27 KASIM 2017

YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİ

TANIMLAR VE REGRESYONDAN AYRILAN NOKTALAR

MERT ERBİL

İçindekiler

1 Yapısal Eşitlik Modeli Nedir? **3**

2 Yapısal Eşitlik Modeli'nin Tarihsel Gelişimi **4**

3 Yapısal Eşitlik Modeli'nin Önemi **7**

4 Yapısal Eşitlik Modeli'nin Temel Nitelikleri **8**

5 Yapısal Eşitlik Modeli ile Kurulan Modeller **11**

6 Regresyon ve Yapısal Eşitlik Modeli'nin Regresyona Karşı Avantajları **12**

6.1 Regresyon Kavramı 12

6.2 Yapısal Eşitlik Modeli'ni Regresyondan Ayıran Temel Farklar 13

7 Referanslar **16**

Şekiller

Şekil 1 Yapısal Eşitlik Modeli Gelişimi (Çelik & Yılmaz, 2016) 6

Şekil 2 Yapısal Eşitlik Modeli ile kurulan çeşitli modellerin şematik gösterimi (Teo, Tsai, & Yang, 2013) 12

1 Yapısal Eşitlik Modeli Nedir?

Hipotez kurmak, model oluşturmak ve bu hipotezleri nicel yöntemlerle test etmek sosyal bilimler alanında çalışan ekonomiden pazarlamaya, reklamcılıktan sosyolojiye birbirinden çok farklı disiplinlerdeki tüm bilim insanlarının neredeyse ortak faaliyetidir. Bu genel araştırma metodolojisi doğrultusunda çok çeşitli istatistiki yöntemler kullanılmakta, dahası her geçen gün yeni metodolojilerin kullanımı yaygınlaşmaktadır (Stevens, 2001).

Yapısal Eşitlik Modeli, her ne kadar kökeni yirminci yüzyıla dayansa da, özellikle 2000'li yıllarda sosyal bilimler alanında çalışan bilim insanları arasında yaygınlaşmış; çok değişkenli çeşitli istatistiki analizlerin birleşmesi ile ortaya çıkan bir analiz metodolojisidir. Yapısal Eşitlik Modeli, özetle çeşitli istatistiki bağımlılığa dayanan modellerin bağlı olduğu çoklu hipotezlerin barındırdığı değişkenlerin kendi arasında oluşturduğu neden – sonuç ilişkisini açıklamayı hedefleyen ve bu bağlamda oluşturulan teorik çerçevelerin bir model olarak ele alınıp tek bir bütün olarak test edilmesini sağlayan bir model test etme ve bu modelleri keskinleştirerek mükemmelleştirme yöntemidir (Ayyıldız & Cengiz, 2006).

Yapısal Eşitlik Modeli, bahsedildiği üzere çoklu hipotezlerin ve modellerin testini, tek bir bütün olarak ele alınmasını sağlar. Bu doğrultuda, Yapısal Eşitlik Modeli ile ele alınabilecek olan, birçok değişken grubu ve karmaşık ilişkiler barındıran değerlendirmelerin, yine de regresyon, faktör analizi ya da varyans analizi gibi görece geleneksel yöntemler ile çözümlenmesi ya da test edilmesi tabi ki mümkündür. Ancak, Yapısal Eşitlik Modeli'nin katma değeri bu tarz karmaşık modeller üzerine yapılan çalışmalarda ortaya çıkmaktadır. Özellikle karmaşık modellerin geçerliliğinin ve güvenilirliğinin keskinleştirilmesi, sosyal bilimler alanında bir çalışmanın başarısındaki önemli faktörlerdendir ve Yapısal Eşitlik Modeli, modelin bağlamının içinde bulunan ve ilk aşamada fark edilmesi oldukça zor olabilen ilişkilerin açığa çıkmasını sağlar. Dolayısıyla, çözümü ya da anlaşılması görece güç olan modellerin rahatlıkla test edilip

yorumlanabilmesini sağlayabilen bir metottur. Metodun temelinde ise, araştırmayı yapanların deneyimleri ve literatür ışığında oluşturulmuş olan çeşitli değişkenler ve bu ilişkilere bağlı ara ilişkilerin, araştırma doğrultusunda çeşitli yöntemler ile elde edilen veriler yardımıyla test edilmesine dayanmaktadır. Bu anlamda, daha önce bahsedildiği gibi tekil ya da çoklu değişkenli varyans analizi, çeşitli regresyon yöntemleri ya da faktör analizleri gibi sosyal bilimlerde klasikleşen yöntemlerden farklı olarak, modelde bulunan birçok değişkenin arasındaki ilişkileri "modeller şeklinde" ele alınabilmesi, Yapısal Eşitlik Modeli ile sağlanabilmektedir (Yu, 2002).

