



**T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOİSTATİSTİK ANABİLİM DALI**

PATH ANALİZİ TEKNİĞİ

Şengül CANGÜR

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Bursa-2006



T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOİSTATİSTİK ANABİLİM DALI

PATH ANALİZİ TEKNİĞİ

Şengül CANGÜR

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Danışman: Yard. Doç. Dr. Bülent EDİZ

Bursa-2006

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu tez jürimiz tarafından Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	Adı ve Soyadı	İmza
Tez danışmanı	Yrd. Doç. Dr. Bülent EDİZ	
Üye	Prof. Dr. İsmet KAN	
Üye	Prof. Dr. Nazan BİLGEL	

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun.....
tarih,.....sayılı toplantısında alınan numaralı
kararı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Kasım ÖZLÜK
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

TÜRKÇE ÖZET.....	II
İNGİLİZCE ÖZET.....	III
GİRİŞ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	3
Path Analizinin Kronolojik Gelişimi.....	4
Path Analizi Tekniği.....	5
Path Analizinin Uygulanma Aşamaları.....	21
Path Analizinde Etkilerin Ayrışımı.....	25
Çoklu Regresyon ve Path Analizi Arasındaki Bağlantılar.....	36
GEREÇ VE YÖNTEM.....	39
BULGULAR.....	41
TARTIŞMA VE SONUÇ.....	56
EKLER.....	61
KAYNAKLAR.....	62
TEŞEKKÜR.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	66

ÖZET

Path analizi tekniği, dışsal değişkenlerin içsel değişken/değişkenler üzerindeki direkt ve indirekt etkilerini path diyagramları aracılığıyla, ortaya çıkarmak için kullanılan çok değişkenli bir istatistiksel tekniktir. Bu tez çalışmasında da anjiyografi uygulanan koroner arter hastalarının (KAH) LAD darlık oranı üzerinde belirlenen bazı risk faktörlerinin direkt ve indirekt etki miktarlarını, cinsiyette göz önünde bulundurularak saptanması amaçlanmaktadır. Bu amaca yönelik 1 Şubat- 30 Eylül 2005 tarihleri arasında Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Kliniğinde anjiyosu yapılan 429 koroner arter hastası ele alınmıştır. Sonuç olarak; LAD darlık oranı üzerinde en büyük toplam etkinin tüm koroner arter hastalarında diyabet süresi olduğu bulunmuştur. Cinsiyet dikkate alındığında ise erkek hastalarda diyabet süresi iken, kadınlarda TG olduğu görülmüştür. Aynı zamanda diğer risk faktörlerinin de direkt ve indirekt miktarları elde edilmiş ve buna ilişkin yorumlar path diyagramları aracılığıyla ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Anahtar kelimeler: path analizi, KAH risk faktörleri, path diyagramı.

SUMMARY

PATH ANALYSIS TECHNIQUE

Path analysis method is a multivariate statistical method used to discover the direct and the indirect effects of exogenous variables on endogenous variable/variables via path diagrams. The purpose of this study was to determine the direct and the indirect effect amounts of some risk factors, by taking into account the gender, on the LAD narrowness rate on the patients with coronary artery. Therefore, between February 1st and September 30th 2005, 429 patients who had the operation of angio in The Clinique of Cardiology in Uludag University Medicine Faculty were examined. The biggest total effect on LAD narrowness rate for patients with coronary artery was discovered as the span of diabetes mellitus. When gender was taken into account, while the biggest effect was the span of diabetes mellitus for male patients, it was TG for female patients. In addition, the direct and the indirect effect amounts of some risk factors were obtained and implications concerning about these effects were demonstrated with path diagrams in detail.

Key words: path analysis, risk factors of CAD, path diagram.

GİRİŞ

Özellikle sağlık alanında çalışan bir çok araştırmacı, nedensellik ilişkisi içerisinde olan değişkenlerin oluşturdukları kompleks sistemlerde neden/nedenlerin (dışsal ya da bağımsız değişken) sonuç/sonuçlar (içsel ya da bağımlı değişken) üzerindeki toplam etkilerinin ne kadarının direkt ve ne kadarının da indirekt olduğunun belirlenebilmesini, bu yapıların kolay algılanabilmesini ve beraberinde de yorumlanabilmesini istemektedirler. Böyle durumlarda genelde kullanılan diğer çok değişkenli tekniklerden farklı olan path analizi devreye girmektedir.

İlgilenilen kompleks sistemi ifade eden model ya da modellerin, değişkenler arasında potansiyel nedensel ilişkilerin oklarla gösterildiği bir path diyagramı/diyagramları yardımıyla gösterilebilmesine ve değişkenler arasındaki korelasyonun ayrıştırılmasını kullanarak da değişkenler arasındaki direkt ve indirekt etki miktarlarının tahmin edilebilmesine olanak sağlayan, çok değişkenli alternatif bir teknik olan path analizi tekniğidir (1).

Path analizi kısaca hem görsel olarak araştırmacıya yol göstermesi hem de nedensel bir networkte yer alan değişkenlerin göreceli etkisinin tahmin edilmesini sağlamasından dolayı son yıllarda genetik, tıp, biyoloji, ziraat, psikoloji ve davranış bilimleri gibi birçok bilim dalında kullanılan en popüler teknik haline gelmiştir (2).

Path analizi aracılığıyla elde edilen etkilerin, özellikle geri dönüşümlü modellerde nasıl sağlanabildiğini göstermek için (etki ayrışımını) birçok yaklaşım geliştirilmiştir.

Koroner-arter hastalığı (KAH) tüm dünya ülkelerinde başta gelen ölüm nedenlerindedir. Amerika Birleşik Devletlerinde 45 yaş grubundaki erkeklerde ve 65 yaş grubundaki kadınlarda başta gelen ölüm nedeni olarak bilinmektedir (3). KAH'ın oluşumunda yaşın, hiperlipidemi değerlerinden HDL (High Density Lipoprotein)-Kolesterol, LDL (Low Density Lipoprotein)-Kolesterol, Trigliseridin (TG), diyabet süresinin ve sigara kullanımının vb birer risk faktörü olduğu bilinmektedir. Anjiyo uygulanan hastaların damarlarının (sol ön inen arter (LAD), sirkumfleks arter (CX), sağ koroner arter (RCA)) darlık oranını etkileyen yukarıda sıralanan faktörlerin direkt ve indirekt olarak ne derecede etkilediklerini ve aynı zamanda bu faktörler arasındaki ilişkilerin ne boyutta olduklarına yönelik bir araştırma gözlemlenmemiştir.

Bu çalışmanın amacı, anjiyosu yapılan hastaların damar (LAD) darlık oranını etkileyen faktörlerin etkisini path analizi aracılığıyla saptamak ve elde edilen sonuçların da tıbbi yönden çok istatistiksel yönden yorumlamaktır. Çalışmaya alınan uygulama verileri, 1 Şubat – 30 Eylül 2005 tarihleri arasında, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji kliniğinde anjiyo yapılan hastalara uygulanan formlardaki bulgulara dayanmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda; genel bilgiler bölümünde, path analizinin kronolojik olarak gelişimi, path analizi tekniği, path analizinin uygulanma aşamaları, path analizinde etkilerin ayrışımı, çoklu regresyon ve path analizi arasındaki bağlantıları açıklanmaya çalışılmıştır.

GENEL BİLGİLER

Çağdaş bilimin en büyük problemi, kompleks sistemlerin yapısını ve dinamiğini bilmektir. Fizik, biyolojik ve sosyal sistemlerin çoğu, çoklu etkileşim içinde olan bileşenlerden oluşmaktadır. Çoklu araçları içeren kimyasal reaksiyonlara, neural network (hem gerçek hem de yapay), hayvan ve insan toplulukları gibi örnekler verilebilir (4).

Araştırmacılar için kompleks 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.

İlgilenilen sistemde yer alan değişkenler arasında doğrusal ilişkilerin yanı sıra fonksiyonel ilişkiler de bulunmaktadır. Ancak varolan tüm fonksiyonel ilişkilerin açıklanma işlemi zor olmasının yanı sıra maliyetli ve zaman alıcı olabilmektedir. Bu nedenle araştırmacılar kompleks yapıda olan sistemlerin yorumlanmasını basitleştirmek amacıyla fonksiyonel ilişkilerin açıklanmasından ziyade doğrusal ilişkilerin açıklanmasını tercih etmektedirler. Şayet ilgilenilen sistemde değişkenler arasında doğrusal olmayan ilişkiler mevcutsa bunların doğrusal hale getirilmesi bazı transformasyon türlerinin uygulanmasıyla mümkün olabilmektedir. Genellikle, bir özellik için yapılan transformasyon işlemi hem içsel hem de dışsal değişkenler için yapılmaktadır (5, 6).

Bilindiği gibi, doğrusal bir yapıdaki iki ya da üç değişken arasında var olan ilişkinin derecesini gösteren katsayıya, duruma göre ya basit korelasyon katsayısı ya da kısmi korelasyon katsayısı denmektedir (7). Ancak iki değişkenin birlikte değişimini gösteren korelasyon katsayısı, ilgili değişkenler dışında olası başka değişkenlerin etkisini de ayrıca gösteriyor olabilir. Bu gibi durumlarda kompleks nedensel sistemi çözümlenemeyebilmek için araştırmacı, ilgilendiği değişkenleri eş zamanlı olarak etkilediği düşünülen olası değişkenlerin etki payını ortaya koymak istemektedir. Anlaşılacağı gibi sadece korelasyon katsayısı analiziyle nedensel sistemin açıklanması mümkün olamayacaktır. Bu nedenle bu tarz ilişkiler barındıran değişkenlerden oluşan sistemleri açıklayabilmek ve kolay bir şekilde yorumlayabilmek için path analizine ya da başka bir deyişle path katsayı metoduna başvurulmaktadır.

Korelasyon analizinde içsel ya da dışsal değişken ayrımı yoktur. Ancak nedensel sistemlerde hem dışsal değişkenler hem de içsel değişkenler mevcuttur. İçsel değişkenin dışsal değişkenler tarafından tahmin edilmesiyle oluşturulan doğrusal eşitliklerin çözümlenmesinde çoklu regresyon analizi kullanılmaktadır (8). Çoklu regresyon analizi

hata (örneklem için artık) varyansının içsel değişkenin toplam varyansından daha az olup olmadığına karar vermek için yararlanıldığından (9), çoklu regresyon modelindeki içsel değişkene ilişkin varyasyonu açıklamada doğruluk payının yüksek olabilmesi için çok sayıda dışsal değişkenin kullanılmasını gerektirmektedir. Ancak bu durum modelin oluşturulmasını zorlaştıracığından çoğunlukla araştırmacılar tarafından içsel değişkeni etkilediği düşünülen dışsal değişkenlerin sayısı azaltılmaktadır. Bu durumda tahminlerdeki hata payı da artmaktadır. Aynı zamanda çoklu regresyon analizi, her bir dışsal değişkenin içsel değişken üzerindeki direkt etkisini verirken, diğer bir dışsal değişkenle varolabilen ilişkisini yani indirekt etkisini göz ardı etmektedir. Bu nedenden dolayı da nedensel sistemdeki bir dışsal değişkenin içsel değişken üzerindeki hem direkt hem de indirekt etkisinin toplamı olarak ifade edilen toplam etkinin hesaplanabilmesi için ve daha kompleks yapıda olan modelleri analiz etmek için yine path analizi tekniğine başvurulmaktadır (10, 11).

Path analizi tekniği yukarıdaki yetersizliklere çözüm bulabilmek ve dolayısıyla da genetiğe ilişkin bir takım problemlere ışık tutabilmek amacıyla ilk olarak genetikçi Sewall Wright tarafından 1920'li yıllardan başlayarak (12, 13, 14) yapılan çalışmalar sonucu geliştirilmiştir (15). Aynı zamanda path analizinin gelişmesine yönelik Blalock (16), Duncan (17), Land (15), Li (5), Asher (18), Kenny (21), Bollen (19) Shipley (9), Alwin & Hauser (20) ve Greene (22) çalışmalar yapmıştır.

1. PATH ANALİZİNİN KRONOLOJİK GELİŞİMİ

İlk olarak Sewall Wright (12) tarafından ileri sürülen path analizi, değişkenler arasında neden-sonuç ilişkisine dayalı modelleri kurarak gözlenen korelasyonlara uygun açıklama getirmek ve bir dışsal değişkenin modelde yer alan diğer bir değişken arasındaki korelasyonu ve nedensel etkisini ne ölçüde yansıttığını değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır.

Path analizi tekniğini ileri süren ve matematiksel formda ortaya koyan Wright, ilgili değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olmasını ve modelde yer almayan ancak etkilediği düşünülen değişkenlerin bir ifadesi olan hata teriminin tüm neden değişkenleri ile ilişkisiz olması koşullarını savunmuştur.

Wright (14), path katsayılarının yorumuna açıklık getirmek için standartlaştırılmış regresyon katsayılarının kullanılmasının daha uygun olduğunu ileri sürmüştür.

Blalock (16), nedensel modellerin matematiksel gösterimleri ve değerlendirilmesi konularında incelemeler yapmıştır.

Li (5) path diyagramlarını, nedensel sistem türlerini path analizinin temel teoremine ve kurallarına göre uygun bir şekilde incelemiştir.

Asher (18), çalışmalarını nedensellik ve neden-sonuç üzerine yoğunlaştırmış ve geri dönüşümlü modellere path analizi tekniğini uygulamış ve çoklu bağlantı (multicollinearity) problemini de bu teknikle saptanabileceğini ileri sürmüştür.

Kingsolver & Schemske (23) ve Mitchell (1, 24), path analizinin açıklayıcı veri analizi ve hipotez testi (önerilen nedensel modelin istatistiksel yeterliliği) olan iki ana uygulamasını vurgulamışlardır

Mitchell (1), Farris & Lechowicz (26)'in yapmış oldukları çalışmadaki gibi Path analizinin, beklenen nedensel ilişkileri gerektirmeyen ve modellerin basit bir şekilde anlamlı olmayan direkt pathlerin silinmesiyle oluşturulmayan “kara kutu” yaklaşımı gibi kullanılmamasını önermektedir.

Smith ve arkadaşları (4), deneysel olmayan verilerden deneysel manipulasyonların cevaplarını kestirmek için path analizinin kullanılması durumunda karşılaşılabilecek bazı gizli tuzaklara karşı dikkat çekmişlerdir (27).

Doğrusallık, varyansların homojenliği ya da hatalarla ölçülen kestirici değişkenlerin kullanımı gibi gereksinimle istatistik literatüründe yaygın bir şekilde tartışılan konulardır. Myers (1990), bu konuda yapılan problemleri ele almıştır (25).

Son yıllarda path analizi uygulamaları; sosyal bilimler (Pedhazur, 1982), evrimsel genetik (Mitchell-Olds (1987), Crespi&Bookstein (1989), Crespi (1990), Arnold & Duvall (1994)), fizyolojik ekoloji (Schemske & Horvitz (1988), Farris & Lechowicz (1990), Mitchell (1994), Smith (1995)) ve toplum ekolojisinde (Arnold (1972), Wesser & Armbruster (1991), Wooton (1994)) yer almaktadır (4).

2. PATH ANALİZİ TEKNİĞİ

2.1. Path Analizinin Varsayımları

Path analizi, açık bir şekilde formüle edilen nedensel modellere ilişkin çoklu regresyon prosedürünün kullanımını gerektirdiğinden, çoklu regresyonun bir uzantısı olarak kabul edilmektedir (2).

İlk olarak genetiğin nicel gelişimine yardım etmek amacıyla, genetikçi Sewall Wright tarafından yapılan çalışmalar sonucu geliştirilmiştir (15). Bu metot, nedensel ilişkilere sahip olduğu bilinen ve path diyagramı aracılığıyla gösterilen bir sistemdeki değişkenler arasındaki korelasyonun derecesine ilişkin bilgi kombinasyonuna dayanmaktadır (12). Herhangi iki değişken arasındaki korelasyon katsayısı, basit ve bileşik path katsayılarına ayrıştırılabilmektedir. Böylece bir değişkenin diğer bir değişken üzerindeki direkt ve indirekt etkilerinin ölçülmesi kolaylaşmaktadır (18). Ayrıca, nedensel ilişkilerin belirsiz olduğu durumlar sözkonusu olduğunda herhangi bir özel hipotezin mantıksal sonucunu bulmak amacıyla da kullanılabilir (12).

Path analizi, neden-sonuç ilişkisini (nedenselliği) tespit etmemektedir yani değişken seti arasındaki uygun nedensel bağlantılara ilişkin araştırmacının görüşleri doğrultusunda kullanılamamaktadır (2).

Path analizi aslında değişkenler arasındaki bağlantıların miktarını tahmin etmek ve temeli oluşturan nedensel süreçlere ilişkin bilgi sağlamak için bu tahminlerin kullanılmasıyla ilgilenmektedir (18).

Path analizi çoklu regresyon analizinin bir uzantısı olduğundan bazı varsayımlar iki teknik için kabul edilmektedir (10). İlk olarak Wright tarafından geliştirilen path analizi metodu sadece doğrusal, toplamsal ve nedensel olan değişkenler arasındaki ilişkiler setine uygulanmaktadır. Ayrıca değişkenlerin aralıklı ölçekle ölçülebilir olduğu (15) ve değişkenler arasında etkileşim olmadığı varsayılmaktadır (10). Ancak değişkenlerden bazıları ölçülemeyebilir ya da sadece varsayımsal olabilir (17). Bu durumda varsayımsal değişkenler sürekli değişkenler olarak düşünülmektedir (15). İkincisi hata terimleri arasındaki kovaryansın sıfıra eşit olduğu (10) ve hata terimlerin de tüm değişkenlerle ilişkisiz olduğu varsayılmaktadır (18).

Değişkenler arasında doğrusal ilişkilerle birlikte doğrusal olmayan ilişkiler de bulunabilmektedir. Eğer path diyagramında doğrusal ilişkilerle birlikte doğrusal olmayan ilişkiler de mevcutsa bu durumda doğrusal olmayan ilişkilere transformasyon yapılabilir. Doğrusallıktan sapmalar, doğru varyasyon (değişim) aralığı içinde küçük olduğunda transformasyon gerektirmeden de uygun sonuçlar elde edilebilir. Ancak değişkenler arasındaki tüm ilişkilerin doğrusal olduğu varsayılmaktadır (14).

2.2. Path Analizinin Prensipleri

2.2.1. Yapısal Denklemler ve Yapısal Model

Yapısal denklemler veya nedensel denklemler, değişkenler ve katsayılar olmak üzere iki temel elemana sahiptir. Aşağıda bir yapısal denklem verilmiştir (21):

$$y_i = ax_i + bz_i \quad [1]$$

Eşitlik [1]'de verilen y_i , x_i ve z_i değişkenleri, a ve b ise yapısal katsayıları göstermektedir. Her yapısal katsayı, bir değişkenle çarpılmaktadır. Bu katsayı-değişken kombinasyonlarının toplamı, etki değişkenine eşittir ve elde edilen denklem yapısal denklem olarak isimlendirilmektedir. Yapısal denklemin sol tarafında etki, sağ tarafında ise nedenler bulunmaktadır. Path analizi terminolojisinde genellikle etkiler ya da bağımlı değişkenler, içsel (endogenous) değişkenler olarak nedenler ya da bağımsız değişkenler ise dışsal (exogenous) değişkenler olarak kullanılmaktadır (21, 28).

