,000
Sayaç okuma	0,104	0,104 —	0,000	0,104	0,104 —	0,000	0,104	0,104 —	0,000	0,104	0,104 —	0,000
İletim	0,724	0,724 —	0,000	0,724	0,724 —	0,000	0,724	0,724 —	0,000	0,724	0,724 —	0,000
Fon Toplam	7,227	7,509 ▲	0,283	4,982	4,667 ▼	-0,316	5,847	6,428 ▲	0,581	6,797	7,391 ▲	0,594
Genel Toplam	25,238	25,386 ▲	0,148	18,434	20,116 ▲	1,682	19,522	21,479 ▲	1,958	21,659	23,734 ▲	2,075
Zam Oranı			0,59%			9,12%			10,03%			9,58%

Şekil 5.29: Temmuz 2011- Ekim 2011 Tarife Karşılaştırması

- Elektrik İletim Tarifeleri; elektrik enerjisinin gerilim seviyesi 36 kV üzerindeki hatlar üzerinden naklini ifade eder.

36kV ≤ Dağıtım

36kV > İletim (66kV, 154kV, 380kV)

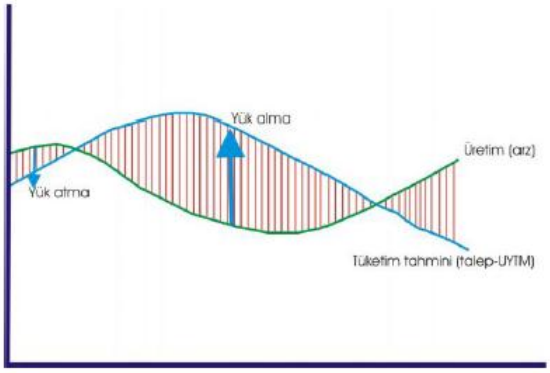
36 kV üstü gerilim seviyesinden bağlı olan üretim tesislerinin bittiği noktalardan itibaren, iletim şalt sahalarının orta gerilim fiderleri de dahil olmak üzere dağıtım tesislerinin bağlantı noktalarına kadar olan tesisler iletim tesisleri olarak tanımlanmıştır.

TEİAŞ iletim tarifesi; iletim sistemi sistem kullanım fiyatı, iletim sistemi sistem işletim fiyatı ve iletim ek ücretinden oluşmaktadır. 14 bölge bazında üretici ve tüketiciler için ayrı ayrı olmak üzere iletim tarifesi uygulanır

EPDK tarafından 09/12/2010 tarihinde yayınlanan 2913 Sayılı Kurul Kararında belirtildiği gibi iletim tarifelerinde iletim sistemi, sistem kullanıcıları üretici ve tüketici olarak iki grupta kategorize edilir ve bu şekilde hesaplamalar yapılır [76].

5.4.2. PMUM ve Fiyat Analizi

Enterkoneksiyona dahil olan tüm üretim birimlerinin Ertesi gün için üreteceği değerler "Üretim-arz" grafiğini göstermektedir. Sistem İşletmecisi de (UYTM) ertesi güne ilişkin bir tüketim tahmininde bulunmaktadır. Bu ise "Tüketim Tahmini-talep" grafiği ile gösterilmektedir.



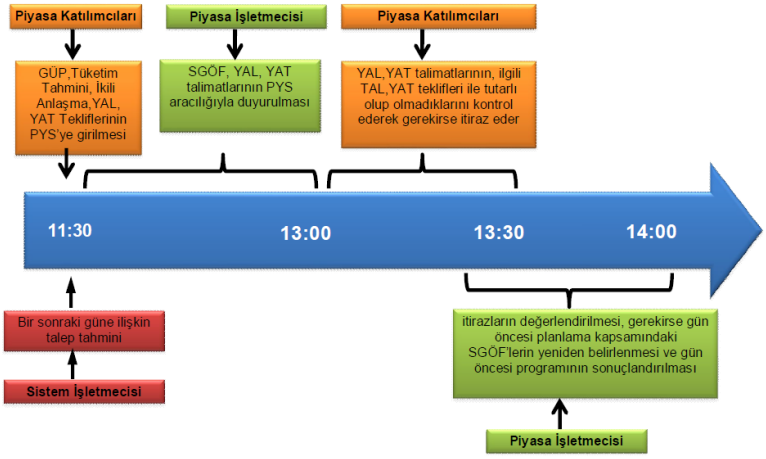
Şekil 5.30: Piyasa Ana Mantığı

Teorik olarak piyasanın istenen grafiği "Üretim" ve "Tüketim Tahmini" eğrilerinin üst üste çakışmasıdır. Bu her iki eğrinin kesişmediği yerlerde piyasa mekanizması içerisinde arz ve talebi kesiştirmek ve her iki eğriyi üst üste çakıştırmak için yapılan tüm faaliyetler "dengeleme" faaliyetleri olarak adlandırılmaktadır.

Sistem işletmecisi üretimin tüketimden fazla olduğu durumlarda santrallerden yük attırmak, üretimin tüketimden az olduğu durumlarda ise santrallerle yük aldırmak suretiyle sistemin dengesini sağlar.

Bu durumda gün öncesi planlama kapsamında piyasa işletmecisi, dengeleme güç piyasası kapsamında ise sistem işletmecisi tarafından üretim azalması için verilen talimatlara Yük-atma (YAT), üretim artışı için verilen talimatlara da Yük-al (YAL) talimatları denilmektedir.

Gün Öncesi Planlama, PMUM (Piyasa İşletmecisi) tarafından yürütülen gün öncesi faaliyetleri kapsamaktadır.

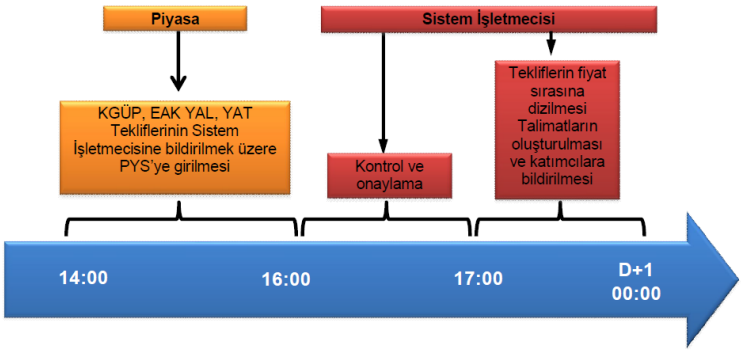


Şekil 5.31: Gün öncesi Planlama Süreçlerinin şekilsel anlatımı

Piyasa katılımcısı gün öncesinde Piyasa İşletmecisine şu girdileri vermek zorundadır:

- Günlük Üretim Programı
- İkili anlaşma
- Serbest tüketicilerin tüketimi

Dengeleme Güç Piyasası'nda Saat 14:00 ile 16:00 arasında Piyasa Katılımcıları kesinleşmiş günlük üretim programlarını, emreamade kapasitelerini, yük alma ve yük atma miktar ve fiyat setlerini UYTM'ye bildirirler [76].



Şekil 5.32: Dengeleme Güç Piyasası

5.4.3. 2010 ve 2011 Yılları Aylık-Saatli Bazda Elektrik Fiyat Analizi

Ülkemizde; Elektrik Piyasası Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği 14.04.2009 tarihinde yürürlüğe girmiş, Gün öncesi Planlama ve Yeni Yönetmeliği 01.12.2209 tarihinde nakdi olarak uygulanmaya başlamıştır. Bu kapsamda; elektrik fiyatlarının analiz edilebilmesi için araştırmalar yapılmış ve Temmuz 2009 tarihinden başlamak üzere Sistem Gün Öncesi Fiyatlarına ulaşılmıştır [76].

Önceki bölümlerde, 2010 ve 2011 yıllarına ait rüzgar verileri kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında ekonomik değerlendirmeler yapabilmek, üretilen rüzgar enerjisinden elde edeceğimiz kazancı hesaplayabilmek, PHES'in depolaması için gerekli enerji bedelini hesaplayabilmek, aynı şekilde PHES'in pik saatlerde üretim yaptığında hangi fiyatlar bazında kazanç elde edeceğini hesaplayabilmek için saatlik bazda rüzgar verileri ile ortak bir dönem olan 2010 ve 2011 elektrik fiyatları incelenmiş ve grafikler halinde analiz edilmiştir. (EK-A)

Aylık bazda elektrik fiyatları 3'er saatlik periyotlar dahilinde incelendiğinde genel olarak; 09:00-13:00, 10:00-13:00, 16:00-19:00, 20:00-23:00 arasında en yüksek fiyatları oluşturmaktadır. Bu fiyatlar mevsimsellikle ilgili olarak insan davranışlarına göre belirlenmektedir. Elektrik fiyatları talep ne kadar yüksek olursa değer olarak da o kadar yükselmektedir. Daha ayrıntılı olarak aylık bazda inceleme yapıldığında;

*Kasım-Aralık-Ocak-Şubat-Mart aylarında; 16:00-19:00 saatleri arasında

Nisan ayı geçiş dönemi ve

Nisan-Mayıs-Haziran aylarında; 09:00-12:00 saatleri arasında

Temmuz ayı geçiş dönemi ve

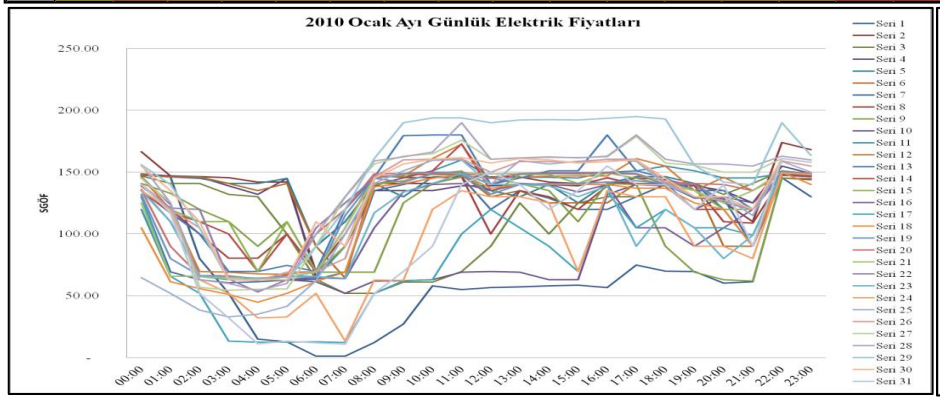
Temmuz-Ağustos-Eylül aylarında; 13:00-16:00 saatleri arasında

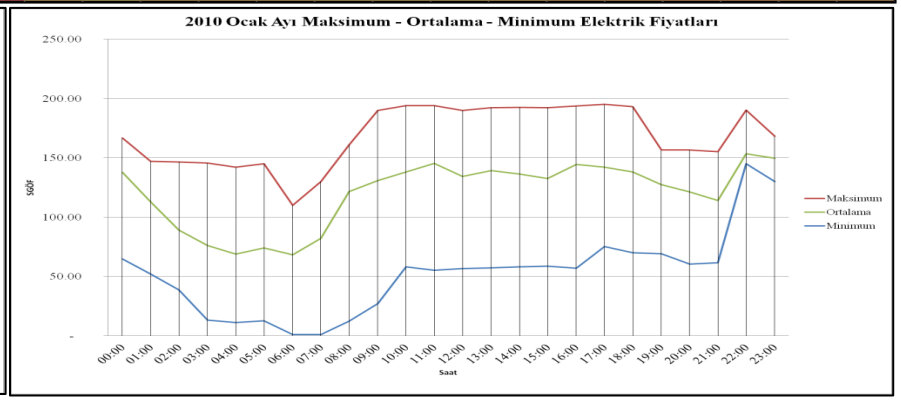
Ekim ayı geçiş dönemi ve

Ekim ayında; 10:00-13:00 saatleri arasında elektrik fiyatları en yüksek değerlere ulamıştır.

2010 Yılı Ocak Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Jan 01.01.2010	02 Jan 02.01.2010	03 Jan 03.01.2010	04 Jan 04.01.2010	05 Jan 05.01.2010	06 Jan 06.01.2010	07 Jan 07.01.2010	08 Jan 08.01.2010	09 Jan 09.01.2010	10 Jan 10.01.2010	11 Jan 11.01.2010	12 Jan 12.01.2010	13 Jan 13.01.2010	14 Jan 14.01.2010	15 Jan 15.01.2010	16 Jan 16.01.2010	17 Jan 17.01.2010	18 Jan 18.01.2010	19 Jan 19.01.2010	20 Jan 20.01.2010	21 Jan 21.01.2010	22 Jan 22.01.2010	23 Jan 23.01.2010	24 Jan 24.01.2010	25 Jan 25.01.2010	26 Jan 26.01.2010	27 Jan 27.01.2010	28 Jan 28.01.2010	29 Jan 29.01.2010	30 Jan 30.01.2010	31 Jan 31.01.2010
	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
00:00	147.50	166.65	147.00	148.50	148.00	148.00	130.00	139.00	141.00	146.00	120.00	145.90	135.00	135.00	140.00	136.00	130.00	105.00	132.00	136.00	125.00	140.00	135.00	135.00	64.69	140.00	145.00	156.00	156.00	155.00	140.00
01:00	146.00	147.00	141.00	147.00	146.00	146.00	69.47	120.00	133.00	124.00	65.86	120.00	117.00	117.00	120.00	110.00	65.66	61.43	80.00	90.00	65.86	121.00	110.00	120.00	52.00	120.00	125.00	125.00	140.00	135.00	117.00
02:00	80.00	146.50	141.00	146.00	145.00	146.00	63.00	100.00	120.00	66.35	65.66	69.50	100.00	110.00	110.00	66.35	52.00	55.76	66.25	66.15	66.15	120.00	66.35	63.05	38.53	105.00	56.97	63.00	105.00	110.00	52.00
03:00	52.00	145.50	132.00	139.00	141.00	141.00	60.53	80.44	110.00	66.14	63.00	69.00	69.50	100.00	110.00	66.14	13.20	51.00	66.14	66.14	63.51	63.61	64.86	52.00	33.00	63.00	54.41	60.00	63.00	63.00	32.00
04:00	15.00	142.00	130.00	132.00	141.00	135.00	61.21	80.44	90.00	63.23	63.00	67.80	69.50	69.57	69.50	63.37	12.50	44.69	63.93	63.93	63.23	53.00	64.33	32.00	35.00	62.51	55.19	54.14	63.00	63.00	11.12
05:00	12.60	142.00	100.00	145.00	145.00	141.00	62.78	100.00	110.00	63.00	63.00	67.32	74.71	100.00	110.00	63.00	12.50	52.00	66.62	66.62	65.33	63.01	65.23	33.00	41.46	69.00	55.50	60.00	63.00	63.00	13.30
06:00	1.00	69.00	63.30	64.98	90.00	90.00	63.21	69.50	69.00	61.20	65.18	70.00	69.50	69.50	69.50	64.70	12.60	61.65	65.38	100.00	69.00	105.00	65.38	52.00	62.23	69.50	90.00	100.00	90.00	110.00	12.00
07:00	1.00	90.00	52.00	90.00	110.00	64.41	69.00	100.00	69.00	52.00	90.00	105.00	120.00	90.00	90.00	63.74	12.30	69.00	115.00	120.00	105.00	125.00	64.21	13.30	100.00	80.00	130.00	130.00	120.00	90.00	10.91
08:00	12.10	141.00	52.00	135.00	141.00	145.00	135.00	139.00	69.00	61.97	146.90	146.90	145.90	140.00	140.00	105.00	52.00	138.00	145.00	148.50	145.00	145.00	117.00	62.83	141.00	146.00	156.50	159.00	161.00	145.00	52.00
09:00	27.00	141.00	61.07	135.00	130.00	148.00	140.00	145.50	125.00	62.27	145.90	146.90	179.67	145.40	143.00	134.00	62.27	141.00	142.00	148.90	148.40	148.90	134.00	62.47	151.00	160.00	163.00	162.50	190.00	156.50	69.50
10:00	58.04	141.00	61.10	135.00	146.00	148.00	145.50	145.90	141.00	63.00	151.00	161.00	180.00	151.00	148.40	140.00	63.00	145.00	148.90	149.50	149.90	149.90	141.00	120.00	159.79	160.50	165.00	166.30	194.00	160.50	90.00
11:00	55.03	146.00	69.50	139.00	147.00	148.00	146.00	146.50	146.50	69.00	160.00	172.60	180.00	173.00	151.00	141.00	100.00	148.40	148.90	149.90	149.40	149.90	148.90	135.00	160.00	160.90	176.00	190.10	194.00	162.00	140.00
12:00	56.65	146.00	90.00	139.00	135.00	130.00	120.00	100.00	145.40	69.50	145.40	140.00	140.00	135.00	132.00	135.00	120.00	137.00	132.00	145.00	148.50	140.00	140.00	130.00	140.00	150.00	160.50	160.50	190.00	157.50	150.00
13:00	57.16	146.00	125.00	140.00	130.00	135.00	135.00	135.00	141.00	69.00	145.90	145.90	145.40	140.00	148.00	141.00	105.00	140.00	140.00	148.90	148.90	148.90	140.00	130.00	159.29	158.50	161.50	161.50	192.20	161.00	140.00
14:00	58.02	142.00	100.00	140.00	140.00	125.00	129.00	130.00	135.00	63.00	145.90	146.90	151.00	140.00	148.40	140.00	90.00	140.00	141.00	149.50	148.90	148.90	139.00	125.00	156.50	158.50	161.80	162.50	192.50	160.00	120.00
15:00	58.61	141.00	125.00	139.00	125.00	125.00	120.00	120.00	110.00	63.00	145.40	146.90	151.00	140.00	141.00	134.00	69.50	140.00	141.00	149.40	148.40	148.90	130.00	69.50	158.79	158.00	161.80	161.50	192.20	157.50	135.00
16:00	56.70	142.00	130.00	145.50	141.00	125.00	120.00	139.00	141.00	132.00	150.00	146.90	180.00	145.40	149.40	140.00	134.00	140.00	142.00	149.90	148.90	149.50	139.00	135.00	160.29	160.50	162.50	163.00	193.50	158.50	155.00
17:00	75.00	141.00	130.00	140.00	146.50	141.00	130.00	145.40	140.00	140.00	151.00	161.00	151.00	140.00	145.00	105.00	105.00	137.00	143.00	148.90	148.40	148.40	90.00	130.00	158.79	160.50	179.00	180.00	195.00	160.00	140.00
18:00	70.00	141.00	140.00	139.00	146.50	141.00	140.00	144.00	90.00	141.00	155.00	155.00	145.40	139.00	140.00	105.00	120.00	137.00	141.00	142.00	142.00	140.00	120.00	130.00	140.00	142.00	157.50	160.50	193.00	145.00	139.90
19:00	69.50	130.00	141.00	139.00	141.00	141.00	129.00	139.00	69.00	120.00	151.00	135.00	135.00	120.00	135.00	90.00	105.00	125.00	140.00	141.00	135.00	140.00	105.00	90.00	130.00	130.00	155.50	156.50	155.50	130.00	120.00
20:00	60.21	126.00	132.00	135.00	120.00	90.00	129.00	110.00	63.00	130.00	145.40	145.90	135.00	120.00	120.00	105.00	105.00	120.00	125.00	140.00	125.00	127.00	80.00	90.00	130.00	127.00	150.00	156.50	142.00	130.00	139.90
21:00	61.37	110.00	141.00	125.00	90.00	90.00	90.00	108.90	61.98	125.00	145.40	135.00	120.00	120.00	120.00	120.00	99.00	90.00	120.00	135.00	135.00	120.00	99.00	80.00	115.00	120.00	150.00	155.00	139.90	120.00	90.00
22:00	145.50	174.11	151.00	155.00	148.00	147.50	145.00	145.40	145.40	147.50	149.00	148.00	148.50	147.90	150.50	149.50	150.90	149.90	149.50	150.00	149.90	149.90	149.40	149.40	158.79	159.00	161.00	163.00	190.10	161.00	161.00
23:00	130.00	168.16	149.00	149.00	147.00	147.00	145.00	144.00	145.00	146.40	147.40	147.00	146.90	146.90	149.50	148.50	148.90	140.00	148.90	149.50	148.90	148.50	148.40	148.00	150.00	155.00	158.00	160.00	163.50	158.00	158.00





Şekil 5.33: 2010 Yılı Ocak Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

5.5.Örnek Çalışmalar ve Senaryolar

5.5.1. Senaryoların Oluşturulmasında Kullanılan Tablolar

2010 ve 2011 yıllarına ait elektrik piyasası fiyatları ve rüzgar verileri ayrıştırılarak analiz edilmiştir.

Aynı dönemlerdeki veriler özellikle seçilmiştir. Çünkü çok değişken olabilen bu verilerin, yıllık, aylık ve saatlik bazda oluşturularak birbirleri ile karşılaştırılması bizlere önümüzdeki dönemler için bir fikir verecektir.

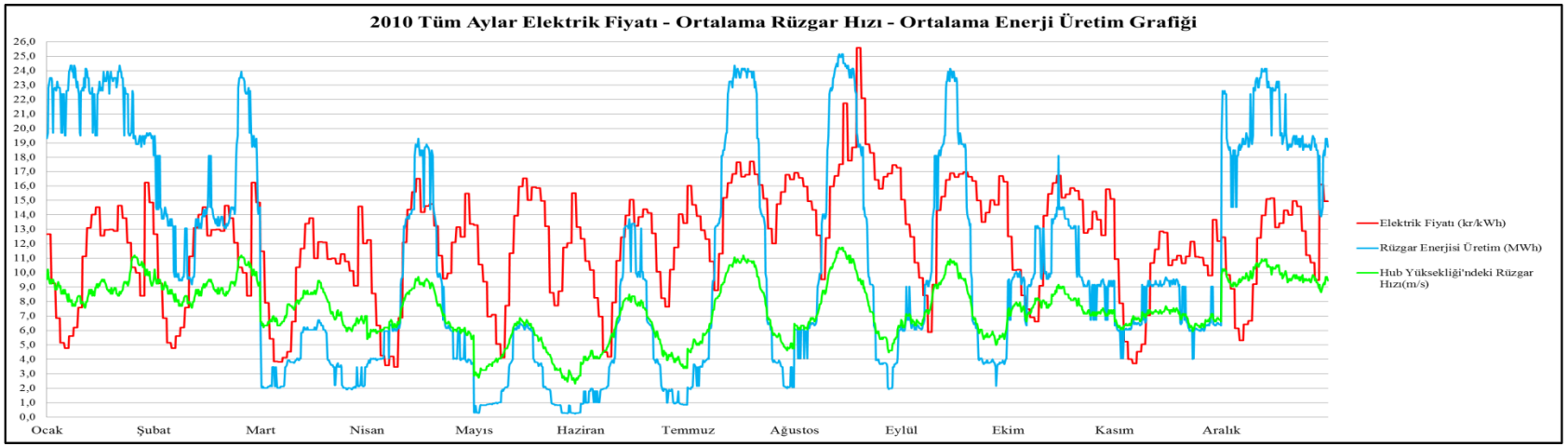
Elektrik Fiyatları daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi, saatlik bazda değişmektedir. Gün içerisinde elektrik ihtiyacının en fazla olduğu saatlerde elektrik fiyatındaki yükselişler hazırlanan grafiklerden rahatça görülebilmektedir. Aylık olarak hazırlanan bu grafikler incelendiğinde, bazı aralıklar benzer olsa bile, her ay kendine özgü bir karaktere sahiptir.

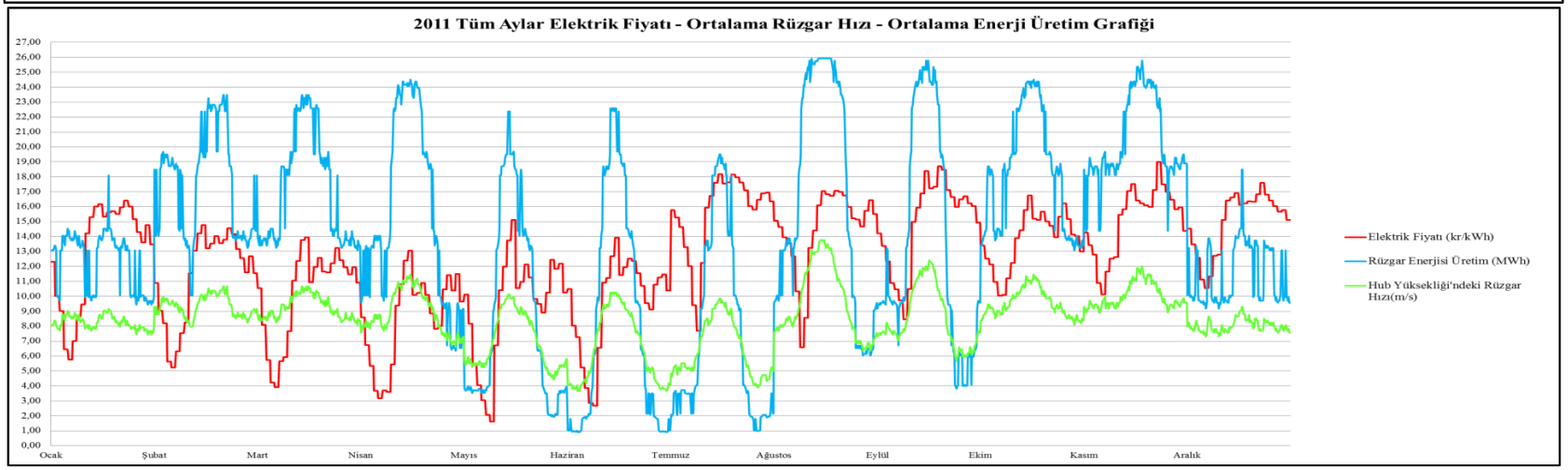
Rüzgar verileri, 10'ar dakikalık aralıklarla ölçülür. Bu tez çalışmasında karşılaştırmaların daha rahat yapılabilmesi için, 10'ar dakikalık hız verilerinin her biri için WAsP Programı yardımı ile üretimler hesaplanmış buradan saatlik ortalamalara geçilmiştir. (EK-B)

Grafiklerde;

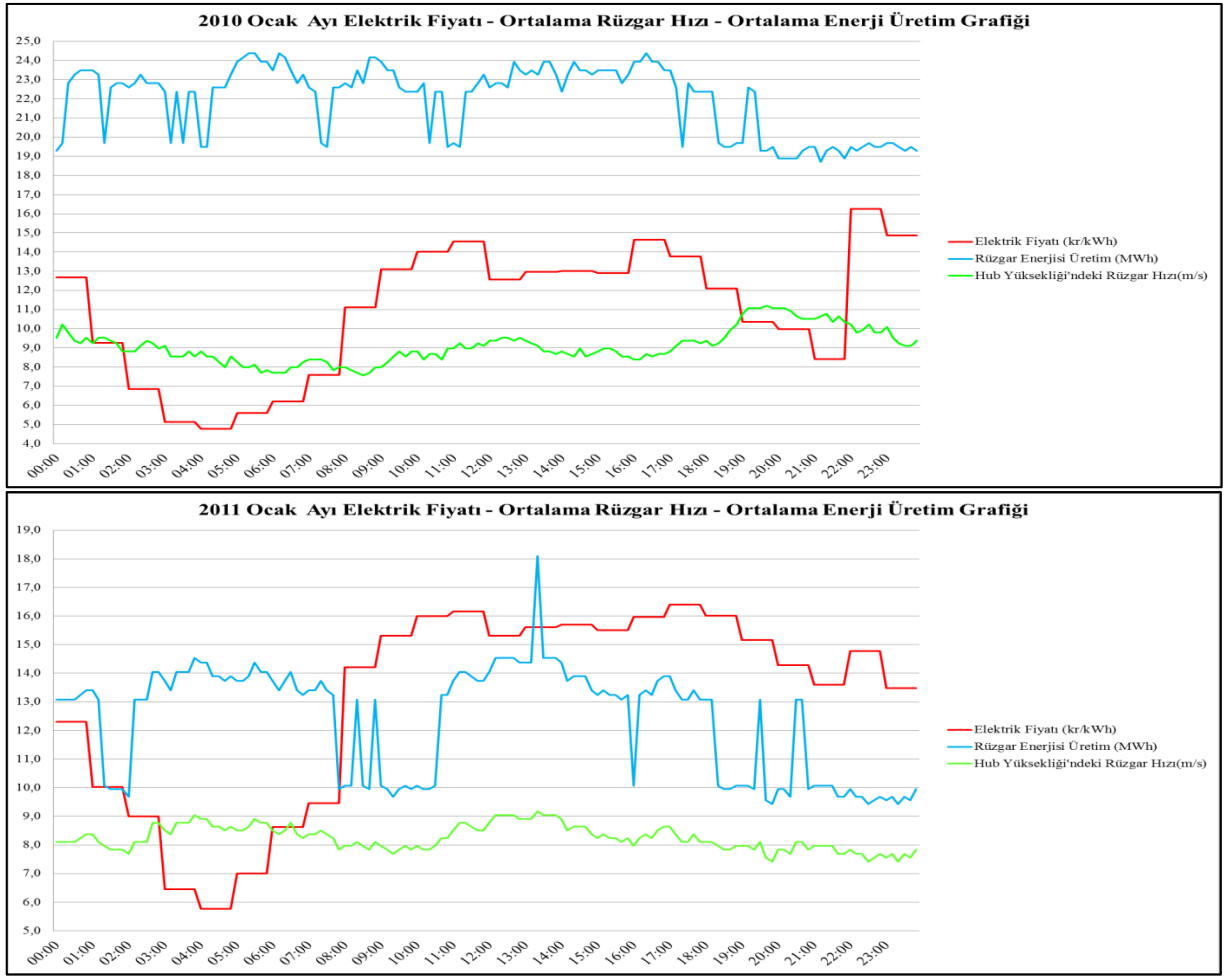
- Elektrik Fiyatı (kr/kWh)
- Rüzgar Enerjisi Üretim (MWh)
- Hub yüksekliğindeki rüzgar hızı (m/s) verileri aylık bazda hesaplanmış ve aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.

Grafiklere bakıldığında; hangi saat aralığında depolamanın yapılabileceği, hangi saat aralığında Pompajlı HES çalıştırılarak üretimin yapılabileceği, hangi saat aralığında rüzgarın esmeye devam edebileceği açıkça görülebilmekte ve seneryoların oluşturulmasında yardımcı olmaktadır.





Şekil 5.34: 2010-2011 Tüm Aylar Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği



Şekil 5.35: 2010-2011 Ocak Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği

5.5.2. Birinci Senaryo: Aslantaş PHES + 30 MW Rüzgar Tarlası

Bu tez çalışmasında, öncelikli olarak, EİE'nin hazırlamış olduğu Aslantaş Pompajlı HES Santral projesine tamamen sadık kalınarak hesaplamalar yapılmıştır. Aşağıda projeye ait değerler verilmiştir:

Çizelge 5.1: ASLANTAŞ PHES PROJESİ:

- Genel

İli	Osmaniye	Birim
Haritası	GAZİANTEP N 36-b4	
Akarsu Adı	Ceyhan Nehri	
Alt Rezervuar	Aslantaş Barajı (İşletmede)	
Koordinatlar (Coğrafi Koordinatlar)	Üst rezervuar: 36° 18' 37" D. 37° 19' 33" K.	
	Santral : 36° 17' 42" D. 37° 19' 40" K.	
(6° UTM Koordinatları)	Üst rezervuar: 41 34 480 - 2 61 670	
	Santral : 41 34 734 - 2 60 322	
Santral Kurulu Gücü	500,00	MW
Enerji Üretimi	547,50	GWh/yıl
Pompa İçin Gerekli Enerji	722,00	GWh/yıl
Yatırım Bedeli	614.520.843	TL
Yıllık Gelir (B)	216.956.250	TL
Yıllık Gider (C)	140.944.284	TL
Yıllık Net Gelir (B-C)	76.011.965	TL
Rantabilite (B/C)	1,54	
1 $ Kuru	1,50	TL

- Üst Rezervuar

Tipi	Beton	Birim
Ölü Hacim	400	m^3
Aktif Hacim	4.100.000	m^3
Toplam Hacim	4.500.000	m^3
Üst Rezervuar Kret Kotu	301,00	m
Üst Rezervuar Taban Kotu	285,00	m
Su Alma Taban Kotu	275,00	m
Maksimum Su Seviyesi	300,00	m
Minimum Su Seviyesi	285,00	m

- Cebri Boru

Adedi	2	Birim
Çapı	7,00	m
Uzunluğu	875,00	m
Ortalam Et Kalınlığı	31	mm

Çizelge 5.1(devam): ASLANTAŞ PHES PROJESİ

- Santral

Tipi	Yarı Açık Santral	Birim
Boyutları (En, Boy, Yükseklik)	40,00 x 50,00 x 45,00	m
Kuyruk Suyu Kotu	130	m
Ortalama Brüt Düşü	154,00	m
Ortalama Net Düşü (Dört Ünite)	151,00	m
Ünite Sayısı	4 Adet	m
Proje Debisi	379	m^3/s
Ünite Gücü	125,00	MW
Kurulu Güç	500,00	MW
Günlük Çalışma Saati	3	saat
Pompa Enerjisi	722,00	GWh/yıl
Üretilen Enerji	547,50	GWh/yıl

- Kuyruk Suyu Tüneli

Tipi	Dairesel	Birim
Adedi	2	
Çapı	7,80	m
Uzunluğu	225,00	m
Kuyruk Suyu Tüneli Üst Kodu	125,00	m

- Alt Rezervuar

Rezervuar Adı	Aslantaş Barajı Gölü	Birim
Rezervuar Aktif Hacmi	1.146×10^6	m^3
Proje Debisi	135	m^3/s
Maksimum Su Kotu	155,00	m
Minimum Su Kotu	130,00	m

Bu seneryoda, yukarıda tüm özellikleri verilen Aslantaş PHES Sistemi'nin boyutları çok büyük seçildiği için, bizim oluşturduğumuz 30 MW'lık rüzgar tarlasının üretimi pompaların ihtiyacının yanında çok küçük bir değer olarak kalmıştır. Yani; kurulması düşünülen rüzgar tarlasının, yıllık üretimi olan 162,799 GWh net enerjinin, Pompa için gerekli olan yıllık 722,00 GWh'lik enerji ihtiyacının yanında çok küçük bir değer olarak kaldığı görülmüştür. Böyle bir durumda rüzgar tarlası yeterli suyu üst hazneye depolayamamakta ve ihtiyacı karşılayamamaktadır Bu kapsamda, PHES sisteminin maliyetinin yanı sıra, rüzgar tarlasının maliyeti de işin içine girmektedir. Rüzgar enerjisinden üretilen enerji üst hazneye suyu depolamak için yeterli olmayacağı gibi, ancak enterkonnekte sistemden yardım alınarak su depolanabilecektir. Yani sistem gideri olarak; PHES sistem maliyeti, 30 MW Rüzgar

Tarlası sistem maliyeti ve rüzgar üretimi yeterli olmadığı için şebekeden pompalama için çekilen elektrik enerjisi maliyeti göz önüne alınmalıdır. Gelir kapsamında ise sadece 500 MW kurulu gücündeki PHES'in pik saatlerde en pahalı dönemde üreteceği elektrik enerjisi vardır. 500 MW ülkemizdeki santraller düşünüldüğünde gerçekten yüksek değerli bir kurulu güçtür. Fakat bizim incelemek istediğimiz rüzgar tarlası ve PHES hibrit çalıştırılması bu sernaryoda mümkün olmayacaktır. Ayrıca kurulması düşünülen 30MW'lık rüzgar tarlasının üretimi, böyle bir sistemde çok küçük değerli kalacaktır, aynı şekilde sağladığı fayda, kendi maliyetini uzun yıllar karşılayamayacağı için, bu örnek projenin orijinal kapsamında çalıştırılması daha mantıklı olacaktır.

5.5.3. İkinci Senaryo: Örnek PHES Boyutlandırılması ve Orjinal Kapsamda Değerlendirilmesi

Bu ve bir sonraki durumda yapılan incelemelerde; Aslantaş PHES Örneği'nden tamamen bağımsız kalınmıştır. Yeniden, Örnek bir PHES Sistemi boyutlandırılmıştır. Boyutlandırma işlemi yapılırken; önceki bölümde seneryoların oluşturulmasında kullanılacak tablolar bölümünde açıklanan, 30 MW kurulu gücündeki rüzgar tarlasından üretilen enerji değerleri, PHES Sistemi'nin çalışma prensibi ve elektrik fiyatları göz önünde bulundurulmuştur.

Boyutlandırmış olduğumuz aynı sistem 2 ayrı senaryo olarak değerlendirilecektir. İlk senaryomuzda; PHES Sistemi dünyada kullanıldığı orijinal kapsamında incelenecektir. İkinci senaryo olarak PHES + Rüzgar Tarlası Hibrit olarak çalıştırılacaktır.

İkinci ve üçüncü seneryolar arasındaki tek fark orijinal kapsamdaki PHES'in üst hazneye su depolaması için gerekli enerjiyi enterkonnekte sistemden fiyatın en uygun olduğu dönemlerde alması, Hibrit sistemde ise bu enerjinin Rüzgar Enerjisi'nin en uygun olduğu saatlerde rüzgarın üretmiş olduğu enerjiden sağlamasıdır. Ayrıca, tek hatlı sistemimizde, üst hazne dolduktan sonra, rüzgar halen esmeye devam ediyorsa, bu enerjinin piyasaya satılabilmesi durumu da göz önünde bulundurulabilecek ve bir gelir kalemi olarak maliyet analizi kısmında incelenecektir.Bu iki sistem arasındaki karşılaştırmanın daha net bir şekilde yapılabilinmesi için aynı boyutlardaki sistem kullanılmıştır. Karşılaştırma düşünülmeseydi, 2. Seneryo boyutlandırılması için daha büyük değerler

seçilebilmektedir. Ayrıca bu tez çalışması PHES Sistemlerin yapılması için örnek teşkil edeceğinden, boyutlardan çok izlenilen yol önem taşımaktadır.

Örnek PHES'in Boyutlandırılması:

İkinci ve üçüncü senaryolarda kullanılmak üzere, pompa ve türbin kurulu gücü seçilmelidir. Sistemlerin kurulu güçlerinin boyutlandırılmasında; "5.5.1 Senaryoların Oluşturulmasında Kullanılan Tablolar" başlığı altında 2010 ve 2011 yılları arasında incelenen; elektrik fiyatı, rüzgar hızı, rüzgar enerjisinden elektrik üretimi değerleri kullanılmıştır. 2010 yılında bu üç değişkendeki davranış incelenmiş olsa da 2011 verileri en son değerleri yansıttığından hesaplamalarda 2011 verileri baz alınmıştır.

Oluşturacağımız PHES sisteminin türbin modunda 3 saat süre ile çalıştırılacağı kabul edilmiştir. Sistemlerin çalışma prensipleri göz önüne alındığında; 3 saat türbinleme yapan bir sistemin ancak 1,5 – 2 katı kadar süre pompajlama yapabileceği göz önüne alınmıştır ve bu durumda 5 saat boyunca pompajlama yapılarak su üst hazneye depolanacaktır.

Pompa kurulu gücünün seçiminde; pompajlama süresi arttırıldıkça kurulu güç daha düşük seçilebilmektedir. Fakat bunun bir sınırı olmalıdır, pompalar çalışma prensiplerine göre seçildikleri kurulu gücün en az %70'inde çalışabilmektedirler. Rüzgar enerjisi de pompajlama yapılırken kullanılacağından bu durum yapılan seçimde göz önünde bulundurulmalıdır.

EK-B'de verilen tablolar incelendiğinde; hangi enerji üretim kaynağından yararlanmak istenildiğine göre çok farklı senaryolar üretilebilir. Tablolara bakıldığında, rüzgarın ay bazında ne kadar farklı karakterlere sahip olduğu görülebilmektedir. Maksimum üretim değerleri alınarak da boyutlandırma işlemleri yapılabilir fakat o durumda, boyutlandırılmış olan üst hazne hiçbir zaman tam dolu olmayacak haznenin tam doldurularak enerji üretebilmesi için; rüzgardan üretilen enerji dışında şebekeden sürekli olarak elektrik enerjisi çekilmesi gerekecektir.

Bu tez çalışmasında; üst haznenin doldurulması için sadece rüzgar enerjisinin kullanılması tercih edilmiştir. Bu durumda; boyutlandırılacak üst hazne 30 MW kurulu gücündeki rüzgar tarlasından üretilecek enerjisinin; 5 saat boyunca belirli bir seviyede olduğu değer seçilerek yapılacaktır. Herhangi bir anda yüksek değerlerde olan bir üretim, stabil olmayacağından, ani düşüş ve değişimler göstermesi

durumunda pompanın çalışmasını engelleyeceğinden mantıklı bir seçim olmayacaktır.

Sistemimiz tasarlanırken; PHES'ten üreteceğimiz enerji her zaman elektrik fiyatlarının en yüksek olduğu zamanlar olarak kabul edilmiştir. Bu durumda; elektrik fiyatlarının en yüksek olduğu saatlerde sadece türbinleme yapılarak üretim yapılacağından ve sistemimiz de tek hatlı olduğundan bu saatlerde rüzgar enerjisi üretim değerleri yüksek olsa bile depolama yapılamayacaktır.

Bu kabuller göz önünde bulundurularak Şekil 5.57 ve Şekil 5.69 arasındaki tablolar tekrar incelendiğinde, yaptığımız kabuller sonucunda rüzgardan depolama yapamayacağımız saatler çıkarıldığında; geriye kalan saatler arasında, her aydaki rüzgar enerjisi üretim değerlerine bakıldığında; oluşturacağımız sistem 12-13 MW arasında seçilecek bir pompa kurulu gücü ile; öncelikli olarak 5 saat ard arda, mümkün olmadığı zamanlarda ise 3 saat + 2 saat şeklinde çalışarak hazneyi gün içinde rahatça doldurabilecektir. Bu durumda pompa kurulu gücü hem 12 MW hem de 13 MW olarak, hesaplar H=150 m brüt düşü üzerinden yapılarak Q_{pompaj} debi aralığı belirlenmiş, bu aralıkta bir Q_{pompaj} seçilerek buradan yeni kurulu güç değerine, üst hazne boyutlandırılmasına ve türbin kurulu gücü hesabına geçilmiştir.

- Sistem Kurulu Gücü : 9,81 . η . Q. H (kW) **(5.1)**

η= verim, Q = debi (m^3/s), H= yükseklik (m) (hesaplar H=150 m brüt düşü üzerinden yapılmıştır). Bu formülde kullanılan pompa türbin tersinir sistemlerin verimi %70; pompayı tahrik eden elektrik motorunun verimi ise %93,6 olarak düşünüldüğünde aşağıdaki şekilde düzenlenebilir; [77]

HES Kurulu Güç = 9. Q_{HES}.H **(5.2)**

HES'lerde türbinleme modunda üretilen enerji = 9. Q_{HES}.H .t **(5.3)**

Pompa İstasyonu Kurulu Güç = 13.Q_{pompaj}.H **(5.4)**

Pompa İstasyonu Tüketilen Enerji = 13.Q_{pompaj}.H. t **(5.5)**

- Pompa kurulu gücünün 13000 (kW) seçilmesi durumunda;

Pompa İstasyonu Kurulu Güç = 13.Q_{pompaj}.H

13.000 = 13. $Q_{pompaj.}$150

Q_{pompaj}= 6,667 (m^3/s) (üst sınır)

- Pompa kurulu gücünün 12000 (kW) seçilmesi durumunda;

Pompa İstasyonu Kurulu Güç = 13.Q_{pompaj}.H

12.000 = 13. $Q_{pompaj.}$150

Q_{pompaj}= 6,15(m^3/s) (alt sınır)

6,15 < $Q_{pompaj.}$< 6,667(m^3/s) Bu sınır arasında Q_{pompaj}=6,5 (m^3/s) olarak seçilmiştir.

- Yeni pompa kurulu gücünün seçilmesi;

Pompa İstasyonu Kurulu Güç = 13.Q_{pompaj}.H

Ppompaj kurulu güç =13.(6,5).(150)

Ppompaj kurulu güç = 12.675 (kW) = 12,675 (MW)

- Üst haznenin boyutlandırılması;

Vüst hazne (m^3) = Q_{pompaj} (m3/s). $t_{pompaj(s)}$ **(5.6)**

Vüst hazne (m^3)= $Q_{türbin}$(m^3/s) . $t_{türbin(s)}$ **(5.7)**

Vüst hazne (m^3) = 6,5(m^3/s). 5 (h) . 3600 (s/h)

Vüst hazne = 117.000 (m^3)

- Türbin Debisinin Hesaplanması;

Boyutlandırılmış olan üst hazne 3 saatte boşaltılacağından, buradan türbin debisine geçilmelidir.

Vüst hazne (m^3)= Qtürbin(m^3/s) . $t_{türbin(s)}$

117.000 (m3) = $Q_{türbin}$(m^3/s) . 3(h). 3600(s/h)

Qtürbin=10,8 (m^3/s)

- Türbin Kurulu Gücünün Belirlenmesi;

HES Kurulu Güç = 9. Q_{HES}.H

PHES kurulu güç =9.(10,8).(150)

PHES kurulu güç = 14.575 (kW) = 14,575 (MW)

Pompa için elektrik motorunun şebekeden çektiği ya da rüzgardan karşılayacağı elektrik gücünün hesaplanması;

1 kW gücünde bir elektrik motoru 1 saatte 1 kWh elektrik enerjisi tüketir. Öyleyse;

12,675 MW kurulu gücünde bir pompanın çalışması için saatte 12,675 MWh elektrik enerjisine ihtiyaç vardır.

Bir günde 5 saat depolama yapılacağından;

Pompajlama için gerekli olan

- Günlük elektrik enerjisi: 12,675 (MW). 5 (h) = 63,375 (MWh)
- Aylık elektrik enerjisi: 63,375 (MWh). 30 = 1.901,25 (MWh)
- Yıllık elektrik enerjisi: 63,375 (MWh). 365 = 23.131,875 (MWh)

PHES'in türbin modunda çalıştırılması sonucu üreteceği elektrik enerjisi miktarının hesaplanması;

PHES'in çalışma prensibine göre; sistem elektrik talebinin en fazla olduğu dolayısı ile de elektrik fiyatlarının en yüksek olduğu dönemde çalıştırılacak ve gelir sağlanacaktır.

Günlük bazda ele aldığımızda; 3 saat çalışacağından; 14,575 MW kurulu güce sahip olan sistem 3 saat boyunca çalıştırıldığında

Türbinleme için gerekli olan

- Günlük elektrik enerjisi: 14,575 (MW). 3 (h) = 43,7325(MWh)
- Aylık elektrik enerjisi: 43,7325 (MWh). 30 = 1.311,75 (MWh)
- Yıllık elektrik enerjisi43,7325 (MWh). 365 = 15.962,35 (MWh)

olarak hesaplanır.

5.5.4. Üçüncü Senaryo: Örnek PHES + 30 MW Rüzgar Tarlası Hibrit Sistemi

Bu senaryonun daha önce bahsedilen ikinci senaryodan farkının anlaşılabilmesi için ikinci seneryodan kısaca bahsedersek; 2 ve 3. Senaryolarda EİE'nin hazırlamış olduğu Aslantaş PHES Sistemi'nden tamamen bağımsız kalınacaktır. Sadece proje alanı olarak yine Osmaniye ili ele alınacak, kullanılan haritalar ve 30 MW rüzgar tarlasının tüm kurulum aşamaları aynen ele alıncaktır. 30 MW rüzgar tarlasının,

rüzgar verileri kullanılarak yıllık-aylık-saatlik enerji üretimleri göz önüne alınarak, yeni bir üst hazne, PHES türbin modu için yeni bir türbin debisi, türbin kurulu gücü, Pompa modu için yeni bir pompa debisi, pompa kurulu gücü boyutlandırılacaktır. Alt hazne olarak yine Aslantaş Baraj gölü kullanılacaktır. Bu senaryoda pompajlama için gerekli olan enerji şebekeden elektrik fiyatlarının en uygun olduğu saatlerde alınacak ve PHES'lerin orijinal çalışma prensibine uygun olarak, üst hazne doldurulacak ve elektrik enerjisi talebinin en çok, elektrik fiyatlarının en pahalı olduğu saatlerde türbinleme yapılarak elektrik enerjisi üretilecektir. Bu senaryoda rüzgar hiçbir şekilde kullanılmayacaktır. Rüzgar enerjisinin üretim verilerine göre boyutlandırılmasının tek nedeni bir sonraki senaryo sonucu oluşacak değerlerle orijinal kapsamın daha net bir şekilde karşılaştırılabilmesidir.

3. senaryoda yeniden boyutlandırılan PHES Snatrali'nin pompajlama için gerekli olan elektrik enerjisi şebekeden çekilmek yerine rüzgar tarlasından sağlanacaktır. Rüzgarın en çok estiği, depolama yapmaya en uygun olduğu saatlerde depolama yapılacak ve yine talebin en fazla olduğu saatlerde depolanan bu su türbinlenerek enerji üretecektir. Bu senaryoda; pompajlama işlemi tamamlanıp üst hazne doldurulduktan sonra rüzgar esmeye devam ettiği zamanlarda, 30 MW rüzgar tarlasından kalan enerji o saatin elektrik fiyatı ile piyasaya satılacak ve ek bir gelir sağlanacaktır.

Tüm senaryolarda sistem tek hat üzerinden değerlendirilmiştir. Yani, sistem ya pompa modunda çalışıarak suyu depolar ya da türbin modunda çalışarak suyu aşağı bırakır ve enerji üretir. Dünya üzerinde çift hatta sahip olan sistemlerde bulunmaktadır bu tez çalışmasında tüm hesaplar tek hat üzerinden hesaplanmıştır.

5.5.5. Boyutlandırılan Örnek PHES Orijinal Sistem ve 30 MW Rüzgar Tarlası Hibrit Sistemin Aylık Bazda Grafiklerle Karşılaştırılması

Bu bölümde 2011 yıllarına ait aylık ve saatlik bazda;

* Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi (MWh); 2. Sütun'da

* Depolama (Pompaj) için kullanılan Rüzgar enerjisi (MWh); 3. Sütun'da

* Depolama Yapıldıktan sonra şebekeye satılmak için kalan rüzgar enerjisi (MWh); 4. Sütun'da

* Orijinal Kapsamda PHES Depolama için şebekeden çekilen enerji miktarı (MWh); 5. Sütun'da

* PHES Saatlik Enerji Üretimi (MWh); 6. Sütun'da

* Elektrik Fiyatı (kr/kWh); 7. Sütun'da Çizelge 5-4 ve Çizelge 5-15 arasında verilmiştir.

Şekil 5.70 ve Şekil 5.93 arasındaki grafikler incelendiğinde; daha önceki bölümlerde senaryolar olarak açıklanan çalışmalardan;

PHES Sistemi: 2. Senaryo'yu; PHES + WIND Sistemi ise: 3. Senaryo'yu temsil etmektedir.

Bu tez çalışmasında; veriler incelenirken elektrik fiyatlarının, rüzgar üretimlerinin her ay aynı mevsimde bile olsa farklı karakterlere sahip olduğu görülmüş ve her ay için farklı bir çalışma programı düzenlenmiştir. Depolama ve türbinleme zamanları süre bakımından aynı tutulmuş fakat saat aralıkları bu verilerin durumuna göre değişiklik göstermiştir. Her tablonun altında aylık bazda; hangi saate depolama yapılacağı, hangi saatte üretim yapılacağı yazılmıştır. Bu bilgiler oluşturulan projenin bir yıl içinde aylık bazdaki çalışma programını oluşturmaktadır.

Çalışma programlarının oluşturulmasında aşağıda belirtilen kabuller yapılmıştır.

* PHES Sisteminden enerji üretimi iki senaryo içinde her zaman elektrik talebinin en fazla yani elektrik fiyatlarının en yüksek olduğu ard arda olan 3 saat boyunca yapılacaktır.

* Suyun üst hazneye depolanmasında; 2. Senaryo'da şebekeden çekilen enerji, her zaman elektrik enerjisi talebinin en az yani elektrik fiyatının da en düşük olduğu saatlerde gerçekleşecektir.

* Suyun üst hazneye depolanmasında; 3. Senaryo'da gerekli olan enerji rüzgar enerjisinden sağlanacağı için; rüzgar enerjisinin en yüksek üretiminin olduğu saatler pompajlama yapılacaktır. Sistem tek hatlı olduğundan yani; aynı anda hem depolama hem de üretim yapılamayacağından, ilk önce üretim yapılan 3 saat belirlenecek ve bu 3 saatin dışındaki 19 saat içerisinde rüzgarın üretiminin pompajlama için gerekli olan seviyelere çıktığı ve en yüksek olduğu saatler depolama yapılacak ve geri kalan rüzgar enerjisi şebekeye satılacaktır.

* Rüzgar enerjisi kullanılarak depolama yapılırken, 5 saat ard arda yapılamayacağı durumlarda; 2+3 ve 1+4 saat olarak parçalı bir şekilde de depolama yapılabilecektir. Bu bilgiler aylık bazda hazırlanan çalışma programında grafiklerin altında belirtilmiştir.

* Aylık bazda elektrik fiyatları 3'er saatlik incelendiğinde genel olarak;

09:00-13:00, 10:00-13:00, 16:00-19:00, 20:00-23:00 arasında en yüksek fiyatları oluşturmaktadır. Rüzgar üretimi de göz önüne alındığında, PHES üretimi için seçilen saat aralıklarında elektrik fiyat ortalamalarının birbirine çok yakın olduğu durumlarda, daha rahat üretimin yapılacağı saat aralığı seçilmiştir. Bu fiyatlar mevsimsellikle ilgili olarak insan davranışlarına göre belirlenmektedir. Elektrik fiyatları talep ne kadar yüksek olursa değer olarakta o kadar yükselmektedir.

Daha ayrıntılı olarak aylık bazda inceleme yapıldığında;

* Kasım-Aralık-Ocak-Şubat-Mart aylarında; 16:00-19:00 saatleri arasında

Nisan ayı geçiş dönemi ve

Nisan-Mayıs-Haziran aylarında; 09:00-12:00 saatleri arasında

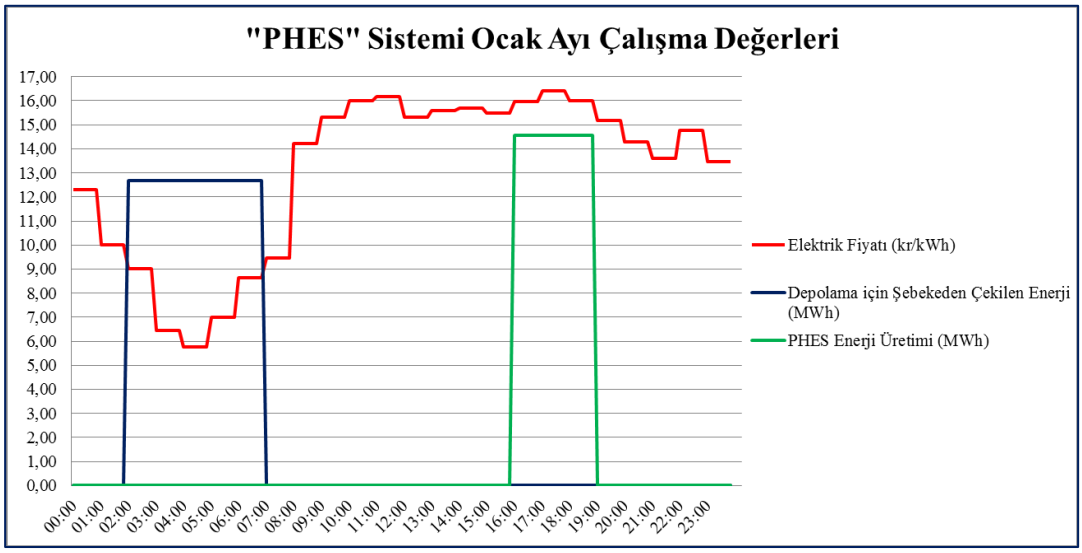
Temmuz ayı geçiş dönemi ve

Temmuz-Ağustos-Eylül aylarında; 13:00-16:00 saatleri arasında

Ekim ayı geçiş dönemi ve

Ekim ayında; 10:00-13:00 saatleri arasında elektrik fiyatları en yüksek değerlere ulamış ve bu dönemlerde pik talep karşılanması için PHES sistemi enerji üretmek için çalıştırılmıştır.

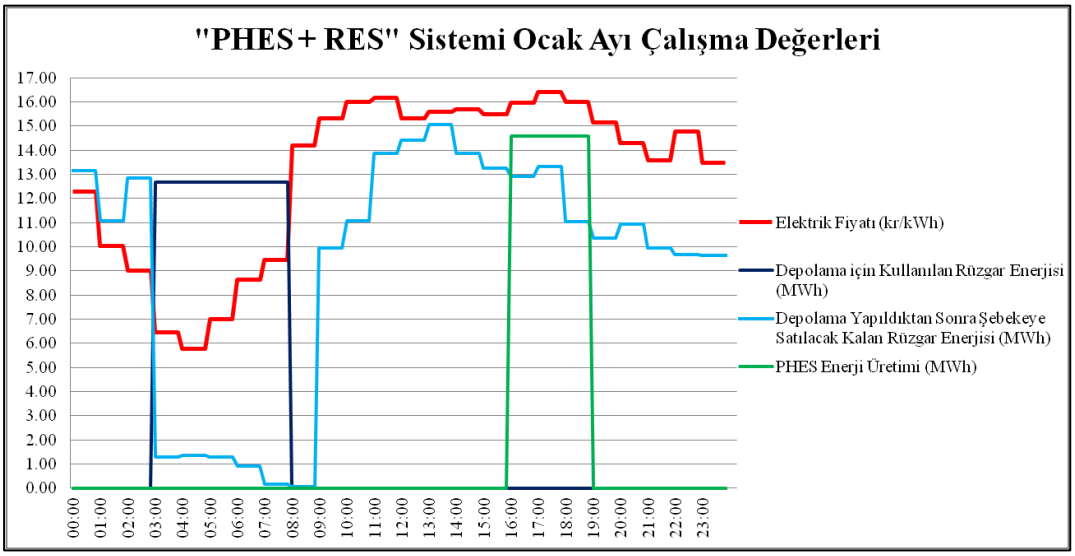
Ocak Ayı'nda;



Şekil 5.36: 2. Senaryo PHES Sistemi Ocak Ayı Çalışma Değerleri

2.Senaryo Çalışma Programı;

PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Şebeke): 02:00-07:00 saatleri arasında yapılacaktır.



Şekil 5.37 :3. Senaryo PHES+WIND Sistemi Ocak Ayı Çalışma Değerleri

3.Senaryo Çalışma Programı;

PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Rüzgar): 03:00-08:00 saatleri arasında yapılacaktır.
Rüzgar Üretim, depolama sonrasında kalan tüm saatlerde rüzgarın esme durumuna göre çalışacak ve enerji üretecektir.

Çizelge 5-2:. Ocak Ayı Çalışma Değerleri

OCAK AYI GÜNLÜK ORTALAMA ÇALIŞMA DEĞERLERİ						
	30 MW RÜZGAR TARLASI			PHES		
Saat	Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi	Depolama(Pompaj) için Kullanılan Rüzgar Enerjisi	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılmak İçin Kalan Rüzgar Enerjisi	Orijinal Kapsamda PHES Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	PHES Saatlik Enerji Üretimi	Elektrik Fiyatı
(h)	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**kr/kWh**
00:00	13.162	0.000	13.162	0.000	0.000	12.30
01:00	11.066	0.000	11.066	0.000	0.000	10.02
02:00	12.839	0.000	12.839	12.675	0.000	9.00
03:00	13.970	12.675	1.295	12.675	0.000	6.45
04:00	14.024	12.675	1.349	12.675	0.000	5.76
05:00	13.970	12.675	1.295	12.675	0.000	7.00
06:00	13.593	12.675	0.918	12.675	0.000	8.63
07:00	12.855	12.675	0.180	0.000	0.000	9.46
08:00	12.750	0.000	12.750	0.000	0.000	14.21
09:00	9.945	0.000	9.945	0.000	0.000	15.31
10:00	11.087	0.000	11.087	0.000	0.000	16.00
11:00	13.862	0.000	13.862	0.000	0.000	16.16
12:00	14.427	0.000	14.427	0.000	0.000	15.31
13:00	15.075	0.000	15.075	0.000	0.000	15.60
14:00	13.862	0.000	13.862	0.000	0.000	15.70
15:00	13.243	0.000	13.243	0.000	0.000	15.50
16:00	12.930	0.000	12.930	0.000	14.575	15.96
17:00	13.324	0.000	13.324	0.000	14.575	16.40
18:00	11.033	0.000	11.033	0.000	14.575	16.00
19:00	10.362	0.000	10.362	0.000	0.000	15.16
20:00	10.948	0.000	10.948	0.000	0.000	14.28
21:00	9.945	0.000	9.945	0.000	0.000	13.60
22:00	9.669	0.000	9.669	0.000	0.000	14.78
23:00	9.648	0.000	9.648	0.000	0.000	13.48

6. MALİYET ANALİZİ

Tez çalışmasında önerilen senaryoların maliyet bazında analizi de yapılmıştır. Bu hesaplamalar yapılırken, güncel olarak piyasadan bilgi alınmış ve hem rüzgar enerjisi santrallerinin hem de hidroelektrik santrallerin ayrı ayrı çalışması yapılmıştır.

Öncelikli olarak rüzgar ve hidroelektrik enerjisi santrallerinin yatırım tutarını oluşturan maddeler; İnşaat ve montaj öncesi işleri: Lisans, İzin, Harita Yapım Giderleri, Jeolojik Etüd Giderleri; İnşaat ve Montaj İşleri: Ulaşım ve Servis Yol Yapım Giderleri, Kontrol Kumanda Giderleri, Enerji Nakil Hattı Giderleri, Elektromekanik Ekipman ve Montaj İşleri: Mekanik ve Hidromekanik ekipman giderleri, Diğer İşler: Kamulaştırma giderleri, Orman İşleri giderleri, Sigorta giderlerinden oluşmaktadır fakat hidroelektrik sistemlerde İnşaat ve Montaj Giderleri her proje için değişiklik göstereceğinden ve kazı- dolgu hesapları ayrıntılı hesaplar içereceğinden; PHES Sistemi'nin maliyet analizi için; EİE'nin Aslantaş PHES Projesi'nde kullandığı birim fiyatlar kullanılmış, Rüzgar Sistemlerinde ise projenin yaklaşık %80'lerini oluşturan ekipman giderleri baz alınarak maliyet analizlerinde sistemlerin tesis bedelleri kullanılmıştır.

Maliyet analizleri yapılırken net gelir ve net gider hesapları üzerinden çalışmalar yapılmıştır. Bunun için öncelikli olarak Bölüm 5'te her ay için saatlik bazda analizler yapılan Rüzgar Tarlası Saatlik üretimi, Depolama için Kullanılan Rüzgar enerjisi, depolama yapıldıktan sonra şebekeye satılmak için kalan rüzgar enerjisi, orijinal kapsamda PHES Depolama için şebeken çekilen enerji, PHES saatlik enerji üretim miktarları tek tek ayrıntılı bir şekilde hesaplanmış ve aynı şekilde Elektrik Fiyatları da saatlik bazda analiz ederek, hangi saatte hangi işletme yapılıyorsa, gerekli olan veya üretilen enerji miktarı o saatteki elektrik fiyatı ile çarpılarak gelir ve gider hesaplamaları yapılmıştır.

Bölüm 5'te tablolardan da gördüğümüz gibi; depolama ve üretim saatlerinin süreleri aynı kalmakla birlikte her ay farklı saat aralıklarına denk gelmektedir. Örneğin; yaz

aylarında saat 13:00-16:00 saatleri arasında pik talep oluşmuştur ve bu saatlerde PHES sistemimizi çalıştırmamız gerekmiştir, kış aylarında ise bu pik talep saat 19:00 civarlarına kadar kaymıştır. Aynı mevsimde bile aylık bazda depolama ve üretim dönemleri farklılık göstereceğinden, aylık bazda net gelir hesabı yapılmış ve buradan yıllık net gelir hesaplanmıştır.

Maliyet analizi kısmında; önceki bölümlerde 2. Senaryo ve 3. Senaryo olarak belirtilen sistemler için karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. Gelir ve Gider hesaplamaları için bu sistemleri tekrar gözden geçirmemiz gerekirse;

İkinci Senaryo; yeniden boyutlandırılması yapılan; 12,675 MW pompa kurulu gücünde 5 saat boyunca depolama yapacak, 14,575 MW türbin kurulu gücünde 3 saat enerji üretimi yapacak orijinal çalışma prensibine sadık kalacak bir PHES santralidir. Bu sistemde; pompaj için gerekli enerjinin şebekede çekileceği, yine pik saatlerde PHES Sistemi tarafından üretilen enerjinin şebekeye satılacağı kabul edilmiştir. Bu sistemlerde; en uygun saatlerde depolama yaptığımız ve en pahalı saatlerde sattığımız için bir kazanç elde edilmektedir. İncelenen tablolardan da görüleceği gibi bu senaryo için Gelir kalemi; sadece PHES'ten pik saatlerde üretip satacağımız enerji geliridir. Gider olarak ise; depolama yaptığımız saatlerde şebekeden aldığımız enerji maliyeti ve PHES sisteminin tesis bedeli bulunmakadır. Hesaplamalar yapılırken, öncelikli olarak aylık bazda net gelir hesabı yapılarak daha sonrasında yıllık verilere geçilmiştir. Proje tesis bedeli, yıllık net gelir bedeline bölünerek, basit geri dönüş yöntemi kullanılmış ve proje geri dönüş süresi hesaplanmıştır.