2 Yapısal Eşitlik Modeli'nin Tarihsel Gelişimi

Bollen, Yapısal Eşitlik Modeli'nin tarihçesini ele alırken; Yapısal Eşitlik Modeli kullanımının sosyal bilimler alanında sosyoloji için 1977, psikoloji için 1980 ve 1986, ekonomi alanında ise 1972 ve 1984 yıllarında ilk örneklerinin görüldüğünü belirtir. Yine 1980'li yıllarda Journal of Marketing Research ve Journal of Econometrics gibi sosyal bilimlerde ve kendi disiplinlerinde önde gelen akademik yayınlarda Yapısal Eşitlik Modeli kullanımıyla ilgili çalışmalar gözlenmeye başlanmıştır (Bollen, 1989).

Yine Bollen, Yapısal Eşitlik Modeli'nin günümüzdeki formuna evrilme sürecini üç temel gelişme üzerinden açıklar. Bunlar, path (yol) analizi, gizil değişken ile ölçüm modellerinin bağlamsal sentezi ve genel tahmin prosedürleridir (Bollen, 1989). Bu doğrultuda, Yapısal Eşitlik Modeli'ne dair temel modeller de path analizi, doğrulayıcı faktör analizi modelleri, yapısal regresyon modelleri ve gizil değişiklik modelleri şeklinde olmuştur (Raykov & Marcoulides, 2006).

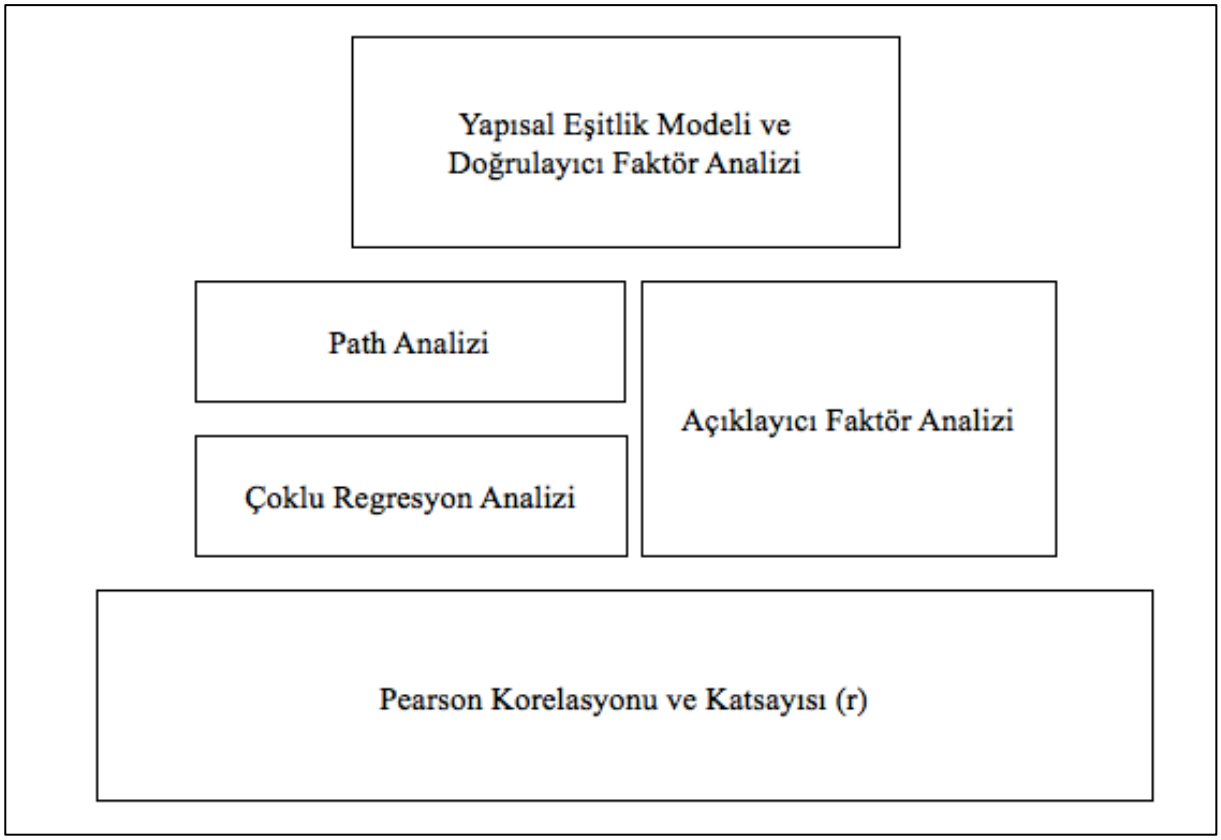
1896'da Karl Pearson'ın, sonradan kendi adıyla katsayısı da anılacak olan korelasyon katsayısı formülünü ortaya koymasının ardından, en küçük kareler yönteminin de işin içine girmesiyle birlikte doğrusal regresyon modelleri ortaya çıkmıştır. Regresyon modelleri, kısaca bir bağımlı değişkenin, bağımsız değişkenler tarafından açıklanma gücünü ortaya koyar ve bu gücün bir matematiksel fonksiyon yardımıyla ifadesini konu edinir (Tabachnick & Fidell, 2012). Spearman ise, 1904 yılında Pearson'ın bulduğu korelasyon katsayısını, birbiriyle ilişkili maddeleri gruplamak ve tanımlamak için yola çıkmıştır. Bu doğrultuda, maddelerin kendi içindeki ilişkileri ve birlikte değişimleri göz önüne alınarak, doğrulayıcı faktör analizi kavramı ortaya atılmıştır ve 1940'larda bir istatistiki ölçüm aracı olarak uygulamaları geliştirilmiştir (Schumacker & Lomax, 2010).

