



jamovi SEMLj Modülüyle

Yapısal Eşitlik Modellemesi

Kuram Analiz Uygulamalar

H. Eray Çelik
Murat Atan
Kübra Bağcı Genel
Veysel Yılmaz
Fatih Uludağ





H. Eray ÇELİK • Murat ATAN • Kübra BAĞCI GENEL
Veysel YILMAZ • Fatih ULUDAĞ

**jamovi SEMLj Modülüyle
YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİ
Kuram Analiz Uygulamalar**

ISBN 978-625-8656-44-2

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

© 2026, PEGEM AKADEMİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Pegem Akademi Yay. Eğt. Dan. Hizm. Tic. AŞ'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, kapak tasarımı; mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz. Bu kitap, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayinevimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Pegem Akademi Yayıncılık, 1998 yılından bugüne uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten **uluslararası akademik bir yayinevidir**. Yayımladığı kitaplar; Yükseköğretim Kurulunca tanınan yükseköğretim kurumlarının kataloglarında yer almaktadır. Dünyadaki en büyük çevrimiçi kamu erişim kataloğu olan **WorldCat** ve ayrıca Türkiye'de kurulan **Turcademy.com** tarafından yayınları taranmaktadır; indekslenmektedir. Aynı alanda farklı yazarlara ait 2000'in üzerinde yayını bulunmaktadır. Pegem Akademi Yayınları ile ilgili detaylı bilgilere <http://pegem.net> adresinden ulaşılabilir.

I. Baskı: Haziran 2026, Ankara

Yayın-Proje: İlayda Arslan
Dizgi-Grafik Tasarım: Beyza Nur Erdoğan
Kapak Tasarımı: Pegem Akademi

Baskı: Sayfa Basım Sanayi Ticaret Ltd. Şti.
İvedik OSB Matbaacılar Sit. 1514. Cad. No: 23-25
Yenimahalle/ANKARA

Yayıncı Sertifika No: 51818
Matbaa Sertifika No: 77079

İletişim

Pegem Akademi: Shira Ticaret Merkezi
Macun Mahallesi 204 Cad. No: 141/33, Yenimahalle/Ankara
Yayınevi: 0312 430 67 50
Dağıtım: 0312 434 54 24
Hazırlık Kursları: 0312 419 05 60
İnternet: www.pegem.net
E-ileti: yayinevi@pegem.net
WhatsApp Hattı: 0538 594 92 40

ÖN SÖZ

Akademik yolculuklar çoğu zaman tek bir kitapla başlamaz; fakat bazı kitaplar bir yolculuğun yönünü belirler. Benim için bu yolculuk, danışmanım ve hocam Prof. Dr. Veysel Yılmaz'ın yol göstericiliğinde tamamladığım doktora teziyle ve sonrasında birlikte kaleme aldığımız “LISREL ile Yapısal Eşitlik Modellemesi – I: Temel Kavramlar – Uygulamalar – Programlama” adlı eserle başlamıştı. Söz konusu çalışma, yapısal eşitlik modellemesi alanında kuramsal temelleri kavrama, uygulama mantığını geliştirme ve araştırmacılara sistematik bir analiz yaklaşımı sunma amacını taşıyordu. Aradan geçen yıllar içinde hem yöntemler geliştirdi hem yazılımlar değişti hem de bilimsel üretim anlayışı, açık bilim ve yeniden üretilebilirlik vurgularıyla birlikte yönetsel ve kültürel açıdan önemli bir dönüşüm geçirdi.

Bugün ise elinizde bulunan “*jamovi SEMLj modülüyle Yapısal Eşitlik Modellemesi: Kuram, Analiz ve Uygulamalar*” adlı eser, yalnızca bir yöntem kitabı değil; aynı zamanda üç akademik kuşağın ortak emeğini yansıtan bir çalışmadır. Bu çalışma; danışmanım Prof. Dr. Veysel Yılmaz ile hocam ve ağabeyim Prof. Dr. Murat Atan'ın akademik birikimleri, doktora öğrencilerim ve yol arkadaşlarım Doç. Dr. Kübra Bağcı Genel ile Dr. Fatih Uludağ'ın dinamizmi ve özverili katkılarının uyumlu birlikteliği sayesinde ortaya çıkmıştır. Bu yönüyle kitap, akademide bilginin kuşaktan kuşağa aktarımının anlamlı bir örneğini sunmaktadır.