Üçüncü Senaryo: ikinci senaryo ile aynı boyutlara sahip; 12,675 MW pompa kurulu gücünde 5 saat boyunca depolama yapacak, 14,575 MW türbin kurulu gücünde 3 saat enerji üretimine sahip bir PHES Sistemine ek olarak 30 MW kurulu gücünde; 10 adet 3 MW'lık rüzgar türbinlerinden oluşan bir rüzgar tarlasına sahiptir. Bu sistemde depolama işlemi sadece Aslantaş RES olarak isimlendirmiş olduğumuz rüzgar tarlası tarafından yapılacaktır. Pompajlama için şebekeden enerji çekilmeyeceği kabul edilmiştir. Bu kapsamda; bu senaryo gelir kalemi olarak; PHES'ten pik saatlerde üretip şebekeye satacağımız enerji geliri ve diğer senaryodan faklı olarak 5 saat depolama işlemi tamamlandıktan sonra geri kalan 19 saat boyunca üretmiş olduğu rüzgar enerjisinin şebekeye satılması ile elde edilen enerji geliridir. Gider kalemi olarak, sadece PHES Sistemi tesis bedeli ve Aslantaş RES Proje tesis

bedelidir. Pompajlama işlemi rüzgardan sağlanacağı ve depolama yapılırken şebekeden enerji çekilmeyeceğinden bir gider kalemi olarak hesaplanmayacağı kabul edilmiştir. Bu senaryoda hem PHES hem de rüzgar santralleri yatırım maliyetleri olduğundan, bu bedel yine aylık bazdan yıllık net gelire geçilerek hesaplanan değere bölünerek basit geri dönüş hesabı yapılmıştır.

Çizelge 6-1 : Sistemlerin Yıllık Gelir / Gider Hesapları

	PHES	PHES +WIND
	(TL)	(TL)
Ocak Ayı Net Gelir	151.709,69	1.235.003,13
Şubat Ayı Net Gelir	116.531,54	1.341.448,53
Mart Ayı Net Gelir	107.739,96	1.240.335,39
Nisan Ayı Net Gelir	102.086,52	1.020.659,19
Mayıs Ayı Net Gelir	113.811,07	658.290,82
Haziran Ayı Net Gelir	107.432,71	614.788,13
Temmuz Ayı Net Gelir	152.372,27	768.164,75
Ağustos Ayı Net Gelir	154.857,36	1.585.639,10
Eylül Ayı Net Gelir	167.631,01	1.370.419,00
Ekim Ayı Net Gelir	117.396,69	1.770.758,06
Kasım Ayı Net Gelir	136.074,14	2.062.787,41
Aralık Ayı Net Gelir	152.719,81	1.113.171,89
Yıllık Net Gelir	1.580.362,77	14.781.465,40

Çizelge 6-13, 6-14 ve 6-15 incelendiğinde;

* PHES Sisteminin basit geri dönüşü (2. Senaryo)

$$\frac{PHES\ Tesis\ Bedeli}{Yıllık\ Net\ Gelir_{PHES}} = \frac{20.965.455}{1.580.362,77}$$

PHES Sisteminin basit geri dönüşü (2. Senaryo) =13,2 yıl ≅13 yıl

* PHES+RES Sisteminin basit geri dönüşü (3.Senaryo)

$$\frac{PHES\ Tesis\ Bedeli + Rüzgar\ Tarlası\ Tesis\ Bedeli}{Yıllık\ Net\ Gelir_{PHES}} = \frac{20.965.455+61.920.000}{14.781.465,40}$$

PHES+RES Sisteminin basit geri dönüşü (3. Senaryo) = 5,6 ≅ 6 yıl

Çizelge 6-2. Ocak Ayı Maliyet Analizi

OCAK AYI MALİYET ANALİZİ					
2. Senaryo PHES SİSTEMİ			**3. Senaryo PHES + RES SİSTEMİ**		
	GİDER	GELİR	GİDER	GELİR	
Saat	Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama (Pompaj) için Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılan Rüzgar Enerjisi Geliri
(h)	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**
00:00	-	-	-	-	1,618.97
01:00	-	-	-	-	1,109.09
02:00	507.00	-	-	-	513.57
03:00	253.50	-	-	-	25.90
04:00	507.00	-	-	-	53.94
05:00	633.75	-	-	-	64.74
06:00	253.50	-	-	-	18.36
07:00	-	-	-	-	17.01
08:00	-	-	-	-	1,811.20
09:00	-	-	-	-	1,522.16
10:00	-	-	-	-	1,774.08
11:00	-	-	-	-	2,240.07
12:00	-	-	-	-	2,209.39
13:00	-	-	-	-	2,352.34
14:00	-	-	-	-	2,176.84
15:00	-	-	-	-	2,052.15
16:00	-	2,326.45	-	2,326.45	2,063.86
17:00	-	2,389.74	-	2,389.74	2,184.58
18:00	-	2,332.42	-	2,332.42	1,765.60
19:00	-	-	-	-	1,571.24
20:00	-	-	-	-	1,563.90
21:00	-	-	-	-	1,352.09
22:00	-	-	-	-	1,429.07
23:00	-	-	-	-	1,300.05
Toplam Gelir	-	7,048.61	-	7,048.61	32,790.20
Toplam Gider	2,154.75	-	-	-	-
Net Gelir (Günlük)	4,893.86		39,838.81		
Ocak Ayı Net Gelir	**151,709.69 TRY**		**1,235,003.13 TRY**		

Çizelge 6-3 : Örnek PHES Sistemi Tesis Bedeli Tablosu

ÖRNEK PHES SİSTEMİ TESİS BEDELİ TABLOSU					$/TL 1,80		
NO	İŞİN ADI	BİRİMİ	MİKTARI	BİRİM FİYATI $	TUTARI $	TUTARI TL	YÜZDE %
A-01	ÜST REZERVUAR HACMİ	m^3	117.000	5,5	643.500	1.158.300	5,60%
A-02	VANA ODASI	adet	1	50000	50.000	90.000	0,43%
A-03	CEBRİ BORU (D=2m, L=1x875 m)	kg	800.000	6	4.800.000	8.640.000	41,75%
A-04	SANTRAL BİNASI	MW	14,575	15000	218.625	393.525	1,90%
A-05	HİDROMEKANİK	kW	14.575	250	3.643.750	6.558.750	31,69%
A-06	KUYRUK SUYU TÜNELİ (D=2m, l=225m)	m	75	15000	1.125.000	2.025.000	9,78%
A-07	ŞALT SAHASI	MW	14,575	8000	116.600	209.880	1,01%
A-08	İLETİM HATTI	km	30	30000	900.000	1.620.000	7,83%
A = ΣC(01-08)	**ELEKTROMEKANİK EKİPMAN VE MONTAJ İŞLERİ TOPLAMI**				**11.497.475**	**20.695.455**	**100,00%**

Çizelge 6-4: Aslantaş RES Tesis Bedeli Tablosu

ASLANTAŞ RES (30 MW) TESİS BEDELİ		EURO/TL 2,25		
NO	İŞİN ADI	EURO	TL	YÜZDE %
A-01	TÜRBİNLER, KULELER, KANATLAR, YEDEK PARÇALAR (NAKLİYE VE MONTAJ DAHİL)	27.000.000	60.750.000	98,11%
A-02	DM DONATISI, YEDEK FİDER VE TRANSFORMER	520.000	1.170.000	1,89%
A = ΣC(01-02)	**ELEKTROMEKANİK EKİPMAN VE MONTAJ İŞLERİ TOPLAMI**	**27.520.000**	**61.920.000**	**100,00%**

7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Endüstrideki gelişmelerin, yaşam standartlarındaki yükselişin ve artan nüfusun ihtiyaç duyduğu enerjinin yeterli ve güvenilir bir şekilde ve düşük maliyetle sağlanması bütün dünya ülkeleri için büyük önem arz etmektedir.

Bu tez çalışması, yenilenebilir enerji sistemleri arasında yer alan uzun yıllardır dünyada pik saatlerdeki enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan pompaj biriktirmeli hidroelektrik santrallerin çalışma prensibini, dünyadaki örnekleriyle birlikte açıklamak, geçtiğimiz yıllar içerisinde yenilenebilir enerji sistemlerinden en hızlı gelişmeyi gösteren rüzgar santralleri ile hibrit şekilde çalıştırılması sonucu ortaya çıkacak senaryoları incelemek, elektrik piyasası dahilinde, gece, gündüz ve pik saatlerdeki elektrik fiyatları analizleri ile oluşturulan fiyatlar kullanılarak maliyet analizleri yapmak ve ülkemiz için rüzgar enerjisi destekli pompaj biriktirmeli hidroelektrik santraller konusunda uygulanabilir örnek bir proje oluşturabilmek amaçlanmıştır.

Bu kapsamda öncelikli olarak pik yük kavramı açıklanmış ve hangi enerji santrallerinin bu yükü karşılamakta olduğu dünya örnekleri de göz önüne alınarak açıklanmıştır. Pompaj Biriktirmeli Hidroelektrik Santraller dünyada uzun yıllardan beri kullanılan fakat ülkemizde henüz kurulumu gerçekleşmemiş değerli santrallerdir. Yüksek ve ani taleplerin karşılanmasında, üst hazneye depolanan suyun bu zamanlarda aşağı türbinlenerek enerji üretmesi ile sağlar. Dünya da Japonya ve Amerika bu konuda ilk iki sırada yer almaktadırlar. Üst hazne, yapay şekilde inşa edildiği gibi coğrafi koşulların uygun olduğu doğal göllerde kullanılmaktadır. Japonya bu konuda tüm olanaklarını kullanmaya çalışmış ve deniz suyundan bir PHES Santrali de kurarak bu sistemlerde dünyaya örnek projeler oluşturmuştur. Bölüm 2'de PHES Sistemler ayrıntılı olarak incelenmiş ve Türkiye'de kurulması planlanan bazı bölge ve projelere de yer verilmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında hızla yükselişe geçen bir santral ise Rüzgar Enerjisi Santralleridir. Dünya'daki örnekler Bölüm 3'te incelenmiş ve ülkemiz için

değerlendirebileceğimiz rüzgar potansiyeli hakkında bilgi verilmiştir. Türkiye'de rüzgar enerjisi lisans başvuruları, projeler bazında değerlendirilmiştir. Rüzgar türbinlerinin bileşenleri ve temel denklemler verilmiş ve tez çalışmasında örnek teşkil etmesi için 30 MW kurulu gücünde bir rüzgar tarlasının oluşturulması projelendirilmesi aşama aşama verilmiştir.

Bölüm 4'te enerji santrallerinin şebeke ile entegrasyonu incelenmiştir. Rüzgar enerjisi sistemlerinin ana girdisi olan rüzgarın anlık değişimler göstermesi ve ani bir şekilde sıfırlanabilmesinden doğan olumsuzlukların şebeke üzerindeki etkisine yer verilmiştir. Şebekenin frekansının stabilitesini bozan rüzgar enerjisi santrallerinin dengelenebilmesi için PHES'ler bir destek sistem olarak değerlendrilmiş ve bu konu ile ilgili projeler araştırılmıştır.

Bu çalışmanın oluşturulmasında ilk olarak EİE'nin hazırlamış olduğu Aslantaş PHES Projesi İlk Etüd Raporu'ndan yararlanılmıştır. Bu rapor sayesinde PHES sistemlerinin dünya'da ne kadar ileri düzeyde kullanıldığı fakat ülkemizde çok daha yeni olarak planlandığı görülmüştür.

Ülkemizin Avrupa Elektrik İletim Sistemi (UCTE) ile senkron bağlantı çalışmaları devam etmektedir. Bu üyeliğin en başınd gelen koşullardan biri arz açığının olmaması ve sistem frekansının sabit tutulmasıdır. PHES'ler bu konuda sistem dengelemesinde yardımcı olabilecektir.

PHES'ler nükleer, termal ve yenilenebilir enerji santralleri ile aynı enterkonnekte sisteme bağlanabilmektedir. Bu tez çalışmasında, rüzgar enerjisinin olumsuzluklarının azaltılarak giderilerek daha çok kullanabilir hale gelmesi de göz önüne alınarak birbirlerine destek olacak bir proje şeklinde tasarlanmıştır.

İki sistemin de çalışma prensipleri göz önüne alınarak çeşitli senaryolar oluşturulmuş ve incelenmiştir.

1. Senaryo: İlk Senaryoda, tez çalışmasına örnek olan EİE'nin hazırlamış olduğu Aslantaş PHES Santrali Orijinal boyutlarıyla amaçlandığı şekilde incelenecektir. Proje alanı olarak Aslantaş PHES'in kurulması düşünülen Osmaniye ili ele alınmıştır. Aslantaş PHES projesinin özelliklerine sadık kalınarak hazırlanan bu proje de alt hazne olarak Aslantaş Hidroelektrik Santrali'nin baraj gölü kullanılmıştır. Üst hazne yakınlarına daha önceki bölümlerde anlatılan rüzgar türbinlerinin konumlandırılabileceği en uygun yer kriterleri göz önüne alınarak

30MW kurulu gücünde bir rüzgar tarlası kurulması planlanmıştır. Bu senaryoda, yukarıda 5.5.2'de özellikleri verilen Aslantaş PHES Sistemi'nin boyutları çok büyük seçildiği için, bizim oluşturduğumuz 30 MW'lık rüzgar tarlasının üretimi pompaların ihtiyacının yanında çok küçük bir değer olarak kalmıştır. Yani kurulması düşünülen rüzgar tarlasının, yıllık üretimi olan 162,799 GWh net enerjinin, Pompa için gerekli olan yıllık 722,00 GWh'lik enerji ihtiyacının yanında çok küçük bir değer olarak kaldığı görülmüştür. Böyle bir durumda rüzgar yeterli suyu üst hazneye depolayamamaktadır ve ihtiyacı karşılayamamaktadır Bu kapsamda, PHES sisteminin maliyetinin yanı sıra, rüzgar tarlasının maliyeti de işin içine girmektedir. Rüzgar enerjisinden üretilen enerji üst hazneye suyu depolamak için yeterli olmayacağı gibi, ancak enterkonnekte sistemden yardım alınarak su depolanabilecektir. Yani sistem gideri olarak; PHES sistem maliyeti, 30 MW Rüzgar Tarlası sistem maliyeti ve rüzgar üretimi yeterli olmadığı için şebekeden pompalama için çekilen elektrik enerjisi maliyeti göz önüne alınmalıdır. Gelir kapsamında ise sadece 500 MW kurulu gücündeki PHES'in pik saatlerde en pahalı dönemde üreteceği elektrik enerjisi vardır. 500 MW ülkemizdeki santraller de düşünüldüğünde gerçekten yüksek değerli bir kurulu güçtür. Fakat bizim incelemek istediğimiz rüzgar tarlası ve PHES hibrit çalıştırılması bu sernaryoda mümkün olmayacaktır. Ayrıca kurulması düşünülen 30 MW'lık rüzgar tarlasının üretimi, böyle bir sistemde çok küçük değerli kalacaktır, aynı şekilde sağladığı fayda, kendi maliyetini uzun yıllar karşılayamayacağı için, bu örnek projenin orijinal kapsamında çalıştırılması daha mantıklı olacaktır.

2. Senaryo: Bu ve bundan sonraki senaryoda EİE'nin hazırlamış olduğu Aslantaş PHES Sistemi'nden tamamen bağımsız kalınmıştır. Sadece proje alanı olarak yine Osmaniye ili ele alınarak, kullanılan haritalar ve 30 MW rüzgar tarlasının tüm kurulum aşamaları aynen ele alıncaktır. 30 MW rüzgar tarlasının, rüzgar verileri kullanılarak yıllık-aylık-saatlik enerji üretimleri göz önüne alınarak, yeni bir üst hazne, PHES türbn modu için yeni bir türbin debisi, türbin kurulu gücü, Pompa modu için yeni bir pompa debisi, pompa kurulu gücü boyutlandırılmıştır. Alt hazne olarak yine Aslantaş Baraj gölü kullanılmıştır. Bu senaryoda pompajlama için gerekli olan enerji şebekeden elektrik fiyatlarının en uygun olduğu saatlerde alınarak ve PHES'lerin orijinal çalışma prensibine uygun olarak, üst hazne doldurularak ve elektrik enerjisi talebinin en çok, elektrik fiyatlarının en pahalı olduğu saatlerde

türbinleme yapılarak elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu senaryoda rüzgar hiçbir şekilde kullanılmamıştır. Rüzgar enerjisinin üretim verilerine göre boyutlandırılmasının tek nedeni bir sonraki senaryo sonucu oluşacak değerlerle orijinal kapsamın daha net bir şekilde karşılaştırılabilmesidir.

3. Senaryo: Bu senaryoda yeniden boyutlandırılan PHES Santrali'nin pompajlama için gerekli olan elektrik enerjisi şebekeden çekilmek yerine rüzgar tarlasından sağlanmıştır. Rüzgarın en çok estiği, depolama yapmaya en uygun olduğu saatlerde depolama yapılmış ve yine talebin en fazla olduğu saatlerde depolanan bu su türbinlenerek enerji üretilmiştir. Bu senaryoda; pompajlama işlemi tamamlanıp üst hazne doldurulduktan sonra rüzgar esmeye devam ettikçe, 30 MW rüzgar tarlasından kalan enerji o saatin elektrik fiyatı ile piyasaya satılarak ek bir gelir sağlanmıştır.

Tüm senaryolarda sistem tek hat üzerinden değerlendirilmiştir. Yani, sistem ya pompa modunda çalışarak suyu depolar ya da türbin modunda çalışarak suyu aşağı bırakır ve enerji üretir. Dünya üzerinde çift hatta sahip olan sistemlerde bulunmaktadır bu tez çalışmasında kurulum maliyetini düşürmek için tüm hesaplar tek hat üzerinden yapılmıştır.

Bu tez çalışmasında; veriler incelenirken elektrik fiyatlarının, rüzgar üretimlerinin her ay aynı mevsimde bile olsa farklı karakterlere sahip olduğu görülmüş ve her ay için farklı bir çalışma programı düzenlenmiştir. Depolama ve türbinleme zamanları süre bakımından aynı tutulmuş fakat saat aralıkları bu verilerin durumuna göre değişiklik göstermiştir. Her tablonun altında aylık bazda; hangi saate depolama yapılacağı, hangi saatte üretim yapılacağı yazılmış ve bu bilgiler oluşturulan projenin bir yıl içinde aylık bazdaki çalışma programını oluşturmuştur.

Çalışma programlarının oluşturulmasında aşağıda belirtilen kabuller yapılmıştır.

* PHES Sisteminden enerji üretimi iki senaryo için de her zaman elektrik talebinin en fazla yani elektrik fiyatlarının en yüksek olduğu ard arda olan 3 saat boyunca yapılacaktır.

* Suyun üst hazneye depolanmasında; 2. Senaryo'da şebekeden çekilen enerji, her zaman elektrik enerjisi talebinin en az yani elektrik fiyatının da en düşük olduğu saatlerde gerçekleşecektir.

* Suyun üst hazneye depolanmasında; 3. Senaryo'da gerekli olan enerji rüzgar enerjisinden sağlanacağı için; rüzgar enerjisinin en yüksek üretiminin olduğu saatler

pompajlama yapılacaktır. Sistem tek hatlı olduğundan yani; aynı anda hem depolama hem de üretim yapılamayacağından, ilk önce üretim yapılan 3 saat belirlenecek ve bu 3 saatin dışındaki 19 saat içerisinde rüzgarın üretiminin pompajlama için gerekli olan seviyelere çıktığı ve en yüksek olduğu saatler depolama yapılacak ve geri kalan rüzgar enerjisi şebekeye satılacaktır.

* Rüzgar enerjisi kullanılarak depolama yapılırken, 5 saat ard arda yapılamayacağı durumlarda; 2+3 ve 1+4 saat olarak parçalı bir şekilde de depolama yapılabilecektir. Bu bilgiler aylık bazda hazırlanan çalışma programında grafiklerin altında belirtilmiştir.

* Aylık bazda elektrik fiyatları 3'er saatlik incelendiğinde genel olarak:

09:00-13:00, 10:00-13:00, 16:00-19:00, 20:00-23:00 arasında en yüksek fiyatları oluşturmaktadır. Rüzgar üretimi de göz önüne alındığında, PHES üretimi için seçilen saat aralıklarında elektrik fiyat ortalamalarının birbirine çok yakın olduğu durumlarda, daha rahat üretimin yapılacağı saat aralığı seçilmiştir. Bu fiyatlar mevsimsellikle ilgili olarak insan davranışlarına göre belirlenmektedir. Elektrik fiyatları talep ne kadar yüksek olursa değer olarakta o kadar yükselmektedir.

Daha ayrıntılı olarak aylık bazda inceleme yapıldığında;

- Kasım-Aralık-Ocak-Şubat-Mart aylarında; 16:00-19:00 saatleri arasında

Nisan ayı geçiş dönemi ve

Nisan-Mayıs-Haziran aylarında; 09:00-12:00 saatleri arasında

Temmuz ayı geçiş dönemi ve

Temmuz-Ağustos-Eylül aylarında; 13:00-16:00 saatleri arasında

Ekim ayı geçiş dönemi ve

Ekim ayında; 10:00-13:00 saatleri arasında elektrik fiyatları en yüksek değerlere ulamış ve bu dönemlerde pik talep karşılanması için PHES sistemi enerji üretmesi üzere çalıştırılmıştır.

Bu çalışmada 30 MW kurulu gücünde bir rüzgar enerjisi santralinin, 5 saat boyunca çalışarak şebekeden hiç enerji çekmeden rahatça doldurabileceği bir üst hazne için boyutlandırma yapılmıştır fakat Bölüm 6'da maliyet analizleri incelendiğinde PHES için boyutlandırılan 117.000 m^3 hacmindeki üst haznedeki su miktarının

türbinlendiğinde senaryolar dahilinde bakıldığında çok az bir enerji geliri olduğu görülmüştür. Bu sistemlerin, bulundukları ülkelerin pik taleplerini karşılamak için kullanıldığı göz önüne alınırsa boyutlandırılan sistem uygun görülmemiştir. Oluşturulan maliyet tabloları incelendiğinde, PHES+RES sisteminin geri dönüş süresinde rüzgar enerjisinin üretiminin olumlu rolü görülmektedir. Sistem maliyeti olarak hem PHES hemde rüzgar tarlasının maliyetlerini içermesine rağmen, yüksek üretim değerleri ile geri dönüş süresi PHES projesine göre daha kısa duruma gelmiştir.

Bu proje, daha yüksek kurulu güce sahip RES Sistemleri ile değerlendirilerek ya da daha uzun saatler pompajlama yapılacağı düşünülerek ya da rüzgarın tüm üretimi pompajlamaya programlanarak çok daha fazla suyun üst hazneye depolanabileceği ve depoladığımız su miktarının fazla olması enerji üretimimizin daha fazla olması anlamına geldiğinden pik talebin daha büyük bir kısmını karşılayabileceğimizi göstermektedir.

Daha farklı bir senaryo olarak, öncelikle pik saatlerdeki ihtiyaçlarımız saatlik bazda analiz edilerek, ihtiyacımızı karşılayabilecek bir sistem geliştirilerek boyutlandırılabilir ve rüzgar enerjisinin yetmediği durumlarda üst haznenin gerekirse şebekeden de elektrik alarak doldurulması sonucunda maliyet analizlerinin nasıl olacağı da incelenebilir.

Ayrıca yapılan kabuller kısmında bahsedildiği gibi bu proje tek hat olarak tasarlanmıştır. Dünya da çift hat olarak çalışan PHES'ler vardır. Benzer senaryolar üretilerek çift hat kullanılması yani; rüzgar türbinleri suyu bir tersinir pompa/türbin sisteminin pompa modunda çalıştırarak suyu depoladığı sırada pik talebin olması ve aynı anda diğer tersinir pompa/türbin sistemini türbin modunda çalıştırılarak suyun aşağı bırakılması ve enerji üretmesi de düşünülerek hesaplamalar yapılabilir.

Bu tez çalışması, bu konu ile ilgili bir örnek teşkil etmeyi amaçlamıştır. Sistemler, istenilen şekilde boyutlandırılarak ve projelendirilerek çok daha farklı senaryolar oluşturulabilir .

KAYNAKLAR

[1] **Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü**, "*Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu*," Ekim 2010.

[2] **B. Dursun, B. Alboyacı,** "*The Contribution of Wind-Hydro Pumped Storage Systems in Meeting Turkey's Electric Energy Demand*".

[3] **N. Sağlam Yorgancılar, H. Kökçüoğlu**, "*Pompaj Depolamalı Santrallerin Türkiye'de Geliştirilmesi*".

[4] **EİE**, Aslantaş PHES İlk Etüd Raporu.

[5] **M. Saraç**, "Pompaj *Depolamalı Hidroelektrik Santraller*," Doğu Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Bunun Ülke Enerji Politikalarındaki Yeri, 13-15 Kasım 2009.

[6] **E.D.Önkol**, "*Eğirdir Gölü'nün Pompajla Beslenmesi Üzerine bir Çalışma".*

[7] **K. Azevedo**, **R. Demars**, **T. Gomez**, **P. Kumar**, "*Pumped Storage Hydroelectricity*".

[8] **A. Horsley and A.J. Wrobel**, "*Efficiency Rents of Pumped – Storage Plants and Their Uses for Operation and Investment Decisions*".

[9] **J.S. Anagnostopoulos**, **D.E. Papantonis**, "*Pumped Storage Wind / Hydro*

[10] **L.A.Fodstad**, Senior Vice President RES Integration Statkraft Energy AS, "*Pumped Storage*".

[11] **J.G.Levine**, "*Pumped Hydroelectric Energy Storage and Spatial Diversity of Wind Resources as Methods of Improving Utilization of Renewable Energy Sources,*" B.S., Michigan Technological University, 2003.

[12] **P.D. Brown**, **J.A. Peças Lopes**, and **Manuel A. Matos**, "*Optimization of Pumped Storage Capacity in an Isolated Power System with Large Renewable Penetration*".

[13] **M. Sanz**, **D. Botero**, **J.J. Melero**, **A. Llombart**, "*Optimal Integration of Rewenable Energies in a Pumping Station for Irrigation*".

[14] **A. Geadah**, "*Introducing Pumped Storage in Lebanon: Towards a Prospective National Master*

[15] **P. Deane**, "*Pump Storage as an Integrator for Wind Energy in Ireland*," April 2009.

[16] **J.D. Rogers**, **C.M. Watkins**, "*Overview of the Taum Sauk Pumped Storage Power Plant Upper Reservoir Failure, Reynolds County, MO*".

[17] **P. Kadar**, "*Pumped Storage Hydro Plant Model for Educational Purposes*," IEEE.

[18] **The People's Republic of China**, "*Project Completion Report on the Guangzhou Pumped Storage Stage II Project*," November 2001.

[19] **C.H.W. Foster**, "*The Northfield Mountain Pumped Storage Project Counterpoint to Con Ed*," Harvard University.

[20] **P. D. Brown**, "*Evaluation of Integration of Pumped Storage Units in an Isolated Network*," Porto, May 2006.

[21] **A. Tutuş**, **S. Pasin**, "*Pompa Depolamalı Hidroelektrik Santrallar*".

[22] **R. Demars** , "*Bath County Pumped Storage Station*".

[23] **P. Kumar**, "*Energy Storage: Opportunities for Pumped Storage: Supporting Renewable Energy Goals*".

[24] **A. Llombart**, "*Pumped Storage Machines*".

[25] **J.A. Suul**, "*Variable Speed Pumped Storage Hydropower Plants for Integration of Wind Power in Isolated Power Systems*".

[26] **E. Sainz**, **J.F. Sanz**, "*Optimization and Technical-Economical Viability for the Integration of Renewable Energies into Pumping Stations*".

[27] **A. Erkan**, "*Elektrik Şebekelerinde Puant Yüklerin Karşılanması," E.E.I.M.*

[28] **Manuel A. Matos,** "*Energy Storage: Opportunities for Pumped Storage: Supporting Renewable Energy Goals*".

[29] **M. Ermiş**, "*Rüzgar Enerjisi Santrallarının Türkiye Elektrik Sistemine Entegrasyonu*", TÜBİTAK-Uzay Araştırma Enstitüsü, Mart 2009.

[30] **Ewea**, "*Large Scale Integration of Wind Energy in the European Power Supply: analys issues and recommendations*".

[31] **M. Durak**, "*Rüzgar Enerjisi Teknolojisi ve Türkiye Uygulaması: Akhisar Rüzgar Elektrik Santrali*," İTÜ, Şubat 2000.

[32] **E. Fırtın**, "*Farklı Yükseklik ve Örnekleme Aralıklarındaki Rüzgar Verilerinin Rüzgar Potansiyeli Tahminine Etkisinin İncelenmesi*," İTÜ, Ocak 2010

[33] **N.S. Çetin**, **H. Çelik**, **K. Başaran**, "*Rüzgar Türbinlerinde Kapasite Faktörü ve Türbin Sınıfı İlişkisi*," 6th International Advanced Technologies Symposium, May 2011.

[34] **S. Durdyev**, "*Rüzgar Enerjisinde Uygun Türbin Seçimi*," İTÜ, Ocak 2010.

[35] **B. Yağcıtekin**, "*Rüzgar Enerjisi Üretiminde Depolama Tekniği ve Tahmin Sistemleri Kullanılarak Enerji Yönetim Sisteminin Geliştirilmesi*," İTÜ, Haziran 2008.

[36] **B. Güzel**, "*Açık Deniz Rüzgar Enerjisi, Fizibilite Adımları ile Bozcaada ve Gökçeada Örnek Çalışması*," İTÜ, Aralık 2011.

[37] **Global Energy Concepts**, "*Wind Turbine Technology*," October 2005.

[38] **Ewea**, "*Large Scale Integration of Wind Energy in the European Power Supply: analys issues and recommendations*".

[39] **M. S. Kazıcı**, "Rüzgar *Enerjisi ve Türbin Seçiminin Maliyete Etkisi*," İTÜ, Ocak 2009.

[40] **H. Bindner**, "*Power Control for Wind Turbines in Weak Grids: Concepts Development*," Riso National Laboratory, Roskilde, March 1999.

[41] **E. Şekerci**, **M. Elfarra**, **C. Albasan**, "*Rüzgar Türbini Tahmini Yıllık Enerji Üretim Hesaplama Yöntemleri ve Araziye Uygun Rüzgar Türbini Seçimi*," ODTÜ.

[42] **M. Milligan**, "*Wind Integration Impacts: Results of Detailed Simulation Studies and Operational Practice in the US*," May 13, 2008.

[44] **J.G.Levine**, "*Pumped Hydroelectric Energy Storage and Spatial Diversity of Wind Resources as Methods of Improving Utilization of Renewable Energy Sources,*" B.S., Michigan Technological University, 2003.

[45] **G. Hug**, "*Potential of Hydro Power and Storage for the Integration of Wind Generation*," CMU Electricity Conference, March 9th, 2011.

[46] **K. Protopapas**, **S. Papathanassiou**, "*Operation of Hybrid Wind – Pumped Storage Systems in Isolated Island Grids*," NTUA.

[47] **C. Bueno**, J.A. Carta, "*Wind Powered Pumped Hydro Storage Systems, A Means of Increasing the Penetration of Renewable Energy in the Canary Islands,"* 2004.

[48] **H. Bindner**, "*Power Control for Wind Turbines in Weak Grids: Concepts Development*," Riso National Laboratory, Roskilde, March 1999.

[49] **Y.H. Wan**, "Wind Power Plant Behaviors: Analyses of Long – Term Wind Power Data," September 2004.

[50] **P. Deane**, "*Pump Storage as an Integrator for Wind Energy in Ireland*," April 2009.

[51] **G. Paludan Architects**, "*Green Power Island Denmark*," RISO-DTU

[52] **G. Piernavieja**, "*El Hierro Wind – Pumped – Hydro Power Station Penetration*," Canary Island Institute of Technology, March 26, 2010.

[53] **E. Muljadi**, **C. Wang**, **M.H. Nehrir**, "*Parallel Operation of Wind Turbine, Fuel Cell, and Diesel Generation Sources*"

[54] **C.Schoppe**, "*Wind and Pumped-Hydro Power Storage: Determining Optimal Commitment Policies with Knowledge Gradient Non-Parametric Estimation,*" Department of Operations Research and Financial Engineering, Princeton University, June 2010.

[55] **F. P. Montero** and **J. J. Perez**, "*Wind-Hydro Integration: Pumped Storage to Support Wind".*

[56] **E. McKeogh**, "*Wind Energy and Pumped Storage*," in Sustainable Energy Research Group, UCC, Annual Customer Conference 2007.

[57] **C. Bueno**, **J.A. Carta**, "*Wind Powered Pumped Hydro Storage Systems, A Means of Increasing the Penetration of Renewable Energy in the Canary Islands,"* 2004.

[58] **R. Miller**, **P.E**. , "*Wind Integration Utilizing Pumped Storage*," Platts 2nd Annual Power Storage , Houston, TX, 2010.

[59] **S.V.Papaefthymiou**, **E.G. Karamanou**, **A. Papathanassiou** and **M.P**. **Papadopoulos**, "*A Wind-Hydro-Pumped Storage Station Leading to High RES Penetrartion in the Autonomous Island System of Ikaria*," IEEE Transactions on Sustainable Energy, October 2010.

[60] **M. Somaraki**, "*A Feasibility Study of a Combined Wind – Hydro Power Station in Greece*," Glasgow, October 2003.

[61] **S. Papaefthymiou**, **E. Karamanou**, **S. Papathanassiou**, **M. Papadopoulos**, "*Operating Policies for Wind – Pumped Storage Hybrid Power Stations in Island Grids*," IET Renewable Power Generation, September 2009.

[62] **J.A. Suul**, **K. Uhlen**, **T. Undeland**, "*Wind Power Integration in Isolated Grids enabled by Variable Speed Pumped Storage Hydropower Plant*," ICSET, 2008.

[63] **P.M**. **P. Mendes**, "*Wind Parks and Hydro Pumping Plants Coordinated Operation*".

[64] **T. Iqbal**, "*Feasibility Study of Pumped Hydro Energy Storage for Ramea Wind-Diesel Hybrid Power System*".

[65] **J. Garcia-Gonzalez**, **Member, IEEE, R. Moraga, L. Matres, and A. Mateo,** "*Stochastic Joint Optimization of Wind Generation and Pumped-Storage units in an Elektricity Market*".

[66] **F. Bourry**, **L.M. Costa** and **G. Kariniotakis**, "*Risk-Based Strategies for Wind/Pumped-Hydro Coordination under Elektricity Markets*," IEEE, 2009.

[67] **F.Vieira**, **H.M. Ramos**, "*Optimization of Operational Planning for Wind / Hydro Hybrid Water Supply Systems*," Renewable Energy, 2009.

[68] **D. Wilde**, "*How Can Pumped – Storage Hydroelectric Generators Optimise Plant Operation in Liberalised Electricity Markets with Growing Wind Power Integration?*".

[69] **M. Sick**, **A. Schwab**, "*Pumped Storage as Integrator of Wind Energy in the Electrical Grid*".

[70] **G. Caralis**, "*Hybrid Systems (Wind with Pumped Storage)*," Los-Aegean Energy Agency.

[71] **M. Ermiş**, "*Rüzgar Enerjisi Santrallarının Türkiye Elektrik Sistemine Entegrasyonu*", TÜBİTAK-Uzay Araştırma Enstitüsü, Mart 2009.

[72] **E. Şekerci**, **M. Elfarra**, **C. Albasan**, "*Rüzgar Türbini Tahmini Yıllık Enerji Üretim Hesaplama Yöntemleri ve Araziye Uygun Rüzgar Türbini Seçimi*," ODTÜ.

[73] **P. Kadar**, "*Pumped Storage Hydro Plant Model for Educational Purposes*," IEEE.

[74] **M. Durak**, "*Rüzgar Enerjisi Teknolojisi ve Türkiye Uygulaması: Akhisar Rüzgar Elektrik Santrali*," İTÜ, Şubat 2000.

[75] **Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu**, "Elektrik Piyasası Uygulama El kitabı," Nisan 2003.

[76] **MTB Enerji Mühendislik Danışmanlık**, "*Elektrik Enerjisi Piyasası Tarifeleri ve Pmum Fiyatları Eğitim Notu*".

[77] **İ.Değirmenci**, Su ve Toprak Kaynakları Planlanması,İlkeler, Ölçütler, Örnekler, Ocak 2010

EKLER

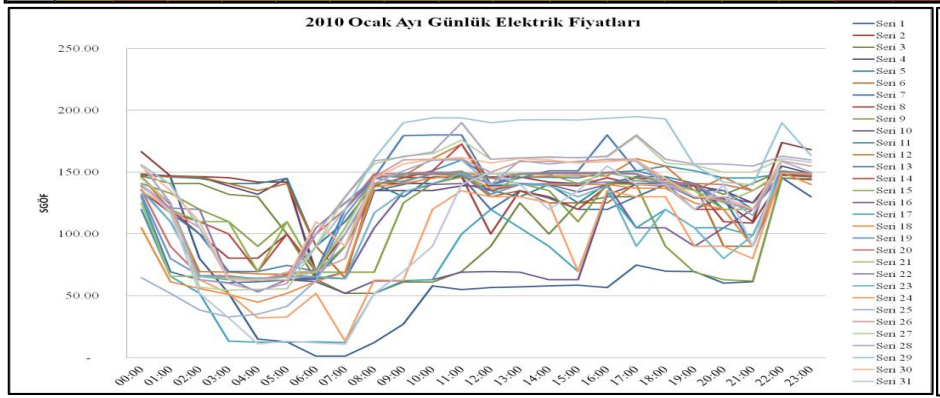
EK –A

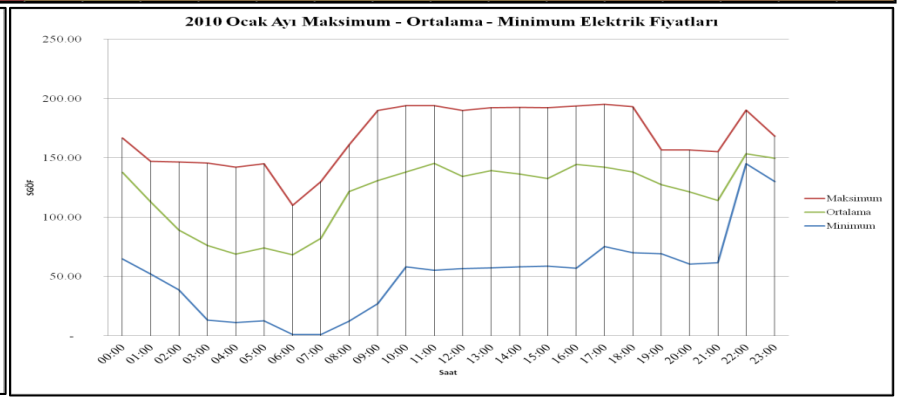
Şekil A.1: 2010 Yılı Ocak Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.2: 2011 Yılı Ocak Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.3: 2010 Yılı Şubat Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.4: 2011 Yılı Şubat Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.5: 2010 Yılı Mart Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.6: 2011 Yılı Mart Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.7: 2010 Yılı Nisan Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.8: 2011 Yılı Nisan Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.9: 2010 Yılı Mayıs Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.10: 2011 Yılı Mayıs Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.11: 2010 Yılı Haziran Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.12: 2011 Yılı Haziran Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.13: 2010 Yılı Temmuz Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.14: 2011 Yılı Temmuz Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.15: 2010 Yılı Ağustos Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.16: 2011 Yılı Ağustos Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.17: 2010 Yılı Eylül Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.18: 2011 Yılı Eylül Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.19: 2010 Yılı Ekim Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.20: 2011 Yılı Ekim Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.21: 2010 Yılı Kasım Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.22: 2011 Yılı Kasım Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.23: 2010 Yılı Aralık Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları
Şekil A.24: 2011 Yılı Aralık Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

EK-A

2010 Yılı Ocak Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Jan 01.01.2010	02 Jan 02.01.2010	03 Jan 03.01.2010	04 Jan 04.01.2010	05 Jan 05.01.2010	06 Jan 06.01.2010	07 Jan 07.01.2010	08 Jan 08.01.2010	09 Jan 09.01.2010	10 Jan 10.01.2010	11 Jan 11.01.2010	12 Jan 12.01.2010	13 Jan 13.01.2010	14 Jan 14.01.2010	15 Jan 15.01.2010	16 Jan 16.01.2010	17 Jan 17.01.2010	18 Jan 18.01.2010	19 Jan 19.01.2010	20 Jan 20.01.2010	21 Jan 21.01.2010	22 Jan 22.01.2010	23 Jan 23.01.2010	24 Jan 24.01.2010	25 Jan 25.01.2010	26 Jan 26.01.2010	27 Jan 27.01.2010	28 Jan 28.01.2010	29 Jan 29.01.2010	30 Jan 30.01.2010	31 Jan 31.01.2010
	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
00:00	147.50	166.65	147.00	148.50	148.00	148.00	130.00	139.00	141.00	146.00	120.00	145.90	135.00	135.00	140.00	136.00	130.00	105.00	132.00	136.00	125.00	140.00	135.00	135.00	64.69	140.00	145.00	156.00	156.00	155.00	140.00
01:00	146.00	147.00	141.00	147.00	146.00	146.00	69.47	120.00	133.00	124.00	65.86	120.00	117.00	117.00	120.00	110.00	65.66	61.43	80.00	90.00	65.86	121.00	110.00	120.00	52.00	120.00	125.00	125.00	140.00	135.00	117.00
02:00	80.00	146.50	141.00	146.00	145.00	146.00	63.00	100.00	120.00	66.35	65.66	69.50	100.00	110.00	110.00	66.35	52.00	55.76	66.25	66.15	66.15	120.00	66.35	63.05	38.53	105.00	56.97	63.00	105.00	110.00	52.00
03:00	52.00	145.50	132.00	139.00	141.00	141.00	60.53	80.44	110.00	66.14	63.00	69.00	69.50	100.00	110.00	66.14	13.20	51.00	66.14	66.14	63.51	63.61	64.86	52.00	33.00	63.00	54.41	60.00	63.00	63.00	32.00
04:00	15.00	142.00	130.00	132.00	141.00	135.00	61.21	80.44	90.00	63.23	63.00	67.80	69.50	69.57	69.50	63.37	12.50	44.69	63.93	63.93	63.23	53.00	64.33	32.00	35.00	62.51	55.19	54.14	63.00	63.00	11.12
05:00	12.60	142.00	100.00	145.00	145.00	141.00	62.78	100.00	110.00	63.00	63.00	67.32	74.71	100.00	110.00	63.00	12.50	52.00	66.62	66.62	65.33	63.01	65.23	33.00	41.46	69.00	55.50	60.00	63.00	63.00	13.30
06:00	1.00	69.00	63.30	64.98	90.00	90.00	63.21	69.50	69.00	61.20	65.18	70.00	69.50	69.50	69.50	64.70	12.60	61.65	65.38	100.00	69.00	105.00	65.38	52.00	62.23	69.50	90.00	100.00	90.00	110.00	12.00
07:00	1.00	90.00	52.00	90.00	110.00	64.41	69.00	100.00	69.00	52.00	90.00	105.00	120.00	90.00	90.00	63.74	12.30	69.00	115.00	120.00	105.00	125.00	64.21	13.30	100.00	80.00	130.00	130.00	120.00	90.00	10.91
08:00	12.10	141.00	52.00	135.00	141.00	145.00	135.00	139.00	69.00	61.97	146.90	146.90	145.90	140.00	140.00	105.00	52.00	138.00	145.00	148.50	145.00	145.00	117.00	62.83	141.00	146.00	156.50	159.00	161.00	145.00	52.00
09:00	27.00	141.00	61.07	135.00	130.00	148.00	140.00	145.50	125.00	62.27	145.90	146.90	179.67	145.40	143.00	134.00	62.27	141.00	142.00	148.90	148.40	148.90	134.00	62.47	151.00	160.00	163.00	162.50	190.00	156.50	69.50
10:00	58.04	141.00	61.10	135.00	146.00	148.00	145.50	145.90	141.00	63.00	151.00	161.00	180.00	151.00	148.40	140.00	63.00	145.00	148.90	149.50	149.90	149.90	141.00	120.00	159.79	160.50	165.00	166.30	194.00	160.50	90.00
11:00	55.03	146.00	69.50	139.00	147.00	148.00	146.00	146.50	146.50	69.00	160.00	172.60	180.00	173.00	151.00	141.00	100.00	148.40	148.90	149.90	149.40	149.90	148.90	135.00	160.00	160.90	176.00	190.10	194.00	162.00	140.00
12:00	56.65	146.00	90.00	139.00	135.00	130.00	120.00	100.00	145.40	69.50	145.40	140.00	140.00	135.00	132.00	135.00	120.00	137.00	132.00	145.00	148.50	140.00	140.00	130.00	140.00	150.00	160.50	160.50	190.00	157.50	150.00
13:00	57.16	146.00	125.00	140.00	130.00	135.00	135.00	135.00	141.00	69.00	145.90	145.90	145.40	140.00	148.00	141.00	105.00	140.00	140.00	148.90	148.90	148.90	140.00	130.00	159.29	158.50	161.50	161.50	192.20	161.00	140.00
14:00	58.02	142.00	100.00	140.00	140.00	125.00	129.00	130.00	135.00	63.00	145.90	146.90	151.00	140.00	148.40	140.00	90.00	140.00	141.00	149.50	148.90	148.90	139.00	125.00	156.50	158.50	161.80	162.50	192.50	160.00	120.00
15:00	58.61	141.00	125.00	139.00	125.00	125.00	120.00	120.00	110.00	63.00	145.40	146.90	151.00	140.00	141.00	134.00	69.50	140.00	141.00	149.40	148.40	148.90	130.00	69.50	158.79	158.00	161.80	161.50	192.20	157.50	135.00
16:00	56.70	142.00	130.00	145.50	141.00	125.00	120.00	139.00	141.00	132.00	150.00	146.90	180.00	145.40	149.40	140.00	134.00	140.00	142.00	149.90	148.90	149.50	139.00	135.00	160.29	160.50	162.50	163.00	193.50	158.50	155.00
17:00	75.00	141.00	130.00	140.00	146.50	141.00	130.00	145.40	140.00	140.00	151.00	161.00	151.00	140.00	145.00	105.00	105.00	137.00	143.00	148.90	148.40	148.40	90.00	130.00	158.79	160.50	179.00	180.00	195.00	160.00	140.00
18:00	70.00	141.00	140.00	139.00	146.50	141.00	140.00	144.00	90.00	141.00	155.00	155.00	145.40	139.00	140.00	105.00	120.00	137.00	141.00	142.00	142.00	140.00	120.00	130.00	140.00	142.00	157.50	160.50	193.00	145.00	139.90
19:00	69.50	130.00	141.00	139.00	141.00	141.00	129.00	139.00	69.00	120.00	151.00	135.00	135.00	120.00	135.00	90.00	105.00	125.00	140.00	141.00	135.00	140.00	105.00	90.00	130.00	130.00	155.50	156.50	155.50	130.00	120.00
20:00	60.21	126.00	132.00	135.00	120.00	90.00	129.00	110.00	63.00	130.00	145.40	145.90	135.00	120.00	120.00	105.00	105.00	120.00	125.00	140.00	125.00	127.00	80.00	90.00	130.00	127.00	150.00	156.50	142.00	130.00	139.90
21:00	61.37	110.00	141.00	125.00	90.00	90.00	90.00	108.90	61.98	125.00	145.40	135.00	120.00	120.00	120.00	120.00	99.00	90.00	120.00	135.00	135.00	120.00	99.00	80.00	115.00	120.00	150.00	155.00	139.90	120.00	90.00
22:00	145.50	174.11	151.00	155.00	148.00	147.50	145.00	145.40	145.40	147.50	149.00	148.00	148.50	147.90	150.50	149.50	150.90	149.90	149.50	150.00	149.90	149.90	149.40	149.40	158.79	159.00	161.00	163.00	190.10	161.00	161.00
23:00	130.00	168.16	149.00	149.00	147.00	147.00	145.00	144.00	145.00	146.40	147.40	147.00	146.90	146.90	149.50	148.50	148.90	140.00	148.90	149.50	148.90	148.50	148.40	148.00	150.00	155.00	158.00	160.00	163.50	158.00	158.00

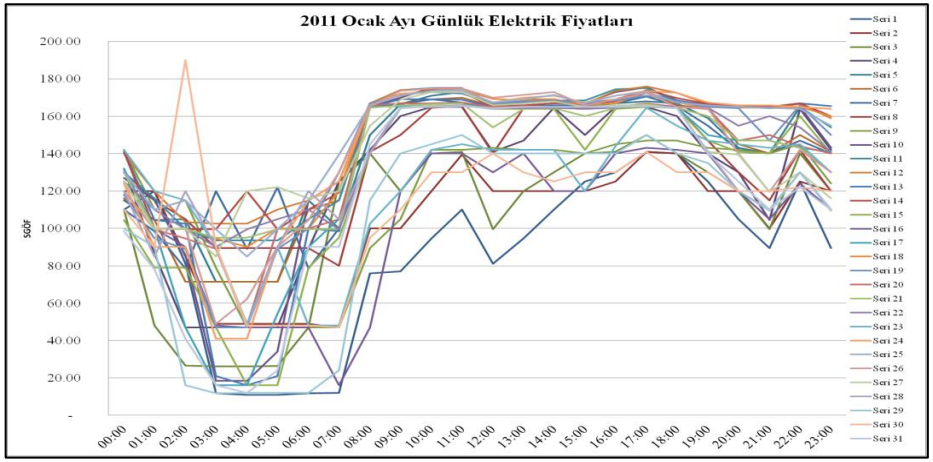


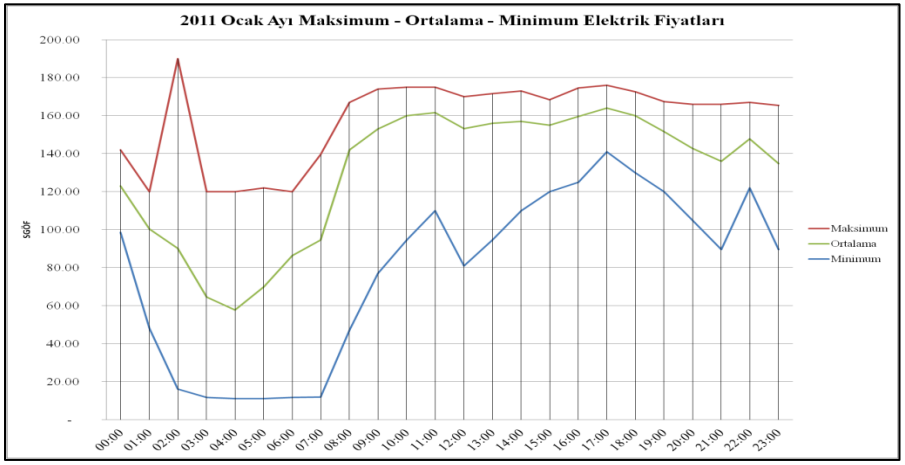


Şekil A.1 : 2010 Yılı Ocak Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2011 Yılı Ocak Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Jan	02 Jan	03 Jan	04 Jan	05 Jan	06 Jan	07 Jan	08 Jan	09 Jan	10 Jan	11 Jan	12 Jan	13 Jan	14 Jan	15 Jan	16 Jan	17 Jan	18 Jan	19 Jan	20 Jan	21 Jan	22 Jan	23 Jan	24 Jan	25 Jan	26 Jan	27 Jan	28 Jan	29 Jan	30 Jan	31 Jan
	01.01.2011	02.01.2011	03.01.2011	04.01.2011	05.01.2011	06.01.2011	07.01.2011	08.01.2011	09.01.2011	10.01.2011	11.01.2011	12.01.2011	13.01.2011	14.01.2011	15.01.2011	16.01.2011	17.01.2011	18.01.2011	19.01.2011	20.01.2011	21.01.2011	22.01.2011	23.01.2011	24.01.2011	25.01.2011	26.01.2011	27.01.2011	28.01.2011	29.01.2011	30.01.2011	31.01.2011
	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon
00:00	110.00	120.00	110.00	132.00	115.00	116.00	110.00	130.00	142.00	127.00	130.00	140.00	141.00	141.00	104.51	125.00	132.00	120.00	118.00	125.00	130.00	125.00	142.00	124.00	130.00	120.00	125.00	120.00	100.00	110.00	98.51
01:00	120.00	120.00	48.00	86.51	104.51	104.51	98.51	115.00	110.00	115.00	116.00	120.00	104.51	100.00	79.00	100.00	100.00	99.51	94.51	99.51	99.51	110.00	120.00	90.00	110.00	100.00	99.51	85.00	90.00	90.00	78.00
02:00	81.00	85.00	26.56	47.00	105.00	71.51	78.51	105.00	115.00	85.51	99.51	103.51	102.51	99.51	79.00	90.00	47.00	100.00	89.00	94.51	99.51	99.51	115.00	90.00	115.00	100.00	100.00	120.00	16.00	190.00	41.00
03:00	11.70	49.00	26.26	47.00	71.51	71.51	120.00	89.51	79.00	18.37	93.51	102.51	21.00	99.51	47.00	48.00	16.00	94.51	47.00	89.00	95.00	90.00	90.00	41.00	99.51	49.00	85.00	90.00	11.80	90.00	16.00
04:00	11.03	49.00	26.26	47.00	71.51	71.51	89.00	89.51	47.00	18.37	93.51	102.51	16.00	120.00	16.00	47.00	16.00	90.00	47.00	48.00	95.00	99.51	49.00	41.00	85.00	62.21	120.00	47.00	11.90	48.00	12.00
05:00	10.98	49.00	26.46	47.00	71.51	71.51	122.00	89.51	47.00	34.00	93.51	110.00	21.00	99.51	16.00	47.00	54.33	100.00	89.00	99.51	99.51	105.00	90.00	90.00	99.51	90.00	122.00	90.00	11.90	48.00	24.00
06:00	11.70	49.00	47.00	89.00	115.00	110.00	78.51	89.51	47.00	115.00	105.00	115.00	100.00	110.00	79.00	47.00	90.00	100.00	100.00	100.00	99.51	110.00	48.00	115.00	115.00	104.51	116.00	120.00	11.90	48.00	90.00
07:00	11.90	47.00	125.00	125.00	100.00	115.00	100.00	80.00	47.00	125.00	115.00	125.00	98.51	119.00	95.00	16.00	105.00	120.00	130.00	105.00	99.51	99.51	48.00	125.00	139.50	130.00	120.00	105.00	24.00	47.00	90.00
08:00	76.00	100.00	140.00	142.00	150.00	164.90	165.00	141.00	89.51	165.00	165.00	166.90	165.00	166.90	140.00	47.00	164.90	166.90	167.00	165.90	164.50	141.00	102.51	165.50	165.90	165.40	155.00	140.00	115.00	94.99	145.00
09:00	77.00	100.00	120.00	160.00	166.40	166.90	166.40	150.00	105.00	170.00	174.00	174.00	169.00	171.50	164.40	120.00	165.50	171.00	172.00	167.00	165.90	164.50	120.00	172.00	171.00	173.50	168.80	164.50	140.00	110.00	164.50
10:00	94.51	120.00	140.00	165.00	171.00	169.00	169.00	164.50	142.00	175.00	175.00	174.50	169.00	174.00	165.40	140.00	166.50	173.50	173.00	166.90	166.40	165.00	142.00	173.00	173.50	174.80	173.00	165.00	145.00	130.00	165.00
11:00	110.00	139.50	141.00	165.00	173.00	170.00	167.40	165.50	142.00	175.00	174.50	174.50	168.80	173.00	165.90	140.00	166.90	174.00	172.00	167.40	166.90	165.50	145.00	173.50	174.00	174.80	173.00	165.90	150.00	130.00	165.50
12:00	81.00	120.00	99.51	141.00	165.00	165.40	164.40	140.00	143.00	166.40	166.00	166.40	165.00	165.00	164.00	130.00	164.50	169.30	166.90	165.00	154.00	164.40	142.00	167.40	167.40	170.00	165.90	164.00	140.00	140.00	164.40
13:00	94.51	120.00	120.00	147.00	165.40	165.90	164.50	164.40	142.00	167.40	167.90	169.00	165.40	165.90	164.00	140.00	164.50	168.50	167.90	165.40	164.00	164.40	142.00	170.00	169.00	171.50	166.90	164.90	140.00	130.00	164.90
14:00	110.00	120.00	130.00	164.50	165.50	166.90	165.90	164.50	142.00	167.90	168.40	169.00	165.90	166.90	164.00	120.00	164.90	169.00	168.40	165.00	164.40	164.50	142.00	171.00	171.50	173.00	168.00	165.00	140.00	125.00	165.00
15:00	125.00	120.00	140.00	150.00	165.50	166.90	165.90	164.00	140.00	166.90	168.40	166.40	165.40	166.40	142.00	120.00	164.00	166.00	167.40	164.50	160.00	164.00	120.00	167.40	166.90	165.90	165.00	164.90	140.00	130.00	165.00
16:00	130.00	125.00	141.00	164.90	166.90	169.00	166.90	164.90	145.00	173.00	174.50	173.50	166.90	167.90	164.00	140.00	164.90	167.00	168.40	164.90	164.40	164.50	144.00	171.00	171.00	169.00	165.90	164.90	140.00	130.00	164.90
17:00	141.00	141.00	150.00	164.90	168.00	173.50	170.50	165.50	147.00	175.50	175.00	176.00	172.50	174.00	164.90	143.00	165.90	173.00	171.00	166.90	166.50	165.90	164.50	173.50	173.00	172.50	166.00	165.40	150.00	141.00	165.40
18:00	140.00	140.00	140.00	160.00	166.90	165.90	165.50	164.90	147.00	168.40	167.90	172.50	168.40	169.80	164.40	142.00	164.50	167.40	167.90	164.90	164.50	164.90	155.00	172.50	167.40	165.00	164.40	164.50	140.00	130.00	164.40
19:00	125.00	120.00	130.00	140.00	159.00	164.50	155.00	147.00	143.00	165.90	165.90	166.40	165.50	166.50	147.00	140.00	150.00	165.00	165.00	164.00	160.00	164.50	147.00	167.40	165.90	164.40	141.00	141.00	135.00	130.00	140.00
20:00	105.00	120.00	120.00	130.00	143.00	145.00	142.00	130.00	142.00	164.90	164.90	165.50	164.90	164.90	141.00	120.00	147.00	164.50	164.40	147.00	147.00	155.00	145.00	165.90	164.90	140.00	139.50	120.00	120.00	120.00	125.00
21:00	89.51	100.00	99.51	104.51	140.00	140.00	140.00	115.00	140.00	164.50	164.40	164.90	165.00	164.90	140.00	105.00	147.00	164.50	147.00	150.00	147.00	160.00	143.00	165.90	164.50	119.51	119.51	110.00	109.51	120.00	110.00
22:00	125.00	125.00	140.00	164.00	164.90	150.00	147.00	142.00	145.00	164.90	165.00	166.40	166.90	166.90	160.00	124.00	143.00	165.00	165.90	144.00	143.00	154.00	145.00	165.00	164.00	142.00	130.00	130.00	130.00	122.00	122.00
23:00	89.51	120.00	120.00	142.00	143.00	141.00	140.00	120.00	124.00	143.00	154.00	159.00	165.40	160.00	140.00	110.00	141.00	160.00	150.00	140.00	130.00	141.00	130.00	164.00	155.00	130.00	116.00	110.00	109.51	120.00	110.00

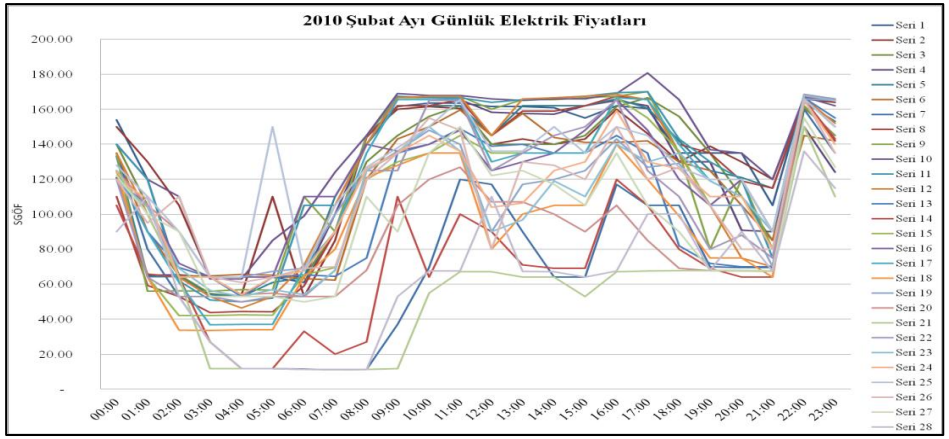


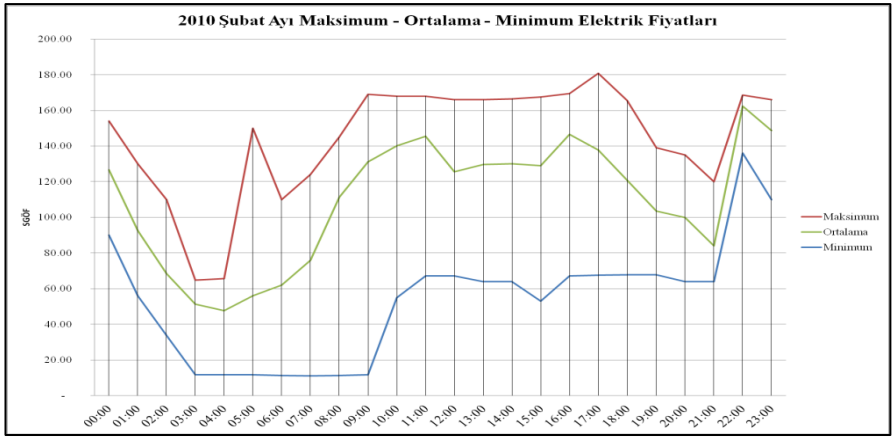


Şekil A.2: 2011 Yılı Ocak Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2010 Yılı Şubat Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Feb	02 Feb	03 Feb	04 Feb	05 Feb	06 Feb	07 Feb	08 Feb	09 Feb	10 Feb	11 Feb	12 Feb	13 Feb	14 Feb	15 Feb	16 Feb	17 Feb	18 Feb	19 Feb	20 Feb	21 Feb	22 Feb	23 Feb	24 Feb	25 Feb	26 Feb	27 Feb	28 Feb
	01.02.2010	02.02.2010	03.02.2010	04.02.2010	05.02.2010	06.02.2010	07.02.2010	08.02.2010	09.02.2010	10.02.2010	11.02.2010	12.02.2010	13.02.2010	14.02.2010	15.02.2010	16.02.2010	17.02.2010	18.02.2010	19.02.2010	20.02.2010	21.02.2010	22.02.2010	23.02.2010	24.02.2010	25.02.2010	26.02.2010	27.02.2010	28.02.2010
	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
00:00	154.00	150.00	140.00	121.00	133.25	135.00	135.00	110.00	135.00	140.00	140.00	135.00	125.00	105.00	125.00	120.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	120.00	120.00	120.00	128.00	120.00	122.00	90.00
01:00	120.00	130.00	105.00	65.18	64.33	90.00	80.00	59.19	55.97	120.00	120.00	100.00	90.00	65.86	64.00	105.00	90.00	64.00	105.00	105.00	100.00	64.00	104.00	108.90	110.00	95.00	100.00	110.00
02:00	64.00	105.00	65.30	65.30	64.30	64.80	53.00	53.00	56.18	110.00	62.00	64.00	69.50	64.00	42.15	72.00	61.00	33.68	64.00	90.00	64.00	53.00	69.00	64.00	90.00	110.00	90.00	53.00
03:00	53.00	64.00	54.70	64.00	54.00	64.78	27.00	43.90	56.10	63.00	51.00	53.00	64.00	27.00	42.07	64.00	36.72	33.54	64.00	64.00	11.75	53.00	56.50	64.00	64.00	64.00	53.00	27.00
04:00	53.00	54.00	53.00	64.00	53.00	65.63	11.75	44.55	56.82	63.00	49.82	46.33	53.00	11.75	42.48	64.00	37.05	34.04	64.00	54.00	11.75	50.00	53.00	54.00	64.00	61.00	53.00	11.73
05:00	64.00	110.00	64.00	64.00	61.00	65.16	11.66	44.21	56.61	85.00	52.00	53.00	64.00	11.75	42.37	64.00	36.98	34.00	67.32	55.00	11.75	53.00	56.90	64.00	150.00	64.00	53.00	11.73
06:00	61.00	53.00	64.05	64.05	63.85	63.25	11.45	59.15	110.00	99.00	105.00	71.00	65.38	33.00	65.38	110.00	69.00	64.00	69.00	53.00	11.28	53.00	54.00	67.50	67.60	69.00	50.00	11.25
07:00	90.00	85.00	90.00	100.00	110.00	62.40	11.15	90.00	90.00	124.00	105.00	105.00	64.41	20.00	69.50	110.00	90.00	80.00	100.00	53.00	11.15	67.90	67.70	90.00	105.00	70.00	53.00	11.24
08:00	145.00	145.00	130.00	140.00	140.00	120.00	11.35	144.00	145.00	145.00	140.00	140.00	75.00	27.00	120.00	140.00	135.00	121.00	125.00	67.90	11.28	125.00	125.00	126.00	127.00	120.00	110.00	11.28
09:00	161.50	160.00	145.00	162.00	162.00	143.00	37.00	162.00	166.50	169.00	167.50	166.50	135.00	110.00	130.00	136.00	165.50	128.00	136.00	105.00	11.75	125.00	135.00	135.00	138.00	135.00	90.00	53.00
10:00	163.50	161.50	156.00	162.00	162.00	150.00	69.50	162.00	166.50	168.00	166.50	167.50	140.00	64.00	135.00	140.00	165.50	135.00	148.00	120.00	55.00	165.00	150.00	145.00	150.00	155.00	135.00	67.50
11:00	163.50	160.50	162.00	165.50	162.00	159.72	120.00	165.50	167.50	168.00	166.50	167.50	149.00	100.00	145.00	148.00	166.00	135.00	140.00	127.00	67.10	165.00	136.00	136.00	165.50	148.00	150.00	67.60
12:00	161.50	140.00	140.00	158.21	145.00	145.00	117.00	145.00	160.00	166.00	164.00	145.00	139.00	90.00	135.00	125.00	130.00	80.00	90.00	107.00	67.10	125.00	90.00	104.00	136.00	80.00	122.00	110.00
13:00	161.50	143.00	140.00	157.70	162.00	157.70	90.00	159.00	165.50	165.00	165.50	166.00	140.00	71.00	135.00	130.00	135.00	100.00	117.00	107.00	64.00	135.00	96.80	106.40	136.00	130.00	125.00	67.30
14:00	161.00	140.00	140.00	157.20	162.00	144.00	64.00	159.00	165.50	166.00	166.50	166.50	135.00	69.00	135.00	135.00	135.00	105.00	120.00	100.00	64.00	145.00	119.00	125.00	150.00	128.00	117.00	67.10
15:00	155.00	143.00	145.00	162.00	162.00	141.00	64.00	162.00	166.50	166.00	167.50	167.50	135.00	69.00	135.00	148.00	135.00	105.00	125.00	90.00	53.00	150.00	110.00	130.00	135.00	120.00	105.00	64.00
16:00	162.00	160.00	161.50	165.00	166.00	141.00	117.00	167.50	167.50	169.00	169.50	168.50	145.00	120.00	166.50	165.50	166.50	140.00	143.00	105.00	67.10	165.50	140.00	159.22	150.00	150.00	135.00	67.50
17:00	160.50	146.00	166.50	162.00	160.73	142.00	105.00	165.50	170.00	180.87	170.00	165.50	135.00	105.00	155.00	148.00	165.50	120.00	127.00	85.00	67.50	125.00	130.00	130.00	145.00	120.00	105.00	100.00
18:00	135.00	130.00	156.00	130.00	142.00	130.00	105.00	140.00	135.00	165.50	143.00	135.00	82.00	80.00	136.00	120.00	140.00	99.00	129.00	69.00	67.70	110.00	135.00	126.00	127.00	127.00	90.00	100.00
19:00	135.00	139.00	135.00	130.00	125.00	125.00	70.00	135.00	80.00	137.00	130.00	105.00	72.00	69.00	105.00	105.00	119.00	75.00	105.00	67.70	67.70	80.00	119.00	110.00	120.00	105.00	67.90	67.90
20:00	135.00	130.00	110.00	91.00	121.00	105.00	69.50	119.00	120.00	135.00	120.00	75.00	70.00	64.00	120.00	120.00	110.00	75.00	105.00	67.60	67.50	88.00	110.00	110.00	120.00	80.00	67.90	90.00
21:00	105.00	120.00	85.00	90.00	115.00	85.00	69.50	115.00	80.00	120.00	75.00	70.00	70.00	64.00	90.00	90.00	90.00	64.00	70.00	67.70	67.30	75.00	90.00	80.00	90.00	80.00	67.70	67.40
22:00	168.00	166.00	161.00	150.00	164.00	145.00	160.00	165.00	162.00	167.00	167.50	166.50	166.50	165.50	166.00	167.00	168.00	168.00	166.00	166.00	150.00	168.50	168.00	165.00	166.00	165.50	155.00	136.00
23:00	165.00	164.00	145.00	124.00	153.17	142.00	135.00	142.00	145.00	162.00	165.00	152.00	155.00	143.00	150.00	165.00	166.00	165.00	165.00	150.00	110.00	166.00	165.00	140.00	150.00	135.00	127.00	115.00

