

Modelleme ve Yapısal Eşitlik Modellemesi üzerine

Emre Şahin DÖLARSLAN

Çankırı Karatekin Üniversitesi

İİBF İşletme Bölümü

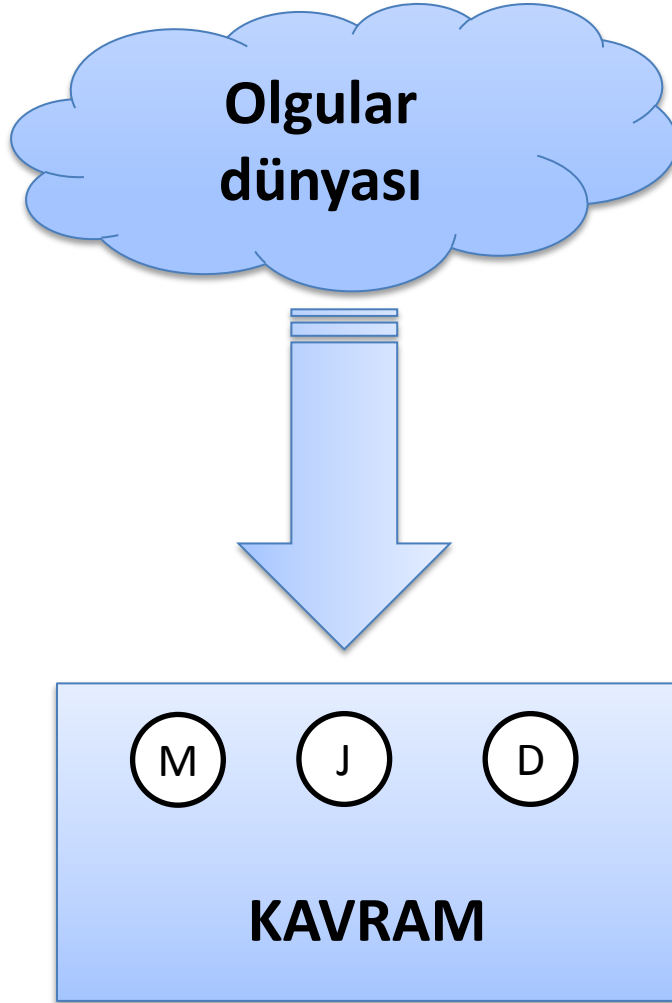
Model ve simülasyon (benzetim)



«Tecrübe çok pahalı bir okuldur, ama budalalar başka okulda öğrenemez.»

Benjamin Franklin

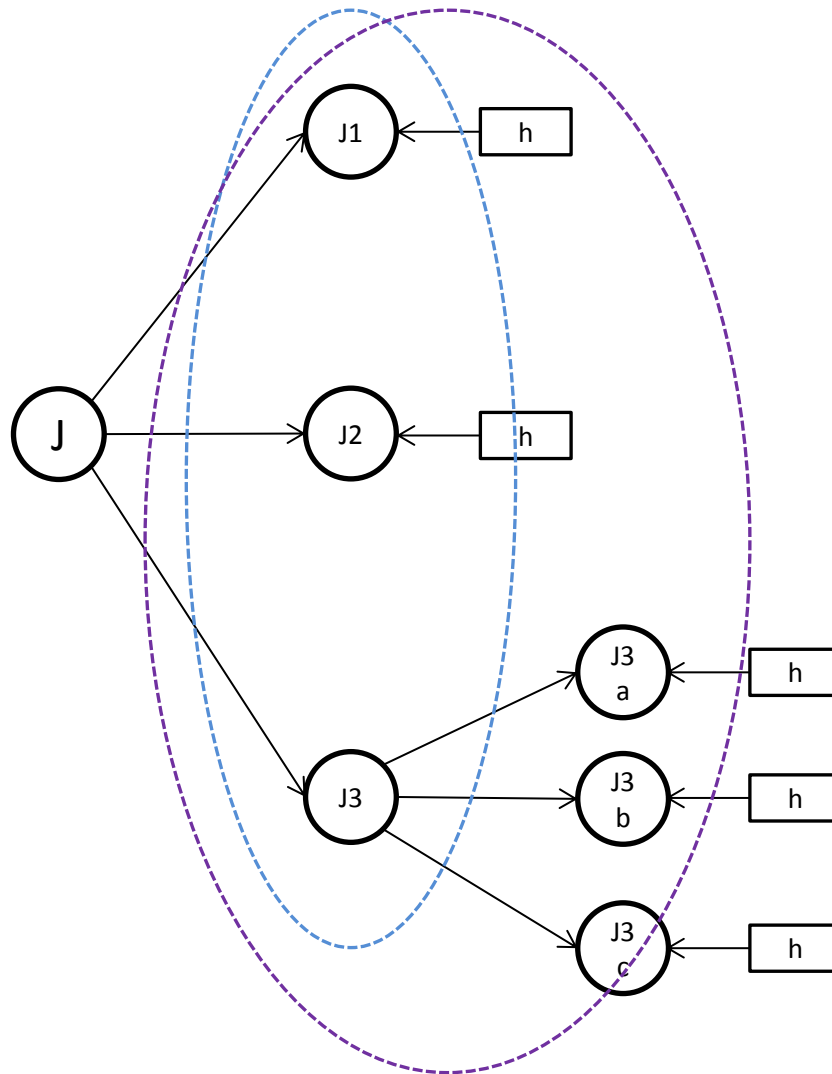
Bilim insanı ?



Bilim insanı



Kavram, Ölçüm ve Değişken



- DFA
(Doğrulayıcı Faktör Analizi)
 - 1. *Düzey DFA*
 - 2. *Düzey DFA*
- **Örtük değişken (J) ve Gözlenen değişken (J3a, J3b,...)**