Path analizi ise, bir biyometrikçi olan Wright tarafından 1900'lerin başlarında ortaya atılmış ve çalışmalarında uygulanmıştır. Path analizi, temelde değişkenler arasındaki görece karmaşık ilişkilere dair modellerin kurulabilmesi için regresyon ve korelasyon yöntemlerini, model kuruluşu sırasında değişkenlerin arasındaki nedenselliği göz önüne alarak uygular. Path analizi, temelde diyagramın oluşturulması, kovaryans ve korelasyonlar ile ilgili fonksiyonların oluşturulması ve var olan etkilerin ayrıştırılmasına dayanır. Bu doğrultuda, path analizi, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde yaratmış olduğu kısmi etkilerin regresyon katsayılarının standartlaştırılmasıyla gösteren bir analiz olarak tanımlanabilir (Celik & Yılmaz, 2016).

Son olarak, doğrulayıcı faktör analizi ise 1950'li yıllardan itibaren yapılan çalışmalarda ortaya çıkmıştır, fakat tamamen geliştirilmesi 1960 yılında Karl Joreskog tarafından sağlanmıştır ve 1969 yılında ilk kez yayınlanmıştır. Tanımlı bir yapının barındırdığı maddelerin ortaya çıkardığı veri grubunun test edilebilmesine dair teorik çalışmalar ile geliştirilen doğrulayıcı faktör analizi, günümüzde yaygın olarak kuramsal yapıların varlığını test etmek amacıyla kullanılmaktadır (Bollen, 1989).

Tüm bunların doğrultusunda, Yapısal Eşitlik Modeli neden – sonuç ilişkilerini aktarabilmek adına path diyagramlarını kullanır. Fakat path analizi, göz önüne alınan varsayımsal bir nedensel kavramın test edilebilmesi konseptini tek başına sağlayamaz. Bu açıdan, gizil değişken kavramı ve ölçüm modellerinin kavramsal çıktıları, günümüzde kullanılan Yapısal Eşitlik Modeli'nin temelini inşa etmiştir. Dolayısıyla, Yapısal Eşitlik Modelleri, doğrulayıcı faktör analizi modelleri ile path analizlerini birleştirmekte ve gizil ile gözlenen değişkenlerin arasındaki çıkarımların yorumlanarak yapılan çalışmalarda ortaya çıkabilecek ölçüm hatalarının minimize edilerek çalışmaların keskinleştirilmesine olanak sağlamıştır (Celik & Yılmaz, 2016).

Yapısal Eşitlik Modeli'nin tarihsel ve kuramsal gelişimi, aşağıdaki şema ile daha net anlaşılabilir:



Şekil 1 Yapısal Eşitlik Modeli Gelişimi (Çelik & Yılmaz, 2016)

3 Yapısal Eşitlik Modeli'nin Önemi

Yapısal Eşitlik Modeli, dört temel sebepten dolayı çok değişkenli analizler arasında öne çıkmaktadır. İlk olarak, araştırmacılar bilimsel araştırma alanlarını daha iyi anlayabilmek adına birden fazla gözlemlenebilir değişkeni kullanmaları ve anlamaları gerektiği söylenebilir. Bu doğrultuda basit istatistiki metotlar, yalnızca kısıtlı sayıda değişkenin üzerinde çalışmayı sağlarken, daha sofistike teorilerin oluşmasına altyapı sağlamak konusunda eksik kalmaktadır. Dolayısıyla, az sayıda değişken ile kompleks fenomenleri tanımlamak ve anlayabilmek de oldukça zorlaşmaktadır. Örneğin, iki değişkenli bir basit korelasyonun kullanımı, detaylı bir teorik modelin anlaşılması için yeterli değildir. Karşıt olarak, Yapısal Eşitlik Modeli ile kompleks yapıların istatistiki olarak modellenmesi ve test edilmesi mümkündür. Dolayısıyla, Yapısal Eşitlik Modeli tekniklerinin uygulanması, teorik modellerin kantitatif olarak kabul veya reddedilmesi içi kullanılma doğrultusunda daha fazla tercih edilmektedir.