Yapısal denklemler, sadece matematiksel ilişkileri değil aynı zamanda neden ve sonuç arasındaki teorik bir ilişkiyi göstermesinden dolayı diğer denklemlerden farklıdırlar.

$$-ax_i = bz_i - y_i \quad [2]$$

Eşitlik [2], matematiksel olarak [1] eşitliğine denk iken, yapısal olarak denk değildir. Nedeni açıktır; y_i değişkeni, [1] eşitliğinde yer alan yapısal denklemde içsel bir değişkendir ancak [2] eşitliğinde dışsal bir değişken görevi görmektedir.

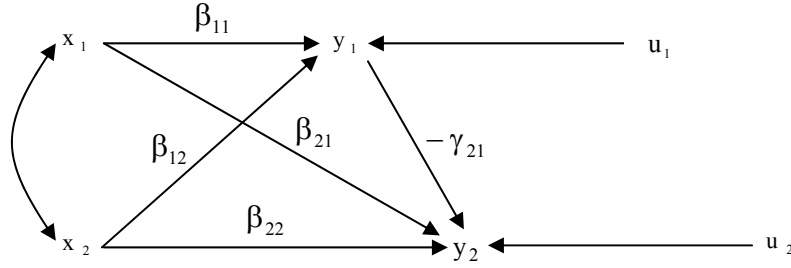
Bir yapısal denklem seti, nedensel ya da yapısal model olarak isimlendirilmektedir. Yapısal modellerin hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan model olmak üzere iki türü mevcuttur. Bir hiyerarşik olmayan modelin ya direkt ya da indirekt olarak geribildirim döngüsü (feedback loop) mevcuttur. Ancak hiyerarşik modelin geribildirim döngüsü yoktur. Aşağıda iki yapısal denklemle oluşturulmuş bir yapısal model verilmiştir (21).

$$\begin{aligned} y_1 &= ax_1 + bz_1 \\ y_2 &= cx_1 + dz_1 + fy_1 \end{aligned} \quad [3]$$

2.2.2. Geri Dönüşümlü Model

İçsel değişkenler arasındaki ilişkiler tek yönlü (karşılıklı değil) ve tek taraflı oklarla gösterildiğinde (29) yani geri bildirim döngüsünün ve ilişkili hataların yer almadığı model, geri dönüşümlü model olarak adlandırılmaktadır (11). Bir geri dönüşümlü sistemde her eşitlikte, her yapısal hata, ön tanımlanan içsel değişkenlerden ve dışsal değişkenlerden stokastik olarak bağımsızdır. Şekil-1'deki path diyagramı iki dışsal (x_1 ve x_2) ve iki içsel (y_1 ve y_2) değişkenli basit geri dönüşümlü modeli gösterir. Tek yönlü oklar (unidirectional arrows) yapısal katsayıları tanımlar ve eğri iki-uçlu ok (the curved two-headed arrow) dışsal değişkenler arasındaki analiz edilmeyen korelasyonu gösterir.

Geri dönüşümlü modeller, sıradan en küçük kareler ile tahmin edilir ve yorumlamak da oldukça kolaydır (30).



Şekil-1: Basit Geri Dönüşümlü Model

2.2.3. Path Diyagramı ve Path Katsayısı

Path diyagramı fikri, varsayımlara uyan kompleks nedensel ilişkilerin uygun ve kolay bir gösterimini sağlamak amacıyla Wright tarafından geliştirilmiştir (15). Değişkenler arasındaki olası bağlantıları açık hale getiren (2) path diyagramları aşağıda belirtilen, kabul gören düzene göre çizilmektedir.

- 1- Sistemde yer alan değişkenler arasında varsayılan nedensel ilişkiler, tanımlanan her bir değişkenden her bir içsel değişkene doğru çizilen tek yönlü oklarla (unidirectional arrows) gösterilmektedir.

- 2- Sistemde yer alan dışsal değişkenler arasında varsayılan nedensel olmayan korelasyonlar, nedensel oklardan ayırmak için iki yönlü eğri oklarla gösterilmektedir.
- 3- Artık terimler de artık terimden içsel değişkene doğru çizilen tek yönlü okla gösterilmektedir.
- 4- Sonuç olarak, bir path diyagramında gösterilen okların üzerindeki miktarlar, varsayılan nedensel ve korelasyonlu ilişkilerinin path ve korelasyon katsayılarının sembolik ya da nümerik değerleridir.

Path modeli kavramı, incelenmekte olan değişkenler arasında varsayılan nedensel ve nedensel olmayan ilişkileri gösteren yapısal denklemler setinden söz etmek için kullanılmaktadır. Path modelini oluşturan yapısal eşitlikler, path tahmin denklemlerinden ayrılmaktadır. Path tahmin denklemleri, yapısal denklemlerin parametre tahminine yardım etmek için path analizinin prensipleriyle yapısal denklemlerden elde edilebilmektedir (15).

Path diyagramı, sistem eşitliklerine ilişkin tüm bilgileri içermektedir. Bu nedenle yalnızca diyagramdan faydalanarak da eşitlikleri yazmak mümkündür (21).

Yapısal modelde yer alan tüm değişkenler standartlaştırılırsa, yapısal katsayılar path katsayıları (21) ya da çoklu regresyon analizinin bir uzantısı olduğundan dolayı standartlaştırılmış regresyon katsayıları olarak adlandırılmaktadır. Varsayılan pathlerin her birinin tahminlerini sağlamak için path katsayıları hesaplanmaktadır (2). Standartlaştırılmış katsayılar, farklı birimlerde ölçülen dışsal değişkenlerin etkileri karşılaştırılmak istendiğinde yararlı olmaktadır (11). Hesaplanan path katsayıları, dışsal değişkendeki bir birimlik bir değişime bağlı olarak içsel değişkende beklenen değişim miktarını göstermektedir (4).

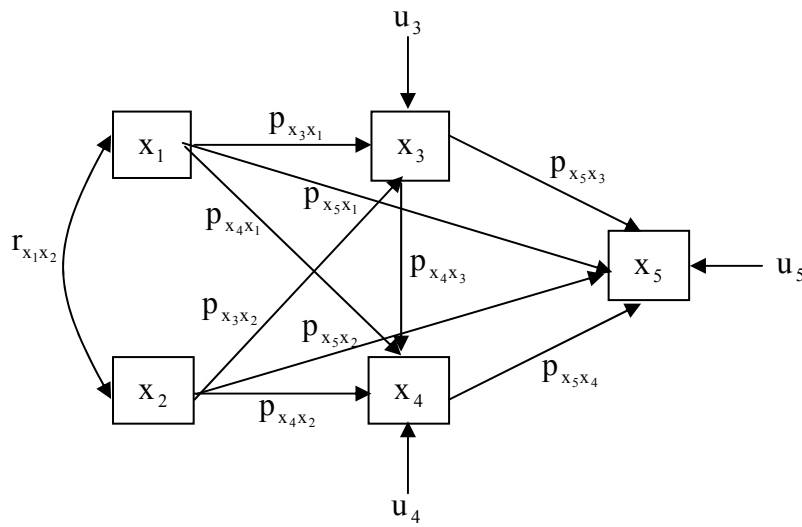
Verilen bir modelin path katsayıları 4 aşamalı bir süreçle çözülebilmektedir (21).

- 1- Modelin mümkün olduğu kadar çok sayıda değişkeni ölçülmelidir.
- 2- Ölçülen değişkenler arasındaki korelasyonlar hesaplanmalıdır.
- 3- Temel kuralların kullanılmasıyla korelasyonlar için formüller elde edilmelidir.
- 4- Verilerden hesaplanan korelasyonlarda yer değiştirmeler yapılarak path katsayıları çözülmelidir.

Yukarıda ifade edilen bu süreç, path analizinin matris notasyonlarının kullanılmasıyla path katsayılarının elde edilmesini göstermektedir. Ayrıca çoklu regresyon analiziyle direkt path katsayıları bulunabilmektedir (31).

2.2.4. Path Analize İlişkin Temel Teorem

Path analize ilişkin temel teoremi açıklamak için ve bir path diyagramının çeşitli özelliklerini göstermek için Şekil-2’de bir path diyagramı verilmiştir.



Şekil-2: Çok Değişkenli Path Modeline İlişkin Path Diyagramı

Bu diyagramda yer alan her bir değişken (v_1, v_2, \dots, v_i) standartlaştırılmıştır. v_i, i . ölçülen değişken $x_i = (v_i - \bar{v}_i) / \sigma_{v_i}$ olmaktadır. Aynı durum, u_3, u_4 ve u_5 hata terimleri için de geçerlidir (17). Aynı path modelinde hem standartlaştırılmış hem de standartlaştırılmamış değişkenlerin yer alması bir problem teşkil etmemektedir. Ancak bilindiği gibi bazı değişkenler standartlaştırılmadığı zaman standartlaştırılmış değişkenler içeren eşitlikler için artık path katsayıları hesaplanamamaktadır (11). Bu bilgiler doğrultusunda Şekil-2’de gösterilen sistem aşağıdaki gibi

$$x_3 = p_{x_3x_1} x_1 + p_{x_3x_2} x_2 + p_{x_3u_3} u_3$$

$$x_4 = p_{x_4x_1} x_1 + p_{x_4x_2} x_2 + p_{x_4x_3} x_3 + p_{x_4u_4} u_4$$

$$x_5 = p_{x_5x_1} x_1 + p_{x_5x_2} x_2 + p_{x_5x_3} x_3 + p_{x_5x_4} x_4 + p_{x_5u_5} u_5 \quad [4]$$

yazılabilmektedir (17).

Path katsayısı p ile gösterilmektedir ve p sembolüne ilişkin alt indislerin sırası önemlidir. İlk alt indis içsel değişkeni, ikincisi ise içsel değişken üzerinde direkt etkide bulunan değişkeni ifade etmektedir. Eşitlik [4]'de yer alan eşitlik sistemi geri dönüşümlü bir modeldir.

Herhangi bir değişken çifti arasındaki korelasyon, genel antecedent değişkenlerden çizilen pathler açısından yazılabilmektedir.

$r_{x_3x_5}$ göz önünde bulundurulursa; x_3 ve x_5 değişkenlerinin eşitliği yardımıyla

$$x_3 = \frac{v_3 - \bar{v}_3}{\sigma_3} \quad x_5 = \frac{v_5 - \bar{v}_5}{\sigma_5}$$

$$r_{x_3x_5} = \frac{\sum [(v_3 - \bar{v}_3)(v_5 - \bar{v}_5)]}{N\sigma_3\sigma_5} = \frac{\sum x_3x_5}{N} \quad [5]$$

elde edilir. Eşitlik [5], eşitlik [4]'deki denklem sisteminde yer alan x_3 veya x_5 eşitliği yardımıyla iki yolla genişletilebilmektedir.

$$r_{x_3x_5} = \frac{\sum x_3x_5}{N}$$

$$= \frac{1}{N} \sum x_3 (p_{x_5x_1} x_1 + p_{x_5x_2} x_2 + p_{x_5x_3} x_3 + p_{x_5x_4} x_4 + p_{x_5u_5} u_5)$$

$$= p_{x_5x_1} r_{x_1x_3} + p_{x_5x_2} r_{x_2x_3} + p_{x_5x_3} + p_{x_5x_4} r_{x_3x_4} \quad [6]$$

$$\frac{\sum x_3x_5}{N} = 1 \text{ olduğundan ve } r_{x_3u_5} = 0 \text{ olarak varsayıldığından eşitlik [6] elde edilmiştir.}$$

Eşitlik [6]'nın sağ tarafında yer alan korelasyonlar da aynı yöntemle analiz edilebilmektedir. Örneğin;

$$\begin{aligned}
r_{x_3x_4} &= \frac{1}{N} \sum x_3 x_4 \\
&= \frac{1}{N} \sum x_3 (p_{x_4x_1} x_1 + p_{x_4x_2} x_2 + p_{x_4x_3} x_3 + p_{x_4u_4} u_4) \\
&= p_{x_4x_1} r_{x_1x_3} + p_{x_4x_2} r_{x_2x_3} + p_{x_4x_3}
\end{aligned} \tag{7}$$

ve

$$\begin{aligned}
r_{x_2x_3} &= \frac{1}{N} \sum x_2 x_3 \\
&= \frac{1}{N} \sum x_2 (p_{x_3x_1} x_1 + p_{x_3x_2} x_2 + p_{x_3u_3} u_3) \\
&= p_{x_3x_1} r_{x_1x_2} + p_{x_3x_2}
\end{aligned} \tag{8}$$

dir. Yukarıda uygulanan yerine koyma işlemleri path analizinin temel teoremini göstermektedir. Buna göre genel formda

$$r_{ij} = \sum_q p_{iq} r_{jq} \tag{9}$$

ile yazılabilir. Burada i ve j sistemdeki iki değişkeni göstermektedir. Eşitlik [9]'u formüldeki r_{jq} 'ya uygulayarak genişletmeler yapılabilir. Eşitlik [6], [7], [8]'den $r_{x_1x_3}$ 'ün benzer genişletiminden

$$\begin{aligned}
r_{x_3x_5} &= p_{x_5x_4} p_{x_4x_1} p_{x_3x_1} + p_{x_5x_4} p_{x_4x_1} p_{x_3x_2} r_{x_1x_2} + p_{x_5x_4} p_{x_4x_3} + p_{x_5x_4} p_{x_4x_2} r_{x_1x_2} p_{x_3x_1} \\
&+ p_{x_5x_4} p_{x_4x_2} p_{x_3x_2} + p_{x_5x_2} r_{x_1x_2} p_{x_3x_1} + p_{x_5x_2} r_{x_1x_2} p_{x_3x_1} + p_{x_5x_2} p_{x_3x_2} \\
&+ p_{x_5x_1} r_{x_1x_2} p_{x_3x_2} + p_{x_5x_1} p_{x_3x_1} + p_{x_5x_3}
\end{aligned} \tag{10}$$

elde edilmektedir.

Böyle ifadeler aşağıdaki kurala göre path diyagramından direkt olarak okunabilmektedir.

Eşitlik [10], bir direkt path ile tüm indirekt bağlantıları gösteren birkaç bileşik pathin toplanmasıyla oluşturulmuştur. Eşitlik [9]'da ifade edilen genel formül, cebirsel manipülasyonun ve hesaplamaların yapılmasında daha yararlı olabilir.

Eşitlik [10]'nun özel bir durumunda yani ($i=j$) olduğunda

$$r_{ii} = \sum_q p_{iq} r_{iq} = 1 \quad [11]$$

veya

$$r_{ii} = \sum_q p_{iq}^2 + 2 \sum_{qq'} p_{iq} r_{qq'} p_{iq'} \quad [12]$$

eşitlikleri elde edilir. Burada q ve q' ($q' > q$), ölçülmüş ya da ölçülmemiş tüm değişkenleri kapsamaktadır. Hata path katsayılarının hesaplanmasında, en çok eşitlik [11]'den yararlanılmaktadır. Bu nedenle eşitlik [4]'deki denklem sisteminde yer alan $p_{x_3u_3}$ hata path katsayısı eşitlik [12]'den yararlanarak

$$p_{x_3u_3}^2 = 1 - p_{x_3u_2}^2 - p_{x_3u_1}^2 - 2p_{x_3x_2} r_{x_3x_2} p_{x_3x_1} \quad [13]$$

elde edilmektedir.

Şekil-2'de gösterilen nedensel model, path analizinin özel bir durumudur. Bu da ölçülmemiş değişkenlerin (hata terimlerinden başka) bulunduğunu, hata terimlerin ilişkisiz olduğunu ve varsayılan nedensel dizide, bağımlı ya da içsel değişkenlerin her birinin diğer tüm değişkenlerle direkt olarak ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu durumda path analizi, geleneksel regresyon analiziyle eş anlamlı olmaktadır ve temel teorem, standart formdaki değişkenler için regresyon teorisinin normal denklemlerinin kısa bir ifadesi olmaktadır. Path katsayıları da regresyon analizindeki beta katsayılarından başka bir şey değildir.

Şekil-2'deki path katsayıları; x_3 'ün x_2 ve x_1 üzerindeki regresyonundan $p_{x_3x_2} = \beta_{32.1}$ ve $p_{x_3x_1} = \beta_{31.2}$ eşitliklerinin kurulmasıyla, x_4 'ün x_3 , x_2 ve x_1 üzerindeki regresyonundan

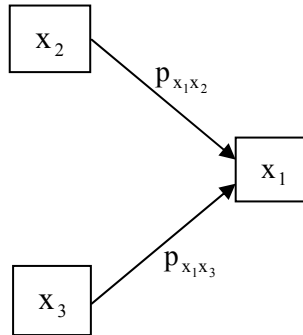
$p_{x_4x_3} = \beta_{43.12}$, $p_{x_4x_2} = \beta_{42.13}$ ve $p_{x_4x_1} = \beta_{41.23}$ eşitliklerinin kurulmasıyla; x_5 'in x_4 , x_3 , x_2 ve x_1 üzerindeki regresyonundan $p_{x_5x_4} = \beta_{54.123}$, $p_{x_5x_3} = \beta_{53.124}$, $p_{x_5x_2} = \beta_{52.134}$ ve $p_{x_5x_1} = \beta_{51.234}$ eşitliklerinin kurulmasıyla elde edilmektedir (17).

2.2.5. Nedensel Sistemlerin Türleri

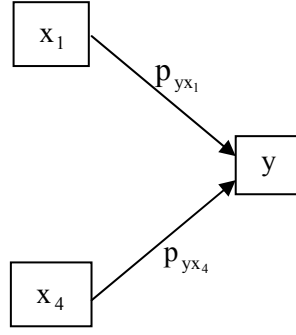
Nedensel sistemler, ilişkili olmayan nedenler (dışsal değişkenler) zinciri ve ortak neden (ilişkisiz ve ilişkili ortak neden) değişkenli sistemler olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Bir nedensel sistem, nedenselliği sağlayan değişkenlerin diyagram aracılığıyla gösterilebilmesine dayanmaktadır. Bu nedenle nedensel sistemlerin yorumlanması path analizi yardımıyla path katsayılarının hesaplanması ile yapılmaktadır. Nedensel sistemlerin türleri incelenirken, değişkenlerin doğrusal olarak ilişkili olduğu, standartlaştırıldığı ve ilgili sonuç değişkeninin verilen neden değişkenleri tarafından tam olarak açıklanabildiği varsayılmaktadır. Bu sistem türlerinde path analizine ilişkin temel teorem ve içerdiği kurallar daha açık bir şekilde görülmektedir (5).

2.2.5.1. İlişkili Olmayan Nedenler Zinciri

Nedensel sistemlerin en basit tipi, ilişkili olmayan nedenler zinciridir. Şekil-3a ve Şekil-3b'nin birleştirilmesiyle oluşturulan ve Şekil-3c'de gösterilen path diyagramı, ilişkili olmayan nedenler zincirine bir örnektir (5).