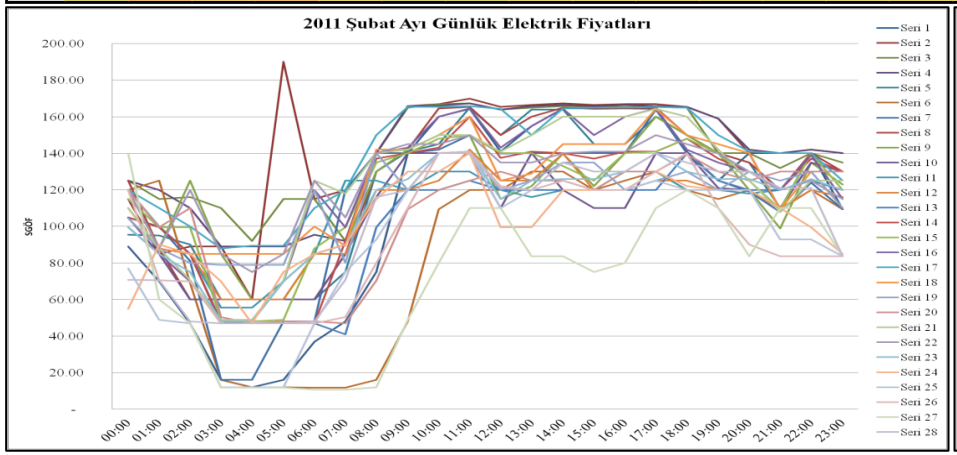


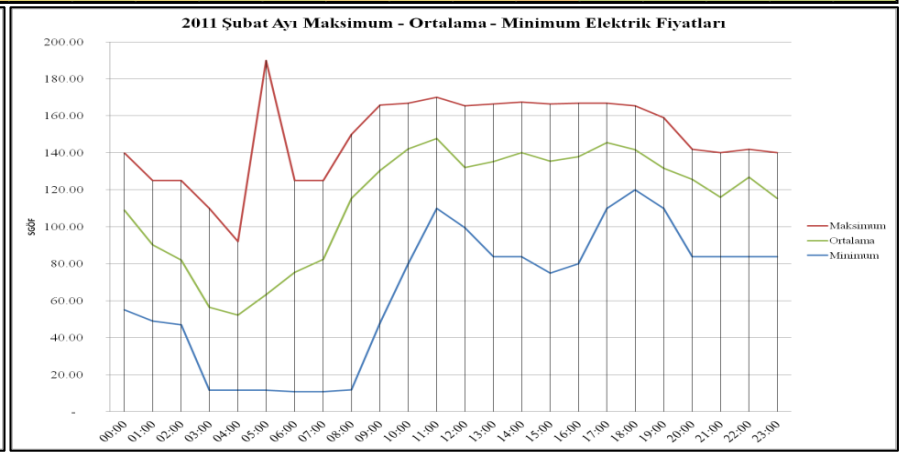


Şekil A.3: 2010 Yılı Şubat Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2011 Yılı Şubat Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Feb	02 Feb	03 Feb	04 Feb	05 Feb	06 Feb	07 Feb	08 Feb	09 Feb	10 Feb	11 Feb	12 Feb	13 Feb	14 Feb	15 Feb	16 Feb	17 Feb	18 Feb	19 Feb	20 Feb	21 Feb	22 Feb	23 Feb	24 Feb	25 Feb	26 Feb	27 Feb	28 Feb
	01.02.2011	02.02.2011	03.02.2011	04.02.2011	05.02.2011	06.02.2011	07.02.2011	08.02.2011	09.02.2011	10.02.2011	11.02.2011	12.02.2011	13.02.2011	14.02.2011	15.02.2011	16.02.2011	17.02.2011	18.02.2011	19.02.2011	20.02.2011	21.02.2011	22.02.2011	23.02.2011	24.02.2011	25.02.2011	26.02.2011	27.02.2011	28.02.2011
	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon
00:00	89.00	115.00	125.00	125.00	95.51	120.00	105.00	125.00	120.00	105.00	120.00	120.00	120.00	105.00	115.00	99.51	120.00	110.00	104.51	120.00	110.00	120.00	99.51	55.00	77.00	120.00	139.90	70.90
01:00	70.00	85.00	115.00	120.00	95.00	125.00	100.00	88.00	88.00	85.00	100.00	88.00	99.51	99.51	99.51	85.00	110.00	88.00	88.00	99.51	88.00	88.00	85.00	90.00	49.00	70.50	60.00	70.50
02:00	47.00	89.00	116.00	110.00	90.00	69.00	81.00	60.00	125.00	60.00	85.00	85.00	85.00	85.00	99.51	70.00	100.00	85.00	80.00	110.00	70.50	120.00	75.00	85.00	47.00	70.00	47.00	48.00
03:00	16.00	89.00	110.00	89.00	60.00	16.00	16.00	60.00	85.00	60.00	55.51	60.00	48.00	47.00	49.00	47.00	88.00	85.00	79.00	50.50	49.00	85.00	48.00	70.00	11.90	47.00	11.70	47.00
04:00	11.90	60.00	92.00	89.00	60.00	11.90	16.00	60.00	60.00	60.00	55.51	60.00	47.00	47.00	48.00	48.00	89.51	85.00	79.00	47.00	49.00	75.00	48.00	47.00	11.90	47.00	11.70	47.00
05:00	16.00	190.00	115.00	89.00	60.00	11.90	48.00	60.00	60.00	60.00	70.00	60.00	47.00	47.00	49.00	70.00	89.51	85.00	79.00	48.00	70.30	85.00	70.00	75.00	11.90	47.00	11.70	47.00
06:00	37.00	115.00	115.00	95.51	60.00	11.70	48.00	60.00	85.00	60.00	85.00	85.00	47.00	47.00	88.00	120.00	110.00	100.00	120.00	48.00	125.00	125.00	85.00	85.00	47.00	47.00	10.80	48.00
07:00	48.00	120.00	92.00	92.00	75.00	11.70	120.00	85.00	90.00	85.00	125.00	85.00	41.00	92.00	99.51	99.51	120.00	89.51	80.00	47.00	118.00	105.00	90.00	90.00	75.00	50.50	10.80	70.90
08:00	75.00	140.00	140.00	140.00	130.00	16.00	140.00	130.00	130.00	116.00	125.00	120.00	99.51	137.00	135.00	140.00	150.00	142.00	140.00	70.40	140.00	140.00	120.00	115.00	93.00	80.00	11.90	116.00
09:00	140.00	165.90	164.90	165.90	141.00	48.00	140.00	142.00	142.00	140.00	120.00	120.00	120.00	140.00	140.00	143.00	165.50	142.00	120.00	109.51	142.00	145.00	126.00	130.00	120.00	110.00	49.00	120.00
10:00	160.00	166.90	166.90	166.00	145.00	109.51	142.00	164.50	150.00	140.00	130.00	125.00	120.00	143.00	148.00	160.00	165.50	150.00	140.00	120.00	150.00	145.00	140.00	130.00	140.00	140.00	80.00	140.00
11:00	164.40	170.00	167.40	167.40	164.90	120.00	150.00	165.40	150.00	140.00	130.00	142.00	125.00	160.00	150.00	164.50	165.90	160.00	141.00	125.00	150.00	150.00	141.00	140.00	141.00	141.00	110.00	140.00
12:00	141.00	165.50	164.00	164.00	150.00	120.00	139.90	150.00	115.00	110.00	120.00	125.00	120.00	137.50	140.00	143.00	164.40	125.00	120.00	130.00	141.00	135.00	115.00	99.51	110.00	122.00	110.00	121.00
13:00	155.00	166.40	165.00	165.90	164.00	130.00	140.00	160.00	122.00	140.00	116.00	125.00	120.00	141.00	140.00	155.00	150.00	129.00	125.00	125.00	150.00	135.00	125.00	99.51	120.00	120.00	83.70	120.00
14:00	164.50	167.40	165.90	166.40	164.00	130.00	140.00	164.90	139.90	120.00	120.00	139.90	120.00	140.00	133.00	164.40	164.50	145.00	135.00	125.00	160.00	140.00	126.00	120.00	125.00	125.00	83.70	135.00
15:00	164.50	166.40	165.40	165.90	145.00	120.00	140.00	164.40	122.00	110.00	120.00	120.00	120.00	137.00	125.00	150.00	164.90	145.00	135.00	120.00	160.00	141.00	126.00	120.00	120.00	120.00	75.00	130.00
16:00	164.50	166.90	165.50	166.40	145.00	125.00	140.00	164.50	140.00	110.00	130.00	120.00	120.00	141.00	140.00	160.00	164.90	145.00	120.00	130.00	160.00	141.00	130.00	120.00	120.00	120.00	80.00	130.00
17:00	164.40	166.90	165.50	165.90	160.00	130.00	164.00	164.90	160.00	140.00	130.00	125.00	120.00	141.00	141.00	164.50	165.40	164.40	125.00	130.00	164.40	150.00	140.00	130.00	125.00	130.00	110.00	140.00
18:00	141.00	165.40	164.90	165.50	150.00	120.00	140.00	150.00	150.00	140.00	120.00	125.00	139.90	148.00	148.00	142.00	165.00	150.00	130.00	139.50	160.00	145.00	130.00	122.00	120.00	140.00	120.00	135.00
19:00	125.00	159.00	140.00	159.00	140.00	115.00	125.00	140.00	140.00	121.00	120.00	120.00	125.00	137.00	140.00	135.00	150.00	145.00	120.00	130.00	142.00	139.90	126.00	120.00	120.00	110.00	110.00	130.00
20:00	140.00	140.00	140.00	142.00	135.00	120.00	119.00	135.00	120.00	120.00	118.00	120.00	120.00	130.00	125.00	130.00	141.00	140.00	130.00	125.00	125.00	130.00	126.00	120.00	120.00	90.00	83.70	130.00
21:00	109.51	140.00	132.00	140.00	110.00	109.51	108.00	120.00	99.00	110.00	120.00	110.00	120.00	120.00	109.51	120.00	140.00	109.51	125.00	130.00	108.00	120.00	120.00	110.00	93.00	83.70	110.00	121.00
22:00	140.00	142.00	140.00	142.00	135.00	120.00	124.00	140.00	135.00	135.00	125.00	120.00	125.00	137.00	140.00	139.00	140.00	130.00	130.00	130.00	125.00	125.00	126.00	99.51	93.00	83.70	110.00	121.00
23:00	109.51	140.00	135.00	140.00	130.00	109.51	109.51	130.00	123.00	130.00	120.00	116.00	120.00	130.00	120.00	115.00	125.00	110.00	110.00	130.00	125.00	115.00	120.00	85.00	83.70	83.70	83.70	83.70

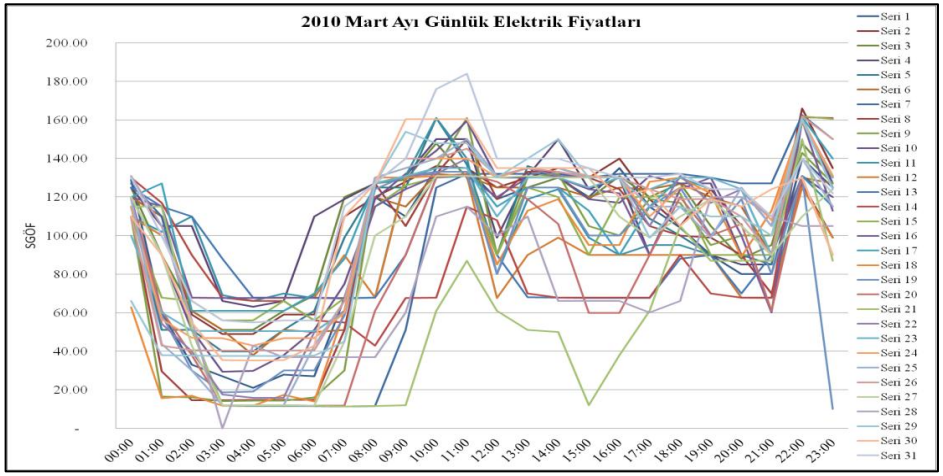


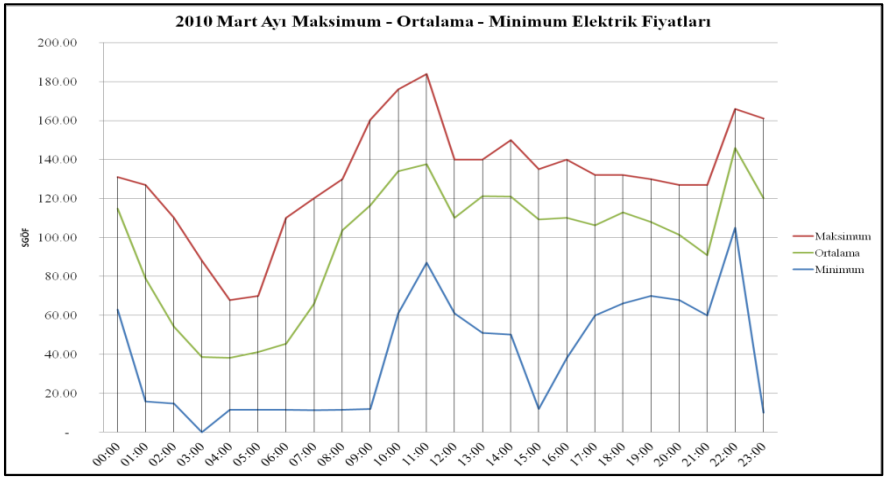


Şekil A.4: 2011 Yılı Şubat Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2010 Yılı Mart Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Mar	02 Mar	03 Mar	04 Mar	05 Mar	06 Mar	07 Mar	08 Mar	09 Mar	10 Mar	11 Mar	12 Mar	13 Mar	14 Mar	15 Mar	16 Mar	17 Mar	18 Mar	19 Mar	20 Mar	21 Mar	22 Mar	23 Mar	24 Mar	25 Mar	26 Mar	27 Mar	28 Mar	29 Mar	30 Mar	31 Mar
	01.03.2010	02.03.2010	03.03.2010	04.03.2010	05.03.2010	06.03.2010	07.03.2010	08.03.2010	09.03.2010	10.03.2010	11.03.2010	12.03.2010	13.03.2010	14.03.2010	15.03.2010	16.03.2010	17.03.2010	18.03.2010	19.03.2010	20.03.2010	21.03.2010	22.03.2010	23.03.2010	24.03.2010	25.03.2010	26.03.2010	27.03.2010	28.03.2010	29.03.2010	30.03.2010	31.03.2010
	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed
00:00	129.00	120.00	125.00	125.00	115.00	120.00	127.00	110.00	110.00	120.00	110.00	110.00	125.00	130.00	110.00	120.00	120.00	62.84	115.00	120.00	115.00	120.00	100.00	115.00	119.00	110.00	120.00	131.00	66.00	110.00	130.00
01:00	60.00	110.00	90.00	105.00	51.00	110.00	110.00	29.62	16.50	90.00	102.00	100.00	115.00	117.00	67.90	115.00	127.00	15.71	58.71	61.00	115.00	54.29	60.00	56.70	43.69	43.00	90.00	105.00	37.95	90.00	100.00
02:00	33.00	59.00	61.00	105.00	51.00	61.00	51.00	14.60	16.00	51.00	110.00	67.90	110.00	90.00	66.00	67.90	61.00	16.93	30.00	38.00	51.00	40.00	50.56	47.00	30.00	40.61	43.00	56.00	37.75	55.00	66.00
03:00	27.00	49.00	51.00	66.00	40.00	51.00	11.75	14.61	14.04	29.41	69.00	67.70	88.00	67.90	56.00	67.70	61.00	11.75	18.73	11.90	11.90	17.60	50.36	46.80	11.92	40.41	11.90	-	37.55	35.29	56.00
04:00	21.02	49.00	51.00	63.00	40.00	38.00	11.56	14.74	14.25	29.83	66.00	67.70	67.90	66.00	56.00	67.70	61.00	11.75	19.00	11.90	11.75	15.93	50.36	43.00	12.00	40.41	11.89	43.00	37.55	35.19	55.00
05:00	27.92	59.00	61.00	66.00	51.00	51.00	11.56	14.72	14.33	38.00	70.00	67.70	67.90	66.00	66.00	67.90	61.00	17.26	30.00	11.90	11.75	15.81	50.36	46.80	12.01	40.41	11.89	37.00	37.55	35.29	56.00
06:00	27.10	59.00	69.00	110.00	61.00	50.00	11.46	14.78	16.00	51.00	67.50	67.90	67.50	56.00	56.00	67.90	70.00	13.82	30.00	11.75	11.70	50.00	50.36	46.80	43.00	40.51	11.75	37.00	37.75	43.00	56.00
07:00	67.60	110.00	120.00	119.00	99.00	51.00	11.35	51.00	30.00	75.00	67.30	90.00	67.50	55.00	67.60	67.70	88.00	61.00	58.51	11.80	11.38	61.00	60.00	60.00	66.00	66.00	45.00	37.00	45.00	110.00	115.00
08:00	120.00	120.00	127.00	127.00	125.00	120.00	11.66	127.00	127.00	119.00	67.90	67.90	67.80	43.00	115.00	115.00	127.00	130.00	124.00	61.00	11.55	127.00	127.00	130.00	130.00	127.00	100.00	37.00	127.00	127.00	127.00
09:00	110.00	128.00	129.00	131.00	125.00	115.00	51.00	105.00	130.00	132.00	131.00	130.00	90.00	67.50	126.00	124.00	130.00	130.00	131.00	90.00	11.90	131.00	131.00	135.00	135.00	140.00	110.00	60.00	154.00	160.40	140.00
10:00	135.00	136.00	148.00	150.00	160.90	132.00	125.00	132.00	135.00	144.00	160.90	131.00	130.00	67.90	130.00	131.00	135.00	131.00	133.00	130.00	61.00	132.00	135.00	140.00	140.00	140.00	131.00	110.00	148.00	160.40	176.00
11:00	135.00	135.00	130.00	150.00	137.00	131.00	132.00	150.00	160.90	159.50	140.00	131.00	131.00	115.00	132.00	131.00	135.00	132.00	133.00	132.00	87.00	140.00	135.00	140.00	150.00	145.00	131.00	115.00	148.00	160.40	184.00
12:00	119.00	125.00	90.00	99.00	90.00	125.00	132.00	119.00	90.00	130.00	80.00	67.70	90.00	108.00	90.00	120.00	115.00	85.00	80.00	128.00	61.00	130.00	110.00	130.00	131.00	131.00	130.00	100.00	130.00	135.00	140.00
13:00	125.00	130.00	125.00	131.00	136.00	125.00	132.00	133.00	130.00	130.00	119.00	90.00	68.00	70.00	125.00	130.00	125.00	113.00	125.00	119.00	51.00	135.00	130.00	135.00	135.00	135.00	131.00	110.00	140.00	135.00	140.00
14:00	130.00	135.00	130.00	150.00	131.00	125.00	132.00	133.00	132.00	131.00	124.00	99.00	67.90	67.90	120.00	130.00	125.00	119.00	125.00	106.00	50.00	131.00	130.00	135.00	135.00	133.00	130.00	66.00	150.00	135.00	140.00
15:00	120.00	130.00	119.00	124.00	130.00	120.00	130.00	130.00	105.00	119.00	99.00	90.00	67.50	67.90	90.00	124.00	113.00	95.00	100.00	59.90	12.00	130.00	125.00	131.00	130.00	130.00	130.00	66.00	130.00	135.00	135.00
16:00	135.00	140.00	131.00	130.00	130.00	125.00	132.00	124.00	100.00	117.00	90.00	90.00	67.50	67.90	120.00	122.00	90.00	95.00	100.00	59.90	38.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	110.00	66.00	130.00	120.00	130.00
17:00	115.00	119.00	120.00	90.00	108.90	124.00	132.00	105.00	119.00	131.00	95.00	90.00	67.70	67.90	120.00	90.00	115.00	128.00	115.00	90.00	61.00	105.00	124.00	110.00	115.00	124.00	99.00	60.00	99.00	124.00	130.00
18:00	104.00	105.00	127.00	90.00	100.00	127.00	132.00	100.00	117.00	127.00	95.00	90.00	88.00	90.00	122.00	124.00	130.00	130.00	125.00	120.00	105.00	131.00	130.00	125.00	115.00	119.00	110.00	66.00	115.00	105.00	132.00
19:00	90.00	124.00	105.00	90.00	90.00	120.00	130.00	99.00	95.00	127.00	90.00	90.00	90.00	70.00	90.00	130.00	124.00	122.00	100.00	100.00	87.00	117.00	130.00	124.00	99.00	119.00	119.00	120.00	110.00	119.00	124.00
20:00	80.00	105.00	88.00	85.00	90.00	115.00	127.00	90.00	100.00	90.00	67.90	67.90	70.00	67.90	90.00	100.00	124.00	89.00	119.00	106.00	87.00	124.00	124.00	124.00	125.00	110.00	105.00	120.00	110.00	115.00	124.00
21:00	80.00	90.00	95.00	85.00	85.00	90.00	127.00	70.00	100.00	90.00	67.60	67.70	90.00	67.90	90.00	60.00	90.00	113.00	80.00	61.00	87.00	105.00	90.00	108.00	105.00	90.00	90.00	110.00	100.00	124.00	110.00
22:00	140.00	166.00	148.00	159.50	160.40	130.00	162.40	127.00	143.00	131.00	131.00	125.00	160.00	161.50	161.90	160.00	161.50	159.00	131.00	130.00	150.00	160.40	160.40	160.00	140.00	161.90	110.00	105.00	160.40	130.00	140.00
23:00	125.00	135.00	130.00	127.00	130.00	127.00	150.00	99.00	127.00	120.00	115.00	99.00	131.00	161.00	160.50	113.00	140.00	130.00	10.00	90.00	87.00	125.00	130.00	131.00	115.00	150.00	124.00	105.00	124.00	90.00	122.00

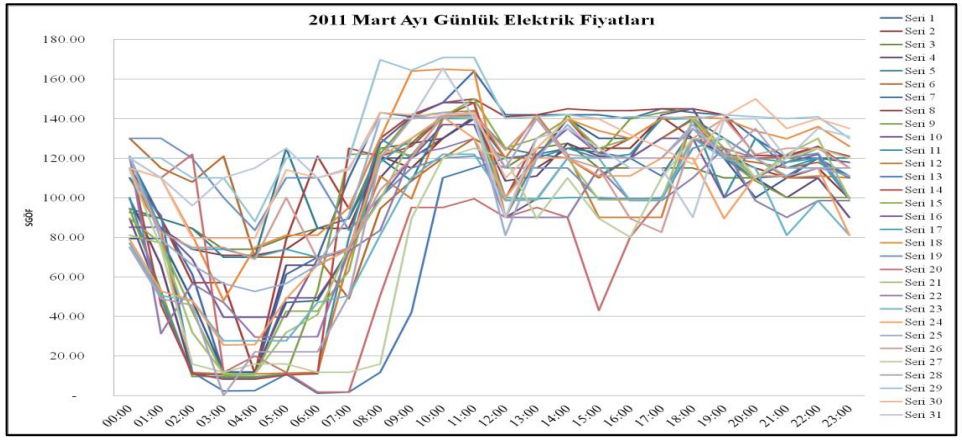


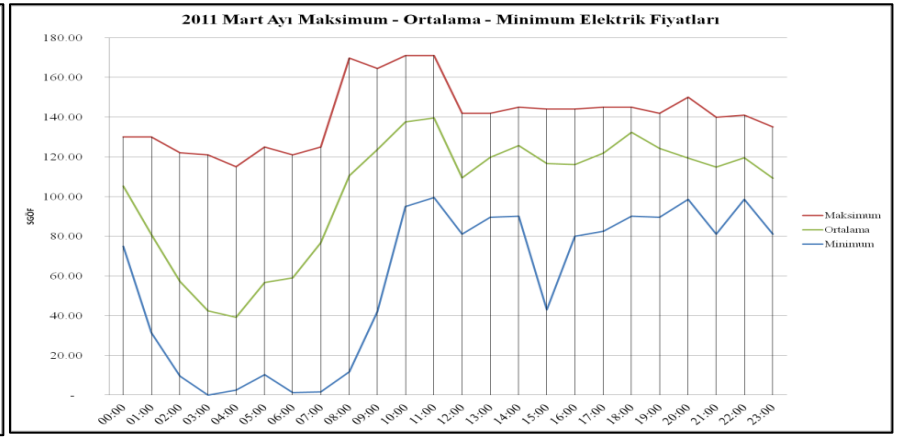


Şekil A.5: 2010 Yılı Mart Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2011 Yılı Mart Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Mar	02 Mar	03 Mar	04 Mar	05 Mar	06 Mar	07 Mar	08 Mar	09 Mar	10 Mar	11 Mar	12 Mar	13 Mar	14 Mar	15 Mar	16 Mar	17 Mar	18 Mar	19 Mar	20 Mar	21 Mar	22 Mar	23 Mar	24 Mar	25 Mar	26 Mar	27 Mar	28 Mar	29 Mar	30 Mar	31 Mar
	01.03.2011	02.03.2011	03.03.2011	04.03.2011	05.03.2011	06.03.2011	07.03.2011	08.03.2011	09.03.2011	10.03.2011	11.03.2011	12.03.2011	13.03.2011	14.03.2011	15.03.2011	16.03.2011	17.03.2011	18.03.2011	19.03.2011	20.03.2011	21.03.2011	22.03.2011	23.03.2011	24.03.2011	25.03.2011	26.03.2011	27.03.2011	28.03.2011	29.03.2011	30.03.2011	31.03.2011
	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu
00:00	79.33	110.00	92.51	99.51	94.51	130.00	120.00	115.00	94.51	89.51	100.00	110.00	110.00	121.00	89.51	85.00	121.00	115.00	130.00	120.00	81.00	121.00	77.00	79.00	121.00	115.00	114.00	75.00	120.00	115.00	120.00
01:00	79.33	84.51	89.51	65.93	89.51	115.00	89.51	89.51	53.01	49.29	49.29	83.51	91.00	45.83	77.00	85.00	83.51	110.00	130.00	110.00	77.00	31.35	50.50	52.74	79.00	82.51	75.00	49.00	120.00	110.00	110.00
02:00	48.00	74.00	84.51	11.15	84.51	108.00	61.31	57.01	9.55	10.87	10.67	11.68	11.68	11.10	42.61	69.00	74.00	81.00	120.00	122.00	31.85	56.71	48.00	48.00	66.00	75.00	16.00	45.62	110.00	79.51	96.00
03:00	11.90	70.90	74.00	10.70	70.00	121.00	11.35	57.01	9.55	10.66	8.87	10.98	2.40	8.34	10.46	39.62	74.00	48.00	100.00	11.78	11.17	47.00	27.63	25.64	56.61	75.00	11.75	-	110.00	79.51	110.00
04:00	11.90	70.90	74.00	11.23	70.00	70.00	11.13	11.20	9.55	10.67	8.87	10.88	2.50	8.24	10.56	39.62	70.00	75.00	83.51	20.00	10.96	29.61	27.68	25.70	52.64	69.00	16.00	22.13	88.00	79.51	115.00
05:00	47.00	74.00	80.00	65.93	125.00	70.00	61.31	79.00	11.03	49.29	10.66	11.30	10.78	10.31	42.61	39.72	74.00	81.00	110.00	11.68	31.85	29.61	27.63	49.00	56.61	100.00	16.00	22.16	120.00	114.00	125.00
06:00	48.00	84.51	84.51	65.93	84.51	70.00	70.00	121.00	53.01	49.39	10.89	11.68	1.20	11.20	42.61	69.00	70.00	81.00	110.00	1.80	41.00	29.71	47.00	66.00	66.00	69.00	11.65	22.13	120.00	110.00	110.00
07:00	74.00	84.51	89.51	74.00	89.51	49.00	110.00	94.51	122.00	72.60	79.80	69.00	1.70	125.00	63.00	74.00	74.00	95.00	83.51	1.70	75.00	73.00	50.50	74.00	91.00	75.00	11.68	50.50	120.00	114.00	115.00
08:00	120.00	121.00	125.00	110.00	120.00	94.51	143.00	130.00	122.08	127.50	130.00	111.00	11.68	121.00	125.00	100.00	118.00	130.00	100.00	50.50	99.00	83.51	81.00	121.00	140.00	104.00	16.00	120.00	169.80	143.00	140.00
09:00	120.00	115.00	127.50	127.50	108.51	108.51	141.00	142.00	141.00	141.00	120.00	99.51	42.00	126.00	121.41	120.00	130.00	164.00	115.00	95.00	130.00	122.00	110.00	130.00	140.00	120.00	89.51	140.00	164.50	142.00	140.00
10:00	130.00	130.00	142.00	130.00	140.00	120.00	148.00	148.00	143.00	148.00	142.00	140.00	110.00	141.00	141.00	137.00	140.00	164.90	120.00	95.00	141.00	125.00	122.00	141.00	143.00	142.00	120.00	141.00	171.00	142.00	165.50
11:00	141.00	140.00	141.00	140.00	142.00	130.00	164.00	150.00	144.00	148.00	143.00	144.00	115.00	148.00	150.00	137.00	140.00	164.40	121.00	99.51	140.00	130.00	122.00	130.00	142.00	142.00	125.00	141.00	171.00	143.00	140.00
12:00	120.00	115.00	115.00	108.51	124.99	120.00	142.00	141.00	100.00	90.00	90.00	120.00	120.00	99.51	125.00	100.00	100.00	90.00	115.00	90.00	99.00	90.00	98.51	100.00	81.00	123.99	120.00	115.00	140.00	110.00	90.00
13:00	120.00	115.00	125.00	111.00	122.00	120.00	142.00	142.00	120.00	99.51	120.00	142.00	122.00	130.00	130.00	122.00	99.51	125.00	115.00	95.00	99.51	90.00	99.00	120.00	120.00	140.00	89.51	140.00	141.00	125.00	130.00
14:00	140.00	125.00	127.50	127.50	125.00	120.00	142.00	145.00	142.00	120.00	125.00	122.00	120.00	140.00	140.00	135.00	100.00	140.00	115.00	90.00	120.00	90.00	120.00	120.00	137.00	120.00	110.00	122.00	142.00	140.00	135.00
15:00	130.00	125.00	115.00	121.00	123.00	110.00	142.00	144.00	122.00	120.00	120.00	90.00	111.00	122.00	125.00	122.00	100.00	133.90	99.51	43.00	99.00	115.00	120.00	111.00	122.00	115.00	89.51	120.00	140.00	139.90	125.00
16:00	130.00	125.00	115.00	120.00	120.00	120.00	140.00	144.00	139.90	120.00	122.00	90.00	120.00	130.00	130.00	120.00	99.51	130.00	99.51	80.00	99.00	98.51	98.51	111.00	120.00	89.51	80.00	120.00	141.00	132.00	115.00
17:00	140.00	141.00	115.00	130.00	130.00	130.00	145.00	145.00	143.00	142.00	139.90	90.00	111.00	140.00	140.00	130.00	99.51	140.00	100.00	99.51	99.00	98.51	98.51	120.00	120.00	82.51	110.00	120.00	141.00	125.00	115.00
18:00	140.00	130.00	115.00	130.00	140.00	139.50	143.00	145.00	145.00	145.00	140.00	140.00	135.00	141.00	141.00	130.00	125.00	141.00	130.00	130.00	140.00	110.00	130.00	120.00	137.00	130.00	130.00	135.00	140.00	117.00	90.00
19:00	120.00	122.00	110.00	122.00	130.00	120.00	142.00	142.00	120.00	120.00	100.00	120.00	120.00	122.00	125.00	100.00	130.00	140.00	130.00	125.00	122.50	125.00	120.00	89.51	121.00	140.00	130.00	121.00	142.00	141.00	139.90
20:00	100.00	115.00	110.00	110.00	120.00	118.00	130.00	121.41	108.51	120.00	130.00	120.00	110.00	120.00	110.00	110.00	120.00	133.90	120.00	120.00	110.00	98.51	115.00	111.00	120.00	122.00	110.00	135.00	141.00	150.00	140.00
21:00	110.00	110.00	100.00	100.00	120.00	115.00	120.00	121.41	100.00	110.00	115.00	110.00	111.00	121.00	118.00	118.00	118.00	129.80	120.00	120.00	122.00	90.00	81.00	111.00	111.00	125.00	120.00	115.00	140.00	135.00	120.00
22:00	120.00	115.00	100.00	110.00	120.00	118.00	120.00	126.00	100.00	110.00	120.00	111.00	120.00	125.00	125.00	122.00	120.00	136.00	122.50	125.00	130.00	98.51	98.51	115.00	115.00	125.00	125.00	115.00	141.00	140.00	135.00
23:00	110.00	99.51	100.00	90.00	120.00	110.00	118.00	115.00	100.00	90.00	111.00	110.00	110.00	121.00	120.00	99.51	99.51	126.00	100.00	120.00	99.51	98.51	81.00	81.00	111.00	115.00	120.00	115.00	130.00	135.00	131.00

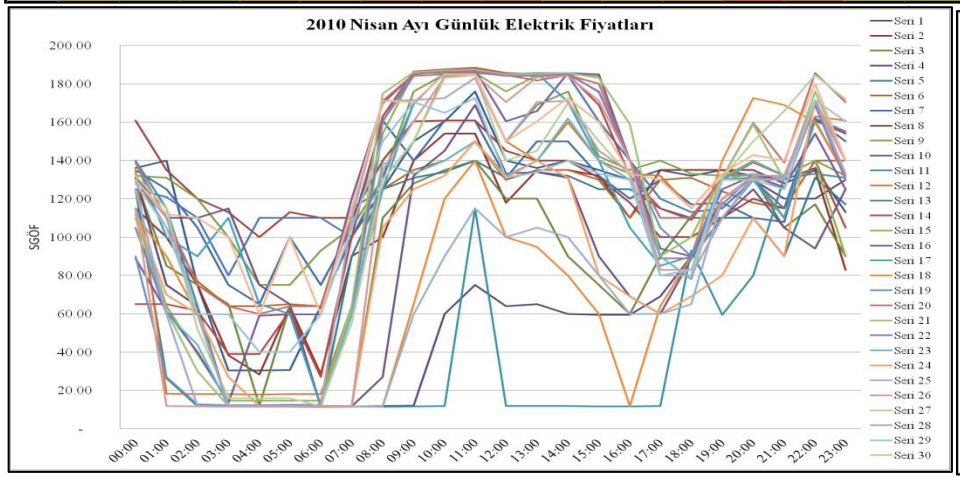


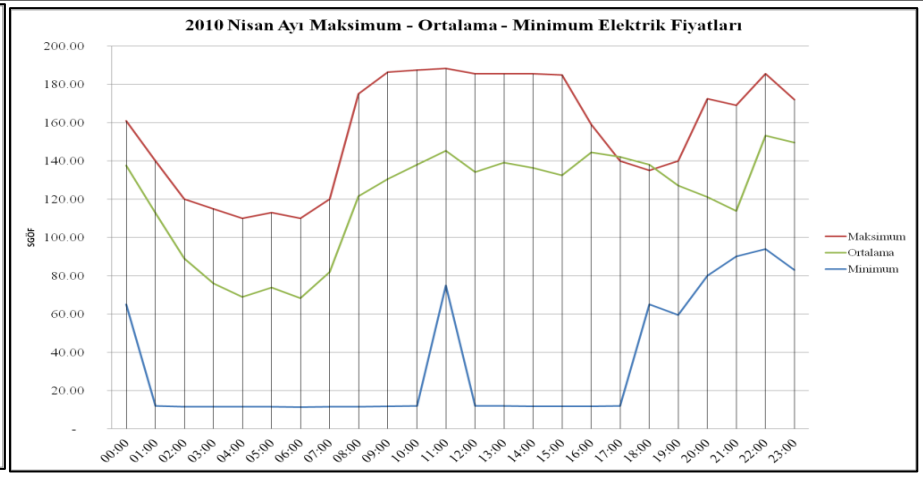


Şekil A.6: 2011 Yılı Mart Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2010 Yılı Nisan Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Apr	02 Apr	03 Apr	04 Apr	05 Apr	06 Apr	07 Apr	08 Apr	09 Apr	10 Apr	11 Apr	12 Apr	13 Apr	14 Apr	15 Apr	16 Apr	17 Apr	18 Apr	19 Apr	20 Apr	21 Apr	22 Apr	23 Apr	24 Apr	25 Apr	26 Apr	27 Apr	28 Apr	29 Apr	30 Apr
	01.04.2010	02.04.2010	03.04.2010	04.04.2010	05.04.2010	06.04.2010	07.04.2010	08.04.2010	09.04.2010	10.04.2010	11.04.2010	12.04.2010	13.04.2010	14.04.2010	15.04.2010	16.04.2010	17.04.2010	18.04.2010	19.04.2010	20.04.2010	21.04.2010	22.04.2010	23.04.2010	24.04.2010	25.04.2010	26.04.2010	27.04.2010	28.04.2010	29.04.2010	30.04.2010
	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
00:00	136.00	115.00	130.00	131.00	125.00	131.00	135.00	160.90	132.00	132.00	140.00	135.00	125.00	65.00	115.00	89.00	140.00	112.00	90.00	138.90	110.00	105.00	115.00	112.00	125.00	115.00	132.00	130.00	128.00	130.00
01:00	140.00	100.00	85.00	75.00	26.38	105.00	125.00	135.00	131.00	110.00	115.00	18.33	121.00	65.00	64.00	61.30	100.00	90.00	27.00	110.00	61.30	60.00	59.90	70.00	59.90	11.90	115.00	110.00	105.00	112.00
02:00	75.00	75.00	75.00	64.00	11.80	77.00	105.00	120.00	120.00	110.00	64.00	18.03	110.00	61.70	39.00	40.00	90.00	59.90	12.72	75.00	30.00	59.70	44.00	59.90	11.90	11.60	52.00	59.90	59.90	110.00
03:00	30.51	38.39	65.00	11.90	11.69	64.00	75.00	113.00	100.00	115.00	11.75	18.13	80.00	39.00	14.72	13.68	110.00	11.90	12.32	64.00	11.90	11.90	11.90	27.00	11.70	11.50	16.00	12.00	59.70	100.00
04:00	30.51	28.37	12.00	11.75	11.63	64.00	65.00	100.00	75.00	75.00	11.90	17.93	110.00	39.00	14.62	59.00	65.00	11.90	12.32	59.90	11.89	11.80	11.89	11.90	11.70	11.50	16.00	11.90	40.00	59.90
05:00	30.61	64.00	64.00	11.75	11.75	65.00	100.00	113.00	75.00	65.00	11.90	18.13	110.00	61.30	14.72	59.70	60.00	11.90	12.42	64.00	11.90	11.89	11.85	11.90	11.70	11.50	16.00	11.90	40.00	100.00
06:00	64.00	28.47	11.90	11.59	11.80	64.00	75.00	110.00	93.00	11.70	11.70	18.13	110.00	27.00	14.72	59.70	11.90	11.70	12.52	64.00	11.89	11.75	11.70	11.70	11.35	11.35	11.90	12.00	59.70	59.90
07:00	100.00	90.00	11.90	11.69	90.00	115.00	105.00	110.00	105.00	11.70	11.60	64.00	100.00	100.00	64.00	120.00	59.90	11.70	64.00	110.00	64.00	59.70	59.70	11.90	11.50	11.89	55.20	110.00	105.00	115.00
08:00	125.00	100.00	110.00	11.80	125.00	125.00	160.90	140.00	131.00	27.00	11.50	130.00	131.00	163.00	154.00	169.90	125.00	11.75	160.40	171.00	175.00	160.40	138.90	105.00	11.70	135.00	130.00	171.00	150.00	171.00
09:00	150.00	140.00	128.00	12.00	131.00	135.00	140.00	160.40	176.00	132.00	11.70	150.00	169.50	186.50	185.50	185.00	170.00	65.00	186.50	185.00	186.00	184.00	133.00	125.00	59.70	160.40	150.00	171.50	170.50	170.50
10:00	160.40	154.00	135.00	59.90	134.00	140.00	160.90	160.90	185.00	145.00	11.99	184.50	185.50	187.50	185.50	186.50	185.50	120.00	186.50	186.50	187.00	185.00	140.00	132.00	90.00	183.50	183.00	172.50	165.00	185.00
11:00	176.00	154.00	140.00	75.00	140.00	150.00	160.90	160.90	185.00	169.00	115.00	185.00	186.50	188.30	185.50	187.40	185.50	140.00	187.50	186.50	187.50	186.00	150.00	150.00	115.00	185.00	184.50	183.00	172.50	185.00
12:00	140.00	118.00	120.00	64.00	131.00	130.00	131.00	145.00	150.00	133.00	11.90	150.00	184.50	185.50	176.00	160.40	184.50	100.00	185.00	184.50	185.00	184.00	132.00	131.00	100.00	170.50	140.00	150.00	131.00	150.00
13:00	136.00	135.00	120.00	65.00	134.00	135.00	150.00	140.00	169.00	134.00	11.90	140.00	184.00	185.00	184.50	165.75	185.50	95.00	185.50	181.83	185.00	184.00	140.00	140.00	105.00	183.50	145.00	170.50	134.00	160.40
14:00	140.00	135.00	90.00	59.90	132.00	135.00	150.00	140.00	176.00	131.00	11.80	160.00	184.50	185.00	185.00	185.50	170.50	80.00	185.50	184.50	185.50	185.00	161.90	131.00	100.00	184.00	170.00	171.00	140.00	172.50
15:00	135.00	132.00	75.00	59.50	125.00	130.00	132.00	131.00	142.00	90.00	11.70	140.00	160.40	169.00	184.00	185.00	140.00	59.90	175.67	180.00	183.00	176.00	140.00	80.00	80.00	171.00	150.00	145.00	133.00	160.00
16:00	130.00	110.00	59.80	59.50	125.00	110.00	120.00	118.00	135.00	69.00	11.70	133.00	140.00	132.00	140.00	140.00	105.00	11.90	140.00	140.00	159.00	140.00	130.00	69.00	60.00	140.00	132.00	134.00	130.00	133.00
17:00	135.00	135.00	90.00	69.00	115.00	130.00	130.00	100.00	140.00	59.90	11.90	132.00	120.00	115.00	90.00	94.00	85.00	64.00	105.00	110.00	90.00	89.00	90.00	59.90	59.90	83.00	80.00	80.00	80.00	130.00
18:00	132.00	135.00	111.00	90.00	110.00	131.00	117.00	100.00	133.00	89.00	93.00	115.00	113.00	109.00	100.00	90.00	90.00	90.00	90.00	110.00	100.00	89.00	78.00	69.00	65.00	83.00	80.00	80.00	83.00	115.00
19:00	135.00	135.00	130.00	120.00	110.00	124.00	118.00	110.00	132.00	110.00	59.50	133.00	115.00	131.00	131.00	125.00	110.00	140.00	130.00	131.00	131.00	117.00	130.00	80.00	120.00	120.00	131.00	110.00	130.00	133.00
20:00	132.00	135.00	131.00	130.00	110.00	118.00	110.00	120.00	132.00	125.00	80.00	132.00	130.00	140.00	140.00	132.00	130.00	172.50	138.90	159.50	159.00	132.00	133.00	110.00	130.00	132.00	150.00	131.00	130.00	143.00
21:00	130.00	128.00	105.00	120.00	90.00	115.00	108.00	115.00	132.00	105.00	131.00	110.00	115.00	132.00	132.00	126.00	110.00	169.00	132.00	138.90	130.00	125.00	131.00	90.00	130.00	132.00	165.85	130.00	125.00	140.00
22:00	136.00	135.00	117.00	120.00	131.00	140.00	161.90	160.90	140.00	94.00	133.00	162.90	161.90	140.00	140.00	154.00	160.90	160.00	170.00	185.50	176.00	169.00	171.00	171.50	171.50	171.50	184.50	171.50	171.50	180.00
23:00	113.00	83.00	90.00	130.00	117.00	140.00	150.00	154.00	132.00	125.00	131.00	160.90	155.00	105.00	90.00	125.00	132.00	132.00	140.00	170.50	140.00	130.00	140.00	140.00	140.00	140.00	172.00	133.00	160.40	140.00

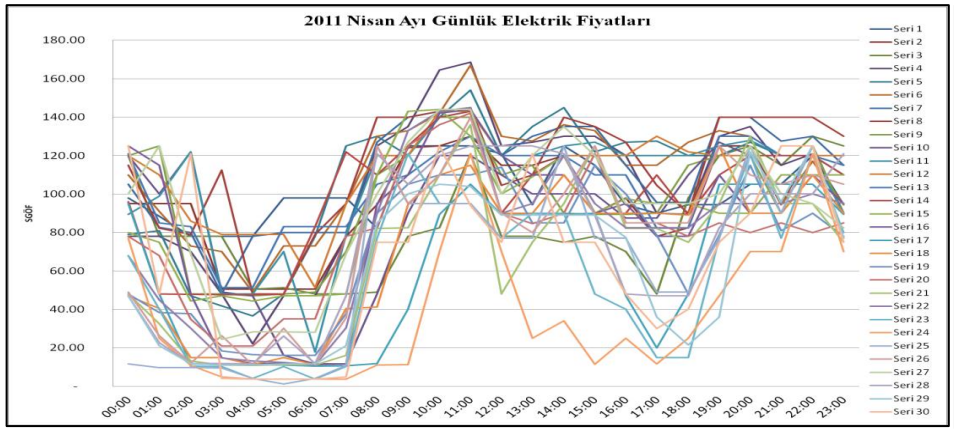


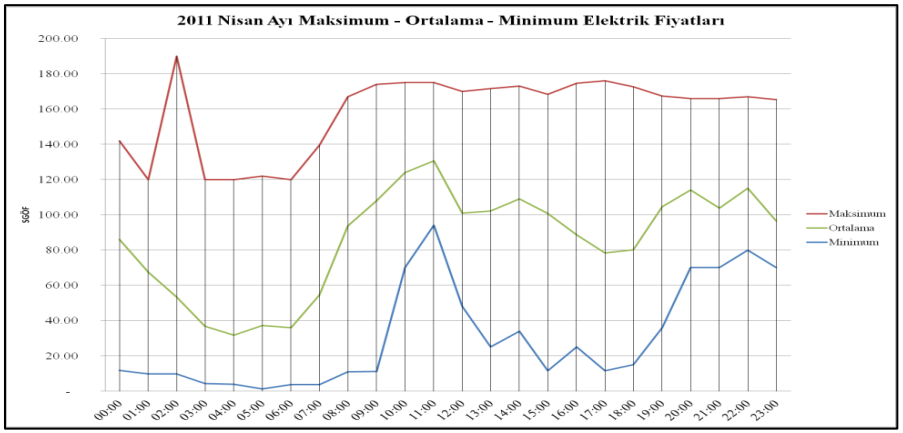


Şekil A.7: 2010 Yılı Nisan Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2011 Yılı Nisan Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Apr	02 Apr	03 Apr	04 Apr	05 Apr	06 Apr	07 Apr	08 Apr	09 Apr	10 Apr	11 Apr	12 Apr	13 Apr	14 Apr	15 Apr	16 Apr	17 Apr	18 Apr	19 Apr	20 Apr	21 Apr	22 Apr	23 Apr	24 Apr	25 Apr	26 Apr	27 Apr	28 Apr	29 Apr	30 Apr
	01.04.2011	02.04.2011	03.04.2011	04.04.2011	05.04.2011	06.04.2011	07.04.2011	08.04.2011	09.04.2011	10.04.2011	11.04.2011	12.04.2011	13.04.2011	14.04.2011	15.04.2011	16.04.2011	17.04.2011	18.04.2011	19.04.2011	20.04.2011	21.04.2011	22.04.2011	23.04.2011	24.04.2011	25.04.2011	26.04.2011	27.04.2011	28.04.2011	29.04.2011	30.04.2011
	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
00:00	98.00	95.00	120.00	78.00	79.00	110.00	105.00	115.00	120.00	120.00	89.51	120.00	121.00	96.00	80.00	125.00	95.00	47.00	48.00	78.00	48.00	68.00	68.00	77.00	11.68	49.00	100.00	47.00	47.00	125.00
01:00	88.51	95.00	78.00	78.00	81.00	91.00	82.61	82.19	125.00	100.00	99.00	110.00	85.00	48.00	75.00	115.00	48.00	40.52	38.42	68.00	32.58	45.00	40.00	25.00	9.75	26.28	125.00	22.73	21.14	48.00
02:00	78.00	95.00	78.00	70.00	47.00	73.00	80.00	79.00	48.00	122.00	122.00	86.00	83.00	47.76	44.42	48.00	11.71	15.00	37.68	34.94	13.27	30.29	10.50	10.90	9.72	12.09	69.00	11.78	11.78	121.00
03:00	78.00	50.50	78.00	48.00	41.75	70.00	48.00	112.50	48.00	49.00	48.00	79.00	51.26	47.66	47.00	15.00	11.24	15.00	18.40	21.00	11.03	14.79	10.30	4.87	9.53	26.28	24.44	11.88	11.09	4.19
04:00	78.00	50.50	50.50	22.00	36.60	49.00	78.00	48.00	47.00	47.00	48.00	79.00	51.26	47.66	44.42	11.78	11.10	11.30	16.52	21.00	10.90	13.27	4.19	3.80	4.19	11.00	28.26	11.68	11.09	3.80
05:00	98.00	50.50	51.36	47.00	48.00	73.00	80.00	48.00	48.00	16.00	70.00	79.00	83.00	47.76	47.00	11.78	11.14	15.00	16.00	35.04	11.24	12.33	10.30	3.79	1.29	30.19	28.26	26.08	11.68	3.80
06:00	98.00	50.50	48.00	47.00	78.00	73.00	80.00	79.00	49.00	11.61	17.87	51.26	83.00	83.00	47.00	11.30	10.50	11.30	16.00	35.04	11.14	10.98	3.79	3.69	4.19	11.19	28.16	11.78	11.68	3.77
07:00	98.00	78.00	48.00	78.00	125.00	95.00	80.00	95.00	70.00	11.58	79.00	95.00	83.00	122.00	48.00	11.61	10.73	40.42	37.78	78.00	16.00	30.39	10.30	3.66	10.90	35.63	69.00	47.00	21.14	4.87
08:00	82.19	94.51	49.00	125.00	130.00	130.00	127.00	140.00	110.00	48.00	120.00	120.00	105.00	110.00	110.00	95.00	11.78	41.31	90.00	82.51	82.00	90.00	77.00	11.00	125.00	125.00	100.00	121.00	85.00	75.00
09:00	125.00	123.99	78.00	135.00	120.00	133.00	140.00	140.00	120.00	90.00	120.00	120.00	110.00	125.00	143.00	110.00	40.00	94.51	105.00	125.00	82.51	133.00	121.00	11.20	95.00	95.00	127.00	105.00	100.00	75.00
10:00	125.00	125.00	82.51	164.50	140.00	142.00	143.00	143.00	140.00	120.00	140.00	143.00	122.00	140.00	144.00	142.00	89.51	110.00	110.00	136.00	110.00	143.00	95.00	70.00	95.00	110.00	144.00	120.00	105.00	125.00
11:00	125.00	130.00	121.00	168.50	154.00	167.00	143.00	145.00	140.00	120.00	143.00	143.00	130.00	143.00	130.00	144.00	105.00	115.00	110.00	142.00	136.00	145.00	95.00	121.00	95.00	140.00	144.00	125.00	104.00	94.00
12:00	121.00	115.00	78.00	125.00	120.00	130.00	120.00	104.51	110.00	110.00	120.00	120.00	120.00	90.00	100.00	120.00	89.51	90.00	114.00	90.00	48.00	90.00	77.00	70.00	77.00	90.00	100.00	125.00	89.00	75.00
13:00	94.51	115.00	78.00	127.00	135.00	127.50	130.00	110.00	115.00	100.00	120.00	120.00	120.00	110.00	109.00	110.00	90.00	90.00	85.00	84.51	75.00	95.00	90.00	25.00	77.00	80.00	120.00	125.00	89.00	121.00
14:00	125.00	120.00	75.00	130.00	145.00	136.00	135.00	140.00	90.00	100.00	125.00	120.00	120.00	120.00	120.00	110.00	89.51	110.00	85.00	90.00	95.00	120.00	90.00	34.00	125.00	100.00	135.00	121.00	89.00	75.00
15:00	115.00	90.00	78.00	130.00	122.00	133.00	135.00	135.00	89.51	100.00	127.00	120.00	110.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	115.00	121.00	125.00	95.00	48.00	11.50	77.00	125.00	120.00	89.00	89.00	75.00
16:00	94.51	98.00	70.00	120.00	127.00	115.00	115.00	127.00	89.51	87.51	120.00	120.00	110.00	90.00	97.51	95.00	47.00	90.00	100.00	85.00	82.00	82.51	40.00	25.00	77.00	85.00	95.00	48.00	77.51	48.00
17:00	90.00	78.00	48.00	90.00	127.50	115.00	95.61	104.51	90.00	87.51	120.00	130.00	82.19	110.00	95.00	78.00	20.00	90.00	78.51	85.00	82.00	82.51	15.00	11.60	49.00	85.00	95.00	47.00	36.00	30.00
18:00	94.51	82.51	98.00	89.51	120.00	127.00	95.61	90.00	115.00	110.00	120.00	122.00	82.19	89.00	95.00	78.00	48.00	89.00	48.00	78.00	75.00	82.51	15.00	25.00	49.00	85.00	95.00	47.00	21.50	40.00
19:00	94.51	125.00	120.00	130.00	120.00	133.00	140.00	140.00	120.00	127.00	125.00	120.00	130.00	110.00	90.00	110.00	105.00	125.00	78.51	85.00	95.00	95.00	77.00	47.00	77.00	125.00	100.00	82.51	36.00	75.00
20:00	105.00	125.00	125.00	135.00	127.00	130.00	140.00	140.00	120.00	120.00	128.00	120.00	130.00	120.00	90.00	90.00	105.00	90.00	115.00	80.00	130.00	95.00	121.00	70.00	125.00	110.00	125.00	100.00	122.00	90.00
21:00	105.00	94.51	115.00	115.00	120.00	94.51	127.50	140.00	90.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	110.00	90.00	105.00	90.00	81.00	85.00	95.00	95.00	77.00	70.00	90.00	105.00	100.00	100.00	96.00	125.00
22:00	120.00	125.00	130.00	121.00	120.00	117.00	130.00	140.00	125.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	110.00	110.00	105.00	110.00	90.00	80.00	95.00	100.00	121.00	121.00	125.00	110.00	95.00	100.00	125.00	125.00
23:00	94.51	90.00	125.00	90.00	115.00	94.51	115.00	130.00	90.00	110.00	90.00	120.00	115.00	110.00	110.00	95.00	89.51	90.00	78.00	85.00	75.00	95.00	80.00	70.00	77.00	105.00	82.51	121.00	77.00	75.00

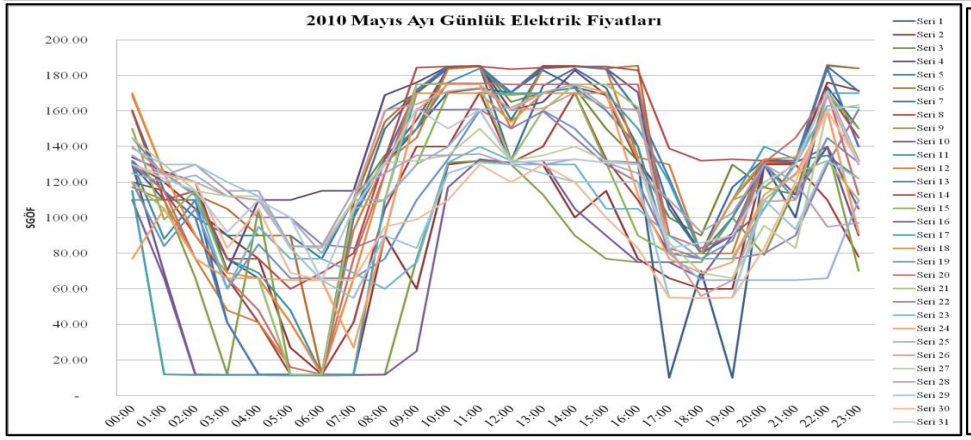


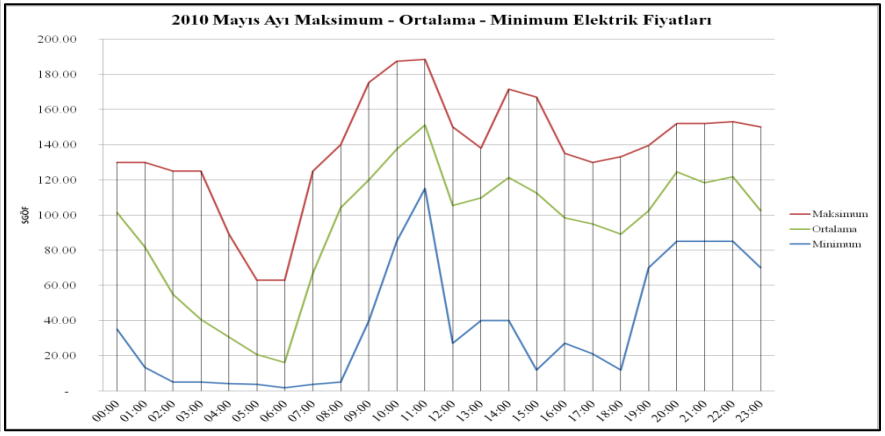


Şekil A.8: 2011 Yılı Nisan Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2010 Yılı Mayıs Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 May	02 May	03 May	04 May	05 May	06 May	07 May	08 May	09 May	10 May	11 May	12 May	13 May	14 May	15 May	16 May	17 May	18 May	19 May	20 May	21 May	22 May	23 May	24 May	25 May	26 May	27 May	28 May	29 May	30 May	31 May
	01.05.2010	02.05.2010	03.05.2010	04.05.2010	05.05.2010	06.05.2010	07.05.2010	08.05.2010	09.05.2010	10.05.2010	11.05.2010	12.05.2010	13.05.2010	14.05.2010	15.05.2010	16.05.2010	17.05.2010	18.05.2010	19.05.2010	20.05.2010	21.05.2010	22.05.2010	23.05.2010	24.05.2010	25.05.2010	26.05.2010	27.05.2010	28.05.2010	29.05.2010	30.05.2010	31.05.2010
	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon
00:00	130.00	131.00	115.00	134.00	160.00	169.00	160.00	120.00	110.00	130.00	131.00	117.00	132.00	160.40	150.00	110.00	115.00	170.00	120.00	130.00	120.00	145.00	140.00	77.00	125.00	140.00	145.00	135.00	138.90	130.00	130.00
01:00	110.00	120.00	11.90	126.00	115.00	125.00	110.00	115.00	110.00	69.00	88.00	110.00	115.00	110.00	99.00	66.00	11.80	125.00	84.00	115.00	105.00	124.00	125.00	105.00	120.00	125.00	130.00	124.00	130.00	124.00	122.00
02:00	115.00	105.00	11.75	120.00	100.00	113.00	110.00	90.00	66.00	11.90	110.00	77.00	100.00	115.00	115.00	11.75	11.55	90.00	105.00	77.00	77.00	130.00	112.00	77.00	124.00	120.00	115.00	130.00	130.00	120.00	115.00
03:00	77.00	90.00	11.70	70.00	90.00	105.00	41.00	66.00	11.90	11.75	77.00	48.00	41.00	77.00	69.00	11.70	11.50	69.00	60.00	66.00	66.00	115.00	60.00	66.00	112.00	112.00	112.00	115.00	120.00	83.00	92.00
04:00	66.00	77.00	11.55	110.00	90.00	90.00	11.90	41.00	105.00	11.70	69.00	41.00	12.00	77.00	66.00	11.63	11.50	66.00	85.00	48.00	66.00	100.00	95.00	66.00	110.00	110.00	112.00	115.00	112.00	105.00	110.00
05:00	41.00	27.00	11.55	110.00	90.00	90.00	11.90	12.00	11.75	11.70	48.00	16.00	11.90	59.90	11.90	11.55	11.35	41.00	66.00	16.00	11.90	100.00	77.00	65.00	100.00	84.00	84.00	84.00	83.00	69.00	100.00
06:00	11.90	11.80	11.70	115.00	77.00	12.00	11.75	11.75	11.75	11.70	11.90	11.90	11.75	69.00	11.75	11.35	11.40	11.90	66.00	12.00	11.90	85.00	77.00	65.00	80.00	83.00	83.00	84.00	65.00	65.00	65.00
07:00	105.00	11.90	110.00	115.00	110.00	108.00	100.00	41.00	11.70	100.00	105.00	93.00	100.00	80.00	12.00	11.50	11.90	66.00	66.00	77.00	105.00	83.00	69.00	27.00	110.00	109.00	110.00	115.00	54.90	65.00	105.00
08:00	130.00	90.00	135.00	169.00	160.00	154.00	150.00	105.00	11.80	133.00	133.00	131.00	133.00	133.00	110.00	11.75	110.00	125.00	77.00	125.00	110.00	90.00	59.90	90.00	110.00	160.40	131.00	125.00	90.00	95.00	130.00
09:00	150.00	60.00	150.00	176.00	170.00	170.50	170.00	140.00	77.00	155.00	150.00	145.00	172.00	184.50	130.00	25.00	170.00	170.00	110.00	175.00	175.00	160.90	75.00	160.40	130.00	163.90	132.00	135.00	83.00	99.00	161.40
10:00	170.50	130.00	184.50	185.00	185.00	185.00	184.00	140.00	131.00	184.00	176.00	183.50	185.00	185.00	170.00	117.00	170.00	170.00	133.00	175.50	175.00	160.90	131.00	175.00	140.00	171.00	135.00	135.00	125.00	110.00	150.00
11:00	172.50	132.00	185.50	185.50	185.00	185.50	185.00	170.50	132.00	185.00	184.00	185.00	185.00	185.00	170.00	133.00	170.00	170.00	160.40	175.50	175.00	161.00	140.00	175.00	160.90	173.00	150.00	136.00	131.00	130.00	160.90
12:00	170.50	130.00	165.00	160.40	155.00	170.50	132.00	131.00	130.00	170.50	169.00	150.00	170.50	183.50	169.00	131.00	170.00	154.00	132.00	175.00	132.00	150.00	132.00	160.40	161.90	160.90	132.00	130.00	130.00	120.00	131.00
13:00	183.00	130.00	170.50	165.00	184.00	185.50	174.00	140.00	113.00	185.00	170.50	184.00	184.00	184.50	170.00	132.00	170.00	170.00	160.40	175.00	160.40	160.00	130.00	170.50	170.50	161.40	135.00	130.00	125.00	130.00	132.00
14:00	173.50	100.00	173.00	183.00	185.00	185.50	184.00	170.50	90.00	185.00	173.00	185.00	185.00	185.00	170.00	105.00	170.00	170.00	150.00	175.00	175.00	145.00	130.00	175.00	175.00	170.50	140.00	133.00	120.00	120.00	133.00
15:00	169.00	115.00	150.00	169.00	184.00	184.00	173.00	133.00	77.00	184.00	160.40	184.00	183.50	185.00	131.00	90.00	170.00	170.00	132.00	175.00	175.00	130.00	105.00	170.50	161.90	161.90	132.00	131.00	120.00	100.00	131.00
16:00	131.00	77.00	132.00	132.00	160.00	185.50	140.00	110.00	75.00	170.50	140.00	134.00	160.40	183.00	90.00	75.00	150.00	133.00	131.00	175.00	162.00	120.00	105.00	113.00	160.90	160.50	130.00	125.00	120.00	83.00	130.00
17:00	10.00	66.00	100.00	108.00	105.00	80.00	80.00	80.00	75.00	80.00	80.00	130.00	122.00	138.90	80.00	75.00	120.00	80.00	80.00	90.00	83.00	83.00	90.00	77.00	80.00	83.00	86.00	110.00	55.00	55.00	83.00
18:00	70.00	59.90	90.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	75.00	80.00	80.00	80.00	80.00	132.00	80.00	66.00	80.00	80.00	77.00	83.00	77.00	77.00	77.00	69.00	65.00	55.80	69.00	92.00	54.90	54.90	86.00
19:00	10.00	60.00	130.00	91.00	91.00	110.00	117.00	100.00	100.00	91.00	100.00	80.00	90.00	133.00	110.00	90.00	110.00	110.00	87.00	90.00	77.00	77.00	77.00	75.00	65.00	65.00	66.00	102.60	55.00	55.00	90.00
20:00	130.00	130.00	117.00	130.00	132.00	131.00	133.00	130.00	79.00	130.00	132.00	131.00	132.00	132.00	117.00	105.00	140.00	133.00	130.00	131.00	110.00	80.00	105.00	113.00	65.00	109.00	95.50	130.00	110.00	83.00	120.00
21:00	100.00	131.00	113.00	131.00	132.00	131.00	132.00	130.00	117.00	113.00	132.00	131.00	132.00	131.00	131.00	131.00	133.00	134.00	110.00	145.00	125.00	90.00	130.00	124.00	65.00	110.00	83.00	120.00	93.50	120.00	130.00
22:00	173.50	176.00	171.50	184.00	185.50	186.00	185.00	110.00	140.00	140.00	135.00	170.50	184.00	171.00	170.00	140.00	170.00	160.00	145.00	170.50	132.00	130.00	162.90	160.00	66.00	169.00	160.90	95.00	132.00	160.40	171.00
23:00	150.00	171.50	132.00	140.00	184.00	184.00	171.00	78.00	70.00	90.00	122.00	132.00	140.00	145.00	150.00	105.00	170.00	91.30	131.00	113.00	110.00	160.90	161.90	92.00	110.00	130.00	163.40	97.00	122.00	131.00	131.00