Bir diğer sebep ise, ölçümlerden elde edilmiş kantitatif gözlem sonuçlarının geçerlilik ve güvenilirlik anlamında daha yüksek seviyede tanınırlığa sahip olmasıdır. Bu anlamda ölçüm hataları, birçok sosyal bilim disiplininde oldukça büyük bir problemdir, fakat ölçüm hataları ve verinin istatistiki analizi birbirinden ayrı konular olarak ele alınmalıdır. Yapısal Eşitlik Modeli teknikleri ile istatistiki analiz yapılırken, ölçüm hataları çok net bir şekilde hesaplanır. Dolayısıyla, gizil ve gözlenen değişikliklerin yanı sıra, ölçüm hataları da Yapısal Eşitlik Modeli analizlerinde ortaya konulur.

Üçüncü sebep ise, Yapısal Eşitlik Modeli'nin on yıllar boyunca geçirdiği olgunlaşma ve her geçen gün daha detaylı ve gelişmiş teorik modellerin açıklanmasında kat ettiği aşamadır. Örneğin, teorik modellerdeki grup farklılıkları, çoklu gruplu Yapısal Eşitlik Modeli ile rahatlıkla incelenebilmektedir. Dahası, birden fazla seviyeden toplanmış olan eğitim verisi (sözgelimi okul bölgesi, okullar ve öğretmenler) çokseviyeli Yapısal Eşitlik Modeli ile

incelenebilir. Veya, birimler arasındaki etkileşimler bir Yapısal Eşitlik Modeli ile incelenebilir ve böylece ana etkiler ve birimler arasındaki etkileşim etkileri de test edilebilir. Bu ve benzer Yapısal Eşitlik Modeli uygulamaları, birçok araştırmacının detaylı teorik modelleri ve kompleks fenomenleri, basit istatistiki yöntemlere bel bağlamalarına gerek kalmadan rahatça anlayabilmelerini sağlamıştır.

Son olarak, Yapısal Eşitlik Modeli yazılımları oldukça kullanıcı dostudur ve gelişmeye devam etmektedir. Örneğin, 1993 yılına kadar LISREL yazılımı ile analiz yapan kullanıcılar, Yunan harflerini ve matris notasyonunu kullanarak veri girişi yapmak durumundaydı. Dolayısıyla, birçok araştırmacının rahat bir şekilde Yapısal Eşitlik Modeli analizleri yapabilmek için hem Yapısal Eşitlik Modeli jargonuna hakim olmaları, hem de ileri seviye yazılım ve programlama bilgisine sahip olmaları gerekiyordu. Bugün ise, çoğu Yapısal Eşitlik Modeli yazılımı günümüz şartlarına uygun bir grafik-kullanıcı arayüzü ve kullanıcı deneyimi sunarak, sözdizim (syntax) kurallarını gibi zorlayıcı etmenler yazılımlar tarafından oluşturulmaktadır. Bir yandan da, bu programların kullanılmasıyla ilgili birçok kitap, kurs, çalıştay ve benzeri etkinlik her geçen gün daha da yaygınlaşmaktadır (Schumacker & Lomax, 2010).

4 Yapısal Eşitlik Modeli'nin Temel Nitelikleri

Yapısal Eşitlik Modeli, hipotezlerin gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki ilişkisi üzerinden incelenmesine yönelik bir istatistiki modeldir. Gözlenen değişkenler aynı zamanda indikatör değişkenler olarak da adlandırılabilir. Gizil değişkenler ise gözlenmeyen değişkenler ya da faktörler olarak da tanımlanabilir. Gizil değişkenlere örnek olarak eğitimde matematik yeteneği ile zeka veya psikolojide depresyon ile özgüven gösterilebilir (Hoyle, 1995). Gizil değişkenler direkt olarak ölçülemez. Araştırmacılar gizil değişkenleri tanımlarken, mutlaka gözlenen değişkenlerin ışığında karar vermelidir. Yanı sıra, Yapısal Eşitlik Modeli, bir doğrulayıcı

istatistiki yaklaşım (hipotez testi gibi çalışmalar) metodolojisi olarak da kullanılır (Teo, Tsai, & Yang, 2013).