Kitabın ortaya çıkışındaki temel düşüncelerden biri, açık kaynaklı yazılımların bilimsel araştırmalar açısından sunduğu faydalardır. Açık kaynak yaklaşımı, erişilebilirliği artırmanın ötesinde analiz süreçlerinin şeffaflığını güçlendirerek sonuçların yeniden üretilebilirliğini destekler ve araştırma güvenilirliğine katkı sağlar. *jamovi* gibi yazılımlar, bu özellikleriyle araştırmacılara önemli kolaylıklar sunmakta ve istatistiksel analizleri daha anlaşılır ve erişilebilir hâle getirmektedir.

Yapısal eşitlik modellemesi (YEM), günümüzde sosyal bilimlerden sağlık bilimlerine, eğitimden mühendisliğe kadar geniş bir disiplin yelpazesinde kullanılan güçlü bir analiz yaklaşımıdır. Kuramsal modellerin sınanması, gizil yapıların incelenmesi ve değişkenler arasındaki karmaşık ilişkilerin ortaya konulması açısından araştırmacılara önemli olanaklar sunmaktadır. Çalışmada hedeflenen, yöntemin kuramsal çerçevesini ve uygulama sürecini birlikte ele alan, sonuçların doğru yorumlanmasına rehberlik eden kapsamlı bir kaynak ortaya koymaktır.

Kitap hazırlanırken araştırmacıların herhangi bir programlama bilgisine ihtiyaç duymadan *jamovi SEMLj* modülü ile model kurabilmeleri, analiz sonuçlarını doğru biçimde değerlendirebilmeleri ve çalışmalarında güvenle kullanabilecekleri bir



başvuru kaynağı oluşturulması hedeflenmiştir. Bu amaçla kuramsal açıklamalar ile uygulama örnekleri dengeli biçimde bir araya getirilmeye çalışılmıştır. Kitapta yer alan uygulamaların veri dosyalarına ve *jamovi* *SEMLj* çözümlerine GitHub deposundan (<https://github.com/hecelik/SEMLj>) erişilebilir.

Çalışmayı ayrıca anlamlı kılan önemli bir yön de toplumsal sorumluluk bilinciyle hazırlanmış olmasıdır. Kitabın tüm telif gelirleri, serebral palsili çocukların yaşam koşullarını iyileştirmeye yönelik çalışmalar yürüten *SERÇEV – Serebral Palsili Çocuklar Derneği* ile eğitim ve dayanışma alanında faaliyet gösteren, üniversite öğrencilerine burs desteği sağlayan *HECE Eğitim Kültür ve Yardımlaşma Vakfı*'na bağışlanacaktır. Bu eserin yazar ekibi olarak, bilimsel üretimin toplumsal faydayla buluşmasının değerli olduğuna samimiyetle inanıyoruz.

Kitabın hazırlanma sürecinde desteklerini esirgemeyen çalışma arkadaşım *Doç. Dr. M. S. Talha Arslan*'a, alanımızın saygın isimlerinden *Prof. Dr. Joseph F. Hair'e* ve “*Structural Equation Models based on lavaan for jamovi*” modülünü bilim dünyasına kazandırarak sorularımıza içtenlikle yanıt veren *Dr. Marcello Gallucci*'ye şükranlarımı sunarım. Eserin yayına hazırlanmasında büyük bir özen ve titizlikle çalışan *PEGEM Akademi Yayıncılık*'ın tüm yönetici ve çalışanlarına da ayrıca teşekkür ederim.

Bu kitabın yapısal eşitlik modellemesi alanında çalışan araştırmacılara güvenilir bir başvuru kaynağı olmasını ve bilimsel çalışmalarına kalıcı bir katkı sunması dileklerimle...

Prof. Dr. H. Eray Çelik

Van, 2026

YAZARLAR HAKKINDA

Prof. Dr. H. Eray ÇELİK

Orcid ID: 0000-0001-7490-8124

E-posta: ecelik@yyu.edu.tr

Web Sitesi: <https://avesis.yyu.edu.tr/ecelik>

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Van

Prof. Dr. Murat ATAN

Orcid ID: 0000-0002-2485-9456

E-posta: murat.atan@hbv.edu.tr

Web Sitesi: <https://avesis.hacibayram.edu.tr/murat.atan>

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Ankara

Doç. Dr. Kübra BAĞCI GENEL

Orcid ID: 0000-0002-6679-9738

E-posta: kubrabagci@yyu.edu.tr

Web Sitesi: <https://avesis.yyu.edu.tr/kubrabagci>

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Van

Prof. Dr. Veysel YILMAZ

Orcid ID: 0000-0001-5147-5047

E-posta: vyilmaz@ogu.edu.tr

Web sitesi: <https://avesis.ogu.edu.tr/vyilmaz>

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Eskişehir

Dr. Fatih ULUDAĞ

Orcid ID: 0000-0001-6730-2650

E-posta: fatihuludag@yyu.edu.tr

Web Sitesi: <https://avesis.yyu.edu.tr/fatihuludag>

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Van

Kitap uygulamaları ve veri dosyaları

Web Sitesi: <https://github.com/hecelik/SEMLj>



İÇİNDEKİLER

Ön Söz.....	iii
Yazarlar Hakkında.....	v

1. BÖLÜM

YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİNE GİRİŞ

Yapısal Eşitlik Modellemesi Nedir?.....	1
Temel Kavramlar ve Analitik Çerçeve.....	2
Semboller ve Terimler.....	9
Model Varsayımları.....	12
Örneklem Büyüklüğü.....	14
Analiz Aşamaları.....	15
Model özellikleri.....	16
Model tanımlama.....	16
Model tahmini.....	17
Model uyumunun iyileştirilmesi.....	28
Uygulama süreci.....	29
Temel Kavramlar ve Terimler.....	30
Kaynakça.....	33

2. BÖLÜM

jamovi KURULUMU VE ÖZELLİKLERİ

<i>jamovi</i> 'nin Tanımı.....	39
<i>jamovi</i> 'nin Kurulumu.....	42
Windows, macOS ve Linux için kurulum.....	42
<i>jamovi</i> modüllerinin yüklenmesi ve güncelleme.....	43
<i>jamovi</i> : Ana Menü ve Çalışma Alanı.....	43
Veri görünümü ve değişken tanımlama.....	44
Data menüsü.....	45
Edit menüsü.....	45
Ayarlar menüsü.....	45
<i>jamovi</i> : Yapısal Eşitlik Modellemesi Modülleri.....	45
Kaynakça.....	47

3. BÖLÜM ÖLÇÜM MODELİ ANALİZİ

Uygulama 1: Birinci Düzey Ölçüm Modeli.....	51
Veri hazırlama ve uygulama.....	52
Sonuçların yorumlanması.....	55
Model uyumunun değerlendirilmesi.....	57
Post-Hoc model performansı.....	59
Yol diyagramı.....	62
Modelin yapı geçerliği.....	62
<i>jamovi</i> ile yapı geçerliği.....	66
Uygulama 2: <i>SEM</i> Modülü ile Birinci Düzey Ölçüm Modeli.....	68
<i>jamovi SEM</i> modülü.....	68
<i>SEMLj</i> modülü.....	76
<i>SEMLj</i> çıktılarının yorumlanması.....	81
Uygulama 3: DFA, Bifaktör ve ESEM Modelleri.....	96
ESEM ve Bifaktör Modelleri.....	98
Bifaktör modellerin değerlendirilmesi.....	101
Alternatif modellerin karşılaştırılması.....	105
Sözdizimi ile model tanımlama.....	109
Tek boyutlu ölçüm modeli.....	109
Birinci düzey ölçüm modelleri.....	111
İkinci düzey ölçüm modeli.....	122
Bifaktör DFA (B-DFA).....	133
Açıkayıcı yapısal eşitlik modellemesi (ESEM).....	138
Alternatif modellerin karşılaştırılması.....	143
Uygulama 4: 21. Yüzyıl Becerileri Değerlendirme Ölçeği.....	148
Uygulama 5: Çoklu-Grup Doğrulayıcı Faktör Analizi (MGCF A).....	152
Holzinger-Swineford veri seti ,le MGCF A.....	154
Uygulama 6: Ordinal Değişkenli Ölçüm Modeli Analizi.....	177
Diyagonal ağırlıklandırılmış en küçük kareler (DWLS).....	177
Ortalama, ölçek ve konum açısından düzeltilmiş test istatistiği.....	178
Robust (sağlam) standart hatalar.....	178
Kategoril veri için korelasyon türleri: tetrakorik, polikorik, çift seri.....	178
Modelin genel uyumunun değerlendirilmesi.....	179



Parametre tahminlerinin değerlendirilmesi.....	180
Modelin güvenilirliği ve geçerliği.....	182
Kaynakça.....	183

4. BÖLÜM

YAPISAL MODEL ANALİZİ

Uygulama 1: HBAT Modeli.....	196
Uygulama 2: Beş Büyük Kişilik Özelliği ve TAM.....	210
Ölçüm modeli analizi.....	211
Yapısal model analizi.....	215
Tahmin metotlarının karşılaştırılması.....	220
Uygulama 3: Political Democracy Modeli.....	221
Model tanımlanma.....	222
Model sonuçlarının karşılaştırılması.....	227
Uygulama 4: Tam Gizil Yapılarla İki Aşamalı YEM.....	230
Ölçüm modelleri.....	230
Yapısal modeller.....	234
Uygulama 5: Yapısal Regresyon Modeli ve Dolaylı Etkiler.....	237
Ölçüm modelinin DFA ile değerlendirilmesi.....	238
Yapısal regresyon modelinin tahmini.....	241
İç içe geçmiş modellerin karşılaştırılması.....	242
Uygulama 6: Çok Düzeyli YEM.....	246
Çok düzeyli YEM.....	248
Çok düzeyli çok gruplu model.....	250
Çok düzeyli çok gruplu modelde kısıtların tanımlanması.....	250
Kaynakça.....	253



YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİNE GİRİŞ

1.1.Yapısal Eşitlik Modellemesi Nedir?

Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM), çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleri arasında önemli bir metodolojik öneme sahip olan ve değişkenler arasındaki karmaşık ilişkilerin eşzamanlı olarak incelenmesine olanak tanıyan bütüncül bir yaklaşımdır. Regresyon ve faktör analizini bütünleştiren bu yöntem, ölçüm hatalarını modele dâhil ederek gizil değişkenlerin etkilerini daha doğru biçimde değerlendirmeyi mümkün kılar.

Temelinde doğrulayıcı bir yaklaşım bulunan YEM, kuramsal olarak öngörülen ilişkilerin gözlemlenen verilerle ne ölçüde uyumlu olduğunu test etmeyi amaçlar. Bu süreçte hipotezler istatistiksel olarak sınanır; anlamlılık düzeyleri, ilişki yönleri ve uyum indeksleri aracılığıyla modelin veriyle uyumu değerlendirilir. Geleneksel regresyon analizinden farklı olarak YEM’de bir değişken hem bağımlı hem de bağımsız değişken rolü üstlenebilir; ayrıca hata terimlerinin modele dâhil edilmesi sayesinde nedensel yapı hipotezleri daha güvenilir biçimde sınanabilir.

YEM’de değişkenler arasındaki ilişkiler, matematiksel denklemler ve yol diyagramları aracılığıyla modellenir. Yol diyagramları, modelin yapısını görselleştirerek kuramsal çerçevenin daha kolay yorumlanmasını sağlar. Birden fazla bağımlı değişkenin eşzamanlı olarak analiz edilebilmesi, ölçüm hatalarının açıkça modellenmesi ve parametre tahminlerinin doğruluğunun artırılması yöntemin başlıca avantajları arasında yer almaktadır.

YEM, teorik modellerin geçerliğini test etmek ve değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri bütüncül biçimde değerlendirmek amacıyla geniş bir kullanım alanına sahiptir. Eğitim bilimlerinde öğrencilerin dijital okuryazarlığının akademik başarı üzerindeki etkileri ya da psikolojide çalışanların tükenmişlik düzeylerinin iş performansına etkisi gibi olgular, bu yöntemle sistematik biçimde incelenebilir.

Analiz sonucunda model, gözlemlenen verilerle uyumlu bulunabilir ya da uyumun yetersiz olduğu sonucuna ulaşılabilir. Modelin veriyle tutarlı olduğu durumlarda ileri analizler yapılabilir veya model genişletilebilir; uyumun yetersiz olduğu durumlarda ise kuramsal çerçeve yeniden gözden geçirilerek model revize edilmelidir.

Bu bilgilerin ışığında özetle YEM; gizil değişkenlerin ölçümünü, ölçüm hatalarının modellenmesini ve doğrulayıcı faktör analizinin entegrasyonunu içeren



yapısıyla sosyal bilimlerden ekonomiye ve sağlık araştırmalarına kadar geniş bir yelpazede kullanılan güçlü bir istatistiksel yöntemdir.

1.2. Temel Kavramlar ve Analitik Çerçeve

YEM, gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki ilişkileri eşzamanlı olarak ele alabilen çok değişkenli bir istatistiksel yöntemdir. Bu yaklaşım, kuramsal yapıların istatistiksel olarak sınamasını amaçlar; modelin oluşturulması, değerlendirilmesi ve yorumlanması süreçleri belirli temel bileşenlere dayanır. Sağlam bir kavramsal çerçeve üzerine inşa edilen model, yalnızca analizin geçerliğini artırmakla kalmaz; elde edilen bulguların güvenilirliğini ve genellenebilirliğini de güçlendirir.

Gizil değişkenler: Gizil değişkenler, doğrudan gözlemlenemeyen ancak belirli göstergeler aracılığıyla dolaylı olarak ölçülebilen yapılardır. İstatistiksel modellerde bu soyut kavramlar, gözlenen değişkenler üzerinden temsil edilir ve sosyal bilimlerden ekonomiye, sağlık bilimlerinden eğitim araştırmalarına kadar geniş bir alanda incelenir.

Kişilik özellikleri, akademik yeterlilik veya tutum gibi kavramlar doğrudan ölçülemez; ancak ilgili göstergeler aracılığıyla modellenebilir. Örneğin, akademik yeterlilik standart test puanları, not ortalaması ve dil sınavı skorları gibi göstergeler üzerinden temsil edilebilir. Ölçüm sürecinde kullanılan ölçekler, anketler ve testler, gizil değişkenlerin yapısal modeller içerisinde ele alınmasını sağlar. Bu tür değişkenlerin doğru biçimde modellenmesi, parametre tahminlerinin güvenilirliği ve kuramsal olarak öngörülen yönlü ilişkilerin sınanması açısından kritik öneme sahiptir. Ölçüm hatalarının açıkça modellenmesi ve güvenilir göstergelerle desteklenmesi, analizin sağlam bir istatistiksel temele oturmasını sağlar. Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) ve YEM, gizil değişkenlerin ölçümü ve doğrulanmasında en sık kullanılan yöntemlerdir. Gizil değişkenler modele bağımsız veya bağımlı değişken olarak dâhil edilebilir; ayrıca gerek doğrusal gerekse doğrusal olmayan ilişkiler aracılığıyla kuramsal yapılarla olan bağları sınanabilir.

Gizil değişkenler, model içerisindeki rolleri ve gözlemlenen değişkenlerle olan ilişkileri çerçevesinde ele alınmaktadır.

Gözlenen değişkenler: Gözlenen değişkenler, doğrudan ölçülebilen ve istatistiksel analizlerde kullanılan veri noktalarıdır. Çoğunlukla gizil değişkenleri temsil eden göstergeler olarak işlev görür; psikoloji, eğitim, ekonomi ve sağlık araştırmaları gibi birçok disiplinde temel ölçüm birimleri olarak kullanılır. Örneğin, dijital tükenmişlik düzeyini inceleyen bir çalışmada ekran süresi, çevrimiçi toplantı sıklığı ve dijital görev yükü gözlenen değişkenler olarak değerlendirilebilir. Gizil değişkenlerin doğrudan ölçülememesi nedeniyle bu kavramların dolaylı olarak temsil edilmesi için gözlenen değişkenlere başvurulması gerekir. Modelin geçerliği açısından gözlenen değişkenlerin doğru tanımlanması ve güvenilir ölçüm araçlarıyla elde edilmesi oldukça önemlidir.