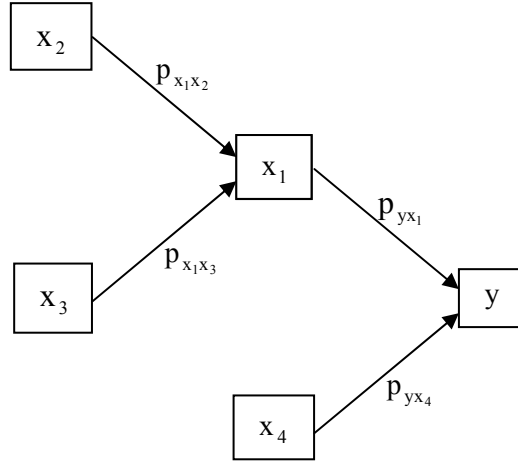
Şekil-3a: x_1 Değişkenini Etkileyen x_2 ve x_3 Dışsal Değişkenlerine Ait Path Diyagramı



Şekil-3b: y Değişkenini Etkileyen x_1 ve x_4 Dışsal Değişkenlerine Ait Path Diyagramı

Burada Şekil-3a'daki path diyagramında yer alan x_1 değişkenini etkileyen x_2 ve x_3 dışsal değişkenleri ayrıca Şekil-3b'deki path diyagramında yer alan y değişkenini etkileyen x_1 ve x_4 dışsal değişkenleri arasında ilişki yoktur, yani bağımsızdırlar.

Şekil-3c'de yer alan path diyagramından da görüldüğü gibi y değişkenini etkileyen x_2 , x_3 ve x_4 neden değişkenleridir.



Şekil-3c: İlişkili Olmayan Nedenler Zinciri

Nedenler zincirinin önemli özelliklerinden biri, ayrı ayrı analiz edilebilme özelliğine sahip olmasıdır. Bu nedenle Şekil-3a ve Şekil-3b'ye ilişkin doğrusal denklemlerden yola

çıkarak, Şekil-3c'deki path diyagramının doğrusal denklemleri aşağıdaki gibi yazılabilmektedir.

$$\begin{aligned}x_1 &= p_{x_1x_2} x_2 + p_{x_1x_3} x_3 \\ y &= p_{yx_1} x_1 + p_{yx_4} x_4\end{aligned}\quad [14]$$

y etki değişkenine ait doğrusal denklemde x_1 yerine ilgili eşitlik yazıldığında

$$\begin{aligned}y &= p_{yx_1} (p_{x_1x_2} x_2 + p_{x_1x_3} x_3) + p_{yx_4} x_4 \\ &= p_{yx_1} p_{x_1x_2} x_2 + p_{yx_1} p_{x_1x_3} x_3 + p_{yx_4} x_4\end{aligned}\quad [15]$$

bulunur. Böylece

$$\begin{aligned}p_{yx_2} &= p_{yx_1} p_{x_1x_2} \\ p_{yx_3} &= p_{yx_1} p_{x_1x_3} \\ p_{x_1x_2}^2 + p_{x_1x_3}^2 &= 1 \\ p_{yx_1}^2 &= p_{yx_2}^2 + p_{yx_3}^2\end{aligned}\quad [16]$$

eşitlikleri elde edilir.

Bu şekilde path analizinin en temel teoremlerinden birine ulaşılmaktadır. x_2 değişkeninden y sonuç değişkenine giden p_{yx_2} path katsayısının değeri, iki bileşenin yani p_{yx_1} ve $p_{x_1x_2}$ path katsayılarının çarpımına eşittir. Buna göre

$$\begin{aligned}p_{yx_1}^2 + p_{yx_4}^2 &= p_{yx_2}^2 + p_{yx_3}^2 + p_{yx_4}^2 \\ &= p_{yx_1}^2 p_{x_1x_2}^2 + p_{yx_1}^2 p_{x_1x_3}^2 + p_{yx_4}^2 \\ &= p_{yx_1}^2 (p_{x_1x_2}^2 + p_{x_1x_3}^2) + p_{yx_4}^2 = 1\end{aligned}\quad [17]$$

elde edilir (5).

2.2.5.2. Ortak Neden Değişkenli Sistemler

2.2.5.2.1. İlişkisiz Ortak Neden Değişkenli Sistemler

Bir neden değişkeninin eş zamanlı olarak birden çok sonuç değişkeni etkilemesiyle oluşturulan sistemlere ortak neden (dışsal) değişkenli sistemler denir (5).

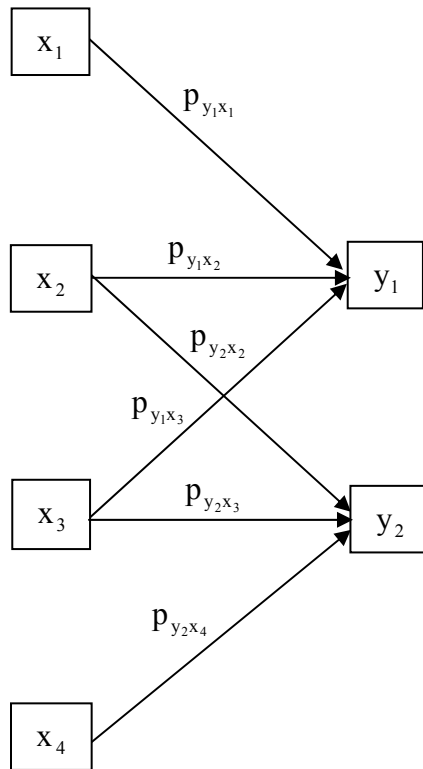
Şekil-4, iki ortak neden değişkenli bir path diyagramını gösterir. Bu diyagramda yer alan x_1 , x_2 , x_3 ve x_4 neden değişkenleri birbiri ile ilişkisiz, yani bağımsızdır. y_1 ve y_2 sonuç değişkenleri de x_2 ve x_3 neden değişkenleri tarafından ortak olarak etkilenmektedirler ve sistemde yer alan tüm değişkenler standartlaştırılmıştır. Bu diyagrama ilişkin model aşağıdaki gibi

$$y_1 = p_{y_1x_1} x_1 + p_{y_1x_2} x_2 + p_{y_1x_3} x_3$$

$$y_2 = p_{y_2x_4} x_4 + p_{y_2x_2} x_2 + p_{y_2x_3} x_3$$

[18]

verilebilir.



Şekil-4: İlişkisiz İki Ortak Neden Değişkenli Sistemler

Dışsal değişkenler ilişkisiz olduğu zaman, path katsayıları uygun korelasyon katsayılarına eşittir. Buna göre;

y_1 ve y_2 içsel değişkenleri arasındaki korelasyon

$$r_{y_1y_2} = \frac{\text{cov}(y_1y_2)}{\sigma_{y_1} \sigma_{y_2}} \quad [19]$$

olduğu için y_1 ve y_2 sonuç değişkenlerinin kovaryansı

$$\begin{aligned} \text{cov}(y_1, y_2) &= E(y_1y_2) = E[(p_{y_1x_1} x_1 + p_{y_1x_2} x_2 + p_{y_1x_3} x_3) \\ &\quad + (p_{y_2x_4} x_4 + p_{y_2x_2} x_2 + p_{y_2x_3} x_3)] \\ &= p_{y_1x_1} p_{y_2x_4} x_1 x_4 + p_{y_1x_1} p_{y_2x_2} x_1 x_2 + p_{y_1x_1} p_{y_2x_3} x_1 x_3 \\ &\quad + p_{y_1x_2} p_{y_2x_4} x_2 x_4 + p_{y_1x_2} p_{y_2x_2} E(x_2^2) \\ &\quad + p_{y_1x_2} p_{y_2x_3} x_2 x_3 + p_{y_1x_3} p_{y_2x_4} x_3 x_4 + p_{y_1x_3} p_{y_2x_2} x_3 x_2 \\ &\quad + p_{y_1x_3} p_{y_2x_3} E(x_3^2) \\ &= p_{y_1x_2} p_{y_2x_2} E(x_2^2) + p_{y_1x_3} p_{y_2x_3} E(x_3^2) \\ &= p_{y_1x_2} p_{y_2x_2} \sigma_{x_2}^2 + p_{y_1x_3} p_{y_2x_3} \sigma_{x_3}^2 \\ &= p_{y_1x_2} p_{y_2x_2} + p_{y_1x_3} p_{y_2x_3} \end{aligned} \quad [20]$$

dir, yani

$$r_{y_1y_2} = p_{y_1x_2} p_{y_2x_2} + p_{y_1x_3} p_{y_2x_3} \quad [21]$$

olur. Dışsal yani neden değişkenler arasında korelasyon olmadığından kovaryans (korelasyon) çarpanı içeren terimler sıfır olur (yani $i \neq j$ için $E(x_i x_j) = 0$). Ortak neden değişkenleri olmayan x_1 ve x_4 'ün, y_1 ve y_2 içsel değişkenleri arasındaki korelasyon katsayısının hesaplanmasında bir katkıları yoktur.

[21] nolu eşitliğe göre; birbirinden bağımsız (aralarında korelasyon olmayan) iki ortak dışsal değişken içeren iki içsel değişken arasındaki korelasyon katsayısının, bunları

her bir ortak dışsal değişkenden geçerek birbirine bağlayan path katsayılarının çarpımları toplamına eşit olduğu kuralı görülmektedir (5).

2.2.5.2.2. İlişkili Ortak Neden Değişkenli Sistemler

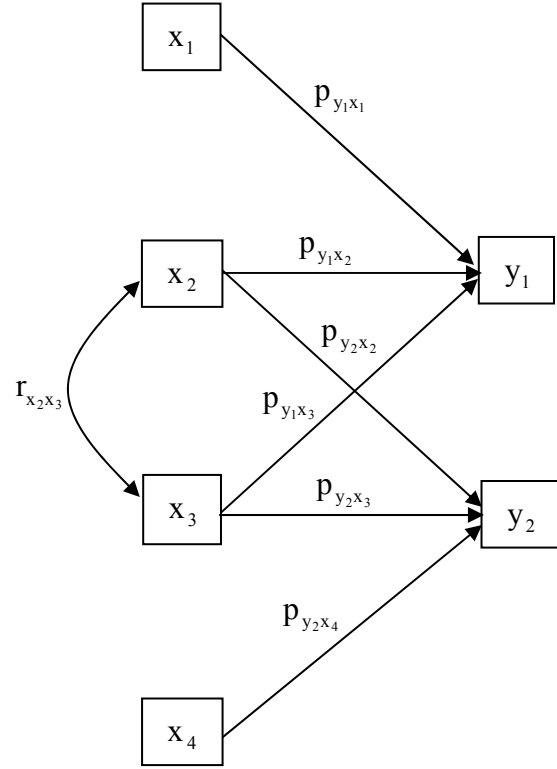
Bir neden değişkeninin, eş zamanlı olarak birden çok sonuç değişkenini etkilemesiyle meydana gelen ve ortak değişkenlerin kendi aralarında ilişkili olduğu sistemlere ilişkili ortak neden değişkenli sistemler denir (5).

Şekil-5’de, ilişkili ortak neden değişkenli bir path diyagramı verilmiştir. Bu diyagramda yer alan x_1 ve x_4 neden değişkenleri hem birbirleriyle hem de x_2 ve x_3 neden değişkenlerinden ilişkisiz yani bağımsızdır. x_2 ve x_3 neden değişkenleri arasında korelasyon bulunmaktadır. Ayrıca y_1 ve y_2 sonuç değişkenlerini de etkileyen ortak neden değişkenlerdir ve sistemde yer alan tüm değişkenler standartlaştırılmıştır. Bu diyagrama ilişkin model eşitlik [18]’de verilmiştir. Bu eşitlikten yola çıkarak y_1 ve y_2 sonuç değişkenleri arasındaki korelasyon katsayısı

$$\begin{aligned}
 r_{y_1 y_2} &= E(y_1 y_2) = E[(p_{y_1 x_1} x_1 + p_{y_1 x_2} x_2 + p_{y_1 x_3} x_3) + (p_{y_2 x_4} x_4 + p_{y_2 x_2} x_2 + p_{y_2 x_3} x_3)] \\
 &= p_{y_1 x_1} p_{y_2 x_4} x_1 x_4 + p_{y_1 x_1} p_{y_2 x_2} x_2 x_1 + p_{y_1 x_1} p_{y_2 x_3} x_3 x_1 \\
 &\quad + p_{y_1 x_2} p_{y_2 x_4} x_4 x_2 + p_{y_1 x_2} p_{y_2 x_2} E(x_2^2) + p_{y_1 x_2} p_{y_2 x_3} x_3 x_2 \\
 &\quad + p_{y_1 x_3} p_{y_2 x_4} x_4 x_3 + p_{y_1 x_3} p_{y_2 x_2} x_2 x_3 + p_{y_1 x_3} p_{y_2 x_3} E(x_3^2) \\
 &= p_{y_1 x_2} p_{y_2 x_2} \sigma_{x_2}^2 + p_{y_1 x_2} p_{y_2 x_3} r_{x_2 x_3} + p_{y_1 x_3} p_{y_2 x_2} r_{x_3 x_2} + p_{y_1 x_3} p_{y_2 x_3} \sigma_{x_3}^2 \\
 &= p_{y_1 x_2} p_{y_2 x_2} + p_{y_1 x_2} p_{y_2 x_3} r_{x_2 x_3} + p_{y_1 x_3} p_{y_2 x_2} r_{x_3 x_2} + p_{y_1 x_3} p_{y_2 x_3} \quad [22]
 \end{aligned}$$

elde edilir.

Şekil-5’deki path diyagramına ve eşitlik [22]’ye göre iki ortak neden değişkeni birbirleriyle ilişkili olduğu durumda y_1 ve y_2 içsel değişkenleri arasındaki korelasyon katsayısı, ilgili etki değişkenlerini birbirine bağlayan tüm path katsayılarının toplamına eşit olmaktadır.



Şekil-5: Dışsal Değişkenler Arasında Korelasyonun Olduğu Sonuçlara Ait Path Diyagramı

Path analizinin prensiplerinden biri olan kurala göre, aralarında korelasyon bulunan ve iki ortak neden değişkeni içeren iki sonuç değişkeni arasındaki korelasyon katsayısı; bunları her bir ortak neden değişkeninden geçerek birbirine bağlayan path katsayılarının çarpımlarının toplamına, bu iki etki değişkeninin ortak neden değişkenlerinden birinden diğerine geçerek birbirine bağlayan korelasyon katsayılarını da kapsayan çarpımları toplamı ilave edilerek bulunur.

Eşitlik [22]'de verilen korelasyon katsayısını matris formunda da göstermek mümkündür. Buna göre aralarında korelasyon bulunan iki neden değişkeni, y_1 ve y_2 gibi iki içsel değişkeni ortak olarak etkiliyorsa, bu durumda y_1 ve y_2 içsel değişkenleri arasındaki korelasyon katsayısı matris formunda

$$r_{y_1y_2} = [P_{y_1x_2}, P_{y_1x_3}] \begin{bmatrix} 1 & r_{x_2x_3} \\ r_{x_3x_2} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{y_2x_2} \\ P_{y_2x_3} \end{bmatrix} \quad [23]$$

aşağıdaki gibi verilebilir (5).

Daha önceden de belirtildiği gibi y içsel değişkeninin, verilen dışsal değişkenler tarafından tam olarak açıklanabildiği varsayılmaktadır ve verilen tüm kurallar da bu varsayıma dayanarak açıklanmaktadır. İçsel değişken/değişkenler, sistemde yer alan dışsal değişkenler tarafından tam olarak belirlenemediği durumda, modele dahil edilmeyen başka değişkenlerden etkilendiği düşünülerek Turner & Stevens (32)'in ve Loehlin (33)'nin varsaydıkları gibi hata terimi ilave etmek gerekmektedir. Bu varsayımlar doğrultusunda yapılan işlem (P_{yu} teriminin eklenmesi) sistemde bir sorun yaratmamaktadır.

Hata terimine ait varyansın kestiricisi olan hata varyansı, dışsal değişkene ilişkin determinasyon katsayısının 1'den çıkarılması ile elde edilmektedir ($P_{yu}^2 = 1 - R^2$). Genelde P_{yu}^2 değerinin karekökü, hata terimine ilişkin path katsayısını vermektedir ($\sqrt{1 - R^2}$). Eğer bir sistemde hata path katsayısı hesaplanmışsa, R^2 'nin path diyagramına dahil edildiği anlamı çıkarılabilir. 0 ve 1 arasında değerler almaktadır ve 1'e yakın bir değer alırsa eşitlik, içsel değişkendeki varyasyonun çok az bir kısmını eğer 0'a yakın bir değer alırsa da eşitlik içsel değişkendeki varyasyonun hemen hemen tümünü açıkladığı yorumu yapılabilir (11).

3. PATH ANALİZİNİN UYGULANMA AŞAMALARI

Miller (34), path analizinin uygulanmasında izlenen altı aşamayı geliştirmiş ve Şekil-6'da aşamalara ilişkin bir diyagram verilmiştir.

3.1. Bir Nedensel Şemanın ya da Teorik Modelin Geliştirilmesi (I. Aşama)

Araştırmacılar için ilk adım, özel teorik kalıba ya da daha önceki çalışmalara dayanan doğrusal nedensel modeli geliştirmektir. Gerçek olmayan basit modeli geliştirmek dışında gerçek dünyada bir olayı basitleştirmek özellikle zordur. Araştırmacılar, eşitlikte yer almayan tüm değişkenleri hata terimi olarak ifade ettiklerinden dolayı, bu kısımda değişken seçiminin önemi ortaya çıkmaktadır (35).

3.2. Değişkenler Arasındaki Birlikteliğin Kalbının Kurulması (II. Aşama)

Analizin bu kısmında, ilk adımda oluşturulan şema nicel terimlere bölünmektedir. Bunu yapmak için de bir korelasyon matrisi hesaplanılmaktadır yani önsel bir değişkenin bir sonraki değişken üzerindeki etkisinin genel miktarını belirleyen basit korelasyon, modelde yer alan değişkenler için elde edilmektedir (35).

3.3. Bir Path Diyagramının Çizilmesi (III. Aşama)

Nedensel modele ait bir diyagramın oluşturulması işlemi, gerekli olmasının dışında özellikle değişkenlerin iç ilişkilerini grafiksel olarak göstermek için yararlı olabilir. Değişebilirliği (variability) modeldeki başka değişkenler tarafından belirlenen değişken, içsel değişkenler olarak, değişebilirliği model dışındaki faktörler tarafından açıklanan değişkenler ise dışsal değişkenler olarak isimlendirildiğinden, bu ayrımın çalışmanın amacı doğrultusunda iyi yapılması gerekmektedir. Bundan sonra bir path diyagramının çizilmesine ilişkin kurallara da uyarak bir path diyagramı çizilmektedir (35).