Yapısal Eşitlik Modeli'nin bazı temel ve karakteristik nitelikleri ise aşağıdaki şekildedir (Bollen, 1989) (Raykov & Marcoulides, 2006):

- Modeller, doğrudan ölçülemeyen (gizil) yapıları ile bu yapılar arasında doğan ilişkileri açıklar. Bu yapılar arasında sosyal bilimlerde de çok sık kullanılan tutum, amaç, motivasyon, statü gibi kavramlar bulunur.
- Modeller, tüm gözlenen değişkenlerdeki ölçümlerin olası hatalarını hesaba katar. Bunu her bir ölçüm için bir hata terimini modele dahil ederek gerçekleştirir. Hata terimlerinin varyansları, ele alınan bir model ile ilgili veri setine uyumlu olduğunda; tahmin edilen parametre niteliğini taşırlar. Hata terimleri hakkında kurulan hipotezlerin testleri, diğer model parametreleriyle onların ilişkileri veya hata değişkenleri hakkında anlamlı ve sağlam iddiaların sunulabildiği durumlarda geçerli olmaktadır.
- Modeller, karşılıklı ve ilişkili gösterge matrisleri (bu matrisler gözlenen değişken çiftleri arasındaki kovaryans veya korelasyon matrisleridir) temel alınarak ele alınır.

Bu karakteristik nitelikler, Yapısal Eşitlik Modeli'ni diğer geleneksel doğrusal modelleme yaklaşımlarından ayırmaktadır. Geleneksel yaklaşımlardan en büyük farkları, bağımsız değişkenlerin hatasız ölçüldüğünü varsaymaması ve analiz sürecinde varyans - kovaryans matrisi veya korelasyon katsayısı kullanmak yerine ham verilerin kullanılması ile ortaya çıkar (Raykov & Marcoulides, 2006).

Raykov ve Marcoulides'in belirttiği geleneksel yaklaşımlarla olan farklılıklara karşın, Yapısal Eşitlik Modeli ile geleneksel yaklaşımlar arasındaki çok belirgin bir ortak özellik ise, tüm yapıların da doğrusal modeller temelli olmasıdır. Bu sebeple Yapısal Eşitlik Modeli kullanıldığında, gözlenen veya gizil değişkenler arasındaki ilişkilerin çoğunlukla doğrusal

olduğu varsayılmaktadır. Fakat Yapısal Eşitlik Modeli ile doğrusal olmayan ilişkilerin modellenmesi de yaygınlaşmaya devam etmektedir (Kline, 2011).

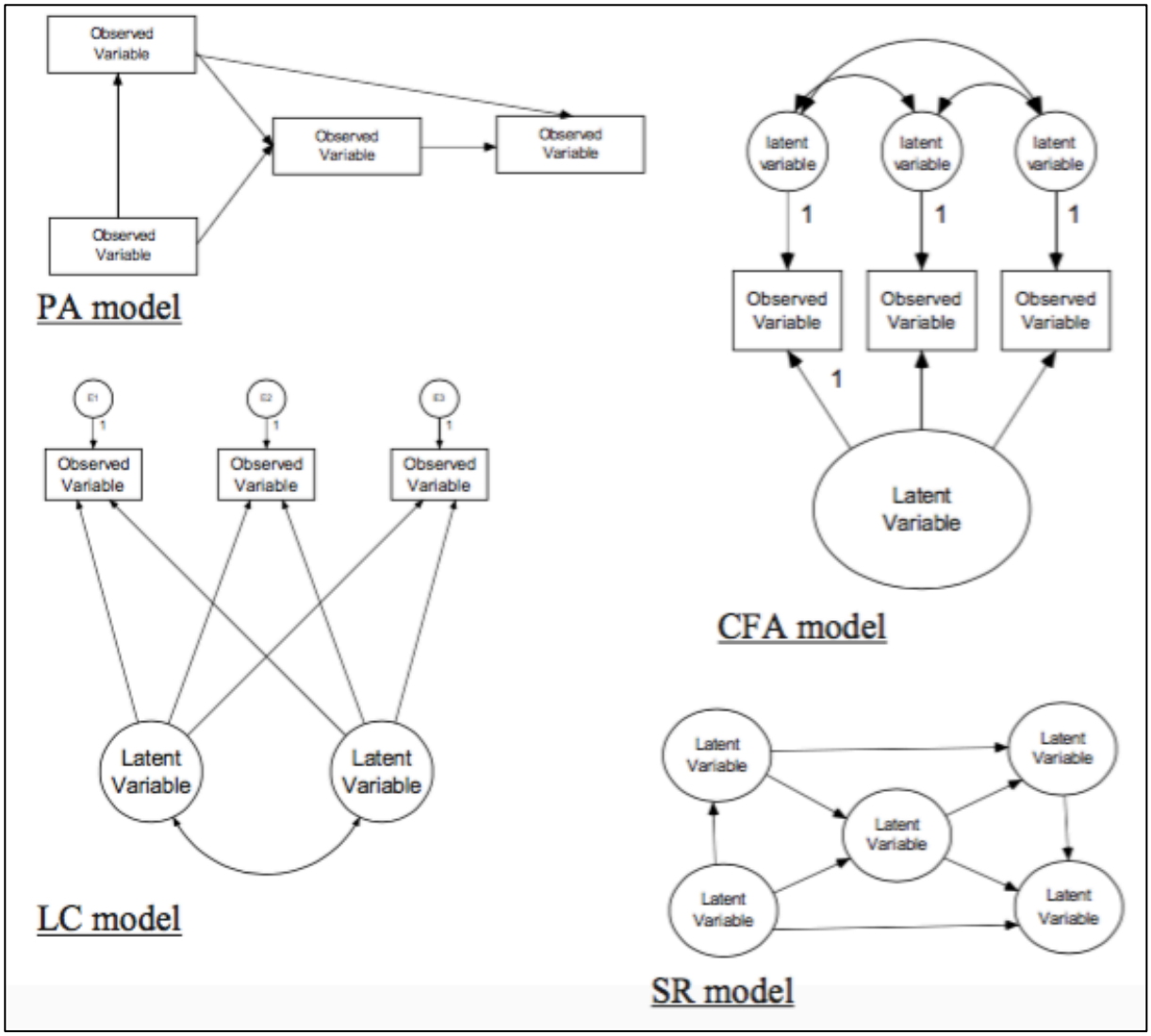
Byrne'a göre ise, Yapısal Eşitlik Modeli diğer çok değişkenli analizlere göre aşağıdaki dört madde ile ayrışmakta ve diğerlerine kıyasla özgün özellikler göstermektedir (Byrne, 2009):

