

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AFRİKA BÖLGESİ YÖNETİŞİM VE ELEKTRİK TÜKETİM DEĞERLERİ  
ÜZERİNDEN ENERJİ YATIRIMI STRATEJİSİ BELİRLEME**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ömer ALADİNLİ**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Endüstri Mühendisliği Programı**

**KASIM 2015**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AFRİKA BÖLGESİ YÖNETİŞİM VE ELEKTRİK TÜKETİM DEĞERLERİ  
ÜZERİNDEN ENERJİ YATIRIMI STRATEJİSİ BELİRLEME**



**Ömer ALADİNLİ**

**(507131122)**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Endüstri Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı : Yard. Doç. Şeyda Serdar ASAN**

**KASIM 2015**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 507131122 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Ömer ALADİNLİ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “AFRİKA BÖLGESİ YÖNETİŞİM VE ELEKTRİK TÜKETİM DEĞERLERİ ÜZERİNDEN ENERJİ YATIRIMI STRATEJİSİ BELİRLEME” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Yard. Doç. Şeyda Serdar ASAN** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Yard. Doç. Şeyda Serdar ASAN** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Öğr. Gör. Dr. Erkan İŞIKLI** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Yard. Doç. Tuncay GÜRBÜZ** .....  
Galatasaray Üniversitesi

**Teslim Tarihi** : **27 Kasım 2015**  
**Savunma Tarihi** : **14 Nisan 2016**





*Aileme,*

*“İyi yaşamayı sonraya bırakan kimse,  
Yolunda bir ırmakla karşılaşp da  
Akıp geçmesini bekleyen köylüye benzer”*



## ÖNSÖZ

Afrika kıtası, üzerinde neredeyse 1 milyara yakın insanın yaşadığı, dünya kara alanlarının %24' ünü oluşturan bir bölgedir. Nüfusu çok hızlı bir şekilde artmakta dolayısı ile enerjiye olan talepleri git gide daha da artmaktadır. Talebin arttığı, ancak bir türlü yeterli arzın sağlanamadığı bir dünyada Afrika kıtası, gelişimini sürdürmek ve potansiyel gücünü ortaya koyabilmek adına enerji eksiklik problemini çözmelidir. Günümüz koşullarında da temel enerji çözümü için dış bir destek almak zorundadır.

Afrika Kıtası' na yapılacak yatırıma dair doğru adımlar atabilmek adına bu bağlamda elektrik ve enerji ile ilgili konularda doğru tahmin yöntemleri belirlenmelidir. Parametreleri ve verileri doğru yorumlamalı ve olası en uygun tahmin yöntemi seçilerek yorumlamalara devam edilmelidir. Yatırımcılar bunun yanında, ülke yönetimlerine dair diğer parametreleri de göz önüne almalı, ülkelerin eksilerini ve artılarını belirlemeli ve yapacakları yatırımların süreklilik ve güvenilirliğine dikkat etmelidirler.

Bu çalışmada veriler öncelikle karakteristiklerine göre incelenmiş, ardından bu karakteristiğe uygun olacak şekilde farklı modeller ile elektrik tüketim tahminleri yapılmış ve en az hata birimli model ile de Cezayir, Mısır, Nijerya, Güney Afrika ve Zambiya için gelecek döneme ait tahminler yapılmıştır. Bununla beraber ülkelerin genel yönetim karakteristiklerinin elektrik tüketimleri üzerindeki etkisine bakılmış ve yukarıda belirtilen 5 ülkenin bu bağlamda yatırıma yatkınlığı incelenmiştir.

Çalışma boyunca gösterdiği destek, paylaşım, motivasyon ve anlayışından dolayı değerli danışmanım Yard. Doç. Şeyda Serdar Asan'a, çalışma boyunca desteğini hissettiren ve çok anlayışlı olan Annem' e, Babam'a ve Dede' lerime, beni yalnız bırakmayan kardeşlerim Eren, Baran, Doruk, Özgün ve Bilal' e ve son olarak çalışmamda paylaşımları ile değer katan değerli yöneticim Sn. Beyza Özdemir' e teşekkürlerimi sunarım.

Kasım, 2015

ÖMER ALADİNLİ  
(Endüstri & Malzeme Mühendisi)



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
KISALTMALAR .....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
SAYFA .....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY .....	xix
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DÜNYADA ELEKTRİK VE ENERJİ KULLANIMI .....</b>	<b>3</b>
2.1 Afrika Bölgesindeki Enerji ve Elektrik Kullanımına Genel Bakış .....	4
<b>3. TALEP TAHMİNİ.....</b>	<b>9</b>
3.1 Tahminin Önemi ve Amacı .....	9
3.2 Tahmin ve Karar Verme.....	9
3.3 Talep Tahmini Yöntem Seçimi .....	10
3.4 Zaman Serilerine Genel Bakış.....	11
3.6 Literatürde Tahmin ve Enerji&Elektrik Tahminleri .....	12
3.6 Literatürde Enerji & Yönetişim Göstergeleri & Ekonometrik Etkileşimler ve Panel Analiz .....	15
<b>4. TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ.....</b>	<b>19</b>
4.1 Zaman Serileri Analizi .....	19
4.1.1 Zaman serilerinde ayrıştırma metodu (decomposition) ile analiz.....	20
4.1.1.1 Hareketli ortalama ile mevsimsellik özelliğinin giderilmesi .....	21
4.1.1.2 Trendin belirlenmesi .....	22
4.1.2 Durağan seriler için mevsimsellik faktörü .....	22
4.1.3 Zaman serileri çarpımsal model .....	22
4.2 Basit (Tekli) Hareketli Ortalama.....	23
4.3 Basit (Tekli) Üstel Düzeltme Metodu .....	24
4.3.1 $N - \alpha$ ilişkisi denkliği.....	25
4.3.2 İki yöntem arasındaki benzerlikler.....	25
4.3.3 İki yöntem arasındaki farklar .....	26
4.4 Nedensellik Analizleri ve Ekonometrik Tahmin.....	26
4.4.1 Lineer trend .....	27
4.4.1.1 Lineer regresyon.....	27
4.4.2 Polinomal trend .....	28
4.4.3 Logaritmik trend .....	28
4.4.3.1 İkinci dereceden eğrisel regresyon.....	28
4.4.4 Çoklu regresyon analizi .....	28
4.4.5 Regresyon analizlerindeki testler ve hata kalıntıları .....	29
4.4.5.1 Kalıntılar (hata değerleri).....	29
4.4.5.2 Standart kalıntı sapması .....	29

4.4.5.3 Çoklu belirtme katsayısı ( $r^2$ ) .....	30
4.4.5.4 Düzenlenmiş çoklu belirtme katsayısı.....	30
4.4.5.5 F test .....	30
4.4.5.6 T test.....	31
4.5 Holt's Metodu.....	31
4.6 Winter's Metodu.....	32
4.7 Box-Jenkins Modeli.....	32
4.7.1 AR(p) otoregresif process .....	33
4.7.2 Ma (q) modeli.....	33
4.7.3 Arma modeli.....	34
4.7.4 Arıma modeli.....	34
4.7.4.1 Arıma modeli ile tahmin .....	35
4.8 Durağanlık ile İlgili Testler .....	36
4.8.1 Dickey fuller test .....	36
4.8.2 Trend için dickey fuller test .....	36
4.9 Gri Model .....	38
4.9.1 Gri (1,1) modeli.....	38
4.10 Tahminlerin Değerlendirilmesi .....	40
4.10.1 Ortalama mutlak sapma.....	40
4.10.2 Ortalama karesel hata karekökü .....	40
4.10.3 Ortalama mutlak hata yüzdesi .....	41
<b>5. PANEL VERİ ANALİZİ .....</b>	<b>43</b>
5.1 Panel Modelin Avantajları ve Kısıtları.....	43
5.2 Sabit Etki Modelleri .....	44
5.3 Tesadüfi Etki Modelleri.....	45
5.4 Hausman Testi .....	46
5.5 Eşbütünleşme Testi.....	46
<b>6. UYGULAMA VE METODOLOJİ.....</b>	<b>49</b>
6.1 Yönetişim ve Elektrik Tüketimin Değerlerine Ait Veriler.....	49
6.1.1 Mo Ibrahim verileri .....	50
6.1.2 Veri toplama stratejisi .....	51
6.1.3 Cezayir yönetim durumu .....	51
6.1.4 Mısır yönetim durumu .....	52
6.1.5 Nijerya yönetim durumu.....	53
6.1.6 Güney afrika yönetim durumu.....	54
6.1.7 Zambiya yönetim durumu .....	56
6.2 Metodoloji .....	57
6.3 Zaman Serileri Tahmin Uygulaması .....	57
6.4 Cezayir.....	60
6.5 Mısır .....	61
6.6 Nijerya .....	63
6.7 Güney Afrika .....	65
6.8 Zambiya.....	67
6.9 Tahmin Yöntemlerinden Elde Edilen Sonuç.....	69
6.10 Panel Analiz Uygulaması .....	70
<b>7. SONUÇLAR VE BULGULAR .....</b>	<b>81</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>83</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>89</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>93</b>

## KISALTMALAR

<b>ACF</b>	: Otokorelasyon fonksiyonu
<b>AR</b>	: Otoregresif
<b>ARIMA</b>	: Bütünleşik Otoregresif Hareketli Ortalama
<b>ARMA</b>	: Otoregresif hareketli ortalama
<b>BÜİ</b>	: Birikim Üretme İşlevi
<b>COV</b>	: Kovaryans
<b>ETKB:</b>	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
<b>GHU</b>	: Güvenlik ve Hukuk Üstünlüğü
<b>GM</b>	: Gri Model
<b>IAG</b>	: Ibrahim Index of African Governance
<b>İG</b>	: İnsan Gelişimi
<b>KİH</b>	: Katılım & İnsan Hakları
<b>MA</b>	: Hareketli Ortalama
<b>MAD</b>	: Ortalama Mutlak Hata
<b>MAE</b>	: Ortalama Mutlak Hata
<b>MAPE</b>	: Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi
<b>MSE</b>	: Ortalama Kare Hatası
<b>MTOE</b>	: Milyon ton Yakıt Sonucu Çıkan Enerji
<b>MW</b>	: Megawatt
<b>NN</b>	: Yapay Sinir Ağları
<b>PACF</b>	: Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu
<b>SEF</b>	: Sürdürülebilir Ekonomik Fırsatlar
<b>SARIMA</b>	: Sezonsal Bütünleşik Otoregresif Hareketli Ortalama
<b>TWH</b>	: Terwattsaat



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 2.1 : Birincil derece enerji tüketimi (milyon tep) .....	4
Çizelge 2.2 : 2012' de afrikadaki enerji türü dağılımı (mtoe). .....	7
Çizelge 6.1 : IIAG cezayir genel yönetim ülke trendi.....	52
Çizelge 6.2 : IIAG Mısır genel yönetim ülke trendi. ....	53
Çizelge 6.3: IIAG Nijerya genel yönetim ülke trendi. ....	54
Çizelge 6.4 : IIAG Güney Afrika Genel Yönetişim Ülke Trendi .....	55
Çizelge 6.5 : IIAG Zambiya Genel Yönetişim Ülke Trendi.....	56
Çizelge 6.6 : Ülkeler bazında Ortalama mutlak hata cinsinden tahmin modellerin karşılaştırılması. ....	69
Çizelge 6.7 : 5 Yıllık Elektrik Talep Tahmini .....	70



## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1 : Türlerine göre fosil yakıt rezervlerinin kalan ömürleri (ETKB, 2015).....	3
Şekil 2.2: Afrika ülkelerinde elektriğe erişimi olmayan nüfus göstergesi. ....	5
Şekil 2.3 : Afrika şehir ve kırsal alandaki enerji tipi kullanımı. ....	6
Şekil 3.1: Tahmin ve karar verme. ....	10
Şekil 4.1 : Üstel düzeltme ile geçmiş verilere uygulanan ağırlık. ....	24
Şekil 4.2 : Regresyon çizgisi örneği. ....	27
Şekil 4.3 : Standart kalıntı hatası. ....	29
Şekil 4.4 : Heterokedastisitenin varlığı (sol) ve değişen varyansı (sağda).....	29
Şekil 4.5 : %95 güven aralıklı ar(1) için katsayısı 0,8 olan acf, katsayısı -0,8 olan acf. ....	37
Şekil 4.6 : %95 güven aralıklı ar(1) için katsayısı 0,8 olan pacf, katsayısı -0,8 olan pacf. ....	37
Şekil 4.7 : %95 güven aralıklı ma(1) için katsayısı 0,7 olan acf, katsayısı -0,7 olan acf. ....	37
Şekil 4.8 : %95 güven aralıklı ma(1) için katsayısı 0,7 olan pacf, katsayısı -0,7 olan pacf. ....	38
Şekil 6.1: IAG yönetim kategorileri. ....	50
Şekil 6.2: Cezayir yönetim kategorileri 2000-2014 arası değerleri. ....	52
Şekil 6.3 : Mısır yönetim kategorileri 2000-2014 arası değerleri. ....	53
Şekil 6.4 : Nijerya yönetim kategorileri 2000-2014 arası değerleri.....	54
Şekil 6.5 : Güney afrika yönetim kategorileri 2000-2014 arası değerleri.....	55
Şekil 6.6 : Zambiya yönetim kategorileri 2000-2014 arası değerleri. ....	56
Şekil 6.7 : Cezayir 1973-2013 elektrik tüketimi (tmw). ....	58
Şekil 6.8 : Mısır 1973-2013 elektrik tüketimi (tmw). ....	58
Şekil 6.9 : Nijerya 1973-2013 elektrik tüketimi (tmw). ....	58
Şekil 6.10 : Güney afrika 1973-2013 elektrik tüketimi (tmw). ....	59
Şekil 6.11: Zambiya 1973-2013 elektrik tüketimi (tmw). ....	59

<b>Şekil 6.13</b> : MA = 2, 3 ve 4 (solda) ve $\alpha=0,7/0,8/0,9$ üstel düzeltme yöntemi.....	<b>60</b>
<b>Şekil 6.14</b> : Regresyon (solda) ve holt's metodu (sağda). .....	<b>61</b>
<b>Şekil 6.15</b> : Eğrisel regresyon (solda) ve arıma (1,2,1) modeli (sağda). .....	<b>61</b>
<b>Şekil 6.16</b> : Mısır geçmiş veriler ait periyodogram (solda) ve yoğunluk grafiği (sağda) .....	<b>62</b>
<b>Şekil 6.17</b> : MA = 2, 3 ve 4 (solda) ve $\alpha=0,7/0,8/0,9$ üstel düzeltme yöntemi .....	<b>62</b>
<b>Şekil 6.18</b> : Lineer regresyon (solda) ve holt's metodu $\alpha=0,83$ ve $\beta=0,148$ (sağda)..	<b>63</b>
<b>Şekil 6.19</b> : Eğrisel regresyon (solda) ve arıma (0,2,1) modeli (sağda). .....	<b>63</b>
<b>Şekil 6.20</b> : Periyodogram grafiği (sağda) ve yoğunluk grafiği (solda). .....	<b>64</b>
<b>Şekil 6.21</b> : MA = 2, 3 ve 4 (solda) ve $\alpha=0,7/0,8/0,9$ üstel düzeltme yöntemi.....	<b>64</b>
<b>Şekil 6.22</b> : Regresyon analizi (solda) ve holt's metodu (sağda).....	<b>65</b>
<b>Şekil 6.23</b> : İkinci dereceden regresyon (solda) ve arıma (2,2,2) modeli (sağda). ....	<b>65</b>
<b>Şekil 6.24</b> : Güney afrika geçmiş veriler ait periyodogram (solda) ve yoğunluk grafiği (sağda).....	<b>66</b>
<b>Şekil 6.25</b> : Hareketli ortalama (2) (solda) ve üstel düzeltme ( $\alpha=0,9$ ) (sağda).....	<b>66</b>
<b>Şekil 6.26</b> : Lineer regresyon analizi (solda) ve holt's metodu (sağda). .....	<b>66</b>
<b>Şekil 6.27</b> : İkinci dereceden regresyon (solda) ve arıma(1,1,1) modeli (sağda). ....	<b>67</b>
<b>Şekil 6.28</b> : Zambiya geçmiş veriler ait periyodogram (solda) ve yoğunluk grafiği (sağda). .....	<b>67</b>
<b>Şekil 6.29</b> : Hareketli ortalama (solda) ve üstel düzeltme modeli (sağda). .....	<b>68</b>
<b>Şekil 6.30</b> : Lineer regresyon analizi (solda) ve holt's metodu (sağda). .....	<b>68</b>
<b>Şekil 6.31</b> : İkinci dereceden regresyon (solda) ve arıma (2,2,1) modeli (sağda). ....	<b>68</b>
<b>Şekil 6.32</b> : Panel eşbütünleşme testi sonuçları .....	<b>71</b>
<b>Şekil 6.33</b> : Havuz veri ile yapılan regresyon analizi. ....	<b>72</b>
<b>Şekil 6.34</b> : Rassal etki modeli analiz sonucu.....	<b>73</b>
<b>Şekil 6.35</b> : Hausman testi .....	<b>73</b>
<b>Şekil 6.36</b> : Sabit etkili model ile regresyon analizi sonucu.....	<b>74</b>
<b>Şekil 6.37</b> : IG2 gösterge değeri ile sabit etkili model regresyonu.....	<b>76</b>
<b>Şekil 6.38</b> : SEF göstergesinin karesi ile yapılan sabit etkili model.....	<b>76</b>

## AFRİKA BÖLGESİ YÖNETİŞİM VE ELEKTRİK TÜKETİM DEĞERLERİ ÜZERİNDEN ENERJİ YATIRIMI STRATEJİSİ BELİRLEME

### ÖZET

Dünyada enerjinin önemi giderek artmaktadır. Her geçen gün teknolojinin gelişmesi ile enerjiye olan talep daha da artmakta, dünyada nüfusun da giderek artması ile enerjinin kapsamı daha da genişlemektedir. Enerji tüketimi içinde de kaynak olarak en çok kullanılan enerji çeşitleri arasında elektrik enerjisi gelmektedir. Verilere göre, kentsel bölgelerde ve gelişmiş ülkelerde elektrik diğer ülkelere göre daha çok kullanılmaktadır. Bundan dolayı, elektrik tüketimi gelişmişliğin getirdiği bir çıktı olarak gözükmemektedir. Kırsal kesimlere gidildikçe ve gelişmişlik düzeyi düşük olan ülkelere bakıldığında ise elektrik kullanımının oranı azalmaktadır.

Dünya üzerindeki en büyük kıta olan Afrikada ise elektrik ve enerjiye ulaşım gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Elektriğin bölgeye getireceği sosyal ve ekonomik kalkınmadan yararlanmak isteyen Afrika bölgesinde en önemli konuların başında enerji ve elektriğe ulaşım gelmektedir. Özellikle çok hızlı nüfus artışı gösteren bölge olan Sahra çölü altındaki ülkelerin enerjiye ihtiyacı çok daha fazladır. Yaklaşık 1 milyar nüfusa sahip Afrika'da 600 – 650 milyon kişinin elektriğe erişimi yoktur. Bu da enerji üretici ve yatırımcılarını cezbetmekte, ancak bölgedeki yönetim (“governance”) zayıflığından enerji yatırımcılarını tereddütte bırakmaktadır.

Çalışmada Kuzey Afrika ülkelerinden Cezayir, Mısır; Batı Afrika ülkelerinden Nijerya, ve Güney Afrika bölgesinde bulunan Zambiya ve Güney Afrika ile ilgili 1973 ve 2014 yılları arasındaki elektrik tüketim değerlerine bakılarak 7 farklı tahmin modeli denenmiştir. Bu ülkeler Afrika'nın farklı bölgelerinden ve farklı gelişmişlik düzeylerine sahip olan ülkelere örnek olması açısından belirlenmiştir. Elektrik tahminleri yapılmadan önce verilere periyodogram analizi yapıp ardından çıkan sonuca göre talep modeli belirlenmiştir. Çalışmada uygulanan yöntemler; Hareketli Ortalama, Üstel Düzeltme, Lineer regresyon, İkinci dereceden eğrisel regresyon, Holt's Metodu ve ARIMA modelidir. Çalışma sonunda her bir ülke için en iyi bulunan model, en az tahmin hatası veren model seçilmiştir ve bu model ile gelecek 5 yıl için ülkeler adına elektrik tüketim tahminleri yapılmıştır. Yıllık bazlı veriler alındığından geçmişten günümüze gelen tüm verilerde teknolojik gelişimle doğru orantılı olarak belirli bir trend artışı özelliği görülmüştür. Tahmin modelleri arasında en az hata veren modeller olan ARIMA ya da Holt's metoduna göre tüm ülkeler için gelecek 5 yıllık elektrik tüketim tahmini yapılmıştır.

Ardından bu ülkelere dair IIAG (Afrika yönetim verileri) indeksi kullanılarak panel veri havuzu oluşturulmuştur. Bu ülkelerin yönetimine dair alt göstergelere belirlenen dört ana göstergenin elektrik tahminleri üzerindeki etkisine bakılmış, böylece 5 farklı ülkenin yönetimlerinin elektrik taleplerine dair etkileri panel veri analizi ile incelenmiş, böylece ülkelerin bireysel özellikleri de analizde dikkate

alınmıştır. Sonuç kısmında da ülkelere ve yatırımcılara dair genel stratejiler belirlenmiş ve çıkan sonuçlar yorumlanmıştır.

Buna göre, elektrik tüketimine en olumlu etki eden yönetim kategorisi “İnsan Gelişimi” dir. Elektrik tüketimine diğer olumlu etki eden yönetim parametreleri “Sürdürülebilir Ekonomik Fırsatlar” ve “Katılım ve İnsan Hakları” dır. Elektrik tüketimi ile ters ilişkili olan kategori ise “Güvenlik ve Hukuk Üstünlüğü” dür.

Uygulamada bu belirlenen 5 ülkenin yönetim değerleri ile elektrik tüketimleri ilişkisi, gelecek 5 yıllık elektrik tüketim değerleri ve Marsh firmasının yayınladığı politik risk kategorileri dikkate alınarak 5 ülke arasından yatırımcılar için enerji yatırımı seçenekleri sunulmuştur. Sonuca göre risk iştahı düşük olan bir yatırımcının Zambiya ülkesine, artan risk iştahı durumlarında ise Mısır ya da Nijerya ülkelerine elektrik üretimi yatırımı yapmanın daha verimli olacağı sonucu elde edilmiştir.



## **DETERMINING ENERGY INVESTMENT STRATEGY ON AFRICA REGION BY USING GOVERNANCE AND ELECTRICAL CONSUMPTION**

### **SUMMARY**

In this decade, energy has gained more power and is taking now much more attention than any other decade. With the rapid increment of the world's population, the extent of energy and its significance is much more expanding. To those that have it, modern energy unlocks access to improved healthcare, improved education, improved economic opportunities and, even, longer life. The primary purpose of our energy system is to contribute to a better quality of life. Among all the types of energy, electricity is one of the most favoured kind in the entire world and it is considered as an indicator of development since when it is analyzed the consumption of electricity in world, it is observed that the more developed your country is, the more electricity you consume.

In the world's biggest continent, Africa, the importance of accession of energy and electricity is becoming much more crucial since a severe shortage of essential electricity infrastructure is undermining efforts to achieve more rapid social and economic development. For the minority that has a grid connection today, supply is often unreliable, necessitating widespread and costly private use of back-up generators running on diesel or gasoline. Besides in Africa, there occur so many Electrical outages that affect regions's economy and economical growth tramendously. Currently Africa is the only country that has people getting lesser access to electricity. Almost 650 million people in Africa has no access to electicity which corresponds to approximately % 60 of total Africa population. That lack of electricity access, attracts energy and electricity generator investors; however, shortages on governance in African countries hampers and hesitates investors. Therefore, exact and efficient planning is really important for those countries that has political and investing risks. Forecasting, projection, and other analysis are therefore extremely important for Africa, particularly for Sub-Saharan Region.

The purpose of this study is to provide a strategy for energy investors while considering different aspects such as examining the relations between governance and electricity, electricity consumption projection based on times series and political risks. It will be the first study ever prepared that includes to provide strategy to investors of electricity manufacture and it will be the first study that covers Mo-Ibrahim data in Africa that examine the relations of governance and electricity consumption.

In this study after some literature reviews and examining metodology, 5 different countries were taken in to account and for each country, at least 7 forecasts are made. These 5 countries are choosen to investigate different development level and regions in Africa such as Nigeria for West Africa, Zambia for South Africa, Algeria for North Africa, and so on. For each country the best result of forecasting methods

are taken into account and 5 year long projection is made thereafter. During the study, annual observations beginning from 1973 to 2014 are used. For each country, first original data is analyzed to interpret the data well. Periodogram analysis is performed for the reason of analyzing whether there occurred a trend or not. Afterwards, Moving Average, Exponential Smoothing, Holt's Method, Linear Regression, Quadratic Regression, ARIMA models including all combinations of  $p$ ,  $d$ , and  $q$  changing between 0 to 2. For sure, the data include and upward trend because technology has grown so fast that triggers consumption of electricity. Therefore, almost all time series have trend properties. In the result, ARIMA and Holt's method together is considered the best models in comparison with others as they had lower error rates. With this 2 methods, next 5 year's electricity consumption projection is applied for all that 5 countries.

Afterwards, Ibrahim Index of African Governance data are used to see the countries' governance situation. This index is composed by Mo Ibrahim foundation and it covers all the countries within the Africa continent over 15 years period from 2000 to 2014. Index comprised of almost 92 sub-factors that provide data to higher-class indicators. A pooled data has been composed in order to investigate the governance effects of each country's electricity consumption. Four main categories of governance (Human Development, Sustainable Economic Opportunities, Participation and Human Rights, Security and Rule of Law) are determined and panel data analysis is applied following the co-integration test to see that if there is a relationship between these variables or not. Before that, unit root test is performed for all variables to meet the requirement of co-integration test. After implementing the co-integration test, the results show that there is a long run relationship between variables; therefore, it is meaningful to implement panel analysis among variables.

Panel analysis is preferred rather than other regression methods, since it has more flexibility and ability to control the omitted and constant factors within the model of which cause to reduce the endogeneity. Besides, with this method, countries' self-characteristics are considered. In panel analysis, 2000-2014 pooled data is gathered for 5 countries. Overall, 75 observation is applied in panel analysis. After making Hausmann test, it is founded that using Fixed Effects Model seems more logical than other types.

According to fixed effects model, it is founded that "Human Development" is the most related and influential indicator for electricity consumption, which is followed by "Sustainable Economic Opportunities". "Participation and Human Rights" is other positively-correlated factor. The only indicator that reduces electricity consumption when it has increment is "Safety and Rule of Law". In the consequences part, results are interpreted by considering both investors and countries future strategies. Additionally, the more analysis are conducted on the most effective two parameters, "Human Development" and "Sustainable Economic Opportunities", to see that if these two parameters increases quite a lot, will the effects on electricity consumption still continues? The results show that, these two parameters will still be positively correlated with electricity consumption, however, the slope of the increment in consumption will decrease when comparing with the original values.

In terms of investors perspective, both 5 years forecast, governance interaction with electricity consumption and Marsh's political risks factors are considered when making interpretation about sustainable investment. According to Marsh risk report, "Participation and Human Rights" and "Safety and Rule of Law" is two major

factors that increases political risk when htese two indicators weakens. By considering both sides, evaluations are made. When doing so, countries' 3 year trend is considered and for different risk appetites, different options are given.

With regards to low risk appetite, it found logical to invest Zambia rather than South Africa since they both have almost same political risk; whereas, it seems more sustainable to invest Zambia. With regard to high risk appetite options, investing on Egypt or Nigeria seems logical since they have higher political risk, on the other hand, they have more sustainability and efficiency and have more gain than other countries.





## 1. GİRİŞ

Dünyada bir ülke ya da bir bölgedeki gelecek enerji taleplerinin bilinmesi planlama, politika oluşturma, strateji oluşturma gibi alanlarda gerek devlet gerekse özel kuruluşlar için çok önemlidir (Acevado, 2016). Hele ki enerji gibi ülkeler arası politik ve ekonomik boyutu olan bir konu için doğru gelecek planlaması çok daha büyük önem kazanmaktadır. Enerji talebi pek çok kaynak tarafından karşılanmak durumunda olmakla beraber, ekonomik ve sosyal değişimler gibi kısıtlar da dikkate alınmalıdır. Enerji tahmini yapmak karmaşık bir durumdur çünkü pek çok mikro ve makro etkileri bulunmaktadır. Enerji tahmininin önemi, risk katsayısı yüksek olan ve enerji talebi fazla olan Afrika ülkeleri için düşünüldüğünde gelecek planlaması açısından kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmektedir. Plan ve politikalar, çıkacak bu plana göre belirlenebilir. Bu çalışmada, çıkacak plan ve strateji belirlemenin yanında asıl olarak, ülkeye yapılacak enerji yatırımı, elektrik tüketim tahmini ve elektrik talebine etki eden yönetim kavramı üzerinden incelenecektir.

Afrika bölgesi, 1 milyar nüfusa sahiptir. Dünyanın yaklaşık 7' de biri nüfusuna sahip olmasına rağmen, Sahra bölgesi altındaki ülkelerin enerji talep değeri, nüfuslarının %5' i kadar olan Kore' nin enerji talebinin % 70' i kadardır. Sadece bu bilgi bile, Afrika bölgesinin ne kadar enerji ihtiyacı olduğunu ve Kore gibi gelişmişliği daha yüksek olan bir ülkenin enerji ihtiyacı seviyesine ulaşmak için gereken mesafeyi belli etmektedir.

Tezin amacı, Afrika kıtasındaki elektrik enerjisi tüketimi ile yönetim arasındaki ilişkiyi irdeleyerek, yönetimin enerji tüketimine olan etkisini araştırmak ve sözkonusu etkinin enerji yatırım stratejilerine elektrik tahmini ve politik riskler ile birlikte ne şekilde yansıtacağını ortaya koymaktır. Buna göre, belirli Afrika ülkelerindeki elektrik tüketim taleplerini inceleyerek en uygun tahmin modeli seçilip; bu ülkeye ait gelecek 5 yıla dair elektrik tüketim değerleri bulunmuş, ardından Afrika ülkelerinde yönetim değerlerinin, elektrik tüketimi üzerindeki etkilerine panel analiz ile bakılarak yatırım ve yönetim stratejileri belirlenmiştir. Bu çalışmada özetle, 2. aşamada Dünya ve Afrika' daki enerji ve elektrik durumlarına bakılmış, 3.

bölümde talep tahminlerinin, panel analizlerin ve yönetim (“governance”) stratejilerinin kullanıldığı alanlar ve bunlara dair literatür çalışmaları anlatılmıştır. 4. Kısımda talep tahmin yöntemlerinden ve tahmin yöntemleri ile paralel yürütülen belirli istatistiksel testlerden bahsedilmiştir. 5. Kısımda Panel analiz, panel analiz avantajları ve kullanılan testler anlatılmıştır. 6. Kısımda ise Cezayir, Mısır, Nijerya, Güney Afrika, ve Zambiya ülkeleri için 1973-2014 verilerine göre 5 yıllık elektrik talep tahminleri yapılmış, ardından Mo İbrahim İndeks verilerinde oluşturulan yönetim kategorileri ile elektrik tüketim değerleri arasındaki ilişkiye bakılmış ve hem talep tahmini hem de panel analiz sonuçlarına bakılarak ülkelere elektrik üretimi için yatırım stratejileri belirlenmiş ve yorumlanmıştır. Literatürde yönetim ve enerji tüketimi, yönetim ve ülkelere gelebilecek yatırımlar farklı yazarlarca ayrı ayrı incelenmiş olmasına rağmen; bu kavramları birarada inceleyen ve enerji tüketimi ile yönetim ilişkisi sonucunda yatırım kararı ve stratejisini belirten bir çalışma bulunmamaktadır.

## 2. DÜNYADA ELEKTRİK VE ENERJİ KULLANIMI

Nüfus artışı, kentsel gelişim ve sanayileşmeye paralel olarak dünya birincil enerji tüketimi de giderek artmaktadır. Artan nüfus ve gelir artışı, enerji tüketimini arttıran temel faktörlerdendir. Küresel gelişme, teknolojik gelişmeler ise enerji kaynaklarını azaltmakta ve alternatif çözüm yolları aranmaktadır. Buna rağmen 2035 yılına kadar olan dönemde 2035 yılına kadar olan dönemde 4 fosil yakıtların (petrol, doğal gaz, kömür) payları nispeten azalmakla birlikte, bu yakıtlar hâkim kaynaklar olmaya devam edecektir. Dünya birincil enerji kaynaklarının %82'sini oluşturan fosil yakıtların 2035 yılındaki payı, mevcut enerji politikaları ile devam senaryosuna göre %80'e, yeni politikalar senaryosuna göre %76'ya düşecektir. Şekil 2.1' de türlerine göre farklı kaynakların kalan ömürleri gösterilmektedir (ETKB, 2015).



**Şekil 2.1 :** Türlerine göre fosil yakıt rezervlerinin kalan ömürleri (ETKB, 2015)

Dünya enerji ve elektrik talepleri ise, Uluslararası Enerji Ajansı' nın verilerine göre 2035 yılında % 40 artması beklenmektedir. Dünya bazında birincil derece enerji tüketimleri Çizelge 2.1' de gösterilmiştir. Çin ve Amerika ülkelerinin toplam enerji tüketimi tüm dünyanın yaklaşık %40' ına denk gelmektedir. Türkiye buna göre 21. sırada yer almaktadır. Afrika kıtasından sadece tek bir ülke bulunmakta, o da Güney Afrikadır.