3.4. Teorik Model için Path Katsayıların Hesaplanması (IV. Aşama)

Kerlinger ve Pedhazur (36), bir path katsayısının diğer değişkenlerin nedensel etkisiyle açıklanan bir değişkendeki değişebilirliğin toplam miktarını yansıttığını ifade etmişlerdir. İstatistiksel olarak path katsayısı standartlaştırılmış regresyon katsayısıyla (betalar) aynı olduğundan, bu istatistiği elde etmek için bir metot uygulanmalıdır. Buna göre, I. Aşamada geliştirilen nedensel şemadan yararlanılarak çoklu regresyon analizi uygulanır (35).

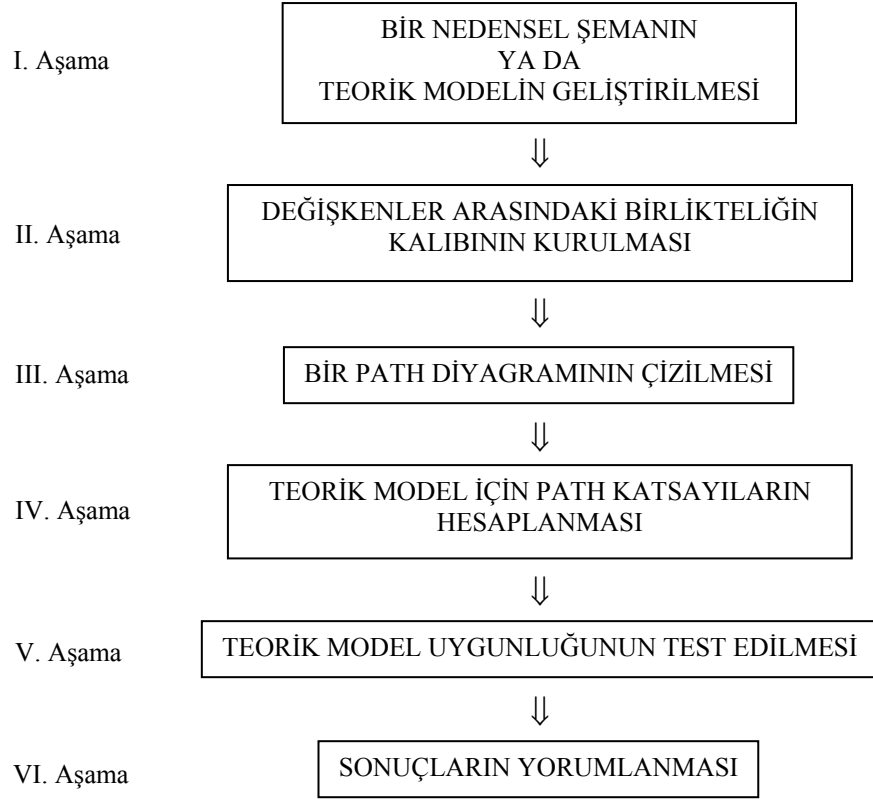
3.5. Teorik Model Uygunluğunun Test Edilmesi (V. Aşama)

Path katsayıları elde edildikten sonra araştırmacılar içsel değişkendeki değişimin nedensel modelde varolan değişkenler tarafından ne kadarının açıklandığını görmek istemektedirler. Bunun için her bir nedensel ilişki için determinasyon katsayısı (R^2) bulunur. Bu, modelin pratik anlamlılığının değerlendirilmesine izin verir ya da gerçek dünyada varolabilmesi durumunda ne kadarlık bir yarar sağlayacağını göstermektedir (35). Aynı zamanda indirekt etkilerin bulunabilmesi için toplam etkilerin de hesaplanması

gerekmektedir. Bu nedenle hem dışsal değişkenler arasında hem de içsel değişkenle dışsal değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmaktadır (5).

3.6. Sonuçların Yorumlanması (VI. Aşama)

Analizin istatistiksel anlamlılığı, çoklu regresyon analizinden elde edilen F değerinin uygun serbestlik derecesi altında F tablosundan kontrol edilmesiyle değerlendirilmektedir. Çünkü bu analizin amacı, özel bir nedensel şemanın (teorik modelin) uygunluğunu test etmektir. Ancak, spesifik değişkenlerin içsel değişken üzerindeki direkt etkisini ve aynı zamanda nedensel şema aracılığıyla gösterilen her bir indirekt etkinin de saptanması önemli olmaktadır. Ayrıca oldukça doğru bir güven düzeyiyle kullanılabil-diği için bu nedensel şemanın anlamlı olup olmadığını belirlemek de önem taşımaktadır (35).

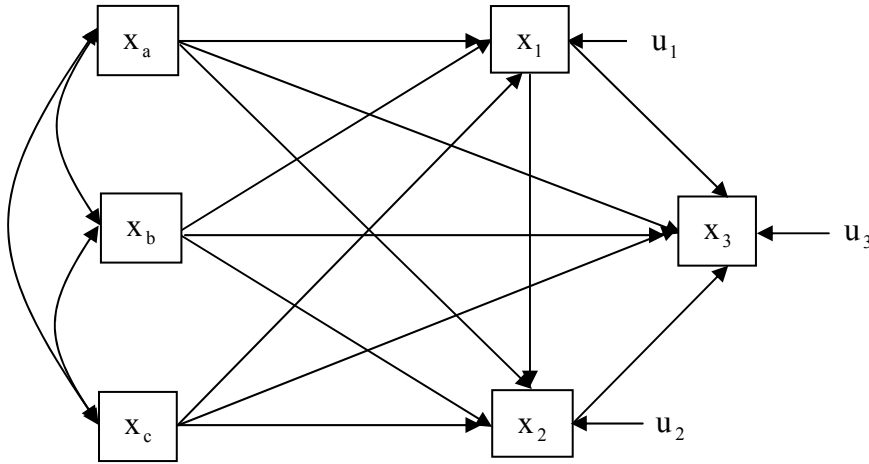


Şekil-6: Path Analizin Uygulanma Aşamaları

4. PATH ANALİZİNDE ETKİLERİN AYIRIŞIMI

Geri dönüşümlü path modellerindeki değişkenlerin etkilerini yorumlamak için bir metot geliştirilmiştir. Bu metoda göre; ilk olarak, modeldeki her bir içsel değişken için, peş peşe indirgenmiş denklemleri elde etmede, sadece dışsal değişkenleri içerenlerle başlanmaktadır, sonra dizide nedenden etkiye doğru giderken araya giren değişkenlerin eklenmesiyle devam edilmektedir (20).

Etkilerin ayrıştırılmasının önemi, standartlaştırılmış path katsayıları dikkate alındığında daha açık görülebilmektedir (9). Buna göre Şekil-7’de yer alan doğrusal geri dönüşümlü bir model için nedensel bir diyagram gösterilmiştir (20).



Şekil-7: Doğrusal Geri Dönüşümlü Bir Modelin Nedensel Diyagramı

Bu diyagrama ilişkin yapısal denklemler ise aşağıdaki gibi

$$x_1 = p_{x_1 x_a} x_a + p_{x_1 x_b} x_b + p_{x_1 x_c} x_c + p_{x_1 u_1} u_1 \quad [24a]$$

$$x_2 = p_{x_2 x_a} x_a + p_{x_2 x_b} x_b + p_{x_2 x_c} x_c + p_{x_2 x_1} x_1 + p_{x_2 u_2} u_2 \quad [24b]$$

$$x_3 = p_{x_3 x_a} x_a + p_{x_3 x_b} x_b + p_{x_3 x_c} x_c + p_{x_3 x_1} x_1 + p_{x_3 x_2} x_2 + p_{x_3 u_3} u_3 \quad [24c]$$

verilebilir.

Modelde yer alan x_1, x_2, x_3, x_a, x_b ve x_c gözlenen değişkenlerin, hatasız ve aralıklı ölçekle ölçüldüğü varsayılmaktadır. u_1, u_2 ve u_3 rasgele hatalar karşılıklı olarak ilişkisizdir ve aynı zamanda yukarıdaki eşitliklerin sağ tarafında yer alan gözlenen değişkenlerle de ilişkisizdir ($\rho_{x_a u_1} = \rho_{x_b u_1} = \rho_{x_c u_1} = \rho_{x_a u_2} = \rho_{x_b u_2} = \rho_{x_c u_2} = \rho_{x_1 u_2} = \rho_{x_a u_3} = \rho_{x_b u_3} = \rho_{x_c u_3} = \rho_{x_1 u_3} = \rho_{x_2 u_3} = \rho_{u_1 u_2} = \rho_{u_1 u_3} = \rho_{u_2 u_3} = 0$) (20). Path diyagramında yer alan tüm değişkenlerin, standart normal dağılıma uygun olduğu yani ortalaması sıfır ve standart sapması 1 olan standartlaştırılmış değişkenler olduğu varsayılmaktadır (33).

Path analizinde direkt etki p ile ve Duncan, Featherman ve Duncan (1972)'nin kullanmış oldukları notasyonlara takiben toplam etkiler de q ile gösterilmektedir. Örneğin; Şekil-7 dikkate alındığında; $p_{x_1 x_a}$, x_a değişkeninin x_1 değişkeni üzerindeki direkt etkisini, $q_{x_2 x_a}$ ise x_a değişkeninin x_2 değişkeni üzerindeki toplam etkisini göstermektedir. Bazı durumlarda, toplam etki direkt etkiye eşit olabildiğinden ($p_{x_1 x_a} = q_{x_1 x_a}$), notasyon olarak direkt etki yani p notasyonu kullanılmaktadır.

Bir değişkenin diğer değişken üzerindeki toplam etkisi, direkt ve indirekt etkilerinin toplamıdır. İndirekt etki, modelde ilgilenilen etki ve neden arasında araya giren (mediated) değişkenlerle belirlenir ve bir değişkenin toplam etkisinin bir kısmıdır.

Şekil-7' de yer alan değişkenler arasında seçilen korelasyonlara path analizinin temel teoremini (17) uygulamak için aşağıda verilen tanımlar gösterilmektedir. Temel teorem, eşitlik [25]'de verilen kurala göre modelin parametreleri açısından değişkenler arasındaki korelasyonları ifade etmektedir (20).

$$\rho_{ij} = \sum_k p_{ik} \rho_{kj} \quad [25]$$

j ilgilenilen nedensel değişkeni, i etkilenen değişkeni ve k ise i değişkeni üzerinde direkt olarak çizilen pathlerin tüm değişkenler üzerinden değiştiğini göstermektedir.

Örneğin; $\rho_{x_1 x_a}$ aşağıdaki gibi

$$\rho_{x_1 x_a} = p_{x_1 x_a} + p_{x_1 x_b} \rho_{x_b x_a} + p_{x_1 x_c} \rho_{x_c x_a} \quad [26]$$

yazılabilir. Burada $\rho_{x_1x_a}$, x_a ve x_1 değişkenleri arasındaki toplam birlikteliktir. $\rho_{x_1x_a}$, x_a değişkeninin x_1 değişkeni üzerindeki hem direkt hem de toplam etkisini göstermektedir. $(\rho_{x_1x_b} \rho_{x_bx_a})$ ve $(\rho_{x_1x_c} \rho_{x_cx_a})$ ise x_1 'in ölçülen iki nedeniyle (dışsal değişkeniyle) x_a 'nın korelasyonundan dolayı birlikteliğin bileşenleridir ($\rho_{x_a x_b} = \rho_{x_a x_c} = 0$ ya da x_a sadece x_1 'in ölçülen nedeni olduğu özel durumlarda $\rho_{x_1x_a} = \rho_{x_1x_a}$; direkt etki, toplam etki ve toplam birliktelik olur). Eşitlik [27]'deki gibi $\rho_{x_2x_a}$

$$\rho_{x_2x_a} = \rho_{x_2x_a} + \rho_{x_2x_b} \rho_{x_bx_a} + \rho_{x_2x_c} \rho_{x_cx_a} + \rho_{x_2x_1} \rho_{x_1x_a} \quad [27]$$

yazılabilir. $\rho_{x_1x_a}$ için eşitlik [26]'da kullanılarak eşitlik [27] yeniden yazılır.

$$\begin{aligned} \rho_{x_2x_a} &= \rho_{x_2x_a} + \rho_{x_2x_b} \rho_{x_bx_a} + \rho_{x_2x_c} \rho_{x_cx_a} + \rho_{x_2x_1} (\rho_{x_1x_a} + \rho_{x_1x_b} \rho_{x_bx_a} + \rho_{x_1x_c} \rho_{x_cx_a}) \\ &= \rho_{x_2x_a} + \rho_{x_2x_1} \rho_{x_1x_a} + \rho_{x_2x_b} \rho_{x_bx_a} + \rho_{x_2x_c} \rho_{x_cx_a} + \rho_{x_2x_1} \rho_{x_1x_b} \rho_{x_bx_a} \\ &\quad + \rho_{x_2x_1} \rho_{x_1x_c} \rho_{x_cx_a} \end{aligned} \quad [28]$$

Eşitlik [28]'den, modelin x_a ve x_2 değişkenleri arasındaki toplam birlikteliğin altı bileşenli olduğu görülmektedir. x_2 değişkeni üzerinde x_a değişkeninin toplam etkisi, $\rho_{x_2x_a}$ direkt etkinin ve $\rho_{x_2x_1} \rho_{x_1x_a}$ indirekt etkinin (x_1 değişkeni aracılığıyla) toplamıyla eşitlik [29]'daki gibi gösterilebilir.

$$q_{x_2x_a} = \rho_{x_2x_a} + \rho_{x_2x_1} \rho_{x_1x_a} \quad [29]$$

x_a ve x_2 değişkenleri arasındaki arta kalan birliktelik aşağıdaki gibi

$$\rho_{x_2x_a} = \rho_{x_2x_a} + \rho_{x_2x_1} \rho_{x_1x_a} + (\rho_{x_2x_b} \rho_{x_2x_1} \rho_{x_1x_b}) \rho_{x_bx_a} + (\rho_{x_2x_c} \rho_{x_2x_1} \rho_{x_1x_c}) \rho_{x_cx_a} \quad [30]$$

yazılabilir (20).

x_1 ve x_2 dışsal değişkenleri arasındaki birliktelik aşağıdaki gibi

$$\begin{aligned}
\rho_{x_2x_1} &= p_{x_2x_a} \rho_{x_ax_1} + p_{x_2x_b} \rho_{x_bx_1} + p_{x_2x_c} \rho_{x_cx_1} + p_{x_2x_1} \\
&= p_{x_2x_a} (p_{x_1x_a} + p_{x_1x_b} \rho_{x_bx_a} + p_{x_1x_c} \rho_{x_cx_a}) + p_{x_2x_b} (p_{x_1x_a} \rho_{x_ax_b} + p_{x_1x_b} + p_{x_1x_c} \rho_{x_cx_b}) \\
&\quad + p_{x_2x_c} (p_{x_1x_a} \rho_{x_ax_c} + p_{x_1x_b} \rho_{x_bx_c} + p_{x_1x_c}) + p_{x_2x_1} \\
&= p_{x_2x_1} + p_{x_2x_a} p_{x_1x_a} + p_{x_2x_b} p_{x_1x_b} + p_{x_2x_c} p_{x_1x_c} + p_{x_2x_a} p_{x_1x_b} \rho_{x_bx_a} + p_{x_2x_a} p_{x_1x_c} \rho_{x_cx_a} \\
&\quad + p_{x_2x_b} p_{x_1x_a} \rho_{x_ax_b} + p_{x_2x_b} p_{x_1x_c} \rho_{x_cx_b} + p_{x_2x_c} p_{x_1x_a} \rho_{x_ax_c} + p_{x_2x_c} p_{x_1x_b} \rho_{x_bx_c}
\end{aligned}$$

[31]

yazılabilir.

Elde edilen etkilerin nasıl açıklandığı konusuna aşağıda değinilmektedir. Buna göre; eşitlik [24b]'de x_1 değişkenine ilişkin yapısal denklem eşitliği yerine koyulduğunda eşitlik [32]

$$\begin{aligned}
x_2 &= p_{x_2x_a} x_a + p_{x_2x_b} x_b + p_{x_2x_c} x_c + p_{x_2x_1} (p_{x_1x_a} x_a + p_{x_1x_b} x_b + p_{x_1x_c} x_c + p_{x_1u_1} u_1) \\
&\quad + p_{x_2u_2} u_2 \\
&= (p_{x_2x_a} + p_{x_2x_1} p_{x_1x_a}) x_a + (p_{x_2x_b} + p_{x_2x_1} p_{x_1x_b}) x_b + (p_{x_2x_c} + p_{x_2x_1} p_{x_1x_c}) x_c \\
&\quad + p_{x_2x_1} p_{x_1u_1} u_1 + p_{x_2u_2} u_2
\end{aligned}$$

[32]

elde edilir.

Eşitliğin sağ tarafındaki parantez içindeki ilk terim, eşitlik [29]'da da ifade edilen $q_{x_2x_a}$ yani x_a değişkeninin x_2 değişkeni üzerindeki toplam etkisidir. Aynı şekilde parantez içindeki ikinci ve üçüncü terim de sırasıyla x_b ve x_c değişkenlerinin x_2 değişkeni üzerindeki toplam etkilerini ($q_{x_2x_b}$ ve $q_{x_2x_c}$) göstermektedir. Buna göre x_2 değişkeni; x_a , x_b ve x_c değişkenlerinin toplam etkilerinin ve u_1 , u_2 hata terimlerinin bir doğrusal fonksiyonu aşağıdaki gibi

$$x_2 = q_{x_2x_a} x_a + q_{x_2x_b} x_b + q_{x_2x_c} x_c + p_{x_2x_1} p_{x_1u_1} u_1 + p_{x_2u_2} u_2$$

[33]

yazılabilir (20).

Eşitlik [33]'deki eşitliğin indirgenmiş şekli, eşitlik [34]'de olduğu gibi verilebilir.

$$x_2 = q_{x_2x_a} x_a + q_{x_2x_b} x_b + q_{x_2x_c} x_c + q'_{x_2u_2} u'_2 \quad [34]$$

Burada $(q'_{x_2u_2} u'_2)$ bileşeni, $(p_{x_2x_1} p_{x_1u_1} u_1 + p_{x_2u_2} u_2)$ 'e eşittir.

Bir regressör değişken gibi x_1 değişkenini içeren yapısal denklem tahmin edilmek istenmektedir. İndirgenmiş denklemde (eşitlik [34]) yer alan x_a , x_b ve x_c değişkenlerinin katsayıları (sırasıyla $q_{x_2x_a}$, $q_{x_2x_b}$ ve $q_{x_2x_c}$) bu üç değişkenin toplam etkileridir. Eşitlik [24b]'deki yapısal denklemde yer alan x_a , x_b ve x_c değişkenlerinin katsayıları (sırasıyla $p_{x_2x_a}$, $p_{x_2x_b}$ ve $p_{x_2x_c}$) bu üç değişkenin direkt etkileridir. Eşitlik [24b] ve [34]'de yer alan x_a , x_b ve x_c değişkenlerinin kendi katsayıları arasındaki farklar üç değişkenin indirekt etkileri

$$q_{x_2x_a} - p_{x_2x_a} = p_{x_2x_1} p_{x_1x_a} \quad [35a]$$

$$q_{x_2x_b} - p_{x_2x_b} = p_{x_2x_1} p_{x_1x_b} \quad [35b]$$

$$q_{x_2x_c} - p_{x_2x_c} = p_{x_2x_1} p_{x_1x_c} \quad [35c]$$

dir.