Değişkenler (← kavramlar) arası etki-leşim

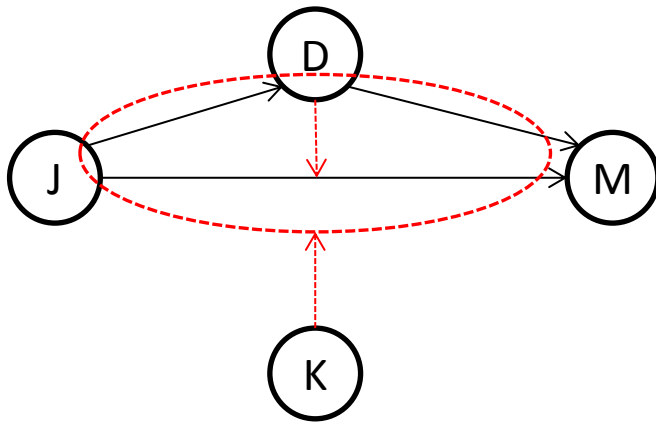
- Nedensellik (Causality)
 - Korelasyon



- Regresyon

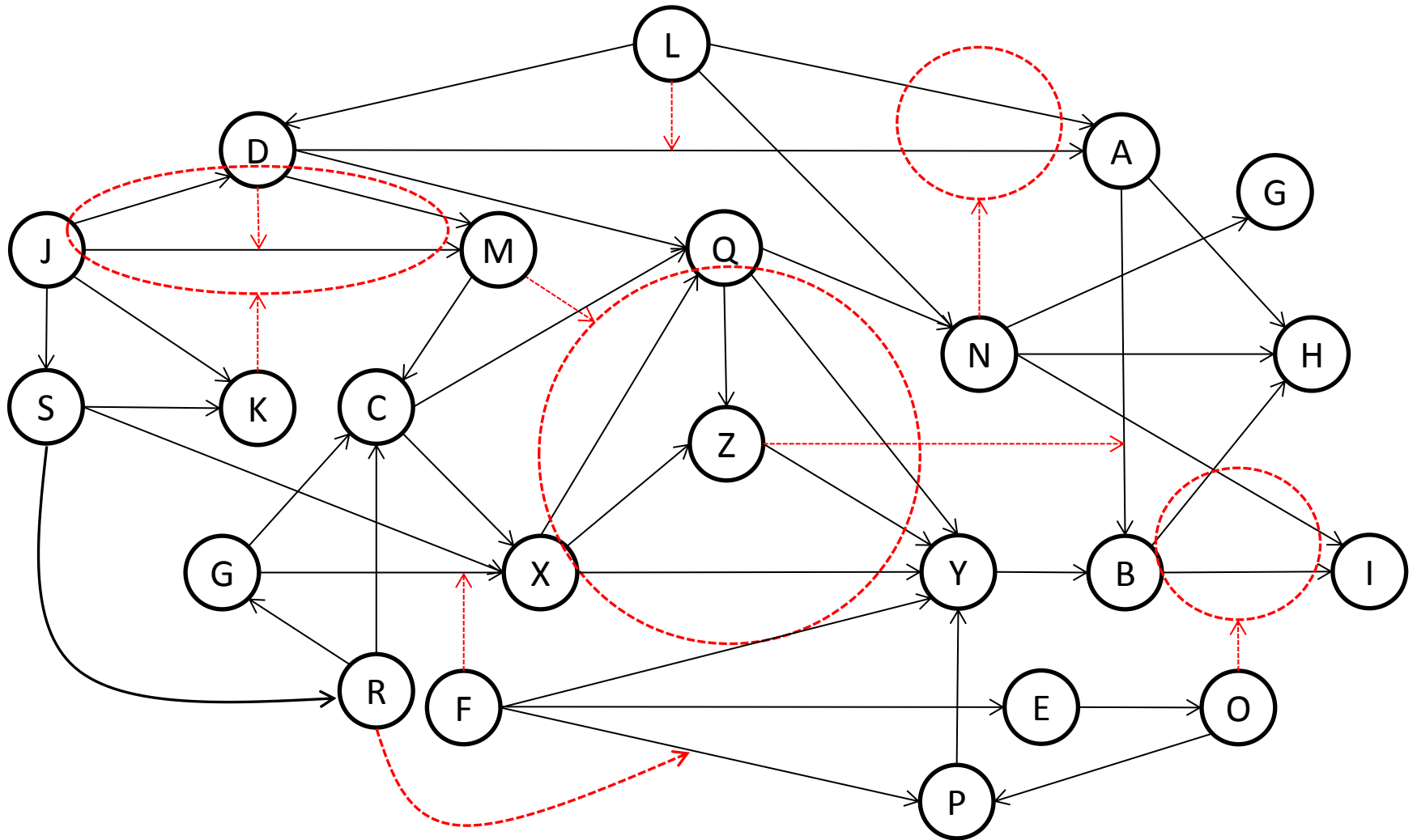


Değişkenler arası etkiler

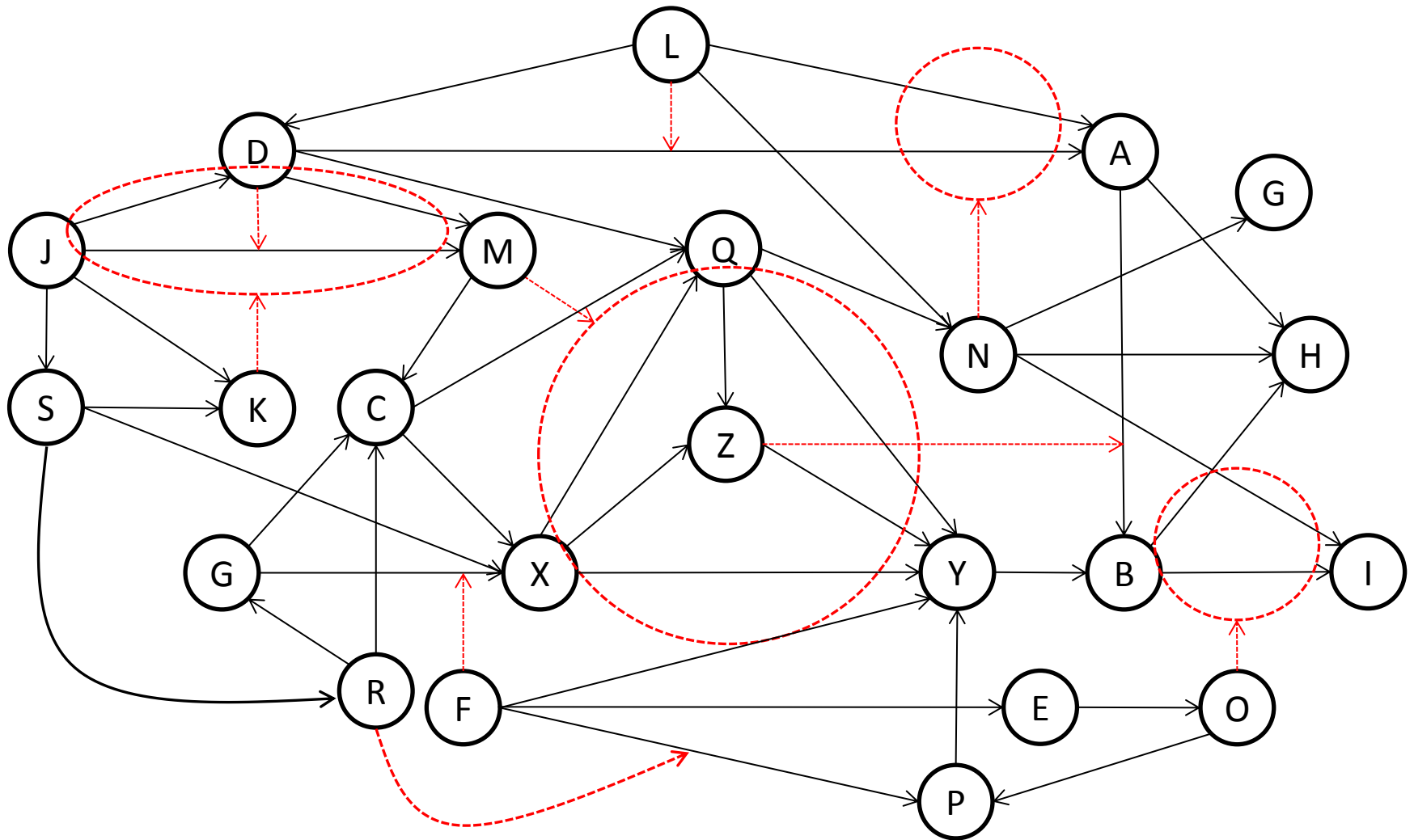


- Nedensel Etkiler:
 - Doğrudan (*Direct*) etki
 - Dolaylı (*Indirect*) etki
 - Aracılık (*Moderator*) etkisi
 - Düzenleyicilik (*Mediator*) etkisi

