



T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOĞRUSAL OLMAYAN YAPISAL EŞİTLİK MODELİ YAKLAŞIMLARI VE
R PROGRAMINDA BİR UYGULAMA**

Nur Efşan TIĞLI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOİSTATİSTİK VE TIBBİ BİLİŞİM
ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Şengül CANGÜR

Düzce, 2020

KABUL ve ONAY

Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Yüksek Lisans Programı Çerçevesinde yürütülmüş olan
“Doğrusal Olmayan Yapısal Eşitlik Modeli Yaklaşımları ve R Programında Bir Uygulama”
adlı çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tarihi: / /

TEZ SINAV JÜRİSİ

Düzce Üniversitesi

Başkan

Dr.
Üniversitesi
Üye

Dr.
Üniversitesi
Üye

Yukarıdaki Tez, Yönetim Kurulunun / / tarih ve sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

20/01/2020

Nur Eşan TIĞLI

ÖNSÖZ

İstatistik biliminin günümüzdeki önemini anlayarak daha da fazla bilgi birikimine sahip olmak için çıktığım bu yolda, Biyoistatistik biliminin henüz başlangıcında olmanın verdiği heyecanla yüksek lisans eğitimimi bitirmiş bulunuyorum. Bu zorlu yolda,

İçimdeki öğrenme isteğini daha da arttıran, araştırmayı sevdiren, potansiyelimden fazlasını ortaya çıkarmama yardımcı olan, yüksek lisans eğitimim boyunca gösterdiği sabrı, anlayışı, merhameti ve en az benim kadar harcadığı emekleri için, birlikte çalışmaktan onur ve gurur duyduğum kıymetli tez danışmanım Doç. Dr. Şengül Cangür'e,

Hayatıma dahil olduğu andan itibaren her koşulda destekleyen, cesaretlendiren ve sabırla yanımda olup yardımlarını esirgemeyen, her zaman en büyük desteği veren sevgili eşim Soner Tıǧlı'ya,

Tüm hayatım boyunca aldığım her kararda yanımda olan, dua ve desteklerini esirgemeyen, yüksek lisans yapmam konusunda beni cesaretlendiren başarılarımın en büyük iki kahramanı canım babam İbrahim Yaşar'a ve canım annem Meliha Yaşar'a,

En fazla desteğe ihtiyacım olduğu anda destek ve dualarını esirgemeyen ikinci ailem olan kıymetli annem Melihan Tıǧlı ve kıymetli babam Yaşar Tıǧlı'ya,

Lisans hayatım boyunca akademik anlamda beni cesaretlendiren, destekleyen ve kıymetli zamanlarını ayırıp bilimsel çalışmalarımın özel olarak ilgilenen değerli hocalarım Prof. Dr. Veysel Yılmaz ve Prof. Dr. Özlem Alpu'ya ve Araş. Gör. Barış Ergül'e

Tüm kalbimle teşekkürlerimi sunarım.

Canım kızım

Sare Nil'e

ithafen...



ÖZET

DOĞRUSAL OLMAYAN YAPISAL EŞİTLİK MODELİ YAKLAŞIMLARI VE R PROGRAMINDA BİR UYGULAMA

Nur Efşan TIĞLI

Yüksek Lisans Tezi Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı

Tez danışmanı Doç. Dr. Şengül CANGÜR

Ocak 2020, 84 sayfa

Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM), gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki nedensel ve karşılıklı ilişkilerin bir arada bulunduğu modelleri incelemek için kullanılan istatistiksel bir yaklaşımdır. Veri setinin doğrusal olmadığı ya da normal dağılıma uygun olmadığı durumlarda klasik yöntemler her zaman iyi sonuç vermemektedir. Bu tez çalışmasında, YEM varsayımlarının sağlanmadığı durumlarda kullanılan, doğrusal olmayan yapısal eşitlik modellemesi kapsamında üç yaklaşım üzerinde durulmuştur. Birincisi, etkileşim etkisi veya ikinci dereceden etkiler gibi gizil değişkenleri kullanarak doğrusal olmayan ilişki türlerini analiz etmek için kullanılan gizil moderatörlü yapısal eşitlikler yaklaşımı, ikincisi ise doğrusal olmayan gizil değişkenlerin doğrusal ilişkilerin karışımları ile yaklaşık olarak tahmin edilmesi için kullanılan yapısal eşitlik karışım modelleri yaklaşımıdır. Bu iki yaklaşımın birlikte kullanıldığı yeni bir yaklaşım olarak Kelava, Nagengast ve Brandt (2014) tarafından, ek bir yarı parametrik yöntem olarak geliştirilen doğrusal olmayan yapısal eşitlik karışım modellemesi üçüncü bir yaklaşım olarak kullanılmıştır. Tez çalışmasının uygulamasında, Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencilerinin yalnızlık ve yaşam doyumu internet bağımlılığı üzerindeki etkileri doğrusal olmayan YEM yaklaşımları kullanılarak araştırılmıştır. Araştırma modeli oluşturulurken, UCLA yalnızlık ölçeği, yaşam doyumu ölçeği ve internet bağımlılığı ölçeği kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları incelendiğinde, doğrusal olmayan yapısal eşitlik karışım modellemesi yaklaşımının diğer iki yaklaşıma göre daha kullanışlı olduğu görülmüştür. Yalnızlık gizil değişkeninin internet bağımlılığı üzerinde anlamlı pozitif bir etkisi olduğu, yaşam doyumu gizil değişkeninin ise anlamlı negatif bir etkisi olduğu saptanmıştır. Ayrıca internet bağımlılığı üzerinde hem yalnızlık ve yaşam doyumu gizil değişkenlerinin etkileşim etkisinin hem de yaşam doyumu gizil değişkeninin karesel etkisinin anlamlı düzeyde negatif etkilere sahip oldukları bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: Doğrusal olmayan yapısal eşitlik modellemesi, İnternet bağımlılığı ölçeği, UCLA Yalnızlık ölçeği, Yapısal eşitlik modellemesi, Yaşam doyumu ölçeği

ABSTRACT

NONLINEAR STRUCTURAL EQUATION MODEL APPROACHES AND AN APPLICATION IN R PROGRAMME

Nur Efsan TIGLI

Master Thesis Department of Biostatistics and Medical Informatics

Supervisor Assoc. Prof. Dr. Sengul CANGUR

January 2020, 84 pages

Structural Equation Modeling (SEM) is a statistical approach used to examine causal and mutual relationships between observed and latent variables. In cases where the data set is not linear or is not suitable for normal distribution, classical methods do not always give good results. In application of this thesis, three approaches were considered within the scope of nonlinear structural equation modeling used in cases where SEM assumptions were not met. The first is the latent moderated structural equation modeling approach used to analyze nonlinear relationship types using latent variables, such as interaction effect or quadratic effects, and the second is the mixture structural equation modeling approach used to approximate nonlinear latent variables with mixtures of linear relationships. Nonlinear was developed by Kelava, Nagengast and Brandt (2014) as an additional semi-parametric method. In application of the thesis, the effects of loneliness and life satisfaction on internet addiction were investigated among students of Düzce University Medical School UCLA loneliness scale, life satisfaction scale and internet addiction scale were used in designing the research model. When the findings of the study were examined, it was seen that nonlinear structural equation mixture modeling approach is more useful than the other two approaches. Loneliness latent variable had a significant positive effect on internet addiction, while life satisfaction latent variable had a significant negative effect. In addition, it was found that both the interaction effect of loneliness and life satisfaction and the quadratic effect of life satisfaction have negatively effects on internet addiction.

Key words: Nonlinear structural equation modeling, Internet addiction scale, UCLA Loneliness scale, Structural equation modeling, Life satisfaction scale

KISALTMALAR DİZİNİ

- YEM : Yapısal eşitlik modellemesi
- SEM : Structural equation modeling
- GMYE : Gizil moderatörlü yapısal eşitlikler (Latent Moderated Structural Equations-LMS)
- YEKM : Yapısal eşitlik karışım modelleri (Structural Equation Mixture Models-SEMM)
- DOYEKM : Doğrusal olmayan yapısal eşitlik karışım modellemesi (Nonlinear Structural Equation Mixture Modeling – NSEMM)
- DFA : Doğrulayıcı faktör analizi
- AFA : Açıklayıcı faktör analizi
- PI : Çarpım gösterge yaklaşımı
- UCLA : University of California Los Angeles
- GPL : Genel kamu lisansı
- İB : İnternet bağımlılığı
- Y : Yalnızlık
- YD : Yaşam doyumu
- İBÖ : İnternet bağımlılığı ölçeği
- GAPI : Generalized appended product indicator
- UPI : Unconstrained product indicator
- BYEM : Bayesçi yapısal eşitlik modeli
- MIMIC : Multiple indicators and multiple causes
- AIC : Akaike bilgi kriteri
- SBIC : Schwarz bayes bilgi kriteri
- RMSEA : Yaklaşık hata kareler ortalamasının kare kökü
- TLI : Tucker Lewis uyum indeksi

- RMR : Artık kareler ortalamasının karekökü
- SRMR : Standartlaştırılmış artık kareler ortalamasının karekökü
- GFI : Uyum iyiliği indeksi
- AGFI : Düzeltilmiş uyum iyiliği indeksi
- EM : Expectation maximization
- GLM : Generalized linear models



SEMBOLLER ve SİMGELER DİZİNİ

ξ : Ksi

η : Eta

Γ, γ : Gama

β : Beta

λ : Lamda

ε : Epsilon

Δ : Delta

Φ : Phi

Ψ : Psi

Θ_ε : Teta epsilon

Θ_δ : Teta delta

ζ : Zeta

ϑ : Nü

τ : Tau

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Gözlenen ve gizil değişkenler.....	9
Şekil 2.2. Yol diyagramında toplam, doğrudan ve dolaylı etkiler.....	12
Şekil 2.3. Yol diyagramının gösterimi.....	14
Şekil 2.4. Yapısal modelin diyagram gösterimi.....	14
Şekil 2.5. Ölçüm modeli diyagramı.....	16
Şekil 2.6. Çarpım gösterge yaklaşımıyla yapısal eşitlik modeli.....	24
Şekil 4.1. Araştırma modeli diyagramı.....	44



TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Yapısal eşitlik modelinde kullanılan değişkenlerin gösterim şekli.....	10
Tablo 4.1. Çalışmaya alınan öğrencilerin sosyodemografik özellikleri.....	43
Tablo 4.2. GMYE yaklaşımıyla oluşturulan yapısal modelin parametre tahmin değerleri.....	45
Tablo 4.3. GMYE yaklaşımıyla oluşturulan ölçüm modeline ait parametre tahmin değerleri.....	48
Tablo 4.4. YEKM yaklaşımına ait yapısal modelin parametre tahmin değerleri.....	50
Tablo 4.5. YEKM yaklaşımıyla oluşturulan (c=1) sınıfına ait ölçüm modelinin parametre tahmin değerleri	53
Tablo 4.6. YEKM yaklaşımıyla oluşturulan (c=2) sınıfına ait ölçüm modelinin parametre tahmin değerleri.....	56
Tablo 4.7. DOYEKM yaklaşımına ait yapısal modelinin parametre tahmin değerleri.....	59
Tablo 4.8. DOYEKM yaklaşımıyla oluşturulan ölçüm modelinin parametre tahmin değerleri	62
Tablo 4.9. Model karşılaştırmaları.....	65

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

ÖZET.....	i
İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT).....	ii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	iii
SEMBOLLER ve SİMGELER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
TABLolar DİZİNİ.....	vi

1. GİRİŞ ve AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Yapısal Eşitlik Modellemesi ve Kullanım Alanları.....	5
2.1.1. Yapısal eşitlik modeli varsayımları.....	7
2.1.2. Gözlenen ve gizil değişkenler.....	8
2.1.3. Bağımlı ve bağımsız (endojen-egzojen/içsel-dışsal) değişkenler.....	9
2.1.4. Mediator (aracı) ve moderatör (düzenleyici) değişkenler.....	11
2.1.5. Toplam, doğrudan ve dolaylı etkiler.....	12
2.1.6. Yapısal model, ölçüm modeli ve matris gösterimleri.....	13
2.1.6.1. Yapısal model ve matris gösterimi.....	13
2.1.6.2. Ölçüm modeli ve matris gösterimi.....	16
2.1.7. Yapısal eşitlik modellemesinde kullanılan tahmin teknikleri.....	18
2.2. Doğrusal Olmayan Yapısal Eşitlik Modeli.....	19
2.2.1. Doğrusal olmayan yapısal eşitlik modelinin metodolojik sorunları.....	21
2.2.1.1. Normallik varsayımının sağlanmaması.....	21
2.2.1.2. Çoklu bağlantı sorunu.....	21
2.2.2. Çarpım gösterge yaklaşımı (Product Indicator-PI).....	22

2.2.3. Gizil moderatörlü yapısal eşitlikler (GMYE, Latent Moderated Structural Equations-LMS) yaklaşımı ve model özellikleri.....	24
2.2.4. Yapısal eşitlik karışım modelleri (YEKM, Structural Equation Mixture Models- SEMM) yaklaşımı ve model özellikleri.....	28
2.2.4.1. Yapısal eşitlikte karışım modeli kavramı.....	29
2.2.5. Doğrusal olmayan yapısal eşitlik karışım modellemesi (DOYEKM, Nonlinear Structural Equation Mixture Modeling-NSEMM) yaklaşımı ve model özellikleri.....	31
2.3. Doğrusal Olmayan Yapısal Eşitlik Modelinin Diğer Programlarda Kullanımı.....	33
2.4. R Programı.....	34
2.4.1. R programı ve avantajları.....	34
2.4.2. nlsem paketinin kullanımı ve içeriği.....	35
2.4.3. Kullanılan model karşılaştırma yöntemleri.....	36
2.4.3.1. Akaike bilgi kriteri	36
2.4.3.2. Schwarz bayes bilgi kriteri	37
2.4.3.3. Loglikelihood test istatistiği.....	37
3. GEREÇ ve YÖNTEM	
3.1. Araştırmanın Amacı.....	38
3.2. Araştırma Evreni ve Araştırma Örneklemi	38
3.3. Veri Toplama Araçları.....	38
3.3.1. Kişisel bilgi formu.....	38
3.3.2. UCLA yalnızlık ölçeği.....	39
3.3.3. İnternet bağımlılığı ölçeği.....	39
3.3.4. Yaşam doyumu ölçeği.....	40
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi	40
3.5. Araştırmanın Etik Yönü.....	41

4. BULGULAR	42
4.1. Sosyodemografik Bilgiler	43
4.2. Araştırma Modeli	44
4.3. GMYE Yaklaşımına Ait Yapısal Model	45
4.4. YEKM Yaklaşımına Ait Yapısal Model	50
4.5. DOYEKM Yaklaşımına Ait Yapısal Model	59
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	66
6. KAYNAKLAR	70
7. EKLER	80
ÖZGEÇMİŞ	84

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Yapısal eşitlik modellemesi (YEM, Structural Equation Modeling – SEM) oluşturulan kuramsal modellerde gizil değişkenler ve gözlenen değişkenler arasındaki ilişkilerin nedensel ve ilişkisel olarak açıklanmasına dayalı istatistiksel bir yöntemdir.¹ Bu yöntem, çoklu regresyon ve faktör analizi yaklaşımlarının bir araya getirilmesiyle geliştirilmiştir. YEM, gerçek dünyada anlamlı olan değişkenler arasındaki ilişkilerin yer aldığı teorik modellerin belirlenmesi, tahmin edilmesi ve test edilmesinde faydalı, nicel bir yöntem olarak kullanılmaktadır.² Birçok alanda bilimsel çalışmalarda ortaya koyulan teoriler, değişkenler arasındaki nedensel ilişkilere dayanan hipotezler öne sürülerek oluşturulmaktadır. Özellikle sağlık bilimleri, sosyal bilimler, eğitim bilimleri, davranış bilimlerinde hipotezler, değişkenler arasındaki ilişkilere dayanmaktadır.³ YEM genel olarak davranış bilimlerinde kullanılmakta olup kullanım alanı eğitim bilimleri, pazarlama gibi diğer bilimsel alanları da kapsamaktadır.⁴ YEM analizinin sıkça kullanılmasının nedeni geleneksel regresyon analizinden farklı olarak, ölçüm hatalarını dikkate almasıdır; bu nedenle regresyon analizine göre daha isabetli sonuçlar verdiği düşünülmektedir.^{5,6}

Bollen (1989), yapısal eşitlik modellemesinin tarihsel seyrinde başlıca üç bileşenin bulunduğunu ifade etmektedir. Bunlardan ilki yol (path) analizi, ikincisi yapısal model ve ölçüm modellerinin kavramsal sentezi ve üçüncüsü genel tahmin süreçleridir. YEM' in tarihsel gelişimini açıklamak çok kolay değildir. Nedensel modeller tarihsel bir düzende gelişme göstermiştir. Bu modeller; regresyon analizi, yol analizi, doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ve YEM'dir.⁷ Özellikle sağlık alanında çalışan birçok araştırmacı, nedensellik ilişkisi içerisinde olan değişkenlerin oluşturdukları karmaşık sistemlerde, neden/nedenlerin (dışsal ya da bağımsız değişken) sonuç/sonuçlar (içsel ya da bağımlı değişken) üzerindeki toplam etkilerinin ne kadarının doğrudan ve ne kadarının da dolaylı olduğunun belirlenebilmesini, bu yapıların kolay algılanabilmesini ve beraberinde de yorumlanabilmesini istemektedirler. Böyle durumlarda genellikle kullanılan diğer çok değişkenli tekniklerden farklı olan yol analizi devreye girmektedir.⁸

Yapısal eşitlik modelleri araştırmacılara, değişkenler arasında doğrudan ve dolaylı etkileri belirleme olanağı sunmaktadır. YEM kuramsal yapılar arasındaki etkileşimleri, yapılardaki ölçüm hatalarını ve hatalar arasındaki ilişkileri de dâhil ederek modelleme imkânı sunar. Bu yöntem, eşanlı eşitlik modelleri veya çok değişkenli regresyon modelleri olarak da tanımlanmaktadır.^{7,9,10,11,12}

YEM analizi; birinci nesil ve ikinci nesil YEM olarak sınıflandırılmaktadır. Birinci nesil YEM analizinde farklı yaklaşımlar vardır. Her yaklaşımın varsayımları ve kısıtları değişiklik gösterebilmektedir. Kısmi en küçük kareler (Partial Least Squares) ve maksimum olabilirlik (Maximum Likelihood) YEM çalışmalarında sıkça rastlanan tekniklerdir. Kısmi en küçük kareler tabanlı YEM ile en büyük olabilirlik tabanlı YEM; varsayımları, tahmin yöntemleri ve uygulanan analiz programları açısından farklılık göstermektedirler. YEM çalışmalarının artması, veri setlerinin farklılaşması gibi nedenlerden YEM’de kullanılan tahmin yöntemleri de gelişim göstermektedir. İkinci nesil YEM’ e geçilmesinin sebebi, birinci nesil YEM analizlerinin normallik, kayıp veri gibi varsayımları ile başa çıkabilmektir.¹³

YEM ile klasik yaklaşımların çoğunun ortak bir özelliği doğrusal temelli olmalarıdır. Bu nedenle YEM kullanıldığında sıklıkla başvuru alan varsayım; gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olduğu yönündedir.¹¹ Ancak YEM’de doğrusal olmayan ilişkilerin modellenmesi son yıllarda oldukça popüler hale gelmiştir.^{9,14} Son zamanlarda, gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkiler ve bazı karmaşık durumlar için uygun modeller kurulmasının çok daha önemli olduğu kabul edilmektedir.¹²

Araştırmacılar için karmaşık sistemlerin yapısını oluşturan nedensel ilişkilerin kolay bir şekilde algılanabilmesi, nedensellik içinde olan değişkenlerin hangi durumlarda biri diğerinin nedeni veya sonucu halinde olduğunun belirlenebilmesi ve bu nedensel ilişkinin matematiksel formda ortaya konulabilmesi, çok önemli bir sorun olarak görülmektedir.⁸

Ancak son zamanlarda, gözlenen (manifest, indicator, ölçülebilen) ve gizil (latent, varsayımsal, örtük, ölçülemeyen) değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkiler ve bazı karmaşık durumlar için doğru modeller kurulmasının daha çok önemli olduğu kabul edilmektedir. Bu alanda öncü olan birçok araştırmacı vardır. Örneğin, Kenny ve Judd (1984), Bagozzi ve ark. (1992), Busemeyer ve Jones (1993), Bollen Paxton (1998), Jonsson (1998), Schumacker ve Marcoulides (1998) bu alanda çeşitli uygulamalı araştırmalar yapmışlardır. Bu çalışmalarda gizil faktörlerin karesel ve etkileşim etkilerinin önemini ortaya koymuşlardır.¹⁵

Bu yüksek lisans tezi kapsamında ilk olarak YEM çerçevesinde gizil değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkilerin analizi için öncelikle iki farklı yaklaşım kullanılmıştır. Birinci yaklaşım, etkileşim etkisi veya ikinci dereceden etkiler gibi doğrusal olmayan ilişki türlerini analiz etmek için gizil değişkenleri kullanan parametrik gizil moderatörlü yapısal eşitlikler (GMYE, Latent Moderated Structural Equations-LMS) yaklaşımıdır.^{16,17,18,19} Bu parametrik doğrusal olmayan etkilerin değerlendirilmesi amacıyla çarpım gösterge yaklaşımı (Product Indicator -PI), dağılım-analitik yaklaşımlar, momente dayalı yaklaşımlar ve bayes yaklaşımları gibi çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. İkinci yaklaşım ise yapısal eşitlik karışım modelleri (YEKM, Structural Equation Mixture Models-SEMM) yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda, gizil değişkenlerin bilinmeyen doğrusal olmayan ilişkilerini yaklaşık olarak belirlemek için doğrusal YEM'lerin sonlu karışımları kullanılır. Fonksiyonel ilişki şekli bu durumda önceden belirlenmiş olmadığı için YEKM yaklaşımı bu fonksiyonel biçim hakkında varsayımları gerekli kılmaz. Bu tür modellerin birincil amacı gizil değişkenler arasındaki eğrisel ilişkileri tanımlamaktır. Doğrusal olmayan ilişkilerin yarı parametrik yaklaşımı nedeniyle etki büyüklüğü hesaplanamaz ve fonksiyonel ilişki şekli belirlenemediği için de belirli hipotezleri test etmek mümkün değildir.¹⁹ Bir diğer yaklaşım ise doğrusal olmayan etkileri tahmin etmek için parametrik ve yarı parametrik modelleri birleştiren bir yöntem olan yarı parametrik doğrusal olmayan yapısal eşitlik karışım modellemesidir (DOYEKM, Nonlinear Structural Equation Mixture Modeling-NSEMM).^{19,20,21,22} Bu model, karışım modellemesi çerçevesinde gizil değişkenler arasındaki özellikleri fonksiyonel ilişki biçimlerinin analizine izin verirken, parametrik modeller için ihtiyaç duyulan dağılım varsayımlarını esnetmektedir. Bu yaklaşım, yarı parametrik yaklaşımların bir uzantısıdır. Bu nedenle doğrusal olmayan verileri yarı parametrik bir şekilde modellemek için kullanılırken aynı zamanda doğrusal

olmayan etkinin fonksiyonel biçimini tanımlama ve etki büyüklüğünü tahmin etme kabiliyetine de sahiptir.^{23,24}

Tez çalışmasının uygulama kısmında ise Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencilerinin yalnızlık ve yaşam doyumunun internet bağımlılığı üzerindeki etkileri doğrusal olmayan YEM yaklaşımları kullanılarak araştırılacaktır. Araştırma modeli oluşturulurken, UCLA yalnızlık ölçeği, yaşam doyumu ölçeği ve internet bağımlılığı ölçeği kullanılacaktır. YEM çerçevesinde gizil değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkilerin analizi için öncelikle iki farklı yaklaşım kullanılacaktır. Birincisi, GMYE yaklaşımı, ikincisi ise YEKM yaklaşımıdır. Daha sonra bu iki yaklaşımı birleştiren yeni bir yöntem olan DOYEKM üçüncü bir yaklaşım olarak kullanılacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yapısal Eşitlik Modellemesi ve Kullanım Alanları

YEM, gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki nedensel ve karşılıklı ilişkilerin bir arada olduğu modellerin test edilmesi için kullanılan kapsamlı istatistiksel bir yaklaşımdır. Tıp, psikoloji vb. pek çok bilim alanında kullanımı olan YEM, anlamlı teorilerin test edilmesi ve ölçme için kapsamlı bir yöntem sağlar. YEM, bir konu ile ilgili yapısal kuramın çok değişkenli analizine hipotez yaklaşımı getiren istatistiksel yöntemler dizisidir. Bu yapısal kuram, birçok değişken üzerinde gözlemlenen nedensel süreçleri göstermektedir.^{25,26}

YEM terimi, prosedürün iki önemli yönünü taşımaktadır. Bunlardan ilki, nedensel süreçlerin yapısal eşitlikler serisiyle gösterilebilir olması, diğeri ise bu yapısal ilişkilerin, teorinin daha açık anlatımına imkân vermek için diyagramlar yardımıyla modellenebilir olmasıdır.^{2,14}

YEM'in gelişiminde regresyon analizi, faktör analizi ve path analizi önem arz etmektedir. Regresyon analizi, bağımsız değişkenlerin (x) bağımlı değişkenleri (y) açıkladığı bir yöntemdir ve 1896 yılında Karl Pearson tarafından sunulmuştur. Bu çalışmadan sonra, Charles Spearman'ın korelasyon katsayılarının faktör modeli üzerinde etkisinin olduğunu göstermesiyle yeni bir yöntem olan Spearman'ın sıra korelasyonu önerilmiştir.^{10,27}

Faktör analizi, çok sayıda ölçülebilir değişkenin bağımsız olarak ölçülmesi mümkün olmayan daha az sayıda temel yapıya indirgenmesi için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir.^{27,28} Bu yaklaşımın açıklayıcı (explanatory) ve doğrulayıcı (confirmatory) faktör analizleri olmak üzere iki türü mevcuttur. Açıklayıcı faktör analizi (AFA) gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki ilişkilerin bilinmediği ya da kesin olmadığı durumlarda tasarlanmaktadır.²⁹ Doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ise değişken kümesindeki yapının türünü doğrulamak veya reddetmek için kullanılmaktadır.^{27,28,30,31} Jöreskog (1960), DFA

üzerine yoğunlaşarak doğrulayıcı faktör analizi yazılımının gelişmesine önemli katkılarda bulunmuştur.^{27,30,32}

Genetik araştırmacı biyolog Sewall Wright'ın 1918-1921 yıllarındaki bir dizi çalışması sonucunda yol analizi olarak ortaya çıkmış ve ilk kez 1928 yılında Burks tarafından psikoloji alanında kullanılmıştır.^{27,33,34} Yol analizi, sosyal bilimler çalışmalarında ilk olarak Duncan (1966) tarafından kullanılmıştır. Bu analiz bilhassa sağlık bilimlerinde olmak üzere, ekonomi, sosyal, davranış ve spor bilimlerinde değişkenler arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde ve teorik modellerin test edilmesinde oldukça yaygın biçimde kullanıldığı görülmektedir.³⁵

Yapısal eşitlik modelleri, gözlenen ve gizil değişkenleri oluşturmasından dolayı yol analizi ve doğrulayıcı faktör analizini içerisinde barındırmaktadır. YEM ilk olarak Jöreskog (1973), Keesling (1973) ve Wiley (1973) araştırmaları ve çalışmalarından elde edilen bulgulardan dolayı JKW modeli olarak anılmaktaydı. Günümüzde ise Jöreskog ve Thille'nin 1973 yılında oluşturduğu LISREL (Linear Structural Relationships) yazılımı aracılığıyla YEM için başlangıç adımı atılmıştır.^{7,10,27,30,36} Jöreskog ve Sörbom (1979), yapısal eşitlik modelleme çerçevesini geliştirerek ortalama ve kovaryans yapılarını eşzamanlı olarak modelleme olanağı sağlayan güçlü yazılımlara katkıda bulunmuşlardır.^{27,37}

Bollen ve Long (1993), YEM uygulamalarında izlenmesi gereken beş adımı aşağıdaki gibi sıralamışlardır:

1. Belirleme (Specification): Model belirleme YEM 'in ana kısımlarından biridir. Bu aşamada tahmin edilecek olan model önerilmektedir. Model belirleme, sunulacak model kökenlerini literatürden alarak ilgili alanda değişkenler arasındaki ilişkinin nedenlerini açıklamayı amaçlar. Modeller diyagramlar şeklinde gösterilebilir. Bu aşamada modelde hangi değişkenlerin yer alacağı ve bu değişkenler arasındaki olası ilişkiler belirlenmektedir.

2. *Tanımlama (Identification)*: Model tanımlama, model çözümünün eşsizliği ile ilgilidir. Bu aşamada modelin tanımlanıp tanımlanmadığı belirlenmektedir. Modelin tanımlanması bilinmeyen değişkenlerin varyans ya da kovaryans olarak ifade edilebilmesi ile gerçekleştirilmektedir.

3. *Tahmin (Estimation)*: Model belirlendikten ve tanımlandıktan sonra gözlenen değişkenler aracılığıyla modelin parametreleri uygun tahmin teknikleri kullanarak hesaplanmaktadır. Tahmin için kısmi en küçük kareler, en büyük olabilirlik, asimptotik olarak dağılımdan bağımsız / ağırlıklandırılmış en küçük kareler, iki aşamalı en küçük kareler, ağırlıklandırılmamış en küçük kareler, diyagonal olarak ağırlıklandırılmış en küçük kareler gibi çeşitli teknikler kullanılır.

4. *Uyum Testi (Testing fit)*: Bu aşamada modelin veriye ne derece uyduğu belirlenmektedir. Modelin veriye uyumunu test etmek için birçok test ve model uyum indeksleri mevcuttur. Ki-kare test istatistiği, Yaklaşık hata kareler ortalamasının kare kökü (Root Mean Square Error of Approximation-RMSEA), Tucker Lewis indeksi (Tucker Lewis Index-TLI), Uyum iyiliği indeksi (Goodness of fit Index-GFI), Düzeltilmiş uyum iyiliği indeksi (Adjusted GFI-AGFI), Artık kareler ortalamasının karekökü (Root Mean Square Residual-RMR) ve Standartlaştırılmış artık kareler ortalamasının karekökü (Standardized RMR-SRMR), Karşılaştırmalı uyum indeksi (Comparative Fit Index-CFI) gibi ölçütler örnek verilebilir.

5. *Model Değiştirme (Respecification)*: Bu aşamada var olan modele yeni ilişkiler eklenerek ya da anlamlı olmayan ilişkiler çıkarılarak değiştirilir.^{2,3,6,38,39}

YEM analizinde uygulama adımlarının sırasıyla uygulanması, varılacak sonucun doğruluğunu olumlu yönde etkilemektedir.⁴⁰

2.1.1. Yapısal eşitlik modeli varsayımları

Geleneksel YEM'in uygulanabilmesi için aşağıda ifade edilen varsayımların sağlanması gerekmektedir. Bu varsayımlar:

1- Değişkenlerin bağımsızlığı,

- 2- Örnekleme oluşturan gözlemlerin rassallığı,
- 3- Tüm ilişkilerin doğrusallığı,
- 4- Dağılımın çok değişkenli normalliği,
- 5- Basıklık ve çarpıklığın olmaması,
- 6- Aralıklı ya da oranlı ölçekle ölçülen uygun veriler,
- 7- 100-400 arasında bir örneklem hacmi ve

8-Çalışmanın açıklayıcı amacı ve diğer amaçlarıdır. Ancak uygulamada, bu koşulların tamamının sağlanması pek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle araştırmacılar, geleneksel YEM yerine farklı YEM prosedürleri (parametrik olmayan YEM) geliştirmişlerdir.^{2,29,11,14,41,42}

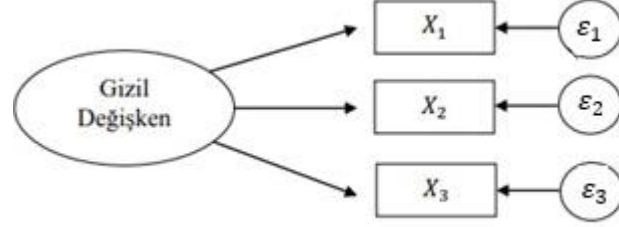
2.1.2. Gözlenen ve gizil değişkenler

Gözlenen değişkenler, araştırmalarda doğrudan ölçülebilen veya gözlemlenebilen değişkenlerdir. Bu değişkenler, belirli bir testteki performans, bir envanter veya bir anketteki soruların cevapları gibi bir örnek üzerinden ölçülerek kaydedilebilmektedir. Gözlenen değişkenler, ölçülebilir kavramları temsil ettiklerinden dolayı ölçüm hatalarını da kapsarlar. Yaş, boy, kilo gibi kavramlar gösterge değişkenlere birer örnektir.⁴³

Gizil değişkenler ise hakkında herhangi bir ölçüm veya gözlemin doğrudan yapılamadığı kavramlardır. Bu tür değişkenleri doğrudan ölçen bir metot yoktur. Bundan dolayı gözlenemeyen bir değişkenin göstergeleri gözlemlenerek ölçülebilmektedir.^{11,26,44} Gizil değişkenler, faktörler, yapılar, gözlenemeyen değişkenler olarak da adlandırılabilirler. Gizil değişkenler herhangi bir yöntem kullanılarak ölçülemezler. Yetenek, yaşam doyumu, iş tatmini gibi kavramlar gizil değişkenlere örnek olarak düşünülebilir. Gizil değişkenler ölçülemediği için gözlenebilir değişkenler gizil değişkenlerin göstergeleri olarak belirlenmektedirler.⁴³

Gizil değişken, birden fazla gözlenen değişkeni etkileyerek, bu değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmaktadır. Bu ifade, gizil değişkenlerin gözlenebilen değişkenler

ile ilişkilendirilerek ölçülebildiği ifadesini doğrulamaktadır. Gizil değişkenlerin bir özelliği de ölçme hatalarından arınmış olarak evren parametrelerine yakın değer vermeleridir.³² Bu durum analiz sürecinde hata değerlerini de hesaba katan YEM'in diğer istatistiksel yöntemlere üstünlüklerindedir.⁴⁵



Şekil 2.1. Gözlenen ve gizil değişkenler

Şekil (2.1)'de görüldüğü üzere dikdörtgen sembolü ile gösterilen değişkenler gözlenen değişkenler, elips ile gösterilen ise gözlenemeyen değişkendir. Burada ε_1 , ε_2 , ε_3 hata terimlerini ifade etmektedir. Hata terimlerinden gözlenen değişkenlere giden tek yönlü oklar ise gözlenen değişkenler üzerindeki ölçüm hatasının etkisi olarak ifade edilmektedir.^{5,46}

2.1.3. Bağımlı ve bağımsız (endojen-egzojen/içsel-dışsal) değişkenler

Model kurma aşamasında, egzojen (dışsal-bağımsız) ve endojen (içsel-bağımlı) olarak adlandırılan iki tür değişken kullanılmaktadır. Söz konusu iki tür arasındaki fark, modeldeki değişkenler arasında bir regresyon analizi uygulanıp uygulanmayacağıdır. Klasik regresyon modelinde bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında doğrudan bir ilişki söz konusu olmasına rağmen yapısal eşitlik modellerinde bir değişken bazı değişkenler için egzojen iken, aynı anda bazı değişkenler için endojen değişken olabilmektedir. Egzojen gizil değişkenler, bağımsız değişkenler ile eş anlamlıdır ve modeldeki diğer gizil değişkenlerin değişimlerinin nedenidirler. Endojen gizil değişkenler ise bağımlı değişkenler ile eş anlamlıdır ve doğrudan ya da dolaylı olarak modelde egzojen değişken tarafından etkilenmektedirler.^{47,48}

Tablo 2.1. Yapısal eşitlik modelinde kullanılan değişkenlerin gösterim şekli²⁶

Değişken Adı	Gösterim Şekli	Okunuşu
Dışsal gizil değişken	ξ	Ksi
İçsel gizil değişken	η	Eta
Dışsal gizil değişkenlerle içsel gizil değişkenler arasındaki ilişki miktarı	Γ, γ	Gama
İçsel gizil değişkenler arasındaki ilişki miktarı	β	Beta
Gizil değişkenlerle gözlenen değişkenler arası ilişki miktarı	λ	Lamda
İçsel gizil değişkenlerin hatası	ζ	Zeta
İçsel gizil değişkenleri tanımlayan gözlenen değişkenlerin hatası	ε	Epsilon
Dışsal gizil değişkenleri tanımlayan gözlenen değişkenlerin hatası	Δ, δ	Delta
Dışsal gizil değişkenler arası ilişki miktarı	Φ	Phi
İçsel gizil değişken hatası varyans kovaryans matrisi	Ψ	Psi
İçsel gizil değişkenleri tanımlayan gözlenen değişkenlerin hatası varyans kovaryans matrisi	Θ_ε	Theta Epsilon
Dışsal gizil değişkenleri tanımlayan gözlenen değişkenlerin hatası varyans kovaryans matrisi	Θ_δ	Theta Delta
Kovaryans matrisi	Σ	Sigma
Örneklem kovaryans matrisi	S	
Evren (popülasyon) kovaryans matrisi	$\Sigma(\Theta)$	
İçsel gizil değişkenleri tanımlayan gözlenen değişkenler	y	
Dışsal gizil değişkenleri tanımlayan gözlenen değişkenler	x	

2.1.4. Mediatör (aracı) ve moderatör (düzenleyici) değişkenler

Mediatör (aracı) değişken iki değişken arasındaki ilişkiyi etkileyen üçüncü bir değişkendir. Mediatör değişken bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişki için bir aracı olarak görev yapmaktadır. Baron ve Kenny 1986'da aracı değişkenler için bazı ölçütler olduğunu vurgulamışlardır. Buna göre; öncelikle, aralarında anlamlı bir ilişki bulunan bağımlı ve bağımsız değişkenler bulunmalıdır. Daha sonra hem mediatör değişken hem de bağımlı değişken eş zamanlı olarak analiz edildiğinde, her iki değişken arasında anlamlı bir ilişki olmalıdır. Son olarak, mediatör değişken ve bağımsız değişken eş zamanlı olarak analiz edildiğinde daha önce bağımlı ve bağımsız değişken arasında var olan anlamlı ilişki artık anlamlı olmaktan çıkmalı ve daha önce var olan anlamlılık düzeyi azalmalıdır.^{45,49}

Moderatör (düzenleyici) değişken bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve büyüklüğünü etkileyen bir değişkendir. Buna göre geliştirilen bir modelde ifade edilen moderatör etkinin ortaya çıkabilmesi için bu değişkenin bağımlı ve bağımsız değişkenler ile ilişkili olmaması istenir. Moderatör değişkenler daima bağımsız değişkenler olarak ele alınır.^{46,50}

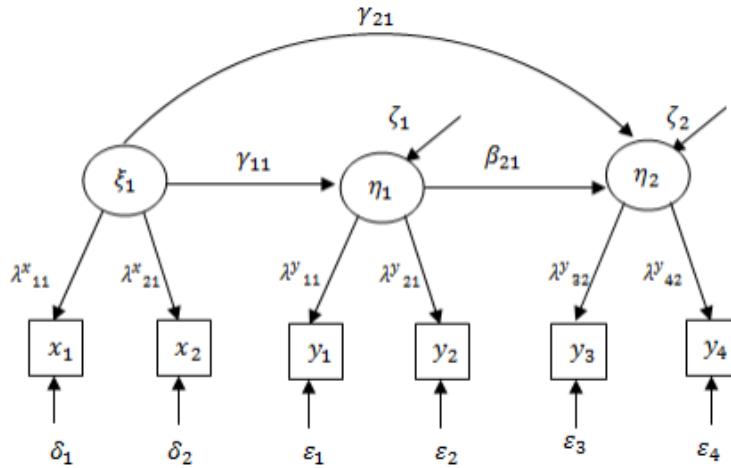
YEM'de mediatör ve moderatör değişkenlerin etkisi de söz konusudur. Aracı değişken bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki ilişki de ilk başta göze çarpmayan etkileri inceler. Yani bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki doğrudan ilişkiyi değil, bağımsız değişkenin aracı değişken ile aracı değişkenin de bağımlı değişken ile ilişkisini ele alır.⁵¹

YEM'de tahmin edilecek parametrelerin tanımlanması da önemlidir. YEM'de serbest (free), sabit (fixed) ve kısıtlanmış (constrained) parametreler olmak üzere üç çeşit parametre bulunur. Serbest parametreler herhangi bir değer atanmamış ve analizde değeri tahmin edilecek parametrelerdir. Sabit parametreler ise 0 veya 1 gibi belirli değerler atanmış parametrelerdir. Kısıtlı parametreler de diğer parametrelere bağlı olarak değeri tahmin edilecek parametreler olarak ifade edilirler.^{50,52}

2.1.5. Toplam, doğrudan ve dolaylı etkiler

YEM analizi ile yapılan tahminlemenin kolaylaştırıcı bir avantajı, doğrudan (direct) ve dolaylı (indirect) etkileri ayırt edebilme özelliğine sahip olmasıdır.^{27,53} Dışsal değişkenlerin içsel değişkenler üzerine olan etkilerini tanımlamak için doğrudan etki ve dolaylı etki kavramlarıyla iki çeşit ilişki tanımlanmaktadır. Doğrudan ilişki, bir veya birden fazla dışsal değişkenin, bir veya birden fazla içsel değişken üzerine olan doğrudan etkisini göstermektedir.^{27,54} Aynı zamanda içsel/mediatör değişkenlerin içsel değişkenler üzerinde de doğrudan etkileri model üzerinde gösterilmektedir. Dışsal değişken ile içsel değişken arasında tanımlanan bu ilişki doğrudan etki kavramıyla açıklanmaktadır. Doğrudan etkiler standart regresyon katsayısı olarak değerlendirilen yol katsayıları ile tahmin edilebilmektedir.^{27,55}

Doğrudan etki, bir değişkenin başka bir değişken üzerindeki direkt etkisidir. Şekil 2.2’de ξ_1 gizil değişkeninin η_1 üzerinde doğrudan etkisi vardır ve bu etki γ_{11} ile gösterilmektedir. Benzer şekilde, η_1 gizil değişkeninin de η_2 değişkeni üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır ve bu etki β_{21} ile ifade edilmektedir. Dolaylı etkide, aracı değişken söz konusudur. Bir değişkenin başka bir değişken üzerindeki etkisi, bu aracı değişken ile gerçekleşmektedir. Şekil 2.2’de ξ_1 gizil değişkeninin, η_1 aracılığı ile η_2 üzerinde dolaylı etkisi bulunmaktadır ve bu etki γ_{21} ile gösterilmektedir. Benzer şekilde ξ_1 gizil değişkeninin y_1 ve y_2 gösterge değişkenleri üzerinde yine η_1 aracılığı ile dolaylı etkisi bulunmaktadır.



Şekil 2.2. Yol diyagramında toplam, doğrudan ve dolaylı etkiler²⁶

Toplam etki, bir değişken üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerin toplanması ile elde edilir.

$$\text{Toplam etki} = \text{Doğrudan etki} + \text{Dolaylı etki} \quad (2.1)$$

Eşitlik (2.1)'de ξ_1 dışsal gizil değişkeninin η_2 içsel gizil değişkeni üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı etkisi söz konusudur. ξ_1 gizil değişkeninin η_2 üzerindeki doğrudan etkisi γ_{21} ile dolaylı etkisi $\gamma_{11} \beta_{21}$ ile gösterilmektedir.

$$\text{Toplam etki} = \gamma_{21} + \gamma_{11}\beta_{21} \quad (2.2)$$

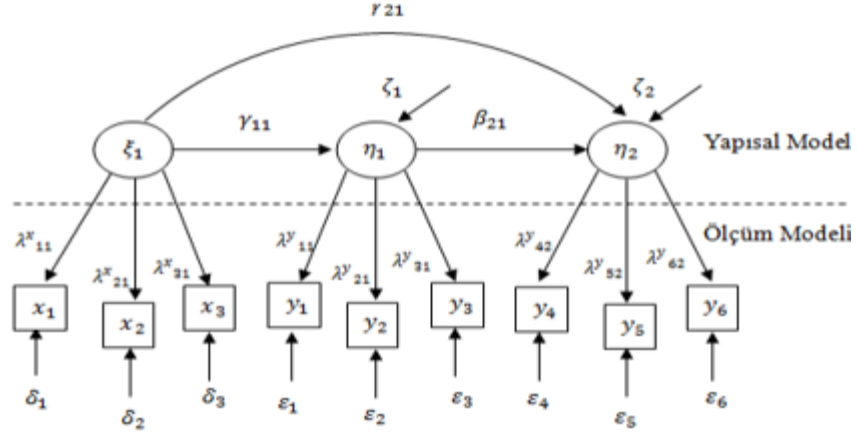
Benzer şekilde, ξ_1 gizil değişkeninin y_1 gösterge değişkeni üzerindeki toplam etkisi (2.3) eşitliği ile ifade edilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta şudur: ξ_1 gizil değişkeninin y_1 gösterge değişkeni üzerinde doğrudan etkisi bulunmadığı için toplam etki, yalnızca dolaylı etkiyi içermektedir.⁴³

$$\text{Toplam etki} = 0 + \gamma_{11}\lambda_{11}^y \quad (2.3)$$

2.1.6. Yapısal model, ölçüm modeli ve matris gösterimleri

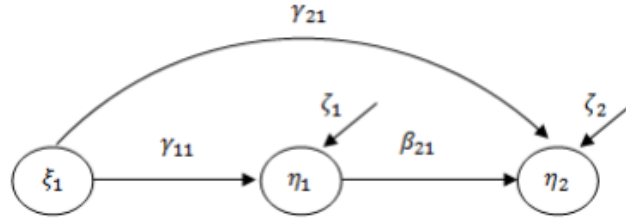
2.1.6.1. Yapısal model ve matris gösterimi

YEM'de gizil değişkenler ile gösterge değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren yol diyagramı iki ayrı model olarak incelenmektedir. Bunlardan biri gizil değişkenlerin kendi aralarındaki ilişkileri gösteren yapısal model, diğeri ise gösterge değişkenler ile gizil değişkenler arasındaki ilişkileri gösteren ölçüm modelleridir. Şekil 2.3'te YEM'de yapısal model ve ölçüm modelinin bir arada görülebileceği bir yol diyagramı verilmiştir.⁷



Şekil 2.3. Yol diyagramının gösterimi²⁶

Yapısal model, gizil değişkenler arasındaki ilişkiyi modellemek için kullanılmaktadır. Yol diyagramının gizil değişkenlere ait kısmı Şekil 2.4'teki gibidir.⁷



Şekil 2.4. Yapısal modelin diyagram gösterimi²⁶

Burada ξ_1 gizil değişkeni dışsal gizil değişken η_1 ve η_2 değişkenleri içsel gizil değişkenlerdir. γ_{11} , ξ_1 gizil değişkeninin η_1 gizil değişkeni üzerindeki etkisini, γ_{21} , ξ_1 gizil değişkeninin η_2 gizil değişkeni üzerindeki etkisini, β_{21} ise η_1 gizil değişkeninin η_2 gizil değişkeni üzerindeki etkisini göstermektedir. ζ_1 ve ζ_2 parametreleri ise sırasıyla η_1 ve η_2 içsel gizil değişkenlerinin hatalarını ifade etmektedir. Hataların, dışsal gizil değişkenler ile ilişkisiz ve beklenen değerlerinin sıfır olduğu varsayılmaktadır. Şekil 2.4'ten yola çıkılarak (2.4) ve (2.5) eşitlikleri yazılabilir.

$$\eta_1 = \gamma_{11}\xi_1 + \zeta_1 \quad (2.4)$$

$$\eta_2 = \gamma_{21}\xi_1 + \beta_{21}\eta_1 + \zeta_2 \quad (2.5)$$

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} \\ \gamma_{21} \end{bmatrix} [\xi_1] + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{\eta} = \mathbf{B}\boldsymbol{\eta} + \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\zeta} \quad (2.6)$$

Burada β_{21} , γ_{11} ve γ_{21} katsayıları yapısal parametrelerdir. β_{21} parametresi, ξ_1 sabit tutulduğunda η_1 'deki bir birimlik değişimin, η_2 'nin beklenen değerinde yapacağı değişikliği ifade etmektedir. Benzer durum γ_{11} ve γ_{21} parametreleri için de geçerlidir. Burada β_{21} katsayısı η_1 içsel gizil değişkeni ile ilişkili iken γ_{11} ve γ_{21} katsayıları ξ_1 dışsal gizil değişkeni ile ilişkilidir (2.6) eşitliği yapısal model için genel matris gösterimidir. Bu eşitlikte $\boldsymbol{\eta}$, içsel gizil değişkenin ($m \times 1$) boyutlu vektörüdür. İlgili örnekte iki adet içsel gizil değişken bulunduğu için $\boldsymbol{\eta}$ vektörü (2×1) boyutlu bir vektördür. Benzer şekilde $\boldsymbol{\xi}$, dışsal gizil değişkenlerin vektörüdür ve ($n \times 1$) boyutludur. İlgili modelde bir adet dışsal gizil değişken olduğu için $\boldsymbol{\xi}$ vektörü (1×1) boyutludur. Hata terimleri ($m \times 1$) boyutlu $\boldsymbol{\zeta}$ vektörü ile ifade edilir ve modelde iki adet hata terimi bulunduğu için $\boldsymbol{\zeta}$ vektörü (2×1) boyutlu bir vektördür. Her bir hata terimi, içsel gizil değişkeni ile ilişkilidir.⁴³

B ve $\boldsymbol{\Gamma}$ matrisleri, katsayı matrisleridir. B, içsel gizil değişkenlere ait katsayı matrisidir ve ($m \times m$) boyutludur. Burada m , içsel gizil değişken sayısını göstermektedir. İlgili örnekte iki adet içsel değişken bulunduğu için B matrisinde diagonal elemanlar daima sıfırdır. Bu durum η_i içsel değişkeninin i . eşitlikten kaldırılmasını sağlar. Bunun yanı sıra B matrisinde herhangi bir β_{ij} elemanının sıfır olması, j . içsel değişkenin, i . içsel değişken üzerinde bir etkisinin olmadığını gösterir. Yani söz konusu örnekte, B matrisinde β_{12} elemanının sıfır olması η_2 içsel değişkeninin η_1 içsel değişkeni üzerinde bir etkisinin olmadığını göstermektedir. $\boldsymbol{\Gamma}$ matrisi ise dışsal gizil değişkenlerin, içsel gizil değişkenler üzerindeki etkisini ifade eden katsayı matrisidir. $\boldsymbol{\Gamma}$ matrisi; m içsel gizil değişken sayısı ve n dışsal gizil değişken sayısı olmak üzere ($m \times n$) boyutludur. Söz konusu modelde bir adet dışsal gizil değişken ve iki adet içsel gizil değişken bulunduğu için $\boldsymbol{\Gamma}$ matrisi (2×1) boyutludur. Bu da ξ_1 değişkeninin η_1 ve η_2 değişkenleri üzerindeki etkisini göstermektedir.^{7,9}

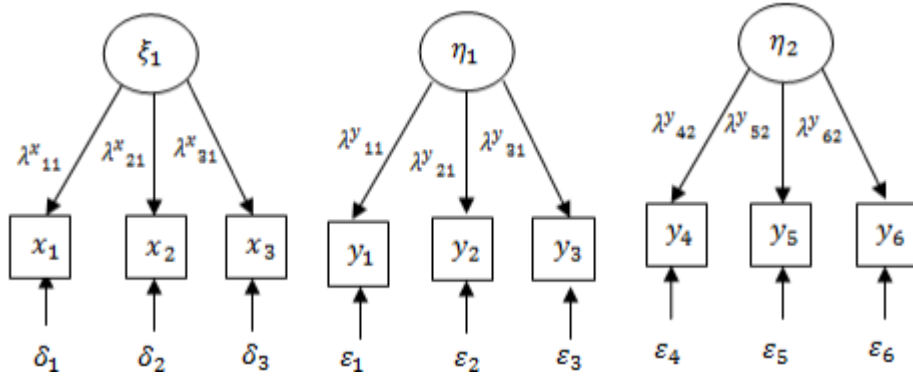
Yapısal modellerde genel matris gösteriminde var olan parametreler dışında dışsal değişkenlerin ve hata terimlerinin kovaryans matrisleri de bulunmaktadır. Bu matrisler sırası ile $(n \times n)$ boyutlu Φ matrisi ve $(m \times m)$ boyutlu Ψ matrisidir.

Yapısal model için bazı varsayımlar söz konusudur. Bu varsayımlar aşağıdaki gibi yazılabilir:

1. $E(\eta) = 0, E(\xi) = 0, E(\zeta) = 0$
2. ζ, ξ ile ilişkisizdir. Bu varsayım geçerli olmadığında tahmin ediciler tutarlı olmamaktadır.
3. $(1 - B)$ matrisi tekil olmayan matristir.
4. ζ , sabit varyanslı ve otokorelasyonsuzdur.^{9,43}

2.1.6.2. Ölçüm modeli ve matris gösterimi

Ölçüm (measurement) modelleri, gizil değişkenler ile gösterge değişkenler arasındaki ilişkileri gösteren yapısal eşitlikleri kapsar. Modeldeki her bir gizil değişken, gösterge değişkenleri yardımıyla ölçülür. Şekil 2.5'te ölçüm modeline bir örnek diyagram verilmiştir.



Şekil 2.5. Ölçüm modeli diyagramı²⁶

Şekil 2.5'te verilen ölçüm modelleri örneğine göre aşağıdaki eşitlikler yazılabilir.

$$x_1 = \lambda_{11}^x \xi_1 + \delta_1$$

$$x_2 = \lambda_{21}^x \xi_1 + \delta_2$$

$$\begin{aligned}
x_3 &= \lambda_{31}^x \xi_1 + \delta_3 \\
y_1 &= \lambda_{11}^y \eta_1 + \varepsilon_1 \\
y_2 &= \lambda_{21}^y \eta_1 + \varepsilon_2 \\
y_3 &= \lambda_{31}^y \eta_1 + \varepsilon_3 \\
y_4 &= \lambda_{42}^y \eta_2 + \varepsilon_4 \\
y_5 &= \lambda_{52}^y \eta_2 + \varepsilon_5 \\
y_6 &= \lambda_{62}^y \eta_2 + \varepsilon_6
\end{aligned} \tag{2.7}$$

Yazılan bu eşitliklerin matris formu (2.8) ve (2.9) eşitlikleri ile ifade edilir.

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11}^x \\ \lambda_{21}^x \\ \lambda_{31}^x \end{bmatrix} [\xi_1] + \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \\ y_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11}^y & 0 \\ \lambda_{21}^y & 0 \\ \lambda_{31}^y & 0 \\ 0 & \lambda_{42}^y \\ 0 & \lambda_{52}^y \\ 0 & \lambda_{62}^y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \varepsilon_5 \\ \varepsilon_6 \end{bmatrix} \tag{2.8}$$

$$\mathbf{x} = \Lambda_x \boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\delta} \tag{2.9}$$

$$\mathbf{y} = \Lambda_y \boldsymbol{\eta} + \boldsymbol{\varepsilon} \tag{2.10}$$

Eşitlik (2.8), ölçüm modelinin matris gösterimidir. Burada, \mathbf{x} dışsal gizil değişkenin gösterge değişkenlerine ait ($q \times 1$) boyutlu vektör \mathbf{y} ise içsel gizil değişkenin gösterge değişkenlerine ait ($p \times 1$) boyutlu vektördür. Söz konusu örnekte dışsal gizil değişkenin üç adet göstergesi bulunduğu için \mathbf{x} vektörü (3×1) boyutlu, içsel gizil değişkenin altı adet göstergesi bulunduğu için \mathbf{y} vektörü (6×1) boyutlu olacaktır. Λ_x matrisi, \mathbf{x} göstergelerinin $\boldsymbol{\xi}$ ile ilişkili katsayı matrisidir ve ($q \times n$) boyutludur. Verilen örnekte dışsal gizil değişken sayısı bir ve gösterge sayısı üç olduğu için Λ_x matrisi (3×1) boyutludur. Λ_y matrisi ise \mathbf{y} göstergelerinin $\boldsymbol{\eta}$ içsel gizil değişkenleri ile ilişkili katsayı

matrisidir ve $(p \times m)$ boyutludur. İlgili örnekte altı adet gösterge değişken ve iki adet içsel gizil değişken bulunduğu için Λ_y matrisi (6×2) boyutludur. Son olarak δ ve ϵ vektörleri sırasıyla x ve y göstergelerine ait ölçüm hatalarının vektörleridir. δ vektörü $(q \times 1)$, ϵ vektörü $(p \times 1)$ boyutludur. İlgili örnekte, dışsal gizil değişkenin üç adet göstergesi bulunduğu için δ vektörü (3×1) boyutlu, içsel gizil değişkenin altı adet göstergesi bulunduğu için ϵ vektörü (6×1) boyutlu olacaktır. Modelde bahsi geçen parametreler dışında sırasıyla δ ve ϵ hatalarının kovaryans matrisleri olan $(q \times q)$ boyutlu Θ_δ ve $(p \times p)$ boyutlu Θ_ϵ matrisleri de bulunmaktadır.⁴³

Yapısal modellerde olduğu gibi ölçüm modellerinde de bazı varsayımlar söz konusudur.