**Çizelge 2.1 :** Birincil derece enerji tüketimi (milyon tep) (<<www.teias.gov.tr>>).

ÜLKE	2011	2012	Dünya Toplamındaki Payı (%)	Sıra
Çin	2.540,8	2.735,2	21,9%	1
ABD	2.265,2	2.208,8	17,7%	2
Rusya	696,5	694,2	5,6%	3
Hindistan	534,8	563,5	4,5%	4
Japonya	481,1	478,2	3,8%	5
Kanada	328,6	328,8	2,6%	6
Almanya	307,5	311,7	2,5%	7
Brezilya	269,7	274,7	2,2%	8
Güney Kore	267,8	271,1	2,2%	9
Fransa	244,7	245,4	2,0%	10
İran	227,0	234,2	1,9%	11
Suudi Arabistan	207,5	222,2	1,8%	12
Büyük Britanya	200,5	203,6	1,6%	13
Meksika	180,5	187,7	1,5%	14
İtalya	169,6	162,5	1,3%	15
Endonezya	158,6	159,4	1,3%	16
İspanya	145,6	144,8	1,2%	17
Avustralya	126,5	125,7	1,0%	18
Ukrayna	125,6	125,3	1,0%	19
Güney Afrika	122,2	123,8	1,0%	20
<b>Türkiye</b>	<b>114,5</b>	<b>120,1</b>	<b>1,0%</b>	<b>21</b>
Tayland	111,1	117,6	0,9%	22
Tayvan	109,8	109,4	0,9%	23
Polonya	99,8	97,6	0,8%	24
BAE	88,1	89,3	0,7%	25
<b>TOPLAM</b>	<b>12.225,0</b>	<b>12.476,6</b>	<b>100,0%</b>	

Elektrik üretim değerleri dikkate alındığında 9.622 TWh üretim ile dünya elektrik üretiminin %41,6'sı Çin ve ABD'de gerçekleşmiştir. Türkiye, 240,1 milyar kWh ile 20. sırada bulunmaktadır.

## 2.1 Afrika Bölgesindeki Enerji ve Elektrik Kullanımına Genel Bakış

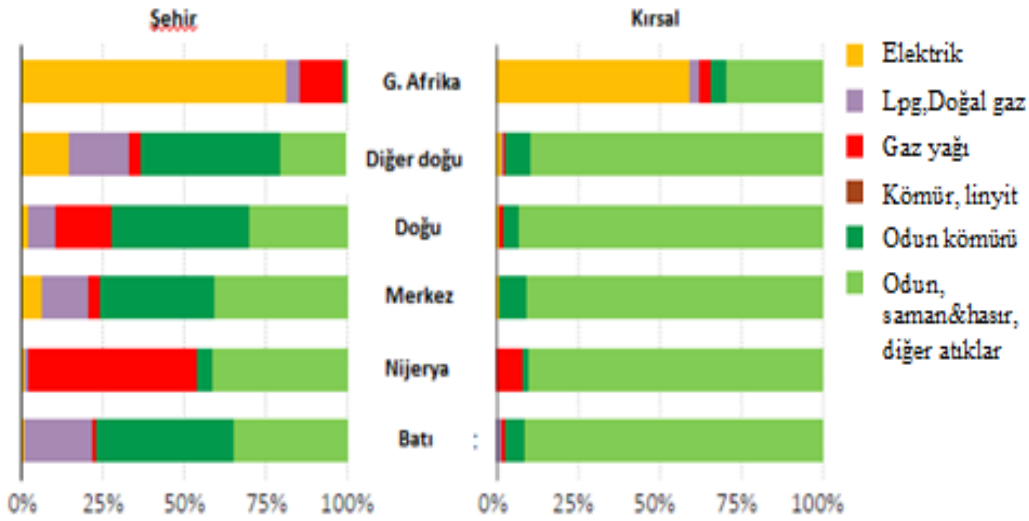
Enerjiye erişimi olan kişiler gelişmiş sağlık koşullarına, ekonomik fırsatlara ve daha uzun yaşam ömürlerine sahip olmaktadır. Bu erişime sahip olmayanlar ise ekonomik ve sosyal kalkınmalara karşı büyük engellerle karşı karşıyadır. Dolayısı ile enerji sektöründeki gelişimin, ekonomik ve sosyal kalkınmada çok büyük bir etkisi vardır.

Afrika bölgesinde özellikle sahra altında kalan bölgelerde toplam olarak 915 milyon kişinin sadece 290 milyonu elektriğe erişimi vardır ve erişimi olmayan nüfus gittikçe artmaktadır. Enerji kaynağı açısından oldukça zengin olsalar da, üretimi ve erişimi açısından oldukça fakirdirler. Elektriklendirmeyi arttırmak için bölgede



Şekilden de görüldüğü gibi batı ve orta afrika ülkelerinde elektriğe erişim % 20' den azdır. Ülkeler bu konuya dair politika geliştirmektedirler. Örneğin Nijerya, 2020 sonunda Elektriğe erişimin % 75 ve 2030 da ise %100 olacak şekilde politika geliştirmektedir. Sonuç olarak 620 milyondan fazla kişi elektrik erişimsiz haldedir ve Afrika bölgesinde özellikle Sahra altı ülkeleri için, enerji sektörü ihtiyaçları karşılanamamaktadır.

Sahra altı bölgelerde neredeyse 1 milyar kişinin 2040' da elektriğe erişim ihtiyacı öngörülmektedir. Ancak Afrika' daki hızlı popülasyon artışı sebebiyle 530 milyon kişinin de o dönemde elektriğe erişimi olmaması durumu söz konusudur. Sahra altı bölgesi, dünya popülasyonunun % 13' üne sahip olmasına rağmen enerji talebi sadece %4 seviyesinde kalmıştır. Şekil 2.3' de enerji tüketimleri enerji türlerine göre ayrılmış şekilde belirtilmiştir.



**Şekil 2.3 :** Afrika şehir ve kırsal alandaki enerji tipi kullanımı (Africa Energy Outlook, 2014).

Afrika enerji sektörü, global enerji sektöründe en zayıf halka şekilde algılanan ve Afrika' nın kalkınması için oldukça önemli olan bir konudur. Ancak, 2000' den bu yana afrika altı bölgelerinde geçmiş dönemlere kıyasla oldukça hızlı bir ekonomik kalkınma yaşanmıştır. Çizelge 2.2' de Afrika ülkelerinin enerji türü dağılımı Mtoe cinsinden gösterilmektedir.

**Çizelge 2.1 : 2012’ de Afrikadaki enerji türü dağılımı (Africa Energy Outlook, 2014).**

2012	Yağ	Gaz	Fosil	Nük.	Bio-ener	Su	Diğer	Toplam
<b>Africa</b>	<b>168</b>	<b>100</b>	<b>105</b>	<b>3</b>	<b>352</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>739</b>
North Africa	82	78	4	-	4	1	0.2	170
Sub-Saharan Africa	85	22	101	3	348	8	1	570
West Africa	33	14	0.4	-	147	1	<0.1	197
Nigeria	20	13	<0.1	-	108	0.5	-	141
Central Africa	5	2	-	-	29	1	-	37
East Africa	13	<0.1	0.4	-	95	2	1	112
Southern Africa	34	6	101	3	76	4	<0.1	223
Mozambique and Tanzania	3	1	<0.1	-	27	1	<0.1	33
South Africa	21	4	97	3	15	0.2	<0.1	141

Afrika altı bölgelerde enerji talebi 2000’ den 2012’ ye % 45 büyümüştür, buna rağmen nüfus olarak dünya nüfusunun %13’ üne tekabül etmesine rağmen dünyadaki enerji talebinin sadece %4’ ünü oluşturmaktadır. 2012’ de elektrikte, şebekeye bağlı güç 90 GW’ dır. Bunun da % 45’ ini Güney Afrika oluşturmaktadır. Afrika kıtası bütününde, son yıllarda sadece enerji talebinde değil, 2000’ den beri ekonomik gelişimde de iki kattan fazla gelişmiştir. Afrika’ daki belirli olumsuz durumlara rağmen gelecekte, kişi başı GSH’ da en hızlı artan kıta konumuna gelecekleri kaynaklar tarafından belirtilmektedir (Africa Energy Outlook, 2014).

Sahra altı bölgeleri ayrıca, kuzey afrika ülkelerinden oldukça farklıdır. Kişi başı gelir kuzeyde, sahra altı ülke ortalamasınının 2.5 katıdır ve elektriğe erişimi olmayan nüfus sadece %1’ dir.

Bölgedeki bir diğer etmen ise popülasyondaki değişimdir ve enerji sektöründeki gelişiminde çok büyük etkisi vardır. Nüfus son 13 yılda 273 milyon büyümüş ve 2020 sonunda da 1 milyara geleceği tahmin edilmektedir. Toplam elektrik tüketimi artan nüfus ile beraber artmaktadır. Bu büyüme bölgede yeni fırsatlar doğurmakla beraber enerji ve elektriğe erişim ve temin konusunda büyük problemler yaratacaktır. Ayrıca bölgedeki karşılanamayan elektrik talebi nedeniyle elektrik talep verilerini gerçek anlamda bilmek çok zorlaşmaktadır. Bu da gelecek politikaları etkilemektedir.

Elektrikteki önemli kesilmeler sosyal ve ekonomik kalkınmayı etkilemektedir. Sadece ufak bir azınlık için elektrik erişimi mevcutken, arz da oldukça oynaktır. Elektrik fiyatları dünyanın en yüksek fiyatları arasındadır ve Güney Afrika dışında zayıf elektrik iletimini ve dağıtımından kaynaklanan kayıplar hızla artmaktadır. Buna rağmen, sahra altı bölgelerde enerji büyüklüğü 4 kat artacağı ve enerji talebinin de %80 büyüyeceği öngörülmektedir. Bu da uluslar arası yatırım ve teknolojileri bölgeye çekecektir. Kıtada belirli reform hareketleri başlamıştır ve buna göre de etkinlik ve verimliliği arttıracak yeni yatırımlar bölgeye çağırılmaktadır. Bu reform ve düzenlemelerin arasında başta özel sektörün bölgeye çağırımı mevcuttur. Bunun yanında enerji sektöründeki üç aksiyon hükümetler politikalar ile desteklendiği takdirde sahra altı bölgesinin ekonomisini 2040 yılında % 30 arttıracacağı düşünülmektedir. Bu üç aksiyon, kıtaya 450 Milyar dolarlık güç ve enerji yatırımı, daha derin bölgesel işbirlikleri, operasyon ve efektif kaynak ve gelir yönetimidir.

### **3. TALEP TAHMİNİ**

#### **3.1 Tahminin Önemi ve Amacı**

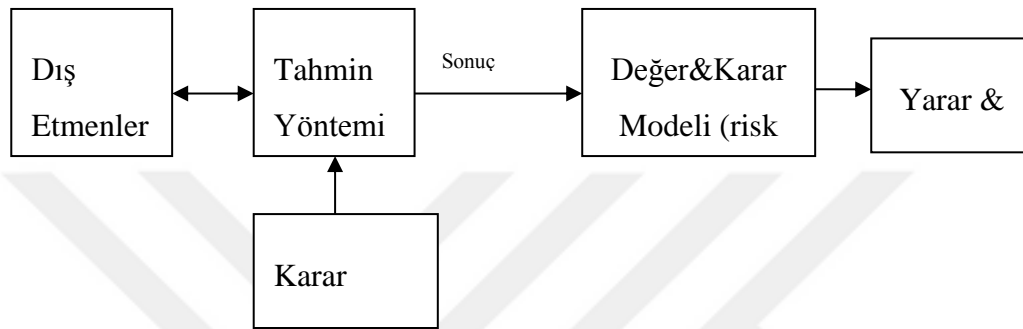
Talep tahminleri geçmiş veriler baz alınarak bize gelecekteki planı gösteren yol haritalarıdır. Tahmin bir tavsiye ve bir uzman görüşü niteliği taşır. Geleceği tahmin etmeden plan, tasarım ya da kontrol yapmak alınacak aksiyonun kalitesini düşürecektir. Belirsizlikleri azaltmak için tahmin yöntemlerinin önemi oldukça fazladır. Tahmin böyle bakıldığında bir karar verme mekanizmasıdır (Makridakis ve diğ, 1998).

Talep tahminleri konusu pek çok alanda ve farklı sektörlerde kullanılmaktadır. Bu sektörler enerji - Xiong ve diğ. (2014), araba parçaları - Rego ve diğ. (2015), Synder vs diğ. (2012), perakende sektörü - Babai ve diğ. (2013), üretim vs. gibi tüm farklı alanlar olabilmektedir. Talep tahminleri farklı sektör ve ürün tiplerine göre yapıldığından farklı tipteki ürünlere farklı yöntemler uygulanabilmektedir. Perakende sektöründeki bir ürün talebi doğrusal ve hızlı olabiliyorken, araba parçalarına olan talep kesikli, değişken ve ufak miktarlarda olabilmektedir. Enerji sektöründe ise talep sürekli olduğu ve üretilen ürünün depolanma şansı olmadığı için farklı ürün tahmin yönteminin önemi maliyet açısından daha da önem kazanmıştır.

#### **3.2 Tahmin ve Karar Verme**

Tahminler en geniş anlamı ile, karar vericiyi ya da karar veren ekibe asist yapma niteliği taşı. Yani gelecek tahminlerin asıl önemli noktası, şuan ki karar vericilere, verilecek kararın iyiliğinin değerlendirilmesi için gelecek değerler ve onun değişkenleri hakkında yeterli bilgi vermektir. Verilecek kararın iyiliği ise, verilere nazaran seçilen opsiyon, strateji ve politikaların, karar vericilerin de tercihlerine en tutarlı sonuçlar vermesi anlamı taşımaktadır (Lipinski, 1990). Karar merkezli tahminlerde iki noktaya dikkat edilmesi önerilmiştir.

- Tahmin yöntemi belirlenmeden önce, konu ile ilgili önemli değişkenler tahmin edici ile paylaşılmalıdır ve bu değişkenler üzerine yoğunlaşılmalıdır. Belirlenen değişkenler karar değişkeni ya da fonksiyonu ile ilişkili olmalıdır.
- Dış etmenli değişkenler genellikle belirsiz durumları tanımlıyor olabilir. Farklı değişken ve yöntemler ile farklı sonuçlar elde edilebilir. Bu sonuçlar karar verici ile paylaşılmalı ve sonucunda uygun bağlantıların kurulduğundan emin olunmalıdır (Lipinski, 1990).



**Şekil 3.1:** Tahmin ve karar verme.

### 3.3 Talep Tahmini Yöntem Seçimi

Hiç bir zaman objektif bir tahmin ve metodoloji yoktur. Hem tahmin hem de metodolojiler sübjektiftir. Bu özneliğin sebebi, mevcut durum ya da karar değişkeninin esasına göre model seçimi, dış etmen seçimi, geçmiş verilere göre gelecek değerlerin davranışı hakkında çıkarım, belirli bir durum ve değişkenler için geçmiş verilere güvenilirlik, fonksiyon ve fonksiyonun değişkenler ile ve değişkenlerin birbirleri ile bağlantılarıdır (Lipinski, 1990).

Yöntem seçiminde dikkat edilecekler; projenin tamamlanması için gereken süre, kaynak (işgücü, para, tesis), tahmin edilecek konunun doğası ve durumu, karar vericinin tahmin modeline aşinalığı, tahminin asıl ve alt amaçları (Lipinski, 1990). Tahmin çalışmalarında incelenen verinin durumuna göre de tahmin yöntemi seçmek önemlidir. Talep eğer az ve kesikli verilerden oluşuyor ise farklı, toplu ancak az sıklıkta talep oluşması durumunda farklı, belirsiz talep olduğu durumlarda farklı ve sürekli verilerin ölçümüne göre de farklı modellerin kullanımı öngörülmüştür (Rego ve diğ. 2015).

Bazı talepler de mevsimlere göre azalır ve ya artar. Böyle durumlarda değişimin olduğu periyodu, değişim sıklığını ve değişim nedenlerini iyi belirlemek gerekir. Talebin belirli mevsimlerde artması ve azalması için geçerli sebepler olması durumunda, mevsimsellik özelliği dikkate alınarak talep tahminleri yapılmalıdır (Gamverini ve diğ, 2010).

### **3.4 Zaman Serilerine Genel Bakış**

Zaman serileri eşit aralıklara sahip geçmiş gözlemleri ifade eder. Zaman serilerinin tahmini ise güncel ve geçmiş veri bilgilerinden yararlanılarak elde edilir. Zaman serileri analizi finansal alanda, özellikle toptan fiyat endekslerinde, yabancı kur değişimlerinde vs. oldukça sık kullanılmaktadır. Operasyon alanında ise stok değerleri, üretim ve planlama alanında kullanımı oldukça geniştir. Makul bir tahmin değeri ile stratejiler, politikalar ve gelecek planları değişebilmektedir.

İstatistiksel yöntemler ve yapay zeka yöntemleri zaman serilerinin iki ana metodudur. Arima, Box Jenkins vs. burada istatistiksel yöntemlere girer. Yapay Sinir Ağları (NN) ise yapay sinir zekası yaklaşımına benzerdir. İstatistiksel modeller, hem NN kadar doğru sonuç vermez hem de daha komplekstir. NN' in eksik yanı ise, NN büyük oranda geçmiş veri ve uzun bir veri deneme süresi (training period) gerektirir. Gri model de zaman serilerinde oldukça sık kullanılır. Avantajı ise bu modeller pek fazla miktarda geçmiş veri gerektirmez (Kayacan ve diğ, 2010). Ayrıca Gri modeller ile yeni veriler modele kolayca katılabilir.

### **3.5. Yönetişim (Governance) Kavramı**

Yönetişimin tanımı oldukça farklı ve uzun kaynaklarda mevcut da tek bir tanımda için fikir birliğine varılamamıştır. Bazı tanımlamalar (Dünya Bankası gibi) hemen her konuyu içermiş (kurallar, yürütme mekanizması, organizasyon vs.) diğer tanımlar ise geniş değil fakat tekrar eden terimlerden oluşmaktadır. Dünya Bankasına göre özetle ülkenin ekonomik ve sosyal kaynaklarını gelişim ve kalkınma için kullanacak güç olarak tanımlanır. Diğer bütün tanımlamalar ile olan ortak nokta ise tüm tanımlamalarca hukuk kurallarınca yürütmenin olmasıdır (Kaufmann ve Kraay, 2008).

Dünya Bankası' na göre (World Bank), iyi yönetim tanımı: kaynakların eşit ve geniş olarak kullanımı, yasaların eşit olarak yürütümü, yolsuzluk kontrolü, özel alanların artması, hükümetler kamu ve diğer ülkeler ile yasal ve yasal olmayan ilişkilerin artması olarak tanımlanmaktadır (Chetwynd ve diğ, 2003).

Afrika bölgesi Mo Ibrahim Vakfı için yönetim, her devletin vatandaşlarına sağlamak ile sorumlu olduğu ve her vatandaşın devletinden beklediği sosyal, politik, ekonomik ve kamusal mal ve hizmetlerin edinimi ve sağlanmasıdır (IIAG, 2015, metodoloji).

### **3.6 Literatürde Tahmin ve Enerji&Elektrik Tahminleri**

Talep tahminleri genellikle, arz belirlenmesi, uygun stok seviyesi belirlemek, üretim ve tedarik planları, fiyatlandırma politikaları alanlarında kullanılmıştır. Kullanılan yöntemler arasında istatistik, istatistiksel dağılımlar, regresyon, melez yöntemler gibi konular olup; talep tahminleri sonuçlarına göre doğruluk derecesi karşılaştırma amaçlı literatürde çalışmalar bulunmaktadır.

Tahmin yöntemlerinin kullanıldığı alanlar olarak, stok ile ilgili çalışmalar; Rego ve Mesquita (2015), farklı tahmin modelleri ve olasılık dağılımlarını kullanarak otomatik yedek parçaları için tekrar sipariş miktarını bulmuştur. Vinh (t.y.), Croston için düzenlenmiş bir model önermiştir. Babai ve diğ. (2013), ARIMA modeli ile stok maliyetini minimumlayacak bir model oluşturmaya çalışmıştır. Weber and Abutro (2007), çalışmasında SARIMA ve NN modellerini beraber, hibrit, olarak kullanarak stok seviyeleri için önerilerde bulunmuştur. Das ve Hanako (2014), otomatik sektörden farklı olarak, yardım kuruluşlarının belirli ve belirsiz talep senaryolarındaki çevrim stoğu, yeniden sipariş miktarı gibi değerler incelemiştir.

A. Mohammadi ve diğ. (2011), çalışmasında GM(1,1), Verhaulst model ve DGM(2,1) modelleri kullanılarak İran Fars bölgesindeki trafik kazalarını tahmin etmeye çalışmış ve GM(1,1) in en iyi sonucu verdiği görülmüştür. Çalışmanın sonucunda GM(1,1)' in iyi sonuç vermesi, verilerin monoton artan şekilde şekillenmesinin yüksek derece etkili olduğu belirtilmiştir. Kayacan ve diğ. (2010), çalışmasında Gri model tahmin modeli olarak kullanılmış, bunun yanında Gri modelin varyasyonu olan Verhaust GM ve modelin doğruluğunu arttırmak için ayrıca Fourier Serileri kullanılmıştır. Fourier serileri kullanılarak yeni bir GM

kurulmuş ve bu modeller yabancı kur tahmini üzerinde uygulanmıştır. Veriler oldukça düzensiz olduğu için ortalama alınmıştır. Sonuç olarak eğim olan verilerde GM(1,1) modeli en iyi sonucu vermiş ancak çok düzensiz verilerde Fourier serileri ile düzenlenmiş modelden daha doğru sonuçlar alınmıştır. Bianchi ve diğ. (1998) , çalışmada, çağrı merkezlerindeki gelen çağrı sayısı tahmin edilmeye çalışılmıştır. HW' nin toplamsal ve çarpımsal versiyonları kullanılmış; üstel ağırlıklandırılmış MA ve ARIMA model karşılaştırılmıştır. Çalışmada bunlara ek olarak aracılık çözümlemesi (intervention analysis) yapılmış ve ayrıık değerler modelden arındırılmıştır. Bunların sonucunda ise ARIMA' nın daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Ravinder (2013), çalışmasında Excel Solver yaklaşımının üstel düzeltme katsayısını belirleme durumunu incelemiştir. Bunun için Excel Solver' ın lineer, lineer olmayan ve evrimsel optimizasyon araçlarından yararlanılmıştır. Yaklaşım hata oranlarını en küçükleyecek şekilde minimizasyon problemi olarak seçilmiş ve hem basit üstel düzeltme ve Holt's metodu için program yürütülmüştür. Lineer olmayan optimizasyon aracının lokal minimumlara kayarak en iyi sonucu veremeyebileceği, ancak Excel'in çoklu başlangıç aracı ile bu problemin çözülebileceği belirtilmiştir. Ayrıca, başlangıç katsayılarının,  $\alpha$  ve  $\beta$ , tahmin boyunca etkili olduğu, bunun için başlangıç değerleri belirlerken regresyon gibi belirli tahmin yöntemlerine dayanarak katsayı belirlenmesi önerilmiştir.

Jien ve diğ. (2012), Çin ulaşım endüstrisindeki gelecek benzin ve dizel yakıt kullanımını araştırmıştır. Markov Zincirli Monte Carlo ve Bayes Lineer Regresyonu kullanılmıştır. 5 farklı parametre belirlenmiş ve bu parametreler gelecek 5 yıl için optimist, pesimist ve ortalama değerlere göre tahmin edilerek yakıt tüketimleri hesaplanmaya çalışılmıştır. ARIMA modeli ile de kendi modelleri karşılaştırılmış, sonuçta benzer sonuçlar ve elde edilmiştir. Zheng ve diğ. (2004), Avustralya' daki otomobil benzin talebini tahmin etmeye çalışmıştır. Çalışmada 8 farklı model kullanılmıştır ve doğruluk dereceleri karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Bu modeller: lineer trend modeli, eğrisel (quadratic) trend model, üstel trend modeli, basit üstel düzeltme, Holt's lineer modeli, kısmi düzeltme modeli ve ARIMA. Sonuç olarak hem trend olan verilerin hepsinde, eğrisel trend modeli ile en doğru sonuç elde edilmiştir. Atalay ve Kumbaroğlu (t.y.), Türkiye' de bölgesel çapta ulaşımdaki yakıt talepleri için tahmin çalışması yürütmüştür. Çoklu regresyon, üstel düzeltme, hareketli ortalama, Üçlü üstel düzeltme, ikili üstel düzeltme metodları kullanılmıştır.

Yakıt fiyatı, popülasyon, kayıtlı araç sayısı gibi parametreler göz önünde bulundurulmuştur. 36 farklı ekonometrik senaryo üretilmiş, ve bu senaryolara göre tahmin yapılmış, en sonunda hemen bütün bölgelerdeki tahmin sonuçlarına göre çoklu regresyon diğer bölgelere göre üstünlük sağlamıştır.

Uzun dönem enerji tahminleri için Suhono ve Sarjiya (2015), çalışmasında LEAP sistemini kullanmıştır. Elektrik tahmini için eve ait sektörlerde nüfus, ev aleti boyutu, elektrikleme oranı ve elektrik yoğunluğu parametre olarak alınmış ve parametrelerin birbirleri ile çarpımlarından oluşan basit bir model kurulmuştur. Diğer sektörlerde ise ürünü kullanan müşteri sayısı ve elektrik yoğunluğu olarak elektrik tahmini modellenmiştir. Elektrik tüketimi 4 ayrı kola ayrılmış (ev halkı, kamu alanı, ticari ve endüstri) ve tüm tüketimin bu kollar üzerinden yapıldığı varsayılmıştır. Popülasyon, bu 4 koldaki müşteri sayısını bulmak için kullanılmıştır; tahmin için ise endonezya hükümetinin projeksiyonlarından yararlanılmıştır. Elektrik yoğunluğu çarpımları ile de tüketim tahminleri 25 yıl sonrası için yapılmıştır. Acevedo (2014), Meksikanın gelecek enerji talebini tahmin etmeye çalışmıştır. Uzun dönemlik tahmin yapılacağı için, mikro yerine makro etmenler düşünülerek ilerlenmeye çalışılmış ve popülasyon büyümesi, kişi başına düşen GDP parametreleri dikkate alınmış, buna talep tahmini için teknolojik gelişmeler ile bağlantılı olan enerji yoğunluğu parametresi eklenmiş ve basit bir formül oluşturulmuştur. Buna göre parametreler için farklı senaryolar üretilmiş ve gelecek 35 yılın tahmini yapılmış, buna göre ülkenin enerji stratejisi kurması gerektiği belirtilmiştir. Debnatha ve diğ. (2015), çalışmasında 2010-2050 Bangladeş toplu enerji talebi modellenmesi yapılmıştır. Bangladeş'deki taşra alanı için, 4 farklı değişkenin (nüfus, GSYH, elektrikleme indeksi, toplum enerji dönüşüm indeksi) 4 farklı senaryosu ile 256 farklı kombinasyon ile en düşük, en yüksek ve optimum enerji durumu tahmin edilmiştir. Çalışmada elektrik tüketimi, biyokütle enerji tüketimi, sıvı ve gaz enerji tüketimlerinin her biri için ayrı formüller yazılmıştır. Parametrelerin belirlenmesinde ise belirli varsayımlar yapılmış ve s eğrisi yardımıyla gelecek değerleri bulunmuştur. Sonuçta ülke için gelecek strateji ve politikalar için bir yol gösterilmiştir.

Bolturk ve Öztayşi (2013), Türkiyedeki son yıllarda olan elektrik ticaretinin sebestleşmesi konusunu ele almış ve elektrik firmalarının kendi elektriklerini satmalarına başlaması konusu ele alınmıştır. Talep tahmini için ARIMA ve Grey model kullanılmıştır. Ardından riske maruz değer ile risk hesabı yapılmıştır. Risk

bulunurken yanlış tahmin değerlerinden kaynaklanan kayıplar olarak değerlendirilmiş ve her iki tahmine göre hesaplama yapılmıştır.

### **3.6 Literatürde Enerji & Yönetişim Göstergeleri & Ekonometrik Etkileşimler ve Panel Analiz**

Kapunda ve Boutimelo (2012), Afrika, Botswanadaki yönetişimin çıktı ve göstergelerinden olan ekonomik büyüme ve yoksulluğun, yolsuzluk indeksi ile ilişkisine bakılmıştır. Botswana' daki yatay kesit verilere bakılarak korelasyon analizi sonucunda, yolsuzluk ile ekonomik büyüme arasında negatif bir ilişki olduğu ve yoksulluk ile yolsuzluk arasında da pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür. Chetwynd ve diğ. (2003), da Kapunda S.M' ile benzer bir çalışma yapmış, ekonomik teoriyi incelemiş, yolsuzluk ile ekonomik büyüme yoksunluğu ve yönetişim arasında direkt bir ilişki olduğunu göstermiştir. Chetwynd ve diğ. (2003), yolsuzluğun, ekonomik büyüme dışında, yabancı ve yerli yatırımcıyı, girişimciliği, altyapı kalitesini düşüreceğini belirtmiş, gelir eşitsizliğin ise artacağını vurgulamıştır. Pazarlıoğlu ve Gürler (2007), çalışmalarında ekonomik büyüme ile altyapı arasındaki ilişkiyi 14 yıllık panel veri kullanılarak Türkiye ve 29 AB ülkeleri arasında yapılmıştır. Çalışmada 8 adet değişken belirlenmiş ve ekonomik büyüme oranı üzerindeki etkileri sabit etki modeli ile değerlendirilmiştir. Ramirez M.D (2006), Meksika ülkesindeki üç ana sektörde kamusal ve özel sermayenin toplu çıktı ve iş(labour) verimliliği üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmada grup ortalamalı düzeltilmiş sıradan en küçük kareler metodu (FMOLS) kullanılarak regresyon analizi yapılmıştır. Oluşturulan havuz veriler ile panel analiz ile zaman serisininlerinde içerilen bilginin sektörel olarak genişlemesi, böylece güvenilir test yapılmasına olanak sağlamıştır. Değişkenler arasındaki etkileşimi görmek ve durağanlığa bakmak adına eş bütünleşme testi uygulanmış, son olarak da FMOLS metodu uygulanmış ve etkiler incelenmiştir.

Yönetişimle ilgili yapılan çalışmalar, genellikle ekonomik büyüme ile ilişkilendirilmiş ve ekonomik büyüme ile belirlenen değişkenler arasındaki ilişki ve etkiler incelenmiştir. Adeleko (2014), çalışmasında yönetişim (governance) etkisinin yabancı yatırımın ve büyüme etkisinin Afrikada incelemesi yapılmıştır. Sonuçta Afrikadaki yönetişimin kötü olduğu ve yabancı yatırım ve büyümeyi arttırmak için yönetişim yapısının iyileştirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Sahra bölgesi altındaki

lkeler için panel veri havuzu oluşturulmuş ve sabit etki modeli, tesadüfi etki modeli ve enküçük kareler metodu kullanılmıştır. Ülkelerin arasındaki denize kıyısı olan ülke ayırımı yapılması için de kukla değişkenler kullanılmıştır. Sonuçta yabancı yatırım ve ekonomik gelişmeler arasında olumlu bir etki, ve iyi bir yönetişim ile ekonomik büyüme arasında bir ilişki olduğu ancak sahra altı bölgelerde yönetişimin eksik olduğu vurgulanmıştır. Yapılan bir başka çalışmada Alfaro ve diğ. (2004), çalışmasında ülkeye yapılacak yabancı yatırımının şartlı olarak büyümede etkisi olduğunu belirtmiş, her koşulda etkisi olmayabileceğini vurgulamıştır. Yabancı yatırımın bağlı olduğu faktörler; iyi altyapı, makroekonomik stabilite, yabancı yatırıma açıklık, eğitimli işçi gücü, etkili bir hukuk sistemi ve az yolsuzluktur. Ancak bu belirlenen yönetişim kriterleri yeterli seviyede olduğunda yabancı yatırımın gelişime katkı sağlayabileceği vurgulanmıştır. Kaufmann ve Kraay (2008), farklı olarak Dünya Bankası için yaptıkları çalışmada, yönetişim kavramını ve yönetişim için kullanılan ve yayınlanan veri havuzlarının eksiklerini ve dikkat edilmesi gereken noktalarını belirlemiştir. Asıl amaç yönetimsel ölçümleri dikkate alarak, ülkelere ait yönetim göstergelerinin gcl ve zayıf yanlarını göstermek ve yeni göstergeler yaratabilmektir. Bu çalışmada belirtilen noktalar, 6. bölümde yapılan uygulama aşamasında dikkate alınmıştır.

Enerji, ekonomik büyüme ve yönetişim ile ilgili yapılan çalışmalarda, Wang ve diğ. (2011) alışmalarında, inde 28 eyalet için panel veri analizi ile karbon dioksit emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik çıktı üzerine panel eşbütünleşme testi ve panel hata doğrulama model tekniği kullanarak karbondioksit emisyonu üzerinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemiştir. Sonuçta Karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki için: CO<sub>2</sub> emisyonu ve enerji tüketiminin ve enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin karşılıklı nedensellik içerdiği; ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin ise karbondioksit emisyonunun uzun dönemli sebebi ve de karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyümenin de uzun dönem enerji tüketiminin sebebi olduğu belirtilmiştir (Soyaş ve Sarı, 2009). Wang S.S ve arkadaşları ile benzer konulu bir çalışma yürütmüştür. Aynı değişkenler kullanılmış ek olarak sabit değişkenler olan işgücü ve sermaye eklenmiş, alışma Türkiye için yürütülmüştür. Eş bütünleşme testi önce ekonomik büyüme ve emisyon arasında, ardından da ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında gerçekleştirilmiştir. Sonuçta Wang S. ve arkadaşlarından farklı olarak,

karbondoksit emisyonunun enerji tüketimi üzerinde tek taraflı Granger nedenselliği etkisinin olduğu ve ekonomik büyüme ile emisyon arasında uzun dönem ilişkisinin olmadığı belirtilmiştir. Sonuçta Türkiye için sürdürülebilir fosil teknolojisi strateji olarak belirlenmiştir. Soytaş ve diğ. (2007), önceki çalışmalarında yukarıdaki değişkenleri kullanmış ancak bu çalışmada farklı olarak tüm değişkenlerin beraber olarak bir önceki çalışma ile benzer olarak Toda and Yamamoto eş bütünleşme model ile nedensellik ilişkilerini araştırmıştır. Veri olarak USA ülkesi için 1960-2004 arasındaki veriler kullanılmış ve neticede değişkenler arasında uzun vadeli bir ilişki bulunamamıştır. Ardından kısa vadeli gerçekleşebilecek ufak değişimler sonucunda doğabilecek etkilere bakılmış, genelleştirilmiş etki cevabı ve varyans ayrıştırması metodu kullanılarak etkiler incelenmiştir.