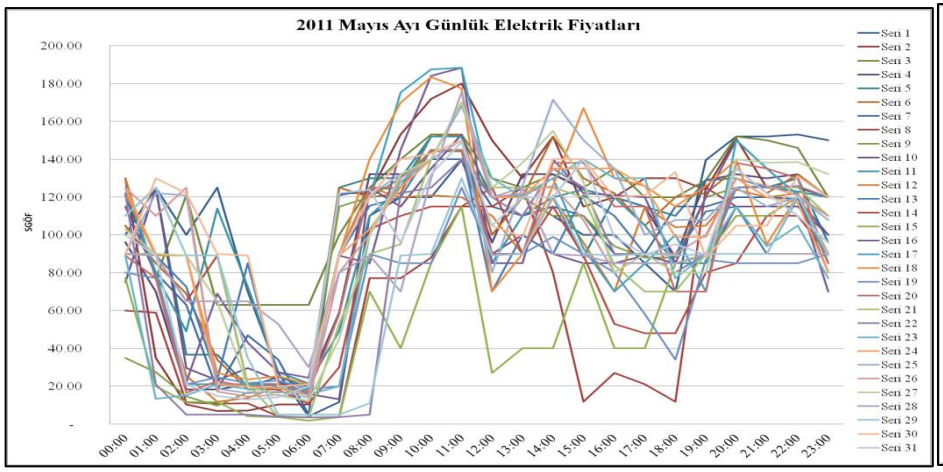


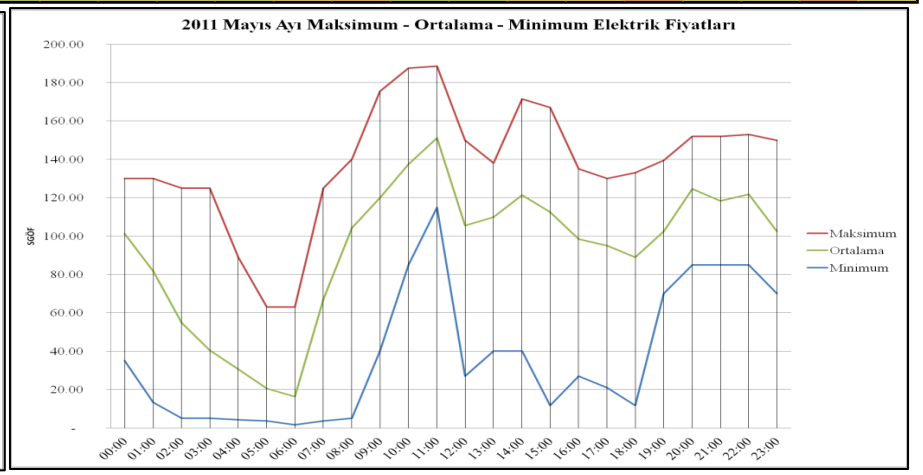


Şekil A.9: 2010 Yılı Mayıs Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2011 Yılı Mayıs Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 May 01.05.2011	02 May 02.05.2011	03 May 03.05.2011	04 May 04.05.2011	05 May 05.05.2011	06 May 06.05.2011	07 May 07.05.2011	08 May 08.05.2011	09 May 09.05.2011	10 May 10.05.2011	11 May 11.05.2011	12 May 12.05.2011	13 May 13.05.2011	14 May 14.05.2011	15 May 15.05.2011	16 May 16.05.2011	17 May 17.05.2011	18 May 18.05.2011	19 May 19.05.2011	20 May 20.05.2011	21 May 21.05.2011	22 May 22.05.2011	23 May 23.05.2011	24 May 24.05.2011	25 May 25.05.2011	26 May 26.05.2011	27 May 27.05.2011	28 May 28.05.2011	29 May 29.05.2011	30 May 30.05.2011	31 May 31.05.2011
	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue
00:00	100.00	130.00	130.00	96.15	110.00	105.00	121.00	60.00	35.00	75.00	125.00	130.00	90.00	90.00	77.00	115.00	125.00	122.00	80.00	89.00	90.00	122.00	89.00	125.00	90.00	125.00	103.00	90.00	110.00	90.00	100.00
01:00	125.00	35.00	77.00	70.00	125.00	85.00	80.00	59.00	27.54	125.00	79.00	77.00	89.00	89.00	20.00	79.00	80.00	89.00	77.00	77.00	90.00	21.00	13.23	90.00	122.00	110.00	90.00	89.00	125.00	130.00	89.00
02:00	100.00	10.42	121.00	18.28	36.72	69.00	63.00	11.35	14.50	29.51	49.00	25.61	72.51	65.00	11.65	22.05	21.00	89.00	21.00	16.47	89.00	5.00	15.25	89.00	121.00	125.00	89.00	65.00	89.00	122.00	21.00
03:00	125.00	6.97	63.00	18.18	36.72	34.14	18.00	10.78	9.68	23.12	114.00	11.82	23.72	89.00	11.65	69.00	21.00	26.98	24.68	22.72	89.00	5.00	21.00	21.00	18.74	17.22	65.00	65.00	89.00	90.00	14.85
04:00	70.00	7.04	63.00	21.04	19.66	18.28	47.00	10.98	16.80	29.51	72.51	13.67	85.00	21.00	4.19	43.00	21.00	23.64	21.58	19.83	21.00	5.00	18.39	20.00	16.21	14.65	20.00	65.00	35.00	89.00	12.98
05:00	27.00	10.23	63.00	21.04	24.86	18.28	34.00	4.19	16.80	23.12	27.44	20.00	22.00	18.00	3.69	27.45	20.50	25.23	22.84	20.98	3.79	3.79	19.73	18.79	17.25	15.41	15.05	53.00	5.00	20.00	14.18
06:00	4.17	10.23	63.00	20.94	19.56	18.18	4.87	3.40	16.80	15.81	21.50	21.00	20.50	10.78	1.70	24.45	17.72	21.00	18.39	16.65	3.77	3.40	15.71	15.05	13.98	12.18	12.32	30.00	5.00	21.00	20.00
07:00	11.68	122.00	100.00	59.00	125.00	125.00	121.00	3.77	115.00	13.18	49.00	90.00	89.00	30.00	3.77	89.00	90.00	89.00	20.00	58.00	53.00	3.66	20.00	89.00	89.00	80.00	45.00	80.00	5.00	89.00	122.00
08:00	110.00	122.00	125.00	132.00	130.00	120.00	124.00	77.00	120.00	125.00	110.00	125.00	115.50	103.00	70.00	85.00	120.00	140.00	90.00	125.00	90.00	5.00	100.00	103.00	121.00	100.00	100.00	89.00	10.98	120.00	124.00
09:00	120.00	153.00	140.00	132.00	130.00	122.00	125.00	77.00	130.00	115.00	125.00	120.00	120.00	110.00	40.00	145.00	175.40	170.00	85.00	125.00	95.00	122.00	128.00	125.00	132.00	130.00	132.00	70.00	89.00	140.00	96.00
10:00	120.00	172.00	153.00	140.00	152.00	152.00	140.00	88.00	144.00	135.00	152.00	121.00	145.00	115.00	85.00	184.07	187.50	183.57	85.00	145.00	140.00	125.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	130.00	90.00	143.00	132.00
11:00	139.50	180.00	153.00	140.00	152.00	153.00	140.00	115.00	144.00	153.00	152.00	120.00	145.00	115.00	115.00	188.50	188.50	177.50	125.00	145.00	170.00	140.00	168.30	170.00	150.00	170.00	170.00	175.40	130.00	150.00	149.00
12:00	120.00	150.00	130.00	96.00	120.00	100.00	115.00	115.00	120.00	90.00	85.00	110.00	70.00	125.00	27.00	85.00	120.00	70.00	90.00	90.00	125.00	120.00	130.00	120.00	80.00	120.00	125.00	120.00	89.00	105.00	105.00
13:00	120.00	130.00	125.00	132.00	120.00	120.00	110.00	125.00	120.00	100.00	110.00	90.00	100.00	90.00	40.00	85.00	121.00	90.00	90.00	90.00	125.00	110.00	120.00	120.00	126.00	122.00	138.00	125.00	90.00	99.00	120.00
14:00	110.00	152.00	132.00	132.00	120.00	152.00	115.00	80.00	110.00	90.00	120.00	120.00	90.00	115.00	40.00	140.00	130.00	126.00	99.00	138.00	125.00	135.00	130.00	135.00	171.50	126.00	155.00	90.00	121.00	140.00	120.00
15:00	100.00	115.00	125.00	124.00	88.00	130.00	110.00	11.75	110.00	85.00	124.00	96.00	121.00	89.00	85.00	122.00	93.00	167.00	90.00	138.00	120.00	125.00	140.00	135.00	150.00	108.00	128.00	89.00	90.00	140.00	140.00
16:00	100.00	120.00	135.00	120.00	120.00	122.00	90.00	27.00	94.00	85.00	120.00	70.00	110.00	53.00	40.00	121.00	70.00	130.00	80.00	115.00	84.00	90.00	130.00	135.00	135.00	80.00	80.00	85.00	89.00	120.00	99.00
17:00	85.00	130.00	120.00	115.00	115.00	105.00	90.00	21.00	88.00	89.00	105.00	115.00	90.00	48.00	40.00	120.00	85.00	126.00	58.00	115.00	70.00	90.00	130.00	126.00	100.00	90.00	90.00	85.00	90.00	121.00	89.51
18:00	70.00	130.00	120.00	88.00	110.00	120.00	115.00	11.75	88.00	85.00	85.00	104.00	90.00	48.00	85.00	85.00	100.00	115.00	34.00	70.00	70.00	80.00	77.00	99.00	108.00	90.00	80.00	85.00	89.00	133.10	95.00
19:00	139.50	124.00	129.00	129.00	129.00	122.00	115.00	125.00	120.00	85.00	85.00	105.00	112.50	80.00	89.00	120.00	70.00	126.00	87.00	70.00	90.00	90.00	90.00	99.00	108.00	100.00	80.00	90.00	90.00	88.00	89.51
20:00	152.00	151.00	152.00	132.00	130.00	135.00	120.00	115.00	125.00	115.00	125.00	124.00	115.00	85.00	110.00	150.00	150.00	139.50	85.00	138.00	125.00	125.00	115.00	130.00	125.00	130.00	140.00	90.00	90.00	105.00	135.00
21:00	152.00	125.00	150.00	130.00	125.00	122.00	120.00	115.00	125.00	115.00	126.00	120.00	90.00	110.00	110.00	135.00	135.00	95.00	85.00	135.00	125.00	125.00	94.00	120.00	115.00	126.00	138.00	90.00	90.00	105.00	122.00
22:00	153.00	125.00	146.00	132.00	130.00	132.00	119.00	120.00	123.00	115.00	123.00	122.00	120.00	110.00	120.00	121.00	121.00	121.00	85.00	130.00	125.00	126.00	105.00	117.00	120.00	121.00	138.60	90.00	121.00	131.00	110.00
23:00	150.00	120.00	120.00	120.00	96.00	120.00	100.00	80.00	120.00	100.00	120.00	90.00	90.00	90.00	110.00	70.00	85.00	90.00	90.00	85.00	110.00	120.00	77.00	80.00	108.00	110.00	132.00	90.00	89.00	120.00	96.00

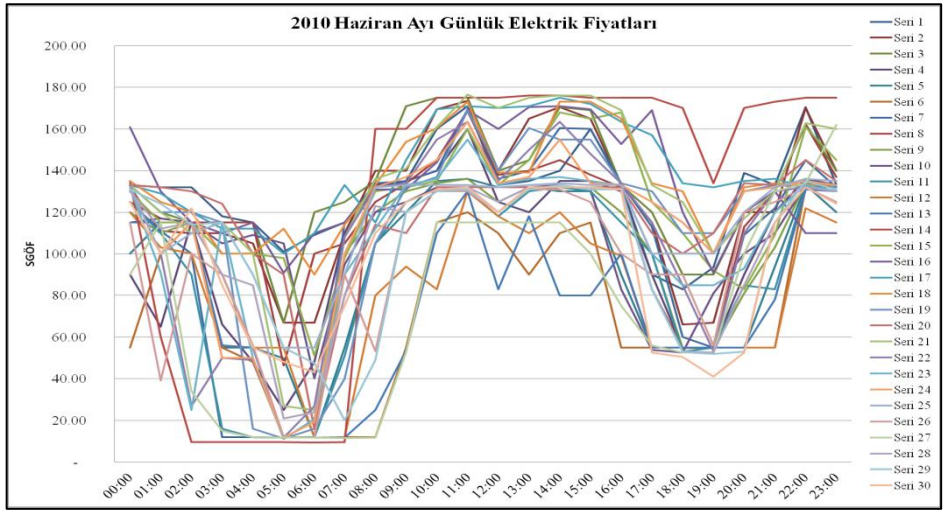


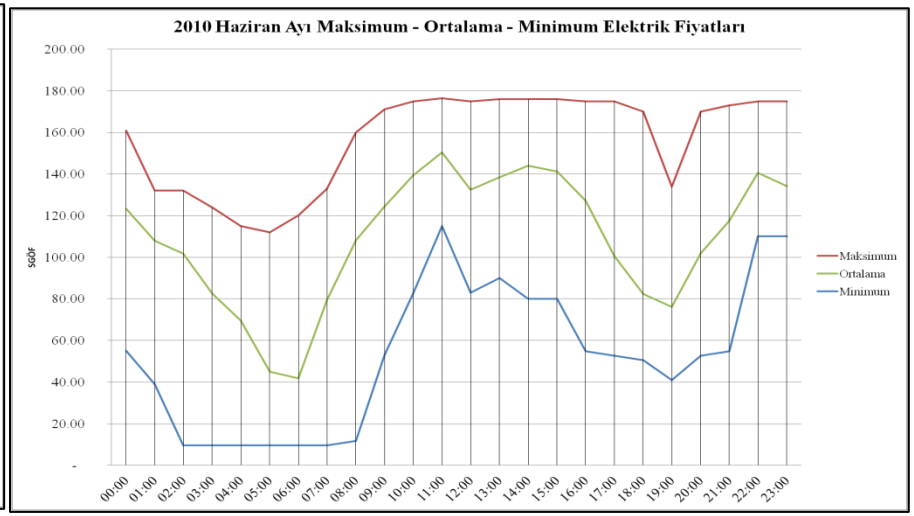


Şekil A.10: 2011 Yılı Mayıs Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2010 Yılı Haziran Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Jun	02 Jun	03 Jun	04 Jun	05 Jun	06 Jun	07 Jun	08 Jun	09 Jun	10 Jun	11 Jun	12 Jun	13 Jun	14 Jun	15 Jun	16 Jun	17 Jun	18 Jun	19 Jun	20 Jun	21 Jun	22 Jun	23 Jun	24 Jun	25 Jun	26 Jun	27 Jun	28 Jun	29 Jun	30 Jun
	01.06.2010	02.06.2010	03.06.2010	04.06.2010	05.06.2010	06.06.2010	07.06.2010	08.06.2010	09.06.2010	10.06.2010	11.06.2010	12.06.2010	13.06.2010	14.06.2010	15.06.2010	16.06.2010	17.06.2010	18.06.2010	19.06.2010	20.06.2010	21.06.2010	22.06.2010	23.06.2010	24.06.2010	25.06.2010	26.06.2010	27.06.2010	28.06.2010	29.06.2010	30.06.2010
	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed
00:00	133.00	132.00	133.00	90.00	100.00	55.00	125.00	125.00	120.00	115.00	125.00	120.00	115.00	135.00	130.00	160.90	133.00	135.00	133.00	133.00	133.00	133.00	132.00	132.00	132.00	115.00	90.00	130.00	131.00	125.00
01:00	132.00	111.00	120.00	65.00	115.00	100.00	111.00	117.00	110.00	117.00	110.00	103.00	115.00	60.00	115.00	130.00	129.00	125.00	120.00	132.00	120.00	100.00	91.00	100.00	100.00	39.00	115.00	112.00	124.00	100.00
02:00	132.00	110.00	115.00	115.00	115.00	115.00	100.00	115.00	115.00	115.00	90.00	100.00	115.00	9.49	115.00	115.00	120.00	120.00	120.00	130.00	110.00	27.00	25.00	115.00	110.00	100.00	34.00	115.00	114.00	122.00
03:00	118.00	110.00	115.00	66.00	54.90	54.90	11.90	115.00	90.00	105.00	16.00	56.00	56.00	9.48	100.00	110.00	112.00	100.00	115.00	124.00	115.00	50.00	115.00	50.00	115.00	90.00	15.00	90.00	115.00	85.00
04:00	115.00	105.00	115.00	48.00	54.90	48.00	11.90	115.00	55.17	109.00	11.90	54.90	54.90	9.47	100.00	115.00	112.00	100.00	16.00	100.00	100.00	49.00	50.00	50.00	90.00	56.00	11.90	85.00	90.00	55.00
05:00	101.00	67.00	67.00	25.00	49.80	11.90	11.75	46.30	11.90	105.00	11.75	54.90	11.75	9.46	98.00	91.00	100.00	112.00	11.35	90.00	27.00	11.75	11.14	11.75	55.00	12.00	11.75	21.00	55.00	48.16
06:00	109.00	67.00	120.00	48.00	11.90	11.75	11.80	100.00	11.90	40.22	11.85	11.70	11.60	9.45	51.05	110.00	110.00	90.00	16.00	16.00	25.00	27.00	20.73	19.26	55.00	11.75	11.70	24.00	47.47	43.20
07:00	115.00	110.00	125.00	110.00	54.90	11.90	115.00	105.00	100.00	95.00	50.85	11.80	11.80	9.47	98.00	115.00	133.00	114.00	40.00	80.00	108.00	108.00	90.00	100.00	90.00	90.00	11.55	80.00	20.00	75.00
08:00	132.00	140.00	135.00	133.00	105.00	11.90	134.00	125.01	120.00	120.00	105.00	80.00	25.00	160.00	130.00	131.00	115.00	133.00	105.00	114.00	136.00	132.00	112.00	132.00	132.00	53.19	11.70	123.00	49.00	110.00
09:00	135.00	140.00	171.00	135.00	120.00	54.90	135.00	134.00	130.00	125.00	125.00	94.00	53.36	160.00	132.00	131.00	145.00	153.89	132.00	110.00	141.00	134.00	133.00	137.00	133.00	120.00	52.83	120.00	120.00	125.00
10:00	160.00	169.50	175.00	140.00	135.00	115.00	140.00	145.00	134.00	132.00	131.00	83.00	110.00	175.02	135.00	144.00	169.50	160.40	137.00	132.00	160.90	155.00	136.00	145.00	133.00	130.00	115.00	130.00	130.00	131.00
11:00	171.00	173.50	175.00	160.00	136.00	120.00	169.50	168.50	136.00	132.00	130.00	130.00	130.00	175.02	160.00	169.00	171.00	173.00	169.00	132.00	176.50	163.50	155.00	163.50	133.00	130.00	115.00	132.00	131.00	132.00
12:00	133.00	140.00	140.00	125.00	132.00	110.00	136.00	138.00	125.00	120.00	118.00	118.00	83.00	175.03	133.00	160.00	170.00	139.00	140.00	132.00	170.00	135.00	133.00	134.00	132.00	120.00	115.00	125.00	120.00	120.00
13:00	135.00	165.00	145.00	120.00	132.00	90.00	140.00	140.00	132.00	132.00	130.00	110.00	118.00	176.02	145.00	170.50	171.00	139.00	160.40	132.00	175.00	150.00	136.00	137.00	133.00	131.00	115.00	132.00	131.00	132.00
14:00	140.00	170.50	170.50	135.00	130.00	110.00	160.40	145.00	132.00	133.00	132.00	120.00	80.00	176.00	168.00	171.00	175.00	173.00	155.00	132.00	176.00	163.50	137.00	155.00	134.00	131.00	115.00	132.00	133.00	132.00
15:00	160.00	165.00	169.00	135.00	130.00	115.00	160.00	138.00	132.00	131.00	130.00	105.00	80.00	175.03	165.00	169.50	172.00	173.00	155.00	132.00	176.00	148.00	135.00	134.00	133.00	125.00	100.00	132.00	131.00	132.00
16:00	133.00	133.00	133.00	130.00	90.00	54.90	134.00	132.00	120.00	83.00	115.00	99.00	100.00	175.04	168.00	152.79	163.50	165.00	134.00	132.00	169.00	134.00	133.00	133.00	133.00	100.00	75.00	131.00	131.00	131.00
17:00	90.00	115.00	120.00	90.00	54.90	54.90	113.00	83.00	100.00	53.90	100.00	54.90	54.90	175.01	125.00	169.00	157.00	134.00	130.00	110.00	133.00	115.00	100.00	125.00	100.00	90.00	56.00	83.00	83.00	52.63
18:00	83.00	66.00	90.00	54.70	54.90	54.90	60.00	55.00	54.80	52.63	53.09	54.90	54.90	170.04	110.00	120.00	134.00	130.00	110.00	100.00	125.00	85.00	85.00	115.00	100.00	90.00	52.63	53.19	52.83	50.50
19:00	93.50	67.00	90.00	54.90	54.90	54.90	54.90	54.90	54.70	81.00	55.00	54.90	54.90	134.00	92.00	91.00	132.00	100.00	110.00	110.00	100.00	53.19	85.00	100.00	100.00	56.00	52.63	52.63	52.04	41.00
20:00	138.90	120.00	120.00	90.00	54.90	54.90	109.00	113.00	81.00	100.00	85.00	54.90	55.00	170.07	83.00	120.00	135.00	132.00	130.00	134.00	117.00	110.00	93.00	130.00	120.00	120.00	100.00	85.00	53.09	52.66
21:00	133.00	120.00	130.00	120.00	94.00	54.90	122.00	130.00	103.00	110.00	83.00	54.90	78.00	173.03	109.00	130.00	136.00	134.00	133.00	133.00	130.00	130.00	120.00	132.00	132.00	125.00	130.00	115.00	115.00	115.00
22:00	170.50	170.00	162.40	136.00	133.00	132.00	145.00	161.90	134.00	133.00	132.00	122.00	131.00	175.01	160.90	110.00	132.00	133.00	132.00	145.00	162.90	132.00	133.00	135.00	136.00	132.00	134.00	132.00	135.00	132.00
23:00	133.00	140.00	140.00	133.00	120.00	132.00	132.00	137.00	133.00	132.00	130.00	115.00	130.00	175.00	145.00	110.00	132.00	133.00	130.00	135.00	160.00	130.00	130.00	133.00	135.00	125.00	161.90	130.00	131.00	124.00

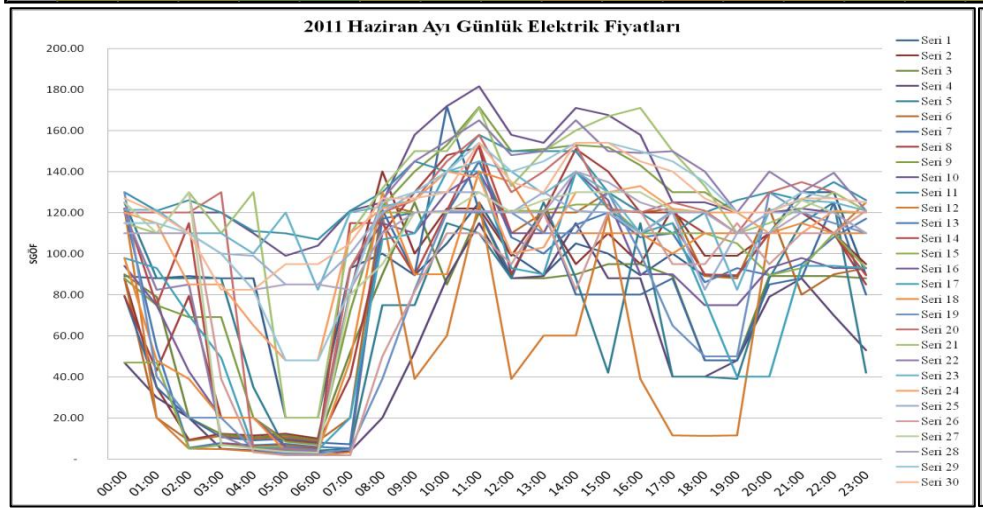


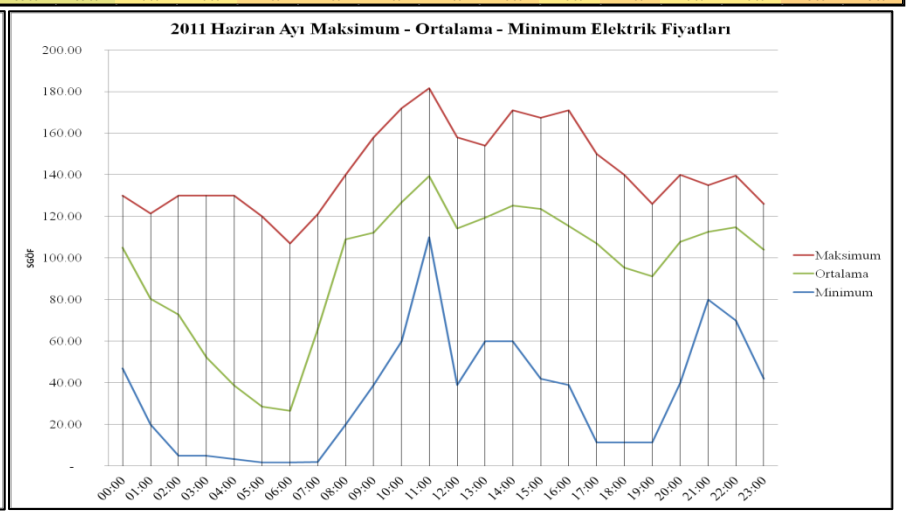


Şekil A.11: 2010 Yılı Haziran Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2011 Yılı Haziran Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Jun	02 Jun	03 Jun	04 Jun	05 Jun	06 Jun	07 Jun	08 Jun	09 Jun	10 Jun	11 Jun	12 Jun	13 Jun	14 Jun	15 Jun	16 Jun	17 Jun	18 Jun	19 Jun	20 Jun	21 Jun	22 Jun	23 Jun	24 Jun	25 Jun	26 Jun	27 Jun	28 Jun	29 Jun	30 Jun
	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011	01.06.2011	02.06.2011
	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu
00:00	89.00	88.00	90.00	47.00	125.00	88.00	79.51	79.51	88.00	120.00	130.00	122.00	122.00	122.00	47.00	94.00	98.00	98.00	130.00	120.00	115.00	120.00	121.41	120.00	110.00	110.00	125.00	110.00	115.00	127.00
01:00	88.00	35.00	79.00	30.00	88.00	20.00	35.00	43.00	75.00	120.00	121.00	20.00	54.00	75.00	47.00	75.00	93.00	48.00	40.00	120.00	110.00	82.51	121.41	115.00	110.00	110.00	110.00	110.00	115.00	120.00
02:00	89.00	9.23	20.00	20.00	88.00	8.82	20.00	79.51	69.00	120.00	126.00	5.00	5.55	115.00	5.00	42.59	70.00	39.00	20.00	120.00	130.00	85.00	110.00	85.00	110.00	130.00	130.00	110.00	110.00	110.00
03:00	88.00	12.40	12.17	5.00	88.00	11.30	10.51	20.00	69.00	120.00	120.00	4.88	7.79	7.32	6.81	20.00	49.26	20.00	20.00	130.00	110.00	11.34	110.00	85.00	100.00	39.00	6.99	100.00	100.00	82.51
04:00	88.00	11.41	10.66	4.17	35.00	9.89	9.18	20.00	20.00	110.00	111.00	3.79	6.80	6.40	5.95	20.00	5.15	20.00	4.85	4.78	130.00	4.85	100.00	65.00	99.00	3.40	4.99	82.51	82.51	82.51
05:00	20.00	12.27	11.41	2.70	5.00	10.62	9.83	9.21	8.56	99.00	110.00	1.79	7.30	6.82	6.34	5.95	5.51	3.79	2.69	5.10	20.00	4.42	120.00	48.00	85.00	1.79	3.59	85.00	48.00	95.00
06:00	20.00	9.89	9.21	3.40	4.19	8.58	7.94	7.60	6.90	104.00	107.00	1.79	5.87	5.49	5.10	5.00	4.46	3.79	2.67	4.13	20.00	3.79	82.51	48.00	85.00	1.70	3.12	85.00	48.00	95.00
07:00	93.00	81.00	52.00	3.79	5.00	20.00	7.10	40.00	72.00	121.00	121.00	3.40	5.32	115.00	93.00	93.00	20.00	48.00	4.90	93.00	110.00	82.51	120.00	110.00	100.00	1.89	80.00	82.51	82.51	105.00
08:00	100.00	140.00	90.00	20.00	75.00	124.00	121.41	110.00	123.00	125.00	130.00	119.00	117.00	115.00	120.00	115.00	107.00	130.00	39.00	120.00	132.00	126.50	123.00	122.00	120.00	50.00	95.00	110.00	125.00	127.00
09:00	89.51	100.00	125.00	52.00	75.00	120.00	90.00	130.00	140.00	158.00	145.00	39.00	120.00	89.51	120.00	110.00	110.00	90.00	82.51	126.00	150.00	145.00	126.00	126.00	130.00	81.51	120.00	120.00	130.00	127.00
10:00	105.00	122.00	85.00	88.00	115.00	120.00	172.00	148.00	153.00	172.00	140.00	60.00	120.00	121.00	120.00	130.00	140.00	90.00	120.00	145.00	150.00	155.00	140.00	140.00	130.00	110.00	120.00	121.00	140.00	130.00
11:00	125.00	122.00	120.00	115.00	110.00	145.00	121.00	152.00	171.50	181.57	158.00	125.00	145.00	153.00	120.00	140.00	140.00	140.00	120.00	158.00	171.00	165.00	145.00	137.00	130.00	110.00	130.00	121.00	154.00	154.00
12:00	100.00	99.00	88.00	88.00	88.00	110.00	89.00	90.00	150.00	158.00	150.00	39.00	108.00	110.00	121.00	110.00	93.00	135.00	120.00	130.00	133.00	148.00	140.00	100.00	120.00	95.00	120.00	120.00	140.00	135.00
13:00	89.51	121.00	88.00	89.00	125.00	120.00	121.00	120.00	151.00	154.00	150.00	60.00	100.00	110.00	121.00	110.00	90.00	110.00	110.00	140.00	150.00	150.00	129.00	103.00	130.00	120.00	126.00	120.00	145.00	130.00
14:00	105.00	95.00	90.00	115.00	88.00	120.00	80.00	151.00	153.00	171.00	150.00	60.00	114.00	110.00	124.00	140.00	140.00	110.00	110.00	153.00	160.00	165.00	140.00	130.00	121.00	82.51	130.00	140.00	154.00	154.00
15:00	100.00	110.00	95.00	88.00	42.00	130.00	80.00	140.00	152.00	167.50	130.00	119.00	120.00	110.00	124.00	126.00	122.00	110.00	130.00	122.00	167.00	150.00	130.00	130.00	120.00	120.00	130.00	135.00	154.00	154.00
16:00	89.51	95.00	95.00	88.00	115.00	120.00	80.00	120.00	143.00	158.00	120.00	39.00	108.00	110.00	110.00	90.00	110.00	110.00	100.00	120.00	171.00	149.00	110.00	133.00	110.00	121.00	130.00	125.00	150.00	145.00
17:00	100.00	122.00	89.00	40.00	40.00	122.00	88.00	120.00	130.00	125.00	110.00	11.44	110.00	115.00	110.00	90.00	115.00	100.00	65.00	125.00	150.00	150.00	121.00	122.00	120.00	95.00	121.00	120.00	145.00	140.00
18:00	89.00	99.00	48.00	40.00	40.00	89.00	48.00	110.00	130.00	125.00	120.00	11.35	86.00	90.00	110.00	75.00	78.00	110.00	50.00	121.00	133.00	140.00	120.00	120.00	82.51	95.00	120.00	120.00	135.00	127.00
19:00	89.00	99.00	48.00	48.00	39.00	88.00	48.00	110.00	120.00	120.00	126.00	11.44	93.00	89.51	105.00	75.00	40.00	110.00	50.00	110.00	110.00	120.00	82.51	120.00	110.00	115.00	110.00	110.00	120.00	120.00
20:00	110.00	110.00	89.00	79.00	88.00	122.00	85.00	120.00	120.00	120.00	130.00	110.00	89.51	110.00	89.51	93.00	40.00	110.00	130.00	130.00	115.00	140.00	121.00	110.00	120.00	95.00	110.00	110.00	120.00	120.00
21:00	130.00	110.00	89.00	88.00	115.00	80.00	88.00	120.00	120.00	122.00	126.00	110.00	95.00	110.00	93.00	98.00	94.00	115.00	120.00	135.00	122.00	130.00	126.00	110.00	120.00	110.00	126.00	120.00	130.00	127.00
22:00	130.00	110.00	89.00	70.00	125.00	90.00	125.00	110.00	120.00	120.00	135.00	110.00	108.00	110.00	110.00	93.00	94.00	110.00	115.00	130.00	130.00	139.50	125.00	121.00	120.00	110.00	120.00	120.00	127.00	127.00
23:00	89.51	95.00	88.00	53.00	42.00	93.00	80.00	85.00	120.00	110.00	126.00	125.00	117.00	89.51	93.00	93.00	93.00	110.00	110.00	121.00	121.00	121.00	121.00	120.00	110.00	121.00	110.00	110.00	125.00	125.00

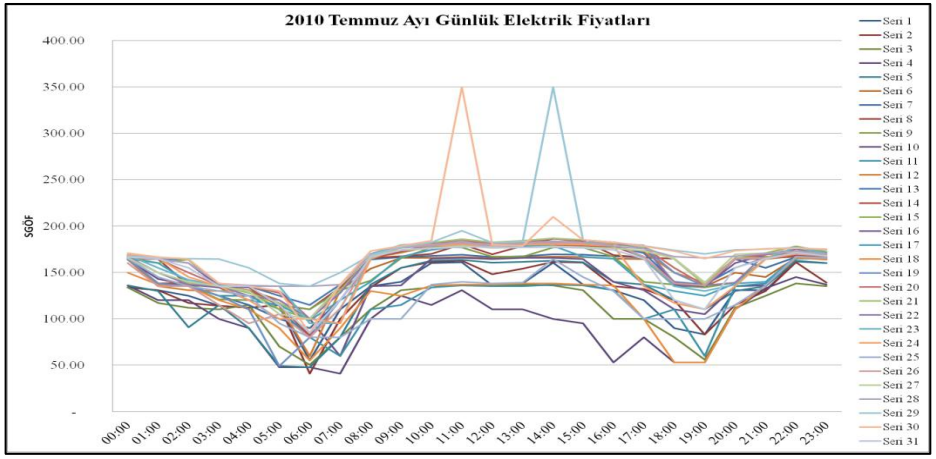


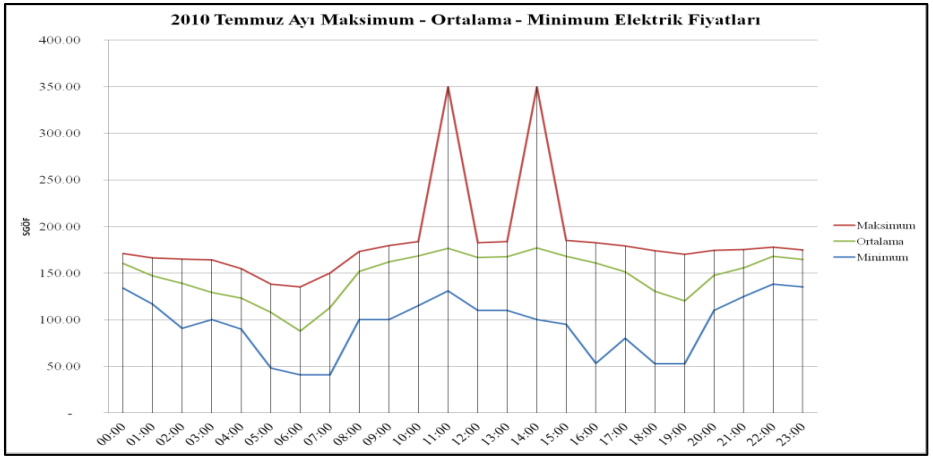


Şekil A.12: 2011 Yılı Haziran Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2010 Yılı Temmuz Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Jul	02 Jul	03 Jul	04 Jul	05 Jul	06 Jul	07 Jul	08 Jul	09 Jul	10 Jul	11 Jul	12 Jul	13 Jul	14 Jul	15 Jul	16 Jul	17 Jul	18 Jul	19 Jul	20 Jul	21 Jul	22 Jul	23 Jul	24 Jul	25 Jul	26 Jul	27 Jul	28 Jul	29 Jul	30 Jul	31 Jul
	01.07.2010	02.07.2010	03.07.2010	04.07.2010	05.07.2010	06.07.2010	07.07.2010	08.07.2010	09.07.2010	10.07.2010	11.07.2010	12.07.2010	13.07.2010	14.07.2010	15.07.2010	16.07.2010	17.07.2010	18.07.2010	19.07.2010	20.07.2010	21.07.2010	22.07.2010	23.07.2010	24.07.2010	25.07.2010	26.07.2010	27.07.2010	28.07.2010	29.07.2010	30.07.2010	31.07.2010
	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Fri
00:00	134.00	134.00	134.00	136.00	136.00	164.50	164.00	165.50	164.50	164.00	164.50	164.00	165.40	164.90	166.40	167.90	164.90	150.00	164.50	165.90	165.40	166.90	168.50	169.00	165.40	160.00	165.50	167.90	168.00	171.00	166.50
01:00	131.00	131.00	117.00	120.00	130.00	135.00	138.00	164.50	136.00	143.00	137.00	135.00	164.40	138.00	160.00	164.50	160.00	137.00	138.00	164.40	150.00	150.00	155.00	165.50	145.00	135.00	150.00	164.50	165.90	166.50	165.00
02:00	125.00	117.00	112.00	120.00	91.00	136.00	136.00	136.00	136.00	137.00	135.00	131.00	164.00	139.00	164.00	160.00	140.00	135.00	135.00	150.00	138.00	137.00	142.00	145.00	135.00	135.00	140.00	160.00	165.00	164.50	155.00
03:00	114.00	114.00	110.00	100.00	115.00	135.00	125.00	135.00	121.00	134.00	125.00	130.00	137.00	135.00	135.00	135.00	135.00	120.00	125.00	136.00	135.00	135.00	136.00	135.00	130.00	115.00	135.00	138.00	164.40	138.00	135.00
04:00	112.00	112.00	115.00	90.00	90.00	131.00	115.00	134.00	120.00	120.00	125.00	131.00	135.00	130.00	130.00	134.00	120.00	110.00	110.00	135.00	128.00	125.00	135.00	120.00	125.00	95.00	130.00	136.00	155.00	135.00	135.00
05:00	115.00	115.00	70.00	48.00	49.00	120.00	100.00	115.00	115.00	115.00	110.00	115.00	125.00	115.00	110.00	130.00	115.00	90.00	49.00	128.00	117.00	120.00	135.00	100.00	95.00	105.00	105.00	135.00	138.00	130.00	115.00
06:00	55.00	41.00	50.50	48.00	48.00	100.00	90.00	110.00	110.00	100.00	80.00	60.00	115.00	82.00	100.00	100.00	98.00	55.00	80.00	100.00	100.00	100.00	95.00	100.00	80.00	80.00	100.00	135.00	135.00	85.00	85.00
07:00	110.00	100.00	80.00	41.00	80.00	131.00	120.00	134.00	131.00	60.00	60.00	131.00	137.00	137.00	135.00	135.00	120.00	90.00	120.00	136.00	130.00	128.00	95.00	95.00	80.00	111.00	136.00	137.00	150.00	137.00	120.00
08:00	135.00	134.00	110.00	100.00	137.00	154.00	164.00	165.50	141.00	135.00	110.00	165.90	166.90	165.90	167.90	167.90	140.00	130.00	166.40	166.90	167.00	166.90	170.00	164.50	100.00	166.90	168.40	169.50	168.50	173.00	166.50
09:00	140.00	155.00	131.00	125.00	155.00	165.90	166.50	167.50	165.40	136.00	115.00	171.50	177.50	172.50	179.50	179.50	166.90	125.00	178.00	179.00	179.50	178.50	179.50	177.50	100.00	179.00	174.50	176.50	177.50	178.50	174.00
10:00	160.00	161.50	134.00	115.00	162.50	165.50	168.00	170.00	177.05	164.90	134.00	178.00	179.50	179.50	181.50	181.50	174.50	136.00	181.00	181.50	182.00	181.00	180.50	179.00	137.00	180.50	176.50	178.50	182.60	184.00	176.00
11:00	161.00	162.50	137.00	131.00	163.50	166.50	169.00	180.50	177.05	165.90	136.00	179.50	180.50	180.00	181.00	184.00	178.50	137.00	183.50	185.00	186.00	181.50	181.50	180.00	140.00	181.50	178.50	183.80	195.00	350.00	177.50
12:00	136.00	148.00	136.00	110.00	160.50	165.40	166.50	169.50	166.90	164.50	135.00	177.00	178.30	178.50	180.00	180.50	178.50	137.00	181.50	181.00	182.50	181.00	179.50	178.50	138.00	180.50	176.50	177.50	182.10	180.00	177.50
13:00	138.00	154.00	137.00	110.00	161.50	166.00	167.50	178.40	166.90	165.50	135.00	177.50	178.50	178.50	180.50	180.50	178.50	138.00	182.00	181.50	184.00	181.50	180.00	180.00	139.00	181.50	177.00	181.80	183.20	178.50	177.10
14:00	160.50	161.50	136.00	100.00	162.50	166.90	169.50	186.50	177.05	165.50	137.00	180.00	179.50	179.50	181.50	182.00	178.50	138.00	183.50	186.80	186.70	182.50	183.00	180.50	164.50	181.50	178.00	183.80	350.00	210.00	177.50
15:00	137.00	160.50	131.00	95.00	161.00	166.40	169.00	184.00	177.05	164.50	136.00	179.00	179.50	179.00	181.00	181.50	166.90	137.00	182.50	182.50	185.00	182.50	182.50	180.00	145.00	181.50	177.50	182.50	185.00	185.00	176.50
16:00	131.00	135.00	100.00	53.19	140.00	165.00	167.40	168.50	166.90	140.00	131.00	177.50	178.00	178.00	180.50	181.50	165.00	136.00	181.50	182.50	182.50	181.50	181.50	178.50	130.00	181.00	176.00	178.00	182.33	182.50	174.50
17:00	120.00	132.00	100.00	80.00	137.00	164.50	166.00	166.00	140.00	131.00	100.00	172.00	171.00	166.50	177.50	179.00	137.00	100.00	177.00	177.50	177.50	178.50	165.40	135.00	100.00	167.00	173.50	175.50	178.50	178.00	164.90
18:00	90.00	120.00	80.00	52.83	120.00	135.00	136.00	164.90	137.00	110.00	110.00	150.00	140.00	139.00	138.90	137.00	130.00	52.93	150.00	155.00	164.50	139.00	135.00	117.00	100.00	138.00	164.90	166.90	174.00	173.00	120.00
19:00	83.00	83.00	56.00	53.19	110.00	134.90	134.00	139.00	134.00	105.00	60.00	139.00	137.00	135.00	136.00	135.00	125.00	52.83	135.00	136.00	137.00	136.00	130.00	110.00	100.00	136.00	139.00	165.90	170.00	164.90	110.00
20:00	131.00	115.00	112.00	110.00	130.00	150.00	164.50	165.00	139.00	135.00	135.00	164.90	155.00	164.90	164.90	160.00	138.00	110.00	164.40	164.50	165.50	139.00	137.00	135.00	115.00	164.90	169.50	167.40	174.50	173.50	155.00
21:00	131.00	130.00	125.00	133.00	135.00	145.00	155.00	165.40	164.50	136.00	138.00	166.90	165.90	164.50	171.00	169.00	140.00	136.00	165.50	169.50	165.90	170.00	164.50	164.50	136.00	165.40	171.00	170.50	175.00	175.50	164.90
22:00	162.00	161.00	138.00	145.00	162.50	165.90	166.50	167.00	167.90	166.90	165.00	168.00	168.40	168.40	178.00	175.00	167.00	165.90	172.00	171.00	177.00	172.50	177.50	170.00	166.90	171.00	172.00	173.00	177.00	176.00	171.50
23:00	160.00	139.00	135.00	137.00	160.00	164.00	165.00	166.50	166.00	164.90	165.00	166.00	166.90	166.90	172.00	171.00	165.90	164.50	169.40	167.90	169.50	171.00	170.50	167.90	165.90	167.50	170.00	170.00	174.50	175.00	167.90

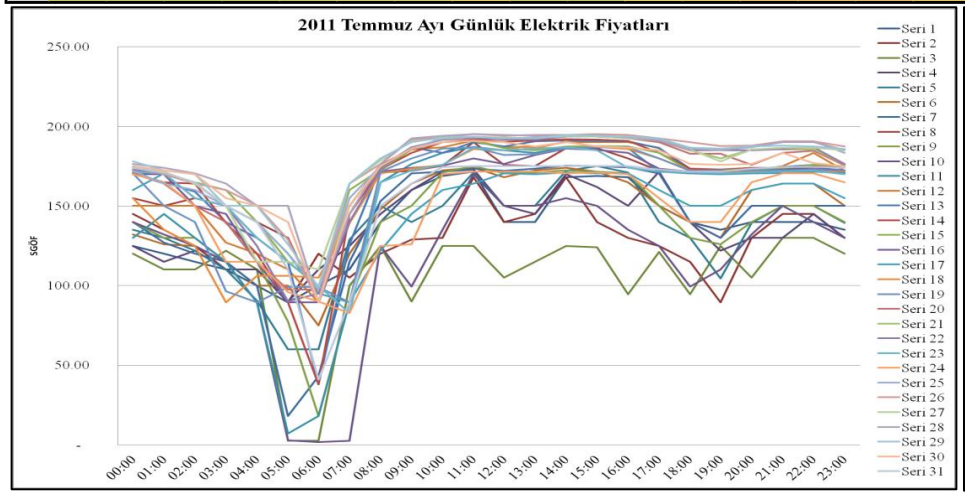


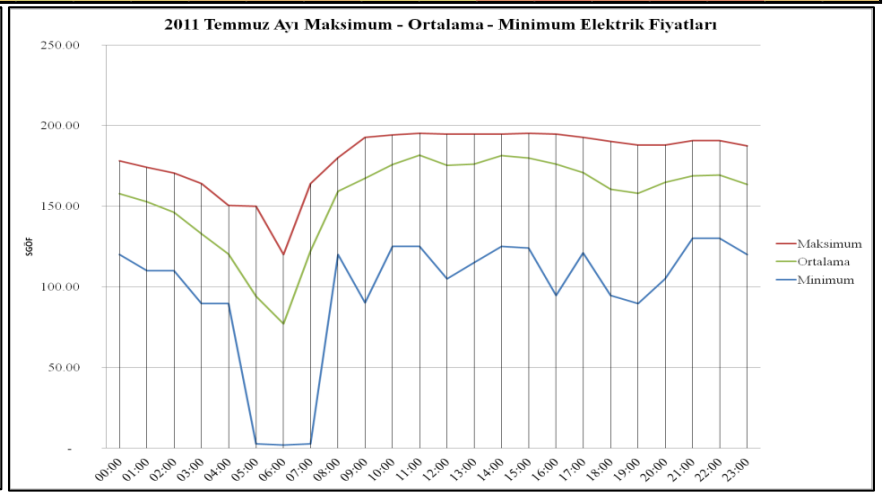


Şekil A.13: 2010 Yılı Temmuz Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2011 Yılı Temmuz Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Jul	02 Jul	03 Jul	04 Jul	05 Jul	06 Jul	07 Jul	08 Jul	09 Jul	10 Jul	11 Jul	12 Jul	13 Jul	14 Jul	15 Jul	16 Jul	17 Jul	18 Jul	19 Jul	20 Jul	21 Jul	22 Jul	23 Jul	24 Jul	25 Jul	26 Jul	27 Jul	28 Jul	29 Jul	30 Jul	31 Jul
	01.07.2011	02.07.2011	03.07.2011	04.07.2011	05.07.2011	06.07.2011	07.07.2011	08.07.2011	09.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	12.07.2011	13.07.2011	14.07.2011	15.07.2011	16.07.2011	17.07.2011	18.07.2011	19.07.2011	20.07.2011	21.07.2011	22.07.2011	23.07.2011	24.07.2011	25.07.2011	26.07.2011	27.07.2011	28.07.2011	29.07.2011	30.07.2011	31.07.2011
	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
00:00	125.00	145.00	120.00	125.00	135.00	132.00	140.00	155.00	140.00	140.00	130.00	150.00	170.60	170.50	170.50	170.00	160.00	155.00	170.50	170.50	171.50	173.00	171.50	170.00	172.00	174.50	175.00	176.50	178.00	175.00	174.00
01:00	120.00	135.00	110.00	115.00	130.00	126.00	127.00	150.00	130.00	132.00	145.00	150.00	165.00	165.00	170.50	170.00	170.50	135.00	150.00	164.00	170.50	170.00	170.50	165.00	164.00	170.00	171.50	174.00	172.50	172.50	171.00
02:00	115.00	125.00	110.00	122.00	122.00	125.00	120.00	155.00	130.00	125.00	130.00	150.00	159.00	164.00	165.00	150.00	155.00	125.00	140.00	150.00	164.00	164.00	155.00	150.00	160.00	164.00	164.00	170.50	170.00	170.00	165.00
03:00	110.00	110.00	122.00	110.00	110.00	115.00	115.00	150.00	115.00	115.00	115.00	127.00	140.00	139.50	160.00	145.00	150.00	89.51	96.51	140.00	150.00	150.00	150.00	115.00	150.00	160.00	150.00	164.00	150.00	155.00	150.00
04:00	100.00	110.00	110.00	110.00	90.51	100.00	100.00	140.00	115.00	89.51	89.51	120.00	130.00	120.00	140.00	115.00	140.00	106.00	89.51	115.00	130.00	125.00	130.00	115.00	140.00	150.50	115.00	150.00	150.00	150.00	140.00
05:00	89.51	89.51	2.59	90.00	60.00	100.00	18.00	130.00	77.51	2.70	7.00	110.00	115.00	89.51	115.00	89.51	120.00	106.00	99.00	97.51	115.00	90.00	115.00	96.00	120.00	129.00	115.00	150.00	126.00	140.00	110.00
06:00	100.00	120.00	2.60	110.00	60.00	75.00	43.00	89.51	18.00	1.77	18.00	89.51	38.00	38.00	99.00	89.51	95.00	105.00	99.00	97.51	99.00	95.00	100.00	89.90	97.50	89.51	110.00	89.51	99.00	89.51	41.00
07:00	110.00	105.00	100.00	125.00	129.00	120.00	115.00	140.00	90.00	2.60	89.51	139.50	126.00	145.00	160.00	140.00	89.51	139.50	89.51	150.00	150.00	140.00	82.70	82.70	155.00	164.00	164.00	145.00	164.00	150.00	89.51
08:00	140.00	120.00	125.00	145.00	150.00	148.00	153.00	171.00	140.00	125.00	165.00	172.50	174.50	173.00	173.00	171.50	122.00	170.50	171.50	176.00	174.50	173.50	165.00	125.00	175.00	176.40	178.50	176.40	180.00	175.00	150.00
09:00	160.00	129.00	90.00	160.00	140.00	164.00	170.50	172.00	150.00	99.51	176.40	185.50	187.00	183.50	185.50	174.00	145.00	173.50	180.00	185.84	186.43	187.00	172.50	126.00	186.00	191.60	190.60	192.60	190.10	186.00	164.00
10:00	169.00	130.00	125.00	171.50	150.00	172.50	171.50	175.40	171.00	135.00	183.50	187.00	183.50	190.10	190.00	175.40	160.00	176.00	186.00	190.10	192.10	191.60	176.00	170.00	192.60	193.10	192.60	194.10	193.10	190.10	174.50
11:00	171.50	168.00	125.00	173.00	171.00	174.00	173.50	190.10	175.00	170.00	187.20	191.10	190.10	191.50	191.00	180.00	164.00	185.84	187.00	192.10	193.10	193.10	186.50	171.50	193.60	195.20	193.60	195.10	193.60	191.00	175.00
12:00	140.00	140.00	105.00	150.00	150.00	168.00	172.00	176.00	170.50	150.00	185.00	187.00	187.50	190.33	186.30	176.50	170.50	185.00	182.07	192.10	192.60	191.60	185.00	171.50	192.60	194.10	193.10	194.60	192.60	190.10	175.00
13:00	140.00	145.00	115.00	145.00	150.00	172.50	173.50	175.00	171.00	150.00	183.50	187.03	190.60	191.10	185.00	182.07	170.00	186.00	182.57	192.60	192.60	191.60	186.00	171.50	193.10	194.60	192.60	194.10	192.60	187.50	175.00
14:00	168.00	168.00	125.00	170.00	172.00	174.00	175.40	186.30	172.50	155.00	187.20	190.10	191.10	192.10	187.50	186.00	171.00	190.60	186.43	193.60	194.10	193.60	187.00	170.50	193.60	194.60	194.10	194.60	194.60	190.10	175.00
15:00	169.00	140.00	124.00	162.00	175.00	171.50	175.00	186.43	171.50	150.00	187.03	190.10	191.00	191.60	187.70	185.30	170.50	187.20	186.93	193.60	193.60	194.10	185.00	171.00	193.60	195.10	193.60	194.60	194.10	187.50	175.00
16:00	168.00	130.00	94.51	150.00	171.00	165.00	174.40	180.00	170.50	135.00	186.30	190.00	190.60	191.00	187.50	183.50	170.50	185.84	187.00	192.60	193.10	193.10	174.00	170.00	192.60	194.60	192.60	193.10	193.60	186.50	175.00
17:00	150.00	125.00	121.00	171.50	140.00	150.00	170.50	172.00	150.00	125.00	171.70	186.50	186.30	183.50	183.50	173.50	160.00	180.00	180.00	190.10	191.60	191.00	171.50	155.00	191.50	192.60	191.10	191.10	192.60	185.00	173.00
18:00	140.00	115.00	94.51	140.00	130.00	140.00	140.00	170.60	130.00	99.51	170.60	172.00	173.50	173.50	172.00	171.50	150.00	172.50	172.00	182.97	185.00	185.00	171.00	140.00	186.50	190.10	185.50	186.00	186.50	176.40	171.50
19:00	135.00	89.51	125.00	122.00	104.51	130.00	130.00	170.50	126.00	110.00	170.00	171.50	172.50	173.00	172.50	172.00	150.00	172.00	172.00	182.97	180.00	185.00	170.50	140.00	185.30	187.80	178.00	185.00	186.00	175.90	171.50
20:00	140.00	130.00	105.00	130.00	139.50	160.00	150.00	171.20	140.00	132.00	170.50	172.00	173.50	174.00	173.50	172.00	160.00	171.50	172.50	176.00	185.50	185.00	171.00	165.00	187.00	188.00	185.50	187.53	187.50	176.40	173.50
21:00	140.00	145.00	130.00	130.00	150.00	164.00	150.00	173.50	150.00	150.00	170.70	175.00	174.50	174.00	173.50	173.00	164.00	172.00	172.50	183.47	185.50	185.80	171.50	170.50	190.10	190.60	186.50	190.00	188.00	183.50	174.50
22:00	140.00	145.00	130.00	145.00	150.00	164.00	150.00	174.50	150.00	140.00	171.50	183.50	176.00	175.00	176.00	174.00	164.00	172.50	173.00	184.80	185.50	186.80	172.00	170.50	190.60	190.60	186.50	190.00	187.50	177.00	174.50
23:00	135.00	130.00	120.00	130.00	139.50	150.00	150.00	171.50	140.00	130.00	170.70	172.00	174.00	174.00	175.00	172.50	155.00	171.50	172.00	175.50	176.50	176.50	170.00	165.00	183.50	187.50	185.00	185.30	185.84	175.00	174.00

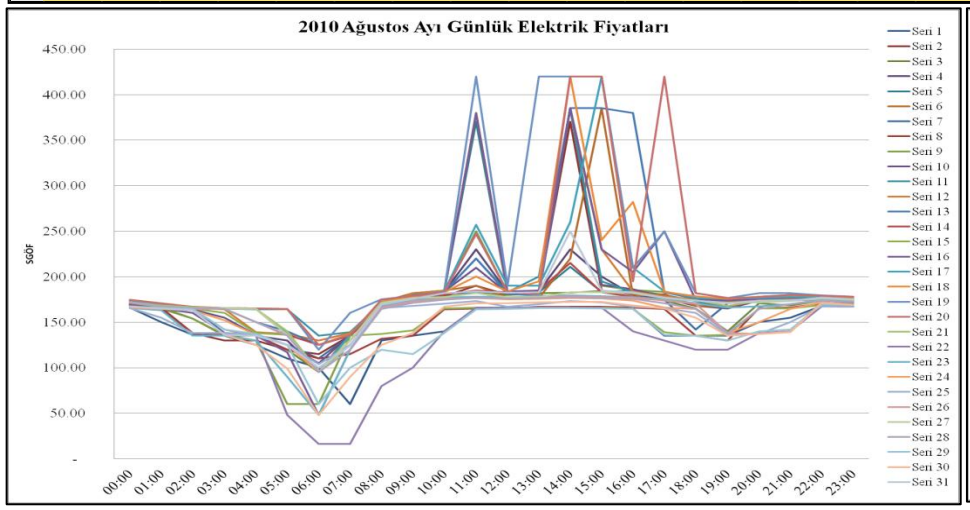


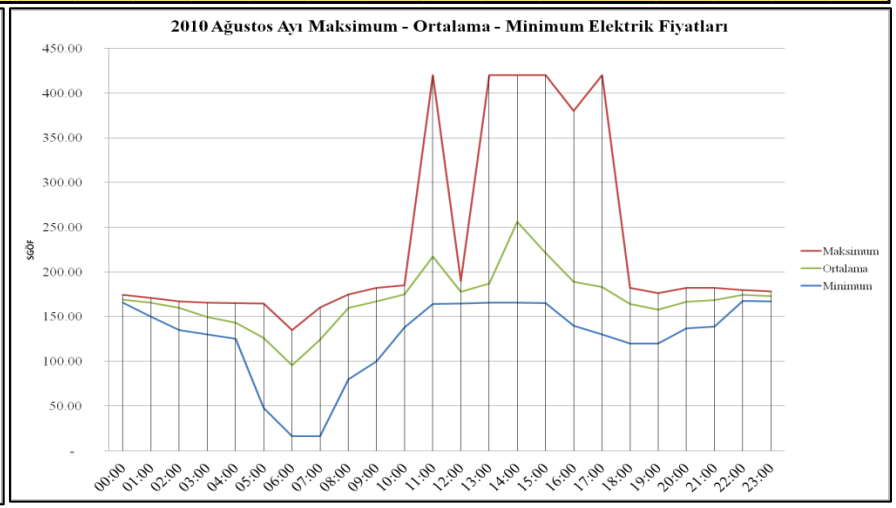


Şekil A.14: 2011 Yılı Temmuz Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2010 Yılı Ağustos Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Aug	02 Aug	03 Aug	04 Aug	05 Aug	06 Aug	07 Aug	08 Aug	09 Aug	10 Aug	11 Aug	12 Aug	13 Aug	14 Aug	15 Aug	16 Aug	17 Aug	18 Aug	19 Aug	20 Aug	21 Aug	22 Aug	23 Aug	24 Aug	25 Aug	26 Aug	27 Aug	28 Aug	29 Aug	30 Aug	31 Aug
	01.08.2010	02.08.2010	03.08.2010	04.08.2010	05.08.2010	06.08.2010	07.08.2010	08.08.2010	09.08.2010	10.08.2010	11.08.2010	12.08.2010	13.08.2010	14.08.2010	15.08.2010	16.08.2010	17.08.2010	18.08.2010	19.08.2010	20.08.2010	21.08.2010	22.08.2010	23.08.2010	24.08.2010	25.08.2010	26.08.2010	27.08.2010	28.08.2010	29.08.2010	30.08.2010	31.08.2010
	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue
00:00	165.90	165.40	166.40	168.00	171.50	168.40	172.50	168.50	168.50	169.40	173.50	171.00	168.90	170.00	167.40	167.40	172.00	173.50	173.90	174.50	172.00	166.90	165.50	166.00	165.40	166.90	172.00	171.50	166.90	166.90	167.40
01:00	150.00	164.40	164.90	165.00	166.40	165.00	168.40	166.00	166.40	167.40	167.40	167.40	167.40	168.40	165.40	164.90	167.40	169.40	169.40	171.00	168.40	165.00	163.00	164.40	155.00	165.50	166.90	166.90	165.40	164.90	164.90
02:00	136.00	138.00	154.00	163.50	165.40	164.00	165.00	138.00	154.00	164.00	165.00	165.50	165.40	166.50	165.00	160.00	165.90	167.00	166.50	167.00	166.40	164.40	135.00	163.00	138.00	164.40	165.50	165.40	164.50	163.00	163.00
03:00	135.00	130.00	135.00	137.00	137.00	138.00	138.00	137.00	136.00	155.00	164.90	164.00	164.50	165.00	160.00	138.00	165.00	165.40	165.40	165.40	165.00	142.00	135.00	152.00	138.00	164.40	165.40	164.40	142.00	136.00	136.00
04:00	125.00	130.00	135.00	135.00	135.00	135.00	136.00	135.00	130.00	136.00	164.00	139.00	150.00	164.40	138.00	135.00	164.40	165.00	165.00	165.00	164.40	135.00	130.00	136.00	137.00	150.00	164.40	150.00	137.00	125.00	135.00
05:00	110.00	120.00	120.00	130.00	125.00	125.00	125.00	120.00	60.00	125.00	164.00	137.00	140.00	136.00	136.00	117.00	139.00	164.00	164.40	164.40	140.00	48.00	90.00	125.00	125.00	136.00	136.00	135.00	125.00	99.00	125.00
06:00	100.00	115.00	95.00	95.00	95.00	95.00	110.00	110.00	60.00	105.00	135.00	130.00	125.00	125.00	95.00	48.00	95.00	125.00	120.00	125.00	95.00	16.00	48.00	95.00	104.00	95.00	95.00	95.00	60.00	48.00	100.00
07:00	60.00	135.00	135.00	136.00	136.00	138.00	135.00	115.00	135.00	136.00	139.00	138.00	136.00	135.00	135.00	120.00	136.00	137.00	160.00	136.00	125.00	16.00	120.00	130.00	125.00	130.00	130.00	120.00	100.00	90.00	123.99
08:00	130.00	167.40	168.00	170.50	171.00	172.50	166.00	132.00	167.90	172.50	171.00	166.40	168.50	166.50	137.00	165.90	172.50	172.50	175.00	174.50	165.50	80.00	167.40	165.90	165.50	165.90	171.50	164.50	120.00	125.00	169.50
09:00	135.00	175.50	176.00	177.50	182.00	181.80	177.00	135.00	177.50	178.00	180.00	181.80	177.50	176.00	141.00	175.50	178.50	178.00	179.00	179.00	173.50	100.00	174.50	171.50	167.90	173.00	176.50	171.50	115.00	138.00	175.50
10:00	140.00	178.50	178.00	183.50	184.50	185.00	182.00	164.00	183.00	183.80	183.20	185.00	182.80	180.50	164.90	182.50	184.00	182.70	183.80	182.80	175.00	140.00	177.00	175.00	170.50	175.50	177.50	174.50	138.00	166.90	181.80
11:00	165.00	190.00	182.60	230.00	370.00	190.00	182.50	164.90	250.00	210.00	220.00	380.00	220.00	185.00	165.90	380.00	257.00	200.00	420.00	247.00	177.00	165.90	178.00	176.50	173.00	176.50	182.10	177.00	164.00	171.00	184.00
12:00	165.00	180.00	180.00	182.70	182.00	177.00	176.50	165.00	182.90	182.00	182.70	182.00	181.50	183.00	165.90	184.00	190.00	183.80	190.00	183.30	176.50	165.90	177.50	175.00	166.90	176.00	177.50	176.00	164.50	171.00	182.30
13:00	165.90	184.00	181.80	184.00	182.70	176.50	177.50	166.90	183.70	185.00	200.00	184.01	179.50	185.00	166.00	185.02	190.00	195.00	420.00	180.00	176.50	165.90	179.00	175.50	170.00	177.50	177.50	176.50	165.40	172.00	183.00
14:00	166.00	370.00	182.50	230.00	211.00	220.00	177.00	166.90	385.00	385.00	385.00	385.00	385.00	215.00	165.90	385.00	260.00	420.00	420.00	420.00	177.50	165.90	179.50	176.50	173.00	178.50	182.70	177.00	165.40	172.50	250.00
15:00	165.90	185.00	184.50	200.00	183.50	385.00	176.50	166.90	190.00	191.00	195.00	230.00	385.00	182.70	165.90	230.00	420.00	240.00	420.00	420.00	177.00	165.90	178.50	176.00	172.00	177.50	182.70	176.50	164.90	172.50	185.00
16:00	164.90	180.50	181.80	180.00	185.00	179.00	176.00	166.00	185.50	186.00	182.80	184.00	380.00	178.00	164.50	205.00	210.00	282.00	210.00	195.00	176.00	140.00	177.50	173.50	166.90	177.00	181.80	175.50	164.40	168.50	182.70
17:00	135.00	176.50	173.50	176.50	180.00	181.00	174.50	164.50	183.20	177.50	176.50	178.50	183.00	174.50	139.00	250.00	184.00	183.50	250.00	420.00	174.50	130.00	175.00	166.00	165.40	173.50	176.50	171.00	136.00	164.90	177.00
18:00	135.00	168.00	165.00	167.90	173.00	168.00	142.00	135.00	175.00	175.00	175.00	174.50	176.00	171.00	135.00	174.00	176.50	178.50	182.10	182.10	174.00	120.00	171.00	164.50	160.00	170.50	173.50	164.50	135.00	155.00	173.50
19:00	135.00	166.40	140.00	164.90	165.90	166.50	171.00	130.00	173.50	173.50	173.50	172.50	174.00	165.90	136.00	173.50	176.00	175.50	176.50	176.50	168.00	120.00	165.90	138.00	136.00	138.00	171.50	138.00	130.00	135.00	171.00
20:00	150.00	173.50	171.00	173.50	177.00	177.00	175.00	165.50	177.50	175.00	175.00	174.50	178.00	174.50	164.90	175.50	176.50	178.00	182.00	177.50	173.50	138.00	167.40	150.00	137.00	137.00	172.00	164.50	140.00	137.00	173.50
21:00	155.00	173.50	168.50	174.50	177.50	176.50	174.50	165.90	177.00	175.50	175.00	178.50	180.00	176.00	164.90	177.00	177.50	179.50	182.00	180.00	174.50	140.00	170.00	164.50	150.00	140.00	173.00	170.00	142.00	139.00	173.50
22:00	167.90	175.00	173.50	176.50	177.50	176.50	176.00	171.00	177.00	175.50	174.50	178.50	177.50	175.50	168.90	175.00	177.50	179.00	179.50	179.00	175.00	167.50	174.50	172.00	167.90	172.00	176.00	173.50	170.00	171.50	177.00
23:00	167.50	173.00	172.50	175.00	175.00	174.50	174.50	168.40	175.50	173.90	171.00	177.00	175.50	175.00	168.40	173.50	176.00	177.00	178.00	178.00	173.00	166.90	172.50	168.90	166.90	170.00	174.50	172.50	168.90	169.00	175.00

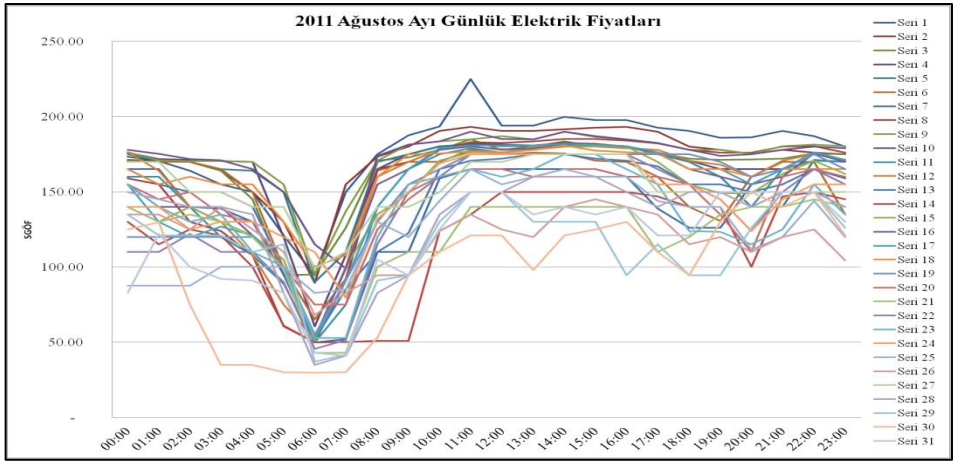


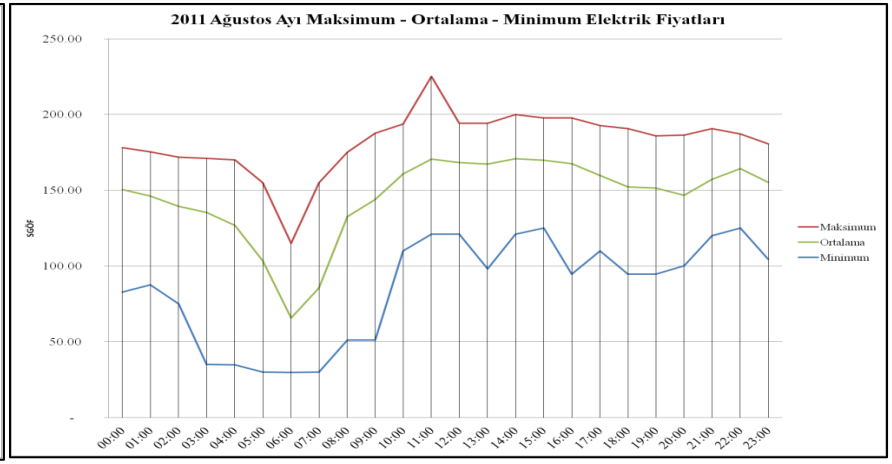


Şekil A.15: 2010 Yılı Ağustos Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2011 Yılı Ağustos Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Aug	02 Aug	03 Aug	04 Aug	05 Aug	06 Aug	07 Aug	08 Aug	09 Aug	10 Aug	11 Aug	12 Aug	13 Aug	14 Aug	15 Aug	16 Aug	17 Aug	18 Aug	19 Aug	20 Aug	21 Aug	22 Aug	23 Aug	24 Aug	25 Aug	26 Aug	27 Aug	28 Aug	29 Aug	30 Aug	31 Aug
	01.08.2011	02.08.2011	03.08.2011	04.08.2011	05.08.2011	06.08.2011	07.08.2011	08.08.2011	09.08.2011	10.08.2011	11.08.2011	12.08.2011	13.08.2011	14.08.2011	15.08.2011	16.08.2011	17.08.2011	18.08.2011	19.08.2011	20.08.2011	21.08.2011	22.08.2011	23.08.2011	24.08.2011	25.08.2011	26.08.2011	27.08.2011	28.08.2011	29.08.2011	30.08.2011	31.08.2011
	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed
00:00	173.50	171.20	170.70	176.00	175.00	170.00	165.00	159.00	176.40	178.00	160.00	176.40	165.00	130.00	140.00	155.00	155.00	165.00	120.00	155.00	140.00	110.00	155.00	140.00	87.51	135.00	170.03	150.00	135.00	125.00	82.70
01:00	170.50	170.50	170.00	171.70	170.70	170.00	165.00	155.00	171.10	175.40	160.00	164.00	155.00	115.00	130.00	140.00	130.00	155.00	120.00	145.00	130.00	110.00	140.00	140.00	87.51	135.00	170.03	145.00	121.00	129.90	122.00
02:00	164.00	170.00	170.00	171.20	170.00	170.00	140.00	130.00	170.50	171.70	140.00	140.00	150.00	125.00	140.00	140.00	120.00	160.00	120.00	150.00	135.00	122.00	130.00	125.00	87.51	125.00	150.00	140.00	121.00	75.00	100.00
03:00	155.00	164.00	164.00	170.60	165.00	165.00	139.00	124.00	170.50	171.00	120.00	130.00	150.00	121.00	130.00	140.00	127.00	155.00	120.00	135.00	130.00	110.00	135.00	130.00	100.00	140.00	150.00	140.00	121.00	34.90	92.00
04:00	150.00	150.00	145.00	170.00	164.00	150.00	130.00	108.00	170.00	165.00	108.00	108.00	140.00	100.00	121.00	121.00	121.00	155.00	120.00	130.00	120.00	110.00	110.00	130.00	100.00	125.00	140.00	135.00	110.00	34.70	91.00
05:00	121.00	130.00	94.51	120.00	150.00	99.00	95.00	60.51	155.00	150.00	89.00	75.00	99.00	60.98	105.00	100.00	99.00	130.00	100.00	100.00	99.00	90.00	100.00	120.00	100.00	110.00	140.00	82.70	115.00	29.90	82.60
06:00	94.51	89.51	95.00	60.51	89.90	65.00	49.80	49.90	95.00	115.00	49.90	52.00	52.00	49.80	51.00	53.00	52.00	100.00	54.98	75.00	42.90	45.47	52.63	110.00	82.60	68.00	99.00	34.90	37.10	29.70	42.90
07:00	150.00	155.00	126.00	108.00	110.00	92.00	52.00	91.00	137.00	99.00	75.00	100.00	85.00	50.00	100.00	99.00	91.00	108.00	91.00	75.00	42.90	51.51	52.63	79.47	85.00	82.60	110.00	41.00	41.75	29.90	41.00
08:00	175.00	173.50	170.70	165.00	170.00	164.00	110.00	165.00	170.70	174.00	140.00	160.00	110.00	51.00	135.00	155.00	140.00	160.00	130.00	125.00	100.00	115.00	120.00	132.00	130.00	94.51	140.00	82.70	91.00	53.00	105.00
09:00	187.53	180.00	173.00	175.00	175.00	170.00	110.00	170.00	181.50	181.50	165.00	170.00	122.51	51.00	149.00	165.00	165.00	175.00	155.00	145.00	110.00	150.00	155.00	150.00	120.00	94.51	140.00	94.51	94.51	94.51	94.51
10:00	193.60	190.60	178.00	180.00	180.50	170.00	159.00	178.00	183.50	183.50	175.00	178.00	165.00	124.00	170.70	178.00	179.00	175.50	165.00	160.00	110.00	160.00	160.00	169.00	144.00	124.00	150.00	135.00	130.00	110.00	125.00
11:00	225.00	193.10	185.00	182.00	181.50	178.00	165.00	183.00	185.00	190.10	179.00	180.00	170.70	135.00	176.50	180.50	181.00	177.00	175.03	165.00	140.00	175.01	165.00	175.02	165.00	135.00	170.01	150.00	150.00	121.00	150.00
12:00	194.10	190.60	178.00	181.50	180.50	175.00	165.00	182.50	187.03	185.30	176.00	178.50	172.00	150.00	176.00	178.00	181.00	176.50	175.01	165.00	140.00	175.01	160.00	175.01	155.00	125.00	170.01	150.00	150.00	121.00	150.00
13:00	194.10	190.60	180.00	181.00	180.50	176.00	165.00	183.50	185.00	184.80	178.00	178.00	175.00	150.00	180.00	179.00	180.90	178.00	175.02	160.00	140.00	175.00	165.00	175.01	160.00	120.00	175.01	160.00	130.00	98.00	135.00
14:00	200.00	191.60	183.50	182.50	182.00	175.50	165.00	185.30	190.00	190.10	181.00	180.00	175.00	150.00	181.00	181.50	182.00	180.90	175.07	165.00	140.00	175.05	175.01	175.02	165.00	140.00	175.04	160.00	130.00	121.00	140.00
15:00	197.80	192.60	180.00	182.00	181.50	170.70	165.00	185.30	186.43	187.03	180.00	180.00	172.00	150.00	180.50	181.50	181.50	177.50	175.07	165.00	140.00	175.04	175.00	175.02	160.00	145.00	175.02	160.00	130.00	125.00	135.00
16:00	197.80	193.10	180.00	180.00	180.00	170.00	160.00	184.00	184.80	184.80	180.00	179.00	170.70	150.00	180.00	180.50	180.50	176.50	175.05	160.00	140.00	175.03	165.00	175.00	160.00	140.00	175.00	150.00	94.51	130.00	140.00
17:00	192.60	190.10	176.00	175.00	175.00	160.00	139.00	182.23	182.50	182.50	175.40	178.00	167.00	147.00	170.00	175.50	176.50	175.50	175.03	160.00	110.00	165.00	155.00	155.00	144.00	135.00	150.00	140.00	115.00	110.00	121.00
18:00	190.60	180.00	172.00	170.70	170.00	140.00	126.00	178.00	178.00	178.00	170.00	170.70	155.00	140.00	155.00	165.00	165.00	165.00	175.01	155.00	120.00	155.00	124.00	155.00	140.00	115.00	150.00	150.00	94.51	94.51	121.00
19:00	186.00	178.00	171.20	165.00	160.00	130.51	126.00	176.00	178.00	174.00	160.00	168.00	155.00	140.00	149.00	160.00	165.00	165.00	170.00	135.00	135.00	145.00	123.51	145.00	140.00	120.00	150.00	150.00	94.51	130.00	150.00
20:00	186.30	175.40	171.50	165.00	140.00	160.00	155.00	176.00	175.40	175.00	140.00	160.00	150.00	100.00	149.00	155.00	155.00	160.00	160.00	110.00	140.00	124.00	115.00	124.00	111.60	110.00	140.00	140.00	126.00	150.00	150.00
21:00	190.60	178.00	172.00	165.00	140.00	170.00	165.00	180.00	180.50	178.00	165.00	170.70	155.00	147.00	162.00	160.00	165.00	165.00	165.00	160.00	140.00	150.00	125.00	145.00	120.00	120.00	150.00	150.00	150.00	140.00	150.00
22:00	187.03	176.00	175.50	175.40	171.20	170.00	165.00	180.50	181.50	180.00	170.70	175.40	165.00	150.00	170.70	175.50	176.50	165.00	175.01	165.00	145.00	165.00	155.00	155.00	144.00	125.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
23:00	180.00	175.00	175.00	171.20	170.00	135.00	159.00	176.00	180.50	179.00	170.00	170.70	155.00	145.00	162.00	170.00	171.20	165.00	165.00	160.00	140.00	155.00	135.00	155.00	120.00	104.51	150.00	140.00	126.00	121.00	130.00

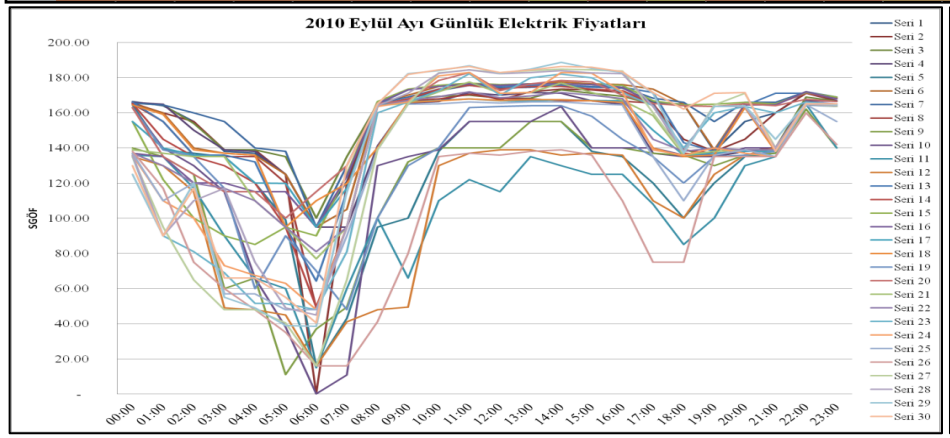


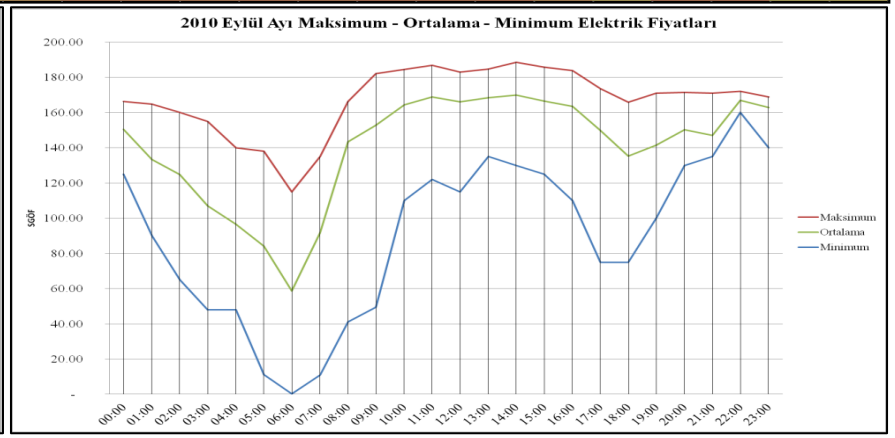


Şekil A.16: 2011 Yılı Ağustos Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2010 Yılı Eylül Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Sep	02 Sep	03 Sep	04 Sep	05 Sep	06 Sep	07 Sep	08 Sep	09 Sep	10 Sep	11 Sep	12 Sep	13 Sep	14 Sep	15 Sep	16 Sep	17 Sep	18 Sep	19 Sep	20 Sep	21 Sep	22 Sep	23 Sep	24 Sep	25 Sep	26 Sep	27 Sep	28 Sep	29 Sep	30 Sep
	01.09.2010	02.09.2010	03.09.2010	04.09.2010	05.09.2010	06.09.2010	07.09.2010	08.09.2010	09.09.2010	10.09.2010	11.09.2010	12.09.2010	13.09.2010	14.09.2010	15.09.2010	16.09.2010	17.09.2010	18.09.2010	19.09.2010	20.09.2010	21.09.2010	22.09.2010	23.09.2010	24.09.2010	25.09.2010	26.09.2010	27.09.2010	28.09.2010	29.09.2010	30.09.2010
	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu
00:00	166.40	165.50	165.50	165.90	164.40	165.00	165.50	165.00	140.00	163.00	136.00	135.00	165.90	165.40	155.00	137.00	155.00	164.40	163.00	163.00	139.00	137.00	135.00	136.00	137.00	138.00	135.00	136.00	125.00	130.00
01:00	164.00	160.00	164.40	164.90	139.00	160.00	164.40	155.00	135.00	140.00	135.00	130.00	155.00	145.00	122.00	135.00	140.00	159.00	139.00	135.00	137.00	130.00	90.00	110.00	110.00	117.00	95.00	90.00	90.00	90.00
02:00	155.00	155.00	154.00	150.00	137.00	140.00	160.00	136.00	125.00	130.00	117.00	115.00	136.00	135.00	100.00	120.00	136.00	139.00	135.00	125.00	135.00	119.99	81.00	100.00	120.00	75.00	65.00	110.00	120.00	117.00
03:00	138.00	139.00	139.00	139.00	135.00	137.00	155.00	135.00	60.00	115.00	90.00	49.00	136.00	130.00	90.00	119.99	135.00	137.00	117.00	115.00	135.00	117.00	69.00	73.00	57.00	60.00	48.00	117.00	55.00	66.00
04:00	137.00	139.00	139.00	138.00	120.00	136.00	140.00	135.00	66.00	66.00	66.00	48.00	132.00	120.00	85.00	115.00	120.00	136.00	60.00	115.00	110.00	110.00	51.52	67.50	57.00	48.00	48.00	75.00	49.00	66.00
05:00	125.00	125.00	135.00	125.00	99.00	125.00	138.00	120.00	11.03	38.00	60.00	45.00	95.00	95.00	95.00	115.00	119.89	95.00	90.00	100.00	95.00	95.00	51.32	63.00	48.00	35.00	40.50	49.00	39.00	55.00
06:00	95.00	0.10	100.00	95.00	16.00	95.00	95.00	49.00	37.00	0.10	15.00	16.00	64.17	49.50	90.00	95.00	95.00	110.00	70.00	115.00	77.00	81.00	48.00	48.00	48.00	16.00	16.00	45.00	38.61	40.50
07:00	121.00	120.00	135.00	95.00	43.00	105.00	130.00	95.00	49.50	10.89	60.00	41.00	115.00	95.00	124.99	123.99	117.00	119.89	48.00	130.00	95.00	95.00	81.00	95.00	90.00	16.00	65.00	95.00	115.00	130.00
08:00	164.90	164.50	164.90	141.00	95.00	165.40	165.50	164.00	100.00	130.00	100.00	48.00	164.90	164.40	166.40	165.40	164.90	140.00	100.00	165.40	164.10	163.60	160.00	163.60	139.00	41.00	139.00	164.10	164.90	165.10
09:00	167.90	166.50	167.40	165.50	100.00	170.00	168.90	166.90	132.00	135.00	66.00	49.50	173.00	167.90	173.50	173.00	166.10	165.90	130.00	167.10	165.60	167.10	166.10	166.10	164.90	80.00	165.10	171.00	182.20	181.80
10:00	172.50	166.90	169.40	166.40	138.00	175.00	173.50	167.90	140.00	139.00	110.00	130.00	175.50	173.50	175.50	175.00	167.10	166.90	140.00	178.50	172.00	169.10	172.50	181.00	165.10	135.00	182.60	182.50	184.00	184.50
11:00	175.50	171.50	170.00	171.50	155.00	176.00	175.50	170.50	140.00	155.00	122.00	137.00	176.10	175.50	177.00	176.50	167.90	167.90	163.00	183.00	177.50	172.00	182.30	182.80	166.10	137.00	184.30	184.50	186.80	186.30
12:00	174.00	167.40	168.40	170.00	155.00	175.50	174.00	168.00	140.00	155.00	115.00	139.00	175.00	173.50	176.00	175.50	166.90	167.10	163.60	172.50	171.00	168.60	170.00	171.00	165.60	136.00	182.80	182.20	182.55	183.00
13:00	174.50	172.00	168.40	171.50	155.00	176.50	174.50	167.90	155.00	155.00	135.00	139.00	175.50	175.00	176.50	176.50	166.60	167.40	164.10	176.50	171.50	169.60	180.00	171.50	166.10	138.00	184.00	182.80	184.80	184.30
14:00	175.50	173.50	173.00	171.00	155.00	177.50	175.50	166.90	155.00	163.50	130.00	136.00	175.50	175.00	176.50	176.50	167.40	167.40	164.10	178.50	177.00	171.50	182.00	182.80	166.10	139.00	184.80	184.00	188.60	186.30
15:00	174.50	173.00	171.00	166.90	138.00	176.50	175.00	166.90	140.00	140.00	125.00	137.00	174.50	173.50	176.00	176.00	167.10	166.90	158.00	177.50	171.50	170.00	180.00	182.50	165.10	136.00	184.30	182.60	185.30	185.80
16:00	174.00	171.50	169.40	164.90	135.00	176.00	174.50	166.50	140.00	140.00	125.00	136.00	174.50	172.50	175.50	174.50	166.90	165.90	145.00	170.10	167.10	168.10	171.50	172.00	164.40	110.00	183.80	182.30	182.80	183.30
17:00	165.90	164.90	164.90	137.00	120.00	173.50	168.40	165.50	137.00	140.00	108.00	110.00	171.50	165.40	166.90	164.90	150.00	140.00	135.00	165.40	158.40	145.00	164.10	139.00	135.00	75.00	160.00	163.60	171.00	171.50
18:00	164.90	145.00	139.00	135.00	100.00	164.90	165.90	139.00	136.00	136.00	85.00	100.00	143.00	137.00	164.50	136.00	136.00	135.00	120.00	164.10	136.00	138.00	140.00	136.00	110.00	75.00	137.00	138.00	137.00	162.00
19:00	138.00	138.00	135.00	135.00	120.00	139.00	155.00	137.00	130.00	135.00	100.00	125.00	138.00	136.00	164.90	136.00	137.00	136.00	135.00	163.60	138.00	140.00	160.00	140.00	136.00	135.00	164.40	163.60	163.60	171.00
20:00	155.00	145.00	138.00	138.00	135.00	164.90	165.90	138.00	136.00	140.00	130.00	136.00	164.00	164.90	165.90	164.40	138.00	163.00	136.00	165.10	139.00	139.00	163.60	137.00	139.00	135.00	171.20	163.60	164.10	171.50
21:00	160.00	160.00	140.00	140.00	137.00	164.90	165.90	140.00	137.00	140.00	135.00	140.00	171.00	164.90	165.20	164.40	138.00	138.00	138.00	164.10	139.00	139.00	160.00	135.00	135.00	135.00	140.00	140.00	145.00	138.00
22:00	171.50	171.00	168.90	166.90	165.40	172.00	172.00	165.00	162.00	165.00	164.90	165.50	171.00	171.00	171.50	172.00	165.60	166.10	164.50	167.60	165.90	166.10	166.10	164.90	164.60	160.00	165.10	165.10	165.60	165.10
23:00	166.90	166.90	166.50	166.50	164.50	168.50	168.90	164.00	140.00	164.90	140.00	165.00	167.90	168.00	168.90	167.90	164.60	164.60	163.60	166.40	164.90	165.00	164.60	164.10	155.00	142.00	163.60	164.10	164.40	165.10

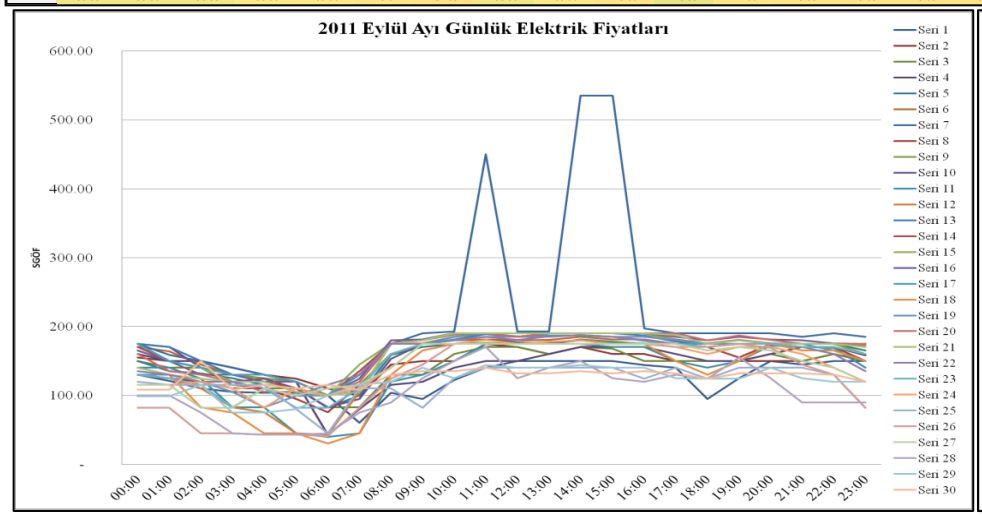


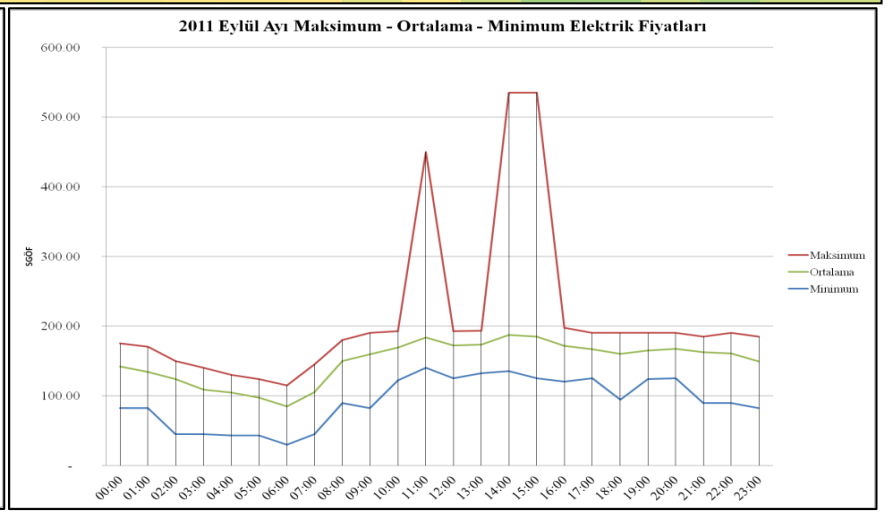


Şekil A.17: 2010 Yılı Eylül Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2011 Yılı Eylül Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Sep	02 Sep	03 Sep	04 Sep	05 Sep	06 Sep	07 Sep	08 Sep	09 Sep	10 Sep	11 Sep	12 Sep	13 Sep	14 Sep	15 Sep	16 Sep	17 Sep	18 Sep	19 Sep	20 Sep	21 Sep	22 Sep	23 Sep	24 Sep	25 Sep	26 Sep	27 Sep	28 Sep	29 Sep	30 Sep
	01.09.2011	02.09.2011	03.09.2011	04.09.2011	05.09.2011	06.09.2011	07.09.2011	08.09.2011	09.09.2011	10.09.2011	11.09.2011	12.09.2011	13.09.2011	14.09.2011	15.09.2011	16.09.2011	17.09.2011	18.09.2011	19.09.2011	20.09.2011	21.09.2011	22.09.2011	23.09.2011	24.09.2011	25.09.2011	26.09.2011	27.09.2011	28.09.2011	29.09.2011	30.09.2011
	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
00:00	130.00	155.00	150.00	160.00	150.00	170.01	175.00	130.00	175.00	175.01	140.00	130.00	175.03	170.01	165.00	165.00	175.00	140.00	130.00	160.00	140.00	135.00	130.00	115.00	120.00	82.15	115.00	100.00	98.40	108.20
01:00	121.00	150.00	140.00	150.00	135.00	164.00	159.00	125.00	150.00	170.01	140.00	125.00	170.04	150.00	150.00	150.00	150.00	130.00	130.00	135.00	130.00	130.00	125.00	115.00	115.00	82.15	115.00	100.00	98.40	108.20
02:00	110.00	150.00	140.00	150.00	132.00	145.00	150.00	120.00	140.00	140.00	124.00	110.00	150.00	140.00	140.00	130.00	140.00	82.70	120.00	130.00	124.00	120.00	115.00	120.00	115.00	45.00	82.20	75.00	115.00	150.00
03:00	105.00	140.00	115.00	140.00	125.00	130.00	140.00	110.00	130.00	120.00	82.70	82.70	130.00	130.00	120.00	130.00	130.00	75.00	105.00	120.00	120.00	120.00	82.51	110.00	115.00	44.90	82.20	44.90	75.00	108.20
04:00	104.00	130.00	110.00	130.00	115.00	125.00	130.00	110.00	124.00	124.00	82.70	75.51	130.00	120.00	120.00	120.00	130.00	45.00	82.70	105.00	120.00	110.00	110.00	82.20	115.00	42.90	110.00	43.00	75.00	115.00
05:00	104.00	124.00	110.00	120.00	110.00	120.00	120.00	95.00	120.00	110.00	44.90	45.00	120.00	110.00	120.00	120.00	120.00	44.90	99.00	105.00	105.00	100.00	82.15	110.00	80.00	43.00	100.00	42.90	80.00	110.00
06:00	100.00	110.00	82.60	42.90	82.00	100.00	100.00	75.50	100.00	82.60	39.90	43.00	99.00	100.00	100.00	100.00	100.00	29.90	100.00	100.00	100.00	115.00	82.15	100.00	44.90	41.00	110.00	44.90	100.00	115.00
07:00	60.00	99.00	82.60	80.00	100.00	130.00	130.00	115.00	115.00	95.00	44.90	105.00	130.00	135.00	145.00	124.00	130.00	44.90	105.00	120.00	105.00	130.00	110.00	110.00	110.00	82.15	115.00	75.00	115.00	108.20
08:00	104.00	145.00	130.00	115.00	159.00	175.03	175.00	160.00	160.00	153.00	120.00	175.01	175.07	175.51	175.50	180.00	175.03	130.00	175.03	175.03	175.04	175.01	160.00	140.00	110.00	124.00	140.00	89.51	120.00	130.00
09:00	94.51	150.00	130.00	120.00	170.01	175.06	190.11	175.01	175.03	175.03	130.00	175.50	175.09	180.92	180.91	180.90	175.05	165.00	175.06	180.00	180.00	175.02	175.00	175.03	82.20	145.00	175.01	125.00	140.00	135.00
10:00	122.00	150.00	160.00	140.00	175.05	180.00	192.61	175.05	175.07	175.10	150.00	184.81	181.50	190.00	190.11	190.10	184.80	175.03	180.72	187.92	190.10	180.00	175.02	175.06	125.00	175.00	175.03	150.00	125.00	135.00
11:00	140.00	175.00	170.03	150.00	175.09	180.92	450.00	175.50	176.00	180.73	175.00	190.10	189.00	190.13	190.13	190.11	190.10	175.04	184.82	190.00	190.10	184.83	175.05	180.71	140.00	175.03	175.05	170.00	144.00	140.00
12:00	150.00	170.01	170.01	150.00	175.08	180.00	192.65	175.05	175.07	176.50	175.01	184.82	184.81	190.00	190.10	190.00	185.85	175.05	184.82	184.81	190.00	180.72	175.05	175.08	140.00	175.01	175.03	125.00	140.00	132.00
13:00	150.00	160.00	160.00	160.00	175.09	180.70	193.00	175.07	175.05	176.00	175.01	190.00	190.00	190.11	190.13	190.00	187.03	175.05	184.84	190.00	190.11	185.86	175.07	178.00	140.00	175.02	175.03	140.00	140.00	132.00
14:00	150.00	170.01	170.01	170.02	180.92	184.80	535.00	175.08	180.50	180.00	175.01	190.10	190.11	190.13	190.14	190.13	187.03	175.05	187.90	190.11	190.13	187.50	175.05	180.00	140.00	175.02	175.05	150.00	144.00	135.00
15:00	150.00	160.00	168.00	170.00	178.00	180.94	535.00	175.08	176.50	175.51	170.02	190.00	190.00	190.11	190.11	190.13	184.81	175.03	184.82	190.00	190.11	184.81	175.04	175.05	140.00	175.01	175.05	125.00	140.00	132.00
16:00	144.00	160.00	150.00	170.00	175.10	180.92	197.31	175.08	175.50	175.09	170.00	190.00	187.03	190.00	190.00	190.11	179.00	175.01	184.82	190.10	190.11	180.71	175.06	175.03	124.00	175.02	175.04	120.00	140.00	135.00
17:00	140.00	150.00	150.00	160.00	175.07	175.07	190.15	175.03	175.05	175.05	150.00	180.00	178.00	180.94	180.70	184.83	175.05	150.00	180.72	190.00	187.50	175.03	175.03	170.00	140.00	170.01	175.02	130.00	125.00	132.00
18:00	94.51	150.00	150.00	150.00	175.03	175.00	190.10	170.00	175.01	175.02	140.00	175.05	175.07	175.50	175.08	180.00	175.00	130.00	175.08	180.00	175.09	170.01	170.03	160.00	124.00	170.00	165.00	124.00	124.00	124.00
19:00	125.00	150.00	150.00	150.00	175.02	175.03	190.11	155.00	175.01	175.03	150.00	175.04	175.07	180.71	175.10	184.80	175.03	150.00	175.08	187.03	180.00	175.01	175.01	170.01	140.00	175.00	170.00	155.00	124.00	132.00
20:00	150.00	150.00	160.00	160.00	175.03	175.03	190.11	175.00	175.01	175.03	172.00	175.04	175.07	175.50	175.10	180.90	175.03	175.00	175.07	180.70	175.07	175.01	175.01	170.00	140.00	169.00	165.00	125.00	140.00	132.00
21:00	144.90	150.00	150.00	170.01	175.03	175.01	184.83	170.00	175.01	175.03	170.00	175.03	175.07	175.05	175.09	180.00	175.01	165.00	175.05	175.07	175.06	170.00	170.03	160.00	140.00	145.00	150.00	89.51	125.00	132.00
22:00	150.00	160.00	160.00	170.01	175.02	175.05	190.11	170.00	175.01	175.06	169.00	175.03	175.06	175.05	175.07	175.51	165.00	165.00	175.05	175.05	175.03	160.00	170.03	140.00	130.00	130.00	140.00	89.51	120.00	130.00
23:00	150.00	150.00	150.00	158.00	165.00	175.01	184.85	150.00	160.00	175.00	140.00	172.00	175.03	175.03	175.03	175.03	150.00	150.00	175.03	175.02	170.00	135.00	160.00	120.00	82.20	82.20	120.00	89.51	120.00	120.00

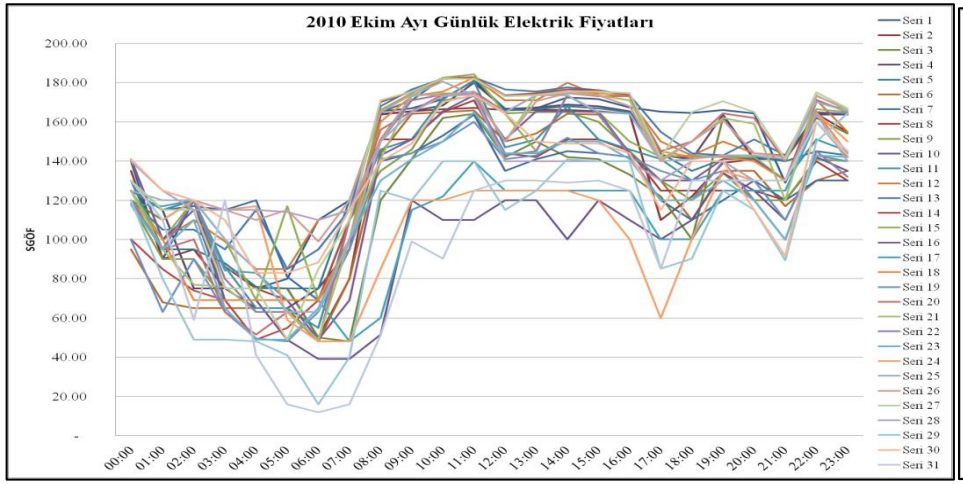


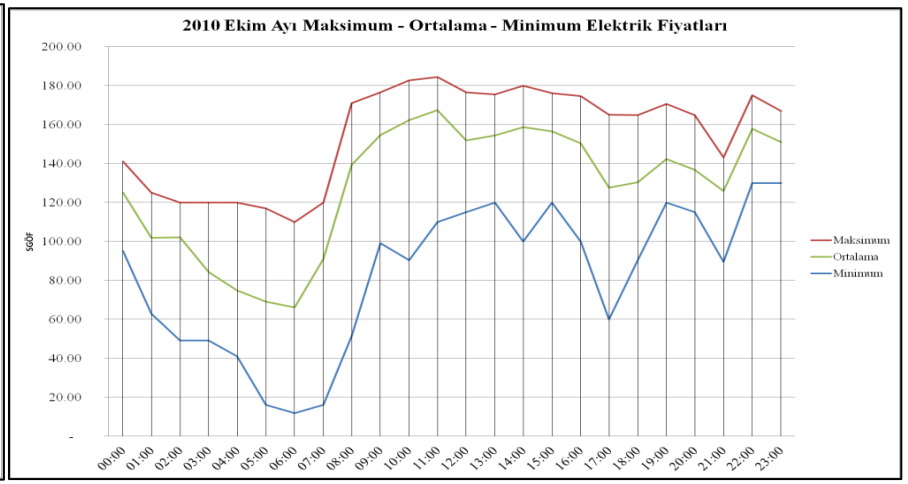


Şekil A.18: 2011 Yılı Eylül Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2010 Yılı Ekim Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Oct	02 Oct	03 Oct	04 Oct	05 Oct	06 Oct	07 Oct	08 Oct	09 Oct	10 Oct	11 Oct	12 Oct	13 Oct	14 Oct	15 Oct	16 Oct	17 Oct	18 Oct	19 Oct	20 Oct	21 Oct	22 Oct	23 Oct	24 Oct	25 Oct	26 Oct	27 Oct	28 Oct	29 Oct	30 Oct	31 Oct
	01.10.2010	02.10.2010	03.10.2010	04.10.2010	05.10.2010	06.10.2010	07.10.2010	08.10.2010	09.10.2010	10.10.2010	11.10.2010	12.10.2010	13.10.2010	14.10.2010	15.10.2010	16.10.2010	17.10.2010	18.10.2010	19.10.2010	20.10.2010	21.10.2010	22.10.2010	23.10.2010	24.10.2010	25.10.2010	26.10.2010	27.10.2010	28.10.2010	29.10.2010	30.10.2010	31.10.2010
	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	
00:00	140.00	135.00	120.00	130.00	130.00	95.00	130.00	125.00	118.00	125.00	125.00	141.00	120.00	100.00	125.00	141.00	118.00	120.00	99.89	120.00	125.00	120.00	118.00	130.00	125.00	140.00	130.00	140.00	120.00	141.00	130.00
01:00	90.00	90.00	110.00	114.90	95.00	68.00	115.00	95.00	90.00	115.00	115.00	99.89	105.00	84.84	99.89	99.89	117.00	100.00	63.00	95.00	95.00	95.00	95.00	110.00	120.00	125.00	115.00	125.00	80.00	125.00	110.00
02:00	120.00	95.00	120.00	75.00	95.00	65.00	117.00	120.00	90.00	120.00	120.00	110.00	105.00	74.00	120.00	115.00	120.00	69.00	90.00	100.00	77.00	120.00	110.00	120.00	120.00	120.00	115.00	115.00	49.00	120.00	59.00
03:00	75.00	75.00	75.00	75.00	88.00	65.00	115.00	86.21	69.00	69.00	86.21	99.00	95.00	69.00	100.00	69.00	84.24	69.00	63.00	63.00	76.00	80.00	65.00	115.00	100.00	115.00	75.00	115.00	49.00	110.00	120.00
04:00	75.00	75.00	75.00	65.00	76.00	65.00	120.00	75.00	69.00	69.00	65.00	85.00	115.00	49.00	69.00	69.00	82.90	69.00	49.50	51.52	63.00	63.00	49.00	117.00	84.24	110.00	75.00	115.00	48.00	82.90	41.00
05:00	80.00	75.00	75.00	65.00	75.00	65.00	81.00	69.00	69.00	49.00	65.00	84.84	85.00	55.00	117.00	69.00	69.00	69.00	48.00	63.00	63.00	63.00	49.00	59.00	63.00	115.00	49.00	114.00	41.00	82.90	16.00
06:00	110.00	50.00	50.00	75.00	75.00	48.00	69.00	69.00	69.00	39.00	55.00	110.00	95.00	69.00	69.00	49.00	69.00	69.00	63.00	48.00	49.00	63.00	65.00	48.00	63.00	99.00	84.84	110.00	16.00	88.27	11.90
07:00	120.00	80.00	48.00	95.00	120.00	80.00	100.00	95.00	110.00	39.00	110.00	115.00	115.00	110.00	99.89	69.00	48.00	99.89	95.00	110.00	99.89	99.89	99.89	48.00	99.89	120.00	110.00	115.00	40.00	115.00	16.00
08:00	165.40	163.60	120.00	164.10	164.90	144.00	140.00	151.00	135.00	51.52	146.00	151.00	168.00	170.00	166.00	143.00	60.00	160.00	141.00	156.00	141.00	150.00	130.00	84.84	150.00	164.90	171.00	150.00	125.00	140.00	51.36
09:00	166.90	165.40	141.00	165.40	171.00	164.10	144.00	151.00	146.00	120.00	151.00	173.00	176.50	175.50	174.50	151.00	115.00	173.00	144.00	165.40	173.00	171.00	141.00	120.00	165.00	174.00	175.50	173.50	120.00	149.00	99.00
10:00	171.50	166.40	162.00	168.40	182.30	164.90	153.00	164.90	171.00	110.00	172.00	181.80	182.10	182.30	182.60	165.40	122.00	175.50	150.00	174.00	174.50	174.00	150.00	120.00	173.00	173.50	182.10	180.50	140.00	170.00	90.30
11:00	181.00	167.10	164.10	180.00	182.50	165.90	163.60	171.00	173.00	110.00	180.50	182.60	182.80	182.80	184.30	173.50	140.00	182.50	160.00	175.50	174.50	174.50	164.90	125.00	174.00	175.50	181.90	173.50	140.00	173.50	125.00
12:00	166.60	166.10	142.00	166.40	165.90	150.00	135.00	144.00	164.40	120.00	147.00	171.00	176.50	173.50	164.00	151.00	125.00	173.00	141.00	164.90	150.00	143.00	144.00	125.00	164.90	150.00	173.00	140.00	115.00	164.40	130.00
13:00	166.90	166.10	150.00	167.40	166.40	154.00	141.00	142.00	164.90	120.00	151.00	171.00	175.50	174.50	145.00	165.40	125.00	174.00	143.00	173.50	173.50	145.00	144.00	125.00	173.50	170.60	173.50	140.00	125.00	150.00	130.00
14:00	172.50	166.10	142.00	168.90	167.90	164.10	145.00	151.00	164.90	100.00	168.00	180.00	177.50	176.50	173.50	165.40	125.00	175.50	152.00	174.50	175.00	173.50	150.00	125.00	173.50	174.50	175.50	140.00	141.00	149.00	129.00
15:00	171.50	165.40	141.00	167.90	166.90	163.60	144.00	151.00	160.00	120.00	151.00	173.50	176.00	176.00	164.90	164.90	125.00	174.50	144.00	173.00	173.50	164.40	150.00	120.00	164.90	173.50	175.50	140.00	140.00	149.00	130.00
16:00	167.40	164.00	133.00	165.40	164.90	144.00	142.00	145.00	145.00	110.00	146.00	171.00	173.50	173.50	150.00	144.00	125.00	173.00	142.00	173.00	171.00	143.00	141.00	100.00	164.00	168.00	174.50	140.00	140.00	144.00	125.00
17:00	165.10	110.00	122.00	143.00	144.00	130.00	120.00	125.00	130.00	100.00	141.00	150.00	155.00	143.00	142.00	130.00	100.00	145.00	135.00	145.00	141.00	120.00	120.00	59.90	140.00	140.00	142.00	130.00	85.20	115.00	85.20
18:00	164.60	122.00	100.00	141.00	135.00	110.00	110.00	125.00	120.00	110.00	130.00	143.00	144.00	142.00	143.00	130.00	100.00	142.00	130.00	150.00	150.00	120.00	120.00	100.30	141.00	150.00	164.90	140.00	90.30	140.00	130.00
19:00	166.10	139.00	162.00	163.60	141.00	135.00	120.00	125.00	134.00	134.00	130.00	150.00	143.00	143.00	142.00	141.00	125.00	142.00	135.00	164.40	162.00	140.00	130.00	135.00	143.00	161.00	170.60	140.00	125.00	140.00	130.00
20:00	164.40	141.00	141.00	141.00	142.00	135.00	130.00	125.00	120.00	125.00	130.00	144.00	151.00	141.00	142.00	141.00	125.00	140.00	130.00	162.00	159.00	120.00	120.00	130.00	143.00	144.00	164.90	130.00	115.00	115.00	130.00
21:00	129.00	141.00	141.00	141.00	140.00	117.00	120.00	120.00	120.00	110.00	130.00	143.00	143.00	130.00	130.00	130.00	125.00	130.00	110.00	140.00	120.00	99.89	99.89	130.00	141.00	142.00	141.00	130.00	89.40	91.60	130.00
22:00	163.60	164.10	162.00	164.40	145.00	130.00	130.00	140.00	141.00	142.00	151.00	171.20	171.20	170.00	166.40	164.90	160.00	164.90	143.00	171.00	173.50	145.00	143.00	164.50	170.00	173.00	175.00	164.00	150.00	160.00	160.00
23:00	163.60	155.00	154.00	164.10	143.00	135.00	130.00	130.00	140.00	135.00	145.00	155.00	164.90	165.90	164.90	164.00	142.00	144.00	140.00	164.90	165.90	132.00	142.00	150.00	165.40	166.90	166.90	140.00	164.40	143.00	145.00

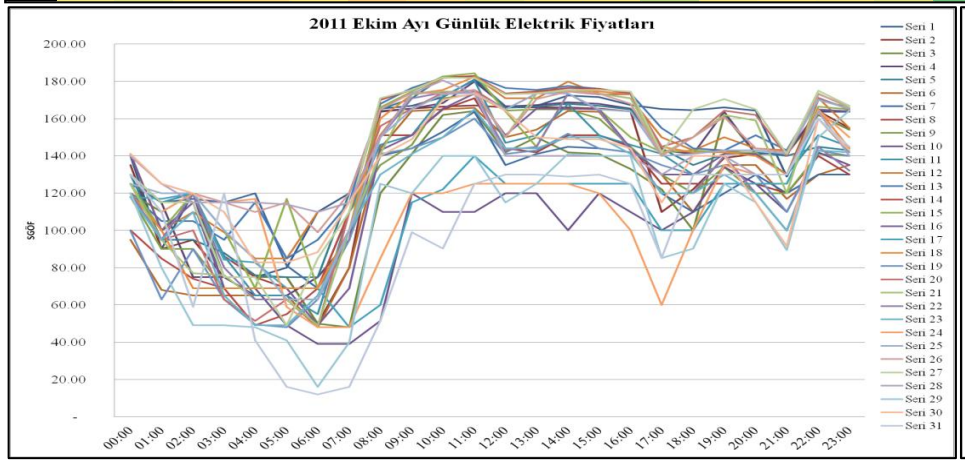


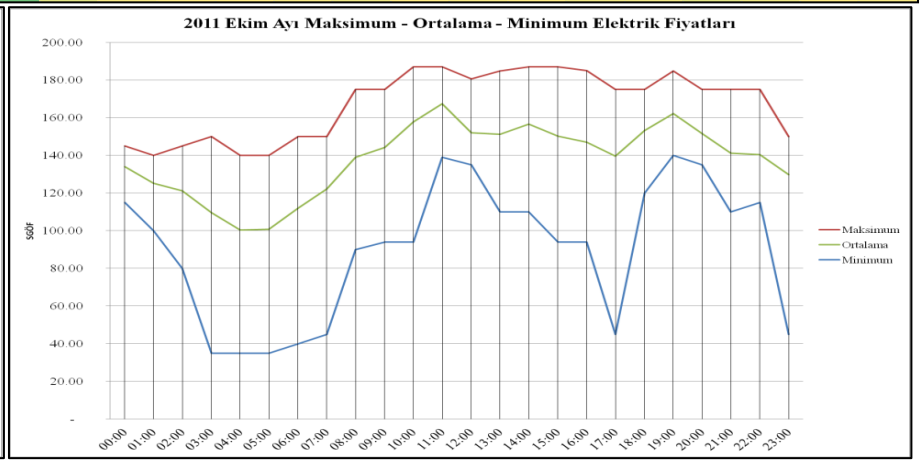


Şekil A.19: 2010 Yılı Ekim Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2011 Yılı Ekim Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Oct	02 Oct	03 Oct	04 Oct	05 Oct	06 Oct	07 Oct	08 Oct	09 Oct	10 Oct	11 Oct	12 Oct	13 Oct	14 Oct	15 Oct	16 Oct	17 Oct	18 Oct	19 Oct	20 Oct	21 Oct	22 Oct	23 Oct	24 Oct	25 Oct	26 Oct	27 Oct	28 Oct	29 Oct	30 Oct	31 Oct
	01.10.2011	02.10.2011	03.10.2011	04.10.2011	05.10.2011	06.10.2011	07.10.2011	08.10.2011	09.10.2011	10.10.2011	11.10.2011	12.10.2011	13.10.2011	14.10.2011	15.10.2011	16.10.2011	17.10.2011	18.10.2011	19.10.2011	20.10.2011	21.10.2011	22.10.2011	23.10.2011	24.10.2011	25.10.2011	26.10.2011	27.10.2011	28.10.2011	29.10.2011	30.10.2011	31.10.2011
	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon
00:00	125.00	134.00	132.00	144.00	145.00	135.00	138.00	140.00	135.00	130.00	130.00	135.00	130.00	135.00	130.00	135.00	135.00	135.00	135.00	140.00	130.00	135.00	139.00	130.00	135.00	130.00	130.00	135.00	115.00	139.00	135.00
01:00	125.00	130.00	132.00	138.00	140.00	135.00	135.00	135.00	100.00	105.00	121.00	134.00	130.00	130.00	121.00	130.00	105.00	115.00	130.00	138.00	100.00	135.00	135.00	110.00	130.00	117.00	118.00	135.00	100.00	135.00	135.00
02:00	120.00	120.00	125.00	125.00	135.00	138.00	138.00	140.00	135.00	140.00	110.00	135.00	115.00	132.99	115.00	145.00	80.00	110.00	100.00	140.00	100.00	135.00	138.00	143.00	90.00	125.01	115.00	118.00	89.00	93.89	110.00
03:00	110.00	120.00	102.00	140.00	125.00	138.00	135.00	135.00	80.00	108.00	150.00	115.00	95.00	115.00	45.00	130.00	44.90	100.00	140.00	129.00	110.00	105.00	135.00	80.00	110.00	115.00	90.00	115.00	34.90	138.00	110.00
04:00	110.00	120.00	140.00	140.00	100.00	135.00	134.00	135.00	90.00	108.00	110.00	115.00	95.00	95.00	43.00	45.00	42.90	80.00	135.00	140.00	110.00	90.00	115.00	80.00	110.00	115.00	45.00	95.00	34.90	90.00	112.50
05:00	110.00	110.00	140.00	100.00	115.00	133.00	135.00	130.00	90.00	108.00	110.00	115.00	100.00	95.00	44.90	44.90	42.90	110.00	100.00	100.00	110.00	135.00	90.00	110.00	140.00	115.00	90.00	115.00	34.90	53.00	99.00
06:00	100.00	100.00	110.00	125.00	133.00	102.00	100.00	135.00	80.00	108.00	150.00	100.00	105.00	121.00	95.00	41.00	73.00	130.00	138.00	140.00	125.00	140.00	140.00	90.00	135.00	115.00	145.00	133.00	39.90	89.00	135.00
07:00	115.00	110.00	130.00	133.70	138.00	100.00	144.00	100.00	44.90	125.00	135.00	139.00	135.00	105.00	115.00	44.90	115.00	143.00	139.00	150.00	140.00	140.00	140.00	133.00	140.00	129.00	135.00	145.00	89.00	100.00	138.00
08:00	150.00	120.00	132.00	154.00	175.00	175.01	158.00	144.00	90.00	150.00	139.00	140.00	139.00	140.00	120.00	140.00	135.00	147.00	145.00	150.00	150.00	149.00	104.51	133.00	150.00	145.00	149.00	145.00	100.00	100.00	140.00
09:00	175.03	120.00	132.00	170.00	175.03	175.08	175.01	150.00	110.00	146.00	139.00	172.00	139.00	140.00	130.00	115.00	120.00	147.00	145.00	172.00	150.00	160.00	130.00	140.00	149.00	150.00	149.00	145.00	110.00	93.89	148.00
10:00	175.04	140.00	147.00	175.05	181.00	187.00	180.70	175.00	137.00	150.00	150.00	175.00	150.00	172.00	154.00	130.00	143.00	150.00	170.00	175.00	165.00	175.00	140.00	150.00	165.00	165.00	159.00	172.00	142.00	93.89	149.00
11:00	175.07	142.00	175.01	175.07	187.01	187.04	185.85	175.01	145.00	175.00	170.00	175.00	172.00	172.00	175.00	140.00	150.00	170.00	175.00	180.72	175.00	175.00	151.00	155.00	172.00	175.00	159.00	172.00	150.00	139.00	165.00
12:00	175.03	142.00	170.01	175.05	180.70	175.08	175.04	158.00	140.00	150.00	139.00	150.00	139.00	139.00	150.00	135.00	140.00	148.00	150.00	175.00	150.00	160.00	150.00	149.00	149.00	150.00	145.00	139.00	140.00	135.00	139.00
13:00	175.03	140.00	175.00	175.04	175.06	184.81	175.01	150.00	145.00	154.00	141.00	150.00	139.00	135.00	150.00	139.00	140.00	147.00	150.00	175.01	145.00	150.00	150.00	149.00	150.00	159.00	149.00	110.00	141.00	130.00	140.00
14:00	175.04	140.00	175.00	175.07	187.01	187.01	184.81	175.00	140.00	150.00	150.00	172.00	172.00	150.00	150.00	130.00	150.00	150.00	172.00	175.01	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	145.00	141.00	110.00	149.00
15:00	175.03	140.00	175.01	175.06	187.01	187.00	180.00	170.00	130.00	150.00	139.00	172.00	140.00	149.00	145.00	114.99	135.00	148.00	162.00	172.00	145.00	149.00	145.00	149.00	150.00	124.00	145.00	139.00	130.00	93.89	139.00
16:00	175.02	135.00	175.01	175.07	184.81	185.00	175.05	150.00	110.00	150.00	139.00	175.00	139.00	139.00	135.00	105.00	135.00	150.00	162.00	175.00	150.00	120.00	135.00	149.00	149.00	149.00	130.00	140.00	110.00	93.89	165.00
17:00	150.00	130.00	140.00	175.03	175.05	175.05	175.03	150.00	110.00	150.00	145.00	172.00	145.00	140.00	120.00	44.90	130.00	148.00	172.00	150.00	145.00	100.00	104.51	149.00	130.00	149.00	149.00	139.00	110.00	93.89	160.00
18:00	150.00	120.00	132.00	175.01	175.00	175.02	175.05	150.00	145.00	150.00	139.00	172.00	150.00	141.00	135.00	135.00	135.00	150.00	172.00	172.00	150.00	165.00	150.00	155.00	172.00	170.00	159.00	150.00	140.00	139.00	150.00
19:00	175.01	142.00	150.00	175.02	175.03	175.03	184.81	175.00	154.00	150.00	160.00	175.00	172.00	172.00	140.00	145.00	140.00	172.00	150.00	175.01	170.00	175.00	160.00	172.00	172.00	175.00	159.00	150.00	142.00	149.00	149.00
20:00	150.00	140.00	169.00	175.01	175.02	175.01	175.03	150.00	170.00	150.00	139.00	139.00	139.00	139.00	135.00	135.00	135.00	148.00	150.00	175.00	150.00	150.00	151.00	155.00	165.00	150.00	149.00	139.00	139.00	140.00	149.00
21:00	142.00	140.00	150.00	170.00	175.00	170.00	175.01	130.00	150.00	120.00	129.00	139.00	120.00	135.00	120.00	135.00	135.00	143.00	150.00	150.00	145.00	120.00	140.00	149.00	149.00	139.00	135.00	110.00	139.00	130.00	145.00
22:00	135.00	135.00	140.00	150.00	155.00	175.01	158.00	125.01	140.00	140.00	115.00	139.00	139.00	135.00	130.00	130.00	135.00	140.00	150.00	150.00	140.00	139.00	140.00	139.00	140.00	140.00	139.00	139.00	140.00	139.00	139.00
23:00	130.00	120.00	132.00	145.00	140.00	150.00	145.00	125.00	135.00	135.00	99.00	135.00	139.00	135.00	120.00	44.90	120.00	135.00	140.00	140.00	135.00	129.00	140.00	135.00	139.00	130.00	130.00	120.00	129.00	139.00	135.00