Eşitlik [35a], eşitlik [36]'daki gibi

$$\beta_{2a.bc} - \beta_{2a.1bc} = \beta_{21.abc} \beta_{1a.bc} \quad [36]$$

yazılabilir. Burada $\beta_{ij.kl}$, anakütledeki k ve l değişkenleri dışında x_j değişkeni üzerindeki x_i değişkeninin regresyon katsayısıdır. Ancak tanımla, standart formda değişkenler için bir regresyon katsayısı, regresyon katsayısıyla, ön tanımlı ve içsel değişkenlerin standart

sapmalarının oranının çarpımına eşittir (20). Örneğin; $q_{x_2x_a} = \beta_{2a.bc} \sigma_{x_a} / \sigma_{x_2}$. Bu nedenle eşitlik [36]'yı aşağıdaki gibi

$$\begin{aligned} & q_{x_2x_a} (\sigma_{x_2} / \sigma_{x_a}) - p_{x_2x_a} (\sigma_{x_2} / \sigma_{x_a}) \\ & = p_{x_2x_1} (\sigma_{x_2} / \sigma_{x_1}) p_{x_1x_a} (\sigma_{x_1} / \sigma_{x_a}) \end{aligned} \quad [37]$$

yeniden yazılabilir.

Eşitlik [24c]'de x_2 değişkenine ilişkin yapısal denklem eşitliği yerine koyulursa eşitlik [38]

$$\begin{aligned} x_3 &= p_{x_3x_a} x_a + p_{x_3x_b} x_b + p_{x_3x_c} x_c + p_{x_3x_1} x_1 + p_{x_3x_2} (p_{x_2x_a} x_a + p_{x_2x_b} x_b + p_{x_2x_c} x_c \\ & \quad + p_{x_2x_1} x_1 + p_{x_2u_2} u_2) + p_{x_3u_3} u_3 \\ &= (p_{x_3x_a} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_a}) x_a + (p_{x_3x_b} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_b}) x_b + (p_{x_3x_c} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_c}) x_c \\ & \quad + (p_{x_3x_1} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_1}) x_1 + p_{x_3x_2} p_{x_2u_2} u_2 + p_{x_3u_3} u_3 \end{aligned} \quad [38]$$

elde edilir.

Notasyon tanımıyla;

$$q_{x_3x_a}^* = p_{x_3x_a} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_a} \quad [39a]$$

$$q_{x_3x_b}^* = p_{x_3x_b} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_b} \quad [39b]$$

$$q_{x_3x_c}^* = p_{x_3x_c} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_c} \quad [39c]$$

$$q_{x_3x_1} = p_{x_3x_1} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_1} \quad [39d]$$

ve

$$p'_{x_3u_3} u'_3 = p_{x_3x_2} p_{x_2u_2} u_2 + p_{x_3u_3} u_3 \quad [39e]$$

dir.

Eşitlik [38], aşağıdaki gibi yeniden yazılabilir (20):

$$x_3 = q_{x_3x_a}^* x_a + q_{x_3x_b}^* x_b + q_{x_3x_c}^* x_c + q_{x_3x_1} x_1 + p'_{x_3u_3} u'_3 \quad [40]$$

u_2 ve u_3 hata terimlerinin; x_a , x_b , x_c ya da x_1 değişkenleriyle ilişkili olmadığı varsayılmaktadır. $q_{x_3x_a}^*$, $q_{x_3x_b}^*$, $q_{x_3x_c}^*$ ve $q_{x_3x_1}$; x_a , x_b , x_c ve x_1 değişkenleri üzerinden x_3 regresyonu ile direkt olarak elde edilebilmektedir. x_1 değişkeni, x_3 değişkenini hem direkt olarak hem de x_2 değişkeni aracılığıyla etkilemektedir ve $q_{x_3x_1}$, x_1 değişkeninin x_3 değişkeni üzerindeki toplam etkisidir. Bu durum Şekil-7'den açıkça görülebilmektedir. Böylece eşitlik [40]'daki indirgenmiş denklemden $q_{x_3x_1}$ toplam etkinin ve eşitlik [24c]'den de $p_{x_3x_1}$ direkt etkinin elde edilmesiyle x_3 değişkeninin x_1 değişkeni üzerindeki etkisi açıklanabilmektedir. Eşitlik [40]'da yer alan $q_{x_3x_1}$ toplam etki iken $q_{x_3x_a}^*$, $q_{x_3x_b}^*$ ve $q_{x_3x_c}^*$; x_a , x_b ve x_c değişkenlerinin kendi toplam etkileri değildir. $q_{x_3x_1}$ gibi $q_{x_3x_a}^*$, $q_{x_3x_b}^*$ ve $q_{x_3x_c}^*$ indirgenmiş katsayılar, sırasıyla x_a , x_b ve x_c değişkenlerinin direkt etkilerini ve x_2 değişkeni aracılığıyla indirekt etkilerini içermektedir. Ancak $q_{x_3x_a}^*$, $q_{x_3x_b}^*$ ve $q_{x_3x_c}^*$; x_a , x_b ve x_c değişkenlerinin hem x_1 değişkeni hem de x_1 , x_2 değişkenleri aracılığıyla indirekt etkilerini içermediğinden, $q_{x_3x_a}^*$, $q_{x_3x_b}^*$ ve $q_{x_3x_c}^*$ toplam etkiler değildir. Örneğin; eşitlik [40]'dan $q_{x_3x_a}^*$, eşitlik [24c]'den de $p_{x_3x_a}$ elde edilebilir. Onların farkı yani $(q_{x_3x_a}^* - p_{x_3x_a} = p_{x_3x_2} p_{x_2x_a})$, x_a değişkeninin, x_2 değişkeni aracılığıyla x_3 değişkeni üzerindeki indirekt etkisini vermektedir. Ancak bu sonuçların hiçbiri, x_a değişkeninin x_3 değişkeni üzerindeki indirekt etkisine ışık tutmamaktadır. Sadece x_1 değişkeni aracılığıyla $(p_{x_3x_1} p_{x_1x_a})$ ya da x_1 ve x_2 değişkenleri aracılığıyla $(p_{x_3x_2} p_{x_2x_1} p_{x_1x_a})$ mümkün olmaktadır.

x_a , x_b ve x_c değişkenlerinin x_3 değişkeni üzerindeki etkilerine ilişkin açıklamayı tamamlamak için eşitlik [40]'da yer alan x_1 değişkeni yerine eşitlik [24a] yazılırsa

$$\begin{aligned}
x_3 &= q_{x_3x_a}^* x_a + q_{x_3x_b}^* x_b + q_{x_3x_c}^* x_c + q_{x_3x_1} (p_{x_1x_a} x_a + p_{x_1x_b} x_b + p_{x_1x_c} x_c + p_{x_1u_1} u_1) \\
&\quad + p'_{x_3u_3} u'_3 \\
&= (q_{x_3x_a}^* + q_{x_3x_1} p_{x_1x_a}) x_a + (q_{x_3x_b}^* + q_{x_3x_1} p_{x_1x_b}) x_b + (q_{x_3x_c}^* + q_{x_3x_1} p_{x_1x_c}) x_c \\
&\quad + q_{x_3x_1} p_{x_1u_1} u_1 + p'_{x_3u_3} u'_3 \\
&= q_{x_3x_a} x_a + q_{x_3x_b} x_b + q_{x_3x_c} x_c + p''_{x_3u_3} u''_3
\end{aligned}$$

[41]

elde edilir. Burada $q_{x_3x_a}$, $q_{x_3x_b}$ ve $q_{x_3x_c}$; x_a , x_b ve x_c değişkenlerinin x_3 değişkeni üzerindeki toplam etkileridir ve bu toplam etkilerin açılımları aşağıdaki gibi yazılır.

$$\begin{aligned}
q_{x_3x_a} &= q_{x_3x_a}^* + q_{x_3x_1} p_{x_1x_a} \\
&= p_{x_3x_a} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_a} + (p_{x_3x_1} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_1}) p_{x_1x_a}
\end{aligned} \tag{42a}$$

$$\begin{aligned}
q_{x_3x_b} &= q_{x_3x_b}^* + q_{x_3x_1} p_{x_1x_b} \\
&= p_{x_3x_b} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_b} + (p_{x_3x_1} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_1}) p_{x_1x_b}
\end{aligned} \tag{42b}$$

$$\begin{aligned}
q_{x_3x_c} &= q_{x_3x_c}^* + q_{x_3x_1} p_{x_1x_c} \\
&= p_{x_3x_c} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_c} + (p_{x_3x_1} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_1}) p_{x_1x_c}
\end{aligned} \tag{42c}$$

$$\begin{aligned}
p''_{x_3u_3} u''_3 &= q_{x_3x_1} p_{x_1u_1} u_1 + p'_{x_3u_3} u'_3 \\
&= q_{x_3x_1} p_{x_1u_1} u_1 + p_{x_3x_2} p_{x_2u_2} u_2 + p_{x_3u_3} u_3
\end{aligned}$$

[42d]

Şekil-7'ye ait modelde x_a , x_b ve x_c değişkenlerinin x_3 değişkeni üzerindeki etkilerinin açıklamasını yapmak için ilk olarak x_3 değişkeninin x_a , x_b ve x_c değişkenleri üzerinden ($q_{x_3x_a}$, $q_{x_3x_b}$ ve $q_{x_3x_c}$ yi elde etmek için) daha sonra x_3 değişkeninin x_a , x_b , x_c ve x_1 değişkenleri üzerinden ($q_{x_3x_a}^*$, $q_{x_3x_b}^*$, $q_{x_3x_c}^*$ ve $q_{x_3x_1}$) ve sonra da x_3

değişkeninin x_a , x_b , x_c , x_1 ve x_2 değişkenleri üzerinden regresyonu bulunur ($p_{x_3x_a}$, $p_{x_3x_b}$, $p_{x_3x_c}$, $p_{x_3x_1}$ ve $p_{x_3x_2}$ yi elde etmek için). Böylece arka arkaya gelen eşitliklerdeki her bir değişkenin katsayıları arasındaki farkların alınmasıyla toplam etkiler (q_{ij}) açıklanabilmektedir. Örneğin; $q_{x_3x_a}$, x_a değişkeninin x_3 değişkeni üzerindeki toplam etkisidir. $q_{x_3x_a} - q_{x_3x_a}^* = q_{x_3x_1} p_{x_1x_a} = (p_{x_3x_1} + p_{x_3x_2} p_{x_2x_1}) p_{x_1x_a}$ ise x_a değişkeninin x_1 değişkeni aracılığıyla x_3 değişkeni üzerindeki indirekt etkisini ve x_3 değişkeni üzerindeki direkt ve indirekt etkilerini göstermektedir. $q_{x_3x_a}^* - p_{x_3x_a} = p_{x_3x_2} p_{x_2x_a}$, x_2 değişkeni aracılığıyla x_a değişkeninin x_3 değişkeni üzerindeki indirekt etkisini ve x_3 değişkeni üzerindeki direkt etkisini (ve mümkünse indirekt etkisini) göstermektedir. ($q_{x_3x_a} - q_{x_3x_a}^*$) farkı ($q_{x_3x_1} p_{x_1x_a}$) ve ($p_{x_3x_2} p_{x_2x_1} p_{x_1x_a}$) olmak üzere iki bileşik pathi içermektedir. Ancak bu nedenden dolayı bilgi kaybı olmamaktadır. x_1 değişkeninin direkt olarak ve x_2 değişkeni aracılığıyla x_3 değişkeni üzerindeki etkilerine ilişkin bileşenler, muhakkak $q_{x_3x_1}$ ve $p_{x_3x_1}$ 'in karşılaştırılmasıyla gösterilmektedir.

Özetle, bir değişkenin toplam etkisi, bir regressör değişkeni (yani, regressör değişkenler ilgilenilen nedensel değişkenlerdir, aynı zamanda olan ya da nedensel olarak önsel değişkenlerdir) gibi görünen ilk indirgenmiş denklemde yer alan katsayıdır. Tabii ki birlikteliğin nedensel olmayan bileşenlerinin toplamı, bir toplam etki ve birlikteliğin uygun sıfır sıralı (zero-order) ölçümü arasındaki fark olarak bulunabilir. Etkilerin indirekt bileşenleri, bir dizinin iki denklemdeki nedensel değişkenin katsayıları arasındaki farkla verilir. Burada arabulucu değişken/değişkenler sadece bir denklemde (diğerlerinde değil) yer alan regressör değişken olarak görülebilir. Sonuç olarak, bir değişkenin direkt etkisi, dizide yer alan yapısal denklemdeki katsayılarla verilir. Bu metot, model tamamıyla geri dönüşümlü olduğunda (yani modelde nedensel olarak sıralanan değişkenler arasında mümkün tüm pathler çizildiğinde) etkilerin doğru çözümlerini sağlar (20).

Alwin ve Hauser (20)'in prosedüründen farklı olarak Greene (22)'nin prosedürü matris manipülasyonunu gerektirmektedir. Birinci adımda her bir değişkenin bir satıra aynı şekilde her bir değişkenin bir sütuna karşılık geldiği bir kare matris oluşturulur. Bir değişken diğer değişkenleri etkilerse katsayısı o değişkenin bulunduğu satırda ve etkilediği değişkenin bulunduğu sütunda yer almaktadır. Özel seçilmiş spesifik bir etkiyi tanımlamak için ilgilenilen değişkenlerden ziyade içsel değişkenlere uyan satır ve sütunlar

ilk olarak çıkarılır ve yeni daha küçük bir kare matris oluşturulur. Bu yeni matris, sonuç matrisi sıfır olana kadar kendisiyle çarpılır. Her bir matris çarpanı ilkiyle toplandığında sonuç matrisi, özel seçilmiş olan spesifik matristir (19).

Bu prosedürün nasıl çalıştığını görmek için Şekil-7'nin matris gösterimi ele alınsın:

$$\begin{matrix} & \mathbf{B} & & \mathbf{\Gamma} & & \\ \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 & 0 \\ \beta_{31} & \beta_{32} & 0 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} & + & \begin{bmatrix} \gamma_{1a} & \gamma_{1b} & \gamma_{1c} \\ \gamma_{2a} & \gamma_{2b} & \gamma_{2c} \\ \gamma_{3a} & \gamma_{3b} & \gamma_{3c} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} x_a \\ x_b \\ x_c \end{bmatrix} & + & \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \\ \zeta_3 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad [43]$$

Burada β_{ij} , i. içsel değişkenin j. içsel değişken üzerindeki path katsayısını γ_{ij} , i. dışsal değişkenin j. içsel değişken üzerindeki path katsayılarını ζ_{ij} ise hata terimlerini göstermektedir (19, 29).

Greene (22)'nin prosedürü uygulandığında tüm yapısal katsayıları içeren bir M matrisi oluşturulur.

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \gamma_{1a} & \gamma_{1b} & \gamma_{1c} \\ 0 & 0 & 0 & \gamma_{2a} & \gamma_{2b} & \gamma_{2c} \\ 0 & 0 & 0 & \gamma_{3a} & \gamma_{3b} & \gamma_{3c} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \beta_{21} & \beta_{31} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \beta_{32} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{\Gamma}' \\ \mathbf{0} & \mathbf{B}' \end{bmatrix}$$

[44]

Burada birinci satırdan son satıra kadar sırasıyla; x_a, x_b, x_c, x_1, x_2 ve x_3 değişkenleri sıralanır. Sütun da soldan sağa doğru aynı düzende sıralanır. Bir değişkenin diğer değişkenler üzerindeki etkileri, ilgili değişkenin satırında yer alan katsayılar olarak görülebilir. Örneğin; x_b değişkeninin x_2 değişkeni üzerindeki etkisi γ_{2b} 'dir. M matrisi her zaman $(p+q)q$ sıfır alt matrisine sahiptir. Burada p, içsel değişkenlerin (x_1, x_2, x_3) sayısını q ise dışsal değişkenlerin (x_a, x_b, x_c) sayısını

göstermektedir. Sıfır alt matris, dışsal değişkenlerin diğer değişkenleri etkilemediği ve içsel değişkenlerin de dışsal değişkenleri etkilemediğinin varsayılmasıyla oluşturulmaktadır. Eşitlik [44]'ün sağ üst kısmı Γ' 'ü, sağ alt kısmı ise B' 'ü göstermektedir.

Spesifik indirekt etkileri bulmak için Greene (22), özel seçilmiş spesifik etkilere sahip olan değişkenler dışında tüm içsel değişkenlere uyan M matrisindeki satır ve sütunlar silinir. Örneğin; x_a değişkeninin x_1 değişkeni aracılığıyla x_3 değişkeni üzerindeki özel seçilmiş spesifik etkisini tanımlamak için x_2 değişkenine uyan satır ve sütun çıkarılır. Buna göre M matrisinden beşinci satır ve sütun çıkarılarak aşağıdaki gibi M^* matrisi oluşturulur (19).

$$M^* = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \gamma_{1a} & \gamma_{1c} \\ 0 & 0 & 0 & \gamma_{2a} & \gamma_{2c} \\ 0 & 0 & 0 & \gamma_{3a} & \gamma_{3c} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \beta_{31} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad [45]$$

Sonra M^* matrisi kendisiyle çarpılarak aşağıdaki matris elde edilir.

$$M^{*2} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \gamma_{1a}\beta_{31} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \gamma_{2a}\beta_{31} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \gamma_{3a}\beta_{31} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad [46]$$

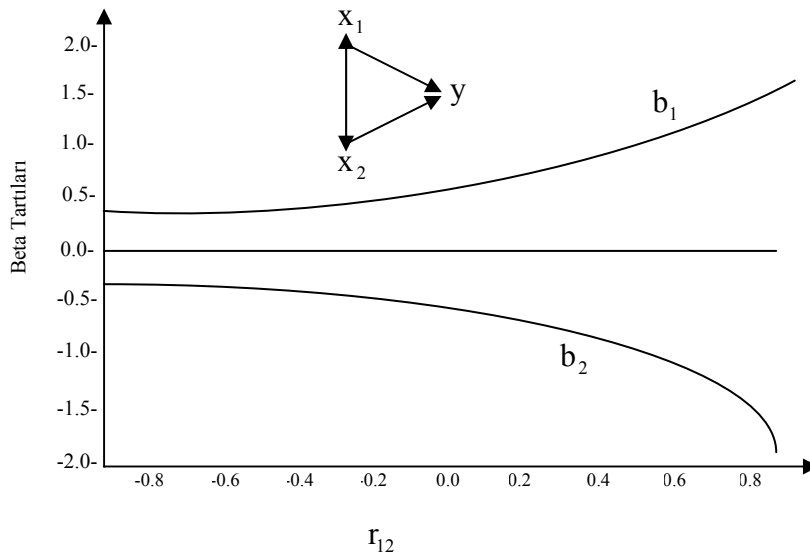
Eşitlik [46]'daki matris, çarpım matrislerin toplamındaki sadece sıfır olmayan matristir. Bundan dolayı, M^{*2} matrisinin ilk satırında ve son sütununda yer alan eleman x_a değişkeninin x_1 değişkeni aracılığıyla x_3 değişkeni üzerindeki özel seçilmiş spesifik etkisini vermektedir. Bu durumda, bu etki $\gamma_{1a}\beta_{31}$ 'dir.