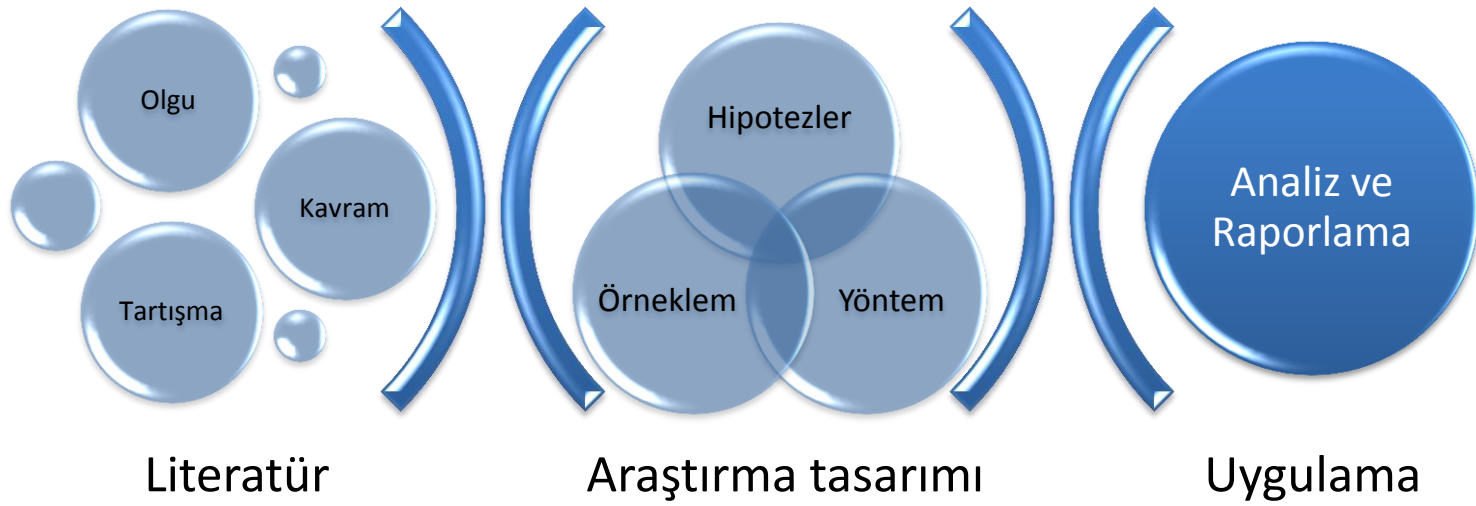
Gerçek karmaşıktır: Kaotik yapı ve çözümleme



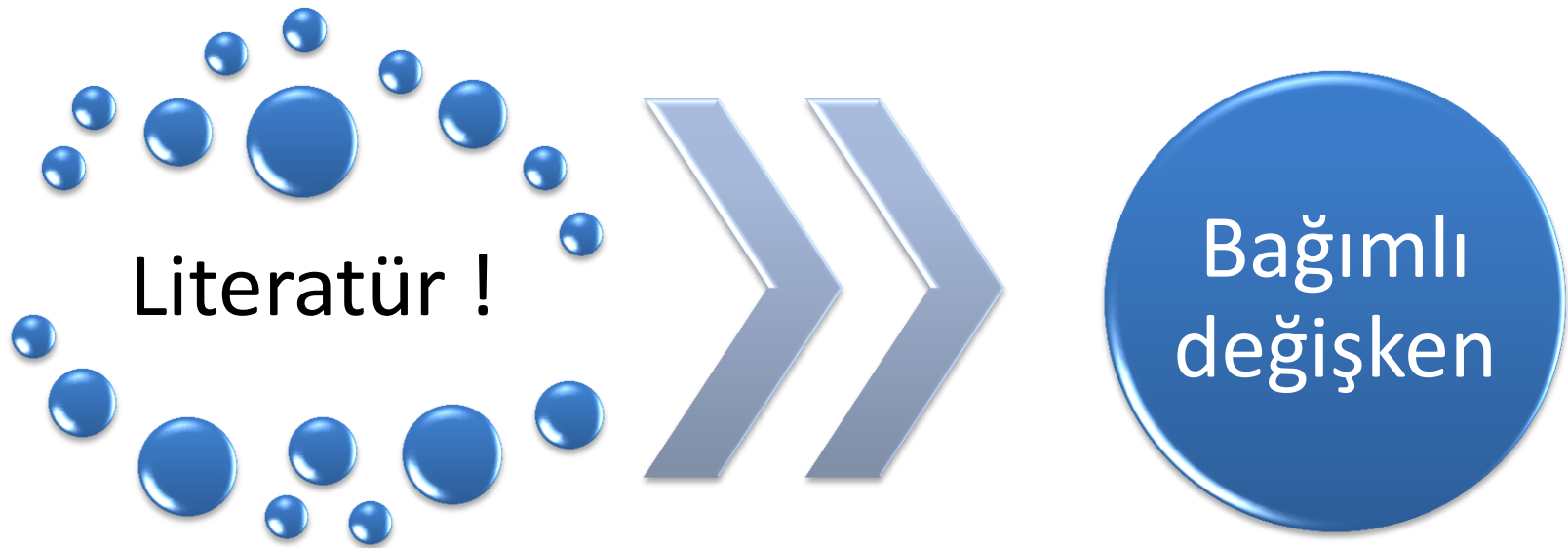
Kendi «gerçeğimiz»: Eğer bulabilirsek?



Süreç (1)



Literatür desteđi: Olmazsa olmaz !*



Belirleyiciler/Etkileyenler

Etkilenen

Süreç (2)



YEM (Lisrel ile)

- YEM çalışmaları temelde;
 - Doğrulayıcı modelleme stratejisi
 - Alternatif modeller stratejisi
 - Model geliştirme stratejisi
- YEM çalışmaları teorik açıdan nedensellik sunarlar.
- YEM analizlerinde, öne sürülen modellerin data tarafından doğrulanıp doğrulanmadığı; teorik evrende varsayılan ilişkilerin ampirik gözlem sonucu elde edilmiş olan data setinde var olup olmadığı anlaşılmaya çalışılmaktadır.