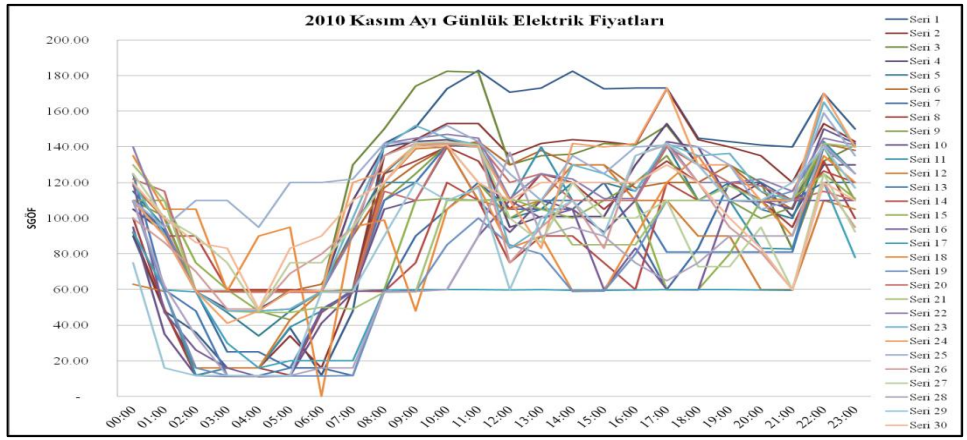


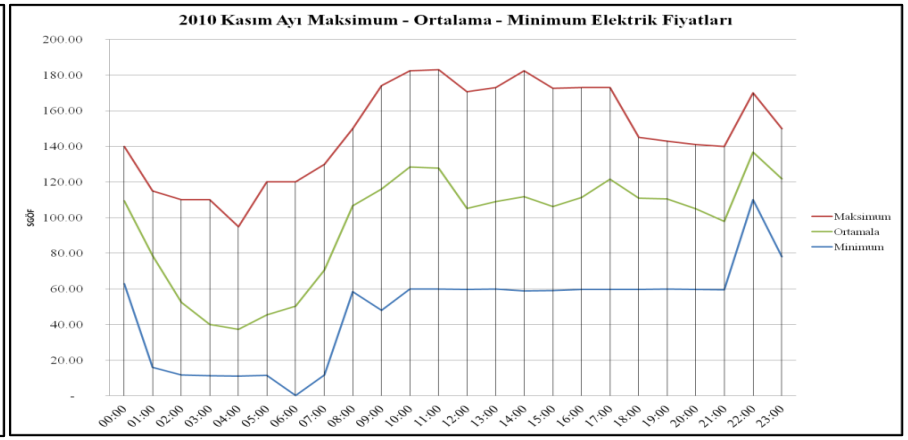


Şekil A.20: 2011 Yılı Ekim Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2010 Yılı Kasım Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Nov	02 Nov	03 Nov	04 Nov	05 Nov	06 Nov	07 Nov	08 Nov	09 Nov	10 Nov	11 Nov	12 Nov	13 Nov	14 Nov	15 Nov	16 Nov	17 Nov	18 Nov	19 Nov	20 Nov	21 Nov	22 Nov	23 Nov	24 Nov	25 Nov	26 Nov	27 Nov	28 Nov	29 Nov	30 Nov
	01.11.2010	02.11.2010	03.11.2010	04.11.2010	05.11.2010	06.11.2010	07.11.2010	08.11.2010	09.11.2010	10.11.2010	11.11.2010	12.11.2010	13.11.2010	14.11.2010	15.11.2010	16.11.2010	17.11.2010	18.11.2010	19.11.2010	20.11.2010	21.11.2010	22.11.2010	23.11.2010	24.11.2010	25.11.2010	26.11.2010	27.11.2010	28.11.2010	29.11.2010	30.11.2010
	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue
00:00	90.00	92.25	109.00	105.00	115.00	118.00	110.00	100.00	110.00	95.00	110.00	63.00	125.00	110.00	110.00	120.00	92.30	135.00	110.00	122.00	130.00	140.00	120.00	110.00	110.00	99.89	125.00	110.00	75.00	120.00
01:00	48.00	48.00	93.00	92.25	95.00	99.89	93.00	49.00	101.00	35.00	58.90	58.90	59.90	90.00	110.00	47.00	59.70	105.00	58.90	115.00	110.00	95.00	90.76	90.00	95.00	86.38	100.00	62.00	16.00	100.00
02:00	35.91	16.00	58.80	58.90	58.90	59.00	59.00	11.75	58.90	11.75	11.85	16.00	48.00	90.00	75.00	26.00	58.70	105.00	16.00	58.90	58.70	58.70	58.70	59.00	110.00	70.00	90.00	34.00	11.75	86.38
03:00	16.00	16.00	48.00	49.00	47.00	59.00	25.00	16.00	48.00	11.35	16.00	16.00	11.75	59.90	59.90	16.00	30.00	59.00	11.75	58.70	48.00	48.00	48.00	41.00	110.00	49.00	75.00	11.75	11.75	83.16
04:00	16.00	16.00	48.00	49.00	34.00	59.00	25.00	16.00	48.00	11.35	16.00	16.00	11.75	59.90	48.00	11.03	16.00	90.00	11.55	58.50	47.00	48.00	48.00	48.00	95.00	49.00	48.00	11.55	11.65	49.00
05:00	38.51	34.00	60.00	58.90	48.00	59.00	16.00	11.85	43.00	11.55	39.00	43.00	16.00	59.90	49.00	11.75	20.00	95.00	11.55	58.50	47.00	49.00	49.00	59.00	120.00	69.00	75.00	11.75	11.75	83.16
06:00	12.00	16.00	58.90	59.00	58.90	63.00	16.00	47.00	58.70	41.00	48.00	58.90	48.00	59.00	58.90	49.00	20.00	0.10	11.55	58.50	50.00	58.70	58.60	59.00	120.00	80.00	75.00	16.00	58.50	90.00
07:00	48.00	59.90	130.00	110.00	93.00	90.00	11.75	59.00	59.90	58.50	58.90	59.00	59.90	59.00	58.80	58.90	20.00	95.00	11.75	58.50	49.00	90.00	100.00	120.00	122.00	95.00	95.00	16.00	58.90	110.00
08:00	142.00	135.00	150.00	140.00	125.00	117.00	58.90	125.00	110.00	105.00	120.00	120.00	110.00	58.90	59.90	59.70	59.70	98.93	58.70	115.00	58.40	142.00	140.00	126.00	142.00	135.00	120.00	58.50	90.00	120.00
09:00	151.00	144.00	174.00	143.00	141.00	130.00	90.00	132.00	125.00	110.00	120.00	139.00	120.00	75.00	110.00	59.50	59.90	48.00	58.90	110.00	58.60	145.00	152.00	141.00	143.00	142.00	142.00	58.90	120.00	140.00
10:00	172.50	153.00	182.50	144.00	141.00	140.00	105.00	140.00	141.00	140.00	141.00	140.00	141.00	120.00	111.00	60.00	59.90	105.00	85.00	141.00	110.00	147.00	145.00	142.00	152.00	142.00	143.00	60.00	110.00	141.00
11:00	183.00	153.00	181.90	140.00	140.00	143.00	120.00	132.00	120.00	110.00	141.00	110.00	140.00	110.00	110.00	90.00	60.00	118.00	100.00	142.00	110.00	145.00	141.00	140.00	143.00	141.00	141.00	90.00	117.00	120.00
12:00	170.60	135.00	130.00	95.00	99.89	130.00	105.00	105.00	99.89	92.25	110.00	105.00	110.00	75.00	111.00	110.00	59.70	83.16	85.00	120.00	110.00	111.00	83.16	110.00	125.00	75.00	100.00	137.00	60.00	110.00
13:00	173.00	142.00	135.00	101.00	105.00	138.00	105.00	125.00	110.00	110.00	140.00	110.00	110.00	90.00	105.00	100.00	59.90	90.00	80.00	125.00	110.00	125.00	95.00	83.16	110.00	95.00	86.38	90.00	100.00	120.00
14:00	182.50	144.00	136.00	101.00	120.00	130.00	105.00	120.00	110.00	105.00	110.00	130.00	110.00	90.00	100.00	105.00	59.60	59.00	58.90	110.00	85.00	122.00	130.00	142.00	135.00	110.00	120.00	95.00	110.00	120.00
15:00	172.50	143.00	142.00	101.00	120.00	130.00	120.00	105.00	110.00	92.25	110.00	130.00	110.00	75.00	110.00	60.00	59.50	59.00	59.00	110.00	85.00	111.00	125.00	140.00	125.00	83.16	100.00	90.00	90.80	120.00
16:00	173.00	141.00	141.00	130.00	115.00	117.00	92.25	120.00	120.00	110.00	110.00	110.00	110.00	59.90	110.00	83.16	59.70	90.00	80.00	110.00	85.00	111.00	115.00	142.00	140.00	135.00	100.00	75.00	135.00	120.00
17:00	173.00	172.50	152.00	153.00	141.00	120.00	59.90	132.00	135.00	143.00	110.00	110.00	81.00	120.00	59.80	59.90	59.90	120.00	110.00	140.00	110.00	143.00	142.00	173.00	141.00	141.00	110.00	65.00	142.00	130.00
18:00	145.00	144.00	130.00	130.00	110.00	120.00	83.16	120.00	110.00	140.00	110.00	90.00	81.00	110.00	59.90	59.80	60.00	135.00	110.00	130.00	110.00	120.00	135.00	130.00	140.00	120.00	72.90	75.00	130.00	120.00
19:00	143.00	140.00	130.00	110.00	120.00	130.00	120.00	120.00	110.00	110.00	110.00	90.00	81.00	110.00	80.00	110.00	60.00	110.00	110.00	120.00	118.00	120.00	136.40	130.00	130.00	95.00	72.90	90.00	110.00	100.00
20:00	141.00	135.00	120.00	120.00	105.00	115.00	120.00	110.00	99.89	110.00	83.16	59.90	81.00	110.00	110.00	109.00	59.70	110.00	110.00	118.00	110.00	122.00	115.00	110.00	105.00	81.00	95.00	90.00	110.00	83.16
21:00	140.00	120.00	82.66	101.00	99.89	105.00	110.00	95.00	106.00	105.00	82.66	59.90	81.00	110.00	111.00	110.00	59.50	90.00	115.00	110.00	110.00	115.00	110.00	110.00	110.00	59.90	59.90	90.00	120.00	59.70
22:00	170.00	153.00	132.00	130.00	141.00	142.00	120.00	132.00	140.00	150.00	143.00	110.00	140.00	126.50	125.00	110.00	120.00	135.00	140.00	115.00	142.00	145.00	165.00	170.00	159.00	120.00	125.00	141.00	140.00	120.00
23:00	150.00	143.00	141.00	130.00	125.00	138.00	120.00	99.89	110.00	142.00	125.00	105.00	117.00	120.00	111.00	110.00	78.00	120.00	125.00	110.00	140.00	141.00	140.00	140.00	135.00	95.00	92.30	125.00	117.00	110.00

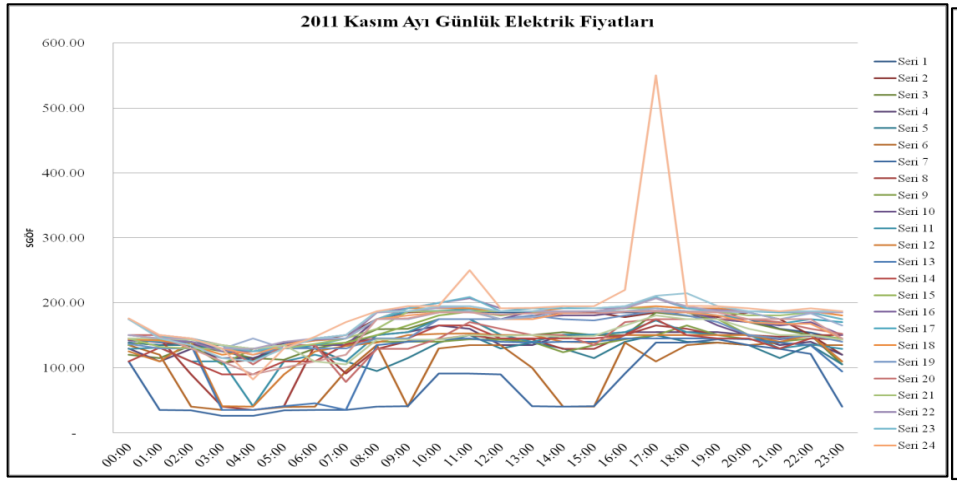


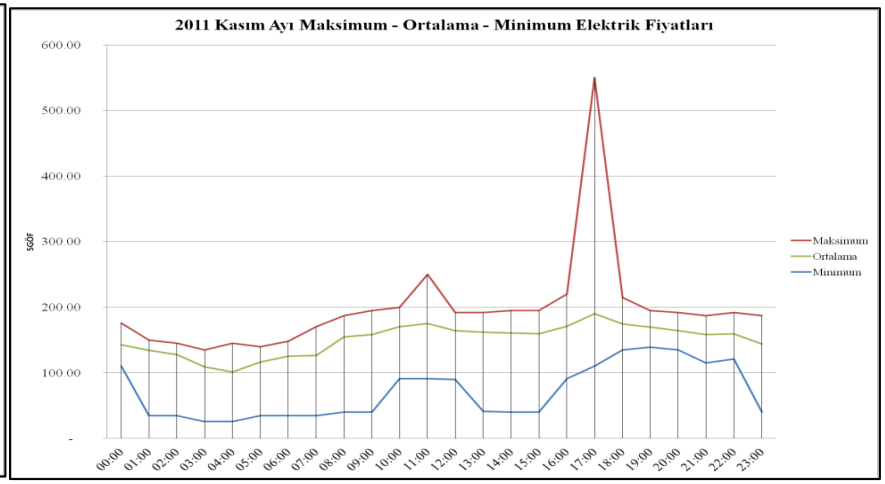


Şekil A.21: 2010 Yılı Kasım Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2011 Yılı Kasım Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Nov	02 Nov	03 Nov	04 Nov	05 Nov	06 Nov	07 Nov	08 Nov	09 Nov	10 Nov	11 Nov	12 Nov	13 Nov	14 Nov	15 Nov	16 Nov	17 Nov	18 Nov	19 Nov	20 Nov	21 Nov	22 Nov	23 Nov	24 Nov	25 Nov	26 Nov	27 Nov	28 Nov	29 Nov	30 Nov
	01.11.2011	*02.11.2011*	*03.11.2011*	*04.11.2011*	*05.11.2011*	*06.11.2011*	*07.11.2011*	*08.11.2011*	*09.11.2011*	*10.11.2011*	*11.11.2011*	*12.11.2011*	*13.11.2011*	*14.11.2011*	*15.11.2011*	*16.11.2011*	*17.11.2011*	*18.11.2011*	*19.11.2011*	*20.11.2011*	*21.11.2011*	*22.11.2011*	*23.11.2011*	*24.11.2011*	*25.11.2011*	*26.11.2011*	*27.11.2011*	*28.11.2011*	*29.11.2011*	*30.11.2011*
	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed
00:00	144.00	139.00	120.00	130.00	139.00	135.00	110.00	135.00	145.00	142.00	129.00	125.00	135.00	110.01	135.00	145.00	145.00	144.00	137.00	150.00	145.00	150.00	175.00	145.00	150.00	175.00	145.00	150.00	175.00	175.93
01:00	144.00	135.00	115.00	110.00	135.00	120.00	34.90	145.00	140.00	140.00	130.70	110.01	145.00	130.70	144.00	139.00	140.00	142.00	130.00	150.00	132.00	145.00	148.00	145.00	145.00	148.00	145.00	145.00	145.00	150.00
02:00	135.00	140.00	134.00	129.00	135.00	39.90	34.50	90.00	135.00	135.00	110.00	140.00	135.00	110.00	139.00	140.00	144.00	135.00	130.00	145.00	130.00	140.00	145.00	145.00	145.00	130.00	143.00	145.00	135.00	145.00
03:00	129.00	108.00	125.00	115.00	129.00	34.90	25.78	39.90	105.00	135.00	110.00	41.00	35.00	90.00	135.00	130.00	130.00	120.00	130.00	135.00	129.00	125.00	134.00	130.00	129.00	110.00	135.00	130.00	115.00	130.00
04:00	110.00	112.00	115.00	115.00	110.00	34.90	25.88	35.00	129.00	129.00	41.00	40.00	35.00	90.00	129.00	129.00	125.00	125.00	120.00	105.00	130.00	125.00	125.00	120.00	145.00	90.00	129.00	129.00	110.00	82.00
05:00	138.00	140.00	112.00	130.00	135.00	39.70	34.50	41.00	135.00	135.00	110.00	90.00	41.00	110.00	135.00	139.00	130.00	135.00	130.00	135.00	130.00	135.00	135.00	135.00	130.00	100.00	135.00	140.00	130.00	130.00
06:00	145.00	142.00	130.00	135.00	130.00	40.00	34.70	135.00	135.00	135.00	120.00	125.00	45.00	110.00	135.00	145.00	135.00	142.00	130.00	135.00	137.00	143.00	145.00	145.00	145.00	110.00	110.00	145.00	145.00	148.00
07:00	150.00	150.00	139.00	135.00	110.00	95.00	34.90	91.00	135.00	135.00	110.01	133.70	35.00	136.00	139.00	145.00	145.00	145.00	130.00	78.20	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	120.00	105.00	150.00	150.00	170.04
08:00	175.01	175.00	159.00	150.00	95.00	135.00	39.90	129.00	140.00	175.00	150.00	139.00	135.00	145.00	150.00	175.00	175.01	175.00	145.00	129.00	160.00	184.81	175.04	175.01	175.00	175.00	143.00	185.00	187.00	187.03
09:00	187.00	184.82	160.00	155.00	115.00	39.90	41.00	140.70	140.00	175.00	155.00	150.00	140.00	145.00	165.00	186.43	187.00	191.37	145.00	129.00	186.43	191.38	191.35	180.71	175.00	175.93	143.00	187.03	187.06	195.01
10:00	187.01	187.00	175.00	165.00	139.00	130.00	91.00	144.00	140.00	186.43	175.00	152.00	144.00	165.00	180.71	187.00	187.50	191.61	175.00	145.00	187.02	200.00	200.00	184.86	185.00	184.86	143.00	191.90	195.04	195.07
11:00	187.01	187.00	175.00	160.00	150.00	135.00	91.00	150.00	144.00	187.00	175.00	153.00	145.00	165.00	186.43	187.00	190.00	191.65	175.02	170.01	187.04	207.00	209.00	186.43	187.00	185.02	150.00	195.00	195.04	250.00
12:00	184.81	175.01	150.00	135.00	130.00	135.00	90.00	144.00	143.00	175.00	151.00	150.00	140.00	145.00	180.72	175.00	187.01	187.05	175.00	160.00	187.01	191.35	187.04	175.00	175.00	182.00	149.00	187.05	187.04	191.75
13:00	184.81	180.00	150.00	135.00	139.00	100.00	41.00	144.00	140.00	178.01	140.00	150.00	139.00	145.00	185.00	187.00	187.04	187.04	180.70	150.00	187.03	191.37	191.35	175.00	178.00	183.50	150.00	187.06	187.05	191.90
14:00	187.00	184.85	155.00	150.00	130.00	40.00	39.90	129.00	124.00	180.70	151.00	140.00	140.00	145.00	187.00	187.00	187.05	191.38	175.00	150.00	187.05	191.41	191.70	183.50	187.00	184.84	148.00	187.05	195.00	195.00
15:00	184.83	184.81	150.00	150.00	115.00	40.00	41.10	129.00	135.00	180.70	151.00	139.00	140.00	145.00	187.00	187.00	187.05	191.40	173.00	135.00	187.03	191.38	191.37	183.50	187.00	183.50	149.00	187.05	191.75	195.00
16:00	184.81	178.00	150.00	155.00	140.00	139.00	91.00	150.00	144.00	186.44	155.00	150.00	145.00	150.00	187.00	187.00	191.36	191.77	180.73	170.03	191.36	191.75	195.00	186.43	187.04	186.43	165.00	191.91	195.00	220.00
17:00	184.83	184.81	184.81	155.00	150.00	110.00	139.00	165.00	150.00	187.01	173.00	150.00	145.00	175.00	187.00	187.51	191.38	195.00	187.00	175.01	191.66	207.00	209.00	187.01	191.80	187.01	180.70	207.00	211.00	550.00
18:00	184.81	184.81	180.00	155.00	140.00	135.00	139.00	160.00	165.00	186.44	155.00	150.00	145.00	150.00	185.00	186.43	187.02	191.71	180.73	175.02	187.03	191.71	191.36	184.82	187.05	186.44	175.00	195.00	215.00	195.07
19:00	175.00	178.01	175.00	155.00	139.00	139.00	144.00	150.00	150.00	165.00	150.00	150.00	145.00	145.00	175.00	175.00	180.71	191.35	170.01	175.00	186.44	188.70	187.03	180.71	187.00	184.82	175.00	187.04	195.00	195.00
20:00	175.00	184.81	170.00	150.00	135.00	135.00	135.00	150.00	144.00	149.00	151.00	150.00	144.00	145.00	150.00	170.01	175.00	187.03	150.00	175.00	180.73	187.02	187.00	170.00	184.81	175.00	160.00	187.01	187.05	191.70
21:00	160.00	175.00	159.00	135.00	115.00	139.00	129.00	148.00	140.00	144.00	130.00	140.00	139.00	130.00	145.00	165.00	168.00	187.00	145.00	170.01	180.71	187.01	184.80	168.00	175.00	175.00	150.00	187.00	187.03	187.07
22:00	154.00	150.00	150.00	140.00	135.00	135.00	121.00	150.00	145.00	149.00	136.00	150.00	135.00	145.00	150.00	170.01	175.00	187.02	150.00	160.00	184.83	187.01	184.84	168.00	183.50	175.00	150.00	185.00	187.03	191.70
23:00	144.00	120.00	105.00	120.00	105.00	135.00	40.00	150.00	143.00	144.00	129.00	110.01	94.21	143.00	145.00	150.00	170.00	180.71	140.00	152.00	175.00	184.80	175.01	145.00	165.00	145.00	143.00	184.81	187.00	187.05

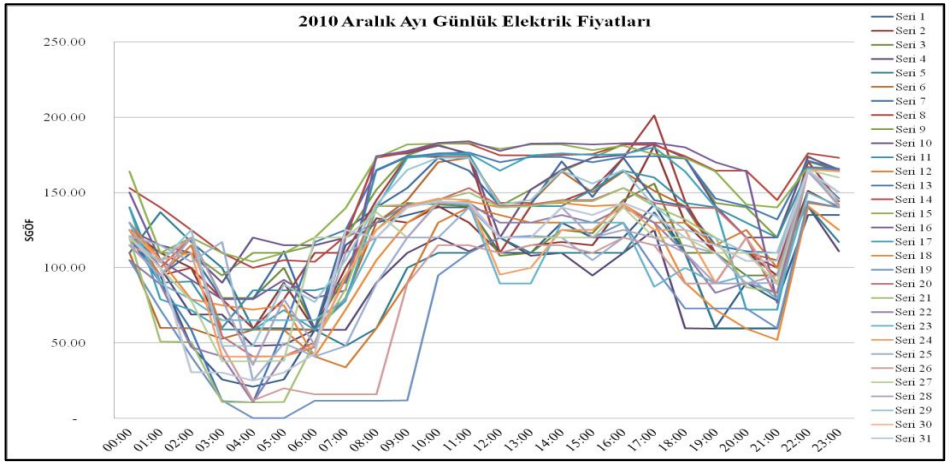


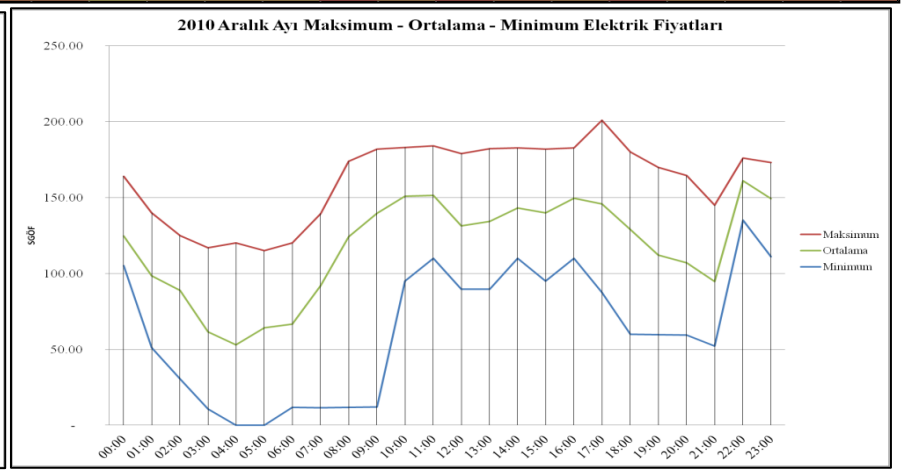


Şekil A.22: 2011 Yılı Kasım Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2010 Yılı Aralık Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Dec	02 Dec	03 Dec	04 Dec	05 Dec	06 Dec	07 Dec	08 Dec	09 Dec	10 Dec	11 Dec	12 Dec	13 Dec	14 Dec	15 Dec	16 Dec	17 Dec	18 Dec	19 Dec	20 Dec	21 Dec	22 Dec	23 Dec	24 Dec	25 Dec	26 Dec	27 Dec	28 Dec	29 Dec	30 Dec	31 Dec
	01.12.2010	02.12.2010	03.12.2010	04.12.2010	05.12.2010	06.12.2010	07.12.2010	08.12.2010	09.12.2010	10.12.2010	11.12.2010	12.12.2010	13.12.2010	14.12.2010	15.12.2010	16.12.2010	17.12.2010	18.12.2010	19.12.2010	20.12.2010	21.12.2010	22.12.2010	23.12.2010	24.12.2010	25.12.2010	26.12.2010	27.12.2010	28.12.2010	29.12.2010	30.12.2010	31.12.2010
	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
00:00	125.00	125.00	125.00	120.00	110.00	110.00	120.00	115.00	120.00	125.00	140.00	125.00	120.00	153.00	164.00	150.00	140.00	130.00	105.00	130.00	120.00	105.00	130.00	125.00	121.00	115.00	120.00	115.00	120.00	120.00	120.00
01:00	95.00	110.00	100.00	100.00	137.00	60.00	95.00	95.00	110.00	115.00	90.00	95.00	90.00	140.00	110.00	105.00	79.00	105.00	72.10	100.00	51.00	89.00	89.51	105.00	115.00	105.00	100.00	94.51	103.51	100.00	100.00
02:00	48.00	100.00	120.00	69.00	117.00	59.90	110.00	100.00	110.00	110.00	90.76	115.00	58.90	125.00	120.00	92.00	72.00	79.00	41.00	120.00	50.73	47.16	79.00	110.00	104.00	120.00	78.00	120.00	125.00	30.61	30.61
03:00	26.00	59.00	80.00	69.00	100.00	52.83	79.00	79.00	95.00	90.00	60.00	59.00	11.35	110.00	110.00	79.00	59.00	75.00	11.90	54.57	10.80	41.00	65.33	41.05	117.00	48.00	37.98	79.00	48.00	30.41	30.41
04:00	21.00	59.00	80.00	48.00	59.90	58.90	79.00	59.90	110.00	120.00	85.00	58.90	10.70	100.00	104.00	79.00	58.90	72.10	0.10	41.00	10.66	10.98	65.33	40.95	25.00	12.00	37.88	35.51	48.00	25.00	25.00
05:00	26.00	90.00	100.00	49.00	59.90	58.90	111.00	79.00	110.00	115.00	85.00	58.90	58.90	105.00	110.00	92.00	72.00	75.00	0.10	41.00	10.98	41.00	65.33	41.05	50.00	20.00	38.08	79.00	89.00	30.41	30.41
06:00	58.80	59.00	59.90	58.70	58.90	58.90	59.00	110.00	115.00	115.00	85.00	41.00	117.00	104.00	120.00	80.00	58.80	41.00	11.70	50.50	50.83	47.26	65.33	48.00	41.00	16.00	120.00	49.00	77.33	43.00	43.00
07:00	115.00	100.00	95.00	58.70	48.00	80.00	125.00	110.00	120.00	120.00	90.00	34.00	125.00	121.00	139.50	84.90	78.00	72.10	11.60	93.00	86.09	120.00	79.00	95.00	48.00	16.00	120.00	110.00	105.00	125.00	125.00
08:00	130.00	133.00	125.00	90.00	59.90	130.00	140.00	145.00	152.00	174.00	164.90	59.90	164.50	173.00	173.00	174.00	140.00	105.00	11.70	141.00	141.00	130.00	120.00	125.00	89.51	16.00	137.00	120.00	142.00	120.00	120.00
09:00	135.00	130.00	143.00	110.00	100.00	145.00	153.00	174.00	174.50	176.00	174.00	90.00	173.50	176.50	181.90	177.50	173.00	130.00	11.90	141.00	142.00	142.00	141.00	141.00	120.00	89.51	120.00	120.00	164.90	140.00	140.00
10:00	140.00	141.00	142.00	120.00	110.00	170.10	173.00	173.50	181.90	181.00	175.00	130.00	176.00	182.30	182.30	183.00	174.50	143.00	95.00	145.00	145.00	143.00	143.00	146.00	120.00	115.00	144.00	143.00	173.00	144.00	144.00
11:00	140.00	130.00	141.00	111.00	110.00	173.00	164.40	173.50	175.00	176.00	175.00	140.00	176.50	182.40	183.00	184.00	176.00	144.00	110.00	153.00	150.00	143.00	142.00	145.00	140.00	115.00	143.00	143.00	173.00	143.00	143.00
12:00	110.00	110.00	108.00	120.00	120.00	143.00	141.00	110.00	141.00	120.00	140.00	135.00	170.00	174.50	179.00	177.50	164.40	140.00	120.00	141.00	140.00	130.00	89.51	95.51	120.00	110.00	120.00	120.00	142.00	120.00	120.00
13:00	110.00	115.00	110.00	108.00	110.00	143.00	142.00	141.00	152.00	152.00	141.00	130.00	173.50	174.50	181.90	182.30	174.50	142.00	121.00	142.00	141.00	130.00	89.51	100.00	120.00	115.00	120.00	120.00	145.00	120.00	120.00
14:00	130.00	117.00	125.00	110.00	110.00	164.00	170.60	144.00	164.00	165.00	141.00	130.00	173.50	175.00	181.80	182.70	176.00	143.00	120.00	145.00	144.00	135.00	130.00	125.00	120.00	115.00	120.00	140.00	164.40	140.00	140.00
15:00	120.00	115.00	123.00	95.00	110.00	150.00	147.00	152.00	173.00	173.00	152.00	130.00	170.00	175.50	178.00	181.80	175.00	141.00	120.00	145.00	144.00	130.00	130.00	125.00	105.00	110.00	120.00	120.00	156.00	135.00	135.00
16:00	120.00	142.00	145.00	110.00	110.00	164.00	173.00	173.00	181.90	175.00	164.40	140.00	173.50	181.80	181.00	182.70	175.50	142.00	130.00	153.00	153.00	140.00	130.00	142.00	120.00	120.00	140.00	125.00	164.90	143.00	143.00
17:00	142.00	181.00	156.00	125.00	137.00	151.00	145.00	201.00	181.80	182.10	160.00	130.00	174.00	181.50	175.50	183.00	180.00	130.00	100.00	143.00	141.00	130.00	87.51	125.00	115.00	115.00	120.00	120.00	141.00	135.00	135.00
18:00	110.00	130.00	110.00	59.90	110.00	141.00	141.00	144.00	173.00	173.00	143.00	130.00	172.50	174.00	173.00	180.00	164.00	90.00	73.00	140.00	132.00	110.00	100.00	125.00	115.00	89.51	120.00	110.00	125.00	120.00	120.00
19:00	60.00	110.00	110.00	59.70	59.90	110.00	115.00	110.00	143.00	141.00	140.00	115.00	146.00	164.40	164.00	170.00	140.00	72.10	73.00	139.50	120.00	83.51	89.51	90.00	110.00	89.51	110.00	89.51	120.00	115.00	115.00
20:00	90.00	110.00	95.00	59.50	59.90	110.00	111.00	110.00	140.00	120.00	130.00	125.00	141.00	164.40	142.00	164.00	72.10	59.70	73.00	120.00	87.27	90.16	95.00	120.00	89.51	120.00	110.00	89.51	110.00	104.51	104.51
21:00	78.00	95.00	95.00	59.50	59.80	105.00	110.00	100.00	120.00	120.00	120.00	100.00	132.00	145.00	140.00	76.80	72.10	52.04	59.90	79.31	83.51	83.51	79.33	90.00	90.00	89.00	89.51	95.00	110.00	104.51	104.51
22:00	135.00	151.00	170.60	141.00	141.00	166.90	165.00	170.60	174.00	173.50	164.40	143.00	171.10	176.00	166.90	166.90	166.40	141.00	144.00	164.50	164.50	165.40	150.00	165.40	164.40	164.90	164.90	164.00	165.40	164.50	164.50
23:00	135.00	140.00	164.50	111.00	117.00	164.40	146.00	144.00	164.00	165.40	150.00	140.00	165.50	173.00	164.50	165.90	164.90	125.00	140.00	142.00	142.00	164.40	141.00	164.00	150.00	141.00	160.00	142.00	145.00	150.00	150.00

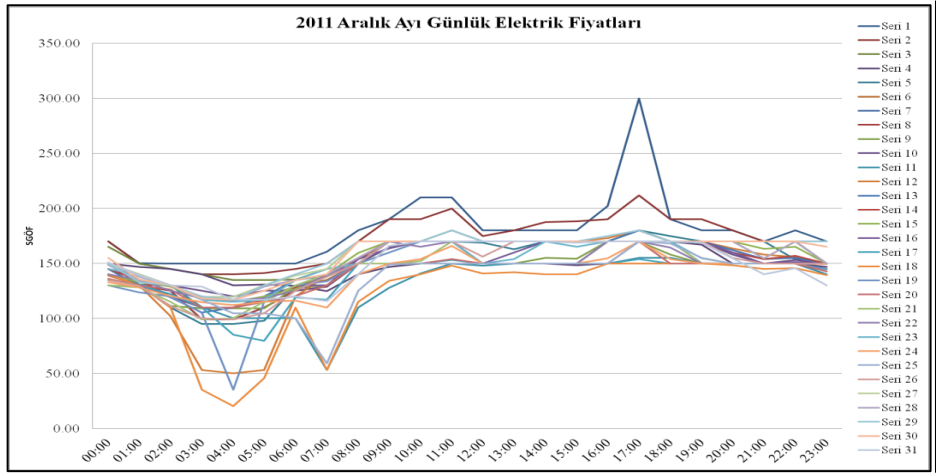


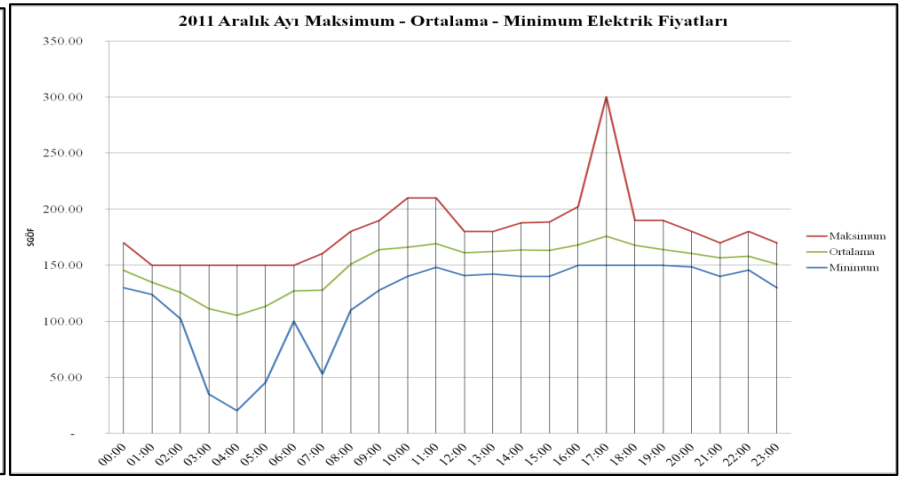


Şekil A.23: 2010 Yılı Aralık Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

2011 Yılı Aralık Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

SDAP*	01 Dec	02 Dec	03 Dec	04 Dec	05 Dec	06 Dec	07 Dec	08 Dec	09 Dec	10 Dec	11 Dec	12 Dec	13 Dec	14 Dec	15 Dec	16 Dec	17 Dec	18 Dec	19 Dec	20 Dec	21 Dec	22 Dec	23 Dec	24 Dec	25 Dec	26 Dec	27 Dec	28 Dec	29 Dec	30 Dec	31 Dec
	01.12.2011	02.12.2011	03.12.2011	04.12.2011	05.12.2011	06.12.2011	07.12.2011	08.12.2011	09.12.2011	10.12.2011	11.12.2011	12.12.2011	13.12.2011	14.12.2011	15.12.2011	16.12.2011	17.12.2011	18.12.2011	19.12.2011	20.12.2011	21.12.2011	22.12.2011	23.12.2011	24.12.2011	25.12.2011	26.12.2011	27.12.2011	28.12.2011	29.12.2011	30.12.2011	31.12.2011
	Thu	fri	sat	sun	mon	tue	wed	Tue	fri	sat	sun	mon	tue	wed	thu	fri	sat	sun	mon	tue	wed	thu	fri	sat	sun	mon	tue	wed	thu	fri	sat
00:00	169.99	169.99	164.99	149.99	135.00	148.64	145.00	145.00	130.01	149.99	149.99	138.99	145.00	144.92	140.01	140.01	140.00	139.96	129.99	135.97	130.01	140.00	144.99	133.00	149.99	135.00	149.99	148.56	149.99	154.95	150.99
01:00	150.01	150.00	150.00	146.79	130.00	135.00	130.00	130.00	129.00	140.00	130.93	129.99	130.00	134.99	133.00	130.00	130.00	130.00	123.85	130.00	127.99	135.00	139.90	127.99	138.01	129.75	140.00	135.01	133.00	135.57	138.99
02:00	150.00	145.00	145.00	145.00	110.01	130.00	125.00	125.00	111.38	130.00	129.92	102.19	119.24	119.76	128.99	120.01	122.01	110.01	120.01	126.22	115.00	125.32	129.99	120.34	129.74	111.13	130.00	130.00	129.99	129.99	129.94
03:00	149.99	140.01	139.96	139.93	94.80	110.01	99.01	99.01	109.00	125.01	110.06	52.99	105.32	110.01	116.99	110.00	110.00	35.04	104.99	110.01	99.01	118.12	116.99	114.90	117.00	100.00	119.48	120.01	120.00	118.01	128.99
04:00	149.99	140.01	135.00	130.01	94.80	110.00	99.01	99.01	109.00	119.97	99.98	49.99	110.01	110.01	115.00	110.00	85.21	20.17	35.04	110.00	100.00	116.59	114.91	112.29	104.81	99.00	119.74	117.12	117.00	117.00	116.99
05:00	149.99	141.25	135.00	130.93	97.80	120.01	110.00	110.00	109.01	125.01	100.00	53.00	119.94	116.99	119.93	114.94	79.50	45.48	114.93	114.95	115.00	118.49	117.00	114.93	104.54	104.69	129.99	129.00	129.99	125.24	116.99
06:00	150.00	145.00	135.37	129.56	128.99	129.00	124.99	124.99	128.01	125.01	99.97	120.01	135.00	127.90	126.63	129.99	119.15	110.00	130.00	120.39	130.01	125.00	135.00	116.36	100.00	125.00	139.00	135.00	140.00	135.01	119.93
07:00	160.55	149.99	144.99	124.95	135.01	135.01	129.00	129.00	129.99	129.00	52.99	139.00	138.99	140.01	140.01	130.00	116.99	53.00	133.78	130.00	140.00	140.00	144.99	110.01	58.91	138.00	145.10	139.99	149.99	139.99	115.68
08:00	179.99	170.00	169.99	139.95	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	110.01	154.99	153.99	154.00	159.43	153.99	149.99	115.00	150.00	149.96	149.99	150.00	150.00	139.94	124.99	150.00	169.99	154.91	169.99	169.99	139.99
09:00	190.00	189.99	170.00	146.79	169.99	170.00	169.99	169.99	169.99	164.88	127.75	169.99	169.99	169.99	170.00	163.75	150.00	134.21	160.00	150.00	150.00	169.99	169.99	150.00	149.00	169.99	169.99	169.99	170.00	170.00	166.06
10:00	210.04	190.00	170.00	149.99	170.00	170.00	169.99	169.99	169.99	169.99	141.01	170.00	170.00	170.00	170.00	169.99	150.00	140.00	169.99	150.00	151.98	164.99	169.99	154.00	150.00	169.99	169.99	169.99	170.00	170.00	169.99
11:00	210.09	199.99	179.99	150.00	170.00	170.00	170.00	170.00	169.99	170.00	149.99	170.00	170.00	170.00	170.00	169.99	153.01	147.99	169.99	153.76	169.99	169.99	169.99	165.79	150.00	169.99	170.00	170.00	179.99	170.00	169.99
12:00	179.99	175.01	170.00	149.99	168.91	169.99	169.99	169.99	149.99	169.99	148.00	169.99	169.99	169.99	169.99	150.00	150.00	140.71	150.00	149.99	149.99	150.00	149.99	150.00	150.00	155.99	169.99	169.99	170.00	169.99	169.99
13:00	180.00	180.00	170.00	149.99	163.06	169.99	169.99	169.99	150.00	169.99	149.97	169.99	169.99	170.00	169.99	160.00	150.00	142.01	150.00	149.99	150.00	150.00	154.00	150.00	150.00	169.99	169.99	169.99	170.00	170.00	169.99
14:00	180.00	187.68	170.00	149.99	169.99	169.99	169.99	169.99	155.00	169.99	149.99	170.00	170.00	170.00	170.00	169.99	149.99	139.99	150.00	149.99	150.00	150.00	169.99	150.00	149.99	169.99	169.99	169.99	170.00	170.00	169.99
15:00	180.00	188.47	170.00	148.41	169.99	169.99	169.99	169.99	154.46	169.99	149.99	170.00	170.00	169.99	169.99	169.99	149.99	140.01	150.00	150.00	150.00	150.00	164.99	150.00	149.99	169.99	169.99	169.99	170.00	170.00	169.00
16:00	202.23	190.00	170.00	150.00	170.00	170.00	170.00	170.00	169.99	169.99	150.00	173.09	170.00	170.00	170.00	170.00	150.00	149.97	169.99	169.99	169.99	169.99	169.99	154.82	150.00	169.99	170.00	170.00	175.00	170.00	169.99
17:00	300.00	211.64	179.99	169.99	180.00	180.00	170.00	170.00	169.99	170.00	155.00	179.99	179.99	170.00	170.00	170.00	153.99	149.99	169.99	169.99	169.99	169.99	169.99	169.99	169.99	170.00	170.00	170.00	180.00	170.00	169.99
18:00	190.00	190.00	170.00	169.99	175.00	170.00	170.00	170.00	157.99	169.99	155.00	170.00	170.00	170.00	170.00	169.99	150.00	149.99	169.99	150.00	169.99	164.49	169.99	154.00	168.08	169.99	169.99	170.00	170.00	170.00	169.99
19:00	180.00	189.99	170.00	166.88	170.00	170.00	170.00	170.00	150.00	169.99	150.00	169.99	169.99	169.99	169.99	169.99	150.00	149.95	150.01	150.00	150.00	150.00	154.84	150.00	154.99	169.99	169.99	169.99	170.00	169.99	168.99
20:00	180.00	180.00	170.00	150.00	169.99	169.99	169.99	169.99	149.99	158.00	150.00	163.62	162.17	159.94	169.99	160.04	149.99	148.46	150.00	149.99	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	154.99	169.99	169.99	169.99	169.99	154.67
21:00	170.00	170.00	169.99	150.00	169.99	169.99	169.99	169.99	149.99	150.00	149.99	157.99	153.99	154.00	163.35	150.00	149.95	145.00	149.99	149.93	149.99	149.99	149.99	149.99	150.00	150.00	154.58	154.49	169.99	169.99	140.04
22:00	179.99	170.00	169.99	149.99	153.67	169.99	169.92	169.92	149.99	153.19	149.99	155.71	155.00	157.01	164.99	151.48	149.97	145.59	149.99	149.96	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	169.99	169.99	169.99	169.99	145.63
23:00	170.00	169.99	169.99	146.79	149.99	150.00	150.00	150.00	149.93	149.99	140.00	150.00	149.99	149.99	150.00	149.99	144.99	139.36	144.48	142.58	149.99	149.99	149.99	149.49	149.99	149.99	150.00	150.00	169.99	164.99	130.00

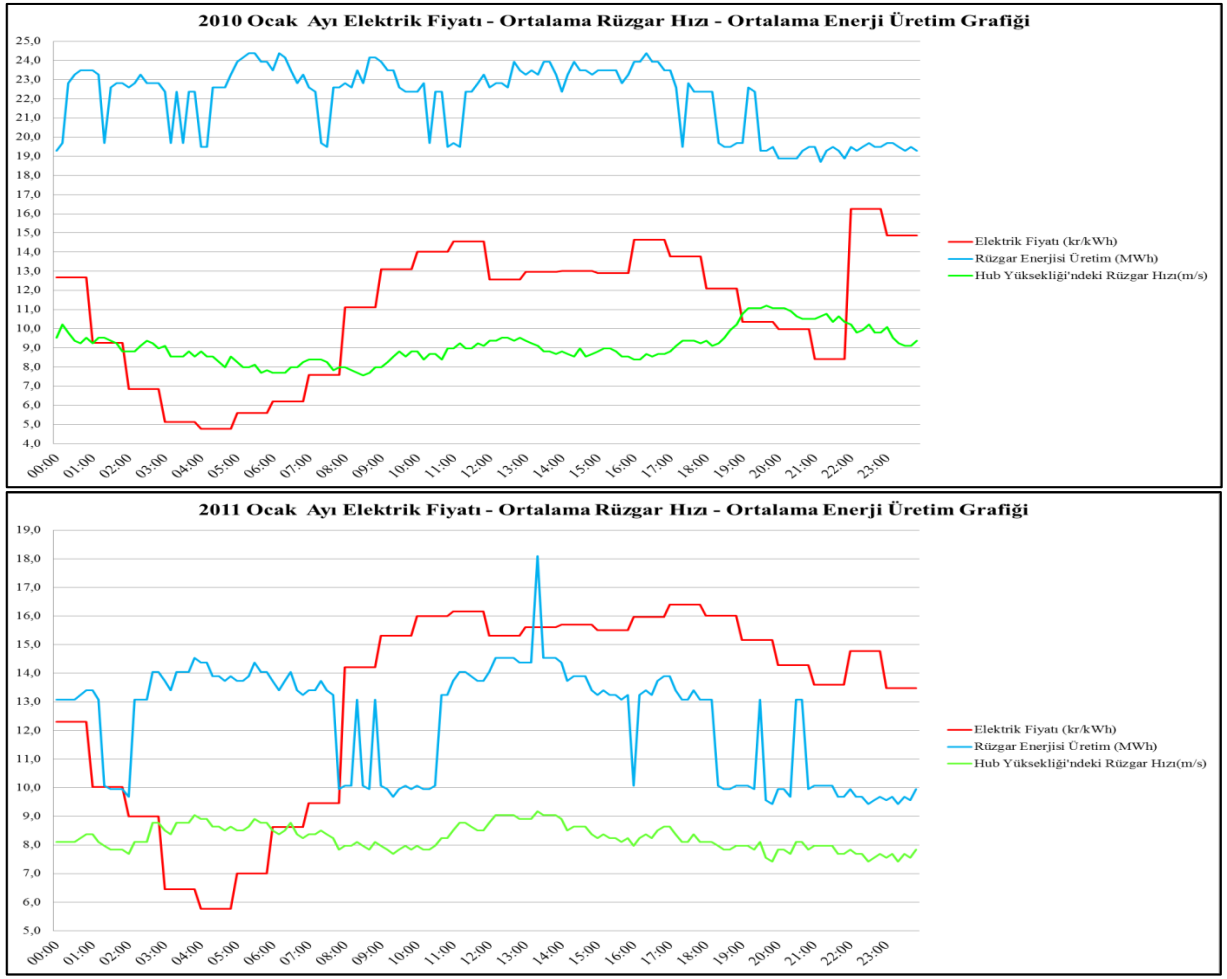




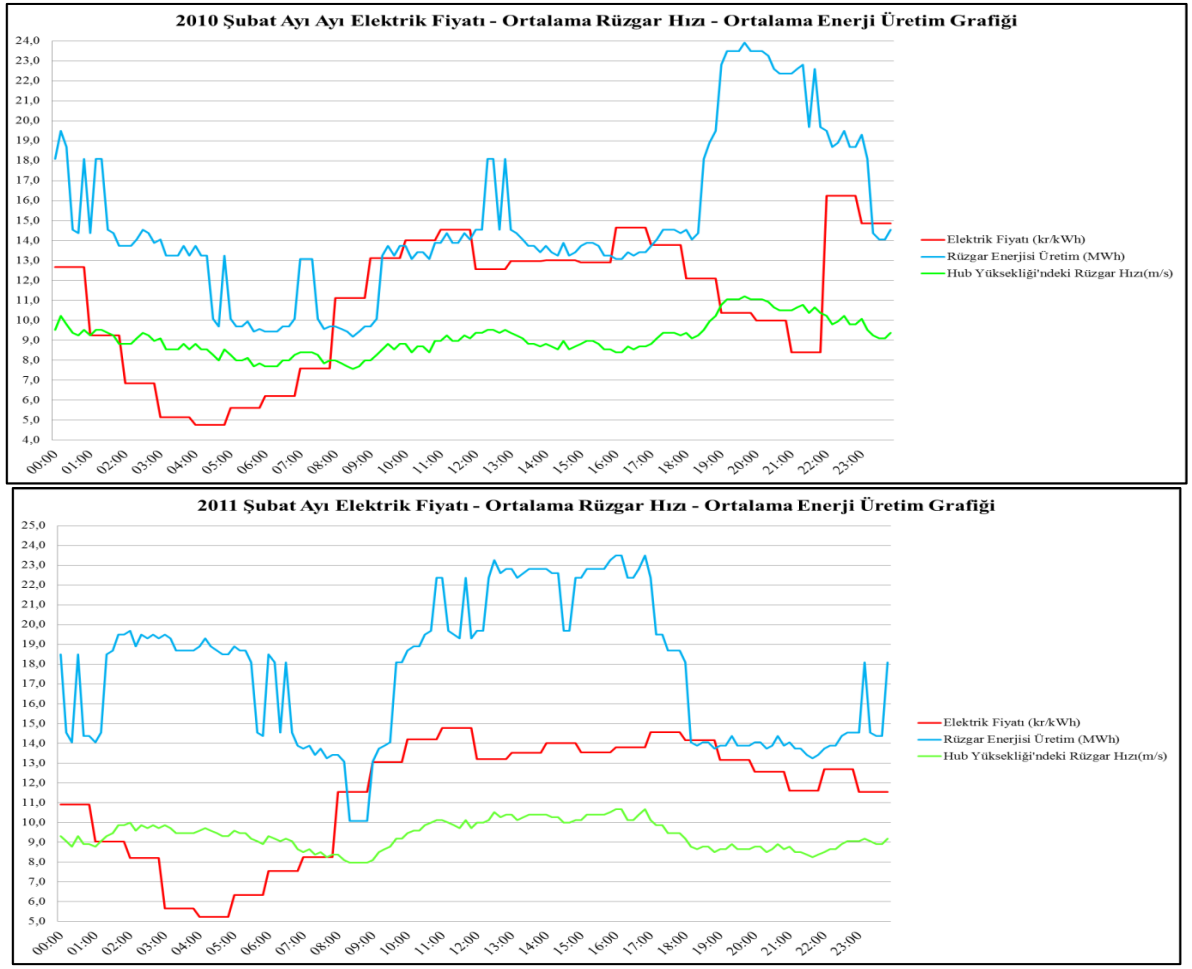
Şekil A.24: 2011 Yılı Aralık Ayı Saatlik Bazda Gün Öncesi Kesinleşen Elektrik Fiyatları

EK - B

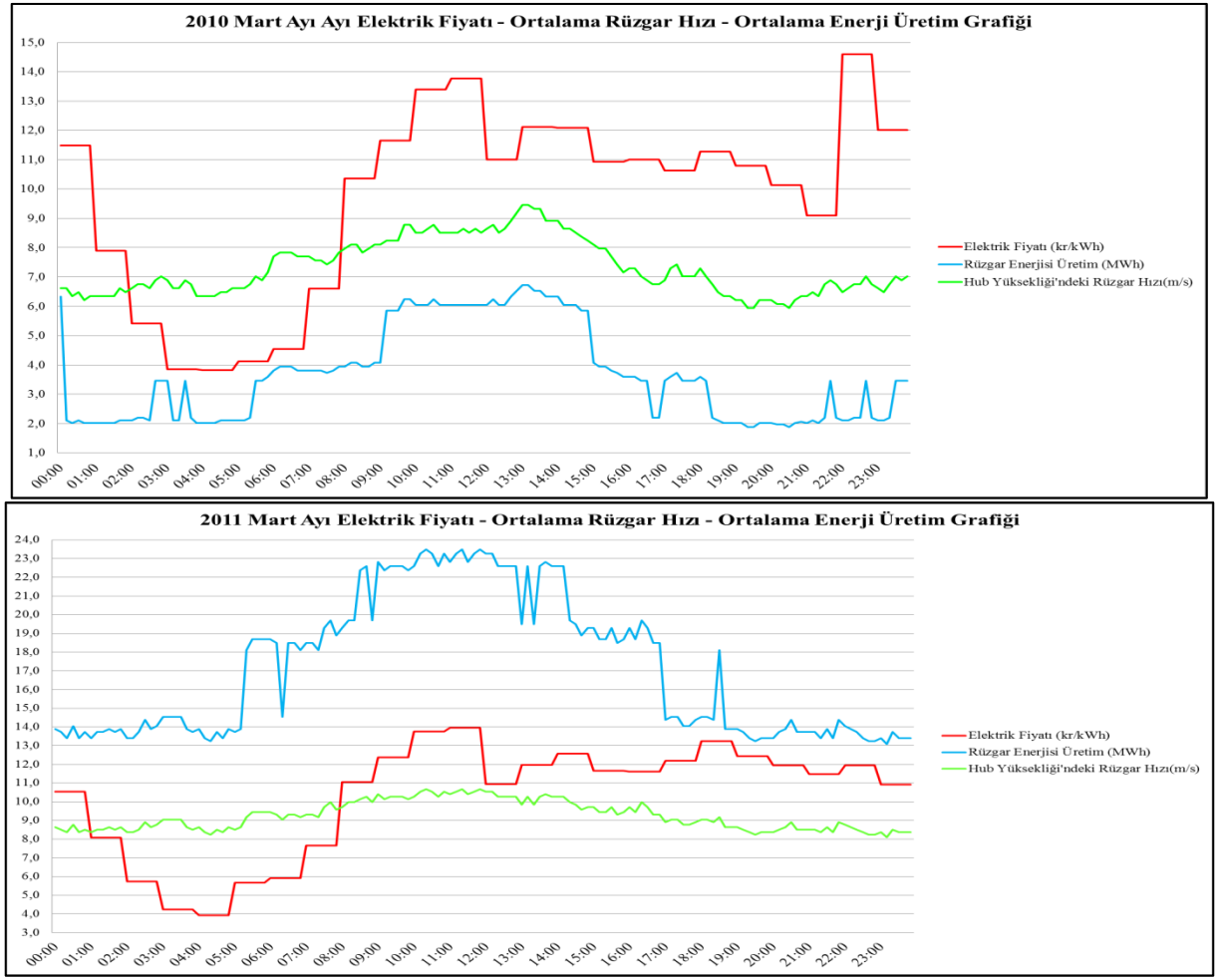
Şekil B.1: 2010-2011 Ocak Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi -Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği
Şekil B.2: 2010-2011 Şubat Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği
Şekil B.3: 2010-2011 Mart Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği
Şekil B.4: 2010-2011 Nisan Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği
Şekil B.5: 2010-2011 Mayıs Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği
Şekil B.6: 2010-2011 Haziran Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği
Şekil B.7: 2010-2011 Temmuz Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği
Şekil B.8: 2010-2011 Ağustos Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği
Şekil B.9: 2010-2011 Eylül Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği
Şekil B.10: 2010-2011 Ekim Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği
Şekil B.11: 2010-2011 Kasım Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği
Şekil B.12: 2010-2011 Aralık Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği



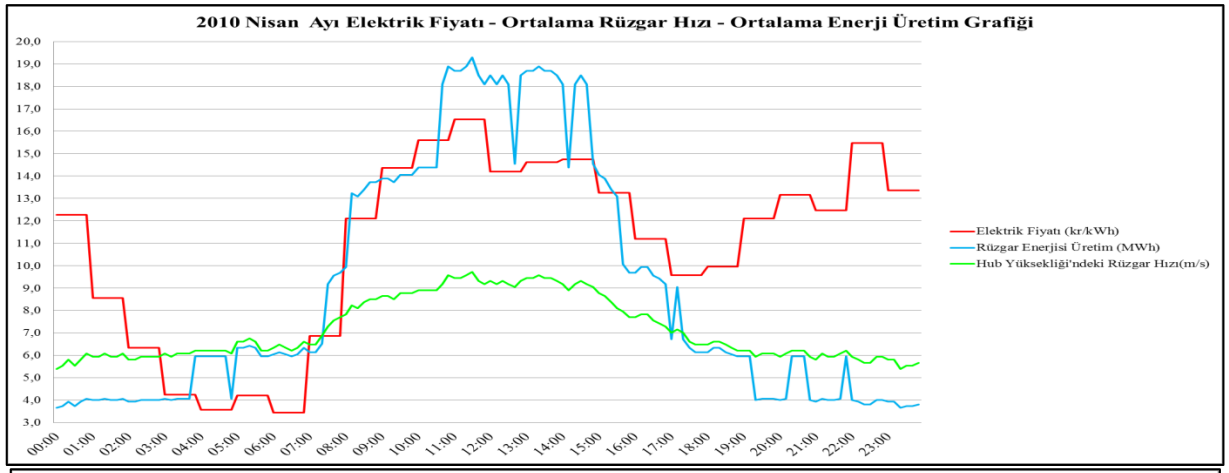
Şekil B.1: 2010-2011 Ocak Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği

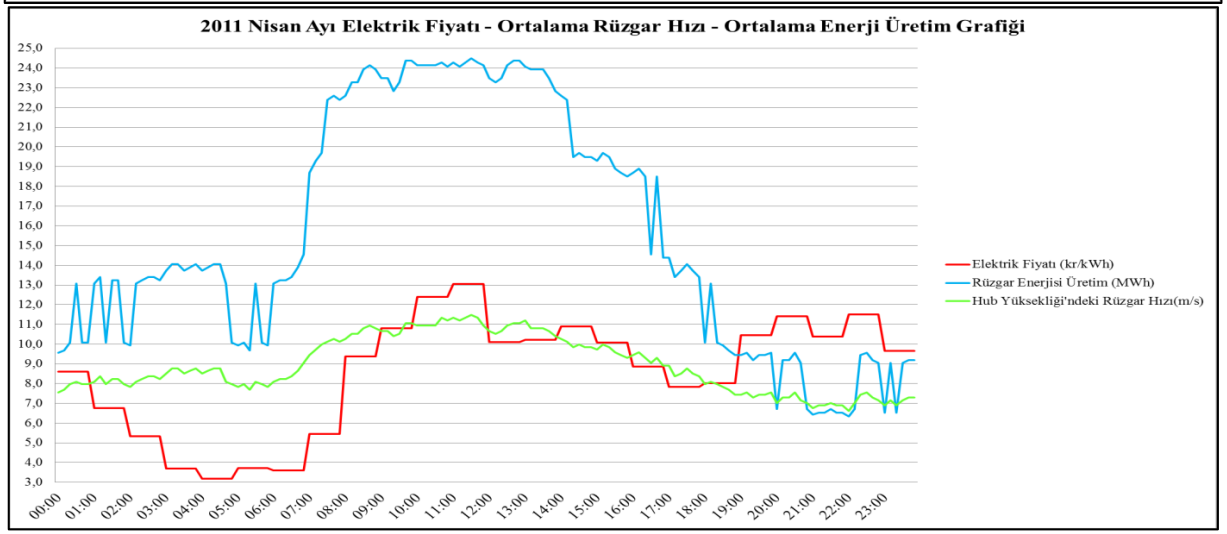


Şekil B.2: 2010-2011 Şubat Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği

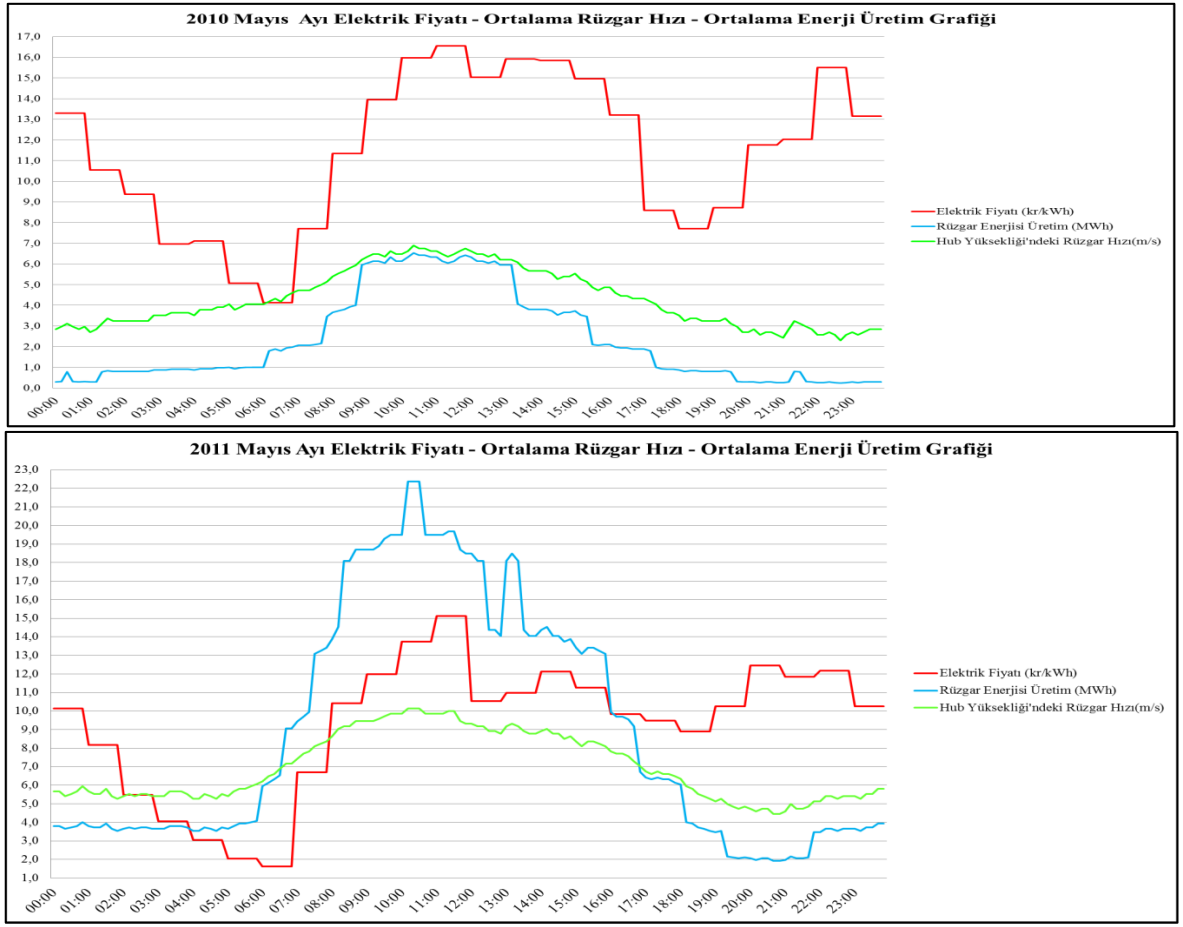


Şekil B.3:2010-2011 Mart Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği

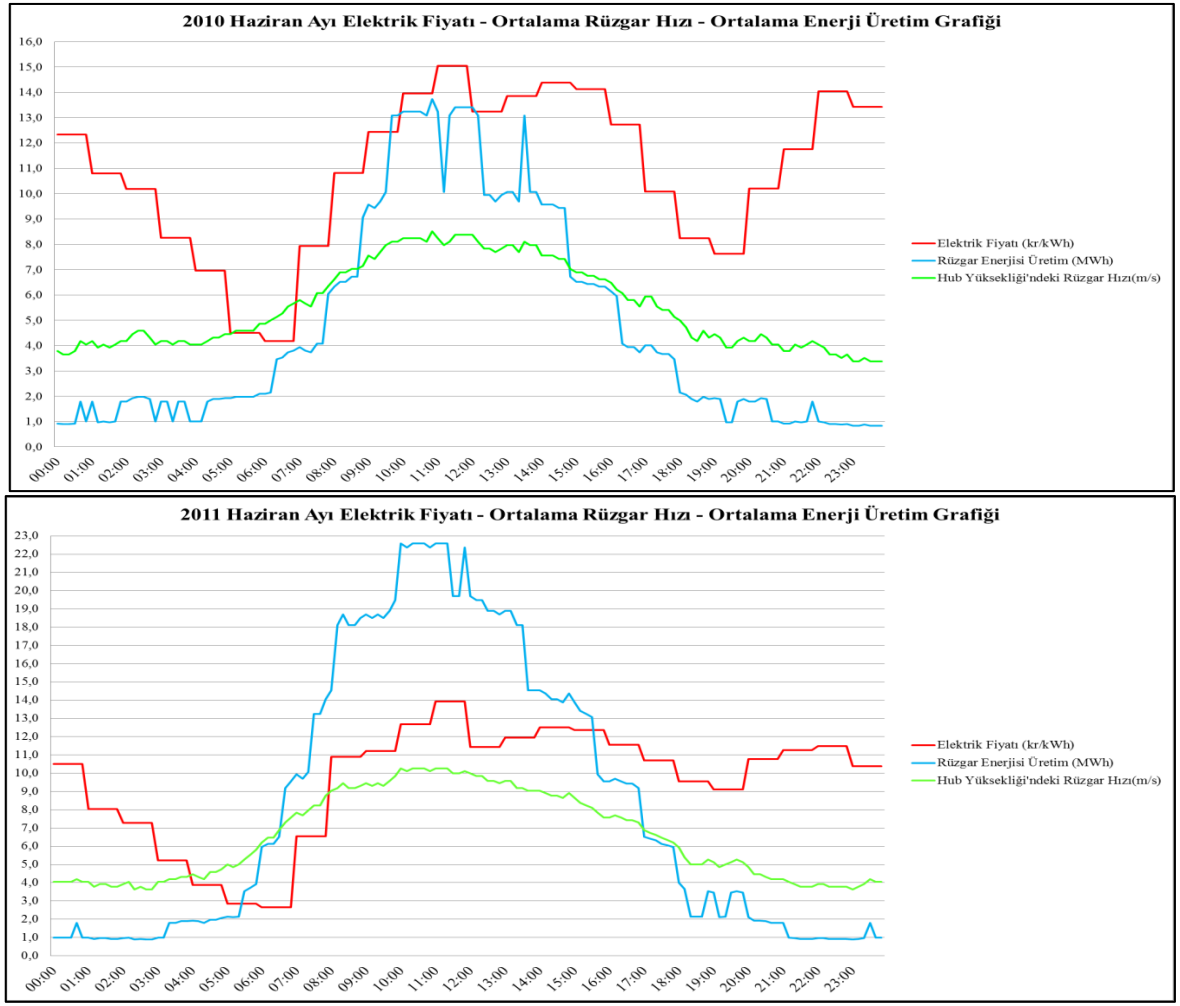




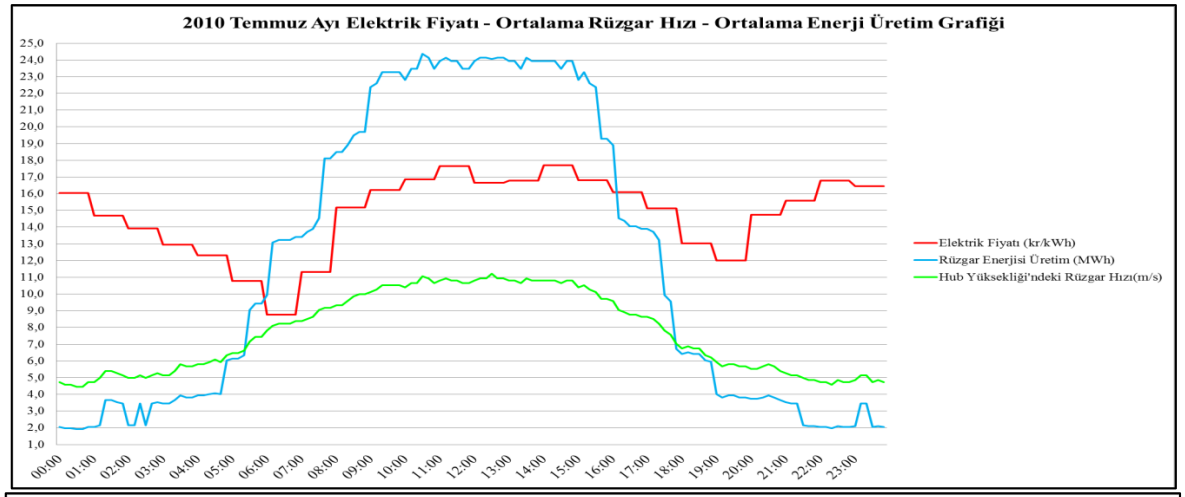
Şekil B.4: 2010-2011 Nisan Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği

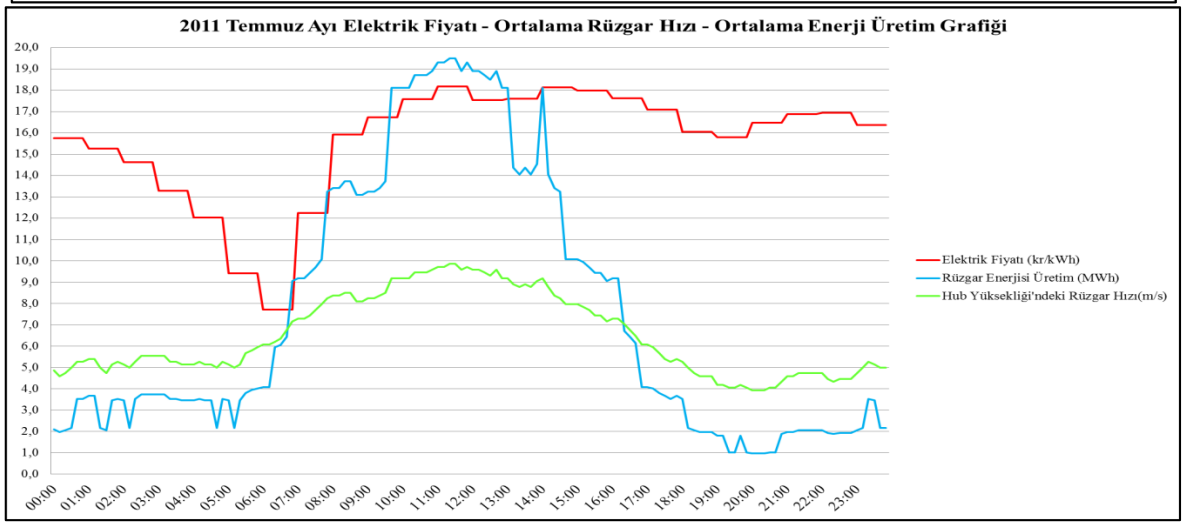


Şekil B.5: 2010-2011 Mayıs Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği

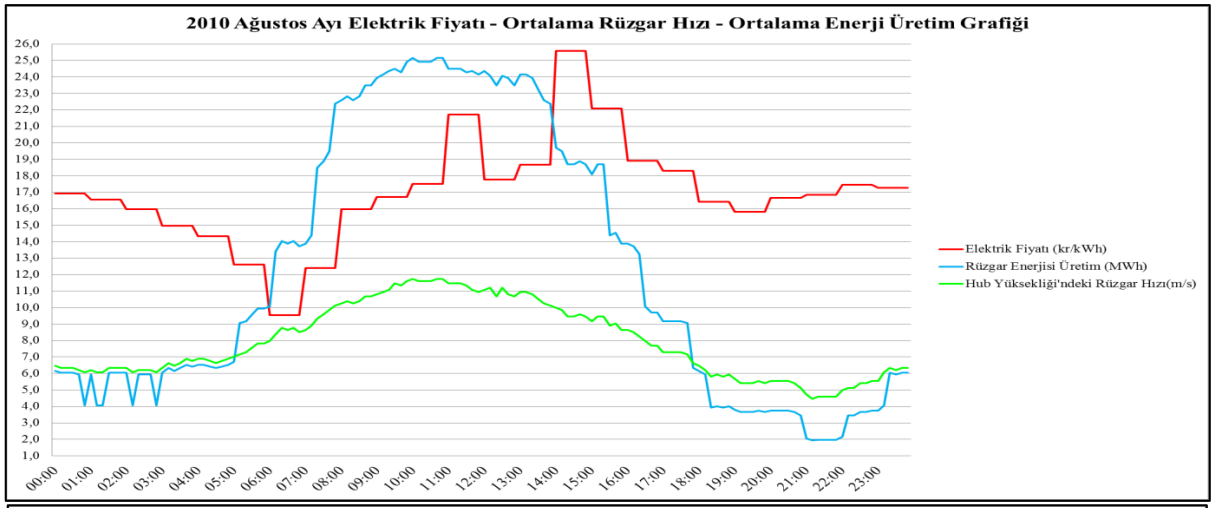


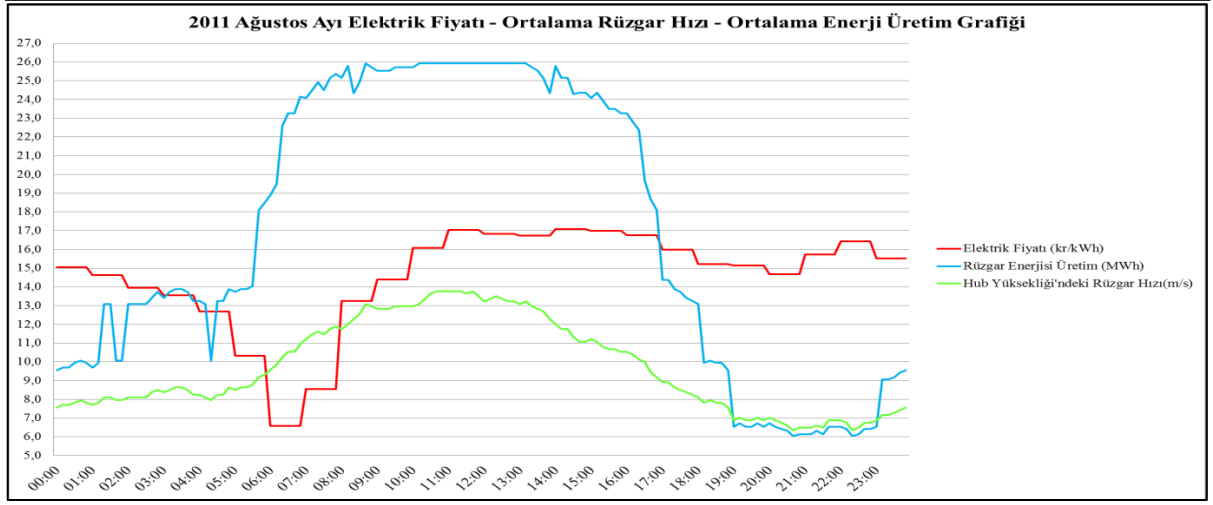
Şekil B.6: 2010-2011 Haziran Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği



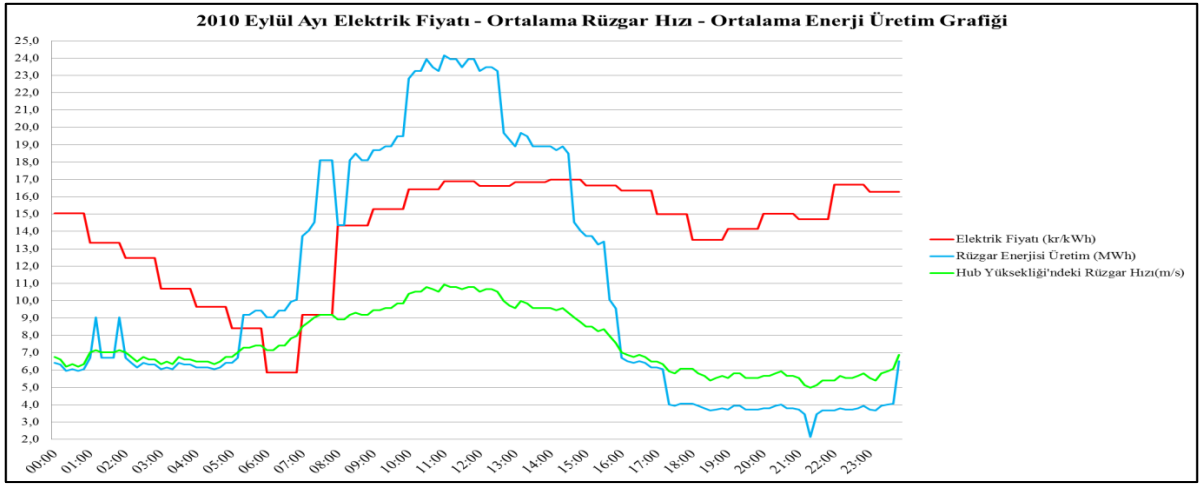


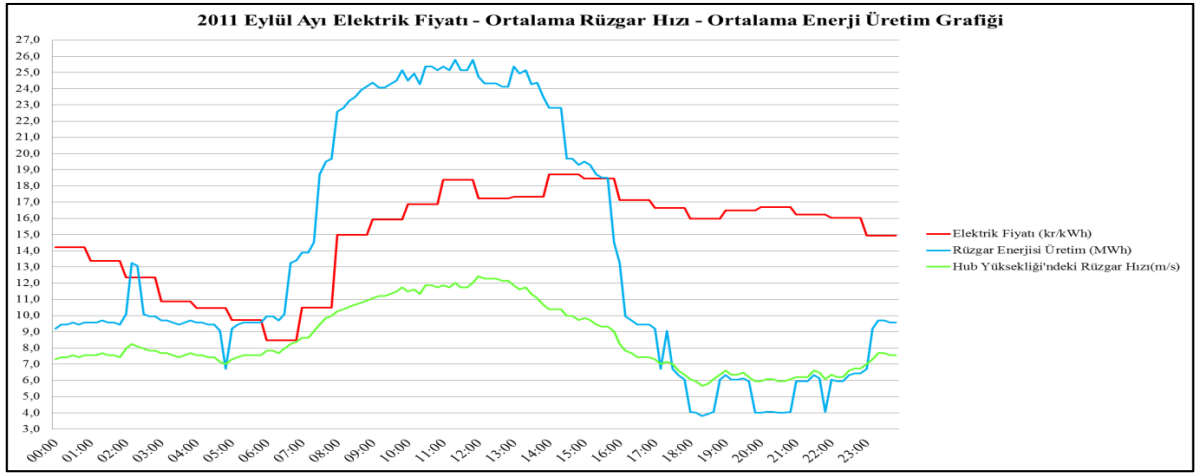
Şekil B.7:2010-2011 Temmuz Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği



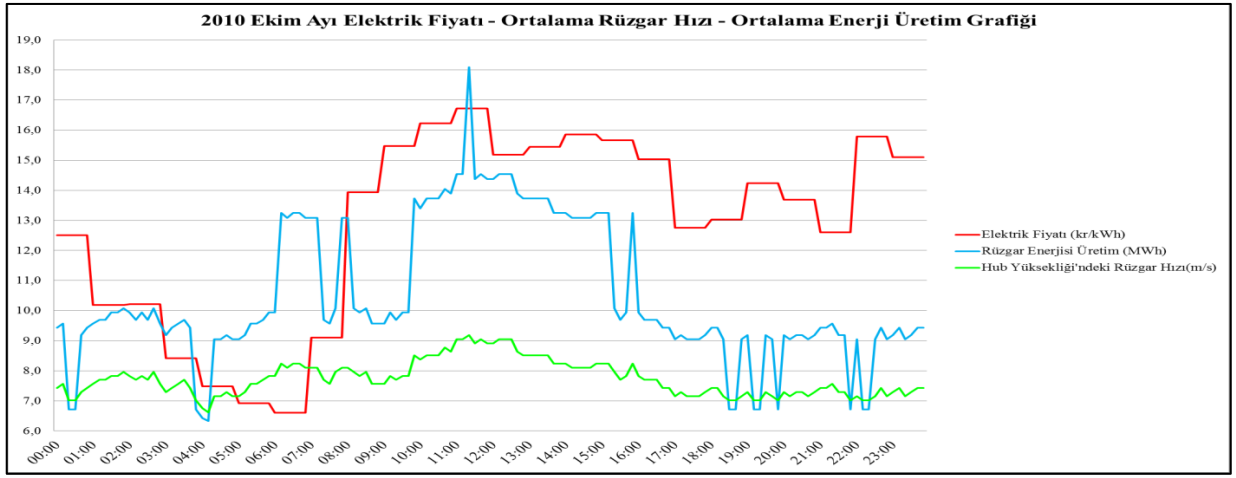


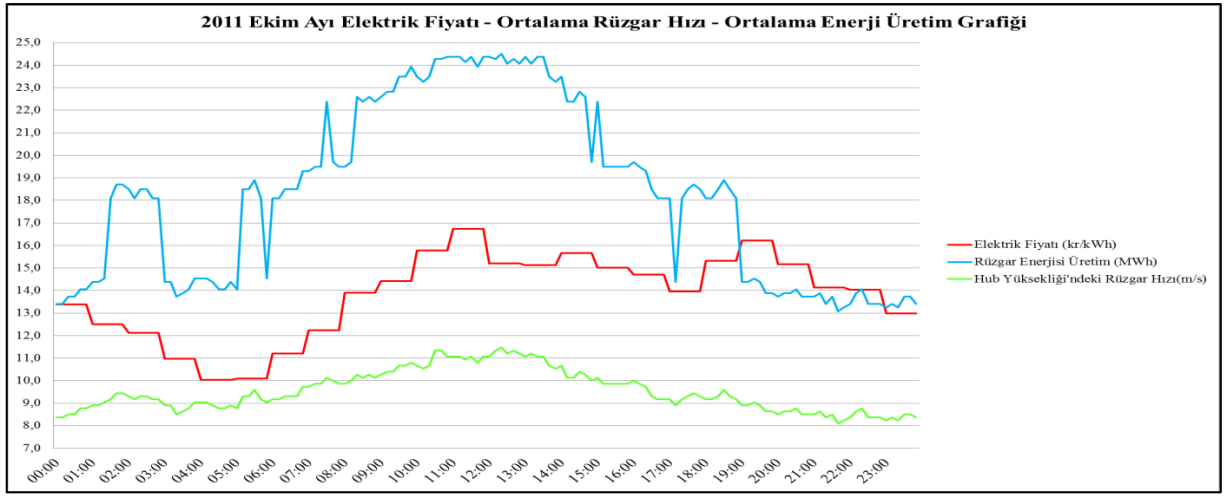
Şekil B.8:2010-2011 Ağustos Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği



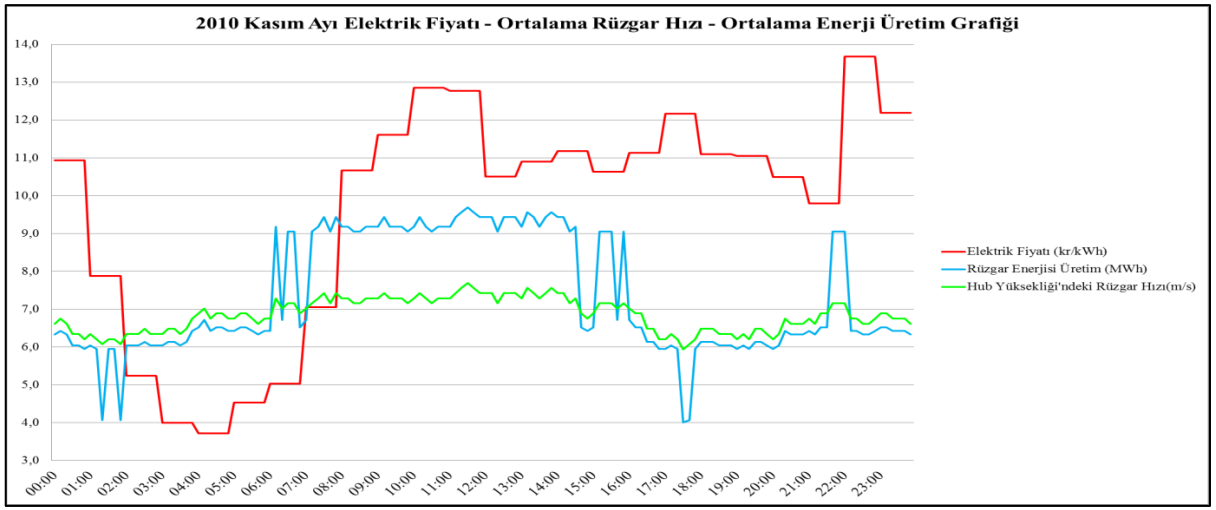


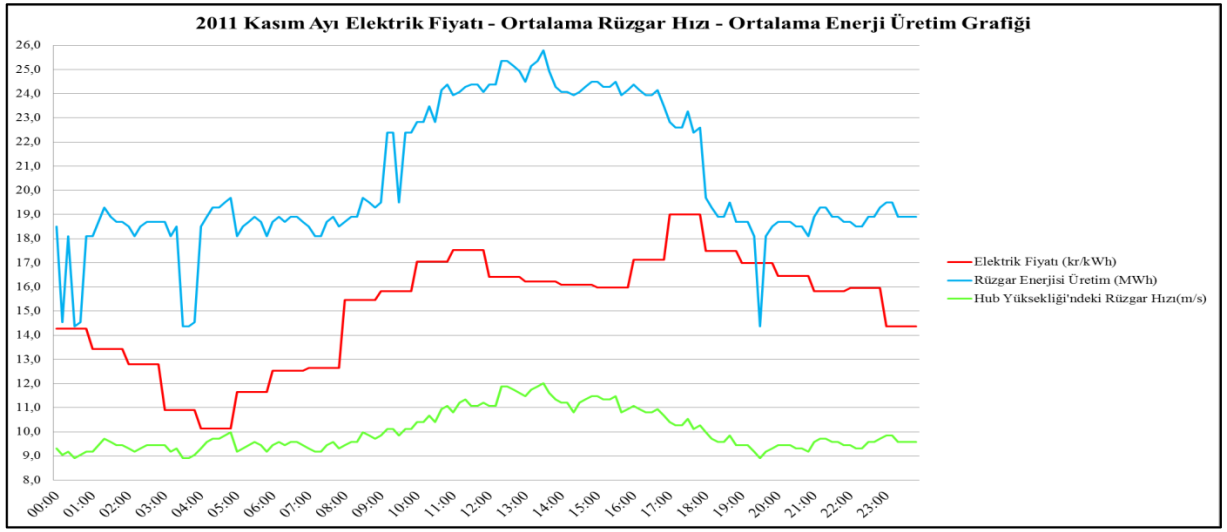
Şekil B.9: 2010-2011 Eylül Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği



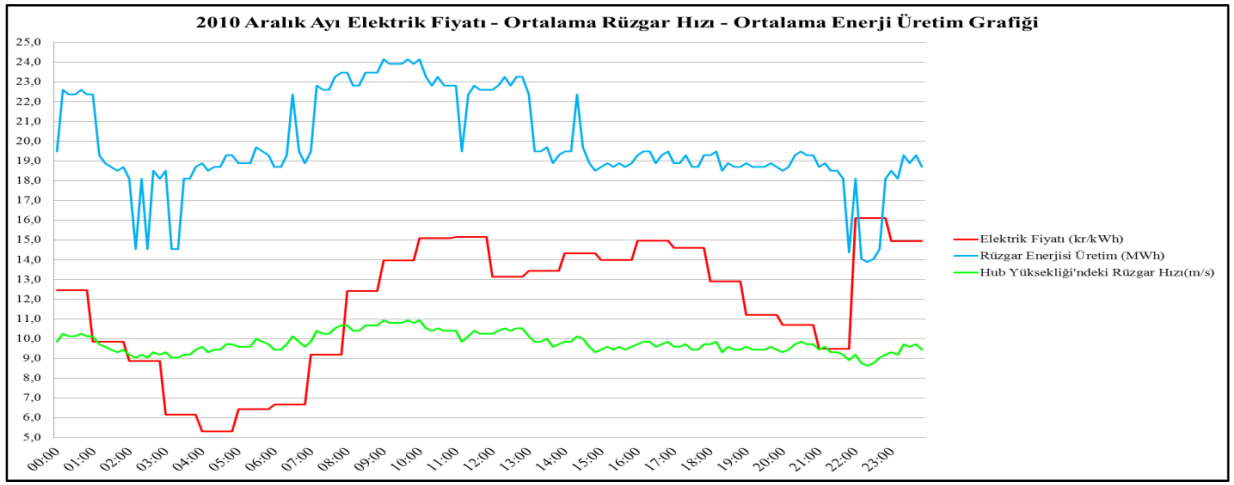


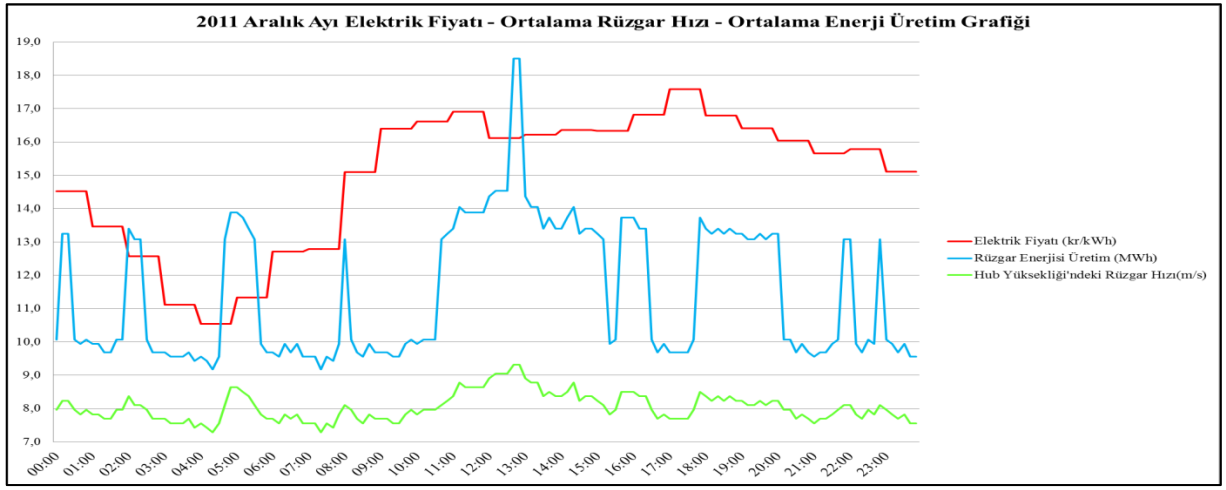
Şekil B.10: 2010-2011 Ekim Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği





Şekil B.11: 2010-2011 Kasım Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği





Şekil B.12:2010-2011 Aralık Ayı Elektrik Fiyatı – Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi - Ortalama Rüzgar Hızı Grafiği

EK - C

Şekil C.1: 2.Senaryo PHES Sistemi Ocak Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.2: 3. Senaryo PHES+RES Sistemi Ocak Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.3: 2. Senaryo PHES Sistemi Şubat Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.4: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Şubat Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.5: 2. Senaryo PHES Sistemi Mart Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.6: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Mart Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.7: 2. Senaryo PHES Sistemi Nisan Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.8: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Nisan Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.9: 2. Senaryo PHES Sistemi Mayıs Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.10: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Mayıs Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.11: 2. Senaryo PHES Sistemi Haziran Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.12: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Haziran Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.13: 2. Senaryo PHES Sistemi Temmuz Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.14: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Temmuz Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.15: 2. Senaryo PHES Sistemi Ağustos Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.16: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Ağustos Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.17: 2. Senaryo PHES Sistemi Eylül Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.18: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Eylül Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.19: 2. Senaryo PHES Sistemi Ekim Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.20: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Ekim Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.21: 2. Senaryo PHES Sistemi Kasım Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.22: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Kasım Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.23: 2. Senaryo PHES Sistemi Aralık Ayı Çalışma Değerleri
Şekil C.24: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Aralık Ayı Çalışma Değerleri

Çizelge C.1: Çizelge C.1: Ocak Ayı Çalışma Değerleri

Çizelge C.2: Şubat Ayı Çalışma Değerleri

Çizelge C.3: Mart Ayı Çalışma Değerleri

Çizelge C.4: Nisan Ayı Çalışma Değerleri

Çizelge C.5: Mayıs Ayı Çalışma Değerleri

Çizelge C.6: Haziran Ayı Çalışma Değerleri

Çizelge C.7: Temmuz Ayı Çalışma Değerleri

Çizelge C.8: Ağustos Ayı Çalışma Değerleri

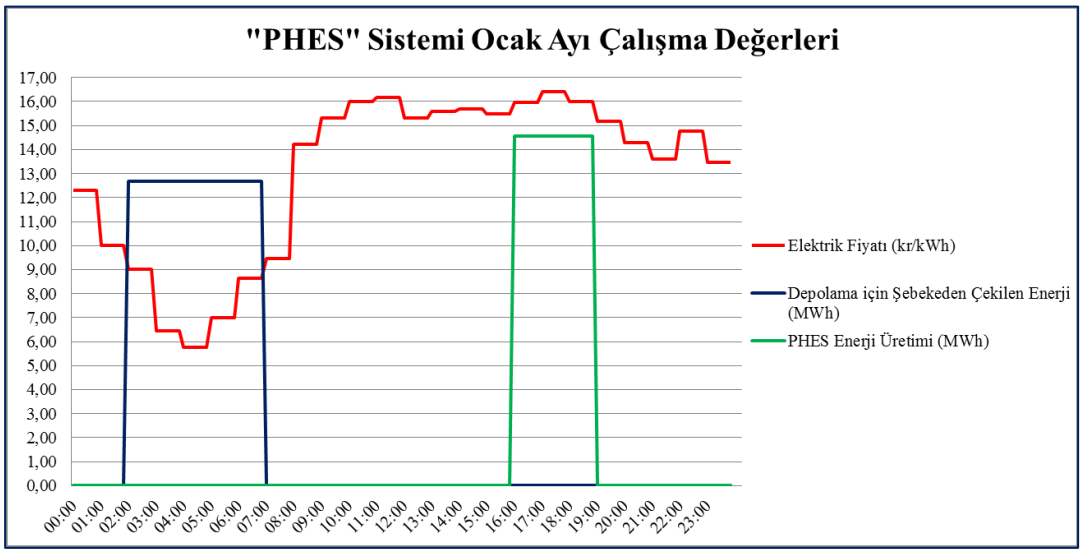
Çizelge C.9: Eylül Ayı Çalışma Değerleri

Çizelge C.10: Ekim Ayı Çalışma Değerleri

Çizelge C.11: Kasım Ayı Çalışma Değerleri

Çizelge C.12: Aralık Ayı Çalışma Değerleri

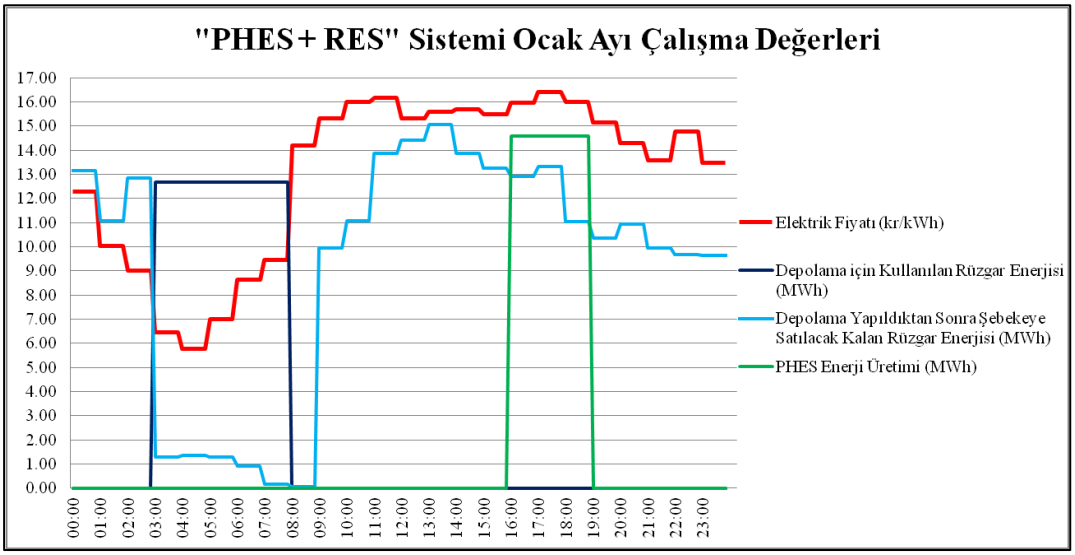
EK-C
Ocak Ayı'nda;



Şekil C.1: 2.Senaryo PHES Sistemi Ocak Ayı Çalışma Değerleri

2.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Şebeke): 02:00-07:00 saatleri arasında yapılacaktır.



Şekil C.2: :3. Senaryo PHES+RES Sistemi Ocak Ayı Çalışma Değerleri

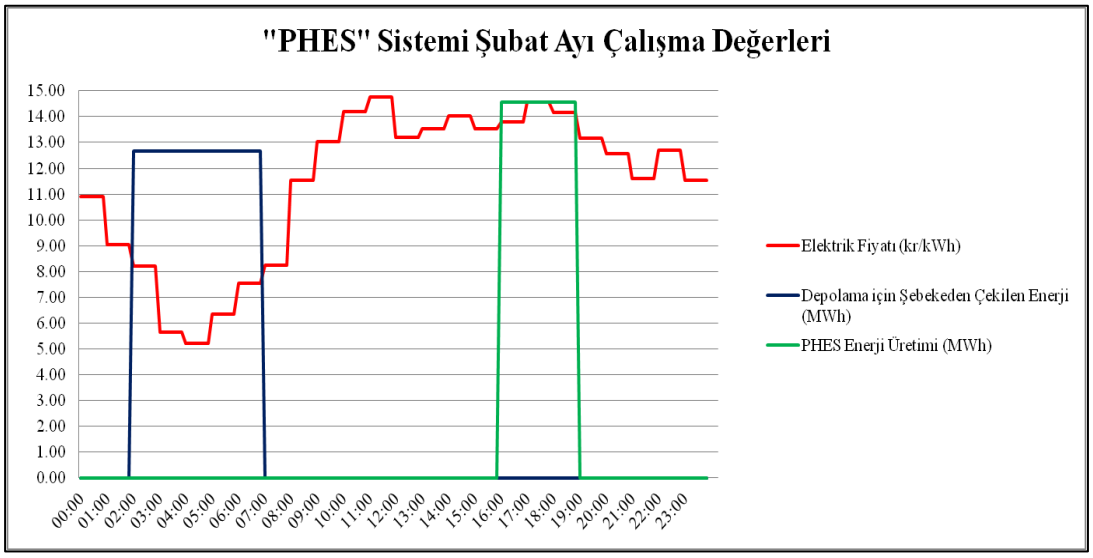
3.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Rüzgar): 03:00-08:00 saatleri arasında yapılacaktır.
Rüzgar Üretim, depolama sonrasında kalan tüm saatlerde rüzgarın esme durumuna göre çalışacak ve enerji üretecektir.

Çizelge C.1: Ocak Ayı Çalışma Değerleri

OCAK AYI GÜNLÜK ORTALAMA ÇALIŞMA DEĞERLERİ						
	30 MW RÜZGAR TARLASI			PHES		
Saat	Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi	Depolama(Pompaj) için Kullanılan Rüzgar Enerjisi	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılmak İçin Kalan Rüzgar Enerjisi	Orijinal Kapsamda PHES Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	PHES Saatlik Enerji Üretimi	Elektrik Fiyatı
(h)	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**kr/kWh**
00:00	13.162	0.000	13.162	0.000	0.000	12.30
01:00	11.066	0.000	11.066	0.000	0.000	10.02
02:00	12.839	0.000	12.839	12.675	0.000	9.00
03:00	13.970	12.675	1.295	12.675	0.000	6.45
04:00	14.024	12.675	1.349	12.675	0.000	5.76
05:00	13.970	12.675	1.295	12.675	0.000	7.00
06:00	13.593	12.675	0.918	12.675	0.000	8.63
07:00	12.855	12.675	0.180	0.000	0.000	9.46
08:00	12.750	0.000	12.750	0.000	0.000	14.21
09:00	9.945	0.000	9.945	0.000	0.000	15.31
10:00	11.087	0.000	11.087	0.000	0.000	16.00
11:00	13.862	0.000	13.862	0.000	0.000	16.16
12:00	14.427	0.000	14.427	0.000	0.000	15.31
13:00	15.075	0.000	15.075	0.000	0.000	15.60
14:00	13.862	0.000	13.862	0.000	0.000	15.70
15:00	13.243	0.000	13.243	0.000	0.000	15.50
16:00	12.930	0.000	12.930	0.000	14.575	15.96
17:00	13.324	0.000	13.324	0.000	14.575	16.40
18:00	11.033	0.000	11.033	0.000	14.575	16.00
19:00	10.362	0.000	10.362	0.000	0.000	15.16
20:00	10.948	0.000	10.948	0.000	0.000	14.28
21:00	9.945	0.000	9.945	0.000	0.000	13.60
22:00	9.669	0.000	9.669	0.000	0.000	14.78
23:00	9.648	0.000	9.648	0.000	0.000	13.48

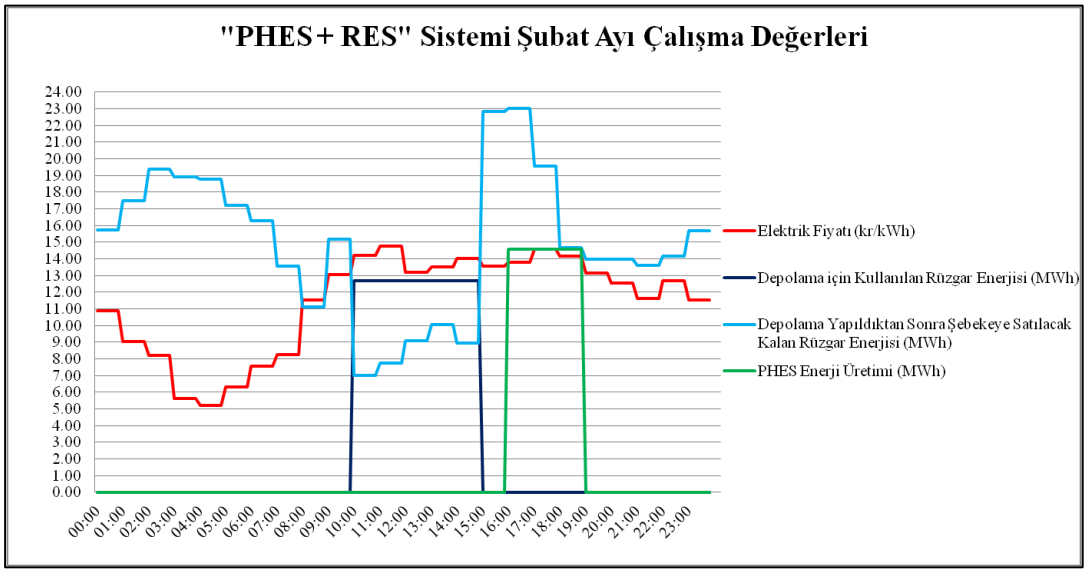
Şubat Ayı'nda;



Şekil C.3: 2. Senaryo PHES Sistemi Şubat Ayı Çalışma Değerleri

2.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Şebeke): 02:00-07:00 saatleri arasında yapılacaktır.



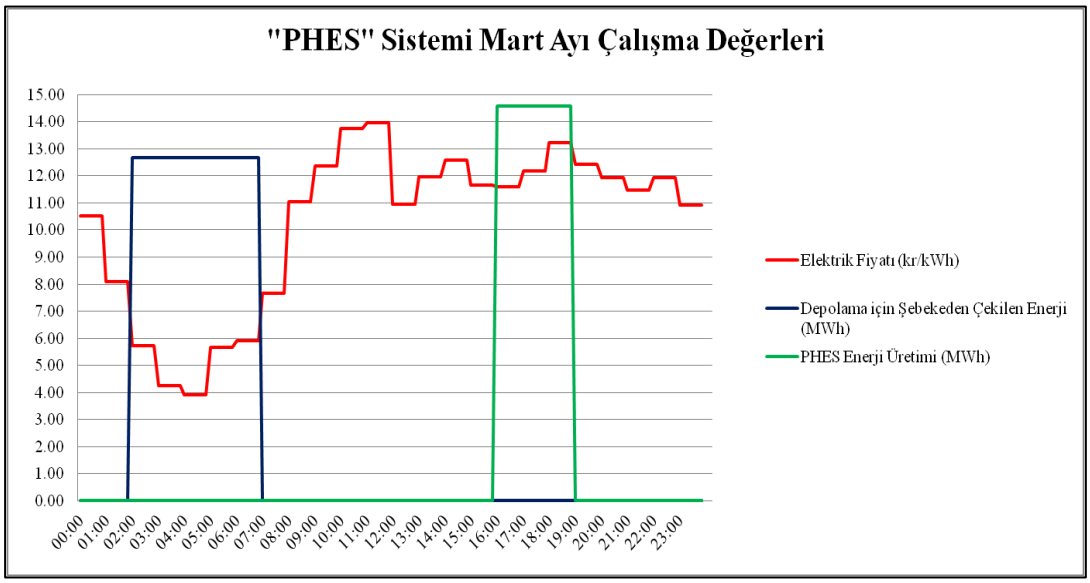
Şekil C.4: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Şubat Ayı Çalışma Değerleri

3.Senaryo Çalışma Programı
PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Rüzgar): 10:00-15:00 saatleri arasında yapılacaktır.
Rüzgar Üretim, depolama sonrasında kalan tüm saatlerde rüzgarın esme durumuna göre çalışacak ve enerji üretecektir.

Çizelge C.2: Şubat Ayı Çalışma Değerleri

ŞUBAT AYI GÜNLÜK ORTALAMA ÇALIŞMA DEĞERLERİ						
	30 MW RÜZGAR TARLASI			PHES		
Saat	Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi	Depolama(Pompaj) için Kullanılan Rüzgar Enerjisi	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılmak İçin Kalan Rüzgar Enerjisi	Orijinal Kapsamda PHES Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	PHES Saatlik Enerji Üretimi	Elektrik Fiyatı
(h)	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**kr/kWh**
00:00	15.721	0.000	15.721	0.000	0.000	10.90
01:00	17.461	0.000	17.461	0.000	0.000	9.03
02:00	19.360	0.000	19.360	12.675	0.000	8.19
03:00	18.929	0.000	18.929	12.675	0.000	5.64
04:00	18.796	0.000	18.796	12.675	0.000	5.23
05:00	17.216	0.000	17.216	12.675	0.000	6.33
06:00	16.276	0.000	16.276	12.675	0.000	7.54
07:00	13.566	0.000	13.566	0.000	0.000	8.24
08:00	11.129	0.000	11.129	0.000	0.000	11.54
09:00	15.158	0.000	15.158	0.000	0.000	13.04
10:00	19.674	12.675	6.999	0.000	0.000	14.20
11:00	20.420	12.675	7.745	0.000	0.000	14.77
12:00	21.739	12.675	9.064	0.000	0.000	13.21
13:00	22.708	12.675	10.033	0.000	0.000	13.53
14:00	21.628	12.675	8.953	0.000	0.000	14.02
15:00	22.819	0.000	22.819	0.000	0.000	13.54
16:00	23.003	0.000	23.003	0.000	14.575	13.78
17:00	19.575	0.000	19.575	0.000	14.575	14.56
18:00	14.645	0.000	14.645	0.000	14.575	14.17
19:00	13.970	0.000	13.970	0.000	0.000	13.16
20:00	13.997	0.000	13.997	0.000	0.000	12.55
21:00	13.593	0.000	13.593	0.000	0.000	11.60
22:00	14.158	0.000	14.158	0.000	0.000	12.69
23:00	15.669	0.000	15.669	0.000	0.000	11.54

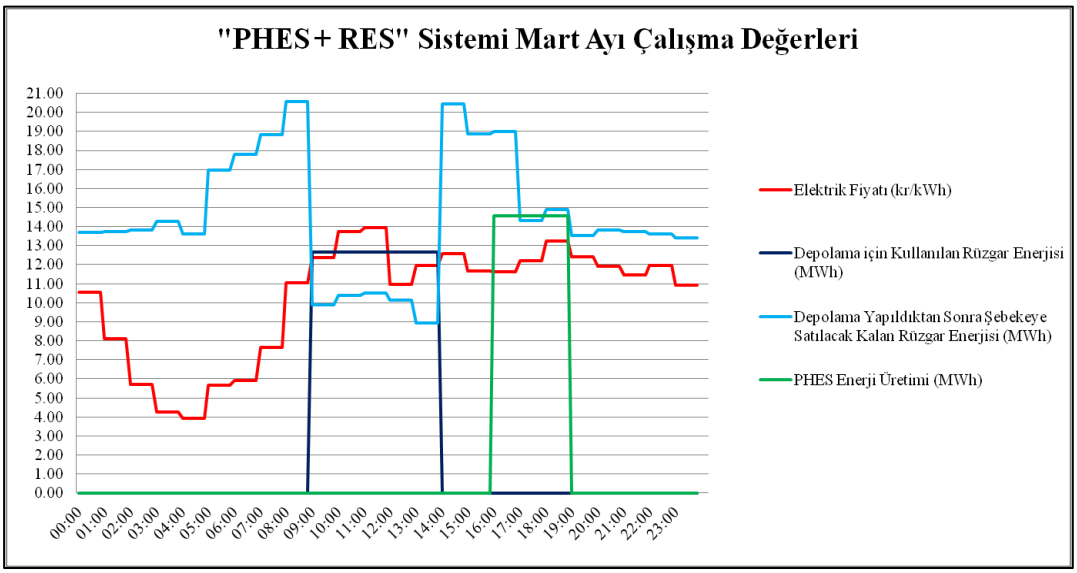
Mart Ayı'nda;



Şekil C.5: 2. Senaryo PHES Sistemi Mart Ayı Çalışma Değerleri

İkinci Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Şebeke): 02:00-07:00 saatleri arasında yapılacaktır.



Şekil C.6: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Mart Ayı Çalışma Değerleri

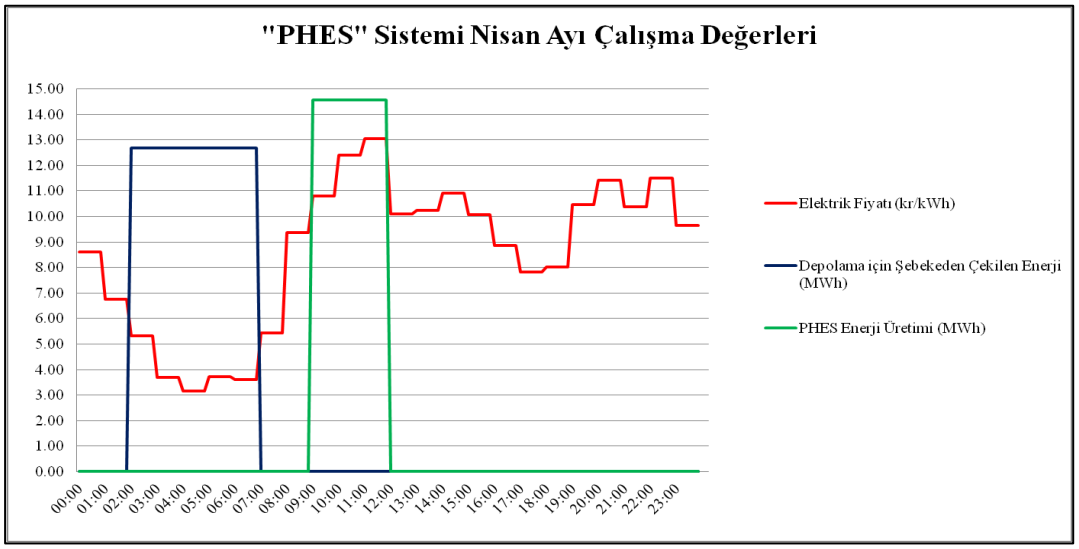
Üçüncü Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Rüzgar): 09:00-14:00 saatleri arasında yapılacaktır.
Rüzgar Üretim, depolama sonrasında kalan tüm saatlerde rüzgarın esme durumuna göre çalışacak ve enerji üretecektir.

Çizelge C.3: Mart Ayı Çalışma Değerleri

MART AYI GÜNLÜK ORTALAMA ÇALIŞMA DEĞERLERİ						
	30 MW RÜZGAR TARLASI			PHES		
Saat	Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi	Depolama(Pompaj) için Kullanılan Rüzgar Enerjisi	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılmak İçin Kalan Rüzgar Enerjisi	Orijinal Kapsamda PHES Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	PHES Saatlik Enerji Üretimi	Elektrik Fiyatı
(h)	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**kr/kWh**
00:00	13.701	0.000	13.701	0.000	0.000	10.53
01:00	13.728	0.000	13.728	0.000	0.000	8.09
02:00	13.808	0.000	13.808	12.675	0.000	5.73
03:00	14.293	0.000	14.293	12.675	0.000	4.24
04:00	13.593	0.000	13.593	12.675	0.000	3.92
05:00	16.968	0.000	16.968	12.675	0.000	5.67
06:00	17.804	0.000	17.804	12.675	0.000	5.91
07:00	18.829	0.000	18.829	0.000	0.000	7.66
08:00	20.557	0.000	20.557	0.000	0.000	11.06
09:00	22.560	12.675	9.885	0.000	14.575	12.36
10:00	23.077	12.675	10.402	0.000	14.575	13.75
11:00	23.188	12.675	10.513	0.000	14.575	13.96
12:00	22.819	12.675	10.144	0.000	0.000	10.95
13:00	21.599	12.675	8.924	0.000	0.000	11.97
14:00	20.428	0.000	20.428	0.000	0.000	12.57
15:00	18.862	0.000	18.862	0.000	0.000	11.66
16:00	18.995	0.000	18.995	0.000	0.000	11.61
17:00	14.320	0.000	14.320	0.000	0.000	12.20
18:00	14.887	0.000	14.887	0.000	0.000	13.24
19:00	13.512	0.000	13.512	0.000	0.000	12.43
20:00	13.808	0.000	13.808	0.000	0.000	11.93
21:00	13.754	0.000	13.754	0.000	0.000	11.47
22:00	13.593	0.000	13.593	0.000	0.000	11.95
23:00	13.405	0.000	13.405	0.000	0.000	10.92

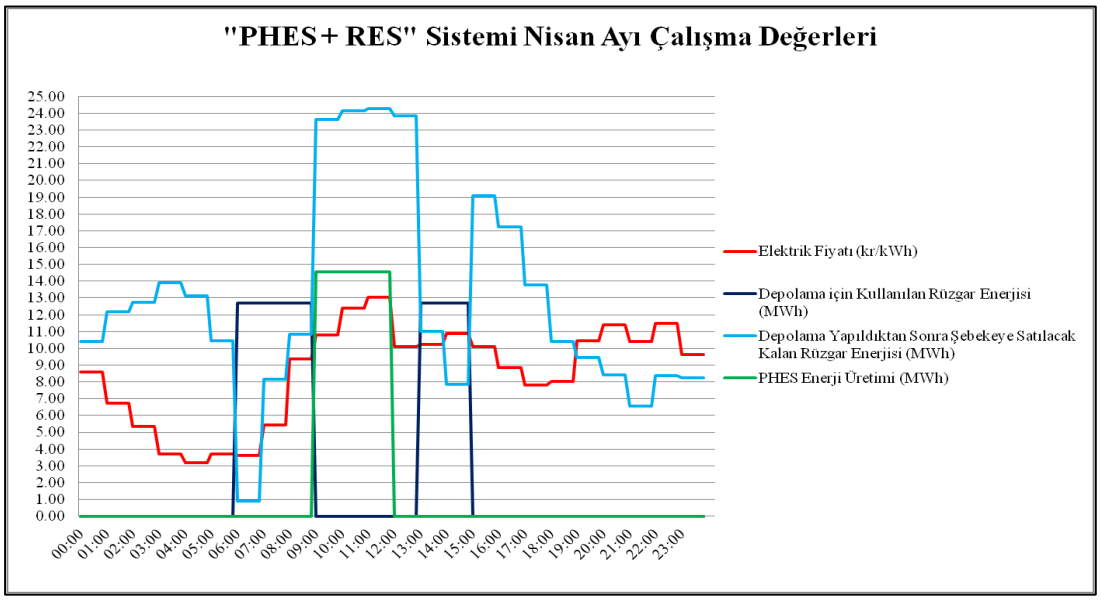
Nisan Ayı'nda;



Şekil C.7: 2. Senaryo PHES Sistemi Nisan Ayı Çalışma Değerleri

2.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Şebeke): 02:00-07:00 saatleri arasında yapılacaktır



Şekil C.8: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Nisan Ayı Çalışma Değerleri

3.Senaryo Çalışma Programı

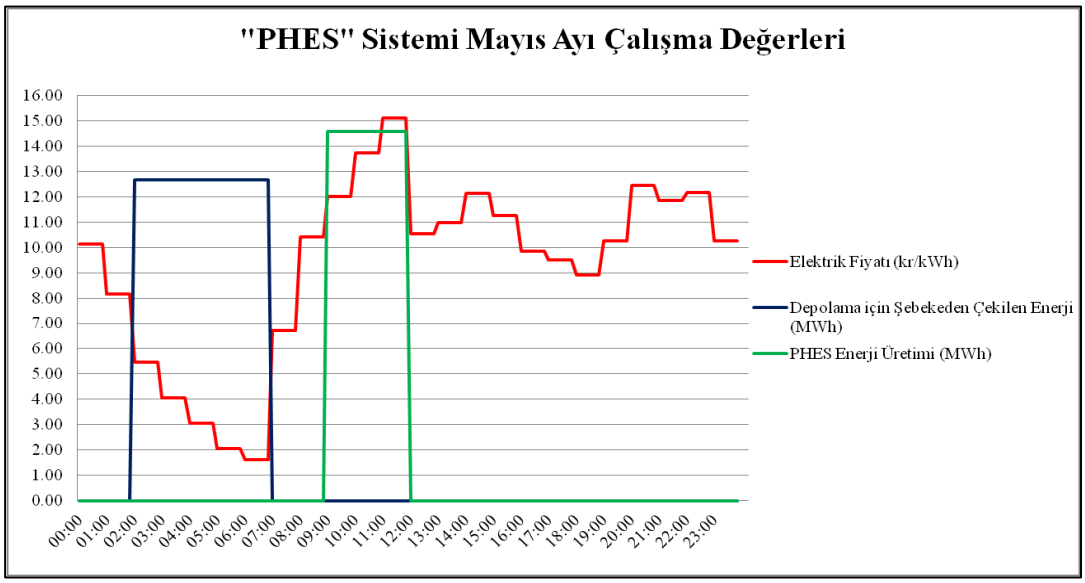
PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Rüzgar): 06:00-09:00 saatleri arasında 3 saat
13:00-15:00 saatleri arasında 2 saat yapılacaktır.

Rüzgar Üretim, depolama sonrasında kalan tüm saatlerde rüzgarın esme durumuna göre çalışacak ve enerji üretecektir.

Çizelge C.4: Nisan Ayı Çalışma Değerleri

NİSAN AYI GÜNLÜK ORTALAMA ÇALIŞMA DEĞERLERİ						
	30 MW RÜZGAR TARLASI			PHES		
Saat	Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi	Depolama(Pompaj) için Kullanılan Rüzgar Enerjisi	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılmak İçin Kalan Rüzgar Enerjisi	Orijinal Kapsamda PHES Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	PHES Saatlik Enerji Üretimi	Elektrik Fiyatı
(h)	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**kr/kWh**
00:00	10.425	0.000	10.425	0.000	0.000	8.60
01:00	12.186	0.000	12.186	0.000	0.000	6.75
02:00	12.720	0.000	12.720	12.675	0.000	5.34
03:00	13.916	0.000	13.916	12.675	0.000	3.69
04:00	13.145	0.000	13.145	12.675	0.000	3.17
05:00	10.468	0.000	10.468	12.675	0.000	3.72
06:00	13.566	12.675	0.891	12.675	0.000	3.60
07:00	20.838	12.675	8.163	0.000	0.000	5.44
08:00	23.520	12.675	10.845	0.000	0.000	9.37
09:00	23.631	0.000	23.631	0.000	14.575	10.81
10:00	24.158	0.000	24.158	0.000	14.575	12.40
11:00	24.262	0.000	24.262	0.000	14.575	13.06
12:00	23.853	0.000	23.853	0.000	0.000	10.09
13:00	23.692	12.675	11.017	0.000	0.000	10.23
14:00	20.523	12.675	7.848	0.000	0.000	10.90
15:00	19.094	0.000	19.094	0.000	0.000	10.08
16:00	17.249	0.000	17.249	0.000	0.000	8.86
17:00	13.781	0.000	13.781	0.000	0.000	7.83
18:00	10.383	0.000	10.383	0.000	0.000	8.02
19:00	9.435	0.000	9.435	0.000	0.000	10.46
20:00	8.401	0.000	8.401	0.000	0.000	11.41
21:00	6.539	0.000	6.539	0.000	0.000	10.39
22:00	8.379	0.000	8.379	0.000	0.000	11.50
23:00	8.252	0.000	8.252	0.000	0.000	9.65

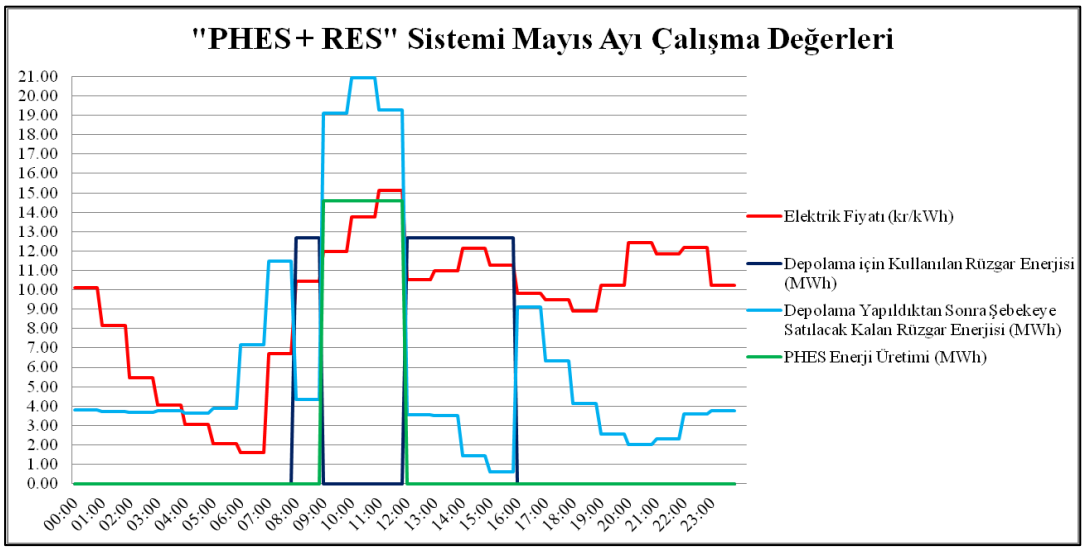
Mayıs Ayı'nda;



Şekil C.9: 2. Senaryo PHES Sistemi Mayıs Ayı Çalışma Değerleri

2.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 09:00-12:00 saatleri
PHES Depolama (Şebeke): 02:00-07:00 saatleri arasında yapılacaktır.



Şekil C.10: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Mayıs Ayı Çalışma Değerleri

3.Senaryo Çalışma Programı

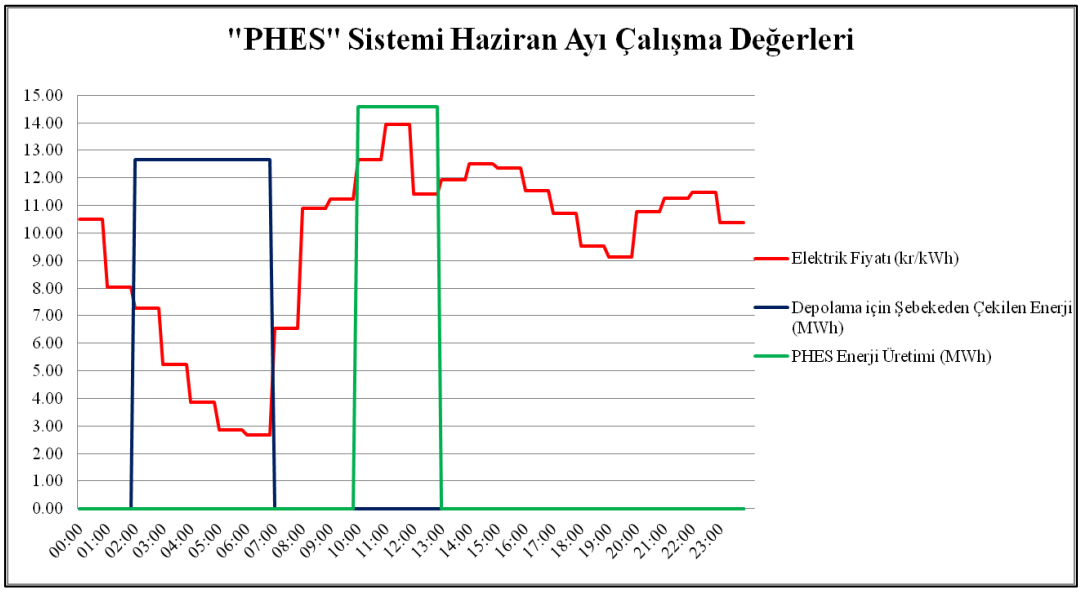
PHES Üretim: 09:00-12:00 saatleri
PHES Depolama (Rüzgar): 08:00-09:00 saatleri arasında 1 saat
12:00-16:00 saatleri arasında 4 saat yapılacaktır.

Rüzgar Üretim, depolama sonrasında kalan tüm saatlerde rüzgarın esme durumuna göre çalışacak ve enerji üretecektir.

Çizelge C.5: Mayıs Ayı Çalışma Değerleri

MAYIS AYI GÜNLÜK ORTALAMA ÇALIŞMA DEĞERLERİ						
	30 MW RÜZGAR TARLASI			PHES		
Saat	Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi	Depolama(Pompaj) için Kullanılan Rüzgar Enerjisi	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılmak İçin Kalan Rüzgar Enerjisi	Orijinal Kapsamda PHES Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	PHES Saatlik Enerji Üretimi	Elektrik Fiyatı
(h)	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**kr/kWh**
00:00	3.800	0.000	3.800	0.000	0.000	10.13
01:00	3.732	0.000	3.732	0.000	0.000	8.17
02:00	3.698	0.000	3.698	12.675	0.000	5.48
03:00	3.744	0.000	3.744	12.675	0.000	4.05
04:00	3.619	0.000	3.619	12.675	0.000	3.05
05:00	3.902	0.000	3.902	12.675	0.000	2.05
06:00	7.174	0.000	7.174	12.675	0.000	1.62
07:00	11.467	0.000	11.467	0.000	0.000	6.71
08:00	17.003	12.675	4.328	0.000	0.000	10.42
09:00	19.094	0.000	19.094	0.000	14.575	11.99
10:00	20.934	0.000	20.934	0.000	14.575	13.74
11:00	19.260	0.000	19.260	0.000	14.575	15.11
12:00	16.249	12.675	3.574	0.000	0.000	10.54
13:00	16.195	12.675	3.520	0.000	0.000	10.98
14:00	14.104	12.675	1.429	0.000	0.000	12.13
15:00	13.270	12.675	0.595	0.000	0.000	11.25
16:00	9.130	0.000	9.130	0.000	0.000	9.84
17:00	6.331	0.000	6.331	0.000	0.000	9.49
18:00	4.151	0.000	4.151	0.000	0.000	8.90
19:00	2.568	0.000	2.568	0.000	0.000	10.25
20:00	2.003	0.000	2.003	0.000	0.000	12.45
21:00	2.302	0.000	2.302	0.000	0.000	11.84
22:00	3.608	0.000	3.608	0.000	0.000	12.17
23:00	3.755	0.000	3.755	0.000	0.000	10.25

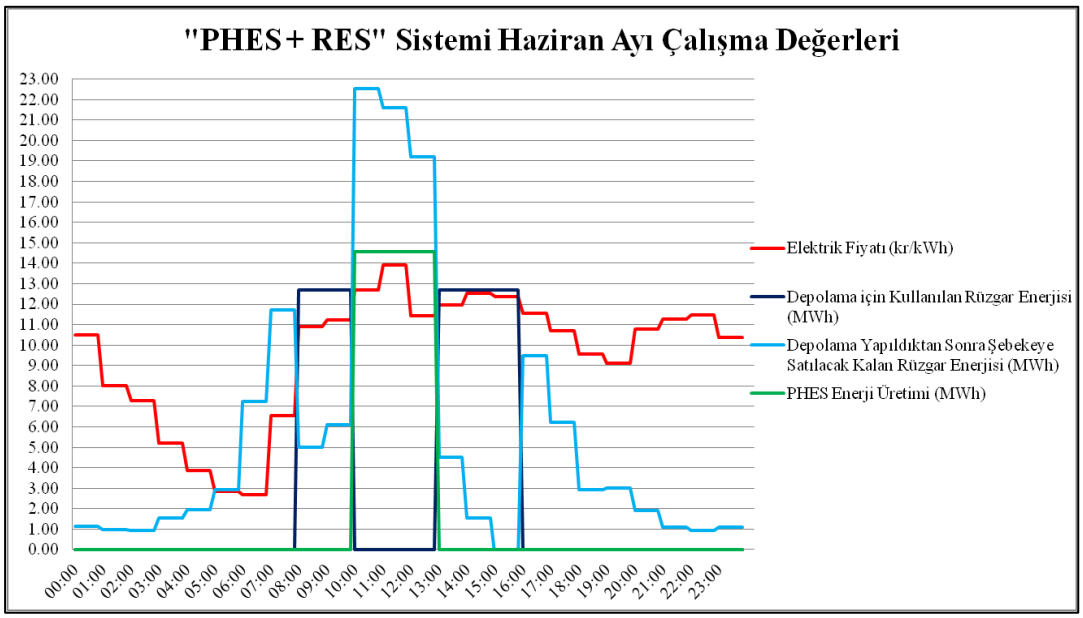
Haziran Ayı'nda;



Şekil C.11: 2. Senaryo PHES Sistemi Haziran Ayı Çalışma Değerleri

2.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 10:00-13:00 saatleri
PHES Depolama (Şebeke): 02:00-07:00 saatleri arasında yapılacaktır.



Şekil C.12: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Haziran Ayı Çalışma Değerleri

3.Senaryo Çalışma Programı

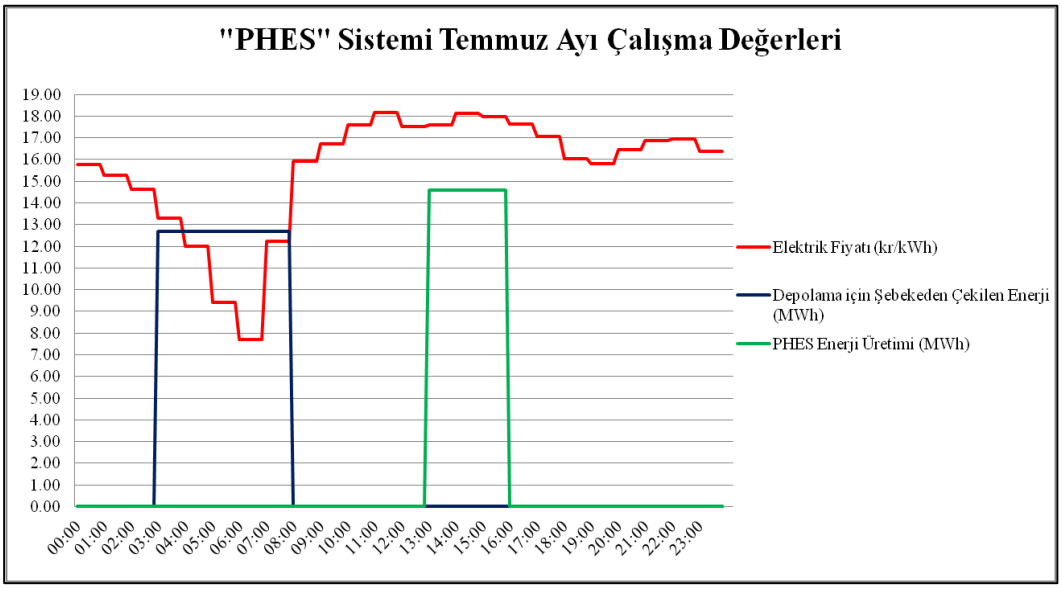
PHES Üretim: 10:00-13:00 saatleri
PHES Depolama (Rüzgar): 08:00-10:00 saatleri arasında 2 saat
13:00-16:00 saatleri arasında 3 saat yapılacaktır.

Rüzgar Üretim, depolama sonrasında kalan tüm saatlerde rüzgarın esme durumuna göre çalışacak ve enerji üretecektir.

Çizelge C.6: Haziran Ayı Çalışma Değerleri

HAZİRAN AYI GÜNLÜK ORTALAMA ÇALIŞMA DEĞERLERİ						
	30 MW RÜZGAR TARLASI			PHES		
Saat	Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi	Depolama(Pompaj) için Kullanılan Rüzgar Enerjisi	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılmak İçin Kalan Rüzgar Enerjisi	Orijinal Kapsamda PHES Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	PHES Saatlik Enerji Üretimi	Elektrik Fiyatı
(h)	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**kr/kWh**
00:00	1.136	0.000	1.136	0.000	0.000	10.50
01:00	0.957	0.000	0.957	0.000	0.000	8.03
02:00	0.936	0.000	0.936	12.675	0.000	7.27
03:00	1.562	0.000	1.562	12.675	0.000	5.22
04:00	1.937	0.000	1.937	12.675	0.000	3.87
05:00	2.933	0.000	2.933	12.675	0.000	2.85
06:00	7.249	0.000	7.249	12.675	0.000	2.66
07:00	11.707	0.000	11.707	0.000	0.000	6.55
08:00	17.672	12.675	4.997	0.000	0.000	10.90
09:00	18.796	12.675	6.121	0.000	0.000	11.22
10:00	22.523	0.000	22.523	0.000	14.575	12.67
11:00	21.592	0.000	21.592	0.000	14.575	13.93
12:00	19.194	0.000	19.194	0.000	14.575	11.42
13:00	17.177	12.675	4.502	0.000	0.000	11.94
14:00	14.212	12.675	1.537	0.000	0.000	12.52
15:00	12.750	12.675	0.075	0.000	0.000	12.36
16:00	9.478	0.000	9.478	0.000	0.000	11.55
17:00	6.235	0.000	6.235	0.000	0.000	10.70
18:00	2.941	0.000	2.941	0.000	0.000	9.54
19:00	3.028	0.000	3.028	0.000	0.000	9.12
20:00	1.908	0.000	1.908	0.000	0.000	10.79
21:00	1.094	0.000	1.094	0.000	0.000	11.26
22:00	0.944	0.000	0.944	0.000	0.000	11.48
23:00	1.102	0.000	1.102	0.000	0.000	10.39

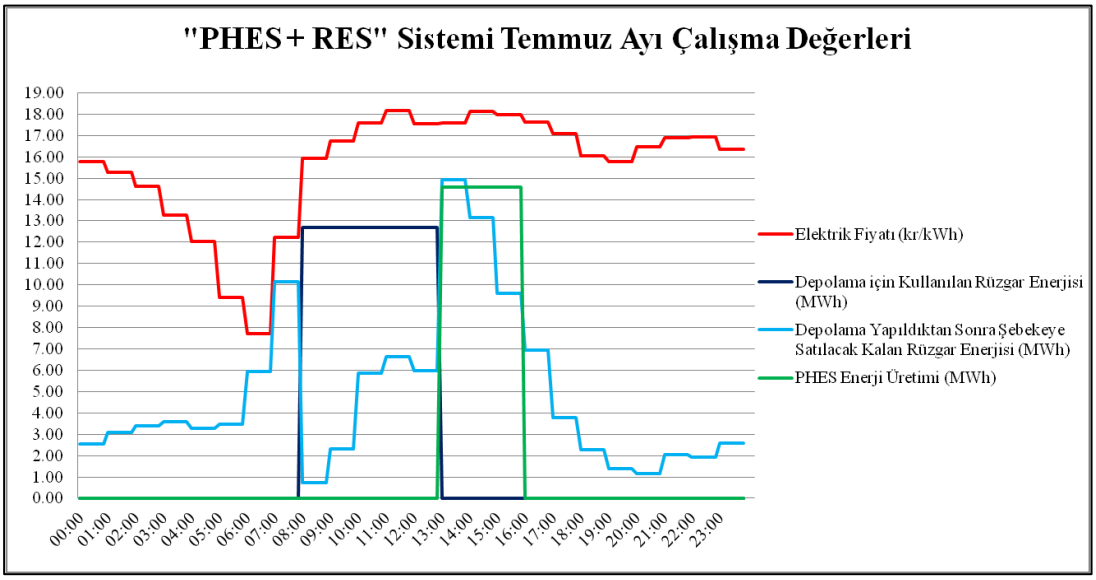
Temmuz Ayı'nda;



Şekil C.13: 2. Senaryo PHES Sistemi Temmuz Ayı Çalışma Değerleri

2.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 13:00-16:00 saatleri
PHES Depolama (Şebeke): 03:00-08:00 saatleri arasında yapılacaktır.



Şekil C.14: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Temmuz Ayı Çalışma Değerleri

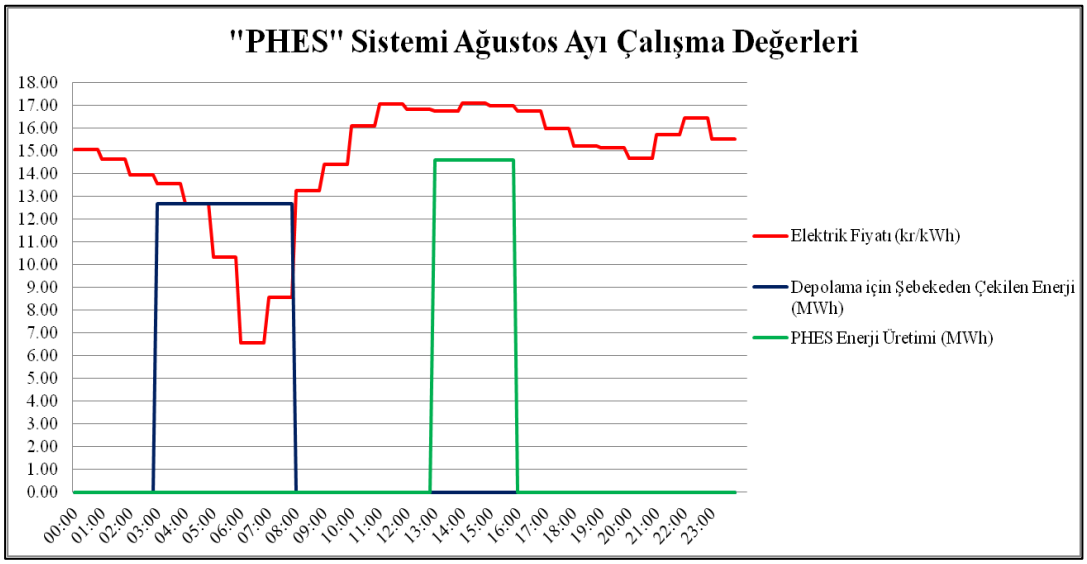
3.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 13:00-16:00 saatleri
PHES Depolama (Rüzgar): 08:00-13:00 saatleri arasında yapılacaktır.
Rüzgar Üretim, depolama sonrasında kalan tüm saatlerde rüzgarın esme durumuna göre çalışacak ve enerji üretecektir.

Çizelge C.7: Temmuz Ayı Çalışma Değerleri

TEMMUZ AYI GÜNLÜK ORTALAMA ÇALIŞMA DEĞERLERİ						
	30 MW RÜZGAR TARLASI			PHES		
Saat	Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi	Depolama(Pompaj) için Kullanılan Rüzgar Enerjisi	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılmak İçin Kalan Rüzgar Enerjisi	Orijinal Kapsamda PHES Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	PHES Saatlik Enerji Üretimi	Elektrik Fiyatı
(h)	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**kr/kWh**
00:00	2.558	0.000	2.558	0.000	0.000	15.76
01:00	3.088	0.000	3.088	0.000	0.000	15.26
02:00	3.389	0.000	3.389	0	0.000	14.62
03:00	3.574	0.000	3.574	12.675	0.000	13.29
04:00	3.265	0.000	3.265	12.675	0.000	12.02
05:00	3.468	0.000	3.468	12.675	0.000	9.40
06:00	5.936	0.000	5.936	12.675	0.000	7.70
07:00	10.133	0.000	10.133	12.675	0.000	12.23
08:00	13.405	12.675	0.730	0.000	0.000	15.92
09:00	14.970	12.675	2.295	0.000	0.000	16.72
10:00	18.531	12.675	5.856	0.000	0.000	17.59
11:00	19.293	12.675	6.618	0.000	0.000	18.17
12:00	18.663	12.675	5.988	0.000	0.000	17.54
13:00	14.914	0.000	14.914	0.000	14.575	17.61
14:00	13.157	0.000	13.157	0.000	14.575	18.14
15:00	9.605	0.000	9.605	0.000	14.575	17.98
16:00	6.952	0.000	6.952	0.000	0.000	17.62
17:00	3.789	0.000	3.789	0.000	0.000	17.08
18:00	2.277	0.000	2.277	0.000	0.000	16.04
19:00	1.401	0.000	1.401	0.000	0.000	15.79
20:00	1.138	0.000	1.138	0.000	0.000	16.47
21:00	2.032	0.000	2.032	0.000	0.000	16.88
22:00	1.944	0.000	1.944	0.000	0.000	16.94
23:00	2.583	0.000	2.583	0.000	0.000	16.36

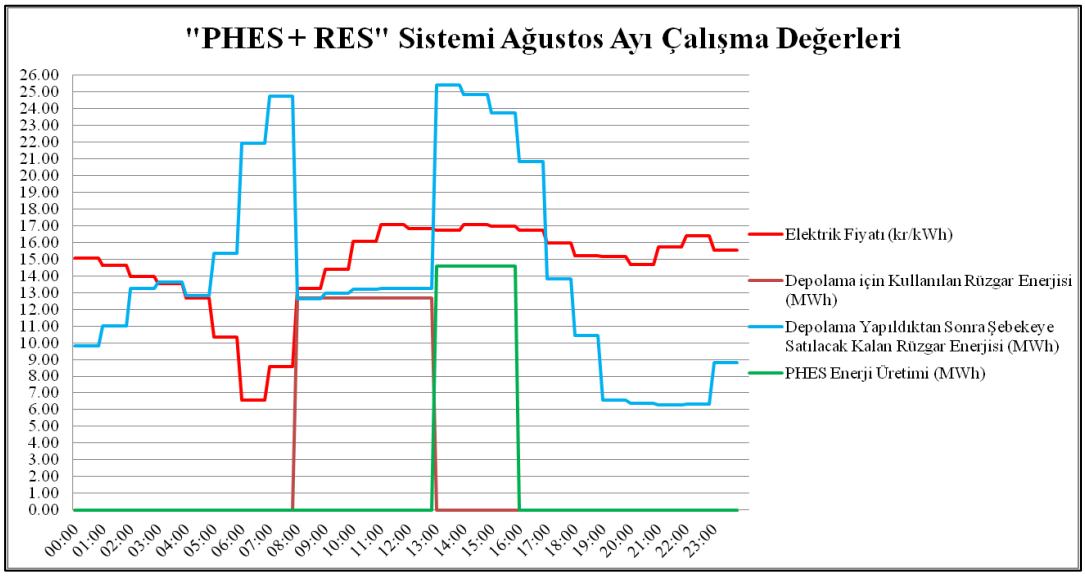
Ağustos Ayı'nda;



Şekil C.15: 2. Senaryo PHES Sistemi Ağustos Ayı Çalışma Değerleri

2.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 13:00-16:00 saatleri
PHES Depolama (Şebeke): 03:00-08:00 saatleri arasında yapılacaktır.



Şekil C.16: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Ağustos Ayı Çalışma Değerleri

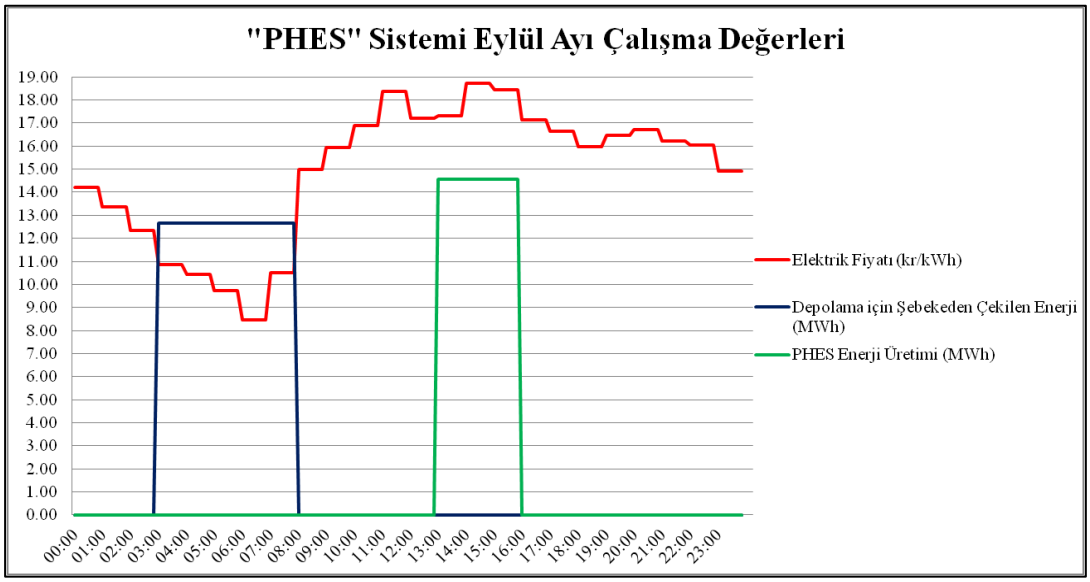
3.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 13:00-16:00 saatleri
PHES Depolama (Rüzgar): 08:00-13:00 saatleri arasında yapılacaktır.
Rüzgar Üretim, depolama sonrasında kalan tüm saatlerde rüzgarın esme durumuna göre çalışacak ve enerji üretecektir.

Çizelge C.8: Ağustos Ayı Çalışma Değerleri

AĞUSTOS AYI ORTALAMA ÇALIŞMA DEĞERLERİ						
	30 MW RÜZGAR TARLASI			PHES		
Saat	Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi	Depolama(Pompaj) için Kullanılan Rüzgar Enerjisi	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılmak İçin Kalan Rüzgar Enerjisi	Orijinal Kapsamda PHES Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	PHES Saatlik Enerji Üretimi	Elektrik Fiyatı
(h)	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**kr/kWh**
00:00	9.818	0.000	9.818	0.000	0.000	15.05
01:00	10.991	0.000	10.991	0.000	0.000	14.63
02:00	13.243	0.000	13.243	0	0.000	13.94
03:00	13.647	0.000	13.647	12.675	0.000	13.55
04:00	12.795	0.000	12.795	12.675	0.000	12.68
05:00	15.359	0.000	15.359	12.675	0.000	10.33
06:00	21.943	0.000	21.943	12.675	0.000	6.58
07:00	24.750	0.000	24.750	12.675	0.000	8.55
08:00	25.307	12.675	12.632	0.000	0.000	13.25
09:00	25.626	12.675	12.951	0.000	0.000	14.40
10:00	25.892	12.675	13.217	0.000	0.000	16.08
11:00	25.925	12.675	13.250	0.000	0.000	17.04
12:00	25.925	12.675	13.250	0.000	0.000	16.83
13:00	25.426	0.000	25.426	0.000	14.575	16.73
14:00	24.850	0.000	24.850	0.000	14.575	17.07
15:00	23.766	0.000	23.766	0.000	14.575	16.99
16:00	20.824	0.000	20.824	0.000	0.000	16.75
17:00	13.835	0.000	13.835	0.000	0.000	15.98
18:00	10.425	0.000	10.425	0.000	0.000	15.22
19:00	6.587	0.000	6.587	0.000	0.000	15.14
20:00	6.363	0.000	6.363	0.000	0.000	14.67
21:00	6.299	0.000	6.299	0.000	0.000	15.72
22:00	6.331	0.000	6.331	0.000	0.000	16.42
23:00	8.801	0.000	8.801	0.000	0.000	15.52

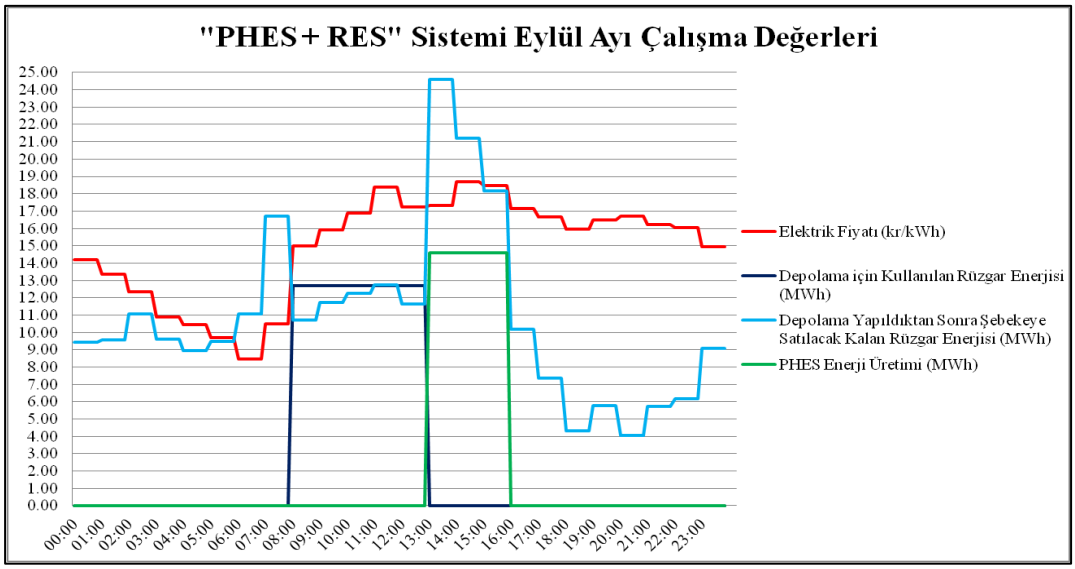
Eylül Ayı'nda;



Şekil C.17: 2. Senaryo PHES Sistemi Eylül Ayı Çalışma Değerleri

2.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 13:00-16:00 saatleri
PHES Depolama (Şebeke): 03:00-08:00 saatleri arasında yapılacaktır.



Şekil C.18: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Eylül Ayı Çalışma Değerleri

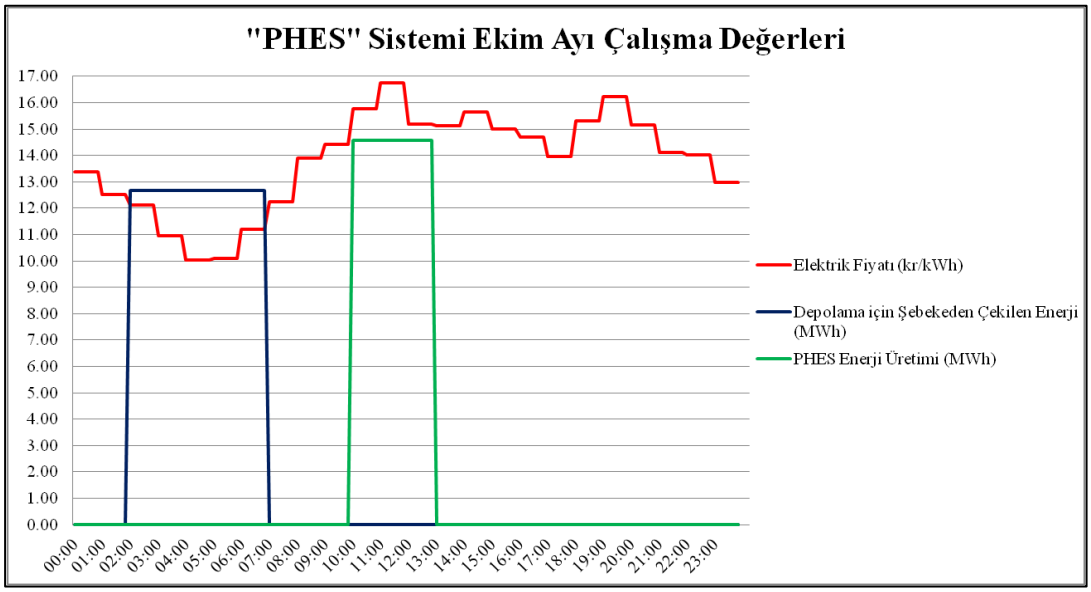
3.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 13:00-16:00 saatleri
PHES Depolama (Rüzgar): 08:00-13:00 saatleri arasında yapılacaktır.
Rüzgar Üretim, depolama sonrasında kalan tüm saatlerde rüzgarın esme durumuna göre çalışacak ve enerji üretecektir.

Çizelge C.9: Eylül Ayı Çalışma Değerleri

EYLÜL AYI ORTALAMA ÇALIŞMA DEĞERLERİ						
	30 MW RÜZGAR TARLASI			PHES		
Saat	Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi	Depolama(Pompaj) için Kullanılan Rüzgar Enerjisi	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılmak İçin Kalan Rüzgar Enerjisi	Orijinal Kapsamda PHES Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	PHES Saatlik Enerji Üretimi	Elektrik Fiyatı
(h)	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**kr/kWh**
00:00	9.435	0.000	9.435	0.000	0.000	14.21
01:00	9.563	0.000	9.563	0.000	0.000	13.38
02:00	11.060	0.000	11.060	0	0.000	12.35
03:00	9.605	0.000	9.605	12.675	0.000	10.88
04:00	8.960	0.000	8.960	12.675	0.000	10.45
05:00	9.478	0.000	9.478	12.675	0.000	9.72
06:00	11.050	0.000	11.050	12.675	0.000	8.47
07:00	16.699	0.000	16.699	12.675	0.000	10.50
08:00	23.373	12.675	10.698	0.000	0.000	14.99
09:00	24.406	12.675	11.731	0.000	0.000	15.93
10:00	24.929	12.675	12.254	0.000	0.000	16.88
11:00	25.395	12.675	12.720	0.000	0.000	18.37
12:00	24.330	12.675	11.655	0.000	0.000	17.23
13:00	24.595	0.000	24.595	0.000	14.575	17.33
14:00	21.189	0.000	21.189	0.000	14.575	18.71
15:00	18.169	0.000	18.169	0.000	14.575	18.45
16:00	10.197	0.000	10.197	0.000	0.000	17.13
17:00	7.340	0.000	7.340	0.000	0.000	16.65
18:00	4.321	0.000	4.321	0.000	0.000	15.97
19:00	5.751	0.000	5.751	0.000	0.000	16.48
20:00	4.038	0.000	4.038	0.000	0.000	16.70
21:00	5.731	0.000	5.731	0.000	0.000	16.22
22:00	6.187	0.000	6.187	0.000	0.000	16.03
23:00	9.067	0.000	9.067	0.000	0.000	14.93

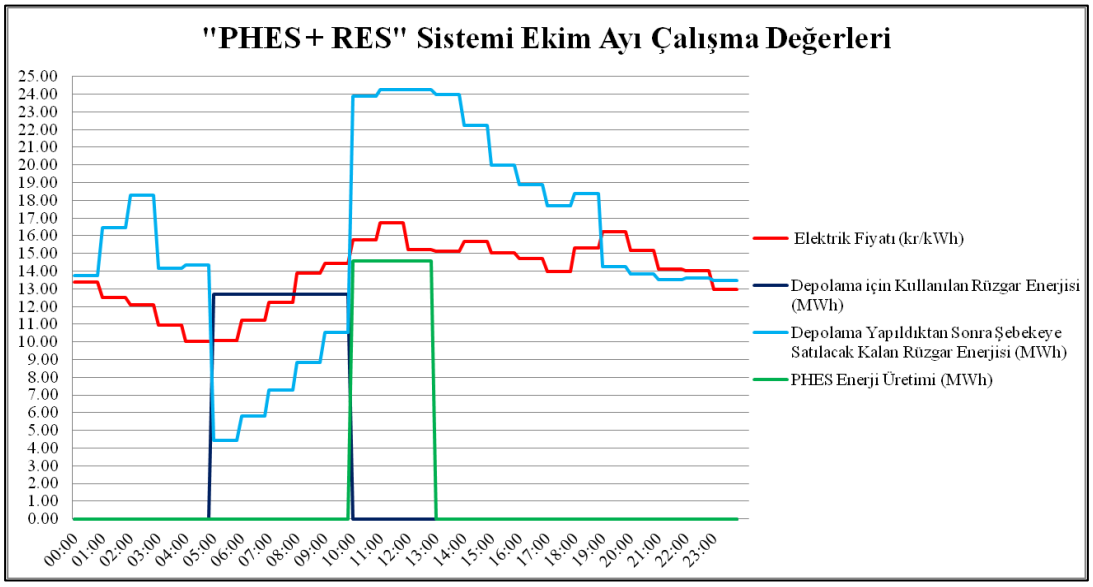
Ekim Ayı'nda;



Şekil C.19: 2. Senaryo PHES Sistemi Ekim Ayı Çalışma Değerleri

2.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 10:00-13:00 saatleri
PHES Depolama (Şebeke): 02:00-07:00 saatleri arasında yapılacaktır.



Şekil C.20: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Ekim Ayı Çalışma Değerleri

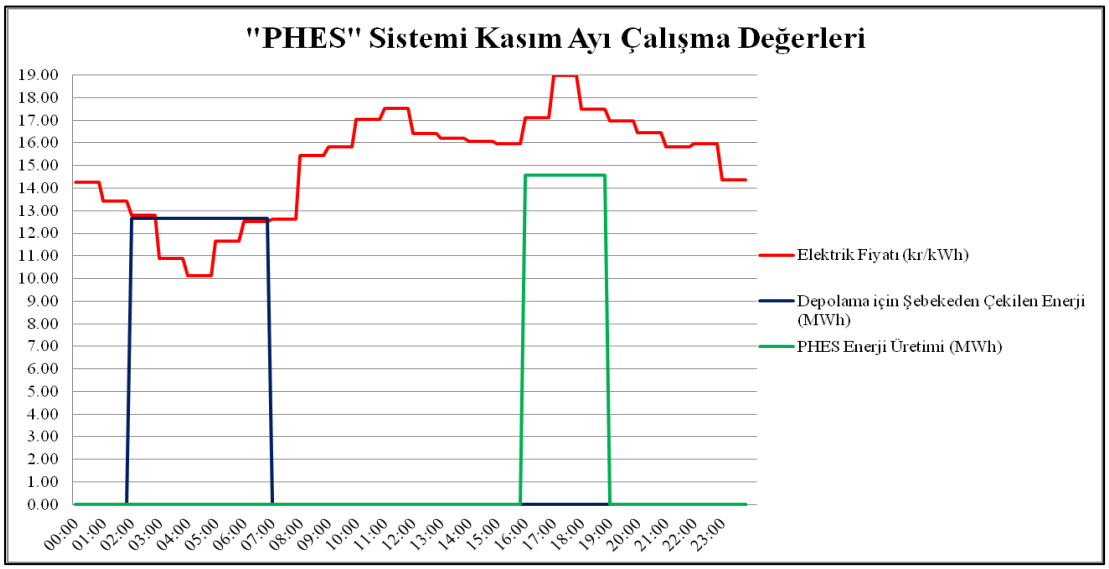
3.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 10:00-13:00 saatleri
PHES Depolama (Rüzgar): 05:00-10:00 saatleri arasında yapılacaktır.
Rüzgar Üretim, depolama sonrasında kalan tüm saatlerde rüzgarın esme durumuna göre çalışacak ve enerji üretecektir.

Çizelge C.10: Ekim Ayı Çalışma Değerleri

EKİM AYI ORTALAMA ÇALIŞMA DEĞERLERİ						
	30 MW RÜZGAR TARLASI			PHES		
Saat	Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi	Depolama(Pompaj) için Kullanılan Rüzgar Enerjisi	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılmak İçin Kalan Rüzgar Enerjisi	Orijinal Kapsamda PHES Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	PHES Saatlik Enerji Üretimi	Elektrik Fiyatı
(h)	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**kr/kWh**
00:00	13.728	0.000	13.728	0.000	0.000	13.39
01:00	16.463	0.000	16.463	0.000	0.000	12.51
02:00	18.299	0.000	18.299	12.675	0.000	12.12
03:00	14.158	0.000	14.158	12.675	0.000	10.97
04:00	14.320	0.000	14.320	12.675	0.000	10.03
05:00	17.096	12.675	4.421	12.675	0.000	10.08
06:00	18.498	12.675	5.823	12.675	0.000	11.20
07:00	19.973	12.675	7.298	0.000	0.000	12.23
08:00	21.521	12.675	8.846	0.000	0.000	13.90
09:00	23.188	12.675	10.513	0.000	0.000	14.43
10:00	23.861	0.000	23.861	0.000	14.575	15.78
11:00	24.259	0.000	24.259	0.000	14.575	16.74
12:00	24.263	0.000	24.263	0.000	14.575	15.20
13:00	23.987	0.000	23.987	0.000	0.000	15.12
14:00	22.224	0.000	22.224	0.000	0.000	15.66
15:00	19.973	0.000	19.973	0.000	0.000	15.02
16:00	18.862	0.000	18.862	0.000	0.000	14.71
17:00	17.711	0.000	17.711	0.000	0.000	13.96
18:00	18.365	0.000	18.365	0.000	0.000	15.32
19:00	14.239	0.000	14.239	0.000	0.000	16.23
20:00	13.835	0.000	13.835	0.000	0.000	15.16
21:00	13.512	0.000	13.512	0.000	0.000	14.13
22:00	13.593	0.000	13.593	0.000	0.000	14.03
23:00	13.458	0.000	13.458	0.000	0.000	12.99

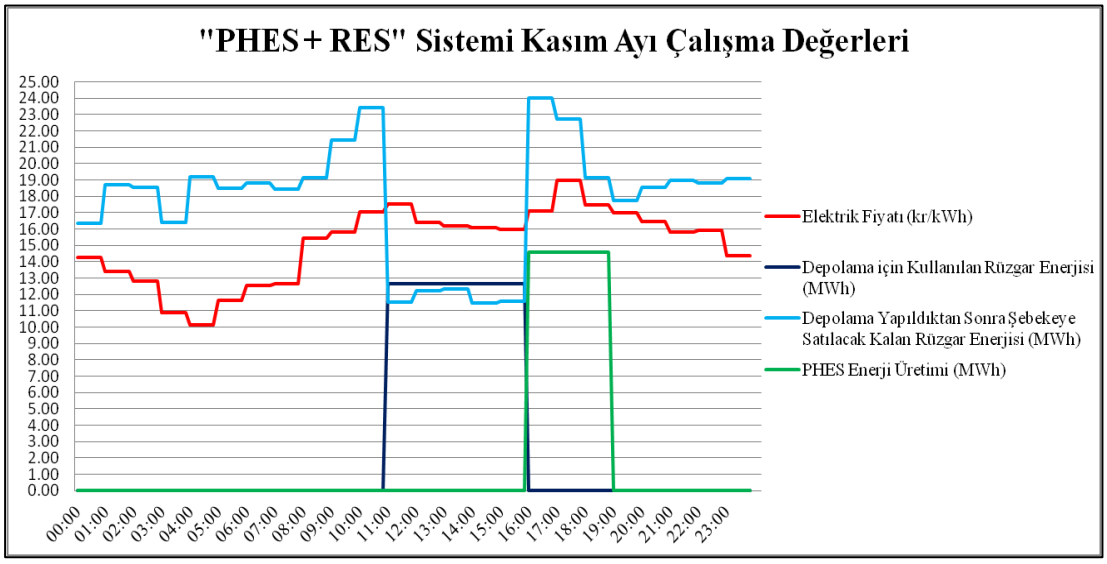
Kasım Ayı'nda;



Şekil C.21: 2. Senaryo PHES Sistemi Kasım Ayı Çalışma Değerleri

2.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Şebeke): 02:00-07:00 saatleri arasında yapılacaktır.



Şekil C.22: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Kasım Ayı Çalışma Değerleri

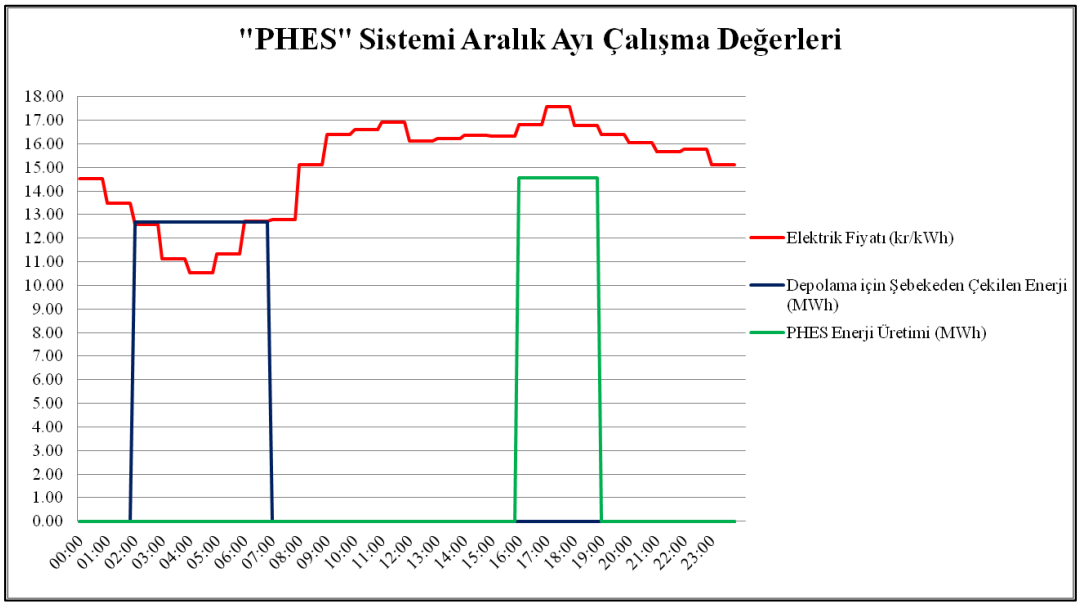
3.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Rüzgar): 11:00-16:00 saatleri arasında yapılacaktır.
Rüzgar Üretim, depolama sonrasında kalan tüm saatlerde rüzgarın esme durumuna göre çalışacak ve enerji üretecektir.

Çizelge C.11: Kasım Ayı Çalışma Değerleri

KASIM AYI ORTALAMA ÇALIŞMA DEĞERLERİ						
	30 MW RÜZGAR TARLASI			PHES		
Saat	Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi	Depolama(Pompaj) için Kullanılan Rüzgar Enerjisi	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılmak İçin Kalan Rüzgar Enerjisi	Orijinal Kapsamda PHES Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	PHES Saatlik Enerji Üretimi	Elektrik Fiyatı
(h)	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**kr/kWh**
00:00	16.357	0.000	16.357	0.000	0.000	14.27
01:00	18.730	0.000	18.730	0.000	0.000	13.43
02:00	18.531	0.000	18.531	12.675	0.000	12.79
03:00	16.429	0.000	16.429	12.675	0.000	10.90
04:00	19.194	0.000	19.194	12.675	0.000	10.13
05:00	18.498	0.000	18.498	12.675	0.000	11.65
06:00	18.796	0.000	18.796	12.675	0.000	12.52
07:00	18.465	0.000	18.465	0.000	0.000	12.64
08:00	19.161	0.000	19.161	0.000	0.000	15.46
09:00	21.414	0.000	21.414	0.000	0.000	15.82
10:00	23.409	0.000	23.409	0.000	0.000	17.05
11:00	24.182	12.675	11.507	0.000	0.000	17.52
12:00	24.922	12.675	12.247	0.000	0.000	16.42
13:00	25.001	12.675	12.326	0.000	0.000	16.22
14:00	24.153	12.675	11.478	0.000	0.000	16.08
15:00	24.274	12.675	11.599	0.000	0.000	15.97
16:00	24.000	0.000	24.000	0.000	14.575	17.12
17:00	22.708	0.000	22.708	0.000	14.575	19.00
18:00	19.161	0.000	19.161	0.000	14.575	17.48
19:00	17.744	0.000	17.744	0.000	0.000	16.98
20:00	18.531	0.000	18.531	0.000	0.000	16.45
21:00	18.995	0.000	18.995	0.000	0.000	15.82
22:00	18.796	0.000	18.796	0.000	0.000	15.95
23:00	19.094	0.000	19.094	0.000	0.000	14.37

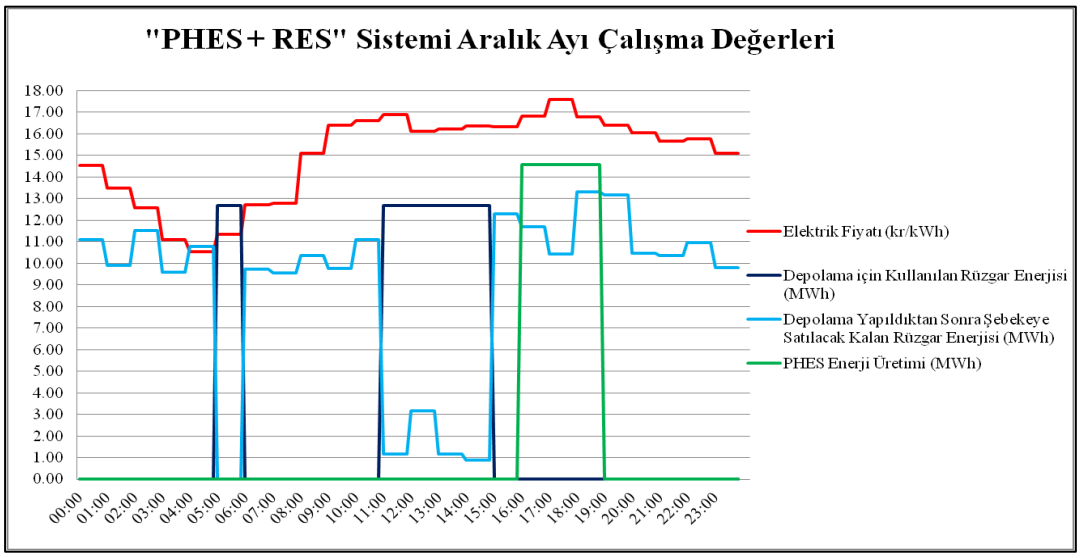
Aralık Ayı'nda;



Şekil C.23: 2. Senaryo PHES Sistemi Aralık Ayı Çalışma Değerleri

2.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Şebeke): 02:00-07:00 saatleri arasında yapılacaktır.



Şekil C.24: 3. Senaryo PHES + RES Sistemi Aralık Ayı Çalışma Değerleri

3.Senaryo Çalışma Programı

PHES Üretim: 16:00-19:00 saatleri
PHES Depolama (Rüzgar): 05:00-06:00 saatleri arasında 1 saat
11:00-15:00 saatleri arasında 4 saat yapılacaktır.

Rüzgar Üretim, depolama sonrasında kalan tüm saatlerde rüzgarın esme durumuna göre çalışacak ve enerji üretecektir.

Çizelge C.12: Aralık Ayı Çalışma Değerleri

ARALIK AYI ORTALAMA ÇALIŞMA DEĞERLERİ						
	30 MW RÜZGAR TARLASI			PHES		
Saat	Rüzgar Tarlası Saatlik Enerji Üretimi	Depolama(Pompaj) için Kullanılan Rüzgar Enerjisi	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılmak İçin Kalan Rüzgar Enerjisi	Orijinal Kapsamda PHES Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Miktarı	PHES Saatlik Enerji Üretimi	Elektrik Fiyatı
(h)	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**(MWh)**	**kr/kWh**
00:00	11.108	0.000	11.108	0.000	0.000	14.52
01:00	9.903	0.000	9.903	0.000	0.000	13.47
02:00	11.503	0.000	11.503	12.675	0.000	12.57
03:00	9.584	0.000	9.584	12.675	0.000	11.11
04:00	10.785	0.000	10.785	12.675	0.000	10.54
05:00	12.675	12.675	0.000	12.675	0.000	11.34
06:00	9.733	0.000	9.733	12.675	0.000	12.71
07:00	9.541	0.000	9.541	0.000	0.000	12.79
08:00	10.340	0.000	10.340	0.000	0.000	15.10
09:00	9.754	0.000	9.754	0.000	0.000	16.39
10:00	11.081	0.000	11.081	0.000	0.000	16.62
11:00	13.835	12.675	1.160	0.000	0.000	16.90
12:00	15.829	12.675	3.154	0.000	0.000	16.12
13:00	13.835	12.675	1.160	0.000	0.000	16.22
14:00	13.539	12.675	0.864	0.000	0.000	16.36
15:00	12.300	0.000	12.300	0.000	0.000	16.34
16:00	11.707	0.000	11.707	0.000	14.575	16.82
17:00	10.427	0.000	10.427	0.000	14.575	17.58
18:00	13.324	0.000	13.324	0.000	14.575	16.79
19:00	13.162	0.000	13.162	0.000	0.000	16.41
20:00	10.452	0.000	10.452	0.000	0.000	16.04
21:00	10.340	0.000	10.340	0.000	0.000	15.66
22:00	10.969	0.000	10.969	0.000	0.000	15.78
23:00	9.796	0.000	9.796	0.000	0.000	15.10

EK-D

Çizelge D.1: Ocak Ayı Maliyet Analizi

Çizelge D.2: Şubat Ayı Maliyet Analizi

Çizelge D.3: Mart Ayı Maliyet Analizi

Çizelge D.4: Nisan Ayı Maliyet Analizi

Çizelge D.5: Mayıs Ayı Maliyet Analizi

Çizelge D.6: Haziran Ayı Maliyet Analizi

Çizelge D.7: Temmuz Ayı Maliyet Analizi

Çizelge D.8: Ağustos Ayı Maliyet Analizi

Çizelge D.9: Eylül Ayı Maliyet Analizi

Çizelge D.10: Ekim Ayı Maliyet Analizi

Çizelge D.11: Kasım Ayı Maliyet Analizi

Çizelge D.12: Aralık Ayı Maliyet Analizi

Çizelge D.1: Ocak Ayı Maliyet Analizi

OCAK AYI MALİYET ANALİZİ					
2. Senaryo PHES SİSTEMİ			**3. Senaryo PHES + RES SİSTEMİ**		
	GİDER	GELİR	GİDER	GELİR	
Saat	Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama (Pompaj) için Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılan Rüzgar Enerjisi Geliri
(h)	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**
00:00	-	-	-	-	1,618.97
01:00	-	-	-	-	1,109.09
02:00	507.00	-	-	-	513.57
03:00	253.50	-	-	-	25.90
04:00	507.00	-	-	-	53.94
05:00	633.75	-	-	-	64.74
06:00	253.50	-	-	-	18.36
07:00	-	-	-	-	17.01
08:00	-	-	-	-	1,811.20
09:00	-	-	-	-	1,522.16
10:00	-	-	-	-	1,774.08
11:00	-	-	-	-	2,240.07
12:00	-	-	-	-	2,209.39
13:00	-	-	-	-	2,352.34
14:00	-	-	-	-	2,176.84
15:00	-	-	-	-	2,052.15
16:00	-	2,326.45	-	2,326.45	2,063.86
17:00	-	2,389.74	-	2,389.74	2,184.58
18:00	-	2,332.42	-	2,332.42	1,765.60
19:00	-	-	-	-	1,571.24
20:00	-	-	-	-	1,563.90
21:00	-	-	-	-	1,352.09
22:00	-	-	-	-	1,429.07
23:00	-	-	-	-	1,300.05
Toplam Gelir	-	7,048.61	-	7,048.61	32,790.20
Toplam Gider	2,154.75	-	-	-	-
Net Gelir (Günlük)	4,893.86		39,838.81		
Ocak Ayı Net Gelir	**151,709.69 TRY**		**1,235,003.13 TRY**		

Çizelge D.2: Şubat Ayı Maliyet Analizi

ŞUBAT AYI MALİYET ANALİZİ					
2. Senaryo PHES SİSTEMİ			**3. Senaryo PHES + RES SİSTEMİ**		
	GİDER	GELİR	GİDER	GELİR	
Saat	Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama (Pompaj) için Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılan Rüzgar Enerjisi Geliri
(h)	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**
00:00	-	-	-	-	1,712.97
01:00	-	-	-	-	1,577.10
02:00	633.75	-	-	-	967.98
03:00	253.50	-	-	-	378.57
04:00	662.46	-	-	-	982.38
05:00	380.25	-	-	-	516.49
06:00	507.00	-	-	-	651.04
07:00	-	-	-	-	1,117.95
08:00	-	-	-	-	1,284.57
09:00	-	-	-	-	1,976.89
10:00	-	-	-	-	994.25
11:00	-	-	-	-	1,144.05
12:00	-	-	-	-	1,197.07
13:00	-	-	-	-	1,357.14
14:00	-	-	-	-	1,254.93
15:00	-	-	-	-	3,090.71
16:00	-	2,009.11	-	2,009.11	3,170.93
17:00	-	2,122.38	-	2,122.38	2,850.47
18:00	-	2,064.55	-	2,064.55	2,074.41
19:00	-	-	-	-	1,837.97
20:00	-	-	-	-	1,756.93
21:00	-	-	-	-	1,576.65
22:00	-	-	-	-	1,796.17
23:00	-	-	-	-	1,808.89
Toplam Gelir	-	6,196.04	-	6,196.04	37,076.49
Toplam Gider	2,436.96	-	-	-	-
Net Gelir (Günlük)	3,759.08		43,272.53		
Şubat Ayı Net Gelir	**116,531.54 TRY**		**1,341,448.53 TRY**		

Çizelge D.3: Mart Ayı Maliyet Analizi

MART AYI MALİYET ANALİZİ					
2. Senaryo PHES SİSTEMİ			**3. Senaryo PHES + RES SİSTEMİ**		
	GİDER	GELİR	GİDER	GELİR	
Saat	Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama (Pompaj) için Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılan Rüzgar Enerjisi Geliri
(h)	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**
00:00	-	-	-	-	1,442.71
01:00	-	-	-	-	1,110.31
02:00	380.25	-	-	-	414.25
03:00	253.50	-	-	-	285.86
04:00	507.00	-	-	-	543.72
05:00	718.17	-	-	-	961.40
06:00	507.00	-	-	-	712.16
07:00	-	-	-	-	1,443.19
08:00	-	-	-	-	2,272.88
09:00	-	1,802.10	-	1,802.10	1,222.25
10:00	-	2,004.49	-	2,004.49	1,430.60
11:00	-	2,034.82	-	2,034.82	1,467.71
12:00	-	-	-	-	1,110.41
13:00	-	-	-	-	1,068.31
14:00	-	-	-	-	2,567.96
15:00	-	-	-	-	2,199.48
16:00	-	-	-	-	2,205.53
17:00	-	-	-	-	1,746.28
18:00	-	-	-	-	1,971.07
19:00	-	-	-	-	1,678.96
20:00	-	-	-	-	1,647.78
21:00	-	-	-	-	1,578.30
22:00	-	-	-	-	1,623.92
23:00	-	-	-	-	1,464.36
Toplam Gelir	-	5,841.41	-	5,841.41	34,169.41
Toplam Gider	2,365.92	-	-	-	-
Net Gelir (Günlük)	3,475.48		40,010.82		
Mart Ayı Net Gelir	**107,739.96 TRY**		**1,240,335.39 TRY**		

Çizelge D.4: Nisan Ayı Maliyet Analizi

NİSAN AYI MALİYET ANALİZİ					
2. Senaryo PHES SİSTEMİ			**3. Senaryo PHES + RES SİSTEMİ**		
	GİDER	GELİR	GİDER	GELİR	
Saat	Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama (Pompaj) için Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılan Rüzgar Enerjisi Geliri
(h)	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**
00:00	-	-	-	-	896.64
01:00	-	-	-	-	822.05
02:00	507.00	-	-	-	508.81
03:00	380.25	-	-	-	417.48
04:00	253.50	-	-	-	262.91
05:00	470.89	-	-	-	388.89
06:00	380.25	-	-	-	26.73
07:00	-	-	-	-	444.36
08:00	-	-	-	-	1,016.67
09:00	-	1,575.17	-	1,575.17	2,553.89
10:00	-	1,806.58	-	1,806.58	2,994.36
11:00	-	1,903.25	-	1,903.25	3,168.19
12:00	-	-	-	-	2,407.54
13:00	-	-	-	-	1,126.48
14:00	-	-	-	-	855.35
15:00	-	-	-	-	1,925.36
16:00	-	-	-	-	1,528.33
17:00	-	-	-	-	1,078.59
18:00	-	-	-	-	832.81
19:00	-	-	-	-	986.75
20:00	-	-	-	-	958.54
21:00	-	-	-	-	679.09
22:00	-	-	-	-	963.63
23:00	-	-	-	-	796.04
Toplam Gelir	-	5,285.01	-	5,285.01	27,639.48
Toplam Gider	1,991.89	-	-	-	-
Net Gelir (Günlük)	3,293.11		32,924.49		
Nisan Ayı Net Gelir	**102,086.52 TRY**		**1,020,659.19 TRY**		

Çizelge D.5: Mayıs Ayı Maliyet Analizi

MAYIS AYI MALİYET ANALİZİ					
2. Senaryo PHES SİSTEMİ			**3. Senaryo PHES + RES SİSTEMİ**		
	GİDER	GELİR	GİDER	GELİR	
Saat	Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama (Pompaj) için Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılan Rüzgar Enerjisi Geliri
(h)	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**
00:00	-	-	-	-	384.81
01:00	-	-	-	-	305.05
02:00	380.25	-	-	-	110.95
03:00	507.00	-	-	-	149.74
04:00	253.50	-	-	-	72.38
05:00	633.75	-	-	-	195.09
06:00	507.00	-	-	-	286.98
07:00	-	-	-	-	769.02
08:00	-	-	-	-	451.14
09:00	-	1,748.25	-	1,748.25	2,290.34
10:00	-	2,002.48	-	2,002.48	2,876.14
11:00	-	2,202.09	-	2,202.09	2,909.96
12:00	-	-	-	-	376.67
13:00	-	-	-	-	386.44
14:00	-	-	-	-	173.34
15:00	-	-	-	-	66.95
16:00	-	-	-	-	898.02
17:00	-	-	-	-	600.76
18:00	-	-	-	-	369.58
19:00	-	-	-	-	263.18
20:00	-	-	-	-	249.30
21:00	-	-	-	-	272.52
22:00	-	-	-	-	439.06
23:00	-	-	-	-	384.93
Toplam Gelir	-	5,952.82	-	5,952.82	15,282.36
Toplam Gider	2,281.50	-	-	-	-
Net Gelir (Günlük)		3,671.32		21,235.19	
Mayıs Ayı Net Gelir	**113,811.07 TRY**		**658,290.82 TRY**		

Çizelge D.6: Haziran Ayı Maliyet Analizi

HAZİRAN AYI MALİYET ANALİZİ					
2. Senaryo PHES SİSTEMİ			**3. Senaryo PHES + RES SİSTEMİ**		
	GİDER	GELİR	GİDER	GELİR	
Saat	Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama (Pompaj) için Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılan Rüzgar Enerjisi Geliri
(h)	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**
00:00	-	-	-	-	119.25
01:00	-	-	-	-	76.88
02:00	633.75	-	-	-	46.81
03:00	253.50	-	-	-	31.25
04:00	490.86	-	-	-	75.02
05:00	361.11	-	-	-	83.57
06:00	337.63	-	-	-	193.09
07:00	-	-	-	-	767.19
08:00	-	-	-	-	544.77
09:00	-	-	-	-	686.99
10:00	-	1,847.14	-	1,847.14	2,854.46
11:00	-	2,030.33	-	2,030.33	3,007.75
12:00	-	1,664.95	-	1,664.95	2,192.58
13:00	-	-	-	-	537.59
14:00	-	-	-	-	192.41
15:00	-	-	-	-	9.27
16:00	-	-	-	-	1,094.50
17:00	-	-	-	-	667.48
18:00	-	-	-	-	280.53
19:00	-	-	-	-	276.16
20:00	-	-	-	-	205.80
21:00	-	-	-	-	123.19
22:00	-	-	-	-	108.41
23:00	-	-	-	-	114.51
Toplam Gelir	-	5,542.42	-	5,542.42	14,289.45
Toplam Gider	2,076.85	-	-	-	-
Net Gelir (Günlük)	3,465.57		19,831.88		
Haziran Ayı Net Gelir	**107,432.71 TRY**		**614,788.13 TRY**		

Çizelge D.7: Temmuz Ayı Maliyet Analizi

TEMMUZ AYI MALİYET ANALİZİ					
2. Senaryo PHES SİSTEMİ			**3. Senaryo PHES + RES SİSTEMİ**		
	GİDER	GELİR	GİDER	GELİR	
Saat	Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama (Pompaj) için Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılan Rüzgar Enerjisi Geliri
(h)	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**
00:00	-	-	-	-	403.11
01:00	-	-	-	-	471.34
02:00	-	-	-	-	495.64
03:00	633.75	-	-	-	178.69
04:00	633.75	-	-	-	163.24
05:00	253.50	-	-	-	69.37
06:00	633.75	-	-	-	296.78
07:00	760.50	-	-	-	608.01
08:00	-	-	-	-	116.15
09:00	-	-	-	-	383.73
10:00	-	-	-	-	1,029.93
11:00	-	-	-	-	1,202.45
12:00	-	-	-	-	1,050.22
13:00	-	2,566.46	-	2,566.46	2,626.12
14:00	-	2,644.01	-	2,644.01	2,386.80
15:00	-	2,620.02	-	2,620.02	1,726.60
16:00	-	-	-	-	1,224.81
17:00	-	-	-	-	647.28
18:00	-	-	-	-	365.28
19:00	-	-	-	-	221.21
20:00	-	-	-	-	187.35
21:00	-	-	-	-	342.96
22:00	-	-	-	-	329.32
23:00	-	-	-	-	422.65
Toplam Gelir	-	7,830.48	-	7,830.48	16,949.02
Toplam Gider	2,915.25	-	-	-	-
Net Gelir (Günlük)	4,915.23		24,779.51		
Temmuz Ayı Net Gelir	**152,372.27 TRY**		**768,164.75 TRY**		

Çizelge D.8: Ağustos Ayı Maliyet Analizi

AĞUSTOS AYI MALİYET ANALİZİ					
2. Senaryo PHES SİSTEMİ			**3. Senaryo PHES + RES SİSTEMİ**		
	GİDER	GELİR	GİDER	GELİR	
Saat	Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama (Pompaj) için Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılan Rüzgar Enerjisi Geliri
(h)	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**
00:00	-	-	-	-	1,477.83
01:00	-	-	-	-	1,607.57
02:00	-	-	-	-	1,846.72
03:00	633.75	-	-	-	682.34
04:00	253.50	-	-	-	255.91
05:00	380.25	-	-	-	460.77
06:00	507.00	-	-	-	877.71
07:00	633.75	-	-	-	1,237.51
08:00	-	-	-	-	1,673.57
09:00	-	-	-	-	1,864.75
10:00	-	-	-	-	2,124.87
11:00	-	-	-	-	2,258.26
12:00	-	-	-	-	2,230.52
13:00	-	2,438.93	-	2,438.93	4,254.78
14:00	-	2,488.61	-	2,488.61	4,243.04
15:00	-	2,476.11	-	2,476.11	4,037.49
16:00	-	-	-	-	3,487.20
17:00	-	-	-	-	2,211.33
18:00	-	-	-	-	1,586.67
19:00	-	-	-	-	997.57
20:00	-	-	-	-	933.80
21:00	-	-	-	-	990.37
22:00	-	-	-	-	1,039.54
23:00	-	-	-	-	1,365.88
Toplam Gelir	-	7,403.65	-	7,403.65	43,746.00
Toplam Gider	2,408.25	-	-	-	-
Net Gelir (Günlük)	4,995.40		51,149.65		
Ağustos Ayı Net Gelir	**154,857.36 TRY**		**1,585,639.10 TRY**		

Çizelge D.9: Eylül Ayı Maliyet Analizi

EYLÜL AYI MALİYET ANALİZİ					
2. Senaryo PHES SİSTEMİ			**3. Senaryo PHES + RES SİSTEMİ**		
	GİDER	GELİR	GİDER	GELİR	
Saat	Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama (Pompaj) için Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılan Rüzgar Enerjisi Geliri
(h)	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**
00:00	-	-	-	-	1,340.97
01:00	-	-	-	-	1,279.08
02:00	-	-	-	-	1,365.86
03:00	380.25	-	-	-	288.15
04:00	253.50	-	-	-	179.21
05:00	760.50	-	-	-	568.65
06:00	633.75	-	-	-	552.50
07:00	507.00	-	-	-	667.95
08:00	-	-	-	-	1,603.13
09:00	-	-	-	-	1,869.35
10:00	-	-	-	-	2,068.98
11:00	-	-	-	-	2,337.29
12:00	-	-	-	-	2,007.52
13:00	-	2,525.44	-	2,525.44	4,261.64
14:00	-	2,727.37	-	2,727.37	3,964.95
15:00	-	2,689.64	-	2,689.64	3,352.82
16:00	-	-	-	-	1,746.79
17:00	-	-	-	-	1,222.10
18:00	-	-	-	-	690.15
19:00	-	-	-	-	947.86
20:00	-	-	-	-	674.37
21:00	-	-	-	-	929.69
22:00	-	-	-	-	991.97
23:00	-	-	-	-	1,353.64
Toplam Gelir	-	7,942.45	-	7,942.45	36,264.61
Toplam Gider	2,535.00	-	-	-	-
Net Gelir (Günlük)		5,407.45			44,207.06
Eylül Ayı Net Gelir	**167,631.01 TRY**		**1,370,419.00 TRY**		

Çizelge D.10: Ekim Ayı Maliyet Analizi

EKİM AYI MALİYET ANALİZİ					
2. Senaryo PHES SİSTEMİ			**3. Senaryo PHES + RES SİSTEMİ**		
	GİDER	GELİR	GİDER	GELİR	
Saat	Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama (Pompaj) için Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılan Rüzgar Enerjisi Geliri
(h)	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**
00:00	-	-	-	-	1,838.16
01:00	-	-	-	-	2,059.94
02:00	760.50	-	-	-	1,097.93
03:00	633.75	-	-	-	707.91
04:00	633.75	-	-	-	715.98
05:00	633.75	-	-	-	221.05
06:00	507.00	-	-	-	232.91
07:00	-	-	-	-	892.33
08:00	-	-	-	-	1,229.52
09:00	-	-	-	-	1,516.59
10:00	-	2,300.35	-	2,300.35	3,765.98
11:00	-	2,440.03	-	2,440.03	4,061.21
12:00	-	2,215.36	-	2,215.36	3,687.90
13:00	-	-	-	-	3,627.46
14:00	-	-	-	-	3,480.47
15:00	-	-	-	-	2,999.13
16:00	-	-	-	-	2,774.50
17:00	-	-	-	-	2,471.79
18:00	-	-	-	-	2,812.87
19:00	-	-	-	-	2,310.34
20:00	-	-	-	-	2,097.62
21:00	-	-	-	-	1,908.71
22:00	-	-	-	-	1,907.40
23:00	-	-	-	-	1,747.80
Toplam Gelir	-	6,955.74	-	6,955.74	50,165.49
Toplam Gider	3,168.75	-	-	-	-
Net Gelir (Günlük)		3,786.99			57,121.23
Ekim Ayı Net Gelir	**117,396.69 TRY**		**1,770,758.06 TRY**		

Çizelge D.11: Kasım Ayı Maliyet Analizi

KASIM AYI MALİYET ANALİZİ					
2. Senaryo PHES SİSTEMİ			**3. Senaryo PHES + RES SİSTEMİ**		
	GİDER	GELİR	GİDER	GELİR	
Saat	Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama (Pompaj) için Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılan Rüzgar Enerjisi Geliri
(h)	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**
00:00	-	-	-	-	2,333.54
01:00	-	-	-	-	2,514.97
02:00	633.75	-	-	-	926.54
03:00	887.25	-	-	-	1,150.06
04:00	760.50	-	-	-	1,151.63
05:00	633.75	-	-	-	924.89
06:00	507.00	-	-	-	751.84
07:00	-	-	-	-	2,333.83
08:00	-	-	-	-	2,962.12
09:00	-	-	-	-	3,387.14
10:00	-	-	-	-	3,990.55
11:00	-	-	-	-	2,015.82
12:00	-	-	-	-	2,010.46
13:00	-	-	-	-	1,998.81
14:00	-	-	-	-	1,845.88
15:00	-	-	-	-	1,852.90
16:00	-	2,495.27	-	2,495.27	4,108.89
17:00	-	2,768.54	-	2,768.54	4,313.40
18:00	-	2,547.93	-	2,547.93	3,349.58
19:00	-	-	-	-	3,012.83
20:00	-	-	-	-	3,048.43
21:00	-	-	-	-	3,004.13
22:00	-	-	-	-	2,997.31
23:00	-	-	-	-	2,744.25
Toplam Gelir	-	7,811.74	-	7,811.74	58,729.79
Toplam Gider	3,422.25	-	-	-	-
Net Gelir (Günlük)		4,389.49			66,541.53
Kasım Ayı Net Gelir	**136,074.14 TRY**		**2,062,787.41 TRY**		

Çizelge D.12: Aralık Ayı Maliyet Analizi

ARALIK AYI MALİYET ANALİZİ					
2. Senaryo PHES SİSTEMİ			**3. Senaryo PHES + RES SİSTEMİ**		
	GİDER	GELİR	GİDER	GELİR	
Saat	Depolama (Pompaj) için Şebekeden Çekilen Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama (Pompaj) için Enerji Gideri	PHES Enerji Üretim Geliri	Depolama Yapıldıktan Sonra Şebekeye Satılan Rüzgar Enerjisi Geliri
(h)	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**	**(TL)**
00:00	-	-	-	-	1,612.79
01:00	-	-	-	-	1,333.57
02:00	253.50	-	-	-	230.07
03:00	633.75	-	-	-	479.19
04:00	507.00	-	-	-	431.40
05:00	633.75	-	-	-	-
06:00	507.00	-	-	-	389.30
07:00	-	-	-	-	1,220.33
08:00	-	-	-	-	1,561.40
09:00	-	-	-	-	1,599.08
10:00	-	-	-	-	1,841.58
11:00	-	-	-	-	196.13
12:00	-	-	-	-	508.55
13:00	-	-	-	-	188.21
14:00	-	-	-	-	141.39
15:00	-	-	-	-	2,009.66
16:00	-	2,451.90	-	2,451.90	1,969.48
17:00	-	2,562.61	-	2,562.61	1,833.24
18:00	-	2,446.94	-	2,446.94	2,236.87
19:00	-	-	-	-	2,159.27
20:00	-	-	-	-	1,676.32
21:00	-	-	-	-	1,618.81
22:00	-	-	-	-	1,730.99
23:00	-	-	-	-	1,479.70
Toplam Gelir	-	7,461.45	-	7,461.45	28,447.33
Toplam Gider	2,535.00	-	-	-	-
Net Gelir (Günlük)		4,926.45		35,908.77	
Aralık Ayı Net Gelir	**152,719.81 TRY**		**1,113,171.89 TRY**		

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad	**:** Duygu BÜYÜKYILDIZ
Doğum Yeri ve Tarihi	**:** İstanbul 06/10/1987
Adres	**:** Zuharatbaba Mah. Yolbaşı Sok. Semur 2 Apt. No:2/12 Bakırköy/İST
Lisans	**:**Trakya Üniversitesi Makine Mühendisliği