



**NÜKLEER ENERJİ SOSYAL KABUL SORUNU:
DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNE
AMPİRİK BİR ÇALIŞMA**

(Yüksek Lisans Tezi)

Ayşegül YILDIZ

Kütahya-2017

T.C.
DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
Ekonometri Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**NÜKLEER ENERJİ SOSYAL KABUL SORUNU:
DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNE
AMPİRİK BİR ÇALIŞMA**

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Erkan ARI

Hazırlayan
Ayşegül YILDIZ

Kütahya- 2017

Kabul ve Onay

Ayşegül YILDIZ'ın hazırladığı “Nükleer Enerji Sosyal Kabul Sorunu: Dumlupınar Üniversitesi Öğrencileri Üzerine Ampirik Bir Çalışma” başlıklı Yüksek Lisans tez çalışması, jüri tarafından lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddelerine göre değerlendirilip oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

...../...../2017

Tez Jürisi	İmza	
	Kabul	Red
Doç. Dr. Mustafa Kemal BEŞER		
Yrd. Doç. Dr. Erkan ARI (Danışman)		
Yrd. Doç. Dr. Noyan AYDIN		

Prof. Dr. İsmail KÜÇÜKAKSOY

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

Yemin Metni

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Nükleer Enerji Sosyal Kabul Sorunu: Dumlupınar Üniversitesi Öğrencileri Üzerine Ampirik Bir Çalışma” adlı çalışmamın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım kaynakların kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

..... /..... /2017

Ayşegül YILDIZ



Özgeçmiş

15.07.1989 tarihinde Adana’da doğdu. İlköğrenimini Emirsultan İlköğretim Okulunda orta öğrenimini ise Kemal Hasoğlu Lisesinde tamamladı. 2008 yılında Uludağ Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri bölümünü kazandı. 2013 yılında üniversiteden mezun oldu. 2015 yılında Dumlupınar Üniversitesi Ekonometri Bölümü İstatistik Anabilim dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Aynı yıl Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Ana Bilim Dalında yüksek lisansa başladı.



ÖZET

NÜKLEER ENERJİ SOSYAL KABUL SORUNU: DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ÇALIŞMA

YILDIZ, Ayşegül

Yüksek Lisans Tezi, Ekonometri Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Erkan ARI

Mayıs, 2017, 87 sayfa

Yapısal eşitlik modellemesi (YEM), gizil değişkenlerin birbirleriyle ve gözlenen değişkenlerle arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çok değişkenli istatistiksel bir yöntemdir. Faktör analizi ile çoklu regresyon analizinin birleşmesiyle meydana gelen YEM, bugün birçok disiplin tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışma, genç nesillerin nükleer enerji konusundaki farkındalıklarının ve kabul düzeylerini etkileyen faktörler arasındaki nedensel ilişkilerin yapısal bir model ile incelenmesini amaçlamaktadır. 2015-2016 eğitim öğretim yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Evliya Çelebi Kampüsünde yer alan fakültelerde öğrenim görmekte olan 521 öğrenciye uygulanan anketle elde edilen veriler YEM ile analiz edilmiştir. Ankette öğrencilere; nükleer enerjiye yönelik algılanan enerji arz faydası, algılanan çevresel fayda, risk algısı, güven ve kabul gizil değişkenlerini, gözlenen değişkenler tarafından temsil ettiği düşünülen sorular yöneltmiştir. Üç bölümden oluşan çalışmanın birinci bölümünde nükleer enerjinin tanımı, tarihçesi, avantajları, dezavantajları ile Türkiye’de nükleer enerji politikasının gelişimine yer verilmiştir. İkinci bölümde YEM ile ilgili genel bilgiler, varsayımlar ve kavramsal açıklamalar üzerinde durulmuştur. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise, araştırma modelinin ortaya konulması ile nükleer enerji kabulüne yönelik faktörler arasındaki ilişkiler YEM ile incelenmiştir. Modelde yer alan algılanan enerji arz faydası, algılanan çevresel fayda ve güven gizil değişkenleri kabul düzeyini pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilerken, risk algısı kabul düzeyini negatif yönde etkilemiştir. Elde edilen veriler LISREL 8.21 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapısal Eşitlik Modellemesi, Nükleer Enerji, Sosyal Kabul.

ABSTRACT**SOCIAL ACCEPTANCE OF NUCLEAR ENERGY: AN EMPIRICAL STUDY
ON THE STUDENTS OF DUMLUPINAR UNIVERSITY****YILDIZ, Ayşegül****M.Sc. Thesis, Department of Econometrics****Supervisor: Asst. Prof. Dr. Erkan ARI****May, 2017, 87 pages**

Structural equation modeling (SEM) is a multivariate statistical method that reveals the relationship between latent variables and each other and observed variables. SEM, combines factor analysis and multiple regression analysis, is widely used today by many disciplines.

This study aims to investigate the causal relationships between the younger generations' awareness of nuclear energy and the factors that affect their acceptance levels with a structural model. Data obtained by the questionnaire applied to the 521 students who are studying at the faculties located on the Campus of Kütahya Dumlupınar University Evliya Çelebi were analyzed by SEM. Students were asked questions that are represented by observed variables that showed the perceived benefits of the energy supply, perceived environmental benefits, risk perception, trust, and acceptance latent variables. In the first section of the study consisting of three section, the definition of nuclear energy, its history, its advantages and disadvantages, and the development of nuclear energy policy in Turkey are included. In the second section general information about SEM, assumptions and conceptual explanations are emphasized. In the third section of the study, research model is presented and the relations among factors related to nuclear energy acceptance have been examined with SEM. Latent variables which are in the model perceived benefits of the energy supply, perceived environmental benefits and trust have statistically significant and positive effect on acceptance, while the risk perception has negative effect. LISREL 8.21 package program was used in the statistical analysis of the obtained data.

Keywords: Structural Equation Modeling, Nuclear Energy, Social Acceptance.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR	xi
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM NÜKLEER ENERJİ

1.1. ENERJİNİN TANIMI.....	4
1.2. ENERJİ KAYNAKLARI.....	4
1.2.1. Birincil Enerji Kaynakları	6
1.2.2. İkincil Enerji Kaynakları	6
1.3. NÜKLEER ENERJİ.....	6
1.3.1. Nükleer Enerjinin Tanımı ve Tarihçesi	6
1.3.2. Nükleer Enerjinin Avantajları.....	8
1.3.3. Nükleer Enerjinin Dezavantajları	11
1.3.4. Nükleer Enerjinin Diğer Enerji Çeşitleri Arasındaki Yeri	13
1.4. DÜNYADA ENERJİ ARZ-TALEBİ VE NÜKLEER SANTRALLERİN DURUMU	15
1.5. TÜRKİYE’DE NÜKLEER ENERJİ POLİTİKASININ GELİŞİMİ.....	17
1.5.1. Türkiye’nin Enerji İhtiyacı	18
1.5.2. Türkiye’de Enerji Üretiminin Enerji Tüketimini Karşılama Oranı	19
1.5.3. Türkiye’nin Nükleer Enerji Santrali Kurma Girişimleri	20
1.6. NÜKLEER ENERJİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR	21

İKİNCİ BÖLÜM YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİ

2.1. YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİNİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ	26
2.2. YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİNİN VARSAYIMLARI	28
2.3. YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİNİN TARİHÇESİ.....	30

2.4. YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİ İLE İLGİLİ KAVRAMSAL AÇIKLAMALAR.....	32
2.5. YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİNİN TEMELLERİ.....	33
2.5.1. Yol Analizi.....	33
2.5.2. Ölçüm Modeli.....	35
2.5.3. Yapısal Model.....	36
2.5.4. Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA)	37
2.6. YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİNİN AŞAMALARI	39
2.6.1. Modelin Belirlenmesi	39
2.6.2. Modelin Tanımlanması.....	39
2.6.3. Model Parametrelerinin Tahmini.....	40
2.6.3.1. En Çok Olabilirlik Yöntemi	41
2.6.3.2. Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler Yöntemi (AEKK)	42
2.6.3.3. Ağırlıklandırılmamış En Küçük Kareler Yöntemi	43
2.6.3.4. Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi (GEKK)	43
2.6.4. Modelin Değerlendirilmesi ve Uyum Ölçütleri.....	43
2.6.4.1. Ki Kare Test İstatistiği	44
2.6.4.2. Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü (RMSEA).....	44
2.6.4.3. Standartlaştırılmış Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü (SRMR).....	45
2.6.4.4. Karşılaştırılmalı Uyum İndeksi (CFI)	45
2.6.4.5. Uyum İyiliği İndeksi (GFI)	45
2.6.4.6. Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi (AGFI).....	46
2.6.5. Modelin Geliştirilmesi	46
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	
UYGULAMA	
3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI	49
3.2. ANAKÜTLE VE ÖRNEKLEM.....	49
3.3. DEMOGRAFİK ÖZELLİKLER.....	50
3.4. ARAŞTIRMA MODELİ VE YÖNTEMİ.....	52
3.5. AÇIKLAYICI FAKTÖR ANALİZİ (AFA)	56
3.6. YAPISAL EŞİTLİK MODELİNİN OLUŞTURULMASI VE ANALİZ SONUÇLARI	63
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	72
KAYNAKÇA	75
DİZİN	87

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1: Enerji Kaynaklarından Yararlanmanın Tarihsel Gelişimi	5
Tablo 1.2: Enerji Kaynaklarının Avantajları ve Dezavantajları Açısından Karşılaştırılması	14
Tablo 1.3: Bazı Ülkelerin Nükleer Santral Sayısı ve Elektrik Üretimindeki Oranları...	16
Tablo 2.1: Yol Analizinde Kullanılan Sembol ve Gösterimler	34
Tablo 2.2: Model Uyumunun Değerlendirilmesi	346
Tablo 3.1: Katılımcıların Sosyo-Demografik Özellikleri.....	51
Tablo 3.2: Gizil ve Gözlenen Değişkenler	53
Tablo 3.3: Sürekli Değişkenler İçin Tek Değişkenli Normallik Testi	55
Tablo 3.4: Sürekli Değişkenler İçin Çok Değişkenli Normallik Testi Sonuçları	56
Tablo 3.5: KMO and Bartlett Testi	57
Tablo 3.6: Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları	58
Tablo 3.7: Güvenilirlik Analizi Sonuçları.....	59
Tablo 3.8: Ölçüm Modeli için Uyum İyiği Değerleri	61
Tablo 3.9: Ölçüm Modeli için DFA Sonuçları.....	62
Tablo 3.10: Yapısal Eşitlik Modeli için Uyum İyiği Değerleri	64
Tablo 3.11: Yapısal Eşitlik Modeli Sonuçları.....	65
Tablo 3.11: Yapısal Eşitlik Modeli Sonuçları (devam).....	66
Tablo 3.12: Araştırma Modeli için Hipotezler	68
Tablo 3.13: Demografik Değişkenlere Göre Nükleer Enerji Kabulüne İlişkin t Testi ve ANOVA Sonuçları	70

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Tipik Bir Filyon Reaksiyonu (Çekirdek Parçalanması).....	8
Şekil 1.2: Yenilenebilir Enerji Santralleri İle Nükleer Güç Santralının Kapladığı Alan	13
Şekil 2.1: Örnek Bir Yol Diyagramı.....	34
Şekil 2.2: Ölçüm Modeli	35
Şekil 2.3: Yapısal Model	37
Şekil 2.4: İki Faktörlü DFA Modeli	38
Şekil 3.1: Araştırma Hipotezlerine İlişkin Diyagram	54
Şekil 3.2: Özdeğer Grafiği	59
Şekil 3.3: Ölçüm Modeline İlişkin Yol Diyagramı	60
Şekil 3.4: Yapısal Eşitlik Modeli.....	63

KISALTMALAR

AEKK	Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler Yöntemi
AFA	Açıklayıcı Faktör Analizi
AGFI	Adjusted Goodness Of Fit Index Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi
CFI	Comparative Of Fit Index-Karşılaştırılmalı Uyum İndeksi
DFA	Doğrulamalı Faktör Analizi
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GEKK	Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi
GLS	Generalized Least Squares - Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
ML	Maximum Likelihood-En Çok Olabilirlik
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
NPT	Non-Proliferation Treaty-Nükleer Silahların Arttırılmasının Önlenmesi Antlaşması
RMSEA	Root Mean Square Of Approximation-Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü
SEM	Structural Equation Modelling-Yapısal Eşitlik Modeli
SRMR	Standardized Root Mean Square Residual-Standardlaştırılmış Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UAEA	Uluslararası Atom Enerji Ajansı
ULS	Unweighted Least Squares-Ağırlıklandırılmamış En Küçük Kareler Yöntemi
WLS	Weighted Least Squares - Ağırlıklandırılmış En küçük Kareler Yöntemi
YEM	Yapısal Eşitlik Modeli



TEZ METNİ

GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması ve ekonomik büyüme sebebiyle ülkeler her geçen gün artan enerji ihtiyacını karşılamak için yeni enerji kaynağı arayışına girmişlerdir. Fosil yakıtların yakın bir gelecekte tükenecek olması ve düşük karbon emisyonu sağlayan bir enerji kaynağı arayışı nükleer enerjinin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Günümüzde daha temiz ve daha ucuz bir şekilde elektrik üretimi sağlayan nükleer enerji santralleri, pek çok gelişmiş ülke tarafından enerji açığını kapatmada kullanılan önemli bir alternatiftir. Dünyanın en zengin ikinci toryum rezervine sahip olan ve enerji darboğazının yaşandığı ülkemiz de, sürdürülebilir ve istikrarlı kalkınma süreci sağlamak ve enerji konusunda dışa bağımlılığımızı azaltmak amacıyla Sinop ve Akkuyu'da nükleer enerji santrali kurma girişimlerini hızlandırmış, konuyla ilgili çeşitli uluslararası antlaşmalara taraf olmuştur.

Nükleer enerji ile ilgili olarak, birçok ülkede oluşan kamusal algı, bir ülkede nükleer enerjinin elektrik üretmek için kullanılıp kullanılamayacağını belirleyen önemli bir faktördür. Dahası, sağlam nükleer güç politikaları oluşturmaya yönelik, halkın kabulünü belirleyen faktörleri incelemek büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle, politika yapıcılar nükleer enerji konusunda görüşleri için halka danışma gereksinimi duymaktadır. Bu çalışmada da, Dumlupınar Üniversitesi öğrencilerinin nükleer enerji ile ilgili görüşleri alınmıştır.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde nükleer enerjinin tanımı, tarihçesi, avantajları, dezavantajları, dünyada enerji arz-talebi ve nükleer santrallerin durumu, Türkiye'de nükleer enerji politikasının gelişimi, Türkiye'nin enerji ihtiyacı ve politikası içerisinde nükleer enerjinin durumu ve nükleer enerji santrali kurma girişimleri, Türkiye'de enerji üretiminin enerji tüketimini karşılama oranı ele alınmış ve nükleer enerji ile ilgili literatürde yer alan çalışmalara değinilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, Yapısal Eşitlik Modellemesinin (YEM) tanımı, özellikleri, tarihsel gelişim süreci ve varsayımlarına değinilerek, YEM'e ilişkin kavramsal açıklamalara yer verilmiştir. İngilizce Structural Equation Modelling (SEM) olarak tanımlanan YEM, son 25 yılda eğitim ve sağlık bilimlerinden, pazarlamaya kadar birçok disiplin tarafından sıklıkla kullanılan çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri haline gelmiştir. Gözlenebilen ve gizil değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini

hipotez testleri yardımıyla ortaya koyan YEM; doğrulayıcı faktör analizi, çoklu regresyon analizi ve yol analizi gibi istatistiksel teknikleri içerisinde barındırmakla birlikte, modelde yer alan doğrudan ve dolaylı etkileri birlikte ele alarak önerilen modelin test edilmesini sağlar. Bu sayede araştırmacılara birden fazla regresyon denklemi sunar.

Üçüncü bölüm olan uygulama kısmında ise, Wang ve Li'nin (2016) geliştirdiği anket yoluyla öğrencilerin nükleer enerji kabulüne yönelik görüşleri alınmıştır. Verilerin YEM ile analizi sonucunda elde edilen bulgular aktarılmıştır. Çalışmanın literatürde yer alan diğer çalışmalardan farkı; kullanılan ölçeğin Türkçe'ye uyarlanması ve bu ölçekte nükleer enerji kabulünü ayrı olarak etkilediği düşünülen faktörlerin birlikte ele alınıp bu faktörler arasındaki ilişkilerin YEM ile incelenmesidir. Literatürde nükleer enerji sosyal kabul sorununu içeren pek çok çalışma bulunmakla birlikte, kabul düzeyini etkileyen faktörleri hata terimlerini de içererek nedensel boyutta inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.



BİRİNCİ BÖLÜM

NÜKLEER ENERJİ

1.1. ENERJİNİN TANIMI

Dünyada hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve şehirleşme ile birlikte, küreselleşme sonucu artan ticaret ve üretim imkanlarına bağlı olarak, insan hayatının devamlılığı ve ülkelerin ekonomik kalkınmasında temel belirleyiciler arasında yer alan enerjiye olan talep giderek artmaktadır (Devlet Planlama Teşkilatı, 2006: 5).

En basit haliyle iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanan enerji, bir cismin kendisine direnç gösteren bir kuvvete karşı hareketini ifade etmektedir (Şen, 2002: 18). Hint mitolojisine göre tanrı ile eşdeğer tutulan bu kavrama yönelik birçok disiplin farklı açıklamalarda bulunmuştur. 1684'te Alman matematikçi Leibnitz enerjiyi canlı kuvvet olarak ifade ederek hareket halindeki bir insanın hızı ve vücut ağırlığı arasındaki matematiksel ilişki ile açıklamıştır (Goel, 2005: 1-4).

Hamilton (1983) ve Burbridge ve Harisson (1984) gibi neoklasik iktisatçılar tarafından enerji, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomisinde büyük öneme sahip bir faktör olarak tanımlanmıştır. Sanayide kullanılan enerji miktarında meydana gelen artış üretim miktarının ve dolayısıyla gayrisafi yurt içi hasılanın da artmasını beraberinde getirmektedir (Aytaç, 2010: 483). Ekonomik büyümenin, sanayileşmenin ve şehirleşmenin başlıca kaynağı haline gelen enerji, üretim ve tüketim faaliyetlerinde önemli bir girdi olarak kabul edilmektedir (Paul & Bhattacharya, 2004: 977).

1.2. ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji kaynakları taşkömürü, linyit, petrol, doğalgaz, su gücü, rüzgar gücü, jeotermal enerji, güneş enerjisi ve nükleer enerji gibi çeşitli şekillerde elde edilmesi mümkün olan ve insan yaşamını kolaylaştıran kaynaklardır.

Her canlı yaşamını sürdürebilmek için iç enerjiye gereksinim duymaktadır. Bu bağlamda ülkeler de canlılara benzemektedir. Yeterli düzeyde enerjisi olmayan ülkelerin dinamizmi ve gücü yoktur. Kendi kaynaklarından enerjilerini tedarik edemeyen ülkeler, enerjiyi ithal etmek zorunda kalırlar. Bu tip ülkelerin ayakta kalabilmesi dış etkenlere bağlı olduğundan, güçlü ve sağlıklı kalmak isteyen ülkelerin, öncelikle kendi enerji kaynaklarını üretebilmek ve kullanabilmek için her türlü çabayı göstermeleri gerekmektedir (Kasapoğlu, 1996: 1).

Hayatta kalmanın en temel unsurları arasında yer alan enerji, insan toplumlarının refahını ve gelişimini destekleyen önemli kaynaklardandır (Bithas & Kalimeris, 2016: 5). Uygarlığın başlangıcından bu yana insan hayatının vazgeçilmez bir parçası olan enerji kaynaklarından yararlanmanın tarihsel gelişimi Tablo 1.1’de gösterilmektedir.

Tablo 1.1: Enerji Kaynaklarından Yararlanmanın Tarihsel Gelişimi

Kaynağın Cinsi	En Erken Kullanıldığı Tarih	Kullanım Alanı
Odun	Tarih öncesi	Ev işleri, yemek pişirme ısıtma ve el sanatları
Rüzgar	Tarihin başlarında	Ulaşım
Su	Tarihin başlarında Orta çağda	Değirmenler
Kömür	XIII. yy. başlarında	Yemek pişirme ve ısıtma
Kömür	XVIII. yy. başlarında	Buhar makineleri ve maden işleme
Kömür	XIX. yy. başlarında	Buharla çalışan ulaşım araçları
Petrol	XIX. yy. sonları, XX. yy. başlarında	Aydınlatma, ısıtma, motorlu ulaşım araçları
Elektrik	XX. yy. başlarında	Fabrika aletleri, ulaşım araçlarında motor olarak
Kömür, Petrol, Odun ve Doğalgaz	XX. yy. başlarında	Teknik santrallerde elektrik üretimi
Su gücü	XX. yy. başlarında	Elektrik üretimi
Elektrik	XX. yy. başlarında	Hayatın her alanı
Doğalgaz	XX. yy. başlarında	Isıtma ve yemek pişirme
Atomik Enerji	XX. yy. başlarında	Elektrik üretimi, güç temini ve özel alanlar

Kaynak: Ahmet Demir, **Dünya Enerji Ekonomisi Üzerine Bir Araştırma**, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilimler Enstitüsü Yayınları, Ankara, 1968, s. 5.

İnsan toplumu elektrik, ulaşım yakıtları, doğalgaz vb. gibi farklı biçimlerde enerji talep etmektedir. Enerji arz kaynakları, sağladıkları enerji biçimine bağlı olarak herhangi bir işleme tabi tutulup tutulmaması ya da tükenebilir olup olmaması yönüyle birincil ve ikincil enerji kaynakları olmak üzere başlıca iki ana sınıfa ayrılmaktadır (Michaelides, 2012: 14).

1.2.1. Birincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji, doğada bulunan, işleme tabi tutulmadan doğrudan doğal kaynaklardan faydalanılan enerji biçimlerini kapsamaktadır. Kömür, ham petrol, doğal gaz, hidrolik enerji, rüzgar ve güneş enerjisinin çeşitli biçimleri birincil enerji kaynakları arasında yer almaktadır (Michaelides, 2012: 14). Dönüştürülmemiş enerji biçimleri olarak da adlandırılan birincil enerji kaynakları temelde iki gruba ayrılmaktadır (Legault, 2008: 41):

Yenilenemeyen enerji kaynakları: Fosil yakıtlar, kömür, petrol, doğal gaz, nükleer enerji

Yenilebilir enerji kaynakları: Su, güneş, jeotermal, biyokütle ve rüzgar enerjisi

1.2.2. İkincil Enerji Kaynakları

Enerji dönüşümü, herhangi bir enerji formunu bir diğerine dönüştürme işlemidir. İkincil enerji ise, dönüştürme işlemi uygulanan birincil enerji kaynağı aracılığıyla elde edilen enerji türüne karşılık gelmektedir (Bhattacharyya, 2011: 10). İnsan kaynaklı enerji dönüşümünden oluşan metallerin somutlaştırdığı ikincil enerji, fosil ve nükleer yakıtlar ile güneş enerjisinin dönüştürülerek insan yaşamı için gerekli ve yararlı olan elektrik veya ısı enerjisinin ortaya çıkarılmasıyla elde edilebilmektedir (Overgaard, 2008: 5-6).

Benzin, motorin, mazot, kok kömürü, ikincil kömür, hava gazı ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) bu tip enerji kaynakları arasında yer almaktadır (Koç ve Şenel, 2013: 33).

1.3. NÜKLEER ENERJİ

Bu kısımda nükleer enerjinin tanımı ve tarihçesi, avantajları ve dezavantajlarına değinilerek diğer enerji çeşitleri arasındaki yeri açıklanmıştır.

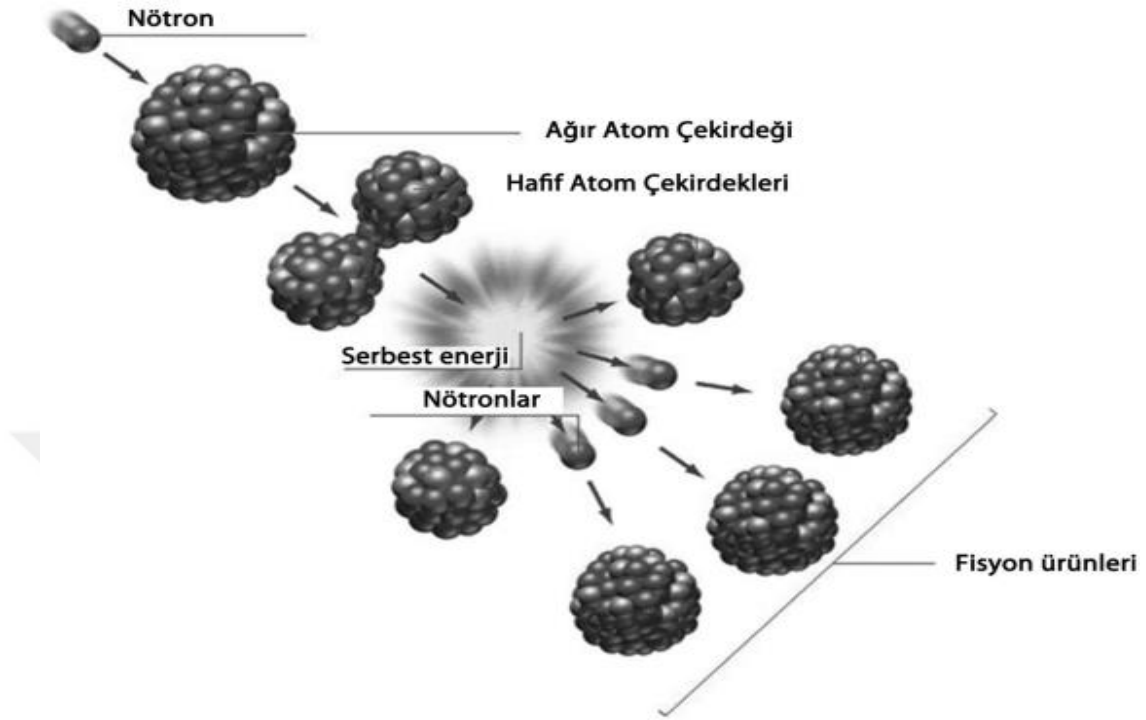
1.3.1. Nükleer Enerjinin Tanımı ve Tarihçesi

Nükleer teknolojilerin gelişimi, kaynağını bilimsel buluşlardan almaktadır. Fransız bilim adamı Henri Becquerel'in 1896 yılında radyoaktiviteyi keşfetmesi ile nükleer enerjinin temelleri atılmıştır. Bilim adamları 20. yüzyılın başlarında atomun, maddenin bölünemeyen en küçük parçacığı olduğunu düşünseler de, Ernest

Rutherford'un 1911'de atomun çekirdeğini ve çekirdeğin inanılmaz hızlarda hareket eden elektron olarak adlandırılan parçacıklarla çevrelendiğini keşfetmesi sonucunda bu fikir değişmiştir. Rutherford geliştirdiği atom modeli ile nükleer biliminin babası olarak kabul edilmiştir. 1930'lu yıllarda bilim adamları atomun yapısı ve çekirdeği hakkında pek çok şey öğrenmişti. Nötron olarak adlandırılan parçacıkların atom çekirdeğine bombardıman edilmesiyle atomun çekirdeğinin bölünmesi sağlandı. 1939'da bir grup Alman fizikçi uranyum atomunu parçalamayı başardığını açıklayarak bu süreci fizyon (çekirdek bölünmesi) olarak ifade ettiler. Bu gelişme üzerine, bilim adamları bir çekirdekten ayrılan nötronların başka bir çekirdeği bölmek ve bir dizi nükleer fisyon kurmak için kullanılabilme durumunu merak etmeye başlamasıyla birlikte nükleer fizyon serileri ortaya çıkarıldı. Zincirleme tepkime olarak ifade edilen bu durum ilk kez 1942'de İtalyan asıllı fizikçi Enrico Fermi tarafından kontrol altına alınmıştır. Bu gelişim nükleer çağın başlangıcı olarak kabul görmektedir (Morris, 2007: 6-8). Ticari anlamda elektrik üretiminde nükleer enerjiden faydalanmak için 1964'te başlatılan faaliyetler 1970'li yıllara doğru yaygınlaşmıştır. 1973'te yaşanan petrol krizinin tüm dünyaya yayılması ile elektrik üretiminde nükleer enerjiden yararlanma büyük bir hızla çoğalmıştır (İstanbul Ticaret Odası, 2007: 21).

Maddenin gözle görülemeyecek en küçük parçası olan atomun en ağır parçası çekirdekten oluşmaktadır (Develi vd., 2011: 250). Uranyum gibi ağır radyoaktif atomlara bir nötronun çarpması ile bu elementin daha küçük atomlara bölünmesi (fisyon-bölünme-parçalanma) veya hafif radyoaktif atomların birleşmesi ile daha ağır atomların meydana gelmesi (füzyon-bir araya gelme) çok büyük miktarda enerji açığa çıkarmaktadır. Önceden atom enerjisi olarak tanımlanan bu enerji türü çağımızda nükleer enerji olarak tanımlanmaktadır. Nükleer reaktörlerde fisyon tepkimesi ile elde edilen enerji elektrik enerjisine çevrilmektedir (Türkiye Elektrik İletim A.Ş., 2017).

Şekil 1.1: Tipik Bir Fisyon Reaksiyonu (Çekirdek Parçalanması)



Nükleer enerji elde etmek amacıyla yeryüzünde bulunan en önemli madenler uranyum, toryum ve plutonyumdur. Doğada, toryum ve plutonyuma göre daha yaygın bir şekilde bulunan uranyum madeninin atom çekirdeğini parçalaması sonucu nükleer enerji açığa çıkmaktadır. Bu tepkime ile nükleer santrallerde ortaya çıkan ısı enerjisi, önce mekanik enerjiye ardından elektrik enerjisine dönüştürülerek ekonomik ve ticari alanda kullanıma sunulmaktadır (İstanbul Ticaret Odası, 2007: 18).

1.3.2. Nükleer Enerjinin Avantajları

Günümüzde nükleer enerji, dünyanın hızla artan enerji talebini karşılamak için son derece düşük karbondioksit emisyonuna sahip çevre dostu bir enerji kaynağı olma doğrultusunda yararlı bir strateji olarak kabul edilmiştir (Wang & Li, 2016: 165). İklim değişikliği ile mücadelede nükleer enerji, muhtemel bir iklim değişikliğini azaltma stratejisi olarak görülebilir çünkü bu tür enerji kaynaklarının kullanımında çevreye zarar veren karbon salınımı oldukça düşüktür (Visschers vd., 2011: 3621). Yakın bir gelecekte petrol ve doğalgaz rezervlerinin tükenmesi ile, doğada kalan ve en kirletici enerji kaynaklarından biri olan kömür küresel ısınma eğilimini büyük ölçüde arttıracaktır

(Comby, 2006: 2). Yeryüzünde fosil yakıt rezervlerinin yetersiz kalması ile bu boşluğu doldurmak için diğer ucuz enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulacaktır (Roth vd., 2009: 413).

Potansiyel rezervleri yüksek olan nükleer enerji tesislerinde, petrol ve doğalgazın aksine yer kabuğunun her yerinde; özellikle Kanada ve Avustralya'da bol miktarda bulunan uranyum (ve gelecekte toryum) madenini kullanılmaktadır. Fosil yakıtların kullanılmasıyla ortaya çıkan karbondioksit, kükürt dioksit veya azot oksit gazları, nükleer enerji kullanımıyla üretilmemektedir. Bir gram uranyum, bir ton kömür ya da petrol kadar enerji üretir. Buna göre, nükleer atıklar fosil yakıt atıklarından yaklaşık bir milyon kat daha küçüktür. Çoğu fosil yakıt atığı küresel ısınmaya, asit yağmurlarına, dumana ve diğer atmosferik kirliliklere neden olmaktadır. (Comby, 2006: 2-3). Binlerce ton kömürün verdiği enerjiyi, bir nükleer tesiste 1 tonluk uranyum yakıtı verdiğiinden yeryüzünde mevcut olan uranyumun çok uzun yıllar enerji ihtiyacını karşılayacağı ve bu sayede enerji üretiminde süreklilik sağlanacağı düşünülmektedir (Brown, 1964: 116). Bununla birlikte Türkiye'de Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) verilerine göre Yozgat'ta 3858 ton, Manisa'da 2850 ton, Aydın'da 1933 ton ve Uşak'ta 490 ton uranyum madeni bulunmuştur (İstanbul Ticaret Odası, 2007: 79). Toryum kaynakları açısından ise, en zengin ülkelerden biri olan ülkemizde MTA'nın yapmış olduğu çalışmalarda 380.000 ton görünür rezerv tespiti yapılmıştır. Dolayısıyla, ülkemizin toryum ile ilgili çalışmalar yapması son derece önemlidir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2016: 9).

Nükleer enerji temiz, güvenilir ve rekabetçi bir enerji kaynağıdır. Atmosferi büyük oranda kirleten ve sera gazı etkisine maruz bırakan fosil yakıtların önemli bir bölümünün (kömür, petrol ve gaz) yerini alabilecek tek enerji kaynağı olarak düşünülmektedir. Yakın bir gelecekte petrolün tükenmesi ve iklim değişikliği ile mücadele etmek istiyorsak daha verimli enerji kullanımı ve sürdürülebilir yaşam tarzları teşvik edilmeli, medeniyetimizin hayatta kalmasını sağlamak için nükleer enerji hayata geçirilmelidir. Nükleer güç kullanımı, özellikle günümüzde büyük miktarda petrol ve kömür yakan tüm gelişmiş ülkelerde hızla yaygınlaştırılmalıdır (Comby, 2006 : 4).

Nükleer santrallerin güvenilir oldukları bağımsız lisanslı kuruluşlar tarafından yapılan güvenlik değerlendirmeleri sonucunda belirlenmiştir. Santraller işletmelerde

olduğu sürece sürekli denetim altında tutulurlar. Santrallerin insanlara ve çevreye verebilecekleri zararları ile kaza riskleri ileri teknolojilerle devamlı kontrol edildiğinden güvenilirlikleri oldukça yüksektir (İstanbul Ticaret Odası, 2007: 23).

Aralıklı bir şekilde inşa edilen, büyük arsaları kapsayan güneş pillerinin ve rüzgar enerjisi türbin çiftliklerinin aksine nükleer enerji santralleri verimli arazileri işgal etmemekte ve daha küçük alanlarda konumlandırılabilir. İyi tasarlanmış, iyi yapılandırılmış, iyi işletilen ve bakımlı nükleer enerji sadece temiz değil aynı zamanda güvenli, güvenilir, dayanıklı ve rekabetçidir (Comby, 2006: 2).

Nükleer sanayiinde radyasyona bağlı olarak ortaya çıkan ve insan sağlığına yönelik en büyük tehlike olarak bilinen radyoaktivite sızması, tesisin rutin işleyişi sırasında meydana gelmektedir. Halkın nükleer gücün karşısında durmasındaki en büyük yanlış radyasyonun tehlikeleri kavramında yatar. Bunu anlamamanın en iyi yolu yaşantımızın her saniyesinde doğal radyasyon ile bize çarpan doğal kaynaklı 15.000 parçacık ile karşılaştırmaktır. Çünkü bir riski anlamak için en iyi yol, onu bilinen diğer risklerle karşılaştırmaktır. Radyasyon ölçüsü milirem (mrem) olarak tanımlanmakta ve uzaydan dünyaya yağın kozmik ışınlardan yayılan parçacıklar yoluyla yılda 30 mrem radyasyon dünyamıza ulaşmaktadır. Bunun yanı sıra yeryüzünde uranyum, toryum, potasyum gibi radyoaktif maddelerden ise yılda 20 mrem; beton ve topraktan inşa edilen binaların her yanından 10 mrem radyasyona maruz kalındığı dikkat çekmektedir. Bu durum, yaşamış ve yaşayacak her insan için geçerlidir. Bir göğüs ya da dış röntgeni insan vücudunu 10 mrem, 38.85 gram alkol 140 mrem, bir fincan kahve ise 2.4 mrem, günde bir buçuk paket sigara içen biri yılda 8000 mrem radyasyona maruz kalırken bir nükleer santralin yakınında yaşayan insanlar, yılda yalnızca 1 mrem kadar ekstra radyasyon almaktadır. Alınan her 1 mrem radyasyon kanserden ölme riskini yalnızca 8 milyonda 1 oranında arttırırken; bu durum radyasyonun kanserin en önemli etmenlerinden biri olmadığını göstermektedir (Cohen, 1995: 16-17- 102).

Bir nükleer enerji santralının tasarımı sırasında en önemli husus; yapımı, işletilmesi ve tesislerin yüksek fiziki güvenliğini sağlamak olduğundan, risk herhangi bir endüstriyel tesiste olduğundan daha düşüktür. Bu tesisler en katı uluslararası güvenlik standartlarıyla inşa edilmiş olup işletme ulusal düzenleyici kurumlar ve uluslararası

kuruluşlar tarafından nükleer enerji yasal çerçevesinin uygulanması için doğrudan onaylanıp denetlenmektedir (Puig, 2009: 426).

Güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi gibi alternatif enerji kaynakları oldukça pahalı olmakla birlikte halen dünyanın güncel ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde enerji üretememektedir (Visschers vd., 2011: 3621). Günümüzde birçok bilimsel çalışmanın önemli bir kısmını oluşturan ve çoğunlukla elektrik enerjisi üretiminde kullanılan nükleer enerji; sürekli ve ucuz elektrik elde etme imkanı sunması, en yüksek seviyede güvenliğin sağlanması, çevresel etkilerin en aza indirilmesi nedeniyle çok sayıda gelişmiş ve gelişmekte olan ülke tarafından tercih edilmektedir (İstanbul Ticaret Odası, 2007: 19).

Bununla birlikte, nükleer tesisler inşa edip çalıştıracak kabiliyeti olan mühendis ve bilim adamlarına sahip olmak bir ülke için büyük önem arz etmekte ve ülkede yer alan nitelikli personel sayısını arttırmaktadır (Brown, 1964: 118).

1.3.3. Nükleer Enerjinin Dezavantajları

Hayatımızı kolaylaştıran ve bizleri çağdaş, uygar çevreye getiren teknolojilerin hepsi belirli risk ve tehlikeleri de beraberinde getirmiştir. Doğaya zararı olmayan teknolojik bir gelişme neredeyse yok gibidir. Nükleer santraller de sürekli ve ucuz enerji sağlamakla birlikte bazı riskler taşıdığından bu çerçevede değerlendirilmelidir. Ancak bu tehlikeleri kontrol altında tutmak mümkün olmaktadır (Türkasya Stratejik Araştırmalar Merkezi, 2006: 53).

Nükleer santrallerde kullanılacak cevherin çıkarılması, zenginleştirilmesi, işlenmesi ve kullanımı sürecinde kirlenme olduğu gibi atıkların işlenmesi ve depolanması esnasında da çevre kirlenmesi oluşmaktadır. Uranyum parçalanması sırasında meydana gelen ve katı, sıvı, gaz halde bulunan radyoaktif atıklar hiçbir işleme tabi tutulmadan çevreye salındığı takdirde, çevre ve insan sağlığı açısından tehlike oluşturur. Birtakım teknik işlemlerle konsanstrasyonlarının azaltılması ve nihai olarak depolanması ile kontrol edilebilir düzeye getirilebilir. Cevherin çıkarılmasından itibaren atığın meydana gelmesine kadar geçen süreçte insan sağlığının ve doğal çevrenin korunmasına yönelik uluslararası standartta izlenmesi gereken yöntemler ve uyulması gereken kurallara bağlı kalınmalıdır (Devlet Planlama Teşkilatı, 2001: 19; Türkasya Stratejik Araştırmalar Merkezi, 2006: 60).

Nükleer atık malzemelerinin yeni yakıt elde etmek için yeniden işlenmesi mümkündür. Ancak atıkların üretildikleri yerde bulunan enerji santrallerinden yeniden işleme tesislerine ve nihayetinde daimi havuza güvenli bir şekilde taşınması son derece önemlidir. Bir ulaşım kazası, geniş alanlar üzerinde çok büyük çevresel etkilere neden olabilir. Örneğin, Japon reaktörlerin harcanmış yakıtlarının çoğu Avrupa’da yeniden işlenmek üzere sevk edilmektedir. Cam şeklindeki atıklar (vitrifiye atıklar) ve geri kazanılan uranyum ve plutonyum reaktörlerde geri dönüştürülmesi için Japonya’ya geri gönderilmektedir. Bu durumda ortaya çıkan bir nakliye kazası büyük bir çevre felaketine neden olacaktır (Michaelides, 2012: 159).

Nükleer enerjiyi kullanmanın bir diğer dezavantajı, bir nükleer güç istasyonu kurmak için çok fazla yatırıma ihtiyaç duyulmasıdır. Bununla birlikte nükleer sanayi, güvenlik için diğer herhangi bir endüstriden daha fazla finansal kaynak ayırmaktadır. Yatırım yapıldıktan sonra üretim maliyeti çok düşük olmasına rağmen, gelişmekte olan ülkeler için böyle pahalı alternatif bir enerji kaynağı yaratmak her zaman mümkün değildir. Bununla birlikte, bir nükleer enerji santralinin inşası ortalama 5-10 yıl sürmektedir (Joenardjade, 2017; Puig, 2009: 425; The Cost of the Nuclear Power Sector, 2012: 239).

Bir nükleer santralin ortalama ömrü 30 ile 40 yıl arasında değişmektedir (Puig, 2009: 425). İşletme ömrü bittikten sonra santrallerin sökölme maliyeti ise 3 milyar doları bulmaktadır.

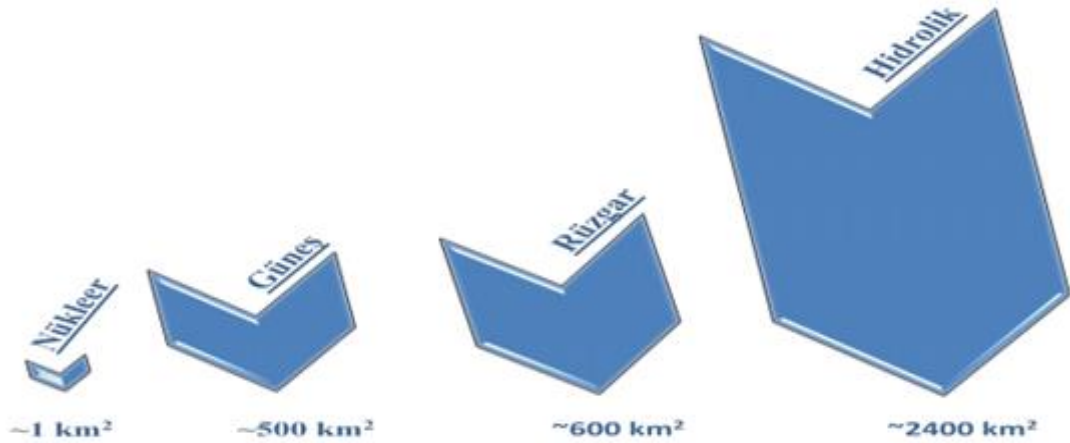
Nükleer silahlar son derece zararlı olduğundan, bunların insanlara karşı kitle imha aracı olarak kullanımını önlemek de büyük önem teşkil etmektedir. Bu yönde atılabilecek önemli bir adım, kullanıma hazır halde nükleer silaha sahip ülkelerin sayısını en aza indirmek; bir diğer deyişle nükleer silahların çoğalmasından kaçınmaktır (Cohen, 1995: 199). Bilimsel amaçla kurulan nükleer santrallere yönelik saldırılar ise büyük alanlara, su kaynaklarına radyasyon yayılmasına ve insan hayatını tehlikeye atabilecek çok sayıda felakete yol açabilir (Demirci, 2012: 2).

Nükleer güç reaktörlerine sahip ülkeler grubuna katılmak isteyen ülkeler, nükleer teknolojiye sahip olmak için gerekli sorumluluk duyularına sahip olduklarını ve bunun gerektirdiği tüm şartları yerine getirebildiklerini göstermelidir (Puig, 2009: 425).

1.3.4. Nükleer Enerjinin Diğer Enerji Çeşitleri Arasındaki Yeri

Şekil 1.2’de yenilenebilir enerji santralleri ile nükleer enerji santralleri kapladıkları alan bakımından karşılaştırılmıştır. Buna göre bir nükleer santral yerine rüzgar santrali kuracak olduğumuzda Yalova’nın tamamının rüzgar panelleri ile kaplanması, hidroelektrik santrali kuracak olduğumuzda ise Düzce’nin tamamının sular altında kalması gerekecektir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yayın No:2: 10). Bu anlamda nükleer enerjinin gelişimi, yenilenebilir enerji santrallerinin verimli topraklar üzerinde kurulmasını engelleyerek orman alanlarının tahribatını önleyebilir.

Şekil 1.2: Yenilenebilir Enerji Santralleri İle Nükleer Güç Santralinin Kapladığı Alan



Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yayın No:2: 10.

Dünya nüfusunda meydana gelen sürekli artış, enerji talebindeki artışı da beraberinde getirmektedir. Tablo 1.2’de dünyanın artan enerji talebini karşılamak için kullanılan çok sayıda enerji kaynağı, avantajları ve dezavantajları açısından karşılaştırılmaktadır.

Tablo 1.2: Enerji Kaynaklarının Avantajları ve Dezavantajları Açısından Karşılaştırılması

Avantajlar	
<i>Rüzgar</i>	Yenilenebilir bir kaynak olmakla birlikte nispeten ekonomiktir. Rüzgar enerjisi, ekosisteme en az zararı olan ve emisyon üretmeyen bir kaynaktır. Dolayısıyla çevre dostu enerji türlerinden biri olarak kabul edilir.
<i>Güneş</i>	Güneş ışığı doğrudan elektriğe dönüştürülür. Santral kurulduktan sonra güneş enerjisinin maliyeti düşüktür. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alır ve emisyonu sebep olmaz.
<i>Kömür</i>	Edinimi kolay, nispeten ucuz bir kaynaktır.
<i>Doğalgaz</i>	Diğer fosil yakıtlara kıyasla %70 daha az karbondioksit üretir. Doğalgaz yaygın olarak mevcut olmakla birlikte nispeten temiz bir kaynaktır. Kolayca taşınır.
<i>Petrol</i>	Ekonomik ve taşınması kolaydır. Yüksek ısıtma değerine sahiptir.
<i>Hidroelektrik</i>	Emisyona sebep olmayan güvenilir bir kaynaktır. Büyük miktarda güç üretme kapasitesi bulunur. Hidroelektrik santraller, güneş veya rüzgar enerjisi gibi diğer yenilenebilir kaynaklardan da önemli ölçüde fazla enerji üretmektedir.
<i>Nükleer</i>	Nükleer enerji güvenilir, istikrarlı ve güvenli bir şekilde çalışır. Öngörülebilir maliyetleri vardır. Çok güç üretebilir, vasıflı işçiler için iş olanağı yaratır. Karbondioksit veya diğer sera gazı emisyonlarına sebep olmaz.
Dezavantajlar	
<i>Rüzgar</i>	Rüzgar enerjisi, hava koşulları ve rüzgar hızları dalgalandığından aralıklı olarak güç üretir. Rüzgar çiftlikleri de her lokasyon için uygun değildir. Çok fazla alan kaplarlar. Rüzgar hızları daha yüksek rakımlarda daha güçlü ve tutarlı olduğundan, rüzgar çiftlikleri yüksek zemin üzerine kurulduğunda daha etkilidir.
<i>Güneş</i>	Güneş enerjisi, rüzgar çiftlikleri gibi kurulum aşamasında pahalı başlangıç maliyetleri arz eder ve çok fazla arazi kullanır. Doğrudan güneş ışığına bağlı olduğu için enerji üretimi hava şartlarına bağlıdır.
<i>Kömür</i>	Kömürle çalışan santraller sera gazı salınımına, asit yağmurlarına ve küresel ısınmaya neden olur.
<i>Doğalgaz</i>	Nakliye masrafları yüksektir. Altyapı eksikliğinden dolayı gaz kaynakları bazı alanlarda kullanılamamaktadır.
<i>Petrol</i>	Emisyona sebep olmaktadır. Boru hatları ekosistemi etkilemektedir. Yenilenebilir bir enerji kaynağı değildir. Yeryüzünde bulunan tükenbilir enerji kaynakları içerisinde yer alır. Yüksek karbondioksit emisyonuna sebep olur. Sınırlı alanlarda mevcuttur. Doğalgaz ve kömür kaynaklarından önce tükenebilir. Sondaj veya nakliyesi sırasında çevreye olumsuz etkiler bırakabilir.
<i>Hidroelektrik</i>	Hidroelektrik barajların inşası son derece maliyetlidir. Barajlar kuraklıktan etkilenebilir. Baraj çökmesi genellikle hayat kaybına neden olur. Barajlar etrafındaki çevreyi değiştirerek çevresel etkiye sebep olur.
<i>Nükleer</i>	Yüksek maliyetlidir. Nükleer santrallerin modernizasyonu yıllar alır. Potansiyel nükleer silah yayılması sorunu vardır. Radyoaktif atığın uzun süreli depolanması gerekir.

Kaynak: <http://energy4me.org/all-about-energy/what-is-energy/energy-sources/>; Vasa Sideris, 2015, <http://www.thespec.com/news-story/2198451-comparing-our-energy-sources/>, 2017.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Türkiye’de 1990-2013 yılları arasında kişi başına düşen sera gazı emisyonu %110’luk bir artış göstermiştir. Dünya Nükleer Birliği’nin (World Nuclear Association - WNA) verileri incelendiğinde ise, santralin imalatından sökülümüne kadar toplam yaşam döngüsü içerisinde en fazla sera gazı emisyonuna, fosil yakıtlı santrallerin sebep olduğu görülmektedir. Örneğin, kömür santrallerinde 1kWh elektrik başına salınan karbon miktarı 1000 gram, petrol santrallerinde 840 gram, doğalgaz santrallerinde ise 470 gramdır. Bununla birlikte fosil yakıtların tükenebilir olduğu da göz önünde bulundurulduğunda yeni, temiz ve yenilebilir kaynak ve teknolojiler barındıran bir enerji sistemi son derece gereklidir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2016: 2; Baykara, 2006: 130).

1.4. DÜNYADA ENERJİ ARZ-TALEBİ VE NÜKLEER SANTRALLERİN DURUMU

Bir malın talebini fiyatı, tüketicinin geliri, zevk ve tercihleri, diğer malların fiyatı, gelecekteki fiyat değişikliklerine ilişkin beklentiler, reklam harcamaları, ürünün kalitesi, gelir ve servet dağılımı, yaşam standartları ve harcama alışkanlıkları, nüfus yapısı gibi unsurlar etkilemektedir (Reddy ve Saraswathi, 2007: 144). Günümüzde toplumların kişi başına ürettiği ve tükettiği enerji miktarı, kalkınmanın ve refahın en temel göstergelerinden biridir. Enerji talebi, ekonomik faaliyetlerin gerçekleşmesi amacıyla, çeşitli kurumlar ve bireyler tarafından talep edilen enerji miktarıdır. Enerji arzı ise, enerji kaynaklarının işlenerek kullanıma hazır hale getirilmesiyle ilişkilidir. Enerji arzı, mevcut ekonomik koşullarda talebin karşılanması için doğal oluşumlar ve yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji ihtiyacının karşılanmasıdır (Adaçay, 2014: 87 - 90).

Enerji insan yaşamı için kaçınılmazdır. Güvenli ve erişilebilir bir enerji kaynağı, modern toplumların sürdürülebilirliği için son derece önemlidir. Tarih boyunca, uygarlıkların gelişimi ile birlikte, insan için enerji talebi sürekli artmıştır. Küresel enerji talebindeki artışın önümüzdeki yıllarda da insan nüfusunun artması, kentleşme ve modernleşme eğilimleri ile hızla artacağı tahmin edilmektedir (Asif & Muneer, 2007: 1388-1389).

Yapılan tahminler, 2030 yılına kadar dünya nüfusunun 8,3 milyara ulaşacağını göstermektedir. Bu durum gelecekte 1,3 milyar insana daha enerji arzı sağlanması gerektiğini ortaya koymaktadır (Adaçay, 2014 : 91). Nüfus arttıkça enerji kullanımının

da aynı oranda artacağı dikkat çekmekte ve Uluslararası Enerji Ajansı'na göre 2035 yılında dünya enerji talebinin bugüne oranla %40 artacağı öngörülmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011: 2).

Dünyada elektrik talebinin yaklaşık %11'i nükleer enerjiden karşılanmaktadır (International Energy Agency, 2016: 26). Tablo 1.3'te bazı ülkelerde bulunan ve faal durumda olan nükleer santral sayıları ile elektrik üretimi içerisindeki oranları gösterilmektedir.

Tablo 1.3: Bazı Ülkelerin Nükleer Santral Sayısı ve Elektrik Üretimindeki Oranları

Ülke	Nükleer Santral Sayısı	Elektrik Üretimindeki Oranları (%)
ABD	99	20.4
Fransa	58	76.3
Japonya	42	0.4
Rusya	35	18.6
Kore	24	31.5
Kanada	19	15.9
İngiltere	15	17.4
İsveç	10	34.3
İspanya	8	20.3
Almanya	8	14.1
Belçika	7	38.5

Kaynak: <http://www.oecd-neo.org/ndd/pubs/2016/7300-ned-2016.pdf>, 2017.

Nükleer enerjinin ülkelerin elektrik üretimindeki paylarına bakıldığında Fransa %76 ile ilk sırada yer almaktadır. Dünyada 1960'lı yıllardan itibaren yaygınlaşan nükleer santrallerin sayısı 2016 yılı Kasım ayı itibariyle 450'ye ulaşmıştır (Euronuclear, 2017). ABD, Fransa, Japonya ve Rusya bünyesinde en fazla nükleer santral barındıran ülkeler olmakla birlikte 450 santralin 234'ü bu ülkelerde yer almaktadır.

Arnavutluk, Portekiz, İrlanda, Hırvatistan, Sırbistan, Belarus, Letonya, Norveç, Polonya, Estonya ve Türkiye yakın bir gelecekte oluşacak yüksek elektrik talebini nükleer santralden karşılamayı düşünen ülkeler arasındadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2012: 21).

1.5. TÜRKİYE’DE NÜKLEER ENERJİ POLİTİKASININ GELİŞİMİ

Ülkelerin ekonomik gelişimlerini sürdürmesi bakımından en temel faktörlerden biri olan enerji, uzun soluklu politika ve stratejilerin uygulanmasını gerektiren bir alan olarak önemini gün geçtikçe artırmaktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2012: 27).

Türk enerji politikası, enerji arzının güvenilir, yeterli ve zamanında teminat altına alınması üzerine yoğunlaşmıştır. Ekonomik, temiz şartlarda ve sosyal gelişmeleri destekleyerek yönlendirilmesi planlanan Türkiye’nin enerji politikası şu temel direktlere sahiptir (International Atomic Energy Agency, 2017).

- Artan talep ve ithalat bağımlılığına karşı enerji güvenliği ile ilgili faaliyetleri önceliklendirmek
- Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde, enerji zincirinin tüm aşamalarındaki çevresel kaygıları göz önünde bulundurmak
- Verimliliği artırmak ve rekabetçi çerçeve oluşturmak suretiyle şeffaflığı arttırmak için enerji sektöründeki reform ve liberalizasyon faaliyetlerini hızlandırmak
- Enerji teknolojileri ile ilgili Ar-Ge çalışmalarını ve faaliyetlerini güçlendirmek

Enerji ile ilgili politika konuları, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın (ETKB) sorumluluğundadır. Kısa, orta ve uzun vadeli politikaları ve önlemleri de dikkate alarak enerji planlaması çalışmaları yukarıda listelenen hedefler çerçevesinde ETKB tarafından yürütülmektedir.

Türkiye’de nükleer enerji endüstrisinin geliştirilmesi için uygulanan politikalar ise: a) nükleer güvenlik ve denetim ile nükleer düzenlemelerin geliştirilmesi, nükleer santrallerin lisans genişletilmesi de dahil olmak üzere emniyet ve lisanslama; b) nükleer enerji santrallerinin işletilmesi ile ilgili bir kalite yönetim sisteminin geliştirilmesi; c) nükleer enerji santrallerinin işletilmesi, bakımı ve devre dışı bırakılması ve harcanmış yakıt ve radyoaktif atıkların yönetimi alanlarında teknolojilerin geliştirilmesi; d) bir nükleer yakıt üretim tesisi kurulmasını teşvik etmek; e) kapasitelerinin geliştirilmesi için eğitim yoluyla ilgili Türk kuruluşlarına teknik yardım sağlanması; f) nükleer enerjinin barışçıl kullanımları konusunda halkın bilinirliğini ve kabulünü teşvik etmek amacıyla atölye çalışmaları, toplantılar, seminerler ve konferansların organizasyonu; g) nükleer

enerji endüstrisi alanında teknolojinin geliştirilmesi ve transferi olarak belirlenmiştir (Atiyas, 2015: 7-8).

Türkiye’de nükleer santral kurma girişimleri uzun yıllardır süregelmektedir. Bu anlamda öncelikle ABD ve Türkiye arasında Mayıs 1955’te atom enerjisinin barışçıl yollarla kullanılmasına yönelik ilk işbirliği anlaşmasını imzalanmıştır (Fischer, 1997: 29). 1956’da radyasyon ve nükleer enerji politikalarına yön vermek amacıyla Türkiye’de Atom Enerjisi Komisyonu kurulmuştur. Bu gelişme ile nükleer enerji çalışmaları başlatılmıştır. 1957’de ise Türkiye, Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (UAEA) üyesi olmuştur. 1962’de TR-1 adlı test reaktörü Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi’nde çalıştırılmıştır. 1970’li yıllarda ise Türkiye’de nükleer santral yapımı için fizibilite etütleri yapılmaya başlanmıştır (Ruan, 2008: 1070).

Türkiye aynı zamanda nükleer silahların arttırılmasının (NPT) ve nükleer terörizmin önlenmesine, nükleer maddelerin fiziksel korunmasına, Türkiye ile UAEA arasında NPT antlaşmasına ilişkin olarak güvenlik denetimi uygulanmasına dair çok sayıda uluslararası sözleşmeye taraftır (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, 2017).

1.5.1. Türkiye’nin Enerji İhtiyacı

Ülkemiz, İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) ülkeleri içerisinde geçtiğimiz 10 yıllık dönemde enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülke konumuna gelmiştir. Türkiye, bu dönemde enerji sektörünün her kesiminde hızlı bir talep büyümesi yaşamaktadır. Bununla birlikte Türkiye 2002 yılından beri doğalgaz ve elektrik talebi büyümesi açısından Çin’den sonra ikinci sırada yer almaktadır. Enerji talebi büyüme eğiliminin uzun vadede devam edeceği beklenmektedir (Ministry of Foreign Affairs, 2017).

Geçtiğimiz yüzyılın son yılında 80 milyon ton petrol karşılığı enerji tüketen Türkiye’nin, 13 yıl sonra 2013 yılındaki enerji tüketimi %50 artışla 120 milyon ton olmasına rağmen aynı dönemde enerji üretimindeki artış bu seviyeye ulaşmamıştır. Geline nokta Türkiye, dünyada enerjide dışa bağımlılığın en yüksek olduğu ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye ekonomisinin istikrarlı büyüebilmesi ve dışa bağımlılığın azaltılması için mümkün olan tüm yerli kaynakların enerji üretimi amacıyla değerlendirilmesi gerekmektedir (Tamzok, 2014: 1-2).

Türkiye'nin yerli enerji kaynaklarının sınırlı olması durumu, başta petrol ve doğalgaz olmak üzere enerji ithalatına bağımlılık yaratmaktadır. Ülkemizde artan enerji talebi ile beraber toplam enerji talebinin yaklaşık %25'i yerli kaynaklar tarafından karşılanmakta geri kalanı ise çeşitlilik arz eden ithal kaynaklardan karşılanmaktadır.

Bununla birlikte toplam birincil enerji talebinin mevcut 125 Mtoe düzeyinden 2023 yılına kadar 218 Mtoe'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir. Şu anda, birincil enerji talebi doğalgaz (%35), kömür (%28,5), petrol (%27), hidro (%7) ve diğer yenilenebilir kaynaklar (%2,5) ile karşılanmaktadır. Türkiye'nin hızla artan elektrik talebi 2015 yılında 264 TWh'ye ulaşmıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın tahminlerine göre, Türkiye'nin nihai elektrik talebinin 2023'te 416 TWh'ye ulaşması beklenmektedir (Ministry of Foreign Affairs, 2017).

Türkiye'nin 2020 yılına kadar enerji ihtiyacının %200, dünyada ise bu oranın %60 olacağı beklenmektedir. Dolayısıyla Türkiye enerji yatırımlarını dünya ortalamasının 3 katı arttırarak yatırım yapmalıdır (İstanbul Ticaret Odası, 2007: 12).

Türkiye, enerji bağımlılığını azaltmak, yerli kaynakların kullanımını maksimize etmek, iklim değişikliği ile mücadele etmek amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının payını arttırma; ithal fosil yakıtlara bağımlılığını azaltmak amacıyla nükleer enerjiden yararlanma çabalarını sürdürmektedir. 2023 yılına gelindiğinde Türkiye, Mersin/Akkuyu ve Sinop'ta inşa edilecek olan iki nükleer santralden toplam elektrik ihtiyacının %10'unu karşılamayı planlamaktadır (Ministry of Foreign Affairs, 2017).

1.5.2. Türkiye'de Enerji Üretiminin Enerji Tüketimini Karşılama Oranı

İhtiyaç duyduğu enerjiyi güvenilir, zamanında, kesintisiz, temiz ve ucuz bir şekilde temin edebilen ülkeler gelişmiş ve sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşmış ülkeler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda gelişmiş ülkeler kaynak çeşitliliğinin öneminin farkındalığıyla birlikte, enerji planlamalarını yaparak enerji politikalarını geliştirmeye başlamışlardır. Ülkemizde ise enerji üretim ve tüketiminin farklı eğilimlerle gelişim göstermesi sonucunda 1970 yılında %76 olan üretiminin tüketimi karşılama oranı, 2000 yılında %35, 2004 yılında ise %28 değerine düşmüştür. Enerji Bakanlığı'nın tahminlerine göre, bu azalmanın hızlı bir şekilde devam ederek 2020 yılında üretimin tüketimi karşılama oranının %24'e düşmesi beklenmektedir. Bu sebeple, ülkemiz

açısından enerjide dışa bağımlılığının artması kaçınılmaz bir durumdur (İskender, 2004: 131).

Enerji talebi, nüfustaki artışa ve ekonomik büyümeye bağlı olarak artacaktır. Türkiye, nüfusu ve kişi başına düşen enerji tüketimi itibariyle yetersiz enerji kaynağına sahip olmakla birlikte dünya genelinden daha düşük bir ortalama sahipdir. Ülkemiz bu nedenle çeşitli enerji kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır. Geleceğe yönelik enerji politikası oluşturması Türkiye açısından bir gereklilik arz etmektedir (Baydoğan, 2006: 42).

1.5.3. Türkiye'nin Nükleer Enerji Santrali Kurma Girişimleri

Türkiye her geçen yıl artan enerji ihtiyacını karşılamak için nükleer santrallerden faydalanmayı planlayan ülkeler arasında yerini almaktadır. Bu amaç doğrultusunda Mersin ve Sinop illerinde inşa edilecek nükleer santraller için Rusya ve Japonya ile çeşitli anlaşmalar imzalanmıştır.

Türkiye Cumhuriyeti ile Rusya Federasyonu arasında 12.05.2010 tarihinde Akkuyu Sahasında Bir Nükleer Santral Kurulumu ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Anlaşma imzalanmıştır. Bu anlaşma gereğince Akkuyu sahasında 4 ünite 1200 MWe Rus tasarımı VVER reaktörü kurulması hedeflenmektedir. Santralin inşası ve işletiminde olabildiğince Türk personelin eğitilmesi ve istihdam edilmesi planlanmaktadır. Bu anlamda 2010 yılından bu yana Rusya'ya, nükleer mühendislik eğitimi almak üzere toplam 307 Türk öğrenci gönderilmiştir. Bu öğrenciler MEPhI Üniversitesi'nde öğrenim görmektedir. Santraller işletmeye açılmadan evvel Rusya'da eğitim alacak Türk öğrenci sayısının, 600'e ulaşması planlanmaktadır. Ayrıca, Rusya'daki nükleer mühendislik eğitiminin bir bölümünün ülkemize transfer edilmesi için Rosatom, Moskova Enerji Enstitüsü (MEI) ve üniversitelerimiz ile görüşmeler sürmektedir. Bununla birlikte Akkuyu Nükleer Santrali'nin temeli ise 14.04.2015 tarihinde atılmıştır. 2022 yılında santralin ilk ünitesinin ticari olarak işletmeye açılması hedeflenmektedir. Diğer üniteler ise birer yıl arayla işletmeye açılacaktır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2016: 14).

Türkiye'de kurulması planlanan bir diğer santral ise Sinop Nükleer Santrali'dir. Sinop Nükleer Santrali, Japonya'daki Mitsubishi Heavy Industries ve Itochu Corporation ve Fransa'dan GDF Suez'den oluşan bir konsorsiyum tarafından inşa edilmesi planlanmaktadır. Proje, 4400 MWe kapasiteli dört ATMEA-1 tipi reaktörünün yapımı ve

işletilmesinden oluşmaktadır. Projenin toplam maliyeti 22 milyar dolar olmakla birlikte ilk ünitesinin 2023 yılında faaliyete geçmesi beklenmektedir. Türkiye Cumhuriyeti ile Japonya arasında Nükleer Santrallerin Geliştirilmesi İçin İşbirliği Anlaşması'nı Mayıs 2013'te imzalamıştır. Bu anlaşma, iki taraf arasındaki işbirliği alanlarını, fizibilite çalışmalarını, projenin ekonomik etki değerlendirmelerini, nükleer enerji santralının proje sahasındaki tasarımı, inşası, işletimi ve onarımını içermektedir. Bununla birlikte işbirliği alanları, nükleer güvenliğin sağlanması, operasyon ve bakım eğitim programlarının yürütülmesi ve tesis için vasıflı işgücünün geliştirilmesi için bir nükleer teknoloji merkezi kurulumunu da içermektedir (Atiyas, 2015: 7-8).

1.6. NÜKLEER ENERJİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bugün üzerinde en çok tartışılan konulardan biri olan nükleer enerji ile ilgili literatürde pek çok çalışma mevcuttur.

Wang ve Li (2016) Çin Halk Cumhuriyeti'nde üniversite öğrencilerinin nükleer güç kabulünü yapısal eşitlik modeli ile açıklayan nedensel bir model geliştirmiştir. Modelde, algılanan enerji arz faydasının, çevresel faydaların ve risklerin, Çinli üniversite öğrencilerinin nükleer enerjiyi kabul etmedeki belirleyicileri olduğu öngörülmektedir. Ayrıca modelde nükleer enerjiye duyulan güvenin, algılanan enerji arzındaki faydaları, çevresel faydaları ve risk algılamasını etkilediği de varsayılmıştır. Anket yoluyla 506 öğrenciden toplanan verilere dayanarak elde edilen sonuçlar incelendiğinde, nükleer enerjiye yönelik kabul üzerinde, algılanan enerji arz faydası ve çevresel faydaların anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu gözlenirken; risk algısının anlamlı ve negatif bir etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte güven; algılanan enerji arz faydası, çevresel fayda ve risk algılamasını etkileyerek kabul üzerinde dolaylı bir etki oluşturmuştur.

Bird vd. (2014) Avustralya kamuoyunun iklim değişikliği ile ilişkili olarak nükleer enerjiye olan tutumlarını ve diğer enerji alternatiflerine kıyasla araştırmak için 2010 yılında ülke çapında bir anket uygulamıştır. Ankete katılanların çoğunluğunun (%42) nükleer enerjiyi iklim değişikliğini hafifletici etkisi olduğu takdirde kabul etmeye hazır olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte Avustralyalılar nükleer enerjinin yerli enerji üretimine hakim kömürden daha temiz, daha verimli bir seçenek sunduğuna

inanmaktadır. Avustralya kamuoyunun enerji kaynakları seçimine yönelik en olumlu görüşü (%71) yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik olarak ortaya çıkmıştır.

Kim vd. (2014) nükleer enerjinin halk tarafından kabul görmesi hükümet tarafından bir nükleer enerji programının kurulması için önemli bir faktör olduğunu vurgulamıştır. Çalışmada, 19 ülkede halkın nükleer enerjiyi kabul etmesinin belirleyicileri olan, nükleer enerjinin kamu tarafından kabul görmesi üzerine nükleer denetim bilgisinin, denetim makamlarına olan güvenin, terör eylemlerine yönelik risklerin ve nükleer teknolojinin barışçıl yollarla uygulanmasının faydaları ile ilgili faktörlerin etkilerini incelenmiştir. Multinomial logit regresyon analizi ile yapılan çalışmada, açıklayıcı değişkenlerin güçlü kabul, isteksiz kabul ve muhalefet arasındaki seçim üzerinde etkileri ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde; halkın nükleer enerji kabulünü etkileyen faktörlerin isteksizce kabul ve muhalefet arasındaki seçimi etkilediğini göstermektedir. Nükleerin güçlü kamusal kabulünde nükleer denetim bilgisinin, nükleer denetleme tesislerine olan güvenden daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Multinomial logit analizi, nükleer denetim konusunda daha yüksek düzeyde bilgi sahibi olunması ve algılanan terör riskinin düşük olması durumları nükleer enerjinin gönülsüzce kabullenmesinden ziyade güçlü bir şekilde kabulünü ortaya koymaktadır. Bununla birlikte çalışmada, denetim makamlarına olan güven düzeyinin, isteksiz kabul etme ihtimali üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu vurgulanmıştır.

Ateş ve Saraçoğlu (2013) Ahi Evran ve Erciyes Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde okuyan öğrencilerin nükleer enerji ile ilgili düşüncelerini belirlemek amacıyla bir anket formu geliştirmiştir. Tanımlayıcı istatistikler yardımıyla elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde; öğretmen adaylarının ileriye dönük gerekli önlemler alınmadığı takdirde zararlı maddelerin çevreye yayılacağı, nükleer atıkların yer altı sularına karışacağı ve olası bir kaza durumunda radyoaktif maddelerin sızacağı endişelerini taşıdıkları gözlenmiştir. Bununla birlikte, öğretmen adayları nükleer santrallerin yaydığı radyoaktif atıkların canlılar için tehlike arz ettiğini ve bölgede yaşayan bebek ve çocuklarda kansere sebep olduğunu düşünmektedirler.

Visschers vd. (2011) İsviçre’de insanların nükleer santral kabulünü YEM ile açıklayabilecek risk ve fayda algılamaları ile etki ve güven temelli geniş bir model test

etmişlerdir. Güvenli bir enerji arzı için, algılanan fayda ve iklim değişikliğini hafifletmesi yönüyle, modelde iki tür fayda algılaması yer almaktadır. Ayrıca, güven algısı ve etkileri riskle ilişkili olarak araştırılmıştır. Nükleer santrallerin kabulü, insanların güvenli bir enerji arzı algılamasından, iklim değişikliğini hafifletme ve risk algılamalarından etkilenmiştir.

Spence vd. (2010) geçmişteki araştırmalardan, nükleer enerji ile ilgili riskler konusunda halkın endişelerini belgeleyerek nükleer enerjiye karşı muhalefetin özellikle çevre sorunu ile bağlantılı olduğuna değinmişlerdir. Hem genel çevresel kaygılar hem iklim değişikliği ile ilgili endişeler, yenilenebilir enerji kaynaklarının olumlu, nükleer enerjinin ise olumsuz değerlendirilmesine sebep olmuştur. Nükleer enerjinin düşük karbonlu bir elektrik kaynağı olması yönündeki politikalara rağmen, iklim değişikliği ve çevreyle ilgili endişe duyan insanların çoğunun nükleeri olumsuz olarak algıladıkları sonucuna varılmıştır.

Whitfield vd. (2009) nükleer enerjiye yönelik tutumların, algılanan riskin bir fonksiyonu, risk algısının ve tutumun da karakteristik özellikler, inanç ve güvenin bir fonksiyonu olduğunu YEM ile ileri süren bir model test etmişlerdir. ABD’de yapılan bir ulusal araştırmadan elde edilen verilere YEM uygulandığında, yönetim kurumlarına olan güvenin artması, algılanan nükleer enerji riskinin azalmasına yüksek güven ve düşük risk algılamalarının ise bireylerin nükleer enerjiye yönelik olumlu tutumlar sergilemesine neden olmaktadır. Geleneksel değerlere sahip bireyler pozitif tutum içerisinde iken, fedakâr değerlere sahip olanların nükleer enerjiye muhalif bir tutum sergilediği gözlenmiştir. Nükleer tutumların, cinsiyet, yaş, eğitim, gelir veya siyasi yönlendirme durumlarına göre değişmediği ancak beyaz olmayan kişilerin beyazlardan daha destekleyici nitelikte olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özdemir ve Çobanoğlu (2008) son yıllarda Türkiye’nin gündemini yoğun bir şekilde meşgul eden nükleer enerji kullanımı ile ilgili öğretmen adaylarının tutumlarını belirlemek amacıyla Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi’nde Sosyal Bilgiler Öğretmenliği ve Fen Bilgisi Öğretmenliği programlarında eğitim görmekte olan 506 öğretmen adayına anket uygulamıştır. Bu amaç doğrultusunda oluşturulan ölçekte 13 demografik ve 20 adet beşli likert tipi soru yer almaktadır. Yapılan çalışmada t testi ve Anova sonuçları incelendiğinde; katılımcıların öğrenim gördükleri alan, sınıf, üniversite

öncesi eğitim aldığı coğrafi bölge, siyasi görüş ve sosyo ekonomik özelliklerine göre anlamlı fark olduğu gözlenmiştir.

Pidgeon vd. (2008) İngiltere halkının nükleer enerji ve iklim değişikliği ile ilgili düşüncelerini ortaya koymak ve nükleer enerjinin algılanan riskleri, faydaları, kabul edilebilirliği ile nükleer enerjinin yeniden yapılandırılmasına yönelik tutumları keşfetmek amacıyla 1491 kişiye anket çalışması uygulamıştır. İngiliz kamuoyundan elde edilen sonuçlar incelendiğinde; nükleer enerjinin çevresel faydasının iklim değişikliği için alternatif bir çözüm yolu olduğu ve insanların nükleer enerjiyi kabul etmeleri üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Katılımcılar, nükleer enerjiyi riskleri açısından sorunlu gördüklerinden sadece iklim değişikliğine “çözüm” olarak nükleer enerjinin “isteksizce kabulünü” ifade etmişlerdir.



İKİNCİ BÖLÜM

YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİ

Çalışmanın ikinci bölümünde yapısal eşitlik modellemesinin (YEM) tanımı ve özelliklerine değinilmiş, varsayımları, tarihçesi ve kavramsal açıklamaları ele alınmıştır. YEM'in temellerini oluşturan yol analizi, yapısal model, ölçüm modeli ve doğrulayıcı faktör analizi açıklanmış, modelleme için izlenmesi gereken süreçler ile değerlendirme kriterlerine yer verilmiştir.

2.1. YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİNİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

Yapısal eşitlik modellemesi (YEM), günümüzde psikoloji, sosyoloji, biyoloji, tıp, eğitim bilimleri, ekonomi, pazarlama ve sağlık bilimleri başta olmak üzere birçok bilim dalı tarafından sıklıkla kullanılan çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biridir (Raykov ve Marcoulides, 2006: 1). Bilimsel araştırmalarda ortaya atılan hipotezleri test etmek amacıyla, belirli kuramsal bir temele dayalı olarak, gözlenen ve gözlenemeyen/gizil değişkenler arasındaki nedensel ilişkilerin sınanmasına dayanan kapsamlı istatistiksel bir yaklaşımdır (Hoyle, 1995: 1).

YEM'in günümüzde yaygın bir şekilde kullanılmasının temel nedenlerinden biri, çok sayıda gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı etkileri tek bir model içinde test edebilmesidir. Bu sayede, aynı anda ortaya konan birden fazla regresyon denklemi sunabilir (Meydan ve Şeşen, 2015: 5). YEM, doğrulayıcı faktör analizi, çoklu regresyon analizi, ekonometrik eşanlı denklem modelleri ve yol analizi başta olmak üzere çok değişkenli istatistiksel yaklaşımların içinde bulunduğu kümeyi kapsayan bir yapı olarak görülebilir (Bowen ve Guo, 2011: 3).

Literatür incelendiğinde birçok araştırmacı tarafından YEM'in farklı ifadelerle tanımlandığı görülmektedir.

Mac Lean ve Gray'e (1998) göre YEM, teknik olarak doğrusal yapı eşitlik setindeki bilinmeyen parametreleri tahmin etmeye yarar. Eşitliklerdeki değişkenler, genellikle doğrudan gözlenen değişkenler ve gözlenen değişkenler tarafından temsil edilen gizil değişkenlerdir.

Çok değişkenli incelemelerde nedensel bir süreci ifade eden YEM, bazı olgular üzerine temellendirilmiş yapısal bir kuramın çözümlenmesinde doğrulayıcı yaklaşım ortaya koyan istatistiksel bir tekniktir (Byrne, 2010: 3).

YEM, çok değişkenli veri analizinde hem deneysel hem de deneysel olmayan araştırmalar için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, gizil değişkenlerin oluşturduğu yapısal model ile gözlenen değişkenlerin oluşturduğu ölçüm modelini birleştirmektedir (Moore, 1995: 179).

Sümer (2000) YEM’i içsel yapıların, dışsal yapılarla nasıl bir ilişki kurduğunu betimleyen, bir ya da daha fazla regresyon denklemi içeren kapsamlı bir araç olarak tanımlamıştır.

Hox ve Bechger’e (1995) göre YEM, davranış bilimlerinde sıklıkla kullanılan bir yöntem olmakla birlikte gizil değişkenler tarafından temsil edilen teorik yapılarla da ilgilenmektedir. Teorik yapılar arasındaki ilişkiler regresyon ve yol katsayıları ile gösterilmekte, tahmini kovaryans matrisinin gözlenen verilerin kovaryans matrisine uygun olup olmadığı bu yöntem ile incelenmektedir.

Golob (2003) regresyon analizi, yol analizi, kanonik korelasyon analizi ve faktör analizinin varyasyonlarını YEM’in özel bir durumu olarak ifade etmiş, kovaryans yapı analizini kullanarak YEM’de endojen değişkenlere ilişkin doğru tahminler elde edilebileceğini vurgulamıştır.

YEM’in en temel iki özelliği; teorik modelde yer alan nedensel süreçlerin yapısal eşitlikler (regresyon denklemleri) ile temsil edilebilmesi ve yapısal ilişkiler altında yatan teorinin daha net kavramsallaştırılması için görsel olarak modellenenebilmesidir. Daha sonra verilerin yapıyı tutarlı bir şekilde temsil edip etmediğini görebilmek ve hipotezlerin doğruluğunu kanıtlamak için varsayılan model istatistiksel olarak test edilir (Byrne, 2010: 3).

YEM’i klasik çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden ayıran özellikler aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- YEM, açıklayıcı bir yaklaşım yerine, kuramsal olarak varlığı ortaya konmuş ilişkilerin veri ile uyumunu doğrulayan bir yaklaşımdır.
- Geleneksel yöntemlerin analiz sürecinde yalnızca gözlenen değişkenler kullanılırken, YEM hem gözlenen hem de gözlenemeyen/gizil değişkenleri modele dahil ederek sonuca ulaşmaktadır.

- Doğrudan, dolaylı veya çoklu ilişkilerin aynı anda gösterilebildiği YEM’den daha iyi ve daha fazla kabul görmüş bir yöntem bulunmamaktadır (Byrne, 2010: 3).

YEM’i klasik yöntemlerden ayıran bu özelliklerine ek olarak YEM, teorik modelin daha net anlaşılabilmesi için grafiksel ara yüz kullanır. Kuramsal yapının uygunluğunu yalnızca katsayılar aracılığıyla değil, deney sonucu elde edilen verilerle bir bütün olarak test etme gücüne sahiptir. YEM, her bir gizil değişkene birden fazla gözlenen değişken atar. Aynı zamanda güvenilirliği test ederek doğrulayıcı faktör analizini uyguladığından ölçüm hatalarını minimize eder. Gizil değişkenler aracılığıyla temsil edilen teorik yapılar ile sebep sonuç ilişkisi içerisinde yer alan aracı değişkenleri ortaya koyan YEM, birden fazla regresyon denklemini aynı çatı altında birleştirir (Ayyıldız ve Cengiz, 2006: 67).

2.2. YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİNİN VARSAYIMLARI

Yapısal eşitlik modellemesinde analiz sürecine başlamadan önce ortaya çıkabilecek hataları en aza indirmek için bazı temel varsayımların irdelenmesi gerekmektedir (Çokluk, 2014: 274). Bu varsayımlar aşağıdaki şekilde ele alınabilir:

- **Gözlenen ve gizil değişkenlerin çok değişkenli normal dağılıma sahip olması:** Örneklemde yer alan gözlemlerin, değişkenlere ait tüm kombinasyonlara göre normal dağılım göstermesi çok değişkenli normallik olarak adlandırılmaktadır. Grafiksel ve istatistiksel yöntemlerle çok değişkenli normalliği değerlendirmek mümkündür (Çokluk, 2014: 16).

Çok değişkenli normal dağılımdan sapmalar modelde;

- Ki kare değerinin büyük çıkmasına ve anlamlı olmasına, dolayısıyla modelin doğru olsa bile reddedilmesine,
- Ölçüm hatalarının normalde olması gerekenden daha düşük çıkmasına bu nedenle yol katsayılarının daha yüksek anlamlılık değerine sahip olmasına sebep olmaktadır.

YEM’de yaygın kullanılan en çok olabilirlik (maximum likelihood estimation) tahmin yöntemi bu varsayıma ihtiyaç duymakla birlikte, özellikle içsel gizil değişkenlerin normal dağılımını gerektirmektedir.

- **Çoklu göstergeler:** Bir gizil değişken tek bir gözlenen değişken ile ölçüldüğünde ölçüm hatası belirlenemeyeceğinden modelleme gerçekleşmez. Dolayısıyla her bir gizil değişken için en az iki veya üç gözlenen değişken kullanılarak ölçülmelidir.
- **Doğrusallık:** Doğrusal bir ilişkide bir değişken, bir başka değişkende meydana gelen değişime oranla artar veya azalır ve bu değişkenler arasındaki ilişki bir doğru etrafında gösterilir (Tabachnick ve Fidell, 2007: 83). YEM’de gizil değişkenlerin kendi aralarında ve gözlenen ile gizil değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayılır. Varsayımın ihlal edilmesi sonucunda, model uyum tahminleri ve standart hatalar yanlış sonuçlar vereceğinden bu gibi durumlarda regresyon analizinde olduğu gibi değişkenlerin üstel ve logaritmik dönüşümleri alınabilir. Dışsal gizil değişkenler arasındaki analiz edilemeyen korelasyon anlamına gelen çift başlı eğik ok (kovaryans) ile bunların gösterilmesi mümkündür (Bayram, 2013: 50; Ayyıldız ve Cengiz, 2006: 73).
- **Örneklem hacmi:** Anderson ve Gerbing’e (1984) göre parametrelere ilişkin yanlış tahminleri azaltmak ve uygun çözüme ulaşmak için örneklem hacmi, üç veya dört gizil değişkenin kullanıldığı durumda 100-150 arasında olmalıdır. Literatürde konuyla ilgili net bir bilgi bulunmamaktadır. Kline (2005) örneklem hacmini 100’den az ise küçük, 100-200 arasında ise orta, 200’den büyük ise büyük örneklem hacmi olarak tanımlamıştır. Parametre sayısının gözlem sayısı ile orantılı olması gerektiğini ve her bir parametre başına 10 gözlemin gerçekçi sonuçlar ortaya koyacağını ifade etmiştir. Schumacker ve Lomax (2010) örneklem hacmi küçük olduğunda parametreleri tahmin etmek için yeterli bilginin bulunmadığını ve yayınlanan pek çok çalışmada örneklem hacminin 250-500 olarak alındığını vurgulamıştır.
- **Aykırı değerler:** Aykırı değer veri setindeki değişkenlere ait çok büyük veya çok küçük gözlem değerlerini ifade etmektedir. Diğer çok değişkenli istatistiksel tekniklerde olduğu gibi YEM’de de aykırı değerlerin (outliers) bulunması modelin anlamlılığını etkilemektedir (Khine, 2013: 37; Bayram, 2013: 50).
- **Çoklu doğrusal bağıntı:** YEM’de ölçülen değişkenlerin birbirleriyle çok güçlü ilişki içinde olmaları çoklu doğrusal bağıntı sorununu meydana getirir ve sonuçların yanlış çıkmasına neden olur. Ölçülen tüm değişkenlerin ikili

korelasyonları hesaplanarak çoklu doğrusal bağıntı problemi ortaya çıkarılabilir (Khine, 2013: 11). Herhangi iki değişken arasında korelasyon katsayısı 0.85'ten büyük olduğunda bu iki değişken büyük oranda aynı şeyi ifade ettiğinden değişkenlerden biri modelden çıkarılabilir veya ortalamaları alınarak yeni bir değişken oluşturulabilir (Kline, 2005: 57).

- **Korelasyonsuz hata terimleri:** Regresyon analizinde olduğu gibi hata terimleri arasında ilişki olmadığı varsayılır. Yapısal eşitlik modelinde varsa ve araştırmacı bu durumu açıkça belirtmiş ise hata terimleri arasına korelasyon konulabilir (Bayram, 2013: 50).

2.3. YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİNİN TARİHÇESİ

Psikoloji, sosyoloji, pazarlama ve politik bilimler başta olmak üzere pek çok disiplin tarafından yaygın bir şekilde kullanılan YEM'in kökleri 1970'li yıllara dayanmaktadır (Golob, 2003: 2). YEM'in tarihsel seyrinde nedensel modellerin analizinde kullanılan yöntemler sırasıyla; regresyon analizi, yol analizi, doğrulayıcı faktör analizi ve yapısal eşitlik modeli şeklinde gelişme göstermiştir (Schumacker ve Lomax, 2010: 4).

Alpar (2013) regresyon analizini, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi matematiksel modellerle açıklayarak bağıntılar (regresyon denklemi) elde etme şeklinde tanımlamıştır. Doğrusal regresyon modelleri, regresyon ağırlıklarını hesaplamak için korelasyon katsayısı ve en küçük kareler yöntemini kullanmaktadır. Karl Pearson'ın 1896'da iki değişken arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayısını hesaplamak için yeni bir formül geliştirmesiyle regresyon modellerinin temelleri atılmıştır (Schumacker ve Lomax 2010: 4).

1960'lı yıllarda faktör analizi, davranış bilimleri ve sosyal bilimlerde gözlenen ve doğrudan gözlenemeyen/gizil değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri göstermede kullanılan en temel yöntemdi. Ancak bu yöntem değişkenler doğrusal nedensellik içinde olduğunda ve aynı zamanda korelasyon ve regresyon katsayılarının hesaplanmasında çeşitli olası durumları tahmin etmek için oldukça kısıtlayıcı bir yöntem olduğundan yapısal eşitlik modellemesi geliştirilmiştir (Mulaik, 2009: 1; Golob, 2003: 2).

Charles Spearman (1904, 1927) birbirleriyle ilişkili maddeleri belirlemek için korelasyon katsayısını kullanmıştır. Maddelerin birlikte değişim gösterebildiği ve birbirleriyle korelasyonlu olabileceği fikri faktör analizinin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Faktör modellerini geliştiren uygulamalar 1940'ta D.N. Lawley ve L.L. Thurstone tarafından ortaya atılmıştır. Howe (1955), Anderson ve Rubin (1956) ve Lawley (1958) ise doğrulayıcı faktör analizinin temellerinin oluşmasına katkıda bulunmuştur. Tamamen geliştirilmesi ise Karl Jöreskog'ın 1960'ta önceden tanımlanmış bir yapıya ilişkin maddelerden oluşan veri setinin test edilip edilemeyeceğine yönelik çalışmalarıyla mümkün olmuştur. Aynı araştırmacı 1963'te bilimsel incelemelerini tamamlamış, 1969'da ilk makalesini yayınlayarak doğrulayıcı faktör analiziyle ilgili ilk yazılım programının geliştirilmesine katkıda bulunmuştur (Schumacker ve Lomax, 2010: 5).

Son yıllarda sosyal bilimler ve davranış bilimlerinde yaygın bir şekilde kullanılan yol (path) analizini Amerikalı genetik bilimci ve biyometrisyen Sewall Wright (1918, 1921, 1934, 1960) ortaya atmıştır. Wright yol analizini; yol diyagramları, parametrelere ilişkin kovaryans ve korelasyona ilişkin eşitlikler ve iki değişken arasındaki toplam, dolaylı ve direk etkilerin ayrıştırılması olarak üç temel bileşen üzerinde incelemiştir. (Loehlin, 2004: 8; Golob, 2003: 5; Bollen, 1989: 4). Yol diyagramları, gözlenen değişkenler arasındaki ilişkiyi korelasyon katsayıları ve regresyon analizini kullanarak ortaya koyar. YEM'de analizler sonucunda elde edilen yol diyagramları, nedensel ilişkilerin şekilsel gösterimine imkan tanıyarak sonuçların yorumlanmasını kolaylaştırır (Schumacker ve Lomax, 2010: 5; Çokluk, 2014: 259).

Doğrulayıcı faktör analizi ve yol modellerinin eş zamanlı olarak kullanımına olanak sağlayan YEM, Karl Jöreskog (1969, 1973), Ward Keesling (1972) ve David Wiley (1973) tarafından geliştirilmiştir. Bu yaklaşım başlangıçta JKW modeli olarak bilinse de 1973'te ilk yazılım programı LISREL'in geliştirilmesiyle doğrusal yapısal ilişkiler adını almıştır (Schumacker ve Lomax, 2010: 6). 1980 ve 1990'lı yıllarda bu alanda birçok yazılım programının geliştirilmesiyle psikoloji, davranış genetiği, halk sağlığı ve eğitim alanlarında YEM'in kullanımı hızlı bir şekilde yayılmaya başlamıştır (Kline, 2005: 18).

2.4. YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİ İLE İLGİLİ KAVRAMSAL AÇIKLAMALAR

YEM’ de kullanılan temel kavramlar aşağıdaki şekilde ele alınmıştır.

-Gözlenen ve gizil değişken: YEM, gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki ilişki hakkında ortaya atılan hipotezleri test etmeye yarayan bir istatistiksel yaklaşımdır (Hoyle, 1995: 1). Davranış bilimlerinde, araştırmacılar çoğu zaman doğrudan gözlenemeyen teorik yapılarla ilgilenir ve bu yapılar *gizil değişkenler* ya da *faktörler* olarak adlandırılır. Psikolojide benlik kavramı, özgüven, depresyon ve motivasyon; eğitimde zeka, sözel yetenek ve öğretmen beklentisi; ekonomide kapitalizm ve sosyal sınıf; sosyolojide güçsüzlük ve anomi gizil değişkenlere verilebilecek örnekler arasında gösterilebilir. Bu yapılar direkt olarak gözlenemediğinden, doğrudan ölçülmesi mümkün değildir. Dolayısıyla, gözlenemeyen (gizil) değişkenin ölçülebilir olması, kendisiyle bağlantılı bir ya da daha fazla gözlenebilir değişken ile mümkündür (Byrne, 2010: 4; Khine, 2013: 3). Bir diğer deyişle, gözlenen değişkenler ortak bir nedeni paylaşmalarından ve aynı temel yapıdan etkilenmelerinden dolayı bir araya gelerek gizil değişkenleri oluştururlar (Brown, 2006: 13).

Gösterge değişken olarak da adlandırılan *gözlenen değişkenler* ise doğrudan ölçülebilmektedir. Örneğin zeka kavramı psikolojik bir yapıyı temsil ederken, IQ testleri aracılığıyla zekanın ölçülebilmesi mümkün olmaktadır (Schumacker ve Lomax, 2010: 180).

-Dışsal/bağımsız/eksojen ve içsel/bağımlı/endojen değişkenler: Ekonometrik literatürde var olan bağımlı ve bağımsız değişken terimleri yerine, YEM’de içsel (endojen) ve dışsal (eksojen) değişken tanımlamaları kullanılmaktadır. Bu durumun en temel sebebi, bir değişkenin modelde bulunan diğer değişkenlere göre bağımsız değişken iken, aynı anda bazı değişkenler için de bağımlı değişken durumunda olabilmesidir. Dolayısıyla YEM’de, klasik regresyon denklemlerinde yer alan bağımlı ve bağımsız değişken terimlerinin kullanılması doğru olmayacaktır (Meydan ve Şeşen, 2015: 9).

Yapısal eşitlik modellerinde dört temel geometrik sembol kullanılmaktadır. Çember veya elips gizil değişkenleri temsil ederken, kare veya dikdörtgen gözlenen değişkenleri temsil etmektedir. Tek yönlü ok bir değişkenin diğer bir değişken üzerindeki

etkisini, çift yönlü ok ise iki değişken arasındaki korelasyon veya kovaryansı göstermektedir (Byrne, 2010: 9).

2.5. YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİNİN TEMELLERİ

Bu bölümde YEM'in temellerini oluşturan yol analizi, yapısal model, ölçüm modeli ve doğrulayıcı faktör analizi ile ilgili bilgilere ana hatlarıyla yer verilerek YEM'de kullanılan temel kavram, sembol ve gösterimler açıklanmıştır.

2.5.1. Yol Analizi

İngiliz biyometrisyen Sewall Wright (1920,1921) tarafından ortaya atılan yol analizi, gözlenen değişkenler arasındaki ilişkinin modellenmesinde kullanılan bir yaklaşımdır (Raykov ve Marcoulides, 2006: 77). Yol analizinde üç temel bileşen vurgulanmaktadır. Bunlar; yol diyagramları, modelde yer alan parametreler bakımından korelasyon ve kovaryansların ayrıştırılması ile bir değişkenin diğer değişken üzerindeki doğrudan, dolaylı ve toplam etkilerinin ayrımıdır (Bollen, 1989: 32).

Eşanlı eşitlikler sisteminin grafiksel gösterimini sağlayan yol diyagramları, çoklu regresyonun bir uzantısı olmakla birlikte, değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri ortaya koyar (Bollen, 1989: 32; Lei ve Wu, 2007: 34).

Yol analizinde değişkenler eksojen (bağımsız) ve endojen (bağımlı) olmak üzere iki grup halinde sınıflandırılır. Tek yönlü oklar bu değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri gösterir. Yol katsayıları, çoklu regresyon modellerinde yer alan standartlaştırılmış regresyon katsayıları olarak ifade edilir. Okun başlangıcındaki değişkenin, sonundaki değişken üzerinde ne ölçüde bir değişim meydana getirdiği şeklinde yorumlanır (Loehlin, 2004: 12-4-5).

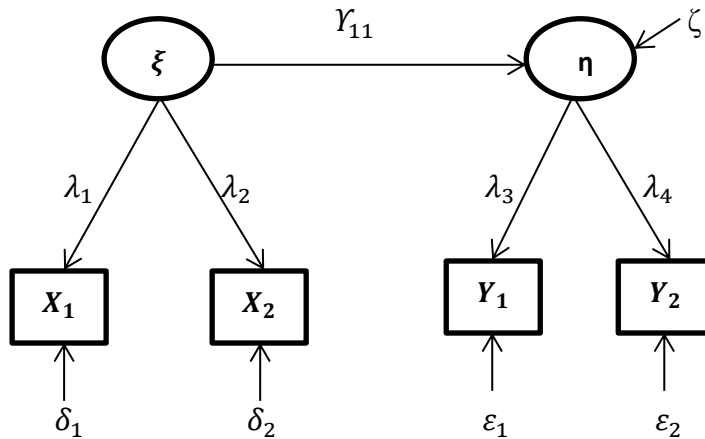
Yol analizinde kullanılan temel kavramlar Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Yol Analizinde Kullanılan Sembol ve Gösterimler

Semboller	Açıklama
x_1	Kare veya dikdörtgen kutu gözlenen/gösterge değişkenleri temsil etmektedir.
η_1	Çember ya da elips gözlenemeyen/gizil değişkenleri temsil etmektedir.
$\eta_1 \rightarrow Y_1$ ε_1	ε_1 ölçüm hatasını simgelerken, tek yönlü ok gizil değişkenden gözlenen değişkene nedensel ilişkiyi temsil etmektedir.
$\xi_1 \leftrightarrow \xi_2$	Çift yönlü oklar, değişkenler arasındaki korelasyonu gösterir.
$\eta_1 \leftrightarrow \eta_2$	Değişkenler arasındaki karşılıklı nedenselliği temsil etmektedir.

Kaynak: Bollen, 1989: 33.

Örnek bir yol diyagramı Şekil 2.1’de sunulmuştur.

Şekil 2.1: Örnek Bir Yol Diyagramı

Kaynak: Bollen, 1989: 33.

Yol analizinde gözlenen değişkenlere bağlı ölçüm hataları (δ_1) yer alırken, gizil değişkenlere boşluktan uzanan tek yönlü oklar rassal hata terimleri (ζ) olarak modele katılmaktadır. Ölçüm hatası, gözlenen değişkendeki rastgelilikten kaynaklanan varyansı

gösterirken, rassal hatalar; içsel değişkendeki (η) varyansın onu etkilediği varsayılan dışsal bir değişken (ξ) tarafından açıklanamayan kısmıdır (Çokluk, 2014: 261; Meydan ve Şeşen, 2015: 12).

Şekil 2.1’de gösterilen yol analizi için eşanlı eşitlikler sistemi eşitlik (2.1), (2.2) ve (2.3)’te verilmiştir;

$$\eta = Y_{11}\xi + \zeta \quad (2.1)$$

$$X_1 = \lambda_1 \xi + \delta_1 \quad Y_1 = \lambda_3 \eta + \varepsilon_1 \quad (2.2)$$

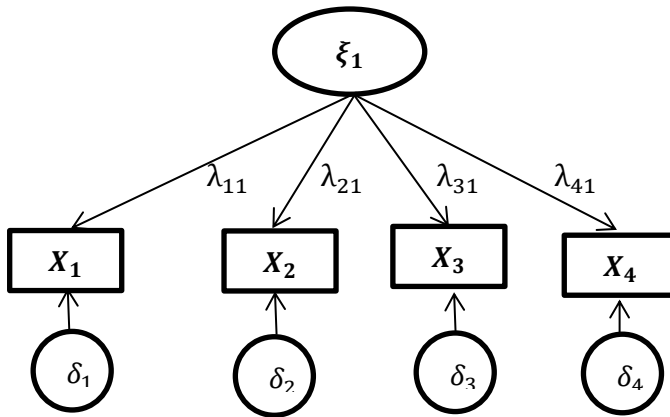
$$X_2 = \lambda_2 \xi + \delta_2 \quad Y_2 = \lambda_4 \eta + \varepsilon_2 \quad (2.3)$$

Şeklinde yazılır. Bununla birlikte $\text{Cov}(\xi, \delta_i)$, $\text{Cov}(\xi, \xi)$, $\text{Cov}(\delta_i, \varepsilon_j)$, $\text{Cov}(\varepsilon_j, \varepsilon_{j+1})$, $\text{Cov}(\varepsilon_j, \xi)$, $\text{Cov}(\xi, \varepsilon_j)$ ve $\text{Cov}(\delta_i, \delta_{i+1})$ sıfıra eşittir (Bollen, 1989: 34).

2.5.2. Ölçüm Modeli

YEM’de, ölçüm modeli ve yapısal model olmak üzere iki temel model yer almaktadır. YEM’in bir parçası olan ölçüm modelinin asıl amacı; gözlenen değişkenlerin bir ölçüm aracı olarak gizil değişkenleri ne oranda temsil ettiğini açıklamak ve değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Ölçüm modelinin testinde çoğunlukla doğrulayıcı faktör analizi (DFA) kullanılmaktadır (Khine, 2013: 6; Jöreskog ve Sörbom, 1993: 15). Şekil 2.2’de örnek bir ölçüm modeli sunulmaktadır.

Şekil 2.2: Ölçüm Modeli



Kaynak: Li vd., 1998: 295.

Şekil 2.2’de,

X = Gözlenen dışsal değişken

ξ = Gizil değişken

λ = Gizil değişken ve gözlenen değişken arasındaki yapısal katsayı

δ = Gözlenen dışsal değişkendeki ölçüm hatasını temsil etmektedir (Çokluk, 2014: 262).

Ölçüm modelinde, gözlenen değişkenler ile gizil değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren yapısal eşitlikler yer almaktadır. Modelde gizil değişkenleri açıklayan göstergelerin birbirleriyle ilişkisiz (korelasyonsuz) olduğu varsayıldığında, Şekil 2.2’de sunulan modelin eşitliklerle gösterimi eşitlik (2.4), (2.5) ve (2.6)’da verilmiştir;

$$\text{Denklem sistemi: } x_1 = \lambda_{11}^x \xi_1 + \delta_1 \quad (2.4)$$

$$x_2 = \lambda_{21}^x \xi_1 + \delta_2 \quad (2.5)$$

$$x_3 = \lambda_{31}^x \xi_1 + \delta_3 \quad (2.6)$$

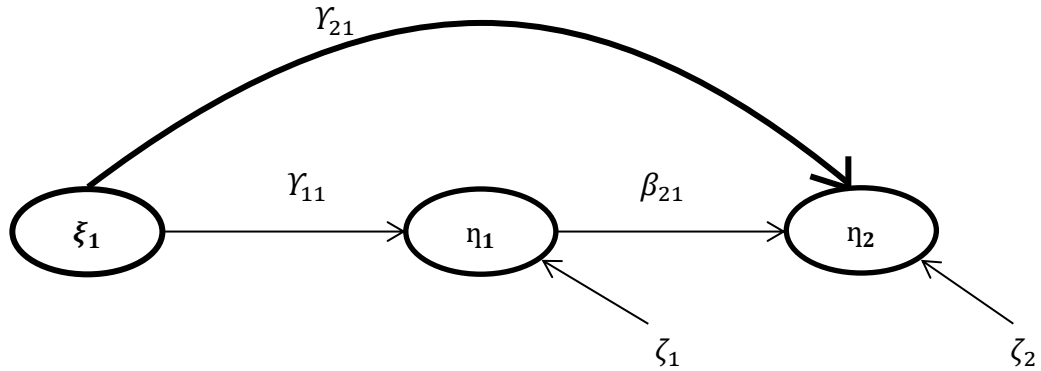
Genel biçim ise $x = \Lambda^x \xi + \delta$ şeklinde yazılmaktadır.

Burada λ_i (lambda) katsayıları gizil değişkendeki bir birimlik değişime karşılık gözlenen değişken üzerindeki beklenen değişimin büyüklüğünü simgeler. Bu katsayılar gizil değişkenlerin gözlenen değişkenler üzerindeki etkisini gösteren regresyon katsayıları olarak yorumlanır. Ölçüm hatalarını gösteren δ (delta) katsayıları ise gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki ilişkilerin bozulmasına sebep olur (Bollen, 1989: 17-18).

2.5.3. Yapısal Model

Yapısal modelde, gözlenemeyen değişkenler arasındaki nedensel ilişkiler belirlenir ve nedensel etkiler ile açıklanan/açıklanmayan varyans ortaya konur (Jöreskog ve Sörbom, 1996: 1). YEM’de öncelikle ölçme modeli, ardından yapısal modelin analiz edildiği yöntem iki aşamalı yöntem olarak adlandırılmaktadır. DFA ile ölçme modeline ilişkin kabul edilebilir uyum iyiliği değerleri elde edildikten sonra yapısal modelin analizine geçilir (Kline, 2005: 216). Yapısal modellerde odak noktası, teoride anlamlı olan değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü test etmektir (Bowen ve Guo, 2011: 12). Örnek bir yapısal model Şekil 2.3’teki gibi verilmiştir.

Şekil 2.3: Yapısal Model



Kaynak: Sharma, 1996: 420.

Bu yapısal model eşitlik (2.7) ve (2.8)'de gösterildiği şekilde ifade edilir;

$$\eta_1 = \gamma_{11}\xi_1 + \zeta_1 \quad (2.7)$$

$$\eta_2 = \gamma_{21}\xi_1 + \beta_{21}\eta_1 + \zeta_2 \quad (2.8)$$

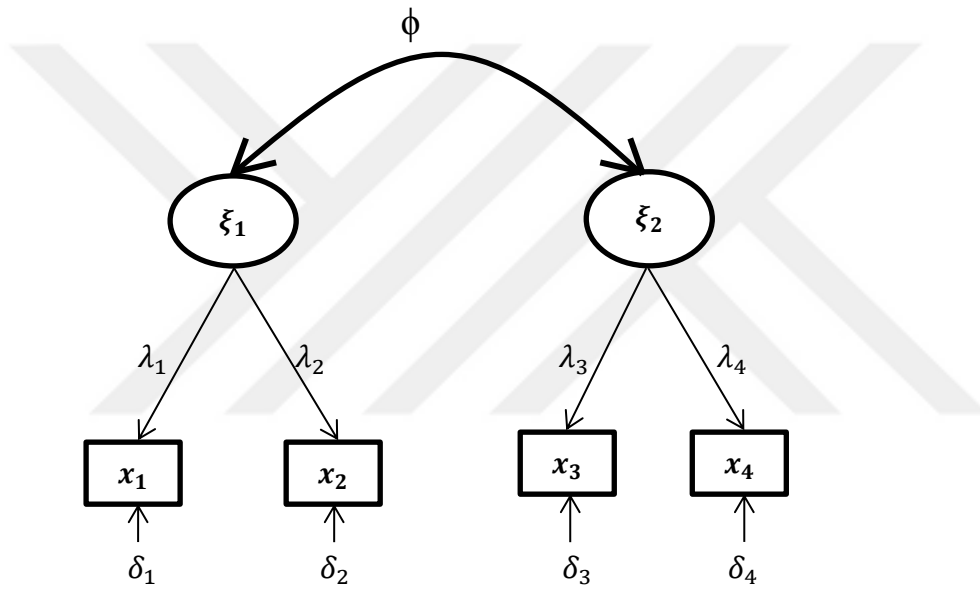
ξ 'nin modelde yer alan diğer yapılardan etkilenmesi söz konusu olmadığından bu terim dışsal (eksojen) gizil değişkenleri temsil etmektedir. η terimleri ile temsil edilen yapılar ise içsel (endojen) gizil değişkenleri ifade etmektedir. γ_{11} , γ_{21} ve β_{21} yapısal katsayıları, ζ terimi ise her eşitlikte açıklanmayan ilişkinin büyüklüğünü, hata terimlerini göstermektedir. β_{21} , ξ_1 sabitken, η_1 'deki bir birimlik değişme sonrasında η_2 'nin beklenen değerindeki değişimi temsil etmektedir. Benzer yorumlar γ_{11} ve γ_{21} regresyon katsayıları için de yapılabilmektedir. β_{21} katsayısı, içsel (endojen) gizil değişkenler ile ilişkiliyken, γ_{11} , γ_{21} ise dışsal (eksojen) gizil değişkenlerle ilgilidir. Rassal hataları simgeleyen ζ_1 ve ζ_2 'nin beklenen değeri (ortalaması) sıfırdır ve bu terimlerin dışsal değişkenlerle ilişkisiz olduğu varsayılır (Bollen, 1989: 13; Sharma, 1996: 419).

2.5.4. Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA)

Çok değişkenli istatistiksel bir yöntem olan faktör analizi, birbiriyle ilişkili çok sayıda değişkenden, daha az sayıda, ilişkisiz ve kavramsal olarak anlamlı yeni değişkenler (faktörler) bulmayı, keşfetmeyi amaçlar (Büyüköztürk, 2002: 472). Açıklayıcı faktör analizi (AFA) ve DFA faktör analizi ailesinin iki yaklaşımıdır (Bowen ve Guo, 2011: 2). DFA, AFA'nın doğal bir uzantısıdır (Lee, 2007: 18). AFA'da faktör modelinin yapısı ve kuramsal temeli önsel olarak belirlenmediğinden, modelin yapısı

keşfedilir (Timm, 2002: 497). AFA modele alınan değişkenlerin hangi faktörle daha yüksek seviyede ilişkili olduğunu tespit etmeye yararken; DFA, önceden belirlenmiş k sayıda faktörü tanımlayan değişken gruplarının, bu faktörler tarafından yeterli düzeyde temsil edilip edilmediğine bakmaya yarar (Aytaç ve Öngen, 2012: 16). YEM'in özel bir şekli olarak tanımlanan DFA'da kuramsal olarak ortaya atılmış modelin istatistiksel olarak anlamlılığı test edilir. Bir diğer deyişle, örneklem verilerinin teorik modeli doğrulayıp doğrulamadığı araştırılır (Jackson vd., 2005: 2; Schumacker ve Lomax, 2004: 168). İki faktörlü DFA modeli gösterimi Şekil 2.4'te verilmiştir.

Şekil 2.4: İki Faktörlü DFA Modeli



Kaynak: Sharma, 1996: 147.

Şekil 2.4'te ξ_1 ve ξ_2 gizil değişkenlere ait gözlenen değişkenler sırasıyla; x_1 , x_2 ve x_3 , x_4 olarak gösterilmiştir. Modelde, faktörlerin gözlenen değişkenler üzerindeki doğrudan nedensel etkisi tek yönlü oklar ($\rightarrow$) ile gösterilir. Çift yönlü eğri oklar ise kovaryansları (korelasyonları) simgelemek amacıyla kullanılır. λ spesifik regresyon katsayılarını, ϕ ise gizil değişkenler arasındaki kovaryansı ifade eder (Çelik ve Yılmaz, 2013: 47; Sharma, 1996: 147; Çokluk, 2014: 279).

DFA sonuçları, faktör varyans ve kovaryanslarının tahminlerini, bağlı bulundukları faktördeki gözlenen değişken yüklerini ve her bir gözlenen değişken için ölçüm hatasının miktarını içermektedir. Araştırmacının modeli doğru ise;

- Ortak faktörü ölçmek için belirtilen tüm gözlenen değişkenler, bu faktöre nispeten daha yüksek standartlaştırılmış faktör yükleriyle bağlıdır.
- Faktörler arası tahmin edilen korelasyonlar yüksek değildir (Kline, 2011: 116).

2.6. YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİNİN AŞAMALARI

YEM’de model parametrelerinin tahmini ve modelin genel anlamlılığının sınanması amacıyla izlenmesi gereken adımlar sırasıyla aşağıdaki şekilde verilmiştir.

2.6.1. Modelin Belirlenmesi

YEM’de amaç, gözlenen verilerden elde edilen S örneklem kovaryans matrisinden yararlanarak anakütle $\Sigma(\theta)$ kovaryans matrisini tahmin etmektir. Bu sebeple araştırmacının amacı, örneklem kovaryans matrisine en iyi uyumu sağlayabilecek modeli belirlemektir (Khine, 2013: 12; Schumacker ve Lomax, 2010: 56).

YEM’in ilk ve en zor adımı, teoriden hareketle modelin tanımlanmasıdır. Modelde yer alan değişkenlere ilişkin tüm parametrelerin tanımlanması ile korelasyonel ve regresif ilişkilerin ortaya konması modelin belirlenmesi aşamasında gerçekleştirilir (Meydan ve Şeşen, 2015: 20). DFA’da parametre tahminlerinin elde edilmesi için, öncelikle ölçüm modelinin belirlenmiş olması gerekir (Brown, 2006: 62). Grafikselleştirmeyle modelde değişkenler arası ilişkiler kavramsallaştırılır ve kolaylıkla aktarılır (Lei ve Wu, 2007: 35). Model belirleme aşamasında yapılacak olan hata, gerçek model ile belirlenen teorik model arasındaki tutarlılığı ortadan kaldırır. Bu farklılık önemli bir değişkenin model dışında tutulması veya modelde bulunmaması gereken bir değişken ya da parametrenin modele eklenmesinden kaynaklanabilir. Bu nedenle model belirleme (spesifikasyon) hatasının olduğu durumlarda yanlış parametre tahminleri elde edilir ve model istatistiksel olarak kabul edilebilir sonuçlar vermez (Schumacker ve Lomax, 2010: 56).

2.6.2. Modelin Tanımlanması

Model içerisindeki yapısal parametrelerin tahminine ilişkin tek bir değer yer alıyorsa model tanımlanmış olarak düşünülebilir. Bu şekilde parametreler tahmin ve test edilebilir hale gelmektedir. Bir başka deyişle, veri matrisinde bulunan tüm sayısal

değerler ile parametre sayıları belirlenmişse ve bilinmeyen parametrelerin tek bir tahmini varsa model tanımlanmış olur (Byrne, 2010: 33; Bayram, 2013: 52).

YEM’de geleneksel olarak üç tip model tanımlama düzeyi bulunmaktadır. Model, tüm parametreler yeterli bilgiye dayanarak belirlendiyse *tam tanımlanmış (justidentified)*, parametrenin tahmin edilmesinde birden fazla seçenek ve fazla bilgi varsa *aşırı tanımlanmış (overidentified)*, bilgi eksikliğinden dolayı bir ya da birden fazla parametre tahmin edilemiyorsa *eksik tanımlanmış model* olarak adlandırılır (Khine, 2013: 10; Schumacker ve Lomax, 2010: 57).

Teorik bir modelin tanımlanmış olması için gerekli ancak yeterli olmayan koşul, serbestlik derecesinin sıfıra eşit veya pozitif olması, bir diğer deyişle modeldeki tahmin edilen serbest parametre sayısının örneklem varyans kovaryans matrisindeki (S) farklı değerlerin sayısına $(p(p+1)/2)$ eşit ya da daha az olmasıdır. Bir model tam veya aşırı tanımlanmışsa, model tanımlanır. Modelin eksik tanımlandığı durumlarda serbestlik derecesi negatif olacağından parametre tahminlerine güvenilmez (Schumacker ve Lomax, 2010: 58).

p modeldeki gözlenen değişken sayısı olarak düşünüldüğünde, serbestlik derecesi eşitlik (2.9) yardımıyla hesaplanır.

$$sd = p(p+1)/2 - (\text{modeldeki parametre sayısı}) \quad (2.9)$$

Bu farkın sıfıra eşit olduğu durumlarda model doymuş veya tam tanımlanmış (saturated) model olarak adlandırılır. Doymuş modelde, tahmin edilen parametrelerin sayısı gözlenen verilerin varyans ve kovaryans sayısına eşittir. Veri yapısı modele tam olarak uyum sağladığından, modeli test etme ve doğrulama imkanı ortadan kalkar. Aşırı tanımlanmış modelde tahmin edilebilir parametrelerin sayısı gözlenen verilerin varyans ve kovaryans sayısından daha azdır. Bu durum pozitif serbestlik derecesine neden olur (Byrne, 2010: 34; Raykov & Marcoulides, 2006: 36).

2.6.3. Model Parametrelerinin Tahmini

YEM’de parametre tahminleri gözlenen değişkenlerin varyans kovaryans matrisinden elde edilir. Örneklem varyans kovaryans matrisi S ile anakütle varyans kovaryans matrisi (Σ) arasındaki fark ($S - \Sigma = 0$) sıfıra eşit olduğunda, ($\chi^2 = 0$), model veriye mükemmel uyum göstermektedir. Bu durum yapısal eşitlik modeli doğruysa ve

anakütle parametreleri biliniyorsa geçerlidir. Ancak uygulamada böyle bir durum söz konusu olmadığından, bilinmeyen parametreler, örneklem varyans kovaryans matrisinden yararlanılarak tahmin edilir (Bollen, 1989: 104-105; Schumacker ve Lomax, 2010: 60).

YEM’de tahmin yöntemini seçmeden önce verilerin normal dağılıp dağılmadığına bakılmalıdır. YEM literatüründe yer alan tahminleme yöntemleri aşağıdaki gibidir (Khine, 2013: 12):

- En çok olabilirlik yöntemi (Maximum Likelihood-ML)
- Ağırlıklandırılmış en küçük kareler yöntemi (Weighted Least Squares- WLS)
- Ağırlıklandırılmamış en küçük kareler yöntemi (Unweighted Least Squares-ULS)
- Genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi (Generalized Least Squares-GLS)

2.6.3.1. En Çok Olabilirlik Yöntemi

Yapısal eşitlik modellerinde kullanılan en yaygın yöntem en çok olabilirlik yöntemidir. Eşit aralıklı, oranlı veya sürekli veriler için uygun olan bu yöntem büyük örnekleme ihtiyaç duyar (Bowen ve Guo, 2011 : 29). En çok olabilirlik yönteminde, modele ilişkin kovaryans matrisi $\Sigma(\theta)$ ’nin geçerliliğini ortaya koymak amacıyla gözlenen verilerin varyans kovaryans matrisi S ’nin L olabilirliğini maksimize eden θ parametreleri elde edilir. Logaritmik olabilirlik fonksiyonu eşitlik (2.10)’da verilmiştir (Schermele-Engel vd., 2003 : 25).

$$\text{Log } L = \frac{-1}{2} (N - 1) \{ \log |\Sigma(\theta)| + \text{tr} [S \Sigma(\theta)^{-1}] \} + c \quad (2.10)$$

$\log$ = Doğal logaritma

L = Olabilirlik fonksiyonu

N = Örneklem büyüklüğü

θ = Parametre vektörü

$\Sigma(\theta)$ = Modele ilişkin kovaryans matrisi $|\Sigma(\theta)|$ ise determinantıdır.

tr = Matris işareti

$\text{Log } L$ ’nin değeri, uyum fonksiyonunu en küçükleyen maksimum olabilirlik tahmincisine (F_{ML}) eşittir. F_{ML} eşitlik (2.11)’de gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$F_{ML} = \log |\Sigma(\theta)| - \log |S| + \text{tr}[S\Sigma^{-1}(\theta)] - p \quad (2.11)$$

Burada p gözlenen değişken sayısını temsil etmektedir. En çok olabilirlik tahmin yönteminde gözlenen değişkenlerin çok değişkenli normal dağılıma uyduğu varsayılır. Gözlenen değişkenler çok değişkenli normal dağılıma sahipse, model doğru tanımlanmış ve örneklem büyüklüğü yeterince genişse en çok olabilirlik tahmin yöntemiyle elde edilen parametreler ve standart hatalar asimptotik olarak yansız, tutarlı ve etkindir (Schermetleh-Engel vd., 2003: 25-26).

Modelde normalliğin sağlanamadığı durumlarda parametreleri tahmin edebilmek için *düzeltilmiş en çok olabilirlik* tahmincileri geliştirilmiştir. En küçük kareler tahmincileri ile karşılaştırıldığında, gözlenen değişkenlerin dağılımını göz ardı edildiği ve Satorra Bentler χ^2 istatistiğinin kullanıldığı *düzeltilmiş en çok olabilirlik* tahmincilerinin daha iyi istatistiksel özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir (Schermetleh-Engel vd., 2003: 26).

2.6.3.2. Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler Yöntemi (AEKK)

Ağırlıklandırılmış en küçük kareler tahmin yöntemi (AEKK) yöntemi gözlenen değişkenlerin bir kısmı ordinal, diğerleri sürekliyse, ve sürekli değişkenlerin dağılımı normal dağılımdan büyük ölçüde sapmalar gösteriyorsa kullanılabilir (Schermetleh-Engel vd., 2003: 27). Gözlenen değişkenlerin dağılımına ilişkin minimum varsayıma ihtiyaç duyması AEKK'nın en temel avantajlarından biridir. AEKK'da tutarlı ve etkin tahminler elde edilebilmesi için örneklem hacminin büyük olması gerekmektedir (Çelik ve Yılmaz, 2013: 2).

AEKK'yı minimize eden uyum fonksiyonu eşitlik (2.12)'de verilmiştir;

$$F_{AEKK} = [s - \sigma(\theta)]'W^{-1} [s - \sigma(\theta)] \quad (2.12)$$

Burada s gözlenen kovaryans matrisindeki artıksız elemanların vektörünü, θ serbest parametrelerin $t \times 1$ boyutlu vektörünü, W^{-1} pozitif tanımlı ağırlık matrisini, σ modele ilişkin matriste yer alan tahminlerin vektörünü ifade etmektedir (Bollen, 1989: 425).

2.6.3.3. Ağırlıklandırılmamış En Küçük Kareler Yöntemi

Ağırlıklandırılmamış en küçük kareler yöntemi uyum fonksiyonu eşitlik (2.13)'te gösterilmiştir.

$$F_{EKK} = \frac{1}{2} \text{tr}[(S - \Sigma(\theta))^2] \quad (2.13)$$

Eşitlik (2.13)'te yer alan S gözlenen kovaryans matrisi, θ parametrelerin ($t \times 1$) boyutlu vektörü, $\Sigma(\theta)$ ise modele ilişkin tahmin edilen modelin kovaryans matrisini simgelemektedir. Ağırlıklandırılmamış en küçük kareler fonksiyonunun değerleri, kovaryans matrisleri yerine korelasyon analiz edildiğinde farklılık göstermektedir (Bollen 1989: 111-113).

2.6.3.4. Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi (GEKK)

Genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi (GEKK), AEKK'nın özel bir şeklidir. S , örneklem varyans kovaryans matrisi, S^{-1} onun tersi, $\Sigma(\theta)$ anakütle varyans kovaryans matrisi, θ ($t \times 1$) vektörlü parametre ve tr matris işareti olmak üzere GEKK'yı minimize eden uyum fonksiyonu eşitlik (2.14)'te gösterilmiştir (Schermelleh-Engel vd., 2003: 30).

$$F_{GEKK} = \frac{1}{2} \text{tr} \{ [S - \Sigma(\theta)] S^{-1} \}^2 \quad (2.14)$$

GEKK, ML ile karşılaştırıldığında küçük örneklemde daha düşük performans göstermektedir (Schermelleh-Engel vd., 2003 : 30). GEKK ve maksimum olabilirlik tahmin yöntemlerinin her ikisi de gözlenen değişkenlerin çoklu normallik varsayımına dayanır. Büyük örneklem, minimum varyanslılık ve yansızlık gibi istenilen asimptotik özelliklere sahiptir (Schumacker ve Lomax, 2010: 60).

2.6.4. Modelin Değerlendirilmesi ve Uyum Ölçütleri

Anakütle kovaryans matrisinin örneklem kovaryans matrisine yakınlığının ve model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan uyum iyiliği ölçütleri bu kısımda ele alınmıştır.

2.6.4.1. Ki Kare Test İstatistiği

Model uyumunun değerlendirilmesinde geleneksel bir ölçü olarak sıklıkla kullanılan ki kare (χ^2) değeri, örneklem varyans kovaryans matrisi ile anakütle varyans kovaryans matrisi arasındaki sapmaların büyüklüğünü değerlendirir (Hooper vd., 2008 : 53). Sıfıra yakın (anlamsız) χ^2 değeri, kuramsal modelin veriye uyum sağladığını, model ve örneklem kovaryans matrisleri arasındaki farkın az olduğunu göstermektedir (Bayram, 2013: 71). Burada sıfır hipotezi aşağıdaki şekilde ifade edilir (Bollen,1989: 266).

$$H_0 = \Sigma = \Sigma(\theta)$$

χ^2 model uyum kriteri, örneklem büyüklüğüne karşı duyarlıdır. Örneklem büyüklüğü arttırıldığında, χ^2 değeri artarak istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermektedir. Ancak burada araştırmacılar, istatistiksel olarak anlamlı olmayan χ^2 değerinin elde edilmesi ile ilgilenirler (Schumacker ve Lomax, 2010: 86). Dolayısıyla bu değer üzerinde örneklem hacminin etkisini minimize edebilmek amacıyla uyum iyiliği ölçütü olarak Wheaton ve arkadaşlarının göreceli χ^2 değeri kullanılır (χ^2/df). χ^2 'nin serbestlik derecesine bölümünden elde edilen bu oran ile ilgili bir uzlaşma olmamasına rağmen, öneriler 5,0 ve 2,0 arasında olması gerektiği konusunda değişmektedir (Hooper vd., 2008: 54).

2.6.4.2. Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü (RMSEA)

Model uygunluğunu değerlendirmede son derece bilgilendirici bir kriter olan RMSEA indeksi, serbestlik derecesine göre gözlenen ve tahmin edilen kovaryans matrisleri arasındaki farklılığı ölçer. 0,05'ten küçük değerler iyi uyum gösterirken, 0,08'e kadar olan değerler kabul edilebilir uyumu, 0,08 ile 0,10 arasındaki değerler ise kötü uyumu ifade etmektedir (Hoe, 2008: 78). RMSEA değeri (2.15)'te yer alan eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$RMSEA = \sqrt{[(\chi^2/df - 1)/(N - 1)]} \quad (2.15)$$

Bu eşitlikte df serbestlik derecesini, N örneklem büyüklüğünü simgelemektedir.

2.6.4.3. Standartlaştırılmış Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü (SRMR)

SRMR, örneklem kovaryans matrisinin kalıntıları ile anakütle kovaryans modeli arasındaki farkın kareköküdür. İyi uyuma sahip modellerde SRMR değeri 0.05'ten daha düşük değerler alırken, 0.08'e kadar olan değerler kabul edilebilir uyumun göstergesidir (Hooper vd., 2008: 54-55).

2.6.4.4. Karşılaştırılmalı Uyum İndeksi (CFI)

Karşılaştırılmalı uyum indeksi (CFI), temel/hedeflenen modeli, tüm değişkenlerin birbiriyle ilişkisiz olduğunu varsayan bağımsızlık modeli ile karşılaştırır. 0.80 olarak hesaplanan bir CFI değeri, örneklem verilerine dayanarak test edilen model uyumunun, bağımsızlık modelinden %80 daha iyi olduğunu göstermektedir (Jackson vd., 2005: 13). Bu değer 0.95'ten büyük olması halinde kabul edilebilir uyum söz konusudur (Kline, 2011: 208). χ^2_t bağımsız modelin ki kare değeri, χ^2_t ise hedeflenen modelin ki kare değeri olmak üzere CFI değeri eşitlik (2.16) yardımıyla hesaplanır.

$$CFI = 1 - \frac{\max[(\chi^2_t - sd_t), 0]}{\max[(\chi^2_t - sd_t), (\chi^2_i - sd_i), 0]} \quad (2.16)$$

2.6.4.5. Uyum İyiliği İndeksi (GFI)

Örneklem kovaryans matrisinde yer alan varyans ve kovaryans miktarlarının ölçümü olan GFI değeri, regresyon analizinde yaygın olarak kullanılan R^2 'nin YEM alanındaki şekli olarak tanımlanır. Aralarındaki temel farklılık R^2 'nin hata varyansı, GFI'nın ise gözlenen kovaryans yüzdesiyle ilintili olmasıdır. Bu değer 0 ile 1 arasında değişir ve iyi uyuma sahip modellerde genellikle 1'e yakındır. χ^2_t test edilen modelin χ^2 değerini, χ^2_n bağımsız modelin χ^2 değerini göstermek üzere GFI uyum indeksi (2.17)'de yer alan eşitlik yardımıyla hesaplanır (Raykov ve Marcoulides, 2006: 43; Bollen, 1989: 276; Bayram, 2013: 74).

$$GFI = 1 - \left(\frac{\chi^2_t}{\chi^2_n} \right) \quad (2.17)$$

2.6.4.6. Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi (AGFI)

Yüksek değerli AGFI değeri daha iyi bir uyumu göstermekle birlikte, bu değer 0 ile 1 aralığında yer almaktadır. Hedeflenen modelin serbestlik derecesi, bağımsız modelin serbestlik derecesine yaklaşırsa AGFI GFI'ya yaklaşır. Modelin kabul edilebilir uyum sınırları içerisinde yer alması için bu değer 0.85'ten büyük olması gerekmektedir. AGFI değeri eşitlik (2.18) ile hesaplanabilir.

$$AGFI = 1 - \frac{sd_n}{sd_t} (1 - GFI) \quad (2.18)$$

$sd_n = s = p(p+1)/2$, sıfır hipotezinde ifade edilen model için serbestlik derecesi

$sd_t = s - t$, hedef model için serbestlik derecesidir (Çelik ve Yılmaz, 2013: 36).

Bu bilgiler ışığında, YEM'de sıklıkla kullanılan uyum indeksleri ve bu indekslerin kabulü için kesme noktaları Tablo 2.2'de toplu bir biçimde sunulmuştur.

Tablo 2.2: Model Uyumunun Değerlendirilmesi

Uyum Ölçütü	İyi Uyum	Kabul Edilebilir
χ^2	$0 \leq \chi^2 \leq 2df$	$2df < \chi^2 \leq 3df$
χ^2 / df	$0 \leq \chi^2 / df \leq 2$	$2 < \chi^2 / df \leq 3$
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq .05$	$.05 < RMSEA \leq .08$
SRMR	$0 \leq SRMR \leq .05$	$.05 \leq SRMR \leq .10$
CFI	$.97 \leq CFI \leq 1.00$	$.95 \leq CFI < .97$
GFI	$.95 \leq GFI \leq 1.00$	$.90 \leq GFI < .95$
AGFI	$.90 \leq AGFI \leq 1.00$	$85 \leq AGFI < .90$

Kaynak: Schermelleh-Engel vd; 2003: 52.

2.6.5. Modelin Geliştirilmesi

Doğrulayıcı faktör analizi modelinde, uyum indekslerinin kabul edilebilir düzey içerisinde yer almadığı durumlarda, analiz sonucunda elde edilen modifikasyon önerileri incelenmelidir. Modifikasyon indeksleri, gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki kovaryansı dikkate alarak hata terimleri temelinde ortaya konur (Çokluk, 2014: 273).

Modifikasyonlar, modelden çıkarılması önerilen değişkenleri, değişkenler arasında oluşturulması gereken yeni bağlantıları ya da eklenmesi uygun olan hata kovaryansları gibi çok sayıda parametreyi kapsar. Bu indeksler χ^2 değerinde meydana gelebilecek düşüş miktarını gösterir (Bayram, 2013: 58). Ancak uyum indekslerini kabul

edilebilir düzeye yükseltmek amacıyla modelde gerçekleştirilecek düzeltmelerin kuramsal bir temele dayanması gerekir (Meydan ve Şeşen, 2015: 38).





ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

Çalışmanın bu aşamasında önceki bölümlerde teorik ayrıntıları verilen YEM analizine ilişkin bir uygulama ortaya konulmuştur. Bu kısımda araştırmanın amacı, örnekleme tekniği, verilerin toplanması, betimleyici istatistikler, araştırma stratejisi ve analiz sonuçları verilmiştir.

3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI

Nükleer enerji ile ilgili birçok ülkede oluşan kamusal algı, bir ülkede nükleer enerjinin elektrik üretmek için kullanılıp kullanılamayacağını belirleyen önemli bir faktördür (Wang ve Li, 2016: 165). Bu anlamda, nükleer güç politikaları sağlamaya yönelik halkın kabulünü ve bu kabulün belirleyicilerini incelemek büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle, sağlam nükleer enerji politikaları ortaya atmak amacıyla politika yapıcılar nükleer enerji konusunda görüşleri için halka danışma gereksinimi duymaktadır.

Çalışmanın amacı, genç nesillerin nükleer enerji konusundaki farkındalıklarının ve kabul düzeylerini etkileyen faktörler arasındaki nedensel ilişkilerin yapısal bir model ile incelenmesidir. Bu doğrultuda, teorik çerçeveden hareketle gizil bir değişken olan nükleer enerji kabulüne ilişkin faktörler ortaya konmuş ve güven, enerji arz fayda algısı, çevresel fayda ve risk algısının üniversite öğrencilerinin nükleer güç kabulü üzerindeki etkileri test edilmiştir.

3.2. ANAKÜTLE VE ÖRNEKLEM

2015-2016 eğitim öğretim yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Evliya Çelebi Kampüsünde yer alan fakültelerde lisans öğrenimi gören 26567 öğrenci çalışmanın anakütlesini oluşturmaktadır. Tabakalı örnekleme yöntemi ile seçilen 521 öğrenci ise araştırmanın örnekleme olarak belirlenmiştir. Tabaka olarak kabul edilen 9 fakülteye ilişkin örneklem büyüklüğünün hesaplanması için kullanılan formül eşitlik (3.1)'de gösterilmiştir (Krejcie & Morgan, 1970: 1).

$$n = \frac{Z^2 N p (1-p)}{(N-1)d^2 + p (1-p) Z^2} \quad (3.1)$$

Formülde;

n = Örnekleme alınacak birim sayısı

N= Anakütledeki birim sayısı

p = İncelenen olayın gerçekleşme olasılığı (0.5)

q = İncelenen olayın gerçekleşmeme olasılığı (1-p)

d = Örneklem hatası (0.05)

Z = Belirli bir anlamlılık düzeyinde t tablosuna göre bulunan kritik değerdir.

Verilen bilgiler doğrultusunda eşitlik (3.2)'de $n = 379$ olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak 379 kişiye uygulanacak anketin yeterli olduğu çalışmada, fakültelerdeki öğrencilerin oransal dağılımı; 22 eğitim fakültesi, 60 fen edebiyat fakültesi, 13 güzel sanatlar fakültesi, 151 iktisadi ve idari bilimler fakültesi, 8 ilahiyat fakültesi, 22 sağlık yüksekokulu, 71 mühendislik fakültesi, 5 tıp fakültesi ve 27 uygulamalı bilimler meslek yüksek okulu öğrencilerini oluşturacak şekilde hesaplanmıştır.

$$n = \frac{(1.96)^2 26567 (0.5) (0.5)}{26567(0.05)^2 + (0.5) (0.5)(1.96)^2} = 379 \quad (3.2)$$

Öte yandan örneklem büyüklüğü ne derece geniş tutulursa tahmin edilen parametreler o denli kararlı ve güvenilir olmaktadır (Raykov & Marcoulides, 2008: 18). Bu nedenle yukarıda bahsi geçen rakamlar sınır değer olarak ele alınmış ve örneklem büyüklüğü bu rakamların üzerine çıkarılmıştır.

3.3. DEMOGRAFİK ÖZELLİKLER

Araştırmaya katılan üniversite öğrencilerinin sosyo demografik özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 3.1'de gösterilmektedir. Araştırmada 26 anket eksik, silik ve hatalı doldurulduğundan değerlendirilmeye alınmamış ve 521 öğrencinin anketi analize dahil edilmiştir.

Tablo 3.1 incelendiğinde, öğrencilerin %56'sının kadın, %44'ünün ise erkeklerden oluştuğu tespit edilmiştir. Yaş ve medeni durumlara bakıldığında ise katılımcıların büyük bir çoğunluğunu 18-22 yaş arasında (%73.5) ve bekar (%98.1) öğrencilerin oluşturduğu görülmektedir. Öğrencilerin %38.8'i iktisadi idari bilimler fakültesinde, %22.3'i mühendislik fakültesinde öğrenim görmektedir. Ankete katılan 203 öğrenci 3.sınıf öğrencileri olmakla birlikte örneklemin %39'unu oluşturmaktadır. Katılımcıların %40.7'si Marmara bölgesinde, %20.7'si Ege bölgesinde ikamet etmektedir. Ankete katılan öğrenci ebeveynlerinin eğitim durumlarına bakıldığında; anne

eğitim düzeyi ilköğretim olan 256 (%49.1) kişi, baba eğitim düzeyi ortaöğretim olan 237 (%45.5) kişi bulunmaktadır. Öğrencilerin %42.4'ü ailesini muhafazakar olarak tanımlarken, %38.2'si kendisini milliyetçi olarak tanımlamıştır. 338 öğrenci ise nükleer enerjiye dair bilgisinin var olduğunu beyan etmiştir. Daha detaylı bilgiler Tablo 3.1'de sunulmuştur.

Tablo 3.1: Katılımcıların Sosyo-Demografik Özellikleri

Değişkenler	n	%
<i>Cinsiyet</i>		
Kadın	292	56,0
Erkek	229	44,0
<i>Medeni Durum</i>		
Evli	10	1,9
Bekar	511	98,1
<i>Yaş</i>		
18'den az	1	0,2
18-22	383	73,5
22-26	126	24,2
26-30	8	1,5
30'dan fazla	3	0,6
<i>Fakülte</i>		
İİBF	202	38,8
Mühendislik	116	22,3
İslami İlimler	15	2,9
Fen Edebiyat	80	15,4
Sağlık Yüksek Okulu	28	5,4
Uygulamalı Bilimler	30	5,8
Güzel Sanatlar	15	2,9
Tıp	11	2,1
Eğitim	24	4,6
<i>Sınıf</i>		
1	108	20,7
2	85	16,3
3	203	39,0
4	125	24,0
<i>Aile Coğrafi Bölge</i>		
Marmara	212	40,7
Karadeniz	29	5,6
Ege	108	20,7
İç Anadolu	84	16,1
Akdeniz	50	9,6
Güneydoğu	15	2,9
Doğu Anadolu	13	2,5
Diğer	10	1,9

Tablo 3.1: Katılımcıların Sosyo-Demografik Özellikleri (devam)

Anne Eğitim Düzeyi		
Yok	46	8,8
İlköğretim	256	49,1
Ortaöğretim	178	34,2
Üniversite	38	7,3
Yüksek Lisans	3	0,6
Baba Eğitim Düzeyi		
Yok	7	1,3
İlköğretim	181	34,7
Ortaöğretim	237	45,5
Üniversite	90	17,3
Yüksek Lisans	6	1,2
Aile Siyasi Görüş		
Muhafazakar	221	42,4
Sosyal Demokrat	100	19,2
Milliyetçi	183	35,1
Liberal	17	3,3
Kendi Siyasi Görüş		
Muhafazakar	169	32,4
Sosyal Demokrat	117	22,5
Milliyetçi	199	38,2
Liberal	36	6,9
Nükleer Bilgisi		
Var	338	64,9
Yok	183	35,1

3.4. ARAŞTIRMA MODELİ VE YÖNTEMİ

Araştırma modelinde 5 gizil ve 20 gözlenen değişken yer almaktadır. Katılımcıların nükleer enerji santrallerine ilişkin düşünce ve görüşleri ile ilgili ifadeleri beşli likert ölçeği ile değerlendirmeleri istenmiştir. Ölçme aracındaki ifadeler verilen yanıtlar 1 = Hiç katılmıyorum, 2 = Katılmıyorum, 3 = Kararsızım, 4 = Katılıyorum, 5 = Kesinlikle katılıyorum şeklinde sınıflandırılmıştır.

Çalışmada, üniversite öğrencilerinin nükleer güç kabulünü açıklayan nedensel bir model test edilmektedir. Araştırmanın modeli Wang ve Li'nin (2016) çalışmalarına dayanmaktadır. Nükleer enerjiye karşı duyulan güvenin, nükleer enerji kabulünü dolaylı etkileyen modelde, algılanan enerji arz faydasının, algılanan çevresel fayda ve risklerin öğrencilerin nükleer enerjiyi kabul düzeyi üzerinde belirleyici faktörler olduğu öngörülmektedir. Bir başka deyişle, algılanan enerji arz faydası, algılanan çevresel fayda, risk algısı, güven ve kabul arasındaki nedensel ilişki yapısal eşitlik modellemesi ile açıklanmaktadır.

Ankette yer alan ifadeleri Türkçeye uyarlama aşamasında yalın ve anlaşılır bir dil kullanılmasına özen gösterilmiştir. Araştırma modeline ait gözlenen değişkenler ve bu gözlenen değişkenler aracılığıyla temsil edilen gizil değişkenler Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2: Gizil ve Gözlenen Değişkenler

Gizil Kavramlar	Gözlenen Değişkenler
GUVEN	GUVEN
GUVEN1	Nükleer enerji santralleri, santral için gerekli olan üstün kaliteyle yapılandırılmalı, inşa edilmelidir.
GUVEN2	Nükleer uzmanlarının nükleer kazalar ile ilgili değerlendirmeleri bilimsel ve mantıklıdır.
GUVEN3	Hükümet tarafından yapılan nükleer enerji santralinin inşa edileceği yer seçimi bilimsel niteliklidir.
GUVEN4	Nükleer enerji santrali çalışanları profesyonel olarak faaliyet gösterebilir.
GUVEN5	Nükleer bir kaza olması halinde hükümet yerinde ve etkili önlemler alacaktır.
CEVFYD	ÇEVRESEL FAYDA
CEVFYD1	Nükleer enerji gelişimi sera gazı emisyonlarını etkin bir şekilde azaltabilir.
CEVFYD2	Nükleer enerji gelişimi hidroelektrik santrallerin verimli topraklar üzerinde kurulmasını engelleyerek orman alanlarının tahribatını önleyebilir.
CEVFYD3	Nükleer enerji gelişimi kömür yanmasıyla ortaya çıkan tozları kayda değer miktarda azaltabilir.
CEVFYD4	Nükleer enerji gelişimi fosil yakıt çıkarımından kaynaklanan çevresel zararları etkin bir şekilde çözebilir
EAF	ENERJİ ARZ FAYDASI
EAF1	Nükleer enerji gelişimi uluslararası enerji piyasasına olan bağımlılığımızı azaltabilir.
EAF2	Nükleer enerji santralleri Türkiye’deki yaşam standardını arttıracaktır.
EAF3	Nükleer enerji gelişimi Türkiye’nin enerji arz yapısını iyileştirebilir.
RISK	RISK
RISK1	Doğal afetlerden kaynaklanan nükleer kaza riski yüksektir.
RISK2	Nükleer enerji santral çalışanlarının, operasyonel hatalarından kaynaklanan nükleer kazaların riski yüksektir.
RISK3	Nükleer enerji santrallerine yakın yerlerde yaşayan insanlar çok büyük psikolojik stres altındadırlar.
RISK4	Nükleer enerji santrallerine yakın yerde yaşayan insanlar radyasyondan zarar görmektedirler.
KABUL	KABUL
KABUL1	Türkiye’de nükleer enerji santralleri kurulmasının zekice bir seçim olduğunu düşünüyorum.
KABUL2	Türk hükümetinin nükleer enerji gelişimi adına daha fazla yatırım yapması gerektiği kanısındayım.
KABUL3	Türkiye’nin toplam elektrik üretiminde nükleer enerjinin payı artırılmalıdır.
KABUL4	Geleneksel termal enerjiyle karşılaştırıldığında nükleer enerji daha avantajlıdır.

Visschers vd.’nin (2011) çalışmasında kullandığı ölçek dikkate alınmakla birlikte ilgili teorik ve alan çalışmalarından yararlanılarak ölçeğe 2 soru eklenmiştir. Dolayısıyla modelde enerji arz faydasıyla ilgili gizil değişkene ait gözlenen değişken sayısı 3’e, çevresel fayda ile ilgili gözlenen değişken sayısı ise 4’e çıkarılmıştır.

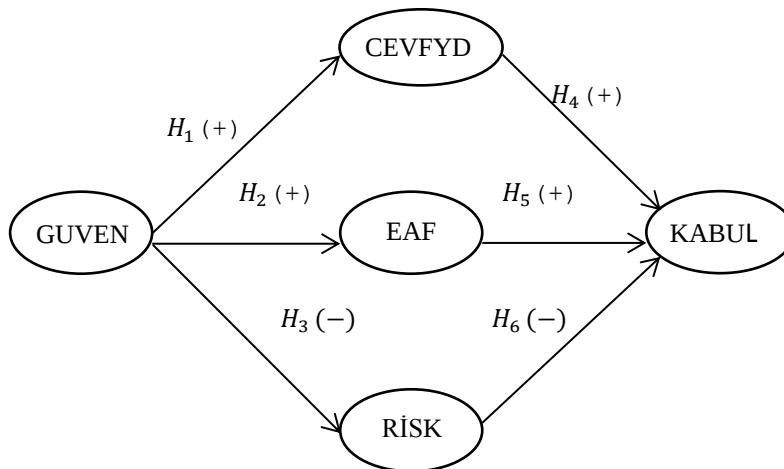
Öğrencilerin nükleer güç santrallerini kabul etme düzeyini etkileyen faktörler arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla model kapsamında ortaya atılan hipotezler aşağıdaki şekilde ele alınmıştır:

Araştırma Hipotezleri

- H_1 : Öğrencilerin nükleer enerjiye ilişkin güven algıları nükleer enerjinin çevresel faydasına yönelik inançları üzerinde **pozitif bir etkiye sahiptir**.
- H_2 : Öğrencilerin nükleer enerjiye ilişkin güven algıları enerji arzına yönelik faydasına olan inançları üzerinde **pozitif bir etkiye sahiptir**.
- H_3 : Öğrencilerin nükleer enerjiye ilişkin güven algıları nükleer enerji riskine yönelik algıları üzerinde **negatif bir etkiye sahiptir**.
- H_4 : Öğrencilerin, nükleer enerjinin çevresel faydasına yönelik inançları nükleer enerjiyi kabul etme düzeyleri üzerinde **pozitif bir etkiye sahiptir**.
- H_5 : Öğrencilerin, nükleer enerji arz faydasına olan inançları nükleer enerjiyi kabul etme düzeyleri üzerinde **pozitif bir etkiye sahiptir**.
- H_6 : Öğrencilerin, nükleer enerji riskine yönelik algıları nükleer enerjiyi kabul etme düzeyleri üzerinde **negatif bir etkiye sahiptir**.

Modele ilişkin araştırma hipotezlerinin tamamı ve nedensel ilişkiler Şekil 3.1’de yer alan grafiksel gösterim ile sunulmuştur.

Şekil 3.1: Araştırma Hipotezlerine İlişkin Diyagram



YEM’de analiz aşamasına geçmeden önce kullanılacak tahmin yönteminin belirlenmesi amacıyla veri dağılımının incelenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle elde edilen verilere Mardia’nın çarpıklık ve basıklık katsayıları kullanılarak tek değişkenli ve çok değişkenli normallik analizi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda verilerin normallik varsayımını sağlamadığı tespit edilmiş ve tüm değişkenler standardize edildikten sonra veriler tekrar Mardia çok değişkenli normallik testine tabi tutulmuştur. Sonuçlar Tablo 3.3 ve Tablo 3.4’te gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Sürekli Değişkenler İçin Tek Değişkenli Normallik Testi

Değişken	Çarpıklık		Basıklık		Çarpıklık ve Basıklık	
	Z-değeri	P-değeri	Z-değeri	P-değeri	χ^2	P-değeri
GUVEN1	-3.629	0.000	-5.711	0.000	45.791	0.000
GUVEN2	-1.016	0.309	-1.734	0.083	4.040	0.133
GUVEN3	-0.888	0.374	-4.145	0.000	17.972	0.000
GUVEN4	-1.372	0.170	-2.460	0.014	7.932	0.019
GUVEN5	0.949	0.343	-7.468	0.000	56.672	0.000
CEVFYD1	-0.251	0.802	-1.511	0.131	2.347	0.309
CEVFYD2	-0.894	0.371	-4.697	0.000	22.865	0.000
CEVFYD3	-1.163	0.245	-1.752	0.080	4.422	0.110
CEVFYD4	-0.409	0.682	-1.349	0.177	1.988	0.370
EAF1	-2.348	0.019	-5.729	0.000	38.377	0.000
EAF2	-1.315	0.188	-4.236	0.000	19.673	0.000
EAF3	-1.821	0.069	-2.057	0.040	7.546	0.023
RISK1	-2.179	0.029	-3.275	0.001	15.478	0.000
RISK2	-2.145	0.032	-3.094	0.002	14.175	0.001
RISK3	-3.655	0.000	-5.320	0.000	41.666	0.000
RISK4	-4.796	0.000	-4.780	0.000	45.854	0.000
KABUL1	-2.269	0.023	-3.560	0.000	17.823	0.000
KABUL2	-1.173	0.241	-4.023	0.000	17.558	0.000
KABUL3	-1.246	0.213	-4.230	0.000	19.445	0.000
KABUL4	-1.091	0.275	-3.415	0.001	12.853	0.002

Relative Multivariate Kurtosis = 1.164

GUVEN2, CEVFYD1, CEVFYD3 ve CEVFYD4 gözlenen değişkenleri haricinde diğer tüm değişkenlerin tek değişkenli normallik varsayımını sağlamadığı gözlenmektedir ($p < 0.05$). Mardia’nın normalleştirilmiş çok değişkenli basıklık katsayısı 512.105 olarak hesaplanmıştır. Kritik değer ise Raykov ve Marcoulides’in (2008) “p” gözlenen değişken sayısını temsil etmek üzere ortaya koyduğu $p(p+2)$ denklemi yardımıyla hesaplanmıştır. Araştırma kapsamında yer alan gözlenen değişkenlerin sayısı 20 olduğundan kritik değer 420 olarak hesaplanmıştır. Analiz sonucunda elde edilen basıklık katsayısının kritik değerden büyük olması nedeniyle veri setinin çok değişkenli normallik varsayımını sağlayamadığı belirlenmiştir. Ayrıca Tablo 3.4’te yer alan

çarpıklık ve basıklık katsayılarına ilişkin p değerlerinin 0.05'ten küçük olması da bu sonucu desteklemektedir.

Tablo 3.4: Sürekli Değişkenler İçin Çok Değişkenli Normallik Testi Sonuçları

Çarpıklık			Basıklık			Çarpıklık ve Basıklık	
Değer	Z-Değeri	P-Değeri	Değer	Z-Değeri	P-Değeri	χ^2	P Değeri
33.485	19.655	0.000	512.105	16.602	0.000	661.952	0.000

YEM’de kullanılan ML ve GEKK tahmin yöntemleri çok değişkenli normallik varsayımını gerektirmektedir. AEKK veya Dayanıklı ML tahmin yöntemleri ise veri setinde normalliğin sağlanmadığı durumlarda kullanılabilir. AEKK yöntemi az sayıda veri ile istatistiksel olarak iyi sonuçlar vermediğinden 10 gözlenen değişken için bile en az 1000 birimlik örnekleme ihtiyaç duyar (Muthen, 1989: 25). Araştırma kapsamında örneklem hacmi AEKK’nın gerektirdiği kadar geniş tutulamadığından ve veri setinde çok değişkenli normallik varsayımı sağlanmadığından analiz aşamasında tahmin yöntemi olarak Dayanıklı ML yöntemi tercih edilmiştir. Dağılımsal varsayımın ihlal edildiği durumlarda kullanılan bu yöntemde daha güvenilir sonuçlar veren Satorra Bentler düzeltilmiş χ^2 test istatistiği ile model uyumu değerlendirilir ve asimptotik kovaryans matrisi kullanılır (Byrne & Stewart, 2006: 303). Verilerin analiz edilmesinde SPSS 22 ve LISREL 8.51 istatistiksel paket programları kullanılmıştır.

3.5. AÇIKLAYICI FAKTÖR ANALİZİ (AFA)

Geleneksel olarak AFA, birbiriyle ilişkili gözlemlenen değişkenler kümesindeki muhtemel altta yatan faktör yapısını ve sayısını keşfetmek için kullanılan çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olarak tanımlanır. Katılımcıların tepkilerine göre faktör yapısının nasıl görüldüğünü belirlenmesine yardımcı olur. DFA ise ilişki modelini önsel olarak varsayan ve gözlem kümesine ait faktör yapısını doğrulamak için kullanılan istatistiksel bir tekniktir. Araştırmacının, gözlenen değişkenler ile bunların altında yatan gizil yapılar arasında bir ilişkinin var olduğunu iddia eden hipotezi test etmesine olanak sağlar (Suhr, 2006: 1).

Çalışmada öncelikle, araştırma modeline ilişkin yapı geçerliliğinin ortaya çıkarılması amacıyla pilot çalışma çerçevesinde İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde öğrenim gören 202 öğrenciye anket yapılmıştır. Elde edilen verilere açıklayıcı faktör analizi uygulanmadan önce, söz konusu verilerin faktör analizine uygunluğunun belirlenmesi amacıyla Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett testi değerleri incelenmiştir. Bu testlerden KMO, faktör analizini gerçekleştirebilmek için örneklem büyüklüğünün yeterli olup olmadığını ortaya koymaya yarar. Kaiser bu değerin 1'e yaklaştıkça mükemmel olduğunu, 0,50'nin altında ise kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer almadığını vurgulamaktadır (Kaiser, 1974: 35). Bartlett testi ise anakütle korelasyon matrisinin köşegen olduğu hipoteziyle ilgili olarak analiz edilen veri setindeki bulguları değerlendirir. Yani burada test edilen sıfır hipotezi, anakütle korelasyon matrisinin bir birim matris olmasıdır. Söz konusu hipoteze göre, analiz edilen değişkenler birbiriyle ilişkisizdir. Bu durumda, gözlenen değişkenler gerçekten dönüştürülemez olduğu için faktör analizini gerçekleştirmenin anlamı yoktur. Dolayısıyla Bartlett testinin istatistiksel olarak anlamlı olması gerekmektedir ($p < 0.05$) (Raykov & Marcoulides, 2008: 226).

Tablo 3.5 incelendiğinde 0.799 olarak ortaya çıkan KMO değeri, faktör analizini uygulamak için yeterli düzeyde örneklem büyüklüğüne erişildiğini ifade etmektedir. Bartlett testi anlamlılık düzeyi ise 0.00 olarak hesaplandığından “Korelasyon matrisi birim matristir.” şeklindeki sıfır hipotezi reddedilerek veri setinin faktör analizi için uygun bir yapıda olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 3.5: KMO and Bartlett Testi

Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterliliği Ölçümü	,799
Bartlett Testi	Yaklaşık Ki Kare
	1413,993
	Serbestlik Derecesi
	190
	Anlamlılık Düzeyi
	,000

Elde edilen verilerin faktör analizine uygunluğunun değerlendirilmesinin ardından, gözlenen değişkenlerin oluşturacağı faktörleri (gizil değişkenleri) ve bu faktörlerin sayısını ortaya koymak amacıyla veri setinde yer alan 20 gözlenen değişken AFA'ya tabi tutulmuştur. Bir diğer deyişle modele ait yapısal geçerliliğin sınanması amaçlanmıştır. Varimax döndürme tekniği ve Temel Bileşenler Analizi kullanılarak

uygulan AFA sonucunda, GUVEN5 sorusu faktör yapısını bozduğundan analiz dışında tutulmuştur. Her bir gözlenen değişkene ait faktör yükü, gizil değişkenlerin ise özdeğer ve varyans açıklama oranları Tablo 3.6’da gösterilmektedir.

Tablo 3.6: Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları

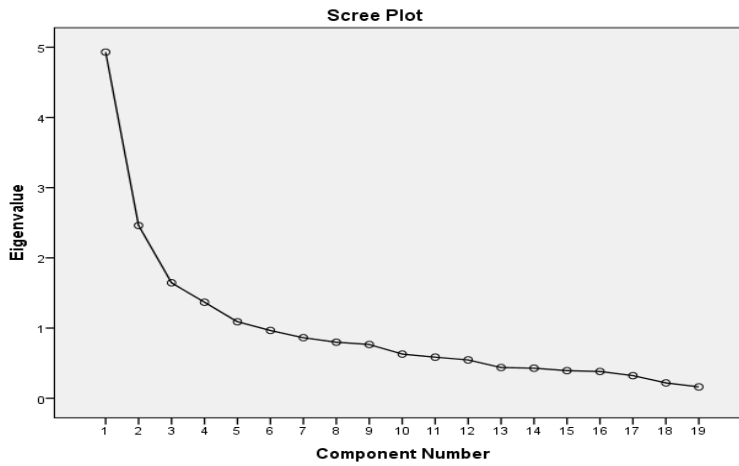
Madde	Faktör Yükleri					Özdeğer	Varyans Açıklama Oranı (%)
	Kabul	Risk	Çevresel Fayda	Enerji Arz Faydası	Güven		
KABUL2	,878					4,930	25,949
KABUL3	,873						
KABUL1	,870						
KABUL4	,560						
RISK4		,813				2,461	12,952
RISK2		,798					
RISK3		,750					
RISK1		,682					
CEVFYD4			,784			1,645	8,657
CEVFYD3			,713				
CEVFYD2			,580				
CEVFYD1			,574				
EAF2				,722		1,368	7,199
EAF3				,719			
EAF1				,686			
GUVEN2					,769	1,090	5,735
GUVEN1					,702		
GUVEN4					,558		
GUVEN3					,547		
Toplam							60,492

Faktör sayısı önceden belirlenmeksizin yapılan analiz sonucunda, veri setinde yer alan 19 gözlenen değişken teorik modele uygun olarak beş faktör altında toplanmıştır. Özdeğeri 1’den büyük olan bu faktörler *Kabul*, *Risk*, *Çevresel Fayda*, *Enerji Arz Faydası* ve *Güven* olarak adlandırılmıştır. Tablo 3.5’te görüldüğü üzere elde edilen beş faktörlü yapı toplam varyansın %60.492’sini açıklamaktadır. Birinci faktör olan *Kabul*, toplam varyansın %25.49’unu, *Risk* faktörü %12,952’sini, *Çevresel Fayda* faktörü %8,657’sini, *Enerji Arz Faydası* faktörü %7,199’unu, *Güven* faktörü ise %5,735’ini açıklamaktadır.

Şekil 3.2’de yer alan Cattell’in Scree Plot’u, faktörlerin ve bunlara karşılık gelen özdeğerlerin grafiksel gösterimini sunmaktadır. Burada faktörlerin (gizil değişkenlerin) X eksen ve özdeğerlerin Y eksen tarafından temsil edildiği düşünülmektedir. İlk bileşen en büyük varyansı oluşturduğundan en yüksek özdeğere sahiptir (Beavers vd., 2013: 8).

Analiz sonucunda elde edilen özdeğer grafiğinin dağılımı incelendiğinde özdeğeri 1'den büyük beş faktör olduğu gözlenmektedir. Faktörler oluşturulurken faktör yükünün en düşük 0.40 ve yük değerleri arasında en az 0.10 puanlık bir fark olmasına dikkat edilmiştir (Johnson & Bedford, 2004: 17).

Şekil 3.2: Özdeğer Grafiği



Madde ortalamalarının eşitliğinin ortaya koyan Hotelling T^2 test sonucu ise anlamlılık değeri $0.000 < 0.05$ olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle “Soru ortalamaları arasında bir farklılık yoktur.” şeklindeki sıfır hipotezi reddedilerek ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

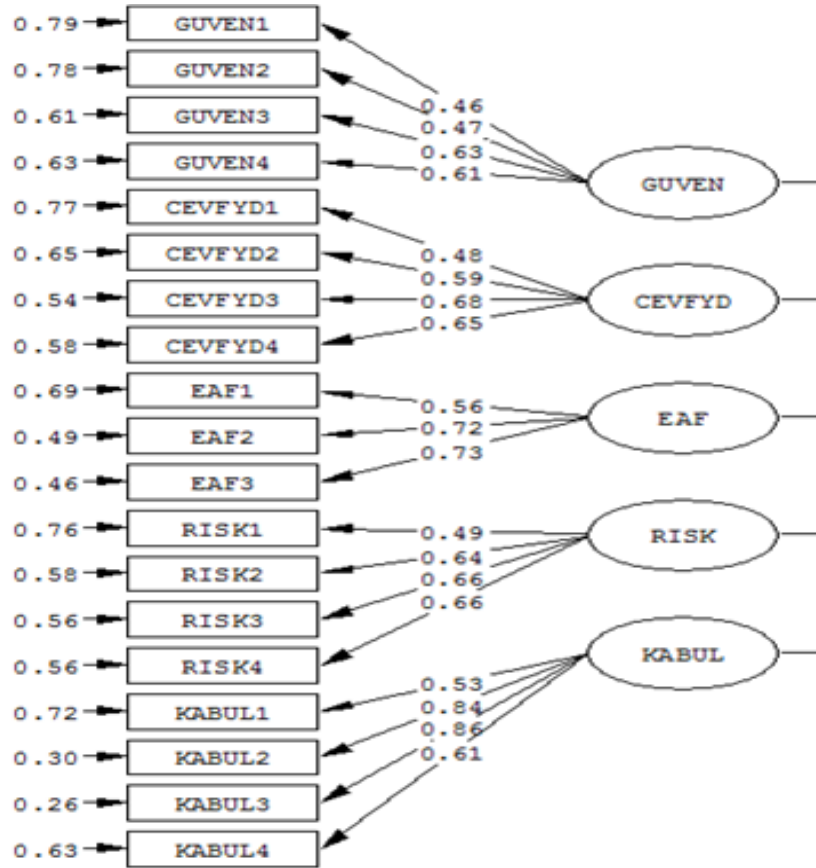
Alt ölçeklere ilişkin güvenilirlik analizi sonuçları Tablo 3.7’de yer almaktadır. Ölçeklerin güvenilirlikleri 0.62 ile 0.79 arasında değişmektedir. Ölçme modelinde yer alan tüm gözlenen değişkenlerin güvenilirlik katsayısı ise 0.812 olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle ölçeğin yeterli güvenilirlik düzeyine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 3.7: Güvenilirlik Analizi Sonuçları

Gizil Değişkenler	Güvenilirlik Katsayısı (α)
Güven	0.626
Çevresel Fayda	0.684
Enerji Arz Faydası	0.703
Risk	0.707
Kabul	0.799

Şekil 3.3'te gizil değişkenler ve bu gizil değişkenlerin ilgili olduğu gözlenen değişkenler arasındaki yapıyı standartlaştırılmış yol katsayıları ile ortaya koyan ölçüm modeline ilişkin yol diyagramı gösterilmiştir.

Şekil 3.3: Ölçüm Modeline İlişkin Yol Diyagramı



Şekil 3.3 incelendiğinde, GUVEN gizil değişkenine ilişkin yol katsayılarının 0.46-0.63, CEVFYD gizil değişkeninin 0.48-0.68, EAF gizil değişkeninin 0.56-0.73, RISK gizil değişkeninin 0.49-0.66, KABUL gizil değişkeninin ise 0.53-0.86 arasında değiştiği görülmektedir.

YEM analizine geçmeden önce kullanılan modelin geçerliliğin ölçülmesi gereklidir. Ölçüm modeline ilişkin uyum iyiliği değerleri Tablo 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3.8: Ölçüm Modeli için Uyum İyiliği Değerleri

Uyum Ölçütü	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	Hesaplanan Değer	Uyum
χ^2	$0 \leq \chi^2 \leq 2df$	$2df < \chi^2 \leq 3df$	305.78	Kabul Edilebilir
χ^2 / df	$0 \leq \chi^2 / df \leq 2$	$2 < \chi^2 / df \leq 3$	2.15	Kabul Edilebilir
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0.05$	$0.05 < RMSEA \leq 0.08$	0.047	İyi Uyum
SRMR	$0 \leq SRMR \leq 0.05$	$0.05 < SRMR \leq 0.10$	0.050	İyi Uyum
CFI	$0.97 \leq CFI \leq 1.00$	$0.95 \leq CFI < 0.97$	0.92	Red
GFI	$0.95 \leq GFI \leq 1.00$	$0.90 \leq GFI < 0.95$	0.93	Kabul Edilebilir
AGFI	$0.90 \leq AGFI \leq 1.00$	$0.85 \leq AGFI < 0.90$	0.90	İyi Uyum

Kaynak: Schermelleh-Engel vd., 2003: 52.

Ölçüm modeli için hesaplanan uyum iyiliği değerleri incelendiğinde χ^2 / df 2.15 olarak tespit edilmiş ve anakütle varyans kovaryans matrisi ile tahmin edilen varyans-kovaryans matrisinin uyumlu olduğuna karar verilmiştir. RMSEA değerinin ise 0.047 ile iyim uyum referans değerleri içerisinde olduğu görülmektedir. SRMR değeri ile GFI değeri sırasıyla 0.05 ve 0.93 olarak tespit edildiğinden kabul edilebilir uyum sınırlarında yer almaktadır. 0.90 olarak hesaplanan AGFI değeri ise modelin iyi uyum sınırlarında olduğunu göstermektedir. CFI değerine bakıldığında ise kabul edilebilir sınır değerinin altında olduğu gözlenmiştir. CFI değeri haricinde hesaplanan tüm değerlerin uyum indeks sonuçları benzer olduğundan bütünsel açıdan ölçme modelinin istatistiksel olarak anlamlı ve uygun bir model olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 3.9’da ölçüm modeline ilişkin standartlaştırılmış yükler, t değerleri ve çoklu belirlilik katsayısı olan R^2 değerleri verilmiştir.

Tablo 3.9: Ölçüm Modeli için DFA Sonuçları

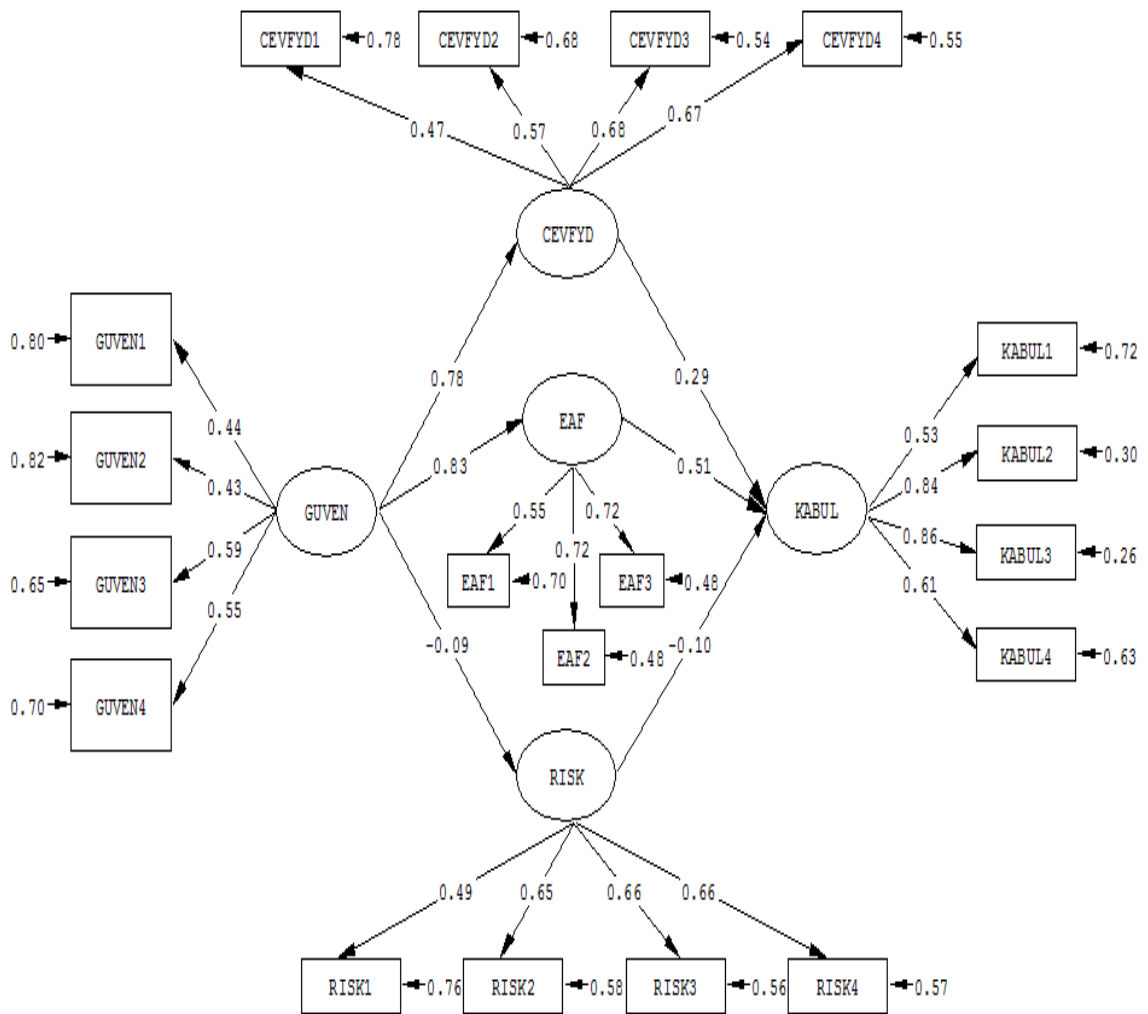
Gizil Değişkenler	Standartlaştırılmış Yükler	t Değerleri	R^2
GUVEN			
GUVEN1	0.46	8.37	0.21
GUVEN2	0.47	8.91	0.22
GUVEN3	0.63	13.32	0.39
GUVEN4	0.61	11.77	0.37
CEVRESEL FAYDA			
CEVFYD1	0.48	9.01	0.23
CEVFYD2	0.59	13.23	0.35
CEVFYD3	0.68	16.56	0.46
CEVFYD4	0.65	13.44	0.42
ENERJİ ARZ FAYDASI			
EAF1	0.55	11.94	0.31
EAF2	0.72	17.96	0.51
EAF3	0.73	15.58	0.54
RISK			
RISK1	0.49	9.49	0.24
RISK2	0.64	13.55	0.42
RISK3	0.66	14.72	0.44
RISK4	0.66	13.19	0.44
KABUL			
KABUL1	0.53	10.21	0.28
KABUL2	0.84	22.11	0.70
KABUL3	0.86	24.38	0.74
KABUL4	0.61	13.75	0.37

Gözlenen değişkenler ile ilgili olduğu gizil değişkenler arasındaki korelasyon, standartlaştırılmış yükler tarafından temsil edilir. GUVEN gizil değişkeni ile en yüksek korelasyona sahip gözlenen değişken, 0.63 korelasyon katsayısıyla GUVEN3'tür. R^2 'si ise 0.39 olarak hesaplanmıştır. Tablo incelendiğinde, en yüksek standartlaştırılmış yük değerinin KABUL3 gözlenen değişkenine ait olduğu görülmektedir (0.86). R^2 değeri 0.74 olduğundan KABUL gizil değişkenine ait değişkenliğin en fazla KABUL3 değişkeni tarafından açıklandığı görülmektedir. CEVFYD ve EAF gizil değişkenleri ile en yüksek korelasyona sahip gözlenen değişkenler ise sırasıyla 0.68 ve 0.73 standartlaştırılmış yük değeri ile CEVFYD3 ve EAF3'tür. RISK3 ve RISK4 ise 0.66 standartlaştırılmış yük değeri ile RISK gizil değişkeni ile en yüksek korelasyona sahip gözlenen değişkenlerdir. Ölçüm modeline ait t değerlerine bakıldığında, tüm gözlenen değişkenlerin t değerleri 1.96'yı aştığından 0.05 anlamlılık düzeyinde bu değişkenlerin modelde yer almasının istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

3.6. YAPISAL EŞİTLİK MODELİNİN OLUŞTURULMASI VE ANALİZ SONUÇLARI

Çalışmanın bu aşamasında, ölçüm modeli elde edildikten sonra gizil değişkenlerin birbirleriyle ve gözlenen değişkenlerle olan ilişkisini ortaya koyan yapısal eşitlik modelinin analiz sürecine geçilmiştir. Daha önce de belirtildiği üzere, veri setinde çok değişkenli normallik varsayımı sağlanamadığından YEM'in analiz edilmesinde Dayanıklı ML tahmin metodu kullanılmıştır. Bu bağlamda analiz süresince Satorra-Bentler χ^2 değerinden yararlanılmıştır. Araştırma modeline ilişkin oluşturulan analiz sonucunun LISREL program çıktısı Şekil 3.4'te gösterilmiştir.

Şekil 3.4: Yapısal Eşitlik Modeli



Modelde yer alan tüm bağlantılara yönelik işaretler, teorik bekleyişlere uygun bir şekilde ortaya çıkmıştır. Daha spesifik olarak incelendiğinde, öğrencilerin nükleer enerjinin arz faydasına ve çevresel faydasına yönelik algıları, nükleer gücü kabul düzeyini olumlu yönde etkilerken; risk algılarının ise kabul düzeyini olumsuz etkilediği gözlenmektedir.

YEM'in istatistiksel olarak uygunluğu değerlendirilmesinde kullanılan uyum iyiliği değerleri Tablo 3.10'da sunulmuştur.

Tablo 3.10: Yapısal Eşitlik Modeli için Uyum İyiliği Değerleri

Uyum Ölçütü	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	Hesaplanan Değer	Uyum
χ^2	$0 \leq \chi^2 \leq 2df$	$2df < \chi^2 \leq 3df$	348.75	Kabul Edilebilir
χ^2 / df	$0 \leq \chi^2 / df \leq 2$	$2 < \chi^2 / df \leq 3$	2.38	Kabul Edilebilir
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0.05$	$0.05 < RMSEA \leq 0.08$	0.052	İyi Uyum
SRMR	$0 \leq SRMR \leq 0.05$	$0.05 < SRMR \leq 0.10$	0.055	İyi Uyum
CFI	$0.97 \leq CFI \leq 1.00$	$0.95 \leq CFI < 0.97$	0.91	Red
GFI	$0.95 \leq GFI \leq 1.00$	$0.90 \leq GFI < 0.95$	0.92	Kabul Edilebilir
AGFI	$0.90 \leq AGFI \leq 1.00$	$0.85 \leq AGFI < 0.90$	0.90	İyi Uyum

Kaynak: Schermelleh-Engel vd., 2003: 52.

Analiz sonucunda elde edilen uyum iyiliği değerleri incelendiğinde, χ^2 / df değeri 2.38 olarak hesaplandığından veri setinin model ile uyumunun kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğuna karar verilmiştir. Örneklem kovaryans matrisi ile tahmini kovaryans matrisi arasındaki farkı temel alan RMSEA değerinin ise 0.052 ile kabul edilebilir uyum değerleri içerisinde yer aldığı görülmektedir. Diğer kriterler incelendiğinde, SRMR değeri (0.055) ile regresyon analizindeki R^2 'nin YEM'deki karşılığı olarak kabul gören GFI değeri (0.92) kabul edilebilir uyumu yansıtmaktadır. 0.90 olarak hesaplanan AGFI değerinin ise iyi uyum düzeyinde olduğu gözlenmektedir. CFI değeri haricinde hesaplanan tüm değerlerin uyum indeks sonuçları benzer olduğundan modelin istatistiksel olarak anlamlı ve uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Örneklem büyüklüğünün yeterliliğini temsil eden “kritik N” (Critical N-CN) değeri ölçüm modeli için 248.36 olarak hesaplanmıştır. Araştırmada 521 birimlik örneklem kullanıldığından örneklem büyüklüğünün yeterli olduğuna karar verilmiştir.

Ölçüm modeli ve yapısal modelin birleştirildiği YEM'e ilişkin analiz sonuçları, elde edilen yapısal eşitlikler ve bağımlı değişkende bağımsız değişkenle açıklanan değişimin ölçüsü olarak ifade edilen çoklu belirlilik katsayısı R^2 değerleri ise Tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.11: Yapısal Eşitlik Modeli Sonuçları

Gizil Değişkenler	Standartlaştırılmış Yükler	t Değerleri	R^2
GUVEN			
GUVEN1	0.44	8.25	0.20
GUVEN2	0.43	8.27	0.18
GUVEN3	0.59	13.13	0.35
GUVEN4	0.55	11.13	0.30
CEVRESEL FAYDA			
CEVFYD1	0.47	-	0.22
CEVFYD2	0.57	8.00	0.32
CEVFYD3	0.68	8.32	0.46
CEVFYD4	0.67	8.20	0.45
ENERJİ ARZ FAYDASI			
EAF1	0.55	-	0.30
EAF2	0.72	10.54	0.52
EAF3	0.72	10.20	0.52
RISK			
RISK1	0.49	-	0.24
RISK2	0.65	8.05	0.42
RISK3	0.66	8.16	0.44
RISK4	0.66	8.01	0.44
KABUL			
KABUL1	0.53	-	0.28
KABUL2	0.84	9.35	0.70
KABUL3	0.86	9.56	0.74
KABUL4	0.61	8.73	0.37
Yapısal İlişkiler	Standartlaştırılmış Yükler	t değeri	
GUVEN → CEVFYD	0.78	7.75	
GUVEN → EAF	0.83	9.71	
GUVEN → RISK	-0.09	-1.34	
CEVFYD → KABUL	0.29	2.91	
EAF → KABUL	0.51	4.65	
RISK → KABUL	-0.10	-2.25	
GUVEN → KABUL	0.67	8.71	

Tablo 3.11: Yapısal Eşitlik Modeli Sonuçları (devam)

Yapısal Eşitlikler			
CEVFYD = 0.78 x GUVEN (0.10) 7.75		R ² = 0.61	
EAF = 0.83 x GUVEN (0.086) 9.71		R ² = 0.70	
RISK = - 0.09 x GUVEN (0.065) -1.34		R ² = 0.0076	
KABUL = 0.29 x CEVFYD + 0.51 x EAF - 0.010 x RISK (0.10) (0.11) (0.043) 2.91 4.65 -2.25		R ² = 0.57	
KABUL = 0.67 x GUVEN (0.07) 8.71		R ² = 0.45	

Analiz sonuçları incelendiğinde, tüm parametre tahminlerinin anlamlı olduğu görülmektedir ($t > 1.96$). GUVEN gizil değişkenine ilişkin dört madde (gözlenen değişken) içerisinde en yüksek katsayının 0.59 ile GUVEN3'e ait olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin nükleer santrallere duyduğu güven düzeyi arttıkça, hükümet tarafından yapılan nükleer enerji santralının inşa edileceği yer seçiminin bilimsel nitelikli olacağına dair düşünceleri de artış göstermektedir. GUVEN gizil değişkenine ait değişkenliğin en çok GUVEN3 ifadesinde açıklandığı görülmektedir. Bir diğer deyişle bu madde (gözlenen değişken) GUVEN gizil değişkeninin varyansını en iyi açıklayan maddedir ($R^2 = 0.35$).

CEVFYD gizil değişkeninin varyansını en iyi açıklayan ifade CEVFYD3'tür ($R^2 = 0.46$). Bu maddenin yol katsayısı 0.68 olarak hesaplanmıştır. Öğrencilerin nükleer enerjinin çevresel faydasına olan inancı arttıkça nükleer enerji gelişiminin kömür yanmasıyla ortaya çıkan tozları kayda değer miktarda azaltacağı görüşüne sahip olmaları da artacaktır.

"Nükleer enerji santralleri Türkiye'deki yaşam standardını arttıracaktır" ve "Nükleer enerji gelişimi Türkiye'nin enerji arz yapısını iyileştirebilir" şeklinde ifade edilen EAF2 ve EAF3 gözlenen değişkenleri, EAF gizil değişkenine ait varyansı

açıklamada eşit derecede öneme sahiptir ($R^2 = 0.52$). Bununla birlikte söz konusu maddelere ilişkin yol katsayılarının 0.72 olarak hesaplandığı Tablo 3.7’de görülmektedir

RISK gizil değişkeninde meydana gelen bir birimlik artış, RISK3 ve RISK4 gözlenen değişkenlerinde 0.66 birimlik artışa neden olmaktadır. Katılımcıların nükleer enerjinin risklerine yönelik algıları ile nükleer enerji santrallerine yakın yerlerde yaşayan insanların çok büyük psikolojik stres altında olduğu ve radyasyondan zarar gördüğüne ilişkin düşünceleri birlikte artış göstermektedir. RISK gizil değişkeninin varyansını en iyi açıklayan söz konusu gözlenen değişkenlerin R^2 değeri ise 0.44’tür.

“Türkiye’nin toplam elektrik üretiminde nükleer enerjinin payı arttırılmalıdır” şeklinde ifade edilen KABUL3 gözlenen değişkeni, 0.86 yol katsayısı ile öğrencilerin nükleer enerji santrallerini kabul etme düzeyini açıklayan en önemli maddedir. KABUL gizil değişkenini açıklayan KABUL3 gözlenen değişkeninin R^2 değeri 0.74 olarak saptanmıştır.

GUVEN dışsal gizil değişkeninde meydana gelen bir birimlik artış CEVFYD içsel gizil değişkeninde 0.78’lik bir artışa veya bunun tam tersi GUVEN’de meydana gelen bir birimlik azalış CEVFYD’de 0.78’lik bir azalışa neden olmaktadır. Söz konusu iki gizil değişken arasında pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. GUVEN ve CEVFYD gizil değişkenleri kullanılarak oluşturulan yapısal eşitlik sonucunda hesaplanan çoklu belirlilik katsayısı (R^2) 0.61 olarak ortaya çıkmıştır.

GUVEN dışsal gizil değişkeni ile EAF içsel değişkeni arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. 0.83 şeklinde hesaplanan yol katsayısı GUVEN’de meydana gelen bir birimlik artışın EAF’de 0.83 birimlik artışa neden olacağını göstermektedir. Dışsal gizil değişken GUVEN, içsel gizil değişken EAF’nin %70’ini açıklamaktadır ($R^2 = 0.70$).

GUVEN dışsal gizil değişkeni ile RISK içsel gizil değişkeni arasındaki yol katsayısı -0.09 olarak bulunmuştur. Bu katsayı GUVEN’de meydana gelecek bir birimlik artışın RISK’te 0.09 birimlik bir azalışa neden olacağını ifade etmektedir. Söz konusu gizil değişkenler arasındaki öngörülen negatif ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($t = -1.34$). Dışsal gizil değişken GUVEN, içsel gizil değişken RISK’in 0.0076’sını açıklamaktadır.

KABUL içsel gizil değişkeni ile CEVFYD içsel gizil değişkeni arasında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur (0.29). Bu katsayı değeri CEVFYD'deki bir puanlık artışın KABUL'de 0.29 birimlik artışa neden olacağını ifade etmektedir. EAF gizil değişkeni ile KABUL arasındaki yol katsayısının değeri ise 0.51'dir. Bu iki gizil değişken arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. RISK ve KABUL içsel gizil değişkenleri arasındaki ilişki de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup yol katsayısı ise -0.10 şeklinde hesaplanmıştır. KABUL içsel gizil değişkenini açıkladığı varsayılan CEVFYD, EAF ve RISK içsel gizil değişkenlerinin ilgili katsayıları kullanılarak elde edilen yapısal eşitlik sonucunda çoklu belirlilik katsayısı 0.57 olarak hesaplanmıştır. Söz konusu gizil değişkenlerin KABUL'ün %57'sini açıkladığı 0.05 anlamlılık düzeyinde belirlenmiştir.

KABUL içsel değişkeni üzerinde bu üç gizil değişkenin doğrudan etkilerinin yanı sıra GUVEN içsel değişkeninin dolaylı etkisi de mevcuttur. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan GUVEN ve KABUL arasındaki dolaylı etki 0.67 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen yapısal eşitlik sonucunda GUVEN'in KABUL içsel gizil değişkeninin %45'ini açıkladığı tespit edilmiştir.

LISREL 8.51 hazır yazılımı ile yapısal modelin analiz edilmesi sonucunda bölüm 3.6'da belirtilen hipotezlere ilişkin sonuçlar Tablo 3.12'de toplu bir biçimde sunulmaktadır.

Tablo 3.12: Araştırma Modeli için Hipotezler

H_1 : Öğrencilerin nükleer enerjiye ilişkin güven algıları nükleer enerjinin çevresel faydasına yönelik inançları üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir. GUVEN $\rightarrow$ CEVFYD	Doğrulandı
H_2 : Öğrencilerin nükleer enerjiye ilişkin güven algıları enerji arzına yönelik faydasına olan inançları üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir. GUVEN $\rightarrow$ EAF	Doğrulandı
H_3 : Öğrencilerin nükleer enerjiye ilişkin güven algıları nükleer enerji riskine yönelik algıları üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. GUVEN $\rightarrow$ RISK	Doğrulanmadı
H_4 : Öğrencilerin, nükleer enerjinin çevresel faydasına yönelik inançları nükleer enerjiyi kabul etme düzeyleri üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir. CEVFYD $\rightarrow$ KABUL	Doğrulandı
H_5 : Öğrencilerin, nükleer enerji arz faydasına olan inançları nükleer enerjiyi kabul etme düzeyleri üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir. EAF $\rightarrow$ KABUL	Doğrulandı
H_6 : Öğrencilerin, nükleer enerji riskine yönelik algıları nükleer enerjiyi kabul etme düzeyleri üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. RISK $\rightarrow$ KABUL	Doğrulandı

Öğrencilerin nükleer enerjiye ilişkin güven algılarının (GUVEN), nükleer enerjinin çevresel faydasına (CEVFYD) yönelik inançlarını pozitif bir şekilde etkilediği yönünde ortaya atılan H_1 hipotezi istatistiksel olarak doğrulanmış ve bu iki gizil değişken arasındaki ilişki anlamlı bulunmuştur ($r = 0.78$, $t = 7.75$).

Öğrencilerin nükleer enerjiye duydukları güvenin (GUVEN), enerji arzına yönelik fayda algıları (EAF) üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu istatistiksel olarak belirlenmiş ve bu doğrultuda H_2 hipotezi kabul edilmiştir ($r = 0.83$, $t = 9.71$).

H_3 hipotezi ise istatistiksel olarak doğrulanmamıştır ($r = -0.09$, $t = -1.34$). Katılımcıların nükleer enerjiye ilişkin güven algılarının (GUVEN) nükleer enerjinin risklerine yönelik algıları (RISK) üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu saptanmış ancak bu ilişki zayıf ve istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Nükleer enerjinin çevresel faydasının (CEVFYD), kabul düzeyi (KABUL) üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu şeklinde ifade edilen H_4 hipotezi kabul edilmiştir ($\beta = 0.29$, $t = 2.91$).

Öğrencilerin, nükleer enerji arz faydasına olan inançları (EAF), nükleer enerjiyi kabul düzeylerini (KABUL) arttırdığı bir diğer deyişle pozitif bir şekilde etkilediği görülmektedir. H_5 hipotezi ile formüle edilen bu ilişki istatistiksel olarak doğrulanmış ve anlamlı bulunmuştur ($\beta = 0.51$, $t = 4.65$).

Öğrencilerin nükleer enerji riskine yönelik algıları (RISK), nükleer enerjiyi kabul düzeyleri (KABUL) üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. Son olarak H_6 hipotezi de istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve doğrulanmıştır. Öğrencilerin, nükleer enerjinin riskine yönelik algı düzeyinde yaşanan artışın (RISK) nükleer enerjiyi kabul düzeyini (KABUL) azalttığı yani negatif bir şekilde etkilediği saptanmıştır ($\beta = -0.010$, $t = -2.25$).

Verilerin analizinde ortalamalar arasında fark olup olmadığı t testi ve ANOVA ile sınanmıştır. Ankete katılan öğrencilerin nükleer enerjiye ilişkin kabul ortalamaları arasında farklılık tespit edilen sosyo-demografik özellikleri Tablo 3.12’de sunulmuştur. Örneklemi oluşturan öğrencilerin 292’si kız, 229’u erkektir. Kabul ortalamaları cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir. Kız ve erkek öğrencilerin kabul puanları arasında farklılık bulunmaktadır ($p < 0.05$). Nükleer enerjiye dayalı bilgisi olduğunu beyan eden 338 öğrenci ile konuyla ilgili herhangi bir bilgisi bulunmayan 113

öğrencinin kabul ortalamalarına bakıldığında, elde edilen t testi sonucuna göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Nükleer bilgisi olan katılımcıların kabul ortalamalarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Öğrencilerin öğrenim gördükleri fakülte türüne göre kabul ortalamalarının farklılık gösterip göstermediğine ilişkin ANOVA sonuçları incelendiğinde, bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Ortalamalar arasındaki farklılığın nereden kaynaklandığını gösteren Tukey testine göre; mühendislik ve ilahiyat fakültesinde öğrenim gören öğrencilerin kabul ortalamalarının sağlık yüksekokulunda öğrenim gören öğrencilere göre sırasıyla 0.690 ve 0.873 birim daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla mühendislik ve ilahiyat fakültesinde okuyan öğrencilerin nükleer santrallere daha sıcak baktıkları söylenebilir.

Tablo 3.13: Demografik Değişkenlere Göre Nükleer Enerji Kabulüne İlişkin t Testi ve ANOVA Sonuçları

		N	$\bar{X}$	s	t	p
Cinsiyet	Kız	292	3,32	,807	-5,00	0,00
	Erkek	229	3,70	,890		
Nükleer Bilgisi	Var	338	3,85	,912	2,455	0,014
	Yok	113	3,36	,754		
		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
Fakülte	Gruplararası	17,658	8	2,207	3,047	0,001
	Grup içi	370,870	512	,724		
	Toplam	388,528	520			
Aile Siyasi Görüş	Gruplararası	12,406	3	4,135	5,684	0,001
	Grup içi	376,122	517	,728		
	Toplam	388,528	520			
Kendi Siyasi Görüş	Gruplararası	10,672	3	3,557	4,867	0,002
	Grup içi	377,856	517	,731		
	Toplam	388,528	520			

Tablo 3.13 incelendiğinde ailenin desteklediği siyasi görüş değişkenine göre nükleer enerji kabul ortalamalarının farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır ($p<0.05$). Tukey testine göre; bu farklılığın muhafazakar, sosyal demokrat ve milliyetçi görüşe sahip ailelerin çocuklarında ortaya çıktığı gözlenmektedir. Muhafazakar ailelerin çocuklarında

nükleer enerji kabul ortalamaları, sosyal demokrat ve milliyetçi ailelere nazaran sırasıyla 0.364 ve 0.243 birim daha fazladır.

Katılımcıların kendi desteklediği siyasi görüş değişkenine bakıldığında ise; öğrencilerin kabul ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu gözlenmektedir ($p < 0.05$). Tukey testine göre; kendilerini muhafazakar olarak tanımlayan öğrencilerin sosyal demokrat olarak tanımlayanlara göre daha yüksek kabul düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir.



TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada çok değişkenli istatistiksel tahmin yöntemlerinden biri olan YEM teorik yapısı itibarıyla ele alınmaktadır. YEM, gözlenen ve gizil değişkenlerin bir arada sunulduğu nedensel modellerin analiz edilmesine olanak sağlayan güçlü bir yöntemdir. Doğrudan, dolaylı veya çoklu ilişkilerin aynı anda gösterilebildiği YEM'den daha iyi ve daha kabul görmüş bir yöntem bulunmamasıyla birlikte teorik modelin daha net anlaşılabilmesi için grafiksel ara yüz kullanabilmesi YEM'i diğer istatistiksel yöntemlerden ayıran ve üstünlüğünü oluşturan temel özelliklerdendir.

Çalışmada, 2015-2016 eğitim öğretim yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Evliya Çelebi Kampüsünde yer alan fakültelerde lisans öğrenimi gören 521 öğrenciye uygulanan anketle öğrencilerin nükleer enerjiyi kabul düzeylerini etkileyen faktörler arasındaki nedensel ilişkiler YEM ile analiz edilmiştir. Bu bağlamda, kuramsal çerçeveden hareketle gizil bir değişken olan nükleer enerji kabulüne ilişkin faktörler ortaya konmuş ve güven, enerji arz fayda algısı, çevresel fayda ve risk algısının üniversite öğrencilerinin nükleer güç kabulü üzerindeki etkileri test edilmiştir.

5 gizil değişken ve 19 gözlenen değişkenden oluşan kavramsal modelde, istatistiksel olarak anlamlı bulunan GUVEN ve CEVFYD gizil değişkenleri arasındaki pozitif ilişkiyi ifade eden H_1 hipotezi Wang ve Li'nin (2016) çalışmalarına paralel olarak doğrulanmıştır ($Y = 0.78$, $t = 7.75$).

Öğrencilerin nükleer enerjiye ilişkin güven algılarının (GUVEN) enerji arzına yönelik faydasına olan inançları (EAF) üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunun belirtildiği H_2 hipotezi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışma sonucuna benzer şekilde Visschers vd. (2011) araştırma modellerinde bu iki gizil değişken arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişkinin varlığını ileri sürmüşlerdir. Elde edilen analiz sonuçları ise yazarların iddialarını istatistiksel olarak doğrulamıştır ($Y = 0.83$, $t = 9.71$). Araştırma modelinde öğrencilerin nükleer enerjiye ilişkin güven algılarının (GUVEN), risk (RISK) algıları üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu belirtilmektedir. H_3 hipotezinde belirtilen bu ilişki istatistiksel olarak reddedilmiştir ($Y = -0.09$, $t = -1.34$).

Literatürde yer alan çalışmalar, analiz sonucunda elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Araştırma modelinin kurulmasında temel alınan Wang ve Li'nin (2016) çalışmalarında öğrencilerin nükleer enerjinin çevresel faydasına yönelik inançlarının

nükleer enerjiyi kabul etme düzeyleri üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunun ifadesi olan H_4 hipotezi istatistiksel olarak doğrulanmıştır ($\beta = 0.29$ $t=2.91$). Pidgeon vd. (2008) araştırmalarında nükleer enerjinin çevresel faydasını iklim değişikliği için alternatif bir çözüm yolu olduğunu ortaya koyarak insanların nükleer enerjiyi kabul etmeleri üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu vurgulamıştır. Bickerstaff vd. (2008) ile Spence vd. (2010) araştırmalarında algılanan çevresel faydanın nükleer enerji kabulü üzerinde belirleyici rol oynadığını ortaya koymuşlardır. Bird vd. (2014) Avustralya kamuoyunun nükleer enerjiye olan tutumlarını iklim değişikliği yönüyle araştırmak amacıyla 2010 yılında ülke çapında bir anket uygulamıştır. Ankete katılanların çoğunluğunun (%42) nükleer enerjiyi iklim değişikliğini hafifletici etkisi olduğu takdirde kabul etmeye hazır olduğunu göstermiştir.

Analiz sonucunda, öğrencilerin nükleer enerji arz faydasına olan inançları nükleer enerjiyi kabul düzeyleri üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir ($\beta = 0.51$, $t=4.65$). Literatürde bu hipotez Li vd. (2015) ve Visschers vd. (2011) tarafından doğrulanmıştır. Ateş ve Saraçoğlu (2013) fen bilgisi öğretmenlerine uyguladığı çalışmada, öğrencilerin ülkede enerji açığının kapatılmasında nükleer enerjinin etkili bir faktör olabileceğini düşündüğü sonucuna ulaşmıştır.

Öğrencilerin, nükleer enerji riskine yönelik algıları nükleer enerjiyi kabul düzeyleri üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Visschers vd. (2011), Wang ve Li (2016), Li vd. (2015) ve Whitfield vd.'nin (2009) çalışmalarında da istatistiksel olarak doğrulanan bu ilişki için tutarlı sonuç elde edilmiştir ($\beta = -0.10$, $t = -2.25$). Son olarak GUVEN algısı nükleer enerji kabulünün dolaylı bir etkileyicisi olarak tespit edilmiştir.

Demografik değişkenler açısından bakıldığında, öğrencilerin nükleer enerji kabul düzeyi ortalamalarının cinsiyet, öğrenim gördükleri fakülte, nükleer bilgisi, ailesinin ve bireyin kendisinin savunduğu siyasi görüş değişkenlerine göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Özdemir ve Çobanoğlu'nun (2008) çalışmalarında bulduğu sonuçlarla paralellik göstermektedir. Kız öğrencilerin çevreye daha duyarlı olması ve bu nedenle nükleer enerjinin çevreye etkileri konusunda çekimser bir tutum geliştirmiş olabileceği düşüncesi, erkek öğrencilerin nükleer enerjiye bakış açılarının kız öğrencilere nazaran olumlu olmasının bir gerekçesi olarak düşünülebilir.

Mühendislik fakültesinde öğrenim görmekte olan öğrencilerin kabul düzeyinin yüksek olmasının ise öğrencilerin lisans programında aldığı derslerden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Ailesini ve kendisini muhafazakar olarak nitelendiren öğrencilerin kabul düzeyinin yüksek olmasının hükümete yakın bir düşünce biçimini benimsemeleri ile ilintili olabileceği düşünülebilir.

Toplumun daha geniş kitlelerinin sahip olduğu düşüncelerin ortaya çıkarılması amacıyla nükleer enerji ile ilgili çalışmalar, Türkiye’de farklı bölge ve şehirlerde özellikle Mersin-Akkuyu, Sinop-İnceburun gibi nükleer santrallerin inşa edilmesinin planlandığı yerlerde yapılabilir.

Çalışmada, nükleer güç kabulünü etkileyen tüm ilgili faktörlerin yer almaması ve ankete katılan bireylerin yalnızca üniversite öğrencileri arasından seçilmesi çalışmanın kısıtını oluşturmaktadır. Konuyla ilgili geleceğe yönelik araştırmalarda, bireylerin inançları, kişisel normları ve ahlaki değerleri ile ilgili bilgiler de nükleer enerji kabulünün belirleyicileri olarak modele alınabilir. Bununla birlikte 521 öğrenci, üniversite öğrencilerinin tüm ülkenin nükleer güç kabul düzeyini ortaya koymak için yeterli olmayabilir. Katılımcıların çeşitliliği sınırlı olduğundan gelecekteki araştırmacılar, nükleer enerji kabulünü belirlemek amacıyla Türkiye’nin genel nüfusunun ve özellikle nükleer santrallerin yakınında yaşayan yerel vatandaşların görüşlerini dikkate alabilir.

Nükleer enerjiye yönelik kaygı düzeyini azaltmak için konuyla ilgili eğitimler verilebilir. Bununla birlikte kitle iletişim araçlarının toplum hayatındaki önemi yadsınamaz olduğundan toplumun geniş kesiminin bu sayede bilgilendirilmesi sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- ADAÇAY, Funda, Rana (2014), “Türkiye İçin Enerji ve Kalkınmada Perspektifler”, **Aksaray Üniversitesi İİBF Dergisi**, 6(2), ss.87–103
- ANDERSON, James, C., ve David, W., GERBING (1984), “The Effect Of Sampling Error On Convergence, Improper Solutions, And Goodness-Of-Fit Indices For Maximum Likelihood Confirmatory Factor Analysis”, **Psychometrika**, 49(2), pp.55-173
- ANDERSON, Theodore, W. ve Herman, RUBIN, (1956), “Statistical Inference in Factor Analysis”, **Proceedings of the Third Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability**, J. Neyman (Ed.), Berkeley: University of California Press, Vol.5, pp.111–150
- ALPAR, Reha, (2013), **Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler**, Detay Yayıncılık, Ankara.
- ASIF, Muhammad ve Tariq, MUNEER (2007), “Energy Supply, Its Demand And Security Issues For Developed and Emerging Economies”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 11(7), pp.1388–1413
- ATEŞ, Hüseyin ve Murat, SARAÇOĞLU (2013), “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Gözünden Nükleer Enerji”, **Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)**, Kırşehir, 14(3), ss.175–193.
- ATİYAS, İzzet (2015), “A Review of Turkey’s Nuclear Policies and Practices”, **EDAM Discussion Paper Series**, 2015/5, ss.1-21
- AYTAÇ, Deniz (2010), “Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Çok Değişkenli VAR Yaklaşımı ile Tahmini”, **Maliye Dergisi**, 158, ss.482–495
- AYTAÇ, Mustafa ve Burcu, ÖNGEN (2012), “Doğrulamalı Faktör Analizi ile Yeni Çevresel Paradigma Ölçeğinin Yapı Geçerliliğinin İncelenmesi”, **İstatistikçiler Dergisi**, 5(1), ss.14-22
- AYYILDIZ, Hasan ve Ekrem, CENGİZ (2006), “Pazarlama Modellerinin Testinde Kullanılabilecek Yapısal Eşitlik Modeli (YEM) Üzerine Kavramsal Bir

İnceleme”, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 11(1), ss.63-82

BAYDOĞAN, Nilgün, (2006), “Endüstriyel ve Ekonomik Gelişmede Nükleer Teknolojinin Etkisi”, **Sürdürülebilir Kalkınma için Nükleer Enerjinin Önemi**, Aslı Hüseyinoğlu (Ed.). Tasam Yayınları, ss.41-49.

BAYKARA, Sema, (2006), “İklim Değişikliği, Alternatif Enerji Seçenekleri ve Nükleer Enerji”, **Sürdürülebilir Kalkınma için Nükleer Enerjinin Önemi**, Aslı Hüseyinoğlu (Ed.). Tasam Yayınları, ss.129-141.

BAYRAM, Nuran, (2013), **Yapısal Eşitlik Modellemesine Giriş Amos Uygulamaları**, 2. Baskı, Ezgi Kitabevi, Bursa.

BEAVERS, Amy, S., John, W., LOUNSBURY, Jennifer, K., RICHARDS, Schuyler, W., HUCK, Gary, J., SKOLITS ve Shelley, L., ESQUIVEL (2013), “Practical Considerations For Using Exploratory Factor Analysis in Educational Research”, **Practical Assessment, Research & Evaluation**, 18(6), pp.1–13.

BHATTACHARYYA, Subhes, C., (2011), **Energy Data and Energy Balance. Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance**, Springer, London.

BICKERSTAFF, Karen, Irene, LORENZONI, Nicolas, Frank, PIDGEON, Wouter, POORTINGA ve Peter, SIMMONS (2008) “Reframing Nuclear Power in The UK Energy Debate: Nuclear Power, Climate Change Mitigation And Radioactive Waste”, **Public Understanding of Science**, Bristol, England, 17(2), pp.145–169

BIRD, Deanne. K., Katharine, HAYNES, Rob, VAN DEN HONERT, John, MCANENEY ve Wouter, POORTINGA (2014), “Nuclear Power in Australia: A Comparative Analysis of Public Opinion Regarding Climate Change and The Fukushima Disaster”, **Energy Policy**, 65, pp.644–653

BITHAS, Kostas ve Panos, KALIMERIS, (2016), **Revisiting the Energy-Development Link Evidence from the 20th Century for Knowledge-based and Developing Economies**, Springer, Switzerland.

BOLLEN, Kenneth, A., (1989), “A New Incremental Fit Index For General Structural Equation Models”, **Sociological Methods & Research**, 17(3), pp.303-316

- BOLLEN, Kenneth, A., (1989), **Structural Equations With Latent Variables**, John Wiley & Sons, United States of America.
- BOWEN, Natasha ve Shenyang, GUO, (2011), **Structural Equation Modeling**, Oxford University Press, New York.
- BROWN, Timothy, A., (2006), **Confirmatory Factor Analysis For Applied Research**, Guilford Publications, New York.
- BROWN, Basil (1964), “Nükleer Güç Ekonomisi”, **Maden Tetkik ve Arama Dergisi**, 62, İstanbul, ss.116-120
- BURBIDGE, John, ve Alan, HARRISON (1984), “Testing for the Effects of Oil-Price Rises Using Vector Autoregressions”, **Economics Department of the University of Pennsylvania, International Economic Review**, Vol.25, No. 2 25(2), pp.459–484
- BÜYÜKÖZTÜRK, Şener (2002), Faktör Analizi: Temel Kavramlar Ve Ölçek Geliştirmede Kullanımı. **Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi**, 32(32), 470-483
- BYRNE, Barbara, M. ve Sunita, M., STEWART (2006), “The MACS Approach to Testing for Multigroup Invariance of a Second-Order Structure: A Walk Through the Process”, **Structural Equation Modeling**, 13(2), pp. 204–228
- BYRNE, Barbara, M., (2010), **Structural Equation Modeling With AMOS: Basic Concepts, Applications, And Programming**, Routledge, New York.
- BYRNE, Barbara, M., (2013), **Structural Equation Modeling With AMOS: Basic Concepts, Applications, And Programming**, Routledge, New York.
- COHEN, Bernard, L., (1995), **Çok Geç Olmadan**, Tübitak Popüler Bilim Kitapları Dizisi, 2. Basım, Ankara.
- ÇOKLUK, Ömay, Güçlü, ŞEKERCİOĞLU ve Şener, BÜYÜKÖZTÜRK, (2014), **Sosyal Bilimler için Çok Değişkenli İstatistik Spss ve Lisrel Uygulamaları**, 3. Baskı, Pegem Akademi, Ankara.

- DEMİR, Ahmet, (1968), **Dünya Enerji Ekonomisi Üzerine Bir Araştırma**, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilimler Enstitüsü Yayınları, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- DEMİRCİ, Sadat (2012), “Nükleer Terörizm Ve Tehdit Boyutlarına Yönelik Çıkarımlar”, **Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi**, 3(1), ss.1–26
- DEVELİ, Abdülkadir, Yılmaz, Onur, ARI ve Atakan, DURMAZ (2011), “The Importance of Nuclear Energy As Part of Turkey’s Sustainable Development”, **Economic and Environmental Studies**, Vol. 11, No.3, pp.249-263
- DEVLET PLANLAMA TEŞKİLATI, (2001), **Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Raporu; Nükleer Enerji Hammaddeleri Çalışma Grubu Raporu**, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara.
- ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI, (2012), “Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler”, **Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı**, (1), 1-61.
- ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI, (2016), **Türkiye’nin Nükleer Santral Projeleri:Soru-Cevap**. Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Yayın Serisi, 11 Ocak 2016, ss.1-22.
- ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI, “Nükleer Güç Santralleri ve Türkiye”, **Nükleer Enerji Proje Uygulama Daire Başkanlığı**, Yayın No:2, ss.1-28
- FISCHER, David, (1997), “**History of the International Atomic Energy Agency: The First Forty Years**”, A Fortieth Anniversary Publication, Vienna Austria.
- GOEL, Malti, (2005), **Energy Sources and Global Warming**, Allied Publishers, New Delhi.
- GOLOB, Thomas, F., (2003), “Structural equation modeling for travel behavior research”, **Transportation Research Part B: Methodological**, 37(1), California, pp.1-25

- GOLOB, Thomas, F., (2003), “Structural Equation Modeling For Travel Behavior Research”, **Transportation Research Part B: Methodological**, 37(1), California, pp.1-25
- HAMILTON, James, D. (1983), “Oil and the Macroeconomy since World War II. Journal of Political Economy”, **The Journal of Political Economy**, Vol.91, No.2, pp.228-248
- HERSHBERGER, Scott, L. (2003), “The Growth of Structural Equation Modeling: 1994–2001”, **Structural Equation Modeling**, 10(1), pp.35–46
- HOE, Siu, Loon (2008), “Issues and Procedures in Adopting Structural Equation Modeling Technique”, **Journal of Applied Quantitative Methods**, 3(1), pp.76–83
- HOOVER, Daire, Joseph, COUGHLAN ve Michael, MULLEN (2008), “Structural Equation Modelling: Guidelines For Determining Model Fit”, **Electronic Journal of Business Research Methods**, 6(1), pp.53-60
- HOWE, William, Gerow, (1955), **Some Contributions to Factor Analysis**, (Report No. ORNL-1919), Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee.
- HOX, Joop, J. ve Timo, M., BECHGER (1995), “An Introduction to Structural Equation Modelling”, **Family Science Review**, Vol.11, pp.354-373
- HOYLE, Rick, H., (1995), **Structural Equation Modeling: Concepts, Issues, And Applications**, Thousand Oaks: Sage Publications, London.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, (2016), **Key World Energy Statistics**, International Energy Agency Statistics.
- İSKENDER, Serdar (2004), “Türkiye’de Enerji Ve Geleceğe Yönelik Planlar”, **Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi**, Türkiye 10. Enerji Kongresi, ss.131-141
- İSTANBUL TİCARET ODASI, (2007), **Enerji Sektörünün Geleceği Alternatif Enerji Kaynakları ve Türkiye’nin Önündeki Fırsatlar**, Yayın No: 2007-29. İstanbul.
- JOHNSON, Shanthi ve Jennifer, BEDFORD (2004), “Eating Attitudes Across Age and Gender Groups: A Canadian Study”, **Eating and Weight Disorders**, 9(1), pp. 16–23

- JORESKOG, Karl, G. (1969), "A General Approach To Confirmatory Maximum Likelihood Factor Analysis", **Psychometrika**, 34, pp.183–202
- JORESKOG, Karl, G. (1973) "A General Method For Estimating a Linear Structural Equation System", **Structural equation models in the social sciences**. A. S. GOLDBERGER, A.,S. ve O.,D., DUNCAN (Eds.), New York:Seminar, pp.85–112.
- JORESKOG, Karl, G., (1963), **Statistical Estimation in Factor Analysis: A New Technique and Its Foundation**, Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- JORESKOG, Karl. G., ve Dag, SORBOM, (1993), **LISREL 8: Structural Equation Modeling With The SIMPLIS Command Language**, Scientific Software International, United States of America.
- JORESKOG, Karl. G., ve Dag, SORBOM, (1996), **LISREL 8: User's Reference Guide**, Scientific Software International, United States of America.
- KAISER, Henry, F. (1974), "An Index of Factorial Simplicity", **Psychometrika**, 39(1), pp.31–36
- KASAPOĞLU, İsmet (1996), "Enerji Tüketiminde İthalatın Yeri ve Etkileri", **TMMOB 1. Enerji Sempozyumu**, 12-14 Kasım 1996, Ankara, ss.1–8
- KEESLING, James, Ward, (1972), Maximum Likelihood Approaches to Causal Flow Analysis. Unpublished Doctoral Dissertation. **Chicago: University of Chicago**.
- KHINE, Myint Swe, (2013), **Application Of Structural Equation Modeling In Educational Research And Practice**, Sense Publishers, Rotterdam.
- KIM, Younghwan, Wonjoon, KIM ve Minki, KIM (2014), "An International Comparative Analysis of Public Acceptance of Nuclear Energy", **Energy Policy**, 66, pp.475–483
- KLINE, Rex, B., (2005), **Principles and Practice of Structural Equation Modeling**, (Methodology In The Social Sciences), Guilford Press, New York.
- KLINE, Rex, B., (2011), "**Principles and Practice of Structural Equation Modeling**", Methodology In The Social Sciences, 3rd ed, The Guilford Press, New York London.

- KOÇ, Erdem ve Mahmut, Can, ŞENEL (2013), “Dünyada ve Türkiyede Enerji Durumu”, **Mühendis ve Makina**, 54(639), ss.32-44
- KREJCİE, Robert, V. ve Daryle, W., MORGAN (1970), “Determining Sample Size for Research Activities”, **Educational and Psychological Measurement**, 38(1), pp.607–610
- LAWLEY, D., N. (1958), “Estimation in Factor Analysis Under Various Initial Assumptions”, **British Journal of Statistical Psychology**, 11, pp.1–12
- LEE, Sik-Yum, (2007), **Structural Equation Modeling: A Bayesian Approach**, John Wiley & Sons, England.
- LEGAULT, Albert, (2008), **Oil, Gas and Other Energies**, Editions Technip, Paris.
- LEI, Pui-Wa ve Qiong, WU (2007), “Introduction to Structural Equation Modeling: Issues and Practical Considerations”, **Educational Measurement: Issues and Practice**, 26(3), pp.33-43
- LI, Fuzhong, Terry, E., DUNCAN, Peter, HARMER, Alan, ACOCK ve Mike, STOOLMILLER (1998), Analyzing measurement models of latent variables through multilevel confirmatory factor analysis and hierarchical linear modeling approaches. **Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal**, 5(3), 294-306
- Lİ, Jinbin, Yuan, LİU, Yanran, YANG ve Chao, FANG, (2015), “The Study of Public Acceptance of Nuclear Power in China with Quantitative Model”, **Emerging Economies, Risk and Development, and Intelligent Technology**, Huang vd (Ed.). CRC Press, Netherlands, ss.369-376.
- LOEHLIN, John, C., (2004), **Latent Variable Models: An Introduction To Factor, Path, And Structural Equation Analysis**, Psychology Press, London.
- MACLEAN, Scott ve Kevin, GRAY (1998), “Structural Equation Modelling in Market Research”, **Journal of the Australian Market Research Society**, 6(1), pp. 17-32
- MEYDAN, Cem, Harun ve Harun ŞEŞEN, (2015), **Yapısal Eşitlik Modellemesi Amos Uygulamaları**, 2. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara.

- MICHAELIDES, Efstathios, E., (2012), **Alternative Energy Sources**, Springer, Heidelberg Dordrecht, London, New York.
- MOORE, Alan, D. (1995), “Structural equation modeling in special education research”, **Remedial and Special Education**, 16(3), pp.178-183
- MORRIS, N., (2007), **Nuclear Power**, First Ed, Smart Apple Media, China.
- MULAIK, Stanley, A., (2009), **Linear Causal Modeling With Structural Equations**, CRC Press, Boca Raton.
- MUTHÉN, Bengt, O. (1989), Dichotomous Factor Analysis of Symptom Data. **Sociological Methods & Research**, 18(1), pp.19- 65
- ØVERGAARD, Sara (2008), “Definition of primary and secondary energy”, **Standard International Energy Classification (SIEC) in the International Recommendation on Energy Statistics (IRES)**, Norway, pp.1–7
- ÖZDEMİR, Nevin ve Elif, OMCA ÇOBANOĞLU (2008), “Türkiye’de Nükleer Santrallerin Kurulması ve Nükleer Enerji Kullanımı Konusundaki Öğretmen Adaylarının Tutumları”, **Journal of Education**, 34, ss.218–232
- PAUL, Shyamal. ve Rabindra, N., BHATTACHARYA (2004), “Causality Between Energy Consumption And Economic Growth in India: A Note on Conflicting Results”. **Energy Economics**, 26(6), pp.977–983
- PIDGEON, Nicolas, Frank, Irene, LORENZONI ve Wouter, POORTINGA (2008), “Climate Change Or Nuclear Power-No Thanks! A Quantitative Study of Public Perceptions and Risk Framing in Britain”, **Global Environmental Change**, 18(1), United Kingdom, pp.69–85
- PUIG, Diva, E. (2009), “Library: Centrales Nucleares en la agenda : Uruguay al día [Nuclear Energy in the Agenda Uruguay Updated]”, **Economy and Ecology**, 2(4), Uruguay, pp.424–428
- RAYKOV, Tenko ve George, A., MARCOULIDES, (2006), **A First Course In Structural Equation Modeling**, Routledge, London.
- RAYKOV, Tenko ve George, A., MARCOULIDES, (2008), **An Introduction to Applied Multivariate Analysis**, Routledge, United States of America.

- REDDY, M., Kasi ve S., SARASWATHI, (2007), **Managerial Economics and Financial Accounting**, Prentice Hall of India. New Delhi.
- ROTH, Stefan, Stefan, HIRSCHBERG, Christian, BAUER, Peter, BURGHERR, Roberto, DONES, Thomas, HECK ve Warren, SCHENLER (2009), “Sustainability of Electricity Supply Technology Portfolio”, **Annals of Nuclear Energy**, 36, pp.409–416
- RUAN, Da (2008), “Computational Intelligence in Decision and Control”, **Proceedings of the 8th International FLINS Conference**, (Vol. 1), 21-24 September 2008, World Scientific, Madrid, Spain.
- SCHERMELLEH-ENGEL, Karin, Hefried, MOOSBRUGGER ve Hans, MÜLLER (2003), “Evaluating The Fit Of Structural Equation Models: Tests of Significance And Descriptive Goodness-Of-Fit Measures”, **Methods Of Psychological Research Online**, 8(2), pp.23-74
- SCHUMACKER, Randall, E., ve Richard, G., LOMAX, (2004), **A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling**, Psychology Press, London.
- SCHUMACKER, Randall, E., ve Richard, G., LOMAX, (2010), **A Beginner's Guide To Structural Equation Modeling**, Psychology Press, Third Edition, New York.
- SHARMA, Subhash, S., (1996), **Applied Multivariate Techniques**, John Wiley & Sons, United States of America.
- SHUMOW, Lee, ve Richard, G., LOMAX (2002), “Parental Efficacy: Predictor of Parenting Behavior and Adolescent Outcomes”, **Parenting: Science and Practice**, 2, pp.127–150.
- SPEARMAN, Charles (1904), “The Proof and Measurement of Association Between Two Things”, **American Journal of Psychology**, 15, pp.72–101
- SPEARMAN, Charles, (1927), **The Abilities of Man**. Macmillan, New York.
- SPENCE, Alexa, Wouter, POORTINGA, Nick, PIDGEON ve Irene, LORENZONI, (2010), “Public Perceptions of Energy Choices: The Influence of Beliefs About Climate Change and The Environment”, **Energy & Environment**, 21(5), United Kingdom, pp.385–407

- Suhr, Diana, D., (2006), **Exploratory or Confirmatory Factor Analysis**, Cary: SAS Institute.
- SÜMER, Nebi (2000), “Yapısal Eşitlik Modelleri: Temel Kavramlar ve Örnek Uygulamalar”, **Türk Psikoloji Yazıları**, 3(6), ss.49-74
- ŞEN, Zekai, (2002), **Temiz Enerji ve Kaynakları**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- TABACHNICK, Barbara, G. ve Linda, S., FIDELL, (2007), **Using Multivariate Statistics**, Pearson, United States of America.
- TAMZOK, Nejat (2014), “**Enerjide Yerli Kaynak Sorunu (1)**”, Ankara, ss.1–4.
- TIMM, Neil, (2002), **Applied Multivariate Analysis**, Springer, New York.
- TÜRKASYA STRATEJİK ARAŞTIRMALAR MERKEZİ, (2006), **Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri**, Stratejik Rapor No: 14, İstanbul.
- VASA-SİDERİS, Sandra (2015), “Advantages and Disadvantages of Energy Sources”, Southern Polytechnic State University, ss.1-5.
- VISSCHERS, Vivianne. H. M., Carmen, KELLER ve Michael, SIEGRIST (2011), “Climate Change Benefits and Energy Supply Benefits As Determinants of Acceptance of Nuclear Power Stations: Investigating An Explanatory Model”, **Energy Policy**, 39(6), pp.3621–3629
- ÇELİK, Halit, Eray ve Veysel, YILMAZ, (2013), **Lisrel 9.1 ile Yapısal Eşitlik Modellemesi, Temel Kavramlar- Uygulamalar- Programlama**, Anı Yayıncılık, Ankara.
- WANG, Yongxiang ve Jingping, LI (2016), “A Causal Model Explaining Chinese University Students’ Acceptance of Nuclear Power”, **Progress in Nuclear Energy**, 88, pp.165–174
- WHITFIELD, Stephen, C., Eugene, A., ROSA, Amy, DAN ve Thomas, DIETZ (2009), “The Future of Nuclear Power: Value Orientations And Risk Perception”, **Risk Analysis**, 29(3), pp. 425–437

WILEY, David, E., (1973), “The identification problem for structural equation models with unmeasured variables”, **Structural equation models in the social sciences**. A., S., GOLDBERGER, A.,S., ve O.,D., DUNCAN (Eds.), New York:Seminar pp.69–83.

WRIGHT, Sewall (1918), “On The Nature of Size Factors”. **Genetics**, 3, pp.367–374

WRIGHT, Sewall (1920), “The Relative Importance of Heredity and Environment in Determining The Piebald Pattern of Guinea-Pigs”, **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 6, pp.320–332

WRIGHT, Sewall (1921), “Correlation and Causation”, **Journal of Agricultural Research**, 20, pp.557–585

WRIGHT, Sewall (1934), “The Method of Path Coefficients”, **Annals of Mathematical Statistics**, 5, pp.161–215

WRIGHT, Sewall (1960), “Path Coefficients and Path Regressions:Alternative or Complementary Concepts”, **Biometrics**, 16, pp.189-202

Elektronik Kaynaklar:

COMBY, Bruno (2006), “The Benefits of Nuclear Energy”, **Environmentalists For Nuclear Energy**, http://ecolo.org/documents/documents_in_english/BENEFITS-of-NUCLEAR.pdf, ss.1-7, (02.02.2017).

Devlet Planlama Teşkilatı Resmi İnternet Sitesi, “**IX. Kalkınma Planı**”, **Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, Ankara 2006, Erişim http://plan9.dpt.gov.tr/oik21_enerji/21enerji.pdf, (23.03.2017).

ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI, (2011), **Türkiye Enerji Politikalarımız**, 1 Kasım 2011, Ankara, http://www.solar-academy.com/menu_detay.asp?id=1684, (11.02.2017).

<http://energy4me.org/all-about-energy/what-is-energy/energy-sources/>, (01.03.2017)

<http://joenardjade.weebly.com/blog-no-2.html>, (05.04.2017).

<http://www.mfa.gov.tr/turkeys-energy-strategy.en.mfa>, (14.04.2017).

<http://www.oecd-neo.org/ndd/pubs/2016/7300-ned-2016.pdf>, (03.02.2017).

<http://www.taek.gov.tr/kurumsal/uluslararası/anlasmalar-tablosu.html>, (12.02.2017).

<http://www.teias.gov.tr/eBulten/makaleler/2011/NUKLEER%20ENERJİ%20NEDİR/NUKLEER%20ENERJİ%20NEDİR.htm>, (28.03.2017).

<http://www.thespec.com/news-story/2198451-comparing-our-energy-sources/>,
(13.04.2017)

<https://cnpp.iaea.org/countryprofiles/Turkey/Turkey.htm>, (12.04.2017).

<https://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/n/nuclear-power-plant-world-wide.htm>
(04.04.2017).

JACKSON, Jeffrey, L., Kent, DEZEE, Kevin, DOUGLAS ve William, SHIMEALL, (2005), Introduction To Structural Equation Modeling (Path Analysis). **Precourse PA08. Society of General Internal Medicine (SGIM)**, Washington, DC, pp.1-17, Available from <http://www.sgim.org/userfiles/file/AMHandouts/AM05/handouts/PA08.pdf>, (12.12.2016).

The Costs of the Nuclear Power Sector, (2012), Thematic Public Report, Cour des Comptes, Retrieved from <https://www.ccomptes.fr/en>, (07.02.2017).

DİZİN**-A-**

Açıklayıcı Faktör Analizi, x, xii, 60

-D-

Doğrulamalı Faktör Analizi, viii, xii, 16
Dumlupınar Üniversitesi, v, 1, 51, 75

-E-

Enerji Arz Faydası, 60, 62

-G-

Gizil Değişken, 62, 64, 68

Gözlenen Değişken, x, 55

-N-

Nükleer Enerji, v, ix, x, 30, 32, 35, 37,
45, 74, 85, 86, 87, 88
Nükleer Santraller, 46, 78

-Y-

Yapısal Eşitlik Modellemesi, v, 1, 88