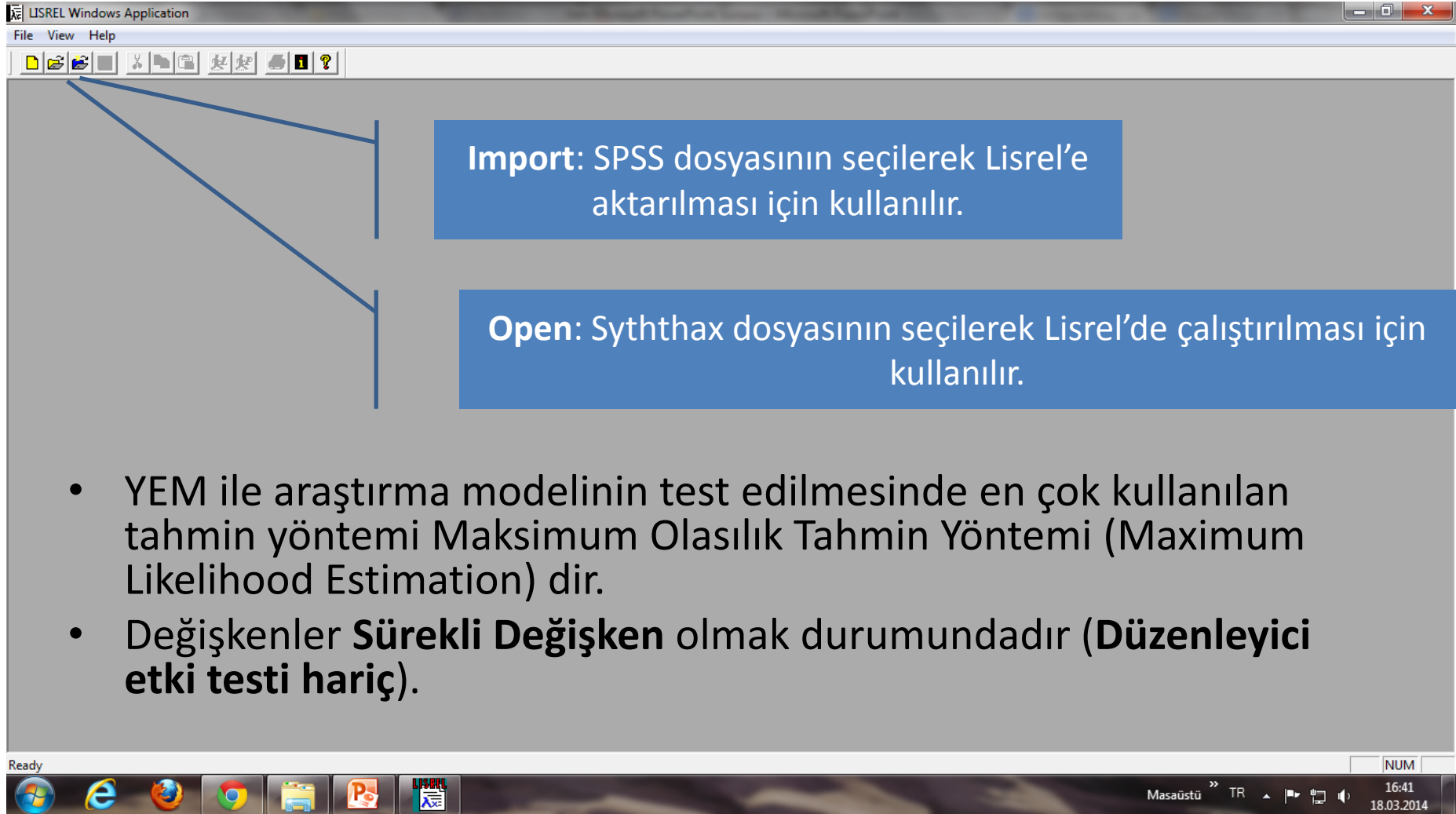
YEM (Lisrel ile)

- İlişki değerleri
 - Path Analizi
 - Standardize edilmiş çözüm değerleri
- Tanımlanma değerleri
 - DFA
- Açıklanma değerleri
 - DFA ve Path Analizi
- Anlamlılık düzeyi değerleri
 - t-değeri
- Değişkenlerin hata değerleri
- Düzeltme önerileri
 - Hem değişkenlerin hem de ilişkilerin tanımlanmasında

YEM (Lisrel ile)

- Uyum iyiliği değerleri
 - **RMSEA**: 0,080 altı kabul edilir. *Byrne 0,010 da olur demektedir.*
 - **p**: 0.05 ten büyük olması istenir. Ama zordur.
 - **Ki-kare**: Ne kadar düşük o kadar iyi.
 - **Ki-kare/Sd**: 5'in altında oranlar kabul edilebilir.
 - **CFI**: 0.90 dan yukarısı kabul edilebilir.
 - **IFI**: 0.90 dan yukarısı kabul edilebilir.
 - **GFI**: 0.90 dan yukarısı kabul edilebilir.
 - **AGFI**: 0.85 den yukarısı kabul edilebilir.
 - **SRMR-RMR**: 0.080 den altı kabul edilir.

YEM (Lisrel ile)



The screenshot shows the LISREL Windows Application window. The title bar reads "LISREL Windows Application". The menu bar includes "File", "View", and "Help". The toolbar contains icons for file operations (New, Open, Save, Print, etc.) and a help icon. Two blue callout boxes with white text are overlaid on the application window, with lines pointing to the "Import" and "Open" icons in the toolbar. The first box explains the "Import" function, and the second box explains the "Open" function. Below these boxes, a bulleted list provides additional context about the YEM method and its application in LISREL.

Import: SPSS dosyasının seçilerek Lisrel'e aktarılması için kullanılır.

Open: Syththax dosyasının seçilerek Lisrel'de çalıştırılması için kullanılır.

- YEM ile araştırma modelinin test edilmesinde en çok kullanılan tahmin yöntemi Maksimum Olasılık Tahmin Yöntemi (Maximum Likelihood Estimation) dir.
- Değişkenler **Sürekli Değişken** olmak durumundadır (**Düzenleyici etki testi hariç**).

Ready NUM Masaüstü TR 16:41 18.03.2014

Ölçme modelinin testi (DFA)

- Örtük değişkenler, aralarında hiçbir ilişki tanımlanmadan sadece gözlenen değişkenler tanımlanarak analiz edilir.
- Elde edilen değerlerin yordama (*ilişki*) değerlerine bakılır; burada 0.50 ve üstü değerler kabul edilebilir değerlerdir.
- t-değerleri (*anlamlılık derecesi*) kontrol edilir. **Kırmızı olmayacak** ($t > 1,96$; $p < 0,05$).
- Uyum iyiliği değerlerine bakılır.
- Ölçme modelinin güvenilirlik ve geçerlilik testleri bu aşamada yapılır (Hata değerleri bu noktada önemlidir).
- NOT: Ölçme modelinin test edilmesi, olası ilişki testlerinde bir modelin elde edebileceği en iyi uyum değerlerini gösterir.

İlişki testi: Path analizi

- Ölçme modeli yazılımına ek olarak, örtük değişkenler arasında öngörülen ilişkiler de belirtilerek model çalıştırılır.
- Değişkenler arasındaki ilişkiler, standardize edilmiş çözüm değerleri (β) ile Lisrel tarafından üretilir.
- t-değerleri kontrol edilir. **Kırmızı** olmaması, ilişkinin anlamlı olduğunu gösterir ($t > 1,96$; $p < 0,05$).
- R^2 değerleri, örtük değişkenlerin tanımlanma derecelerini gösterir.
- Girilecek ek bir komut ile Lisrel doğrudan, dolaylı ve toplam etkileri de hesaplamaktadır.