Bu varsayımlar aşağıdaki gibidir:

- $E(\eta) = 0$, $E(\xi) = 0$, $E(\delta) = 0$, ve $E(\epsilon) = 0$
- δ hata vektörü ϵ , η ve ξ ile ilişkisizdir.
- ϵ hata vektörü δ , η ve ξ ile ilişkisizdir.

2.1.7. Yapısal eşitlik modellemesinde kullanılan tahmin teknikleri

Yapısal eşitlik modellemesinde kullanılan tahmin teknikleri aşağıda verilmiştir.

1. Maksimum olabilirlik tahmini (Maximum Likelihood Estimation – MLE)
2. Genelleştirilmiş en küçük kareler (Generalized Least Squares – GLS-EKK)
3. Asimptotik olarak dağılımdan bağımsız (Asymptotically Distribution-Free ADF) / ağırlıklandırılmış en küçük kareler (Weighted Least Squares – WLS)
4. İki aşamalı en küçük kareler (Two-Stage Least Squares – TSLS)
5. Ağırlıklandırılmamış en küçük kareler (Unweighted Least Squares-ULS)
6. Diyagonal olarak ağırlıklandırılmış en küçük kareler (Diagonally Weighted-Least Squares – DWLS)
7. Satorra–Bentler ölçekli ki-kare (Satorra-Bentler Scaled Chi Square– SB_ χ^2)
8. Araç değişkenleri (Instrumental Variables – IV)

Araç değişkenleri (IV) ve iki aşamalı en küçük kareler (TSLS) teknikleri, hızlı ve yinelemeli olmayan teknikler iken diğer teknikler, tahminleri yinelemeli sürece dayandırılarak hesaplanmaktadır.^{2,14}

Yapısal eşitlik modellemesi çalışmalarında en çok kullanılan parametre tahmin teknikleri ise maksimum olabilirlik, genelleştirilmiş en küçük kareler, asimptotik olarak dağılımdan bağımsız ve Satorra–Bentler ölçekli ki kare tahmin teknikleridir.²

2.2. Doğrusal Olmayan Yapısal Eşitlik Modeli

Sosyal ve davranış bilimlerindeki birçok teori değişkenler arasında sadece doğrusal etkileri değil, doğrusal olmayan ilişkileri de kabul eder. En sık incelenen doğrusal olmayan etkiler etkileşim etkileridir. Bu etkiler, bir belirleyici ve kriter değişkeni arasındaki ilişkinin, ikinci bir belirleyici değişkeninin (moderatör değişken) değerlerine göre zayıfladığını veya güçlendiğini ima eder.^{12,56}

Yapısal eşitlik modellemesinde, teorik modellerde doğrusal etkileri (doğrudan, dolaylı ve toplam) incelemek için çoğunlukla bağımlı ve bağımsız gizil değişkenler kullanılmaktadır. Ancak, etkileşim etkisi ve doğrusal olmayan etkileri olan modellere uygulama alanında sıklıkla rastlanmaktadır. Son zamanlarda, gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkiler ve bazı karmaşık durumlar için uygun modeller kurulmasının daha çok önemli olduğu kabul edilmektedir. Veri setinin kompleks olduğu ve normal dağılıma uygun olmadığı durumlarda klasik yöntemler her zaman iyi sonuç vermemektedir.¹²

Doğrusal olmayan modellerin tahmini ve bu modellerdeki uygunluğun belirlenmesi konusunda çok fazla araştırma yapılmamıştır, bununla birlikte en iyi yöntemin hangisi olduğuna yönelik bir anlaşmaya varılamamıştır.⁵⁷ İdeal bir uyum ölçüsü, kullanılan tahmin yönteminden bağımsız olarak iyi bir performans sergilemesi beklenmektedir. Tahmin yaklaşımları çarpım gösterge yaklaşımları, dağılımsal yaklaşımlar, momente dayalı yaklaşımlar veya bayes yaklaşımlar olarak sınıflandırılabilir.⁵⁸

1980'lerin başında Kenny ve Judd gizil değişken etkileşimini modellemek için ilk çalışmalardan birini yapmışlardır. 1996'da Jöreskog ve Yang, Kenny ve Judd'un tekniğini genişleterek gizil değişken modellerde etkileşim etkilerinin modellenmesi ile ilgili sorunları vurgulamışlardır.⁵⁸ Marsh ve arkadaşları 2004 yılında gizil etkileşimi ile bir yapısal model tahmin etmek için bu çarpım gösterge yöntemlerinin karşılaştırması için kullanışlı bir yöntem önermişlerdir. Marsh ve arkadaşları (2004) farklı tahmin yöntemlerini kategorize etmişlerdir. Bu gruplandırmalara göre: Jöreskog ve Yang (1996) tarafından ortaya atılan, Algina ve Moulder (2001) tarafından geliştirilen yöntem, kısıtlı çarpım gösterge yöntemi (Constrained Product Indicator-CPI); Wall ve Amemiya (2001) tarafından geliştirilmiş ek çarpım gösterge (Generalized Appended Product Indicator-GAPI) yöntemi ve son olarak Wall ve Amemiya'nın 2001 yılındaki aynı makalesinde yer alan ve yeni bir yöntem olarak önerilen kısıtsız yöntemdir (Unconstrained Product Indicator-UPI). Etkileşim ve doğrusal olmayan etkileri olan modellerin incelenmesi için prosedürlerin geliştirilmesine yönelik önemli miktarda araştırma yapılmasına rağmen, ampirik uygulamalar nadirdir.⁵⁸

Yakın dönemde yapılan çalışmalar; çok düzeyli YEM, çoklu gösterge çoklu nedensellik (Multiple Indicators and Multiple Causes-MIMIC) modeli, karışım (Mixture) modelleri, ikinci dereceden doğrulayıcı faktör analizi (Second-Order-CFA), monte carlo simülasyonu, bayesçi yapısal eşitlik modeli (BYEM) gibi klasik YEM varsayımlarını sağlamayan modeller üzerine odaklanmıştır.

Geliştirilen yöntemlerden en önemlileri;

- i. İki değerli değişkenlere ve/ya da sıralı kategorik değişlere sahip YEM'ler
- ii. Doğrusal olmayan YEM'ler
- iii. İki aşamalı ya da çok düzeyli karışım (mixtures) YEM'ler
- iv. Kayıp verilere sahip YEM'ler
- v. Üstel aile dağılımlarından gelen değişkenlere sahip YEM'ler
- vi. Boylamsal (longitudinal) YEM'ler;
- vii. Yarı parametrik (semiparametric) YEM'ler
- viii. Dönüşüm YEM'ler (transformation structural equation models)

biçiminde sıralanabilir.^{59,60,61}

2.2.1. Doğrusal olmayan yapısal eşitlik modelinin metodolojik sorunları

2.2.1.1. Normallik varsayımının sağlanmaması

Doğrusal olmayan YEM’de karşılaşılan en önemli problem, doğrusal olmayan terimlerin dağılımlarının çok değişkenli normal dağılım göstermemesidir.^{62,63,64,65} ξ_1 , ξ_2 gizil dışsal değişkenlerin tüm gözlenen değişkenleri normal dağılımlı olsa bile, $\xi_1\xi_2$, ξ_1^2 ve ξ_2^2 gizil doğrusal olmayan terimlerin dağılımları normal değildir. Ayrıca η içsel gizil değişkeninin dağılımı da normal dağılım göstermeyecektir. η dağılımının normallik derecesi, $\xi_1\xi_2$, ξ_1^2 ve ξ_2^2 ’nin normal olmamasına ve ω_{12} , ω_{11} ve ω_{22} doğrusal olmayan etkilerin büyüklüğüne bağlıdır.⁶⁵

Çok değişkenli normallik varsayımı için geliştirilmiş olan testlerden bazıları, Mardia’nın çok değişkenli normallik testleri, Villasenor-Alva ve Gonzalez-Estrada’nın Genelleştirilmiş Shapiro-Wilk testi (GSW), Kankainen-Taskinen-Oja çarpıklık testi, Kankainen-Taskinen-Oja basıklık testi, Henze-Zirkler (HZ) testi ve Royston testidir.⁶⁶

2.2.1.2. Çoklu bağlantı sorunu

Çoklu bağlantı sorunu yalnızca YEM’de değil, aynı zamanda çoklu regresyon analizinde de sorun yaratmaktadır. Her regresyon analizi türünde çoklu bağlantı sorunu, şişirilmiş standart hatalarla yanlış parametre tahminlerine ve gücün azalmasına sebep olur. Bu yüzden gerçek etkilerin tespitinde zorluk çıkartmaktadır. Bu sorun, doğrusal olmayan gizil modellerde, gizil tahminler arasındaki korelasyonun, gözlenen değişkenlerin arasındaki korelasyondan daha yüksek olmasına sebep olarak çoklu bağlantı sorununu arttırmaktadır.⁶⁷

Gizil değişkenler ilişkilendirilmediğinde, parametre tahmininin değeri, regresyon denkleminde yer alan diğer tüm değişkenlerden bağımsız olarak değişmeden kalır. Ancak bir regresyon katsayısının değeri, gizil değişkenler ilişkilendirildiğinde, hangi değişkenlerin modelin içinde yer aldığına veya modelden çıkarılıp çıkarılmamasına

bağlıdır. Bu nedenle, çoklu bağlantı mevcut olduğunda bir regresyon katsayısı, belirli bir gizil değişkenin bağımlı değişken üzerindeki doğal bir etkisini değil, kısmi bir etkisini yansıtır.⁶²

Çoklu bağlantı sorunu doğrusal olmayan regresyon modellerinde daha da artmaktadır. Doğrusal olmayan terimlerle yapılan çoklu regresyon analizleri, yalnızca gizil değişkenler arasındaki çoklu bağlantı ile sınırlı değildir, aynı zamanda gizil değişkenler ile doğrusal olmayan terimler arasındaki çoklu bağlantı ve doğrusal olmayan terimler arasındaki çoklu bağlantı ile de olabilmektedir.⁶²

Doğrusal olmayan terimler, örneğin etkileşim ve ikinci dereceden terimler de dahil olmak üzere bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı varsa, etkileşim etkisi veya ikinci dereceden etki gerçek olmayabilir. Yani, regresyon modelindeki doğrusal olmayan terimin katsayısı, gerçek bir etkileşim olmasa veya gerçek bir karesel etki olmasa bile önemli olabilir.⁶²

Çoklu bağlantı sorunuyla başa çıkabilmek için Schmidt and Muller (1978) çoklu bağlantıyı değerlendirmek için üç yöntem üzerinde durmuşlardır. Birincisi, bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon, ikincisi bağımsız değişkenlerin korelasyon matrisinin tekilliğini değerlendiren Haitovsky testi ve üçüncüsü bağımsız değişkenlerin korelasyon matrisinin determinantı ve öz değerleridir.⁶⁸ Ayrıca uygulamada varyans inflasyon faktör (Variance Inflation Factor-VIF) yaklaşımı, çoklu regresyon modeline yeni bağımsız değişkenler eklendiğinde R^2 'deki değişimlerin ve bağımsız değişkenlerin tolerans değerlerinin incelenmesi gibi metotlardan da yararlanır.

2.2.2. Çarpım Gösterge Yaklaşımı (Product Indicator-PI)

Kenny ve Judd 1984 yılında doğrusal olmayan yapısal eşitlik modelinde parametrelerin tahminlerine ilişkin ilk istatistiksel yöntem olan çarpım gösterge (Product Indicator-PI) yöntemini önermişlerdir. PI yaklaşımları doğrusal olmayan YEM'in ilk yaklaşımıdır.^{20,62} Bu model doğrusal ölçüm modeli ile özel bir karesel veya çapraz çarpım yapısal modeli

olarak ele alınmıştır. Bu yöntemin temel fikri; var olan değişkenlerden yeni “gözlenen değişkenler” üretmek ve daha sonra onlara modelde doğrusal olmayan terimlerin ek göstergeleri kullanarak "gözlenen değişkenler" yaratmaktır. Ancak bu yöntem kovaryans matris modeli üzerinde zor hesaplanan kısıtlamaları içermektedir. Zahmetli modelleme kısıtlamalarına rağmen, çarpım gösterge yöntemini mevcut doğrusal yapısal eşitlik modelleme yazılım programları ile örneğin LISREL programı ile uygulamak mümkün olmuştur.^{12,69}

Aşağıdaki eşitlik (2.11)'de, tek etkileşimli ve iki karesel etkiye sahip gizil bir model verilmiştir.

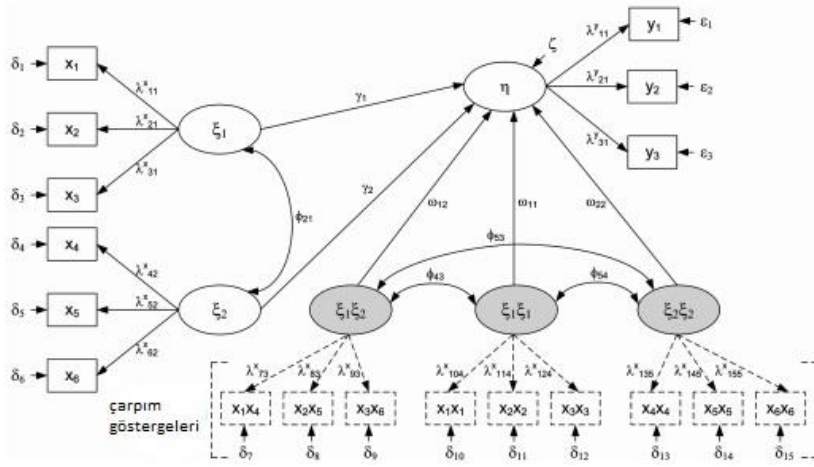
$$\eta = \alpha + \gamma_1 \xi_1 + \gamma_2 \xi_2 + \omega_{12} \xi_1 \xi_2 + \omega_{11} \xi_1^2 + \omega_{22} \xi_2^2 + \zeta \quad (2.11)$$

Burada, η içsel gizil değişkeni, ξ_1 ve ξ_2 dışsal gizil değişkenleri, $\xi_1 \xi_2$ etkileşim terimini gösterir. ξ_1^2 ve ξ_2^2 karesel (ikinci dereceden) terimleri, α sabit değeri, γ_1 ve γ_2 tahmincilerin doğrusal etkileri, ω_{12} etkileşim teriminin doğrusal olmayan etkisidir. ω_{11} ve ω_{22} ikinci dereceden terimlerin doğrusal olmayan etkileri ve son olarak ζ ise gizil değişkenlerin hatasıdır.¹⁶

$$\eta = \alpha + \Gamma \xi + \xi' \Omega \xi + \zeta \quad (2.12)$$

$$= \alpha + (\gamma_1 \ \gamma_2) \cdot \begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{pmatrix} + (\xi_1 \ \xi_2) \cdot \begin{pmatrix} \omega_{11} & \omega_{12} \\ 0 & \omega_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{pmatrix} + \zeta$$

Farklı parametrik doğrusal olmayan etkiler içeren eşitlik (2.12)'de bir yapısal modelde α sabit terimi; Γ , n adet gizil değişkenin doğrusal etkileri için katsayı vektörünü; Ω , doğrusal olmayan etkilerin üst üçgen katsayısı matrisini (diyagonal üzerindeki ikinci dereceden etkileri ve diyagonal dışı etkileşim etkileri) ve ζ ise gizil değişkenlerin hatasını göstermektedir.¹⁶



Şekil 2.6. Çarpım gösterge yaklaşımıyla yapısal eşitlik modeli¹⁶

Şekil 2.6’da Bir etkileşim etkisi ve iki adet ikinci dereceden etkiye sahip yapısal eşitlik modellemesi gösterilmiştir. Her doğrusal gizli değişken (ξ_1 , ξ_2 ve η) ait bir ölçüm modeli üç gözlenen değişkene ($x_1, \dots, x_3; x_4, \dots, x_6$; ve y_1, \dots, y_3) sahiptir. Çarpım göstergelerine (x_1x_4, x_2x_5) yalnızca çarpım gösterge yaklaşımlarında, $\xi_1\xi_2, \xi_1^2, \xi_2^2$ gizli doğrusal olmayan terimlerine ait bir ölçüm modelini oluşturmak için ihtiyaç duyulur. Ayrıca diyagramda doğrusal olmayan ölçüm modelleri kesikli çizgiler ile gösterilmiştir.¹⁶

2.2.3. Gizil moderatörlü yapısal eşitlikler (GMYE, Latent Moderated Structural Equations-LMS) yaklaşımı ve model özellikleri

Literatür incelendiğinde bu alandaki ilk çalışmaların tek bir gizli değişken etkileşimi veya ikinci dereceden etkisi olan modeller üzerine yapıldığı gözlenmiştir.⁷⁰ Daha sonraki çalışmaların ise, eşzamanlı etkileşimi ve ikinci dereceden etkileri içeren daha karmaşık modelleri üzerine yapıldığı görülmüştür.^{16,23}

Yapısal eşitlik modelinde, gizli değişkenler genellikle doğrusal olarak ilişkilidir, yani gizli içsel değişkenler, gizli dışsal değişkenlerin doğrusal işlevleridir. Ancak bazı durumlarda teori, gizli bir dışsal değişkenin gizli bir içsel değişken üzerindeki etkisinin ikinci bir dışsal değişkenin moderatörlüğünde gerçekleştiğini öne sürebilir. Daha sonra, doğrusal etkilere ek olarak, bir gizli etkileşim etkisi, gizli model yapısının bir parçası

haline gelir; içsel değişkenin bir dışsal değişken üzerinden regresyonunun eğimi, ikinci bir dışsal değişkenin yani moderatör değişkenin var olmasına bağlı olarak değişir. Etkileşim etkisi, yapısal eşitlik modeline gizil dışsal değişkenlerin bir çarpımıyla elde edilir. Daha genel olarak, gizil etkileşim modelleri, yapısal eşitlikte bir veya birkaç dışsal değişken çarpımlarının da yer aldığı doğrusal olmayan yapısal ilişkileri içermektedir.⁶³

Tüm gizil dışsal değişkenler normal dağılmış olsa bile, gizil dışsal değişkenlerin ve gözlenen değişkenlerin dağılımları normal değildir. Modeldeki katsayıların büyüklüğüne ve doğrusal olmayan çarpım terimlerini de içeren değişkenlerin kovaryanslarına bağlı olarak, gizil içsel değişkenlerin gözlenen değişkenlerine ait çok değişkenli dağılım normalikten sapmalar göstermektedir.^{63,71}

Gizil etkileşim modellerinin analizi için var olan yaklaşımların büyük bir çoğunluğu, Kenny ve Judd (1984) tarafından önerilen bir gizil etkileşim etkili temel etkileşim model türü üzerinde ağırlıklı olarak çalışmaktadır:

$$\eta = \alpha + \gamma_1 \xi_1 + \gamma_2 \xi_2 + \gamma_3 \xi_1 \xi_2 + \zeta \quad (2.13)$$

Temel etkileşim modelinin aksine, genel etkileşim modelinin yapısal eşitlik modeli, çoklu gizil etkileşim etkilerini içerecek şekilde ikinci dereceden forma genişletilir. Bu durumda genel etkileşim modelinin yapısal denklemi;

$$\eta = \alpha + B\eta + \Gamma\xi + \xi'\Omega\xi + \zeta \quad (2.14)$$

elde edilir. Burada η , (1 x 1) boyutlu gizil içsel değişkeni; α , (1 x 1) boyutlu sabit terimi; ξ , (n x 1) boyutlu gizil dışsal değişkenler vektörünü; Γ , ξ 'nin η üzerine etki eden (1 x n) boyutlu katsayı matrisini; Ω , $\xi_1 \xi_2$ (i < j) çarpım terimlerinin η üzerine etki eden (n x n) boyutlu katsayı matrisini ve ζ , $E(\zeta) = \mathbf{0}$ ve $Cov(\zeta, \xi') = \mathbf{0}$ olan (1x1) boyutlu hata terimini göstermektedir. Ω matrisi köşegeninde sıfır olan üst üçgen matrisi olarak kabul edilir:

$$\mathbf{\Omega} = \begin{pmatrix} 0 & \omega_{12} & \dots & \omega_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & \omega_{n-1,n} \\ 0 & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (2.15)$$

Burada, $(i \geq j)$ için $\omega_{ij} = 0$ dır. (2.3)'te verilen yapısal eşitliğin karesel formu $\xi' \mathbf{\Omega} \xi$ ξ değişkenlerinde doğrusal değildir ve gizil etkileşim modelini sıradan doğrusal YEM'lerden ayırır. Modelde η bağımlı değişkeni üzerindeki ξ değişken çiftleri arasındaki etkileşim etkilerini modelleyen $\omega_{ij} \xi_i \xi_j$ ($i < j$) çarpım terimlerini içerir.⁶³

İki ξ değişkeni ve bir etkileşim etkisinin olduğu özel durumda, genel modelin aşağıdaki yapısal eşitliğe indirgendiği görülmektedir:

$$\eta = \alpha(\gamma_1 \gamma_2) \cdot \begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{pmatrix} + (\xi_1 \xi_2) \cdot \begin{pmatrix} 0 & \omega_{12} \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{pmatrix} + \zeta \quad (2.16)$$

burada ω_{12} , Kenny ve Judd (1984) tarafından tanımlanan ilk modeldeki eşitlik (2.13)'teki γ_3 parametresine eşittir.

Yapısal eşitlikte gizil değişkenler doğrudan gözlenemez, bu değişkenler ölçüm modelleri aracılığıyla hatalı ölçülürler. Genel etkileşim modelinde gizil değişkenler için ölçüm denklemleri için oluşturulan eşitlikler;

$$\mathbf{x} = \tau_x + \Lambda_x \xi + \delta \quad (2.17)$$

$$\mathbf{y} = \tau_y + \Lambda_y \eta + \varepsilon \quad (2.18)$$

şeklinde verilmiştir. Burada \mathbf{x} , ξ gözlenen değişkenlerin bir $(q \times 1)$ boyutlu vektörünü; τ_x , \mathbf{x} için sabit değerlerin oluşturduğu $(q \times 1)$ vektörü; Λ_x , ξ teriminin \mathbf{x} üzerindeki etkisini gösteren $(q \times n)$ boyutlu faktör yük matrisini ve δ , $(q \times 1)$ boyutlu ölçüm hatalar vektörünü göstermektedir. Benzer şekilde \mathbf{y} , η gözlenen değişkenlerin $(px1)$

boyutlu vektörünü; Λ_y , η in y üzerindeki etkisini gösteren $(p \times 1)$ boyutlu faktör yük matrisini ve ε , $(p \times 1)$ boyutlu ölçüm hataları vektörünü ifade etmektedir. Değişkenler üzerinde aşağıdaki varsayımlar yapılmıştır:

- 1- x , çok değişkenli normal dağılımlıdır.
- 2- δ , ε çok değişkenli normaldir ve $E(\delta) = \mathbf{0}$, $E(\varepsilon) = \mathbf{0}$ ile karşılıklı olarak bağımsızdır.

$$Cov(\delta, \xi') = \mathbf{0}, Cov(\varepsilon, \xi') = \mathbf{0}; \quad (2.19)$$

- 3- ζ , $E(\zeta) = \mathbf{0}$, $Cov(\zeta, \xi^{\wedge'}) = \mathbf{0}$, $Cov(\zeta, \delta') = \mathbf{0}$ ve $Cov(\zeta, \varepsilon') = \mathbf{0}$ ile normaldir.⁷¹

GMYE'de, (x, y) bileşik gösterge vektörünün yoğunluk fonksiyonu normal yoğunlukların sonlu bir karışımı olarak gösterilir. GMYE, model parametrelerinin EM (Expectation-maximization) algoritması ile yinelemeli bir tahmini için karışım bileşenlerinin ortalama vektörlerini ve kovaryans matrislerini gösteren modeli kullanır. GMYE tahminleri için standart hatalar, genel ML tahmin teorisindeki gibi, Fisher bilgi matrisinden hesaplanabilir. Fisher bilgi matrisinin elemanları için yoğunluk fonksiyonunun logaritmasının kısmi türevleri kullanılır ve bu fonksiyonun beklenen değerleri hesaplanır. Beklenen değerler, GMYE parametre tahminleri tarafından verilen gözlenen değişken vektörünün dağılımına uyan simüle edilmiş büyük örneklem kullanılarak hesaplanır.⁶³

Ampirik verilerin analizi için GMYE, belirtilen etkileşim modelinin bulunduğunu ve gizil dışsal vektör ξ' 'in x gözlenen vektörünün çok değişkenli normal dağıldığını ve GMYE kullanılmadan önce doğrulanması gerektiğini varsayar. Kovaryans yapı analizinden farklı olarak GMYE, gözlenen değişkenlerin ham verilerini doğrudan tahmin için kullanır ve gözlenen değişkenlerin herhangi bir çarpım formunun oluşturulmasını gerektirmez.⁵⁰

2.2.4. Yapısal eşitlik karışım modelleri (YEKM, Structural equation mixture models-SEMM) yaklaşımı ve model özellikleri

YEM'de doğrusal ve doğrusal olmayan etkileri esnek bir şekilde tahmin etmek için karışım modellerinin uygulanmasına yönelik çalışmalarda artış gözlenmiştir.^{22,23,24,73} Karışım modellerinin avantajı, sınıfa özgü ilişkilere sahip gözlemlenmemiş alt grupların çıkarılabilmesi (doğrudan uygulama) veya karışımların normal olmayan (gizil) dağılımları (dolaylı uygulama) yaklaşık olarak belirlemek için istatistiksel bir araç olarak kullanılabilir olmasıdır. Doğrusal olmayan etkilerin modellenmesinde kavramsal olarak farklı bir yaklaşım, yarı parametrik karışım modellerinin kullanılmasıdır.^{24,73}

Gizil değişkenlerin bilinmeyen doğrusal olmayan ilişkisini yaklaşık olarak tahmin etmek için doğrusal YEM 'in sonlu karışımları kullanılır. Parametrik yaklaşımlar, ilişkilerin fonksiyonel formunu önceden tanımlarken, YEKM yaklaşımı böyle bir varsayım gerektirmez. Ek olarak bu yaklaşım, geleneksel YEM'in doğasında gizil değişkenlere ve hatalara ait dağılımların normal olması varsayımını şart koşmaz. Aynı zamanda bu yaklaşım, normal olmayan dağılımların tahminlenmesinde oldukça esneklerdir.^{23,73}

Genel olarak, karışım modelleri iki farklı amaç için uygulanabilir. İlk olarak, değişkenler arasında doğrusal ve / veya doğrusal olmayan gruba özgü ilişkileri olan heterojen bir popülasyondaki gözlemlenmemiş grupları tanımlamak için kullanılabilirler. Bu tür bir doğrudan uygulamada, karışım dağılımları, farklı alt popülasyonları ortaya çıkarması şeklinde yorumlanmaktadır. İkincisi, karışım modelleri, popülasyondaki anlamlı farklı alt grupları varsaymadan, normal olmayan dağılımları veya doğrusal olmayan ilişkileri yaklaşık olarak tahmin etmesi için kullanılabilir. Bu uygulamalar “dolaylı” olarak adlandırılır ve YEM'de yarı parametrik bir yaklaşım olarak sınıflandırılabilir. Bu yaklaşımlar geleneksel YEM varsayımları ihlal edildiğinde bile uygulanabilecekleri avantaja sahiptirler.⁷³

Parametrik doğrusal olmayan yapısal eşitlik modellerinde, bir gizil bağımlı değişken (η) ve iki karesel etki içeren iki bağımsız tahmin değişkenli (ξ_1, ξ_2) aşağıdaki gizil yapısal model eşitliği:

$$\eta = \alpha + \gamma_1 \xi_1 + \gamma_2 \xi_2 + \gamma_3 \xi_1 \xi_2 + \gamma_4 \xi_1^2 + \gamma_5 \xi_2^2 + \zeta \quad (2.20)$$