Enerji, ekonomi & yönetim ile ilgili diğer önemli çalışmalar;

- Pao ve Tsai (2011), Brezilya ülkesi için emisyon kirliliği, enerji tüketimi ve ekonomik çıktı arasındaki dinamik ilişki incelenmiştir. Gri model ile de bu üç değişkenin 5 yıllık tahmin değerleri bulunmuştur ve ilişkiler incelenmiştir. 1980-2007 arasındaki veriler kullanılmıştır.
- Khatun ve Ahamad (2015), dış yatırım, elektrik kullanımı, ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Bangladeş için irdelemiştir. Çalışmada Granger nedenselliği yürütülmüş, birim kök testi, eş bütünleşme testi ardından vektör hata düzeltme modeli uygulanarak ilişkinin boyutu ve yönüne bakılmıştır. Enerji tüketiminden ekonomik büyüme arasında tek taraflı ve kısa süreli bir ilişki olduğu, dış yatırım ile elektrik kullanımı arasında da pozitif ilişki olduğu belirtilmiştir.
- Niu ve diğ. (2013), 50 farklı ülke için (15 gelişmiş ve 35 gelişmekte olan ülkeler) elektrik tüketimi ve insan gelişmişliği arasında nedenselliğe bakılmıştır. İnsan gelişimi için birkaç farklı gösterge belirlenmiştir ve elektrik tüketimleri ile eş bütünleşme testi, Granger nedensellik testi ve son olarak spesifik değerler elde etmek için 2 farklı sabit etkili panel analiz modeli kullanılmıştır. Sonuçta elektrik tüketimi ile insan gelişimi arasında karşılıklı olarak uzun vadeli ilişki olabileceği belirtilmiştir. Kısa vadeli bir ilişkinin olmadığı, dolayısı ile elektrik tüketimindeki artışın insan gelişiminde uzun

sürede etkisinin görüleceği belirtilmiştir. Ardından, diğer göstergeler ve farklı ülkelerin özellikleri de göz önüne alınarak farklı stratejiler üretilmiştir.

- Bhattacharya ve Bhattacharya (t.y.), enerji tüketiminin alt kısımlarının (kömür, petrol ve elektrik), Hindistan ekonomisi üzerindeki etkisine bakmıştır. Sonuçlara göre, değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu, kömür tüketimi ile ekonomik büyüme arasında karşılıklı ilişkinin hem kısa hem de uzun dönemli çift yönlü olarak olduğu ve petrol tüketimi ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Elektrik ile ilgili bir ilişki gözlenmemiştir.
- Pradhan (2010), Güney Asya ülkeleri (Nepal, Bangladeş, Sri Lanka, Hindistan, Pakistan) için 1970-2006 arası veriler ile, enerji tüketimi (yakıt ve elektrik) ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi eş bütünleşme ve hata düzeltme modeli kullanarak incelemiştir. Belirli ülkelerde yakıt tüketimi ve ekonomik büyüme arasında tek taraflı kısa ve uzun dönemli ilişki yakalanmış (Nepal gibi), bazı ülkelerde elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında tek taraflı ilişki yakalanmış (Pakistan gibi), ayrıca belirli ülkelerde de iki yönlü olarak ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ile yakıt tüketimi arasında ilişkiler bulunmuştur. Granger vektör hata düzeltme modeli, ilişkilerin yönünü göstermek için kullanılmıştır.

Yatırım ile yönetim ve enerji tüketimi ile yönetim arasındaki ilişki yukarıda anlatılmış, ancak şu ana kadar, bu kavramları birleştiren ve enerji tüketimi ile yönetim ilişkisi sonucunda yatırım kararı ve stratejisini belirten bir çalışma henüz yapılmamıştır. Bu bağlamda, Afrika bölgesindeki yönetim durumu ve elektrik tüketimleri arasındaki ilişkiyi inceleyerek, talep tahminleri ve politik riskleri de dikkate alarak yatırımcı bazlı strateji oluşturulması kapsamında literatüre katkı sağlanmıştır.

#### 4. TALEP TAHMİN YÖNTEMLERİ

Günümüze kadar pek çok farklı tahmin yöntemleri geliştirilmiş, ve talep tahmin yöntemleri seçimi başlığında da bahsedildiği gibi farklı veri tiplerine göre farklı yöntemler kullanılmış ve başka pek çok değişkene göre tahmin yöntemleri çeşitlenmiştir. En genel kapsamda tahmin yöntemleri Nicel ve Nitel Tahmin Yöntemleri olarak sınıflanmıştır.

Nitel Tahmin Yöntemleri, tüketici anketleri Delphi yöntemi, nominal grup yöntemi, uzman görüşleri, yaşam eğrisi benzeşimi olarak genel anlamda sıralandırılabilir. Nicel yöntemlerden farklı olarak uzman ya da diğer kişilerin bireysel görüşlerine başvurması dikkate alınır. Bu değerlerde kişisel değerlendirme ve sezgisel faktörler öne çıktığı için tahmin sonuçlarının hatalı olma ihtimali yüksektir. İstatistiki yöntemlerle birlikte kullanılarak hata oranı azaltılabilir (Topçu, 2013, Yüksek lisans tezi).

Nicel Tahmin Yöntemleri, nitel yöntemlerden farklı olarak verilere dayanır ve subjektif bir görüş barındırmaz. Belirli varsayımlar altında geçmiş verilerin kullanılarak istatistiksel ve matematiksel hesaplamalar ile gelecek değerler elde edilir. Veriler arasındaki ilişkiye göre tahmin yapan nedensellik analizleri, zaman seri analizleri, istatistiksel yöntemler ve simülasyon yöntemleri olarak nicel tahmin yöntemleri sınıflandırılabilir.

##### 4.1 Zaman Serileri Analizi

Genellikle operasyonel uygulamalarda kullanılmaktadır. Geçmiş veriler baz alınır ve genellikle veriler eşit periyotlara sahiptir. Zaman serilerinde eşit periyotlara sahip olmayan seriler için, veriler eşit aralıklı duruma getirilmelidir (Nahmais, 2000, Bölüm 3)

$$X_t = T_t + S_t + C_t + R_t \quad (4.1)$$

#### 4.1.1 Zaman serilerinde ayrıştırma metodu (decomposition) ile analiz

Zaman serilerinin aşağıdaki bileşenlerden birine uyduğunu varsaymaktadır. Zaman serilerinde veriler 4 ayrı gruba ayrılıp yalnız bırakılmıştır.

- Trend ( $T_t$ )
- Sezonallık ( $S_t$ )
- Döngüsel ( $C_t$ )
- Rassalık ( $R_t$ )

Tahminde amaç bu bileşenleri ortaya çıkarmaktır. Bu bileşenler bilindiğinde, tahmin yöntemini uygulamaya geçebiliriz. Trendde;  $y$  (zaman serisi gözlemleri) ile zaman,  $t$ , arasında sabit bir ilişki vardır. Sezonallıkta ise kısa dönemlik bir ilişki mevcuttur. Döngülerde, zaman ve gözlemler arasında uzun dönemli bir periyodik ilişki mevcuttur. Rassal durumda ise ilişkiyi söylemek zordur (Kanda A., ders notları, zaman serileri).

Sezonallık: Her  $N$  periyot boyunca benzer yapı ve yol izleyen veriler bütünüdür.  $N \geq 3$  ve tüm tekrarlar aynı  $N$  periyodu için gerçekleşmelidir. Sezonallık faktörü,  $c_t$ , sezon içindeki talebin, toplam ortalama talepten ne kadar farklı olduğunu gösteren çarpandır ( $c_t = 1,25$  ya da  $0,6$  gibi) (Nahmais, 2000, Bölüm 3).

Talebimiz döngüsel bir talep olabilir. Döngüsel varyasyon gösteren zaman serileri için, farklı zamanlarda bir ilişkili durum olduğundan otokorelasyon özelliği gösterir denebilir. Otokorelasyon katsayısı,  $r$ ,  $k$  kadar gecikme için istatistiksel olarak Pearson korelasyon katsayısına benzer şekilde hesaplanabilir.

$$r = \frac{\sum(x_t - \bar{x})(x_{t+k} - \bar{x})}{\sum(x_t - \bar{x})^2} \quad (4.2)$$

$\bar{x}$ , ortalama değeri ifade etmektedir.  $R$  değeri yüksek ise ilişki yüksektir anlamına gelir. Ayrıca  $r$ , önem derecesi belirlemek için  $t$  istatistiğinde de kullanılmaktadır. Sezonallık özellik gösteren verilerde ise öncelikle sezonallık yok edilmelidir, diğer türlü otokorelasyon mevsimsellik tarafından yok edilecek ve doğru bir  $r$  değeri elde edilemeyecektir (UoWF, times series analysis, ders notları).

$n$ : döngünün periyodu ise,

$$\bar{y}_t = \alpha + u \cos\left(\frac{2\pi}{n}t\right) + v \sin\left(\frac{2\pi}{n}t\right) \quad (4.3)$$

şeklinde yazılabilir.  $\bar{y}_t$  burada tahmin değeridir. Parametreler;  $\alpha$ ,  $u$  ve  $v$ ' dir. Seri dögüsel özellik gösterse de yine de lineer regresyon sınıfına girmektedir (Kanda A., ders notları, zaman serileri). Bu denkleme; trend parametresi de eklenebilir. Böylece trend olan bir dögüsellik elde edilmiş olur. Tüm bu versiyonlarda hata karelerini en küçükleyerek parametreler elde edilir. En sık kullanılan yöntemlerden biri çarpımsal modeli uygulamaktır.

#### **4.1.1.1 Hareketli ortalama ile mevsimsellik özelliğinin giderilmesi**

Eşitlik 4.1' e göre zaman serilerinin özelliklerinin analizi için, belirtilen özelliklerden giderilmesi gerekmektedir.

Uygulama metodu aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

- 1) Mevsimsellik periyodu belirlenir ve bu değere göre MA(N)' e göre ortalama bulunur.
- 2) Bulunan ortalama değerini, her mevsimsel dönemin merkezine yazılır (Örnek olarak; 1-2-3-4 döneminin merkezi 2.5' dur).
- 3) Merkez dönemi küsürlü ise, iki sayının ortalaması alınarak periyoda denk gelecek ortalama değer yazılır.
- 4) Başta ve sonda kalan dönemleri, en yakın dönemlerinin merkezi ortalamasını alarak hesaplanır ve değer yazılır. Böylece merkezi hareketli ortalama bulunmuş olur.
- 5) Devam işlemler durağan seriler için mevsimsellik faktörünün bulunması ile aynı özelliği taşımaktadır. Gözlemler, merkezi hareketli ortalama değerlerine bölünür ve sezon içindeki periyotların sezonsallık faktörleri bulunur ( $c_t$  toplamları  $N$ ' e eşit olmalıdır).
- 6) Gözlemler elde edilen faktörlere bölünür ve mevsimsellik özelliği giderilmiş gözlemler elde edilir.

Böylece mevsimsellik özelliği giderilmiş olur ve az bir rassallık elde edilir. Tekrar sezonsallık faktörü elde etmek için mevsimsellik faktörü ile çarpmak gerekir. Mevsimsellik özelliği giderilmiş seriler trend özelliği göstermektedir ve Holt's ya da regresyon analizi uygulamak daha doğru olur (Nahmais, 2000, Bölüm 3).

#### 4.1.1.2 Trendin belirlenmesi

Sezonsallık özelliği giderilmiş bir seriye, lineer, eğrisel, üstel vs. herhangi bir trend çizgisi uydurularak elde edilir.

Döngüsellik, trend ( $T_t$ ) belirlendikten sonra  $C_t = \frac{M_t}{T_t}$  kullanılarak elde edilir.

#### 4.1.2 Durağan seriler için mevsimsellik faktörü

Eğilim özelliği göstermeyen ve sezonsallık varyasyonu gösteren seriler için;

- 1) Tüm verilerin ortalaması alınır.
- 2) Her bir gözlem, yukarıda bulunan ortalamaya bölünür ve bu bize sezonsallık faktörünü verir.
- 3) Her sezon içindeki benzer periyotların 2. aşamada bulunan sezonsallık faktörlerinin ortalaması alınır,

Yukarıdaki işlemlerden sonra yeni periyot için, gözlemlerin genel ortalaması ile uygun sezonsallık faktörü çarpılarak tahmin yapılır. Genel ortalama yerine farklı ortalamalar da kullanılabilir (Hareketli Ortalama vs. gibi) (Nahmais, 2000, Bölüm 3).

Hareketli ortalama kullanılarak formülize eder isek;

$$\frac{X_t}{M_t} = T_t * S_t * C_t * R_t / (T_t * C_t) = S_t * R_t \quad (4.4)$$

Böylece belirli yıllar için seri averajlandığında rassallık çıkartılmış olur ve sezonsallık indisi sağlanır. Bu değerler ise bir araya konularak tahmin yapılır.

#### 4.1.3 Zaman serileri çarpımsal model

$$X_t = T_t * S_t * C_t * R_t \quad (4.5)$$

Modelin formülü yukarıda verilmiştir.  $X_t$ , t anımdaki tahmini ifade eder. Tüm bileşenler zamanın fonksiyonudur. Amaç bu bileşenleri tanımlamak ve meydana çıkarmaktır. Böylece  $X_t$  elde edilir.  $R_t$ , varyans,  $\sigma^2$ , doğrusunun sapması olarak ifade

edilebilir.  $R_t$  'yi tahmin edilemez. Rassal kısım, ortalama alınarak bir derece düzeltilebilir.

4.2.2' de açıklanan sezonsallık özelliğinin giderilmesi ile ortalama bir değer elde edilir.  $M_t = T_t \times C_t$  eşitliği sağlanır. Eşitlikte mevsimsellik faktörü giderildiği için yer almaz.

Çarpımsal Tahmin Yöntem' inin usulü,

1. Zaman serisi bileşenlerine ayrıştırılır (sezonsallık faktörü, bulunur, talep mevsimsellikten ayrıştırılır ve trend bileşeni bulunur). Sezonsallık faktörü ile, periyodun ortalamadan ne kadar saptığını görebiliriz.
2. Yukarıdaki bileşenleri kullanarak her bileşenin gelecek tahmin değeri bulunur (trend bileşeni gelecek için tahmin edilir ve mevsimsellik bileşeni ile çarpılır). Burada trend herhangi bir yöntem kullanılarak bulunabilir (SVR, ARIMA, regresyon vs.)
3. Trend ile sezonsallık faktörü çarpılarak sonuç elde edilir.

Buradaki varsayım ise, sezonsallığın seneye de devam edeceği düşünülmektedir.

#### 4.2 Basit (Tekli) Hareketli Ortalama

Durağan, kararlı ve sabit sayılabilecek veriler için uygulanır. Talebin hareketsiz, durağan olduğu varsayımına dayanır. Modelin dezavantajı; sürekli olarak her yeni veri eklendiğinde, yeni bir ortalama alınmasıdır. Veride herhangi bir trend var ise, hareketli ortalama metodu ile verinin arkasında trendin arkasında ya da üstünde kalınır (trendin yönüne göre) ve hatalı bir tahmin elde edilir (Lipinski, 1990).

$$F_t = \frac{1}{N} \sum_{i=t-N}^{t-1} D_i = \frac{1}{N} (D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-N}) \quad (4.6)$$

$F_t$ : t anındaki tahmin değeri,  $D_i$ : i anındaki gerçek talep, N: ağırlı ortalanacak dönem sayısı

Modelin diğer dezavantajı ise, hareketli ortalama yönteminin döngüsel taleplerde, tahminin gecikeceğinden kullanılmaması gerektiğidir. Ayrıca model, zaman serisinin pik yaptığı noktaları ortalama aldığından düzleştirir (Kanda A., ders notları, tahmin).

### 4.3 Basit (Tekli) Üstel Düzeltme Metodu

Son tahminin hareketli ortalaması ve talebin güncel değerinin ağırlıklandırılarak çarpma mantığına dayanır. Düzeltme katsayısı,  $\alpha$ , 0,01-0,3 arasında olması önerilir. Formülasyonu aşağıdaki gibidir.

$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1} \quad (4.7)$$

$\alpha$ : düzeltme faktörü,

$D_{t-1}$ : Son gözlemdaki talep

$F_{t-1}$ : Son tahmin ve  $F_t$ : t anındaki son tahmin değeri

Yukarıdaki formül aynı zamanda hata değeri ( $e_t$ )'ye bağlı olarak da yazılabilir.

$$F_t = F_{t-1} - \alpha(e_{t-1}) \quad (4.8)$$

$F_{t-1}$ ' in değeri aşağıda 1. Eşitliğe bağlı olarak aşağıda yazılmıştır.

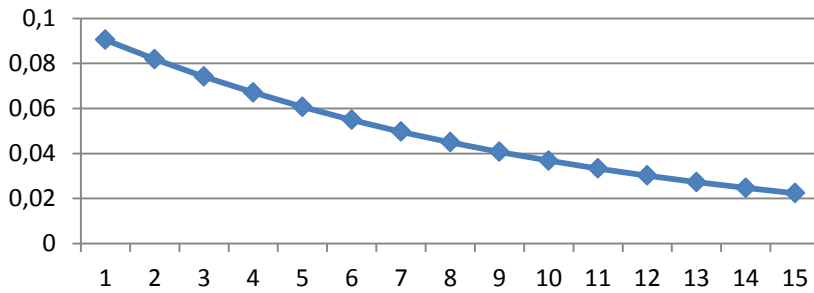
$$F_t = \alpha D_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)D_{t-2} + (1 - \alpha)^2 F_{t-2} \quad (4.9)$$

$\alpha$  düzeltme katsayısı 0 ile 1 arasında olmalıdır, ( $0 < \alpha \leq 1$ ), eşitliği aşağıda verilmiştir (Nahmais, 2000, Bölüm 3).

$$\sum_{i=0}^{\infty} \alpha_i = \sum_{i=0}^{\infty} \alpha(1 - \alpha)^i = \alpha \times \frac{1}{[1 - (1 - \alpha)]} = 1 \quad (4.10)$$

Yukarıdan da anlaşılacağı üzere tüm  $\alpha$ ' ların toplamı ayrıca 1' e eşittir. Üstel düzeltme tüm geçmiş verilere azalan bir ağırlık uygulamaktadır.

### Eğim $g(i) = \alpha * e^{-\alpha i}$



**Şekil 4.1** : Üstel düzeltme ile geçmiş verilere uygulanan ağırlık.

$\alpha$  artar ise, talep değişimlerine hızlı cevap veren tahmin elde edilir. Ağırlık son döneme verilmiş olur. Bu tarz hareketli tahminlerde periyotlar arası varyans daha

fazla olmaktadır.  $\alpha$  azalır ise geçmiş verilere daha fazla ağırlık verilmektedir. Talebin daha stabil olduğu durumlara daha uygundur (Nahmais, 2000, Bölüm 3).

Düzeltilme katsayısı,  $\alpha$ , terimi belirlenirken hata karelerini en küçükleyecek şekilde basit bir optimizasyon ile düzeltilme katsayısı belirlenebilir. Hata terimi,  $\varepsilon_t$  burada 1 aşama ilerisinin tahminidir ve buna göre elde edilen  $\alpha$  bir sonraki tahmin için kullanılır. Böylece  $\alpha$ 'nın hataların karesini en küçükleyecek değerini elde etmiş oluruz. Buradaki varsayım, diğer zaman serilerinde olduğu gibi geçmiş hataları en küçükleyecek  $\alpha$ 'nın bir sonraki dönemde de aynı etkiyi yapacağı beklenmesidir.

$$\text{Min } \sum \varepsilon_t \quad (4.11)$$

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

Yukarıdaki model ileriki bölümlerde anlatılacak birden fazla düzeltilme katsayısı içeren modeller için de kullanılabilir.

#### 4.3.1 N – $\alpha$ ilişkisi denkliği

$$\text{Ortalama} = \frac{1}{N} (1 + 2 + \dots + N) = \frac{(N+1)}{2} \quad (4.12)$$

4. ve 5. eşitliklere göre  $i$  yıl geçmiş olan veriye verilen ağırlık:  $\alpha \times (1 - \alpha)^{i-1}$  'dir.

Eğer  $i$  sonsuza giderse;

$$\text{Ortalama} = \sum_{i=1}^{\infty} i \alpha (1 - \alpha)^{i-1} = \frac{1}{\alpha} \quad (4.13)$$

6 ve 7. eşitliklerden  $\alpha = \frac{2}{(N+1)}$  eşitliği elde edilir.  $\alpha$  değeri için literatürde 0,05-0,3 değerleri arasında olması dışında eşitlik 4.13 de önerilmektedir.

#### 4.3.2 İki yöntem arasındaki benzerlikler

- İki yöntem de talebin durağan olduğuna dair varsayım yapar.  $N$  ve  $\alpha$  değiştirilerek değişkenliğe cevap verir.
- $N$  ve  $\alpha$  parametrelerine bağlıdır.  $N$ 'in azalması ve  $\alpha$ 'nın artması ile güncel veriye verilen önem artmaktadır (ya da tam tersi).
- $\alpha = \frac{2}{(N+1)}$  durumunda tahmin hataları aynı dağılıma sahip olmaktadır.
- Her iki yöntem de trendin varlığında kullanılmaz (Nahmais, 2000, Bölüm 3).

### 4.3.3 İki yöntem arasındaki farklar

- Üstel düzeltme yönteminde aykırı veriler sürekli olarak tahmin verisinin içinde kalmaktadır; ama hareketli ortalama durumunda, seçilen N' e göre geçmiş aykırı veriler tahminden çıkarılır.
- Üstel düzeltme yönteminde, hareketli ortalamaya göre daha az veriye gereksinim duyulur (Nahmais, 2000, Bölüm 3).

### 4.4 Nedensellik Analizleri ve Ekonometrik Tahmin

Bu yöntem kompleks sistemlerde en çok kullanılan yöntemdir. Regresyon modeli gibi nedenselliği gösterir; ama regresyona göre avantajı what-if analizine, değişkenleri değiştirerek oluşacak olası sonuçlara cevap verebilmesidir. Ekonometri dinamik ve deterministik modellemenin bir örneğidir. Gelecek bir belirsizlik için bilgi gerekmekte ise, ekonometrik model olasılıksal model ile birleştirilmelidir. Ekonometrik teknikler geçmiş verilerin güvenilir ve kullanılabilir olduğu varsayımı yapar. Eğer böyle bir durum söz konusu değilse, yargısal yöntemler, çapraz etki modeli ya da diğer dinamik yaklaşımlar kullanılmalıdır (Lipinski, 1990).

Ekonometrik analiz, olayların nedenine dair açıklama yapmaya çalışır. Çıktı değeri ile çıktı değerini etkileyen faktörlerin sayısını niceliklendirmeye çalışır. Çıktı değişkeni ve açıklayıcı değişkenler bulunmaktadır (Douglas, 2007).

Nedensel yöntemler diye de anılmaktadırlar. En genel nedensel yöntemler formülasyonu aşağıda verilmiştir.

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n \quad (4.14)$$

$$y = \alpha P_t + \beta P_{t-5} + \gamma \quad (4.15)$$

$\alpha$ : en küçük kareler kestirimcisi

Yukarıda gösterilen ikinci denklemde, P değişkeninin t-5 anındaki durumu tahmine alınmıştır. Eğer ise analizine böylece cevap verebilecek duruma gelir.  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\gamma$  regresyon ile bulunabilir.

#### 4.4.1 Lineer trend

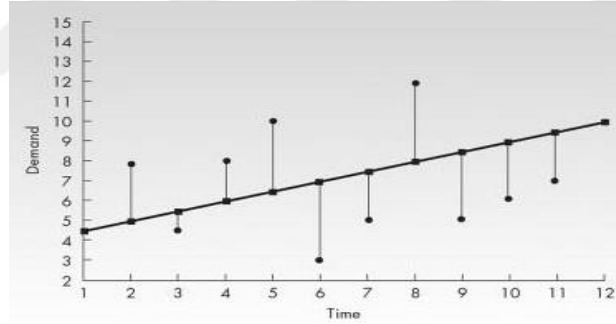
Geçmiş verilere uygun bir düzgün çizgi uydurur ve gelecekteki verilerin, çizilen eğri boyunca devam edeceği varsayımı içerir. Verilere en uygun çizgiyi bulmak için pek çok yöntem mevcuttur ve en meşhuru; en küçük kareler yöntemidir (Douglas, 2007).

##### 4.4.1.1 Lineer regresyon

Regresyon, etki eden faktörleri tanımlar ve talep ile faktör arasındaki ilişkiyi açıklar. Trend içeren veriler için kullanılır. Bağımlı (Y) ve bağımsız (X) değişkenden oluşmaktadır. Y ve X arasındaki ilişkinin doğrusal bir çizgi ile ifade edilmesidir.

$$\hat{Y} = \alpha + bX \quad (4.16)$$

$\hat{Y}$ ,  $y$ ' nin tahmin edilen değeri,  $\alpha$  kesişim noktası,  $b$  ise eğimdir. Amaç,  $\alpha$  ve  $b$  değerlerini, 4.16 eşitliğinin verilere en iyi şekilde uyum sağlayacak şekilde bulmaktır.  $\alpha$  ve  $b$  değerleri regresyon çizgisi ile veriler arasındaki farkın karelerinin toplamını en küçükleyecek şekilde elde edilir. Şekil 4.2 bunu ifade etmektedir (Nahmais, 2000, Bölüm 3).



Şekil 4.2 : Regresyon çizgisi örneği.

Tahmin modellerinde bağımsız değişken  $x$  genellikle zaman ( $t$ ) ve bağımsız değişken ise tahmin değeridir.  $\alpha$  ve  $b$ ' nin optimal eşitlikleri aşağıda verilmiştir.

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}, \quad \alpha = \bar{D} - \frac{b(n+1)}{2} \quad (4.17)$$

$$S_{xy} = n \sum_{i=1}^n iD_i - \left(\frac{n(n+1)}{2}\right) \sum_{i=1}^n D_i \quad (4.18)$$

$$S_{xx} = \frac{n^2(n+1)(2n+1)}{6} - \frac{n^2(n+1)^2}{4} \quad (4.19)$$

$\bar{D}$ : geçmiş dönemde gözlemlenen değerlerin aritmetik ortalamasıdır.

#### 4.4.2 Polinomal trend

Lineer trendin varsayımı ile aynı varsayıma sahiptir. Herhangi bir polinomal dereceye sahip olabilir (kare, küp vs.) ancak gittikçe karmaşıklaşır (Douglas, 2007)

#### 4.4.3 Logaritmik trend

Varsayım yine aynıdır ve geçmiş verilere uydurulan üstel bir eğim uydurulur.

##### 4.4.3.1 İkinci dereceden eğrisel regresyon

İkinci dereceden regresyonu ifade eder. Eğrisel grafik ve eğime uymaktadır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_t^2 + \varepsilon_t \quad (4.20)$$

Şeklinde eşitlik yazılabilir.  $\beta_0$  sabit,  $\beta_1$  ve  $\beta_2$  bilinmeyen katsayılar ve  $\varepsilon_t$  hata terimidir. İkinci derece olan bu eşitliklerde yine regresyon kullanılarak katsayılar elde edilir. Zaman ve zamanın karesi terimleri birbirinden bağımsızdır.

Üstel trend gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$y = \beta_0 x \beta_1^{x_t} x \varepsilon_t \quad (4.21)$$

Denklemin log' unu alırsak aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\log y_t = \log \beta_0 + x_t \log \beta_1 + \log \varepsilon_t \quad (4.22)$$

#### 4.4.4 Çoklu regresyon analizi

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (4.23)$$

y bağımlı, x bağımsız değişkendir. Nedensellik ilişkisini gösterir. Eşitliğin varsayımı x değişkenlerinin birbirinden bağımsız olmasıdır.  $\beta$  katsayıları ise x değişkenlerinin y üzerindeki etkisini gösteren parametredir.  $\varepsilon$  hata terimidir.

$$\bar{y} = b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_k x_k \quad (4.24)$$

$\bar{y}$ : verilen x' e göre y' nin tahmin değeri

$b_k$ :  $\beta_k$ ' nin tahmin değeri

Anova ile de regresyon tahmininin kalitesi ölçülebilir. Çoklu regresyonda değişkenleri seçerken, birbirleri ile olan ilişkiye de dikkat edilmelidir. Eğer çok yüksek bir ilişki mevcut ise, bu değişkenler çoklu regresyonda beraber

kullanılmamalıdır. Bunun için ilişkiler arasındaki p değerine ve kalıntı hatalarına bakılarak ilerlenebilir.

#### 4.4.5 Regresyon analizlerindeki testler ve hata kalıntıları

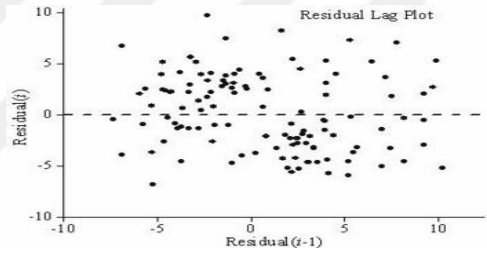
##### 4.4.5.1 Kalıntılar (hata değerleri)

Hata terimi,  $\varepsilon$ , için bağımsız özdeşçe dağılmış terimler varsayımı vardır. Yani, herhangi bir hata değeri biliniyorsa, bu diğer hata değeri hakkında bir bilgi vermemektedir [5]. Hata terimleri gösterimi;

$$\varepsilon \sim \text{iid}, N(0, \sigma^2)$$

$$E[\varepsilon] = 0$$

Kalıntı grafiği çizildiğinde, veriler normal dağılıma yakın olmalıdır. Şekil 4.3' de kalıntı hatalarının normal dağılıma uygunluğu gösterilmektedir.

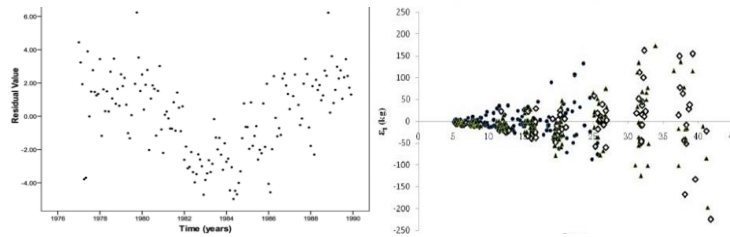


Şekil 4.3 : Standart kalıntı hatası.

##### 4.4.5.2 Standart kalıntı sapması

$$\frac{e_i}{\text{Std.error (of regression)}} \quad (4.25)$$

Eğer standart kalıntı  $< -2$  yada  $> 2$  ise, aykırı bir gözlem mevcuttur denebilir. Eğer standart kalıntıları aşağıdaki Şekil 4.4' deki gibi gözlemlersek, verilerde bir oynama yapmak gerekir (Nelson, 2009).



Şekil 4.4 : Heterokedastisitenin varlığı (sol) ve değişen varyansı (sağda).

Her iki grafikte de belirli bir kalıntı değeri örüntü ve yolu mevcuttur ve bu da lineer modelin varasımı olan hata terimlerinin normal dağılıma, 0 ortalama ve sabit bir varyans değerine sahip olacağı duruma aykırıdır. Soldaki grafikte eğrisel bir yönelim mevcuttur, bu yüzden ikinci derece bir ifade eklenerek eğrisel bir model oluşturulabilir (Nelson, 2009). Sağdaki model de ise, varyans sapması mevcuttur. Bu tarz bir problem ile karşılaşılır ise, duyarsız değişken ekleme, bağımlı değişkenin lineer olmayan modele dönüştürümü ya da bağımsız değişken değişiklikleri yapılabilir. Bu tanımlanan durumun, modeldeki hataların olasılık dağılımlarının sabit olmaması durumunun adına “farklıserpilimsellik” (heterocedasticity) denmektedir.

#### 4.4.5.3 Çoklu belirtme katsayısı ( $r^2$ )

$$SST = SSR + SSE \quad (4.26)$$

$$SST: y = \sum_i (y_i - \bar{y}_i)^2 \quad (4.27)$$

denklemindeki toplam farkların kareler toplamı

SSR: Regresyonda belirtilen farkların kareler toplamı

SSE: Regresyon sonrası açıklanamayan hata farklarının karelerinin toplamı

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (4.28)$$

$R^2$  her zaman bağımsız değişken eklediğimizde artacaktır. Bu modelin daha iyi sonuç verdiği anlamına gelmez. Eğer  $k$ ,  $x'$  lerin sayısı,  $n$  (gözlem sayısı)' na yakın olursa aşırı uyma (overfitting) problemi ile karşılaşılır .

#### 4.4.5.4 Düzenlenmiş çoklu belirtme katsayısı

$$R_{\alpha}^2 = 1 - (1 - R^2) \left( \frac{n-1}{n-k-1} \right) \quad (4.29)$$

$k$  artar ise düzenlenmiş  $R^2$  hataları daha fazla ağırlıklandırır,  $k$  azalır ise payda 1 olur.

#### 4.4.5.5 F test

Genel önem derecesi için yapılan testtir.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = 0$$

$H_A$ : 1 ya da daha fazla eğim terimleri ( $\beta$ ) ' dan farklıdır.

Serbestlik derecesi,  $\alpha$ , seçilir.

$$F = \frac{MSR}{MSE} \sim F(k, n - k - 1) \quad (4.30)$$

üst kuyruk sınavasıdır.  $MSR > MSE$ ' yi gerçekleştirip gerçekleştirmediğimizi görmek isteriz.

#### 4.4.5.6 T test

Münferit önem dereceleri için yapılır. Regresyon analizinde her parametre için yapılabilir. Herhangi bir parametre için,

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_A: \beta_i \neq 0$$

Ardından,  $\alpha$ , önem derecesi belirlenir.  $t = \frac{b_i}{S_{b_i}} \sim t(n - k - 1)$  her zaman iki kuyruk sınavasıdır.  $S_{b_i}$ ,  $b_i$ ' nin standart sapmasıdır.  $S_{b_i}$  ve  $b_i$  değerleri yerine yazılarak t tablosu örneklem için bulunur.

#### 4.5 Holt's Metodu

İkili üstel düzeltme diye de bilinir. Lineer trend içeren verilerde kullanılır. Bunun için basit üstel düzeltme yöntemine bir katsayı daha eklenmiştir. Her periyod için eğimi incelemektedir.  $S_t$  ve  $G_t$  olmak üzere iki parametre mevcuttur.  $S_t$  t anındaki kesişim değeridir;  $G_t$  ise t anındaki eğim değeridir.  $S_t$  ve  $G_t$  formülleri aşağıda verilmiştir.

$$S_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + G_{t-1}) \quad (4.31)$$

$$G_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)G_{t-1} \quad (4.32)$$

$\alpha$  ve  $\beta$  düzeltme katsayılarıdır. Çoğu uygulamada  $\alpha \geq \beta$  değerleri kullanılmaktadır.  $\tau$  adım ilersinin tahmini;

$$F_{t,t+\tau} = S_t + \tau G_t \quad (4.33)$$

Başlangıç noktaları için, regresyon analizi yaparak eğim ve kesim noktalarını temel veri olarak kullanmak Holt's metodu için en mantıklı yaklaşım olarak görülmektedir. Holt' s metodu ile son tahmini güncellemek regresyona göre daha kolaydır.

#### 4.6 Winter's Metodu

Üçlü üstel düzeltme yönteminin bir türüdür. Sezonallık içeren veriler için kullanılmaktadır. Çarpımsal model için, yeni veriler geldiğinde sezonallık faktörü tekrardan hesaplanmaktadır; Bu yöntem ile yeni gözleme ulaşıldığında daha kolay çözüm elde edilmektedir. Üçlü üstel düzeltme yöntemi adını 3 ayrı düzeltme faktörü olduğundan almaktadır;  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  (Nahmais, 2000, Bölüm 3).

$$D_t = (\mu + G_t)c_t + \epsilon_t \quad (4.34)$$

$\epsilon_t$  hata terimi,  $\mu$  baz veri ( $t = 0$ ),  $c_t$  çarpımsal sezonallık faktörü' dür.

$$c_t = \gamma \left( \frac{D_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma)C_{t+\tau-N} \quad (4.35)$$

Tahmin formülü için 4.32 eşitliğindeki  $G_t$  değerine,  $c_t$  değerine ve yukarıda belirtilen  $S_t$  değerine ihtiyaç duyulmaktadır.  $S_t$  değerinde, 4.32 eşitliğine göre ufak bir değişiklik yapılmış ve  $D_t$  değeri,  $c_{t-N}$  e bölünerek, değer in mevsimsellik özelliği yok edilmeye çalışılmıştır. Tahmin eşitliği aşağıda verilmiştir.

$$F_{t,t+\tau} = (S_t + \tau G_t)c_{t+\tau-N} \quad (4.36)$$

Yönteme başlamak için başlangıç  $G_0$ ,  $S_0$  ve  $c_t$  değerleri gereklidir. Başlangıç değerleri için ortalama değer, regresyon vs. gibi yöntemler ile de elde edilebilmektedir. Düzeltme katsayılarının yüksek olması, değişime hızlı cevap verildiği anlamına gelmektedir, ancak istikrarlı tahmin elde edilmez. İstikrarlı tahminler için 0,1 – 0,2 arasında düzeltme katsayıları seçilir. Yöntem için en az 2N veri gerekmektedir (Nahmais, 2000, Bölüm 3).

#### 4.7 Box-Jenkins Modeli

Zaman serilerine istatistiksel yaklaşıma dayanır. Talep dağılımını üretir ve bunu tahminde kullanır. Kısa dönem tahminleri için iyi bir modeldir. Modelin varsayımı, eşit zaman aralıkları ile toplanan verilerin kesikli ve durağan bir seri olmasıdır. ARIMA model diye de bilinmektedir. AR ve MA modellerinin birleşiminden oluşmaktadır, modeller aşağıda açıklanmıştır. Modelin dayandığı varsayım; serinin değişmeyen, durağan özellik göstermesi, ortalamasının sabit kalması, varyansın sürekli sabit kalacağı,  $\text{Var}(D_i) = \sigma^2$  ve iki gözlemin kovaryanslarının sadece onları ayıran periyot sayısına bağlı olmasıdır (Nahmais, 2000, Bölüm 3).

Kovaryans formülü aşağıda verilmiştir.

$$Cov(D_{t+m}, D_{t+m+k}) = E(D_{t+m}D_{t+m+k}) - E(D_{t+m})E(D_{t+m+k}) ; k \geq 1 \quad (4.38)$$

Box-Jenkins modelinde bir diğer önemli faktör otokorelasyon katsayısıdır. Otokorelasyon, zaman serisini belirli bir periyot (1, 2, 3 vs.) boyunca geciktirerek katsayılar arasındaki ilişkiyi hesaplar. İlişkiyi tanımlamak için oldukça kullanışlıdır. Periyotlarca, k, ayrılan tüm değerler arası ilişkiyi verir.

$$\rho_k = \frac{Cov(D_{t+m}, D_{t+m+k})}{\sqrt{Var(D_{t+m})}\sqrt{Var(D_{t+m+k})}} \quad (4.39)$$

#### 4.7.1 AR(p) otoregresif process

Geçmişteki bir değişken, güncel veri ile de ilişkilidir. P, gecikme katsayısını vermektedir. Modele göre geçmiş dönem serileri ile rassal hata teriminin bir fonksiyonu olarak gösterilir. Eşitlik bunu ifade etmektedir.

$$D_t = \alpha_0 + \alpha_1 D_{t-1} + \alpha_2 D_{t-2} + \dots + \alpha_p D_{t-p} + \epsilon_t \quad (4.40)$$

$\alpha$ : t-p zaman periyodundaki gecikme katsayısı

$\alpha$  değeri negatif olursa, salınım, diğer adıyla düzensizlik daha çok olur.  $D_t$  bağımsız değişken, diğer D değerleri ise bağımlıdır. Basit regresyondan farkı, bu değişkenlerin bağımlılığıdır. Hata değeri için, varsayım, normal dağılım ( $0, \sigma^2$ ) sahip olmasıdır. AR(p) ile gösterilmektedir. AR(p), p dereceli gecikme olduğunu gösterir. En sık kullanılan model AR(1) modelidir, aşağıda formülü verilmiştir.

$$AR(1) = D_t = \alpha_0 + \alpha_1 D_{t-1} + \epsilon_t \quad (4.41)$$

A değerlerini değiştirerek zaman serisinin karakteri değiştirilebilir. Eğer  $0 > \alpha_1$  olur ise daha keskin bir model, eğer  $\alpha_1 > 0$  olur ise, arka arkaya gelecek değerler pozitif ilişkili olacak şekilde seri ilerleyecektir (Nahmais, 2000, Bölüm 3).

Modelin p değerinin uygunluğu için direkt ilişki ve kısmi ilişki diyagramlarına bakılır.

#### 4.7.2 Ma (q) modeli

Geçmiş ya da gecikmiş olan verilerin hata terimlerini dikkate alır. Durağan olan ve stokastik bir prostedir. Model ismini geçmiş tahmin hatalarının hareketli ortalaması yaklaşımından almaktadır. MA(q) kalıntılarda q derece gecikme olduğunu gösterir.

$$MA(q) = D_t = b_0 - b_1\varepsilon_{t-1} - b_2\varepsilon_{t-2} - \dots - b_q\varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (4.42)$$

$$MA(1) = D_t = b_0 - b_1\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.43)$$

MA(1) prosesinde,  $b_1$ ' in işaretinden bağımsız olarak kesikli bir grafik oluşur. Bunun sebebi ardışık hatalar ilişkisizdir varsayımıdır. Yüksek dereceli MA için otokorelasyon yapısını bulmak oldukça zordur.  $b$  negatif ise salınım daha fazla olacaktır.

### 4.7.3 Arma modeli

AR ve MA modellerinin birleşimidir. ARMA (p,q) olarak gösterilir; p: otokorelasyon terimi, q: apırlıklı ortalama terimini ifade eder. Genel gösterim ve ARMA (1,1) modeli aşağıda verilmiştir.

$$D_t = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i D_{t-i} + \sum_{i=1}^q b_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.44)$$

$$ARMA (1,1) = D_t = c + \alpha_1 D_{t-1} - b_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.45)$$

ARMA (p,q) modeli serilerde durağanlık gerektirir. Bunu sağlamak için farklı yöntemler mevcuttur ve aşağıda bahsedilmiştir.

Yönelim giderme (detrending); Bir değişkenin yönsemesi, değişkenin regresyonunu alıp, kalıntı elde edilerek sağlanabilir (Katchova A., econometric academy).

$$y_t = c + \alpha_t + \varepsilon_t, \quad (4.46)$$

sonrasında

$$\varepsilon_t = c + \alpha_t + y_t \quad (4.47)$$

Fark Alma; Eğer değişken kararlı değilse, değişkenin önceki değeri ile fark alınabilir. Birinci derece farkın gösterimi,  $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$  şeklindedir.

Sezonsallık var ise bu da giderilmelidir.

### 4.7.4 Arıma modeli

ARIMA modeli, pek çok farklı zaman serisi analiz tekniklerini birleştirir, fark alma, otoregresif model (AR) ve hareketli ortalama (MA) (Kumar vs diğ, 2004). Model geçmiş ya da gecikmiş periyotlardaki zaman serilerine odaklanır.

Trend, mevsimsellik gibi durumlar durağan (sabit) veriler değildirler ve ARIMA modeli ile tahmin edilebilmeleri için hareketli verilerin durağan bir duruma gelmesi

gerekmektedir. Sebebi, ARIMA modelinin, tüm gözlemlerin durağan olduğu varsayımına dayanmasıdır. Tüm elementler rassal dağılmış, ortalaması 0 ve sabit bir varyansı olduğuna dayanmaktadır (white noise). AR ve MA prosesleri bu beyaz gürültü (white noise) varsayımlarını doğrular (Katchova A., econometric academy). ARIMA modelinin önemli bir özelliği de,  $y_t$  değerinin eski  $y$  değerlerinden de etkilenmesidir. Geciktirme olmadan yapılan regresyon, bağımlı ve bağımsız değişkenler arası ilişkiyi abartmaktadır. Geciktirme olması, AR modelinde, bu yüzden önemlidir. Model seçiminde modelin çok karmaşık olmaması, aynı zamanda verilere uyacak bir model seçimi önemlidir.

Gösterimi, ARIMA (p,d,q) şeklindedir. AR prosesi, p, otoregresif dönemi; d, fark derecesini; MA prosesi, q, ise hareketli ortalama sayısını göstermektedir. Fark alma seriyi düzeltme, hareketsiz duruma getirmek için kullanılır. Genel gösterimi  $U_t = \nabla D_t$  şeklindedir (Nahmais, 2000, Bölüm 3). Örnek olarak eğer 12 aylık bir sezonsallık var ise,  $U_t = \nabla^{12} D_t = D_t - D_{t-12}$  şeklinde sezonsallık yok edilebilir. Fark alma ile gözlem sayısı azalmaktadır.

#### 4.7.4.1 Arıma modeli ile tahmin

ARIMA (1,1,1) için tahmin eşitliğini yazacak olursak;

$$D_t = c + (1 + \alpha_1)D_{t-1} - \alpha_1 D_{t-2} + \epsilon_t - b_1 \epsilon_{t-1} \quad (4.48)$$

$D_t$  burada tahmin edilecek değerdir.

ARIMA modeli özetle;

1. Veri dönüştürme: Veri incelenir ve ayrıık değerler, serinin genel durumu incelenir. Box-Jenkins modeli, durağan verilere uygulanır. Durağan olmayan değişkenlerin trend, değişen varyans vs. gibi farklı özellikleri vardır. Serilerin durağan olup olmadığını anlamak için pek çok yöntem vardır. Dickey-fuller testi uygulanabilir. Fark alma, trend ve sezonsallığı elimine edebilir ancak, serinin ortalaması sabit olsa da varyansı sabit olmayabilir.
2. Model tanımlama: Örnekleme otokorelasyon ya da kısmi otokorelasyon uygulanarak proses eşleştirilir. Grafiklerine bakılarak uygun modeli tahmin etmek için ACF ve PACF' nin özellikleri kullanılır ve p,q ve d değerleri seçilir. Amaç uyum derecesi yüksek olan, durağan bir model seçmektir. Eğer

modelde ACF ve PACF' in kalıntıları white noise özelliği gösteriyor ise, model uygundur denebilir.

3. Parametre tahmini: Bu aşama “en küçük kareler yöntemi” ya da “en büyük olabilirlik kestirimi” ile yapılabilir ( $\alpha$  ve  $b$  değerleri için).
4. Tahmin: ARIMA modeli eşitliği kullanılarak tahmin yapılır.
5. Değerlendirme: Hata değerleri (residuals), normal dağılıma uymalı ortalaması 0 olmalıdır. Eğer hatalar arasında bir yol, ilişki mevcut ise o model iyileştirmeye açıktır.

## 4.8 Durağanlık ile İlgili Testler

### 4.8.1 Dickey fuller test

Serinin durağan olup olmadığını anlamamıza yarayan bir yöntemdir.

$$AR(1) \text{ model; } AR(1) = \rho y_{t-1} + e_t \quad (4.49)$$

Birince dereceden farkını alırsak,

$$\Delta y_t = (\rho - 1)y_{t-1} + e_t = \gamma y_{t-1} + e_t \quad (4.50)$$

eşitliği elde edilir. Burada  $(\rho-1)=\gamma$  dönüşümü yapılmıştır ve testte  $\gamma$  katsayısının önem derecesine bakılır. Eğer  $\gamma = 0$  ise,  $y_t$  durağan değildir ve tekrar fark alınarak test tekrarlanır. Eğer  $\rho = \text{değil } 1$  ise, yani  $\gamma < 0$  ise, bu değişken kullanılabilir. Fark alma işlemine önemli bir değişken bulunana dek devam edilmelidir (Katchova A., econometric academy).

### 4.8.2 Trend için dickey fuller test

Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF);  $y_t$  ve  $y_{t-k}$ ' nin otokovaryanslarının  $y_t$ ' nin varyansına oranıdır.  $y_t$  ve  $y_{t-k}$  arasında brüt ilişkiyi gösterir.

$$ACF(k) = \rho_k = \frac{\text{cov}(y_t, y_{t-k})}{\text{Var}(y_t)} \quad (4.50)$$

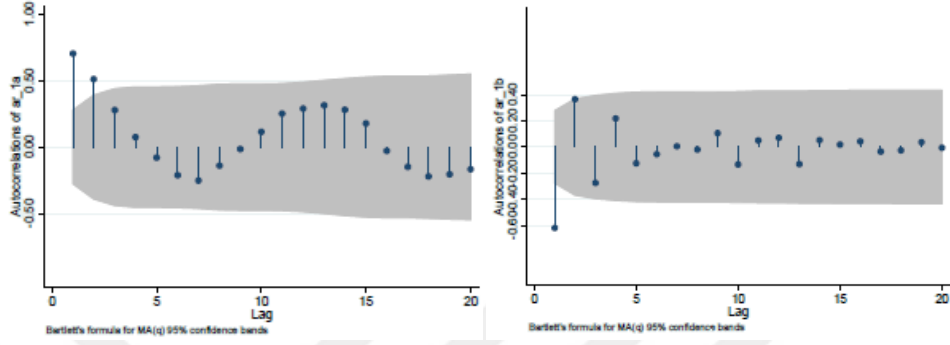
PACF, kısmi otokorelasyon fonksiyonu,  $y_t$  ve  $y_{t-k}$  arasındaki basit ilişkiyi verir.

$$\rho_k = \text{Corr} [y_t - E^*(y_t | y_{t-1}, \dots, y_{t-k+1}) y_{t-k}] \quad (4.51)$$

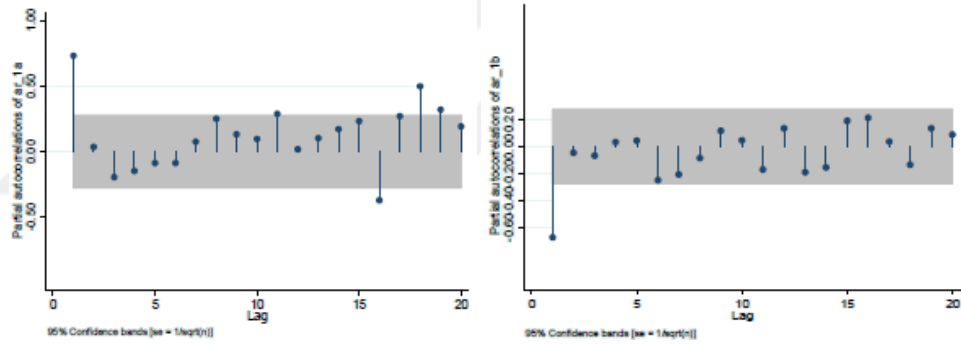
$E^*(y_t | y_{t-1}, \dots, y_{t-k+1})$   $y_t$  için minimum karesel hata kestirimcisidir.

ACF ve PACF' in, AR(p), MA(q) ve ARMA (p,q) için özellikleri aşağıda gösterilmiştir. AR(p) prosesi için, p gecikmesinden sonra PACF direk olarak

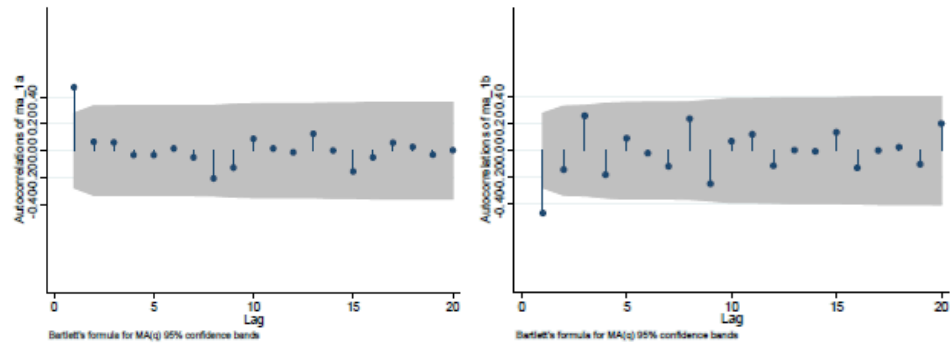
kesilecektir, ama ACF azalarak kesilme eğilimi gösterecektir. MA(q) prosesi için ise, tam tersi olacak, q gecikmesinden sonra ACF kesilecek ve PACF azalarak sona erecektir. ARMA(p,q) için ise her iki otokorelasyon durumu için de azalma ilişkisi azalarak sona erecektir. Şekil 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8 bunu göstermektedir. (Katchova A., econometric academy).



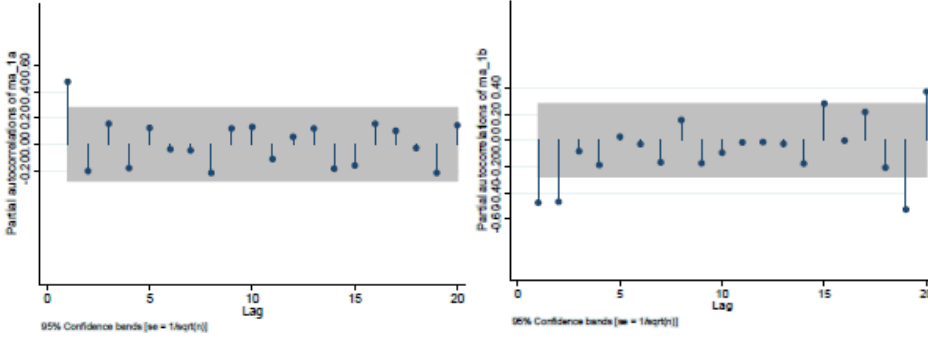
Şekil 4.5 : %95 güven aralıklı ar(1) için katsayısı 0,8 olan acf, katsayısı -0,8 olan acf.



Şekil 4.6 : %95 güven aralıklı ar(1) için katsayısı 0,8 olan pacf, katsayısı -0,8 olan pacf.



Şekil 4.7 : %95 Güven Aralıklı Ma(1) İçin Katsayısı 0,7 Olan Acf, Katsayısı -0,7 Olan Acf.



**Şekil 4.8** : %95 güven aralıklı ma(1) için katsayısı 0,7 olan pacf, katsayısı -0,7 olan pacf.

Durağan hale getirilmemiş veriler ve sezonsallığı giderilmemiş veriler için, otokorelasyon fonksiyonu, ACF, azalarak devam eden bir grafik şeklini alır. Mevsimselliği olan veriler için de, her mevsimsellik periyodunda ani bir artış gözlemlenir.

#### 4.9 Gri Model

Belirsiz olan sistemlerin araştırılması, tahminleri ve analizleri için en çok kullanılan tahmin yöntemlerinden biridir. Araştırılan konular üzerindeki parametreler, sistemler, davranışlar ve etkileri gibi başlıkların belirli olmaması, bilgi eksikliği ya da teknolojinin henüz etkiyi kavrayacak düzeyde olmaması gri yöntem modelinin kullanımını arttırmıştır. Genellikle kompleks yapıli sistemler üzerinde kullanılmıştır. (Mohammadi ve diğ, 2011), (Kayacan ve diğ, 2010).

##### 4.9.1 Gri (1,1) modeli

Sistemler, kendi dinamikleri ve karakteristikleri tam bilinmiyorsa siyah, tam biliniyorsa beyaz ve belirli derecede belirsizlik var ise grey diye anılırlar. Gerçek hayatta, Pek çok tam olmayan ve yetersiz bilgi ile karşılaşırız ve elektrik tahminleri bundan biridir, çünkü; pek çok sosyal faktör bulunmaktadır (Lin ve diğ, 2004).

En çok kullanılan Gri Model, GM(1,1) modelinde bir değişkenin kullanıldığı ve birinci dereceden diferansiyel eşitliğin kullanımını ifade eder ve Birikim Üretme İşlevi ile üretilen verilerin uyumu için diferansiyel denklem kullanılır. BÜİ ile sistme içindeki gizli yol ve eğilim ortaya çıkmış olur (Lin ve diğ, 2009). BÜİ sistemi monoton artan bir hale sokar. Ana veriler aşağıdaki gibi düşünülür.

$$X^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\} \quad (4.52)$$

$n \geq 4$  olmalıdır. N burada toplam gözlem sayısıdır. BÜİ uygulanarak  $X^{(1)}$  elde edilir.

$$X^{(1)} = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)\} \quad (4.53)$$

olarak BÜİ ifade edilir.

$$x^{(1)}(k) = \sum_{j=1}^k x^{(0)}(j) \quad (k = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (4.54)$$

$X^{(1)}(k)$ ' e birinci dereceden diferansiyel denklem uygulanarak GM(1,1) modeli kurulur.

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + \alpha X^{(1)} = \mu \quad (4.55)$$

$\alpha$  ve  $\mu$  gri modeldeki gelişen katsayılar olarak adlandırılır.  $\alpha$  ve  $\mu$  parametreleri direk yukarıdaki eşitlikten bulunamaz. Bu yüzden, en küçük kareler yöntemi ile üstteki denklemin çözümü elde edilebilir, denklemleri aşağıda verilmiştir (Mohammadi ve diğ., 2011).

$$\hat{a} = [\alpha, \mu]^T = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad \text{ve} \quad z^{(1)}(k) = 0,5x^{(1)}(k) + 0,5x^{(1)}(k-1) \quad (4.56)$$

dersek;

$$B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & 1 \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix} \quad (4.57)$$

$$Y_N = \{x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)\}^T = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \dots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad (4.58)$$

Böylece  $\mu$  ve  $\alpha$  bulunmuş olur ve 1. Dereceden diferansiyel denklem oluşturulur ve denklem çözülür ve tahmin değeri bulunur.  $\hat{x}^{(1)}(1) = x^{(0)}(1)$  ( $k = 2, 3, \dots, n$ )

$$(\hat{x})^{(1)}(k+1) = \left[ x^{(0)}(1) - \frac{\mu}{\alpha} \right] e^{-\alpha k} + \frac{\mu}{\alpha} \quad (4.59)$$

denklemleri elde edilir. Ancak burada elde edilen değerlere Ters Birikim Üretim İşlevi uygulanmalıdır çünkü elde edilen değerler  $X(1)$  için olan birikim uygulanmış değerlerdir. Bunun için BÜİ'nin tersi olacak şekilde tahmin değerlerinin tersi alınır,  $x^{(0)}(k) = x^{(1)}(k) - x^{(1)}(k-1)$  uygulanır. Buna göre asıl tahmin değeri olan;

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (1 - e^{\hat{a}})[x^{(0)}(1) - \frac{b}{\hat{a}}]e^{-\hat{a}(k-1)} \quad (4.60)$$

GM(1,1) modelinin çeşitli varyasyonları da mevcuttur. Gri Verhaultst modeli bunların en yaygın olanıdır. Verhaultst modelin asıl amacı gerçek sistemdeki gelişmeyi kısıtlamaktır. Başlangıç serisi  $X(0)$  direkt olarak kullanılır ve diferansiyel denklem eşitliğind esaf tarafa orjinal serinin kendisi de yazılır.

#### 4.10 Tahminlerin Değerlendirilmesi

Tahmin çalışmaları sonrası sonuçlar değerlendirilmelidir. Eğer tahmin yöntemi yansız ise, tahmin hataları rassal olarak 0'ın altında ya da üstünde kalır. Elde edilen hata seviyesi kabul edilebilir seviyede ise model kullanılabilir.

Tahmin sonrası tahminin değerlendirilmesi için pek çok farklı yöntem mevcuttur. Bazı uygulamalarda klasik uygulamalar yerine stok hataları gibi farklı yöntemler de geliştirilmiştir. İstatistiksel kontrol çizelgeleri de kullanılabilir.

##### 4.10.1 Ortalama mutlak sapma

Ortalama hatanın ortalama büyüklüğünü ifade eder ve tahmin doğruluğunun bir ölçüsü olarak kullanılır. Tahmin yöntemlerinde sık kullanılan bir tahmin doğruluk göstergesidir.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i| \quad (4.61)$$

Tahmin hataları normal dağılıma uygun olduğunda, tahminin standart sapması  $1,25 \times MAD$ ' a eşit olmaktadır (Nahmais, 2000, Bölüm 3).

##### 4.10.2 Ortalama karesel hata karekökü

İstatistiksel bir terimdir ve modellerin performansını değerlendirmek için kullanılan bir indistir. Değerin 0 olması modelin çok iyi olması demektir. Stok için yapılan tahmin modellerinin değerlendirilmesinde sıkça kullanılır.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2} \quad (4.62)$$

### 4.10.3 Ortalama mutlak hata yüzdesi

Modellerin doğruluğu için kullanılan performans ölçüm indisidir. Mutlak hataların, mevcut değere bölümleri toplamlarının, zaman serisi sayısına bölümü ile elde edilir. Değerin küçük olması hata değerinin daha az olduğunu ifade eder.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{D_i} \right| \quad (4.63)$$





## 5. PANEL VERİ ANALİZİ

Nedensellik analizlerinde ve ekonomik araştırmalarda farklı veri türleri kullanılmaktadır. Bu veri türleri ancak yapılarına uygun modellerle incelenebilmektedir (Pazarlıoğlu vs Gürler, 2007). Yatay&dikey kesit veriler ve zaman serilerinin birlikte kullanılarak oluşturulduğu veri havuzuna panel veriler denmektedir. Aşağıda eşitliği belirtilmiştir.

$$Y_{it} = \alpha + \beta_{2it}X_{2it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + e_{it} \quad (5.1)$$

$$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$$

Regresyon analizlerinde farklı olarak i ve t den oluşan iki alt indisi mevcuttur; i, kesit değerlerini (Örn: ölkeler, bireyler, şirketler vs.) ve t de zaman serilerini ifade eder.  $\alpha$ , skaler bir değer,  $\beta$  ise açıklayıcı değişkenin katsayısı,  $e_{it}$  ise hata terimini göstermektedir. Hata teriminin ortalamasının 0 ve sabit varyansa sabit olduğu, tüm bireyler için bağımsız olduğu varsayılmaktadır.

Yatay kesit veri birçok birim için sadece bir dönem hakkında bilgi verirken, zaman serisi verileri sadece bir birimin dönemlere göre bilgisini vermektedir. Hem dönemlere hem de birimlere göre bilgiler isteniyorsa panel veri kullanılmaktadır (Baltagi 2005, bölüm 2)

Panel veri modellerinde gözlem sayısı kesit ve zaman serilerine göre daha fazla olacaktır. Bu durumda elde edilecek parametre tahminleri daha güvenilir olacak ve tahmin edilen modeller daha az kısıtlayıcı varsayıma dayanacaktır (Chetwynd ve diğ, 2003).

### 5.1 Panel Modelin Avantajları ve Kısıtları

Panel veriler ile kurulan modelin avantajları;

- Panel veri, değişkenlerin ve birimlerin ayrı cinste olduğunu, yani heterojen olduklarını belirtir. Zaman serileri ve bölümler arası çalışmalarda bu kontrol yoktur, dolayısı ile hatalı sonuçlar alınabilmektedir (Baltagi 2005, Bölüm 2)

- Panel veri, kesitler arasındaki gözlenemeyen verilerin kontrolüne ve zamanda değışilen durumların kontrolüne olanak sağlar (Reyna, 2007).
- Panel analiz metodu ile zamanla değışmeyen faktörler (mesela din, inanç, coğorafi konum vs.) dikkate alınmasının ayırımını yapabilir (Baltagi 2005, Bölüm 1).
- Panel veri, zaman ve kesit serilerine göre daha değışkenlidir. Değışkenler arası daha az doğrusallık gösterir, daha az çoklu doğrusallık özelliği gösterir ve daha efektiftir. Zaman serilerinde çıkan iki değışken arası fazla doğrusallık, panel verilerde daha fazla birim olduğundan değışkenliği arttıracaktır. Ayrıca panel veriler, daha kompleks sistemlerin ve davranışların modellenmelerine ve testlerine daha müsaitlerdir (Baltagi 2005, Bölüm 1).
- Panel veriler oluşturulurken daha geniş veri seti kullanımı, etki ve ilişkileri açıklamada serbetlik derecesini arttırı ve sonucun güvenilirliğini arttırmaktadır (UNCTAD, 2005)
- Panel veriler çalışana daha geniş bir çalışma alanı sunar. Kısıtlı veriler ile daha güvenilir testler yapma imkanı sağlamaktadır.

Panel verilerin kısıtları olarak,

- Kesit birimleri arasındaki olabilecek bağıllığı ve ilişkiyi panel veri dikkate almaz.
- Veri toplamının zorluğu ve verilerin doğruluğu dışında gözlemlenen değışkenlerin sonucu veriyi oluşturan kişilerin seçim ve tercihleri ile çelişebilir.

## 5.2 Sabit Etki Modelleri

Panel veri ile yapılan analizlerde birimler arasındaki farklılıklardan veya birimler arasında zaman içinde meydana gelen farklılıklardan kaynaklanan değışmeyi modele dahil etmenin bir yolu; mevcut değışmenin regresyon modelinin katsayılarının bazılarında veya tümünde değışmeye yol açtığını varsaymaktadır (Chetwynd vs diğ, 2003). Sabit etkili modellerde bu bu değışim birimler arası değışen sabit katsayılar üzerinden modele yansıtılmaktadır. Bu amaçla panel veri modeli kukla değışkenler yardımıyla tahmin edilmektedir.

Sabit etkili model sadece zamanla değışen değışkenlerin etkisi ile ilgilenir. Kesitler / birimler arasındaki ilişkiye bakar. Her kesitin, tahmin değışkeni üzerindeki etkisi,

kesitin bireysel karakteristiğine göre değişir. Sabit etkili modelinin asıl avantajı, bu zamanla değişmeyen (din, cinsiyet gibi) ve modelde sonucu yanlı yapabilecek karakteristikteki etkenleri elimine etmesidir. Böylece, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisi, diğer etmenlerden etkilenmeden direkt ölçülebilir (Reyna, 2007).

Bu modeldeki varsayımlar, hata terimi ve bağımlı değişken arasında ilişki olmamasıdır. Burada her bir kesit birbirinden farklıdır ve birbirlerinden etkilenmedikleri, dolayısı ile hata terimleri ve sabitler arasında ilişki olmadığı varsayılır. Diğer varsayım, ise zamanla değişkemeyen etmenlerin bireylere özgü olduğu ve diğer bireyler ile ilişkili olmadığı varsayımdır.