Örnek bir çalışma: Hizmet kalitesi, tatmin ve güvenin
daha fazla ödeme eğilimi üzerindeki etkileri
(Dölarıslan ve Özer, 2014)

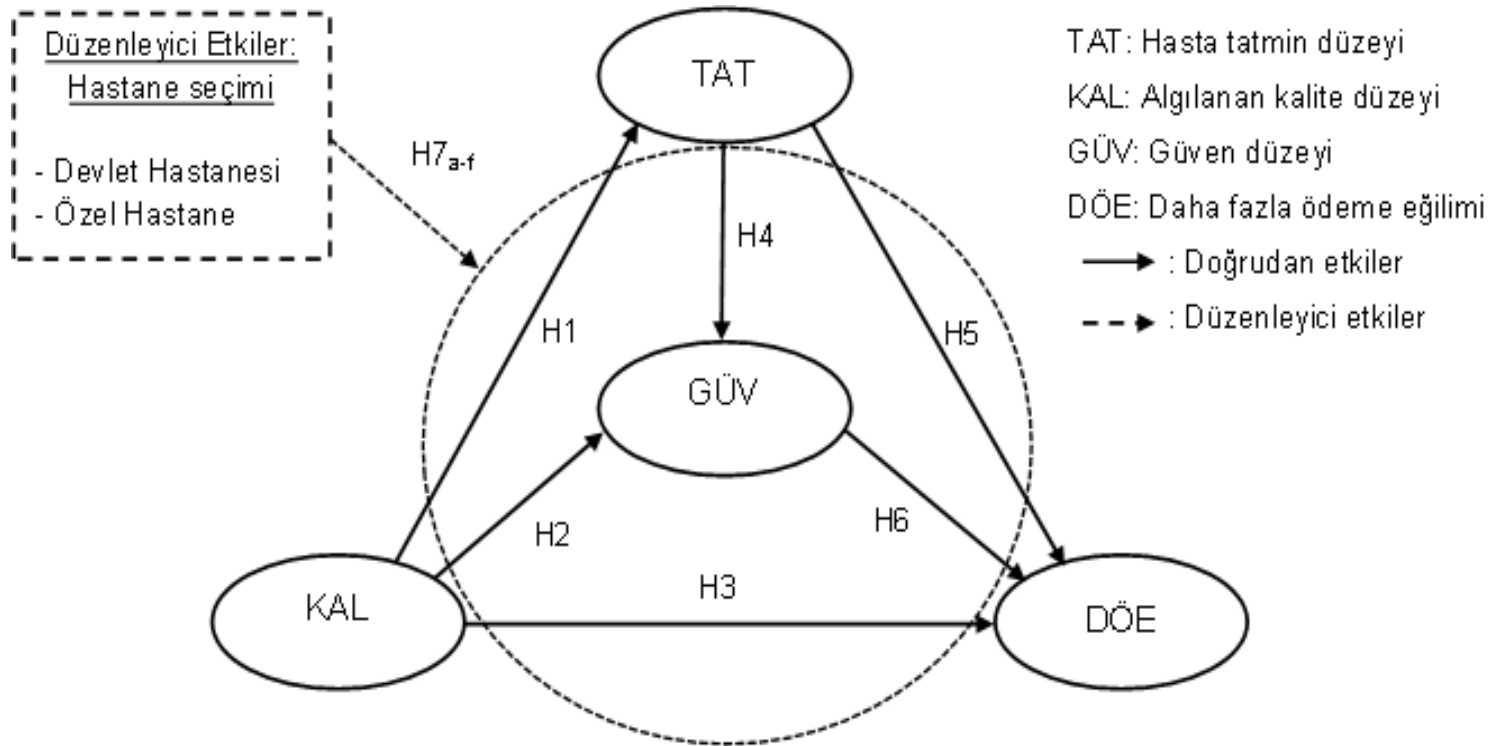
- Araştırma sorunsalı:
 - «TR sağıık sisteminde, tedavi hizmeti alacak hastalar kamu veya özel hastane tercihlerinde bağımsız olmakla beraber, yapılan düzenleme ile sağıık kuruluşlarının Sağıık Bakanlığı tarafından belirlenen kalite düzeylerinde ulaşılabilir, nitelikli ve sürdürülebilir bir şekilde hizmet alabilmek için daha fazla ödeme yapmak durumunda kalmaktadırlar.»

Örnek bir çalışma: Hizmet kalitesi, tatmin ve güvenin daha fazla ödeme eğilimi üzerindeki etkileri

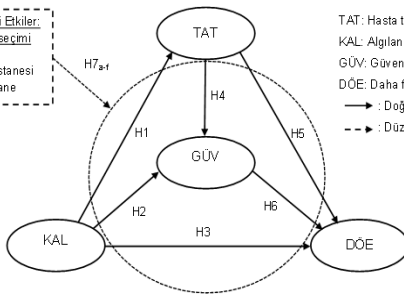
(Dölarıslan ve Özer, 2014)

- Literatürde DÖE;
 - Sadakatin davranışsal çıktıları:
 - **Daha fazla ödeme eğilimi (DÖE)**
 - Tekrar satın alma niyeti (RPI)
 - Olumlu ağızdan ağıza iletişim (WOM)
- Literatürde hizmet değerlendirme süreci ve sadakat belirleyicileri:
 - Algılanan hizmet **kalitesi (KAL)**
 - Algılanan **tatmin** düzeyi (**TAT**)
 - Kuruma olan **güven** düzeyi (**GÜV**)
 - Hizmet **değeri** ??? (*Gelecek çalışmalar için öneriler*)
- Aktüel sorun:
 - Devlet hastaneleri ve Özel Hastaneler ? (**Düzenleyici Etki**)

Örnek bir çalışma: Hizmet kalitesi, tatmin ve güvenin daha fazla ödeme eğilimi üzerindeki etkileri (Dölarıslan ve Özer, 2014)



Düzenleyici Etkiler:
Hastane seçimi
- Devlet Hastanesi
- Özel Hastane



TAT: Hasta tatmin düzeyi
KAL: Algılanan kalite düzeyi
GÜV: Güven düzeyi
DÖE: Daha fazla ödeme eğilimi
→ : Doğrudan etkiler
- - - : Düzenleyici etkiler

Analiz süreci

Tek Boyutluluk Analizi

**Açıklayıcı
Faktör Analizi
(AFA)**

**Harman Tek
Faktör Testi***

Ölçüm Modelinin Test Edilmesi

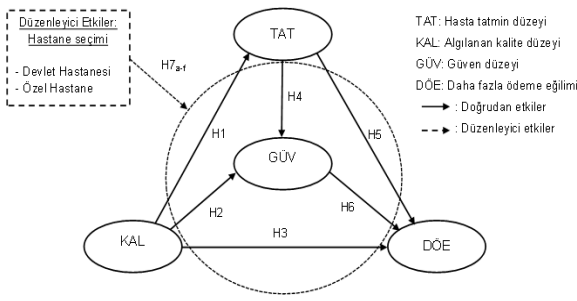
**Doğrulayıcı
Faktör Analizi
(DFA)**

**Yapı güvenilirliği
(CR), ayrışma
ve birleşme
geçerliliği (AVE)**

Araştırma Modelinin Test Edilmesi

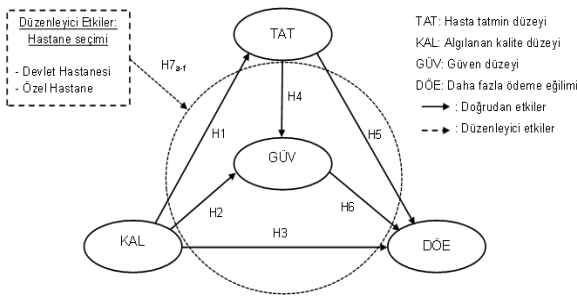
**Doğrudan, Dolaylı ve Toplam
etkiler**

Düzenleyici etkiler



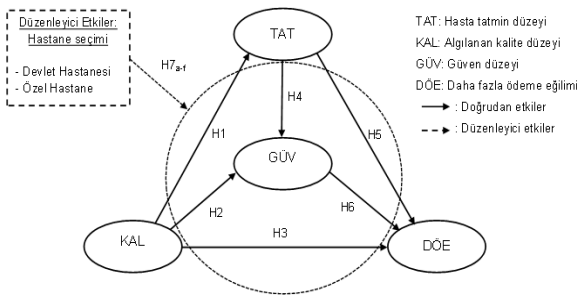
Çalışmada;

- Değişkenlerin tek boyutluluğunun tespiti (AFA)
 - AFA kapsamında yapılan analiz, Temel Bileşenler (Principal Components) yöntemine dayanılarak, varimax rotasyonlu olarak uygulanmış ve örneklem yeterliliğini değerlendirmek amacıyla Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testinde sınır değer 0.50 olarak kabul edilmiştir. Analiz sonucunda, değişkenler arasında yeterli ilişki bulunup bulunmadığını gösteren Bartlett küresellik testi sonuçlarına göre de değişkenler arasında faktör analizi yapmaya yeterli düzeyde bir ilişki bulunduğu ($p < 0.05$) görülmüştür



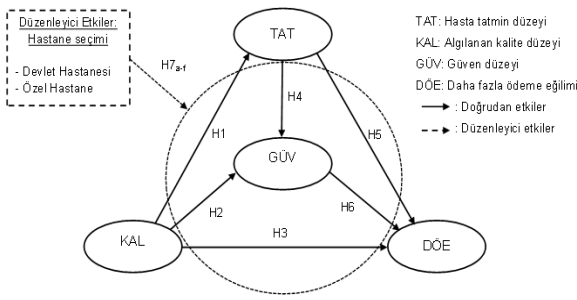
Çalışmada;

- Değişkenlerin tek boyutluluğunun tespiti (AFA)
 - Tek boyutlu olarak GÜV değişkeninin % 66.350, TAT değişkeninin % 78.554, KAL değişkeninin % 84.083 ve DÖE değişkeninin % 83.567 oranında açıklanan varyans değerlerine sahip oldukları ve bu değerlerin de % 50'den büyük olduğu da saptanmıştır. Bu sonuçlara göre faktör analizine konu olan değişkenlerin tümünün, özdeğeri 1 ya da 1'den büyük olarak, tek bir boyutta açıklandığı ve iç tutarlılıklarının da (Cronbach' alpha «α») 0.70 değerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Çalışmada;

- Ölçüm modelinin test edilmesiyle (DFA),
 - Yapıları (*örtük değişkenleri*) oluşturan gözlenen değişkenlerin doğrulanması (*geçerlilik ve güvenilirlik*)
 - Yapı Güvenilirliği (Cronbach's Alpha'dan « α » farklıdır)
 - Ayrım geçerliliği ve birleşme geçerliliği
 - Yapıların aralarındaki ilişkilerin, model kapsamında değerlendirilmesine uygun olup olmadığının belirlenmesi/doğrulanması.
 - Ölçüm modeli uyum iyiliği değerleri sonuçları, oluşturulacak bir ilişki modelinin alabileceği en iyi değerleri bize göstermektedir (Yani, ölçüm modeli sonuçları beklenen düzeyde değilse, ilişki testi sonuçları da yetersiz olacaktır).



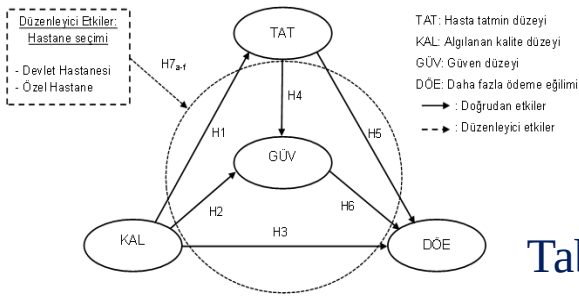
Analiz ve Raporlama

Tablo 1. Doğrulayıcı faktör analizi sonuçları*

Örtük değişkenler (yapılar)	Gözlenen değişkenler	Standardize edilmiş parametre değeri (β)	t-değeri	Standart hata değeri
GÜV	Güv1	0.82	20.10	0.34
	Güv2	0.81	20.06	0.34
	Güv4	0.85	21.56	0.27
	Güv4	0.72	16.77	0.48
	Güv5	0.63	14.11	0.60
TAT	Tat1	0.89	23.23	0.21
	Tat2	0.97	26.99	0.06
	Tat3	0.72	17.05	0.49
DÖE	Döe1	0.90	21.28	0.20
	Döe2	0.77	17.65	0.40
KAL	Kal1	0.90	21.85	0.19
	Kal2	0.84	20.08	0.29
	Kal3**	-	-	-

* Uyum iyiliği değerleri: $p < 0.05$, $\chi^2 = 141.72$, Serbestlik Derecesi (sd) = 48, $\chi^2/sd = 2.84$, RMSEA = 0.067, NFI = 0.96, NNFI = 0.96, CFI = 0.97, IFI = 0.97, GFI = 0.95, AGFI = 0.92, SRMR = 0.034.

** DFA kapsamında elenen değişken

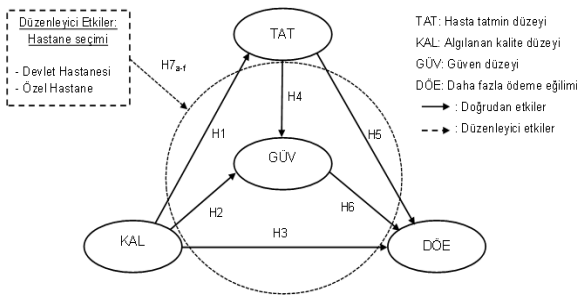


Analiz ve Raporlama

Tablo 2. Güvenilirlik, ayırım geçerliliği ve birleşme geçerliliği*

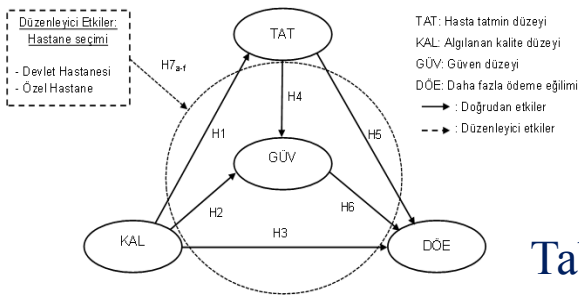
	Yapı Güvenirliği (CR)	GÜV	TAT	DÖE	KAL
GÜV	0.878	0.59			
TAT	0.897	0.55 (0.74 ²)	0.75		
DÖE	0.823	0.44 (0.66 ²)	0.53 (0.73 ²)	0.70	
KAL	0.863	0.46 (0.68 ²)	0.42 (0.65 ²)	0.41 (0.64 ²)	0.76

*Diyagonal sütunda yer alan değerler yapıların **Ortalama Açıklanan Varyans (AVE)** değerleridir. Diğer değerler ise değişkenler arasındaki korelasyonların karesinin hesaplanması ile elde edilen **paylaşılan varyans değerlerini** göstermektedir.



Çalışmada;

- İlişki modelinin test edilmesiyle (Path Analysis),
 - **Doğrudan etkiler:** Yapılar (örtük değişkenler) arasındaki ilişkilerin (hipotezlerin) doğrulanması
 - **Dolaylı etkiler:** Yapılar (örtük değişkenler) arasındaki ilişkilerin (hipotezler dışındaki) hesaplanması
 - **Toplam etkiler:** Yapılar (örtük değişkenler) arasındaki ilişkiler sonucunda oluşan, her bir yapının sonuç değişkenine ve doğrudan ve dolaylı olarak etkili olduğu değişkenler üzerindeki toplam etkilerinin hesaplanması
 - Ve; her bir değişkenin açıklanma değerinin hesaplanması ($R^2_{GÜV, TAT \text{ ve } DÖE}$)



Analiz ve Raporlama

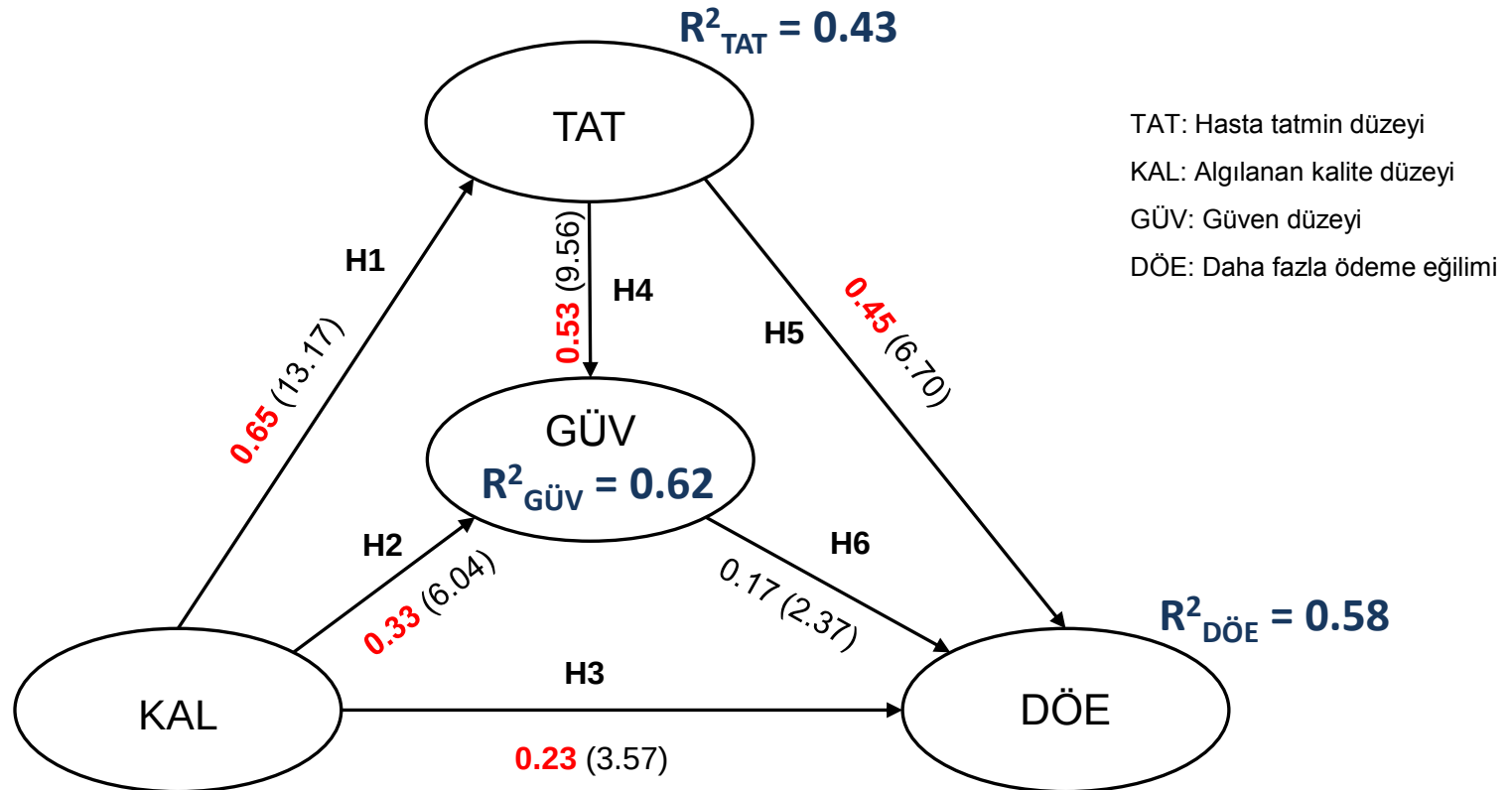
Tablo 3. Standardize edilmiş çözüm ve uyum iyiliği değerleri ^a

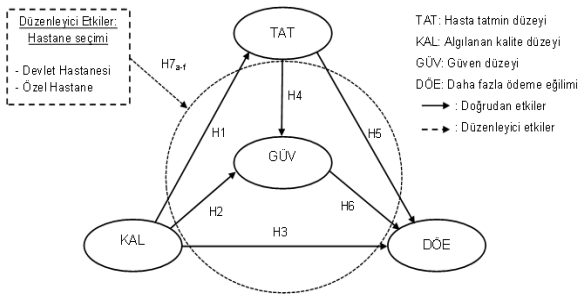
Hipotezler	Doğrudan etkiler	β	t-değeri	Sonuçlar	Açıklanma değeri
H1	KAL → TAT	0.65	13.17**	Desteklendi	$R^2_{GÜV} = 0.62$
H2	KAL → GÜV	0.33	6.04**	Desteklendi	$R^2_{TAT} = 0.43$
H3	KAL → DÖE	0.23	3.57**	Desteklendi	$R^2_{DÖE} = 0.58$
H4	TAT → GÜV	0.53	9.56**	Desteklendi	
H5	TAT → DÖE	0.45	6.70**	Desteklendi	
H6	GÜV → DÖE	0.17	2.37*	Desteklendi	

^a Uyum iyiliği değerleri: $p < 0.05$, $\chi^2 = 141.72$, Serbestlik Derecesi (sd) = 48, $\chi^2/sd = 2.84$, RMSEA = 0.067, NFI = 0.96, NNFI = 0.96, CFI = 0.97, IFI = 0.97, GFI = 0.95, AGFI = 0.92, SRMR = 0.034.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Yapısal model (Path Analysis) sonuçları



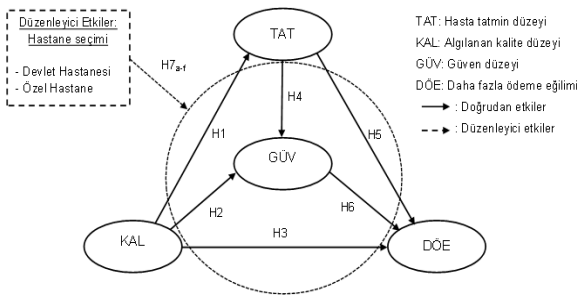


Analiz ve Raporlama

Tablo 4. Yapılar arasındaki ilişkilerin toplam etkileri ^a

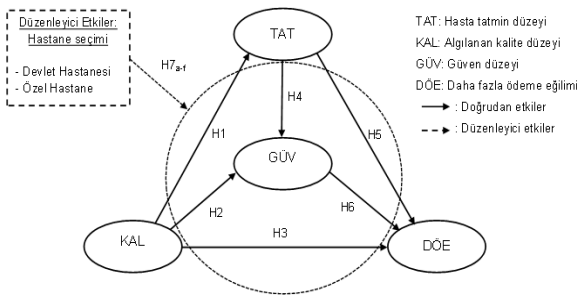
	KAL	GÜV	TAT	DÖE	
KAL		0.68 (12.82)	0.65 (13.17)	0.64 (12.37)	
GÜV	---			0.17 (2.37)	
TAT	---	0.53 (9.56)		0.54 (9.44)	
DÖE	---	---	---		

^a Parantez içindeki değerler t değerini göstermektedir ve tüm ilişkiler $p < 0.01$ düzeyinde anlamlıdır ($t > 2.576$).



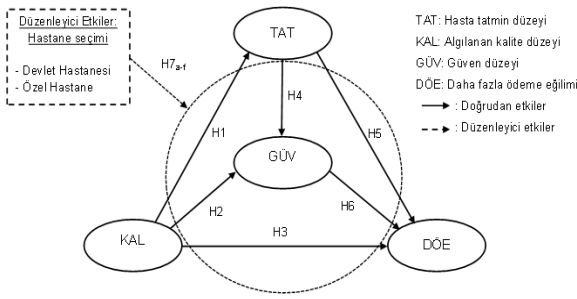
Düzenleyici etkiler

- Temelde **iki aşamada** test edilmektedir. İlki, 2. şamanın önkoşulu niteliğindedir.
 - 1. Düzenleyici etkisi olduğu düşünülen değişkenin tüm model kapsamındaki etkisinin anlamlı olup olmadığının belirlenmesi; **Tüm model testi (Ana Hipotez)**
 - 2. Eğer birinci koşul sağlanmış ise model kapsamındaki her bir ilişkinin düzenleyici değişken kapsamında ayrı ayrı test edilmesi; **Hipotez testleri**



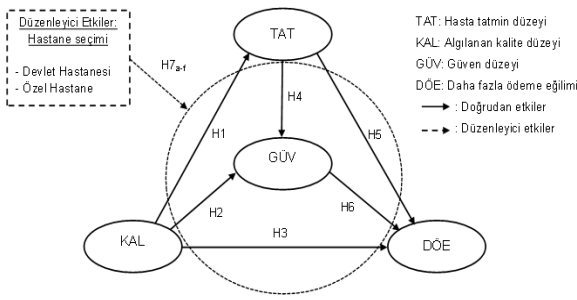
Tüm model testi

- Veri seti iki kısma ayrılır
 - Sürekli değişken için ortalama değer (alt değerler ve üst değerler); nominal değişken için aynen kullanılır.
 - Böylelikle, Oluşturulan alt gruplar; (1) **yüksek grup**, (2) **düşük grup** ve (3) **sınırlandırılmamış veri seti (tüm örneklem)** olmak üzere 3 örneklem grubu elde edilir.
- Örtük değişkenlerin her biri tek bir gözlenen değişkende toplanır.
- Her bir grup için ortalamalar ayrı ayrı kayıt edilir (*Grup1.dat, ...*).
- Araştırma modeli, 3 örneklem grubu kapsamında çoklu grup analizi ile test edilmektedir.



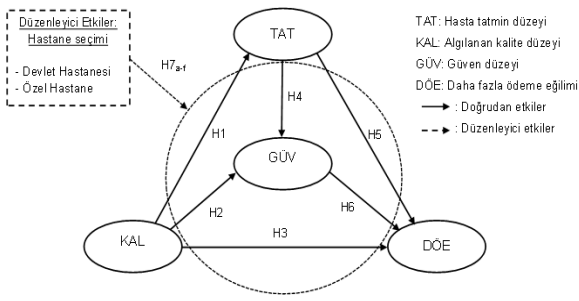
Tüm model testi

- Bu aşamada, devlet hastanesini tercih eden alt grup, özel hastaneyi tercih eden alt grup ve alt gruplar açısından sınırlandırılmamış veri setinin, model kapsamında analizi sonucunda elde edilen ki kare değerinin 57.73, serbestlik derecesi değerinin ise 18 olduğu görülmüştür [**$\Delta\chi^2$ (sd = 18): 57.73**].
- Daha sonra, serbestlik derecesi değerinin ki-kare değeri ile karşılaştırılması ile hastane tercihi değişkeninin model kapsamındaki ilişkiler üzerinde düzenleyici etkileri olduğu tespit edilmiştir.
 - Burada, serbestlik derecesi 18 olan modelin ki-kare değeri, önerilen sınır ki-kare değeri olan 34.81 değeri ile karşılaştırılması yapılmaktadır. Elde edilen ki-kare değerinin (57.73), önerilen sınır değer olan 34.81'den yüksek çıkması, alt gruplar ve sınırlandırılmamış model kapsamında düzenleyici etkinin istatistiki olarak 0.05 düzeyinde farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.



Hipotez testleri

- Model kapsamındaki ilişkilerin düzenleyici değişken tarafından farklılaştığının tespit edilmesinden sonra, gözlenen değişkenler arasındaki ilişkiler, yani hipotezler, çerçevesinde alt gruplar arasındaki farklılıklar değerlendirilmektedir.
 - Bu kapsamda, her bir alt grup için ilişkiler analiz edilerek ki-kare farklılık testi yapılmaktadır. Söz konusu karşılaştırmada, 0.05 anlamlılık düzeyinde, serbestlik derecesi 1 için ki-kare sınır değeri 3.84 olmaktadır ($\Delta\chi^2 \geq 3.84, sd = 1$).

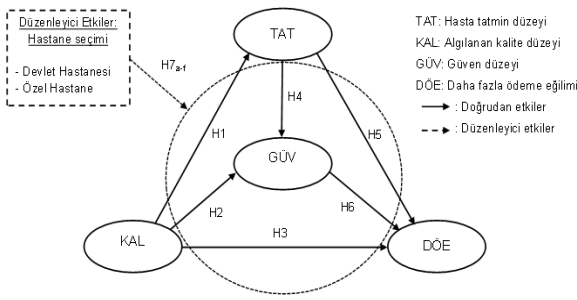


Analiz ve Raporlama

Tablo 5. Çoklu grup düzenleyici etki testi sonuçları

Hipotezler	Hastane tercihi	Devlet		Özel		Ki-kare farkı ($\Delta sd=1$)	Sonuçlar
		β	t-değeri	β	t-değeri		
H7 _a	KAL → TAT	0.64	7.26	0.87	12.04	13.2*	Desteklendi
H7 _b	KAL → GÜV	0.72	6.70	0.85	12.44	12.55*	Desteklendi
H7 _c	KAL → DÖE	0.55	5.12	0.74	9.88	4.98*	Desteklendi
H7 _d	TAT → GÜV	0.63	6.57	0.84	12.50	1.53	Desteklenmedi
H7 _e	TAT → DÖE	0.69	8.06	0.87	13.29	24.43*	Desteklendi
H7 _f	GÜV → DÖE	0.52	5.45	0.79	11.82	16.71*	Desteklendi
	Tüm model değeri (H7):	$\Delta\chi^2 (sd = 18): 57.73^{**}$					

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$



Tartışma ve Sonuç

- *Sonuç olarak;*

- KAL, TAT ve GÜV değişkenleri ile DÖE eğiliminin açıklanabileceği (özgün bir model);
- DÖE'nin belirlenmesinde KAL ve TAT'nin baskın yönü;
- Tüm model çerçevesinde DÖE'nin oluşumunda GÜV'in aracılık etkisi;
- Devlet ve Özel hastane tercihinin, model kapsamındaki ilişkiler üzerinde ve DÖE'nin oluşumundaki düzenleyicilik etkisi.

Yapısal Eşitlik Modellemesi ve Lisrel Programında Örnek Uygulama

Emre Şahin DÖLARSLAN

Teşekkürler