- Yapısal Eşitlik Modeli, veri analizini doğrulayıcı bir yaklaşım ile inceler ve bu doğrultuda değişkenler arasındaki ilişkileri "a priori" olarak tanımlar. Karşılaştırmak gerekirse, diğer çok değişkenli analizler, doğası gereği açıklayıcıdır (açıklayıcı faktör analizi gibi) ve bu sebeple hipotez testi uygulamak görece daha zordur.
- Yapısal Eşitlik Modeli bariz bir hata değişkenliği parametresi tahmini sağlar. Diğer çoklu analiz yöntemleri ise herhangi bir ölçüm hatasını inceleme ya da düzeltme anlamında doğrudan yetersizdir. Örneğin, regresyon analizi modelinde bulunan bağımsız değişkenlerin ölçümünde yaşanabilecek potansiyel ölçüm hatalarını doğrudan dikkate almaz ve doğru olmayan regresyon kabulleri ve tahminleri ile yanlış çıkarımlarda bulunma ihtimali artar.
- Yapısal Eşitlik Modeli, daha önce de bahsedildiği gibi hem gözlenmeyen (gizil) hem de gözlenen değişkenleri içerir. Diğer çok değişkenli analizler ise sadece gözlenen ölçümleri içerir.
- Yapısal Eşitlik Modeli ile, çok değişkenli ilişkileri modelleme ve bu modeller doğrultusunda değişkenlerin doğrudan ve dolaylı etkilerini inceleyebilmek mümkündür.

5 Yapısal Eşitlik Modeli ile Kurulan Modeller

Yapısal Eşitlik Modeli ile oluşturulmuş çok çeşitli modeller araştırmalarda kullanılmaktadır. Raykov ve Marcoulides'in derlemesine göre, literatürde en sık görülen dört model yöntemi ise aşağıdaki şekildedir (Raykov & Marcoulides, 2006) (Teo, Tsai, & Yang, 2013):

- Path analytic models – PA – Path analitik modelleri
    - Gözlenen değişkenler odağında kurulan modeller olmasına rağmen, Yapısal Eşitlik Modeli'nin tarihi gelişiminde ve diğer Yapısal Eşitlik Modelleri'nin oluşturulmasında önemli rol oynamıştır.
- Confirmatory factor analysis models – CFA – Doğrulayıcı faktör analizi modelleri
    - Çeşitli yapılar arasındaki ilişkilerin veya örüntülerin tespit edilmesinde sıkça kullanılır. En önemli özelliği ise, hiçbir yapı arasında spesifik ve direkt bir ilişki olduğu varsayılmaz ve yapıların diğerleriyle olası korelasyonları gözlenir.
- Structural regression models – SR – Yapısal regresyon modelleri
    - Doğrulayıcı faktör analizinin üzerine gizil regresyonlar gibi bazı spesifik açıklayıcı ilişkilerin var olduğu varsayımı ile inşa edilmiştir. Genellikle çeşitli gizil değişkenlerin dahil olduğu açıklayıcı ilişkilerin varlığını test edebilmek adına kullanılır.
- Latent change model – LC – Gizil değişiklik modeli
    - Zaman ile değişimi gözlemek için kullanılır. Örneğin, gizil değişiklik modelleri veri içindeki artış, azalış veya her ikisine birden odaklanabilmek için kullanılır ve bu sayede araştırmacıların verinin içindeki davranış değişikliklerindeki tekil ya da çoğul farklılıkları araştırabilmesini sağlar.