5.1 denklemini ele alındığında;

$$\beta_{1it} = \beta_1, \beta_{3it} = \beta_3, \beta_{kit} = \beta_k \quad (5.2)$$

Olduğu varsayılmaktadır. Sabit etkili modellerde açıklayıcı katsayıların değerleri kesitlerce sabit, ancak sabit terim,  $\alpha$ , kesit bazında farklılık göstermektedir (Pazarlıoğlu ve Gürler, 2007). Dolayısı ile 5.1 denklemini aşağıdaki hali alır.

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + e_{it} \quad (5.3)$$

Sabit etki modellerinde modellerinde birey sayısı, N artması serbestlik derecesinde azalmaya neden olabilmektedir.

### 5.3 Tesadüfi Etki Modelleri

Serbestlik derecesindeki kayıp, hata terimleri normal dağılımda ise azaltılabilir. Kesitler ya da zaman serisi arasındaki farklar tesadüfi etki modellerinde hata terimleri üzerinden modele yansıtılmaktadır. Tesadüfi etki modelinin avantajı, sadece belirlenen açıklayıcı değişkenler ve kesitler arasındaki farkı değil, belirlenen faktörler dışındaki etkileri de dikkate almaktadır (Baltagi 2005, Bölüm 2). Bireylerin hata terimlerinin, açıklayıcı değişken ile bir ilişkisi olmadığı varsayılmaktadır, bu da zamanla değişmeyen değişkenlerin açıklayıcı değişken denklemde rol almasını sağlamaktadır. Tesadüfi etki modelini kullanmanın avantajı budur (Reyna, 2007). Katsayı tüm kesit değerleri için sabit bir değer almakta, bununla birlikte zamana ve kesitler arasındaki oluşan farklar da hata terimlerine yansıtılarak gösterilmektedir.

$$\alpha_i = \bar{\alpha} + \mu_i \quad (5.4)$$

$\bar{\alpha}$ , anakütle ortalama sabiti,  $\mu_i$  ise kesit davranışlarındaki bireysel farklılıkları zamanı sabit tutarak dikkate alan ve gözlemlenmeyen rassal hataları ifade etmektedir. Hata terimleri,  $\mu_i$  ve  $e_i$ , birbirlerinden bağımsız hata terimleri olduğu varsayılmaktadır.

5.4 denklemini, 5.3 denkleminde yerine konulursa;

$$Y_{it} = \bar{\alpha} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + e_{it} + \mu_i \quad (5.5)$$

$$w_i = e_{it} + \mu_i \quad (5.6)$$

$$Y_{it} = \bar{\alpha} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + w_{it} \quad (5.7)$$

Yatay kesite özgü hata bileşeni ile zaman serileri ve yatay kesitin birleşimi sonucu oluşan hata terimlerinin toplamı birleşik hata terimi,  $w_{it}$ , denmektedir.

#### 5.4 Hausman Testi

Tesadüfi etkili modelindeki hata teriminin, modeldeki bağımsız değişkenler ile bağımsız olduğu hipotezinin geçerliliği, Hausman tarafından önerilen test istatistiği ile incelenebilmektedir (Chetwynd ve diğ., 2003). Büyük ölçüde yatay kesite özgü hata bileşeni ile ( $e_{it}$ ), açıklayıcı değişkenler arası ( $x_{it}$ ) olası korelasyon hakkındaki varsayıma dayanmaktadır. Hata terimleri ile değişkenler arasında korelasyon var ise Sabit etki modeli, yok ise de rassal etki modeli kullanmak uygun olacaktır. Genel olarak N yatay kesiti genişledikçe rassal etkiler modelini kullanmak daha doğru olmaktadır (Reyna, 2007). Test k serbestlik dereceli, ki-kare dağılımı göstermektedir.

Teste göre iki hipotez mevcuttur. Bu hipotezler;

$H_0$ : Etkiler rassaldır, hata terimi ile açıklayıcı değişken arasında bir etki yoktur.

$H_1$ : Etkiler sabittir, hata terimi ile açıklayıcı değişken arasında korelasyon vardır.

#### 5.5 Eşbütünleşme Testi

Eşbütünleşme testi, değişkenler arası uzun dönem ilişki olup olmadığını görmek için uygulanan bir modeldir. Uzun dönem ilişkinin, eş bütünleşmenin varlığının anlamı değişkenlerin uzun dönemde rassal olarak değil, birbirlerinin durumlarından etkilenecek hareket etmesidir. Regresyon yapmak, sadece değişkenler arasında eş bütünleşme var ise mantıklı olmaktadır (Pradhan, 2010).

Eşbütünleşme testinin mantığı şudur: Eğer iki tane zaman serisi kendileri durağan olmadıkları halde, bunların doğrusal bir kombinasyonu durağan ise bu seriler eşbütünleşiktir denir. Önceden durağan olmayan seriler üzerine analizler yapılmıştır ancak bunların yanıltıcı regresyon ile sonlandığı ispatlanmıştır. Yanıltıcı olmasının sebebi ise, aslında durağan olmayan serilerin stokastik eğilim gösterdikleridir. En

basit halde serileri birinci dereceden ya da n. dereceden farkı alınır ve seri durağan mı diye bakılır.

Eğer birinci fark almada seri durağanlaşıyor ise ,I(1), seriler 1. Dereceden bütünlüktür denir. Genelde, durağan olmayan zaman serileri için fark alınarak analiz yapılır (Eviews, internet kaynağı). Testte  $H_0$  ve  $H_1$  hipotezleri mevcuttur:

$H_0$ : Eşbütünlükleme yoktur.

$H_1$ : En az 1 eşbütünlükleme mevcuttur.

Eşbütünlükleme testinin farklı varyasyonları vardır. Aşağıda, çalışmada kullanılan model olarak Pedroni (Engle-Granger bazlı) Eşbütünlükleme testinden bahsedilmektedir.

Pedroni (Engle-Granger Bazlı) test, I(1) değişkenleri kullanılarak yapılan yapay regresyonun kalıntılarını inceleyerek sonuca ulaşmaya dayanır. Eğer değişkenler ilişkili ise, kalıntılar I(0) olmalıdır. Pedroni, aşağıdaki eşitliği regresyon eşitliğini baz alarak testi uygular.

$$y_{it} = \alpha_{it} + \delta_i t + \beta_{1i} x_{1i,t} + \beta_{2i} x_{2i,t} + \dots + \beta_{Mi} x_{Mi,t} + e_{i,t} \quad (5.8)$$

Burada y ve x' lerin 1. Derecede ilişkili olduğu varsayılır. Parametreler  $\alpha_i$  ve  $\delta_i$  ise bireysel ve trend etkileridir.

$H_0$  hipotezinde eşbütünlüğün olmaması, hata değerlerinin,  $e_{i,t}$ ' nin I(1) olması demektir. Bu açıdan 5.8 eşitliğindeki regresyondan elde edilen değerler için 5.9' daki yardımcı regresyon yürütülür.

$$e_{i,t} = \rho_i e_{i,t-1} + \mu_{it} \quad (5.9)$$

Bu tüm kesitler arasında yapılır.  $H_0$ , eşbütünlüğün olmadığı durum, yani  $\rho_i = 1$  olduğu durumu, pek çok farklı istatistik medodları ile tanımlanmıştır. Kesitler için 5.9' dan elde edilen kalıntılar için panel eşbütünlükleme istatistiği (toplamda 11 adet), değişen özelliklerde ve değişen derecelerde oluşturulur. Oluşturulan istatistiklerde farklı düzeltme katsayıları kullanılır (Eviews, internet kaynağı). Eş bütünlükleme testi ile değişkenler arası ilişkinin yönü ve etkisi gösterilemez. Sadece ilişkinin olup olmadığı anlaşılır.



## 6. UYGULAMA ve METODOLOJİ

### 6.1 Yönetişim ve Elektrik Tüketimin Değerlerine Ait Veriler

Çalışmada hem yönetim için hem de elektrik tüketim değerleri için veriler kullanılacaktır. Her iki konu içinde çeşitli veri havuzları oluşturulmuştur ve yıllık ya da aylık bazlarda havuzlar yenilenmektedir (Political Risk Services, World Bank, Database of Political Institutions, Global Integrity Index, Ibrahim Index of African Governance vs.)

Yönetişime dair veriler ölçüm ve kural bazlı veriler olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Kural bazlı göstergeler ülkelerdeki yolsuzluğu engelleyen hukuğun varlığını ve bu tarz kurumların varlığını ölçer. Sonuç bazlı ölçümler ise kuralların yürürlüğünü ve bu tarz kurumlara devlet müdahalesini ölçmektedir. Kolay anlaşılması açısından kural bazlı göstergelere örnek olarak; iş kurmak için yasal kolaylığın karşılaştırması verilebilir. Mevcut uygulama ve hukuki işlemler planlanan şekilde uygulanabilir olmalıdır. Ancak gelişmekte olan ülkelerde yasal kural ve uygulama arasında fark vardır ve ikisi arasındaki ilişki oldukça azdır. Kural bazlı göstergelerde fazla detay yönetim reformlarını kurgulamak ve yönetmeyi zorlaştırır. İyi bir bilgi servisinin ve spesifik olarak kural ve ya sonuç değişikliklerinin eksikliğinde, hangi değişiklik ya da kuralın daha etkili ve önemli olduğu, hangi kurala daha çok reform yapmanın gerekliliği ve sonuçlarının etkisini irdelemek zorlaşır. Sonuç bazlı göstergeler ise, hukuki kuralların nasıl uygulanıp sonuca yansıdığını gösterir. Ana avantajı, ilgili paydaşların görüşlerini içermesidir. (Kaufmann ve Kraay, 2008).

Çalışma Afrika ülkeleri için yapıldığından ve pek çok farklı veri havuzunu içerdiğinden Ibrahim Index of African Governance veri havuzu kullanılmıştır. Seçilen ülkeler Afrika kıtasında hem lokasyonları hem de ülke durumları dikkate alınarak karşılaştırmaya ve analize daha uygun olacak şekilde seçilmiştir. 2 ülke Kuzey Afrika' dan, kalan 3 ülke ise Sahra Çölü altında bulunan ülkelere, bir tanesi batı Afrika' da bulunan ve diğer ikisi güney bölgelerine yakın olan, ülke

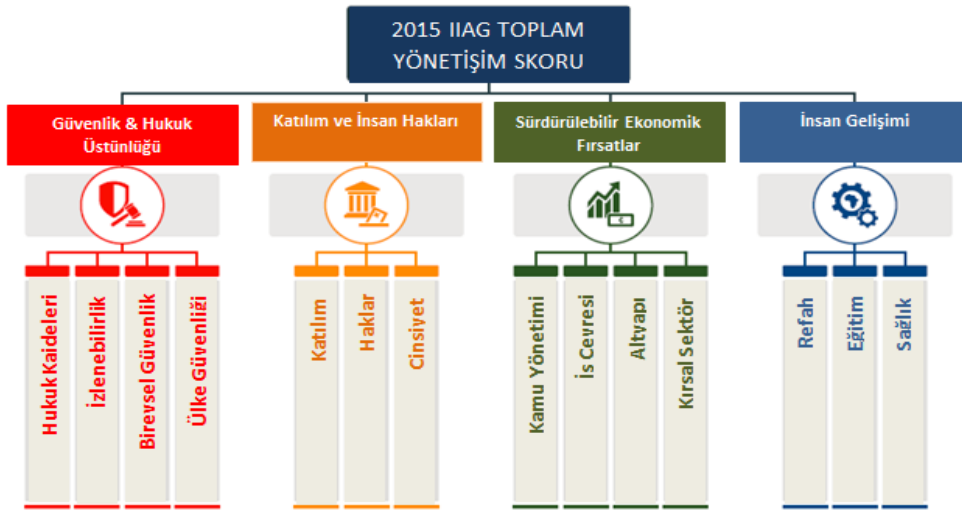
gelişmişlikleri farklı olan ülkeler belirlenmiştir. Veri havuzu hem kural hem de sonuç bazlı göstergelerden oluşturulmuştur.

### 6.1.1 Mo İbrahim verileri

2007' de Afrika bölgesinin yönetim performansının ülkeler arası politika farklarının ve efektif politika üretmek amacı ile kurulan İbrahim İndeksi (IIAG), tüm Afrika ülkelerinin yıllık bazlı yönetim kalitesini ölçmekte ve bilgi sağlamaktadır. Verilerin küresel kaynaklardan derleyerek doğru ve detaylı bir yönetim performans tablosunu Afrika ülkeleri için göstermeye çalışır. IIAG, Mo İbrahim Vakfı'nın Kurulu ve kendi Danışman Konseyi tarafından yürütülür (IIAG, 2015, metodoloji).

İbrahim Index oldukça geniş yönetim göstergelerine ve gelişmişlik donuçlarına sahip veri topluluğudur. Bu, aslında bu göstergelerin yönetim için tam net olduğuna dair zorluğu ortaya çıkarırken aynı zamanda da yanlış oluşturulmuş veri havuzlarının da sonuca daha az etki etmesi sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Toplu göstergeler ile, bireysel göstergelerdeki hataların etkisini azaltılmış olmaktadır.

Yönetişim verileri kapsamında için 14 alt kategoriden oluşan 4 ana kategori oluşturulmuştur. Şekil 6.1' de 2015 IIAG Yönetişim Kategorileri gösterilmektedir.



Şekil 6.1 : IIAG Yönetişim Kategorileri (IIAG, 2015).

14 alt kategoriler de farklı göstergelerden oluşturulmuştur ve her biri yönetim kapsamını kendi alanında kısıtlamıştır (IIAG, 2015, metodoloji). Belirli alt göstergelerden oluşturulan bu 14 kategori de, 2000-2014 arası ülkelere dair yönetim değerleri ile belirtilmiştir.

### 6.1.2 Veri toplama stratejisi

2015 indeks verileri, 93 göstergeden ve 33 küresel veri sağlayıcılar tarafından oluşturulmuştur. Genel mantık bu dış sağlayıcılardan alınan verilerin toplanıp derlenmesidir.

Kategorilere very sağlayan alt göstergeler için, verilerin kümelenmesi aşamasında bazı alt göstergeler bir kaç farklı kaynaktan sağlanmıştır. Bu tarz durumlarda, o gösterge, tüm göstergelerin ortalaması alınarak kullanılmıştır. Bazı göstergeler de çok ayrıntı noktayı belirttiğinden, bu göstergeler birleştirilerek 1 gösterge haline getirilmiştir.

Kümelenmiş veriler için asıl önemli nokta farklı aralıktaki göstergelerden alınan verilerin tek bir aralık ve skalada birleştirilmesi konusudur. Bunun için min-max normalizasyonu kullanılmıştır.

$$x_i = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (6.1)$$

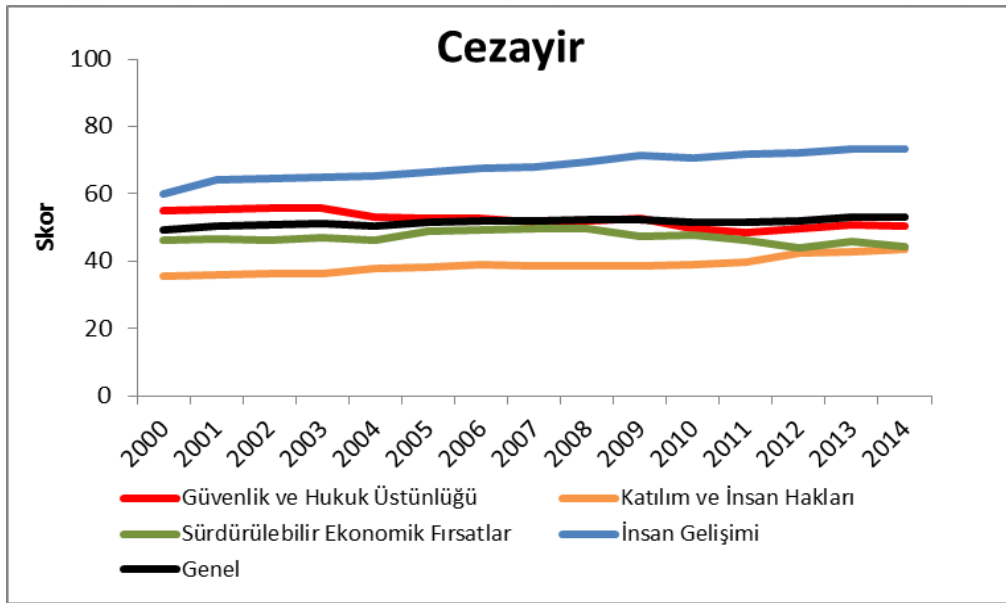
Alt göstergelerden üst göstergelere, oradan alt kategorilere ve ana kategorilere ortalama alınarak ilerlenmiştir. Yönetişime dair belirlenen alt göstergelere ait başlıklar IIAG verilerinden bulunabilir Kategoriler arasında eşit ağırlık verilerek ortalama alınmış ancak, alt kategoriler oluşturulurken belirli ağırlıklar kullanılmıştır.

### 6.1.3 Cezayir yönetim durumu

IIAG 2015 verilerine göre, Cezayir'in Afrika ülkelerindeki yönetim sırası 20' dir. 2011 yılından beri Arap baharının etkisi ile geçmiş değerlere göre daha az gelişme gösteren Cezayir, Arap Baharı sonrası tekrar ilerleme göstermiştir. Cezayir, Katılım ve İnsan Hakları ve Kişi Güvenliği kategorilerinde önemli gelişme gösterirken, Sürdürülebilir Ekonomik Fırsatlar kategorisine göre daha düşük gelişim trendi göstermiştir. Diğer Kuzey Afrika ülkeleri gibi Cezayir de İnsan Gelişimi' nde yüksek bir uygulamaya sahiptir ancak, Hesap Verilebilirlik göstergesinde ülke içerisinde iyi bir değere sahip değildir (IIAG Algeria, 2015). Çizelge 6.1 ve Şekil 6.2 ' de Cezayir' e ait yönetim verileri gösterilmektedir.

**Çizelge 6.1:** IIAG Cezayir genel yönetim ülke trendi (IIAG Algeria, 2015).

CEZAYİR	Güvenlik ve Hukuk Üstünlüğü	Katılım ve İnsan Hakları	Sürdürülebilir Ekonomik Fırsatlar	İnsan Gelişimi
SKOR - 2014 (100 üzerinden)	50.4	43.6	44.4	73.3
Sıralama – 2014 (x/54)	32	33	27	7
Afrika Ortalaması	51.3	49.3	43.2	56.4
2011' den beri Trend	1.7	4	-1.7	1.4



**Şekil 6.2 :** Cezayir yönetim kategorileri 2000-2014 arası değerleri.

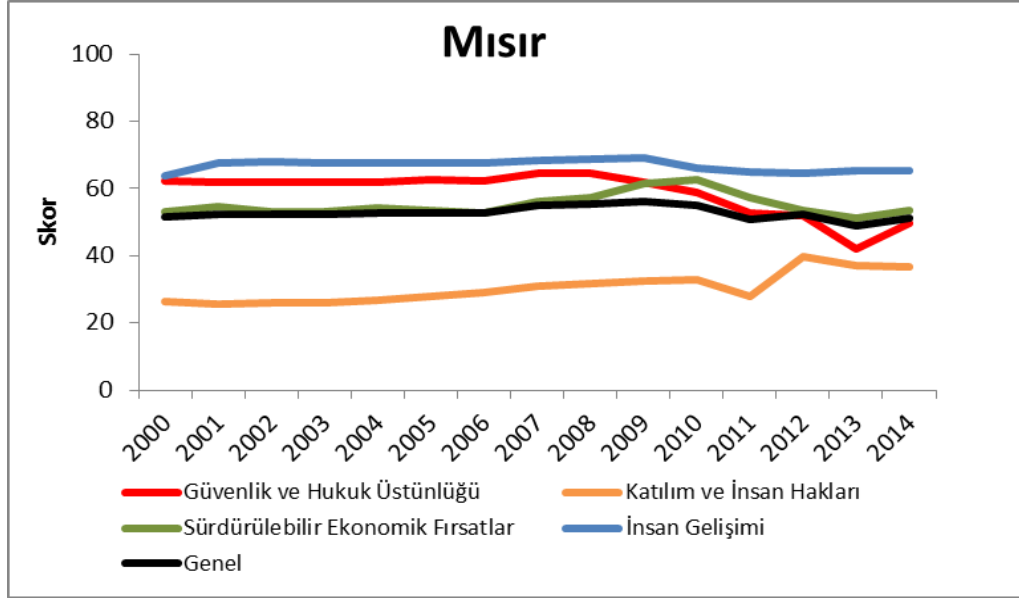
#### 6.1.4 Mısır yönetim durumu

IIAG 2015 verilerine göre, Mısır'ın Afrika ülkelerindeki yönetim sırası 24' dır. Mısır için bu sonuç, İnsan Gelişimi ve Sürdürülebilir Ekonomik Fırsatlar kategorilerindeki yüksek skordan kaynaklanmaktadır. Güvenlik ve Hukuk Üstünlüğü ve Katılım ve İnsan Hakları kategorilerindeki düşük ülke performansı, İş Çevresi ve Ülke Güvenliği göstergelerindeki eksiklikler yönetim değerlerinde belirli alanlarda düşüşe sebebiyet vermiştir. Ancak Katılım ve İnsan Hakları son 4 yılda gelişen bir trend göstermiştir. Hukuğun Üstünlüğü, İnsan Güvenliği ve Hesap Verebilirlik göstergeleri de 2008 yılından itibaren düşüş göstermiş ve 2013' de en düşük değerine

ulaşmıştır. İnsan Gelişimi alanı Mısır' ın kendi alanındaki en güçlü kategorisi olsa da, refah göstergelerinde düşüş görülmüştür (IIAG Egypt, 2015). Çizelge 6.2 ve Şekil 6.3 ' de Mısır' a ait yönetim verileri gösterilmektedir.

**Çizelge 6.2 : IIAG Mısır genel yönetim ülke trendi (IIAG Egypt, 2015).**

MISIR	Güvenlik ve Hukuk Üstünlüğü	Katılım ve İnsan Hakları	Sürdürülebilir Ekonomik Fırsatlar	İnsan Gelişimi
SKOR - 2014 (100 üzerinden)	49.8	36.7	53.4	65.2
Sıralama – 2014 (x/54)	34	41	11	14
Afrika Ortalaması	51.3	49.3	43.2	56.4
2011' den beri Trend	-3	8.6	-4	0.3



**Şekil 6.3 : Mısır yönetim kategorileri 2000-2014 arası değerleri.**

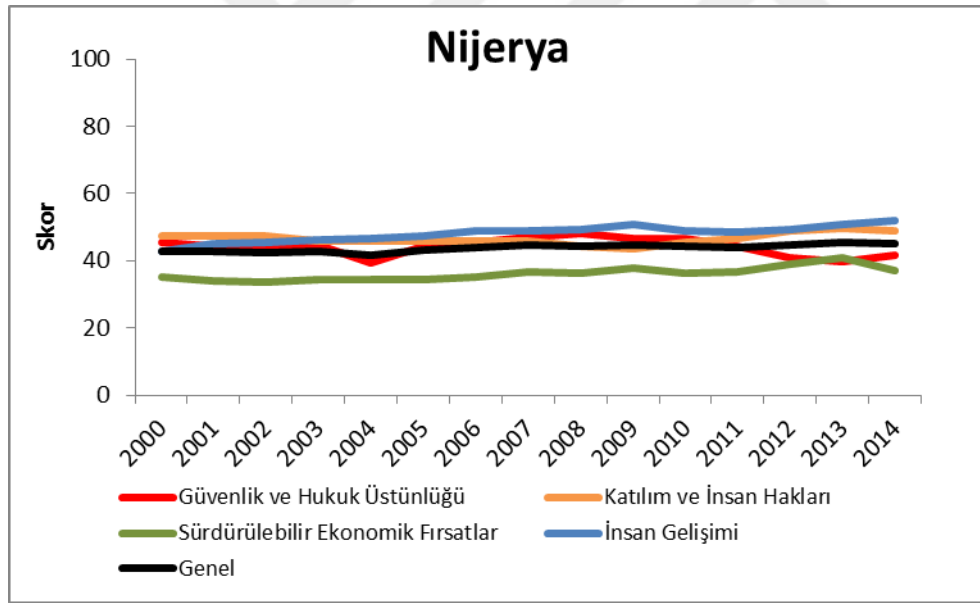
### 6.1.5 Nijerya yönetim durumu

IIAG 2015 verilerine göre, Nijerya' ın Afrika ülkeleri arasındaki yönetim sırası 39' dur. Nijerya' ın yönetim değerleri, hem Afrika kıtası, hem de batı Afrika' daki diğer ülkelere göre tüm kategorilerde daha düşüktür. Doğal kaynakları ile zengin olan ülke, 2011' den beri Sürdürülebilir Ekonomik Fırsatlar kategorisinde yükseliş trendi göstermiş, ancak bu kategorideki göstergelerden olan Kırsal Alan İş Sektörü alanında en büyük düşüşünü yaşamıştır. Güvenlik ve Hukuk Üstünlüğü

kategorisindeki göstergelerden olan Bireysel Güvenlik 2011' den beri tüm göstergeler arasında en büyük azalma trendini göstermiştir. Genel anlamda son 4 yılda İnsan Gelişimi'n de bir yükseliş görülse de, Eğitim göstergesinde son 4 yılın en düşük performansı gösterilmiştir (IIAG Nigeria, 2015). Çizelge 6.3 ve Şekil 6.4 ' de Nijerya' ya ait yönetim verileri gösterilmektedir.

**Çizelge 6.3:** IIAG Nijerya genel yönetim ülke trendi (IIAG Nigeria, 2015).

Nijerya	Güvenlik ve Hukuk Üstünlüğü	Katılım ve İnsan Hakları	Sürdürülebilir Ekonomik Fırsatlar	İnsan Gelişimi
SKOR - 2014 (100 üzerinden)	41.8	48.8	37	52
Sıralama – 2014 (x/54)	42	27	38	35
Afrika Ortalaması	51.3	49.3	43.2	56.4
2011' den beri Trend	-2.5	2.1	0.5	3.4



**Şekil 6.4 :** Nijerya yönetim kategorileri 2000-2014 arası değerleri.

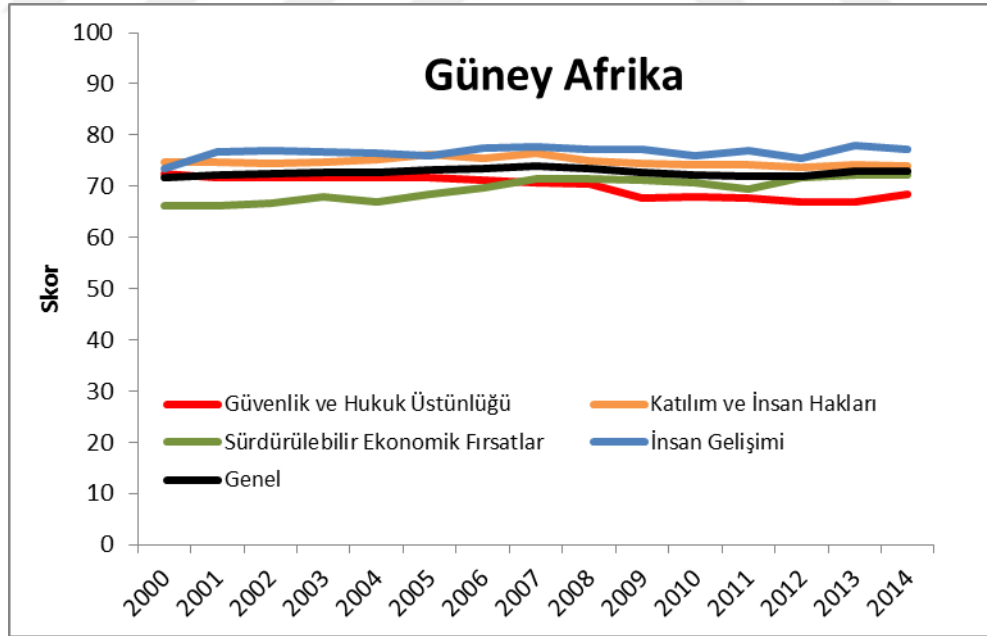
### 6.1.6 Güney afrika yönetim durumu

IIAG 2015 verilerine göre, Güney Afrika' nın Afrika ülkeleri arasındaki sırası 4' dür. Tüm yönetim kategorilerinde kıtanın güçlü yönetim değerlerine sahip olan ve bunu sürdüren Güney Afrika, buna rağmen Hukuk, Kamu Yönetimi, Sağlık ve Kırsal Sektör göstergelerinde düşüş yaşamıştır. Buna rağmen Kamu Yönetimi göstergesinde tüm Afrika ülkeleri içerisinde en yüksek değere sahip ülkedir. Yönetim alanında

2011' den bu yana tüm kategorilerde artış görülmesine rağmen, Katılım ve İnsan Hakları kategorisinde düşüş yaşanmıştır. Yüksek performans göstergelerine rağmen, Birey Güvenliği tüm göstergeler arasında Güney Afrika' nın en düşük göstergesidir. Sağlık alanında ise, düşüş trend gösteren 13 ülkeden birisidir (IIAG South Africa, 2015). Çizelge 6.4 ve Şekil 6.5' de Güney Afrika' ya ait yönetim verileri gösterilmektedir.

**Çizelge 6.4 : IIAG Güney Afrika genel yönetim ülke trendi (IIAG South Africa, 2015).**

Güney Afrika	Güvenlik ve Hukuk Üstünlüğü	Katılım ve İnsan Hakları	Sürdürülebilir Ekonomik Fırsatlar	İnsan Gelişimi
SKOR - 2014 (100 üzerinden)	68.4	73.9	72.3	77.3
Sıralama – 2014 (x/54)	7	4	2	6
Afrika Ortalaması	51.3	49.3	43.2	56.4
2011' den beri Trend	0.8	-0.2	2.8	0.3



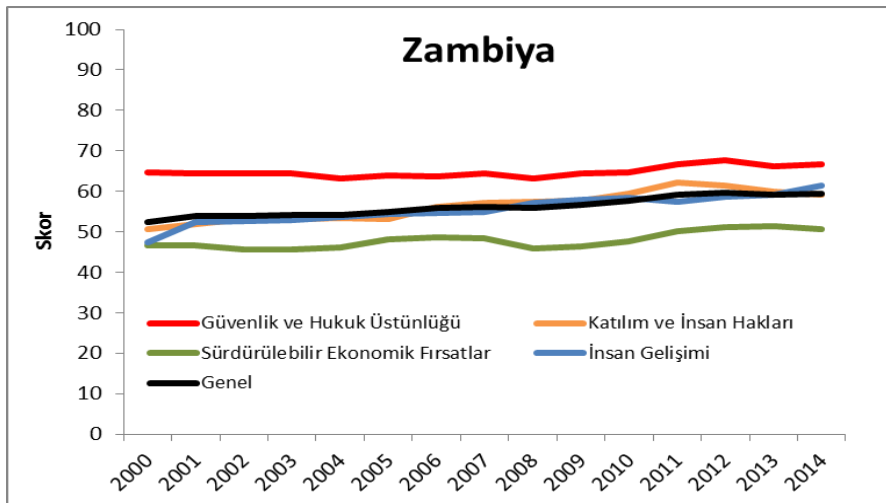
**Şekil 6.5 : Güney Afrika yönetim kategorileri 2000-2014 arası değerleri.**

### 6.1.7 Zambiya yönetişim durumu

IIAG verilerine göre, Zambiya' nın Afrika kıtasındaki yönetişim sıralaması 12' dir. Göreceli olarak yüksek yönetişim değerli ülke, tüm 4 kategoride de kıta ortalamasının yukarısındadır ve 2011' den beri 4 kategorinin 3' n de artış gösteren bir trend izlemektedir. Özellikle İnsan Gelişimi kategorisinde oldukça yüksek artışlı bir trend göstermektedir. Tek düşüş trendi gösteren kategorisi Katılım ve İnsan Hakları' dır ve alt gösterge olarak Hukuk ve Haklar alanındaki düşüş bu kategorideki düşüşü tetiklemiştir. Güvenlik ve Hukuk stnlğ' nn alt kategorisinden olan lke Güvenliği düşüş trendi göstermekte olsa da, tüm kıtadaki en yüksek ülke güvenliği değeri bulunan ülkelerdendir. En yüksek artış gösteren alt gösterge ise İnsan Gelişimi kategorisinin alt göstergeli olan Eğitim Sağlama ve Kalite' dir (IIAG Zambia, 2015). Çizelge 6.5 ve Şekil 6.6' de Zambiya' ya ait yönetişim verileri gösterilmektedir

**Çizelge 6.5 : IIAG Zambiya genel yönetişim ülke trendi (IIAG Zambia, 2015).**

Zambiya	Güvenlik ve Hukuk stnlğ	Katılım ve İnsan Hakları	Sürdürülebilir Ekonomik Fırsatlar	İnsan Gelişimi
SKOR - 2014 (100 zerinden)	66.7	59.1	50.7	61.5
Sıralama – 2014 (x/54)	8	18	14	17
Afrika Ortalaması	51.3	49.3	43.2	56.4
2011' den beri Trend	0.1	-3	0.7	4.1



**Şekil 6.6 : Zambiya yönetişim kategorileri 2000-2014 arası değerleri.**

## 6.2 Metodoloji

Sonuçta yatırımcının ülkeye çekilmesi için belirli reformlar yapılabilir. Ülkelerde yapılacak ekonomik büyüme ve yönetişime ait reformlar, özel sektörü arttırmak, devlet kuruluşları yerine özel sektör sahipli kuruluşların özel sektördeki yerini arttırmak, çok değerlenmiş yabancı kur değerlerini düşürmek, enflasyon değerlerini düşürmek, bütçe farklarını azaltmak ve yasal çerçeveyi düzeltmek amaçlı yapılmaktadır (UNCTAD, 2005). Bu bağlamda Afrika'ya enerji sektörü için çekilecek yabancı yatırımcılar değerlendirilecektir.

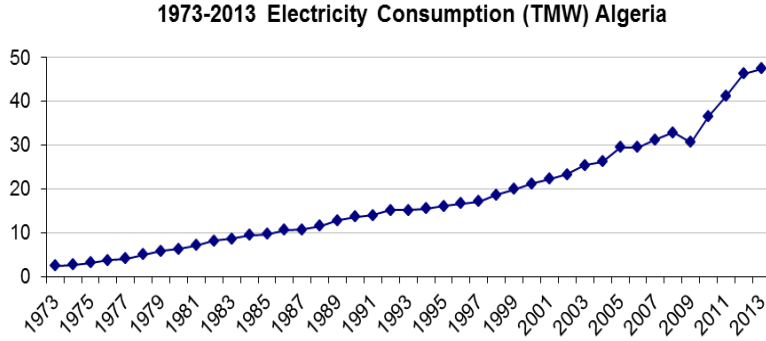
Tahmin konusunda en zorlayıcı nokta, tahmin edilecek durumun yapısının zaman içinde değişebilecek olmasıdır. Bu tahmin edici için modeli deterministik ve probabilistik hale getirmek gerekebilir. Alternatif olarak tahmin edicilerin farklı modeller deneyerek en doğru model seçimi yaklaşımına da gitmek gerekebilir (Lipinski, 1990).

Tahmin yöntemi seçimi için problemin durumu, maliyeti, planlama süresi ve beklenen doğruluk derecesi dikkate alınmalıdır. Problemin durumuna örnek olarak, geçmişte olan bir durum, gelecekte de devam edecek ise, regresyon tercih edilebilir. Eğer düzensiz bir zaman serisi mevcut ise, zaman serisi ayrıştırılıp çarpımsal yöntem seçilebilir gibi noktalar düşünülmelidir (Kanda A., ders notları, zaman serileri). Tahmin edilecek sistem ya da durumlar için genellikle çoğu çalışmada durumun ana karakterizasyonuna bakılmamıştır. Ekonomik, politika gibi durumlar kompleks, dinamik ve olasılıksal karakter gösterir.

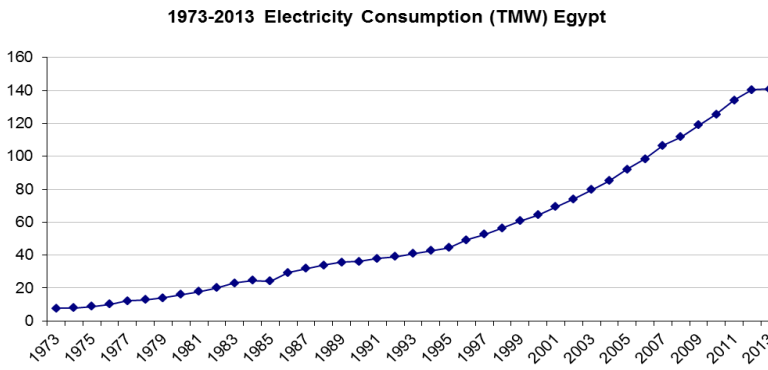
## 6.3 Zaman Serileri Tahmin Uygulaması

Uygulama için 5 farklı Afrika ülkesi ve Türkiye seçilmiştir. Afrika ülkeleri Cezayir, Mısır, Nijerya, Güney Afrika ve Zambiya'dır. Tüm ülkeler için elektrik tüketim verileri 1973-2013 arası veriler TMW cinsinden ifade edilmiştir. Veriler Ek-1 kısmında görülebilmektedir. Bundan sonraki 5 yıl için tahmin yapılmaya çalışılmış; ardından bu tahminler, politik ve operasyonel riskler ile birleştirilerek bir karar verme metodolojisi ile yatırım kararı verilmeye çalışılmıştır. Uygulama için Excel Solver ve Visual Basic kullanılmıştır. Uygulamanın ikinci aşamasında elektrik tüketim tahminleri kullanılırken, en az hata veren elektrik tahmini ile ilerlenmiş ve sonraki dönemler için tahmin uygulanmıştır. Çalışmadaki varsayım, diğer zaman

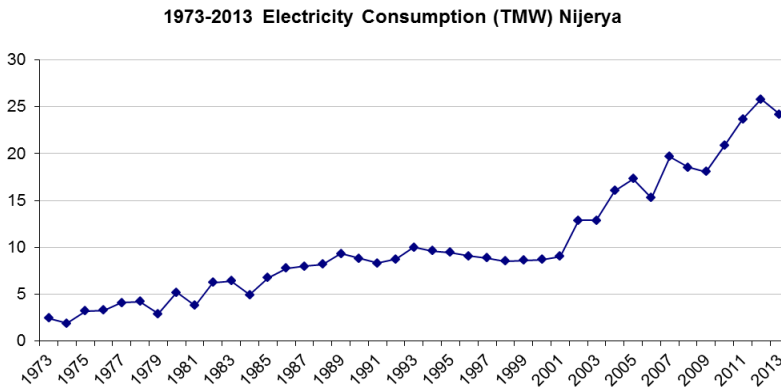
serileri modellerinde olduğu gibi, gelecek enerji talebi, güncel ve geçmiş elektrik tüketim değerlerine bağlı olduğu varsayımdır. Ülkeler için geçmiş yılların elektrik tüketimi tmw cinsinden aşağıda gösterilmektedir.



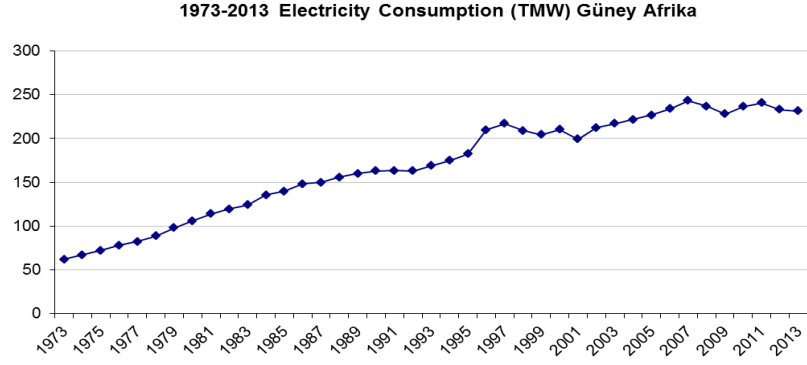
**Şekil 6.7 :** Cezayir 1973-2013 elektrik tüketimi (tmw).



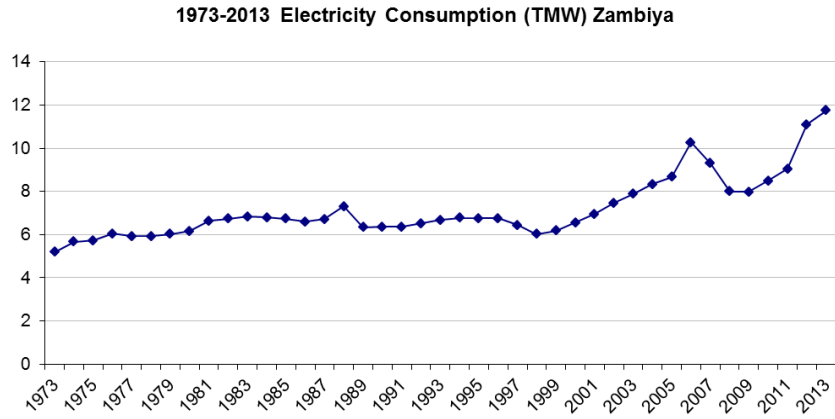
**Şekil 6.8 :** Mısır 1973-2013 elektrik tüketimi (tmw).



**ŞEKİL 6.9 :** Nijerya 1973-2013 Elektrik Tüketimi (Tmw).



**Şekil 6.10 :** Güney afrika 1973-2013 elektrik tüketimi (tmw).

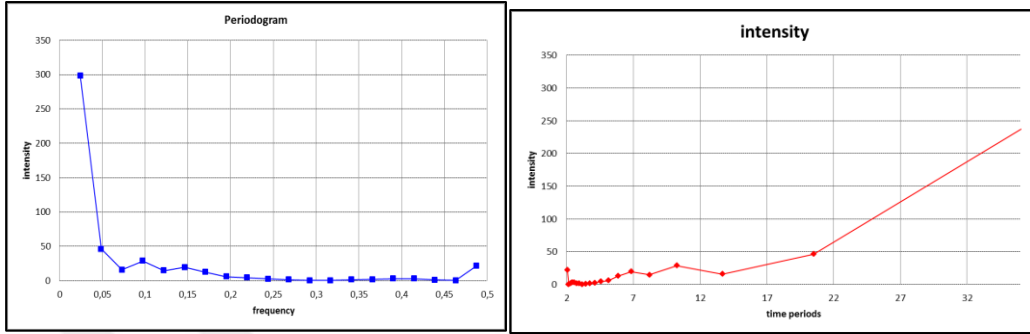


**Şekil 6.11:** Zambiya 1973-2013 elektrik tüketimi (tmw).

Zaman serileri verilmiş olan ülkeler için aşağıda ülkeler bazlı yapılan tahmin çalışmaları gösterilmiş ve en düşük hata oranı olan tahmin yöntemi ile gelecek 5 yıl için tahmin yapılmıştır. Tüm ülkelerdeki zaman serileri için öncelikle periyodogram analizi yapılmış ardından çıkan sonuca göre mevsimsellik olup olmadığına karar verilmiş ve ona göre tahmin yöntemleri seçilmiştir. Tüm verilere sırasıyla hareketli ortalama, basit üstel düzeltme, düzeltilmiş katsayılı üstel düzeltme, Holt's methodu, lineer regresyon, eğrisel regresyon ve ARIMA modelleri uygulanmıştır. Tüm ARIMA modellerinde ilk 21 veri baz veri olarak kullanılmış, bu verilere istinaden bu verilere göre ARIMA otoregresif katsayılar,  $\alpha$ , ve hareketli ortalama katsayıları,  $b$ , değerleri elde edilmiştir. Ardından bu veriler test verilerinde tahmin yapılarak orijinal veriler ile karşılaştırılmıştır.

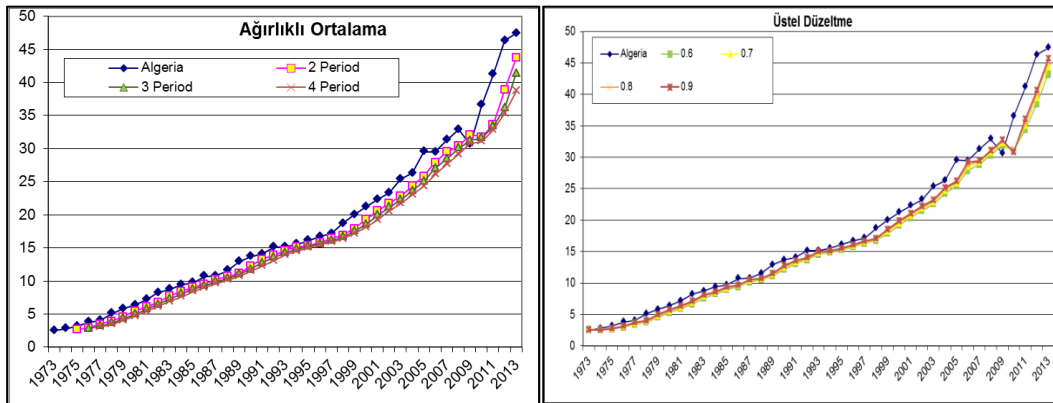
## 6.4 Cezayir

Veriye öncelikle periyodogram analizi yapılmıştır. Grafiklerden de görüleceği üzere yoğunluk grafiğinde net bir sivrilik bulunmamaktadır. Veride mevsimsellik yoktur. Şekil 6.12’ de periyodogram testinin sonuçları görülmektedir.

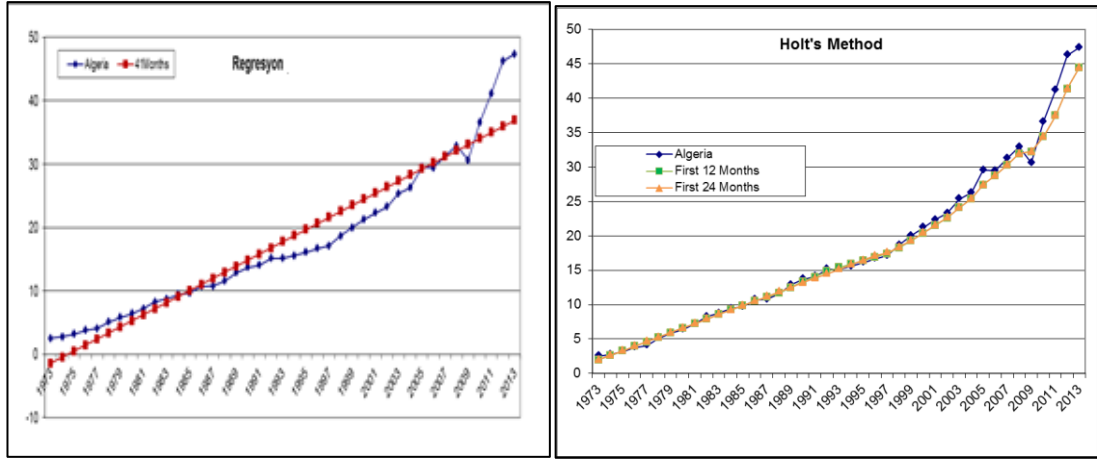


Şekil 6.12: Cezayir geçmiş verileri ait periyodogram (solda) ve yoğunluk grafiği (sağda).

Uygulanan tüm tahmin modellerde sırasıyla hareketli ortalama, üstel düzeltme, Holt’s modeli, lineer regresyon, ikinci dereceden (quadratic) regresyon ve ARIMA modellerinin her birinde farklı katsayılar ile modeller denenmiş, tüm modeller için en iyi sonuç veren tahmin değerlerinin grafiği aşağıda paylaşılmıştır. Örneğin; Holt’s metodu için  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayılarının tüm olasılıkları denenmiş, ardından, optimize değerleri denenmiş ve çıkan en iyi en az hata değerli sonuç aşağıda grafik ile gösterilmiştir. Şekil 6.13’ de hareketli ortalama ve üstel düzeltme grafikleri ve Şekil 6.14’ de 41 yıllık regresyon ve Holt’s metodu ( $\alpha$ : 0,862,  $\beta$ : 0,382) ile elde edilen tahmin grafikleri verilmiştir.

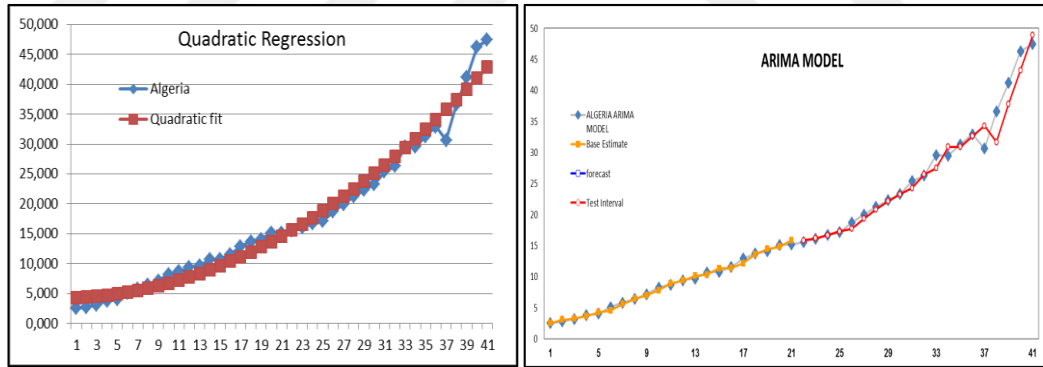


Şekil 6.13 : MA = 2, 3 ve 4 (solda) ve  $\alpha=0,7/0,8/0,9$  üstel düzeltme yöntemi (sağda).



Şekil 6.14: Regresyon (solda) ve holt's metodu (sağda).

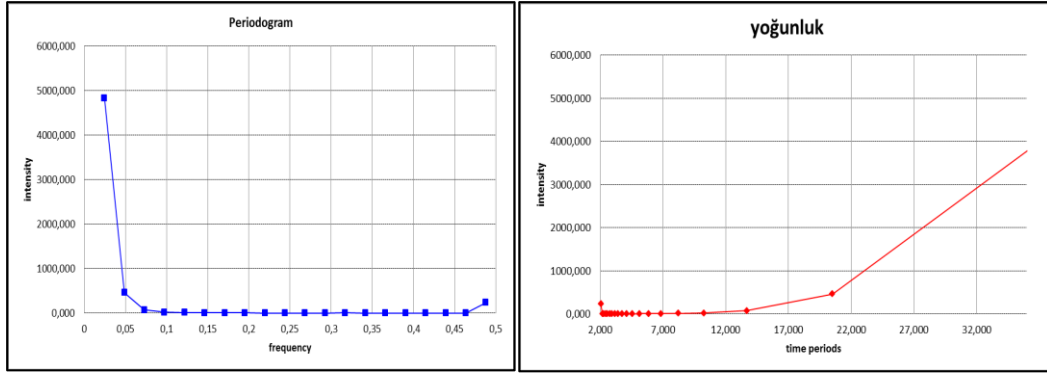
İkinci dereceden eğrisel regresyon ile tahmin modeli yapılmış ve ardından ARIMA modeli denenmiştir. ARIMA modeli denemelerinde en iyi sonuç veren ARIMA(1,2,1) modeli kullanılmıştır. ARIMA (1,2,1) modelinde parametre olarak otoregresif kısım için  $\alpha = -0,153$  ve hareketli ortalamalar kısmı için  $b = 0,663$  değerleri kullanılmıştır. Şekil 6.15' de modellerden elde edilen grafikler gösterilmektedir.



Şekil 6.15 : Eğrisel regresyon (solda) ve arima (1,2,1) modeli (sağda).

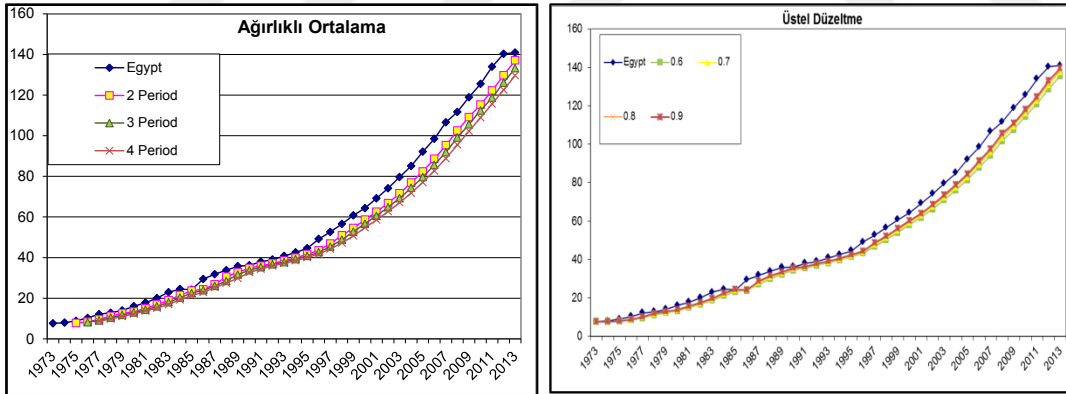
## 6.5 Mısır

Veriye öncelikle periyodogram analizi yapılmıştır. Grafiklerden de görüleceği üzere yoğunluk grafiğinde net bir sivrilik bulunmamaktadır. Veride mevsimsellik yoktur.



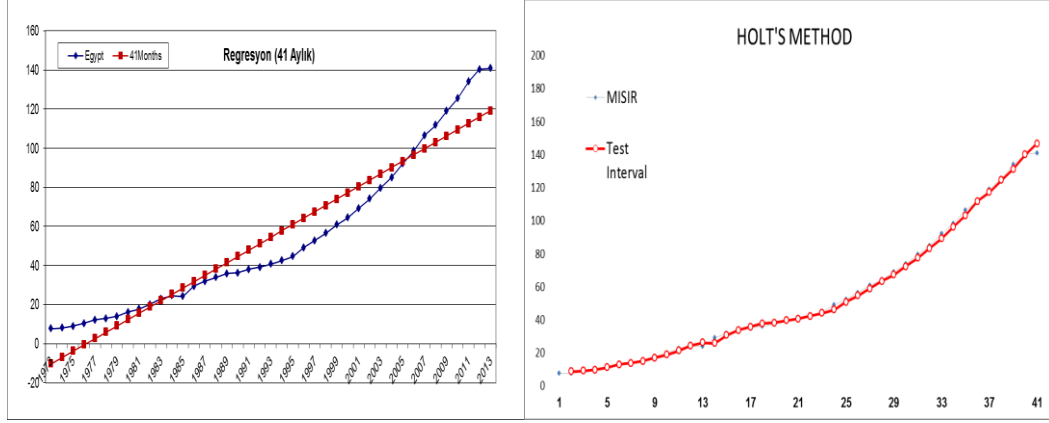
**Şekil 6.16 :** Mısır geçmiş verileri ait periyodogram (solda) ve yoğunluk grafiği (sağda).

Cezayir ülkesi için uygulanan modeller aynı sıra ile burada da uygulanmıştır. Zaman serileri göstergeleri aşağıdaki grafiklerde görülebilmektedir. Yine, her model için en iyi sonuçları vermiş olan parametreye ait tahmin modelleri grafiklere konulmuştur. Şekil 6.17’ de Hareketli ortalama ve üstel düzeltme yöntemlerine ait grafikler görülmektedir. Hareketli ortalama en iyi sonucu son 2 periyodu dikkate alan model vermiştir. Üstel düzeltmede ise  $\alpha=0,9$  değerini alan değer vermektedir. Her iki model de seride trend olduğu için geri kalmıştır.



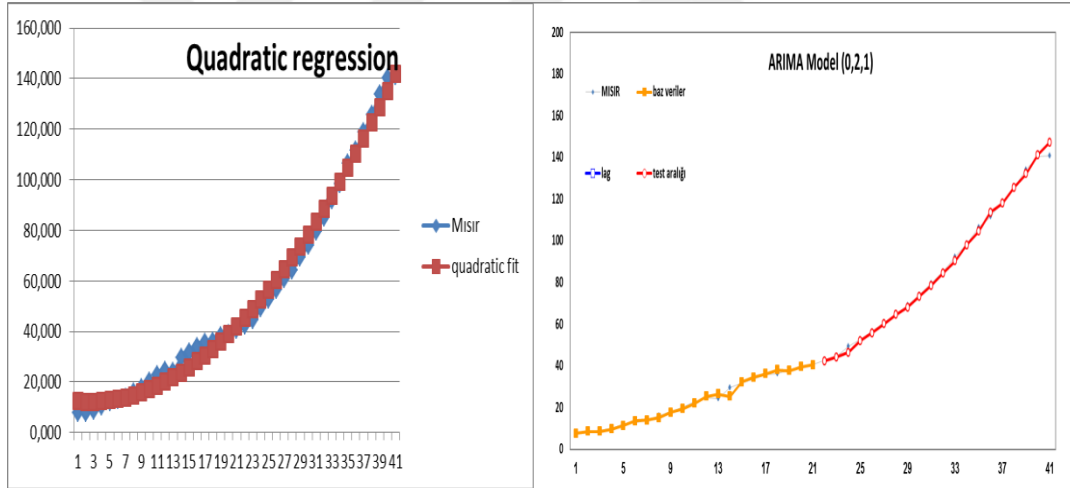
**Şekil 6.17 :** MA = 2, 3 ve 4 (solda) ve  $\alpha=0,7/0,8/0,9$  üstel düzeltme yöntemi (sağda).

Şekil 6.18’ de regresyon ve Holt’s metoduna ait tahminleri gösteren grafikler görülmektedir. Her iki model de eğim özelliği içeren modellerdir. Regresyon için 41 yıllık dönem baz alınarak trend yakalanmıştır. Holts metodunda ise  $\alpha=0,83$  ve  $\beta=0,148$  değerlerine ait model yaratılmıştır.



**Şekil 6.18 :** Linear regresyon (solda) ve holts metodu  $\alpha=0,83$  ve  $\beta=0,148$  (sağda).

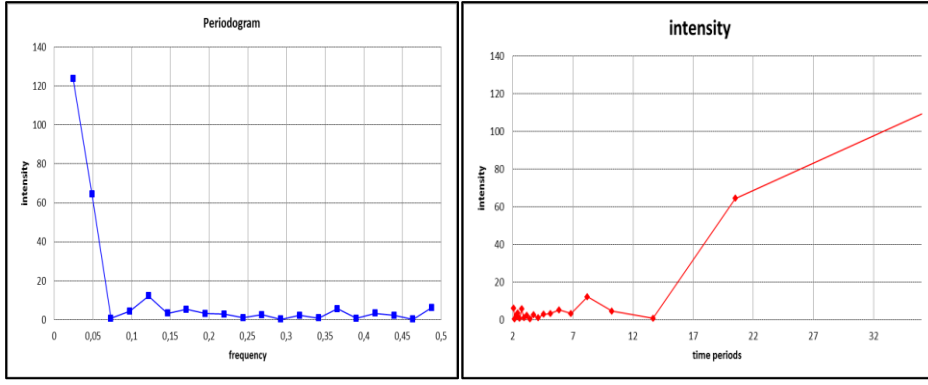
Şekil 6.19' da ikinci dereceden regresyon ve ARIMA (0,2,1) modeline ait grafikler görülmektedir. ARIMA (0,2,1) modelinde 2 dönemlik bir gecikme alınmasının sebebi ARIMA modelinin durağanlık varsayımı olduğu içindir. 2 dönemlik gecikme ile veri kısmen düzeltilmiştir.



**Şekil 6.19 :** Eğrisel regresyon (solda) ve arıma (0,2,1) modeli (sağda).

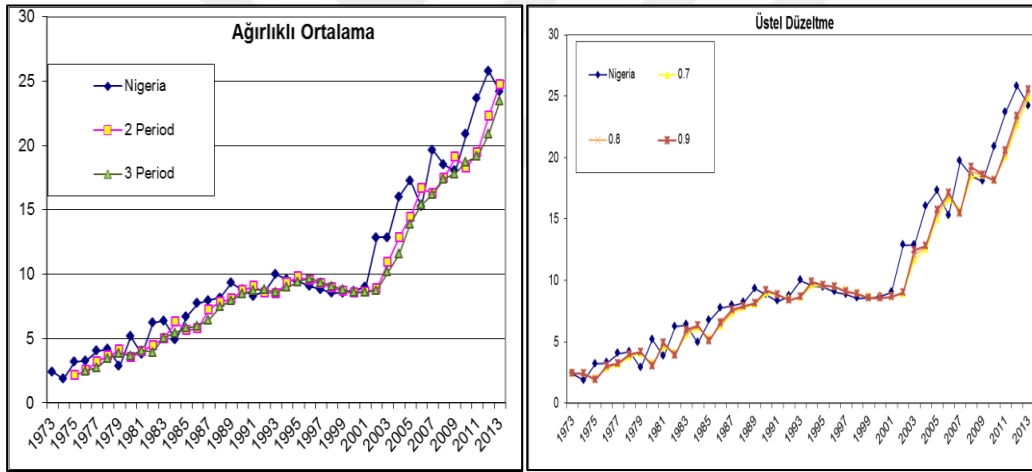
## 6.6 Nijerya

Veriye, tahmin yöntemini doğru belirlemek açısından öncelikle periyodogram analizi yapılmıştır. Grafiklerden de görüleceği üzere yoğunluk grafiğinde net bir sivrilik bulunmamaktadır. Veride mevsimsellik yoktur. Mevsimsellik vardır denilebilmesi için periyodogram analizinde net ve tek başına bulunan bir sivrime görülmelidir. Şekil 6.20' de periyodogram ve yoğunluk grafikleri görülmektedir.



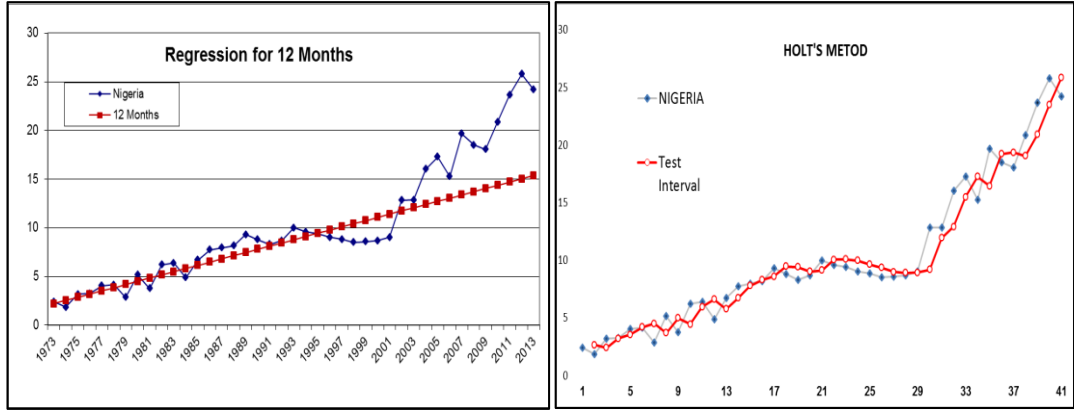
**Şekil 6.20 :** Periyodogram grafiği (sağda) ve yoğunluk grafiği (solda).

Şekil 6.21’ de hareketli ortalama ve üstel düzeltme yöntemlerine ait grafikler görülmektedir. Hareketli ortalama en iyi sonucu son 2 periyodu dikkate alan model vermiştir. Üstel düzeltmede ise  $\alpha=0,9$  değerini alan değer vermektedir. Her iki model de seri de trend olduğu için geri kalmıştır.



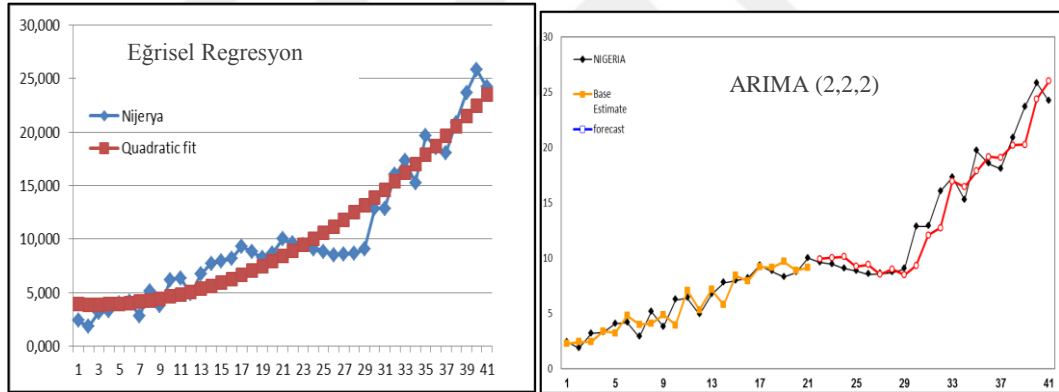
**Şekil 6.21:** MA = 2, 3 ve 4 (solda) ve  $\alpha=0,7/0,8/0,9$  üstel düzeltme yöntemi (sağda).

Şekil 6.22’ de regresyon ve Holt’s metoduna ait tahminleri gösteren grafikler görülmektedir. Her iki model de eğim özelliği içeren modellerdir. Regresyon için 12 yıllık dönem baz alınarak trend yakalanmıştır. Hata katsayısı diğer lineer regresyon analizlerine göre en az bu değerde çıkmıştır. Holts metodunda ise  $\alpha=0,125$  ve  $\beta=1,723$  değerlerine ait model yaratılmıştır. Bu modelde parametreleri belirlerken en küçük kare hatası minimizasyonu yapılmış ve parametreler bu bazda belirlenmiştir.



Şekil 6.22 : Regresyon analizi (solda) ve holt's metodu (sağda).

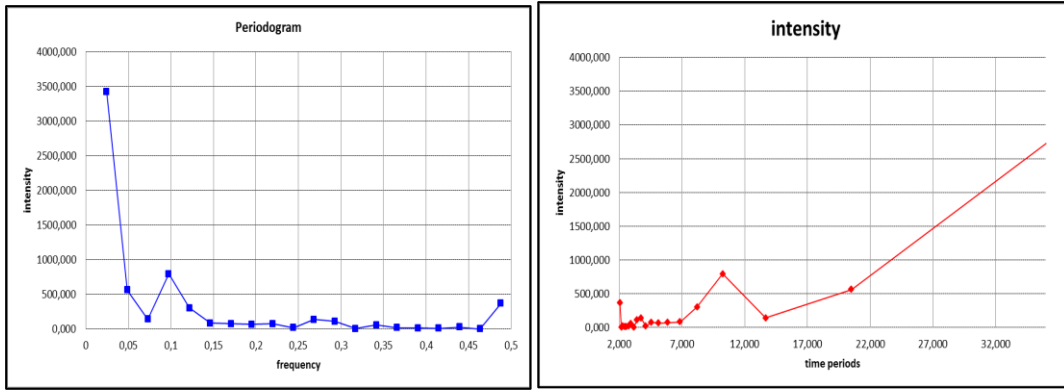
Şekil 6.23' de ikinci dereceden eğrisel regresyon grafiği ve ARIMA (2,2,2) modeli görülmektedir. Arıma modelinde  $\alpha$  değerleri sırası ile, -1,2 ve -0,53; MA kısmına ait b değerler ise sırasıyla -0,048 ve 0,827 olarak alınmıştır. Orijinal zaman serisinde trend yüksek derecede olduğundan iki periyotluk gecikme ile bu giderilmeye çalışılmıştır.



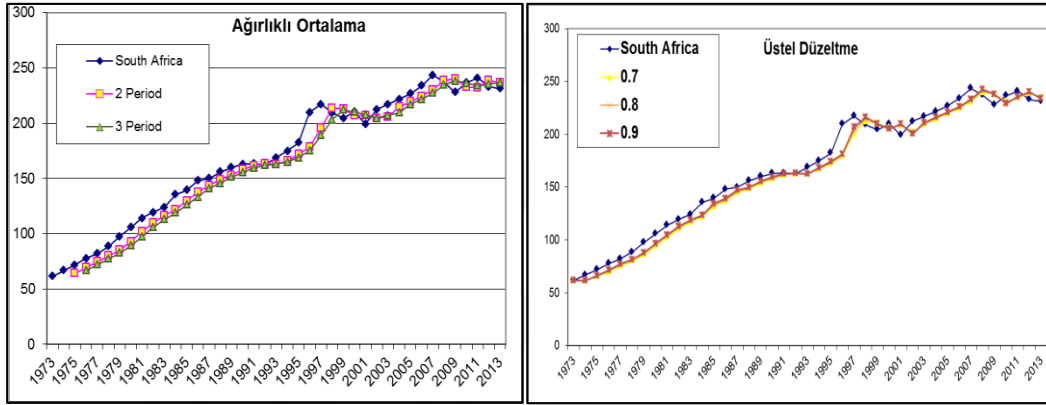
Şekil 6.23 : İkinci dereceden regresyon (solda) ve arıma (2,2,2) modeli (sağda).

## 6.7 Güney Afrika

Veri analizine, tahmin yöntemini doğru belirlemek açısından öncelikle periyodogram analizi yapılmıştır. Grafiklerden de görüleceği üzere yoğunluk grafiğinde net bir sivrilik bulunmamaktadır. Veride mevsimsellik yoktur. Şekil 6.24' de Güney Afrika'nın geçmiş elektrik tüketim değerlerine ait periyodogram ve yoğunluk grafikleri görülmektedir. Şekil 6.25' de ağırlıklı ortalama ve üstel düzeltme modellerine ait grafikler görülmektedir. Hareketli ortalama için en iyi değer tekrar 2 iken, üstel düzeltme katsayısı için bu değer 0,9' dur.

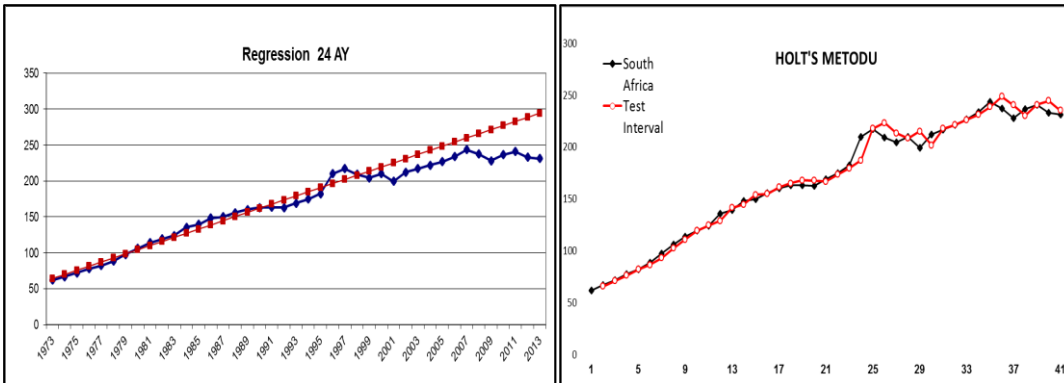


**Şekil 6.24** : Güney afrika geçmiş veriler ait periyodogram (solda) ve yoğunluk grafiği (sağda).



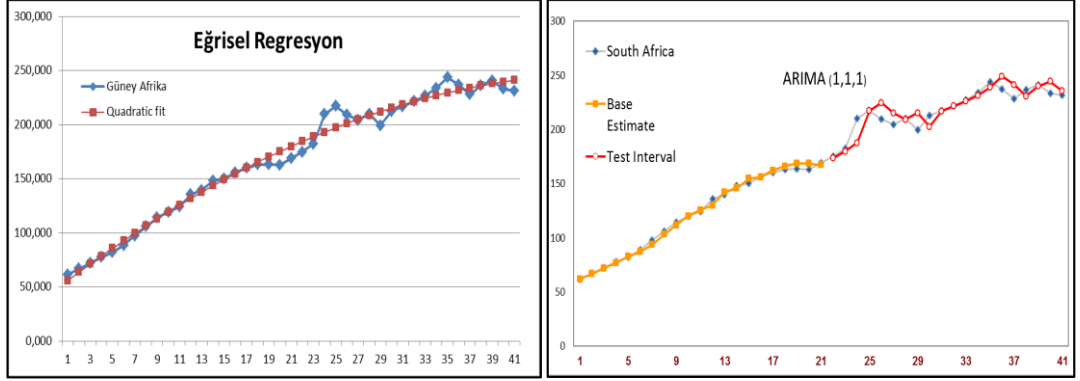
**Şekil 6.25** : Hareketli ortalama (2) (solda) ve üstel düzeltme ( $\alpha=0,9$ ) (sağda).

Şekil 6.26’ da trend özelliklerini dikkate alan lineer regresyon ve Holt’s metodu görülmektedir. Holt’s için yine optimizasyon ile  $\alpha$  ve  $\beta$  değerleri elde edilmiştir (1,126 ve 0,047 sırasıyla). Regresyon için ise 24 aylık analiz ile elde edilen regresyon katsayıları kullanılmıştır.



**Şekil 6.26** : Lineer regresyon analizi (solda) ve holt’s metodu (sağda).

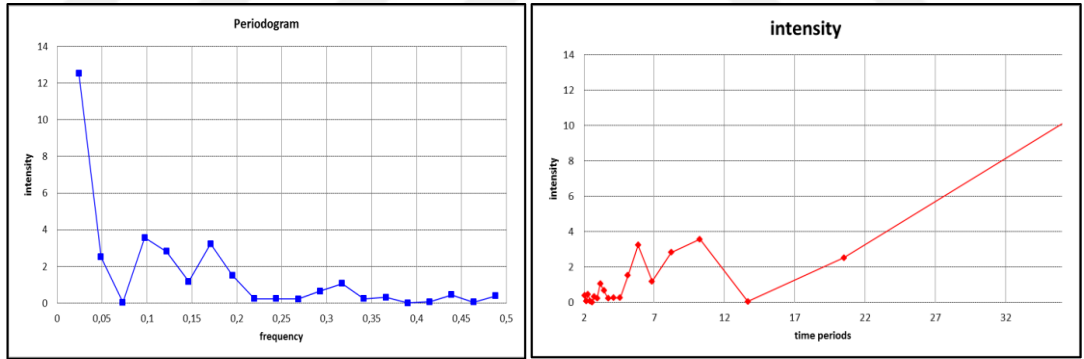
Şekil 6.27’ de ikinci dereceden eğrisel regresyon ve ARIMA (1,1,1) modeli için tahmin modeli görülmektedir. ARIMA modelindeki  $\alpha=1$  alınmış,  $\beta$  ise 0,9 olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.27 : İkinci dereceden regresyon (solda) ve arıma(1,1,1) modeli (sağda).

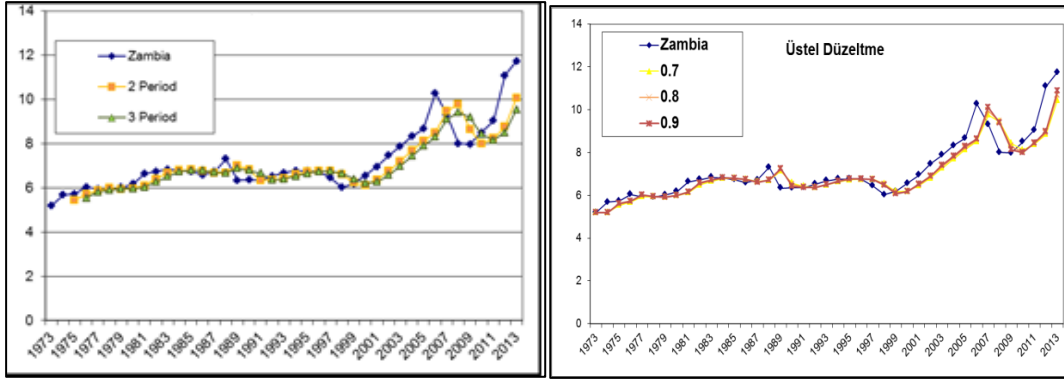
## 6.8 Zambiya

Zaman serileri analize periyodogram analizi yapılarak başlanmıştır ve Şekil 6.28’ de grafiklere ait sonuçlar gösterilmektedir. Mevsimsellik özelliği bulunmamaktadır.

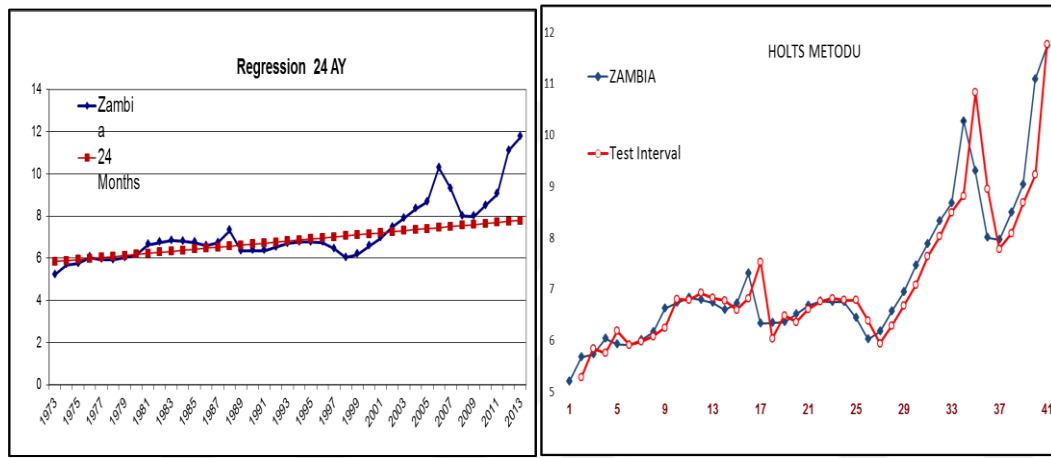


Şekil 6.28 : Zambiya geçmiş veriler ait periyodogram (solda) ve yoğunluk grafiği (sağda).

Analizde ikinci olarak incelenen model hareketli ortalama modelidir. 2 periyotluk hareketli ortalama, diğer hareketli ortalama sonuçlarına göre daha iyi sonuç vermiştir. Üstel düzeltme modeli için ise 0,9 değerli  $\alpha$  katsayısı ile grafik çizilmiştir. Şekil 6.29’ da bu modellere ait grafikler görülebilmektedir. Şekil 6.30’ da ise 24 aylık verilere göre elde edilen regresyon analizi ve optimizasyon ile elde edilmiş  $\alpha$  ve  $\beta$  parametrelili Holt’s metodu gösterilmektedir ( $\alpha=1,282$  ve  $\beta=0,026$ ).

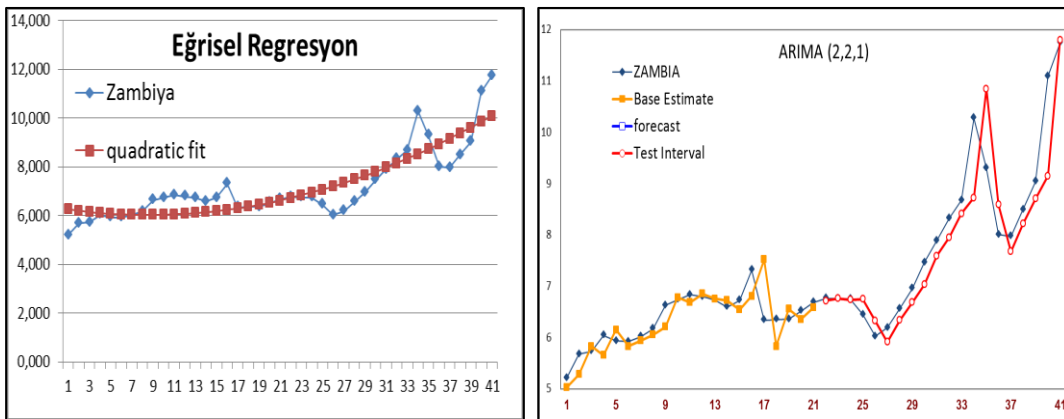


Şekil 6.29 : Hareketli ortalama (solda) ve üstel düzeltme modeli (sağda).



Şekil 6.30 : Linear regresyon analizi (solda) ve holt's metodu (sağda).

Şekil 6.31' de ikinci dereceden eğrisel regresyon ve ARIMA (2,2,1) modellerinin grafikleri görülmektedir. ARIMA modelinde 2 dönemlik fark alınmıştır. Modeldeki kullanılan katsayılar otoregresif parametreler için sırasıyla, 0,4,-0,2; MA kısmı için ise b=1 değeri kullanılmıştır.



Şekil 6.31 : İkinci dereceden regresyon (solda) ve arima (2,2,1) modeli (sağda).

## 6.9 Tahmin Yöntemlerinden Elde Edilen Sonuç

Yukarıda grafikleri gösterilen modellerin her biri kendi aralarında Ortalama Mutlak Hata değerlendirmesine göre karşılaştırılmıştır. Ülkeler bazında modellerin karşılaştırılması Çizelge 6.6’ da belirtilmiştir. En iyi sonuç veren modeller koyu renk ile gösterilmiştir. Elde edilen sonuca göre Holt’s ve ARIMA modelleri en iyi sonuçları vermiştir.






**Çizelge 6.6 :** Ülkeler bazında ortalama mutlak hata cinsinden tahmin modellerin karşılaştırılması.

	Cezayir	Mısır	Nijerya	Güney Afrika	Zambiya
Hareketli Ortalama	1,78	5,1	1,3	8,8	0,49
Üstel Düzeltme	1,31	3,61	1,16	6,95	0,39
Lineer Regresyon	2,5	24,1	2,83	24,4	1,256
Holt's Model	1,26	1,46	<b>1,15</b>	<b>4,6</b>	<b>0,35</b>
Eğrisel Regresyon	1,46	3,09	1,46	4,97	0,55
ARIMA	<b>1,24</b>	<b>1,28</b>	1,2	6,78	0,4

Verilen ülkelerin geçmiş yıllardaki elektrik tüketimlerinin hepsinde belirli bir trend özelliği mevcuttur. Bu artış trendinin sebebi, geçmiş yıllardan günümüze teknolojik gelişimin artmasıyla elektrikli enerji kaynaklarına geçişin olmasıdır. Verilere yıllık bazda bakıldığından mevsimsellik özellikleri görülememiştir. Mısır ve kısmen Cezayir ülkeleri dışında, Afrika’ nın daha güneyinde bulunan ülkelerde tüketim oldukça dalgalı bir seri halindedir.

Ülkelere göre en iyi sonuç veren modeller kullanılarak yapılan 5 yıllık tahmin değerleri aşağıda Çizelge 6.7’ de gösterilmektedir. Buna göre 5 yıllık tahmin değerleri, her ülke için, en iyi sonucu veren modeller olan ARIMA ve Holt’s modelleri kullanılarak yapılmış, ve 5 yıllık değişim trendleri tabloda belirtilmiştir.

**Çizelge 6.7 : 5 Yıllık elektrik talep tahmini.**

	Cezayir	Mısır	Nijerya	Güney Afrika	Zambiya
2014	50,072	144,819	24,601	234,044	11,711
2015	53,241	149,458	25,427	237,0813	11,803
2016	55,5255	153,728	26,2154	240,0842	11,94386
2017	58,2264	157,999	26,9976	243,1	12,08384
2018	60,832	160,241	27,7812	236,29	12,2275
2014-2018 Trend					

### 6.10 Panel Analiz Uygulaması

Yatırım (FDI) ülkeler için oldukça önemlidir çünkü büyüme, istihdam, teknolojik know how, verimlilik ve yerel kazanç anlamında kritik etkileri vardır (Ramizer, 2006). Ülkelerin elektrik tüketimleri de gelişmişliğin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu anlamda Afrika ülkelerinin yönetim göstergesi ile elektrik tüketimleri arasındaki ilişkiye panel analiz ile bakılmıştır. Bağımlı değişken olarak elektrik tüketimi, bağımsız değişkenler olarak da, IIAG ana kategoriler, “güvenlik ve hukuk üstünlüğü”, “katılım ve insan hakları”, “sürdürülebilir ekonomik fırsatlar”, insan gelişimi” belirlenmiştir. Ibrahim ve Law (2015) ve Pao ve Tsai (2011) çalışmalarında, IIAG verilerinin doğal logaritmalarını alarak analiz yapmıştır. Doğal logaritmanın alınma sebebi verilerde analiz sonrasında oluşabilecek farklı serpilimsellik durumunu azaltmaktır. Çalışmanın bu kısmında EViews programı kullanılmıştır. Panel analiz için modelimiz 6.2 eşitliği ile gösterilmiştir.

$$\log ELK_{it} = \alpha_i + \beta_1 \log GHU_{it} + \beta_2 \log KIH_{it} + \beta_3 \log SEF_{it} + \beta_4 \log IG_{it} + e_{it} \quad (6.2)$$

$$i = 1,2,3,4,5 ; t = 1,2,3,\dots,15$$

ELK, elektrik tüketimini;  $\alpha$ , sabit katsayısı; GHU, güvenlik & hukuk üstünlüğü kategorisini; KIH, katılım ve insan haklarını; SEF, sürdürülebilir ekonomik fırsatları; IG ise insan gelişimini göstermektedir. T, zaman serisini, i ise kesitleri yani bireyleri ifade eder. Değişken katsayılarından, SEF ve IG' nin ELK ile pozitif ilişkili olması, GHU ve KIH' in ise işaretlerinin beliriz olup, artı ya da eksi işarete sahip olması beklenmektedir.

Çalışmada önce veriler arasında bir ilişki olup olmadığının görülmesi için eşbütünleşme testi yapılmıştır. Eşbütünleşme testinin varsayımı olan, değişkenlerin durağan özellikte olmayıp, ancak birinci fark alındığında durağan özelliği kazandığını görmek için, değişkenlere öncesinde birim kök testi uygulanmış ve tüm değişkenlerin 1. Fark alındığında durağan özellik gösterdiği gözlemlenmiştir. Ardından eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Uygulanan test sonuçları Şekil 6.32’ de gösterilmektedir.

```

Pedroni Residual Cointegration Test
Series: ELK? GHU? IG? KIH? SEF?
Date: 03/26/16 Time: 19:34
Sample: 2000 2014
Included observations: 15
Cross-sections included: 5
Null Hypothesis: No cointegration
Trend assumption: No deterministic trend
User-specified lag length: 1
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

```

---

Alternative hypothesis: common AR coefs. (within-dimension)				
	Statistic		Weighted	
	Statistic	Prob.	Statistic	Prob.
Panel v-Statistic	-0.322531	0.6265	-0.109220	0.5435
Panel rho-Statistic	1.680603	0.9536	1.482968	0.9310
Panel PP-Statistic	-1.975207	0.0241	-3.359410	0.0004
Panel ADF-Statistic	-2.295781	0.0108	-2.657976	0.0039

---

Alternative hypothesis: individual AR coefs. (between-dimension)		
	Statistic	Prob.
Group rho-Statistic	2.318504	0.9898
Group PP-Statistic	-5.001659	0.0000
Group ADF-Statistic	-2.978797	0.0014

---

**Şekil 6.32 :** Panel eşbütünleşme testi sonuçları.

Sonuca göre, mevcut olan 11 sonucun çoğunluğunda olasılık  $< 0,05$  olduğundan  $H_0$  hipotezi, “eşbütünleşme yoktur” reddedilir ve alternatif hipotez olan “değişkenler arası eşbütünleşme mevcuttur” hipotezi kabul edilir.

Yönetişim kategorileri ile elektrik tüketimi arasındaki ilişkinin anlaşılması için panel veriler kullanılarak sıradan en küçük kareler yöntemi ile regresyon, tesadüfi etki modeli, sabit etkili model uygulanmıştır.

Regresyon analizlerinde ihmal edilen değişkenler yanlış sonuç ortaya çıkarabilmektedir. Özellikle yönetim, ekonomi, kalkınma gibi farklı alanlarla ilişkisi olan konular için içsellik sorununun çıkması ve yanlış sonuç elde edinin olasılığı yüksektir. Bu sebeple, sıradan regresyon analizi yanında, ülkelerin bireysel özelliklerini de dikkate alan ve değişken kontrolünün daha çok sağlandığı panel regresyonlar uygulanmıştır. Regresyon analizlerinde Ibrahim ve Law (2015),

çalışmasında olduğu gibi güven aralığı,  $\alpha$ , 0,10 olarak alınmıştır. Şekil 6.33' de sıradan en küçük kareler yöntemi kullanılarak yapılan regresyon sonucu görülmektedir.

Dependent Variable: ELK?  
Method: Pooled Least Squares  
Date: 03/26/16 Time: 17:33  
Sample: 2000 2014  
Included observations: 15  
Cross-sections included: 5  
Total pool (balanced) observations: 75

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GHU?	-6.183516	0.515050	-12.00565	0.0000
KIH?	-0.360439	0.211028	-1.708018	0.0920
SEF?	8.575681	0.654666	13.09932	0.0000
IG?	-0.828843	0.536634	-1.544523	0.1269
R-squared	0.813115	Mean dependent var	1.607620	
Adjusted R-squared	0.805218	S.D. dependent var	0.527137	
S.E. of regression	0.232647	Akaike info criterion	-0.026729	
Sum squared resid	3.842855	Schwarz criterion	0.096871	
Log likelihood	5.002330	Hannan-Quinn criter.	0.022623	
Durbin-Watson stat	0.514101			

**Şekil 6.33 :** Havuz veri ile yapılan regresyon analizi.

4 bağımsız değişkene karşılık gelen katsayılar görülmektedir. IG' nin p değeri, 0,10' dan büyük olduğundan, değişken önemsizdir denir. GHU, ve KIH, ELK ile ters ilişkili olarak bulunmuş, SEF ise beklendiği gibi yüksek oranda ELK ile pozitif ilişkili çıkmıştır. SEF' in t istatistiği değerinin de yüksek olması, ELK ile ilişkisinin yüksekliğini göstermektedir.

Sıradan regresyon ile yapılan bu analizde, tüm ülkelerin aynı ülke gibi özellik gösterdiği ve benzer karakteristiklerinin olduğu varsayılmıştır. Ayrıca, yapılan regresyonda, denkleme dahil edilmeyen bir değişkenin sonucu yanlış yapma olasılığı mevcuttur.

Bireysel özellikleri de denkleme katılması ve içsellik probleminin azaltılması için rassal etki modeli ve serbest etki modeli kullanılarak nedensellik analizi yapılmıştır. Şekil 6.34' de rassal etki modelinin sonucu gösterilmektedir.

Dependent Variable: ELK?  
Method: Pooled EGLS (Cross-section random effects)  
Date: 03/26/16 Time: 17:54  
Sample: 2000 2014  
Included observations: 15  
Cross-sections included: 5  
Total pool (balanced) observations: 75  
Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3.127996	0.235962	-13.25633	0.0000
GHU?	-4.888441	0.160256	-30.50398	0.0000
KIH?	-0.138690	0.054671	-2.536829	0.0134
SEF?	6.730939	0.213161	31.57676	0.0000
IG?	1.185168	0.201496	5.881841	0.0000
Random Effects (Cross)				
_CEZAYIR--C	-8.48E-10			
_MISIR--C	4.64E-10			
_NIJERYA--C	7.74E-10			
_GUNEYAFRIKA--C	6.30E-10			
_ZAMBIYA--C	-1.02E-09			
Effects Specification				
			S.D.	Rho
Cross-section random			1.04E-06	0.0000
Idiosyncratic random			0.057381	1.0000
Weighted Statistics				
R-squared	0.841254	Mean dependent var		1.607620
Adjusted R-squared	0.832182	S.D. dependent var		0.527137
S.E. of regression	0.215945	Sum squared resid		3.264248
F-statistic	92.73870	Durbin-Watson stat		0.384990
Prob(F-statistic)	0.000000			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.841254	Mean dependent var		1.607620
Sum squared resid	3.264248	Durbin-Watson stat		0.384990

**Şekil 6.34** : Rassal etki modeli analiz sonucu.

P değerlerinin hepsi 0,10' dan düşük çıkmıştır, sonuçlar anlamlıdır.. Modelde F-istatistiği 0,10 değerinden küçüktür, bu parametreye göre model geçerlidir denir. T istatistiği değeri ise, değişkenlerin bağımsız değişken ile olan ilişkisi için kullanılabilir. Yüksek değer, yüksek ilişki olduğunu gösterir. Bireysel hata değerleri de tabloda gösterilmiştir. Tüm değerler yorumlanmadan önce, sabit etkili model ile ve rassal etkili modelden hangisinin daha uygun olduğuna bakmak için Hausman testi uygulanmıştır. Şekil 6.35' da Hausman testi sonucu gösterilmektedir.

Correlated Random Effects - Hausman Test			
Pool: Untitled			
Test cross-section random effects			
Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	576.010418	4	0.0000

**Şekil 6.35** :Hausman testi.

Testte p değeri < 0,10 olduğundan, H<sub>0</sub> hipotezi reddedilir ve hata terimi ve açıklayıcı değişkenler arasında korelasyon olduğu kabul edilir ve bu durumda sabit etkili model kullanmak daha anlamlı olur. Şekil 6.36' da aynı kategoriler için sabit etkili model ile analiz sonucu gösterilmektedir.

Dependent Variable: ELK?  
Method: Pooled Least Squares  
Date: 03/26/16 Time: 17:52  
Sample: 2000 2014  
Included observations: 15  
Cross-sections included: 5  
Total pool (balanced) observations: 75

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.276478	0.939090	-4.553852	0.0000
GHU?	-1.166252	0.296552	-3.932701	0.0002
KIH?	0.904782	0.265164	3.412162	0.0011
SEF?	1.114491	0.370424	3.008689	0.0037
IG?	2.524552	0.376100	6.712450	0.0000
Fixed Effects (Cross)				
_CEZAYIR--C	-0.145219			
_MISIR--C	0.460757			
_NIJERYA--C	-0.065266			
_GUNEYAFRIKA--C	0.277471			
_ZAMBIYA--C	-0.527743			
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
R-squared	0.989432	Mean dependent var		1.607620
Adjusted R-squared	0.988151	S.D. dependent var		0.527137
S.E. of regression	0.057381	Akaike info criterion		-2.766039
Sum squared resid	0.217310	Schwarz criterion		-2.487941
Log likelihood	112.7265	Hannan-Quinn criter.		-2.654998
F-statistic	772.3932	Durbin-Watson stat		0.901547
Prob(F-statistic)	0.000000			

Şekil 6.36 : Sabit etkili model ile regresyon analizi sonucu.

Modele tüm değerlerin p değeri ve F istatistiği değeri 0,10' dan küçüktür, tüm değişkenler anlamlıdır denebilir. T istatistiği değerleri, t tablosuna göre 0.10 değerinin karşılığı olan 1,664 değerinden büyüktür. Değişkenlerin bağımlı değişken, ELK, üzerinde yüksek etkisi vardır. T değeri büyüdükçe etki değeri açıklayıcı değişkenin, bağımlı değişken ile olan ilişkisi daha da artmaktadır. R-squared değeri, 0,989432, ELK değişkenindeki varyans miktarının, büyük yüzde ile açıklayıcı değişkenlerden kaynaklandığını gösterir. Buna göre yeni modellerin denklemi;

$$\begin{aligned}
ELK_{CEZAYIR} = & -0.145218539249 - 4.27647752989 - 1.16625170425 * \\
& GHU_{CEZAYIR} + 1.11449144888 * SEF_{CEZAYIR} + 0.904781934951 * \\
& KIH_{CEZAYIR} + 2.52455239089 * IG_{CEZAYIR}
\end{aligned} \tag{6.3}$$

$$\begin{aligned} \text{ELK}_{\text{MISIR}} = & 0.460756786209 - 4.27647752989 - 1.16625170425 * \\ & \text{GHU}_{\text{MISIR}} + 1.11449144888 * \text{SEF}_{\text{MISIR}} + 0.904781934951 * \\ & \text{KIH}_{\text{MISIR}} + 2.52455239089 * \text{IG}_{\text{MISIR}} \end{aligned} \quad (6.4)$$

$$\begin{aligned} \text{ELK}_{\text{NIJERYA}} = & -0.0652657707561 - 4.27647752989 - 1.16625170425 * \\ & \text{GHU}_{\text{NIJERYA}} + 1.11449144888 * \text{SEF}_{\text{NIJERYA}} + 0.904781934951 * \\ & \text{KIH}_{\text{NIJERYA}} + 2.52455239089 * \text{IG}_{\text{NIJERYA}} \end{aligned} \quad (6.5)$$

$$\begin{aligned} \text{ELK}_{\text{GUNEYAFRI}} = & 0.277471002869 - 4.27647752989 - 1.16625170425 * \\ & \text{GHU}_{\text{GUNEYAFRIKA}} + 1.11449144888 * \text{SEF}_{\text{GUNEYAFRIKA}} + 0.90478193 * \\ & \text{KIH}_{\text{GUNEYAFRIKA}} + 2.52455239089 * \text{IG}_{\text{GUNEYAFRIKA}} \end{aligned} \quad (6.6)$$

$$\begin{aligned} \text{ELK}_{\text{ZAMBIYA}} = & -0.527743479072 - 4.27647752989 - 1.16625170425 * \\ & \text{GHU}_{\text{ZAMBIYA}} + 1.11449144888 * \text{SEF}_{\text{ZAMBIYA}} + 0.904781934951 * \\ & \text{KIH}_{\text{ZAMBIYA}} + 2.52455239089 * \text{IG}_{\text{ZAMBIYA}} \end{aligned} \quad (6.7)$$

Yukarıdaki denklemlerde, Şekil 6.37’ de belirtilen sabit etki değerleri “Fixed effects (cross)” başlığı altında verilmiştir. Bu değerler denklemlerde yerine yazılmıştır. Açıklayıcı değişkenlerin katsayıları için, IG, SEF ve KIH’ in pozitif değer aldığı görülmektedir. Bu durum, analiz öncesi değişkenlerden beklenen durumu karşılamaktadır. GHU ise elektrik tüketimi ile negatif ilişkili çıkmıştır.

Buna göre elektrik tüketimine en çok etki eden değişken insan gelişimidir. IG’ deki 1 birimlik artış ile, elektrik tüketimine 2,54 birim artışın olması beklenmektedir. Aynı şekilde SEF değerindeki 1 birimlik artışın, diğer değişkenlerin sabit kalması şartıyla, ELK değerinde 1.11 artışı olması beklenir.

Ülkelere dair bireysel özelliklerine sabit katsayılardan bakıldığında ise, yapılan tahmin çalışması ile tutarlı bir sonuç elde edilmiştir. Ortak katsayıdan +0,46 bireysel olarak daha yüksek katyasıya sahip olan Mısır en yüksek katsayıya sahip olan ülkedir. Güney Afrika ülkesi de referans katsayıdan +0,27 daha yüksek katsayıya sahiptir. Diğer ülkeler bireysel katsayılara sahiptirler. Bu değerler ancak ülkelerin durumunu göstertez, sadece tüm bağımlı değişkenlerin 0 olması durumundaki kesim noktasını gösterir. Ülkedeki olası elektrik talebinin diğer ülkelere nazaran, bağımsız değişkenler arasında eşitlik olması durumunda olarak daha yüksek seviyeden başlayacağını gösterir.

Elektrik tüketimini en çok etkileyen değişkenler için, SEF ve IG, değişkenlerinin kareleri alınarak ayrı bir analiz yapılmış, böylece mevcut yönetim göstergelerinde olan daha yüksek seviyedeki artışın, elektrik tüketimi seviyesindeki etkisi görülmek istenmiştir. Şekil 6.37’ de IG göstergesinin karesi alınarak yapılan regresyon ve Şekil 6.38’ de ise SEF göstergesinin karesi alınarak yapılan analiz görülmektedir.

Sample: 2000 2014  
Included observations: 15  
Cross-sections included: 5  
Total pool (balanced) observations: 75

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.276478	0.939090	-4.553852	0.0000
GHU?	-1.166252	0.296552	-3.932701	0.0002
KIH?	0.904782	0.265164	3.412162	0.0011
SEF?	1.114491	0.370424	3.008689	0.0037
IG2?	1.262276	0.188050	6.712450	0.0000

**Şekil 6.37** : IG2 gösterge değeri ile sabit etkili model regresyonu.

Sonuca göre IG göstergesindeki kare olarak artış elektrik tüketimine yine pozitif etki ettiği ancak, eski katsayı değerine göre, 2,52, oldukça fazla azalma olduğu görülmüştür.

Dependent Variable: ELK?  
Method: Pooled Least Squares  
Date: 03/30/16 Time: 15:32  
Sample: 2000 2014  
Included observations: 15  
Cross-sections included: 5  
Total pool (balanced) observations: 75

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.276478	0.939090	-4.553852	0.0000
GHU?	-1.166252	0.296552	-3.932701	0.0002
SEF?	0.557246	0.185212	3.008689	0.0037
KIH?	0.904782	0.265164	3.412162	0.0011
IG?	2.524552	0.376100	6.712450	0.0000

**Şekil 6.38** : SEF göstergesinin karesi ile yapılan sabit etkili model.

Tüm değişkenlerin p değerleri 0,01 değerinden küçüktür. SEF karesinin katsayı değeri, eski değere göre düşmüştür ancak elektrik tüketimine ile yine pozitif ilişkilidir. SEF kare değerindeki 1 birim artışın, elektrik tüketimine olan talepte 0,55 değerinde artış olacağı tahmin edilmektedir.

## 6.10 Panel Analiz ve Tahmin Sonuçları

Sonuçta elektrik tüketimine etki eden parametrelerden sürdürülebilir ekonomik fırsatlar, insan gelişimi ve katılım & insan hakları göstergelerinin elektrik tüketimi üzerinde beklendiği gibi pozitif ilişkisinin olduğu, güvenlik & hukuk üstünlüğü ise elektrik tüketimi ile ters orantılı olduğu görülmüştür. Sabit etkili model ile yapılan regresyondaki katsayı değerleri, sıradan regresyon sonucu oluşan katsayı değerlerinden genel olarak daha küçüktür. Ülkeler arasındaki katsayı değerleri, genel olarak bakıldığında, elektrik tüketimi en yüksek olan iki ülkede pozitif değer, diğer ülkelerde negatif değere sahiptir. En küçük katsayı değeri, elektrik tüketimi en az olan Zambiya ülkesine aittir. Kesitler arasında en çok elektrik tüketimine sahip olan Güney Afrika'nın, 2. en yüksek tüketim değerine sahip Mısır'dan daha az sabit katsayıya sahip olmasının sebebi, tüketim değerleri arasında aşırı bir farkın olmayışı ve mevcut verilerde Mısır'ın elektrik tüketim değerinin oransal olarak Güney Afrika'ya göre daha fazla olması olarak gösterilebilir. Yukarıda belirtilen eşitliklerden, ülkelere ait yönetim değerleri yazılarak ELK tüketim değeri bulunabilir.

Şekil 6.37 ve Şekil 6.38'de belirtilen analizde, sürdürülebilir ekonomik fırsat ve insan gelişimi kategorilerinin artması, elektrik tüketimindeki artış eğimini azaltmaktadır. Sonuçta, insan gelişimi ve ekonomik iş ortamını çok arttıran ülkeler için elektrik tüketiminin artış hızı azalmaktadır denilebilir.

Bu analizlere göre, ülkelere dair strateji ve elektrik üretimi sağlayan bir firma için yatırım yapılabilirliği durumu aşağıda incelenmiştir. Bunlar yapılırken Marsh, (2014)'in belirlediği ülke politik riskleri için belirli olan kategoriler de göz önüne alınmaktadır. Buna göre, politik riskler olarak stabil olmayan makroekonomi, jeopolitik gerilim, yolsuzluk, hukuk üstünlüğü ve altyapı olarak belirtmektedir. Buna göre, mevcut kategorilerin alt göstergelerine bakıldığında ilk olarak Güvenlik & Hukuk Üstünlüğü, sonrasında da Katılım & İnsan Hakları ülke için politik risk taşıyan göstergeler olarak belirlenebilir.

Ülkelere strateji belirleme gözü ile bakıldığında, yapılan diğer çalışmalarda elektrik tüketiminin, mevcut diğer tüketimlere göre daha az çevreyi kirlettiği ve gelişiminin bir göstergesi olarak gösterilmektedir. Çevre açısından bakıldığında;

- Cezayir ülkesi için, IIAG verilerine göre son 4 yılda negatif trend izleyen SEF kategorisini arttırmak için altyapı, kamu yönetimi ve iş çevresi gibi alanlarını yükseltmeye, diğer pek yüksek olmayan kategorisi “Katılım ve insan hakları” na göre daha çok önem vermelidir, denilebilir.
- Mısır ülkesi için, mevcutta diğer göstergelerine göre daha düşük olan “Katılım ve İnsan Hakları” göstergesine, yine diğer gösterelere nazaran daha düşük olan “Güvenlik ve Hukuk Üstünlüğü” ne göre daha çok önem verebilir.
- Zambiya ülkesi, yönetim açısından genel kıta ortalamasına göre yüksek bir durumda olup, en düşük yönetim kategorisi olan “katılım ve insan hakları” ndaki alt göstergeleri geliştirecek bir politika izleyerek ve buna uygun stratejiler oluşturarak, elektrik tüketim değerinin artmasını ve çevreye olacak kirlilikte de azalmaayı, bu bağlamda oluşturabilir.

Elektrik üretimi sağlayan bir firma için yatırım gözü ile bakıldığında (Çalışmada bu kısımda yapılan yorum ve analizler için sadece mevcut olan parametreler düşünülmüş, yatırıma kararına etki edecek diğer parametreler yok sayılmıştır); Zaman serisi analizi ile belirtilen 5 ülke için de yapılan tahminlere göre gelecek 5 yıllık elektrik tüketimleri yükselmektedir. Bu ülkeler arasında da oran olarak en çok elektrik tüketimleri artacak ülkeler Cezayir ve Mısır olarak durmaktadır. Yüzde olarak tüketimlerde en az değişim ise Güney Afrika ülkesindedir. Bu bağlamda elektrik tüketimi için talebin daha yüksek oranda artması mevcut yatırımcı için daha cazip gözükebilir. Dolayısı ile ülkenin mevcut boyutu, popülasyonu ve gelişmişlik oranı da mevcuttadikkate alınmalıdır. Bunun için zaman serileri dışında ülkelerin bireysel özellikleri de konuya dahil edilerek elektrik tüketimlerindeki etki, değişim ve ilişki, ülkelerin özelliklerine bakılarak incelenmiştir.

Yapılan analizde elektrik tüketimine en çok etki eden kategoriler SEF ve IG’ dir ve KIH göstergesi de elektrik tüketiminde olumlu etki yapmaktadır. GHU ise elektrik tüketimine olumsuz etki yapmaktadır. Ayrıca, yapılan diğer regresyon analizinde SEF kare ve IG kare değerlerinin (diğer parametrelerin değişmediği durumda) elektrik tüketimi üzerindeki etkileri de azalmaktadır. Yatırım yapacak kişinin, düşük risk, yüksek iş sürekliliği beklediği varsayılmaktadır. Ayrıca IIAG değerlerindeki trendlerin yatırım yapılacak süre boyunca devam edeceği varsayılmıştır. Ülke bazlı bakılır ise;

- Cezayir için, zaman serileri kullanılarak yapılan tüketim tahminine göre elektrik tüketiminin % 20 olarak artacağı öngörülmektedir. IIAG verilerine göre ise, Cezayir IG ve KIH değerlerinde artan bir trend göstermekte, SEF' de ise azalan bir trend göstermektedir. GHU değeri düzelen bir trend göstermekte, ancak diğer ülkelere göre GHU ve KIH değerleri düşük kalmaktadır.
- Mısır ülkesi de zaman serisi analizine göre elektrik tüketim değerlerini arttırmaktadır. Ancak ülkenin mevcutta olan yönetim politikasına bakıldığında, SEF değeri diğer ülkelere göre yüksek değere sahip olmasına rağmen azalan bir trend göstermektedir. Bu da mısır ülkesindeki elektrik tüketimini olumsuz etkileyebilir. Ancak KIH göstergesinde yüksek bir artış mevcuttur. Bu da hem ülke politik riskini azaltmakta, hem de elektrik tüketimine olumlu etki etmektedir. GHU göstergesi azalan bir trend gösterdiğinden elektrik tüketimine olumlu etki yapmakta ancak politik riski arttırmaktadır.
- Nijerya ülkesi, zaman serisi analizine göre elektrik tüketimindeki artış oranı olarak %12' lik bir değere sahiptir. Yönetişim verilerine bakıldığında ise, ülkedeki yönetim kategorilerindeki tüm trendler elektrik tüketimine olumlu etki etmektedir, ancak ülkenin tüm kategorilerdeki yönetim değeri düşüktür.
- Zaman serileri analizi sonucu Güney Afrikadaki elektrik tüketim artış oranı diğer ülkelere nazaran daha azdır. Ülke politik bir risk taşımamakta, GHU ve KIH değerleri yüksektir. Yönetişim verilerine bakıldığında zaten yüksek olan değer artış trendi gösterdiğinden, elektrik tüketimindeki talepteki artışta azalma olabilir. Bu da yatırım sürdürülebilirliğini düşürebilir. Ayrıca GHU' deki artış trendi de elektrik tüketimini olumsuz etkilemektedir şeklinde yorumlanabilir.
- Zambiya ülkesi için yapılan zaman serisi analizine göre elektrik tüketim oranı değişimi Güney Afrika' ya göre fazla, ancak diğer ülkelerden daha azdır. Ülkede politik risk bulunmamaktadır. Elektrik tüketimi ile en yüksek pozitif ilişkide bulunan parametre olan insan gelişimi için artış trendi oldukça fazladır. Aynı zamanda SEF değerinde de artış gösterilmektedir. Elektrik tüketimine olumsuz etki eden tek alan KIH değerindeki düşüştür.

Ülke bazlı yapılan analizlere istinaden, yatırım yapacak olan firmanın risk iştahı oldukça büyük rol oynamaktadır. Buna göre risk almayı seven bir firma, politik riski mevcut olan ancak buna göre de getirisi yüksek olabilecek bir ülkeyi tercih ederken, risk iştahı düşük olan yatırımcı, politik riski olmayan ancak getirisi de diğer duruma nazaran daha az olan ülkeyi yatırım için seçer.

Mevcut veriler ışığında, risk iştahı düşük olan bir yatırımcı Zambiya ülkesini seçer. Güney Afrika ülkesine kıyas ile, her iki ülkenin de politik riski düşük olmasına rağmen, Zambiya için hem zaman serilerine göre hem de yönetim kategorilerine göre, elektrik tüketimi daha artacak şekilde yönetim trendlerine sahiptir. Bu durumda Güney Afrika'ya yatırım yapmak sürdürülebilirlik açısından pek doğru olmadığı söylenebilir. Burada unutulmaması gerekir ki, ülkelerin mevcut üretim değerleri ve ülke bazlı elektrik fiyatları değerlendirmeye katılmamıştır.

Risk almayı seven bir firma için ise, Nijerya ya da Mısır ülkesi seçilebilir. Nijerya ülkesi için hem zaman serilerindeki elektrik tüketim artışı, hem de yönetim kategorilerindeki trend değerlerinin hepsinin elektrik tüketimine pozitif ilişki ile bağlanması yatırımın sürdürülebilirliğini getirebilir. Ancak ülkenin politik riskleri oldukça fazladır. Aynı şekilde risk seviyesi yüksek olan Mısır ülkesine de, ülke risklerini göze alarak yatırım yapılabilir. Tüketim anlamında bakıldığında Zambiya ve Güney Afrika'ya göre yatırımın sürdürülebilirliği daha uzun vadeli olması tahmin edilir. Cezayir ise, Nijerya ve Mısır'a oranla daha az politik risk taşıyan bir ülke görünümüne sahip olup, daha az risk almayı tercih eden bir yatırımcının seçebileceği bir ülke konumundadır.

Sonuç olarak, bu ülkelerin gelecekteki uygulayacakları politika ve stratejiler doğrultusunda, mevcut yatırımın tutarlı ve sürdürülebilir olması da etkilenecektir. Çalışmada, hangi yönetim kategorilerinin elektrik tüketimine ne kapsamda etkilediğini gösteren analizler bu amaçla yapılmıştır.

## 7. SONUÇLAR VE BULGULAR

Afrika dünyada yaklaşık 1 milyar insanın yaşadığı, buna rağmen hem kıtanın hem de kıtadaki ülkelerin kaynaklara erişimlerinin çok az olduğu ve ülkeler arasında oldukça gelişmişlik farkının olduğu bir bölgedir. Bu çaptaki bir nüfus büyüklüğü mevcut sıkışmış pazardaki yatırımcıları Afrika bölgesine çekmektedir. Bu, Afrika bölgesindeki ülkeler için de oldukça önemli bir konu olmaktadır, çünkü yabancı yatırımcı, ülke için kısa ve ya uzun vadeli kalkınma demektir.

Bu çalışmada, yapılan literatür araştırmaları ve uygulanacak metodolojilerden bahsedildikten sonra, 5 farklı Afrika ülkesi belirlenmiştir. Bu ülkelerin 2'si Kuzey Afrika ülkelerinden Mısır ve Cezayir; diğer 3 ü ise Sahra çölü altında kalan ülkelerden Batı Afrika bölgesinden Nijerya, güneyden ise Zambiya ve Güney Afrika'dır. Bu ülkelerin 1973-2014 yılları arasındaki elektrik tüketim değerlerine ait gözlemler incelenmiştir ve 7 farklı tahmin yöntemi ile yapılan tahminler sonucunda en az hata veren modeller olan Holt's ve ARIMA modellerinin diğer modellere göre daha üstün geldiği söylenmiş, bu 2 model kullanılarak gelecek 5 yıla ait elektrik talep tahminleri yapılmıştır.

Tüm zaman serilerini incelediğimizde, geçmiş yıllardan gelen verilerin hepsi trend olarak artarak ilerlemektedir. Verilerin çoğunda rassal dalgalanmalar olduğu gözlemlenmiştir. Bu tarz dalgalanmaların olduğu serilerde nedensellik araştıran ekonometrik modellerin de kullanılması, ülkelerin yönetim ve bireysel özelliklerini hesaba katmada ve değerlendirmede önem taşımaktadır. Ayrıca zaman serileri yanında panel analiz ile nedensellik araştırması yapmak, bölgeye yapılacak olan enerji yatırımları için oldukça önemli olmakta, sonuçlar hem yatırımcılara hem de ülke politikacı ve stratejistlerine oldukça önemli bulgular sunabilmektedir. Bu kapsamda IIAG verileri kullanılarak 2000-2014 yılları için, IIAG yönetim kategorilerinin, "Güvenlik ve Hukuk Üstünlüğü", "Katılım ve İnsan Hakları", "Sürdürülebilir Ekonomik Fırsatlar" ve "İnsan Gelişimi" nin ülkelerdeki elektrik tüketimi üzerindeki etkilerine bakılmıştır. Panel veri havuzu oluşturulmuş ve 75

gözlem üzerinden modeller yürütülmüştür. Model olarak ülkelerin bireysel özelliklerinin de dikkate alınacağı ve Hausman testi sonucu uygulanması daha doğru bulunan “Sabit etkili model” kullanılmıştır. Buna göre, beklendiği gibi, “Sürdürülebilir Ekonomik Fırsatlar” ve “İnsan Gelişimi” kategorilerinin, ülke elektrik tüketiminde en büyük pozitif etkiye sahip olduğu görülmüştür. İnsan gelişimindeki 1 birimlik artışın, elektrik tüketimi üzerinde 2,52 birim pozitif etki yarattığı sonucu elde edilmiştir. Bu sonuç, Niu ve diğ. (2013) ve Pradhan (2013), çalışmalarındaki elektrik tüketimi ile insan gelişimi ve gelişmişlik arasındaki pozitif ilişki sonuçları ile tutarlı çıkmıştır. Elektrik tüketimi ile ilişkisi belirsiz olan “Güvenlik & İnsan Hakları” kategorisi ise tüketim ile ters bir ilişkiye sahiptir.

Yapılan iki çalışma göz önünde bulundurularak ülkeler arasında dış yatırımcının hangi ülkeyi seçebileceği konusu değerlendirilmiş ve yatırımcının risk iştahına göre bu ülkelerin değişebileceği gösterilmiştir. Bu kapsamda oluşturulan stratejiler için çalışmada risk seviyeleri aynı olan ülkeler için, yatırım sürdürülebilirliği en yüksek olan alternatifin seçiminin daha mantıklı olacağı doğrultusu üzerinden sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu kapsamda mevcut veriler ışığında, risk iştahı düşük olan bir yatırımcı için, benzer risk seviyesine sahip Zambiya ve Güney Afrika ülkelerinde, yatırım sürdürülebilirliği fazla olduğu için Zambiya ülkesini seçmesinin daha mantıklı olacağı sonucuna varılmıştır. Aynı şekilde risk iştahı yüksek olan enerji yatırımcılarının da Mısır ya da Nijerya ülkelerinden birini seçmelerinin daha mantıklı olacağı kanısına varılmıştır.

Bu çalışma sonrasında, hem mevcut analizde katılmayan diğer parametrelerin de katılımı ile (Örn.; ülkedeki elektrik üretim miktarı, elektrik fiyatları), hem de politik risk oluşturabilecek diğer başlıkları birleştirip, bu çalışmada yapılan sonuç ve verileri de dikkate alarak bir optimizasyon modeli kurulup, yatırımcının belirlediği amaç (Örn. politik riski azaltmak ve karı arttırmak gibi.) doğrultusunda nicel sonuçlar elde ederek mevcut yatırım yapılabilecek olan ülke değerlendirilebilir. Ayrıca farklı olarak, ülkelere yapılan yatırımın, ülke üzerindeki değişim etkisini ve ülkeye kazanılan faydanın tanımlanması da çalışma sonrasında planlanan diğer çalışmalardandır.

## 8. KAYNAKLAR

- Adeleko A.I.** (2014). FDI-Growth Nexus In Africa: Does Governance Matter?, *Journal Of Economic Development*, 39, 1.
- Africa Energy Outlook** (2014), A focus on energy prospects in sub-saharan africa, International Energy Agency.
- Alfaro, L., A. Chanda, S. Kalemli-Ozcan, and S. Sayek.** (2004). FDI and Economic Growth: The Role of Local Financial Markets, *Journal of International Economics*, 64,113-134.
- Acevedo A. M.,** (2014). Forecasting future energy demand: Electrical energy in Mexico as an example case, *Energy Procedia* , 57, 782 – 790.
- Atalay Ö., Kumbaroğlu G., A.** (t.y.). Regional Demand Forecasting Study for Transportation Fuels in Turkey, Bogazici University, Department of Industrial Engineering.
- Babai M.Z., Ali M.M., Boylan J.E., Syntetos A.A.** (2013). Forecasting and inventory performance in a two-stage supply chain with ARIMA (0,1,1) demand: Theory and empirical analysis. *Int. J. Production Economics*,143, 463-471.
- Baltagi B.H.** (2005), *Econometric Analysis of Panel Data*, Third Edition, West Sussex, England.
- Bianchi L., Jarrett J., Hanumara R.** (1998). Improving forecasting for telemarketing centers by ARIMA modeling with intervention, *International Journal of Forecasting*, 14, 497–504.
- Bhattacharya M., Bhattacharya N.S.** (2013). Energy Consumption and Economic growth nexus in the Indian Context. *Journal of Rural and Industrial Development*,vol. 1, 2.
- Bolturk E., Oztaysi B.** (2013). Risk assessment due to electricity demand forecasting under uncertainty, *Intelligent Systems and Decision Making for Risk Analysis and Crisis Response*, ISBN 978-1-138-00019-3.
- Chai J., Wang S., Wang S., Guo J.** (2012). Demand Forecast of Petroleum Product Consumption in the Chinese Transportation Industry, *Energies*, 5, 577-598.
- Chetwynd, E., Chetwynd, F. and Spector, B.** (2003). Corruption and poverty. Research Report to Management System International (MSI): Washington DC: MSI.
- Das R., Hanaoka S.** (2014). Relief inventory modelling with stochastic lead-time and demand. *European Journal of Operational Research*, 235, 616-623.

- Debnatha K., Mourshed M., Chew S.** (2015). Modelling and forecasting energy demand in rural households of Bangladesh, *Energy Procedia*, 75, 2731 – 2737.
- Douglas J.**, State Utility Forecasting Group, Energy Center, Purdue University November 15, 2007
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı** (2015), Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü , Strateji Geliştirme Bakanlığı, retrieved from: <<<http://www.teias.gov.tr>>>
- Gamberini R., Lolli F., Rimini B., and Sgarbossa F.**, (2010). Forecasting of Sporadic Demand Patterns with Seasonality and Trend Components: An Empirical Comparison between Holt-Winters and (S)ARIMA Methods. *Mathematical Problems in Engineering*, 10.
- Growing Political Risk in the Year Ahead and Beyond:** Marsh Political Risk Map, December, 2014.
- Ibrahim Index of African Governance**, (2015), Methodology, Mo Ibrahim Foundation
- Ibrahim Index of African Governance**, (2015),Country Insights, *Mo Ibrahim Foundation*, Algeria.
- Ibrahim Index of African Governance**, (2015),Country Insights, *Mo Ibrahim Foundation*, Egypt.
- Ibrahim Index of African Governance**, (2015),Country Insights, *Mo Ibrahim Foundation*, Nigeria.
- Ibrahim Index of African Governance**, (2015),Country Insights, *Mo Ibrahim Foundation*, South Africa.
- Ibrahim Index of African Governance**, (2015),Country Insights, *Mo Ibrahim Foundation*, Zambia.
- Ibrahim M.H., Law S.H.**, (2015), Institutional Quality And CO<sub>2</sub> Emission–Traderelations: Evidence From Sub-Saharan Africa. *South African Journal of Economics*.
- Kapunda M.S., Boitumelo D. M.**, (2012). Trends in economic growth and poverty reduction in Botswana: A corruption control perspective. *Botswana Journal of African Studies*, Vol: 26., No.1
- Kaufmann D., Kraay A.** (2008). Governance Indicators: Where Are We, Where Should We Be Going?. *The World Bank Research Observer*,23, 1.
- Kayacan E., Ulutas B., Kaynak O.** (2010), Grey system theory-based models in time series prediction, *Expert Systems with Applications*, 37, 1784–1789
- Khatun F., Ahamad M.** (2015). Foreign direct investment in the energy and power sector in Bangladesh: Implications for economic growth. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,52, 1369-1377.
- Kumar, K., Yadav, A. K., Singh, M. P. and Jain, V. K.** (2004). Forecasting daily maximum surface ozone concentrations in Brunei Darussalam-An

- ARIMA modelling approach, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 54(7), 809-815.
- Lin, Y. & Liu, S.** (2004). A historical introduction to grey systems theory. In *Proceedings of IEEE international conference on systems, man and cybernetics, The Netherlands* (Vol. 1, pp. 2403–2408).
- Lin. Y. H., Lee. P. Ch and Chang T.P.** (2009). "Adoptive and high- precision grey forecasting model", *ELSEVIER*, 9658-9662.
- Lipinski A.** (1990). *Engineering Economics Modelling: Energy Systems, Section 2: Introduction*, Institute for the Future Menlo Park, California USA, *Energy* Vol. 15 No. 3/4, pp. 207-211.
- Makridakis, S., Wheelwright S.C., and McGee V.E.,** (1998). *Forecasting: Methods and Applications*. John Wiley & Sons Inc., USA.
- Mohammadi A., Moradi L., Talebnejad A., and Nadaf A.,** (2011), The use of Grey System Theory in predicting the road traffic accident in Fars province in Iran, *Australian Journal of Business and Management Research*, 9, 18-23
- Nelson, D.,** (2009). Using Simple Linear Regression to Assess the Success of the Montreal Protocol in Reducing Atmospheric Chlorofluorocarbons, *University of Pittsburgh, Journal of Statistics Education*, 17, 2.
- Niu, S., Jia Y., Wang W., He R., Hu L., Liu Y.,** (2013). Electricity consumption and human development level: A comparative analysis based on panel data for 50 countries. *Electrical Power and Energy Systems*, 53, 338-347.
- Pao H.T., Tsai C.M.,** (2011). Modeling and forecasting the CO2 emissions, energy consumption, and economic growth in Brazil. *Energy*, 24, 2450-2458
- Pazarlıoğlu M.V., Gürler Ö.K.** (2007). Telekomünikasyon Yatırımları ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Yaklaşımı. *Finans Politik& Ekonomik Yorumlar*, Cilt: 44, Sayı 48.
- Pradhan P.R.,** (2010). Energy Consumption- Growth Nexus in Saarc Countries: Using Cointegration and Error Correction Model. *Modern Applied Science*, 4, 4.
- Prof. Kanda A.,** Project and Production Management Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology, Delhi, Analysis of Times Series Lecture Notes.
- Prof. Kanda A.,** Project and Production Management Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology, Delhi, Forecasting Lecture Notes.
- Ramizer M.D.** (2006). A Panel Unit Root and Panel Cointegration Test of the Complementarity Hypothesis in the Mexican Case, 1960-2001. *Economic Growth Center Yale University*, No.942.
- Ravinder H.,** (2013). Determining The Optimal Values Of Exponential Smoothing Constants – Does Solver Really Work?, *American Journal Of Business Education*, 6, No.3, Montclair State University, USA.

- Rego J.R., Mesquita M.A.** (2015). Demand forecasting and inventory control: A simulation study on automotive spare parts, *Int. J. Production Economics*, 161, 1-16.
- Reyna O.T.** (2007). Panel Data Analysis Fixed and Random Effects Using Stata. Data and Statistical Services, Princeton University, Princeton University.
- Ronald E.**, (2011). Probability and Statistics for Engineers and Scientists, (9th Edition) by Ronald E. Walpole Hardcover, p 400-448.
- Snyder D., Ordb J.K., Beaumonta A.** (2012). Forecasting the intermittent demand for slow-moving inventories: A modelling approach, *International Journal of Forecasting*, 28, 485-496.
- Soytaş U, Sarı T.** (2009), Energy consumption, economic growth, and carbon emissions: Challenges faced by an EU candidate member, *Ecological Economics*, 68, 1667-1675.
- Soytaş U, Sari R, Ewing B.T.** (2007). Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States, *Ecological Economics*, 62, 482-489.
- Nahmais S.** (2000). Production & Operation Analysis, 4th Edition, ISBN\_10: 0071238379, Chapter 3 Forecasting.
- Suhono and Sarjiya,** (2015). Long-term electricity demand forecasting of Sumatera system based on electricity consumption intensity and Indonesia population projection 2010-2035, *Energy Procedia*, 68, 455-462.
- Topçu G.Y,** (2013). Türkiyede Doğal Gaz Tüketim Tahmini, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- UNCTAD** (2005), Economic Development in Africa: Rethinking the Role of Foreign Direct Investment. *United Nations Conference on Trade and Development*, New York and Geneva: United Nations.
- University of West Florida,** GEO4990/5990 Quantitative Methods, Time Series Analysis Lecture Notes.
- Vingh, D.Q.** (t.y.). Forecasting irregular demand for spare part inventory. *Department of Industrial Engineering*, Pusan National University.
- Vinh D.Q,** (t.y.). Forecasting irregular demand for spare part inventory. *Department of Industrial Engineering*, Pusan National University.
- Wang S.S., Zhou D.Q., Zhou P., and Wang Q.W.** (2011). CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption and economic growth in China: A panel data analysis, *Energy Policy*, 39, 4870-4875.
- Weber R., Aburto L,** (2007). Improved Supply chain management based on hybrid demand forecast. *Applied Soft Computing*, 7, 136-144.
- Werbos P.,** Econometric Techniques: Theory Versus Practice, Energy Information Administration, Department of Energy, Washington D.C
- Xiong T., Bao Y., Hu Z.** (2014). Interval forecasting of electricity demand: A novel bivariate EMD-based support vector regression modeling framework. *Electrical Power and Energy Systems*, 63, 353-362

**Zheng L., Rose J.M., and Hensher D.** (2004). Forecasting Automobile Petrol Demand in Australia: An Evaluation of Empirical Models, The University of Sydney Faculty of Economics and Business, Institute of Transport and Logistics Studies.

**İnternet kaynağı:**

Dr. Ani Katchova, Time Series ARIMA Model, econometricacademy  
<<<https://drive.google.com/file/d/0BwogTI8d6EEiaDJCRXd0dmU1ZDA/edit>>>

EIEWS, Panel Cointegration Estima Analysis, 22.03.2016 tarihinde alınmıştır.  
<<http://www.eviews.com/help/helpintro.html#page/EViews%209%20Help/panelstats.058.08.html>>





## **EKLER**

**EK A :** 1973-2013 Elektrik Tüketim Verileri (TMW)

**EK B :** Belirlenen 5 Ülke İçin 2000-2014 Arası Yönetişim Kategorileri Değerleri



**EK A****1973-2013 Elektrik Tüketim Verileri (TMW) (Enerdata, Worldbank)**

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Cezayir	2,529	2,762	3,175	3,782	4,069	5,099	5,816	6,381	7,180	8,230	8,704	9,414	9,703	10,691	10,763
Mısır	7,630	7,941	8,884	10,26	12,11	12,81	13,96	16,047	17,786	20,069	22,936	24,511	24,193	29,434	31,826
Nijerya	2,411	1,856	3,178	3,271	4,046	4,171	2,865	5,159	3,786	6,218	6,378	4,907	6,712	7,751	7,957
Güney Afrika	61,69	66,85	71,95	77,74	82,11	88,55	97,56	105,84	113,94	119,38	124,06	135,58	139,51	148,09	149,91
Zambiya	5,202	5,677	5,730	6,038	5,931	5,920	6,014	6,167	6,629	6,734	6,835	6,794	6,737	6,591	6,722

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Cezayir	11,558	12,881	13,693	14,058	15,130	15,144	15,545	16,102	16,697	17,123	18,674	19,991	21,211
Mısır	33,779	35,773	36,202	37,975	39,009	40,762	42,563	44,555	49,139	52,630	56,530	60,806	64,330
Nijerya	8,170	9,318	8,810	8,292	8,699	9,998	9,595	9,436	9,052	8,843	8,521	8,576	8,688

Güney Afrika	155,916	160,045	162,995	163,208	162,703	168,779	174,807	182,278	209,785	217,183	209,203	204,360	210,117
Zambiya	7,311	6,337	6,352	6,355	6,519	6,683	6,764	6,755	6,747	6,444	6,021	6,186	6,563

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Cezayir	22,302	23,280	25,373	26,288	29,524	29,467	31,286	32,901	30,609	36,574	41,181	46,279	47,388
Mısır	69,174	74,120	79,642	85,088	92,085	98,443	106,595	111,714	118,903	125,494	133,968	140,257	140,916
Nijerya	9,034	12,843	12,867	16,036	17,286	15,268	19,671	18,517	18,051	20,876	23,679	25,800	24,194
Güney Afrika	199,181	212,390	217,007	221,652	226,775	233,863	243,499	237,143	227,934	236,427	240,814	233,012	231,294
Zambiya	6,951	7,464	7,884	8,325	8,671	10,277	9,299	8,000	7,970	8,490	9,036	11,090	11,739

**EK B**

	GÜVENLİK VE HUKUK ÜSTÜNLÜĞÜ					KATILIM VE İNSAN HAKLARI				
	Cezayir	Mısır	Nijerya	Güney Afrika	Zambiya	Cezayir	Mısır	Nijerya	Güney Afrika	Zambiya
2000	55,18	62,20	45,50	72,40	64,77	35,64	26,21	47,37	74,62	50,65
2001	55,38	61,88	44,48	71,74	64,51	35,98	25,59	47,26	74,70	52,02
2002	55,82	61,82	43,92	71,61	64,51	36,13	25,84	47,25	74,56	53,24
2003	55,91	61,76	44,58	71,61	64,51	36,21	25,98	45,76	74,74	53,22
2004	52,91	62,05	39,39	71,70	63,18	37,91	26,82	45,89	75,25	53,49
2005	52,88	62,79	44,44	71,83	64,01	38,36	27,84	46,02	76,23	53,17
2006	52,70	62,28	45,39	71,28	63,78	38,93	28,84	45,68	75,53	56,17
2007	51,53	64,35	46,85	70,62	64,47	38,42	31,01	46,01	76,44	57,16
2008	51,97	64,65	47,94	70,46	63,18	38,51	31,61	44,24	74,96	57,44
2009	52,78	62,01	46,45	67,61	64,44	38,41	32,55	43,60	74,50	57,74
2010	49,56	58,93	46,74	67,84	64,81	39,13	32,78	45,52	74,30	59,48
2011	48,64	52,84	44,26	67,62	66,58	39,55	28,07	46,71	74,10	62,17
2012	49,65	51,81	40,90	66,99	67,74	42,28	39,76	48,79	73,72	61,31
2013	50,67	41,88	39,57	66,92	66,30	42,87	37,07	49,83	74,14	59,98
2014	50,35	49,81	41,75	68,42	66,68	43,59	36,67	48,83	73,92	59,12

	SÜRDÜRÜLEBİLİR EKONOMİK FIRSATLAR					İNSAN GELİŞİMİ				
	Cezayir	Mısır	Nijerya	Güney Afrika	Zambiya	Cezayir	Mısır	Nijerya	Güney Afrika	Zambiya
2000	46,08	53,23	34,98	66,08	46,73	59,94	63,88	42,72	73,46	47,43
2001	46,48	54,77	33,91	66,19	46,65	64,27	67,76	45,23	76,61	52,45
2002	46,33	53,10	33,63	66,62	45,73	64,65	67,87	45,42	76,86	52,65
2003	47,07	53,21	34,26	67,97	45,74	65,03	67,63	46,02	76,75	52,99
2004	46,06	54,09	34,35	67,02	46,18	65,32	67,69	46,64	76,59	53,65
2005	48,86	53,31	34,19	68,46	48,18	66,33	67,48	47,44	76,06	54,54
2006	49,30	52,83	35,26	69,73	48,56	67,42	67,45	49,05	77,58	54,72
2007	49,80	56,07	36,67	71,43	48,44	68,04	68,20	49,02	77,71	54,86
2008	49,64	57,16	36,15	71,51	45,94	69,56	68,66	49,32	77,25	57,22
2009	47,20	61,57	37,90	71,32	46,52	71,27	69,10	50,91	77,12	58,03
2010	47,64	62,58	36,11	70,64	47,56	70,62	66,00	48,74	75,87	58,52
2011	46,14	57,43	36,52	69,53	50,09	71,84	64,88	48,56	76,95	57,38
2012	44,04	53,59	39,06	71,81	51,16	72,21	64,70	49,24	75,46	58,79
2013	45,77	51,28	40,90	72,31	51,35	73,47	65,15	50,85	77,99	59,24
2014	44,39	53,43	36,98	72,31	50,75	73,29	65,17	51,97	77,27	61,51

## ÖZGEÇMİŞ



**Ad-Soyad** : Ömer Aladinli  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 10.06.1991 / İstanbul  
**E-posta** : omer.aladinli@gmail.com

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalürji Fakültesi, Malzeme Mühendisliği,