şeklinde verilmiştir. Çarpım gösterge yaklaşımı ve bazı bayes yaklaşımlarının dezavantajı, genellikle gizil doğrusal bağımsız değişkenlerin çok değişkenli normal dağıldıklarını varsaymasıdır. Bu varsayım ihlal edildiğinde, doğrusal olmayan yapısal eşitlik modelindeki parametre tahminleri, birinci dereceden gizil ve çarpım değişkenleri arasındaki ortak varyansın modelde dikkate alınmaması nedeniyle kestiriciler yanlı olacaktır.¹⁶ Alternatif asimptotik dağılımdan bağımsız kestiriciler (ağırlıklı en küçük kareler ve iki aşamalı en küçük kareler yaklaşımları) kullanan bazı parametrik yaklaşımlar sonlu örneklemlerde iyi performans göstermemektedir. Bu da büyük standart hatalara ve etkilerin tespiti için düşük bir güce neden olmaktadır.⁷³

2.2.4.1. Yapısal eşitlikte karışım modeli kavramı

Karışım modellemede temel fikir verilen bir normal olmayan dağılımı, farklı ortalama ve varyanslara sahip iki veya daha fazla normal dağılımın bir kombinasyonu olarak göstermektir. Normal olmayan değişkenin yoğunluğu, iki veya daha fazla normal yoğunluğun ağırlıklı bir toplamıdır.²²

Karışım olmayan yapısal eşitlik modelinde, gözlenen ve gizil değişkenlerin çok değişkenli ilişkileri incelendiğinde, tipik olarak, $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_p)'$ ve $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_q)'$ gösterge vektörlerinin çok değişkenli normal dağılımı, ($m \times 1$) boyutlu $\eta = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_m)$ gizil bağımlı değişkenler ve ($n \times 1$) boyutlu $\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$ gizil bağımsız değişkenler ve bu ikisi arasındaki ilişkiler temelinde açıklanabileceği varsayılmaktadır. Burada, \mathbf{y} ve \mathbf{x} gözlenen değişkenleri sırasıyla η ve ξ 'nin göstergeleridir. Dağılımsal varsayımlara ve belirlenen ölçüme göre, eşitlik (2.21)'de verilen \mathbf{y} ve \mathbf{x} e ait bileşik yoğunluk fonksiyonu çok değişkenli normal dağılım gösterir:

$$f((\mathbf{y}', \mathbf{x}')') = N(\boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\Sigma}) \quad (2.21)$$

Yukarıdaki eşitlik (2.21)'de karışım olmayan doğrusal yapısal eşitlik modellerinde \mathbf{y} ve \mathbf{x} 'in bileşik dağılımı, bir popülasyonu temsil eden tek değişkenli normal bir dağılım ile tanımlanmaktadır.²²

Gizil değişken modelleme kapsamında karışımlar çoklu alt popülasyonlardaki beklenen değer vektörlerini ve varyans-kovaryans matrislerini ayırmak için kullanılabilir.

$$f((\mathbf{y}', \mathbf{x}')') = \sum_{g=1}^G w_g N(\boldsymbol{\mu}_g, \boldsymbol{\Sigma}_g) \quad (2.22)$$

burada G , karışım bileşenlerinin sayısını ve w_g karışım olasılıklarını gösterir ($w_g > 0$ ve $\sum_{g=1}^G w_g = 1$). Her bir g karışımında, \mathbf{y} ve \mathbf{x} , $\boldsymbol{\mu}_g$ 'nin beklenen değeri ve $\boldsymbol{\Sigma}_g$ kovaryans matrisiyle karışıma özgü çok değişkenli normal dağılım gösterirler.²²

Ölçüm modelinde $\mathbf{y} | g$ ve $\mathbf{x} | g$, g 'nci karışım bileşeni ile gösterilen gözlenen değişkenleri belirtir:

$$\mathbf{y} | g = \boldsymbol{\tau}_g^y + \boldsymbol{\lambda}_g^y \boldsymbol{\eta}_g + \boldsymbol{\epsilon}_g \quad \mathbf{x} | g = \boldsymbol{\tau}_g^x + \boldsymbol{\lambda}_g^x \boldsymbol{\xi}_g + \boldsymbol{\delta}_g \quad (2.23)$$

Burada $\boldsymbol{\tau}_g^y$, $(p \times 1)$ boyutlu ve $\boldsymbol{\tau}_g^x$, $(q \times 1)$ boyutlu sabit değerleri; $\boldsymbol{\lambda}_g^y$, $(p \times m)$ boyutlu ve $\boldsymbol{\lambda}_g^x$ ise $(q \times n)$ boyutlu faktör yük matrislerini göstermektedir. $\boldsymbol{\epsilon}_g$ ve $\boldsymbol{\delta}_g$ $\boldsymbol{\Theta}_g \boldsymbol{\epsilon}$ ve $\boldsymbol{\Theta}_g \boldsymbol{\delta}$ kovaryans matrisleri ile $(p \times 1)$ ve $(q \times 1)$ boyutlu ölçüm hata değişkenleri, merkezi normal dağılım gösterirler. Buna göre, g adet karışımın her biri için gizil bağımlı ve bağımsız değişkenlerin ilişkisini gösteren ayrı bir yapısal model tanımlanabilir:

$$\boldsymbol{\eta} = \boldsymbol{\alpha}_g + \mathbf{B}_g \boldsymbol{\eta}_g + \boldsymbol{\Gamma}_g \boldsymbol{\xi}_g + \boldsymbol{\zeta}_g \quad (2.24)$$

Burada B_g , η_g gizil bağımlı değişkenler arasındaki etkileri gösteren $(m \times m)$ boyutlu katsayı matrisini; α_g , $(m \times 1)$ boyutlu sabit değerler vektörünü; Γ_g , ξ_g 'nin η_g üzerindeki etkilerini gösteren $(m \times n)$ boyutlu katsayı matrisini ve ζ_g ise $(m \times 1)$ boyutlu normal dağılımlı gizil hatalar vektörünü gösterir. YEKM'lerin, heterojen popülasyonların yer aldığı çalışmalarda çok esnek bir araç olduğu görülmektedir. Prensip olarak, hem yapısal model hem de ölçüm modeli, farklı g adet karışım bileşenleri arasında tamamen farklılık gösterebilir; örneğin g gizil değişken vektörlerin farklı boyutlarına, farklı ölçüm modelleri ve yapısal modellerdeki farklı ilişkilere olanak tanır.²²

2.2.5. Doğrusal olmayan yapısal eşitlik karışım modellemesi (DOYEKM, Nonlinear Structural Equation Mixture Modeling–NSEMM) yaklaşımı ve model özellikleri

YEKM, son yirmi yıl boyunca gizil değişken modellemede sıkça kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. YEKM, doğrusal olmayan gizil değişkenleri sonlu doğrusal ilişki karışımları ile yaklaşık olarak tahmin etmek için geliştirilmiştir. Doğrusal olmayan gizil değişken modellemede bu yarı parametrik yaklaşıma ek olarak, normal dağılım gösteren değişkenler için çok sayıda parametrik doğrusal olmayan yaklaşım bulunmaktadır. Son zamanlarda, Kelava, Nagengast ve Brandt (2014) tarafından normal dağılmayan verileri ve doğrusal olmayan ilişkileri eş zamanlı dikkate alan yarı parametrik doğrusal olmayan yapısal eşitlik karışım modellemesi (DOYEKM) yaklaşımı geliştirilmiştir.¹⁹ Bu modeller parametrik modeller için ihtiyaç duyulan dağılımsal varsayımları esnetirken, karışım modellemesi çerçevesinde gizil değişkenler arasındaki ilişkilerin spesifik fonksiyonel ilişki formlarının analizini sağlamaktadır. Bu yaklaşım, yarı parametrik yaklaşımların bir uzantısıdır.^{23,24} Bu nedenle doğrusal olmayan verileri yarı parametrik bir şekilde modellemek için kullanılırken aynı zamanda bu yaklaşım doğrusal olmayan etkinin fonksiyonel formunu tanımlama ve etki büyüklüğünü tahmin etme kabiliyetine de sahiptir.¹⁹

YEKM ile DOYEKM yaklaşımı arasındaki en büyük fark yapısal modelde ortaya çıkmaktadır. DOYEKM yaklaşımında, eşitlik (2.25)'teki gibi, doğrusal olmayan etkileri gösteren bir terim ilave edilerek model genişletilmiştir.²²

$$\eta = \alpha_g + B_g \eta_g + \Gamma_{1g} \xi_g + \Gamma_{2g} h(\xi_g) + \zeta_g \quad (2.25)$$

Burada $h(\cdot)$, ξ_g vektörünü, $k \times 1$ boyutlu ξ_g ($\xi_1, \xi_2, \xi_1^2, \xi_2^2$) çarpım terimleri vektörüyle eşleştiren bir fonksiyondur. Γ_{2g} , $h(\xi_g)$ nin, η_g üzerindeki doğrusal olmayan etkilerini gösteren ($m \times k$) boyutlu katsayı matrisini ve Γ_{1g} , ξ_g nin doğrusal etkilerini gösteren katsayı matrisini simgelemektedir.²²

Yapısal model, $h(\cdot)$ fonksiyonunda doğrusal olmadığından, hem ortalama μ_g hem de kovaryans matrisi Σ_g , doğrusal olmayan fonksiyonlarla kompleks hale getirilmiştir. Bu, her bir g karışımı için, $(y', x)'$ gözlenen değişkenler için f_g normal olmayan bir yoğunluk ile sonuçlanır. Gözlenen değişken vektörünün $(y', x)'$ elde edilen f sonlu karışım yoğunluğu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$f((y', x)') = \sum_{g=1}^G w_g f_g((y', x)') \quad (2.26)$$

Sonlu karışımdan $i \in \{1, \dots, N\}$ rasgele seçilmiş gözlemlerin $(y', x)'$ _{i} örnekleme için gözlenen değişkenlerin olabilirliği (likelihood) eşitlik (2.27)'deki gibidir:

$$L = \prod_{i=1}^N \left[\sum_{g=1}^G w_g f_g((y', x)')_i \right] \quad (2.27)$$

L , $g \in \{1, \dots, G\}$ için, $w_g, \tau_g^y, \tau_g^x, \lambda_g^y, \lambda_g^x, \theta_g^\varepsilon, \theta_g^\delta, \mu^{\xi g}, \phi^{\xi g}, B_g, \alpha_g, \Gamma_{1g}, \Gamma_{2g}$ ve ψ_g bilinmeyen parametrelerin bir fonksiyonudur.

YEM 'in tanımlanması için standart kuralların yerine getirilmesi halinde, YEKM yaklaşımında olduğu gibi, DOYEKM yaklaşımının "L" olabilirliğindeki bilinmeyen parametreler, bir EM algoritması uygulanarak kolayca tahmin edilebilir.^{22,24}

Model iki farklı şekilde uygulanabilir. İlk olarak, sınıfa özgü doğrusal olmayan ilişkileri olan heterojen bir popülasyondaki gizil sınıfları saptamak için kullanılabilir. Bu tür bir doğrudan uygulamada, karışım bileşenleri, farklı alt popülasyonları temsil ettiği şeklinde yorumlanmaktadır. İkincisi, regresyon modelleri sınıflar arasında sınırlandırıldığında, model bir popülasyondaki anlamlı farklı alt grupları varsaymadan, normal olmayan dağılımları tahmin etmek için kullanılabilir. Bu dolaylı uygulama, geleneksel YEM'ler için dağılımsal varsayımlar ihlal edildiğinde ve doğrusal olmayan etkilerin doğrudan bir yorumlanması hala mümkün olduğunda parametrik doğrusal olmayan modellere yarı parametrik bir alternatif sağlama avantajına sahiptir.¹⁹

Geleneksel YEKM modellerinde olduğu gibi, DOYEKM yaklaşımı, dolaylı uygulamalarda gizil değişkenlerin normal olmayan dağılımlarını yaklaşık olarak belirlemek için kullanılabilir.

2.3. Doğrusal Olmayan Yapısal Eşitlik Modelinin Diğer Programlarda Kullanımı

Parametrik doğrusal olmayan modeller sınıfı içinde, gizil değişkenleri tanımlamak için gözlenen değişkenlerin dahil edilmesine dayanan geleneksel çarpım gösterge yaklaşımları, standart YEM yazılım paketlerinde (LISREL, EQS, Mplus, AMOS ve R'de lavaan paketinde, sem ve OpenMx); momente dayalı yaklaşımlar, EQS ve MATLAB'de; bayes yaklaşımları, WinBUGS veya OpenBUGS gibi bayes yazılım paketlerinde kolay bir şekilde uygulanabilir.¹⁹

Yarı parametrik karışım yapısal eşitlik modellemesi, Mplus'ta bir yaklaşımıyla veya WinBUGS veya OpenBUGS'ta bir bayes yaklaşımlarıyla tahmin edilebilir. YEKM yaklaşımının doğrusal olmayan uzantıları da bu yazılım paketleri kullanılarak tahmin edilebilir. Görüldüğü gibi doğrusal olmayan YEM 'leri tahmin etmek için kullanılacak çok çeşitli yazılım paketleri vardır. Her ne kadar en yetenekli olanı muhtemelen Mplus olsa da, lavaan ve OpenMx gibi R paketleri hızla büyümektedir.¹⁹

R sadece son teknoloji istatistik yazılımı olarak kabul edilirken aynı zamanda harika veri işleme yetenekleri ve grafiksel olanakları gibi ek özelliklere de sahiptir. Bu nedenle R’de doğrusal olan YEM’lerin yanı sıra doğrusal olmayan YEM’ler için de tam işlevselliğin sağlanması istenmektedir. Kelava ve arkadaşlarının 2017 yılında R’yi geliştirmiş oldukları “nlsem” paketi YEM çerçevesinde doğrusallığın ve normalliğin sağlanamadığı durumlarla ilgili çeşitli yöntemler sunmaktadır.¹⁹

2.4. R Programı

2.4.1. R programı ve avantajları

“R” dili ilk olarak Yeni Zelanda’daki Aucland Üniversitesi İstatistik Bölümü’nden Ross Ihaka ve Robert Gentleman tarafından yazılmıştır. Daha sonra dünyanın çeşitli yerlerindeki araştırmacılar R’yi geliştirmek için bir araya gelmiş ve 1997’de bu gruba “R Core Team” adı verilmiştir. R programa dili bu grupta yer alan araştırmacıların katkısı ile günümüzde kullanılan biçimini almıştır. “R” GPL (GNU Kamu Lisansı) altında yayınlanan ve istatistiki hesaplama ve grafik için kullanılan; çok çeşitli Unix platformunda, Windows ve MacOS gibi tüm ana platformlarda çalıştırılabilen özgür program ortamıdır.⁷⁴

R programının avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- **R ücretsizdir.** Açık kaynak kodlu bir proje olarak, R ücret ödemediği için kullanılabilir, erişilebilir ve incelenebilir.
- **R bir programlama dilidir.** R içerisinde analizler fonksiyon ve komutlar yardımıyla yapılır ve diğer programlama dillerine göre öğrenilmesi kolay bir dildir. Ayrıca R programı, C ve Java gibi birçok programlama dili ile uyumlu çalışabilmektedir.
- **R’nin temel tasarım amaçlarından biri grafiklerdir.** R, içerisinde grafikler oluşturan etkin araçlara sahiptir.
- **R, esnek bir istatistiksel analiz aracıdır.** Tüm standart veri analiz araçları R’nin içerisinde mevcuttur: Farklı formatlardaki veriler R’ye aktarabilir, veri üzerinde

istenilen değişiklikler yapılabilir ve uygun istatistiksel yöntemler (regresyon, ANOVA, GLM, vs.) kullanılabilir.

- **R, güçlü ve dinamik bir topluluğa sahiptir.** R ile ilgili herhangi bir soruna karşılaşıldığında uluslararası düzeyde R'ye katkıda bulunan binlerce kullanıcıya danışılabilir. Ayrıca internet üzerinden R ile ilgili bilgi ve dokümanlara kolaylıkla erişilebilir.
- **R, sınırsız olanaklara sahiptir.** R'ye katkıda bulunan kişiler tarafından oluşturulmuş hazır kodlar kullanılabilir ya da kişiler kendi kodlarını oluşturabilirler. Bu sayede dünya genelinde R programını kullanan milyonlarca kullanıcıya katkıda bulunulabilir.⁷⁴

2.4.2. nlsem paketinin kullanımı ve içeriği

nlsem, LMS, YEKM ve DOYEKM 'de sağlanan eşitliklerin basit bir uygulamasıdır. Bu paketteki her yaklaşımın parametre tahmini için bir Expectation maximization-EM algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma, sonlu karışım modelleri için parametreleri tahmin etmek için yaygın kullanılan bir araçtır. İlk adım olarak, r . iterasyon için sonsal olasılıklar başlangıç parametre seti ile hesaplanır.

$$P^{(r)}(c = c | x_i, y_i) = \frac{w_c f_c(x_i, y_i | \mu_c, \Sigma_c)}{f(x_i, y_i)} \quad (2.29)$$

$f(x_i, y_i)$ x ve y gözlenen değişkenlerinin çok değişkenli normal dağılımlarının karışım dağılımının bileşik yoğunluk fonksiyonu $f_c(x_i, y_i | \mu_c, \Sigma_c)$ ile gösterir. YEKM'ler için bu gizil sınıfa eşdeğerdır. Normal karışım bileşenlerinin ağırlıkları, w_c ile gösterilir. Bu sonsal olasılıklar, $(c = c)$ notasyonu ile gösterilen c gizil sınıfının bir fonksiyonudur. Dolayısıyla, her gözlem ve her karışım oranı için sonsal olasılıklar hesaplanmaktadır. İkinci adım olarak, N adet gözlem ve C adet karışım bileşeni için hesaplanan logolabilirlik (loglikelihood), μ_c ve Σ 'de verilen parametreler için maksimize edilir.¹⁹

$$\theta^{(r)} = \operatorname{argmax}_{\theta} \left\{ \sum_{i=1}^N \sum_{c=1}^C P^{(r)}(c = c | x_i, y_i) \log f_c(x_i, y_i | \mu_c, \Sigma_c) \right\}, \quad (2.30)$$

Burada $f_c, (x_i y_i | c) \sim N(\mu_c, \Sigma_c)$ ile normal dağılmaktadır.

EM algoritmasının bir sonraki iterasyonunda, ikinci adımda tahmin edilen parametreler, yeni sonsal $P^{(r+1)}$ olasılıklarını hesaplamak için kullanılır. Bu işlem bazı kriterlere ulaşıncaya kadar tekrar edilir. Genellikle, ya logolabilirlik ya da parametrelerin belirlenmiş ϵ değerlerinde daha fazla değişim gözlenmediği durumda işlem sonlandırılır. nlssem paketinde yakınsama (convergence) kriteri, logolabilirlikteki değişimlere dayandırılır (varsayılan yakınsama değeri = 0.01 alınır).¹⁹

2.4.3. Kullanılan model karşılaştırma yöntemleri

2.4.3.1. Akaike bilgi kriteri

Akaike bilgi kriteri (Akaike Information Criterion-AIC) uygun modeli bulmak ve karşılaştırmak için kullanılan testlerden birisidir. AIC elde edilen veriler ile gerçeğe en yakın model seçiminin sağlanması amaçlanmaktadır.⁶ AIC tahmin edilen parametreler için χ^2 değerini ayarlayarak, kıyaslanan modellerin karşılaştırılması için kullanılmaktadır. AIC' in farklı kullanım biçimleri de bulunmaktadır. AIC'in farklı versiyonları karşılaştırmalarda değiştirilmediği sürece versiyonların hepsi birbirine denktir. Ayrıca tüm hesaplamalar aynı kovaryans matrisini temel almaktadır.^{7,75}

$$AIC = \log \left(\frac{SSE(k)}{n} \right) + \frac{n+2k}{n} \quad (2.31)$$

Burada k modeldeki parametre sayısını $SSE(k)$, k adet regresyon katsayılı modelin artık kareler toplamını ve n örneklem genişliğini göstermektedir. Minimum AIC değerini elde eden k değeri en iyi modeli belirlemektedir. Model seçiminde her zaman en düşük AIC değerini veren model tercih edilmektedir. AIC'in en büyük üstünlüğü hem örneklem içinde hem örneklem dışında model karşılaştırmada kullanılabilmesidir.

2.4.3.2. Schwarz bayes bilgi kriteri

Bayesci Bilgi Kriteri olarak da bilinen Schwarz bayes bilgi kriteri (Schwarz Bayes Information Criterion-SBIC), AIC'in bir türevi olarak Schwartz (1978) tarafından ortaya atılmıştır. Bayes kuramını temel alan SBIC kriterinin ceza terimi AIC'nin ceza teriminden daha büyüktür. Dolayısıyla SBIC ile seçilecek olan modelin, AIC ile seçilecek olan modelden daha küçük veya en azından eşit boyutlu olması beklenir.⁷⁶

$$SBIC = \log \left(\frac{SSE(k)}{n} \right) + \frac{0.5(n+2k)\log(n)}{n} \quad (2.32)$$

Burada k modeldeki parametre sayısını $SSE(k)$, k adet regresyon katsayılı modelin artık kareler toplamını ve n örneklem genişliğini göstermektedir. Minimum SBIC değerini elde eden k değeri en iyi modeli belirlemektedir.

2.4.3.3. Loglikelihood test istatistiği

"n" bağımsız gözlemin ortak yoğunluğu $y = (y_1, \dots, y_n)'$,

$$f(y; \theta) = \prod_{i=1}^n f_i(y_i; \theta) = L(\theta; y) \quad (2.33)$$

y verileri ve bilinmeyen θ parametresinin bir fonksiyonu olarak verilen bu eşitliğe "olabilirlik (likelihood) fonksiyonu" denir. Fakat genelde olasılık fonksiyonunun doğal logaritması olan log-likelihood fonksiyonu olarak kullanılır.

$$\log L(\theta; y) = \sum_{i=1}^n \log f_i(y_i; \theta) \quad (2.34)$$

y verileri ile " θ " parametresini tahmin etmenin bir yolu, olasılık fonksiyonunu en üst düzeye çıkararak gözlenen verilerin parametre değerini seçmektir.⁷⁷

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Amacı

Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencilerinin yalnızlık ve yaşam doyumunun internet bağımlılığı üzerindeki etkilerini doğrusal olmayan YEM yaklaşımlarıyla incelemektir.

YEM çerçevesinde gizil değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkilerin analizi için üç farklı yaklaşım kullanılacaktır. Birincisi, etkileşim etkisi veya ikinci dereceden etkiler gibi doğrusal olmayan ilişki türlerini analiz etmek için gizil değişkenleri kullanan parametrik GMYE yaklaşımı, ikincisi gizil değişkenlerin bilinmeyen doğrusal olmayan ilişkilerini yaklaşık olarak belirlemek için doğrusal YEM'lerin sonlu karışımlarını kullanan YEKM yaklaşımı ve üçüncü olarak bu iki yaklaşımı birleştiren yeni bir yöntem olan DOYEKM yaklaşımı kullanılacaktır.

3.2. Araştırma Evreni ve Araştırma Örnekleme

Araştırma evrenini, 2019-2020 eğitim öğretim yılında Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesinde öğrenim gören 918 öğrencinin tümü oluşturmaktadır. Örneklem genişliği, %95 güven düzeyinde, %5 hata payı ve %50 anket yanıt oranı ile 272 kişi olarak belirlenmiştir. Örneklem seçiminde tabakalı örnekleme yöntemi kullanılmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Veri toplama aracı olarak anket yöntemi kullanılmıştır.

3.3.1. Kişisel bilgi formu

Anket formunda yer alan kişisel bilgi formu, araştırmaya katılan öğrencilerin cinsiyet, yaş, sınıf, aylık aile gelir durumu, konakladıkları yer, günlük internet kullanım süresi ve internet kullanım amacını belirlemek üzere toplam 7 sorudan oluşmaktadır (Ek 1).

3.3.2. UCLA yalnızlık ölçeği

Çalışmada kullanılan ölçeklerden ilki UCLA (University of California Los Angeles Loneliness Scale) yalnızlık ölçeğidir. UCLA yalnızlık ölçeği Russell, Peplau ve Ferguson (1978) tarafından geliştirilmiştir (Ek 1). Ölçek, yalnızlık yaşayan insanların yaşantısını nasıl tanımladıklarını yansıtan 20 maddeden oluşmaktadır. Ölçekten alınabilecek en yüksek puan 80, en düşük puan ise 20'dir. Bu ölçekte yer alan her bir maddenin içerdiği durumun kişi tarafından ne derece yaşandığı, 4'lü likert tipi bir dereceleme ile belirlenmektedir. Bu dereceleme "Ben bu durumu "1: Hiç, 2: Nadiren, 3: Bazen, 4:Sık sık" yaşarım" şeklindedir. Puanlama yapılırken farklı olarak olumlu ifadeler olumsuz ifadelerin tersi puan alır. Olumlu olarak belirlenen maddeler: 1, 4, 5, 6, 9, 10, 15, 16, 19 ve 20 numaralı maddelerdir. Ölçekten alınan toplam puan arttıkça yalnızlık duygusu da artmaktadır.^{78,79}

UCLA yalnızlık ölçeği ilk defa 1984 yılında Yaparel tarafından Türkçeye çevrilmiş ve kullanılmıştır.⁸⁰ Ülkemizde ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları Demir (1989) tarafından yapılmıştır. Demir' in 72 kişi üzerinde yaptığı çalışmada ölçeğin iç tutarlılığı ile ilgili analizler yapılmış ve Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı 0.96 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin beş hafta ara ile yapılan test tekrar test yöntemiyle hesaplanan iç tutarlılık katsayısı 0.94 olarak bulunmuştur. Dünyada ve ülkemizde yalnızlıkla ilgili yapılmış pek çok çalışmada UCLA yalnızlık ölçeğinin kullanıldığı görülmektedir.⁸¹

3.3.3. İnternet bağımlılığı ölçeği

Araştırmada internet bağımlılığını ölçmek amacıyla, yetişkinlerin internet bağımlılık düzeylerini belirlemeye yönelik olarak Hahn ve Jerusalem (2001) tarafından geliştirilen orijinal adı "Skala zur Erfassung der Internetsucht" olan, Şahin ve Korkmaz (2011) tarafından Türkçeye uyarlaması "İnternet Bağımlılığı Ölçeği (İBÖ)" olarak yapılan ölçek kullanılmıştır (Ek 1). Şahin ve Korkmaz (2011) tarafından yapılan doğrulayıcı faktör analizleri sonucunda modelin kabul edilebilir uyum gösterdiği belirlenmiştir ($\chi^2=580.17$, $sd=149$, $RMSEA=0.079$, $SRMR=0.045$, $GFI=0.90$, $AGFI=0.85$, $CFI=0.97$, $NNFI=0.96$, $IFI=0.95$). Ölçekteki faktörlerin Cronbach alfa katsayısı 0.887 ile 0.926 arasında değerler almakta ve ölçeğin geneli için Cronbach alfa katsayısı 0.858 bulunmuştur. Analiz sonucunda, ölçeğin geçerli ve güvenilir olduğu tespit edilmiştir. Ölçekte 5'li likert tipinde

geliştirilen “1: Hiçbir zaman, 2: Nadiren, 3: Bazen, 4: Genellikle, 5: Her zaman” şeklinde cevap seçenekleri ile oluşturulan 19 adet madde bulunmaktadır. Ölçeğin bütününden toplam puan olarak en düşük 19 en yüksek 95 puan alınabilir. Ölçekten alınan toplam puan arttıkça bağımlılık düzeyinin arttığı kabul edilmektedir. Ölçeğin üç alt boyutu vardır; birincisi “kontrol kaybı”, ikincisi “daha fazla online kalma isteği” ve üçüncüsü ise “sosyal ilişkilerde olumsuzluk”tur. *Kontrol kaybı*, bireyin interneti ölçüsüz kullanarak bu tutumundan bir türlü vazgeçememesiyle çeşitli sorunlar yaşamasını ifade eder. *Daha fazla online kalma isteği*, internet kullanımında harcanan zamanı gösterir ve internet kullanımında aşırılığın başlangıç dönemindeki kullanımla karşılaştırıldığında daha da yükselmiş olduğunu ortaya koyar. *Sosyal ilişkilerde olumsuzluk* ise, internetin aşırı kullanımı nedeniyle insanlar arasındaki ilişkilerde meydana gelen sorunları ifade eder.⁸²

3.3.4. Yaşam doyumu ölçeği

Araştırmada kullanılan üçüncü ölçek ise bireylerin yaşam doyumlarını ölçmek amacıyla, Deiner ve arkadaşları (1985) tarafından geliştirilen Yaşam doyumu ölçeğidir (The Satisfaction with Life Scale-SWLS) (Ek 1). Yaşam doyumu ölçeği, bireylerin yaşamdan aldıkları doyumu belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Yaşam doyumu ölçeğinin Türkçe’ye uyarlaması Köker (1991) tarafından yapılmıştır. Ölçek, yaşam doyumuna ilişkin 5 maddeden oluşmaktadır. Her bir madde 7’li likert tipinde geliştirilen (1: kesinlikle katılmıyorum–7: kesinlikle katılıyorum) cevap seçenekleriyle oluşturulmuştur. Genel yaşam doyumunu ölçmeyi amaçlayan ölçek, ergenlerden yetişkinlere kadar tüm yaşlara uygundur. Ölçeğin Türkçe ’ye çevirileri ve ölçeğin geçerlik çalışması Köker (1991) tarafından yapılmıştır. Madde analizi sonucunda, ölçeğin her bir maddesinden elde edilen puanlarla toplam puanlar arasındaki korelasyon yeterli bulunmuştur. Ölçeğin test-tekrar test güvenirlik katsayısı 0.85 olarak saptanmıştır.⁸³

3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Verilerin analizi R-CRAN 3.6.2 ve SPSS 24 programları kullanılarak yapılmıştır. Öncelikle R-CRAN programında verilerin normal dağılıma uygunluğu Mardia’nın çok değişkenli normallik testi için “MVN” paketi, çoklu bağlantı tespiti için “car” paketi, GMYE, YEKM, DOYEKM yaklaşımlarının parametre tahmin değerleri ise EM algoritması ile “nlsem” paketi kullanılarak hesaplanmıştır. Model karşılaştırmalarında ise

AIC, SBIC ve loglikelihood kriterlerinden yararlanılmıştır. Ölçeklere ilişkin Cronbach alfa değerlerinin hesaplanması ve kayıp veri analizi ise SPSS 24 programında yapılmıştır.

3.5. Araştırmanın Etik Yönü

Uygulamaya başlamadan önce Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulundan (2019/91) ve Tıp Fakültesi Dekanlığından gerekli izinler alınmıştır (Ek 2,3). Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayanmaktadır. Öğrencilere çalışmanın içeriği anlatılarak gerekli bilgilendirme yapılmış ve onamları alınmıştır.



4. BULGULAR

Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencilerinin internet bağımlılığına etki ettiği düşünülen yalnızlık ve yaşam doyumu arasındaki ilişkiler, doğrusal olmayan yapısal eşitlik modellemesi kapsamında incelenmek istenmektedir. UCLA yalnızlık ölçeği ve yaşam doyumu ölçeği tek boyut, internet bağımlılığı ölçeği ise üç alt boyuttan oluşmaktadır. Öncelikle oluşturulan modelde değişkenlerin dağılımı incelenerek çok değişkenli normallik varsayımı kontrol edilmiştir. Yapılan analizlerin sonucunda Mardia çok değişkenli normallik testine göre (çarpıklık test istatistiği=7069.6446, $p<0.001$) değişkenlerin çok değişkenli normal dağılmadığı sonucuna varılmıştır.

Çoklu bağlantının varlığını tespit etmek için VIF ve tolerans değerini incelemek gerekmektedir. VIF değeri 10 ve üzeri, tolerans değeri ise 0.10'dan küçük olduğunda çoklu bağlantının var olduğu söylenebilir. Tüm değişkenlere ait VIF değerlerinin minimum 1.638 ile maksimum 3.729 değerleri arasında, tolerans değerinin ise minimum 0.398 ile maksimum 0.610 değerleri arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda çoklu bağlantının olmadığı söylenebilir.

Analizlere başlamadan önce, kayıp veriler kontrol edilerek %3 lük bir veri kaybı olduğu tespit edilmiştir. Kayıp veri analizine göre verilerin rassal olarak dağıldığı ($p=0.276>0.005$) görüldükten sonra uygun kayıp veri atama yöntemleri (ortalama ve medyan) uygulanarak kayıp veriler tamamlanmıştır. UCLA yalnızlık ölçeğinin Cronbach alfa katsayısı 0.841, internet bağımlılığı ölçeğinin Cronbach alfa katsayısı 0.890 ve yaşam doyumu ölçeğinin Cronbach alfa katsayısı 0.850 olarak bulunmuştur.

4.1. Sosyodemografik Bilgiler

Çalışmaya katılan öğrencilerin sosyodemografik bilgilerine ilişkin dağılımlar Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Çalışmaya alınan öğrencilerin sosyodemografik özellikleri

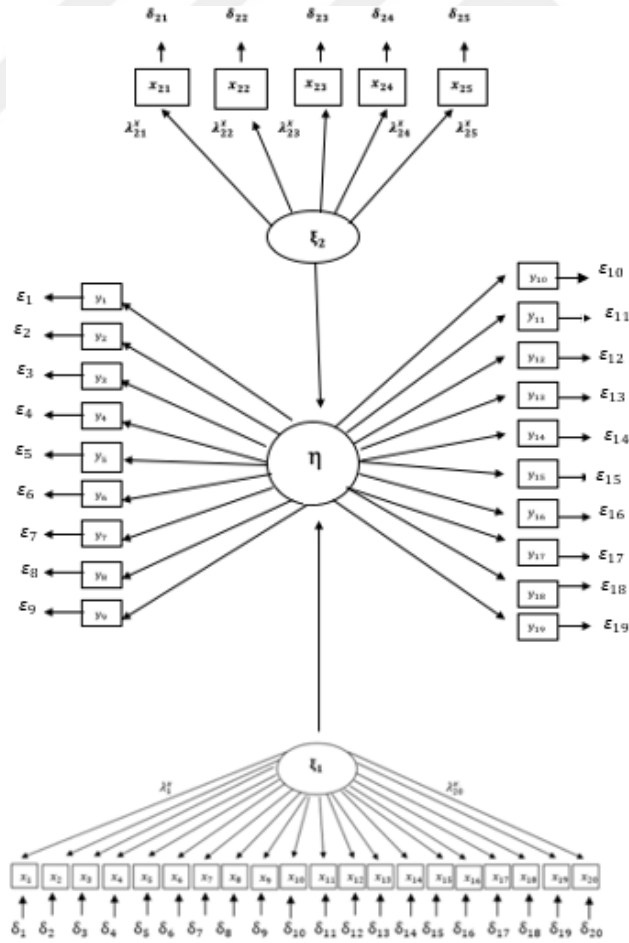
Değişkenler		Frekans (n)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Kadın	154	56.6
	Erkek	118	43.4
Sınıf	1.sınıf	68	25.0
	2.sınıf	48	17.6
	3.sınıf	42	15.4
	4.sınıf	40	14.7
	5.sınıf	39	14.3
	6.sınıf	35	12.9
Yaş	17-19	80	29.0
	20-22	113	41.0
	23-25	68	25.0
	26-28	9	3.0
	Belirtmeyen	2	-
Aile Gelir Durumu	1500-2500 TL	47	17.0
	2501-3500 TL	43	15.0
	3501-4500 TL	57	21.0
	4501 TL ve fazlası	124	45.0
	Belirtmeyen	1	-
Öğrencilerin Kaldıkları Yer	Ailesiyle	25	9.0
	Yurtta	97	35.0
	Yakın arkadaş ile evde	81	29.0
	Diğer	68	25.0
	Belirtmeyen	1	-
İnternet Kullanım Süresi	1 saat ve daha az	23	8.5
	2-3 saat	125	46.0
	4-5 saat	89	32.0
	6 saat ve fazlası	34	12.0
	Belirtmeyen	1	-

Tablo 4.1’de verilen çalışmaya alınan öğrencilerin %56.6’sı (n=154) kadın, %25’i (n=68) 1. sınıfta öğrenim görmekte, %41.9’u (n=113) “20-22” yaşları arasında, %45.6’sının

(n=124) aylık aile geliri 4501 TL ve üzerinde ve %46'sının (n=125) günlük ortalama internet kullanım süresi 2-3 saat aralığındadır. Ayrıca öğrencilere en fazla hangi amaçla internet kullandıkları sorulduğunda; ilk sırada sosyal medya, ikinci sırada eğitim, üçüncü sırada ise haber takibi amacıyla kullandıklarını belirtmişlerdir.

4.2. Araştırma Modeli

Araştırma modeli, Şekil 4.1'de gösterildiği üzere iki bağımsız gizil değişken (ξ_1 :UCLA yalnızlık ölçeği, ξ_2 :yaşam doyumu ölçeği) ve bir bağımlı gizil değişkenden (η :internet bağımlılığı ölçeği) oluşmaktadır. Ölçeklerin çok değişkenli normal dağılım varsayımını sağlamaması nedeniyle doğrusal olmayan yapısal eşitlik modellemesi yöntemine geçilerek GMYE, YEKM, DOYEKM yaklaşımlarıyla uygun yapısal modeller oluşturulmuş ve model karşılaştırmaları için AIC, SBIC ve loglikelihood değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 4.1. Araştırma modeli diyagramı

4.3. GMYE Yaklaşımına Ait Yapısal Model

GMYE yaklaşımının yapısal modelini, iki bağımsız gizil değişken (ξ_1 :UCLA yalnızlık ölçeği, ξ_2 :yaşam doyumu) ve bir bağımlı gizil değişken (η :internet bağımlılığı ölçeği) oluşturmaktadır. Ayrıca, modele her bir gizil değişkenin karesel etkisi (ξ_1^2, ξ_2^2) ve gizil değişkenlerin etkileşim etkisi ($\xi_1\xi_2$) dahil edilmiştir.

$$\eta = \alpha + \gamma_1\xi_1 + \gamma_2\xi_2 + \omega_{11}\xi_1^2 + \omega_{12}\xi_1\xi_2 + \omega_{22}\xi_2^2 + \zeta \quad (4.1)$$

GMYE yaklaşımının yapısal modeli eşitlik (4.1)'de gösterilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda GMYE yaklaşımına ait yapısal model eşitlik (4.2.)'deki gibi oluşturulmuştur:

$$\text{İB} = \alpha + \gamma_1(Y) + \gamma_2(YD) + \omega_1(Y)^2 + \omega_{12}(Y \times YD) + \omega_2(YD)^2 + \zeta \quad (4.2)$$

İB: İnternet bağımlılığı, Y: Yalnızlık, YD: Yaşam Doyumu

Tablo 4.2. GMYE yaklaşımıyla oluşturulan yapısal modelin parametre tahmin değerleri

Parametreler	Tahmin Değeri	Standart Hata	Z Değeri	P Değeri
α	-0.0546	0.0558	2.2930	0.0218
γ_1	0.0309	0.0471	0.6570	0.5112
γ_2	-0.0290	0.0886	0.3270	0.7438
ω_1^2	0.1638	0.0723	-2.2640	0.0236
ω_{12}	0.0455	0.0581	0.7820	0.4339
ω_2^2	0.0218	0.0463	-0.4720	0.6369

Tablo 4.2'de GMYE yaklaşımıyla oluşturulan modele ait sonuçlar verilmiştir. Bu modelde internet bağımlılığı gizil değişkeni üzerinde sabit terimin ($\alpha=-0.0546$, $p=0.0218<0.05$) ve UCLA yalnızlık değişkeninin karesel etkisi ($\omega_1^2=0.1638$,

$p=0.0236<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. GMYE yaklaşımının yapısal modeli eşitlik (4.3)'teki gibi oluşturulur:

$$\begin{aligned} \dot{I}B = & -0.0546 + 0.0309(Y) - 0.0290(YD) + 0.1638(Y)^2 + 0.0455(Y \times YD) \\ & + 0.02186(YD)^2 \end{aligned} \quad (4.3)$$

İB: İnternet bağımlılığı, Y: Yalnızlık, YD: Yaşam Doyumu

Ölçüm modeline ait parametre tahmin değerleri Tablo 4.3'te, ölçüm eşitlikleri ise eşitlik (4.4)'te verilmiştir.

$$x_2 = 0.3555 + 0.1105\xi_1$$

$$x_5 = 0.5932 + 0.8633\xi_1$$

$$x_7 = 0.5252 + 0.9341\xi_1$$

$$x_9 = 0.8159 + 0.5767\xi_1$$

$$x_{10} = 0.9027 + 0.4152\xi_1$$

$$x_{11} = 0.9740 + 0.2027\xi_1$$

$$x_{12} = 0.4052 + 1.0500\xi_1$$

$$x_{13} = 0.6912 + 0.7511\xi_1$$

$$x_{14} = 0.5405 + 0.9197\xi_1$$

$$x_{15} = 0.9575 - 0.2671\xi_1$$

$$x_{16} = 0.6967 + 0.7440\xi_1$$

$$x_{17} = 0.8501 + 0.5191\xi_1$$

$$x_{18} = 0.3369 + 1.0990\xi_1$$

$$x_{19} = 0.9708 + 0.2167\xi_1$$

$$x_{20} = 0.5363 + 0.9231\xi_2$$

$$x_{22} = 0.3964 + 0.9786\xi_2$$

$$x_{23} = 0.4796 + 0.9070\xi_2$$

$$x_{24} = 0.5992 + 0.7950\xi_2$$

$$x_{25} = 0.4581 + 0.9262\xi_2$$

$$y_2 = 0.6549 + 0.9230\eta$$

$$y_3 = 0.7038 + 0.8530\eta$$

$$y_4 = 0.9007 + 0.4846\eta$$

$$y_5 = 0.6709 + 0.9008\eta$$

$$y_6 = 0.5724 + 1.0310\eta$$

$$y_7 = 0.6333 + 0.9525\eta$$

$$y_8 = 0.7822 + 0.7279\eta$$

$$y_9 = 0.5781 + 1.0240\eta$$

$$y_{10} = 0.5918 + 1.0070\eta$$

$$y_{11} = 0.5690 + 1.0350\eta$$

$$y_{12} = 0.5368 + 1.0750\eta$$

$$y_{13} = 0.5368 + 0.6229\eta$$

$$y_{14} = 0.7576 + 0.7687\eta$$

$$y_{15} = 0.5803 + 1.0210\eta$$

$$y_{16} = 0.8304 + 0.6393\eta$$

$$y_{17} = 0.5409 + 1.0700\eta$$

$$y_{18} = 0.7817 + 0.7283\eta$$

$$y_{19} = 0.6257 + 0.9620\eta$$

(4.4)

Tablo 4.3. GMYE yaklaşımıyla oluşturulan ölçüm modeline ait parametre tahmin değerleri

Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri	Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri
λ_2^x	0.1105	0.0806	13.7040	<0.001	λ_{12}^y	1.0750	0.1084	9.9120	<0.001
λ_3^x	0.1083	0.0804	1.3470	0.1779	λ_{13}^y	0.6229	0.1056	5.8980	<0.001
λ_4^x	-0.1002	0.0818	-1.2240	0.2210	λ_{14}^y	0.7687	0.1062	7.2360	<0.001
λ_5^x	0.8633	0.0806	10.7040	<0.001	λ_{15}^y	1.021	0.1084	9.4130	<0.001
λ_6^x	-0.2009	0.0824	-2.4380	0.0148	λ_{16}^y	0.6393	0.1059	6.0340	<0.001
λ_7^x	0.9341	0.0804	11.6070	<0.001	λ_{17}^y	1.0700	0.1082	9.8850	<0.001
λ_8^x	0.0931	0.0809	1.1520	0.2494	λ_{18}^y	0.7283	0.1059	6.8730	<0.001
λ_9^x	0.5767	0.0816	7.0640	<0.001	λ_{19}^y	0.9620	0.1080	8.8990	<0.001
λ_{10}^x	0.4152	0.0818	5.0740	<0.001	$\theta_{\delta,1}$	0.5008	0.0431	11.6160	<0.001
λ_{11}^x	0.2027	0.0823	2.4620	<0.001	$\theta_{\delta,2}$	0.3555	0.0317	11.1940	<0.001
λ_{12}^x	1.0500	0.0801	13.0940	<0.001	$\theta_{\delta,3}$	0.9899	0.0848	11.6670	<0.001
λ_{13}^x	0.7511	0.0812	9.2490	<0.001	$\theta_{\delta,4}$	0.9909	0.0849	11.6640	<0.001
λ_{14}^x	0.9197	0.0806	11.4100	<0.001	$\theta_{\delta,5}$	0.5932	0.0508	11.6720	<0.001
λ_{15}^x	-0.2671	0.0825	-3.2370	<0.001	$\theta_{\delta,6}$	0.9744	0.0835	11.6650	<0.001
λ_{16}^x	0.7440	0.0811	9.1640	<0.001	$\theta_{\delta,7}$	0.5252	0.0449	11.6740	<0.001
λ_{17}^x	0.5191	0.0820	6.3310	<0.001	$\theta_{\delta,8}$	0.9916	0.0849	11.6690	<0.001
λ_{18}^x	1.0990	0.0793	13.8500	<0.001	$\theta_{\delta,9}$	0.8159	0.0699	11.6650	<0.001
λ_{19}^x	0.2167	0.0821	2.6360	<0.001	$\theta_{\delta,10}$	0.9027	0.0773	11.6750	<0.001
λ_{20}^x	0.9231	0.1115	9.9330	<0.001	$\theta_{\delta,11}$	0.9740	0.0834	11.6670	<0.001
λ_{22}^x	0.9786	0.0877	11.2170	<0.001	$\theta_{\delta,12}$	0.4052	0.0349	11.5960	<0.001
λ_{23}^x	0.9070	0.0953	9.1130	<0.001	$\theta_{\delta,13}$	0.6912	0.0592	11.6660	<0.001
λ_{24}^x	0.7950	0.0988	8.2220	<0.001	$\theta_{\delta,14}$	0.5405	0.0463	11.6500	<0.001
λ_{25}^x	0.9262	0.0674	13.7210	<0.001	$\theta_{\delta,15}$	0.9575	0.0820	11.6700	<0.001
λ_2^y	0.9230	0.1059	8.7100	<0.001	$\theta_{\delta,16}$	0.6967	0.0597	11.6690	<0.001
λ_3^y	0.8530	0.1053	8.1000	<0.001	$\theta_{\delta,17}$	0.8501	0.0728	11.6650	<0.001
λ_4^y	0.4846	0.1051	4.6090	<0.001	$\theta_{\delta,18}$	0.3369	0.0282	11.9060	<0.001
λ_5^y	0.9008	0.1062	8.4780	<0.001	$\theta_{\delta,19}$	0.9708	0.0832	11.6670	<0.001
λ_6^y	1.0310	0.1068	9.6480	<0.001	$\theta_{\delta,20}$	0.5363	0.0460	11.6720	<0.001
λ_7^y	0.9525	0.1064	8.9480	<0.001	$\theta_{\delta,21}$	0.3699	0.0317	11.6770	<0.001
λ_8^y	0.7279	0.1063	6.8420	<0.001	$\theta_{\delta,22}$	0.3964	0.0341	11.6350	<0.001
λ_9^y	1.0240	0.1074	9.5260	<0.001	$\theta_{\delta,23}$	0.4796	0.0411	11.6730	<0.001
λ_{10}^y	1.0070	0.1075	9.3560	<0.001	$\theta_{\delta,24}$	0.5992	0.0514	11.6640	<0.001
λ_{11}^y	1.0350	0.1075	9.6290	<0.001	$\theta_{\delta,25}$	0.4581	0.0393	11.6500	<0.001

Tablo 4.3. GMYE yaklaşımıyla oluşturulan ölçüm modeline ait parametre tahmin değerleri (devamı)

Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri	Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri
$\Theta_{\varepsilon,1}$	1.1230	0.1090	10.2970	<0.001	ϑ_{12}^x	0.0234	0.0412	0.5670	0.5708
$\Theta_{\varepsilon,2}$	0.6549	0.0599	10.9300	<0.001	ϑ_{13}^x	0.0183	0.0324	0.5670	0.5708
$\Theta_{\varepsilon,3}$	0.7038	0.0635	11.0790	<0.001	ϑ_{14}^x	0.0220	0.0479	0.4590	0.6460
$\Theta_{\varepsilon,4}$	0.9007	0.0783	11.5000	<0.001	ϑ_{15}^x	-0.0068	0.0117	-0.5870	0.557
$\Theta_{\varepsilon,5}$	0.6709	0.0613	10.9450	<0.001	ϑ_{16}^x	0.0182	0.0245	0.7430	0.4572
$\Theta_{\varepsilon,6}$	0.5724	0.0538	10.6320	<0.001	ϑ_{17}^x	0.0131	0.0377	0.3480	0.7279
$\Theta_{\varepsilon,7}$	0.6333	0.0583	10.8570	<0.001	ϑ_{18}^x	0.0275	0.0377	0.7290	0.46592
$\Theta_{\varepsilon,8}$	0.7822	0.0697	11.2070	<0.001	ϑ_{19}^x	0.0056	0.0239	0.2350	0.8143
$\Theta_{\varepsilon,9}$	0.5781	0.0549	10.5300	<0.001	ϑ_{20}^x	0.0219	0.0405	0.5400	0.5894
$\Theta_{\varepsilon,10}$	0.5918	0.0561	10.5460	<0.001	ϑ_{22}^x	-0.00007	0.00023	-0.3330	0.7390
$\Theta_{\varepsilon,11}$	0.5690	0.0535	10.6170	<0.001	ϑ_{23}^x	-	-	-	-
$\Theta_{\varepsilon,12}$	0.5368	0.0520	10.3230	<0.001	ϑ_{24}^x	-	-	-	-
$\Theta_{\varepsilon,13}$	0.8386	0.0737	11.3720	<0.001	ϑ_{25}^x	-	-	-	-
$\Theta_{\varepsilon,14}$	0.7576	0.0678	11.1760	<0.001	ϑ_2^y	0.1400	0.0669	1.9380	0.05263
$\Theta_{\varepsilon,15}$	0.5803	0.0551	10.5160	<0.001	ϑ_3^y	0.1298	0.0629	1.1850	0.2360
$\Theta_{\varepsilon,16}$	0.8304	0.0731	11.3480	<0.001	ϑ_4^y	0.0745	0.0701	1.9500	0.0511
$\Theta_{\varepsilon,17}$	0.5409	0.0522	10.3580	<0.001	ϑ_5^y	0.1368	0.0667	2.3290	0.0198
$\Theta_{\varepsilon,18}$	0.7817	0.0694	11.2700	<0.001	ϑ_6^y	0.1556	0.0699	2.0620	0.0392
$\Theta_{\varepsilon,19}$	0.6257	0.0584	10.7180	<0.001	ϑ_7^y	0.1443	0.0639	1.7390	0.0820
Ψ	0.3476	0.0564	6.1600	<0.001	ϑ_8^y	0.1112	0.0702	2.2020	0.0276
Φ_1	0.5258	0.0418	12.5700	<0.001	ϑ_9^y	0.1547	0.0701	2.1670	0.0302
Φ_2	0.0089	0.0198	0.4510	0.6517	ϑ_{10}^y	0.1521	0.0704	2.2180	0.0265
Φ_3	0.6339	0.0373	16.9820	<0.001	ϑ_{11}^y	0.1562	0.0726	2.2260	0.0259
ϑ_2^x	0.0220	0.0395	0.5560	0.5783	ϑ_{12}^y	0.1617	0.0655	1.4540	0.1458
ϑ_3^x	0.0028	-	-	-	ϑ_{13}^y	0.0953	0.0651	1.7990	0.0719
ϑ_4^x	-0.0003	0.0101	-0.2570	0.7974	ϑ_{14}^y	0.1172	0.0713	2.1620	0.0306
ϑ_5^x	0.0206	0.0505	0.4080	0.6832	ϑ_{15}^y	0.1542	0.0652	1.4990	0.1338
ϑ_6^x	-0.0051	0.0189	-0.2740	0.7838	ϑ_{16}^y	0.0979	0.0716	2.2480	0.0246
ϑ_7^x	0.0144	0.0340	0.6540	0.5130	ϑ_{17}^y	0.1610	0.0673	1.6510	0.0986
ϑ_8^x	0.0024	-	-	-	ϑ_{18}^y	0.1112	0.0705	2.0640	0.0390
ϑ_9^x	0.0144	-	-	-	ϑ_{19}^y	0.1455	0.0219	-1.0320	0.3018
ϑ_{10}^x	0.0106	0.0326	0.3250	0.7450	τ_1	-0.0227	0.0157	0.3720	0.7102
ϑ_{11}^x	0.0052	0.0103	0.5080	0.6117	τ_2	0.0058	0.0669	1.9380	0.0526

4.4. YEKM Yaklaşımına Ait Yapısal Model

YEKM yaklaşımına ait yapısal modelini, iki bağımsız gizil değişken (ξ_1 :UCLA yalnızlık ölçeği, ξ_2 :yaşam doyumu ölçeği) ve bir bağımlı gizil değişken (η :internet bağımlılığı ölçeği) oluşturmaktadır. Bu yaklaşımın amacı gizil değişkenler arasındaki eğrisel ilişkiyi, doğrusal ilişkilere sahip alt sınıflar ($c=1,2$) yardımıyla hesaplamaktır. Sınıflar arasındaki doğrusal etkilerin ağırlıklı ortalamaları aracılığıyla eğrisel ilişkileri yaklaşık olarak belirlemek mümkün olacaktır. YEKM yaklaşımı yapısal modelinin genel formu eşitlik (4.5) ve (4.6)'da verilmiştir.

$$\eta_c = \alpha_c + \gamma_{1c} \xi_{1c} + \gamma_{2c} \xi_{2c} + \zeta_c \quad (4.5)$$

$$\text{internet bağımlılığı}_c = \alpha_c + \gamma_{1,c} \text{Yalnızlık}_c + \gamma_{2,c} \text{Yaşam doyumu}_c \quad (4.6)$$

Tablo 4.4. YEKM yaklaşımına ait yapısal modelin parametre tahmin değerleri

Parametre	Tahmin Değeri	Standart Hata	Z Değeri	P Değeri	
(c=1)	α_1	-0.3312	0.0823	-4.024	<0.001
	$\gamma_{1,1}$	0.1160	0.0654	1.7710	0.0764
	$\gamma_{1,2}$	-0.0227	0.0520	-0.4370	0.6620
(c=2)	α_2	-0.2109	0.0967	-2.1810	0.0292
	$\gamma_{2,1}$	0.3345	0.2606	2.6060	0.0091
	$\gamma_{2,2}$	0.0484	0.0782	0.6190	0.5356

Tablo 4.4'teki modelde $c=1$ için internet bağımlılığı gizil değişkeni üzerinde sabit terimin ($\alpha_1 = 0.3312, p < 0.001$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. $c=2$ için ise sabit terim ($\alpha_2 = -0.2109, p < 0.05$) ve UCLA yalnızlık gizil değişkenine ($\gamma_{1,2} = 0.3345, p < 0.05$) ait katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Yalnızlık gizil değişkeninin internet bağımlılığı gizil değişkeni üzerinde anlamlı ve

pozitif yönde bir etkisinin olduğu görülmektedir. Modelin $c=1$ ve $c=2$ için matematiksel formu eşitlik (4.7) ve (4.8)'deki gibi gösterilir:

$$\dot{B}_{c=1} = -0.3312_{c=1} + 0.1160(Y)_{c=1} - 0.0227(YD)_{c=1} \quad (4.7)$$

$$\dot{B}_{c=2} = -0.2109_{c=2} + 0.3345(Y)_{c=2} - 0.0484(YD)_{c=2} \quad (4.8)$$

YEKM sonuçlarına bakıldığında, $c=1$ sınıfı için sabit değer dışında model parametrelerinin anlamlı olmadığı görülmektedir. Modele ilişkin diğer parametrelerin tahmin değerleri Tablo 4.5'te gösterilmektedir. $c=2$ sınıfına ait parametre tahmin değerleri Tablo 4.6'da, ölçüm modelleri eşitlik (4.8)'de gösterilmiştir.

$$x_2 = 0.5599 + 0.7445\xi_1$$

$$x_9 = 0.8103 + 0.5054\xi_1$$

$$x_{10} = 0.9539 + 0.6392\xi_1$$

$$x_{11} = 1.0333 + 0.49962\xi_1$$

$$x_{12} = 0.4749 + 0.6916\xi_1$$

$$x_{17} = 0.8525 + 0.7869\xi_1$$

$$x_{18} = 0.4327 + 0.7671\xi_1$$

$$x_{19} = 0.8627 + 0.5011\xi_1$$

$$x_{20} = 0.7053 + 0.3406\xi_1$$

$$x_{22} = 0.4923 + 0.3406\xi_2$$

$$x_{23} = 0.4334 + 0.8926\xi_2$$

$$x_{24} = 0.5521 + 0.7033\xi_2$$

$$x_{25} = 0.3959 + 0.9344\xi_2$$

$$y_2 = 0.3959 + 1.0694\eta$$

$$y_3 = 0.8079 + 1.0420\eta$$

$$y_4 = 0.8944 + 0.5023\eta$$

$$y_5 = 0.6445 + 1.0635\eta$$

$$y_6 = 0.5464 + 1.1918\eta$$

$$y_7 = 0.5468 + 1.1385\eta$$

$$y_8 = 0.7345 + 0.8225\eta$$

$$y_9 = 0.4796 + 1.1895\eta$$

$$y_{10} = 0.6671 + 1.1018\eta$$

$$y_{11} = 0.7276 + 0.8963\eta$$

$$y_{12} = 0.6204 + 1.1273\eta$$

$$y_{13} = 1.2565 + 0.6285\eta$$

$$y_{14} = 0.9680 + 0.6602\eta$$

$$y_{15} = 0.6795 + 1.0301\eta$$

$$y_{16} = 0.9915 + 0.4802\eta$$

$$y_{17} = 0.7306 + 0.9880\eta$$

$$y_{18} = 1.2094 + 0.7145\eta$$

$$y_{19} = 0.9069 + 0.8684\eta$$

(4.8)

Tablo 4.5. YEKM yaklaşımıyla oluşturulan (c=1) sınıfına ait ölçüm modelinin parametre tahmin değerleri

Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri	Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri
λ_2^x	1.2501	0.1077	11.6010	<0.001	λ_9^y	1.0489	0.1638	6.4040	<0.001
λ_3^x	0.1666	0.0707	2.3550	0.0185	λ_{10}^y	1.1094	0.1685	6.5810	<0.001
λ_4^x	-0.0896	0.0882	-1.0150	0.3099	λ_{11}^y	1.2419	0.1751	7.0920	<0.001
λ_5^x	1.0813	0.1094	9.8840	<0.001	λ_{12}^y	0.8445	0.1343	6.2850	<0.001
λ_6^x	-0.2427	0.0902	-2.6910	0.0071	λ_{13}^y	0.1867	0.1036	1.8020	0.0715
λ_7^x	1.1593	0.1160	9.9880	<0.001	λ_{14}^y	0.5418	0.1347	4.0200	<0.001
λ_8^x	0.1924	0.0795	2.4190	0.0155	λ_{15}^y	0.7044	0.1399	5.0340	<0.001
λ_9^x	0.6076	0.1026	5.9180	<0.001	λ_{16}^y	0.5086	0.1478	3.4400	0.0006
λ_{10}^x	0.5097	0.0932	5.4700	<0.001	λ_{17}^y	0.9169	0.1477	6.2070	<0.001
λ_{11}^x	0.2190	0.0796	2.7480	0.0060	λ_{18}^y	0.2175	0.0694	3.1330	0.0017
λ_{12}^x	1.1922	0.1115	10.6850	<0.001	λ_{19}^y	0.7760	0.1368	5.6710	<0.001
λ_{13}^x	0.9891	0.1095	9.0300	<0.001	$\theta_{\delta,2}$	0.4182	0.0637	6.5620	<0.001
λ_{14}^x	1.1039	0.1136	9.7140	<0.001	$\theta_{\delta,3}$	0.1784	0.0270	6.5950	<0.001
λ_{15}^x	-0.3675	0.0897	-4.0980	<0.001	$\theta_{\delta,4}$	0.4497	0.0514	8.7400	<0.001
λ_{16}^x	0.8419	0.1029	8.1780	<0.001	$\theta_{\delta,5}$	0.7163	0.0817	8.7610	<0.001
λ_{17}^x	0.5613	0.0809	6.9330	<0.001	$\theta_{\delta,6}$	0.4147	0.0514	8.0660	<0.001
λ_{18}^x	1.2353	0.1144	10.7980	<0.001	$\theta_{\delta,7}$	0.7264	0.0829	8.7610	<0.001
λ_{19}^x	0.2052	0.0804	2.5520	0.0107	$\theta_{\delta,8}$	0.4447	0.0552	8.0440	<0.001
λ_{20}^x	1.1075	0.1115	9.9330	<0.001	$\theta_{\delta,9}$	0.5678	0.0646	8.7790	<0.001
λ_{22}^x	0.9840	0.0877	11.2170	<0.001	$\theta_{\delta,10}$	0.7697	0.0888	8.6680	<0.001
λ_{23}^x	0.8693	0.0953	9.1130	<0.001	$\theta_{\delta,11}$	0.6539	0.0744	8.7880	<0.001
λ_{24}^x	0.8130	0.0988	8.2220	<0.001	$\theta_{\delta,12}$	0.5668	0.0647	8.7510	<0.001
λ_{25}^x	0.8997	0.0935	9.6190	<0.001	$\theta_{\delta,13}$	0.32040	0.0417	7.6740	<0.001
λ_2^y	1.0996	0.1778	6.1820	<0.001	$\theta_{\delta,14}$	0.5181	0.0622	8.3190	<0.001
λ_3^y	0.7282	0.1484	4.9050	<0.001	$\theta_{\delta,15}$	0.4451	0.0551	8.0740	<0.001
λ_4^y	0.6298	0.1799	3.5000	0.0005	$\theta_{\delta,16}$	0.6604	0.0751	8.7930	<0.001
λ_5^y	1.1621	0.1749	6.6430	<0.001	$\theta_{\delta,17}$	0.4266	0.04986	8.5570	<0.001
λ_6^y	1.1110	0.1784	6.2260	<0.001	$\theta_{\delta,18}$	0.29863	0.0398	7.4870	<0.001
λ_7^y	1.0266	0.1689	6.0760	<0.001	$\theta_{\delta,19}$	0.5774	0.0657	8.7840	<0.001
λ_8^y	0.6427	0.1684	3.8150	0.0001	$\theta_{\delta,20}$	0.4172	0.0518	8.0550	<0.001

Tablo 4.5. YEKM yaklaşımıyla oluşturulan (c=1) sınıfına ait ölçüm modelinin parametre tahmin değerleri (devamı)

Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri	Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri
$\theta_{\delta,21}$	0.3103	0.0511	6.0690	<0.001	ϑ_4^x	-0.3154	0.0716	-4.4020	<0.001
$\theta_{\delta,22}$	0.3233	0.0529	6.1050	<0.001	ϑ_5^x	0.3302	0.0989	3.3370	0.0008
$\theta_{\delta,23}$	0.5123	0.0695	7.3650	<0.001	ϑ_6^x	-0.3996	0.0741	-5.3930	<0.001
$\theta_{\delta,24}$	0.6175	0.0797	7.7470	<0.001	ϑ_7^x	0.3486	0.1055	3.3040	0.0009
$\theta_{\delta,25}$	0.4988	0.0683	7.3000	<0.001	ϑ_8^x	-0.3377	0.0651	-5.1860	<0.001
$\theta_{\varepsilon,1}$	1.3983	0.2205	6.3390	<0.001	ϑ_9^x	0.3223	0.0874	3.6840	0.0002
$\theta_{\varepsilon,2}$	0.5672	0.0708	8.0060	<0.001	ϑ_{10}^x	-0.0632	0.0785	-0.8050	0.4209
$\theta_{\varepsilon,3}$	0.5715	0.0676	8.4540	<0.001	ϑ_{11}^x	-0.3060	0.0649	-4.7150	<0.001
$\theta_{\varepsilon,4}$	0.8941	0.1052	8.4970	<0.001	ϑ_{12}^x	0.4216	0.1033	4.0790	<0.001
$\theta_{\varepsilon,5}$	0.5161	0.0667	7.7380	<0.001	ϑ_{13}^x	0.2029	0.0981	2.0680	0.0386
$\theta_{\varepsilon,6}$	0.5491	0.0711	7.7210	<0.001	ϑ_{14}^x	0.3608	0.1024	3.5230	0.0004
$\theta_{\varepsilon,7}$	0.6157	0.0765	8.0460	<0.001	ϑ_{15}^x	-0.3464	0.0742	-4.6640	<0.001
$\theta_{\varepsilon,8}$	0.8039	0.0954	8.4190	<0.001	ϑ_{16}^x	0.1406	0.0911	1.5420	0.1229
$\theta_{\varepsilon,9}$	0.5897	0.0766	7.6990	<0.001	ϑ_{17}^x	-0.2246	0.0698	-3.2180	0.0012
$\theta_{\varepsilon,10}$	0.4702	0.0655	7.1780	<0.001	ϑ_{18}^x	0.3068	0.1056	2.9040	0.0036
$\theta_{\varepsilon,11}$	0.4262	0.0586	7.2720	<0.001	ϑ_{19}^x	-0.3762	0.0658	-5.7140	<0.001
$\theta_{\varepsilon,12}$	0.4789	0.0613	7.8090	<0.001	ϑ_{20}^x	0.24160	0.10124	2.3860	0.0170
$\theta_{\varepsilon,13}$	0.3775	0.0433	8.7130	<0.001	ϑ_{22}^x	-0.0496	0.0402	-1.2340	0.2171
$\theta_{\varepsilon,14}$	0.4819	0.0569	8.4660	<0.001	ϑ_{23}^x	-0.1128	0.0523	-2.1550	0.0311
$\theta_{\varepsilon,15}$	0.4565	0.0557	8.1890	<0.001	ϑ_{24}^x	-0.1290	0.0618	-2.0880	0.0367
$\theta_{\varepsilon,16}$	0.5975	0.0695	8.5940	<0.001	ϑ_{25}^x	0.0061	-	-	-
$\theta_{\varepsilon,17}$	0.3919	0.0523	7.4850	<0.001	ϑ_2^y	0.3549	0.1032	3.4370	0.0006
$\theta_{\varepsilon,18}$	0.1627	0.0158	10.2550	<0.001	ϑ_3^y	0.0762	0.0886	0.8600	0.3898
$\theta_{\varepsilon,19}$	0.3868	0.0475	8.1390	<0.001	ϑ_4^y	0.1455	0.1026	1.4180	0.1561
Ψ	0.2725	0.0695	3.9200	<0.001	ϑ_5^y	0.4249	0.1031	4.1190	<0.001
ϑ_2^x	0.3266	0.1022	3.1940	0.0014	ϑ_6^y	0.2927	0.1023	2.8610	0.0042
ϑ_3^x	-0.3618	0.0578	-6.2570	<0.001	ϑ_7^y	0.3096	0.1014	3.0520	0.0022

Tablo 4.5. YEKM yaklaşımıyla oluşturulan (c=1) sınıfına ait ölçüm modelinin parametre tahmin değerleri (devamı)

Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri	Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri
ϑ_8^y	0.0733	0.0982	0.7470	0.4550	ϑ_{17}^y	-0.0120	0.0891	-0.1350	0.8928
ϑ_9^y	0.2686	0.0968	2.7730	0.0055	ϑ_{18}^y	-0.3689	0.0419	-8.8030	<0.001
ϑ_{10}^y	0.2764	0.0987	2.7990	0.0051	ϑ_{19}^y	-0.0685	0.0788	-0.8690	0.3849
ϑ_{11}^y	0.2521	0.1024	2.4620	0.0138	Φ_1	0.6426	0.1264	5.0820	<0.001
ϑ_{12}^y	0.0029	-	-	-	Φ_2	-0.0004	-	-	-
ϑ_{13}^y	-0.2783	0.0621	-4.4810	<0.001	Φ_3	0.6846	0.1154	5.9300	<0.001
ϑ_{14}^y	-0.1770	0.0782	-2.2630	0.0236	τ_1	-0.2574	0.0923	-2.7880	<0.001
ϑ_{15}^y	-0.1186	0.0785	-1.5100	0.1309	τ_2	0.0044	-	-	-
ϑ_{16}^y	-0.1551	0.0848	-1.8300	0.0672					

Tablo 4.6. YEKM yaklaşımıyla oluşturulan (c=2) sınıfına ait ölçüm modelinin parametre tahmin değerleri

Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri	Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri
λ_2^x	0.7445	0.1794	4.1490	<0.001	λ_9^y	1.1895	0.1638	7.2610	<0.001
λ_3^x	0.3523	0.1924	1.8310	0.0671	λ_{10}^y	1.1018	0.1698	6.4880	<0.001
λ_4^x	-0.1150	0.1701	-0.6760	0.4991	λ_{11}^y	0.8963	0.1624	5.5170	<0.001
λ_5^x	0.2550	0.1511	1.6870	0.0915	λ_{12}^y	1.1273	0.1694	6.6540	<0.001
λ_6^x	-0.0411	0.0663	-0.6200	0.5353	λ_{13}^y	0.6285	0.1855	3.3880	0.0007
λ_7^x	0.2392	0.1393	1.7170	0.0860	λ_{14}^y	0.6602	0.1675	3.9410	<0.001
λ_8^x	-0.0962	0.1799	-0.5350	0.5928	λ_{15}^y	1.0301	0.1660	6.2020	<0.001
λ_9^x	0.5054	0.1658	3.0480	0.0023	λ_{16}^y	0.4802	0.1649	2.9130	0.0036
λ_{10}^x	0.6392	0.1948	3.2800	0.0010	λ_{17}^y	0.9880	0.1668	5.9230	<0.001
λ_{11}^x	0.4996	0.2059	2.4270	0.0152	λ_{18}^y	0.7145	0.1850	3.8620	0.0001
λ_{12}^x	0.6916	0.1731	3.9940	<0.001	λ_{19}^y	0.8684	0.1749	4.9660	<0.001
λ_{13}^x	-0.2170	0.1603	-1.3540	0.1758	$\theta_{\delta,1}$	0.5135	0.0997	5.1480	<0.001
λ_{14}^x	0.2154	0.1518	1.4190	0.1560	$\theta_{\delta,2}$	0.5599	0.0845	6.6220	<0.001
λ_{15}^x	0.3243	0.1887	1.7180	0.0857	$\theta_{\delta,3}$	1.1558	0.1538	7.5130	<0.001
λ_{16}^x	0.3305	0.1809	1.8260	0.0678	$\theta_{\delta,4}$	1.0935	0.1419	7.7020	<0.001
λ_{17}^x	0.7869	0.2257	3.4860	0.0005	$\theta_{\delta,5}$	0.7605	0.0998	7.6200	<0.001
λ_{18}^x	0.7671	0.1876	4.0880	<0.001	$\theta_{\delta,6}$	0.9589	0.1245	7.7010	<0.001
λ_{19}^x	0.5011	0.1748	2.8660	0.0042	$\theta_{\delta,7}$	0.5839	0.0769	7.5870	<0.001
λ_{20}^x	0.3406	0.1629	2.0900	0.0366	$\theta_{\delta,8}$	1.0727	0.1394	7.6930	<0.001
λ_{22}^x	0.9212	0.1247	7.3820	<0.001	$\theta_{\delta,9}$	0.8103	0.1104	7.3350	<0.001
λ_{23}^x	0.8926	0.1251	7.1330	<0.001	$\theta_{\delta,10}$	0.9539	0.1356	7.0310	<0.001
λ_{24}^x	0.7033	0.1143	6.1530	<0.001	$\theta_{\delta,11}$	1.0333	0.1412	7.3180	<0.001
λ_{25}^x	0.9344	0.1212	7.7050	<0.001	$\theta_{\delta,12}$	0.4749	0.0720	6.5920	<0.001
λ_2^y	1.0694	0.1705	6.2710	<0.001	$\theta_{\delta,13}$	0.7943	0.1047	7.5860	<0.001
λ_3^y	1.0420	0.1759	5.9220	<0.001	$\theta_{\delta,14}$	0.6787	0.0892	7.6020	<0.001
λ_4^y	0.5023	0.1564	3.2110	<0.001	$\theta_{\delta,15}$	1.0889	0.1453	7.4930	<0.001
λ_5^y	1.0635	0.1644	6.4670	<0.001	$\theta_{\delta,16}$	0.9344	0.1237	7.5530	<0.001
λ_6^y	1.1918	0.1701	7.0070	<0.001	$\theta_{\delta,17}$	0.8525	0.1262	6.7520	<0.001
λ_7^y	1.1385	0.1652	6.8890	<0.001	$\theta_{\delta,18}$	0.4327	0.0725	5.9640	<0.001
λ_8^y	0.8225	0.1579	5.2080	<0.001	$\theta_{\delta,19}$	0.8627	0.1181	7.3030	<0.001

Tablo 4.6. YEKM yaklaşımıyla oluşturulan (c=2) sınıfına ait ölçüm modelinin parametre tahmin değerleri (devamı)

Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri	Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri
$\theta_{\delta,20}$	0.7053	0.0941	7.4930	<0.001	ϑ_3^x	0.5142	0.1009	5.0940	<0.001
$\theta_{\delta,21}$	0.4366	0.0790	5.5250	<0.001	ϑ_4^x	0.3803	0.0965	3.9400	<0.001
$\theta_{\delta,22}$	0.4923	0.0808	6.0940	<0.001	ϑ_5^x	-0.0883	0.0814	-1.0850	0.2778
$\theta_{\delta,23}$	0.4334	0.0728	5.9490	<0.001	ϑ_6^x	0.4360	0.0899	4.8480	<0.001
$\theta_{\delta,24}$	0.5521	0.0802	6.8760	<0.001	ϑ_7^x	-0.0842	0.0678	-1.2430	0.2138
$\theta_{\delta,25}$	0.3959	0.0698	5.6660	<0.001	ϑ_8^x	0.5014	0.0954	5.2560	<0.001
$\theta_{\varepsilon,1}$	0.7985	0.1125	7.0930	<0.001	ϑ_9^x	-0.2249	0.0881	-2.5510	0.0107
$\theta_{\varepsilon,2}$	0.6758	0.0959	7.0420	<0.001	ϑ_{10}^x	0.2361	0.0974	2.4240	0.0153
$\theta_{\varepsilon,3}$	0.8079	0.1123	7.1890	<0.001	ϑ_{11}^x	0.4551	0.0981	4.6390	<0.001
$\theta_{\varepsilon,4}$	0.8944	0.1177	7.5940	<0.001	ϑ_{12}^x	-0.1873	0.0740	-2.5290	0.0114
$\theta_{\varepsilon,5}$	0.6445	0.0908	7.0980	<0.001	ϑ_{13}^x	0.0626	0.0817	0.7670	0.4429
$\theta_{\varepsilon,6}$	0.5464	0.0805	6.7880	<0.001	ϑ_{14}^x	-0.1173	0.0742	-1.5800	0.1140
$\theta_{\varepsilon,7}$	0.5468	0.0792	6.9020	<0.001	ϑ_{15}^x	0.3205	0.0980	3.2710	0.0011
$\theta_{\varepsilon,8}$	0.7345	0.1007	7.2920	<0.001	ϑ_{16}^x	0.0851	0.0854	0.9970	0.3188
$\theta_{\varepsilon,9}$	0.4796	0.0735	6.5220	<0.001	ϑ_{17}^x	0.4530	0.0968	4.6770	<0.001
$\theta_{\varepsilon,10}$	0.6671	0.0957	6.9700	<0.001	ϑ_{18}^x	-0.0256	0.0753	-0.3410	0.7330
$\theta_{\varepsilon,11}$	0.7276	0.0996	7.3000	<0.001	ϑ_{19}^x	0.5435	0.0905	6.0060	<0.001
$\theta_{\varepsilon,12}$	0.6204	0.0889	6.9750	<0.001	ϑ_{20}^x	0.0355	0.0593	0.5990	0.5488
$\theta_{\varepsilon,13}$	1.2565	0.1666	7.5410	<0.001	ϑ_{22}^x	0.0647	0.0752	0.8600	0.3896
$\theta_{\varepsilon,14}$	0.9680	0.1292	7.4890	<0.001	ϑ_{23}^x	0.1486	0.0761	1.9530	0.0507
$\theta_{\varepsilon,15}$	0.6795	0.0956	7.1040	<0.001	ϑ_{24}^x	0.1648	0.0779	2.1140	0.0344
$\theta_{\varepsilon,16}$	0.9915	0.1307	7.5820	<0.001	ϑ_{25}^x	-0.0080	0.0927	-0.0870	0.9308
$\theta_{\varepsilon,17}$	0.7306	0.1010	7.2280	<0.001	ϑ_2^y	0.2764	0.1101	2.5110	0.0120
$\theta_{\varepsilon,18}$	1.2094	0.1608	7.5220	<0.001	ϑ_3^y	0.4514	0.1141	3.9560	<0.001
$\theta_{\varepsilon,19}$	0.9069	0.1233	7.3540	<0.001	ϑ_4^y	0.2282	0.0968	2.3570	0.0184
Ψ	0.3498	0.0912	3.8330	<0.001	ϑ_5^y	0.1998	0.1050	1.9020	0.0571
ϑ_2^x	-0.0541	0.0802	-0.6740	0.5001	ϑ_6^y	0.3849	0.1115	3.4500	0.0006

Tablo 4.6. YEKM yaklaşımıyla oluşturulan (c=2) sınıfına ait ölçüm modelinin parametre tahmin değerleri (devamı)

Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri	Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri
ϑ_7^y	0.3041	0.1093	2.7810	0.005	ϑ_{16}^y	0.5530	0.1026	5.3900	<0.001
ϑ_8^y	0.3720	0.0995	3.7380	0.0002	ϑ_{17}^y	0.6380	0.1087	5.8650	<0.001
ϑ_9^y	0.3717	0.1083	3.4330	0.0006	ϑ_{18}^y	0.7181	0.1168	6.1460	<0.001
ϑ_{10}^y	0.3716	0.1084	3.4260	0.0006	ϑ_{19}^y	0.6253	0.1110	5.6330	<0.001
ϑ_{11}^y	0.4297	0.1042	4.1220	<0.001	Φ_1	0.3958	0.1340	2.9540	0.0031
ϑ_{12}^y	0.6135	0.1108	5.5360	<0.001	Φ_2	-0.0118	0.0369	-0.3200	0.7487
ϑ_{13}^y	0.5769	0.1176	4.9060	<0.001	Φ_3	0.6256	0.1401	4.4640	<0.001
ϑ_{14}^y	0.6207	0.1061	5.8480	<0.001	τ_1	0.0284	0.0862	0.3300	0.7415
ϑ_{15}^y	0.6901	0.1069	6.4550	<0.001	τ_2	-0.0105	0.0533	-0.1970	0.8438

4.5. DOYEKM Yaklaşımına Ait Yapısal Model

DOYEKM yaklaşımı yapısal modeli, GMYE modelindeki karesel ve etkileşim etkileri ile YEKM yaklaşımındaki karışım sınıflarından (c=1,2) oluşmaktadır. Uygulamada parametreler öncelikle her gizil sınıfta GMYE yaklaşımı uygulanarak tahmin edilmektedir. Başlangıçta parametrelere YEKM yaklaşımı uygulanır, bu yaklaşımda sınıf ağırlıklarını elde etmek için EM algoritmasının E. adımı daha sonra da M. adımı uygulanır ve olasılık optimize edilir. En son olarak parametrelere, her gizil sınıf için sırasıyla GMYE yaklaşımıyla model tahminleri hesaplanır. DOYEKM yaklaşımının genel formülü eşitlik (4.9)'da gösterilmiştir.

$$\eta_c = \alpha + \gamma_1 \xi_{1c} + \gamma_2 \xi_{2c} + \omega_{12} \xi_{1c} \xi_{2c} + \zeta \quad (4.9)$$

DOYEKM yaklaşımının yapısal modeline ait parametre tahmin değerleri Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7. DOYEKM yaklaşımına ait yapısal modelinin parametre tahmin değerleri

Parametre	Tahmin Değeri	Standart Hata	Z Değeri	P Değeri
α_1	0.1657	0.0014	112.1758	<0.001
γ_1	0.0256	0.0019	13.3113	<0.001
γ_2	-0.0056	0.0011	-5.1580	<0.001
ω_1	0.1025	0.0048	21.1559	<0.001
ω_{12}	-0.0092	0.0026	-3.4878	<0.001
ω_2	-0.1043	0.0013	-81.9340	<0.001

$$\begin{aligned} \hat{I}B = & 0.1657 + 0.0256(Y) - 0.0056(YD) + 0.1025(Y)^2 - 0.0092(YxYD) \\ & - 0.1043 (YD)^2 \end{aligned} \quad (4.10)$$

İB: İnternet bağımlılığı, Y: Yalnızlık, YD: Yaşam Doyumu

Tablo 4.7’de verilen modele ait tüm parametrelerin anlamlı olduğu görülmektedir. Yalnızlık gizil değişkeninin ($\gamma_1=0.02562$, $p<0.001$), internet bağımlılığı gizil değişkeni üzerinde pozitif yönde anlamlı bir etkisi olduğu, yalnızlık arttıkça internet bağımlılığının da artacağı söylenebilir. Yaşam doyumu gizil değişkeninin ise ($\gamma_2= -0.0056$, $p<0.001$), internet bağımlılığı gizil değişkeni üzerinde negatif yönde anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir. Yani, yaşam doyumu azaldıkça internet bağımlılığı artacaktır. Ayrıca modele ait etkileşim etkisi ve karesel etkilerin de anlamlı olduğu görülmektedir. Sadece, yalnızlık gizil değişkeninin karesel etkisinin internet bağımlılığı gizil değişkeni üzerinde pozitif yönde etkisi olduğu, yalnızlık gizil değişkeni ile yaşam doyumu gizil değişkeninin etkileşim etkisinin ve yaşam doyumu gizil değişkeninin karesel etkisinin internet bağımlılığı gizil değişkeni üzerinde negatif yönde birer etkiye sahip olduğu söylenebilir. Modelin genel formülasyonu eşitlik (4.10)’da verilmiştir.

Modele ait diğer parametre tahmin değerleri Tablo 4.8’de, ölçüm modeline ait eşitlikler (4.10)’da gösterilmiştir.

$$x_2 = 0.3475 + 1.1712\xi_1$$

$$x_3 = 0.9868 + 1.1712\xi_1$$

$$x_4 = 0.5919 + 1.1712\xi_1$$

$$x_5 = 0.9745 + 1.1712\xi_1$$

$$x_6 = 0.5233 + 1.1712\xi_1$$

$$x_7 = 0.9915 + 1.1712\xi_1$$

$$x_8 = 0.8325 + 1.1712\xi_1$$

$$x_9 = 0.8959 + 0.9761\xi_1$$

$$x_{10} = 0.9667 + 1.2270\xi_1$$

$$x_{11} = 0.4041 + 0.1796\xi_1$$

$$x_{12} = 0.6764 - 0.0581\xi_1$$

$$x_{13} = 0.6764 + 0.9634\xi_1$$

$$x_{14} = 0.9870 - 0.1592\xi_1$$

$$x_{15} = 0.6885 + 1.0524\xi_1$$

$$x_{16} = 0.8353 + 0.1761\xi_1$$

$$\begin{aligned}
x_{17} &= 0.3301 + 0.6259\xi_1 \\
x_{18} &= 0.9686 + 0.5025\xi_1 \\
x_{19} &= 0.5357 + 0.2938\xi_1 \\
x_{20} &= 0.3899 + 0.8651\xi_1 \\
x_{22} &= 0.3911 + 0.8519\xi_2 \\
x_{23} &= 0.1153 + 0.6382\xi_2 \\
x_{24} &= 0.1065 + 1.2417\xi_2 \\
x_{25} &= 0.5357 + 1.0412\xi_2 \\
y_2 &= 0.1288 + 0.8712\eta \\
y_3 &= -0.0511 + 0.4995\eta \\
y_4 &= -0.0215 + 0.6197\eta \\
y_5 &= 0.6002 + 0.8267\eta \\
y_6 &= 0.1128 + 0.5164\eta \\
y_7 &= 0.1287 + 0.8676\eta \\
y_8 &= 0.1188 + 0.0149\eta \\
y_9 &= 0.0910 + 0.5858\eta \\
y_{10} &= 0.1274 + 0.7785\eta \\
y_{11} &= 0.1254 + 0.7532\eta \\
y_{12} &= 0.1334 + 0.6950\eta \\
y_{13} &= 0.0775 + 0.3917\eta \\
y_{14} &= 0.0957 + 0.7368\eta \\
y_{15} &= 0.1264 + 0.8427\eta \\
y_{16} &= 0.0801 + 0.7761\eta \\
y_{17} &= 0.1326 + 0.5889\eta \\
y_{18} &= 0.0906 + 0.8318\eta \\
y_{19} &= 0.1193 + 0.8193\eta
\end{aligned}$$

(4.10)

Tablo 4.8. DOYEKM yaklaşımıyla oluşturulan ölçüm modelinin parametre tahmin değerleri

Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri	Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri
λ_2^x	1.1712	0.0188	62.2785	<0.001	λ_9^y	0.5858	0.0139	42.0216	<0.001
λ_3^x	1.0359	0.0207	50.0066	<0.001	λ_{10}^y	0.7785	0.0091	85.2766	<0.001
λ_4^x	-0.2264	0.0178	-12.7009	<0.001	λ_{11}^y	0.7532	0.0174	43.2547	<0.001
λ_5^x	0.2914	0.0224	12.9941	<0.001	λ_{12}^y	0.6950	0.0137	50.4374	<0.001
λ_6^x	1.0328	0.0121	84.66983	<0.001	λ_{13}^y	0.3917	0.0044	88.3026	<0.001
λ_7^x	0.9534	0.0190	50.1567	<0.001	λ_{14}^y	0.7368	0.0178	41.3625	<0.001
λ_8^x	0.8362	0.0134	62.1135	<0.001	λ_{15}^y	0.8427	0.0089	94.4045	<0.001
λ_9^x	0.9761	0.0203	47.9535	<0.001	λ_{16}^y	0.7761	0.0142	54.3635	<0.001
λ_{10}^x	1.2270	0.0081	149.8750	<0.001	λ_{17}^y	0.5889	0.0177	33.2270	<0.001
λ_{11}^x	0.1796	0.0135	13.2889	<0.001	λ_{18}^y	0.8318	0.0105	78.9770	<0.001
λ_{12}^x	-0.0581	0.0095	-6.1473	<0.001	λ_{19}^y	0.8193	0.0087	94.1189	<0.001
λ_{13}^x	0.9634	0.0105	91.1771	<0.001	$\theta_{\delta,1}$	0.5476	0.0057	94.9251	<0.001
λ_{14}^x	-0.1592	0.0283	-5.6183	<0.001	$\theta_{\delta,2}$	0.3475	0.0217	15.9600	<0.001
λ_{15}^x	1.0524	0.0098	106.7492	<0.001	$\theta_{\delta,3}$	0.9868	0.0150	65.4797	<0.001
λ_{16}^x	0.1761	0.0185	9.4999	<0.001	$\theta_{\delta,4}$	0.5919	0.0024	243.7790	<0.001
λ_{17}^x	0.6259	0.0254	24.5893	<0.001	$\theta_{\delta,5}$	0.9745	0.0029	334.2461	<0.001
λ_{18}^x	0.5025	0.0154	32.5286	<0.001	$\theta_{\delta,6}$	0.5233	0.0346	15.0848	<0.001
λ_{19}^x	0.2938	0.0210	13.9847	<0.001	$\theta_{\delta,7}$	0.9915	0.0143	68.9117	<0.001
λ_{20}^x	0.8651	0.0154	55.9534	<0.001	$\theta_{\delta,8}$	0.8325	0.0256	32.4956	<0.001
λ_{22}^x	0.8519	0.0110	76.8154	<0.001	$\theta_{\delta,9}$	0.8959	0.0075	118.9273	<0.001
λ_{23}^x	0.6382	0.0109	58.2584	<0.001	$\theta_{\delta,10}$	0.9667	0.0202	47.7800	<0.001
λ_{24}^x	1.2417	0.0123	100.9300	<0.001	$\theta_{\delta,11}$	0.4041	0.0137	29.3385	<0.001
λ_{25}^x	1.0412	0.0051	203.8415	<0.001	$\theta_{\delta,12}$	0.6764	0.0113	59.6261	<0.001
λ_2^y	0.8712	0.0204	42.6423	<0.001	$\theta_{\delta,13}$	0.5376	0.0512	10.4838	<0.001
λ_3^y	0.4995	0.0207	24.1304	<0.001	$\theta_{\delta,14}$	0.9870	0.0070	140.9232	<0.001
λ_4^y	0.6197	0.0092	67.3054	<0.001	$\theta_{\delta,15}$	0.6885	0.0119	57.7167	<0.001
λ_5^y	0.8267	0.0071	115.1943	<0.001	$\theta_{\delta,16}$	0.8353	0.0171	48.8145	<0.001
λ_6^y	0.5164	0.0111	46.5436	<0.001	$\theta_{\delta,17}$	0.3301	0.0079	41.6094	<0.001
λ_7^y	0.8676	0.0160	54.1896	<0.001	$\theta_{\delta,18}$	0.9686	0.0193	50.0129	<0.001
λ_8^y	0.0149	0.0039	3.8616	<0.001	$\theta_{\delta,19}$	0.5357	0.0146	36.6119	<0.001

Tablo 4.8. DOYEKM yaklaşımıyla oluşturulan ölçüm modelinin parametre tahmin değerleri (devamı)

Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri	Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri
$\theta_{\delta,20}$	0.3899	0.0153	25.4348	<0.001	ϑ_2^x	0.5684	0.0007	809.7221	<0.001
$\theta_{\delta,21}$	0.3911	0.0142	27.3798	<0.001	ϑ_3^x	0.8315	0.0025	329.7755	<0.001
$\theta_{\delta,22}$	0.4825	0.0268	17.9762	<0.001	ϑ_4^x	0.5437	0.0046	118.0698	<0.001
$\theta_{\delta,23}$	0.1153	0.0117	9.83030	<0.001	ϑ_5^x	0.7847	0.0018	431.6177	<0.001
$\theta_{\delta,24}$	0.1065	0.0195	5.46138	<0.001	ϑ_6^x	0.6285	0.0017	353.5384	<0.001
$\theta_{\delta,25}$	0.5357	0.0146	36.6119	<0.001	ϑ_7^x	0.3569	0.0010	344.3782	<0.001
$\theta_{\epsilon,1}$	0.0610	0.0090	6.7592	<0.001	ϑ_8^x	0.4965	0.0009	528.7418	<0.001
$\theta_{\epsilon,2}$	0.1288	0.0013	97.0321	<0.001	ϑ_9^x	-0.0443	0.0032	-13.5227	<0.001
$\theta_{\epsilon,3}$	-0.0511	0.0081	-6.2884	<0.001	ϑ_{10}^x	0.4568	0.0046	98.2150	<0.001
$\theta_{\epsilon,4}$	-0.0215	0.0021	-9.8634	<0.001	ϑ_{11}^x	1.0830	0.0018	595.4748	<0.001
$\theta_{\epsilon,5}$	0.6002	0.0010	549.9787	<0.001	ϑ_{12}^x	0.6529	0.004	144.4948	<0.001
$\theta_{\epsilon,6}$	0.1128	0.000	233.3226	<0.001	ϑ_{13}^x	0.7036	0.0008	852.3383	<0.001
$\theta_{\epsilon,7}$	0.1287	0.0015	82.4679	<0.001	ϑ_{14}^x	0.9008	0.0032	277.3122	<0.001
$\theta_{\epsilon,8}$	0.1188	0.0133	8.9021	<0.001	ϑ_{15}^x	0.6677	0.0039	169.7352	<0.001
$\theta_{\epsilon,9}$	0.0910	0.0015	58.8035	<0.001	ϑ_{16}^x	0.5690	0.0034	162.9941	<0.001
$\theta_{\epsilon,10}$	0.1274	0.0025	49.7538	<0.001	ϑ_{17}^x	0.6318	0.0050	125.0485	<0.001
$\theta_{\epsilon,11}$	0.1254	0.0004	271.1844	<0.001	ϑ_{18}^x	0.7828	0.0019	409.4710	<0.001
$\theta_{\epsilon,12}$	0.1334	0.0012	103.9860	<0.001	ϑ_{19}^x	0.5767	0.0035	161.3484	<0.001
$\theta_{\epsilon,13}$	0.07757	0.0011	68.5682	<0.001	ϑ_{20}^x	0.5684	0.0007	777.4721	<0.001
$\theta_{\epsilon,14}$	0.0957	0.0006	163.7122	<0.001	ϑ_{22}^x	0.5375	0.0046	114.7281	<0.001
$\theta_{\epsilon,15}$	0.1264	0.0009	132.5410	<0.001	ϑ_{23}^x	0.1486	0.0761	111.9535	<0.001
$\theta_{\epsilon,16}$	0.0801	0.0146	5.4579	<0.001	ϑ_{24}^x	0.8417	0.0032	262.3044	<0.001
$\theta_{\epsilon,17}$	0.1326	0.0098	13.4130	<0.001	ϑ_{25}^x	0.7600	0.0051	148.3131	<0.001
$\theta_{\epsilon,18}$	0.0906	0.0011	78.5789	<0.001	ϑ_2^y	0.0061	0.0012	4.7556	<0.001
$\theta_{\epsilon,19}$	0.1193	0.0013	85.7864	<0.001	ϑ_3^y	0.0305	0.0029	10.4510	<0.001

Tablo 4.8. DOYEKM yaklaşımıyla oluşturulan ölçüm modelinin parametre tahmin değerleri (devamı)

Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri	Parametre	Tahmin değeri	Standart hata	Z değeri	p değeri
ϑ_4^y	0.0216	0.0015	13.7614	<0.001	ϑ_{13}^y	-0.0028	0.0008	-3.3053	<0.001
ϑ_5^y	0.0266	0.0014	18.4163	<0.001	ϑ_{14}^y	0.0244	0.0006	36.4539	<0.001
ϑ_2^y	0.0061	0.0012	4.7556	<0.001	ϑ_{15}^y	-0.0058	0.0014	-3.9673	<0.001
ϑ_3^y	0.0305	0.0029	10.4510	<0.001	ϑ_{16}^y	0.0269	0.0031	8.5068	<0.001
ϑ_4^y	0.0126	0.0016	13.7615	<0.001	ϑ_{17}^y	0.0030	0.0033	0.8870	<0.001
ϑ_5^y	0.0266	0.0014	18.4163	<0.001	ϑ_{18}^y	0.0160	0.0012	12.7730	<0.001
ϑ_6^y	-0.0080	0.0008	-9.3768	<0.001	ϑ_{19}^y	0.0120	0.0011	10.3452	<0.001
ϑ_7^y	0.0211	0.0014	14.7054	<0.001	Φ_1	0.0061	0.0045	1.3599	<0.001
ϑ_8^y	0.0149	0.0038	3.8616	<0.001	Φ_2	0.0265	0.0207	1.2820	<0.001
ϑ_9^y	0.0331	0.0019	18.1946	<0.001	Φ_3	-0.0047	0.0081	-0.5883	<0.001
ϑ_{10}^y	0.6431	0.0017	361.9365	<0.001	τ_1	-0.0015	0.0130	-0.1187	<0.001
ϑ_{11}^y	0.0331	0.0008	39.6045	<0.001	τ_2	-0.0036	0.0034	-1.0068	<0.001
ϑ_{12}^y	0.0032	0.0009	3.5171	<0.001					

4.6. Model Karşılaştırmaları

Tablo 4.9’da doğrusal olmayan yapısal eşitlik modeli yaklaşımlarıyla oluşturulan modelleri karşılaştırmak için kullanılan AIC, SBIC ve loglikelihood test istatistiği sonuçları verilmiştir. AIC ve SBIC kriterlerine göre; en küçük AIC ve SBIC değerlerine sahip modelin en iyi/uygun model olarak kabul edildiğinden, DOYEKM yaklaşımıyla elde edilen modelin bu durumda en uygun model olduğu söylenebilir.

Tablo 4.9. Model karşılaştırmaları

	AIC	SBIC	Loglikelihood
GMYE	18561.7200	18886.2500	-9190.8620
YEKM	4371.9330	4313.3430	-2183.9670
DOYEKM	2460.2100	1934.6700	-750.6900

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

YEM, gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki nedensel ve karşılıklı ilişkilerin bir arada bulunduğu modelleri incelemek için kullanılan önemli bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımla araştırmacıların değişkenler arasındaki doğrudan veya dolaylı ilişkileri incelemesi mümkün olmaktadır. Birçok alanda olduğu gibi sağlık alanında da bu tarz ilişkileri incelemek için klasik YEM yaklaşımından yararlanıldığı görülmektedir.^{84,85,86,87} YEM ile klasik yaklaşımların çoğunun önemli bir ortak özelliği hepsinin doğrusal temelli olmasıdır. Bu nedenle yapısal eşitlik modellemesi kullanıldığında sıklıkla gözlenen ve gizli değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olduğu varsayılmaktadır. Ayrıca veri setinin kompleks olduğu ve çok değişkenli normal dağılıma uygun olmadığı durumlarda klasik yöntemler her zaman iyi sonuç vermemektedir. Klasik YEM uygulamaları, literatürde son yıllarda fazla popüler olmasına rağmen, varsayımlar sağlanmadığı durumlarda hem YEM'e alternatif olabilecek yaklaşımların hem de bu alanda uygulamaların sınırlı sayıda olması dikkat çekmektedir. Daha önce doğrusal olmayan yapısal eşitlik modellemesine ilişkin yapılan çalışmalarda GMYE, YEKM ve DOYEKM yaklaşımlarının kullanıldığı çalışma sayısının az olmasının yanı sıra, sağlık alanında yapılan çalışmaların da sınırlı sayıda olduğu gözlenmiştir.^{88,89,90} Bu tez çalışmasında uygulanan doğrusal olmayan ilişkilerin varlığı durumunda kullanılabilecek en önemli YEM yaklaşımları ele alınmıştır. Birincisi, etkileşim etkisi veya ikinci dereceden etkiler gibi doğrusal olmayan ilişki türlerini analiz etmek için gizil değişkenleri kullanan GMYE yaklaşımı, ikinci yaklaşım ise doğrusal olmayan gizil değişkenlerin doğrusal ilişkilerin karışımları ile tahminlemesi için kullanılan bir teknik olan YEKM'dir. Ardından bu iki yaklaşımın birlikte kullanıldığı yarı parametrik yaklaşım olarak geliştirilen DOYEKM'dir. Bu yaklaşımlar sayesinde klasik YEM'de varsayımların sağlanmadığı durumlarda veri kaybetmeden zaman kazandıracak ve güvenilirliği yüksek yapısal eşitlik modelleri oluşturmak mümkün olacaktır. Bu tez çalışmasının uygulama aşamasında, Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencilerinin yalnızlık ve yaşam doyumunun internet bağımlılığı üzerindeki etkileri doğrusal olmayan YEM yaklaşımları kullanılarak araştırılmıştır. Araştırma modeli oluşturulurken, UCLA yalnızlık ölçeği, yaşam doyumu ölçeği ve internet bağımlılığı ölçeği kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları incelendiğinde, doğrusal olmayan yapısal eşitlik karışım modellemesi yaklaşımının diğer iki yaklaşıma göre daha kullanışlı olduğu görülmüştür. Yalnızlık gizil değişkeninin internet bağımlılığı

üzerinde anlamlı pozitif bir etkisi olduğu, yaşam doyumu gizil değişkeninin ise anlamlı negatif bir etkisi olduğu saptanmıştır. Ayrıca hem yalnızlık ve yaşam doyumu gizil değişkenlerinin etkileşim etkisinin hem de yaşam doyumu gizil değişkeninin karesel etkisinin anlamlı düzeyde negatif etkilere sahip oldukları bulunmuştur.

Schoenfeld (2011)'e göre, internetin hayatımızda fazlaca yer alması ile son yıllarda üzerinde sıkça durulan bir kavram olmuştur. 20-25 yıl öncesine kadar internetin kullanımı, iş dünyası ve akademik çevrelerce küçük bir grubun kullanımındayken günümüzde internete erişim olanağının olduğu tüm modern toplumlar interneti gündelik yaşamlarının içinde az veya çok mutlaka kullanmaktadırlar.⁹¹ Ümmet ve Ekşi (2013)'ye göre üzerinde durulması gereken asıl konu, bilgisayarın ve internetin ne kadar süreyle ve hangi amaçlarla kullanıldığı, başka bir deyişle kişinin internette ve burada geçirdiği zamana yüklediği anlamdır. Kişinin internet bağımlısı olup olmadığının ayırt edilmesinde en önemli kriter bu olacaktır.⁹²

Literatürde internet bağımlılığını etkileyen etmenlerin klasik YEM yaklaşımıyla incelendiği çalışma sayısının sınırlı olduğu göze çarpmaktadır.^{93,94,95,96} Hsieh ve arkadaşlarının (2019), Tayvan'da kolej öğrencileri (n=500) ile yaptıkları araştırmada mediatör değişken olarak belirledikleri psikolojik katılık ve yaşantısal kaçınma değişkeni aracılığıyla internet bağımlılığı ve öz kimlik karmaşası arasındaki ilişkiyi YEM yaklaşımıyla incelenmiştir. Öz kimlik karmaşası şiddetinin internet bağımlılık şiddetini doğrudan ve dolaylı olarak etkilediğini tespit etmişlerdir.⁹³ Mo ve arkadaşları (2018), Hong Kong'daki 862 ortaokul öğrencisi üzerinde yaptıkları çalışmada duygu düzenleme güçlüğü, sosyal destek ve internet bağımlılığı arasındaki ilişkiyi YEM yaklaşımıyla araştırmışlardır. İnternet bağımlılığı üzerinde duygu düzenleme güçlüğü'nün potansiyel bir risk faktörü olduğunu sosyal desteğin ise potansiyel bir koruyucu faktör olduğunu saptamışlardır. Özellikle sosyal desteğin, duygu düzenleme güçlüğü ve internet bağımlılığı üzerindeki rolünün kız öğrenciler arasında daha güçlü olduğunu bulmuşlardır.⁹⁴ Lu ve arkadaşları (2017) tarafından, Tayvan'da 500 üniversite öğrencisi ile yaptıkları çalışmada, mediatör değişken olarak belirledikleri ruh sağlığı sorunları aracılığıyla internet bağımlılığı ve borderline kişilik bozukluğu semptomları arasındaki ilişkiyi YEM yaklaşımıyla incelenmiştir. Borderline kişilik bozukluğu semptomlarının

internet bağımlılığı şiddetini doğrudan ve dolaylı olarak etkilediğini tespit etmişlerdir.⁹⁵ Chou ve arkadaşları (2017), Tayvan'da üniversite öğrencilerinde (n=500) mediatör değişken olarak belirledikleri ruh sağlığı sorunları aracılığıyla internet bağımlılığı ve psikolojik katılık-yaşantısal kaçınma değişkenleri arasındaki ilişkiyi YEM yaklaşımıyla incelemişlerdir. Psikolojik katılık-yaşantısal kaçınma şiddetinin internet bağımlılık şiddetini doğrudan ve dolaylı olarak etkilediğini belirlemişlerdir.⁹⁶

Bu bahsedilen araştırmalardan farklı olarak bu tez çalışmasında hem klasik YEM yaklaşımları yerine doğrusal YEM yaklaşımları kullanılmış hem de internet bağımlılığını etkileyen farklı faktörler ele alınarak araştırma modeli oluşturulmuştur.

Ögel (2014)'e göre, internet bağımlılığında diğer bir neden ise yalnızlıktır. İnternet bağımlılığı için yalnızlık bir sebep ve bir sonuç olarak ele alınabilir. Kişiyi internet kullanımına iten sebep, bireyin toplum içerisinde yalnız kalmasıyla açıklanabilmesinin yanında kişinin aşırı internet kullanımı nedeniyle zamanla toplumdan soyutlanarak yalnız kalmasından kaynaklı olabileceği de ileri sürülmüştür.⁹⁷ Ümmet ve Ekşi (2016)'ye göre, bireyin yaşadığı yalnızlık duygusu ile olumsuz psikolojik göstergeler arasında yakın ilişkiler olduğunu gösteren birçok araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmalar daha çok düşük yaşam doyumu, akademik ve sosyal başarısızlıklar, olumsuz sosyal davranışlar, depresyon, intihar eğilimi, düşük benlik saygısı vb. konulara odaklanmıştır.⁹⁸ Wang ve diğerlerine (2008) göre internette fazla zaman geçirmek, kişilerarası ilişkilerde bozulmaya, akademik başarıda düşüşe neden olmaktadır. Sorunlardan kaçış için bir bahane olarak kullanılarak bireylerin yaşam doyumlarını olumsuz yönde etkilemektedir.⁹⁹

Literatürde, yaşam doyumunun internet bağımlılığı üzerindeki etkisi ve yalnızlığın internet bağımlılığı üzerindeki etkisi sıklıkla araştırılan bir konu olmasına rağmen yaşam doyumu ve yalnızlığın internet bağımlılığı üzerindeki etkisini birlikte inceleyen çalışma sayısı azdır. Çalışmamızın sonuçları literatüre katkı sağlaması açısından önemlidir. Engelberg ve Sjoberg'e (2004) göre internet bağımlılığı yüksek olan bireylerin yalnızlık düzeyleri yüksek ve sosyal ve duygusal becerileri düşük düzeydedir.¹⁰⁰ Moody (2001), internet bağımlısı olan bireylerin duygusal yalnızlık düzeylerinin yüksek ancak yalnızlık

düzeylerinin ise düşük olduğunu ortaya koymuştur.¹⁰¹ Kim, La Rose ve Peng'e (2009) göre yalnız olan veya bir başkasıyla etkili iletişim kuracak etkili sosyal becerilere sahip olmayan bireyler kompulsif internet kullanımı davranışı gösterirler. Ayrıca bu kullanımdan ötürü yalnızlık ve sosyal beceri eksikliğinden kaynaklı var olan problemlerinin yanı sıra başka yaşam sorunları da yaşamaya başlarlar. Bu bireyler yüz yüze iletişimin sürdüğü sosyal hayattan koparak adeta sanal dünyaya hapsolarak sanal bir yalnızlığa gömülürler. Birey yalnızlık durumunu internetle birlikte daha da yoğun bir şekilde yaşar ve internet olanakları ile bu durum desteklenir hâle gelir.¹⁰² Soydan (2015) üniversite öğrencileri üzerinde yaptığı çalışmada internet bağımlılığını depresyon ve yaşam doyumu ile inceleyen yaşam doyumunun internet bağımlılık düzeyinin artmasına bağlı olarak azaldığını aktarmıştır.¹⁰³ Çalışmamızda yalnızlık gizil değişkeninin internet bağımlılığı gizil değişkeni üzerinde pozitif yönde ilişkisi olduğu saptanmıştır. Bu sonucun internet bağımlılığı ile yalnızlığın ilişkili olduğuna dair araştırma sonuçlarıyla tutarlılık göstermektedir.^{100,101,104,105,106,107,108,109,110} Ayrıca, yaşam doyumu gizil değişkeninin internet bağımlılığı gizil değişkeni üzerinde negatif yönlü bir etkisinin olduğu görülmektedir. Yani yaşam doyumu yüksek olan bireylerin internette daha az zaman harcadıkları söylenebilir. Literatürde yaşam doyumu ve internet bağımlılığı arasındaki ilişki konusunda sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Çalışma bulgularımız yapılan araştırmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.^{99,104,111,112,113,114}

Bu tez çalışmasıyla uygulama alanında sık kullanılmayan doğrusal olmayan YEM yaklaşımları ele alınmış ve bu modelleme yaklaşımları yardımıyla üniversite öğrencilerinin yalnızlık ve yaşam doyumu faktörlerinin internet bağımlılığı üzerindeki rolleri saptanmıştır. Doğrusal olmayan YEM yaklaşımları sayesinde, internet bağımlılığına etki eden faktörlerin etkileşim etkisi ve ikinci dereceden etkiler gibi dolaylı etkilerini incelemek mümkün olmuştur. Böylece literatürde konuyla ilgili yapılmış çalışmalara katkı sağlayacak nitelikte sonuçlar elde edilmiştir.^{93,94,95} Sonuç olarak; doğrusal olmayan YEM yaklaşımlarının avantajlarından dolayı özellikle sağlık ve davranış bilimleri başta olmak üzere tüm alanlarda bu yaklaşımların yaygın bir şekilde kullanılmasını önermekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Khine MS. (Ed). Application of structural equation modeling in educational research and practice. SensePublishers, 2013.
2. Cangür Ş. Yapısal Eşitlik Modellemesinde Kullanılan Model Uyum indekslerinin Karşılaştırılması. 2012, Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 152 sayfa, Bursa, (Doç. Dr. İlker Ercan).
3. Kelloway EK. Using LISREL for structural equation modeling: A researcher's guide. Sage; 1998.
4. Gefen D, Straub D, Boudreau MC. Structural equation modeling and regression: Guidelines for research practice. Communications of the association for information systems; 2000;4(1):7.
5. Bayram N. Yapısal eşitlik modellemesine giriş amos uygulamaları. Ezgi Kitabevi, 2010.
6. Alkış N. Bayes Yapısal Eşitlik Modellemesi Kavramlar ve Genel Bakış. Gazi İşletme Dergisi. 2016;3:105-116.
7. Çelik HE. Yapısal Eşitlik Modellemesi ve Bir Uygulama: Genişletilmiş Online Alışveriş Kabul Modeli. 2009, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 295 sayfa, Eskişehir, (Doç. Dr. Veysel Yılmaz).
8. Cangür Ş. Path Analizi Tekniği. 2006, Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 72 sayfa, Bursa, (Yrd. Doç. Dr. Bülent Ediz).
9. Bollen KA. Structural equations with latent variables, New York: Wiley, 1989:bp. 226-395.
10. Schumacker RE. Lomax RG. A beginner's guide to structural equation modeling second edition, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 2004: p.498.
11. Kline BR. Principles and practice of structural equation modeling. 2nd Ed. The New York: Guilford Press, 2011: p.91-209.
12. Altındağ İ. Bayesçi Doğrusal Olmayan Yapısal Eşitlik Modellemesi. 2015, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 163 sayfa, Konya, (Prof. Dr. Aşır Genç).
13. Caplan D, Depaoli S. Bayesian statistical methods. Oxford handbook of quantitative methods, 2013: p.407-437.

14. Byrne BM. Structural Equation Modeling with LISREL, PIRELIS and SIPMLIS: Basic Concepts, Applications and Programming. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 1998: p.412.
15. Busemeyer JR, Jones LE. Analysis of multiplicative combination rules when the causal variables are measured with error. *Psychological Bulletin*. 1983;93:549-562.
16. Kelava A, Werner C, Schermelleh-Engel K, Moosbrugger H, Zapf D, Ma Y, Cham H, Aiken LS, West SG. Advanced Nonlinear Structural Equation Modeling: Distribution Analytic LMS and QML Estimators of Interaction and Quadratic Effects. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*. 2011;18(3):465–491. doi:10.1080/10705511.2011. 582408.
17. Marsh HW, Wen Z, Hau KT. Structural Equation Models of Latent Interactions: Evaluation of Alternative Estimation Strategies and Indicator Construction. *Psychological Methods*. 2004;9(3):275–300. doi:10.1037/1082-989x.9.3.275
18. Moulder BC, Algina J. Comparison of Methods for Estimating and Testing Latent Variable Interactions. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*. 2002;9(1):1–19. doi:10.1207/s15328007sem0901_1.
19. Umbach, N, Naumann K, Brandt H, Kelava A. Fitting Nonlinear Structural Equation Models in R with Package nlsem, *Journal of Statistical Software*. 2017; 77(7):2343.
20. Kelava A, Nagengast BA. Bayesian Model for the Estimation of Latent Interaction and Quadratic Effects When Latent Variables Are Non-Normally Distributed. *Multivariate Behavioral Research*. 2012;47(5):717-742.
21. Kelava A, Brandt H. A General Nonlinear Multilevel Structural Equation Mixture Model. *Frontiers in Psychology*, 2014;5(748):1–16.
22. Kelava A, Nagengast B, Brandt H. A Nonlinear Structural Equation Mixture Modeling Approach for Non-Normally Distributed Latent Predictor Variables. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 2014;21(3):468–481. doi:10.1080/10705511. 2014.915379.
23. Bauer DJ. A Semiparametric Approach to Modeling Nonlinear Relations among Latent Variables. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*. 2005;12(4):513–535. doi:10.1207/s15328007sem1204_1.
24. Jedidi K, Jagpal HS, De Sarbo WS. STEMM: A General Finite Mixture Structural Equation Model. *Journal of Classification*. 1997;14(1):23–50.

25. Raykov T, Marcoulides GA. A first course in structural equation modeling, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 2006:238.
26. Çelik HE, Yılmaz V. Lisrel 9.1. ile Yapısal Eşitlik Modellemesi. Ankara: Anı yayıncılık; 2013.
27. Akgeç E. Çok Seviyeli Yapısal Eşitlik Modellemesi ve Bir Uygulama. 2018, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 133 sayfa, Konya, (Prof. Dr. Nimet Yapıcı Pehlivan).
28. Bradley CS. Confirmatory Factor Analysis of the Debriefing for Meaningful Learning Inventory. Clinical Simulation in Nursing, 2017;10:1-6.
29. Cangür Ş. Araştırma Görevlilerinin İş Tatminine Etki Eden Faktörlerin Yapısal Eşitlik Modelleriyle Belirlenmesi . 2004, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 150 sayfa, Eskişehir, (Yrd. Doç. Dr. Veysel Yılmaz).
30. Meydan CH, Şeşen H. Yapısal eşitlik modellemesi AMOS uygulamaları. Ankara: Detay Yayıncılık, 2011.
31. Madigan DJ. Confirmatory factor analysis of the Multidimensional Inventory of Perfectionism in Sport. Psychology of Sport and Exercise, 2014;26:48-51.
32. Çokluk Ö, Şekercioğlu G, Büyüköztürk Ş. Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları. Ankara: Pegem Akademi, 2012.
33. Taşkın Ç, Akat Ö. Araştırma yöntemlerinde yapısal eşitlik modelleme: LISREL ile marka değeri ölçümü örnekleri. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım; 2010.
34. Anıl D, Güzeller CO. Seviye belirleme sınavı fen ve teknoloji alt testi ile diğer alt testler arasındaki ilişkinin yol analizi ile incelenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 2011;11(1):1-10.
35. Golob TF. Structural equation modeling for travel behavior research. Transportation Research Part B: Methodological. 2003;37:1-25.
36. Caplan D. Structural equation modeling: Foundations and extensions. United States of America: Sage Publications, 2008.
37. Grimm KJ, Ram N, Estabrook R. Growth modeling: Structural equation and multilevel modeling approaches. United States of America: Guilford Publications, 2018.
38. Albright JJ, Park HM Confirmatory factor analysis using Amos, LISREL, Mplus and SAS/STAT CALIS. The Trustees of Indiana University. [Electronic Journal]. <https://scholarworks.iu.edu/dspace/handle/2022/19736>. 2009.

39. Cangur S, Ercan I (2015). Comparison of Model Fit Indices Used in Structural Equation Modeling Under Multivariate Normality. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 14(1), 152-167.
40. Reisinger Y, Turner L. Structural equation modeling with: LISREL: application in tourism. *Tourism Management*. 1999;20:71-84.
41. Bentler PM, Dudgeon P. Covariance structure analysis: statistical practice, theory and directions. *Annual Review of Psychology*. 1996;47:563-592.
42. Finney SJ, Distefano C. Nonnormal and categorical data in structural equation modeling. In Hancock GR, Mueller RO (Eds). *Structural equation modelling: second course*. Greenwich: Information Age Publishing, 2006: p.269-314.
43. Kuş G. Yapısal eşitlik modellemesinde tahmin yöntemleri. 2014, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 97 sayfa, Adana, (Doç. Dr. Güzin Yüksel).
44. Umurca SN. GSM operatörlerinin hizmet kalitesi ile müşteri memnuniyeti arasındaki ilişkinin yapısal eşitlik modellemesi ile araştırılması. 2017, İstanbul Aydın Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 85 sayfa, İstanbul, (Yrd. Doç. Dr. Uğur Şener).
45. Kaya Ş. Yapısal eşitlik modellemesi: Baş dönmesi, kaygı ve bedensel duyuları abartma ilişkisi. 2014, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 130 sayfa, Bursa, (Prof. Dr. Muhammet Mustafa Aytaç, Doç. Dr. Songül Aksoy).
46. Arslan N. Yapısal eşitlik modellemesi ile iş tatmini, örgütsel bağlılık ve tükenmişlik ilişkisinin incelenmesi: Kamu kurumunda bir uygulama. 2019, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 113 sayfa, Bursa, (Doç. Dr. Sevda Gürsakal).
47. Tabachnick BG, Fidell LS, Ullman, JB. *Using Multivariate Statistics*. 4th Ed. Boston, MA: Pearson; 2007.
48. Öz H. Cep telefonu pazarında müşteri sadakatinin yapısal eşitlik modellemesi ile incelenmesi: öğretim elemanları üzerine bir araştırma. 2019, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 106 sayfa, İstanbul, (Dr. Öğretim Üyesi Hakan Pektaş).
49. Baron RM, Kenny DA. The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1986;51(6):1173-1182.

50. Bayram N, Sosyal Bilimlerde SPSS İle Veri Analizi, 2.baskı, Bursa, Ezgi Kitabevi; 2009:17-18.
51. Yılmaz V, Dilbudak ZG. Aracı Değişken Etkisinin İncelenmesi: Yüksek Hızlı Tiren İşletmeciliği Üzerine Bir Uygulama. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi. 2018;14(2): 517-534.
52. Civelek ME. Yapısal Eşitlik Metodolojisi. İstanbul:Beta, 2018.
53. Cha E, Sanderson M, Renter D, Jager A, Cernicchiaro N, Bello NM. Implementing structural equation models to observational data from feedlot production systems, Preventive veterinary medicine. 2017;147:163-171.
54. Şimşek ÖF. Yapısal Eşitlik Modellemesine Giriş Temel İlkeler ve Lisrel Uygulamaları. Ankara: Ekinoks, 2007.
55. Bayram N, Bilgel F, Gönül NB. Social Exclusion and Quality of Life: An Empirical Study from Turkey. Soc Indic Res. 2018;105:109-120.
56. Schermelleh-Engel K, Werner CS, Klein AG, Moosbrugger H. Nonlinear Structural Equation Modeling: Is Partial Least Squares an Alternative. AStA Advances in Statistical Analysis. 2010;94:167-184.
57. Gerhard C, Büchner RD, Klein AG, Schermelleh-Engel K. A fit index to assess model fit and detect omitted terms in nonlinear SEM. Structural Equation Modeling. A Multidisciplinary Journal. 2017;24(3):414-42.
58. Pflieger PI. Exploring Fit for Nonlinear Structural Equation Models. 2019, Brigham Young University ,Theses and Dissertations, 7370.
59. Lee SY, Structural equation modeling: A Bayesian approach. John Wiley & Sons; 2007.
60. Lee SY, Song XY. Basic and advanced Bayesian structural equation modeling: With applications in the medical and behavioral sciences. John Wiley & Sons; 2012.
61. Erkan G. Klasik ve Bayesci yapısal eşitlik modellerinde parametre tahminlerinin karşılaştırılması: Sıralı kategorik verilerle bir uygulama. 2019, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 109 sayfa, Ankara, (Prof. Dr. Hasan Hüseyin Tatlıdil).
62. Dimitruk P, Schermelleh-Engel K, Kelava A, Moosbrugger H. Challenges in nonlinear structural equation modeling. Methodology. 2007;3:100-114.
63. Klein AG, Moosbrugger H. Maximum likelihood estimation of latent interaction effects with the LMS method. Psychometrika. 2000;65:457-474.

64. Moosbrugger H, Schermelleh-Engel K, Klein A. Methodological problems of estimating latent interaction effects. [Electronic Journal]. <http://www.pabst-publishers.de/mpr/> 1997;2:95–111.
65. Moosbrugger H, Kelava A, Klein A, Schermelleh-Engel K. Testing Multiple Nonlinear Effects in Structural Equation Modeling: A Comparison of Alternative Estimation Approaches, Theo T, Khine MS (Eds). Structural Equation Modelling in Educational Research: Concepts and Applications. Rotterdam: Sense Publishers, 2009: p.103-136.
66. Korkmaz S, Göksülük D, Zararsız G. MVN: Çok değişkenli Normal dağılıma Uygunluğun belirlenmesi için bir R paketi, http://yunus.hacettepe.edu.tr/~selcuk.korkmaz/Korkmaz_MVN.pdf, XVI. Ulusal Biyoistatistik Kongresi, 10-12 Eylül 2014, Antalya.
67. Kelava A, Moosbrugger H, Dimitruk P, Schermelleh-Engel K. Multicollinearity and missing constraints: A comparison of three approaches for the analysis of latent nonlinear effects. *Methodology*, 2008;4:51–66.
68. Grewal R, Joseph A, Baumgartner H, Baumgartner C. Multicollinearity and Measurement Error in Structural Equation Models: Implications for Theory Testing. *Marketing Science*. 2004;23(4):519-529.
69. Wall M, Amemiya Y. Nonlinear Structural Equation Modeling as a Statistical Method, *Handbook of Computing and Statistics with Applications*, 2007;1:321-343.
70. Jöreskog KG, Yang F, Marcoulides G, Schumacker, R. Nonlinear structural equation models: The Kenny-Judd model with interaction effects. *Advanced structural equation modeling: Issues and techniques*. 1996;3:57-88.
71. Klein A, Moosbrugger H, Schermelleh-Engel K, Frank D. A new approach to the estimation of latent interaction effects in structural equation models. *Ludus & Lucius*. 1997;6:479-486.
72. Lusch RF, Brown JR. Interdependency, contracting, and relational behavior in marketing channels. *Journal of Marketing*. 1996;60:19–38.
73. Brandt H, Umbach N, Kelava A. The Standardization of Linear and Nonlinear Effects in Direct and Indirect Applications of Structural Equation Mixture Models for Normal and Nonnormal Data. *Frontiers in Psychology*. 2015;6:748.
74. Nedir R programı ve neden R?, <https://www.linkedin.com/pulse/nedir-r-program%C4%B1-ve-neden-murat-ak%C5%9Fit>, Erişim tarihi: 09.09.2019.

75. Schermelleh-Engel K, Moosbrugger H, Müller H. Evaluating the fit of structural equation models: Test of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research*. 2003;8(2):23-74.
76. Schwarz G. Estimating the Dimensions of a model. *The Annals of Statistical*. 1978;6:461-464.
77. G. Rodriguez, Review of Likelihood Theory. Appendix A. <https://data.princeton.edu/wws509/notes/a1.pdf>. November 2001;1.
78. Demir A. UCLA yalnızlık ölçeğinin geçerlik ve güvenirliği. *Psikoloji Dergisi*. 1989;7(23):14-18.
79. Özkaya G. Üniversite öğrencilerinin yalnızlık düzeyleri ile umutsuzluk ve yaşam doyumu arasındaki ilişki. 2017, Haliç Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Psikoloji Anabilim Dalı, Uygulamalı Psikoloji Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 79 sayfa, İstanbul, (Yrd. Doç. Dr. Ayşegül Yetkin).
80. Çim Ö, Alpar Ö, Algür S. Üniversite Öğrencilerinde Yalnızlık: Akdeniz Üniversitesinde Yapılan Ampirik Bir Araştırma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. 2014;13(48):200-215.
81. Çeçen A . Öğrencilerin Cinsiyetlerine ve Ana baba Tutum Algılarına Göre Yalnızlık ve Sosyal Destek Düzeylerinin İncelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*. 2008;6(3):415-431.
82. Korkmaz Ö, Şahin C. İnternet Bağımlılığı Ölçeğinin Türkçe'ye Uyarlanması. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*. 2011;32:101-115.
83. Karatekin H. Benlik Yapılarına Göre Başa Çıkma Stratejileri ve Yaşam Doyumunun İncelenmesi. 2013, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 103 sayfa, Ankara, (Prof. Dr. Hasan Bacanlı).
84. Peng L, She R, Gu J, Hao C, Hou F, Wei D, Li J. The mediating role of self-stigma and self-efficacy between intimate partner violence (IPV) victimization and depression among men who have sex with men in China. *BMC Public Health*. 2020;20(1):2. doi: 10.1186/s12889-019-8125-y.
85. Cangur S, Balbay EG, Ankaralı H, Berik S. Evaluation of the functional status of patients with chronic obstructive pulmonary disease via the modeling approach. *Ethiopian Journal of Health Development*. 2019;33(2):81-87.
86. O'Brien KH. Dimensions of burn survivor distress and its impact on hospital length of stay: A national institute on disability, independent living, and

- rehabilitation research burn model system study. *Journal of the International Society for Burn Injuries*. 2019; 4179(19)30584-4.
87. Mestre-Bach G, Steward T, Potenza MN, Granero R, Fernández-Aranda F, Mena-Moreno T, Magaña P, Vintró-Alcaraz C, Del Pino-Gutiérrez A, Menchón JM, Jiménez-Murcia S. The Role of ADHD Symptomatology and Emotion Dysregulation in Gambling Disorder. *Journal of Attention Disorders*. 2019; 30:1087054719894378. doi: 10.1177/1087054719894378.
88. Liu H, Jin IH, Zhang Z. Structural Equation Modeling of Social Networks: Specification, Estimation, and Application. *Multivariate Behavioral Research*. 2018;53(5):714-730. doi: 10.1080/00273171.2018.1479629.
89. Rdz-Navarro K, Alvarado JM. Reexamining Nonlinear Structural Equation Modeling Procedures: The Effect of Parallel and Congeneric Measures. *Multivariate Behavioral Research*. 2015;50(6):645-61.
90. Hoyer J, Klein A. Self-reflection and well-being: is there a healthy amount of introspection? *Psychological Reports*. 2000;86(1):135-41.
91. Schoenfeld D, Yan Z. Prevalence and correlates of Internet addiction in undergraduate students as assessed by two different measure. *International Journal of Cyber Behavior*. 2011;2(2):19.
92. Ekşi F, Ümmet D. Internet addiction as a problem of interpersonal communication and cyber bullying: Evaluation in terms of psychological consultation. *Journal of Values Education*. 2013;11(25), 91–115.
93. Hsieh KY, Hsiao RC, Yang YH, Lee KH, Yen CF. Relationship between Self-Identity Confusion and Internet Addiction among College Students: The Mediating Effects of Psychological Inflexibility and Experiential Avoidance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(17):3225 doi: 10.3390/ijerph16173225.
94. Mo PKH, Chan VWY, Chan SW, Lau JTF. The role of social support on emotion dysregulation and Internet addiction among Chinese adolescents: A structural equation model. *Journal Behavioral Addiction*. 2018;82:86-93. doi: 10.1016/j.addbeh.2018.01.027.
95. Lu WH, Lee KH, Ko CH, Hsiao RC, Hu HF, Yen CF. Relationship between borderline personality symptoms and Internet addiction: The mediating effects of mental health problems. *Journal Behavioral Addiction*. 2017;6(3):434-441. doi: 10.1556/2006.6.2017.053.

96. Chou WP, Lee KH, Ko CH, Liu TL, Hsiao RC, Lin HF, Yen CF. Relationship between psychological inflexibility and experiential avoidance and internet addiction: Mediating effects of mental health problems. *Psychiatry Research*. 2017;257:40-44. doi: 10.1016/j.psychres.2017.07.021.
97. Ögel K. İnternet Bağımlılığı İnternetin Psikolojisini Anlamak ve Bağımlılıkla Başa Çıkmak, 2. Baskı. İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2014.
98. Ümmet D, Ekşi F. Türkiyedeki genç yetişkinlerde internet bağımlılığı: Yalnızlık ve sanal ortam yalnızlık bağlamında bir inceleme. *Addicta: The Turkish Journal on Addictions*. 2016;3(1): 29-53.
99. Wang EST, Chen LS, Lyin JYC, Wang MCH. The Relationship Between Leisure Satisfaction And Life Satisfaction Of Adolescents concerning online games. *Adolescence*. 2008;43(169):177-84.
100. Engelberg E, Sjöberg L. Emotional intelligence, affect intensity, and social adjustment. *Personality and individual differences*. 2004;37(3):533-542.
101. Moody EJ. Internet use and its relationship to loneliness. *Cyber Psychology & Behavior*. 2001;4(3): 93-401.
102. Kim J, Larose R, Peng W. Loneliness as the cause and the effect of problematic Internet use: The relationship between Internet use and psychological well-being. *CyberPsychology & Behavior*. 2009;12(4):451-455.
103. Soydan ZM. Üniversite Öğrencilerinin İnternet Bağımlılığı ile Depresyon ve Yaşam Doyumu Arasındaki İlişki. 2015, Haliç Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 108 sayfa, İstanbul, (Prof. Dr. Mustafa Özkan Pektaş).
104. Caplan SE. Preference for online social interaction: A theory of problematic Internet use and psychosocial well-being. *Communication Research*. 2003;30(6):625–648.
105. Kurtaran GT. İnternet bağımlılığını yordayan değişkenlerin incelenmesi. 2008, Mersin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 92 sayfa, Mersin, (Yrd. Doç. Dr. Zülal Erkan).
106. Batıgün AD, Hasta D. İnternet Bağımlılığı: Yalnızlık ve Kişilerarası İlişki Tarzları Açısından bir Değerlendirme. *Anadolu Psikiyatri Dergisi*. 2010;11:213-219.
107. Esen E, Siyez DM. Ergenlerde internet bağımlılığını yordayan psiko-sosyal değişkenlerin incelenmesi. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*. 2011;4(36):127-138.

108. Ayaş T, Horzum MB. İlköğretim öğrencilerinin internet bağımlılığı ve aile tutumu. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*. 2013; 4(39):46-47.
109. Ezoe S, Toda M. Relationships of loneliness and mobile phone dependence with Internet addiction in Japanese medical students. *Open Journal of Preventive Medicine*. 2013;3(6):407-412.
110. Morsünbül Ü. İnternet bağımlılığının bağlanma stilleri, kişilik özellikleri, yalnızlık ve yaşam doyumu ile ilişkisi. *International Journal of Human Sciences*. 2014;11(1):357-372.
111. Batıgün AD, Kılıç, N. İnternet bağımlılığı ile kişilik özellikleri, sosyal destek, psikolojik belirtiler ve bazı sosyo-demografik değişkenler arasındaki ilişkiler. *Türk Psikoloji Dergisi*. 2011;26(67):1-10.
112. Caplan SE. A social skill account of problematic internet use. *Journal of Communication*. 2005;55(4):721-736.
113. Ko CH, Yen JY, Yen CF, Chen CC, Yen CN, Chen SH. Screening for Internet addiction: an empirical study on cut-off points for the Chen Internet Addiction Scale. *The Kaohsiung journal of medical sciences*. 2005;21(12):545-551.
114. Yen JY, Ko CH, Yen CF, wu HY, Yang M. The comorbid psychiatric symptoms of Internet addiction: Attention deficit and hyperactivity disorder (ADHD), depression, social phobia, and hostility. *Journal of Adolescent Health*. 2007;41(1): 93-98.

7.EKLER

[EK1]

DÜZCE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN İNTERNET BAĞIMLILIĞINA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

Bu anket formu ve ölçekler yüksek lisans tezimin uygulama aşamasında "Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Öğrencilerinin İnternet Bağımlılığına Etki Eden Faktörleri İncelemek" amacıyla yapılmaktadır. Çalışmaya katılmak gönüllü lük esasına dayalıdır. Elde edilen bilgiler gizli tutularak sadece bilimsel araştırma kapsamında kullanılacaktır. Araştırmanın sağlıklı bulgulara ulaşması anket formu ve ölçeklerdeki ifadelere vereceğiniz cevaplara bağlı olduğundan, cevaplarınızın gerçek anlamda doğru ve güvenilir olması son derece önemlidir. Sorularda size uygun olan şıkla işaretlemeniz ve soruları boş bırakmamanız önemle rica olunur. Katılımınız ve göstereceğiniz hassasiyet için şimdiden teşekkür ederiz.

Nur Efsan TİĞLİ
D.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Biyostatistik ve Tıbbi Bilişim A.D.
Yüksek Lisans Öğrencisi

A) Kişisel Bilgi Formu

Cinsiyetiniz: Kadın () Erkek ()

Sınıfınız: 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 ()

Yaşınız:

Aylık aile gelir durumunuz: 1500-2500 TL arasında () 2501-3500TL arasında () 3501-4500TL arasında ()
4501TL ve fazlası ()

Kaldığınız yer: Ailemle beraber () Yurtta () Yakınımla-arkadaşımın Evde () Diğer ()

Günlük ortalama internet kullanım süreniz: 1 saat veya daha az () 2-3 saat () 4-5saat () 6 ve daha fazla ()

İnternet kullanım amacınız: Sosyal Medya () Eğitim () Habertakibi () Magazin () Diğer ()

B) UCLA Yalnızlık Ölçeği

Aşağıdaki ifadelerin her birinde tanımlanan durumu ne sıklıkla hissettiğinizi, her bir soru için işaretleyiniz.	Hiç	Nadiren	Sık sık	Her zaman
1. Kendimi çevredeki insanlarla uyum içinde hissediyorum.	1	2	3	4
2. Arkadaşım yok.	1	2	3	4
3. Başvurabileceğim hiç kimse yok.	1	2	3	4
4. Kendimi yalnız hissetmiyorum.	1	2	3	4
5. Kendimi bir arkadaş grubunun bir parçası gibi hissediyorum.	1	2	3	4
6. Çevremdeki insanlarla birçok ortak yönüm var.	1	2	3	4
7. Artık hiç kimseyle samimi değilim.	1	2	3	4
8. İlgilerim ve fikirlerim çevremdekilerce paylaşılmıyor.	1	2	3	4
9. Dışadönük bir insanım.	1	2	3	4
10. Kendimi yakın hissettiğim insanlar var.	1	2	3	4
11. Kendimi toplum dışı bırakılmış hissediyorum.	1	2	3	4
12. Sosyal ilişkilerim yüzeyseldir.	1	2	3	4
13. Hiç kimse beni gerçekten iyi tanımıyor.	1	2	3	4
14. Kendimi diğer insanlarla soyutlanmış hissediyorum.	1	2	3	4
15. İstedğim zaman arkadaş bulabilirim.	1	2	3	4
16. Beni gerçekten anlayan insanlar var.	1	2	3	4
17. Bu kadar dışa itilmiş olmaktan ötürü mutsuzum.	1	2	3	4
18. Çevremde insanlar var fakat benimle değiller.	1	2	3	4
19. Konuşabileceğim insanlar var.	1	2	3	4
20. Derdimi söyleyebileceğim insanlar var.	1	2	3	4

C) İnternet Bağımlılığı Ölçeği

Aşağıda internet kullanımı ile ilgili ifadeler bulunmaktadır. Lütfen her bir maddeyi dikkatlice okuyunuz ve sizi en iyi tanımlayan seçeneği işaretleyiniz.

1: Hiçbir zaman 2: Nadiren 3:Bazen 4:Genellikle 5: Her zaman anlamına gelmektedir.

1. İnternete uzun süreli bağlanmadığımda aklım internette meşguldür.	1	2	3	4	5
2. İnternete bağlı olup online olmadığımında aklım sürekli olarak internete takılıp kalıyor.	1	2	3	4	5
3. Çok uzun süre internetten uzak kalmışsam, huzursuz ve sınırlı oluyorum.	1	2	3	4	5
4. İnternette önceden planladığımdan daha çok zaman harcıyorum.	1	2	3	4	5
5. İnternette bir kaç dakikalığına sörf yapmaya girip, bir türlü bırakamıyorum.	1	2	3	4	5
6. İnternette geçirdiğim zamanı azaltmayı denedim ama sonuç alamadım.	1	2	3	4	5
7. İnternet için harcayabileceğim paradan çok daha fazlasını harcıyorum.	1	2	3	4	5
8. İnternette geçirdiğim zaman, başlangıçtaki dönemle karşılaştırılınca gitgide artıyor.	1	2	3	4	5
9. İnternete daha fazla zaman ayırma isteğim, geçmişe göre sürekli artıyor.	1	2	3	4	5
10. Başlangıçta sadece yapmam gereken işler için online etkinliklere vakit ayırırken, şimdi internete daha fazla zaman ayırıyorum.	1	2	3	4	5
11. İnternet etkinlikleri günlük yaşamımı giderek daha fazla yönlendiriyor.	1	2	3	4	5
12. İnternet kullanmaya başladığımdan beri, bazı arkadaşlarım benden uzaklaştı.	1	2	3	4	5
13. Çok değer verdiğim kişiler, internette çok fazla zaman harcadığımdan benden şikâyetçi oluyorlar.	1	2	3	4	5
14. Okul/meslek/aile ve benzeri yaşamumdaki verimliliğim internet kullanmam yüzünden azalıyor.	1	2	3	4	5
15. Çok değer verdiğim kişiler bende, internet kullanmaya başladığımdan beri olumsuz yönde değişiklikler olduğunu söylüyorlar.	1	2	3	4	5
16. İnternette daha fazla zaman geçirebilmek için sık sık sorumluluklarımı aksatıyorum.	1	2	3	4	5
17. İnternet yüzünden bazen randevularımı kaçıyorum.	1	2	3	4	5
18. Online dünyasını keşfettiğim andan itibaren başkalarıyla daha az zaman geçiriyorum.	1	2	3	4	5
19. İnternete öylesine sık ve yoğun meşgul oluyorum ki bazen işverenlerimle /okulla /aile bireyleri ve benzeri ile sorunlarım oluyor.	1	2	3	4	5

D) Yaşam Doyumu Ölçeği

Aşağıdaki ifadelere katılım düzeyinizi 1'den 7'ye kadar önem derecesine göre yuvarlak içine alarak işaretleyiniz.	Kesimlikle Katılmıyorum			Kararsızım			Kesimlikle Katılıyorum
1. İdeallerime yakın bir yaşamım vardır.	1	2	3	4	5	6	7
2. Yaşam koşullarım mükemmeldir.	1	2	3	4	5	6	7
3. Yaşamımdan memnunuz.	1	2	3	4	5	6	7
4. Şimdiye kadar yaşamımdan istediğim önemli şeylere sahip oldum.	1	2	3	4	5	6	7
5. Tekrar dünyaya gelsem hayatımdaki hemen hemen hiçbir şeyi değiştirmezdim.	1	2	3	4	5	6	7

ANKETİMİZE KATILDIĞINIZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİZ

[EK 2]

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULU KARARLARI

TOPLANTI SAYISI
20

KARAR SAYISI
2019/91

KARAR TARİHİ
05/12/2019

KARAR NO: 2019/91

Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Nur EFŞAN TIGLI'nın, "Doğrusal Olmayan Yapısal Eşitlik Model Yaklaşımları ve R Programında Bir Uygulama" başlıklı yüksek lisans tez kapsamında uygulamak istediği "Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Öğrencilerinin İnternet Bağımlılığına Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi" başlıklı anket ölçeğinin etik olarak uygun olduğuna,

Oy birliği ile karar verildi.

ASLI GİBİDİR.
05/12/2019

Müyeser FEYZİOĞLU

Etik Kurul Bürozu Birim Sorumlusu

[EK 3]

Evrak Tarih ve Sayısı: 09/12/2019-E.68729



T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Tıp Fakültesi



Sayı :10372967/605.01/
Konu :Araştırma İzni-Nur Efşan TİĞLİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi :09/12/2019 tarihli, 68443 sayılı ve Araştırma İzni- Nur Eşşan TİĞLİ konulu yazı

Enstitünüz Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Nur Eşşan TİĞLİ'nin, "Doğrusal Olmayan Yapısal Eşşilik Model Yaklaşımları ve R Programında Bir Uygulama" başlıklı yüksek lisans tez çalışması ile ilgili anketin Fakültemiz Öğrencilerine uygulanabilmesi Dekanlığımızca uygun bulunmuştur.
Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.

Prof.Dr. Safinaz ATAÖĞLU
Tıp Fakültesi Dekan Vekili

<https://ebys.duzce.edu.tr/envisyon-Dogrusal-Belirli-Değerlendirme.aspx>

BARKOD NO: "BENLSD096"

Konuralp Yerleşkesi 81620 Merkez DÜZCE

Tel : 0 380 542 14 16

E-Posta : : tıp@duzce.edu.tr

Faks: 0 380 542 13 02

Elektronik aj:www.tıp.duzce.edu.tr

Ayrıntılı bilgi için lütfen: Yeter Hürmaz



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nur Efşan Tığlı

Doğum Tarihi: ██████████

Doğum yeri: ██████████

Eğitim Bilgisi

Lisans :Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İstatistik Bölümü, Eskişehir, 2016.

Lisans :Anadolu Üniversitesi Maliye Bölümü, Eskişehir, 2014.

Önlisans :Anadolu Üniversitesi Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Bölümü,
Eskişehir, 2011.

Lise :Ertuğrul Gazi Lisesi, Bursa, 2009.

Akademik Çalışmalar:

- 1) Tığlı NE, Cangür, Ş.Ankara'da Farklı Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından Elde Edilen Verilerin Kantil Regresyon ile İncelenmesi. Nicel Bilimler Dergisi. 2019;1(2): 62-86.
- 2) Tığlı NE, Cangur S. Investigation of Data From Various Air Quality Monitoring Stations in Ankara Using Quantile Regression Analysis, 4th International Researchers, Statisticians and Young Statisticians Congress, Cesme-İzmir, 2018.
- 3) Ayrancı P, Ayaz F, Yaşar NE, Yüksel E. Sağlık Turizmi İçeriklerinin Gazetelerdeki Sunumu. Elektronik Cumhuriyet İletişim Dergisi .2018; 1(1): 64-80.
- 4) Yaşar NE. Planlı Davranış Teorisi Çerçevesinde Bölüm Memnuniyeti İle İş Bulma Umudu Arasındaki İlişkiyi İnceleyen Faktörlerin Analizi, İstatistik İstanbul Öğrenci Kolokiyumu -Yıldız Teknik Üniversitesi, 2014.