Şekil 2 Yapısal Eşitlik Modeli ile kurulan çeşitli modellerin şematik gösterimi (Teo, Tsai, & Yang, 2013)

6 Regresyon ve Yapısal Eşitlik Modeli'nin Regresyona Karşı Avantajları

6.1 Regresyon Kavramı

Regresyon analizi, birden çok değişken arasındaki neden sonuç ilişkisini incelemek ve bu ilişki ile ilgili tahminler yapabilmek adına oluşturulmuş bir istatistiksel modeldir. Bu model, bağımlı

ve bağımsız değişkenler arasında kurulur. Hedef, bağımsız değişkenlerin değerlerine bağlı olarak bağımlı değişkenleri kestirebilmektir.

Regresyon yönteminde, eğer bir adet bağımsız değişken (Y) ve yine bir adet bağımlı değişken (X) arasındaki ilişki aranıyorsa, buna basit regresyon denir. Şayet bir bağımlı değişkene karşılık olarak, birden çok bağımsız değişken (X_1, X_2, ..., X_n) arasındaki ilişki aranıyorsa, buna çoklu regresyon denir (Ozdamar, 1999).

Metodolojik gösterimi şu şekildedir:

- $Y= a_0+a_1X+c_{ij}$ Basit doğrusal regresyon modeli
- $Y= a_0+a_1X_1+ a_2X_2+...+a_nX_{n+} c_{ij}$ Çoklu doğrusal regresyon modeli

Bunun dışında, çok değişkenli regresyon, yeni bağımlı değişkenlerin zamana veya deney sayısına bağlı olarak sürekli eklenmesiyle oluşan bir modeldir. Eklemelerin sonunda, gözlenen yeni veriler gözlenecektir ve bu gözlenen bağımsız değişkenlerin de eklenmesiyle, sonucun gözlenmesi daha da kolaylaşacaktır (Raats, Genugten, & Moors, 2005).

- $Y_1, Y_2 = f(X_1, X_2, ...,X_n)$ Çok Değişkenli Doğrusal Model

Çok değişkenli regresyon, araştırmalarda uygulanmak için pek pratik ve keskin olmasa da, araştırmalar için model inşa etme sürecindeki esnekliği ve geliştirilebilirliğinden dolayı yeni çok değişkenli metotlar tercih edilebilmektedir (Alavifar, Karimimalayer, & Anuar, 2012).

6.2 Yapısal Eşitlik Modeli'ni Regresyondan Ayıran Temel Farklar

Regresyon, geçmiş bölümlerde tanımı yapıldığı üzere, genellikle (ve özellikle sosyal bilimlerde) doğrusal bir model olarak ele alınır ve modelde belirlenmiş olan her bir bağımsız değişkenin ayrık ya da toplu olarak bağımlı değişken üzerindeki etkilerini açıklar. Bu etkiyi açıklarken, bağımsız değişkenlerin hem bağımlı değişkenin varyansı üzerindeki etki gücünü,

hem de bağımsız değişkenlerin kendi arasındaki etki gücünün seviyeleri hakkında fikir verir. Bu anlamda tıpkı varyans analizi ve faktör analizi gibi gelenekselleşmiş denilebilecek bir doğrusal analizdir.

Fakat regresyon analizi, birkaç önemli noktada bilim insanları için yetersiz kalmaktadır. Bunlardan birincisi, kompleks modelleri test ederken, bağımsız değişkenlerin birbiri arasındaki ilişkisini tek başına tanımlayamaz. Bu ilişkinin araştırılabilmesi için ilgili değişkenlere ait farklı ölçekler kullanılmalı ve öngörülen ilişkiler doğrultusunda çeşitli ve farklılaşan analizler yapılmalıdır. Yapısal Eşitlik Modeli ise, oldukça detaylı modellerin path analizi gibi yöntemler kullanılarak kısa sürede analiz edilebilmesini sağlar.

Bir diğer önemli nokta ise, regresyon analizinin birden fazla bağımlı değişken için uygulanmasındaki pratik güçlüktür. Zira çoklu regresyon analizi, tanımından ve fonksiyonundan dolayı doğrusaldır ve birden fazla bağımsız değişken olsa dahi bunların etkisini tek bir bağımlı değişken üzerinde ölçer. Her ne kadar paket programlar aracılığıyla tüm bağımsız ve bağımlı değişkenleri içeren kombinasyonların uygulanması mümkün olsa da, bu sonuçların doğru ve pratik bir şekilde yorumlanması, araştırmacılar için oldukça zorlayıcı olabilmektedir. Yapısal Eşitlik Modeli kullanıldığı takdirde ise, temeli matris mantığına dayandığı için tüm kombinasyonlar bütünsel bir şekilde ele alınabilir.

Aracılık (mediation) etkisi, basitçe iki değişken arasında üçüncü bir değişkenin doğan etki üzerinde aracılık ettiği, ya da dolaylı bir etki doğurduğu anlamına gelir. Regresyon analizi ile, tekil ve basit modeller için aracılık etkileri, birkaç farklı analiz çalıştırılarak (kombinasyon sayısından dolayı) ölçülebilir (Baron & Kenny, 1986). Fakat kompleks modellerde, doğabilecek olan tüm aracılık etkilerinin çözümlenebilmesi oldukça güçtür. Yine Yapısal Eşitlik Modeli, tüm modeli, gizil ve gözlenen değişkenleri bir bütün olarak ele aldığı için olası kombinasyonları oldukça detaylı bir şekilde irdeleme fırsatı sağlar.

Örneğin, zincirleme etkilerin olduğu düşünülen bir modelde regresyon analizi ile ilişkiler aranıyor ve test ediliyor olsaydı, sıralı bir şekilde her bir kademe için ayrı regresyon analizlerinin yapılması gerekecekti. Böylelikle, hem modelin bir bütün olarak ele alınması mümkün olmayacaktı, hem de faktörlerin varyansı açıklama gücü gitgide azalacak ve ister istemez karmaşıklaşacaktı. Oysaki, aynı zincirleme etkilerin olduğu araştırma modeline, Yapısal Eşitlik Modeli uygulansaydı, tüm değişkenler birlikte ele alınabilecek ve araştırma bir bütün olarak ele alınabilecekti. Bu sayede, hem değişkenlerin kendi arasındaki ilişkileri, hem (varsa) gizil değişkenlerin olası etkileri ölçülebilecekti. Dahası, zincirleme etkilerin söz konusu olduğu bir modelde, başlangıçtaki bir etkenin en son çıktıya olan etkisi net ve holistik bir şekilde gözlemlenebilecekti (Ayyıldız & Cengiz, 2006).

7 Referanslar

Alavifar, A., Karimimalayer, M., & Anuar, M. K. (2012). Structural equation modeling vs multiple regression. *Engineering Science and Technology: An International Journal, 2*(2), 326-329.

Ayyıldız, H., & Cengiz, E. (2006). Pazarlama Modellerinin Testinde Kullanılabilecek Yapısal Eşitlik Modeli Üzerine Kavramsal Bir İnceleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 11*(1), 63-84.

Baron, R., & Kenny, D. (1986). The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations. *Journal of Personality and Social Psychology, 51*(6), 1173-1182.

Bollen, K. (1989). *Structural Equations with Latent Variables.* Wiley-Interscience.

Byrne, B. (2009). *Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming* (2nd Edition ed.). Routledge.

Celik, E., & Yılmaz, V. (2016). *LISREL 9.1 ile Yapısal Eşitlik Modeli.* Istanbul: Anı Yayınları.

Hoyle, R. (1995). Structural Equation Modeling Approach: Basic Concepts and Fundamental Issues. In R. Hoyle, *Structural Equation Modeling: Concepts, Issues and Applications* (1st Edition ed., pp. 1-16). SAGE.

Kline, R. (2011). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling.* New York: The Gullford Press.

Ozdamar, K. (1999). *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi.* Eskişehir: Kaan Kitabevi.

Raats, V., Genugten, B., & Moors, J. (2005). Multivariate regression with consecutively added dependent variables. *Linear Algebra and its Applications*(410), 170-197.

Raykov, T., & Marcoulides, G. A. (2006). *A First Course in Structural Equation Modeling.* London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Schumacker, R., & Lomax, R. (2010). *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling* (3rd Edition ed.). New York: Routledge.

Stevens, J. (2001). *Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences* (4th Edition ed.). Psychology Press.

Tabachnick, B., & Fidell, L. (2012). *Using Multivariate Statistics* (6th Edition ed.). Pearson.

Teo, T., Tsai, L., & Yang, C.-C. (2013). Theoretical Foundations. In M. S. Khine, *Application of Structural Equation Modeling in Educational Research and Practice* (Vol. 7, pp. 3-22). Perth, Australia: Sense Publishers.

Yu, C. H. (2002). A philosophical investigation of causal interpretation in structural equation models. *Annual Meeting of American Education Researcher Association.* New Orleans: Research Method Forum.