Uygun sayıda seçilmiş içsel değişkenli geri dönüşümlü sistemlerde Greene (22)'nin prosedürü çok sayıda terimi çarpma ve toplama işlemleriyle oluşturabilir. Ayrıca Greene (22)'nin prosedürü, Alwin & Hauser (20)'in prosedüründe olduğu gibi geri dönüşümlü modellere uygulanabilirken, geri dönüşümlü olmayan modellere uygulanamamaktadır (19).

5. ÇOKLU REGRESYON VE PATH ANALİZİ ARASINDAKİ BAĞLANTILAR

Beta tartılarının en küçük kareler tahmini, tüm ikili korelasyonlar ve standartlaştırılmış regresyon katsayıları arasında tanımlanan normal eşitlikler setinin çözülmesiyle bulunabilmektedir (25). Normal eşitlikleri elde etmek için her yapısal eşitlik, ön tanımlanan değişkenlerle çarpılır ve beklenen değerleri alınır. Yapısal parametreler biliniyorsa, basit bir cebir işlemiyle korelasyonlar elde edilir.

Tahminler, kestirici değişkenler arasındaki korelasyonlar için düzeltildiğinden dolayı korelasyon yapısı, beta tartılarının tahminlerini etkileyebilir (bu korelasyonlar, regresyon eşitliğinde görülmemesine rağmen). Bu durum, kestiriciler arasındaki korelasyonun gücüne karşı iki kestiricinin beta tartılarının değerine ilişkin grafik, Şekil-8'de gösterilmiştir. x_1 ve x_2 değişkenlerin ilişkili olmadığı ve $r_{1y} = -r_{2y}$ olduğu varsayılmıştır. Bu nedenle b_1 ve b_2 regresyon katsayıları sırasıyla r_{1y} ve $-r_{2y}$ 'e eşittir. Ancak, x_1 ve x_2 değişkenleri arasındaki korelasyon değişirse, korelasyonda değişmektedir (Şekil-8).



Şekil-8: Beta Tartıların Miktarı Üzerine Korelasyonlu Yapının Etkisi ($r_{12}=0$ olduğunda $r_{1y}=0.3$ kabul edilmiştir)

Korelasyon yapısında yer alan regresyon ve path katsayılarının bağımlılığı, gerçek olmasa bile çoğu zaman gösterilmektedir. Bağımlılık, path katsayılarının güçlerine (strenght) ilişkin çıkarsamaların, kestirici değişkenler arasındaki korelasyon yapısına koşullandırılması, anlamına gelmektedir. Örneklemin korelasyonlu yapısı, populasyonun korelasyonlu yapısıyla karşılaştırılmazsa, regresyon ve path katsayıları görece güçlerini doğru bir şekilde tahmin etmeyecektir. Bu durum, örnekleme rasgele değilse ya da analiz, faktöriyel tasarımlı deneylerden elde edilen verilere dayandırılıyorsa, elde edilmektedir (25).

Daha önceden de ifade edildiği gibi, çoklu doğrusal regresyon ve geleneksel path analizinde, sınanan nedensel ilişkilerin (pathler) tanımlanan yapısıyla başladığı için, genellikle path diyagramlarıyla gösterilmektedir. Daha sonra tüm değişkenler arasındaki korelasyonlar, pathlerin gücünü tahmin etmek için kullanılır. Değişkenler standartlaştırılmış çoklu regresyondaki gibi standartlaştırılır. Neden-sonuç ilişkisinin (nedensellik) gösterimi, path analizinin istatistiksel süreci dışında yapılmaktadır (25). Diğer yandan, bir path modelinin verilere anlamlı uygunluğunun bulunması, değişkenler arasındaki ilişkilerin nedensel olduğunu göstermemektedir (24). Aksine path modeli, deneysel doğrulama yapılan bir hipotez olmaktadır (25).

Hipotez testini ayıran özellik, path analizinin de amacı olan bir veri setinden elde edilmeyen bir path modelinin gösterimidir. Yani, nedensel ve korelasyonlu path yollarının bir modeli, önsel olarak gösterilmektedir. Bu, modeldeki pathlerin gücünü tahmin etmek için kullanılacak olan verilerden ayırmaktadır. Bundan dolayı, yeni verilerin toplanmasıyla test edilmelidir.

Ancak, veriler toplanmadan önce yapılan nedensel bağlantılara ilişkin çıkarsamalar ve yeni verilere dayanan gözlenen korelasyonlar arasında seçim yapılmak zorunda olduğundan bu yaklaşım, bir ikilemi ortaya koymaktadır. Örneğin, bir korelasyonun sıfır olduğu varsayılan bir model düşünülün. Fakat yeni verilerle çalışıldığında, bu korelasyonun çok küçük bir değere sahip olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde sıfırdan farklı olduğu bulunabilir. Bu durumda üç alternatif söz konusudur. Birincisi, modelin iyi bir test sağladığını dikkate alarak veriler kabul edilir ve model reddedilir. Bunun doğru prosedür olduğuna inanılmaktadır. İkincisi, yeni verileri dikkate almayan yaygın bir şekilde kabul gören “Arm-Waving” yaklaşımı kullanılır ve taklidi (falsification) olmasına rağmen modele devam edilir. Üçüncüsü, daha iyi bir uygunluk

bulana kadar değişkenler eklenir ya da çıkarılır. Bu noktada, stepwise regresyonla aynı zorluklara sahip olan path analizine bir önsel yaklaşım girmektedir.

Önsel bir path modelin test edilmesinden farklı olarak bir path diyagramı, açıklanan varyasyon oranını maksimize eden bir uygunluk bulana kadar değişkenlerin eklenip çıkarılmasıyla, önsel olarak oluşturulabilmektedir. Bu bağlamda path analizinin kullanımı, hipotez testinden önemli bir şekilde ayrılmaktadır. Önsel yaklaşımın kalite göstergesi, analizden önce açık bir path modelin gösteriminin ve gerekçelerinin eksiklerini kapsamaktadır.

Önsel bir yaklaşım altında, korelasyonlu yapıdaki path katsayılarının bağımlılığı, yukarıda ifade edildiği gibi çok önemli bir konu olmaktadır (25).

GEREÇ VE YÖNTEM

1.1. Amaç

Koroner arter hastalarına uygulanan anjiyografi sonucu belirlenen LAD darlık oranını etkileyen faktörler arasındaki ilişkinin, çok değişkenli bir istatistik tekniği olan path analizi aracılığıyla belirlenmesi amaçlanmaktadır.

1.2. Anjiyo Yapılan Koroner Arter Hastalarından (KAH) Uygulama Verilerinin Toplanması

Koroner arter hastalığının oluşumunda, risk faktörü olarak belirlenen değişkenlerden oluşturulan anket formu (EK-1) yardımıyla veriler; 1 Şubat – 30 Eylül 2005 tarihleri arasında, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji kliniğinde anjiyo yapılan hastalara uygulanan form yardımıyla toplanmıştır. Bu çalışmada belirtilen tarihler arasında anjiyo yapılan 429 koroner arter hastasına ilişkin veriler göz önünde bulundurulmuştur.

Çalışmamızda yer alan KAH'lılara ilişkin içsel değişkenlerimizden CX ve RCA'de lezyon görülme oranı LAD'de saptanan orandan daha az olması nedeniyle, sadece LAD darlık oranı içsel değişken olarak alınmıştır. Aynı zamanda hastaların büyük bir kısmının boy uzunluğu ve ağırlığı elde edilemediğinden vücut kitle indeksi hesaplanmamıştır. KAH'lılarda hipertansif olanların sayısı da çok az olduğundan hipertansiyon süresi analiz dışında tutulmuştur.

Bu doğrultuda anjiyosu yapılan hastaların LAD darlık oranını (y) etkileyen faktörler olarak; yaş (x_1), sigara kullanımı (paket-yıl) (x_2), diyabet süresi (x_3) hiperlipidemi değerlerinden HDL-Kolesterol (x_4), LDL-Kolesterol (x_5), Trigliserid (TG) (x_6), dikkate alınmıştır. Buna göre LAD darlık oranı içsel değişken, yaş, hiperlipidemi değerleri (HDL-Kolesterol, LDL-Kolesterol, TG), kaç yıldır diyabet hastası olduğu ve sigara kullandığı (paket-yıl) ise dışsal değişkenler olarak alınmıştır.

Araştırma betimleyici, ilişki açıklayıcı, ilişki kurucu ve ilişki genelleyicidir. Ölçek ve birim farklılığını ortadan kaldırmak için tüm değişkenlere ilişkin veriler standartlaştırılmalıdır. Ancak biz analizde standartlaştırılmış regresyon katsayılarıyla çalışacağımızdan, bu işlemi yapmamıza gerek kalmamıştır. Bu araştırmadaki değişkenler arasında ilişki olup olmadığı, path analizi tekniği kullanılarak ortaya konulmuştur. Path analizinin uygulanma aşamasında; dışsal değişkenlerin, içsel değişken üzerindeki direkt

etkisini gösteren path katsayıları çoklu regresyon analizinden, dışsal değişkenlerin içsel değişken üzerindeki toplam etkileri ise korelasyon analizinden faydalanarak bulunmuştur.

İstatistiksel analizlerde, SPSS 13 paket programı kullanılmıştır.

Bu çalışmada, $\alpha=0.01$ ve $\alpha=0.05$ düzeylerinde alındığından, $p<0.01$ ve $p<0.05$ değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Ayrıca ortalamalar, “ortalama± standart hata” şeklinde verilmiştir.

BULGULAR

Anket formunun uygulandığı, anjiyo yapılan 429 koroner arter hastanın 309'u (%72) erkek ve 120'si (%28) kadındır. İlgili frekans dağılımları Tablo-1'de verilmiştir. 120 kadın KAH'lının 115'inde, 309 erkek KAH'lının ise 290'ında LAD'sinde lezyon saptanmıştır. 45 yaşın altında olan kadın hastaların sayısı 2 iken bu sayı erkeklerde 22'dir ve 45 ve 45 yaşın üstünde olanların sayısı da sırasıyla 118 ve 287'dir. Kadın hastaların 20'si ve erkek hastaların 158'i sigara kullanmaktadır. Diyabet hastası olan 38 kadın ve 82 erkek hasta bulunmaktadır.

Tablo-2'de diyabetli hastaların cinsiyete, LAD'sinde lezyon durumuna ve izlenen tedavi türüne ilişkin frekans dağılımları verilmiştir.

Tablo-3'de KAH'lılara ilişkin tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. İçsel değişken olan LAD darlık oranı kadınlarda 0.51 ± 0.027 iken erkeklerde 0.67 ± 0.018 'dir.

Damar darlık oranı içsel değişkeni (LAD) ile yaş, hiperlipidemi değerleri (HDL-Kolesterol, LDL-Kolesterol, TG), diyabet süresi ve sigara kullanımı (paket-yıl) dışsal değişkenleri arasında olduğu varsayılan nedensel ilişkilere dayanan path diyagramı Şekil-9'daki gibi çizilmiştir. Önerilen bu path diyagramı, hem cinsiyet için hem de tüm hastalar için uygulanacak analizde aynıdır.

Tablo-4'de tüm KAH'lılar için ilgilenilen dışsal değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları ve dışsal değişkenlerle her bir içsel değişken arasındaki korelasyon katsayıları verilmiştir.

Tablo-5'de tüm KAH'lılar için LAD darlık oranı üzerindeki etkilerin notasyonlarla ve sayısal olarak gösterimi verilmiştir.

Tüm KAH'lılarda LAD darlık oranına ait path diyagramı Şekil-10'da sonuçlarıyla birlikte gösterilmiştir.

LAD darlık oranı üzerinde diğer dışsal değişkenlerin etkilerinde cinsiyet bakımından bir farklılık olup olmadığını incelemek için analiz hem kadınlar için hem de erkekler için ayrı ayrı yapıldığı ifade edilmiştir. Buna göre; Tablo-6'da kadın KAH'lılar için ilgilenilen dışsal değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları ve dışsal değişkenlerle her bir içsel değişken arasındaki korelasyon katsayıları verilmiştir.

Tablo-7'de kadın KAH'lılar için LAD darlık oranı üzerindeki etkiler notasyonlarla ve sayısal olarak gösterilmiştir.

Kadın KAH'lılarda LAD darlık oranına ait path diyagramı Şekil-11'de sonuçlarıyla birlikte verilmiştir.

Tablo-8’de erkek KAH’lılar için ilgilenilen dışsal değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları ve dışsal değişkenlerle her bir içsel değişken arasındaki korelasyon katsayıları, Tablo-9’da ise erkek KAH’lılar için LAD darlık oranı üzerindeki etkilerin notasyonlarla ve sayısal olarak gösterimi verilmiştir.

Erkek KAH’lılarda LAD darlık oranına ait path diyagramı, Şekil-12’de sonuçlarıyla birlikte gösterilmiştir.

Tablo-1: Cinsiyete Göre İlgili Değişkenlerin Frekans Dağılımları

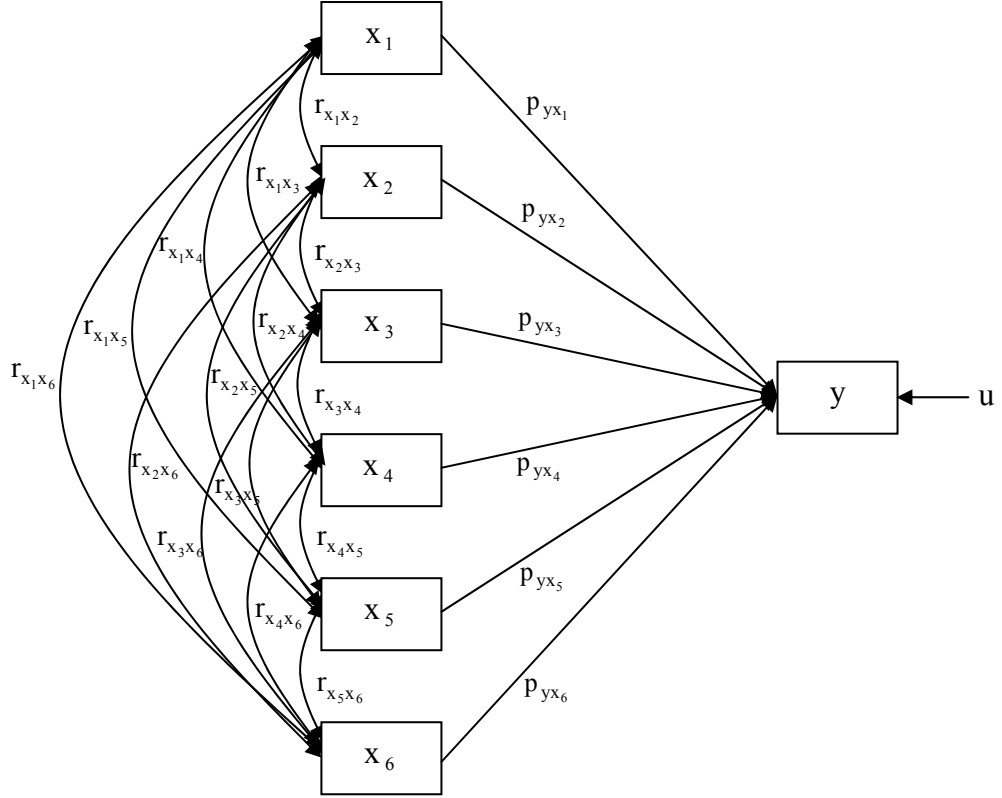
		Kadın (120)		Erkek (309)		Toplam (429)	
		Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
LAD	(+)	115	96	290	94	405	94
	(-)	5	4	19	6	24	6
Yaş	<45	2	2	22	7	24	6
	≥45	118	98	287	93	405	94
Sigara Kullanımı	(+)	20	17	158	51	178	41
	(-)	100	83	151	49	251	59
Diyabet Hastası	(+)	38	32	82	27	120	28
	(-)	82	68	227	73	309	72

Tablo-2: Diyabetli Hastaların Cinsiyete, LAD'sinde Lezyon Durumuna ve İzlenen Tedavi Türüne Göre Frekans Dağılımı

		Diyabet Hastası											
		Kadın (38)				Erkek (82)				Toplam (120)			
		LAD (+) (36)		LAD (-) (2)		LAD (+) (79)		LAD (-) (3)		LAD (+) (115)		LAD (-) (5)	
		Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Diyabet Hastasında İzlenen Tedavi Türü	Diyet	3	8	0	0	10	13	0	0	13	11	0	0
	Oral Antidiyabetik	18	50	1	50	29	37	0	0	47	41	1	20
	İnsülin	12	33	0	0	21	27	3	100	33	29	3	60
	Diyet ve Oral Antidiyabetik	3	8	1	50	15	19	0	0	18	16	1	20
	Bilinmeyen	0	0	0	0	4	5	0	0	4	3	0	0

Tablo-3: KAH'lara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	Kadın	Erkek	Toplam
LAD (%)	0.51±0.027	0.67±0.018	0.62±0.015
Yaş (yıl)	65±0.85	58±0.55	59±0.47
Sigara Kullanımı (paket/yıl)	8531.88±1383.23	13115.17±611.592	12600.19±573.95
Diyabet Süresi (yıl)	9.03±1.07	8.21±0.73	8.47±0.60
HDL-Kolesterol (mg/dl)	44.83±1.04	40.22±0.49	41.51±0.47
LDL-Kolesterol (mg/dl)	142.13±4.24	129.71±2.32	133.18±2.06
TG (mg/dl)	148.29±6.43	155.95±4.39	153.81±3.64



Şekil-9: LAD Darlık Oranı İçsel Değişkeni ile Dışsal Değişkenlerine İlişkin Önerilen Path Diyagramı ($y=p_{yX_1} X_1+p_{yX_2} X_2+p_{yX_3} X_3+p_{yX_4} X_4+p_{yX_5} X_5+p_{yX_6} X_6$)

Tablo-4: Tüm KAH'lılar için İlgilenilen Dışsal Değişkenler Arasındaki Korelasyon Katsayıları ve Dışsal Değişkenlerle Her Bir İçsel Değişken Arasındaki Korelasyon Katsayıları

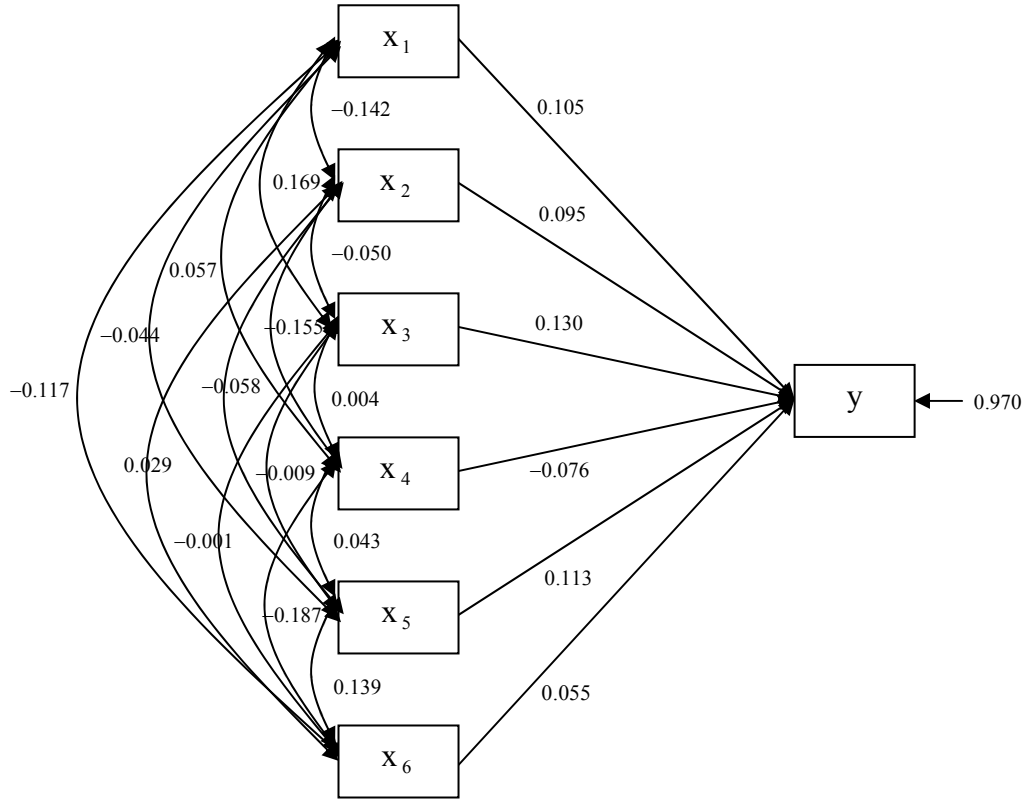
$r_{yx_1} = 0.098^*$	$r_{yx_2} = 0.080$	$r_{yx_3} = 0.141^{**}$	$r_{yx_4} = -0.090$	$r_{yx_5} = 0.106^*$	$r_{yx_6} = 0.076$
$r_{x_1x_2} = -0.142^{**}$	$r_{x_2x_3} = -0.050$	$r_{x_3x_4} = 0.004$	$r_{x_4x_5} = 0.043$	$r_{x_5x_6} = 0.139^{**}$	
$r_{x_1x_3} = 0.169^{**}$	$r_{x_2x_4} = -0.155^{**}$	$r_{x_3x_5} = -0.058$	$r_{x_4x_6} = -0.187^{**}$		
$r_{x_1x_4} = 0.057$	$r_{x_2x_5} = -0.058$	$r_{x_3x_6} = -0.001$			
$r_{x_1x_5} = -0.044$	$r_{x_2x_6} = 0.029$				
$r_{x_1x_6} = -0.117^*$					

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

Tablo-5: Tüm KAH'lılar için LAD Darlık Oranı Üzerindeki Etkilerin Notasyonlarla ve Sayısal Olarak Gösterimi

Dışsal Değişkenler	Toplam Etki (r_{yx_i})	Direkt Etki (p_{yx_i})	İndirekt Etki ($r_{yx_i} - p_{yx_i}$)
x_1	0.098*	$p_{yx_1} = 0.105^*$	$p_{yx_2} r_{x_1x_2} + p_{yx_3} r_{x_1x_3} + p_{yx_4} r_{x_1x_4} + p_{yx_5} r_{x_1x_5} + p_{yx_6} r_{x_1x_6} = 0.098 - 0.105 = -0.007$
x_2	0.080	$p_{yx_2} = 0.095$	$p_{yx_1} r_{x_2x_1} + p_{yx_3} r_{x_2x_3} + p_{yx_4} r_{x_2x_4} + p_{yx_5} r_{x_2x_5} + p_{yx_6} r_{x_2x_6} = 0.080 - 0.095 = -0.015$
x_3	0.141**	$p_{yx_3} = 0.130^{**}$	$p_{yx_1} r_{x_3x_1} + p_{yx_2} r_{x_3x_2} + p_{yx_4} r_{x_3x_4} + p_{yx_5} r_{x_3x_5} + p_{yx_6} r_{x_3x_6} = 0.141 - 0.130 = 0.011$
x_4	-0.090	$p_{yx_4} = -0.076$	$p_{yx_1} r_{x_4x_1} + p_{yx_2} r_{x_4x_2} + p_{yx_3} r_{x_4x_3} + p_{yx_5} r_{x_4x_5} + p_{yx_6} r_{x_4x_6} = -0.090 + 0.076 = -0.014$
x_5	0.106*	$p_{yx_5} = 0.113^*$	$p_{yx_1} r_{x_5x_1} + p_{yx_2} r_{x_5x_2} + p_{yx_3} r_{x_5x_3} + p_{yx_4} r_{x_5x_4} + p_{yx_6} r_{x_5x_6} = 0.106 - 0.113 = -0.007$
x_6	0.076	$p_{yx_6} = 0.055$	$p_{yx_1} r_{x_6x_1} + p_{yx_2} r_{x_6x_2} + p_{yx_3} r_{x_6x_3} + p_{yx_4} r_{x_6x_4} + p_{yx_5} r_{x_6x_5} = 0.076 - 0.055 = 0.021$
		$\hat{p}_{yu} = 0.970$	$\hat{p}_{yu}^2 = 1 - r'_{xy} r_{xx}^{-1} r_{xy} = 1 - r'_{xy} \hat{p}_y$

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



Şekil-10: Tüm KAH'larda LAD Darlık Oranına Ait Path Diyagramı
 $(y_{\text{tüm}}=0.105x_1+0.095x_2+0.130x_3-0.076x_4+0.113x_5+0.055x_6)$

Tablo-6: Kadın KAH'lılar için İlgilenilen Dışsal Değişkenler Arasındaki Korelasyon Katsayıları ve Dışsal Değişkenlerle Her Bir İçsel Değişken Arasındaki Korelasyon Katsayıları

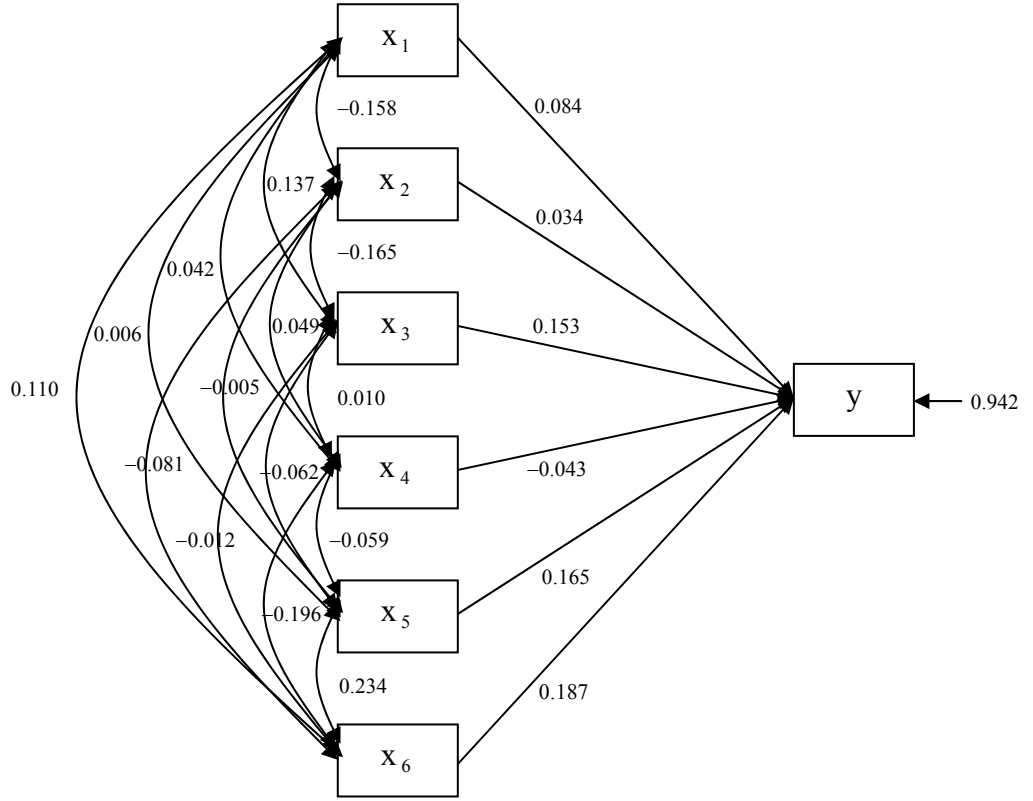
$r_{yx_1} = 0.119$	$r_{yx_2} = -0.023$	$r_{yx_3} = 0.146$	$r_{yx_4} = -0.083$	$r_{yx_5} = 0.202^*$	$r_{yx_6} = 0.238^{**}$
$r_{x_1x_2} = -0.158$	$r_{x_2x_3} = -0.165$	$r_{x_3x_4} = 0.010$	$r_{x_4x_5} = -0.059$	$r_{x_5x_6} = 0.234^*$	
$r_{x_1x_3} = 0.137$	$r_{x_2x_4} = 0.049$	$r_{x_3x_5} = -0.062$	$r_{x_4x_6} = -0.196^*$		
$r_{x_1x_4} = 0.042$	$r_{x_2x_5} = -0.005$	$r_{x_3x_6} = -0.012$			
$r_{x_1x_5} = 0.006$	$r_{x_2x_6} = -0.081$				
$r_{x_1x_6} = 0.110$					

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

Tablo-7: Kadın KAH'lılar için LAD Darlık Oranı Üzerindeki Etkilerin Notasyonlarla ve Sayısal Olarak Gösterimi

Dışsal Değişkenler	Toplam Etki (r_{yx_i})	Direkt Etki (p_{yx_i})	İndirekt Etki ($r_{yx_i} - p_{yx_i}$)
x_1	0.119	$p_{yx_1}=0.084$	$p_{yx_2} r_{x_1x_2} + p_{yx_3} r_{x_1x_3} + p_{yx_4} r_{x_1x_4} + p_{yx_5} r_{x_1x_5} + p_{yx_6} r_{x_1x_6} = 0.119 - 0.084 = 0.035$
x_2	-0.023	$p_{yx_2}=0.034$	$p_{yx_1} r_{x_1x_2} + p_{yx_3} r_{x_2x_3} + p_{yx_4} r_{x_2x_4} + p_{yx_5} r_{x_2x_5} + p_{yx_6} r_{x_2x_6} = -0.023 - 0.034 = -0.057$
x_3	0.146	$p_{yx_3}=0.153$	$p_{yx_1} r_{x_1x_3} + p_{yx_2} r_{x_2x_3} + p_{yx_4} r_{x_3x_4} + p_{yx_5} r_{x_3x_5} + p_{yx_6} r_{x_3x_6} = 0.146 - 0.153 = -0.007$
x_4	-0.083	$p_{yx_4}=-0.043$	$p_{yx_1} r_{x_1x_4} + p_{yx_2} r_{x_2x_4} + p_{yx_3} r_{x_3x_4} + p_{yx_5} r_{x_4x_5} + p_{yx_6} r_{x_4x_6} = -0.083 + 0.043 = -0.040$
x_5	0.202*	$p_{yx_5}=0.165$	$p_{yx_1} r_{x_1x_5} + p_{yx_2} r_{x_2x_5} + p_{yx_3} r_{x_3x_5} + p_{yx_4} r_{x_4x_5} + p_{yx_6} r_{x_5x_6} = 0.202 - 0.165 = 0.037$
x_6	0.238**	$p_{yx_6}=0.187^*$	$p_{yx_1} r_{x_1x_6} + p_{yx_2} r_{x_2x_6} + p_{yx_3} r_{x_3x_6} + p_{yx_4} r_{x_4x_6} + p_{yx_5} r_{x_5x_6} = 0.238 - 0.187 = 0.051$
		$\hat{p}_{yu}=0.942$	$\hat{p}_{yu}^2 = 1 - r'_{xy} r_{xx}^{-1} r_{xy} = 1 - r'_{xy} \hat{p}_y$

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



Şekil-11: Kadın KAH’lılarda LAD Darlık Oranına Ait Path Diyagramı
 ($y_{kadın}=0.084x_1+0.034x_2+0.153x_3-0.043x_4+0.165x_5+0.187x_6$)

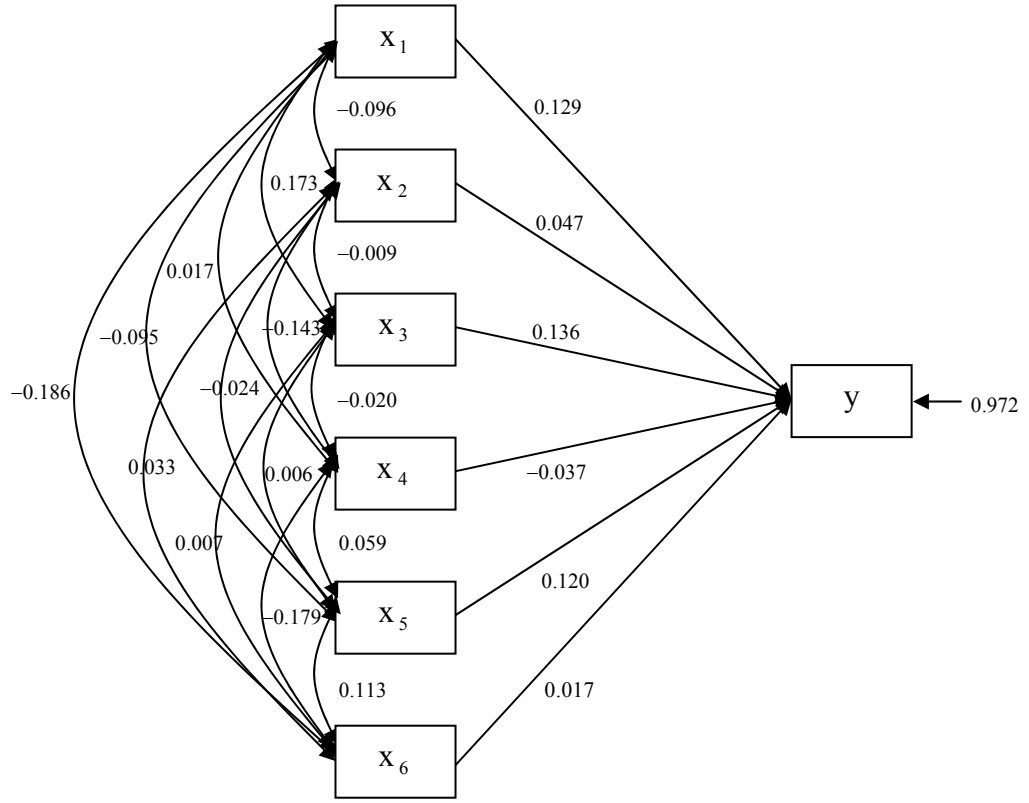
Tablo-8: Erkek KAH'lılar için İlgilenilen Dışsal Değişkenler Arasındaki Korelasyon Katsayıları ve Dışsal Değişkenlerle Her Bir İçsel Değişken Arasındaki Korelasyon Katsayıları

$r_{yx_1} = 0.132^*$	$r_{yx_2} = 0.036$	$r_{yx_3} = 0.160^{**}$	$r_{yx_4} = -0.040$	$r_{yx_5} = 0.107$	$r_{yx_6} = 0.015$
$r_{x_1x_2} = -0.096$	$r_{x_2x_3} = -0.009$	$r_{x_3x_4} = -0.020$	$r_{x_4x_5} = 0.059$	$r_{x_5x_6} = 0.113^*$	
$r_{x_1x_3} = 0.173^{**}$	$r_{x_2x_4} = -0.143^*$	$r_{x_3x_5} = 0.006$	$r_{x_4x_6} = -0.179^{**}$		
$r_{x_1x_4} = 0.017$	$r_{x_2x_5} = -0.024$	$r_{x_3x_6} = 0.007$			
$r_{x_1x_5} = -0.095$	$r_{x_2x_6} = 0.033$				
$r_{x_1x_6} = -0.186^{**}$					

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

Tablo-9: Erkek KAH'lilar için LAD Darlık Oranı Üzerindeki Etkilerin Notasyonlarla ve Sayısal Olarak Gösterimi

Dışsal Değişkenler	Toplam Etki (r_{y_i})	Direkt Etki (p_{yx_i})	İndirekt Etki ($r_{yx_i} - p_{yx_i}$)
x_1	0.132*	$p_{yx_1}=0.129^*$	$p_{yx_2} r_{x_1x_2} + p_{yx_3} r_{x_1x_3} + p_{yx_4} r_{x_1x_4} + p_{y_1x_5} r_{x_1x_5} + p_{y_1x_6} r_{x_1x_6} = 0.132 - 0.129 = 0.003$
x_2	0.036	$p_{yx_2}=0.047$	$p_{yx_1} r_{x_1x_2} + p_{yx_3} r_{x_2x_3} + p_{yx_4} r_{x_2x_4} + p_{y_1x_5} r_{x_2x_5} + p_{y_1x_6} r_{x_2x_6} = 0.036 - 0.047 = -0.011$
x_3	0.160**	$p_{yx_3}=0.136^*$	$p_{yx_1} r_{x_1x_3} + p_{yx_2} r_{x_2x_3} + p_{yx_4} r_{x_3x_4} + p_{y_1x_5} r_{x_3x_5} + p_{y_1x_6} r_{x_3x_6} = 0.160 - 0.136 = 0.024$
x_4	-0.040	$p_{yx_4}=-0.037$	$p_{yx_1} r_{x_1x_4} + p_{yx_2} r_{x_2x_4} + p_{yx_3} r_{x_3x_4} + p_{y_1x_5} r_{x_4x_5} + p_{y_1x_6} r_{x_4x_6} = -0.040 + 0.037 = -0.003$
x_5	0.107	$p_{yx_5}=0.120^*$	$p_{yx_1} r_{x_1x_5} + p_{yx_2} r_{x_2x_5} + p_{yx_3} r_{x_3x_5} + p_{yx_4} r_{x_4x_5} + p_{y_1x_6} r_{x_5x_6} = 0.107 - 0.120 = -0.013$
x_6	0.015	$p_{yx_6}=0.017$	$p_{yx_1} r_{x_1x_6} + p_{yx_2} r_{x_2x_6} + p_{yx_3} r_{x_3x_6} + p_{yx_4} r_{x_4x_6} + p_{y_1x_5} r_{x_5x_6} = 0.015 - 0.017 = -0.002$
		$\hat{p}_{yx_e} = 0.972$	$\hat{p}_{yx_e}^2 = 1 - r'_{xy} r_{xx}^{-1} r_{xy} = 1 - r'_{xy} \hat{p}_y$
* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$			



Şekil-12: Erkek KAH'lılarda LAD Darlık Oranına Ait Path Diyagramı
 $(y_{\text{erkek}} = 0.129x_1 + 0.047x_2 + 0.136x_3 - 0.037x_4 + 0.120x_5 + 0.017x_6)$

TARTIŞMA VE SONUÇ

Path analizi ilk olarak tüm KAH'lara daha sonra da cinsiyet açısından bir farklılığın olup olmadığını ortaya koymak için önerilen path diyagramına göre ayrı ayrı uygulanmıştır.

Tüm KAH'lılara ilişkin korelasyon katsayıları incelendiğinde, içsel değişken olarak ele alınan LAD darlık oranı ile yaş ve LDL-Kolesterol dışsal değişkenleri arasındaki korelasyon katsayılarının 0.05 anlamlılık düzeyinde, diyabet süresi dışsal değişkeni arasındaki korelasyon katsayısının ise istatistiksel olarak 0.01 anlamlılık düzeyinde önemli olduğu görülürken diğer dışsal değişkenlerle yani sigara kullanımı, HDL-Kolesterol ve TG arasındaki korelasyon katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Dışsal değişkenlerden yaş ile sigara kullanımı ($r_{x_1x_2} = -0.142$; $p < 0.01$) ters yönde, diyabet süresi ($r_{x_1x_3} = 0.169$; $p < 0.01$) aynı yönde ve TG ($r_{x_1x_6} = -0.117$; $p < 0.05$) ters yönde; sigara kullanımı ile HDL-Kolesterol ($r_{x_2x_4} = -0.155$; $p < 0.01$) ters yönde; HDL-Kolesterol ile TG ($r_{x_4x_6} = -0.187$; $p < 0.01$) ters yönde; ayrıca LDL-Kolesterol ile TG arasındaki ilişkinin ($r_{x_5x_6} = 0.139$; $p < 0.01$) aynı yönde ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo-4).

Yaş, sigara kullanımı, diyabet süresi ve hiperlipidemi değerlerinden HDL-Kolesterol, LDL-Kolesterol ve TG'in LAD darlık oranı üzerinde yapmış oldukları direkt etkiler bulunmak istendiğinde, bu değişkenlerin tamamı dışsal değişken, LAD darlık oranı ise içsel değişken olarak çoklu regresyon analizine tabii tutulmaktadır. Analiz sonucunda elde edilen model ($y_{\text{tüm}} = 0.105 x_1 + 0.095 x_2 + 0.130 x_3 - 0.076 x_4 + 0.113 x_5 + 0.055 x_6$), 0.01 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Çoklu regresyon analiziyle elde edilen standartlaştırılmış regresyon katsayıları; dışsal değişkenlerin içsel değişken üzerinde yapmış oldukları direkt etkinin path katsayılarına eşittir. Buna göre yaş, LDL-Kolesterol ve diyabet süresinin LAD darlık oranı üzerindeki direkt etkisini gösteren path katsayıları ($p_{yx_1} = 0.105$; $p < 0.05$), ($p_{yx_5} = 0.113$; $p < 0.05$) ve ($p_{yx_3} = 0.130$; $p < 0.01$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Yaş dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu etki yani direkt etki 0.105 iken yaş dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise -0.007'dir. Sigara kullanımı dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık

oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu direkt etki 0.095 iken, sigara kullanımı dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise -0.015'dir. Diyabet süresi dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu direkt etki 0.130 iken, diyabet süresi dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise 0.011'dir. HDL-Kolesterol dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu direkt etki -0.076 iken, HDL-Kolesterol dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise -0.014'dür. LDL-Kolesterol dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu direkt etki 0.113 iken, LDL-Kolesterol dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise -0.007'dir. TG dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu direkt etki 0.055 iken, TG dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise 0.021'dir.

Tüm KAH'lılar dikkate alındığında LAD darlık oranı üzerinde en büyük toplam etkiye sahip olan değişken diyabet süresi ($r_{yx_3} = 0.141$) iken, en küçük toplam etkiye sahip olan değişken ise TG ($r_{yx_6} = 0.076$) olduğu görülmektedir.

Kadın KAH'lılara ilişkin korelasyon katsayıları incelendiğinde, içsel değişken olarak ele alınan LAD darlık oranı ile LDL-Kolesterol ve TG dışsal değişkenleri arasındaki korelasyon katsayılarının ($r_{yx_5} = 0.202$; $r_{yx_6} = 0.238$) 0.05 ve 0.01 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli olduğu görülürken, diğer dışsal değişkenlerle (yaş, sigara kullanımı, diyabet süresi, HDL-Kolesterol) arasındaki korelasyon katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Aynı zamanda dışsal değişkenler arasında anlamlı bulunan korelasyonlar şunlardır; HDL-Kolesterol ile TG dışsal değişkenleri arasında ters yönde ($r_{x_4x_6} = -0.196$; $p < 0.05$) ve LDL-Kolesterol ile TG dışsal değişkenleri arasında ise aynı yönde korelasyon ($r_{x_5x_6} = 0.234$; $p < 0.05$) olduğu saptanmıştır (Tablo-6).

LAD darlık oranı içsel değişken; yaş, sigara kullanımı, diyabet süresi ve hiperlipidemi değerlerinden HDL-Kolesterol, LDL-Kolesterol ve TG dışsal değişkenler olarak alınarak, çoklu regresyon analizi uygulandığında kadın KAH'lılara ait model

$(y_{kadın}=0.084 x_1+0.034 x_2+0.153 x_3 -0.043 x_4+0.165 x_5+0.187 x_6)$ 0.05 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu modele göre istatistiksel olarak anlamlı olan direkt path katsayısının TG'e ait olduğu görülmektedir ($p_{yx_6}=0.187$; $p<0.05$).

Kadın KAH'lılara ait path diyagramından (Şekil-11) yola çıkarak; yaş dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu etki yani direkt etki 0.084 iken, yaş dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise 0.035'dir. Sigara kullanımı dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu direkt etki 0.034 iken, sigara kullanımı dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise -0.057'dir. Diyabet süresi dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu direkt etki 0.153 iken, diyabet süresi dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise -0.007'dir. HDL-Kolesterol dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu direkt etki -0.043 iken, HDL-Kolesterol dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise -0.040'dır. LDL-Kolesterol dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu etki yani direkt etki 0.165 iken LDL-Kolesterol dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise 0.037'dir. TG dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu direkt etki 0.187 iken, TG dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise 0.051'dir.

Kadın KAH'lılara göre ise LAD darlık oranı üzerinde en büyük toplam etkiye sahip olan değişken TG ($r_{yx_6}=0.238$) iken, en küçük toplam etkiye sahip olan değişken sigara kullanımı ($r_{yx_2}=-0.023$) olduğu saptanmıştır.

Erkek KAH'lılara ait korelasyon katsayıları incelendiğinde içsel değişken olarak göz önünde bulundurulmuş LAD darlık oranı ile yaş ($r_{yx_1}=0.132$; $p<0.05$) ve diyabet süresi ($r_{yx_3}=0.160$; $p<0.01$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmıştır. Dışsal değişkenler arasındaki korelasyonlara göre yaş ile diyabet süresi ($r_{x_1x_3}=0.173$; $p<0.01$) değişkeni arasında aynı yönde ve TG ($r_{x_1x_6}=-0.186$; $p<0.01$) değişkeni arasında ise

ters yönde istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon elde edilmiştir. Sigara kullanımı ile HDL-Kolesterol ($r_{x_2x_4} = -0.143$; $p < 0.05$) arasında ters yönde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. HDL-Kolesterol ile TG ($r_{x_4x_6} = -0.179$; $p < 0.01$) arasında ters yönde, LDL-Kolesterol ile TG ($r_{x_5x_6} = 0.113$; $p < 0.05$) arasında ise aynı yönde istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon elde edilmiştir (Tablo-8).

LAD darlık oranı içsel değişken; yaş, sigara kullanımı, diyabet süresi ve hiperlipidemi değerlerinden HDL-Kolesterol, LDL-Kolesterol ve TG dışsal değişkenler olarak alınarak, çoklu regresyon analizi uygulandığında erkek KAH'lılara ait model de ($y_{\text{erkek}} = 0.129 x_1 + 0.047 x_2 + 0.136 x_3 - 0.037 x_4 + 0.120 x_5 + 0.017 x_6$) 0.01 anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu modele göre istatistiksel olarak anlamlı olan direkt path katsayılarının yaş ($p_{yx_1} = 0.129$; $p < 0.05$), LDL-Kolesterol ($p_{yx_5} = 0.120$; $p < 0.05$) ve diyabet süresine ($p_{yx_3} = 0.136$; $p < 0.05$) ait olduğu görülmektedir.

Erkek KAH'lılara ait path diyagramı (Şekil-12) dikkate alındığında aşağıdaki yorumlar yapılabilmektedir. Buna göre ilk olarak yaş, diyabet süresi ve LDL-Kolesterol değişkenlerinin LAD darlık oranı üzerindeki path katsayıları 0.05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli olduğu söylenebilir. Ayrıca yaş dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu direkt etki 0.129 iken, yaş dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise 0.003'tür. Sigara kullanımı dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu direkt etki 0.047 iken, sigara kullanımı dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise -0.011'dir. Diyabet süresi dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu etki yani direkt etki 0.136 iken, diyabet süresi dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise 0.024'dür. HDL-Kolesterol dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu etki yani direkt etki -0.037 iken, HDL-Kolesterol dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise -0.003'tür. LDL-Kolesterol dışsal değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu direkt etki 0.120 iken, LDL-Kolesterol dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise -0.013'tür. TG dışsal

değişkenindeki bir birim sapmanın LAD darlık oranı içsel değişkeni üzerinde yapmış olduğu direkt etki 0.017 iken, TG dışsal değişkeni aracılığıyla diğer dışsal değişkenlerin LAD darlık oranı olan içsel değişken üzerindeki indirekt etkisi ise -0.002'dir.

Erkek KAH'lılar göz önünde bulundurulduğunda LAD darlık oranı üzerinde en büyük toplam etkiye sahip olan değişken diyabet süresi ($r_{yx_3} = 0.160$) iken, en küçük toplam etkiye sahip olan değişkenin ise TG ($r_{yx_6} = 0.015$) olduğu bulunmuştur.

Tüm KAH'lılara ve sadece erkek KAH'lılara ilişkin path diyagramları incelenecek olursa yaş, diyabet süresi ve LDL-Kolesterolün LAD darlık üzerindeki path katsayıları istatistiksel olarak anlamlı olduğundan diyagramların benzer olduğu söylenebilmektedir. Ancak kadın KAH'lılara ait path diyagramından anlamlı bulunan path katsayısı dikkate alındığında diğer path diyagramlarından farklı olduğu söylenebilir.

Artık path katsayısına bakıldığında tüm hastalar için 0.970, kadın hastalar için 0.942 ve erkek hastalar için ise 0.972 olduğu görülmektedir. İlgili değişkenler tarafından açıklanmayan kısmın yani artık terimin etki payını gösteren bu katsayıların bu kadar büyük çıkmasının nedeni çalışmada yer alan dışsal değişkenlerin içsel değişkenin çok az bir kısmını açıklamasından kaynaklanmaktadır.

Bu tez çalışmasıyla; belirli KAH risk faktörlerinin, damar darlık oranı (LAD) üzerindeki direkt, indirekt ve toplam etkileri saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar ve yapılan yorumlar doğrultusunda bu çalışmanın gelecek araştırmalara rehber olabilmesi için birkaç öneride bulunuldu. Bu çalışmanın örneklem hacmi 429'dur. Ancak gelecek araştırmalarda örneklem hacminin daha fazla alınması ve değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkisini gösteren path diyagramlarının kurulumu önemli olduğundan, araştırmacının uygulanacak çalışmaya ilişkin detaylı bilgi edinmesi önerilmektedir.

EKLER

EK-1

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KARDİYOLOJİ KLİNİĞİNDE ANJİYO YAPILAN HASTALARA UYGULANACAK BİLGİ FORMU

Adı Soyadı	:	
Cinsiyet	:	
Yaş	:	
Boy	:	
Kilo	:	
Damar Darlık Oranı		
<i>LAD</i>	:	
<i>CX</i>	:	
<i>RCA</i>	:	
Sigara (adet/yıl)	:	
Hipertansiyon (mmHg)	:	Yıl:
Diabetes Mellitus (yıl)	:	<input type="checkbox"/> Diyet <input type="checkbox"/> Oral Antidiyab. <input type="checkbox"/> İnsülin
Hiperlipidemi		
<i>Total Kol</i>	:	
<i>HDL Kol</i>	:	
<i>LDL Kol</i>	:	
<i>TG</i>	:	

KAYNAKLAR

1. MITCHELL RJ. Testing evolutionary and ecological hypotheses using path analysis and structural equation modeling. *Functional Ecology*, 6,2: 123-129, 1992.
2. BRYMAN A, CRAMER D. Quantitative data analysis with SPSS release 10 for Windows: a guide social scientists, Routledge, London, UK, page 254-258, 2001.
3. HENNEKENS CH. Risk factors in coronary heart disease in women. *Heart disease in women; Cardiology Clinics*, 16: 1-8, 1998.
4. SMITH FA, BROWN JH, VALONE TJ. Path analysis: a critical evaluation using long-term experimental data. *The American Naturalist*, 149,1: 29-42, 1997.
5. LI CC. Path analysis-a primer, The Boxwood Press, Pacific Grove, California, page 75-186, 1975.
6. SCHEINER SM, MITCHELL RJ, CALLAHAN HS. Using path analysis to measure natural selection. *Journal of Evolutionary Biology*, 13: 423-433, 2000.
7. DYTHAM C. Choosing and using statistics: a biologist's guide, 2nd edition, Blackwell, Oxford, page 193-194, 2002.
8. ALLISON PD. Multiple regression: a primer, Sage, Thousand Oaks, CA, page 1-3, 1998.
9. SHIPLEY B. Cause and correlation in biology: a user's guide to path analysis, structural equations and causal inference, Cambridge University Press, Cambridge, page 100-135, 2004.
10. STREINER DL. Finding our way: an introduction to path analysis. *Canadian Journal of Psychiatry*, 50,2: 115-122, 2005.
11. RETHERFORD RD, CHOE MK. Statistical models for causal analysis, John Wiley & Sons Inc, New York, page 93-118, 1993.
12. WRIGHT S. Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research*, 20: 557-585, 1921.
13. WRIGHT S. The method of path coefficients. *The Annals of Mathematical Statistics*, 5,3: 161-215, 1934.
14. WRIGHT S. Path coefficients and path regressions: alternative or complementary concepts? *Biometrics*, 16,2: 189-202, 1960.

15. LAND KC. Principles of path analysis. Editor: BORGATTA EF, Sociological methodology, The American Sociological Association, San Francisco, page 3-37, 1969.
16. BLALOCK HM. Causal inferences in nonexperimental research, The University of North Carolina Press, Chapel Hill, page 27-94, 1964.
17. DUNCAN OD. Path analysis: sociological examples. The American Journal of Sociology, 72,1: 1-16, 1966.
18. ASHER HB. Causal modeling, 10nd printing, Sage Publications, Beverly Hills, California, page 7-49, 1981.
19. BOLLEN KA. Total, direct and indirect effects in structural equation models. Sociological Methodology, 17: 37-69, 1987.
20. ALWIN DF, HAUSER RM. The decomposition of effects in path analysis. American Sociological Review, 40,1: 37-47, 1975.
21. KENNY DA. Correlation and causality, John Wiley & Sons Inc, New York, page 22-73, 1979.
22. GREENE VL. An algorithm for total and indirect causal effects. Political Methodology, 44: 369-381, 1977.
23. KINGSOLVER JG, SCHEMSKE DW. Path analyses of selection. Trends in Ecology and Evolution, 6,9: 276-280, 1991.
24. MITCHELL RJ. Path analysis: pollination. Editor: SCHEINER SM, GUREVITCH J, Design and analysis of ecological experiments, Chapman and Hall, New York, page 211-231, 1993.
25. PETRAITIS PS, DUNHAM AE, NIEWIAROWSKI PH. Inferring multiple causality: the limitations of path analysis. Functional Ecology, 10: 421-431, 1996.
26. FARRIS MA, LECHOWICZ MJ. Functional interactions among traits that determine reproductive success in a native annual plant. Ecology, 71,2: 548-557, 1990.
27. GRACE JB, PUGESEK BH. On the use of path analysis and related procedures for the investigation of ecological problems. The American Naturalist, 152,1: 151-159, 1998.
28. COHEN J, COHEN P, WEST SG, AIKEN LS. Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences, 3rd edition, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey, page 65-66, 2002.
29. TIMM NH. Applied multivariate analysis. Springer-Verlag, New York, page 580-586, 2002.

30. BIELBY TW, HAUSER RM. Structural Equation Models. *Annual Review of Sociology*, 3: 137-161, 1977.
31. BRAMWELL R. Advanced uses of multiple regression: modelling mediated and moderated effects. Editor: HAWORTH J, *Psychological research: innovative methods & strategies*, Routledge, Florence, KY, USA, page 67-77, 1995.
32. TURNER ME, STEVENS CD. The regression analysis of causal paths. *Biometrics*, 15, 2: 236-258, 1959.
33. LOEHLIN JC. *Latent variable models: an introduction to factor, path, and structural analysis*, 2nd edition, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey, London, page 1-36, 1992.
34. MILLER DC, SALKIND NJ. *Handbook of research design and social measurement*, 6nd edition, Sage Publications Inc, Thousand Oaks, California, page 398-404, 2002.
35. LECLAIR SW. Path analysis: an informal introduction. *The Personnel and Guidance Journal*, 59: 643-646, 1981.
36. KERLINGER FN, PEDHAZUR EJ. *Multiple regression in behavioral research*, Hold, Rinehart & Winston, New York, page 310, 1973.

TEŐEKKÖR

Çalıőmamın her aşamasında değerli katkılarıyla yönlendiren danışman hocam Yard.Doç.Dr. Bőlent EDİZ'e, Anabilim Dalı baőkanımız Prof.Dr. İsmet KAN'a, verilerimin toplanması sırasında yardımlarını esirgemeyen Kardiyoloji Anabilim Dalı baőkanı Prof.Dr. Ali AYDINLAR'a, yapmış olduğu önerilerinden dolayı Uzm.Dr. İlker ERCAN'a ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan aileme teőekkürü bir borç bilirim.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Eskişehir’de doğdum. İlk ve orta öğrenimimi 1986-1994 yılları arasında Melahat Ünügür İlköğretim okulunda, lise öğrenimimi ise 1994-1997 yılları arasında Cumhuriyet Lisesinde sürdürdüm. 1997 yılında Osmangazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü’nü kazandım ve 2001 yılında mezun oldum. 2003 yılı Eylül ayında Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyoistatistik Anabilim Dalı’nda yüksek lisansa başladım. 2004 yılı Ocak ayında Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı’nda araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladım.