



**T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
İSTATİSTİK BİLİM DALI**

**DOĞRULAYICI FAKTÖR ANALİZİ
VE RÜZGAR ENERJİSİ ÖLÇEĞİNE UYGULAMASI**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

ERHAN SARI

BURSA - 2018



**T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
İSTATİSTİK BİLİM DALI**

**DOĞRULAYICI FAKTÖR ANALİZİ
VE RÜZGAR ENERJİSİ ÖLÇEĞİNE UYGULAMASI**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

ERHAN SARI

Danışman:

Prof. Dr. Nuran BAYRAM ARLI

BURSA - 2018

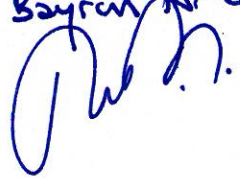
TEZ ONAY SAYFASI
T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Ekonometri Anabilim Dalı, İstatistik Bilim Dalı'nda **70.14.17008** numaralı Erhan Sari'nın hazırladığı, "Doğrulayıcı Faktör Analizi Ve Rüzgar Enerjisi Ölçeğine Uygulaması" konulu Yüksek Lisans ile ilgili tez savunma sınavı **14.9.18** günü **14"-16"** saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınmış cevaplar sonucunda adayın tezinin ..**BAŞARILI** (başarılı\başarısız) olduğuna...**07.02.18** (oy birliği\oy çokluğu) ile karar verilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı ve Sınav
Komisyonu

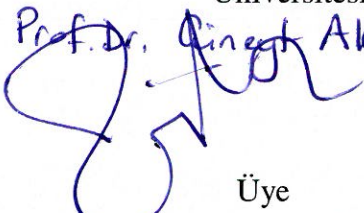
Başkanı)

Akademik Unvanı, Adı Soyadı
Üniversitesi

Prof. Dr. Nuran Bayram Arslan (U.Ü)


Üye

Akademik Unvanı, Adı Soyadı
Üniversitesi


**Prof. Dr. Zeynep AKAR (Bardma
Oyadı Eylül ü)**


Üye

Akademik Unvanı, Adı Soyadı
Üniversitesi

Üye

Akademik Unvanı, Adı
Soyadı
Üniversitesi

Prof. Dr. Neslihan SAM
CU.Ü.


Üye

Akademik Unvanı, Adı
Soyadı
Üniversitesi

14./09./20..18



**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU

**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA**

Tarih:

31/08/2018

Tez Başlığı / Konusu: Doğrulayıcı Faktör Analizi Ve Rüzgar Enerjisi Ölçeğine Uygulaması

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 70 sayfalık kısmına ilişkin, 31/08/2018 tarihinde şahsım tarafından turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %17'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

1.Kaynakça hariç

2.Alıntılar hariç/dahil

3.5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

31/08/2018

İmza

Adı Soyadı: Erhan SARI

Öğrenci No: 701417008

Anabilim Dalı: Ekonometri

Programı: Tezli Yüksek Lisans Programı

Statüsü: Yüksek Lisans

Prof.Dr.Nuran Bayram Arlı

31/08/2018

YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Doğrulayıcı Faktör Analizi Ve Rüzgar Enerjisi Ölçeğine Uygulaması” başlıklı çalışmamın bilimsel araştırma, yazma ve etik kurallara uygun olarak tarafımdan yazıldığına ve tezde yapılan bütün alıntıların kaynaklarının usulüne uygun olarak gösterildiğine, tezimde intihal ürünü cümle veya paragraflar bulunmadığına şerefim üzerine yemin ederim.

31/08/2018

İmza



Adı Soyadı:	Erhan SARI
Öğrenci No:	701417008
Anabilim	Ekonometri
Programı:	Tezli Yüksek Lisans Programı
Statüsü:	Yüksek Lisans

ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı : Erhan Sari
Üniversite : Uludağ Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı : Ekonometri Anabilim Dalı
Bilim Dalı : İstatistik Bilim Dalı
Tezin Niteliği : Yüksek Lisans Tezi
Sayfa Sayısı : xii+71
Mezuniyet Tarihi :/...../2018
Tez Danışman(lar)ı : Prof. Dr. Nuran Bayram Arlı

DOĞRULAYICI FAKTÖR ANALİZİ VE RÜZGAR ENERJİSİ ÖLÇEĞİNE UYGULAMASI

Doğrulayıcı faktör analizi (DFA), gözlenemeyen değişkenler ile ilgili kuramların test edilmesine dayanan ileri düzey istatistiksel testlerin analizinde kullanılan oldukça gelişmiş bir tekniktir. Genellikle ölçek geliştirme veya geçerlilik analizlerinde kullanılan DFA önceden belirlenmiş veya kurgulanmış bir yapının doğrulanmasını amaçlamaktadır. Bu çalışmada, son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına karşı artan talebe bağlı olarak daha çok tercih edilen rüzgar enerjisi ile ilgili bilgiler verilerek bu alanda bir uygulama örneği sunulmuştur. Bu kapsamda, J.Fergen ve Jeffrey B. Jacquet (2016) tarafından geliştirilen 10 maddelik rüzgar enerjisi ölçeği, üniversite öğrencileri üzerine uygulanmış ve elde edilen sonuçlar açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, üniversite 1. , 2. , 3.ve 4.sınıfta okuyan öğrencilerin rüzgar enerjisi ölçeğine vermiş oldukları cevaplar kullanılarak, ölçeğin açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi ile geçerli ve doğrulanmış bir ölçek olup olmadığı değerlendirilmesi ve ölçeğin Türkçe'ye kazandırılması amaçlanmıştır. Birinci bölümde açıklayıcı faktör analizi, ikinci bölümde doğrulayıcı faktör analizi, üçüncü bölümde rüzgar enerjisi ile ilgili teorik bilgiler aktarılmış ve son olarak dördüncü bölümde rüzgar enerjisi ölçeğine ilişkin uygulama kısmına yer verilmiştir. Uygulamada, rüzgar enerjisi ölçeğinin geçerliliği ve doğrulanmış olup olmadığı incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, ölçeğin geçerliliği ve doğrulandığı gözlenmiştir. Ayrıca yapılan analizler sonucunda ölçeğin iki faktörlü yapı gösterdiği gözlenmiştir. Ölçüm modelinin kabul edilebilir bir model olup olmadığına bir ölçütü olarak başvuru uyum istatistikleri de istenen düzeyde tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Doğrulayıcı Faktör Analizi, Açıklayıcı Faktör Analizi, Rüzgar Enerjisi, Rüzgar Enerjisi Ölçeği

ABSTRACT

Name and Surname : Erhan Sari
University : Uludağ University
Institution : Social Science Institution
Field : Econometry
Branch : Statistics
Degree Awarded : Master
Page Number : xii + 71
Degree Date :/...../2018
Supervisor (s) : Prof. Dr. Nuran Bayram Arlı

CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS AND APPLICATION TO WIND ENERGY SCALE

Confirmatory factor analysis (CFA) is a highly sophisticated technique used in the analysis of advanced statistical tests based on the testing of theories of hidden (unobservable) variables. The CFA, which is usually used in scale development or validity analysis, aims to verify a predefined or edited structure. In this study, an application example was presented in this field by giving information about wind energy which is more preferred in recent years depending on the increasing demand for renewable energy sources. In this context, a 10-item wind energy scale developed by J. Fergen and Jeffrey B. Jacquet (2016) was applied on university students and the results were evaluated by exploratory and confirmatory factor analysis. The purpose of the study is to evaluate whether students who have different socioeconomic characteristics and who read the 1th, 2th, 3th and 4th grades of the university by applying the wind energy scale and validated and confirmatory factor analysis of the scale, to gain Turkish language. Explanatory factor analysis in the first section, confirmatory factor analysis in the second section, theoretical information about the wind energy in the third section are given and finally the application section about the wind energy scale is given in the fourth section. In practice, the validity of the wind energy scale and whether it has been verified has been examined. As a result of the analysis made, it was observed that reliability and validity of the scale were confirmed by supporting the determined hypotheses. In addition, it is observed that the results of the analysis show that the scale has a two-factor structure. On the other hand, fit indices are calculated at a desired level as a measure of whether the measurement model is an acceptable model.

Key words:

Confirmatory Factor Analysis, Explanatory Factor Analysis, Wind Energy, Wind Energy Scale

ÖNSÖZ

İnsanoğlunun yaşam boyunca temel amacı kendinden sonraki kuşaklara ölümsüz eserler bırakmak olmuştur. Bu amaca erişmek için yaşamı boyunca mücadele verir. Her sanat veya bilim dalı kendine özgü eserlerle sonsuzluğa erişir. Bilim geleceğe bırakılacak en güzel mirastır. Bu ana düşünce doğrultusunda hazırlanan bu tez çalışmasında, doğrulayıcı faktör analizi ve rüzgar enerjisi ölçeğine uygulaması yapılmaktadır. Bu konuda araştırma yapmama beni teşvik eden, beni her zaman destekleyen değerli tez danışmanım Prof. Dr. Nuran Bayram Arlı'ya teşekkür ederim. Ayrıca zor zamanlarımda yardımlarını benden esirgemeyen Arş.Gör. Mine Aydemir'e teşekkür ederim. Eğitim hayatım boyunca beni yönlendiren, üzerimde emeği olan başta Uludağ Üniversitesi Ekonometri Bölümü hocaları olmak üzere tüm hocalarıma şükranlarımı sunarım.

Eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan beni destekleyen ve gösterdikleri anlayış için aileme şükran borçluyum. Tüm eğitim hayatım boyunca yanımda olan ismini sayamadığım tüm dostlarıma da çok teşekkür ederim.

Bu çalışmanın bilime fayda getirmesini temenni ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAY SAYFASI	
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU	
YEMİN METNİ	
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar.....	x
ŞEKİLLER.....	xi
KISALTMALAR.....	xii
GİRİŞ.....	1
BİRİNCİ BÖLÜM	
AÇIKLAYICI FAKÖR ANALİZİ	
1.1. GİRİŞ.....	4
1.2. AÇIKLAYICI FAKTÖR ANALİZİNİN VARSAYIMLARI.....	5
1.3. BARTLETT TESTİ VE KAİSER -MEYER-OLKİN TESTİ	6
1.3.1. Bartlett Testi.....	6
1.3.2. Kaiser-Meyer-Olkin Testi.....	7
1.3.3. Anti İmage Korelasyon Matrisi.....	7
1.4. TÜRETİLECEK ORTAK FAKTÖR SAYISININ BELİRLENMESİ....	8
1.4.1. Özdeğer Yöntemi.....	8
1.4.2. Scree Plot (Yamaç Eğim Grafiği) Testi.....	8
1.4.3. Açıklanan Varyans Kriteri.....	10
1.4.4. Joliffe Kriteri.....	10
1.5. FAKTÖR TÜRETME TEKNİKLERİ.....	10
1.5.1. Temel Bileşenler Tekniği.....	10

1.5.2. En Çok Olabilirlik Tekniği.....	13
1.5.3. Ağırlıklandırılmamış En Kùçük Kareler Tekniği.....	14
1.5.4. Genelleştirilmiş En Kùçük Kareler Tekniği.....	15
1.5.5. Temel Eksenler Tekniği.....	15
1.5.6. Alfa Faktör Türetim Tekniği.....	15
1.5.7. İmaj Faktör Türetim Tekniği.....	15
1.6. AÇIKLAYICI FAKTÖR ANALİZİNİN AŞAMALARI.....	16
1.6.1. Korelasyon veya Kovaryans Matrisinin Oluşturulması.....	16
1.6.2. Döndürülmüş Faktör Matrisinin Bulunması.....	17
1.6.2.1. Dik Döndürme Yöntemi.....	17
1.6.2.2. Eğik Döndürme Yöntemi.....	19
İKİNCİ BÖLÜM	
DOĞRULAYICI FAKTÖR ANALİZİ	
2.1.Giriş.....	20
2.2. Doğrulayıcı Faktör Modelinin Belirlenmesi.....	21
2.2.1.Kullanılan Semboller ve Anlamları.....	22
2.2.2. Doğrulayıcı Faktör Modelinin Kovaryans Yapısı.....	23
2.3.Doğrulayıcı Faktör Modelinin Tanımlanması.....	24
2.4.Doğrulayıcı Faktör Modelinin Tahmin Edilmesi.....	27
2.5.Modelin Değerlendirilmesi ve Uyum İyiliği Testleri.....	27
2.5.1. Ki Kare Testi.....	28
2.5.2.İyilik Uyum İndeksi (GFI) ve Ayarlanabilen İyilik Uyum İndeksi(AGFI).....	28
2.5.3.Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü(RMSEA).....	29
2.5.4.Standardize Edilmiş Kalıntıların Ortalama Kare Kökü(SRMR).....	30
2.5.5.Bağımsız Modele Dayanan Uyum İndeksleri.....	30
2.6.Modelin Yeniden Değerlendirilmesi.....	31
2.7.DFA ile AFA Arasındaki Farklar.....	32

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

RÜZGAR ENERJİSİ

3.1.Giriş.....	34
3.2. Rüzgar Türbineri.....	35
3.3.Dünyada Rüzgar Enerjisi.....	37
3.4.Türkiye’de Rüzgar Enerjisi.....	41
3.5.Rüzgar Enerjisi ve Çevre.....	46

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

4.1. Giriş.....	50
4.2. Rüzgar Enerjisi Ölçeği.....	50
4.3.Örnekleme Seçimi.....	51
4.4.Betimsel İstatistikler.....	52
4.5.Rüzgar Enerjisi Ölçeğinin Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları.....	53
4.6. Rüzgar Enerjisi Ölçeğinin Doğrulamalı Faktör Analizi Sonuçları.....	59
SONUÇ.....	64
EKLER.....	66
KAYNAKÇA.....	67

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1: DFA’da Kullanılan Semboller ve Anlamları	22-23
Tablo 2.2: Modelin Uyumunun Değerlendirilmesi	31
Tablo 2.3: AFA ile DFA’nin Karşılaştırılması	33
Tablo 3.1: Küresel Çaplı Kurulu Rüzgar Enerjisi Kapasitesi	39-40
Tablo 3.2: Enerji Santrallerinin İlk Yatırım ve Birim Enerji Üretim Maliyetleri	48
Tablo 4.1: Türkçe’ye Uyarlanan Rüzgar Enerjisi Ölçeği Maddeleri	51
Tablo 4.2: Betimsel İstatistikler (N=264)	52
Tablo 4.3: KMO ve Bartlett's Test	53
Tablo 4.4: Anti İmage Korelasyon Matrisi	54
Tablo 4.5: Faktör Analizi Sonuçları-Ortak Faktör Yükleri-1 (Communalities)	55
Tablo 4.6: Faktör Analizi Sonuçları –Açıklanan Toplam Varyans -2	56
Tablo 4.7: Faktör Analizi Sonuçları –Döndürülmüş Faktör Yükleri -3	58
Tablo 4.8: Cronbach Alpha Değerleri	58
Tablo 4.9: Regresyon Ağırlıkları: (Group number 1 - Default model)	61
Tablo 4.10: Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları	61
Tablo 4.11: CMIN/df Değerleri	62
Tablo 4.12: RMR, GFI, AGFI Değerleri	62
Tablo 4.13: NFI, RFI, IFI, TLI, CFI Değerleri	62
Tablo 4.14: RMSEA Değeri	63

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1: Gözlenen ve Gözlenemeyen Değişkenler	5
Şekil 1.2: Özdeğerlerin Varyans Açıklama Oranları	9
Şekil 1.3: a_1 değerlerine karşın Var (C) değerleri	12
Şekil 1.4: Dik Döndürülmüş Faktör Matrisinin Geometrik olarak Gösterilmesi – Varimax	18
Şekil 1.5: Eğik Döndürülmüş Faktör Matrisinin Geometrik olarak Gösterilmesi	19
Şekil 2.1: Doğrulayıcı Faktör Analizi Modeli	22
Şekil 2.2: Doğrulayıcı Faktör Modelinin Yol Diyagramı	25
Şekil 3.1: Üç Kanatlı Rüzgar Enerjisi Türbini	37
Şekil 3.2: 2001-2017 Küresel Çaplı Yıllık Kurulan rüzgar Enerjisi Kapasiteleri	41
Şekil 3.3: Türkiye Rüzgar Enerjisi Santralleri Atlası	42
Şekil 3.4: Türkiye'deki Rüzgar Enerjisi Santralleri için Yıllık Kurulum	43
Şekil 3.5: Türkiye'deki Rüzgar Enerjisi için Kümülatif Kurulum	44
Şekil 3.6: Lisanslı RES'lerin Bölgelere Göre Dağılımı	44
Şekil 3.7: Ön Lisanslı RES'lerin Bölgelere Göre Dağılımı	45
Şekil 3.8: 1880 – 2015 Uzun Dönemli Isınma Trendi	46
Şekil 4.1: Scree Plot Grafiği	57
Şekil 4.2: Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi	60

KISALTMALAR

Kısaltması	Bibliyografik Bilgiler
a.g.e.	Adı Geçen Eser
a.g.m.	Adı Geçen Makale
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AFA	Açıklayıcı Faktör Analizi
AGFI	Adjusted Goodness of Fit Index
B.	Basım
C.	Cilt
CFI	Comperative Fit Index
çev.	Çeviren
der.	Derleyen
DFA	Doğrulayıcı Faktör Aanalizi
ed. veya haz.	Editör/yayına hazırlayan
GFI	Goodness Fit Index
GLS	Generealized Least Squares
KMO	Kaiser Meyer Olkin
KW	Kilowatt
MAP	Minimum Average Partial
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
ML	Maximum Likelihood
MW	Megawatt
NFI	Normed Fit Index
NNFI	Non-Normed Fit Index
PCA	Principal Component Analysis
RES	Rüzgar Enerjisi Santralleri

Kısaltması	Bibliyografik Bilgiler
RMSEA	Root Mean Square Error of Fit Index
s.\ss.	Sayfa\Sayfalar
SLS	Scale Free Least Squares
SRMR	Standarized Root Mean Square Residual
TÜREB	Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği
UIS	Unwighted Least Squares
v.d.	Çok yazarlı eserlerde ilk yazardan sonrakiler
Vol.	Volume
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

GİRİŞ

Faktör analizi, sosyal bilimler ve davranış bilimleri olmak üzere pek çok alanda sıkça başvurulan çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinden biridir. Faktör analizinin amacı p değişkenli bir olayda birbiri ile ilişkili değişkenleri bir araya getirilerek, az sayıda yeni ve ilişkisiz değişken bulmaktır. Faktör analizinin ilk aşamasında kovaryans matrisi veya korelasyon matrisinden hangisinin kullanılacağına karar verilir. Hangi matrisin kullanılacağına temel bileşenler analizi sonucu elde edilen veriler ışığında karar verilir. Ancak faktör analizinde genellikle korelasyon matrisi kullanılmaktadır (Tatlıdil, 1996:167).

Faktör analizinde ilk olarak gözlenen değişken değerleri arasında yer alan korelasyonlar hesaplanarak orijinal değişkenlerin bir korelasyon matrisi oluşturulur. İkinci adımda ise oluşturulan korelasyon matrisinden faktörler türetilir ve döndürülmemiş faktör matrisi elde edilir. Ayrıca bu adımda veri grubuna faktör analizinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için faktör türetme tekniklerinden birinin ele alınması gerekir. Faktör analizinde birkaç tane faktör türetme yöntemi mevcut olup bunlar arasında temel bileşenler analizi yaygın olarak kullanılmaktadır. Analizin üçüncü adımı, döndürme tekniklerinden birinin kullanılarak döndürülmüş faktör matrisinin elde edilmesidir. Eğik ve dik döndürme olmak üzere iki yöntem bulunmaktadır. Faktör analizinde sıklıkla dik döndürme yöntemi kullanılmaktadır. Faktör analizinde son olarak döndürülmüş faktör matrisi yorumlanarak analiz süreci tamamlanmış olur (Bayram, 2012:200).

Faktör analizinde temel bileşenler analizi aracılığıyla kovaryans veya korelasyon matrisi oluşturulur. Ancak değişkenler arasında düşük korelasyon olması durumunda ve korelasyon matrisinin birim matrise eşitliği söz konusu olduğunda faktör analizi uygulanmaz (Özdamar, 1999:233-234).

Dünya nüfusundaki hızlı artış, sanayileşme ve teknolojik ilerleme gibi faktörler enerji tüketiminin hızlı bir şekilde artmasına yol açmıştır. Sanayi sektörü başta olmak üzere, taşıma sektöründe, evlerin aydınlatılması ve ısıtılmasında, sokak aydınlatmaları, hatta elektrik ile çalışan arabalar olmak üzere hayatın her alanında enerji temel girdi haline gelmiştir. Bütün bu gelişmeler dünyanın yıllık enerji talebini arttırmış olup, arttırmaya devam etmektedir (Şenel&Koç, 2015:47). Dünyanın enerji talebi genel olarak fosil kaynaklardan karşılanmaktadır. Ancak fosil kaynak rezervlerinin azalması ve bu kaynakların çevreye verdiği zararlar, son yıllarda farklı alternatifler aramayı zorunlu hale getirmiştir.

Başta gelişmiş ülkelerde olmak üzere yenilenebilir enerji kaynakları, enerji talebini karşılamak için ana çözüm haline gelmiştir. Şüphesiz yenilenebilir enerji kaynaklarının hem doğada bol miktarda bulunması, hem de çevre dostu olmasından dolayı gün geçtikçe bu alanda ciddi yatırımlar yapılmaktadır. Özellikle gelişmiş ülkelerde olmak üzere gelişmekte olan ülkelerde de ciddi yenilenebilir enerji yatırımları mevcut olup, gelecekte bunun daha da artması kaçınılmazdır. Ayrıca birçok ülkede yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimi için devlet teşvikleri ve özel sektörü bu alanda destekleyici projeler mevcuttur.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgar enerjisi, atmosferde bol miktarda bulunmakla birlikte elde edilmesi kolay ve çevre kirliliği yaratmayan temiz bir enerji kaynağıdır. Rüzgar enerjisinde taşıma sorununun olmaması bu enerji kaynağını çok avantajlı hale getirmektedir. Ayrıca rüzgar enerjisi diğer enerji çeşitlerine göre daha ekonomik olması yüksek oranda ekonomik yarar sağlamaktadır. Rüzgar enerjisi hem yenilenebilir hem de temiz enerji kaynağı olduğundan dolayı kullanımının artması hava kirliliği ve sera gazı emisyonlarının azalmasını sağlayacaktır (Uluçam, 2016:2-3). Türkiye bulunduğu konum itibarıyla yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin bir ülkedir. Bu enerji kaynaklarının başında rüzgar enerjisi gelmektedir. Rüzgar enerjisi kullanımı yapılan yatırımlarla her geçen gün dünya çapında artmakta olup ileride büyük çevresel ve ekonomik yararlar sağlayacaktır.

Bu çalışmanın temel amacı hem açıklayıcı hem de doğrulayıcı faktör analizini kullanarak rüzgar enerjisi ölçeğinin geçerliliğini ve güvenilirliğini sınamaktır. Ayrıca rüzgar enerjisi ölçeğini Türkçe'ye kazandırmaktır. Bu amaç doğrultusunda Amos ve SPSS istatistiksel paket programları kullanılarak rüzgar enerjisi ölçeğinin geçerliliği ve güvenilirliği sınanmıştır.

Yukarıda belirtilen amaca ulaşmak için, bu çalışma dört bölümden oluşturulmuştur. Birinci bölümde, açıklayıcı faktör analizinin varsayımları ve bu analizin uygunluk testleri, türetilen ortak faktör sayısının belirlenmesi, faktör türetme teknikleri ve açıklayıcı faktör analizinin aşamaları açıklanmıştır. İkinci bölümde, doğrulayıcı faktör analizi ile ilgili teorik bilgiler aktarıldıktan sonra doğrulayıcı faktör modelinin belirlenmesi, tanımlanması, tahmin edilmesi ve modelin değerlendirilmesi, uyum iyiliği testleri, modelin yeniden değerlendirilmesi ve son olarak açıklayıcı faktör analizi ile doğrulayıcı faktör analizi

arasındaki farklar aktarılmıştır. Üçüncü bölümde, rüzgar enerjisi ele alınmış olup rüzgar türbinleri, Türkiye ve dünyada rüzgar enerjisi, rüzgar enerjisi ve çevre konuları aktarılmıştır.

Dördüncü bölümde ise rüzgar enerjisi ölçeğine yönelik kuramsal bilgiler aktarıldıktan sonra ölçeğe yönelik analiz sonuçları sunulmuştur.



BİRİNCİ BÖLÜM

AÇIKLAYICI FAKTÖR ANALİZİ

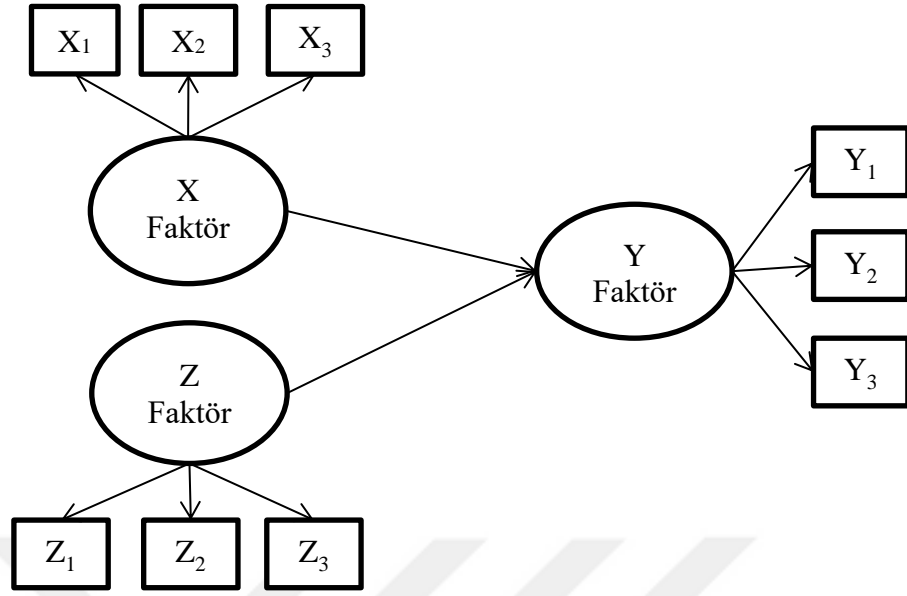
1.1. GİRİŞ

Çok değişkenli istatistik teknikleri arasında yer alan faktör analizinin kökleri Francis Galton'a kadar eskiye dayansa da genel olarak faktör analizi Spearman'ın 1904 yılında zeka ile ilgili yaptığı çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Faktör analizi, ilk olarak 20. yy da yüzyılda çeşitli zihinsel aktiviteler arasında yer alan korelasyonlar incelenerek bilimsel araştırmalarda kullanılmaya başlanmıştır. 20. yüzyılın ilk yarısındaki en önemli faktör analistleri; Godfrey Thomson, Cyril Burt, Raymond Cattell, Karl Holzinger, Louis Thurstone ve Louis Guttman'dir. Daha sonra bu akıma önemli katkılar sağlayan psikoloji alanında çalışmalar yapan faktör analistleri ise; Ledyard Tucker, Henry Kaiser ve Chester Harris olup bu alanda kayda değer önemli çalışmalar yapmışlardır (Jöreskog, Olsson&Wallentin, 2016:257).

Faktör analizini, Açıklayıcı faktör analizi (AFA) ve doğrulayıcı faktör analizi (DFA) olarak ikiye ayırmak mümkündür. Açıklayıcı faktör analizi 1900'lü yıllarda insan zekasını analiz etmek amacıyla Spearman tarafından ortaya çıkarılmıştır. Açıklayıcı faktör analizinin amaçları aşağıdaki gibi ele alınabilir (Tabachnick&Fidell, 2014:612-613).

- Gözlenen değişkenlerdeki korelasyon örüntülerini özetlemek,
- Çok sayıda gözlenen değişkeni daha az sayıdaki faktöre indirgemek,
- Gözlenen değişkenler kullanılarak nedensel modelleme yöntemiyle gözlenemeyen (latent-gizil) değişkenler arasında yer alan ilişkileri açıklamak

Araştırmacılar davranış bilimlerinde ve sosyal bilimlerde bilgi toplayarak zeka gibi doğrudan gözlenemeyen değişkenleri tahmin etmek ve o değişkenlere ilişkin çıkarımlarda bulunmakta zorlanır. Ancak gözlenen değişkenler aracılığıyla bu ölçülemeyen değişkenler arasında yer alan ilişkiler açıklanır. Açıklayıcı faktör analizinin temel amacı yukarıda da belirtildiği gibi gözlenemeyen değişkenler ile gözlenebilen değişkenler arasındaki korelasyonu açıklamaktır.



Şekil 1.1: Gözlenen ve Gözlenemeyen Değişkenler

Şekil 1.1’de dikdörtgen şekillerle gösterilen X_1, X_2, X_3 ; Y_1, Y_2, Y_3 ve Z_1, Z_2, Z_3 değişkenleri gözlenebilen değişkenleri temsil etmektedir. Elips şekillerle gösterilen X faktör, Y faktör ve Z faktör ise gözlenemeyen değişkenleri temsil etmektedir. Şekilde gözlenemeyen değişkenlerden gözlenen değişkenlere doğru uzanan tek yönlü oklar regresyon katsayılarını göstermektedir. X ve Z faktörden Y faktöre doğru uzanan tek yönlü oklar gözlenemeyen değişkenler arasındaki nedensel ilişkiyi göstermektedir.

1.2. AÇIKLAYICI FAKTÖR ANALİZİNİN VARSAYIMLARI

Açıklayıcı faktör analizinde, araştırmacı işe inceleyeceği modele ilişkin çok sayıda madde belirlemekle başlar. Seçilen bu maddelere verilen cevaplar puanlandırılarak açıklayıcı faktör analizi uygulanır. Açıklayıcı faktör analizinde ölçülmek istenen yapıya ilişkin faktörler üretilir. Analiz sonuçlarına göre maddelerin bir kısmı çıkarılır ve analizlere devam edilir. Bu süreç araştırma modeline ilişkin uygun bir çözüme ulaşıncaya kadar devam eder. Açıklayıcı faktör analizinde tahmin edilecek modele ilişkin çeşitli varsayımlar mevcuttur. Bu varsayımlar aşağıda sıralanmıştır (Tatlıdil, 1996:167-168; Tavşancıl, 2014:202; Kaya, 2011:7).

- Verilerin en az eşit aralık ölçekte ölçülmüş olması gerekir. Değişkenlerin değerlendirilmesinde eşit aralıklı ölçme düzeyi tercih edildiğinde, hem seçimi kolaylaştırır hem de değişkenlerin ağırlığını eşit düzey de tutar.
- Çok değişkenli normallik varsayımının sağlanması gerekir. Bu sayede değişken çiftleri arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu kabul edilir.
- Açıklayıcı faktör analizinde değişkenlerin normal dağılıma sahip olması gerekir. Normallik varsayımı bütün değişkenler ve değişkenlerin bütün doğrusal kombinasyonları için geçerlidir.
- Bir korelasyon matrisinde, değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkileri belli bir düzeyde olması gerekir. En az birkaç değişken için bu varsayımın korunması gerekir. Örneğin, değişkenler arasındaki korelasyonlar 0.30'un altında olduğu zaman bu değişkenlerden uygun faktörlere ulaşmak mümkün değildir. Aynı zamanda değişkenler arasında korelasyonun mükemmel düzeyde olması da uygun bir faktörleştirmeyi garanti etmez. Değişkenler arasındaki korelasyonun 0.30 ile 0.90 bandında olması uygun çözüm için gereklidir.
- Hata terimleri birbirleriyle ilişkisizdir.
- Bütün gözlenen değişkenler sadece bir hata faktöründen etkilenir.
- Bütün gözlenen değişkenler, bütün ortak faktörler tarafından doğrudan etkilenir

1.3. BARTLETT TESTİ VE KAISER- MEYER - OLKIN TESTİ

Açıklayıcı faktör analizinde verilerin uygunluğunu test etmek için en sık kullanılan testler Bartlett ve Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testleridir.

1.3.1. Bartlett Testi

Bir veri setine faktör analizinin uygulanması için başvurulması gereken testlerden biri Bartlett'in geliştirmiş olduğu Bartlett testi (küresellik testi) dir. Faktör analizinde regresyon analizinin aksine değişkenler arasında yüksek korelasyon ilişkisi aranmaktadır. Bundan dolayı Bartlett testi, değişkenlerin birbiri ile korelasyonunu gösteren korelasyon matrisinin (R) birim matrisine (I) eşitliğini test eder. Yapılan hipotez testi sonucunda, H_0 hipotezi reddedilirse Bartlett testinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılır. Bu durumda değişkenler arasında korelasyon olduğu kabul edilir ve faktör analizine geçilir (Nakip, 2006:428).

$$H_0 = R = I = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad 1.1$$

Bartlett testi, faktör analizinde uygulanması gereken önemli bir uygunluk testidir. Örneğin varyans analizinde varyansların homojenliği nasıl bir varyans süreci için önemli ise faktör analizinde de Bartlett testi benzer derecede önem taşımaktadır. Bartlett testinde öncelikle faktör analizine uygunluğu sınanır, Bartlett testi sonucu istatistiksel olarak anlamlı ise faktör analizine geçilir (Tatlídil, 1996:225-226).

1.3.2. Kaiser-Meyer-Olkin Testi

Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi, örneklem uygunluğunu sınanan bir test olup gözlenen korelasyon katsayıları büyüklüğü ile kısmi korelasyon katsayılarının büyüklüğünü karşılaştırır (Aydın,2007:5).

$$KMO = \frac{\sum \sum r_{ij}^2}{\sum \sum r_{ij}^2 + \sum \sum r_{aj}^2} \quad 1.2$$

Yukarıda yer alan KMO formülünde, Kaiser-Meyer-Olkin örneklem uygunluk testini; r_{ij} i. ve j. değişken arasındaki basit korelasyon katsayısını; a_{ij} , i. ve j. değişken arasındaki kısmi korelasyon katsayısını göstermektedir (Albayrak, 2006:131).

KMO ölçütü; 0,9-1 arasında yer alıyorsa mükemmel, 0,8-0,89 arasında yer alıyorsa çok iyi, 0,7-0,79 arasında yer alıyorsa iyi, 0,6-0,69 arasında yer alıyorsa orta, 0,5-0,59 arasında yer alıyorsa zayıf ve 0,5 altında olduğu durumda ise veri setine faktör analizinin uygulanmasının mümkün olmadığını göstermektedir (Aydın, 2007:5).

1.3.3. Anti-İmage Korelasyon Matrisi

Anti image korelasyon matrisi yöntemi, matristeki köşegen elemanları değerlerinin 0.50'den büyük olmasına odaklanır ve bu yöntemin sağlanması faktör analizi için gereklidir. Anti image korelasyon matrisinin köşegen değerleri her bir değişken için hesaplanan *örneklem yeterliliği ölçütü (MSA)* değerlerinden oluşmaktadır. Bu değerlerin 0.50'den büyük olması değişkenler arasında yüksek korelasyon olduğunu belirtir. Bu varsayım sağlandığı durumda faktör analizine geçilir (Field, 2000:456).

1.4. TÜRETİLECEK ORTAK FAKTÖR SAYISININ BELİRLENMESİ

Bir çözüme fazla sayıda faktörün dahil edilmesi, gözlenen ve yeniden türetilen korelasyon matrisleri arasındaki uyumu geliştirdiği için türetmenin yeterliliği faktör sayısına bağlıdır. Bir çözümden ne kadar çok faktör türetilirse uyum o derece mükemmel olur ve verideki varyans yüzdesi faktör çözümü tarafından daha iyi açıklanacaktır. Ancak ne kadar çok faktör türetilirse, çözüm bir o kadar daha az tutumlu hale gelecektir. Bir veri setinde bütün varyans ve kovaryansı açıklamak için gözlenen değişken sayısı kadar faktöre sahip olmak gerekir. Yeterli bir uyum için gerekli en az sayıda faktör korunurken, tutumluluğu kaybettirmeyecek kadar da faktör seçilebilecektir (Baloğlu, 2015:648-649).

Açıklayıcı faktör analizinde ne kadar faktörün gerekli olduğu önem taşımaktadır. Bu önemli kararı alabilmek için birden fazla strateji geliştirilmiştir. Genellikle bu kararı alabilmek için birkaç yöntem sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemler; Özdeğer yöntemi ve Scree Plot'tır. Bu yöntemler aşağıda ayrıntılı olarak aktarılmıştır.

1.4.1. Özdeğer Yöntemi

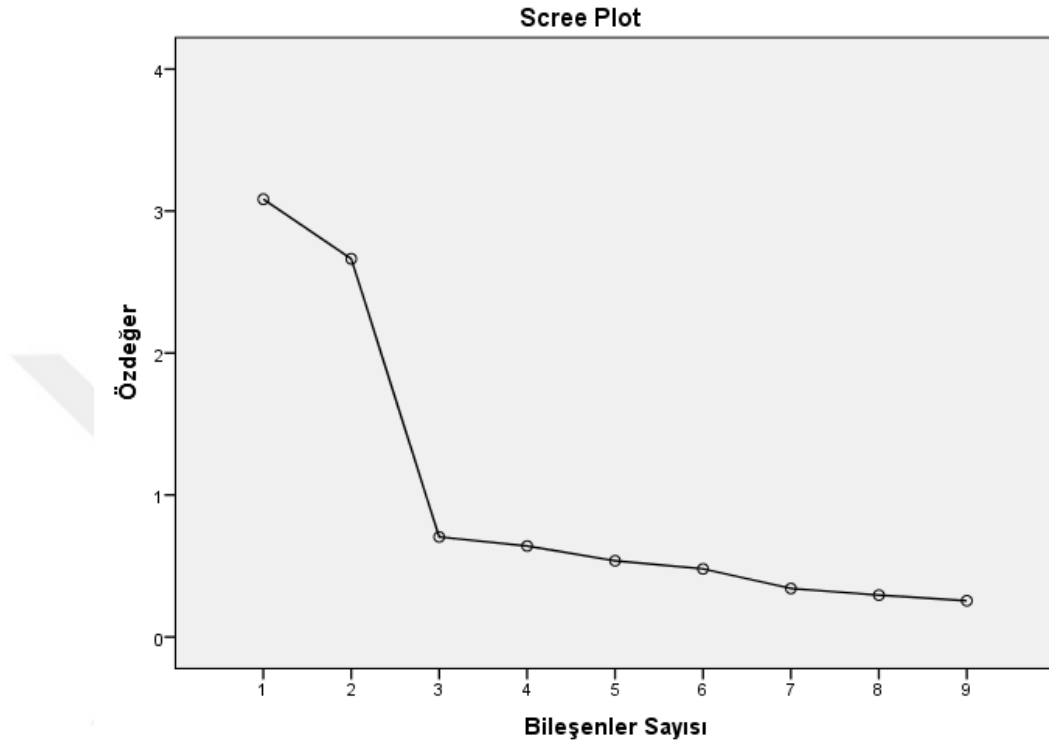
Boyut belirlemede kullanılan ilk yöntem, Kaiser (1960) tarafından belirtilen öz değeri (eigenvalues) 1'den büyük olanların bir faktör belirttiğini söyleyen yöntemdir. Bu yöntemde korelasyon matrisinin 1'den büyük özdeğerleri anlamlı kabul edilmektedir. Korelasyon matrisinin 1'den küçük özdeğerleri ise anlamsız kabul edilip analize dahil edilmez. Bu şekilde 1'den büyük özdeğer sayısı kadar faktör türetilmektedir (Polat, 2012:77).

Cattel (1965)'e göre değişken sayısı 20 ile 50 arasında olduğu durumda özdeğer yöntemi güvenilir sonuçlar verir. Değişken sayısının 20'den az olduğu durumda ise bu yöntemin faktör sayısını azaltma eğilimi bulunmaktadır.

1.4.2. Scree Plot Testi (Yamaç Eğim Grafiği)

Catell (1996) faktör sayısını belirlemek için grafiksel bir test önermiştir. Literatürde Catell'in önermiş olduğu bu metod Scree Plot olarak adlandırılmaktadır. Scree Plot grafiğinde dikey eksen özdeğerleri, yatay eksen ise faktör sayısını belirtmektedir. Grafikte özdeğerler yıldız şeklinde çizilir ve yatay eksen boyunca negatif eğimli olarak uzanır.

Grafikte ilk faktör en yüksek özdeğeri alır ve sonrasında faktör sayısı artıkça özdeğer oranı düşmektedir. Son faktörlerde de özdeğer küçük değerlidir. Scree Plot grafiğinde eğimin değiştiği noktalara dikkat etmek gerekmektedir (Thompson, 2004: 32-33).



Şekil 1.2: Özdeğerlerin Varyans Açıklama Oranları

Şekil 1.2’de dikey ekseninde özdeğerler ve yatay ekseninde faktör sayıları göstermektedir. Özdeğerler; temel bileşenler analizi aracılığıyla ve her bir faktör varyansı tarafından elde edilmektedir. Özdeğerler faktör yüzdeleri tarafından belirtilmekte, toplam sayı adetleriyle gösterilmektedir. Şekil 1.2’de 9 faktör baz alınmış olup bu faktörlerin almış olduğu özdeğerler gösterilmektedir. Yukarıdaki grafikte görüldüğü gibi varyans açıklama oranındaki hızlı azalma belirlenerek, faktör sayısına karar verilmektedir. Grafikte görüldüğü gibi 1. Faktör için özdeğer en yüksek değeri almaktadır. İlk 3 faktör için en yüksek ivmeli düşüş gözlenmiştir. Üçten sonraki faktörlerin getirdikleri ek varyanslarının katkılarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.

1.4.3. Açıklanan Varyans Kriteri

En basit ölçütlerden olan açıklanan varyans kriteri, özdeğerlerin açıkladıkları yığılımlı varyansın en az %67 (açıklanan varyansın en az 2/3'ü) olacak biçimde özdeğer sayısı kadar faktör türetme tekniğidir. Bu yaklaşım sayesinde oldukça yüksek varyansı açıklayacak sayıda faktör belirlenmektedir (Özdamar, 2013:221).

1.4.4. Joliffe Kriteri

Joliffe kriteri, özdeğeri 0,7 ve daha büyük özdeğer sayısı kadar faktör alınmasının uygun olacağını ileri süren bir tekniktir. Bu kriter ile Kaiser Ölçütünden iki kat daha fazla faktör seçilebilmekte bu ise değişken sayısı az olduğu durumlarda faktörlerin mantıklı açıklamalarının yapılmasını zorlaştırmaktadır (Özdamar, 2013:221).

1.5. FAKTÖR TÜRETME TEKNİKLERİ

Faktör türetilirken temel bileşenler analizi (TBA), en çok olabilirlik faktör analizi, ağırlıklandırılmamış ve genelleştirilmiş en küçük kareler analizi, temel eksenler yöntemi, alfa faktörlendirmesi, imaj faktörlendirmesi gibi matematiksel yöntemler kullanılmaktadır. Aşağıda faktör türetilirken kullanılan bu yöntemler detaylı aktarılmaktadır.

1.5.1. Temel Bileşenler Tekniği

Çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin çoğu değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarını oluşturma fikrine dayanmaktadır. Örneğin, regresyon analizinde bağımlı değişken ile maksimum korelasyona sahip olan tahmincilerin doğrusal kombinasyonu oluşturulur. Ayrıca diskriminant analizi de grup varyansı arasında maksimum değere sahip değişkenlerin doğrusal kombinasyonları oluşturulduğu için bu kanıyı desteklemektedir. Temel bileşenler ise, maksimum varyanslı doğrusal kombinasyonlardır. Temel bileşenler tekniğinde amaç bir veri setindeki en iyi örüntüyü bulmaktır (Jöreskog vd., 2016:237).

Temel bileşenler tekniğinin amacı her bir bileşenle veri setinden en büyük varyansı çıkarmaktır. İlk temel bileşen için varyans maksimum düzeydedir, belirlenen gözlenen

değişkenler arasında korelasyon yoktur ve en çok değişkenliği çıkartan gözlenen değişkenlerin doğrusal kombinasyonudur. İkinci bileşen ve takip eden bileşenler artık korelasyonludur, bu korelasyonlardan en üst değişkenlik elde edilir. İlk temel bileşen en yüksek varyans değerini alırken son bileşen ise minimum varyanslıdır. Bütün bileşenler korunursa gözlenen korelasyon matrisinin aynısı elde edilir. Temel bileşenler tekniğinde amaç dik bileşenler tarafından en yüksek varyansın elde edilmesidir.

2X2 Boyutlu, rassal seçilen x_1 , x_2 değişkenlerini içeren bir kovaryans matrisi aşağıdaki gibidir.

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{bmatrix} \quad 1.3$$

Rassal seçilen x_1 ve x_2 'nin doğrusal modeli aşağıdaki gibidir.

$$C = a_1 x_1 + a_2 x_2 \quad 1.4$$

Yukarıdaki model baz alındığında, a_1 ve a_2 parametrelerinden hareketle bağımlı değişken olan C 'nin varyansı nasıl maksimum kılınabilir? Bu soru anlamsızdır çünkü a_1 ve a_2 parametre büyüklüğünden hareketle elde edilen maksimum varyans değeri tanımsız olur. Yukarıda yer alan soruyu anlamlandırmak için aşağıda yer alan olağan normalleştirme kuralı gereği parametre karelerinin toplamı 1'e eşit olur.

$$a_1^2 + a_2^2 = 1 \quad 1.5$$

Eğer a_1 ve a_2 normalleştirilmiş ise, C 'nin normalleştirilmiş doğrusal bir kombinasyon olduğu söylenebilir. Bu durumda asıl ve doğru soru bu olacaktır:

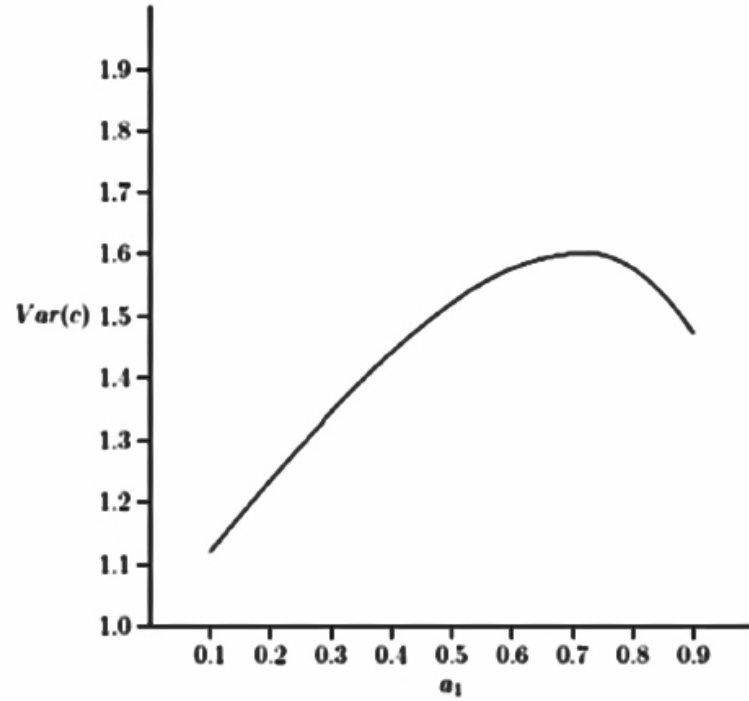
Normalleştirilmiş bir doğrusal kombinasyonun varyansı ne kadar büyük olur? Bağımlı değişken olan C 'nin varyansı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{Var}(C) = a_1^2 \sigma_{11} + a_2^2 \sigma_{22} + 2a_1 a_2 \sigma_{21} \quad 1.6$$

$$a_2 = \pm\sqrt{1 - a_1^2} \quad 1.7$$

$$\text{Var}(C) = a_1^2\sigma_{11} + (1 - a_1^2)^2\sigma_{22} + 2a_1\sqrt{1 - a_1^2}\sigma_{21} \quad 1.8$$

Bu durumda a_1 , -1 ile +1 aralığında değişmesine izin verip maksimum $\text{Var}(C)$ değerini elde edebiliriz.



Şekil 1.3: a_1 değerlerine karşın $\text{Var}(C)$ değerleri

Şekil 1.3'te değişen a_1 değerlerine karşın $\text{Var}(C)$ nin almış olduğu değerler gösterilmektedir. Grafik incelendiğinde, a_1 değeri yaklaşık olarak 0.7 değeri aldığında $\text{Var}(C)$ değeri yaklaşık olarak 1.7 değerini almıştır. Bu durumda varyans maksimizasyonu sağlanmış olur (Baloğlu, 2015:660; Polat, 2012:45-46).

1.5.2. En Çok Olabilirlik Tekniği (ML)

En çok olabilirlik tekniği (*maximum likelihood*) 1940'larda Lawley tarafından geliştirilen bir tekniktir. ML metodu bir anakütlerde gözlenen korelasyon matrisinin örnekleme olasılığını en yükseğe çıkararak yükleri hesaplayarak faktör değerlerini tahmin eder. En çok olabilirlik tekniği için çok değişkenli normal dağılım varsayımının sağlanması gerekmektedir. Bu varsayımın sağlanmadığı durumlarda çarpıtılmış ve güvenilir olmayan sonuçlar elde edilir. Bu teknik sayesinde faktörler arasındaki korelasyon katsayılarını görmek ve faktör yüklerinin anlamlı olup olmadığını test etmek mümkündür (Çokluk vd., 2016:199). Ayrıca en çok olabilirlik faktör türetme yönteminde değişkenler ve faktörler arasındaki kanonik korelasyon maksimum kılınır. Özellikle doğrulamacı faktör analizinde ve yapısal eşitlik modellemesi testlerinde en çok olabilirlik tahmin yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır (Tabachnick&Fidell, 2001: 641).

En çok olabilirlik tekniği çok değişkenli istatistiksel analizlerde sıklıkla başvurulan bir tahmin yöntemidir. ML metodunda θ parametresi tahmin edilirken, ML fonksiyonunun maksimum kılınma durumudur. Araştırmacılar ML tahmin yöntemini kullanırken modelde yer alan değişkenlerin gözlem değerlerinin çok değişkenli normal dağılıma sahip olduğunu varsayarlar. Bu yöntem, modele ilişkin tahmini kovaryans matrisi $\Sigma(\theta)$ 'nin geçerliliği için, bir ana kütleden hareketle gözlenen kovaryans matrisi S'nin L olabilirliğini en büyükleyen θ parametreleri için ilgili tahminleri elde etmektedir (Çelik vd., 2011: 114).

Log L 'nin en büyüklenmesi için, *log – olabilirlik* (benzerlik) fonksiyonu aşağdaki gibidir.

$$\text{Log}(L) = -\frac{1}{2}(N - 1)\{\log|\Sigma(\theta)| + \text{tr}[S\Sigma(\theta)^{-1}]\} + C$$

1.9

Log: Doğal logaritma

L: Olabilirlik fonksiyonu

N: Örneklem Büyüklüğü

θ : Parametre Vektörü

$\Sigma(\theta)$: Modele ilişkin tahmini kovaryans matrisi

C: Wishart dağılımının terimlerini içeren bir sabit

F_{ML} : Tahmin sonuçlarını değerlendirmede kullanılan uyum fonksiyonunun değeridir.

$$F_{ML} = \log|\Sigma(\theta)| + \text{tr}(S\Sigma^{-1}(\theta)) - \text{Log}|S| - (p + q) \quad 1.10$$

P: Gözlenen değişken sayısı

q: Veri matrisindeki açıklayıcı değişken sayısı

Genellikle $\Sigma(\theta)$ ve S 'nin pozitif tanımlı olduğu varsayılmaktadır. $\Sigma = S$ olduğu durumda F_{ML} değeri 0 olmaktadır.

Eşitlik 1.10'da $\Sigma(\theta)$ yerine Σ ve $\Sigma = S$ olarak denkleme yazıldığında aşağıdaki denklem elde edilir.

$$F_{ML} = \log|S| + \text{tr}(I) - \text{Log}|S| - (p + q) \quad 1.11$$

Bu durumda; $\text{tr}(I) = (p + q)$, F_{ML} değeri de sıfırdır.

ML tahmininde $\Sigma(\theta)$ ve S 'nin pozitif tanımlı olduğu varsayılmaktadır. Eğer gözlenen veri çok değişkenli normal dağılıma sahipse, model doğru olarak tanımlanmış ve ayrıca örneklem büyüklüğü yeterince büyük ise ML parametre tahminlerinin ve standart hatalarının; asimptotik olarak yansız, tutarlı ve etkin olduğu kabul edilir (Bollen, 1989: 514; Çelik vd., 2011:115; Öngen, 2010:37).

1.5.3. Ağırlıklandırılmamış En Küçük Kareler Tekniği

Ağırlıklandırılmamış en küçük kareler tekniğinin (*unweighted least squares*) amacı gözlenen ve yeniden üretilen korelasyon matrisleri arasındaki farklılıkların karesini en aza indirgenmesini sağlamaktır. Bu teknikte sadece köşegen dışı faktörler dikkate alınır. Temelde bu yöntem 1962'de Comrey tarafından geliştirilmiştir ve 1966'da Harman ve Jones

tarafından yeniden düzenlenen bu teknik ‘*en az artık*’ olarak adlandırılmaktadır (Tabachnick&Fidel, 2001:641).

1.5.4. Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Tekniği

Genelleştirilmiş en küçük kareler tekniğinin (*generalized least squares*) amacı gözlenen ve yeniden üretilen korelasyon matrisleri arasındaki farklılıkların karelerini en aza indirmesini sağlamaktır. Bu tekniğin genellikle verilerin dağılımı bilinmediği durumlarda kullanılması önerilmektedir (Çokluk vd., 2016:200).

1.5.5. Temel Eksenler Tekniği

Temel eksenler tekniği, genel olarak temel bileşenler tekniğinin artık korelasyon matrisine uygulanması demektir. Temel eksen faktörü değişken grubunun korelasyonunu açıklayabilen faktörlerin küçük numaralarını araştıran faktör analizinin bir tekniğidir. Temel eksenler yönteminde temel bileşenler analizinin stratejileri kullanılır ancak burada köşegen elemanları 1 değerini alamamaktadır. Bu teknikte köşegen elemanları hesaplanan ortak varyanslardan oluşur ve bu şekilde oluşturulan korelasyon matrisi analiz edilir (Thurstone, 1969:535).

1.5.6. Alfa Faktör Türetme Tekniği

Alfa faktör türetme tekniği 1965 yılında Kaiser ve Caffrey tarafından önerilen bir teknik olup örneklemdaki ilişkileri değil anakütledeki ilişkileri göz önünde bulundurur. Bu teknik azami güvenilirlikte faktörlerin yaratılmasına odaklanır. Alfa tekniği, grup farklılıklarının güvenilirliğinden ziyade ortak faktörlerin güvenilirliğini baz alır (Çokluk vd., 2016:200).

1.5.7. İmaj Faktör Türetme Tekniği

Bu teknik imaj faktörlendirmesi olarak bilinmektedir, burada diğer değişkenler tarafından yansıtılan gözlenen bir değişkenin varyansı faktörler arasında dağıtılır. İmaj faktör türetme tekniğinde, her bir değişken için imaj puanları, her değişkenin sırasıyla bağımlı değişken olarak analiz edildiği çoklu regresyon tarafından üretilirler. Bu sayede imaj puanlarından bir kovaryans matrisi hesaplanır (Tabachnick&Fidell, 2001: 641).

1.6. AÇIKLAYICI FAKTÖR ANALİZİNİN AŞAMALARI

Faktör analizinin birinci aşamasında analiz için gerekli veriler toplanır ve varyans kovaryans matrisi oluşturulur. Araştırmacı analizde varyans-kovaryans matrisini veya korelasyon matrisini tercih edebilir. Faktör analizinde ikinci temel adım, gözlenen değişkenler arasındaki korelasyon veya kovaryansı yeterli düzeyde açıklayan faktör sayısına karar vermektir. Faktör analizinde üçüncü adım, daha basit yapı elde etmek için faktörlerin döndürülmesi ve yorumlanması yapılır. Faktör analizinde dik döndürme hem anlaşılması açısından hem de yorumlama açısından daha basit olduğundan, eğik döndürmeye göre daha çok tercih edilir. Faktör analizinin son aşaması ise faktör skorlarının bulunmasıdır. Faktör analizinin temel amacı boyut indirgeme işlemi başarılı bir şekilde gerçekleştirmek ve diğer araştırmalarda değişken olarak başvurulabilecek faktör skorlarının bulunmasını sağlamaktır (Kim&Mueller, 1986:80).

1.6.1. Korelasyon veya Kovaryans Matrisinin Oluşturulması

Faktör analizi, ölçümler arasındaki korelasyona dayanır. Gözlenen değişkenler tarafından üretilen korelasyon matrisine '*gözlenen korelasyon matrisi*' denilmektedir. Faktörlerden hareketle üretilen korelasyon matrisine, '*yeniden üretilmiş korelasyon matrisi*' adı verilmektedir. Gözlenen ve yeniden üretilmiş korelasyon matrisleri arasındaki farka ise '*artık (hata) korelasyon matrisi*' denir. Artık korelasyon matrisinde korelasyonların küçük olması tercih edilir. Faktör analizinde, Horald Hotelling tarafından önerilen matris tekniklerine sıklıkla başvurulmaktadır. Bu matris tekniklerinden $X_{p \times n}$ boyutlu ham matrisi doğrudan kullanılabildiği gibi, $Z_{p \times n}$ şeklinde gösterilen standartlaştırılmış değerler matrisi de tercih edilmektedir. Araştırmacı eğer ham veri matrisini tercih ederse varyans-kovaryans matrisinden, standartlaştırılmış değerler matrisini tercih edecekse de korelasyon matrisinden yararlanmaktadır. Her iki yöntem de birbirinden farklı sonuçlar vermektedir. Burada önemli olan husus, eğer verilerin ölçü birimleri ve varyansları birbirine yakın ise kovaryans matrisi tercih edilir, aksi durumda korelasyon matrisinden yararlanılması önerilmektedir. Açıklayıcı faktör analizinde çoğunlukla korelasyon matrisi tercih edilmektedir (Çokluk vd., 2016:191).

1.6.2. Döndürülmüş Faktör Matrisinin Bulunması

Araştırmacı ele aldığı konuya ilişkin bir faktör analizi tekniğini uygulayarak elde ettiği kadar önemli faktörü, bağımsızlık, yorumlamada açıklık ve anlamlılık sağlamak amacıyla bir eksen döndürmesine tabii tutabilir. Faktör döndürme, çözümün temel matematiksel özelliklerini değiştirmemektedir. Bu şekilde yapılan faktör döndürme yöntemiyle, maddelerin bir faktördeki yükü artarken diğer faktördeki yükleri azalmaktadır. Sonuç olarak, faktörlerin daha kolay yorumlanması sağlanmış olur (Büyüköztürk; 2002:476).

Tatlıdil'e göre (1992) iyi bir faktör döndürmede, boyut indirgemenin (değişken azaltma), faktörler arasındaki bağımsızlığın ve faktörlerin kavramsal anlamlılığın sağlanması gerektiğini aktarmıştır.

Sıklıkla kullanılan iki tür döndürme yöntemi mevcuttur: Bunlar dik ve eğik döndürmedir. Dik döndürmede, faktörler arasında ilişki olmadığı varsayılır ve eksenlerin konumu değiştirmeksizin döndürülmeye tabii tutulur. Eğik döndürmede ise faktörlerin arasında ilişki olduğu varsayılır ve eksenlerin döndürülmesinde farklı açılar tercih edilmektedir. Yapılan bu döndürme yöntemiyle, değişkenlerle ilgili açıklanan toplam varyansta herhangi bir değişiklik olmaz ancak faktörlerin açıkladıkları varyanslar değişir. Her iki döndürme de benzer sonuçlar üretmekle birlikte yorumlamada kolaylık sağladığı için dik döndürme daha çok tercih edilmektedir (Tabachnick&Fidell, 2014:620-630).

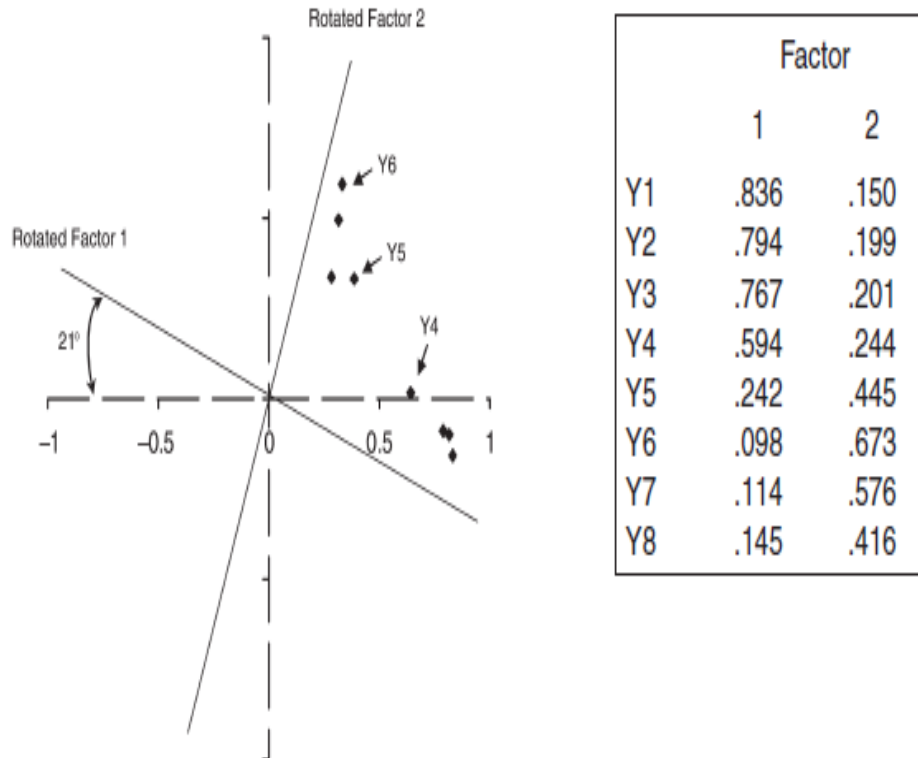
1.6.2.1. Dik Döndürme Yöntemi

Dik döndürme yönteminde faktörlerin birbirleri ile ilişkisiz olduğu kabul edilir ve faktörler eksenlerin konumu değiştirilmeden 90 derecelik açıyla döndürülür. Dik döndürme yorumlama, tanımlama ve sonuçları kolay raporlaştırma avantajı sağlamaktadır. Dik döndürme yöntemleri altında en çok tercih edilen teknikler; *Varimax (maksimum değişkenlik)*, *quartimax (en büyük çeyrek)* ve *equamax (eşit ölçüde maksimize etme)*'dir. Bu tekniklerden varimax ve quartimax sıklıkla kullanılmaktadır.

Varimax yönteminde, faktör matrisinin sütunlarına öncelik verilir. Her sütundaki bazı yük değerleri 1'e yaklaştırılırken diğer faktör yük değerleri ise 0'a yaklaştırılır. Bu yöntemde de temel amacı daha iyi yorum yapılabilmesi için faktör varyanslarının

maksimum kılınmasını başaracak şekilde döndürülme yapılmasıdır. *Quartimax* yönteminde ise faktör yükleri matrisi basit yapıya ulaşmada göz önünde bulundurulur. Bu yöntem yapının iki faktörlü olduğu durumlarda en iyi sonucu verir (Varol vd., 2016:202).

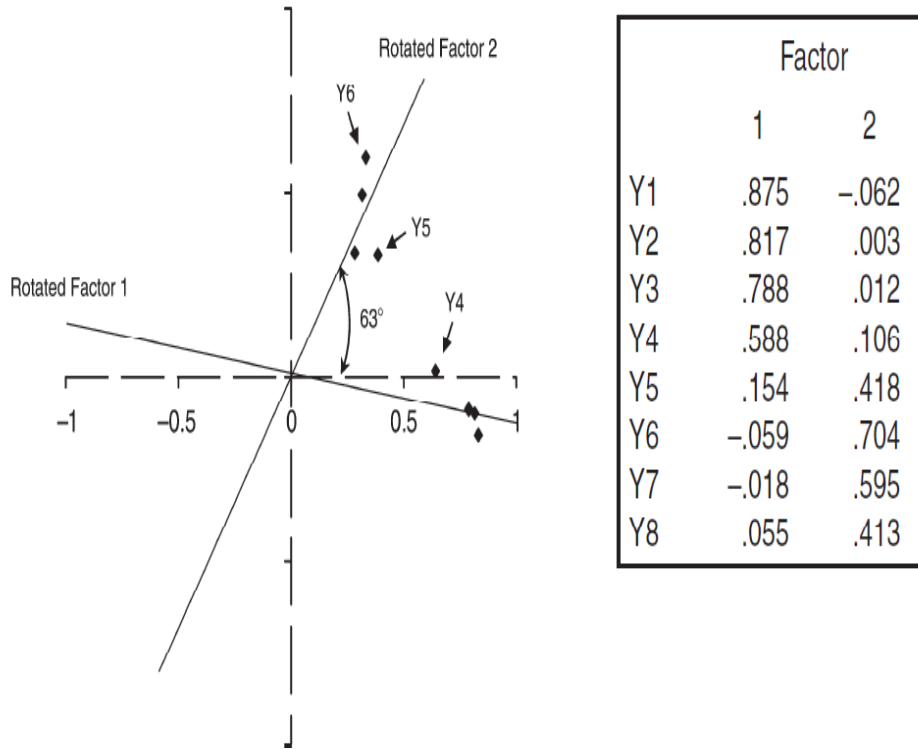
Aşağıda Şekil 1.4'te görüldüğü gibi göstergelerin daha iyi kümelenmesini sağlamak için eksenler 21° lik bir açıyla döndürülmeye tabii tutulmuştur. Faktör yük değerlerini en yüksek dereceye çıkarmak ve en düşük düzeye çekmek için yapılan döndürmenin etkisini kanıtlamak için Y5 göstergesi incelenebilir. Rotasyon öncesinde Y5'in faktör yükleri birinci ve ikinci faktörde oldukça birbirine yakınken, 21° lik döndürmeden sonra Y5 göstergesinin pozisyonu ikinci faktör ekseninde yükselmiş ve birinci faktör ekseninde azalmıştır. Bu döndürme sayesinde faktör desenleri daha kolay yorumlanabilmektedir. Ayrıca döndürme işlemi sonrası Y5 ve diğer faktörlerin ortak faktör varyansında herhangi bir değişme olmaz (Brown, 2006:34-35).



Şekil 1.4: Dik Döndürülmüş Faktör Matrisinin Geometrik olarak Gösterilmesi
Varimax

1.6.2.2. Eğik Döndürme Yöntemi

Eğik döndürme yönteminde faktörlerin arasında ilişki olduğu varsayılır ve eksenlerin döndürülmesinde farklı açılar kullanılır. Dik döndürmede faktörlerin birbiriyle ilişkili olması zorunluluğu bulunmamaktadır. Gerçekte çoğu zaman faktörler birbiriyle ilişkili olmazlar ve araştırmacı da daha basit olan dik döndürmeyi tercih etmektedir. Araştırmacı eğik döndürmede yeniden ölçeklendirilen faktör yükleri üzerinde bir dik çözüm üretmek için quartimax algoritmasını kullanır. Bundan dolayı, çözüm başlangıçtaki faktör yükleriyle karşılaştırıldığında dik olabilir (Tabachnick&Fidell, 2014:644-645).



Şekil 1.5: Eğik Döndürülmüş Faktör Matrisinin Geometrik olarak Gösterilmesi

Şekil 1.5'te görüldüğü gibi, baz alınan faktör örüntüsü için eğik döndürme de başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Göstergeler kendi faktör eksenlerinin üst ucu etrafında kümelendiğinde, faktörler oldukça iyi tanımlanmaktadır (Brown, 2016:35-36).

İKİNCİ BÖLÜM

2.1.GİRİŞ

Doğrulayıcı faktör analizi (*confirmatory factor analysis*), gözlenemeyen değişkenler ile ilgili kuramların test edilmesinde başvurulan ve istatistiksel testlerin analizinde kullanılan çok değişkenli bir istatistiksel yöntemdir. Doğrulayıcı faktör analizi sayesinde daha önce tanımlanmış ve sınırlandırılmış bir yapının, bir model olarak doğrulanıp doğrulanmadığı kolaylıkla analiz edilir. Stapleton'a göre (1997) doğrulayıcı faktör analizi yapı geçerliliğine ilişkin deneysel kanıtların ortaya konmasında etkili olan ileri düzey bir yöntemdir. Bu teknik, faktör analizinde hipotezlerin test edilmesinde başvurulan bir yöntemdir. Doğrulayıcı faktör analizi, belirlenen hipotezlerden hareketle değişkenlerle faktörler arasında yer alan ilişkileri ve faktörler arasında mevcut ilişkilerin incelenmesinde kullanılır. Bu sebepten dolayı araştırmaya başlamadan önce modelde tanımlanan değişkenlerin yapısı ile ilgili bilgilere sahip olmak gerekmektedir. Bu şekilde model sağlam bir temele dayandırılmış olur (Çokluk vd., 2016:275).

Doğrulayıcı faktör analizi, gözlenen değişkenlerden hareketle gözlenemeyen değişkenlerin analizinde sıklıkla kullanılmaktadır. DFA, açıklayıcı faktör analizi tarafından belirlenen faktörlerin, hipotez ile belirlenen faktör yapılarına uygunluğunu test etmek amacıyla kullanılan çok değişkenli istatistiksel bir yöntemdir. AFA, hangi değişken gruplarının hangi faktör ile yüksek düzeyde ilişkili olduğunu test etmek amacıyla kullanılırken, belirlenen k sayıda faktöre katkıda bulunan değişken gruplarının bu faktörler ile yeterli düzeyde temsil edilip edilmediği hususunda ise doğrulayıcı faktör analizinden yararlanır (Aytaç&Öngen, 2012:16).

Araştırmacı öncelikle ölçülebilen değişkenler hakkında veri toplar ve belirli bir şeyi doğrulamak için faktör tekniklerinden yararlanır. Gözlenen değişkenlerin alt kümesi her faktör veya yapıyı tanımlamakla birlikte gözlenen değişkenlerin faktörlerle olan ilişkisini açıklamaktadır. Açıklayıcı faktör analizinde, alternatif modellerden ve teorilerden yola çıkılarak verilere en çok uyan model bulunur. Bu şekilde belirlenen model AFA'nin temel mantığını oluşturmaktadır. Doğrulayıcı Faktör analizinde ise AFA'nde belirlenen modele ilişkin hipotez testleri test edilir. DFA'nde, verilerin modelle uyumlu olup olmadığı araştırılır ve modelin geçerliliği doğrulanır. Bu şekilde belirlenen modele ilişkin olarak yapılan testler doğrulayıcı faktör analizinin temel mantığını oluşturmaktadır

(Schumacker&Lomax, 2010:164). Bu bölümde doğrulayıcı faktör modelinin belirlenmesi, doğrulayıcı faktör modelinin tanımlanması, modelin tahmin edilmesi, modelin değerlendirilmesi, modelin yeniden belirlenmesi, doğrulayıcı faktör analizi ile açıklayıcı faktör analizi arasındaki farklar ve son olarak doğrulayıcı faktör analizinin uygulama alanları sırasıyla aktarılacaktır.

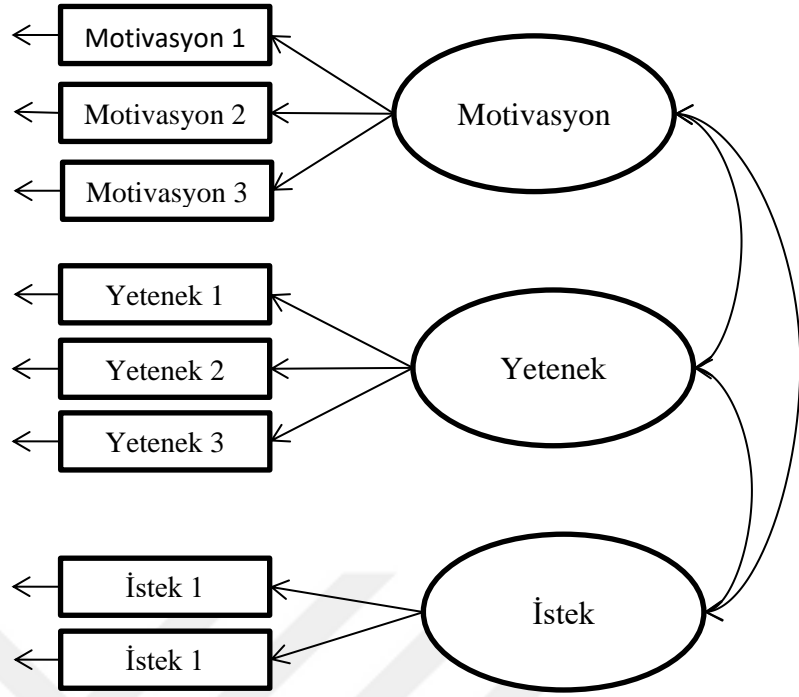
Doğrulayıcı faktör analizi beş adımdan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla aşağıda sıralanmaktadır;

- Modelin Belirlenmesi,
- Modelin Tanımlanması,
- Modelin Tahmini,
- Modelin Değerlendirilmesi,
- Modelin Yeniden Tanımlanması (Myers, 2000:549).

2.2. DOĞRULAYICI FAKTÖR MODELİNİN BELİRLENMESİ

Doğrulayıcı faktör analizi modelleri çeşitli gözlenemeyen yapılar arasındaki ilişkilerin örüntülerini açıklamak amacıyla kullanılırlar. Modelde yer alan gözlenemeyen yapılar, gözlenen değişkenler aracılığıyla ölçülmektedir. Bundan dolayı, doğrulayıcı faktör analizi modelinde yapılar arasındaki ilişkiler ve değişkenler arasında mevcut korelasyonlu ilişkiler analiz edilir (Bayram, 2010:15).

Aşağıda şekil 2.1’de gösterilen çift yönlü oklar gözlenemeyen değişkenler arasında yer alan nedensel ilişkileri belirtmektedir. Motivasyon, yetenek ve istek gözlenemeyen değişkenlerdedir. Motivasyon1, Motivasyon2, Motivasyon3, Yetenek1, Yetenek2, Yetenek3, İstek1 ve istek2 ölçülebilen değişkenlerdir. Şekilde gözlenemeyen değişkenlerden gözlenen değişkenlere doğru uzanan tek yönlü oklar regresyon katsayılarını göstermektedir.



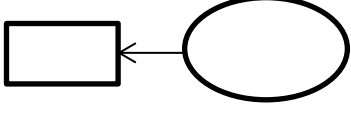
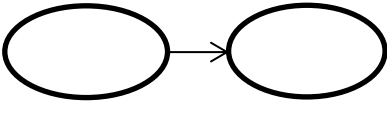
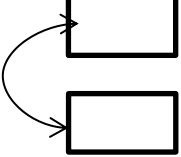
Şekil 2.1: Doğrulayıcı Faktör Analizi Modeli

2.2.1.Kullanılan Semboller ve Anlamları

Doğrulayıcı faktör analizinde kullanılan semboller ve anlamları aşağıda Tablo 2.1’de gösterilmiştir (Schumacker&Lomax, 2010:146-165).

Tablo 2.1: DFA’da Kullanılan Semboller ve Anlamları

Semboller	Açıklamalar
	Gözlenen Değişkenler
	Gözlenemeyen Değişkenler
	Gözlenen Değişkenlerdeki hata
	Gözlenemeyen değişkenlerdeki hata

	Gözlenen Değişkenlere Ait Regresyon yolu
	Gözlenemeyen değişkenler arasındaki nedensel ilişki
	Çift Yönlü Oklar, Değişkenler Arasındaki Korelasyonlar

Tablo 2.1’de gözlenen değişkenler dikdörtgen şeklinde, gözlenemeyen değişkenlerde elips şeklinde gösterilmiştir. Varsayılan nedensel ilişkiyi göstermek için tek yönlü oklar kullanılmaktadır. Bu oklar, neden durumundaki değişkenlerden, etkilenen değişkenlere doğru yön göstermek amacıyla kullanılmıştır. Yol diyagramında, değişkenler arasındaki korelasyon iki yönlü ve kavisli oklarla gösterilmiştir. Gözlenen değişkenlere ait olan ölçüm hatalarını yansıtan hata terimleri de küçük elips şeklinde gösterilmiştir (Schumacker&Lomax, 2010:146-165).

2.2.2. Doğrulayıcı Faktör Modelinin Kovaryans Yapısı

Gözlenen değişkenler ile gözlenemeyen değişkenler arasındaki ilişkiler çoklu regresyon analizinde olduğu gibi tanımlanmaktadır. Bağımlı değişkenler regresyon analizinde ve faktör analizinde tahmin edilebilirken, bağımsız değişkenler faktör analizinde tahmin edilememektedir. Bu nedenle modelin parametreleri doğrudan tahmin edilememektedir (Long, 1989:22).

Korelasyon cebiri, doğrulayıcı faktör analizi modellerinde varyansların ve kovaryansların hesaplanması için kullanışlı bir araçtır. Ancak modellerin çoğu karmaşık düzeyde olduğu için kovaryansların hesaplanması güçleşmektedir. Bu nedenle daha çok kovaryans matrisine başvurulmaktadır. Aşağıda Y’nin bağımlı değişken olarak ve X’in bağımsız değişken olarak ele alındığı modelde kovaryans matrisinin bazı ilkeleri açıklanmaktadır.

$$Y_1 = \gamma_{11}X_1 + \varepsilon_1$$

2.1

Şekilde Y_I motivasyon düzeyini, X_I işlem grubu değişkenlerini belirtmektedir. Motivasyon düzeyi, işlem grubunun ağırlıklandırılmış fonksiyonu ile hatanın toplamından oluşmaktadır.

X_I (işlem grubu) ile Y_I (motivasyon düzeyi) arasındaki kovaryans hesaplamak için ilk adım aşağıdaki gibidir.

$$COV (X_1, Y_1) = COV(X_1, \gamma_{11}X_1 + \varepsilon_1) \quad 2.2$$

İkinci adımda, ilk terimi yani bu durumda X_I 'i dağıtmaktır.

$$COV (X_1, Y_1) = COV(X_1\gamma_{11}X_1) + COV (X_1\varepsilon_1) \quad 2.3$$

Çoklu regresyon analizinde olduğu gibi burda da artıkların birbiriyle ve modeldeki diğer değişkenlerle ilişkisiz olduğu varsayılır. Bu durumda modeldeki son terim olan $COV (X_1\varepsilon_1)$ sıfır değerini almaktadır. Hatalar ile değişkenler arasında kovaryans bulunmadığı varsayılmıştır. Bu durumda;

$$COV (X_1, Y_1) = \gamma_{11}COV(X_1X_1) \text{ şeklinde gösterilir.} \quad 2.4$$

Bir değişkenin kendisiyle oluşturduğu kovaryans varyans olduğu denklem aşağıdaki gibi yazılabilir.

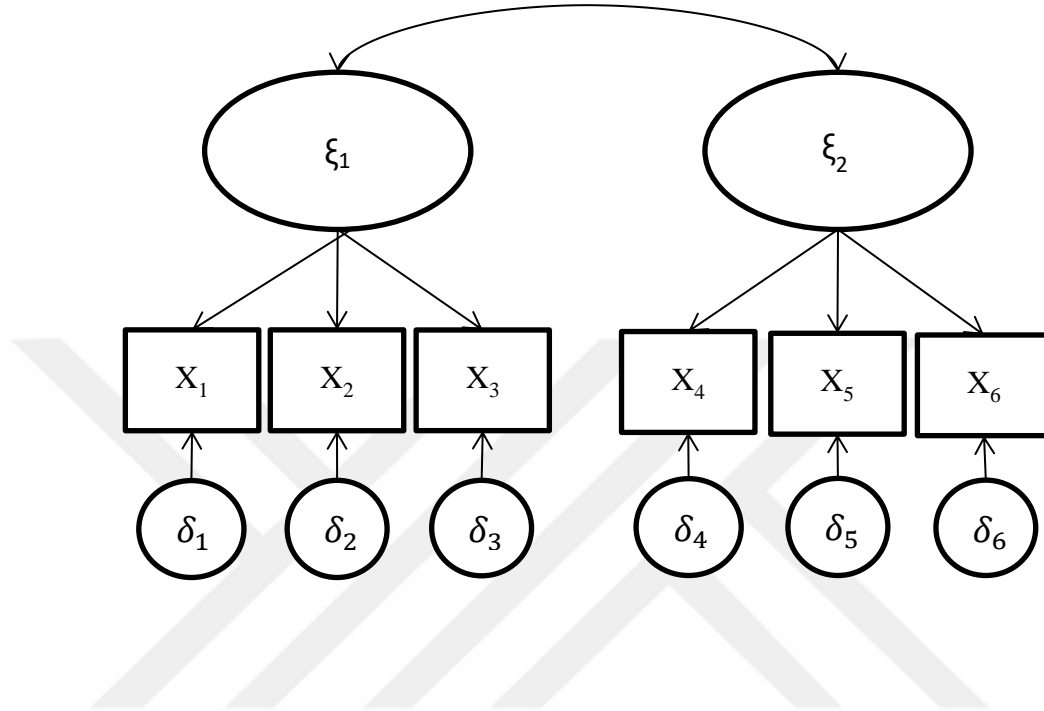
$$COV (X_1, Y_1) = \gamma_{11}\sigma_{x_1 x_1} \quad 2.5$$

X_I (işlem grubu) ile Y_I (motivasyon düzeyi) arasındaki kovaryans, yol katsayısıyla X_I 'in varyansının çarpımına eşittir. Eğer seçilen model güvenilir ise $\gamma_{11}\sigma_{x_1x_1}$ çarpımı sonucu örneklem kovaryansına çok yakın bir kovaryans değeri elde edilecektir (Tabachnick&Fidell, 2015:690-691).

2.3. DOĞRULAYICI FAKTÖR MODELİNİN TANIMLANMASI

Doğrulayıcı faktör modelleri gözlenen değişkenler dikdörtgenlerle ve gözlenemeyen değişkenler ise elips şeklinde yer aldığı yol (path) diyagramı ile gösterilir. Ayrıca diyagramda çift yönlü oklar değişkenler arasında yer alan kovaryansları ve tek yönlü oklar da değişkenler arasında yer alan etki değerlerini temsil etmek için kullanılır (Albright, 2006-2008:2).

DFA’nde yol diyagramları kullanılarak nedensel model önsel olarak şematize edilir. Yol diyagramında araştırmacının hangi değişkenleri gözlenen hangi değişkenlerin gözlenemeyen değişken olarak belirlediği ve bunlar arasındaki nedensel ilişkiler kolaylıkla anlaşılır.



Şekil 2.2: Doğrulayıcı Faktör Modelinin Yol Diyagramı

Şekil 2.2’de ξ (ksi) gözlenemeyen değişkenleri temsil etmektedir, gözlenemeyen değişkenler arasında yer alan çift yönlü ok ise bu iki değişken arasındaki kovaryansı belirtmek için kullanılmaktadır. Araştırmacı faktör analizinde, ölçülemeyen değişkenleri gözlenen değişkenlerin nedeni olarak varsaymaktadır ve bu ilişki şekilde elipslerden dikdörtgenlere tek yönlü okla gösterilmektedir.

Şekilde yer alan her bir daire (δ – delta) sadece bir gözlenen değişkeni etkilemekte ve hata terimi olarak adlandırılmaktadır. Şekildeki hata terimleri ortak faktörler tarafından elde edilemeyen X_i ’lerdeki tüm varyansı içerir.

Doğrulayıcı faktör modelinde, gözlenen ve gözlenemeyen değişkenler arasında yer alan ilişkiler, aşağıda yer alan eşitlikle aktarılmaktadır.

$$X = \Delta\xi + \delta$$

2.6

Eşitlik 2.6’da X gözlenen değişkenlerin vektörü, Δ (delta) yüklerin matrisi olup X_i ile ξ_i birbirine bağlamaktadır. ξ ortak faktörlerin vektörü, δ ise tekli vektördür. Bilindiği üzere hata terimlerinin beklenen değeri $E(\delta) = 0$ eşittir ve $E(\xi\delta) = 0$ olup ortak faktörler ile tekli vektör arasında herhangi bir ilişki yoktur. Denklem 2.6 tekrar yazılırsa aşağıdaki denklemler elde edilir.

$$\begin{aligned} X_1 &= \lambda_{11}\xi_1 + \delta_1 & X_2 &= \lambda_{21}\xi_1 + \delta_2 & X_3 &= \lambda_{31}\xi_1 + \delta_3 \\ X_4 &= \lambda_{42}\xi_2 + \delta_4 & X_5 &= \lambda_{52}\xi_2 + \delta_5 & X_6 &= \lambda_{62}\xi_2 + \delta_6. \end{aligned} \quad 2.7$$

Yukarıda yer alan denklemlerle geleneksel regresyon analizi arasından benzerlikler mevcuttur. Denklemlerdeki her X_i ortak faktörlerin ve hata terimlerinin doğrusal fonksiyonudur. Bu faktör denklemleriyle regresyon analizi arasındaki temel fark ξ_i ’lerin gözlemlenmemiş olmasıdır. Sonuç olarak bu denklemlerin tahmini geleneksel regresyon analizinden farklı ilerler (Albright, 2006-2008:2-3).

DFA modelini tanımlarken sağlanması gereken koşullar aşağıda yer almaktadır.

- Karmaşık modelde yer alan hem tek faktörlü hem çok faktörlü ölçülebilir ve ölçülemeyen değişkenlerin faktör varyansı belirlenmelidir (Söz konusu varyans değeri 1’e eşittir).
- Veri matrisinde yer alan faktör varyansı, faktör kovaryansı, faktör yükleri, hata teriminin varyansı ile kovaryansı gibi bilgiler ile tahmin edilen model parametreleri birbirleriyle eşit olmalıdır.
- Tek faktörlü modellerde en az 3 tane gözlenen değişkenin modelde yer alması gerekir. Gözlenen değişken sayısı 4 veya daha fazla olduğu durumda model daha iyi belirlenmekle birlikte uyum iyiliği değerleri de o denli güvenilir olmaktadır.
- 2 veya daha fazla faktör ve gözlenemeyen değişken için kullanılan 2 açıklayıcı değişken modelin çözümünde en iyi sonucu verir. Modelde yer alan her bir gözlenemeyen değişken diğer bir gözlenemeyen değişkenle korelasyonlu ve modelde yer alan açıklayıcı değişkenler hata terimleri ile korelasyonsuzdur (Brown, 2006:71-72).

2.4. DOĞRULAYICI FAKTÖR MODELİNİN TAHMİN EDİLMESİ

Model tanımlama işleminden sonra bir sonraki adım belirlenen modeldeki parametrelerin tahminini yapmaktır. Model tahmininde ölçülen modelin parametre tahminleri için hangi tahmin yönteminin kullanılacağına karar verilmelidir (Schumacker&Lomax; 2010: 169-216). Doğrulayıcı faktör analizinde en çok kullanılan tahmin yöntemleri, en çok olabirlik metodu (*maximum likelihood-ML*), ağırlıksız veya olağan en küçük kareler metodu (*unweighted least squares-ULS*), genelleştirilmiş en küçük kareler metodu (*generalized Least squares-GLS*), ölçekten bağımsız en küçük kareler metodu (*scale free least squares-SLS*) (Akt. Bayram; 2010: 54). Bu tahmin yöntemleri birinci bölümde açıklayıcı faktör analizinde faktör türetme teknikleri başlığı altında detaylı bir şekilde aktarılmıştır.

2.5. MODELİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE UYUM İYİLİĞİ TESTLERİ

Model değerlendirilmesinde (model modification) araştırmacı modelin uyumunu yükseltmek için ya modele yeni parametreler ekler yada mevcut parametrelerden bir kısmını modelden çıkarır. İlk test sonrasında model ayarlaması yapmak tip I hata yapma olasılığını arttırdığından gerekli düzenlemeler dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Ayrıca yapılan tüm ayarlamalar teori tarafından desteklenmelidir. Parametre ayarlaması yapıldıktan sonra Lagrange çarpanı indeksi (*Lagrange Multiplier Index-LM*) ve Wald testi ki-kare (χ^2) değerindeki değişikliği gösterir (Khine, 2013:17).

Kovaryans yapı hipotezi $\Sigma = \Sigma (\Theta)$ şeklinde gösterilir. Birçok uyum iyiliği ölçütü mevcuttur ve bu ölçütlerin hepsi bu hipotezin geçerli olup olmadığının değerlendirilmesine yardım eder. Nerdeyse tüm model uyum hipotezleri S'nin (gözlenen kovaryans matrisi) ve $\tilde{\Sigma}$ 'e (tahmini kovaryans matrisi) yakınlığının ölçüsüdür. Bu yakınlığı pek çok yolla ölçmek mümkündür. Uyum ölçütlerinin temel avantajı modelin bütünlüğünü değerlendirmektir. Tam tanımlanmış modellerde $S = \tilde{\Sigma}$ olduğundan modelin uyumunun değerlendirilmesi yapılamamaktadır. (Akt. Çelik&Yılmaz, 2013:30).

2.5.1. Ki Kare Testi

Anlamli bir χ^2 değeri gözlenen kovaryans matrisi ile model kovaryans matrisinin farklı olduğunu gösterir. İstatistiksel anlamlılık bu farklılığın örneklem varyasyonuna bağlı olma ihtimalini gösterir. Anlamli olmayan bir χ^2 değeri de bu iki matrisinin benzer olduğunu gösterir (Schumacker&Lomax, 2010:85). Dolayısıyla anlamlı χ^2 değeri modelin örneklem verilerine uyum sağlamadığını gösterir. Anlamli olmayan χ^2 değeri de model uyumunun iyi olduğunu gösterir. Bununla birlikte, χ^2 değerinin örneklem büyüklüğüne karşı duyarlı olduğu ve örneklem büyüklüğü arttıkça χ^2 değerinin anlamlı olma olasılığının yükseleceği söylenebilir. Ayrıca gözlenen değişken sayısı arttıkça da χ^2 değeri daha anlamlı sonuç verecektir. YEM’de model uyumu için sadece χ^2 değeri kullanılmaz, birçok model uyum kriteri mevcuttur (Khine, 2013:14).

En çok olabilirlik tahmincisi olan χ^2 değeri aşağıda eşitlik 2.8’de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\chi^2 = F_{EO}(N - 1) \quad 2.8$$

χ^2 değerinin istatistiksel olarak anlamlılığını sınamak için aşağıda yer alan hipotez kullanılır.

$$H_0: S = \Sigma$$

2.9

$$H_1: S \neq \Sigma$$

H_0 hipotezi; modelin verilerle iyi uyum sağladığının, H_1 hipotezi ise; verilerin modelle iyi uyum göstermediğinin göstergesidir. Anlamlılık düzeyi (p) 0.05’den büyük olduğu durumda H_0 hipotezi reddedilemez ve modelin iyi bir uyum sağladığı kabul edilir.

2.5.2. Uyum İyiliği İndeksi (GFI) ve Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi (AGFI)

Uyum iyiliği indeksi (*Goodness of Fit Index-GFI*) değeri modelin örneklemdeki varyans-kovaryans matrisini ne oranda ölçtüğünü göstererek regresyondaki R^2 ’ye benzer şekilde modelin açıkladığı örneklem varyansı olarak değerlendirilebilir. Düzeltilmiş uyum

iyiliği indeksi (*Adjusted Goodness of Fit Index-AGFI*) değeri ise örneklem genişliği baz alınarak düzeltilmiş olan GFI değerini temsil etmektedir. Örneklem büyüklüğü yüksek olduğu durumda AGFI değeri daha tutarlı bir uyum indeksi durumundadır (Hooper vd., 2008:54; Bayram, 2012:74).

m ; test edilen modeli, b ; bağımsız modeli göstermek üzere GFI değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$GFI = 1 - \frac{\chi_m^2}{\chi_b^2} \quad 2.10$$

AGFI değeri serbestlik derecesi dikkate alınarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$AGFI = 1 - \frac{p(p+1)(1-GFI)}{p(p+1)-2q_2} \quad 2.11$$

GFI ve AGFI'nin aldığı değerler 0 ile 1 arasında değişmektedir. İyi uyum için GFI ve AGFI değerleri 0,90 üzeri olmalıdır veya 1'e yakın olmalıdır (Raykov&Marcoulides, 2006:43).

2.5.3.Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü(RMSEA)

Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü (*Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA*), model uyumu mükemmel olduğunda RMSEA değeri sifıra eşit olmaktadır. Gözlenen ve tahmin edilen kovaryanslar arasındaki ortalama tutarsızlık arttıkça RMSEA değerinde de artış olmaktadır (Jackson vd., 2005:13).

$$RMSEA = \sqrt{(\frac{\chi^2}{sd} - 1)/(N - 1)} \quad 2.12$$

MacCallum vd. 0,10 üzeri bir RMSEA değerinin çok zayıf uyuma sahip olacağı, 0,05 ile 0,10 arası RMSEA değerlerin göreceli olarak iyi uyum sergileyeceği ve 0,08'den küçük RMSEA değerlerin ise iyi uyum sahip olacağını ifade etmiştir (Akt. Hooper vd., 2008:54; Bayram, 2012:76).

2.5.4. Standardize Edilmiş Kalıntıların Ortalama Kare Kökü (SRMR)

Standardize Edilmiş Kalıntıların Ortalama Kare Kökü (*Standardized Root Mean Square Residual- SRMR*) değeri, gözlenen kovaryans ile tahmin edilen kovaryans matrisi arasındaki standardize edilmiş farka eşittir. SRMR değerinin sıfıra yakın olması iyi uyumu gösterirken 0,05'in altındaki değerlerde kabul edilebilir uyumu belirtmektedir (Bayram, 2010:72).

$$SRMR = \sqrt{\frac{2}{p(p+1)} \sum \{s_{ij} - \sigma_{ij}(\bar{\theta})\}^2 / s_{ii} s_{jj}} \quad 2.13$$

2.5.5. Bağımsız Modele Dayanan Uyum İndeksleri

Karşılaştırmalı uyum indeksi (*Comparative Fit Index, CFI*), Normlandırılmış Uyum İndeksi (*Normed Fit Index, NFI*) ve Normlandırılmamış Uyum İndeksi (*Non-normed Fit Index, NNFI*) yaygın olarak tercih edilir. CFI değeri örneklem büyüklüğünü ve serbestlik derecesini dikkate alan bir diğer testtir. CFI, NFI'nın örneklem büyüklüğüne duyarlılaştırılmış halidir. CFI, NFI ve NNFI değerleri 0,90 ve üzeri ise kabul edilebilir bir uyumu, 0,85 ve üzeri ise iyi bir uyumu belirtmektedir (Akt. Şimşek, 2007:48). NFI ve CFI değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$NFI = \frac{\chi_b^2 - \chi_m^2}{\chi_b^2} \quad 2.14$$

$$CFI = 1 - \frac{\chi_m^2 - s d_m}{\chi_b^2 - s d_b} \quad 2.15$$

Aşağıdaki tabloda yukarıda belirtilen uyum indekslerinin sınırları yer almaktadır.

Tablo 2.2: Modelin Uyumunun Değerlendirilmesi

Uyum Ölçüsü	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum
χ^2	$0 \leq \chi^2 \leq 2sd$	$2sd \leq \chi^2 \leq 3sd$
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0,05$	$0,05 < RMSEA \leq 0,08$
SRMR	$0 \leq SRMR \leq 0,05$	$0,05 < SRMR \leq 0,10$
NFI	$0,95 \leq NFI \leq 1,00$	$0,90 \leq NFI < 0,95$
NNFI	$0,97 \leq NNFI \leq 1,00$	$0,95 \leq NNFI < 0,97$
CFI	$0,97 \leq CFI \leq 1,00$	$0,95 \leq CFI < 0,97$
GFI	$0,95 \leq GFI \leq 1,00$	$0,90 \leq GFI < 0,95$
AGFI	$0,90 \leq AGFI \leq 1,00$	$0,85 \leq AGFI < 0,90$

Kaynak: Bayram, 2012: 78

2.6. MODELİN YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Araştırmacı modeli yeniden değerlendirmeye karar verdiğinde ilk olarak modele yeni serbest parametreler eklemelidir. Model yeniden tanımlandığında modelde anlamlı olmayan parametreler modelden elimine edilir. Modelde gereksiz parametreler yer aldığına gözlenen değişkenleri aşırı tahmin edilmesine yol açar. Sonuç olarak araştırmacı modeli yeniden değerlendirilirken anlamsız olan katsayıları modelden dışlamaktadır. Ayrıca daha önceden elimine edilen değişkenler veya faktörler tekrardan değerlendirilebilir. Model yeniden belirlendiğinde, veriler ile modelle tam uyum sağlarsa, yeni belirlenen modelin bağımsız örneklem üzerinde test edilmesi gerekmektedir (Myers, 2000:564).

Doğrulayıcı faktör analizinde model tahmini yapıldıktan sonra, uyum indeksleri kötü sonuç verdiyse teoriye bağlı kalınarak uyum iyiliğini yükseltmek için modelde birkaç değişikliğe başvurulabilir. Bu şekilde model uyumu daha iyi sonuç verir ve değişkenler arasında yer alan ilişkiler daha iyi tahmin edilir. Model yeniden değerlendirilirken başvuru indeksler, kısıtlanmış parametreler tahmin edildiğinde χ^2 (ki kare) değerinin ne

kadar azalacağını tahmin etmektedir. İki modelde birinde kısıtlanan parametrenin, diğer modelde serbest bırakılması sonucunda oluşan χ^2 istatistikleri fark modifikasyon indeksini belirtmektedir (Aytaç&Öngen, 2012:17).

Modeli yeniden değerlendirmek ve model uyumunu yükseltmek için modifikasyon indeksleri kullanılmaktadır. Modifikasyon indekslerinde yapılacak her türlü değişikliğin kuramsal bir temele dayandırılması önem taşımaktadır. Kuramsal bir temele dayandırılmayan değişiklikler yapıldığında modeli test etmenin bir anlamı kalmamaktadır. Ki kare değerinde büyük bir azalma meydana geldiyse önerilen modifikasyon indeksinde büyük bir değişiklik olduğu sonucuna ulaşılabilir (Sümer, 2000:54).

2.7. DFA İLE AFA ARASINDAKİ FARKLAR

Açıklayıcı faktör analizi ile doğrulayıcı faktör analizi arasındaki farklar önem taşımaktadır. Açıklayıcı faktör analizinde, kesin bir model tanımlaması yapmadan önce, değişkenler arasında yer alan ilişkiler ve değişkenlerin özelliklerini belirlemek için bir veri seti üzerinde araştırma yapılır. AFA'nde temel amaç, yapısal bir modele ulaşmak yada kuram oluşturmak yerine, daha çok kurama ilişkin temel bilgilere ulaşmaktır. Doğrulayıcı faktör analizinde ise daha önceki araştırmalardan elde edilen bilgilerden yola çıkarak, gözlemler çerçevesinde varsayımlar için model oluşturulur. Bu varsayımlar baz alınarak belirlenen modele ilişkin bazı parametreler açısından modelin doğruluğu test edilir.

Faktör analizinde hangi yöntemin kullanılacağına ilişkin literatür taraması yapıldığında birbirinden farklı açıklamalar görülmektedir. Jöreskog ve Sörbom'a (1993) göre, doğrulayıcı faktör analizine başvurmadan önce nedensel model kuramsal olarak kurulur ve bazı parametreler açısından bu modelin tanımlaması yapılır. Bu analizlerde modelin kurulması ve tanımlanması için daha önce yapılan araştırmalardan elde edilen bilgilerden ve gözlemlerden yararlanır. Böylece araştırmacı, bu bilgi ve gözlemlerden hareketle belirlediği modeli doğrulayıcı faktör analizi aracılığıyla test eder. Ancak birçok araştırma bilinen ve bilinmeyen durumlara ilişkin değişken içerdiğinden dolayı bu analizlerde hem açıklayıcı faktör analizi hem de doğrulayıcı faktör analizinin birlikte kullanılması tercih edilmektedir. Bu nedenle belirlenen modelin öncelikle AFA ile test edilmesi, sonrasında ise DFA ile doğrulanması veya reddedilmesi tercih edilen bir durumdur (Çokluk vd., 2016:282-283).

Schumacker ve Lomax'a (2004) göre açıklayıcı faktör analizinde maddelerin gireceği alt boyutu ve birden fazla boyuta giren maddeleri görebilir ona göre düzenlemeler yapılarak model veriye göre oluşturulabilir. Doğrulayıcı Faktör analizinin en önemli görevi ise araştırmacının kafasındaki modelle verinin uyuşup uyuşmadığının incelenmesidir. AFA'da araştırmacı maddelerin hangi alt boyuta girdiğini ve alt boyut sayısını gözlemler ve alt boyut sayısını sınırlayabilir. DFA'da ise araştırmacı ölçekte kaç alt boyutun olduğunu bilmek zorundadır. Açıklayıcı faktör analizinde ölçeğin yapısı için her ne kadar teorik alt yapı gerekse de maddeleri araştırmacı belirler. Doğrulayıcı faktör analizinde ise maddelere ilişkin kesin olarak teorik alt yapı gereklidir (Çapık, 2014:202).

Tablo 2.3: AFA ile DFA'nin Karşılaştırılması

Açıklayıcı (exploratory) Teori Oluşturma	Doğrulayıcı (Confirmatory) Teori Test Etme
Zayıf Literatür Tabanlı	Güçlü Teori ve Deneysel Tabanlı
Faktör Sayısı Belirleme	Faktör Sayısı Önceden Tanımlı
Faktörlerin korelasyonlu olup olmadığı belirleme	Faktörlerin korelasyonlu olup olmadığı önceden belirli
Gözlenen değişkenler bütün veya hiçbir ortak faktörlerin yükü olabilir.	Gözlenen değişkenler belirli faktör veya faktörlerin yükü olabilir.

Tablo 2.3'de AFA ile DFA karşılaştırılmış olup her iki analizin sahip olduğu özellikler aktarılmıştır. DFA yapılmadan önce AFA'nin yapılması önem taşımaktadır.

RÜZGAR ENERJİSİ

3.1.GİRİŞ

Sanayi devrimi ile başlayan sanayileşme süreci pozitif getirilerle birlikte birtakım olumsuz sonuçlara yol açmıştır. Bu olumsuz sonuçların başında ne yazık ki çevreye verilen zarar gelmektedir. Özellikle son yıllarda hükümetlerin uyguladığı politikaların başında çevresel kirliliğin azaltılması ve küresel ısınma ile mücadele gelmektedir. Şüphesiz çevresel kirliliğin azaltılması fosil kaynakların tüketimini minimize etmekten geçmektedir. Günlük hayatta fosil kaynak tüketimini azaltmak için temiz, yenilenebilir, çevre dostu enerji kaynakları arayışları başlamıştır. Son yıllarda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırım oranlarında ciddi artışlar gözlenmektedir. Şüphesiz yenilenebilir enerji kaynakları arasında ilk sıralarda yer alan rüzgâr enerjisinin (*wind power*) önemi gittikçe artmaktadır.

Rüzgâr enerjisi atmosferde serbest ve bol miktarda bulunmakla birlikte çevre kirliliği açısından bir tehlike oluşturmamaktadır (Koç&Şenel, 2015:47). Dünyada hızlı nüfus artışı ve artan sanayileşme ile birlikte enerji talebinde de artış gözlenmiştir. Bu talebi karşılamak için birçok ülke son yıllarda rüzgâr enerjisine yatırım yapmakta ve bu yatırımların hacmi gün geçtikçe artmaktadır. Konuyu daha anlaşılır hale getirmek için rüzgâr enerjisinin ilk ortaya çıkış şeklini ve hangi alanlarda kullanıldığını gözden geçirmek bu enerji kaynağının önemini saptamaya yardımcı olacaktır.

Rüzgâr enerjisinin binlerce yıllık bir geçmişi olup gün geçtikçe rüzgâr enerjisinden faydalanma miktarı artmaktadır. Dünyada yaklaşık olarak 300.000 den fazla yel değirmeni bulunmaktadır. Yel değirmenleri ilk olarak Doğu Medeniyetleri tarafından kullanılmış olup sonradan Batı Medeniyetleri tarafından geliştirilmiştir. Rüzgâr enerjisi yelkenler ve su pompalama sistemleri olmak üzere birçok alanda girdi olarak kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi üretimi için Amerika'nın New York eyaletinde 1882 yılında elektrik santrali kurulmuştur. Bundan sonra elektrik üretimi gün geçtikçe artış göstermiştir. Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretimi ise ilk olarak 1891'de Danimarkalı Profesör Doktor Paul La Cour tarafından hayata geçirilmiştir. Prof. Dr. Paul La Cour, öncelikle elektroliz aracılığıyla hidrojen gazı elde etti bu sayede rüzgâr enerjisinin depolanması sağlanmış oldu.

Özellikle 1918 yılında birçok büyükşehir belediyesi elektrik enerjisine kavuşmuş olup dizel yakıtların ucuzluğu nedeniyle rüzgar enerjisi üretimine ara verilmiştir. Bundan sonraki süreçler incelendiğinde, Smidth tarafından 1942 yılında pervane çapı 17,5 m olan ve 50 kW nominal güçlü rüzgar enerjisi türbini üretildi. Ayrıca 1947 yılında Gedser tarafından 24 m pervane çaplı ve 50 kW nominal güçlü Gedser Rüzgar Türbini üretildi (Acaroğlu, 2003:181). 1970'li yıllarda başlayan ve birçok ülkede etkili olan petrol krizi sonucu yakıt fiyatlarında ciddi artışlara neden olmuştur. Bu endişeler sonucu tekrardan rüzgâr enerjisine olan ilgi artmış ve 1000 kW, 2000 kW, 3000 kW nominal güçlü tribünler enerji üretimi için kurulmuştur.

3.2. RÜZGAR TÜRBİNLERİ

İlk olarak birçok bilim adamı ve mühendis tarafından 1939 yılında Smith Putnam rüzgar türbini ABD'nin Vermont eyaletinde kurulmuştur. Bu tribün 1980'lerin megawatt ölçeğindeki birçok makineden daha uzun süre kullanılmış olup bu alanda yapılacak teknolojik gelişmeler için büyük önem taşımıştır. Ancak makine kaynak onarımı sonucu kanatçıklardan birinin kopması sonucunda bir daha kullanılmamıştır. Ancak İkinci Dünya Savaşı ve savaşın getirdiği yokluğa denk gelmesi, 1970 yılında yaşanan petrol krizine kadar verimli ve uygun bulunmaması nedeniyle onarılmamıştır. Rüzgar türbini tasarımında heyecanlandıran bir sonraki olay ise Gedser tarafından üretilen rüzgar türbinidir. 1956 yılından sonra savaş sonrası oluşturulan fon yardımıyla Gedser türbini Danimarka'nın doğusundaki Gedser adasında kurulmuştur. Gedser Türbini 1958'den 1967'ye kadar yaklaşık olarak %20'lik kapasiteyle faaliyet göstermiştir. 1960'ların başında Prof. Dr. Ulrich Hütter tarafından çapı 34 m olan ve çift kanatlı ayrıca yüksek uç hızına sahip Hütter – Algaier türbini hayata geçirilmiştir. Prof. Dr. Ulrich Hütter' in fikirleri sayesinde rüzgâr türbini çalışmaları hız kazanmış ve bu konuda bir saha oluşmasına imkan vermiştir (Yerebakan, 2001:61-62).

Silindir kuleli olan 3 kanatlı ve uç frenli Gedser türbini sonradan üretilen Danimarka tasarımının sahip olduğu tüm özelliklere sahipti. 1977 yılında restore edildi, yeni donanımlar ilave edildi ve Danimarka rüzgar enerjisi teknolojisine adeta ışık tuttu. ABD'de 1978'de çıkarılan Kamu Tesisleri Düzenleme Politikası Kanunu (PURPA) uyarınca, bağımsız elektrik üretilmesine onay verildi. 1980 yılından sonra hem eyaletlerin teşvikleriyle hem de federal hükümetin belirlediği vergi ve yatırım teşviklerinin toplamı %50'ye yaklaşmıştı ve

bu durum sayesinde Kaliforniya’da rüzgar enerjisi alanında büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Ayrıca, 1980 - 1995 yılları arasında 1700 MW’lık rüzgar enerjisi tesisi kurulmuştur. Bu gelişmelere paralel olarak vergi kredileri ve pazar teşviki mekanizması kapsamında eleştiriler baş göstermiş ve Kaliforniya’da çok kötü tasarlanmış ve düşük verimli makine sayısında ciddi bir artış gözlenmiştir. Bu gibi olumsuzluklar Danimarka’ya ciddi büyüklükte bir ihracat olanağı sağlamıştır. Sonradan Kaliforniya’da kurulan daha iyi bir tasarıma sahip ve teknik olarak başarılı özelliklere sahip makineler sayesinde rüzgar enerjisi dünya genelinde büyük bir ilgi uyandırmıştır (Yerebakan, 2001:62).

Rüzgar çiftlikleri kurulurken belli faktörleri göz önünde bulundurmak gerekir. Bunların başında rüzgar şartları, türbinlerin kurulacağı alan ve sonradan kayıpların yaşanmaması için rüzgar türbinlerinin sahip olduğu özelliklerinin iyice belirlenmesi gelmektedir. Rüzgar türbinleri, kanat çeşitleri, rüzgar alışı şekilleri ve kullanım alanları baz alınarak imal edilmektedir. Büyük rüzgar tribünleri merkezi şebekeye bağlı rüzgar çiftliği olup ciddi bakım ve kurulum maliyetlerine sahiptir. Küçük rüzgar türbinleri ise daha çok kişisel olarak tercih edilmekle birlikte burada üretilen enerji aküye depolanmaktadır. Küçük rüzgar türbinleri genelde su pompalama, sera ısıtma ve çiftlik evlerinin enerji ihtiyacı için kullanılır. Rüzgarı önden alan rüzgar türbinlerinde, rüzgar önce kanatlara geldiğinden dolayı enerji üretimi daha fazla olmaktadır. Bu sebepten dolayı bu türbinlerde, rüzgarı arkadan alan türbinlerle kıyasla daha geniş bir kullanım alanı söz konusudur. Tek ve çift kanatlı rüzgar türbinlerinin estetik görünümünün iyi olmaması, maliyetleri yüksek olması ve gürültü kirliliğine yol açması gibi sebeplerden dolayı tercih edilmemektedir. Üç kanatlı rüzgar türbinlerinin ise, estetik görünümünün iyi olması, maliyetlerinin düşük ve düşük gürültü oranına sahip olduğundan yüksek bir kullanım alanına sahiptir. Kara üstü rüzgar santrallerinin, deniz üstü rüzgar santrallerine göre maliyetleri düşük olduğundan dolayı yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Ancak yer probleminden dolayı gün geçtikçe deniz üstü rüzgar türbinlerinin tercih edileceği tahmin edilmektedir (Elibüyük&Üçgül, 2014: 7-8).



Şekil 3.1: Üç Kanatlı Rüzgar Enerjisi Türbini

Şekil 3.1’de üç kanatlı ve deniz üstü (offshore) rüzgar enerjisi türbini gösterilmiştir. Bu türbin 2008 yılında Kuzey Denizinde kurulmuştur.

3.3. DÜNYADA RÜZGAR ENERJİSİ

Fosil yakıtların tükenbilir özelliği ve son yıllarda doğaya verdiği zarar düşünüldüğünde yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Küresel ısınmanın artması ile birlikte fosil kaynakların verdiği zararlar daha iyi anlaşılmış birçok gelişmiş ülke hem rüzgar enerjisi hem de diğer yenilenebilir enerji kaynakları yatırımlarına hız verilmiştir. 1970 yılına kadar rüzgar enerji yatırımları sınırlı düzeyde kalmış ve gerekli önem gösterilmemiştir. 1970’li yıllarda ortaya çıkan petrol krizi ile birlikte yakıt fiyatları tavan yapmış bu durum da beraberinde yeni alternatif arayışlarını başlatmıştır.

1970 yılında yaşanan petrol krizinden sonra rüzgar enerjisi üretimi için birçok devlet teşvikli ar-ge faaliyetleri başlatmıştır. Ayrıca özel sektör de yavaş yavaş bu alanda yatırımlar yapmaya başlamıştır. Rüzgar enerjisi üretiminde ilk büyük pazar 1980’li yıllarda Kaliforniya’da baş göstermiş ve bu durum Uluslararası Rüzgar Endüstrisinin gelişmesine

öncülük etmiştir. Kaliforniya’da hızlı bir şekilde ilerleme kaydeden bu pazar, Danimarka, Almanya, İngiltere, Hollanda ve Japonya gibi ülkelerde de sonradan baş göstermiştir. Bu süreçte ortaya çıkan rüzgar enerjisi üretiminde ciddi artışlar yaşanmış, rüzgar enerjisi üretimi 55 kW’tan 1000 kW’a ulaşmıştır. 1986- 1990 yılları arasında Kaliforniya pazarında ciddi düşüşler gözlenmiştir. Bu ani düşüş sonucunda birçok şirket iflasını açıklamış bazı şirketler ise yeniden toparlanmayı başarmıştır. Ayrıca bu süreç boyunca rüzgar enerjisi türbinlerinin maliyetlerinde büyük oranlı düşüşler gözlenmiştir. 1990 yılından sonra Almanya, Hindistan, İngiltere, Hollanda, İspanya ve İsveç gibi ülkelerde yeni pazarlar ortaya çıkmıştır. Bu süreçte üretilen rüzgar enerjisi miktarında da ciddi artışlar olmuştur. 1996 yılında 1.292 adet rüzgar türbininin %80’inden fazlası Avrupalı üreticiler tarafından sağlanmıştır. 1996 yılında kaydedilen verilere göre dünyadaki rüzgar enerjisi türbinlerinin %70’i Avrupa’da bulunmaktadır (Yerebakan, 2001:21).

Hem deniz üstü (offshore) hem de kara üstü (onshore) rüzgar kaynaklarından enerji üretim teknik potansiyeli yıllık 278 bin tWh olarak hesaplanmıştır. Dünyada toplam kurulu rüzgar gücü 2001 yılında 24.322 MW olarak ölçülmüştür. Bu rakam 2011 yılında 240.000 MW çıkmış ve yaklaşık olarak 10 kat artış göstermiştir. Dünya Rüzgar Enerjisi Birliği istatistiklerine göre dünyanın yıllık rüzgar enerjisi kapasitesi 2012 yılının ilk yarısında 254.000 MW olup 2012 yılı sonu itibariyle 282.000 MW, 2015 yılında 432.680 MW, 2016 yılında 487.279 MW ve son olarak 2017 yılında 539.123 MW olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca yapılan tahminlere göre dünya rüzgar gücünün 2020 yılında 1.500.000 MW ulaşacağı düşünülmektedir. Dünyada toplam rüzgar gücü kapasitesi 2012 istatistikleri incelenip kıtalara göre dağılıma bakıldığında; ilk sırada Rusya dahil Avrupa Kıtası’nın 85.983 MW ile gelmektedir. Avrupa Kıtası’nı 58.249 ile Asya Kıtası, 44.188 MW’la Kuzey Amerika, 1.902 MW’la Güney Amerika, 2.386 MW’la Avustralya ve 906 MW’la Afrika kıtası takip etmektedir (Aydın, 2013:35).

Özellikle 2000 yılından sonra başta Amerika ve Avrupa ülkeleri olmak üzere rüzgar enerjisi yatırımlarında ciddi artışlar yaşanmıştır. Bu artışı destekleyen hem hükümet politikaları hem de özel sektör yatırımları olmuştur. Tablo 3.1’de 2014, 2015, 2016 ve 2017 yılında farklı kıtalardaki mevcut kurulu rüzgar enerjisi kapasiteleri gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Küresel Çaplı Kurulu Rüzgar Enerjisi Kapasitesi

	Ülkeler	2014	2015	2016	2017
ASYA -AFRIKA-ORTADOĞU	Güney Afrika	570	1,053	1,467	618
	Tunus	245	245	245	-
	Mısır	610	810	810	-
	Fas	787	787	787	-
	Etiyopya	171	324	324	
	Ürdün	2	119	119	-
	Çin	114,609	145,362	168,732	19,660
	Hindistan	22,465	25,088	28,700	4,148
	Japonya	2,794	3,038	3,230	177
	Güney Kore	610	835	1,031	106
AVRUPA	Almanya	39,128	44,947	50,019	6,581
	İspanya	23,025	23,025	23,075	96
	İngiltere	12,633	13,603	14,602	4,270
	Fransa	9,285	10,358	12,065	1,694
	İsviçre	5,425	6,025	6,494	197
	Polonya	3,834	5,100	5,807	41
	Portekiz	4,947	5,079	5,316	-
	Danimarka	4,881	5,063	5,230	342
	Türkiye	3,738	4,694	6,091	766
	Hollanda	2,865	3,431	4,328	81
	Romanya	2,953	2,976	3,024	5
	İrlanda	2,262	2,486	2,701	426
	Avusturya	2,089	2,411	2,632	196
Belçika	1,959	2,229	2,378	467	
LATİN AMERİKA KARAYİPLER	Brezilya	5,962	8,715	10,741	2,022
	Şili	764	933	1,424	116
	Uruguay	529	845	1,210	295

	Arjantin	271	279	204	24
	Panama	35	270	270	-
KUZUY AMERİKA	Amerika	65,877	74,471	82,060	7,017
	Kanada	9,699	11,205	11,898	341
	Meksika	2,359	3,073	3,527	478
PASİFİK BÖLGESİ	Avustralya	3,807	4,187	4,312	245
	Yeni Zelanda	623	623	623	-
	Pasifik Adaları	12	13	13	-

Kaynak: <http://www.gwec.net/global-figures/graphs/>

Tablo 3.1 incelendiğinde, 2017 yılında Güney Afrika’da 618 MW rüzgar enerjisi kapasitesi kurulmuştur.

Asya bölgesinin 2017 yılı verileri incelendiğinde; Çin 19,660 MW, Hindistan 4,148 MW, Japonya 177 MW, Güney Kore de 106 MW’lık kurulu kapasite mevcuttur.

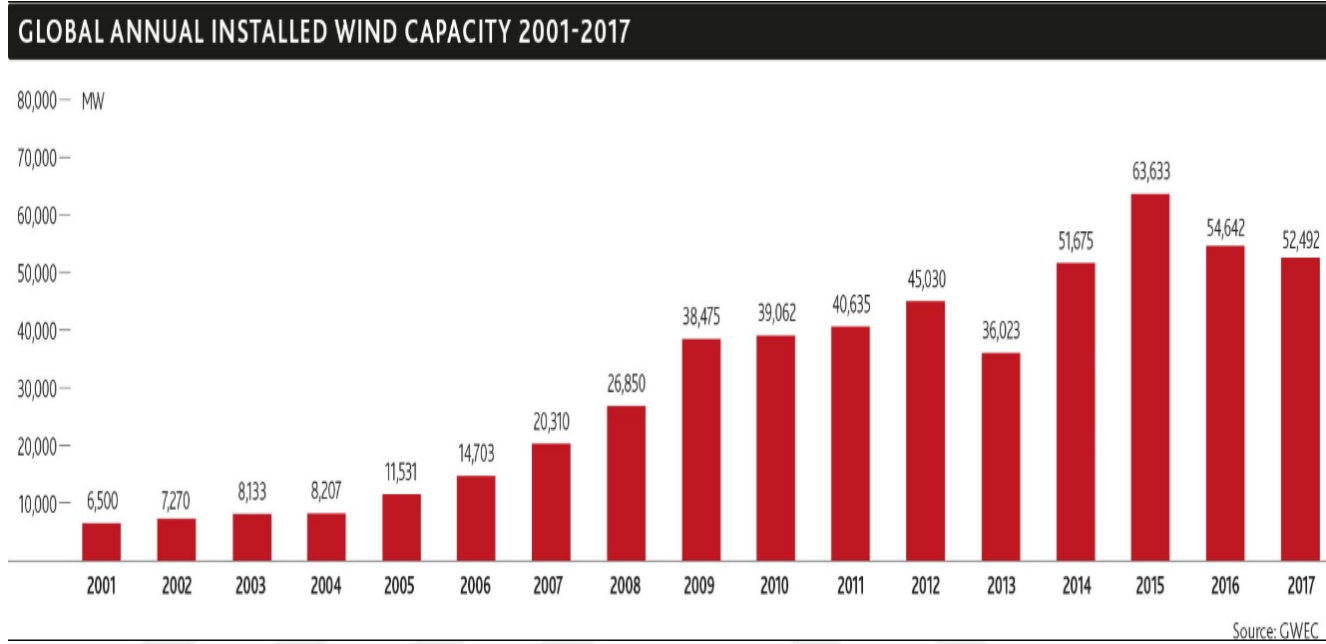
Avrupa Kıtası’nın 2017 yılı verileri incelendiğinde; Almanya 6,581 MW, İspanya 96 MW, İngiltere 4,270 MW, Fransa 1,694 MW, İsviçre 197 MW, Polonya 41 MW, Danimarka 342 MW, Türkiye 766 MW, Hollanda 81 MW, Romanya 5 MW, İrlanda 426 MW, Avusturya 196 MW ve Belçika’da 467 MW kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi mevcuttur.

Latin Amerika – Karayip bölgesinin 2017 yılı verileri incelendiğinde; Brezilya 2,022 MW, Şili 116 MW, Uruguay 295 MW ve Arjantin’de 24 MW kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi mevcuttur.

Kuzey Amerika bölgesinin 2017 yılı verileri incelendiğinde; Amerika 7,017 MW, Kanada 41 MW ve Meksika’da 478 MW’lık kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi mevcuttur.

Son olarak Pasifik bölgesinin 2017 verileri incelendiğinde; Avusturalya 245 MW kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi mevcuttur.

Ayrıca şekil 3.2’de 2001 – 2017 yılları arasında dünya çapında yıllık kurulan rüzgar enerjisi kapasiteleri gösterilmiştir. En yüksek kurulum 2015 yılında 63,633 MW olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 3.2: 2001-2017 Küresel Çaplı Yıllık Kurulan rüzgar Enerjisi Kapasiteleri

Kaynak: <http://www.gwec.net/global-figures/graphs/>

3.4. TÜRKİYE’DE RÜZGAR ENERJİSİ

Türkiye genel olarak enerjide dışa bağımlı bir ülke olup enerji ihtiyacının çoğunu komşu ülkelerden karşılamaktadır. Dışa bağımlılığın vermiş olduğu dezavantajlardan zaman zaman Türkiye’de etkilenmektedir. Türkiye’nin coğrafi konumu gereği fazla sayıda avantaja sahip bir ülke olmasına rağmen zaman zaman komşu ülkelerle yaşadığı çeşitli politik krizler Türkiye’yi etkilemektedir. Yaşanan politik krizler doğal olarak ekonomiye yansımakta ve özellikle dışa bağımlılığın vermiş olduğu dezavantaj Türkiye’yi etkilemektedir. Ayrıca Türkiye’nin cari açığının da büyük bir kısmını enerji giderleri oluşturmaktadır. Bu bağlamda hem politik krizlerden doğan etkileri minimize etmek hem de cari açığın azaltılması için Türkiye’nin kendi kaynaklarına yönelmesi ve bu kaynakları geliştirmesi gerekmektedir.

Türkiye’nin konumu yenilenebilir enerji kaynakları açısından büyük bir avantaj yaratmaktadır. Türkiye’nin sahip olduğu bu potansiyeli değerlendirip geliştirmesi hem ekonomi hem de temiz çevre açısından hayati önem taşımaktadır. Bu potansiyeli doğru

kullanmak için son yıllarda Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) çalışmalarına hız vermiştir.

Türkiye'nin sahip olduğu rüzgar enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesi için rüzgar ölçümleri, diğer ölçümlerle birlikte Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından yapılmaktadır. İlk olarak göze çarpan potansiyel bölgelerde Rüzgar Enerjisi Gözlem İstasyonlarının (RGİ) kurulup veri toplanmaya başlanmasıdır. Ülkemizde rüzgar enerji amaçlı ölçümler için MGM istasyon sayısı yetersiz olup, daha güvenilir ve anlamlı sonuçlar için istasyon sayısının hızla artırılması gerekmektedir (Şenel&Koç, 2015:51).



Şekil 3.3: Türkiye Rüzgar Enerjisi Santralleri Atlası

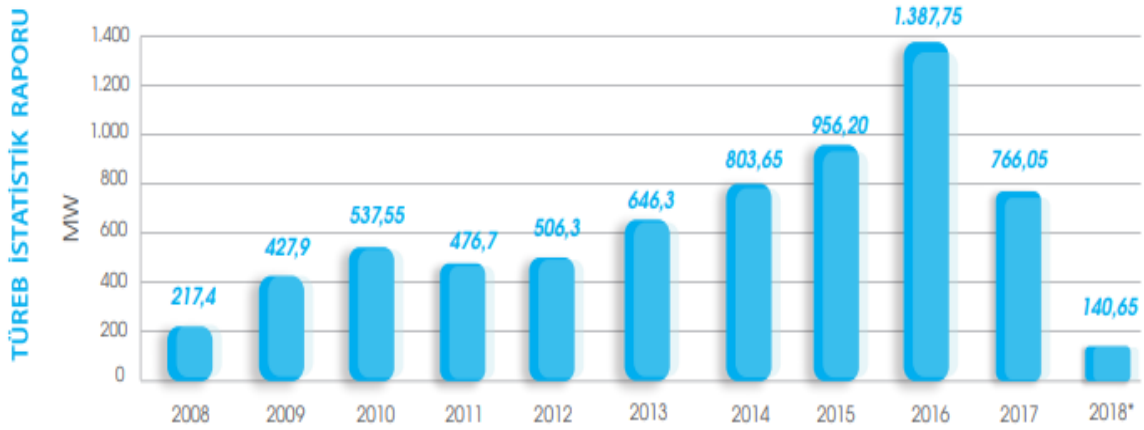
Kaynak: <http://www.tureb.com.tr/yayinlar/turkiye-ruzgar-enerjisi-istatistik-raporu-temmuz-2016>

Şekil 3.3'te Rüzgar enerjisi santralleri atlası gösterilmiştir. Atlas incelendiğinde en çok rüzgar enerjisi santralının Marmara ve Ege bölgesinde olduğu görülmektedir.

Türkiye'nin kara üstü rüzgar enerjisi potansiyeli yaklaşık olarak 400 milyar kW ve teknik potansiyeli de yaklaşık olarak 110 milyar kW olarak ölçülmüştür. Bununla birlikte, Türkiye'nin deniz üstü rüzgar enerjisi potansiyelinin de yıllık olarak 180 milyar kW civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu bilgilerden hareketle Türkiye'nin dalga enerjisi de

dahil olmak üzere toplamda yıllık teknik rüzgar enerjisi potansiyelinin 308 milyar kW olduğu tahmin edilmektedir (Acaroğlu, 2003:197).

Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği'nin (TÜREB) Temmuz 2018 yılında hazırlanmış olduğu rapor doğrultusunda Türkiye'nin 2008 – 2018 yılları arasında kurulu rüzgar enerjisi kapasiteleri şekil 3.4'te gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde mevcut kurulu kapasitenin en yüksek olduğu yıl 2016 yılı olup, bu miktar 1.387,75 MW olarak ölçülmüştür.

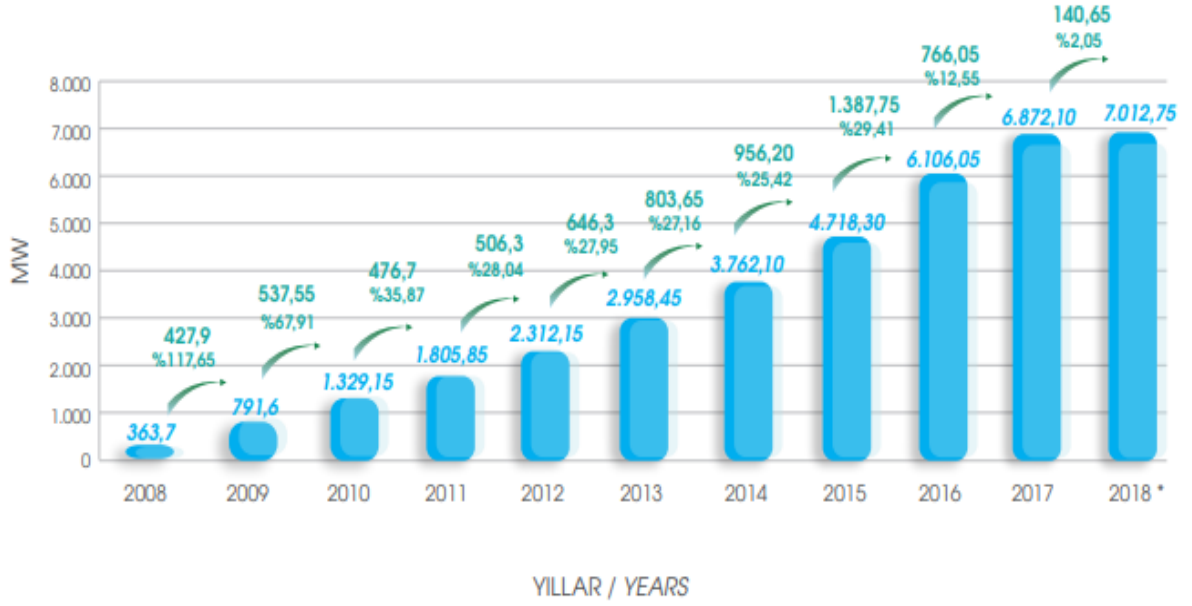


* Temmuz 2018 itibarıyla
*As of the month July 2018

Şekil 3.4: Türkiye'deki Rüzgar Enerjisi Santralleri için Yıllık Kurulum
Kaynak: <http://www.tureb.com.tr/yayinlar/turkiye-ruzgar-enerjisi-istatistik-raporu-temmuz-2018>

Türkiye'de mevcut rüzgar enerjisi santralleri (RES) yatırımlarını arttırmak için hükümet teşvikleri devam etmekle birlikte özel sektör yatırımları da yıl geçtikçe artmaktadır. Sürekli artan RES yatırımlarının kümülatif toplamı şekil 3.5'te gösterilmiştir.

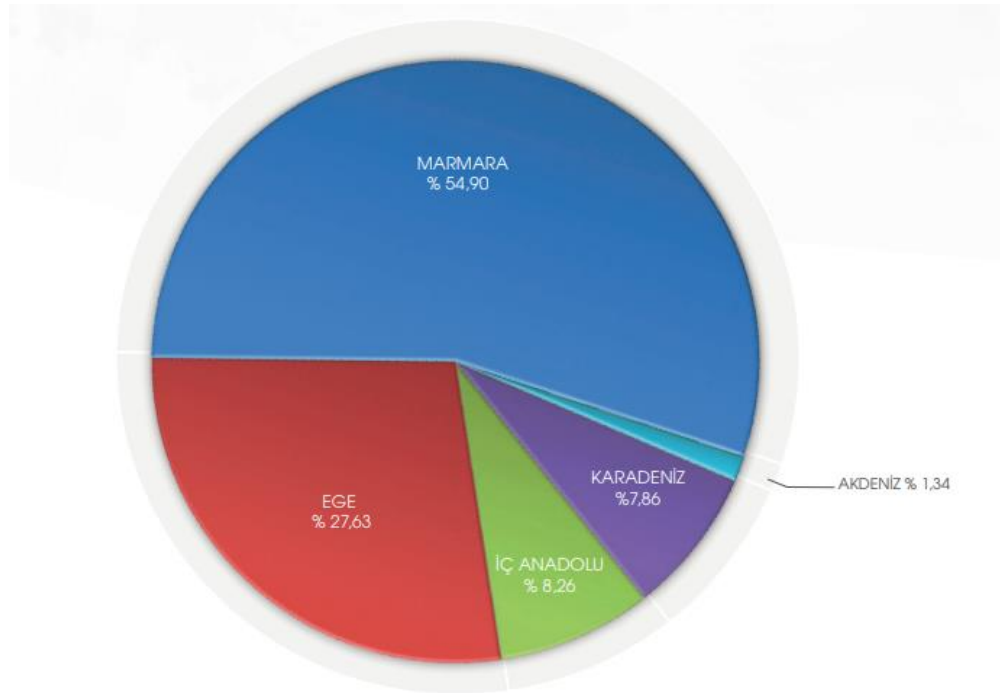
Şekil 3.5 incelendiğinde 2008 yılında kurulu rüzgar enerjisi 363, 7 MW' iken bu rakam 2018'de toplamda 7.012,75 MW olarak gerçekleşmiştir. Bununla birlikte 2008 yılından 2018 yılına kadar geçen süre zarfında RES kurulum miktarının kümülatif toplamı sürekli artış göstermiştir. Bu artışın Türkiye'nin hedefleri doğrultusunda önümüzdeki yıllarda da devam edeceği tahmin edilmektedir.



* Temmuz 2018 itibarıyla
*As of the month July 2018

Şekil 3.5: Türkiye'deki Rüzgar Enerjisi için Kümülatif Kurulum

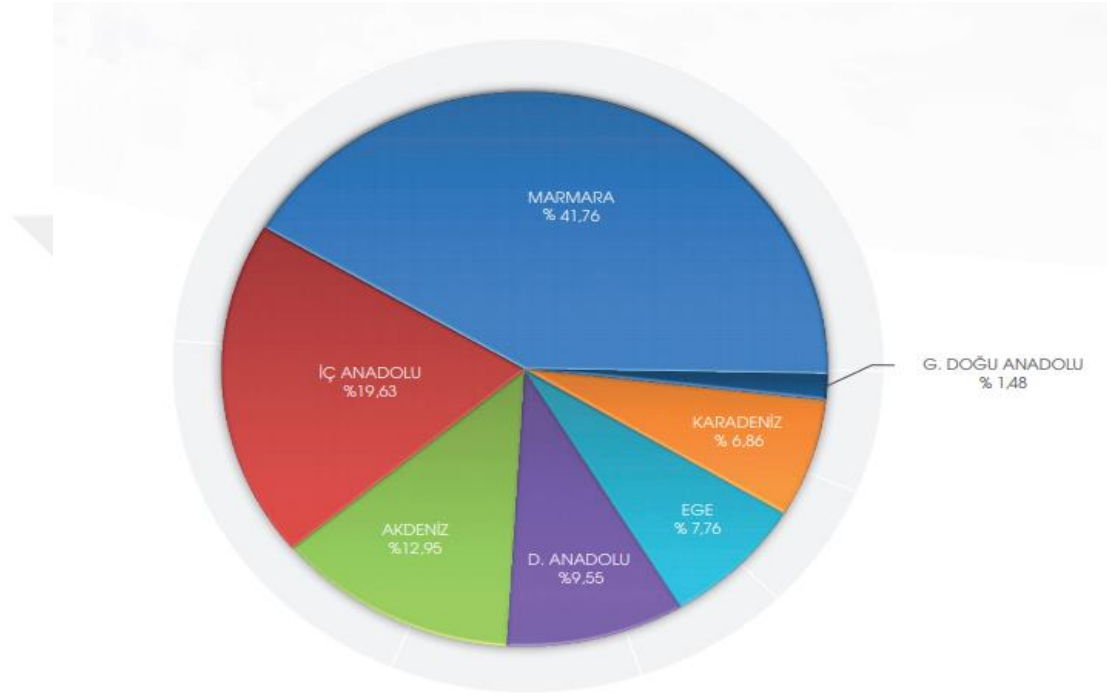
Kaynak: <http://www.tureb.com.tr/yayinlar/turkiye-ruzgar-enerjisi-istatistik-raporu-temmuz-2018>



Şekil 3.6: Lisanslı RES'lerin Bölgelere Göre Dağılımı

Kaynak: <http://www.tureb.com.tr/yayinlar/turkiye-ruzgar-enerjisi-istatistik-raporu-temmuz-2018>

Türkiye'deki lisanslı rüzgar enerjisi santrallerinin bölgelere göre dağılımı şekil 3.6'da gösterilmiştir. Şekil 3.6 incelendiğinde; Marmara bölgesi birinci sırada yer alıp mevcut yüzdelik dağılımın %54,90'nına sahiptir. Marmara bölgesini; %27,63 ile Ege Bölgesi, %8,26 ile İç Anadolu Bölgesi, %7,86 ile Karadeniz Bölgesi ve son olarak ta %1,34 ile Akdeniz Bölgesi takip etmektedir.



Şekil 3.7: Ön Lisanslı RES'lerin Bölgelere Göre Dağılımı

Kaynak: <http://www.tureb.com.tr/yayinlar/turkiye-ruzgar-enerjisi-istatistik-raporu-temmuz-2018>

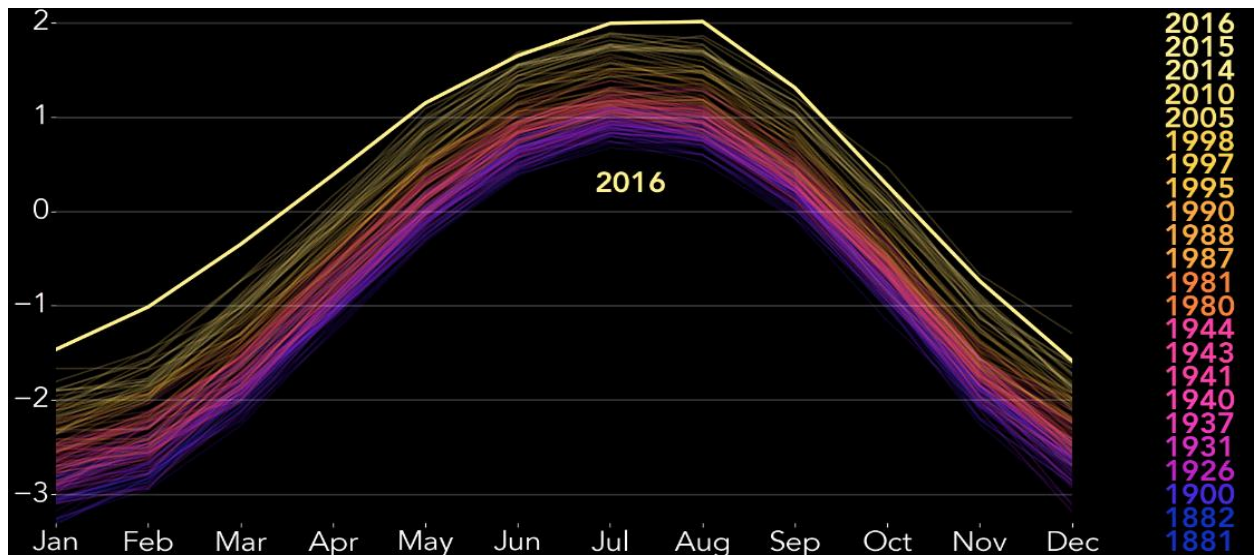
Türkiye'de ön lisanslı rüzgar enerjisi santrallerinin bölgelere göre dağılımı şekil 3.7'de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde; Marmara Bölgesi %41,76 ile birinci sırada, İç Anadolu Bölgesi %19,63 ile ikinci sırada yer almaktadır. Ayrıca Akdeniz Bölgesi %12,96, Doğu Anadolu Bölgesi %9,55, Ege Bölgesi %7,76 ve son olarak Karadeniz Bölgesi % 6,86 oranında bir dağılım göstermiştir.

3.5. RÜZGAR ENERJİSİ VE ÇEVRE

Mevcut kaynaklar sınırsız olan insan ihtiyaçlarını karşılamada çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Hem artan nüfusun hem de artan sanayileşmenin gereksinim duyduğu enerjinin büyük bir kısmı fosil kaynaklardan elde edilmektedir. Son yıllarda fosil yakıtların sebep olduğu çevre kirliliği ve bu kaynakların tükeniyor olması devletleri yeni çözüm arayışına itmiştir. Bu bağlamda başta ABD ve Avrupa ülkeleri olmak üzere çoğu ülke hızlı bir şekilde daha güvenli, verimli ve temiz olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgar enerjisinin de değeri her geçen gün daha iyi anlaşılakta ve mevcut yatırımlar dünya çapında hızla artış göstermektedir.

Elektrik üretim teknolojilerinin çoğunda çevresel etkiler söz konusudur. Rüzgar enerjisinin çok sayıda pozitif çevresel yönü mevcuttur. Avrupa Birliği (AB) Komisyonu, rüzgar enerjisinin pozitif etkilerini dikkate alarak, yeni bir direktif yayınlamıştır. Bu direktife göre santral projeleri tam bir Çevresel etki değerlendirmesinden (ÇED) geçirilmelidir (Yerebakan, 2001:143).

Küresel ısınmanın temel sebebi sera etkisi yaratan fosil kökenli gazların gün geçtikçe artmasından kaynaklanmaktadır. Küresel ısınma ile mücadelenin asıl hedefi ise bu gazları atmosferde minimuma indirmek ve bireylere yaşayabilecekleri sağlam bir çevre sunmaktır. Bu kapsamda hem Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve sözleşmesi ile hem de Kyoto Protokolü ile belli hedefler doğrultusunda önlemler alınmaktadır.



Şekil 3.8: 1880 – 2015 uzun dönemli ısınma trendi

Kaynak: <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-noaa-data-show-2016-warmest-year-on-record-globally>

Şekil 3.8’de Amerika Birleşik Devletleri’nin Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi’nin (NASA) 2016 yılında yaptığı çalışmalar sonucunda 1880 yılı baz alındığında en yüksek ortalama yüzey sıcaklık değerleri 2016 yılında gözlenmiştir. Uzun dönemli trend incelendiğinde ortalama yüzey sıcaklık değerlerinin ilerleyen yıllarda sürekli arttığı görülmektedir.

Küresel ısınma ile mücadele de fosil yakıtların vermiş olduğu zararları önlemek için yenilenebilir enerji kaynakları büyük rol oynamaktadır. Rüzgar enerjisine bu noktada büyük rol düşmektedir. Özellikle elektrik üretimi için önem taşıyan rüzgar enerjisinin çevre için birçok olumlu faydasının yanında az da olsa olumsuz tarafları da mevcuttur. Rüzgar enerjisi santralleri, göç eden kuşlar için ciddi sorunlara yol açmaktadır. Ayrıca rüzgar türbinlerinin çıkardığı ses uçak motorlarını andırır ve sürekli dir. Dolayısıyla türbinlerin yerleşim alanlarından uzakta olması gerekir.

Öncelikle rüzgar enerjisi hava ve su kirliliğine yol açmaz ve herhangi bir tehlikeli atık üretmesi söz konusu değildir. Bununla birlikte rüzgar enerjisi üretiminde fosil yakıtlarda olduğu gibi doğal kaynak kullanımı söz konusu değildir. Rüzgar enerjisi elektrik üretimi açısından etkin olmakla birlikte fosil yakıtlar da olduğu gibi yüksek tutarlı dış maliyet mevcut değildir. Rüzgar enerjisi tesislerinin çevre üzerindeki etkileri sınırlı olduğundan yeşil enerji teknolojileri olarak kabul edilmektedir. Rüzgar enerjisi kirliliğe yol açmadığından, sera gazı emisyonları yaymadığından ve radyoaktif atık oluşturmadığından güvenilir bir enerji kaynağıdır (Jaber, 2013:252).

Rüzgar enerjisinin hem maliyet olarak düşük olması hem de tükenme durumu söz konusu olmadığından hammadde maliyeti sıfırdır. Türbin olmadan rüzgar enerjisi üretimi mümkün olmadığından elbette belli bir maliyet olacaktır. Bununla birlikte artan teknoloji ile birlikte maliyetlerin daha da düşeceği beklenmektedir. Rüzgar enerjisinde dışa bağımlılık söz konusu olmadığı için ulusal ekonomi için büyük bir kazançtır. Bu kazanç dışa bağımlılığı azaltabileceği gibi ulusal ekonomide yeni istihdam alanları da yaratacaktır (Hayli, 2001:8).

Tablo 3.2: Enerji Santrallerinin İlk Yatırım ve Birim Enerji Üretim Maliyetleri

Santral Tipi	İlk Yatırım Maliyeti (\$/kW)			Birim Enerji Üretim Maliyeti (cent/kWh)		
	2012 Yılı	2014 Yılı	Değişim(%)	2012 Yılı	2014 Yılı	Değişim (%)
Nükleer Santral	5385-8199	5385-8053	-1,08	7,7-11,4	9,2-13,2	17,3
Güneş Enerji Santrali	3000-3500	3500-4500	23,08	14,9-20,4	18,0-26,5	26,1
Jeotermal Enerji Santrali	4600-7250	4600-7250	0	8,9-14,2	8,9-14,2	0,0
Biyokütle Enerji Santrali	3000-4000	3000-4000	0	8,7-11,6	8,7-11,6	0,0
Kömür Yakıtlı Termik Santral	3000-8400	3000-8400	0	6,2-14,1	6,6-15,1	6,9
Rüzgar Enerji Santrali(Kara)	1500-2000	1400-1800	-8,58	4,8-9,5	3,7-16,2	39,2
Doğalgaz Yakıtlı Termik Santral	1006-1318	1006-1318	0	6,1-8,9	6,1-8,7	-1,3

Kaynak: Kaya&Koç, 2015:66

Tablo 3.2 incelendiğinde, 2012 yılında nükleer santral ve güneş enerjisi santralinde ilk yatırım maliyetleri en yüksektir. 2012 yılında nükleer enerji santralinin ilk yatırım maliyeti 5385- 8199 \$/kW eşittir. Güneş enerjisi santralinde de ilk yatırım maliyeti 3000-3500 \$/kW olarak ölçülmüştür. Diğer enerji santrallerine kıyasla rüzgar enerjisi santralinde ilk yatırım maliyeti daha düşük olup bu değer 1500-2000 \$/kW olarak ölçülmüştür. Ayrıca 2012 yılı birim enerji üretim maliyeti en yüksek güneş enerjisi santralinde ölçülmüştür. 2014 yılında rüzgar enerjisi santralinde (kara) ilk yatırım maliyetinde düşüş görülmüştür.

Rüzgar türbinlerinin gürültüsü günümüzde küçük bir problem olmakla birlikte yeni tasarımlar sayesinde daha az ses çıkaran rotor bıçaklarının uçlardaki hızı arttırması ve enerji kazancı sağlaması kolaylıklar sağlamaktadır. Sanayi sektöründe gürültü büyük önem taşımamaktadır. Ayrıca rüzgar türbinleri buldukları bölgede rahatlıkla görülebilen

yapılardır. Düz alanlarda rüzgar türbinlerini geometrik bir yapıda dizmek daha uygun olacaktır. Eşit mesafelerde doğrusal olarak dizilen rüzgar türbinleri oldukça iyi çalışmaktadır ve estetik olarak daha iyi bir görüntü sağlanmış olur. Tepelik bölgeler için de yükseltileri takip eden yapılar tercih edilmelidir. Bununla birlikte geniş türbinler daha az türbinle aynı miktarda enerji üretimi sağladığından dolayı daha çok tercih edilmektedir. Bu şekilde türbinlerde gözü fazla rahatsız etmeyen yavaş bir dönme gerçekleşmektedir (Yerebakan, 2001:148).

Ses ve elektromanyetik etkileşim hem görsel olarak hem de yüzey etkiler bakımından önem taşımaktadır. Türbinlerin özellikle bitki örtüsü ve hayvanlar üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak etkileri sonradan görülmektedir. Bunun için alan seçimi önemli olup gerekli olan planlamalar yapılmalı ve olası zararlar minimum düzeye çekilmelidir (Yerebakan, 2001:147).

4.BÖLÜM

UYGULAMA

4.1. GİRİŞ

Bu bölümde hem açıklayıcı hem de doğrulayıcı faktör analizinin bir uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, *rüzgar enerjisi ölçeğine* geçerlilik ve güvenilirlik analizleri uygulanarak ölçeğin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olup olmadığının değerlendirilmesi yapılmıştır.

Analizlerin gerçekleştirilmesi için araştırma kapsamında 2016-2017 eğitim ve öğretim döneminde Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri bölümü öğrencilerinden oluşan 270 kişilik bir örneklem ele alınarak anket çalışması yürütülmüştür. Elde edilen verilerin analizi için SPSS ve AMOS programları kullanılmıştır.

4.2. RÜZGAR ENERJİSİ ÖLÇEĞİ

Fergen & Jacquet (2016) tarafından geliştirilen ölçek, rüzgar enerjisine karşı algıyı ve tutumları, rüzgar enerjisinin gelişimi ve türbinlerin görsel güzelliğini de ölçmeye yönelik toplam 10 maddeden oluşmaktadır. Ölçekte yer alan maddeler literatür baz alınarak ekonomik ve teknik fizibilite, yaban hayatı ve çevre üzerindeki etkiler ile topluma faydaları içermektedir. Ölçek 1-kesinlikle katılmıyorum ve 5-kesinlikle katılıyorum şeklinde 5'li likert ile ölçülmüştür. Ölçekte yer alan 5 madde ters kodlanmaktadır (R6, R7, R8, R9, R10). Ölçekten alınan yüksek puanlar rüzgar enerjisi ile ilgili tutumun yüksek olduğunu göstermektedir.

Fergen & Jacquet (2016) tarafından ölçeğin güvenilirliğini sınamak için Cronbach Alpha değeri hesaplanmış ve bu değer 0,858 olarak bulunmuştur. Araştırma sonucunda katılımcıların rüzgar enerjisine karşı olumlu tutuma sahip olduğu görülmüştür (Fergen&Jacquet, 2016:137). Rüzgar enerjisine yönelik tutumları ölçmek için kullanılan ölçek maddeleri EK1'de verilmiştir.

Belirtilen bu ölçeğin Türkçe'ye uyarlanmasında öncelikle "*Diğer bölgelerden avcılar, vahşi doğada avcılık deneyi kazanmak için buraya geldikleri için rüzgar enerjisi türbinleri bu bölgeden uzak olmalıdır*" maddesi ülkemizde böyle bir durum söz konusu

olmadığından çalışmaya dahil edilmemiştir. Dolayısıyla orijinal ölçeğin Türkçe'ye uyarlanması dokuz madde üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Rüzgar enerjisine yönelik tutumları ölçmek için geliştirilen ölçeğin Türkçe'ye uyarlanmasında iki ayrı İngilizce dil uzmanından çeviri desteği alınmıştır. Türkçe çevirisi yapılmış ölçek maddeleri orijinal diline geri çevrilmiştir. Daha sonra Türkçe'ye uyarlanmasında dil birliğinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmiş ve ölçek maddeleri son haline getirilmiştir.

Türkçe'ye uyarlanması yapılan ölçek 44 kişilik bir örneklem ile ön-testte tabi tutulmuştur. Ön-test sonucunda ölçeğin tamamı için C. Alpha değeri 0,77 olarak bulunmuştur. Ölçekte yer alan maddeler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4.1: Türkçe'ye Uyarlanan Rüzgar Enerjisi Ölçeği Maddeleri

R1	Rüzgar enerjisi kırsal bölgelere ekonomik yararlar sağlar.
R2	Rüzgar enerjisi geleceğin enerji talebini karşılamaya yardımcı olabilir.
R3	Rüzgar enerjisi temiz bir enerji kaynağıdır.
R4	Rüzgar enerjisi güvenilir bir enerji kaynağıdır.
R5	Rüzgar enerjisi şirketleri, yeni iş imkanları ve yerel işletmelere fayda sağlar.
R6	Rüzgar enerjisi temiz bir enerji kaynağı olarak algılanmaz sadece ülkem için ek gelir sağlar.
R7	Rüzgar enerjisinin ekonomik olarak uygulanması mümkün değildir.
R8	Rüzgar enerjisi bizim toplumumuz açısından uygun değildir.
R9	Rüzgar enerjisinin yararlı olabilmesi için çok sayıda türbin gereklidir.

4.3. ÖRNEKLEM SEÇİMİ

Bu çalışmada örneklem hacminin belirlenmesinde hazır tablolardan yararlanılmıştır. Çalışmanın örnekleme 2016-2017 eğitim ve öğretim döneminde Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri bölümünde okuyan öğrencilerden seçilmiştir. Örneklem seçiminde kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Anket çalışması 270 kişilik bir öğrenci örnekleme ele alınarak yürütülmüştür. Bu anketler arasından 6 anket formu tutarsız cevaplar içerdiği ve ölçek soruları eksik cevaplandığı için değerlendirme dışı bırakılmış ve toplam 264 anket ile çalışma tamamlanmıştır.

4.4. BETİMSSEL İSTATİSTİKLER

Araştırma kapsamında 2016-2017 eğitim ve öğretim döneminde Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri 1., 2., 3. ve 4. sınıf kız ve erkek öğrencilerinden oluşan 264 örneklem olarak ele alınarak betimsel istatistikler hesaplanmıştır.

Tablo 4.2: Betimsel İstatistikler (N=264)

Değişkenler	N	%
Cinsiyet		
Kız	153	58,0
Erkek	111	42,0
Sınıf		
1.	48	18,2
2.	62	23,5
3.	74	28,0
4.	80	30,3
Algılanan Gelir Durumu		
Düşük	27	10,2
Orta	227	86,0
Yüksek	10	3,8
Kalınan Yer		
Ailesiyle	96	36,4
Özel Yurtta	44	16,7
Devlet Yurdunda	66	25,0
Arkadaşlarıyla Evde	58	22,0
Üniversite Öncesi Yaşadığı Yer		
Köy	15	5,7
Kasaba	6	2,3
İlçe	62	23,5
İl	39	14,8
Büyükşehir	142	53,8

Tablo 4.2 incelendiğinde, araştırmaya katılan 264 öğrenciden %58'i kız, %42'si erkek öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırmaya katılan öğrencilerin yaşları 18-24 arasında yer almaktadır. Araştırmaya katılan 264 öğrencinin, %18,2'si 1.sınıf, %23,5'i 2.sınıf, %28'i 3.sınıf ve %30,3'ü 4.sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır.

Araştırmaya katılan öğrencilerin gelir durumu, %10,2'si düşük, %86'sı orta, %3.8'i yüksek gelir düzeyine sahiptir. Öğrencilerin %36,4'ü ailesiyle, %16.7 özel yurttan, %25'i devlet yurdunda, %22'si ise arkadaşlarıyla aynı evde kalmaktadır. Ayrıca araştırmaya katılan öğrencilerin üniversiteden önce yaşadığı yerlerin yüzdelik dağılımı incelendiğinde, %5,7'si köyde, %2,3'ü kasabada, %23,5'i ilçede, %14,8'i ilde, %53,8'i büyükşehirde yaşamaktadır.

4.5. RÜZGAR ENERJİSİ ÖLÇEĞİNİN AÇIKLAYICI FAKTÖR ANALİZİ SONUÇLARI

Açıklayıcı faktör analizinin uygulanmasında, faktör türetme tekniği olarak Temel Bileşenler Analizi ve döndürme tekniği olarak Varimax döndürme tekniği kullanılmıştır. Ayrıca özdeğeri 1'den büyük faktör sayısı ile faktör yüklerinin 0,30'dan büyük olması kısıtları ele alınmıştır (Bayram, 2015).

Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi ve analizde elde edilen korelasyon matrisinin birim matris olup olmadığını test etmek için kullanılan Bartlett testi (Bayram, 2015) sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4.3: KMO ve Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,790
	Approx. Chi-Square	976,410
Bartlett's Test of Sphericity	Df	36
	Sig.	,000

264 öğrenciden oluşan örneklemin, büyüklük açısından faktör analizine uygunluğunu değerlendirmek için KMO değeri hesaplanır. KMO değeri 0,90-1,00 aralığında değer aldığı mükemmel, 0,80-0,89 aralığında değer aldığı çok iyi ve 0,70 ile 0,79 aralığında

değer aldığı için iyi olarak değerlendirilir. KMO değeri 0,79 olduğu için verinin faktör analizine uygun olduğu söylenebilir.

Analizlerden elde edilen korelasyon matrisinin birim matris olup olmadığı Bartlett testi ile belirlenir.

H_0 = Korelasyon matrisi birim matristir.

H_1 = Korelasyon matrisi birim matris değildir. 4.1

Bartlett testi sonucunda H_0 red H_1 kabul edildiği için korelasyon matrisinin birim matris olmadığı elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre veri grubuna Faktör Analizi uygulanabileceği görülmüştür.

Tablo 4.4 Anti-İmage Korelasyon Matrisi

Anti-image Matrices										
Anti-image Correlation	R1	,805 ^a	-,171	-,378	,016	-,085	,046	-,018	,044	-,105
	R2	-,171	,861 ^a	-,173	-,156	-,210	-,031	,080	,000	-,082
	R3	-,378	-,173	,753 ^a	-,466	-,031	,065	-,008	,028	,002
	R4	,016	-,156	-,466	,757 ^a	-,265	-,065	-,060	,010	,116
	R5	-,085	-,210	-,031	-,265	,835 ^a	,018	,020	,073	-,129
	R6	,046	-,031	,065	-,065	,018	,799 ^a	-,063	-,279	-,429
	R7	-,018	,080	-,008	-,060	,020	-,063	,767 ^a	-,544	-,184
	R8	,044	,000	,028	,010	,073	-,279	-,544	,761 ^a	-,168
	R9	-,105	-,082	,002	,116	-,129	-,429	-,184	-,168	,786 ^a
a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)										

Anti- image korelasyon matrisinde, örneklem uygunluğu için köşegen elemanları değerlerinin 0.50 üzerinde olması gerekmektedir. Tablo 4.4 incelendiğinde, köşegen elemanları değerleri 0,76-0,86 arasında değişmektedir. Bu değerler değişkenler arasında yüksek korelasyon olduğunu belirtmektedir. Hesaplanan MSA değerleri iyi sonuç gösterdiğinden faktör analizine geçilir.

Tablo 4.5: Faktör Analizi Sonuçları-Ortak Faktör Yükleri-1 (Communalities)

	Initial	Extraction
R1	1,000	,519
R2	1,000	,566
R3	1,000	,700
R4	1,000	,630
R5	1,000	,483
R6	1,000	,688
R7	1,000	,690
R8	1,000	,789
R9	1,000	,711

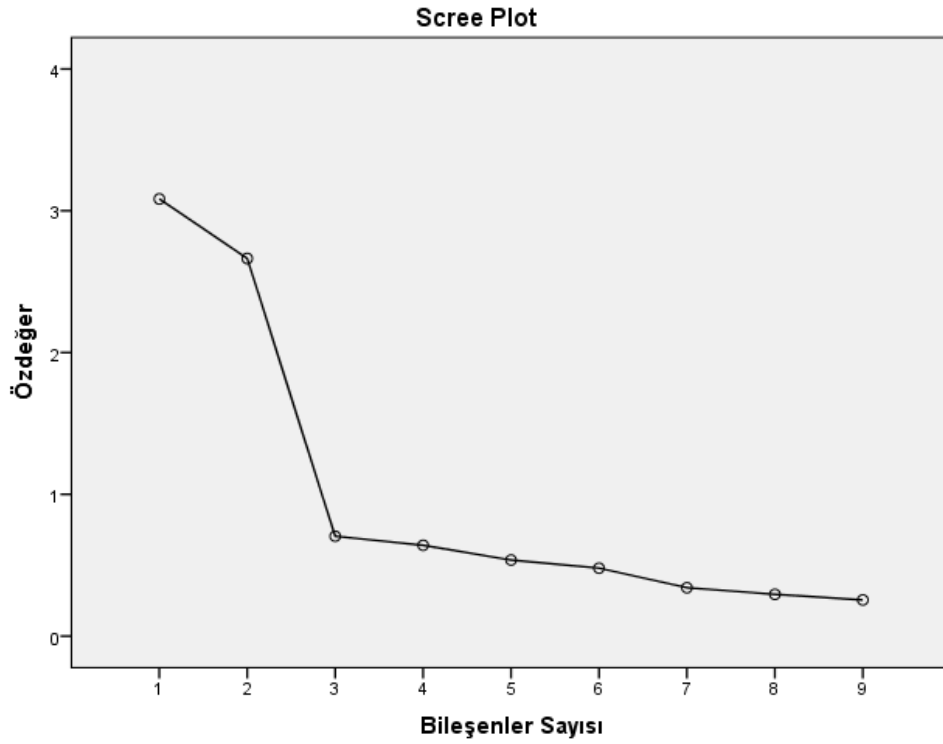
Extraction Method: Principal Component Analysis.

Ortak faktör yükleri tablosunun temelinde analizde yer alan her bir maddenin ortak bir faktördeki varyansı ile birlikte açıklama oranları verilmektedir. Tablo 4.5 incelendiğinde, maddelerin ortak faktör yüklerinin yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 4.6: Faktör Analizi Sonuçları –Açıklanan Toplam Varyans -2

Bileşenler	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %
1	3,103	34,472	34,472	3,103	34,472	34,472	2,910	32,336	32,336
2	2,672	29,685	64,157	2,672	29,685	64,157	2,864	31,821	64,157
3	,702	7,799	71,956						
4	,634	7,043	78,999						
5	,537	5,969	84,968						
6	,474	5,264	90,232						
7	,336	3,738	93,970						
8	,292	3,249	97,219						
9	,250	2,781	100,000						

Tablo 4.6’da ilk sütunda madde sayısı kadar bileşen sayısı yer almaktadır. İnitil Eigenvalues (başlangıç öz değerleri) sütunu ise her bir faktörün toplam varyansa olan katkılarını göstermektedir. Ayrıca başlangıç öz değerleri sütununda her bir faktörün toplam varyansa olan katkısına ilişkin birikimli yüzdesine de yer verilmektedir. Exctraction Sum of Squared Loading sütunu ise faktör sayısı için öneri sunmaktadır. Bu sütunda açıklayıcı faktör analizi için iki faktör önerilmektedir. İki faktör önerilmesinin sebebi öz değerleri 1’i aşan iki faktörün bulunmasıdır. Bu iki faktörün toplam varyansa yaptığı katkı %64,157’dir.



Şekil 4.1: Scree Plot Grafiği

Grafikte görüldüğü gibi varyans açıklama oranındaki hızlı azalma üçüncü bileşenden sonra olmaktadır. Bu durum üçüncü bileşen ve sonrakilerin getirdikleri ek varyansların katkılarının birbirine yakın olduğu göstermektedir. Dolayısıyla yüksek ivmeli hızlı düşüşlerin yaşandığı optimal faktör sayısının iki olmasına karar verilmiştir.

Varimax döndürme tekniği kullanılarak döndürülmüş faktör yükleri elde edilmiştir. Sonuçlar Tablo 4.7’da döndürülmüş faktör yükleri – 3 gösterilmiştir.

Tablo 4.7: Faktör Analizi Sonuçları –Döndürülmüş Faktör Yükleri -3

	Döndürülmüş Faktör Yükleri	
	1	2
R3	,831	
R4	,792	
R2	,752	
R1	,720	
R5	,695	
R8		,879
R9		,839
R6		,829
R7		,829

Analiz sonucunda elde edilen iki faktör toplam varyansın yaklaşık olarak %64'ünü açıklamıştır. Birinci faktör yükleri 0,69-0,83 ve ikinci faktör yükleri de 0,83-0,88 arasında değişmiştir. İlk 5 soru (R1, R2, R3, R4, R5) birinci faktörde ve geriye kalan 4 soru da (R6, R7, R8, R9) ikinci faktörde gruplanmıştır.

Yukarıda da belirtildiği gibi ölçeğin orijinalinde tek faktörlü yapı söz konusu iken, Türkçe'ye uyarlamasında yapılan açıklayıcı faktör analizi sonucunda iki faktörlü yapı elde edilmiştir. Faktörlerde gruplanan maddeler incelendiğinde birinci faktörde olumlu tutumların, ikinci faktörde ise olumsuz tutumların yer aldığı görülmektedir. Bu doğrultuda rüzgar enerjisi ölçeğinin Türkçe'ye uyarlamasında olumlu ve olumsuz tutum olmak üzere iki faktörlü yapı ortaya konulmuştur. Bu faktörler ve faktörlere ilişkin Cronbach Alpha değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.8: Cronbach Alfa Değerleri

Rüzgar Enerjisi Ölçeği Alt Boyutları	Madde	Ortalama	S.Sapma	C. Alpha
Olumlu Tutum	5	20,70	3,37	0,81
Olumsuz Tutum	4	9,54	3,11	0,86

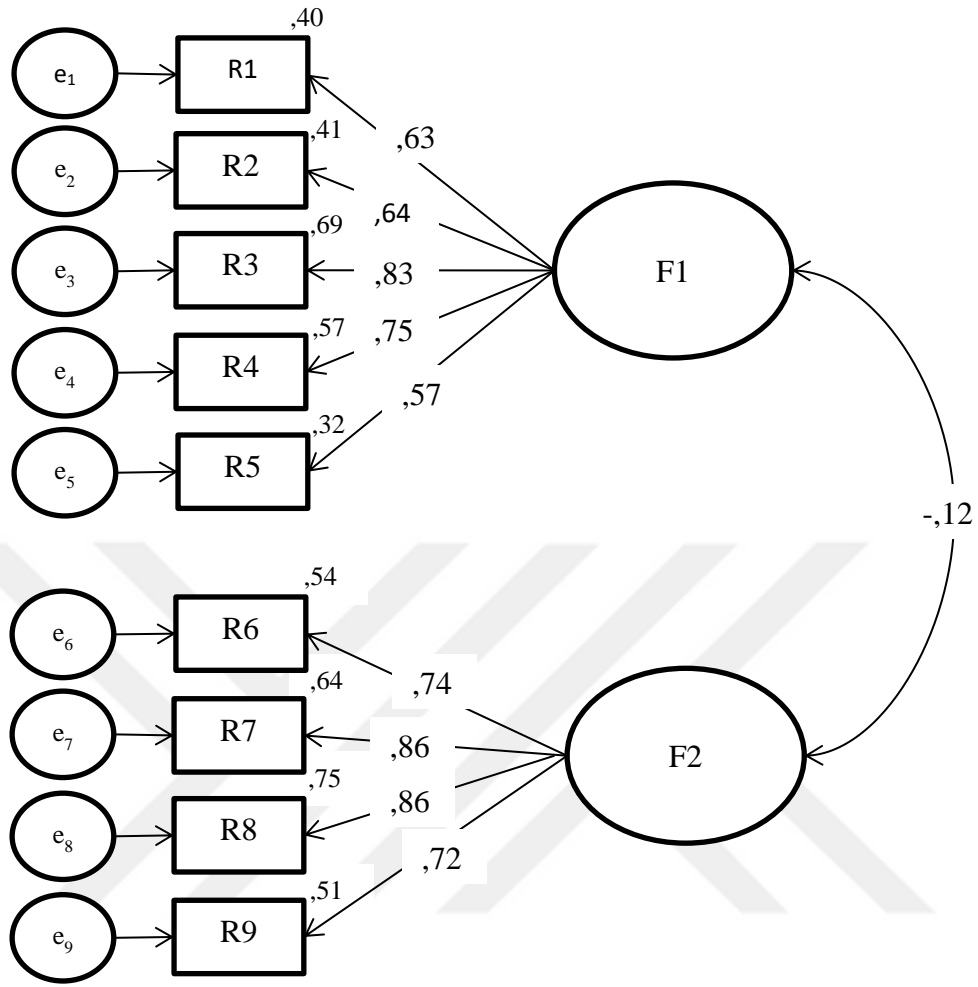
Tablo 4.8’de görüldüğü gibi Cronbach Alpha değeri 0,81 ve 0,86 olarak hesaplanmıştır. Rüzgar enerjisi ölçeğinin alt boyutlarına ait tüm bu katsayılar kabul edilebilir sınırlarda bulunmuştur.

4.6. RÜZGAR ENERJİSİ ÖLÇEĞİNİN DOĞRULAYICI FAKTÖR ANALİZİ SONUÇLARI

Doğrulayıcı faktör analizi modeli için rüzgar enerjisi ölçeğinin yapısındaki gözlenemeyen faktörler ile bu faktörler arasındaki karşılıklı bağımlı etkiler AMOS 16 programı aracılığıyla analiz edilmiştir.

Rüzgar enerjisi ölçeği iki boyuttan oluşmaktadır. Gözlenemeyen değişkenleri temsil eden F1 ve F2 elips şeklinde Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Bu iki faktör birbiriyle ilişkili olup söz konusu ilişki çift yönlü okla gösterilmiştir. Gözlenemeyen değişkenlerin göstergeleri olarak belirlenen ölçülebilen değişkenler dikdörtgen sembollerle gösterilmiştir. Gözlenen değişkenler olarak modelde yer alan değişkenlere doğru tek yönlü okların ucundaki *e* değerleri modelde açıklanmayan varyansları temsil eden hata terimleridir. Ayrıca Şekil 4.2 ölçüm ve yapısal model bir arada sunulmuştur.

Modelde yer alan tüm katsayılar standardize edilmiş katsayılardır. Ayrıca tahmin edilen tüm katsayılar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Modelin tahmin edilmesinde maksimum olabilirlik tahmin yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 4.2: Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi

Şekil 4.2’de birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonuçları yer almaktadır. Buna göre birinci faktöre ait faktör yükleri 0,57 ile 0,83 arasında elde edilmiştir. İkinci faktöre ait faktör yükleri ise 0,72 ile 0,86 arasında elde edilmiştir. İki faktör arasında ters yönlü bir korelasyon bulunmuştur.

Tablo 4.9: Regresyon Ağırlıkları

	Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
R5 <--- F1	1,000				
R4 <--- F1	1,314	,154	8,529	***	
R3 <--- F1	1,384	,156	8,865	***	
R2 <--- F1	1,122	,145	7,736	***	
R1 <--- F1	1,204	,157	7,676	***	
R8 <--- F2	1,088	,084	12,935	***	
R7 <--- F2	1,017	,083	12,239	***	
R6 <--- F2	1,000				
R9 <--- F2	,821	,075	11,017	***	

Tablo 4.9’da maksimum olabilirlik tahmincisi kullanılarak hesaplanan yol katsayılarının değerleri gösterilmektedir. Ayrıca elde edilen tüm katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.10: Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları

	Estimate
R5 <--- F1	,567
R4 <--- F1	,754
R3 <--- F1	,832
R2 <--- F1	,639
R1 <--- F1	,632
R8 <--- F2	,865
R7 <--- F2	,799
R6 <--- F2	,737
R9 <--- F2	,717

Tablo 4.10’da model için hesaplanan tüm yol katsayılarının standartlaştırılmış değerleri yer almaktadır. Bu değerler incelendiğinde, en yüksek değer R8 (0,865)

maddesine ait olduğu ve en düşük değerin de R5 (0,567) maddesine ait olduğu görülmektedir.

Modele ait uyum iyiliği sonuçları aşağıdaki tablolarda ayrı ayrı sunulmuştur. Tüm bu değerler Tablo 2.2’de verilen uyum iyiliği sınırları ile kıyaslanmıştır.

Tablo 4.11: CMIN/df Değerleri

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	19	77,034	26	,000	2,963
Saturated model	45	,000	0		
Independence model	9	975,406	36	,000	27,095

Tablo 4.11’de CMIN/df (Ki-Kare/df) değeri gösterilmiştir. Söz konusu değer 2,963 olarak hesaplanmıştır ve bu değer $2,963 < 3$ olduğu için modelin verilerle kabul edilebilir bir uyum gösterdiği sonucuna ulaşılır.

Tablo 4.12: RMR, GFI, AGFI Değerleri

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	,040	,937	,890	,541
Saturated model	,000	1,000		
Independence model	,262	,492	,365	,394

Tablo 4.12 incelendiğinde, GFI değeri: 0,94, AGFI değeri: 0,89 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler kabul edilebilir bir uyumu göstermektedir.

Tablo 4.13: NFI, RFI, IFI, TLI, CFI Değerleri

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	,921	,891	,946	,925	,946
Saturated model	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Independence model	,000	,000	,000	,000	,000

Tablo 4.13 incelendiğinde, NFI değeri 0,92 ve CFI değerinin 0,95 olarak hesaplandığı görülmektedir. Bu sonuçlar da kabul edilebilir uyuma işaret etmektedir.

Tablo 4.14: RMSEA değeri

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	,086	,064	,109	,004
Independence model	,315	,298	,332	,000
Independence model	,312	,295	,329	,000

Tablo 4.14 incelendiğinde RMSEA değerinin 0,086 olarak hesaplandığı görülmektedir. Bu değer modelin veri ile kabul edilebilir uyum sergilediğini ifade etmektedir. Ayrıca SRMR =0,049 olarak bulunmuştur. Bu değer ise modelin iyi uyuma sahip olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Sosyal bilimler ve davranış bilimleri başta olmak üzere pek çok alanda yaygın olarak kullanılan ve çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan açıklayıcı faktör analizinin temel amacı, birbiriyle ilişkili çok sayıdaki değişkenleri bir araya getirerek, az sayıda anlamlı ve birbirinden bağımsız yeni faktörler oluşturmaktır.

Doğrulayıcı faktör analizi, açıklayıcı faktör analizi ile ortaya konan faktör yapısının doğrulanmasını ve/veya uygunluğunu test etmek için kullanılan bir analizdir. Doğrulayıcı faktör analizi ölçme modellerinin geliştirilmesinde sıklıkla başvurulan bir yöntemdir.

Bu çalışmada hem açıklayıcı hem de doğrulayıcı faktör analizi teorik açıdan incelenmiş ve *Rüzgar Enerjisi Ölçeği* için geçerlilik ve güvenilirlik analizleri uygulanarak ölçeğin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olup olmadığının değerlendirilmesi yapılmıştır. Ölçek için birinci-düzey doğrulayıcı faktör analizi modeli oluşturulmuştur.

Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri 1. , 2. , 3. ve 4. sınıf öğrencilerinden oluşan 270 öğrenciye kolayda örneklem yöntemiyle anket çalışması yapılmıştır. 6 anket formunda tutarsız cevaplara rastlandığından ve ölçek soruları eksik cevaplandığından dolayı 264 anket analize alınmıştır. Araştırmada Fergen & Jacquet (2016) tarafından geliştirilen 10 maddelik Rüzgar Enerjisi Ölçeği ele alınmıştır.

Öncelikle 264 veriye ilişkin betimsel istatistiklere yer verilmiş, ardından da açıklayıcı faktör analizi ile doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Varimax döndürme tekniği kullanılarak yapılan açıklayıcı faktör analizi sonucunda rüzgar enerjisi ölçeğinin iki boyuttan oluştuğu belirlenmiştir. İki boyut için C. Alfa değerleri 5 maddeden oluşan olumlu tutum boyutu için 0,81; 4 maddeden oluşan olumsuz tutum boyutu için ise 0,86 olarak bulunmuştur. Ayrıca örneklem büyüklüğünün yeterliliğini ölçmek için başvurulan KMO değeri 0,79 olarak hesaplanmış olup $p < 0,05$ olduğundan örneklem büyüklüğü yeterli bulunmuştur.

Rüzgar enerjisi ölçeğinin yapı geçerliliğini ölçmek için ölçekte yer alan maddelere doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Doğrulayıcı faktör analizi için gözlenemeyen değişkenler ile gözlenen değişkenler arasında yer alan ilişkiler AMOS programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen tüm katsayılar istatistiksel olarak anlamlı

bulunmuştur. Modelin tahmin edilmesinde maksimum olabilirlik tahmin yöntemi kullanılmıştır.

Doğrulamalı faktör analizinin temel amaçlarından biri de en iyi uyum gösteren sonuçlara ulaşmaktır. Bunun için sıklıkla başvurulmuş birkaç uyum indeks değeri araştırmada kullanılmıştır. DFA’da modelin uyum indeksleri incelenmiş ve Ki-Kare/df=2,963; GFI=0,94; AGFI=0,89; NFI=0,92; CFI=0,95; RMSEA=0,086 ve SRMR=0,049 olarak bulunmuştur. Bu indeks değerleri neticesinde modelin kabul edilebilir bir uyuma sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmanın amacı rüzgar enerjisi ölçeğinin yapı geçerliliğinin değerlendirilerek ölçeğin Türkçe’ye kazandırılmasıdır. Yapılan analizler sonucunda ölçeğin güvenilirlik düzeyi yeterli bulunmuş ve doğrulamalı faktör analizine göre kabul edilebilir bir uyuma sahip olduğu ortaya konmuştur.

EKLER

EK 1: Anket Formu

Bu anket formu enerji çeşitlerine karşı duyarlılığı ve çevresel farkındalığı analiz etmek ve yüksek lisans tezimde kullanılmak amacıyla tasarlanmıştır. Katkılarınız ve zaman ayırdığınız için çok teşekkür ederim.

1- Yaşınız:

2- Cinsiyetiniz: 1) Kız 2) Erkek

3- Sınıfınız: 1) 1.Sınıf 2) 2.Sınıf 3) 3.Sınıf 4) 4.Sınıf

4- Gelir durumunuz: 1) Düşük 2) Orta 3) Yüksek 4) Çok yüksek

5- Kaldığınız yer: 1)Ailemle yaşıyorum. 2)Özel yurttta kalıyorum.

3)Devlet yurdunda kalıyorum. 4) Arkadaşlarımla birlikte evde kalıyorum.

6- Ailenizin yaşadığı yer: 1) Köy 2) Kasaba 3) İlçe

4) İl 5) Büyükşehir

<u>Rüzgar enerjisi ile ilgili aşağıda ver alan ifadelere uygun olarak görüşlerinizi belirtiniz</u>	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1-Rüzgar enerjisi kırsal bölgelere ekonomik yararlar sağlar.	1	2	3	4	5
2-Rüzgar enerjisi geleceğin enerji talebini karşılamaya yardımcı olabilir.	1	2	3	4	5
3-Rüzgar enerjisi temiz bir enerji kaynağıdır.	1	2	3	4	5
4-Rüzgar enerjisi güvenilir bir enerji kaynağıdır.	1	2	3	4	5
5-Rüzgar enerjisi şirketleri, yeni iş imkanları ve yerel işletmelere fayda sağlar.	1	2	3	4	5
6-Rüzgar enerjisi temiz bir enerji kaynağı olarak algılanmaz sadece ülkem için ek gelir sağlar.	1	2	3	4	5
7-Rüzgar enerjisinin ekonomik olarak uygulanması mümkün değildir.	1	2	3	4	5
8-Rüzgar enerjisi bizim toplumumuz açısından uygun değildir.	1	2	3	4	5
9-Rüzgar enerjisinin yararlı olabilmesi için çok sayıda türbin gereklidir.	1	2	3	4	5

KAYNAKÇA

- Acaroğlu, D. M. (2003). Alternatif Enerji Kaynakları. Ankara: Atlas yayın Dağıtım.
- Akgül, A., & Çevik, O. (2003). İstatistiksel Analiz Teknikleri . Ankara : Emek Ofset Ltd. Şti. .
- Albayrak, A. S. (2006). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Ankara: Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Albayrak, S. (2006). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri . Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Albright, J. J. (2006-2008). Confirmatory Factor Analysis using Amos, Lisrel, and Mplus. Indiana : The Trustees of Indiana University.
- Arbuckle, J. L. (2007). Amos 18 User's Guide. U.S.A.: Amos Development Corporation.
- Aydın, İ. (2013). Balıkesir'de Rüzgar Enerjisi. Doğu Coğrafya Dergisi, 29-50.
- Aydın Z. B. (2007). Faktör Analizi Yardımıyla Performans Ölçütlerinin Boyutlarının Ortaya Konulması. 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi. Malatya .
- Aytaç, M., & Öngen, B. (2012). Doğrulamalı Faktör Analizi ile Yeni Çevresel Paradigma Ölçeğinin Yapı Geçerliliğinin İncelenmesi. İstatistikçiler Dergisi, 14-22.
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations. Journal of Personality and Social Psychology, 1173-1182.
- Bayraç, H. N. (2011). Küresel Rüzgar Enerjisi Politikaları ve Uygulamaları . Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi , 37-57.
- Bayram, N. (2010). Yapısal Eşitlik Modellemesine giriş Amos Uygulamaları. Bursa : Ezgi Kitabevi.
- Bayram, N. (2012). Sosyal Bilimlerde SPSS ile Veri Analizi. Bursa : Ezgi Kitabevi .
- Bayram, N., Bilgel, F., & Bilgel, N. G. (2012). Social Exclusion and Quality of Life: An Empirical Study from Turkey. Social Indicators Research, 109-120.

- Bentler, P. M. (1995). EQS Structural Equation Program Manuel:Multivarite Software. Los Angeles.
- Brown, T. A. (2006). Confirmatory Factor Analysis for Applied Research. London : The Guilford Press.
- Brown, T. A. (2006). Confirmatory Factor Analysis for Applied Research . New York : The Guilford Press.
- Çelik, H., Saraçlı, S., & Yılmaz, V. (2011). Yapısal Eşitlik Modellemesinde Çok Değişkenli Normallik Varsayımı Altında Bir Uygulama. e - Journal of New World Sciences Academy, 112-123.
- Çokluk, Ö., Şekercioglu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2016). Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik SPSS ve LISREL Uygulamaları . Ankara : Pegem Akademi .
- Elibüyük, U., & Üçgül, İ. (2014). Rüzgâr Türbinleri, Çeşitleri ve Rüzgâr Enerjisi Depolama Yöntemleri. YEKARUM e Dergi, 1-14.
- Fergen, J., & Jacquet, J. B. (2016). Beauty In Motion:Expectations, Attitudes, and Values of Wind Energy Development İn the rural U.S. Energy Research&Social Science, 133-141.
- G.Jöreskog, K., H.Olsson, U., & Wallentin, F. Y. (2016). Multivariate Analysis with Lisrel. İsviçre: Springer International Publishing.
- Grace, J. B., Schoolmaster, D. R., Guntenspergen, G. R., Little, A. M., Mitchell, B. R., Miller, K. M., et al. (2012). Guidelines for a Graph-Theoretic İmplementation of Structural Equation Modeling. Ecosphere, 1-44.
- H.Eray Çelik, V. Y. (2013). Lisrel 9.1 İle Yapısal Eşitlik Modellemesi . Ankara: Anı Yayıncılık .
- Hayli, S. (2001). Rüzgar Enerjisinin Önemi, Dünya'da ve Türkiye'deki Durumu. Fırat Üniversitesi Sosyal bilimler Dergisi, 1-26.
- Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. R. (2008). Structural Equation Modelling: Guidelines For Determining Model Fit. Dublin Institute of Technology, 1-11.

- Jaber, S. (2013). Environmental Impacts of Wind Energy . Journal of Clean Energy Technologies, 251-254.
- Jackson, J., Dezee, K., Douglas, K., & Shimeall, W. (2005). Introduction to Structural Equation Modeling (Path Analysis). SGIM Precource PA08 May 2005.
- Jung, S. (2012). Exploratory Factor Analysis with Small Sample Sizes: A Comparison of Three Approaches . Elsevier , 90-95.
- Kalaycı, Ş. (2006). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Ankara : Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti. .
- Karagöz, Y. (2016). Yapısal Eşitlik Modellemesi ile Yaşam Memnuniyeti Ölçeğinin Geliştirilmesi, Sivas İli Örneği . Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi , 274-290.
- Kaya, K., & Koç, E. (2015). Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizleri. Mühendis ve Makina, 61-68.
- Kaya, Ş. (2014). Yapısal Eşitlik Modellemesi: Baş Dönmesi, Kaygı ve Bedensel Duyumları Abartma İlişkisi. Bursa.
- Khine, M. S. (2013). Application of Structural Equation Modeling in Educational Research and Practice. Curtin University, Perth, Australia: Sense Publishes.
- Kim, J.-O., & W.Mueller, C. (1986). Introduction To Factor Analysis What It Is and How To Do It . London : Sage Publications.
- Kışlalıoğlu, M., & Berkes, F. (1994). Ekoloji ve Çevre Bilimleri. İstanbul: Remzi Kitabevi A.Ş.
- Koç, E., & Şenel, M. C. (2015). Dünyada ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Durumu - Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makina, 46-56.
- Kullanımı, T. v. (2002). Türkiye ve Dünya'da Rüzgar Enerjisi Kullanımı. DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi , 159-173.
- Lei, P. W., & Wu, Q. (2007). Introduction to Structural Equation Modeling: Issues and Practical Considerations. The Pennsylvania State University, 33-43.

- Long, J. S. (1989). *Confirmatory Factor Analysis: A Preface to LISREL*. London : Sage University Paper.
- Nakip, M. (2013). *Pazarlama Araştırma Teknikleri SPSS Uygulamalı*. Ankara : Seçkin Yayınevi .
- Özdamar, K. (1999). *Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi* . Eskişehir : Kaan Kitabevi .
- Pınar, İ., Kamaşak, R., & Bulutlar, F. (2008). *İş Tatmini Oluşturan Boyutların Toplam Tatmin Üzerindeki Etkilerinin Doğrulamalı Faktör Analizi ile İncelenmesi Üzerine Türk İşletmelerinde Bir Araştırma*. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi , 151-166.
- Polat, Y. (2012). *Faktör Analizi Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi ve Hayvancılık Denemesine Uygulanışı* . Adana .
- Raykov, T., & Marcoulides, G. A. (2006). *A first course in Structural Equation Modeling*. London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Sam, N., Sam, R., & Öngen, B. (2010). *Üniversite Öğrencilerinin Çevresel Tutumlarının Yeni Çevresel Paradigma ve Benlik Saygısı Ölçeği İle İncelenmesi*. Akademik Bakış Dergisi, 1-16.
- Schumacker, R. E., & G.Lomax, R. (2010). *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling* . New York: Taylor and Francis Group.
- Şimşek, Ö. F. (2007). *Yapısal Eşitlik Modellemesine Giriş Temel İlkeler ve LISREL Uygulamaları*. Ankara: Ekinoks.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2014). *Using Multivariate Statistics* . New York : Pearson Education Limited .
- Tavşancıl, E. (2014). *Tutumların Ölçülmesi ve SPSS İle Veri Analizi* . Ankara : Nobel Yayın Dağıtım .
- Thompson, B. (2004). *Exploratory and Confirmatory Factor Analysis* . Washington, DC: American Psychological Association .

- Thurstone, L. (1969). Multiple Factor Analysis A Development And Expansion Of The Vectors Of Mind. Chicago and London, USA: The University Of Chicago Pres.
- Tunç, A. Ö., Ömür, G. A., & Düren, A. (2012). Çevresel Farkındalık. İ.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 227-246.
- Turanlı, M., Cengiz, D. T., & Bozkır, Ö. (2012). Faktör Analizi ile Üniversiteye Giriş Sınavlarındaki Başarı Durumuna Göre İllerin Sıralanması. İstanbul Üniversitesi İktisad Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi , 45-68.
- Uluçam, A. (2016). Türkiye'de Rüzgar Enerjisi ve Rüzgar Enerji Sistemlerinin Gelişimi . Yaşam Bilimleri Dergisi , 1-13.
- Uzun, N., & Sağlam, N. (2006). Orta Öğretim Öğrencileri için Çevresel Tutum Ölçeği Geliştirme ve Geçerliliği. H.Ü Eğitim Fakültesi Dergisi, 240-250.
- Yemez, İ. (2016). Doğrulayıcı Faktör Analizi İle Sosyal Medya Reklamlarına Yönelik Tutum Ölçeğinin Yapı Geçerliliğinin İncelenmesi: Cumhuriyet Üniversitesi İİBF’de Bir Uygulama. C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi , 97-118.
- Yerebakan, M. (2001). Rüzgar Enerjisi. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası.
- Yılmaz, V., & varol, S. (2015). Hazır Yazılımlar ile Yapısal Eşitlik Modellemesi: AMOS, EQS, LISREL. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 28-44.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	ERHAN SARI
Tez Adı	Doğrulayıcı Faktör Analizi ve Rüzgar Enerjisi Ölçeğine Uygulaması
Enstitü	Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı	Ekonometri
Bilim Dalı	İstatistik
Tez Türü	Yüksek Lisans
Tez Danışmanı	Prof. Dr. Nuran Bayram ARLI
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) İzni	<input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input checked="" type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama İzni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasının ertelenmesini istiyorum 1 yıl <input type="checkbox"/> 2 yıl <input type="checkbox"/> 3 yıl <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin vermiyorum

Hazırlamış olduğum tezimin yukarıda belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih: 14.09.2018

İmza:

