

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**HAYVAN REFAHININ KISMİ EN KÜÇÜK KARELER YAPISAL EŞİTLİK
MODELLEMESİ (PLS-SEM) İLE ANALİZİ**

Hamza YALÇIN

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2021**

Dr. Öğr. Üyesi Zeki DOĞAN'ın danışmanlığında ve Doç. Dr. Sedat ŞEN'in eş danışmanlığında, Hamza YALÇIN'in hazırladığı “**Hayvan Refahının Kısmi En Küçük Kareler Yapısal Eşitlik Modellemesi (PLS-SEM) ile Analizi**” konulu bu çalışma 20/02/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Zeki DOĞAN

Üye: : Prof. Dr. Hikmet ORHAN

Üye: : Prof. Dr. Soner ÇANKAYA

Üye: : Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ

Üye: : Dr. Öğr. Üyesi İrfan ÖZTÜRK

Bu Tezin Zootekni Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
1.1. Hayvan Refahı	1
1.2. Biyolojik Stres	2
1.3. Fiziksel Aktivite	6
1.3.1. Fiziksel Aktivitenin Kolesterol Üzerine Etkisi	8
1.3.2. Fiziksel Aktivitenin LDL Üzerine Etkisi	8
1.3.3. Fiziksel Aktivitenin HDL ve VLDL Üzerine Etkisi	9
1.4. Büyüme	10
1.4.1. Proteinin Büyüme Üzerine Etkisi	11
1.4.2. Kalsiyum ve Fosforun Büyüme Üzerine Etkisi	12
1.5. Yapısal Eşitlik Modellemesi	14
1.6. Araştırmanın hipotezleri	15
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	18
2.1. Yapısal eşitlik modellemesinin hayvancılıkta kullanımı	18
2.2. Fiziksel aktivitenin stres üzerindeki etkisi	37
2.3. Stresin büyüme üzerindeki etkisi	41
2.4. Fiziksel aktivitenin büyüme üzerindeki etkisi	44
3. MATERYAL ve YÖNTEM	47
3.1. Materyal	47
3.2. YÖNTEM	48
3.2.1. Yapısal Eşitlik Modellemesi	48
3.2.1.1. Yapısal eşiklik modellerini tanımlayan simgeler	50
3.2.1.2. Yol Diyagramı (Path Diagram)	51
3.2.1.3. Kovaryans Tabanlı Yapısal Eşitlik Modellemesi (KT-YEM)	52
3.2.1.4. Kovaryans Tabanlı Yapısal Eşitlik Modellemesi için Programlar	59
3.2.2. Kısmi En Küçük Kareler Yapısal Eşitlik Modellemesi (KEKK-YEM)	59
3.2.2.1. Kavramsal Değişkenler ve Yapılar Açısından Ölçme Modeli	62
3.2.2.2. Dış Model (Outer Model)	64
3.2.2.2.1. Biçimlendirici Ölçme Modeli (Formative Measurement Model)	65
3.2.2.2.2. Yansıtıcı Ölçme Modeli (Reflective Measurement Model)	69
3.2.2.2.3. Yansıtıcı ve Biçimlendirici Ölçme Modelleri Arasındaki Farklar	72
3.2.2.3. İç Model (Inner/Structural model)	74
3.2.2.3.1. Egzojen ve Endojen Yapılar	74
3.2.2.3.2. Yol katsayıları	75
3.2.2.4. VT-YEM Algoritması	75
3.2.2.5. Dağılımsal Varsayımlar	80
3.2.2.6. İstatistiksel güç, Model Karmaşıklığı ve Örneklem Boyutu	81
3.2.2.7. Uyum İndeksleri (Goodness-of-Fit index- GoF)	83
3.2.2.8. VT-YEM Sonuçlarının Değerlendirilmesi	85
3.2.2.8.1. Ölçme Modellerinin Değerlendirilmesi	89
3.2.2.8.1.1. Yansıtıcı Ölçme Modellerinin Değerlendirilmesi	90
3.2.2.8.1.1.1. İç Tutarlılık Güvenilirliği (Internal Consistency Reliability)	90
3.2.2.8.1.1.2. Yakınsak Geçerlilik (Convergent Validity)	91
3.2.2.8.1.1.3. Ayırt Edici Geçerlilik (Discriminant Validity)	92
3.2.2.8.1.2. Biçimlendirici Ölçme Modellerinin Değerlendirilmesi	96
3.2.2.8.1.2.1. Yakınsak Geçerlilik (Convergent Validity)	97
3.2.2.8.1.2.2. Göstergelerde Eşdoğrusallık	97
3.2.2.8.1.2.3. Gösterge Ağırlıklarının İstatistiksel Anlamlılığı ve İlişki Düzeyi	98

3.2.2.8.1.2.4. Önyükleme Prosedürü (Bootstrapping).....	100
3.2.2.8.2. Yapısal Modellerin Değerlendirilmesi	102
3.2.2.8.2.1. Belirleme Katsayısı (R^2).....	103
3.2.2.8.2.2. Etki Büyüklüğü (f^2).....	104
3.2.2.8.2.3. Yordama Gücü (Q^2).....	104
3.2.2.8.2.4. Yol Katsayılarının İstatistiksel Anlamlılığı ve İlişki Düzeyi.....	105
3.2.9. KT-YEM ile VT-YEM Arasında Seçim Yapma.....	108
3.2.10. VT-YEM Analizi İçin Kullanılan Programlar	111
3.2.11. VT-YEM Analizi için Yazılım Ayarları	112
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	113
4.1. Veri analizleri	114
4.2. Ölçme Modellerinin Değerlendirilmesi	116
4.2.1. Yansıtıcı Ölçme Modelinin Değerlendirilmesi.....	116
4.2.2. Biçimlendirici ölçme modellerinin değerlendirilmesi	121
4.3. Yapısal Modelin Değerlendirilmesi	123
4.4. PLSpredict sonuçları.....	129
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	132
5.1. Sonuçlar.....	132
5.2. Öneriler.....	133
KAYNAKLAR	137
ÖZGEÇMİŞ	162
EKLER.....	164

ÖZET

Doktora Tezi

HAYVAN REFAHININ KİSMİ EN KÜÇÜK KARELER YAPISAL EŞİTLİK MODELLEMESİ (PLS-SEM) İLE ANALİZİ

Hamza YALÇIN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Zeki DOĞAN
YIL: 2020, Sayfa: 165

Hayvansal üretim hassas bir süreçtir. Hayvancılık sektöründe, birim alandan alınan verimde talebin yükselmesi sebebiyle hayvan refahı giderek artan bir tartışma konusu olmuştur. Hayvan refahı, farklı bakış açılarından yaklaşılacak karmaşık bir kavramdır. Gözlenen değişkenleri ölçmek ve istatistiksel açıdan değerlendirmek için regresyon, lojistik regresyon gibi birçok yöntemle analiz edilmiştir. Doğrudan gözlemlenen değişkenlerin yanında refah, stres, duygusal, psikolojik ve davranışsal durumlar gibi doğrudan ölçülemeyen gizil değişkenlerin modellenmesi ile ilgili literatürde boşluk vardır. Bu gizil değişkenler faktör analitik modeller sayesinde analiz edilebilmektedir. Yapısal eşitlik modellemesi (YEM), gözlemlenen değişkenler aracılığıyla ölçülen iki veya daha fazla gizil karmaşık kavramı birbirine bağlayan ve teorik bir modele göre tanımlanan nedensel ilişkileri tahmin etmeyi mümkün kılar. Sıklıkla sosyal bilimlerinde kullanılan YEM modelleri, son birkaç yılda tarım ve hayvancılık alanında da uygulanmıştır. Kanatlı hayvan refahı üzerine yayınlanan birçok çalışma, gizil değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri belirleme ihtiyacını vurgulamaktadır. Bu çalışmanın amacı, kısmi en küçük kareler (veya varyans tabanlı-VT) YEM modellemesi kullanılarak (biyokimya parametreleri ile) ölçülebilir göstergelerle fiziksel aktivite, biyolojik stres ve büyüme gizil değişkenleri arasındaki ilişkileri incelemektir. Mevcut çalışmada 96 kanatlının bulunduğu 3 faktörlü bir model kurulmuştur. Biyolojik stres ve büyüme biçimlendirici, fiziksel aktivite ise yansıtıcı ölçme modeli olarak kurulmuştur. VT-YEM analizi uygulandıktan sonra elde edilen sonuçların değerlendirme kriterlerine uyduğu gözlemlenmiştir. Analiz sonuçları; ölçme modelleri, yapısal modeller ve PLSpredict sonuçlarının değerlendirilmesinden oluşmaktadır. Katsayıların anlamlılığının ve güven aralıklarının belirlenebilmesi için önyükleme (bootstrapping) prosedürü ile tavsiye edilen 5000 yeniden örnekleme kullanılmıştır. Biyolojik stres ve büyüme biçimlendirici ölçme modellerine ait göstergelerin VIF değerinin 5'ten küçük olduğu; fiziksel aktivite yansıtıcı ölçme modeline ait gösterge yükleri (≥ 0.708), iç tutarlılık güvenilirliği (≥ 0.70), yakınsak geçerlilik ($AVE \geq 0.50$) ve ayırt edici geçerlilik (çapraz doğrulama) kriterlerinin sağlandığı gözlemlenmiştir. Yapısal modelde VIF kriterinin (< 3) sağlandığı, biyolojik stres ve büyüme için R^2 değerleri sırasıyla 0.298 -zayıf ve 0.652-orta şiddette olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre VT-YEM sonuçları, büyümenin %65.2'sinin bağımsız değişkenler ($R^2=0.652$) tarafından tahmin edilebildiğini ve fiziksel aktivitenin ($\gamma=0.698$) büyüme üzerinde biyolojik stresten ($\gamma=0.176$) daha fazla etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca biyolojik stres ($\gamma=0.546$, $R^2 = 0.298$) ve büyümenin değerlendirilmesinde fiziksel aktivite ana değişken olarak belirlenmiştir. Ayrıca, modelin tahmin gücünün değerlendirilmesi için PLSpredict sonuçlarına ait hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE) ve ortalama mutlak hata (OMH) kullanılmıştır. PLSpredict sonuçlarına göre, endojen değişkenlere ait göstergelerin azınlığı (5'te 2'si) kriterleri yerine getirdiği görülmüştür. Bu da iç modelin düşük tahmin gücüne sahip olduğunu göstermektedir. Genel olarak mevcut araştırma, YEM modelinin hayvan refahının istatistiksel olarak modellenmesi ve değerlendirilmesi için uygun bir örnek teşkil etmektedir. Çalışma sonucunda tarımsal ve hayvancılık alanındaki araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Biyolojik stres, büyüme, fiziksel aktivite, kısmi en küçük kareler, yapısal eşitlik modellemesi, refah

ABSTRACT

PhD Thesis

ANALYSIS OF ANIMAL WELFARE WITH PARTIAL LEAST SQUARES STRUCTURAL EQUATION MODELING (PLS-SEM)

Hamza YALÇIN

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Animal Husbandry

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Zeki DOĞAN

Year: 2020, Page: 165

Animal production is a sensitive process. In the livestock sector, animal welfare has become an increasing topic of discussion due to the increase in the yield per unit area. Animal welfare is a complex concept that is approached from different perspectives. In order to measure and statistically evaluate the observed variables, these variables have been analyzed using several methods such as regression and logistic regression. In addition to directly observed variables, there is a gap in the literature regarding the modeling of latent variables such as well-being, stress, emotional, psychological and behavioral states that cannot be directly measured. These latent variables can be analyzed by factor analytical models. Structural equation modeling (SEM) makes it possible to predict causal relationships that connect two or more latent complex concepts measured through observed variables and are defined according to a theoretical model. SEM models, which are frequently used in social sciences, have also been applied in the field of agriculture and animal science in the last few years. Many studies published on poultry welfare emphasize the need to determine causal relationships between latent variables. The aim of this study is to examine the relationships between measurable indicators (with biochemistry parameters) and physical activity, biological stress and growth latent variables using partial least squares SEM modeling. In the present study, a 3-factor model with 96 chicks was established. Biological stress and growth formative measurement model, physical activity was established as reflective measurement model. It was observed that the results obtained after the PLS-SEM analysis fit the evaluation criteria. Analysis results included evaluation of measurement models, structural models and PLSpredict results. In order to determine the significance of the coefficients and confidence intervals, the recommended 5000 resampling by the bootstrapping procedure was used. VIF value of indicators belonging to biological stress and growth-shaping measurement models is less than 5; It was observed that the criteria for indicator loads (0.708), internal consistency reliability (≥ 0.70), convergent validity ($AVE \geq 0.50$) and discriminant validity (cross validation) of the physical activity reflective measurement model were met. In the structural model, it was observed that the VIF criterion (< 3) was met, and the R^2 values for biological stress and growth were 0.298-weak and 0.652-moderate, respectively. Accordingly, PLS-SEM results revealed that 65.2% of growth can be predicted by independent variables ($R^2 = 0.652$) and physical activity ($\gamma = 0.698$) has a greater effect on growth than biological stress ($\gamma = 0.176$). In addition, physical activity was determined as the main variable in the evaluation of biological stress ($\gamma = 0.546$, $R^2 = 0.298$) and growth. In addition, the root mean square error (RMSE) and mean absolute error (MSE) of the PLSpredict results were used to evaluate the predictive power of the model. According to PLSpredict results, the minority of indicators (2 out of 5) of endogenous variables were found to fulfill the criteria. This shows that the internal model has low predictive power. In general, the present research provides a suitable example for the statistical modeling and evaluation of animal welfare of the SEM model. As a result of the study, suggestions were made to researchers in the field of agricultural and animal science.

KEY WORDS: Biological stress, growth, physical activity, partial least squares, structural equation modeling, welfare

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmam boyunca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Zeki DOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım. Tez konusunda öneride bulunan, zihnimi açan ve her türlü yardımı sağlayan kıymetli Prof. Dr. Soner ÇANKAYA hocama teşekkür ederim.

Kıymetli bilgilerini ve zamanını esirgemeyen, akademide kritik düşünmeme önemli katkı sağlayan eşsiz eş danışmanım Doç. Dr. Sedat ŞEN hocama en kalbi duygularıyla teşekkür ederim.

Kıymetli Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÇETİN hocama, projelerinin verilerini tereddüt etmeden benimle paylaşma cömertliğinde bulunduğu için teşekkürlerimi sunarım.

Model kurulum aşamasında uzman bilgilerini benimle paylaşan kıymetli Prof. Dr. Abdullah CAN, Doç. Dr. Hâkim ÇELİK, Doç. Dr. İsmail KOYUNCU, Doç. Dr. Ataman GÖNEL ve Dr. Öğr. Üyesi Mücahit KAHRAMAN hocalarıma teşekkür ederim.

Tez izleme komitemde yer alan ve çalışmama ciddi katkıları olan Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ ve Dr. Öğr. Üyesi İrfan ÖZTÜRK hocalarıma teşekkür ederim.

SmartPLS programı için 18 ay boyunca ücretsiz lisans sağlayan, konu hakkında her türlü soruma anında cevap veren ve model değerlendirme aşamasında bana yardım eden kıymetli hocam Prof. Dr. Christian M. Ringle'a teşekkür ederim.

Bu, uzun, meşakkatli ve bir o kadar da kıymetli olan akademi yolculuğumda her an yanımda olan, bana moral veren gerek psikolojik gerekse de sosyal hayatımda karşılaştığım zorlukları benimle beraber göğüsleyen sevgili eşim Sema hanıma ve moral kaynağım biricik kızlarım Sueda Nur ve Nursima'ya teşekkür ederim, iyi ki varsınız.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. TAS, TOS ve TPE'nin biyolojik stres değişkeni üzerindeki etkisine ait model.....	6
Şekil 1.2. TK, HDL ve VLDL'nin fiziksel aktivite değişkeni üzerindeki etkisine ait model.....	10
Şekil 1.3. TP ve Ca'nın büyüme değişkeni üzerindeki etkisine ait model.....	13
Şekil 1.4. Modelin yol diyagramı.....	16
Şekil 3.1. Genel Yapısal Eşitlik Modeli.....	51
Şekil 3.2. Biçimlendirici Ölçme modeli gösterimi.....	67
Şekil 3.3. Yansıtıcı Ölçme Modeli.....	70
Şekil 3.4. VT-YEM için genel gösterim.....	74
Şekil 3.5. HTMT formülasyonu.....	93
Şekil 3.6. Korelasyon matrisi örneği.....	94
Şekil 4.1. Hayvan refahı modeli.....	114
Şekil 4.2. Fiziksel aktivite için AVE gösterimi.....	117
Şekil 4.3. Tüm yapılar için ρA değerlerinin gösterimi.....	117
Şekil 4.4. Fiziksel aktivite için birleşik güvenilirlik gösterimi.....	118
Şekil 4.5. Fiziksel aktivite için Cronbach alfa gösterimi.....	118
Şekil 4.6. Hayvan refahı için hesaplanmış VT-YEM modeli analiz sonucu.....	125

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. KT-YEM için sıklıkla kullanılan uyum indeksleri çizelgesi	58
Çizelge 3.2. Çok değişkenli metotların değerlendirilmesi	61
Çizelge 3.3. Yansıtıcı ve biçimlendirici model arasındaki teorik farklar	73
Çizelge 3.4. Yansıtıcı ve biçimlendirici model arasındaki deneysel farklar.....	73
Çizelge 3.5. Temel VT-YEM algoritması (Lohmöller (1989), s. 29'dan uyarlanmıştır)	78
Çizelge 3.6. Yansıtıcı ölçme modellerinin değerlendirilmesi için özet temel kurallar.....	96
Çizelge 3.7. Biçimlendirici ölçme modellerinin değerlendirilmesi için özet temel kurallar).....	99
Çizelge 3.8. Yapısal modelin değerlendirilmesi için özet temel kurallar	106
Çizelge 3.9. Ölçme modelleri ve yapısal modelin özet kriter çizelgesi.....	107
Çizelge 3.10. VT-YEM ve KT-YEM sonuçları arasındaki farklar ve tercih sebepleri	110
Çizelge 3.11. SmartPLS'de yapılan analizin özellikleri.....	112
Çizelge 4.1. Model yapıları ve göstergeleri.....	113
Çizelge 4.2. Tüm göstergeler için korelasyon matrisi.....	114
Çizelge 4.3. Modelin ima ettiği tahmini korelasyon matrisi	115
Çizelge 4.4. Yapılar ve göstergeler arası ilişki matrisi gösterimi.....	115
Çizelge 4.5. Gizil değişkenler arası ilişki matrisi gösterimi.....	115
Çizelge 4.6. Ayırt edici geçerlilik için VT-YEM çapraz yük testi	118
Çizelge 4.7 Fiziksel aktivite yapısının değerlendirilmesi (yansıtıcı ölçme modeli).....	119
Çizelge 4.8. Büyüme ve Biyolojik Stres yapılarının değerlendirilmesi (biçimlendirici ölçme modelleri)	122
Çizelge 4.9. Yapılar için VIF değerleri	124
Çizelge 4.10. Model için uyum indeksleri.....	124
Çizelge 4.11. $dULS$ ve dG için güven aralığı üst sınırları	125
Çizelge 4.12. Model seçme kriterleri	126
Çizelge 4.13. Yapısal modelin yol katsayılarının değerlendirilmesi	127
Çizelge 4.14. PLSpredict KEKK sonuçları	130
Çizelge 4.15. PLSpredict LM sonuçları	130

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
AIC	Akaike'nin Bilgi Kriteri
AICc	Akaike'nin Doğrulanmış Bilgi Kriteri
AICu	Akaike'nin Yansız Bilgi Kriteri
AVE	Average Variance Extracted (Açıklanan Ortalama Varyans)
BIC	Bayes Bilgi Kriteri
BS	Biyolojik Stres
BY	Büyüme
CB-SEM	Covariance-Based Structural Equation Modeling
FA	Fiziksel Aktivite
GM	Geweke-Meese Kriteri
HDL	Yüksek Yoğunluklu Lipo-Protein
HQ	Hannan Quinn Kriteri
HQc	Doğrulanmış Hannan Quinn Kriteri
HTMT	Heterotrait-Monotrait Ratio
KEKK-YEM	Kısmi Enküçük Kareler Yapısal Eşitlik Modeli
KT-YEM	Kovaryans Tabanlı Yapsal Eşitlik Modellemesi
LDL	Düşük Yoğunluklu Lipo-Protein
LM	Lineer Regresyon Modeli
NFI	Normalandırılmış Uyum İndisi
NNFI	Normalandırılmamış Uyum İndisi
PLSc	Consistent Partial Least Squares
PLS-SEM	Partial Least Squares Structural Equation Modeling
R ²	Belirleme Katsayısı
STK	Sivil Toplum Kuruluşu
TAS	Toplam Antioksidan Seviye
TBA	Temel Bileşenler Analizi
TK	Toplam Kolesterol
TOS	Toplam Oksidan Seviye
TPE	Toplam Peroksit
TPR	Toplam Protein
VLDL	Çok Düşük Yoğunluklu Lipo-Protein
VT-YEM	Varyans Tabanlı Yapısal Eşitlik Modellemesi
YEM	Yapısal Eşitlik Modeli

1. GİRİŞ

Kırmızı ete göre üretim süresinin kısa, yem maliyetinin daha düşük, yetiştiriciliğinin kolay olması ve sosyal tabakadan her bireyin alım kolaylığından kaynaklı etlik piliç (broiler) tercih sebebi olmaktadır. Bunların yanında, etlik piliçlerin protein kalitesinin yüksek, yağ miktarının düşük olması yani sağlıklı olmasından tüketiciler tarafından çokça talep görmektedir. Bu nedenlerden dolayı, piliç eti yetiştiriciliği dünyada olduğu gibi Türkiye’de de önemli artış gösteren bir üretim kolu haline gelmiştir (Karaarslan, 2015). Dünyada piliç eti üretim miktarı 2000 yılından (58.5 milyon ton) 2019 yılına gelindiğinde (tahmini) 2.11 kat artarak 123 657 milyon ton olmuştur (Conway, 2019). Türkiye ise piliç üretimini 2000 yılından (643 457 bin ton) 2019 yılına kadar 3.32 kat artırarak 2 138 451 milyon tona yükseltmiştir (TÜİK, 2020a). Haliyle Türkiye, AB standartlarına göre (Antalyalı, 2007), dünyada piliç eti üretimini 22. sıradan 9. sıraya yükseltmeyi başarmıştır (Roser, 2020).

Kanatlı hayvan kategorisine tavuğun yanında hindi, kaz, ördek, bıldırcın, keklik ve sülün gibi hayvan türleri girmektedir. Türkiye ve dünyada bu kategoride en fazla tavuk eti ve yumurta yetiştiriciliği yapılmaktadır. (TAGEM, 2018). Yetiştiriciliği yapılan bu hayvanların 1950’den günümüze kadar genetik ve çevre açısından birçok değişime uğramıştır. Bu değişimden hayvan refahı da etkilenmiştir. Bu etkilenmeden dolayı her hayvan türüne ait çeşitli çözümler geliştirilmiştir.

1.1. Hayvan Refahı

Hayvan refahının temeli 20. yüzyıl ortalarına dayanmaktadır. Hayvan refahı konusu ilk defa İngiltere’de Horrison tarafından 1964 yılında “Hayvan Makineler” (Harrison, 1964) adlı kitabının yayınlanmasıyla dünyada büyük yankı uyandırdı. Hayvan refahı önceleri sadece evcil hayvanlar için algılanmış ama 1990’lardan sonra çiftlik hayvanları için de önemli bir konu haline gelmiştir (Sağmanlıgil ve ark., 2013).

Sanayileşme ve köyden kente geçişin hızlanmasıyla yaşam tarzı kültürel, sosyal ve ekonomik olarak değişime/gelişime uğramıştır. Bununla birlikte iletişim araçlarının özellikle son 20 yıl içinde daha da gelişmesi ve pet hayvanlarının yoğun bir şekilde insan yaşamına girmesi sebebiyle Avrupa Birliği'nde (AB) hayvan hakları kanununun çıkmasına vesile olmuştur. Bunun meyvesi olarak, Sivil Toplum Kuruluşları (STK) örgütlenme faaliyetlerinin artmasını, basılı-görsel medya toplumun bilinçlenmesine katkıda bulunmasını ve hayvan refahı konusunda yasal düzenlemelerin oluşmasını sağlamıştır (Sağmanlıgil ve ark., 2013).

Refahın kriteri, insanlarda toplumlara göre değişirken elbette hayvan popülasyonları için de çok değişken olacaktır. Örneğin, kanatlılar, küçükbaş ve büyükbaş gibi entansif (yoğun) şartlarda yetiştirilen hayvanlar ile evcil hayvanları arasında bile duygu, davranış, stres, büyüme, işlev vb. ögeler arasında ciddi manada farklılıklar vardır.

Hayvan refahının ölçülmesinde, fizyolojik ölçümler, davranışsal ölçümler, sağlık kriterleri, barınak ve biyokimyasal parametreler gibi faktörler rol oynamaktadır. Hayvan refahı açısından, sayılan tüm göstergeler önemlidir. Fakat literatürde hayvanların refah düzeyini net olarak ortaya koyan matematiksel bir modele ya da tek bir indekse rastlanamamıştır (Collins & Part, 2013). Matematiksel modelleme rakamlara ihtiyaç duyar. Bu çalışma kapsamında biyokimyasal parametrelerin etkiledikleri ve etkilendikleri değişkenler/kavramlar/faktörler/vekiller üzerinde durulacaktır.

1.2. Biyolojik Stres

Stres faktörleri veya stresör (stres oluşturan faktör), açlık, korku, sıcaklık değişimi, gürültü, yerleşim sıklığı, enfeksiyonlar gibi iç ve dış faktörlere denir. Kafes tipi kümes hayvancılığında en yaygın stres faktörleri arasında sıcaklık, nem, ışık eksikliği, bakım-yönetim uygulamaları, enfeksiyonlar, kimyasal maddeler, yerleşim sıklığı, beslenme sorunları, havalandırma, gürültü ve korku gibi hastalıklar olduğu bildirilmektedir. Bu faktörlere maruz kalan organizmalar birçok olumsuz durumla

hatta ölümle karşı karşıya geldikleri için vücutlarında çeşitli biyokimyasal, morfolojik, fizyolojik ve davranış farklılıkları oluşur. Vücutta meydana gelen bu değişikliklere gösterilen reflekse stres denilmektedir (Altınçekiç ve Koyuncu, 2012; El-Lethey ve ark., 2000; Elitok ve Bingüler, 2018; Freeman, 1971; Jones, 1996; Siegel, 1971, 1980, 1985, 1995; Siegel ve Gross, 2014).

Kanatlılarda verimliliği düşüren en önemli etmenlerden biri strestir. Hayvanların bulundukları barınakta en hızlı etkilendikleri stres kaynağı sıcaklıktır. Kanatlılar da diğer canlı varlıklarda olduğu gibi belli bir vücut sıcaklığı aralığında yaşamaktadırlar. Bulundukları ortamda olması gereken optimum çevre sıcaklığı (termo-nötral) 14-25 °C aralığındadır. Bu sıcaklık aralığı, hayvanın en iyi verim aralığıdır. Tavukların çevre sıcaklığı termo-nötral aralığın üzerine çıktığında tavuklarda sıcaklık stresi oluşmaktadır. Çünkü tavukların vücudunun %95'ini tüylerin oluşturması, derilerinin büyük oranda yağ tabakası ihtiva etmesi ve ter bezlerinin olmamasından kaynaklı hayvanlar vücut sıcaklığını düşürememektedir. Bunlara bağlı olarak hayvanlar rahatlama ihtiyacını karşılamak için yeri eşelemek suretiyle kazdıkları toprak içine girerek ve solunum hızlarını arttırarak vücut sıcaklığını dengede tutmaya çalışır.

Ticari kümeslerde hayvan toprak eşeleme ihtiyacını karşılayamamaktadır. Bilhassa etlik piliçlerde çevre sıcaklığı düzeltilmezse ölümler gerçekleşebilmektedir. Sıcaklık stresi yaşayan kanatlıların aşırı su tüketimden kaynaklı aşırı idrar atımına sebep olmaktadır. Tüm bunlardan kaynaklı hayvanlarda yem tüketimi canlı ağırlık kaybı ve yumurta veriminin düşmesi gibi ciddi ekonomik kayıplar yaşanabilmektedir. Bunun yanı sıra hayvanların kan değerinde de asit baz dengesinin bozulduğu ve besinlerin sindirim performansının düştüğü bildirilmektedir (Ertaş, 1998; Filizciler ve ark., 2002; Stilborn ve ark., 1988; Tonbak ve Çiftçi, 2012).

Broyler piliç yetiştiriciliği, geliştirilen yemleme teknikleri ve ıslah sayesinde kısa vadede (35-42 gün) yüksek verim elde etmeyi amaçlayan bir sektördür. Bunun hem hayvanlar hem de tüketiciler açısından fayda ve zararları vardır. Piliçlerin biyolojik olarak hızlı büyümesi fizyolojik stresi artırmaktadır (Karaarslan, 2015). Başka bir ifade ile hayvan vücudunun hızlı büyümesiyle tüm iskelet sistemi eş anlı

gelişemediği için bacak kemiklerinde tibial diskondroplazi (anormal kıkırdak gelişimi), ayak tabanı yangısı, simetri problemleri vs. bazı iskelet sistemi sorunları meydana gelmektedir. Bu sebeplerden dolayı ticari işletmeler ekonomik yönden büyük kayıplara uğramaktadırlar (Cook, 2000; Deniz, 2001). Bu sorunlar sadece iskelet sistemi için geçerli olmayıp buna çevre şartlarının da eklenmesiyle bağışıklık sistemi, aşırı yağlanma, dolaşım sistemi sorunları gibi problemler ciddi kayıplara neden olmaktadır (Bessei, 2006; Boersma, 2001; Kestin ve ark., 2001; Puvadolpirod ve Thaxton, 2000).

Tibial diskondroplazi (anormal kıkırdak gelişimi) (TD) hastalığının oluşumunu etkileyen faktörler bugüne kadar tam olarak anlaşılamasa da bu konuyla ilgili yapılan araştırmalar vardır. Bu araştırmalar neticesinde hastalığa sebep olan faktörler; genetik yatkınlık, cinsiyet, yaş, rasyon, kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) düzeyleri, aydınlatma ve kümes içi yerleşim sıklığı çevresel unsurlar olarak tespit edilmiştir (Deniz, 2001; Luo ve Huang, 1991; Praul ve ark., 2000).

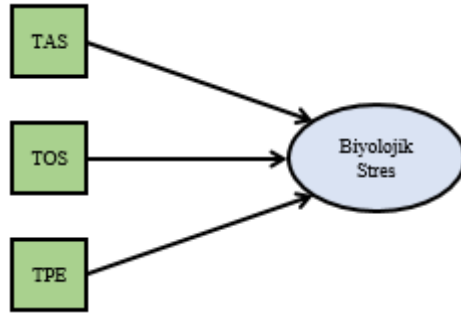
Oksidatif stres düzeyi ölçümlerinin yapılmasının sebebi hayvanlarda refah seviyesi için değerlendirilen ölçütlerden biri olmasıdır. Stres bağışıklık sistemi, canlı ağırlık kazancı, büyüme, verim özellikleri ve yem tüketimi üzerinde istenmeyen etkilere sahip olabilmektedir (Lu ve ark., 2007; Puvadolpirod ve Thaxton, 2000)

Stresi oluşturan etmenlerin varlığı yeterli olmayıp stresi etkileyen ve stresten etkilenen parametrelerin birlikte incelenmesinde fayda vardır. Bunun için canlının verim, büyüme, davranış, sağlık, yerleşim sıklığı ve fizyolojik parametreleri göz önünde bulundurulması gereklidir. Yine bir stres faktörünün canlının üzerindeki etkisi, canlı tarafından o etkinin nasıl algılandığı kadar önemlidir. Çünkü organizma gelen tepkiye göre fizyolojik veya davranışsal yanıt(lar) geliştirecektir (Altınçekiç ve Koyuncu, 2012). Organizmanın stresörlere karşı verdiği fizyolojik cevap 3 şekilde vuku bulmaktadır; hematolojik, hormonal ve enzimatik. Hematolojik parametreler heterofil/lenfosit (H:L), protein, glikoz, toplam kolesterol ve trigliserit vs. göstergelerdir. Hormonal olarak kortikosteron hormon düzeyinde değişimler meydana

gelir. Enzimatik yanıtta ise, aspartat transaminaz, kreatin kinaz, alkalın fosfataz ve laktat dehidrojenaz düzeylerinde değışimler vuku bulur (Gross ve Siegel, 1983).

Metabolik olayların neticesinde meydana gelen oksidasyon, canlıda serbest radikalleri oluşturarak bazı hasarların oluşmasını başlatmaktadır. Bu hasarlarla mücadele eden bileşikler üzerinde önemle durulmuştur (Wei ve Pang, 2005). Canlıda serbest radikallerin üretimi ile antioksidan savunma arasındaki denge ilişkisi sağlık açısından önemlidir. Serbest radikallerin düzeyi yani az olması ya da çok olması geçici veya kalıcı olması ciddi hasarlara sebep olabilmektedir. Mineral maddelerin birçoğu, canlının bünyesinde ürettiği serbest radikallerin hasarına karşı güçlü antioksidanları oluşturmaktadır (Anonim, 2018). Total oksidan düzeyi (TOS) ve total antioksidan düzeyi (TAS) oksidatif stresin belirteci olarak kabul edilmektedir. Oksidatif stres ise hücre açısından antioksidan ve oksidan arasındaki dengenin bozulması olarak bildirilmektedir (Mis ve ark., 2018). Bu durumda serbest radikallerin meydana getirdiği yağ bozulması ve hücre zarı fosfolipidleri yükseltgenir. Hücre zarındaki geçirgenliğinin artmasından kaynaklı hücredeki iyon dengesi bozulmaktadır. Bu sebeple oksidatif stres, hayvansal üretimde çeşitli patolojik durumlara dahil olduğu ve çiftlik hayvanların refahını etkilediği bildirilmektedir (Katz ve ark., 1996; Lykkesfeldt ve Svendsen, 2007; Mis ve ark., 2018). Ek olarak antioksidanların, ağır metal zehirlenmesine karşı koruma sağladığı bildirilmiştir (Aksu ve ark., 2017). Ayrıca toplam peroksidin (TPE) biyolojik stres üzerine etkili bir belirteç olduğu bildirilmiştir (Jürgenson ve ark., 2019).

Biyolojik stres doğrudan gözlemlenemeyen/ölçülemeyen bir değişken olduğuna göre biyolojik stresi etkileyen veya biyolojik stresin etkilediği göstergelerle ölçülebilir hale getirilebilir. Bu çalışma kapsamında, literatüre dayanarak TAS, TOS ve TPE'nin biyolojik stresi etkilediği yönünde modele eklenerek, nihai model ampirik veri ile test edilmiştir. TAS, TOS ve TPE'nin biyolojik stres değişkenini etkilediği ile ilgili modelin gösterimi Şekil 1.3'de verilmiştir.



Şekil 1.1. TAS, TOS ve TPE'nin biyolojik stres değişkeni üzerindeki etkisine ait model

1.3. Fiziksel Aktivite

Etlik piliç yetiştiriciliğinde yerleşim sıklığının artması birim alandan elde edilecek ürün miktarıyla doğru orantılıdır. Yüksek kâr beklentisi hayvanların sağlığına mâl olabileceği için aynı zamanda yüksek ekonomik risktir. Yerleşim sıklığının yoğun olması, canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, karkas kalitesi, üniformite oranının düşüklüğüne, ayak dermatitleri, göğüs yanığı, zayıf tüylenme, tibial diskondroplazi, vücutta çizikler ve ölüm oranlarının yükseldiği yönünde bildirilişler vardır (Dozier ve ark., 2005, 2006; Ekstrand ve ark., 1997; Estevez, 2007; Estevez ve ark., 1997; Feddes ve ark., 2002; Heckert ve ark., 2002; Karaarslan, 2015; Kaynak, 2009; Pettit-Riley ve Estevez, 2001; Sørensen ve ark., 2000; Tablente ve ark., 2003)

Broyler piliç yetiştiriciliğinde asıl amaç birim alanda harcanan az gidere karşılık en fazla verim, dolayısıyla gelir elde etmektir. Bunun gerçekleşmesi için mortalitenin (ölüm oranı) düşük, yemden yararlanmanın yüksek olması gerekir. Ancak birim alanda canlı sayısının yoğunluğu arttıkça, piliçlerde tarsal bölge yangısı ve ayak tabanı yangısının oluşumu ve şiddetinin arttığı bildirilmiştir (Sørensen ve ark., 2000).

Broyler piliçlerin fiziksel aktivitesinin, refah ve stres üzerine etkileri vardır. Refahlarının iyi ve stres düzeylerinin bu açıdan düşük olması için kümes içerisinde rahat hareket edebilecekleri, yemden optimum yararlanabilecekleri, hızlı gelişme gösterebilecekleri uygun sıklıktaki bir ortama ihtiyaçları vardır. Aksi halde etlik piliçlerde ayak tabanı yangısı, tarsal bölge yangısı, yem tüketiminde azalma, yemden

yararlanmada azalma, büyüme geriliği, ölüm oranı, kanibalizm (kanatlıların mineral madde eksikliğinden birbirini gagalaması ve yaralaması) vs. durumlar görüldüğü bildirilmiştir (Arnould ve Faure, 2004; Martrenchar ve ark., 1997; Onbaşlar ve ark., 2008; Simsek ve ark., 2009).

Broyler piliçler için 2007 yılında AB komisyonu hayvan refahıyla ilgili 2007/43EC sayılı direktifi kabul etmiştir. Bu direktif AB üyesi ülkelerini bağlayacak şekilde 2010 yılında, piliç yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için belirli refah koşullarının sağlanması gerektiği bildirilmiştir. Bu standartların bir kısmı şunlardır: suluklar, beslenme, havalandırma, ortam sıcaklığı, ışık, temizlik, yerleşim sıklığı vs. AB komisyonu 2007/43EC sayılı direktif koşullarının sağlanması kaydıyla barındırma yoğunluğunun 33 kg/m²'ye kadar düzenlenebilir. Avrupa komisyonunda bu direktif kapsamında havalandırma kapasitesi, aydınlatma ve altlık idaresi ile insan-hayvanlar arasındaki etkileşimin niteliğinin artırılması şartı ile doğru orantılı olması halinde iki istisnayı beraberinde getirmektedir. Birinci istisna olarak, kümes içi sıcaklık, dışarı sıcaklığı 30 °C'nin üzerinde çıktığında kümes içi mevcut sıcaklıktan en fazla 3 °C fazla olması; kümes içi nem, dışarı sıcaklığı 48 saat içerisinde 10 °C'nin altında olduğu zaman bağıl nem oranı %70'den fazla olmaması; kümes içi hava kalitesi, amonyak (NH₃) seviyesinin 20 ppm ve karbondioksit (CO₂) düzeyinin 3000 ppm'i aşmaması direktif istisnai kriterlerine uygun olduğu için yerleştirme sıklığı 39 kg/m²'ye kadar artırılabilir. İkinci istisna için ise, iyi bir hayvan idaresi ve stabil bir refah programının uygulanması durumunda maksimum yerleşim sıklığı 42 kg/m²'ye kadar çıkartılabilmektedir (Bozkurt, 2017; Communities, 2007; Meluzzi ve Sirri, 2009).

Fiziksel aktivitenin etkilerinin yukarıda sayılan faktörlerin yanında kan parametrelerinin etkilenmemesi mümkün görünmemektedir. Bunlardan bir kısmı glikoz, kolesterol, çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL), düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), yüksek yoğunluklu protein (HDL), ürik asit, protein, alkalin fosfataz, trigliserit ve kreatin kinaz olarak bildirilmiştir (Arslan ve Seven, 2017; Biswas ve ark., 2017; Chegini ve ark., 2019; Chegini ve ark., 2019; Huttunen, 1982; Nasoetion ve ark., 2019; Park ve ark., 2018; Park ve ark., 2018; Stucchi ve ark., 1991; Tayeb ve ark., 2011; Wu ve ark., 2018)

1.3.1. Fiziksel Aktivitenin Kolesterol Üzerine Etkisi

Hayvan dokularında bulunan sterollerden en önemlisi kolesteroldür. Hayvansal organizma için hayati öneme sahip olan kolesterol, serbest yağ asitleriyle esterleşmiş şekilde hücrelerin tamamında, kanda, farklı dokularda ve farklı miktarlarda bulunur. Kolesterol sadece hayvansal gıda kaynaklıdır. İnsanlarda hayvansal gıdaların tüketimi kontrol altında olmayıp ihtiyaçtan fazlası tüketilirse kolesterol, atar damarların iç kısımlarına yapışarak damarları daraltır ve geçen kanın kısıtlanmasına yol açar. Kandaki kolesterol seviyesinin yüksek olması kalp yetmezliğine yol açtığı bildirilmektedir. Kolesterol kanda LDL, VLDL, IDL, HDL ve yağasitleri+albümin şeklinde lipoprotein formunda taşındığı bildirilmektedir (Altıntaş, 2016; Kutlu ve ark., 2005; Rauchhaus ve ark., 2003).

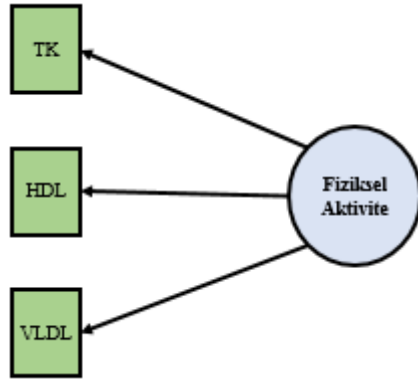
1.3.2. Fiziksel Aktivitenin LDL Üzerine Etkisi

Yapılan birçok çalışmada yerleşim sıklığının artmasıyla yani fiziksel aktivitenin azalmasıyla LDL kolesterol düzeyinin de arttığı gözlemlenmiştir (Biswas ve ark., 2017; Chegini ve ark., 2019, 2019; Nasoetion ve ark., 2019; Park ve ark., 2018, 2018; Tayeb ve ark., 2011; Wu ve ark., 2018). Bu amaçla, bazal diyetin diyet propolis desteğinin yağ asitleri, serum malondialdehit (MDA) ve yüksek stoklama yoğunluğu (YSY) altında Japon bildirircin beslemesinin bazı kan parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bunun için 256 Japon bildirircini dört muamele grubuna ayrılmış. Grup I-bazal diyetle, grup II- (YSY-0.5) 0.5 g propolis/kg ile takviye edilmiş bir bazal diyetle, grup III- (YSY-1) 1 g propolis/kg ile desteklenmiş bir bazal diyetle, grup IV- (YSY-1.5), 1.5 g propolis/kg ile takviye edilmiş bazal bir diyetle beslenmiştir. Kandaki MDA düzeylerinin takviye edilmeyen YSY grubunda anlamlı olarak yüksek olarak bulunmuş ($p<0.01$). Takviye edilmemiş YSY grubunun globulin, toplam protein, düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol ($p<0.001$) ve alanin aminotransferaz düzeyleri anlamlı olarak yüksek bulundu ($p<0.01$). Araştırmacılar sonuç olarak, propolis takviyesinin yerleşim sıklığının etkilerinin önlenmesi için kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Arslan ve Seven, 2017).

1.3.3. Fiziksel Aktivitenin HDL ve VLDL Üzerine Etkisi

Yerleşim sıklığının farklı parametreler üzerinde etkisi olduğu gibi kolesterol parametrelerinden olan VLDL üzerinde de etkisi, yapılan çalışmalar neticesinde bildirilmiştir. Yerleşim sıklığının VLDL üzerinde etkisi bazı çalışmalarda anlamlı bulunmadığı ($P>0.05$) (Arslan ve Seven, 2017; Zuowei ve ark., 2011) bazılarında ise anlamlı bulunduğu ($P<0.05$) bildirilmiştir (Özhan ve Şimşek, 2015; Tayeb ve ark., 2011). Tayeb ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, stok yoğunluğunun civciv performansı ve bazı fizyolojik özellikler üzerindeki etkisini incelemek için Duhok bölgesindeki Amedy, Akry ve Sumail'deki broyler tavuklarının ticari tavuk çiftliğinde bir durum tespiti olarak gerçekleştirmişlerdir. Civcivler 8.66, 10.41 ve 13.36 kanatlı/m² olmak üzere üç farklı yerleşim sıklığı grubuna ayrılmış. Birçok parametrenin incelendiği çalışmada, farklı yerleşim sıklığı grupları arasında glikoz, toplam kolesterol (TK), HDL ve VLDL açısından önemli farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir.

Fiziksel aktivite yerleşim sıklığına bağlı olarak değişebilen ve aynı zamanda doğrudan ölçülemeyip belirli göstergelerle ölçülebilir hale getirilebilir. Buna göre fiziksel aktivitenin etkilediği veya fiziksel aktivitenin etkilendiği parametreler göz önüne alınarak fiziksel aktivitenin de dolaylı ölçümü sağlanıp diğer değişkenlerle ilişkisi değerlendirilebilir. Mevcut çalışmada, literatür baz alınarak fiziksel aktivitenin TK, HDL ve VLDL parametrelerini etkilediği yönünde modele eklenmiştir. fiziksel aktivite değişkeninin TK, HDL ve VLDL göstergelerini etkilediği ile ilgili model Şekil 1.2'de verilmiştir.



Şekil 1.2. Fiziksel aktivite değişkeninin TK, HDL ve VLDL göstergeleri üzerindeki etkisine ait model

1.4. Büyüme

Artan nüfus ve şehir popülasyonu beraberinde insanın ekonomik ve sosyal refahını etkilediği gibi sağlıklı ve dengeli beslenmesine de tesir etmiştir (Karacan, 2017). Bunun için birim alandan daha fazla verim alınması fikri benimsenmiştir (Semerci, 2016). Türkiye 2019 yılına ait kırmızı et ve tavuk eti üretimleri sırasıyla 1 201 469 ton ve 2 138 451 ton olarak bildirilmiştir (TÜİK, 2020b). Bu açıdan tavuk etinin tüketimi kırmızı etin neredeyse 2 katı konumundadır. Tavuk eti üretimi sadece Türkiye’de değil dünyada da çok revaçta olduğu ile ilgili yukarıda ayrıntılı verilmiştir.

Piliç eti üretiminin bu denli yüksek rağbet görmesi, üzerinde fazlaca bilimsel çalışmaların yapılmasını sağlamıştır. Burada amaç, tavuğun refahı ile birlikte birim tavuktan elde edilecek et miktarının en kısa zamanda en yüksek seviyeye ulaşmasını sağlamaktır.

Büyüme, broyler piliç üretiminde genetik faktörler, yem türü, yemden yararlanma düzeyi, aydınlatma programları, altlık ve barınak türü, canlı ağırlık kazancı ve yaşama gücü gibi unsurlar tarafından etkilendiği bildirilmiştir (Abdourhamane, 2019; Çavuşoğlu, 2018; Lines ve ark., 2011; Petek ve ark., 2010; Petek ve ark., 2014; Rao ve ark., 1999).

Bunların yanında, kemik oluşumunda yer alan ve kanda da bulunan bazı mineraller vardır. Bunlar mikro ve makro mineraller olarak ikiye ayrılır. Makro

minerallerden olan Ca toplam minerallerin %49'unu ve P %27'sini oluşturmaktadır. Diğer makro ve mikro mineraller kalan yüzdelik payı oluştururlar.

Minerallerin fonksiyonları, doku ve organların temel bileşenleridir. Vücuda yapısal destek verip, kemiklere dayanıklılık ve sertlik verir. Makro elementler organizmada osmotik basıncın ayarlanmasında görev alır. Vücutta bulunan Ca, Na, K ve Mg mineralleri alkali, P, Cl, ve S mineralleri asit oluşumunda rol alarak vücudun asit baz dengesinin korunmasını sağlarlar. Çünkü kan ve dokulardaki pH düzeyinin azalması veya artması çeşitli olguları meydana getirir.

Mineraller bir kısım hormon, enzim ve vitaminlerin yapısına girerek metabolizma içerisinde önemli işlevlerinin yerine getirilmesinde görev alırlar. Sinir ve kasların uyarılması için mineraller önemlidir. Hiçbir mineral tek başına vücutta etkili olmayıp ancak karşılıklı ilişki ve uyum sayesinde etkili olabilmektedir. Bir mineralin fazla alımı başka minerallerin alınmasının kısıtlanmasına, emiliminin azalmasında yol açabilir (Kutlu ve ark., 2005). Örneğin, tavuk rasyonlarında Ca:P oranının 1:1, 2:1 olarak ayarlanabilir ve bunun üst sınırı 2.5:1 şeklindedir. Eğer bu oran 3.3:1 seviyesinde olursa raşitizm meydana geldiği bildirilmektedir (Ergin, 1984). Bu açıdan vücuttaki minerallerin dengeli olabilmesi için rasyonların bilimsel veriler ile hazırlanması gerekir.

1.4.1. Proteinin Büyüme Üzerine Etkisi

Proteinler, amino asitlerin peptit bağları ile birbirine bağlanması neticesinde meydana gelen karmaşık bir yapıdır. Bitkisel proteinler ve hayvansal proteinler arasında farklılık olduğu gibi kendi içlerinde de farklılaşırlar. Her hayvan türünün kendine has proteini farklı olup organlarındaki, vücut sıvılarındaki ve dokularındaki proteinler de birbirinden farklılık arz etmektedir. Protein kaynağı açısından rasyonlar için en önemli tercih sebebi proteinlerin amino asit yapılarıdır (Kutlu ve ark., 2005).

Sekiz haftalık etlik pilicin karkas kuru maddesinin tüm vücutta oranı %65 olduğu için rasyonlarda %22-24 olduğu göz önüne alınırsa rasyondaki protein oranının hayvansal üretimde önemli bir yere sahip olduğu bildirilmektedir. Tavuklar tarafından

rasyondan alınan proteinin miktarının çok olması değil, içinde bulunan amino asitlerin kaliteli ve sindirilme oranının yüksek olması önemlidir. Cıvcıv ve tavukların protein ihtiyacı bitkisel ve hayvansal yemlerden sağlanmaktadır. Özellikle kanatlıların büyüme evresinde optimum kaliteli proteinlerle gerektiği kadar beslenmesi önem arz etmektedir. Genel anlamda hayvanların gerekli protein ihtiyacını karşılamak amacıyla rasyonlara farklı protein kaynaklarının katıldığı bildirilmektedir (Demirel ve Pekel, 2006; Ergin, 1984; Kutlu, 2015).

Tavuklarda protein eksikliğinde canlı ağırlık kaybı, büyümenin yavaşlaması ve durması gibi sonuçlar görülür. Bunun sebebi proteinlerin kalitesizliği olduğu bildirilmektedir (Kutlu ve ark., 2005). Tavuklar günlük canlı ağırlıklarının %6-7'sini kaybeder, kötü tüylenme görülür ve immun sisteminin hatalıklara karşı direnci ve yemden yararlanma oranının azaldığı bildirilmektedir (Deif ve ark., 2007; Kaplan ve Yıldız, 2012).

1.4.2. Kalsiyum ve Fosforun Büyüme Üzerine Etkisi

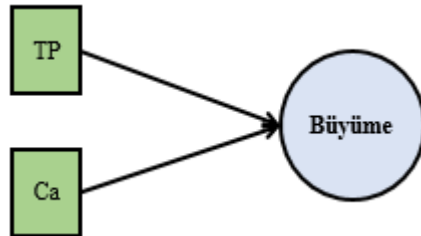
Kalsiyum ve fosfor vücuttaki total mineral madde miktarının %76'ını oluşturup kan ve kemikte kalsiyum ve fosfor miktarı hayvanın gelişimi için değerlendirilen kriterlerden (kemik kırılma direnci, kemik ham kül miktarı, kemiğin mineralizasyonu ve bacak sağlığı) olduğu bildirilmektedir (Karaarslan, 2015; Tayeb ve ark., 2011; Waldenstedt, 2006).

Kalsiyum ve fosfor kanatlı iskeletinde sırasıyla %99 ve %80 oranında bulunur. Ayrıca kalsiyum ve fosfor başta kemik oluşumu olmak üzere bazı metabolik fonksiyonların yerine getirilmesinde kullanılıp, bunların dışında asit baz dengesinin muhafazasında, kalp atışları ve kanın pıhtılaşmasında görev aldığı bildirilmektedir (Kutlu ve ark., 2005). Ayrıca broyler tavuklarda serum kalsiyum ortalama 10.47 mg/dL (4.70 ile 16.25 mg/dL aralığında) iken serum fosfor ortalama 6.40 mg/dL (3.59 ile 11.40 mg/dL aralığında) olduğu bildirilmiştir (Delezie ve ark., 2015; Ergin, 1984; Hamdi ve ark., 2015; X. Li ve ark., 2017; Meluzzi ve Sirri, 2009; Shaw ve ark., 2010; Waldenstedt, 2006).

Kalsiyum ve fosfor tavukların büyümesinde, yumurta ve döl veriminde görev almaktadır. Kalsiyum aynı zamanda kemik bozukluklarının giderilmesinde ve kalp atışlarının düzenlenmesinde görev alır. Kandaki kalsiyum miktarının artması kalp atışlarında hızlanma, eğer Ca:P oranı 1:1 ile 2.5:1 sınırlarının üzerindeyse tavuklarda raşitizm, büyümede gerilemeler ve hatta ölümler (Adamu ve ark., 2011) meydana gelir. Diğer bir deyişle kalsiyumun artıp fosforun azalması bazı sorunları meydana getireceğinden Ca:P oranının muhafazası bu iki mineralin etkin kullanımı için gerekli olduğu bildirilmiştir (Angel, 2013; Hulan ve ark., 1985; Mello ve ark., 2012).

Tavuklar tarafından ihtiyaç duyulan kalsiyum gerekli miktarın altında alınırsa yem tüketiminde azalma, büyümede gerileme, bazal metabolizmanın yükselmesi, duyarlılığın ve aktivitenin azalması, raşitizmin görülmesi, anormal duruşun olması, idrar atımının aşırı olması, ölüm oranının artmasının beklendiği bildirilmektedir (Ergin, 1984). Fosfor noksanlığında ise, iştahın azalması, canlı ağırlık kaybı, döl veriminin düşmesi ve şiddetli noksanlık durumunda 10-12 gün içinde ölümlerin meydana geldiği bildirilmektedir (Ergin, 1984; Kutlu ve ark., 2005; Shafey, 1993).

Büyümeyi etkileyen ve büyümenin etkilediği birçok değişkenin, büyümeyi ölçülebilir hale getirmesi hayvan refahında anlamlı sonuçlara sebep olacaktır. Verilen literatür bilgisine dayanılarak Ca ve TPR'nin büyüme üzerinde; TAS, TOS ve TPE'nin biyolojik stres üzerinde; fiziksel aktivitenin TK, HDL ve VLDL üzerinde etkisinin olduğu incelenmiştir. Bununla beraber fiziksel aktivite, biyolojik stres ve büyümenin birbiriyle olan ilişkisi yapısal eşitlik modelleme yaklaşımı ile oluşturulacaktır. TP ve Ca'nın büyümeyi etkilediği ile ilgili modelin gösterimi Şekil 1.3'de verilmiştir.



Şekil 1.3. TP ve Ca'nın büyüme değişkeni üzerindeki etkisine ait model

1.5. Yapısal Eşitlik Modellemesi

Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM) (Structural Equation Modeling-SEM), birçok değişken arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışan istatistiksel modellerin bir ailesidir. YEM, bir dizi çoklu regresyon denklemine benzer şekilde, bir dizi denklemde ifade edilen nedensel ilişkilerin yapısını inceler. Bu denklemler ise, yapılar (bağımlı ve bağımsız değişkenler) ve analize dahil olan değişkenler arasındaki tüm ilişkileri gösterir. En önemlisi, bu teorik yapı hangi değişkenlerin ve yapıların birbiriyle muhtemel ilişkisinin olabileceğini belirtir. Yapılar, doğrudan gözlemlenemeyen veya birden çok değişkenle temsil edilen gizil faktörler veya örtük değişkenlerdir. Her çok değişkenli teknik ya karşılıklı bağımlılık ya da bağımlılık tekniği olarak sınıflandırılırsa, YEM her iki teknik türünün benzersiz bir kombinasyonu olarak düşünülebilir, çünkü YEM'in temelinde faktör analizi ve çoklu regresyon analizi olmak üzere iki bilinen çok değişkenli tekniğin yatmakta olduğu bildirilmiştir (Hair ve ark., 2018).

YEM, bünyesinde path (yol analizi), çoklu regresyon analizi, doğrulayıcı faktör analizi ile gösterge (ölçülen) değişkenler tarafından dolaylı olarak ölçülen gizil-gizil, gözlenen-gözlenen ve gizil-gözlenen değişkenler arasındaki nedensel ilişkilerin kombine analizi olarak bildirilmiştir (Çankaya, 2017; Chin, 1998; J. Hair ve ark., 2017). Ayrıca, YEM ile alakalı, tam olarak yarısının regresyon analizi ve geri kalan yarısının faktör analizi olan bir metot olduğu bildirilmiştir (Kline, 2015).

Kısaca YEM'in teorisi, gizil değişkenler arasındaki ilişkiyi gözlenen değişkenler aracılığıyla inceleyen çok değişkenli istatistiksel metotların birleşimine dayanır (Jöreskog ve Sörbom, 1993).

YEM, path (yol analizi), doğrulayıcı faktör analizleri, gizil büyüme eğrisi modeli (latent growth curve), (kovaryans tabanlı) yapısal eşitlik (regresyon) modeli (KT-YEM), (varyans tabanlı- VT) kısmi en küçük kareler modeli (eski adıyla kompozit model) (KEKK-YEM veya VT-YEM) ve çok düzeyli modelleme gibi birçok istatistik

modelin genel adıdır (Anonim, 2020b; Çankaya, 2017; Duncan ve Duncan, 2004; Karagöz, 2019). Bu tez kapsamında VT-YEM kısaltması kullanılacaktır.

Bir yapısal eşitlik modelinde ilişkilerin kestirimi için iki ana yaklaşım kullanılmaktadır (Hair ve ark., 2018; Hair ve ark., 2017; Hair ve ark., 2011). Bunlardan en yaygın biçimde kullanılanı KT-YEM, diğeri varyans tabanlı yapısal eşitlik modelidir (VT-YEM) (Hair ve ark., 2017). Bu tez kapsamında VT-YEM üzerinde durulacaktır.

Yapısal eşitlik modelleri işlenirken sıklıkla KT-YEM metodu kullanıldığından, bu metoda ait genel bilgilere ve VT-YEM ile alakalı bilgiler de verildikten sonra bu iki metot arasındaki farklara yer verilecektir.

1.6. Araştırmanın hipotezleri

Hayvan refahı ölçümünü değerlendirmenin birçok yolu, bunları tartışan çalışmalarla birbirine göre farklı avantajlara sahiptir (Mench, 2018). Tarım (Villeneuve ve ark., 2018) ve hayvan bilimi (Drewe ve ark., 2018) üzerine birçok çalışma vardır, ancak, önceki çalışmalar, kümes hayvanı temelli refah bilimi bağlamında çok değişkenli modellemenin, özellikle YEM modeli kullanımına ilişkin herhangi bir öneri sunmamıştır. Örneğin Collins ve Part (2013) refah modellemesiyle alakalı şunları bildirmiştir: “matematiksel modelleme, net bir seçim konusunda herhangi bir yaklaşım sunmadan, örneğin çiftlik hayvanlarının refahı, çiftçilerin geçim kaynakları, gelecekteki gıda güvenliği ve çevre mevzuatı arasındaki mevcut veya yaklaşan çatışmaları belirlememize ve bunlarla başa çıkmamıza yardımcı olabilir.” Bu açıdan bakıldığında hayvan refahı konusunda mevcut çok değişkenli istatistiklerin eksik kaldığı anlaşılmaktadır. Ancak, doğrudan ölçülemeyen veya hesaplanamayan değişkenlerin birbiriyle olan karmaşık ilişkileri önceden belirlenen bir model ile bir sonuca varılabileceği düşünülmektedir. Böyle karmaşık bir modeli kurabilmek için uzman bilgisi, literatür bilgisi, iyi ve uygun istatistiksel bir model ile mümkün olabilir.

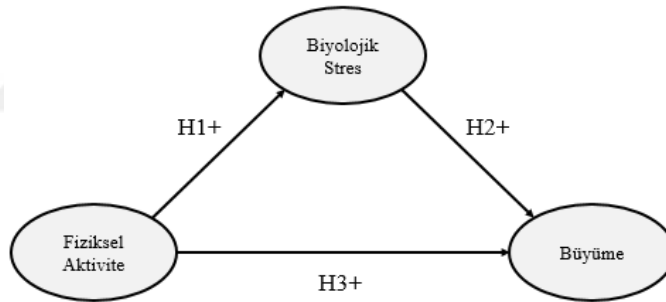
Bu araştırma boşluğunu ele alan mevcut çalışma, kısmi en küçük kareler yapısal eşitlik modellemesinde hayvan refahı modellemesi oluşturulurken her bir gizil değişkenin ve ilgili ölçme modelinin kullanımını destekleyen koşullar araştırılmıştır. VT-YEM, günden güne artan popülaritesi ile birlikte pazarlama ve sosyal bilimlerde yaygın olarak kullanılsa da (Hair ve ark., 2020), araştırmacıların YEM'e olan ilgisi tarımsal konular (Villeneuve ve ark., 2018), hayvan davranışları (Krugmann ve ark., 2020), süt üretimi (Heringstad ve ark., 2009) gibi konularda da artmıştır.

Model literatürdeki konseptte dayalı olarak tanımlanmış, hipotezler aşağıdaki gibi kurulmuş ve Şekil 1.4.'de gösterilmiştir:

H₁ : Fiziksel aktivite, biyolojik stres ile ilişkilidir.

H₂ : Biyolojik stres, büyüme ile ilişkilidir.

H₃ : Fiziksel aktivite, büyüme ile ilişkilidir.



Şekil 1.4. Modelin yol diyagramı

Çalışmanın giriş bölümünde dünya ve Türkiye'deki tavukçuluk sektörü işlendi. Broyler tavuklarının refahı, stres koşulları ve parametreleri; fiziksel aktivite ve parametreleri; büyüme ve parametreleri hakkındaki tanımlar, kavramlar ve daha önceden yapılan çalışmalar sırasıyla ayrıntılı bir şekilde açıklanmaya çalışılmıştır. Önceki çalışmalar bölümünde ilgili literatür verilmiştir. Materyal ve yöntem kısmında araştırmanın, kapsamı, sınırlılıkları ve yapısal eşitlik modelleriyle ilgili ayrıntılı bilgilere yer verildikten sonra bu tez kapsamında VT-YEM metoduna genişçe yer verilmiştir. Çalışmanın araştırma bulguları ve tartışma kısmında, broyler piliçlere ait refah modelinin sonuçları ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Bu kısımda model ile alakalı

fiziksel aktivite, biyolojik stres ve büyüme için bulgular tartışılmıştır. En sonunda da hayvan refahı ve VT-YEM ilgili bazı öneriler yapılmıştır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde YEM modellerinin tarımda deneysel verilerle kullanımı hakkında bilgi verilecektir. Ayrıca YEM ile ilgili olmayan fakat ölçme modellerinin oluşturulmasıyla ilgili olan bazı çalışmalara da yer verilecektir.

2.1. Yapısal eşitlik modellemesinin hayvancılıkta kullanımı

Bu başlık altında incelenen çalışmalar yapısal eşitlik modellemesinin (hem kovaryans hem de varyans tabanlı için) hayvancılıkta kullanımı hakkında bilgi vermektedir. Söz konusu çalışmalarda kullanılan veriler ölçek veya deneysel yolla elde edilip ilgili YEM modelleri uygulanmıştır. Deneysel yolla elde edilen verilere uygulanan YEM modellerinin nispeten daha az olduğu görülmüştür. Bu tez kapsamında deneysel yolla elde edilen verilere uygulanan YEM modelinin bu başlık altında bulunması söz konusu bakış açısına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, somatik hücre sayısı ve süt verimi için dört YEM, 2 özelliğe ilişkin etkiler için değişen spesifikasyonlar ile karşılaştırıldı. Veriler, 1991 ve 1992’de ilk döl testlerini yaptıran 245 Norveç Kırmızısı babanın 33 453 ilk laktasyon kızının süt verimi ve somatik hücre skorunun tekrarlanan kayıtlarından oluşmuştur. Tüm modeller boğa ve ineğin rastgele etkilerini içermektedir. Bayesçi bilgi kriteri ile, dahil edilen diğer 3 modele (yinelemeli etkilerin olmaması, süt veriminin somatik hücre skoru üzerindeki etkisi, 2 özellik arasındaki etkilerin eşzamanlılığı) göre somatik hücre skorunun süt verimi üzerinde yinelemeli etkisi olan bir model ortaya çıkarıldı. Bu, süt verimi ile somatik hücre skoru arasındaki negatif ilişkinin, üretimde enfeksiyon etkisine bağlı olduğuna dair kanıt sağladığı bildirilmiş. Tahminler, bir mastitis olayının sonraki 15 günde süt verimini yaklaşık 900 g/gün azaltacağını göstermiştir. Özyinelemeli veya eşzamanlı etkilerin özellikleri değiştiğinde tahmin edilen genetik (ortak) varyansların büyük ölçüde değişmediği görülmüştür. Bununla birlikte, modele somatik hücre sayısından süt verimi üzerindeki yinelemeli bir etki dahil edildiğinde

fenotipik kovaryans tahminlerinin değiştiği bildirilmiştir (de los Campos ve ark., 2006).

Toma ve ark. (2011), İngiliz tüketicilerin hayvan refahına yönelik davranışlarının belirleyicilerini, gözlenen ve gizil değişkenlerle YEM kullanarak analiz etmektedir. 2005 yılında İngiltere’de 654 tüketici ile yüz yüze yapılan görüşmelerle toplanan bir veri seti kullanılmış. Tüketicilerin hayvan refahına yönelik davranışlarına ilişkin mevcut literatürdeki ifadelerin aralığı analiz edilmiş ve daha sonra bu öncül davranış belirleyicilerini test etmek ve tahmin etmek için YEM kullanılmış. Modeller, davranış (belirtilen serbest dolaşan ve organik tavuk eti alımları) ve bunun altında yatan belirleyicileri (hayvan refahına yönelik tutumlar ve sosyo-ekonomik faktörler) temsil eden gözlenen ve gizil değişkenleri içermektedir. Modeller, verilerle yeterli genel bir uyuma sahiptir. Serbest dolaşan tavuk eti satın alma davranışına ilişkin yapısal eşitlik modeli için anlamlılık testleri, sosyo-ekonomik grup, eğitim, hayvan refahına yönelik tutumlar, tavuk eti satın alma nedenleri, hayvan refahı konularında bilgiye erişim, çocuk sayısı ve tavuk eti fiyatı önemli belirleyiciler olarak gösterilmiştir. Tüm bunlar (tavuk eti satın alma nedenleri dışında) organik tavuk eti satın alma davranış modelinde de önemli bulunduğu bildirilmiştir.

Yırtıcı hayvanlar tarafından saldırıya uğrayan diğer hayvanlar, genellikle bireylerin ölü taklidi yaptığı gibi görüldüğü bir tonik hareketsizlik (TH) durumuna girerler. Mevcut şartlarda, vahşi popülasyonlarda var olabilecek TH’daki değişkenlik için ekolojik yorumlardan yoksun olduğu bilgisi verilmiş. Burada, Sarı taçlı fil (*Euplectes afer*) ve Ağaç serçesi (*Passer montanus*) olmak üzere 2 kuş türünün vahşi popülasyonlarında TH’nin 2 bileşenindeki bireyler arasında tutarlı farklılıklar olup olmadığı test edilmiş. Daha sonra, bu varyasyonun yırtıcılara karşı cesaretteki varyasyonu yansıtılıp yansıtılmadığı veya sadece fildeki genel aktivite/huzursuzluktaki varyasyonla ilişkili olup olmadığı test edildiği bildirilmiş. Veriler, çeşitli genel avantajları olan ve ayrıca kesikli verilerin analiz edilmesine izin veren Bayes YEM ile analiz edilmiş. TH ölçümlerinin temel aktivite ile ilişkisiz olduğu ifade edilmiş. Buna karşılık sonuçlar, vahşi bir omurgalının TH’deki bireysel varyasyonun, yırtıcılara karşı cesaret bağlamında yorumlanabileceğini, bunun da

TH'yi vahşi popülasyonlarda kişilik ve antipredasyon davranışını içeren çalışmalar için anlamlı ve pratik bir davranışsal özellik haline getirdiği bildirilmiştir (Edelaar ve ark., 2012).

Bu çalışmada hayvan refahını iyileştirme üzerinde durulmuştur. Çalışmadaki YEM modelinde (1) enfeksiyonun gizli riskini ölçmek ve birçok potansiyel enfeksiyon aracı arasında enfeksiyonu önemli ölçüde etkileyen birkaç riskin belirlenmesi ve (2) doğrudan ve dolaylı patojenlerle doğal olarak enfekte hayvanların tolerans seviyelerinin tahminleri üzerinde durulmaktadır. Yapısal eşitlik modeli, incelenen 35'ten fazla sürü özelliği arasından yalnızca dokuzunun (yaş, rasyonlara üre eklenmesi, subklinik mastitis tedavisi, kirli astar varlığı, hiperkeratotik meme başı olan inekler, makine sıyırma, sağım öncesi-sonrası meme başı dezenfeksiyonu ve süt sağan ineklerin odacıklarda barındırılması) doğrudan ve önemli ölçüde sığır mastitinin gizil bir ölçümü ile ilişkili olduğu ve subklinik mastit tedavisi, sağım sonrası meme dezenfeksiyonu ile gizil mastit arasındaki yolda yer aldığı belirtilmiştir. Sonuç olarak, enfekte ineklerin toleranslı olduğunu ancak mastitis patojenlerine dirençli olmadığı bildirilmiştir (Detilleux ve ark., 2013).

Toma ve diğ. (2013) araştırmalarında, Büyük Britanya'daki çiftçilerin biyogüvenlik davranışının olası belirleyicilerinin etkisini analiz etmişler. 25 Mart 2010 ile 18 Haziran 2010 tarihleri arasında Büyük Britanya'daki 900 sığır ve koyun çiftçisinin (sırasıyla İngiltere'de 400, Galler ve İskoçya'da 250'ser birey) katılmış bir telefon anketiyle toplanan bir veri setini kullanmışlar. Anket, çiftlik türü, çiftlik boyutu ve bölge şeklinde tabakalandırıldı. Öncül belirleyicilerin biyogüvenlik davranışı üzerindeki etkisini test etmek için bir davranışsal ekonomi yöntemi kullanılarak SEM modeli oluşturulmuş. Davranışı ve altta yatan belirleyici faktörleri ifade eden on üç gizil değişken tanımlanmış. Değişkenler şunlardı: deneyim, ekonomik faktörler, çiftliğin organik sertifikasyonu, bir sığır/koyun sağlığı programına üyelik, biyogüvenlik bilgi kaynaklarının algılanan faydası, biyogüvenlik ölçümleri hakkında bilgi, belirli biyogüvenlik stratejilerinin algılanan önemi, algılanan etki (son beş yıl) refah/sağlık yönetmeliği, şiddetli hayvan hastalıkları salgınlarının algılanan etkisi, hayvancılık biyogüvenliğine yönelik tutumlar, hayvan refahına yönelik tutumlar,

biyogüvenlik ölçümlerini uygulama kararı üzerindeki etki ve biyogüvenlik davranışı. Büyük Britanya örneğinde uygulanan YEM modeli, mutlak, artımlı ve tutumlu uyum ölçülerine göre yeterli bir uyuma sahip olduğu bildirilmiş. Sonuçlar, çiftçilerin belirli biyogüvenlik stratejilerinin, çiftliğin organik sertifikasyonunun, biyogüvenlik ölçümleri hakkındaki bilginin, hayvan refahına yönelik tutumun, biyogüvenlik bilgi kaynaklarının algılanan faydasının, son beş yıllık şiddetli hayvan hastalıkları salgınları sırasında iş üzerinde algılanan etkinin farkına vardıklarını göstermekte olduğunu, sığır/koyun sağlığı programına üyelik, hayvancılık biyogüvenliğine yönelik tutumlar, biyogüvenlik ölçümlerini uygulama kararını etkileme, deneyim ve ekonomik faktörlerin davranışı önemli ölçüde etkilemekte (genel olarak davranış varyansının %64'ünü açıklamakta) olduğu bildirilmiştir.

Bu çalışmada çeltik yetiştiriciliğinde sürdürülebilirlik düzeyinin ekonomik, sosyal, ekoloji, kurumsal ve teknoloji göstergelerini kapsayan beş konuya göre analiz edilmesi amaçlanmıştır. Ankete katılanlar, Kuzey Terengganu Entegre Tarımsal Kalkınma Bölgesi (IADA KETARA) su tüketici grubu üyesi 350 çiftçiden oluşmuştur. IADA KETARA'da çeltik yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğini etkileyen faktörleri beş yapıya dayanarak inceledi: ekonomi, ekoloji, toplum, kurumlar ve teknoloji. Sonuçlar, teknolojik ilerlemenin IADA KETARA'daki sürdürülebilirlik düzeyini belirleyen birincil olumlu faktör olduğu tespit edilmiş. Ekonomi, toplum ve kurumların da olumlu faktörler olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla, Malezya çeltik sektöründe sürdürülebilirliğin sağlanması için teknolojik ilerlemenin en önemli unsur olduğu sonucuna varılabileceği ifade edilmiş. Bununla birlikte, herhangi bir teknolojik ilerlemenin benimsenmesinden kaynaklanabilecek olumsuz ekolojik etkilerin paydaşlar tarafından küçümsenmemesi gerektiği bildirilmiştir (Yasar ve ark., 2015).

Bu çalışmada, karmaşık fenotipik özelliklerin altında yatan gizil değişkenleri içeren nedensel ağların değerlendirilmesi için bir metodoloji tanımlanmaktadır. Yöntemin ilk adımı, ön bilgi ve biyolojik bilgi temelinde tanımlanan gizil değişkenlerin oluşturulmasından meydana gelir. Bu gizil değişkenler, doğrulayıcı faktör analizi kullanılarak birlikte değerlendirilmiş. Tahmini faktör skorları daha sonra, genetik etkilerdeki gizil değişkenlerin kovaryans matrisinin elde edilmesi ve

çok değişkenli karma bir modelin kurulması için fenotip olarak kullanılmış. Son olarak, gizil değişkenler arasındaki nedensel ilişkiler, alternatif nedensel tanımlamalara sahip farklı YEM modelleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu yöntem, domuzlarda zaman içinde birkaç fenotipin kaydedildiği bir veri setine uygulandı. Büyüme, karkas ve et kalitesi özellikleri arasındaki nedensel bağlantıları keşfetmek için beş farklı gizil değişken değerlendirildi. 19 farklı fenotipik özellik tarafından aktarılan bilgileri yakalayan 5 gizil değişken içeren ölçme modeli, verilere kabul edilebilir bir uyum göstermiştir (ör, $\chi^2/sd=1.3$, hata kareler ortalamasının karekökünün tahmini=0.028, standartlaştırılmış artıkların kareler ortalamasının karekökü=0.041). İlginç bir şekilde, hem büyüme (-0.160) hem de karkas özelliklerinin (-0.500) kalite özellikleri üzerinde önemli bir olumsuz nedensel etkiye sahip olduğu bulunmuş ($p<0.001$). Bu sonucun, domuz üretimini iyileştirme stratejileri için önemli çıkarımları olabileceği ifade edilmiş (Peñagaricano ve ark., 2015).

Bu makalede, gıda kalitesi ve gıda güvenliğine yönelik tüketici güveninin itici güçlerini ve sonuçlarını araştıran güven literatüründen elde edilen içgörülere dayanan kavramsal bir çerçeve geliştirilerek gıda bağlamında tüketici güveni üzerine önceki araştırmaların genişletildiği öne sürülmektedir. Kavramsal çerçeve, Kanadalı taze tavuk tüketicilerinin bir örneğinden alınan anket verileri kullanılarak YEM modeli ile test edilmiştir. Model sonuçları, hem gıda endüstrisine (yani, gıda şirketleri ve gıda perakendecilerine) hem de markaya olan güvenin, tüketicinin itibar özelliklerine olan güvenini artırdığı bildirilmiştir (Lassoued ve ark., 2015).

Bu araştırmanın amacı, tüy gagalama (TG) ve tüy yeme (TY) ile genel lokomotor aktivite (GLA) arasındaki ilişkinin yapısal eşitlik modeli kullanılarak analiz edilmesi olduğu bildirilmiştir. Analiz için, yüksek ve düşük TG için farklı olarak seçilen 2 hattan kurulan 897 F2 tavuğunun mevcut olduğu bildirilmiş. TG gözlemleri Box-Cox ile dönüştürülmüş, TY ve GLA gözlemleri sırasıyla log ve karekök ile dönüştürülmüştür. TY, GLA ve TG'nin tahmini kalıtsallığı sırasıyla 0.36, 0.29 ve 0.20 şeklinde belirtilmiş. TG ve TY (GLA) arasındaki genetik korelasyon 0.17 (0.04) idi. TY ve GLA arasında 0.47'lik yüksek bir genetik korelasyon tahmin edildiği belirtilmiş. Bu sonuçlar, TY'deki bir artışın, TG davranışının artışına yol açtığını ve

GLA'daki bir artışın daha yüksek bir TG değeri ile sonuçlandığı ifade edilmiş. Ayrıca çalışma, özellikler arasındaki genetik ilişkinin esas olarak dolaylı etkilerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Lutz ve ark., 2016).

Buaprommee ve Polyorat (2016), kanatlı hayvanlarda deli dana hastalığının ve kuş gribinin ortaya çıkması nedeniyle, gıda güvenliği ve kalite sorunlarını daha etkin bir şekilde ele almak için sağlık bilinci, kalite bilinci, ürün teşhisi, algılanan kalite ve ürün güveni dahil olmak üzere etin satın alma niyetinin öncüllerini izlenebilirlikle incelemeyi amaçlamışlar. Anket Tayland'da 463 katılımcı ile gerçekleştirilmiş ve veriler YEM modeli ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, sağlık bilinci ve kalite bilincinin, etin izlenebilirliği olan ürün tanılamasını olumlu etkilediğini ve bunun da algılanan kalite ve ürün güvenliğini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymakta olduğu bildirilmiş. Dahası, güvenin bu ilişki dizisi arasında önemli bir aracı olduğu bulunmuştur. Bulgulara dayanarak, pazarlamacıların izlenebilir et için daha ikna edici pazarlama stratejileri tasarlamaları gerektiği vurgulanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, gıdanın duyuşal özelliklerinin (ör. organik gıda inançları) ve gıda dışı faktörlerin (ör. fiyat şeffaflığı) tüketicilerin yeşil satın alma davranışı üzerindeki etkisini araştırmak olduğu ifade edilmiş. Dolayısıyla, fiyat şeffaflığının moderatör rolüne göre yeşil tavuk satın alma niyet ve davranışını etkileyen faktörler incelenmiştir. Araştırmacılar, anketleri Tahran'da dört farklı coğrafi bölgedeki dört zincir mağazada dağıttı. YEM analizi, güven seviyesinin, tüketicinin organik gıda inançlarının ve algılanan çevresel sorumluluğun yeşil satın alma niyeti üzerinde olumlu etkisi olduğunu ortaya koyduğu belirtilmiş. Ayrıca fiyat şeffaflığı moderatörü rolü, moderatörlerin tüketicilerin gerçek davranışlarını etkileyebileceği ifade edilmiş (Minbashrazgah ve ark., 2017).

Jack ve ark., (2017), koyunlarda nematod kontrolü, antelmintiklerin stratejik kullanımıyla, mevcut olan bir veya daha fazla ilaca dirençli yuvarlak kurt popülasyonlarının ortaya çıkmasıyla tehdit altında olduğunu ve nematod yönetimine yönelik "en iyi uygulama" yaklaşımlarının benimsenmesini kolaylaştırmak için, koyun çiftçilerinin Koyunlarda Parazitlerin Sürdürülebilir Kontrolü (SCOPS) ilkelerini

benimsemesini etkileyen çeşitli faktörlerin kapsamlı bir şekilde anlaşılması gerektiğini bildirmişlerdir. Yuvarlak kurt kontrolü, Anthelmintic Resistance (AR) ve “en iyi uygulama” önerileriyle ilgili tutumları ortaya çıkarmak için 400 İskoç koyun çiftçisiyle telefonda anket yapılmış. Genel yuvarlak kurt kontrol inançlarıyla ilgili hem gözlemlenen hem de gizil değişkenler arasındaki ilişkileri test etmek için yapısal eşitlik modellemesini kullanmışlar. Sosyo-psikolojik faktörlerin sürdürülebilir (SCOPS) ve bilinen sürdürülemez (AR seçici) yuvarlak kurt kontrol uygulamaları üzerindeki etkisini test etmek için bir model geliştirilmiştir. Analiz, SCOPS tarafından önerilen uygulamaların ve AR seçici uygulamaların benimsenmesinde önemli etkileri olan on bir faktörü belirledi. SCOPS ve AR seçici davranışlardaki varyansın sırasıyla %54 ve %47’sini açıklayan iki model iyi bir uyum göstermiştir. Parazit yönetiminin benimsenmesine yönelik en iyi uygulamanın anahtar etkiler ve aynı zamanda AR seçici uygulamaların kullanılmasında olumsuz etkiler gösterilmesi, çiftçilerin yuvarlak kurt kontrolü hakkındaki temel anlayışları ve bir sürüde antelmintik etkinlik eksikliğinin doğrulandığı bildirilmiştir.

Kümes hayvanı çiftçilerin, canlı kümes hayvanlarına sürekli mesleki maruziyetleri nedeniyle kuş gribi A/H7N9 enfeksiyonu açısından yüksek risk altında olmasından yola çıkılarak yapılan çalışmada, kanatlı çiftçilerinin koruma motivasyon teorisine (KMT) dayalı kişisel koruyucu davranışları (KKD) benimsemeleri ile ilişkili faktörler incelenmiştir. Çin’in Jiangsu eyaletindeki üç şehirde toplam 297 kümes hayvanı çiftçisi ile görüşülmüş. YEM, demografik faktörler ve A/H7N9 yönelimli KKD niyetiyle ilişkili KMT yapıları arasındaki ilişkiler tanımlanmış. Demografik faktörlerin A/H7N9’un risk algılamaları aracılığıyla bilgi güveninin KKD niyeti üzerindeki etkilerini nasıl hafiflettiği incelenmiş. Araştırma bulgularında, katılımcılar genellikle A/H7N9 enfeksiyonuna karşı düşük hassasiyet algıladığı ifade edilmiş. YEM modelinde, erkek katılımcıların daha düşük şiddette ($\gamma=-0.23$) ve daha düşük hassasiyet ($\gamma=-0.15$) A/H7N9 enfeksiyonu algıladıklarını; yaş, A/H7N9’u kontrol etmede hem algılanan kişisel savunmasızlık ($\gamma=0.21$) hem de algılanan öz-yeterlilik ($\gamma=0.24$) ile pozitif bir şekilde ilişkili olduğunu; eğitim, algılanan yanıt etkinliği ile pozitif olarak ilişkili olduğunu ($\gamma=0.40$) bildirmişlerdir. Ayrıca, algılanan güvenlik açığı ($\gamma=0.16$), algılanan öz-yeterlilik ($\gamma=0.21$) ve yanıt etkinliği ($\gamma=0.67$), A/H7N9’a

karşı KKD'leri benimseme niyetiyle pozitif bir şekilde ilişkili olduğu belirtilmiş. Sonuç olarak, kümes hayvanı çiftçileri A/H7N9'u kişisel olarak ilgisiz bir risk olarak algılamaktadır. Özellikle düşük eğitilmiş katılımcılar arasında algılanan yanıt etkinliğini artırmak için tasarlanan müdahaleler, KKD'lerin benimsenmesini etkili bir şekilde motive edebileceği önce sürülmüştür (Cui ve ark., 2017).

Bu çalışma, çiftçilerin geliştirmekte olan ülke tarımında girişimciliği teşvik etmek için iş fırsatlarını nasıl algıladıklarını ve bunlardan nasıl yararlandıklarını araştırmayı amaçlamıştır. Araştırmada 174 süt üreticisi, ön test - son test araştırma tasarımı kapsamında yüz yüze olacak şekilde ankete katılmış. Hipotezleri test etmek için VT-YEM modeli kullanılmıştır. Sonuç kısmında, arzu edilebilirlik, fizibilite ve iyimserlik yoluyla kanallı edilen niyetlerin, girişimci olma fırsatını tanımak için güçlü bir öngörücü haline geldiği ortaya konulmuş, ancak cömert bir ortamın varlığı, çıkrıklık ve eğitim programlarına katılım, çiftçilik iş fırsatlarından yararlanmanın ana ve doğrudan kaynağı olduğu bildirilmiştir (Yaseen ve ark., 2018).

Bu çalışmanın amaçları (1) karkas ve et kalitesi özelliklerinin altında yatan gizil değişkenlerin tanımlanması ve (2) hem doğrudan hem de dolaylı etkileri olan genomik bölgelerin ve bireysel genlerin belirlenmesi ve bu gizil değişkenler için tüm genom taramalarının yapılması olduğu bildirilmiştir. Angus-Brahman çok damarlı bir popülasyondan 22 fenotip için kayıtları olan toplam 726 dana kullanıldı. GGP Bovine F-250 ile toplam 480 hayvan genotiplenmiştir. Üç tür genetik etki düşünülmüştür: (1) tek bir gizil fenotip üzerindeki doğrudan etkiler, (2) aynı anda iki gizil fenotip üzerinde doğrudan etkiler ve (3) dolaylı etkiler. Yapısal eşitlik modelinde bağımsız bir gizil değişken olarak karkas kalitesi ve bağımlı bir gizil değişken olarak et kalitesi kullanılmıştır. 571 ilişkili genomik bölgeden (643 gen), her biri toplam varyansın en az %0.05'ini açıkladığı belirtilip, 159 bölge (179 gen) karkas kalitesi ile, 106 bölge (114 gen) hem karkas hem de et kalitesi ile, 242 bölge (266 gen) et kalitesi ile, 64 bölge (84 gen) karkas kalitesi ile ilişkilendirilmiş ve et kalitesi üzerinde dolaylı bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Leal-Gutiérrez ve ark., 2018).

Bu araştırmada, İranlı hayvancılık üreticilerinin iklim değişikliğini hafifletmek ve çiftliklerinde yenilenebilir enerjileri kullanma niyetlerini araştırmak için kapsamlı bir modelleme çerçevesi kullanılması amaçlanmıştır. İran'ın güneyinde rastgele bir çiftçi örneği (n=140) kullanılarak bir anket gerçekleştirilmiştir. Çalışmada uygulanan yapısal eşitlik modellemesi sonucunda tutumun, ahlaki normun, öznel normun ve algılanan davranış kontrolünün çiftçilerin yenilenebilir enerjileri kullanma niyetinin önemli belirleyicileri olarak görülmüştür. Tutumun, olumlu etki ve algılanan faydalarla belirlendiğini, ahlaki normun ise algılanan faydalar, algılanan maliyet ve sonucun etkililiği tarafından belirlendiği ifade edilmiştir. Araştırmanın bulguları, İran'daki çiftçiler tarafından yenilenebilir enerjilerin kullanımının teşvik edilmesine yönelik kamu politikası sonuçlarına sahip olduğu bulunduğu bildirilmiştir (Bozorgparvar ve ark., 2018).

Domuzlar arasındaki saldırganlık, ticari çiftçilikte önemli bir hayvan refahı sorunudur. Hayvancılıkta refahı araştırmalarının benimsenmesi, çeşitli paydaşların çiftlik yapısında veya yönetiminde değişiklikler önermeye ya da kabul etmeye istekli olmasına bağlı olduğu (ör. veterinerler, araştırmacılar ve çiftçiler) bildirilmiştir. Bu çalışmada uygulanan anket, 122 Birleşik Krallık ve İrlandalı domuz çiftçisinin büyüyen domuzlar arasındaki saldırganlığa ilişkin tutum ve uygulamalarıyla ilgili fikir vermektedir. Araştırmanın amacı, azaltma stratejilerinin neden yeterince uygulanmadığını anlamaktır. Çiftçiler, gelecekteki stratejileri uygulama konusunda az istekli olduklarını ifade etmişler. Çiftçilerin bu durumu, onların doğrudan saldırganlığı kontrol etmenin sorunları hakkındaki inançlarının ve gerekli değişiklikleri uygulama yetenekleriyle ilgili algılarının YEM modelinde açığa çıkarıldığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, çiftçiler gelecekte yeni stratejiler uygulama konusunda daha istekli olduklarını dile getirmişler model sonucunda şunlardan etkilendikleri tahmin edilmiştir: (1) saldırganlığı kontrol etmenin sonucu hakkındaki inançları, (2) gerekli değişiklikleri uygulama yeteneklerine ilişkin algıları, (3) saldırganlığı bir sorun olarak algılamaları ve (4) ilgili paydaş grupları hakkındaki görüşleri. Ayrıca, çiftçilerin davranışları üzerinde en büyük etkinin veteriner hekimlere ait olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, araştırmacılara, araştırma bulgularını uygulamada test etmelerini, uygulamanın maliyet-faydalarını hesaplamalarını ve çeşitli kaynaklar aracılığıyla bilgi

aktarmalarını önermişlerdir. Bu çalışmanın, yapısal eşitlik modellemesinin, belirli ve yerleşik hayvan refahı konularında çiftçi davranışını anlamak için değerli bir araç olduğu bildirilmiştir (Peden ve ark., 2018).

Drews ve ark. (2018), üretim faktörlerinin optimizasyonu, verimli süt üretim operasyonlarında merkezi bir rol oynadığını ifade etmişlerdir. Bu amaçla çeşitli çalışmalarda, bir yandan üretim parametreleri (sağlık, doğurganlık, beslenme, performans ve çiftlik büyüklüğü) ile diğer yandan verimlilik parametreleri arasındaki nedensel ilişkileri tespit ederek yapısal eşitlik modelini hayvancılık alanına uygulamışlardır. Çalışmalarındaki yapısal parametreler, ekonomik parametreler ve biyolojik performansın bir kombinasyonunu sağlayan, Schleswig-Holstein'da (Kuzey Almanya) Alman Holstein ineklerini barındıran süt sığırcılığı çiftliklerinin 943 şubesinin (2012 ve 2013 yıllarına ait) verilerine dayanmaktadır. Süt üretiminde verimlilik parametreleri üzerindeki etkilerin karmaşıklığını araştırmak için bu birleştirilmiş veriler kullanılarak YEM analizi uygulanmış. Verimlilik, iki etki değişkenine (ekonomik etkinlik ve biyolojik etkinlik) göre alt bölümlere ayrılıp değerlendirilmiştir. Model sonucunda, ekonomik verimliliğim, tam maliyet muhasebesinden geleneksel bir verimlilik değerlendirme kriteri olarak tanımlanırken, sürü yönetim kalitesinin değerlendirilmesi için biyolojik verimlilik kullanılmıştır. Performansı, biyolojik ($\gamma_{41}=0.644$) veya ekonomik verimlilik ($\gamma_{42}=0.266$) değerlendirilerek bağımsız verimlilik değerlendirilmesi için anahtar parametre olarak tanımlanmışlardır. Araştırma YEM'in, biyolojik verimlilikteki varyans oranının ekonomik verimlilikten üç kat daha fazla olarak açıkladığını, süt üretiminde verimliliğin değerlendirilmesi için VT-YEM yönteminin uygunluğunu kanıtladığını bildirmişlerdir.

Momen et al. (2018), çoklu fenotiplere sahip genom çapındaki ilişki çalışmalarında (GWAS), tek bir istatistiksel çerçeve kullanarak özellikler ve tek nükleotid polimorfizmler (TNP) arasında altta yatan nedensel yapıların yeniden yapılandırılması, genotip-fenotip haritalarının bütünlüğünü anlamak için gerekli olduğunu bildirmişlerdir. Bu tür amaçlar için yapısal eşitlik modellerinin kullanılabileceği belirtilmiştir. Göğüs eti (GE), canlı ağırlık (CA), kümes hayvanı

üretimi (KHÜ) ve TNP'ler arasındaki varsayılan nedensel ilişkiler dikkate alınarak yapısal eşitlik modeli tavuklarda GWAS'a (YEM-GWAS) uygulanmış. Model sonuçları geleneksel çok özellikli ilişki analizlerinden (MTM-GWAS) elde edilenlerle karşılaştırılarak YEM-GWAS'ın performansı değerlendirilmiş. Endüktif nedensellik algoritması kullanılarak 0.75, 0.85 ve 0.95'lik en yüksek posterior yoğunluk (YPY) aralıklarından üç farklı varsayımsal nedensel yol diyagramı çıkarılmıştır. Uygulanan tüm senaryolarda $GE \rightarrow CA$ için pozitif yol katsayısı tahmin edilmiş ve $GE \rightarrow KHÜ$ ve $CA \rightarrow KHÜ$ için negatif değerler elde edilmiştir. MTM-GWAS, yalnızca özellikler üzerindeki genel genetik etkileri yakalamış bu da, YEM-GWAS'ın doğrudan ve dolaylı TNP etkilerini birleştirmeye eşdeğer olduğunu bildirmişlerdir. MTM-GWAS ve YEM-GWAS benzer olasılık modelleri kullansa da, YEM-GWAS'ın nedensel anlam ve arabuluculuk açısından karmaşık ilişkileri yakaladığına ve MTM-GWAS'a kıyasla TNP etkilerinin daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağladığına dair kanıt sağladıkları bildirilmiştir.

Pek çok ülkede, biyogüvenlik planlaması ve salgınlar için hükümet stratejileri, özel çiftlik üreticilerinin hayvanlarını gözetleme konusunda istekli ve yetenekli olmalarına ve şüpheli hastalık belirtilerinin zamanında bildirilmesine bağlı olduğu ifade edilmiştir. Davranışsal bir perspektiften, bu iki tür davranış-gözetim ve raporlama, üreticilerin hayvan hastalıklarının önlenmesi, tespiti ve raporlanmasında anahtar rol oynadığı bir biyogüvenlik planı geliştirilirken ayrı ayrı ele alınması gerektiği belirtilmiştir. Etkin bir gözetim sistemine sahip olmak, kavramsal ve pratik olarak hem uygulanabilir hem de güvenilir bir raporlama sisteminden bağımsızdır. 200 Avustralyalı üreticinin çiftlik hayvanlarını izleme ve hükümete veya özel bir veteriner hekime rapor etme niyetleri, programlanmış telefon görüşmeleriyle ölçülmüş. Yapısal eşitlik modellemesi, bu niyetlerin ortak bir yordayıcı değişkenler kümesiyle farklı istatistiksel ilişkilere sahip olduğunu ortaya çıkardığı bildirilmiştir. Ayrıca, üreticilerin izleme ve gözetleme inancına göre sınıflandırılması, üç farklı grupta sonuçlandığı bildirilmiştir. Bu sonuçlar, hayvan hastalıklarının gözetilmesini ve izlenmesini teşvik etmek için davranışsal stratejilerin geliştirilmesindeki anlamları açısından tartışılmıştır (Wright ve ark., 2018).

Toma vd. (2018) yaptıkları çalışmaya göre, teknolojik bilgi transferinin (önceden tanımlanmış diğer faktörlerin yanı sıra), İskoç çiftçi mahsullerinin temsili bir anketinden verilerin yapısal eşitlik modellemesini kullanarak yenilikçi mahsul teknolojilerinin alımı üzerindeki etkisini analiz etmektedir. YEM modelinin, mevcut teknolojik alım davranışındaki varyansın %83'ünü ve yeni teknolojileri alma niyetindeki varyansın %63'ünü açıkladığı belirtilmiştir. Sonuçların, yeni teknolojileri kullanmaya yönelik hem alım hem de niyetler üzerinde en güçlü etkiye sahip olan ekonomik özellikleri (kâr yönelimi, tarımsal gelir, teknolojik yatırım davranışı ve çiftlik işçiliği) gösterdiği belirtilmiştir. Eğitim, teknolojik bilgiye erişim ve bilgi aktarımı kaynaklarının algılanan kullanışlılığı da davranış ve niyetler üzerindeki ana etkiler olduğu ifade edilmiştir. Teknolojik alım davranışı, gelecekte daha fazla teknoloji alma niyetinin güçlü bir belirleyicisidir. Mevcut araştırmadaki sonuçların, ekonomik faktörlerin yanı sıra, teknolojik bilgiye erişim ve farklı bilgi kaynaklarına güven/algılanan kullanışlılığın teknolojik alım üzerinde bir etkiye sahip olacağına dair literatürdeki yerleşik kanıtları doğruladığı bildirilmiştir. Sonuç olarak, uygun kanallardan tarımsal üreticilere belirli teknolojik bilgi aktarımını hedefleme sürecini etkileyen faktörlerin bazı göstergelerini verdiklerinden ve davranış değişikliği için potansiyel bir itici güç oluşturduğundan, son derece politikayla ilgili olduğu bildirilmiştir.

Bu çalışma, tavuk ve sığır gübresi kompostlama sırasında protein ve karbonhidratın parçalanmasında bakterilerin rolünün değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Bulgularda, protein ve karbonhidratın, özellikle kompostlamanın termofilik aşamasında büyük ölçüde bozunduğu bildirilmiştir. Bunun başlıca nedeninin, termofilik fazdaki protein ve karbonhidrat dönüşümü ile ilgili olan ve ağ analizi ile tanımlanan bol miktarda bakteri topluluklarının olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, besin maddelerinin mikrobiyal bozunması özgüllük ve evrensellik sağladığı bildirilmiştir. “Özgüllük” ve “Evrensellik”, sırasıyla belirli bakteriler ve çeşitli bakteri grupları tarafından parçalanan protein ve karbonhidrat anlamına gelmektedir. “Spesifik” bakteriler, tavuk gübresinin kompostlama sırasında protein ve karbonhidratı dönüştürürken, sığır gübresinde bakterilerin protein ve karbonhidrata dönüşüm özelliği “evrensellik” olarak tanımlanmıştır. Yapısal eşitlik modelinin de bu sonuçları

doğruladığı belirtilerek, protein ve karbonhidrat değişikliklerinin %79'undan fazlasının bakteriler tarafından dönüştürüldüğü bildirilmiştir (Chen ve ark., 2019).

Bu çalışmada, Humbang Hasundutan Bölgesi'ndeki bölgesel kalkınma bağlamında dış ve iç tarım koşullarının pirinç tarlaları-manda hayvancılığına dayalı entegre tarım sistemleri üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Araştırmada yapısal eşitlik modeli kullanılmıştır. Araştırmanın bulguları hem dış hem de iç tarım koşullarının hem pirinç tarlası-manda hayvancılığı entegre tarım sistemleri hem de bölgesel kalkınma üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahip olduğunu gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca, pirinç tarlaları-manda hayvancılığı entegre tarım sistemleri, bölgesel kalkınma üzerinde önemli bir olumlu etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. YEM modeline göre, dış tarım koşullarının bölgesel kalkınma üzerindeki doğrudan etkisi 0.26, entegre tarım sistemleri aracılığı ile bölgesel kalkınma üzerindeki dolaylı etkisi 0.32 ve toplam etki 0.58 olarak tahmin edilmiştir. Ayrıca, iç tarım koşullarının bölgesel kalkınma üzerindeki dolaylı etkisi 0.24 şeklinde kestirilmiştir. Entegre tarım sistemleri aracılığı ile iç tarım koşullarının bölgesel kalkınma üzerindeki dolaylı etkisi 0.28, toplam etki 0.52 olarak belirtilmiştir. Sonuç olarak hükümete şu tavsiyelerde bulunulmuştur: a) çiftçilerin entegre tarım sistemleri hakkındaki bilgilerini geliştirmek için rehberlik sağlamak; b) çiftçilerin çiftliklerini, artan gelirler üzerinde bir etkiye sahip olacak şekilde geliştirme becerilerini geliştirmek; c) bölgesel ekonomik büyüme üzerinde etkisi olacak, uzun vadeli üretim artışı için tarımsal kalkınma programları oluşturmak; d) tarımsal kalkınma için sermayeye erişim sağlayarak çiftçilere yardımcı olmak ve tarımsal ürünlerin çıktı fiyatlarının istikrarını sağlamak (Nainggolan ve ark., 2019).

Büttner vd. (2019) çalışmalarında VT-YEM kullanarak sosyal ağ analizini doğruladıklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmaya göre, sosyal ağ analizi, ikili yaklaşımın ötesine geçen istikrarlı grup yapılarının kurulmasına yeni bakış açıları sağlar. Böylelikle, ağ için her bir hayvanın önemini tanımlayan merkeziyet parametrelerinin, baskınlık indeksleri tarafından hesaplanan sırasını yakalayıp yakalayamayacağı araştırılmıştır. Bu nedenle, üç karıştırma olayında (sütten kesilmiş domuz yavruları, besi domuzları, dişi domuzlar) gözlenen kavgacı etkileşimlere ilişkin iki ağ türüne

(başlatıcı-alıcı ve kazanan-kaybeden ağlara) dayalı iki baskınlık endeksi ve beş merkezîlik parametresi hesaplandı. İki ağ türünü karşılaştırırken, kazanan-kaybeden ağları, dış ve giden yakınlık ve baskınlık endeksleri arasında pozitif korelasyon katsayıları göstermiştir. Bu sonuçlar, VT-YEM ile doğrulanmıştır, yani, baskınlığın varyansının yaklaşık %60'ı, merkezîyet parametreleri ile açıklanabilir. Böylece kazanan-kaybeden ağları, tüm yaş grupları için yaklaşık 1.1'lik yol katsayıları ile baskınlık hiyerarşisini daha iyi gösterebileceği ifade edilmiş. Bu nedenle, merkezîlik parametreleri, ikili yaklaşımın ötesine geçen grup yapısı hakkında daha ayrıntılı bilgiler sağlayan egemenlik hiyerarşisini tasvir edebileceği bildirilmiştir.

Çok özellikli genom çapında ilişki çalışmalarının (MTM-GWAS) çoğalmasıyla, çok değişkenli ölçekte varsayılan genetik sinyallerin çıkarılabileceği öne sürülmüştür. Bununla birlikte, standart bir MTM-GWAS, fenotiplerin ağ yapısını barındırmaz ve bu nedenle özelliklerin birbiriyle nasıl ilişkili olduğunun ele alınamadığı ifade edilmiş. MTM-GWAS'ın kapsamı, yapısal eşitlik modelleri (YEM-GWAS) kullanarak özellik ağ yapıları GWAS'a dahil edilerek genişletilmiş. Bu ağ GWAS modelinde, öğrenilen yapı, diğer fenotiplerin odak özelliği üzerinde nasıl hareket edebileceğini açıklayan bir dizi açıklayıcı değişkeni tanımlamak için kullanılır. YEM-GWAS'ın göze çarpan bir özelliği, toplam tek nükleotid polimorfizm (TNP) etkilerini doğrudan ve dolaylı etkilere bölebilmesi şeklinde belirtilmiştir. Burada, çekim biyokütlesi, kök biyokütlesi, su kullanımı ve su kullanım verimliliği için dijital bir metrik kullanılarak YEM-GWAS'ın faydası gösterilmiş. TNP'lerin su kullanım verimliliğini doğrudan ve dolaylı olarak çekim biyokütlesi ve kök biyokütlesi yoluyla etkilediği bulunmuş. Ek olarak, YEM-GWAS, su kullanım verimliliğini etkileyen önemli TNP etkilerini, diğer özelliklerin bir fonksiyonu olarak doğrudan ve dolaylı etkilere bölerek daha fazla biyolojik kavrayış sağladığı bildirilerek bu sonuçların, YEM kullanımının, agronomik özellikler arasındaki karmaşık ilişkileri anlamamızı geliştirebileceği bildirilmektedir (Momen ve ark., 2019).

Michels ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, genişletilmiş bir teknoloji kabul modelinin sürü yönetimi akıllı telefon uygulamalarının benimsenmesini ve kullanımını açıklayıp açıklayamayacağını belirlemeyi amaçlamışlardır. Süt hayvanı

sürü yönetimi akıllı telefon uygulamalarının benimsenmesi ve kullanımıyla ilgili sonuçlar, 2018 yılında 280 Alman mandıra çiftçisiyle yapılan çevrimiçi bir anketten elde edildi. Çiftçilerin sürü yönetimi akıllı telefon uygulamalarını kullanma sıklığını modellemek için, VT-YEM ve sıralı bir logit modeli uygulandı. Araştırma sonuçları, örneklemdaki mandıra çiftçilerinin %93'ünün akıllı bir telefon kullandığını ve %61'inin hâlihazırda bir sürü yönetimi akıllı telefon uygulaması kullandığını göstermektedir. Günlük kullanımda, akıllı telefon uygulamalarını benimseyenlerin %38'i tarafından rapor edilmektedir. Süt hayvancılığı çiftçileri, hayvan sağlığının gözlemlenmesi, üreme yönetimi ve veri toplama ile ilgili işlevleri en yararlı olarak derecelendirdi. Bu, gelecekteki geliştirmeler için geliştiriciler ve sağlayıcılar tarafından odaklanması gereken bir konu olarak tespit edilmiş. Model, sürü yönetimi akıllı telefon uygulamalarıyla ilgili gerçek kullanım davranışındaki varyansın %33'ünü açıklamaktadır. Algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan yararlılık, bu tür uygulamaları kullanma niyetini ve nihayetinde gerçek kullanım davranışını olumlu yönde etkilediğinden, geliştiriciler ve sağlayıcılar tarafından, sürü yönetimi akıllı telefon uygulamalarını kullanmanın faydaları vurgulanması ve ayrıca uygulamaların ara yüzü olabildiğince basit tutulması gerektiğini bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmada, hayvancılık üretiminde önde gelen ülkelerden biri olan Brezilya'nın, henüz hayvan refahı konularını dikkate alan bir mevzuat geliştirmedeğini ve çiftlik hayvanı refahı standartlarını iyileştirmeye yönelik eylemlerin çoğunun, hayvancılık endüstrileri ve ihracatçı ülkelerin taleplerini karşılamaya odaklanan hükümet tarafından geliştirildiği ifade edilmiştir. Hayvan refahını dikkate alan bu çalışmada, domuz çiftçilerinin çiftliklerinde çevresel zenginleştirmeyi benimseme niyetlerini etkileyen sosyo-psikolojik faktörlerinin belirlenmesi için bir çerçeve olarak planlı davranış teorisi (PDT) kullanılmıştır. PDT, niyetin üç psikolojik yapı tarafından belirlendiğini varsayar: tutum, öznel normlar ve algılanan davranışsal kontrol. Niyeti açıklamak için ek bir yapı olarak öz kimlik eklenmiştir. 185 çiftçiyle anket yapılmış. Tutumun, öznel normların, algılanan davranış kontrolünün ve öz kimliğin çiftçilerin çiftliklerinde çevresel zenginleştirmeyi benimseme niyetleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi için VT-YEM kullanılmıştır. Sonuçların, çiftçilerin niyetlerinin esas olarak çevresel zenginleştirmeyi (algılanan davranışsal kontrol) benimseme

kabiliyetleri hakkındaki olumlu algılarıyla belirlendiğini ve bunu benimsemeye yönelik sosyal baskı (özel normlar), benimsemeye ilişkin olumlu değerlendirmeleri (tutum) ve öz kimlik hakkındaki algıları izlediğini bildirmişlerdir. En önemli davranışsal inançlar ‘üretkenliği artırmak’ ve ‘hayvanların stresini azaltmak’, en önemli normatif inançlar ‘aile’, ‘komşu çiftçiler’, ‘hayvan alıcıları’ ve ‘uzmanlar’, en önemli kontrol inancı, ‘domuz satarken ikramiye almak’ olarak belirlenmiştir (Borges ve ark., 2019).

Bu çalışmada, Çin’in kıyı bölgelerindeki çiftlik hayvanları ve kümes hayvanı yetiştiriciliği (KHY) yapan çiftçilerine toplam 121 anket formu dağıtılmış ve formlar bağımsız bir şekilde doldurulduktan sonra toplanmıştır. Çiftçilerin KHY kirliliğini önleme istekliliğinin itici faktörlerini ve nedensel mekanizmasını analiz etmek için bir YEM modeli benimsenmiştir. Sonuçlar şunu göstermiştir: (1) bireysel özellikler, çevresel risk algısı, sağlık riski algısı ve genel olarak hükümet politikası algısının çiftçilerin istekliliği üzerinde önemli ve olumlu etkileri vardır, (2) sağlık riski algısı, çiftçilerin genel olarak KHY kirliliğini önlemeye istekli olma düzeyini etkileyen en önemli faktör olan ekonomik faktörlerin üzerindedir: sağlık riski algısı %1 artırılsa %0.46 oranında artacaktır, (3) çiftçilerin istekliliğini etkileyen iki ana nedensel yol belirlenmiştir: (1) çiftçilerin kendi vücut sağlığı ve günlük yaşamdaki KHY’nin neden olduğu değişikliklerin algısı → sağlık riski algısı → çiftçilerin KHY kirliliğini önleme istekliliği, (2) KHY’nin neden olduğu su kirliliği algısı → çevresel risk algısı → sağlık riski algısı → çiftçilerin KHY kirliliğini önleme istekliliği. Böylece, sosyal eğitim yoluyla sağlık ve çevre bilgisinin edinilmesi, KHY çiftçilerinin istekliliğini artırmada baskın bir rol oynamakta olduğu bildirilmiştir (J. Li ve ark., 2020).

Bu çalışmanın amacı, Tarım Derecesi Yüksek Lisans Programı (MIAP) öğrencilerinin uluslararası deneyimlerini değerlendirmek ve uluslararası deneyim sonuçlarını etkileyen faktörleri belirlemek olduğu bildirilmiştir. Uluslararası deneyimlerin faydaları, kişisel, kişilerarası, akademik, istihdam ve sivil etkileri içeren beş sonuç alanına bölünmüştür. Veriler, MIAP öğrencileriyle yapılan çevrimiçi bir anket aracılığıyla toplanmıştır. VT-YEM modeli, akademik, istihdam ve sivil etkileri istatistiksel olarak ölçmek amacıyla üç ayrı model geliştirmek için kullanılmıştır. Bu

çalışmanın sonuçları, stajyerlerin uluslararası deneyimin yeteneklerini geliştirdiğine inandıklarını gösterdiği bildirilmiştir. Her üç modelin bulguları, Humphreys seyahat ödeneğinin kişiler arası etkiler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu ifade edilmiş. Ek olarak, staj süresi, üç modelde de kişisel etki ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye sahipken, akademik, istihdam ve sivil etki modelleri üzerinde dolaylı etkiye sahiptir ($p<0.05$) ve bunun da tam aracılık (mediation) etkisi gösterdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca staj sırasında haftalık çalışılan saat sayısının istihdam etkileriyle önemli bir pozitif ilişkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Rastegari Henneberry ve Radmehr, 2020).

Farmakogenomik (PGx) teknolojisinin başarılı gelişimini ve toplumda uygulanmasını belirlemek için halkın desteğine ihtiyaç olduğu bildirilmiştir. Geçerliliği kanıtlanmış bir araç, 2 paydaş grubuna göre sınıflandırılmış toplam 421 yetişkin katılımcıyla yüz yüze görüşmeler yoluyla uygulanmıştır: sağlık hizmeti sağlayıcıları ($n = 221$) ve hastalar/aile üyeleri ($n = 200$). Veriler, kısmi en küçük kareler yol modellemesinin gelişmiş çok değişkenli istatistiksel yaklaşımı kullanılarak analiz edilmiş. Bulgularda, Malezyalı paydaşların kilit oyunculara yüksek miktarda güven duyduklarını (ortalama puan 5.31), yüksek faydalar algıladıklarını (ortalama puan 5.53) ve PGx'i benimseme niyetlerinin yüksek olduğunu (ortalama puan 5.39) gösterdiği ifade edilmiş. Algılanan faydalar, PGx testini benimseme niyetinin ($\gamma=0.371$, $p<0.001$) en önemli doğrudan öngörücüsü gibi tahmin edilmiş ve ardından kilit oyunculara güven ($\gamma=0.312$, $p<0.001$), katılım ($\gamma=0.272$, $p<0.001$) ve dindarlığın ($\gamma=0.133$, $p<0.01$) takip ettiği bildirilmiş. Ek olarak, algılanan risklerin de PGx'i benimseme niyetiyle doğrudan negatif bir ilişkisinin olduğu ($\gamma=-0.096$, $p<0.05$) bildirilmiş. Aynı zamanda, algılanan faydalar, risk dışındaki diğer tüm faktörler için de aracı görevi gördüğü bildirilmiştir (Mustapa ve ark., 2020).

Gupta ve ark. (2020) Yüksek Patojenik Kuş Gribi (HPAI) H5N1'in devam eden dolaşımı hem kümes hayvanları hem de halk sağlığı için bir tehdit oluşturduğunu bildirmişlerdir. Sağlık inanç modeli çerçevesinin yapıları uyarlanarak, Bangladeş'te HPAI önleme ve kontrol ölçümlerini uygulamak için arka bahçe, ticari broyler ve yumurtacı tavuk çiftçilerinin algıları araştırılmış. 2016 ve 2017 yıllarında 144 arka

bahçe, 106 etlik piliç ve 113 yumurtacı tavuk çiftliğinde iki kesitsel çalışma yapılmıştır. YEM modeli kullanılarak, çiftçilerin HPAI önleme ve kontrol ölçümleri konusundaki algıları üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkileri modellenmiştir. Bulgular, farklı tavuk üretim sistemlerine sahip çiftçilerin farklı karar verme süreçlerine sahip olduğunu göstermektedir. Önleme ve kontrol ölçümlerinin uygulanmasında algılanan engeller (ör. tavuklarla uğraşırken koruyucu ekipman giymek) hem broyler hem de köy çiftçilerinin müdahaleleri benimsemesini engellese de ölçümlerin algılanan faydalardan (ör. yüksek biyogüvenliğin sürdürülmesi, kuşların hasta olma riskini azaltacaktır) güçlü bir şekilde etkilendiği ancak köy çiftçilerinin kararlarını etkilemediği ifade edilmiştir. Bu araştırmanın sonuçları, herkese uyan tek bir iletişim yaklaşımı kullanmanın beklenen etkiyi gösteremeyeceği ancak karar verme süreçlerini etkileyen belirli faktörlerin hesaba katılarak farklı kümes hayvanı yetiştirme gruplarına HPAI kontrolü ve önlenmesine ilişkin tavsiyeleri uyarlamak için kullanılabileceği bildirilmiştir.

Krugmann ve ark., (2020), çalışmanın amacının, besi domuzlarının birincil olarak olumlu duygusal durumunun, domuzların oynama davranışı, davranış testlerinde davranış biçimleri, beden dili sinyalleri veya çapı ve hipokampların astroglia hücre sayıları, tükürük immünoglobulin A (IgA) içeriği veya tükürük protein bileşimi gibi çeşitli davranışsal ve fizyolojik parametreleri etkileyip etkilemediğini incelemek olduğunu bildirmişlerdir. Bunun için farklı barınak sistemlerine sahip 3 farklı çiftlikten 60 besi domuzunun davranışsal ve fizyolojik verilerini içeren bir veri seti, VT-YEM yöntemi ile analiz edilmiştir. Yüksek dereceli bileşen (YDB) olarak domuzların pozitif duygusal durumunu ve düşük dereceli bileşen (DDB) olarak davranışsal ve fizyolojik parametreleri içeren bir hiyerarşik bileşen modeli (HCM) kullanıldı. Oynama davranışı, beden dili sinyalleri ve davranış testleri, bu sırayla, hayvanların pozitif duygulanım durumundan en çok etkilendikleri ortaya çıktığını çünkü bunlar sırasıyla $\gamma = 0.83$, $\gamma = 0.79$ ve $\gamma = 0.62$ olan karşılık gelen yol katsayıları (γ) ile sonuçlandığını belirtmişlerdir. Mevcut YEM modelinde, endojen gizil değişkenlerin oynama davranışı ($R^2 = \%69.8$), beden dili sinyalleri ($R^2 = \%62.7$) ve davranış testleri ($R^2 = \%39.5$) için orta ve zayıf R^2 değerleri şeklinde tahmin edilmiştir. Ayrıca, “lokomotor oyunu” göstergesi, hayvanların pozitif duygusal durumunun gizil

değişkenini tahmin etmek için en yüksek gösterge güvenilirliğine (indicator reliability-IR=0.85) sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarının, genel olarak domuzların olumlu duygulanım durumunun kavranması ve değerlendirilmesi için uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Mastitis, süt sığırlarında en sık görülen ve maliyetli hastalıklardan biridir. Klinik belirtilerin yokluğunda meme iltihabının göstergesi olan süt bileşimi ve kalitesinde değişikliklere neden olur. 1 158 Brown İsviçre ineğinden oluşan bir kohortta süt verimi (SV), somatik hücre sayısı (SHS), laktoz (% LACT), pH ve kazein olmayan N (toplam sütün N %'si) dahil meme sağlığı ile ilgili fenotipler arasında birbiriyle ilişkili bağımlılık ilişkilerini araştırmayı amaçlayan yapısal eşitlik modellemesi (YEM)-GWAS uygulandı. Hill-Climbing algoritması ile elde edilen fenotipik ağ, YEM parametrelerini tahmin etmek için kullanıldı. Çok özellikli modellerin (GWAS ve YEM-GWAS) entegrasyonu, SHS için altı önemli tek nükleotid polimorfizmleri (TNP) belirledi, SV ve LACT'ın aracı özellikler olarak hareket eden toplam TNP etkilerine katkısını ölçtüğü bildirildi. Fonksiyonel analizler, aşırı temsil edilen yolların genellikle özellikler arasında paylaşıldığını ve biyolojik bilgi ile tutarlı olduğunu ortaya çıkardığı ifade edilmiş. Özetle, YEM-GWAS, meme sağlığı fenotipleri arasındaki ilişkiler ve TNP etkilerinin yolu hakkında yeni bilgiler sunarak süt sığırlarında genetik iyileştirme ve yönetim stratejileri için yararlı bilgiler sağladığı bildirilmiştir (Pegolo ve ark., 2020).

Mevcut çalışmada, planlı davranış teorisi ek yapılarla (ahlaki normlar, risk algısı ve sosyal özellikler) kullanılarak küçük çiftlik hayvanı çobanlarının iklim akıllı uygulamaları benimseme niyetlerini etkileyen farklı psikolojik faktörler araştırılmıştır. Bu amaçla, Pakistan, Pencap'tan 405 küçük çiftlik hayvanı çobanı, çok aşamalı rastgele örnekleme temelinde seçilmiş. Yapısal eşitlik modelinin sonuçlarının, tüm yapıların küçük çiftlik hayvanlarının benimseme niyetlerindeki varyansların %57'sini açıkladığı bildirilmiş. Araştırma bulguları, davranış değişikliklerini ve psikolojik müdahaleleri anlamak için çok önemli olan çok sayıda değişkenin karşılıklı ilişkisi açısından yeni bir gösterge sunmaktadır. Genel tutum, esas olarak risk algısı farkındalığından etkilenen genişletilmiş PDT modelinde en öne çıkan yapı olarak

gösterilmiş. Sonuç olarak, veterinerlik uzmanlarının ve yayım ajanslarının, geleneksel uygulamalarla uğraşmak yerine çok az çabayla çiftlik hayvanlarının çevresel zenginleştirme ölçümlerine katılımı artırmak ve farklı beklentileri keşfetmek için psikolojik faktörlere odaklanmaları gerektiği, çünkü insanların dışsal engellerin eyleme geçme düşüncesini etkileme olasılığının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Faisal ve ark., 2020).

Planlı davranış teorisine (PDT) dayanan bu makale, H7N9'un kanatlı eti tüketimi üzerindeki etkisini açıklamaktadır. Çin'den 710 katılımcıdan oluşan bir örneklem, 2017'de bir kuş gripi salgınına takiben mevcut çalışmaya katıldı. Yapısal eşitlik modelinin ampirik sonuçları, tüketicilerin tutumunun, öznel normunun, algılanan davranışsal kontrolün (yani PDT modelinin öncüllerinin), beklenen korkularının yanı sıra, H7N9 risk algısı ile kümes hayvanı tüketim niyeti arasındaki ilişkiye aracılık ettiği ifade edilmiştir. H7N9'un risk algısı aynı zamanda kanatlıların risk algısını da etkiler ve bu da kanatlı tüketim niyetini doğrudan etkilediği belirtilmiştir. Ayrıca, kanatlı hayvanların risk algısı, beklenen korku ile anlamlı ve olumlu yönde ilişkili, tutumla önemli ve olumsuz yönde ilişkili olduğunu, bunun da tüketim niyetini etkilediği açıklanmıştır. Sonuç olarak, PDT, YEM modelinin uygunluğunu teyit ettiğini ve genişletilmiş PDT modelinin, tüketicilerin bir pandemi sırasında kümes hayvanlarını tüketme niyetini tahmin etmede iyi bir açıklama gücüne sahip olduğu bildirilmiştir (Y. Zhang ve ark., 2020).

Bu incelemede sunulan makalelerin sonuçları, nedensel bir yapıya ulaşmak için endüktif nedensellik algoritmasının kullanılmasının, uygun ön bilgi olmadan veya özellikler arasında belirsiz ilişkilerle nedensel bir yapıyı tespit etmek için yararlı bir araç olduğu ifade edilmiştir. Bulguların ayrıca YEM modelinde, korelasyonlarla verilemeyen müdahalelerin etkilerini çıkarabileceğini de ortaya koyduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, YEM'den elde bilgiler, çok özellikli analiz için kullanılan geleneksel model olan çoklu özellik modelinden daha fazla kavrama yeteneği ve üreme stratejisi hakkında öneri sağladığı bildirilmiştir (Inoue, 2020).

2.2. Fiziksel aktivitenin stres üzerindeki etkisi

Bu başlık altında verilen çalışmalarda çoğunlukla “yerleşim sıklığı veya stok yoğunluğu” ifadesi geçmiştir. Bunun anlamı yerleşim sıklığı arttıkça, yani birim alandaki (m^2) kanatlı sayısı arttıkça, fiziksel aktivitenin de beraberinde azalacak olmasıdır. Bu amaçla, stok yoğunluğunun artması veya azalması fiziksel aktiviteyi, hematolojik değerleri ve daha birçok parametreyi etkilediği çok sayıda çalışmada mevcuttur. Çalışmaların tümünü bu tez kapsamında vermek mümkün olmadığından, şu ana kadar yapılan ve çalışmamıza en yakın makaleler seçilmeye çalışılmıştır.

Ticari broyler tavukların (piliçler), üretim uygulamaları kilo alma oranını artırdığından daha az aktif hale geldiği belirtilip, bu hareketsizlik, hayvan sağlığını ve üretim maliyetini olumsuz etkileyen iskelet anormalliklerine neden olabileceği belirtilmiştir. Bu çalışmada, piliçlerin kemik hareketini artırmak ve piliçleri anormal derecede yüksek fiziksel aktiviteye zorlamak için bir koşu bandı rejimini araştırılmıştır. Tavukların 3 haftalık yaştan başlanarak, muamele tavuklarının haftada 5 gün bir koşu bandı üzerinde 0.45 m/s hızla 30 dakika boyunca yürümeleri sağlanmıştır. Kurulan hipotez, etlik piliçlerin artan kemik hareketinin iskelet gelişimini ve gücünü hızlandırdığıydı. Sonuçlar, koşu bandı hızının normal büyüme sırasında kanatlının vücut kütlesini etkilemediğini, ancak vücudunun uzunluğunu ve genişliğini etkilediği ($p<0.05$) gösterilmiştir. Muamele, tibia uzunluğunu yaklaşık %8 ve tibia orta nokta kesit alanını %25 azaltmıştır. Tibianın kayma mukavemeti ve kemik mineralizasyonu, artan kemik hareketinden etkilenmediği ve genel olarak, artan aktivite broyler kaval kemiğinin yapısal bütünlüğünü etkilemediği bildirilmiştir (Foutz ve ark., 2007).

Bu çalışma, stok yoğunluğunun (sırasıyla 12.6 veya 27.2 kg/m^2 'ye eşdeğer 6 ve 13 kanatlı/ m^2) büyüme performansı, et kalitesi, davranış, fizyolojik ve oksidatif stres göstergeleri üzerindeki etkisini kanatlı refahının ölçütleri olarak değerlendirmek için tasarlanmıştır. Daha yüksek yerleşim sıklığı, nihai canlı ağırlığı ve yem alımını olumsuz etkilediği, ancak kümülatif yemden yararlanma oranını etkilemediği bildirilmiştir. Düşük yoğunlukta yetiştirilen tavuklar, daha yüksek kas içi yağ, karaciğer ağırlığı, karaciğer NADP-izositrat ve NADP-malat dehidrojenaz aktivitesi göstermiştir. Daha yüksek stok yoğunluğu, azalan lokomotor aktivite ve artan

fizyolojik (H:L oranı ve yumurtalık ağırlığı) ve oksidatif (glutasyon konsantrasyonları ve azaltılmış: oksitlenmiş glutasyon oranları) stres göstergeleri ile ilişkilendirilmiştir. Sonuçlar, stoklama yoğunluğunun broyler eti kalite özelliklerini önemli ölçüde etkilemediği, ancak daha yüksek yoğunluğun büyüme performansını düşürdüğü, fizyolojik ve oksidatif stres seviyelerini artırdığı ve lokomotor aktiviteyi azalttığı bildirilmiştir (Simitzis ve ark., 2012).

Bu çalışma, stoklama yoğunluğunun kemik kalitesi ve dalgalanan asimetri üzerindeki etkisini değerlendirmektedir. Kanatlılar, 1.-39. günler arasında 2.4, 5.8, 8.8, 12.1, 13.6, 15.5, 18.5 ve 21.8 kanatlı/m² yoğunluklarda yerleştirildi. Yerleştirme yoğunluğunun artması, kemik kalitesinin bazı yönlerini (tibia eğriliği ve kesme mukavemetini) olumsuz etkiledi. Bununla birlikte, ölçülen 11 karakterin tümü ile ilgili verileri birleştiren dalgalı asimetri bileşik indeksi, stok yoğunluğu ile artma eğilimindeydi. Bu tür artan dalgalı asimetri, refahın azaldığının göstergesi olduğu bildirilmiştir (Buijs ve ark., 2012).

Bu çalışmada, normal veya yüksek stok yoğunluğunda yerleştirilen ve 2 seviyede protein ile beslenen piliçlerin performans, bağışıklık ve bazı stres göstergeleri üzerinde periyodun etkilerini belirlemek için bir deney yapılmıştır. Deneme, toplam 8 muamele için stok yoğunluğu seviyeleri; normal yoğunluk olarak 10 hayvan/m² ve yüksek yoğunluk olarak 16 hayvan/m² şeklinde belirlenmiş. Prebiyotik takviyesi, performans, bağışıklık ve stres göstergeleri (kan şekeri, kolesterol, kortikosteron ve heterofil:lenfosit oranı) üzerinde önemli bir etkiye sahip değildi. Protein seviyesi broyler performansını önemli ölçüde etkiledi, ancak bağışıklık veya stres göstergelerini (kolesterol seviyesi hariç) etkilemediği ifade edilmiş. Normal stok yoğunluğu, yüksek stok yoğunluğu ile karşılaştırıldığında daha iyi YYO ve ayrıca Newcastle hastalığına karşı daha yüksek antikor titresini sağladı. Bununla birlikte, yoğunluğun kan glikoz seviyeleri, kolesterol, kortikosteron ve heterofil:lenfosit oranı üzerinde önemli bir etkisi yoktu. Canlı ağırlık ve nihai canlı ağırlık kazancı için protein seviyesi ve stoklama yoğunluğu arasında önemli etkileşimler gözlemlendiği bildirilmiştir (Houshmand ve ark., 2012).

Mevcut çalışma, farklı stok yoğunluğu oranlarının performans, termofizyolojik ölçümler ve 0 ila 30 günlük dişi Ross broylerlerinin kan parametreleri üzerindeki etkisini araştırmak için yapılmış. Toplam 96 civciv rastgele bir şekilde 12 kafes rastgele dağıtılmıştır. Üç stok yoğunluğu uygulanmış: düşük (28.0 kg/m^2), orta (37.0 kg/m^2) ve yüksek (40.0 kg/m^2). Sonuçlar kümülatif canlı ağırlık artışı (CAA) ve yem alımının (YA) stok yoğunluğu oranından etkilendiğini ($p<0.01$), etlik piliçlerin ölüm oranı düzeltilmiş yemden yararlanma oranı (YYO) için hiçbir etki ($p>0.05$) gözlenmediğini ortaya koymuştur. Düşük ve orta yoğunlukta broylerler için yüksek yoğunluklu broylerlere kıyasla daha yüksek CAA ($p<0.01$) ve YA ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir. Stok yoğunluğu oranını 28 kg CA/m^2 'den 40 kg CA/m^2 'ye çıkarmanın, broyler piliçlerinin performansı üzerinde belirgin etki yarattığı ve refahlarını tehlikeye atabileceği sonucuna varılmış (Abudabos ve ark., 2013).

Bu çalışmanın amacı, yüksek stok yoğunluğu (YSY) stresi altındaki piliçlerde alfa-lipoik asit (ALA) diyet takviyesinin davranış, fizyolojik, oksidan stres göstergeleri ve kemik kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Toplam 1 800 22 günlük Arbor Acres erkek broyler civcivleri rastgele olarak 3 grupta 18 kafese ($2.97 \times 2.03 \text{ m}$) dağıtıldı: 14 kanatlı/ m^2 (normal stok yoğunluğu, NSY), 18 kanatlı/ m^2 (YSY) ve 18 kanatlı/ m^2 artı 300 mg/kg ALA besin takviyesi (YSY + ALA, yüksek stok yoğunluğu + alfa-lipoik asit). Her muamelede 6 tekrar olup ve deney 3 hafta sürmüştür. YSY grubu, yeme, yürüme ve eğilme davranışı sıklığı açısından NSY grubundan ($p<0.05$) anlamlı derecede düşük çıkmış. YSY grubunda alkalın fosfataz aktivitesi ve serum kalsiyum içeriği anlamlı olarak yüksekti ve paratiroid hormonu (PTH) seviyesi NSY grubuna göre anlamlı derecede düşüktü ($p<0.05$). NSY grubu ile karşılaştırıldığında, YSY grubu, serum heterofil/lenfosit (H/L) oranı, kortikosteron (CORT), malondialdehit (MDA) içeriği ve katalaz (CAT) aktivitesinde bir artış ($p<0.05$) gösterirken toplam antioksidan kapasite (T-AOC), süperoksit dismutaz (SOD) ve glutatyon peroksidaz (GSH-Px) konsantrasyonlarında azalma ($p<0.05$) göstermiştir. YSY grubu ayrıca tibia ve femur kırılma mukavemeti, kemik mineral yoğunluğu ve kemik mineral içeriğinde (KMİ) NSY grubundan önemli ölçüde daha düşük çıkmış ($p<0.05$). Önemli olarak, YSY grubunun rasyonlarına ALA'nın eklenmesi, YSY + ALA grubunun ayakta durma ve yeme davranışı, alkalın fosfataz

aktivitesi, PTH konsantrasyonu, H/L oranı, CAT, T-AOC, MDA, SOD ve GSH-Px NSY grubu seviyelerine ($p>0.05$) geri kazanılmasını sağladığı bildirilmiş. Bu sonuçlar, stoklama yoğunluğundaki artışın kemik kalitesini düşürdüğünü, fizyolojik ve oksidatif stres göstergelerini artırdığını ve broylerlerin davranışını değiştirdiğini, buna karşılık ALA diyet takviyesinin yüksek yoğunluklu çevresel stres altında piliçlerin performans ve fizyolojik yanıtlarındaki azalmayı önleyebileceğini göstermektedir (Ma ve ark., 2020).

Yapılan bu derlemede, fiziksel aktivite sırasında, özellikle iskelet kasında oksijen talebinin arttığı ve çeşitli organlara kan akışında büyük bir değişikliğe neden olduğu ifade edilmiştir. Akut egzersiz sırasında meydana gelen bu fizyolojik değişiklikler, serbest radikallerin üretimini artırarak biyomoleküllerde oksidatif hasara neden olduğu bildirilmiştir. Egzersiz sırasında oksijen tüketim oranındaki artış, oksijenin azalmasına bağlı olarak daha fazla reaktif oksijen türü üretimi sağladığı belirtilmiştir. Doğru bir fiziksel aktivite programı veya rasyonel kas eğitimi, hücrenin kendisini oksidatif stres durumlarına adapte etmesi ve bunlardan koruması için yararlı moleküler mekanizmaları aktive edebilen serbest radikallerde orta ve kısa vadeli artış sağlamakla kalmadığı, aynı zamanda organizmanın immünolojik savunmasını iyileştirdiği bildirilmiştir. (Angelo ve Rosa, 2020).

2.3. Stresin büyüme üzerindeki etkisi

Stres, organizmanın maruz kaldığı olumsuz durumlara karşı verdiği cevaptır. Stresi oluşturan faktörlerine stresör denir. Sıcaklık, gürültü, lokasyon değişimi vitamin ve minerallerdeki eksiklikler, çevresel, fiziksel, psikolojik, birim alandaki yoğunluk gibi birçok faktör stresör olabilmektedir. Bu stresörler organizmanın fizyolojisini, davranışını, anatomisini, bağışıklık sistemini ve nihayetinde ekonomik verimini etkilemektedir. Birçok stresör olmasına rağmen organizmanın fizyolojisindeki değişimin kaynağının tam olarak tespit edilemediği bildirilmiştir (Yarsan ve Güleç, 2003). Bu bilgilere dayanarak aşağıda verilen çalışmalarda, hayvanların stresörlere bağlı olarak verdikleri tepkiler hakkında bilgiler verilmiştir.

Mevcut çalışmanın amacı, yaşamlarının 35 ila 42. günlerinden itibaren broyler tavuklarına uygulanan 2 farklı ısı stresörünün (günde 31 ± 1 ve 36 ± 1 °C/10 saat) kortikosteron serum seviyeleri, performans parametreleri, bağırsak histolojisi ve peritoneal makrofaj aktivitesi üzerindeki etkilerini tanımlamak ve elde edilen verileri nöroimmün bir perspektif altında ilişkilendirmek ve tartışmak olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada, ısı stresinin (31 ± 1 ve 36 ± 1 °C) kortikosteron serum seviyelerini artırdığı, canlı ağırlık kazancını ve gıda alımını azalttığı gösterilmiştir. Bununla birlikte, sadece 36 ± 1 °C'ye maruz kalan tavuklar, yemden yararlanmada bir düşüş ve artan ölüm oranı sergilemiştir. Son olarak, tavukların performansı ve bağışıklık fonksiyonu üzerinde gözlenen olumsuz etkilerden ve ayrıca bağırsak mukozasındaki değişikliklerden stres kaynaklı hipotalamik-hipofiz-adrenal eksen aktivasyonu sorumlu tutulmuştur (Quinteiro-Filho ve ark., 2010).

Çalışmada, akut sıcağa maruz kalmanın metabolik özellikleri etkilediğini ve kanatlılarda iskelet kasında oksidatif hasara neden olduğu belirtilmiştir. Bunu ele almak için, mevcut çalışmayı döngüsel (32 ila 24 ila 32 °C: 32 °C 8 saat/gün, 32-24-32 YS) ve sabit (32 ve 34 °C, 32 YS ve sırasıyla 34 YS) şeklinde 4 haftalık erkek broyler tavukların iskelet kasında metabolik ve peroksit durumu yüksek sıcaklığa (YS) maruz bırakılmış. Özellikle 32YS ve 34YS gruplarındaki ısı stresi, yem alımını ve büyümesini düşürürken, döngüsel yüksek sıcaklık, performans açısından daha az şiddetli bir stres tepkisine yol açtığı belirtilmiştir. İskelet kasında malondialdehit (MDA) seviyeleri sabit ısı ile artırıldı ($p<0.05$); artış derecesi, önceki “akut” ısı stresi modelinde gözlemlenen değişiklikler kadar büyük olmadığı belirtilmiştir. Bu sonuçlar, kronik sıcaklığa maruz kalmanın, etlik piliçlerin iskelet kaslarında metabolik oksidasyon kapasitesini azalttığı bildirilmiştir. Nihai olarak, kronik sıcaklık stresinin büyük ölçüde oksidatif hasara neden olmadığı bildirilmiştir (Azad ve ark., 2010).

Bu çalışma, etlik piliçlerde (Cobb 500) farklı bağışıklık stres türlerinin büyüme performansı ve enerji metabolizması üzerindeki etkilerini araştırmak için yapılmıştır. 320 adet bir günlük piliçler, dört muameleden birini almak üzere rastgele atandı ($n=80$ kanatlı/grup): (1) aşılama yok, (2) geleneksel aşılama, (3) siklofosamid stres ve (4) lipopolisakkarit (LPS) stresi. Sonuçlar, bağışıklık stresinin günlük yem alımını,

ortalama günlük ağırlık artışını, plazma renin aktivitesini, serum anjiyotensin II'yi ve jejunal sindirimin amilaz aktivitesini azalttığı bildirildi ($p<0.05$). Piliçlerin vücut sıcaklığının, LPS uygulamasından sonra 16., 18. ve 20. günlerde hızla arttığı, ancak 37., 39. ve 41. günlerde azaldığı bildirilmiştir. Araştırmanın sonuçlarında, bağışıklık stresinin etlik piliçlerde enerji kullanımının olumsuz etkileyebileceği ve bunun da büyüme performansının azalmasına neden olabileceği öne sürülmüştür (Liu ve ark., 2015).

Bu derleme, ısı stresinin tavuk etinin kalitesini asit/baz durumu, oksidatif reaksiyonlar ve hormonal sekresyonlardaki değişiklikler yoluyla nasıl etkilediğine dair bilimsel kanıtları tartışmaktadır. Isı stresinin, dünyadaki kümes hayvanları endüstrisi için en önemli çevresel stres faktörlerinden biri olduğu, azalan büyüme hızı, düşük yem verimliliği, bozulmuş immünolojik tepkiler, bağırsak mikroflorasındaki değişiklikler ve et kalitesinin bozulması, akut veya kronik ısı stresinin sonuçları olduğu bildirilmiştir. Et kalitesi açısından, bu fenomeni açıklamak için 3 ana mekanizma önerilmiştir: 1) özellikle kas sıcaklığı yüksek olduğunda laktik asit birikiminde artışa neden olan glikojen dönüşümü nedeniyle kesim sırasında ve sonrasında pH'da hızlı düşüş, yüksek sarkoplazmik proteinlerin denatürasyonunu kolaylaştıran sıcaklık ve düşük pH, kasın daha düşük su tutma kapasitesi ile sonuçlandığı, 2) CO₂ sonulumu ve kandaki pH düşüşünü artıran vücut ısını dağıtmak için nefes alışının hızlanması iskelet kasında metabolik asidozu başlatır. Nefes nefese kalmadaki artış aynı zamanda yüksek kortikosteroid hormon salınımıyla da ilişkili olduğu, 3) üretilen reaktif oksijen türleri ısı stresinin, kanatlılarda oksidatif stresi artırdığını, bunun da kaslardaki sarkoplazmik kalsiyum seviyelerini düzenleyen enzimlerin yapısına ve işlevlerine zarar verebileceği bildirilmiştir. Genel olarak, kas hücrelerindeki bu değişiklikler, sürekli kas kasılmaları nedeniyle enerji tüketimini vurguladığı bildirilmiştir (Zaboli ve ark., 2019).

Bu çalışmada ısı stresine maruz kalan etlik piliçlerde, kafes yetiştirme sistemleri (KYS), talaşlı yetiştirme sistemleri (TYS) ve delikli plastik arduvaz yetiştirme sistemleri (DPAYS) dahil olmak üzere farklı yetiştirme sistemlerinin (YS) üretken performans, karkas özellikleri, kan hematolojik, biyokimyasal parametreler ve

humoral bağışıklık üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bulgular, KYS'nin tüm deney dönemlerinde (kilo alımı için altıncı hafta hariç) daha yüksek ($p<0.001$) vücut ağırlığı ve kilo artışına sahip olduğu ve ardından TYS'nin olduğu ortaya konulmuştur. DPAYS'de barındırılan kanatlılar, KYS'ye (4. ila 6. ve genel dönemler boyunca) ve TYS'ye (2.'si hariç tüm deney dönemlerinde) göre daha düşük ($p<0.001$) yem tükettiği bildirilmiştir. En iyi yemden yararlanma oranı ve Avrupa piliç endeksi değerleri kafeslerde yetiştirilen kanatlılarda gösterilmiştir. TYS'de eozinofil, lenfosit, bazofil ve monosit sayıları ve fagositik indeks ve aktivite azalmış ($p<0.05$). TYS'deki kanatlılar daha yüksek ($p<0.05$) serum kolesterol, ürik asit ve laktat dehidrojenazın yanı sıra karaciğer ve kas kolesterol içeriklerini gösterdiği bildirilmiştir. Sonuç olarak, sıcaklık stresi olan broylerlerin daha iyi büyüme performansı ve karkas özellikleri için KYS ve TYS tercih edilirken, doku kolesterolünü düşürmede KYS ve DPAYS'nin daha iyi olduğu bildirilmiştir (Abo Ghanima ve ark., 2020).

Bu çalışma, Cobb 500 ve Ross 308 broylerlerde normal ve sıcak stresi ortamlarının büyüme performansı ve seçilen fizyolojik ve immünolojik parametreler, çekal mikroflora ve et kalitesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. 1'den 21. güne kadar, ırkın canlı ağırlık artışı (CAA), yem alımı (YA) veya yemden yararlanma oranı (YYO) üzerinde etkisinin olmadığı ($p>0.05$) belirtilmiştir. Ölçülen tüm parametreler için kreatin kinaz dışında ırk×sıcaklık etkileşimi gözlenmiştir. Irktan bağımsız olarak sığağa maruz kalma, YYO (22. ila 35. günler ve 1. ila 35. günler) ve serum glikoz seviyeleri ve akut faz proteinleri artarken, YA ve CAA'yı (22. ila 35. günler ve 1. ila 35. günler), immünoglobulin Y (IgY) ve IgM'yi önemli ölçüde ($p<0.05$) azaltmış olduğu bildirilmiştir. Sıcaklıktan bağımsız olarak, Ross 308, Cobb 500'e kıyasla önemli ölçüde ($p<0.05$) toplam canlı ağırlık artışına sahip olduğu bildirilmiştir (Awad ve ark., 2020).

2.4. Fiziksel aktivitenin büyüme üzerindeki etkisi

Bu deney, etlik piliçlerde sıcaklık stresi (SS) ve stoklama yoğunluğunun (SY) büyüme performansı, göğüs eti kalitesi ve bağırsak bariyer işlevi üzerindeki etkisini araştırmak için yapılmıştır. DeneySEL uygulamalar, 2×2 faktöriyel düzenlemede iki

farklı ortam sıcaklığı (20 °C: termonötr koşullar veya 27.8 °C: IS koşulları) ve iki farklı SY (düşük: 9 kanatlı/m² ve yüksek: 18 kanatlı/m²) içermiştir. 21 günlük toplam 1 140 broyler tavuğa, beş tekrarlı 4 muameleden 1'i verilmiş. Deneyin sonunda (35 günlük yaş), numune toplamak için her bir tekerrür için iki kanatlıya ötenazi yapılmış. Bulgularda, tüm ölçümler için SS ve SY arasında hiçbir etkileşimin olmadığı bildirilmiştir. Ana etkiler için SS, etlik piliçlerin büyüme performansını düşürdüğü gözlemlenmiş ($p<0.05$). Benzer şekilde, yüksek SY de canlı ağırlık artışını ve yem alımını azalttığı müşahade edilmiştir ($p<0.05$). Sonuç olarak, SS ve yüksek SY, broyler performansını düşüren temel çevresel faktörlerdir ancak, SS ve yüksek SY'nin etkileşimli etkileri mevcut koşullar altında önemli olmadığı bildirilmiştir (Forwood, 2006).

Bu çalışma, yerleşim sıklığının çevresel faktörlere duyarlı olduğu bilinen büyüme performansı ve sindirim mikrobiyotası üzerindeki etkilerinin araştırılması amacıyla yapılmıştır. Tavuklar, 12 veya 17 civciv/m² olmak üzere 2 stok yoğunluğunda yetiştirilmiş. Büyüme performansı 1. ve 39. günler arasında kaydedilip, altlık kalite açısından 25., 31. ve 37. günlerde puanlanmış. 32. günden 39'a kadar olan dönemde, stoklama yoğunluğundaki artışın yemden yararlanma oranını (+%3.1) olumsuz etkilediği ve broylerlerin günlük CA kazanımını (-%5.5) düşürdüğü bulunmuştur ($p<0.05$). Sindirim mikrobiyotasının sindirim sisteminin fizyolojisi üzerinde etkileri olabileceğinden, stok yoğunluğundaki artışla, kanatlıların büyüme performansının azalmasında rol oynayabileceği bildirilmiştir (Guardia ve ark., 2011).

Bu çalışma, plastik tel zemin üzerinde yetiştirilen Pekin ördeklerinde stok yoğunluğunun performans, et kalitesi ve tibia gelişimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Benzer canlı ağırlığa (CA) sahip toplam 372 sağlıklı, 21 günlük erkek ördek, rastgele olarak beş (düşük), sekiz (orta) ve 11 (yüksek) kanatlı/m² stoklama yoğunluğuna tahsis edildi. Her grubun altı tekerrürü vardı. Bulgular, düşük yoğunluklu gruba kıyasla, orta ve yüksek stoklama yoğunluğunun, 42 günlük son CA'da ve ortalama günlük kazançta, Avrupa performans endeksinde ($p<0.01$) ve 45 dakika postmortemde et pH'ında ($p<0.001$) ve et su kaybında artış ($p<0.01$) gözlemlenmiş. Yüksek stok yoğunluğu, yem/kazanç oranında artışa ($p<0.001$), ancak

tibia kalsiyumunda ($p<0.01$) ve fosfor içeriğinde ($p<0.05$) bir azalmaya neden olmuştur. Et rengi, kesme kuvveti değerleri, kaval kemiği boyutu (ağırlık, uzunluk ve genişlik) ve kopma mukavemeti, stok yoğunluğundan önemli ölçüde etkilenmediği bildirilmiş. Sonuç olarak, 8 kanatlı/m²'nin üzerindeki stok yoğunluğunun büyüme performansını olumsuz etkilediği ancak, et kalitesini ve tibia gelişimini dramatik bir şekilde etkilemediği bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2018).

Bu çalışmanın ana önerisi, farklı stoklama yoğunluklarının, iki farklı zemin tipinde (odun traş talaşı, OTT veya plastik çıtalı zemin, PÇZ) yetiştirilen Pekin ördek yavrularının performans, kan ve karkas özellikleri üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi olarak belirtilmiştir. Toplam 450 adet bir günlük ördek yavrusu rastgele altı eşit deney grubuna ayrılmış. Artan stok yoğunluğu, 14 günlükken her iki zemin tipinde canlı ağırlık (CA), ağırlık kazancı (AK) ve yemden yararlanma oranı (YYO) değerlerini düşürdüğü ve yem alımını (YA) artırdığı ifade edilmiştir. 49 günlük, PÇZ tipinde yetiştirilen ördek yavrusunun daha yüksek CA ve AK'yi doğruladığı ve YYO değerlerini düşürdüğü bildirilmiştir. Ayrıca, her iki zemin tipinde artan stok yoğunluğu, göğüs, uyluk ve sol fileto yüzdelerini önemli ölçüde azaltmıştır. Bunların aksine, PÇZ sistemi üzerine yerleştirilerek yetiştirilen ördeklerin trigliseridleri (TG) düşürdüğü ve toplam kolesterol (TC) serum içeriğini arttırdığı ifade edilmiş. Ek olarak, düşük stok yoğunluklarında PÇZ ördeklerinde serum antioksidan endeksleri azaldığı belirtilmiştir. Sonuç olarak, Pekin ördeklerinin PÇZ üzerinde barındırılmasının, özellikle 3 ve 5 kanatlı/m² stok yoğunluğunda büyüme performanslarını, karkas özelliklerini, et kolesterolünü ve antioksidan durumlarını iyileştirdiği belirtilmiştir (Abo Ghanima ve ark., 2020).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde YEM modeli için kullanılacak değişkenlerin elde edilışinden bahsedildikten sonra KT-YEM'e ait genel bir bilgi verilmektedir. Ardından tezin asıl konusu olan VT-YEM modelinin algoritması, ölçme modelleri, önyükleme ve modelin değeriendirilmesiyle ilgili geniş bilgi verilmiştir. En son VT-YEM modelinin analizinde kullanılan yazılım bilgileri verilip, çalışmada kullanılan modelin analiz kriterleri paylaşılmıştır.

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan veriler 2013 yılında Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından desteklenmiş olan 12078 (Çetin ve ark., 2019) ve 13110 (Göçmen, 2014) numaralı projelerine ait biyokimya veri setlerinin bazılarının birleştirilmesinden elde edilmiştir. İki projede yetiştirilen kanatlıların yerleşim sıklıkları, ışııklandırma programı, ortam sıcaklıkları vs. tüm çevre koşulları benzerdir. Yetiştirme koşulları yaklaşık 6 kanatlı/m² olacak şekilde tasarlanmıştır. Her iki çalışmada Ross 308 ırkı etçi piliç kullanılmıştır. Hayvanların diyetlerinde kontrol grubu, büyütme faktörü (1 g/kg), antikoksidial (0.5 g/kg), kurutulmuş pelin otu (*Artemisia absinthium*) (4 doz şeklinde verilmiştir: 11.76, 23.53, 35.29 ve 47.06 g/kg), kekik bitkisi (*Thymus vulgaris*) (4 doz şeklinde verilmiştir: 1.66, 3.33, 4.99 ve 6.66 g/kg) kullanılmıştır.

Bu tez kapsamında kullanılan değişkenlere ait biyokimya analizleri Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi biyokimya laboratuvarında yapılmıştır. Projelerde birçok biyokimya analizi yapılmasına rağmen mevcut çalışma için toplam 8 ölçüm ve her ölçüme (değişkene) ait 96 veri kullanılmıştır. Bunlar, toplam kolesterol (TK), yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL), toplam peroksit (TPE), toplam oksidan (TOS), toplam antioksidan (TAS), kalsiyum (Ca) ve toplam proteindir (TPR).

3.2. Yöntem

3.2.1. Yapısal Eşitlik Modellemesi

Bu çalışmada Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM) (Structural Equation Modeling-SEM) kullanılmıştır. YEM birçok değişken arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışan istatistiksel modellerin bir ailesidir (Şen, 2020). YEM, bir dizi çoklu regresyon denklemine benzer şekilde, bir dizi denklemde ifade edilen nedensel ilişkilerin yapısını inceler. Bu denklemler ise, yapılar bağımlı (endojen veya içsel), bağımsız (egzojen veya dışsal) değişkenler ve analize dahil olan değişkenler arasındaki tüm ilişkileri gösterir. En önemlisi, bu teorik yapı hangi değişkenlerin ve yapıların birbiriyle muhtemel ilişkisinin olmayacağını belirtir. Yapılar, doğrudan gözlemlenemeyen veya birden çok değişkenle temsil edilen gizil faktörler veya örtük değişkenlerdir. Her çok değişkenli teknik bağımlılık ya da karşılıklı bağımlılık tekniği olarak sınıflandırılmaktadır (Hair ve ark., 2018). YEM ise her iki teknik türünün benzersiz bir kombinasyonu olarak düşünülebilir, çünkü YEM'in temelinde faktör analizi ve çoklu regresyon analizi olmak üzere iki bilinen çok değişkenli teknik vardır (Hair ve ark., 2018; Kline, 2016; Şen, 2020).

YEM analizinin amacı, teorik model ile örneklem verilerinin ne kadar uyumluğunu belirlemektir. Örneklem verileri ile teorik model uyumluysa farklı ve daha karmaşık teorik modeller oluşturulabilir. Örneklem verileri ile teorik model yeterli düzeyde uyumlu değilse, asıl model modifiye ve test edilebilir. Sonuç olarak YEM, yapılar arasındaki karmaşık ilişkiler hakkındaki anlayışımızı ilerletmek için bilimsel hipotez testi yöntemini kullanarak teorik modelleri test eder.

YEM, bünyesinde path (yol analizi), çoklu regresyon, doğrulayıcı faktör analizi ile gösterge (ölçülen) değişkenler tarafından dolaylı olarak ölçülen gizil-gizil, gözlenen-gözlenen ve gizil-gözlenen değişkenler arasındaki nedensel ilişkilerin kombine analizi olarak bildirilmiştir (Çankaya, 2017; Chin, 1998; Hair ve ark., 2017). Kısaca YEM'in teorisi, gizil değişkenler arasındaki ilişkiyi gözlenen değişkenler

aracılığıyla inceleyen çok değişkenli istatistiksel metotların birleşimine dayanır (Jöreskog ve Sörbom, 1993).

YEM, path (yol analizi), doğrulayıcı faktör analizi, gizil büyüme eğrisi modeli (latent growth curve), (kovaryans tabanlı) yapısal eşitlik (regresyon) modeli (KT-YEM), (varyans tabanlı) kısmi en küçük kareler modeli (eski adıyla kompozit model) (KEKK-YEM veya VT-YEM) ve çok düzeyli modelleme gibi birçok istatistik modelin genel adıdır (Anonim, 2020b; Çankaya, 2017; Duncan ve Duncan, 2004; Karagöz, 2019).

Gözlemlenen değişkenler bağımsız ve bağımlı olarak adlandırıldığı gibi gizil değişkenlerde de sırasıyla egzogen ve endojen olarak isimlendirilir. Egzogen değişken, modeldeki diğer değişkenlerden etkilenmeyen değişkendir. Endojen değişken, modelde bulunan en az bir değişkenden etkilenen değişkendir. Yapısal eşitlik modellerinde bağımsız gizil değişkenlere egzogen değişken, bağımlı gizil değişkenlere endojen değişken, gözlemlenen değişkenlere gösterge ve doğrudan gözlemlenmeyen (veya ölçülemeyen) değişkenlere gizil değişken, örtük değişken, yapı veya faktör denir. Bu tez kapsamında gösterge ve gizil/örtük değişken terimleri kullanılacaktır. Hayvan araştırmalarıyla ilgili örnek vermek gerekirse, büyükbaş hayvancılık araştırmalarında, bir barınaktaki hayvanların bağışıklık sisteminin (egzogen) hayvanın büyüme performansını (endojen) etkilediği varsayılmaktadır; burada bağışıklık sistemi ve büyüme performansı birer gizil değişkendir. Broiler piliç araştırmalarında, hayvan refahının (egzogen) psikolojik strese (endojen) yol açtığı düşünülmektedir; burada ise hayvan refahı ve psikolojik stres birer gizil değişkendir.

Basit regresyon modelinde, bir bağımlı gözlemlenen değişkenin bir bağımsız gözlemlenen değişken tarafından tahmin edilmesiyle, çoklu regresyon modelinde ise bir bağımlı değişkenin birden fazla bağımsız değişken tarafından tahmin edilmesidir. Örneğin, bir hayvana verilen yem miktarı, meydana gelen canlı ağırlığı tahmin etmek için kullanılır: burada yem miktarı bağımsız, canlı ağırlık bağımlı değişkendir. Bir yol modeli de, çoklu bağımsız gözlenen değişkenler ve çoklu bağımlı gözlenen değişkenler gibi tamamen gözlenen değişkenlerle belirtilir. Örneğin, -büyük

baş hayvanlarda- yem miktarı, yem türü, cinsiyet, yaş (bağımsız gözlenen değişkenler) canlı ağırlık artışını, ön incik çevresini, arka incik çevresini ve cidago yüksekliğini etkiler (bağımlı gözlenen değişkenler).

Gizil değişkenler dolaylı olarak gözlemlenir veya ölçülür (Hair ve ark., 2018). Dolayısıyla testler, ölçekler, laboratuvar sonuçları vb. kullanılarak gerçekten ölçülen bir dizi gözlemlenen değişkenden çıkarılır. Bir başka deyişle gözlenen, ölçülen, müşahade edilen veya gösterge değişkenleri, gizil değişkeni veya yapıyı tanımlamak veya çıkarmak için kullanılan değişkenler kümesidir. Tarım ve hayvancılık alanından bazı örnekler verilebilir. Örneğin, herhangi bir toprak ile ilgili olarak toprak kalitesi, toprak verimliliği, toprak aşınması, erozyon-biyolojik aktivite, bitki besleme, stres gibi gizil değişkenler arasındaki ilişkiler incelenebilir. Aynı mantıkla, herhangi bir bitki açısından bitki verimi, meyve kalitesi, bitki gelişimi, bitki besleme vs. örtük değişkenler arasındaki ilişkilerin araştırılması kolaylıkla yapılabilir. Yine hayvancılık açısından, süt için kalite, tat, koku, sağlık, verim vd. faktörler arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi tarım ve hayvancılık açısından son derece anlamlı sonuçların çıkabileceği umulmaktadır. Bunların dışında, bu tez kapsamında hayvan refahı ile ilgili çalışma yapıldığı için ilerde ayrıntılı olarak değinilecektir.

3.2.1.1. Yapısal eşiklik modellerini tanımlayan simgeler

Yapısal eşiklik modelleri, bir daire (veya elips; $\bigcirc$), bir kare (veya dikdörtgen; $\square$), tek başlı bir ok ($\rightarrow$) ve çift başlı bir ok ($\leftrightarrow$) olmak üzere dört geometrik sembolün özel konfigürasyonları kullanılarak yol diyagramları üzerinde şematik olarak tasvir edilir (Schumacker ve Lomax, 2010). Kural olarak, daireler (veya elipsler) gizil faktörleri, kareler (veya dikdörtgenler) gösterge değişkenlerini, bir yönlü oklar bir değişkenin diğeri üzerindeki etkisini (regresyonu) ve çift yönlü oklar değişkenler arasındaki kovaryansları temsil eder. Sembollerin açıklamaları aşağıdaki gibidir:

$\square \rightarrow \bigcirc$: Gözlenen bir değişkenin gizil bir değişkene (örtük veya faktöre) olan regresyonu için yol katsayısı (biçimlendirici mod).

$\bigcirc \rightarrow \square$: Gizil bir değişkenin gözlenen bir değişkene (örtük veya faktöre) olan regresyonu için yol katsayısı (yansıtıcı mod).

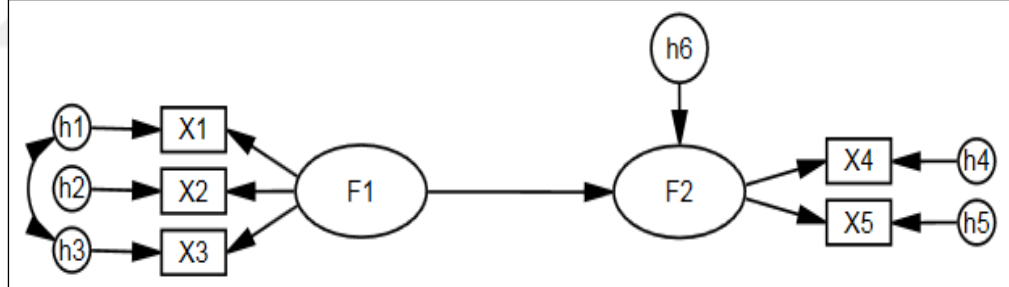
$\bigcirc \rightarrow \bigcirc$: Gizil bir değişkenin başka bir gizil değişkene olan regresyonu için yol katsayısı.

$\rightarrow \square$: Gözlemlenen bir değişkenle ilişkili ölçme hatası

$\rightarrow \bigcirc$: Örtük bir değişkenle ilişkili ölçme hatası

3.2.1.2. Yol Diyagramı (Path Diagram)

Modellerin şematik gösterimleri yol diyagramları olarak adlandırılır, çünkü bunlar incelenen değişkenler arasında olduğu varsayılan ilişkilerin görsel bir tasvirini sağlar. Belirli bir YEM modelini gösteren bir yol diyagramı aslında matematiksel gösteriminin grafiksel eşdeğeridir, buradaki eşitlikler bağımlı değişkenleri açıklayıcı (bağımsız) değişkenlerle ilişkilendirir. Yukarıdaki dört sembol konfigürasyonunun belirli bir nedensel süreci nasıl temsil edebileceği gösterilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.5. Genel Yapısal Eşitlik Modeli

Bir yapısal eşitlik modelinde ilişkilerin kestirimi için iki ana yaklaşım kullanılmaktadır (Hair ve ark., 2018; Hair ve ark., 2017; Hair ve ark., 2011). Bunlardan biri en yaygın biçimde kullanılan kovaryans tabanlı yapısal eşitlik modeli (KT-YEM) (Hair, ve ark., 2017), diğeri varyans tabanlı yapısal eşitlik modelidir (VT-YEM) (Hair ve ark., 2017). Bu tez kapsamında VT-YEM üzerinde durulacaktır.

Yapısal eşitlik modelleri işlenirken sıklıkla KT-YEM metodu kullanıldığından, bu metoda ait genel bilgiler verilmesi gerekli görülmüştür. Akabinde VT-YEM ile alakalı bilgiler ayrıntılı bir şekilde işlendikten sonra bu iki metot arasındaki farklara

yer verilecektir. Bu şekilde iki metot arasındaki farklılıklar ve benzerliklerin daha iyi anlaşılacağı düşünülmektedir.

3.2.1.3. Kovaryans Tabanlı Yapısal Eşitlik Modellemesi (KT-YEM)

KT-YEM, çeşitli teorik modelleri test edebilir. Temel modeller arasında regresyon, yol analizi ve doğrulayıcı faktör analiz modelleri bulunmaktadır. Kline (2015), KT-YEM modeli için tam olarak yarısının regresyon diğer yarısının ise faktör analizi olduğunu ifade etmektedir. Bu temel modellerin işlenmesinin nedeni, yapısal eşitlik modellerinin anlaşılması için bir temel oluşturmalarıdır.

Genel olarak, ilgili teori bilgisi, çalışma alanındaki ampirik araştırmaya veya her ikisinin bir kombinasyonuna dayanarak istatistiksel bir model ortaya çıkarmaktadır. Model belirlendikten sonra, araştırmacı daha sonra modelinde gözlemlenen tüm değişkenleri içeren örneklem verisine dayanarak güvenilirliğini test eder. Bu model test prosedüründeki temel görev, varsayılan model ile örneklem verisi arasındaki uyum iyiliğini belirlemektir. Bu nedenle, varsayılan modelin yapısı örneklem verisi üzerine uygulanır. Daha sonra yapının gözlemlenen verilere ne kadar iyi uyum gösterdiğini analiz eder. Gözlemlenen veriler ve teorik model arasında tam bir uyumun olması imkansız olduğundan (simülasyon çalışmaları hariç), mutlaka ikisi arasında bir fark olacaktır, bu diferansiyel artık olarak adlandırılır (Schumacker ve Lomax, 2010).

Bu nedenle modele uyum süreci aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Veri = Model + Artık (residual)

Burada:

Veriler, örnekleme dahil olan bireylerden veya deneysel (laboratuvar) çalışmalardan elde edilmiş gözlemlenen değişkenlerin değer ölçümlerini ifade eder,

Model, gözlemlenen değişkenleri gizil değişkenlere bağlayan ve bazı modellerde bazı gizil değişkenleri birbirine bağlayan varsayılan (teorik veya hipotezi kurulmuş) yapıyı temsil eder,

Artık, varsayılan model ile gözlemlenen veriler arasındaki tutarsızlığı ifade eder.

YEM modellerinin oluşturulabilmesi için çeşitli ön şartlara ve teorik model oluşturulup uygulandıktan sonra modelin geçerli olabilmesi için uyum indeksleri şartlarının sağlanıp sağlanmadığı bilgisine ihtiyaç vardır. Çünkü YEM modellerinin mantığı, -alanyazın kıyas alınarak- teorik modelin test edilmesidir. Bunun için temel olarak (KT-YEM için) verinin kovaryans matrisi ile oluşturulan teorik modelin kovaryans matrisi karşılaştırılır. Bu iki Kovaryans matrisinin birbirine olan benzerliği uyum indeksleri sayesinde test edilir. Yani teorik modelin pratikte bir karşılığının olup olmadığı bu kıstaslarla öğrenilir. Eğer oluşturulan modelle ilgili uyum indisleri istenen aralıkta ya da limitlerde bulunmazsa model yeniden teorik olarak kurulur (Schumacker ve Lomax, 2010). Model kurulurken dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda sıralanmıştır (Karagöz, 2019; Kline, 2016; Şen, 2020):

1. Modelin Belirlenmesi
2. Modelin Tanımlanması
3. Parametre Tahmini
4. Modelin Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi
5. Model Modifikasyonları

1. Modelin Belirlenmesi

Model belirlenmesi, teorik bir model geliştirmek için mevcut tüm ilgili teori, araştırma ve bilgileri kullanmayı gerektirir (Schumacker ve Lomax, 2010). Bu nedenle, mevcut bilgiler teorik modele hangi değişkenlerin dahil edileceğine (modele hangi değişkenlerin dahil edilmeyeceği dolaylı olarak anlaşılır) ve bu değişkenlerin nasıl ilişkili olduğuna karar vermek için kullanılır. Model belirlenmesi, modelde araştırmacının ilgisini çeken her ilişkinin ve parametrenin belirlenmesini içerir.

Gerçek model, teorik modelle tutarlı değilse, teorik model yanlış tanımlanmıştır. Gerçek model ile teorik model arasındaki fark, eksiklik ve/veya herhangi bir değişken veya parametrenin dahil edilmesinden kaynaklanabilir (Schumacker ve Lomax, 2010). Örneğin, test edilen modelden önemli bir parametre atlanmış olabilir veya önemli bir değişken atlanmış olabilir. Benzer şekilde, modele önemsiz bir parametre ve/veya

önemsiz bir değişken dahil edilmiş olabilir, yani bir dahil etme hatası vardır. Önemsiz değişkenlerin hariç tutulması veya dahil edilmesi, yanlış belirlenmiş teorik modeller üretecektir (Kline, 2015). Sorun, yanlış belirlenmiş bir modelin yanlış (bias) parametre tahminleriyle, diğer bir deyişle sistematik olarak gerçek modeldekinden farklı tahminlerle sonuçlanabilmesidir. Bu yanlışlık belirleme hatası olarak bilinir. Belirleme hatası olduğunda, kişinin teorik modelinin verilere uymaması ve istatistiksel olarak kabul edilemez olarak görülmesi muhtemeldir. Model belirleme kısmı VT-YEM için de çok önemli olan ortak bir konudur (Hair ve ark., 2018).

2. Modelin Tanımlanması

Yapısal eşitlik modellemesinde, araştırmacının parametrelerin tahmininden önce tanımlama problemini çözmesi çok önemlidir. Modelde p gözlenen değişken sayısını ifade ederek serbestlik derecesinin (sd) hesaplanmasında ve dolayısıyla modelin tanımlanmasında görev alır. Burada sd şu şekilde hesaplanır (Eşitlik 3.1):

$$sd = [p * (p - 1)] / 2 - [\text{kestirilen parametre sayısı}] \quad (3.1)$$

Model tanımlama aşamasında 3 durum söz konusudur (Schumacker ve Lomax, 2010):

1. Eksik tanımlanmış ya da tanımlanmamış model: S matrisinde yeterli bilgi olmadığı için bir veya daha fazla parametre benzersiz bir şekilde belirlenemiyorsa, bir model eksik tanımlanmıştır (veya tanımlanmamıştır). Eğer $sd < 0$ yani eşitlik sayısı $<$ parametre tahmini ise model eksik tanımlanmış ya da tanımlanmamıştır. $x+y=7$ gibi bir denklem düşünülürse x ve y için sonsuz sayıda çözüm olabileceğinden model tahmini yapılamaz.
2. Tam tanımlanmış model: S matrisinde yeterli bilgi olduğundan tüm parametreler benzersiz bir şekilde belirlenir ve model tanımlanır. Eğer $sd=0$ yani eşitlik sayısı=parametre tahmini ise model tam tanımlanmıştır. $x+y=7$, $x-2y=9$ gibi bir

denklem düşünülürse x ve y için sonsuz sayıda çözüm olabileceğinden model tahmini yapılabilir.

3. Aşırı tanımlanmış model: Bir model (veya parametreleri) tahmin etmenin birden fazla yolu olduğunda model aşırı tanımlanır, çünkü S matrisinde fazlasıyla bilgi vardır. Eğer $sd > 0$ yani eşitlik sayısı $>$ parametre tahmini ise model tanımlanmıştır ve parametre tahmini yapılabilir.

Özetlenecek olursa modelin serbestlik derecesi sıfırdan küçükse model tanımlanmamıştır. Bir model eksik tanımlanırsa, parametre tahminlerine güvenilmez, yani modelin serbestlik derecesi negatiftir. Ama eğer serbestlik derecesi sıfıra eşit veya sıfırdan büyükse model tanımlanmış demektir (Hair ve ark., 2018; Şen, 2020).

3. Modelin Tahmini

Modelde belirtilen, ima edilen (teorik) matrisi Σ üreten parametrelerin her biri için, parametre değerlerinin gözlemlenen veya gösterge değişkenlerinin örneklem kovaryans matrisi olan S 'ye mümkün olduğunca yakın bir matris vereceği şekilde tahminler elde etmek istenir. Gözlenen kovaryans S matrisindeki elemanlar ile teorik kovaryans Σ matristeki elemanlar arasındaki farklar sıfıra eşit olduğunda ($S - \Sigma = 0$), o zaman $\chi^2 = 0$ yani, veriler ile model mükemmel bir uyuma sahiptir.

Kestirim işlemi, Σ ve S arasındaki farkı en aza indirmek için belirli bir uyum fonksiyonunun kullanımını gerektirir. Birkaç uyum fonksiyonu veya tahmin yöntemi mevcuttur. Tahmin yöntemlerinden ağırlıklandırılmamış veya normal en küçük kareler (ULS veya OLS), genelleştirilmiş en küçük kareler (GLS), keyfi dağılım fonksiyonu (ADF) tamamıyla ağırlıklandırılmış en küçük kareler (WLS) ve maksimum olabilirlik (ML) yöntemidir. Bilgisayar programlarında varsayılan yöntem ML yöntemidir, diğer yöntemler de isteğe bağlı seçilebilir. Bunun için her bir yöntemin bir diğerine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Örneğin, ML tahmincisi, modeldeki değişkenlerin (koşullu olarak) çok değişkenli normal dağılıma sahip olduğunu (yani, değişkenlerin ortak dağılımının normal olduğunu) varsayar. ULS yönteminin bir avantajı (ML'ye

göre) pozitif kovaryans matrisini gerektirmemesi ve bir dezavantajı ise tüm göstergelerin aynı ölçeğe sahip olmasıdır. Öte yandan, GLS, ciddi şekilde normal dağılım göstermeyen veriler için kullanılabilir. Genel manada, ML, GLS ve ULS'ye tercih edilir. Bir diğer yöntem olan ADF tahmincisinin temel avantajı, çok değişkenli normalliği gerektirmemesidir. ADF yönteminin dezavantajları ise büyük modeller için büyük örneklemelere (binlerce kişi) ihtiyaç duyması -ki bunun pratikte karşılığı olmayabilir- ve yanlış tanımlanmış modeller için aşırı iyimser uyum istatistik değerlerini sağlamasıdır. Son olarak WLS yöntemi ise, belirli bir dağılım gerektirmez, çok büyük örneklem gerektirir ve kategorik değişkenlerin analiz edilmesi için uygulanabilir (Kline, 2016). Sayılan kestirim yöntemlerinden farklı olarak Bayesci yaklaşım, sürekli ve kategorik değişkenler için kullanılmaktadır. Bayes analizi, örnekleme dağılımları hakkında daha az katı varsayımlar gerektirebilir ve bu nedenle, geleneksel YEM tahmininin iyi çalışmayabileceği durumlarda potansiyel avantajlara sahiptir. Bayesci tahmin yöntemi teorik olarak ML veya diğer klasik anlamlılık testi yaklaşımlarından temelde farklıdır. Bayes kestirimi, verilere ait parametrenin veya parametrelerin son olasılığını bulmak için dağılımla ilgili önceki bilgileri kullanır. Eğer önceki bilgiler yanlış veya yanıltıcı ise, Bayes analizi hatalı sonuçlara yol açabilir (Diaconis ve Freedman, 1986). Parametre kestirim yöntemlerinden biri kullanılarak faktör yükleri (standartlaştırılmış veya standartlaştırılmamış), faktör varyans ve kovaryansları, hatalar, bozulmalar, faktör ortalamaları gibi bazı modellere has ek parametreler tahmin edilmektedir.

Son olarak tahmin metotlarıyla ilgili, hafif ve orta derecede normal olmayan aralık ve sıralı veriler için ML tahmini, ciddi ölçüde normal olmayan aralık ve sıralı veriler için ADF, WLS veya GLS tahmini kullanılması önerilmektedir.

4. Modelin Testi

Belirli bir YEM modeli için parametre tahminleri elde edildiğinde, verilerin modele ne kadar uygun olduğu belirlenmelidir. Diğer bir ifadeyle, elde edilen örneklem verisiyle teorik model ne ölçüde desteklenmektedir? Model uyumu iki şekilde değerlendirilir. Birincisi, tüm modelin uyumuna ilişkin bazı küresel tip

omnibüs (çoklu madde) testidir. İkincisi, modeldeki bireysel parametrelerin uyumunu incelemektir (Schumacker ve Lomax, 2010).

İlk olarak YEM’de modele uygun ölçütler olarak bilinen global testler dikkate alınmalı. YEM’de tek, en güçlü uyum indeksine (ör. ANOVA’da F testi) sahip olan birçok istatistiksel prosedürün aksine, giderek daha fazla sayıda model uyum indeksi vardır. Bu ölçütlerin birçoğu, ima edilen kovaryans matrisi Σ ile örneklem kovaryans matrisi S ’nin karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Σ ve S benzerse, verilerin teorik modele uyduğu kabul edilebilir. Σ ve S oldukça farklıysa, verilerin teorik modele uymadığı söylenebilir (Howard, 2013).

İkincisi, modelin bireysel parametreleri dikkate alınmalıdır. Bireysel parametrelerin üç ana özelliği düşünülebilir. Birinci özellik, serbest bir parametrenin sıfırdan önemli ölçüde farklı olup olmadığıdır. Parametre tahminleri elde edildiğinde, her bir tahmin için standart hatalar da hesaplanır. Parametre kestiriminin tahmini standart hataya oranı, normal olarak dağıldığı varsayılan kritik bir değer olarak oluşturulabilir- yani kritik değer, parametre tahmininin, standart hatasına bölünmesine eşittir. Kritik değer, belirli bir düzeyde beklenen değeri aşarsa -örneğin, $\alpha = 0.05$, iki kuyruklu test, $t = 1.96$ bulunur- o zaman bu parametre sıfırdan önemli ölçüde farklıdır. İkinci özellik, parametre işaretinin teorik modelden bekleneni kabul edip etmediğidir. Örneğin, eğer daha fazla eğitimin daha yüksek bir gelir seviyesi sağlayacağı beklentisi varsa, pozitif işaretli bir tahmin bu beklentiyi destekleyecektir. Üçüncü özellik, parametre tahminlerinin anlamlı olması gerektiğidir- yani beklenen bir değer aralığında olmalıdır. Örneğin, varyanslar negatif değerlere sahip olmamalı ve korelasyonlar 1’i geçmemelidir. Bu nedenle, tüm serbest parametreler beklenen yönde olmalı, istatistiksel olarak sıfırdan farklı olmalı ve anlamlı şekilde yorumlanmalıdır (Hoyle, 1995).

Teorik modeli test etmek için uyum indekslerine ihtiyaç olacaktır. Bu uyum indeksleri Σ ve S arasındaki benzerliği ölçmektedir. İndeksler ve aralıkları Çizelge 3.1.’de verilmiştir (Karagöz, 2019).

Çizelge 3.1. KT-YEM için sıklıkla kullanılan uyum indeksleri çizelgesi

Uyum indeksi	Kabul edilebilir sınır	Mükemmel uyum sınırı
NFI	0.90 ve üzeri	0.95 ve üzeri
NNFI	0.90 ve üzeri	0.95 ve üzeri
IFI	0.90 ve üzeri	0.95 ve üzeri
RFI	0.90 ve üzeri	0.95 ve üzeri
CFI	0.95 ve üzeri	0.97 ve üzeri
GFI	0.85 ve üzeri	0.90 ve üzeri
AGFI	0.85 ve üzeri	0.90 ve üzeri
RMR	0.050 ve 0.080 arası	0.000 ve ≤ 0.050 arası
SRMR	0.050 ve 0.080 arası	0.000 ve ≤ 0.050 arası
REMSEA	0.050 ve 0.080 arası	0.000 ve ≤ 0.050 arası
Ki-kare/sd	Bulunan değer için p anlamlı olmamalı.	

5. Model Değişikliği (Modification)

İma edilen teorik modelin uygunluğu istenildiği kadar güçlü değilse, bir sonraki adım modeli değiştirmek ve daha sonra yeni değiştirilmiş modeli değerlendirmektir. Modelin nasıl değiştirileceğini belirlemek ve belirleme hatalarının tespiti için birtakım prosedürler vardır, böylece duyarlılık işlemi sırasında daha düzgün belirlenmiş alternatif modeller değerlendirilebilir. Genel olarak, bu prosedürler bir belirleme araştırması denilen şeyi gerçekleştirmek için kullanılır (Ingene ve Leamer, 1980).

Bir belirleme araştırmasının amacı, bir anlamda daha uygun olan ve pratik önemi ve temel anlamı olan parametreler veren bir model arayışındaki orijinal modeli değiştirmektir. Bir parametrenin, uygulayan araştırmacı için önemli bir anlamı yoksa, asla bir modele dahil edilmemelidir (Schumacker ve Lomax, 2010).

Yanlış tanımlamayı incelemenin sezgisel bir yöntemi, artık matrisi, yani gözlenen kovaryans matrisi S ile modelin ima ettiği kovaryans matrisi arasındaki farkları incelemektir. Bu değerler küçük olmalı ve bir değişken diğerinden daha büyük olmamalıdır. Büyük değerler genel olarak ciddi genel model yanlış tanımlamasını gösterirken, tek bir değişken için büyük değerler, muhtemelen yapısal modelde, sadece bu değişken için yanlış tanımlamayı gösterir (Bentler, 1989). Standart veya normalize edilmiş artıklar da incelenebilir. Teorik olarak, bunlar standartlaştırılmış z skorları gibi ele alınabilir ve bu nedenle sorunlar standartlaştırılmış artık matrisi standartlaştırılmamış artık matristen daha kolay saptanabilir.

3.2.1.4. Kovaryans Tabanlı Yapısal Eşitlik Modellemesi için Programlar

LISREL (Jöroskog ve Sörbom, 2017) programı ilk YEM yazılım programı olmasına rağmen, 1980'lerin ortalarından bu yana başka yazılım programları da geliştirildi. Bu programlar arasında AMOS (Arbuckle, 2020), EQS (Bentler ve Wu, 2012), OpenMx (Boker ve ark., 2018), Mplus (Muthén ve Muthén, 2017), Lavaan (R paketi) (Rosseel, 2012), Stata (Stata, 2019), CALIS (SAS) (Institute SAS, 2014) vs. sayılabilir.

3.2.2. Kısmi En Küçük Kareler Yapısal Eşitlik Modellemesi (KEKK-YEM)

Yapısal eşitlik modelleri (YEM) teori ve kavramların test edilme ihtiyacından ortaya çıkmıştır. Yöntemin çokça tercih edilmesinin en büyük sebeplerinden biri kavramlar arasındaki ilişkileri tahmin etmesidir. Bu bir yönüyle sözel kavramların ve sayısal değişkenlerin kombine bir şekilde değerlendirilmesi olarak da düşünülebilir. YEM modeli ilk olarak kovaryans tabanlı yaklaşım olarak ortaya çıksa da araştırmacılar varyans tabanlı yani kısmi en küçük kareler yöntemini eklemişlerdir (Ör, Fornell ve Larcker, 1981; Herman Wold, 1975, 1980). Kovaryans tabanlı yöntem, faktörlerin ortak varyansını tahmin ederken, varyans tabanlı yöntem yapılara ait toplam değişimi (varyansı) tahmin eder. Kısmi en küçük kareler yöntemi aynı zamanda “birleşik-tabanlı YEM”, “bileşen-tabanlı YEM” veya “varyans-tabanlı YEM” olarak da isimlendirilmektedir. Türkçe literatürde yeni olan bu yöntem bazı araştırmacılar tarafından İngilizce kısaltmasına sadık kalınmış veya farklı kısaltmalar kullanılmış olursa da bu tez kapsamında “Varyans Tabanlı Yapısal Eşitlik Modeli (VT-YEM)” olarak kullanılması daha uygun görülmüştür.

KEKK yöntemi, kanonik korelasyon ve temel bileşenler analizinin genişletilmiş halidir. Ayrıca KEKK yöntemi, veriden bir dizi temel bileşenin çıkarılmasında temel bileşenler analizine (TBA) benzer, ancak verilere ait bir model oluşturmak için eş zamanlı olarak birlikte kullanılması bakımından farklılık gösterir. KEKK'in TBA'ya göre avantajı, bir veri setini TBA'dan hem daha az hem de daha

ilgili boyutlarla modellemektir. Bu nedenle, KEKK'deki model daha sağlam ve kullanıcı tarafından görselleştirilmesi daha kolaydır. İlk olarak (Wold, 1975, 1982, 1985) tarafından geliştirilmiş endojen değişkenlerin belirleme katsayılarını (R^2) en üst değere çıkaran döngülü (iteratif) bir yöntemdir. Bir modelin örneklem verisini kullanarak kovaryans matrisini en iyi tahmin edip teorileri doğrulamayı amaçlayan KT-YEM tekniğinden farklı olarak VT-YEM, çoklu regresyon analizi gibi çalışır (Hair ve ark., 2011). VT-YEM keşif (exploratory) araştırmaları için önerilmektedir.

Bugüne kadar birçok çok değişkenli istatistik yöntemi geliştirilmiştir. Çok değişkenli istatistik modeller de kendi aralarında açıklayıcı/açımlayıcı (exploratory) ve doğrulayıcı (confirmatory) olmak üzere ikiye ayrılmıştır. VT-YEM ikinci nesil çok değişkenli keşfedici istatistiksel bir analiz yöntemidir (Çizelge 3.2) (Hair ve ark., 2017). Yani VT-YEM yöntemi öncelikli olarak teori geliştirme için kullanılır (J. Hair ve ark., 2017). Bu yöntem egzojen değişkenlerin endojen değişkenler üzerindeki etkisini yani açıklanan varyansını kestirir. Aynı zamanda gizil değişkenler (yapı) ile onlara ait göstergeleri (indicator) arasındaki ilişkileri de inceler.

KT-YEM sosyal bilimlerde daha popüler bir yöntem olmakla birlikte, VT-YEM son on yılda pazarlama (Hair ve ark., 2012a), stratejik yönetim (Hair ve ark., 2012b) yönetim bilgi sistemleri (Hair ve ark., 2017), insan kaynakları (Ringle ve ark., 2020), bankacılık ve finans (Avkiran ve Ringle, 2018), turizm (Ali ve ark., 2018; Nunkoo ve ark., 2020), tarımsal araştırmalar {Formatting Citation}, aile şirketleri (Hair ve ark., 2020; Sarstedt ve ark., 2014) ve hayvancılık (Drews ve ark., 2018; Krugmann ve ark., 2020) gibi çeşitli disiplinlerde büyük ilgi gördü. VT-YEM kullanımının artmasının çoğu, yöntemin, normal olmayan veriler ve oldukça karmaşık modeller gibi sosyal bilimlerde rutin olarak ortaya çıkan sorunlu modelleri ele alma becerisine dayandırılabilir (Henseler ve ark., 2009).

Çizelge 3.2. Çok değişkenli metotların değerlendirilmesi

	Esas olarak Keşfedici	Esas olarak Doğrulayıcı
Birinci jenerasyon metotlar	Kümeleme analizi	Varyans analizi
	Açıklayıcı faktör analizi	Lojistik regresyon
	Çok boyutlu ölçekleme	Çoklu regresyon
İkinci jenerasyon metotlar	VT-YEM	KT-YEM
		Doğrulayıcı faktör analizi

VT-YEM'in uygulanabilir bir metodoloji olduğu iddiası birçok alanda kabul görmektedir. Birçok araştırmacı kendi alanlarında VT-YEM kullanımını özetleyen çalışmalar yayınlamıştır. Araştırmalarda VT-YEM metodunun kullanılmasının 3 nedeni olduğu anlaşılmaktadır: veri dağılımı, örneklem boyutu ve biçimlendirici ölçme modellerinin kullanılabilmesi (Hair ve ark., 2012a; Hair ve ark., 2012b, 2019; Ringle ve ark., 2012; Ringle ve ark., 2009). Bu üç varsayım bir veri setinin analizi için önemli varsayımlardır, yani verinin parametrik veya parametrik olmayan bir yöntemle analiz edilmesine sebep olan şartlardır. Bu açıdan varsayımlar yerine getirilmediği için VT-YEM modeli de parametrik olmayan bir modeldir.

Wold (1975, 1980, 1982, 1985), yapısal eşitlik modellerinin tahmin etme metodolojisindeki farklılığı vurgulamak için KEKK'i yumuşak bir modelleme tekniği olarak tanıttı (Fornell ve Bookstein, 1982; Schneeweiss, 1991). Yumuşak modelleme, KEKK'nin, daha geleneksel çok değişkenli istatistiklerin katı varsayımlarını karşılamının zor veya imkânsız olduğu durumlarda çeşitli modelleme problemlerinin üstesinden gelmede daha fazla esneklik sergileme yeteneğini ifade eder. Bu bağlamda "yumuşak", kavramlara, modellere veya tahmin tekniklerine değil, yalnızca dağılımsal varsayımlara atfedilir (Lohmöller, 1989). Başka bir ifade ile sistemin altında yatan matematiksel ve istatistiksel prosedürler titiz ve sağlamdır (Wold, 1980), ancak matematiksel model, ölçme, dağılım veya örneklem boyutu varsayımlarını aramaması anlamında esnektir.

Ek olarak, KEKK modelleri bağlamında değerlendirmeye kılavuzluk eden iki temel ilkenin olduğuna dikkat edilmelidir. İlk olarak, veri düzeyinde tahmine dayalı modelleme, yeni verileri tahmin etmeye odaklanırken, açıklayıcı modelleme, eldeki

verileri karşılayan bir modeli belirlemeye ve tahmin etmeye odaklanır. Bu ayrım, açıklamaya karşı tahmin ile amaçlanan genellemelerle de ilgilidir. Tahmine dayalı modellemenin amacı, bir veri örnekleminde tahmin edilen model parametrelerini uygulayarak yeni vakaların çıktı değerini tahmin etmektir ve o örneklemin dışındaki münferit vakalar için tahminler üretir. Açıklayıcı modellemenin birincil amacı, örneklemden ilgili popülasyona genelleştirilebilen nedenler ve etkiler arasındaki temel nedensel ilişkiyi test etmek veya ölçmektir. İkincisi, karar verme düzeyinde, açıklayıcı modelleme makro kararlara odaklanırken, tahmine dayalı modelleme mikro kararlara odaklanır. Bu fark, ortalama bir duruma (örneğin, Ross 300 ırkı tavukların ortalama canlı ağırlığı veya Holstein ineklerinin ortalama süt verimi) bakmak için açıklayıcı modelleme gerektirir ve tahmine dayalı modelleme, vaka düzeyinde tahminlere bakar. Bu nedenle, yeterli tahmin gücüne sahip bir açıklayıcı model, yalnızca makro düzeyde kararlar almak için değil, aynı zamanda özelleştirilmiş, mikro düzeyde karar verme için de kullanılabilirliğini gösterir (Shmueli ve ark., 2016).

3.2.2.1. Kavramsal Değişkenler ve Yapılar Açısından Ölçme Modeli

Sosyal bilim araştırmacıları tarafından tündengelimli veya tümevarımlı bir araştırma yaklaşımının üstlenilmesine bakılmaksızın, teoriyi daha iyi anlama ve açıklama arayışlarının bir noktasında kavramsal değişkenler ve teorik modellerle ilgilenirler (Sarstedt ve ark., 2016). Teorik bir model, bir dizi yapısal ilişkiyi yansıtır, genellikle bir teoriyi somutlaştıran ve ilişkileri görsel olarak temsil eden kavramsal değişkenleri birbirine bağlayan bir dizi denkleme dayanır (Bollen, 2002). Teorik modellerin unsurları olarak kavramsal değişkenler, araştırmacıların araştırmalarında oluşturdukları ve ölçmeyi önerdikleri soyut kavramlar hakkında geniş fikirleri veya düşünceleri temsil eder.

Bir yapı tanımının oluşturulması aynı zamanda kavramsal değişkeni tanımlayan boyutluluğun belirlenmesini de içerir ve her boyut farklı bir yönü temsil eder (Law ve ark., 1998). Kavramsal bir değişken, iki, üç veya dört boyutlu bir yana, tek boyutlu veya çok boyutlu olarak tanımlanamaz (Bollen, 2011). Daha ziyade kavramsal değişkenin bağlama özgü tanımına ve onunla birlikte gelen ifadeye bağlıdır. Aynı kavramsal değişken, bağlamlar arasında farklı teorik soyutlama seviyelerini temsil

edebildiğinden, ilke olarak ifade sonsuz olabilir (Diamantopoulos, 2005). Dolayısıyla, bir yapı tanımı, kavramsal bir değişkenin incelendiği bağlama tabidir, öyle ki tanım bir çalışmadan diğerine değişebilir ve buna göre boyutsallık ve ilgilenilen nesne açısından farklılık gösterebilir. Son olarak, yapı tanımı ayrıca soyut, kavramsal değişkenin ölçülebilir, gözlemlenebilir büyüklüklerle nasıl ilişkili olduğunu da açıklar. Yani, yapı tanımı, bir yapının yansıtıcı mı yoksa biçimlendirici olarak mı ölçüleceğine karar vermeyi gerektiren ölçme modellerinin kavramsallaştırılmasına rehberlik eder (Sarstedt ve ark., 2016).

Soyut kavramların somutlaştırılmasıyla ilgili Pedhazur ve Schmelkin (1991) şunları aktarmışlardır:

“Sayıların nesnelerin kendisine değil, nesnelerin yönlerine atandığına dikkat edilmeli. Bu nedenle, örneğin, bir kutunun uzunluğu, genişliği, ağırlığı, hacmi, rengi vb. ölçülebilir, ancak kutunun kendisi ölçülemez. Benzer şekilde, bir çocuğun boyu, kilosu, zihinsel yeteneği, kaygısı, motivasyonu vb. ölçülebilir, ancak çocuğun kendisi ölçülemez. Ölçme, nesnelerin veya insanların yönlerine yönelik olduğunun farkına varılması, toplumsal davranış bilimlerinde ölçme, insanoğlunun benzersizliği ve büyük karmaşıklığından dolayı en iyi ihtimalle imkânsız veya anlamsız olduğuna dair ilgisiz kalıcı argümanlar oluşturur. Nesnelerin belirli bir yönü ölçüldüğünde, farklılık gösterebilecekleri diğer tüm yönler göz ardı edilir. Bu nedenle, nesnelerin ağırlığı ölçüldüğünde, diğer tüm yönlerdeki (örneğin boyut, renk, şekil) farklılıkları göz ardı edilir, çünkü bunlar muhtemelen mevcut görevle ilgisizdir. Belirli amaçlar için, yalnızca nesnelerin ağırlığı ilgili olabilir, oysa diğerleri için ek hususların dikkate alınması ve ölçülmesi gerekebilir. İnsan davranışını açıklama girişimlerinin karmaşıklık özelliği, kısmen, kişinin katılması ve ölçülmesi gereken potansiyel olarak çok sayıda niteliğin mirasındadır. Ölçmeyle ilgili olan şey, yalnızca kişinin incelemek istediği fenomenle ilgili örtük veya açık bir teori içerisinde belirlenebilir. Öyleyse ölçme, araştırılan fenomenle ilgili bir dizi değişken arasındaki ilişkiler veya işlemler hakkında bir teori anlamına gelir.”

Yapılar, bu terimin yaygın olarak kullanılan tanımlarının ima ettiği gibi farklı

bir isim altında sadece teorik kavramlar değil, kavramsal değişkenlerin istatistiksel bir modelde temsilleridir (Bollen, 2002). Daha da önemlisi, yapılar kavramsal değişkenleri mükemmel bir şekilde temsil etmezler çünkü herhangi bir kavram ve herhangi bir yapı tanımı kendisiyle ilişkili bir dereceye kadar belirsizliğe sahiptir (Gilliam ve Voss, 2013). Ayrıca, yapılar verilerden kaynaklanır ve bu nedenle verinin kendine özgü özelliklerini paylaşır, bu da onları temsil etmeyi amaçladıkları kavramlardan daha da ayırır. KT-YEM gibi faktör analitik prosedürlerinin, ölçülen değişkenleri etkileyen ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini kısmen hesaba katan şüphesiz çok sayıda küçük ortak faktörü tam olarak temsil edemeyeceği belirtilip bu tür modellerde birçok başka hata kaynağının olduğu ve en iyi ihtimalle, faktör analizi modeli, gerçek dünyadaki fenomenlerin bir tahmini olduğu bildirilmiştir (MacCallum ve ark., 2007). Bu arka plana karşı, Rigdon (2012, s. 343–344) yapıların daha ziyade “kavramla ilgili önermelerin deneysel olarak test edilmesini sağlamayı amaçlayan deneysel verilerden oluşturulan bir şey” olarak görülmesi gerektiği sonucuna varır. Yani, kavramsal değişkenlerin tüm ölçümleri, nasıl türetildiklerinden bağımsız olarak kavramsal değişkenlerin yaklaşık değerleri veya temsilcileridir. Dolayısıyla, kavramsal bir değişkenin teorik olarak doğrulandığı ve işlemsel olarak tanımlandığı nitelikten ve ölçme modeli geliştirmeyi kapsayan titizlikten bağımsız olarak, yapısal eşitlik modellerindeki herhangi bir ölçme, gizil değişkenler için yalnızca vekiller (proxies) üretir (Rigdon, 2012). Bu değerlendirme, bir enstrümanın ölçümlerini başka herhangi bir enstrümanın ölçümlerine dönüştürme şansı çok az olsa da, esasen aynı yapıyı ölçtüğünü iddia eden her türlü enstrümanın çoğalmasıyla uyumludur (Salzberger ve ark., 2016).

3.2.2.2. Dış Model (Outer Model)

Dış model, göstergelerden ve bunları ilgili faktörlere bağlayan yollardan oluşan ölçme modelidir. Hem ağırlıklar (weight-w) hem de yükler (loading-l) sırasıyla biçimlendirici ve yansıtıcı modeller için çıktıdır. Ölçme yükleri, faktörleri gösterge değişkenlerine bağlayan standartlaştırılmış yol katsayılarıdır.

Dış model yükleri, bir faktörden temsilci gösterge değişkenlerine giden yolları

temsil eden yansıtıcı modellerde odak noktasıdır. Dış model yükleri (outer model loadings), göstergenin gizil değişkeninin tanımına mutlak katkısını temsil eder. Dış model ağırlıkları (outer model weights), gösterge değişkenlerinden birleşik faktöre giden yolları temsil eden biçimlendirici modellerde odak noktasıdır ve çoklu regresyon gibi yorumlanır. Dış yükler, göstergenin karşılık gelen gizil değişken (bileşen veya birleşik) tanımına göreceli katkısını temsil eder ve basit regresyon gibi değerlendirilir.

3.2.2.2.1. Biçimlendirici Ölçme Modeli (Formative Measurement Model)

Biçimlendirici bir ölçme modelinde, göstergeler yapıyı doğrusal kombinasyonlar aracılığıyla oluşturur (Şekil 3.2.). Örneğin, bir katılımcının gösterge tarafından yakalanan özelliğe ilişkin değerlendirmesindeki bir değişiklik nedeniyle bir göstergenin değerindeki bir değişiklik, yapının değerini değiştirir. Yani, göstergelerdeki varyasyon, gizil değişkendeki varyasyondan önce gelir (Borsboom ve ark., 2003), bu, tanım gereği, biçimlendirici bir ölçme modeline sahip yapıların, göstergelerine ayrılmaz bir şekilde bağlı olduğu anlamına gelir (Diamantopoulos, 2006). Gösterge(ler) ile yapı arasındaki ilişkideki farkın yanı sıra, biçimlendirici ölçme modelleri ilişkili (korelasyonu yüksek) göstergeler gerektirmez. Bununla birlikte, pratik uygulamalarda, biçimlendirici ölçme modellerindeki göstergeler, kavramsal açıdan kullanımı yansıtıcı ölçme modelleriyle sınırlandırılması gereken güvenilirlik ve geçerlilik istatistiklerinde tatmin edici seviyeler sunarak yüksek oranda ilişkilendirilebilir (Hair ve ark., 2012b).

KEKK, yapı puanlarını oluşturmak için dış ağırlıkları net bir şekilde tahmin ettiğinden, biçimlendirici göstergeleri modellemek çok daha az sorunludur. Biçimlendirici göstergelere sahip bir yapı (ister endojen ister egzogen dışsal modellenmiş olsun), anlamlı bilgiler elde etmek için en az bir başka yapıya bağlanmalıdır çünkü KEKK tahminlerinin çoklu regresyon ağırlıkları komşu gizil değişken bloklarla örtüşmesi amaçlanmaktadır (Rigdon, 2012). Aksi takdirde, bazı yapısal bağlantılar olmadan, ağırlıklar aynı olur. Bu, ağırlıkların kendi ölçmelerini (yani, ilk temel bileşen) en üst düzeyde tahmin etmek için sadece bir tane en iyi puanı oluşturmasının amaçlandığı yansıtıcı göstergeleri modellemekten farklıdır. KEKK

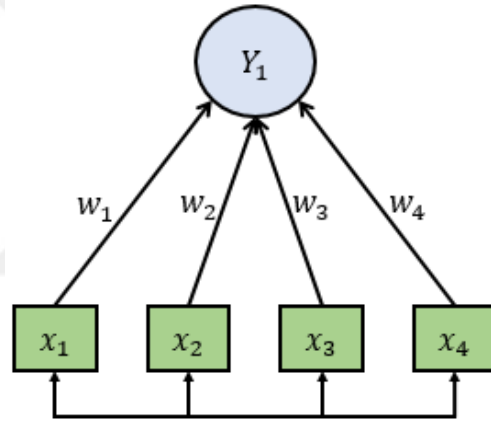
tarafından tahmin edilen tüm ağırlıkların doğası gereği biçimlendirici olduğu yönünde yanlış bir kanı olmasının muhtemel sebep, bir yapı puanı oluşturmak için ağırlıklı bir öge toplamı gerçekleştirme eyleminin bir yapı oluşturmakla aynı olduğu perspektifine dayanmaktadır. Bu tam anlamıyla teknik olarak doğru olsa da ölçmeleri inşa etmek için okların yönü, üretilen ağırlıklar üzerinde baskın bir etkiye sahip olabilir. Biçimlendirici göstergeler söz konusu olduğunda, kendi ölçümelerini tahmin etmeye vurgu yapılmaz. Bunun yerine amaç, en iyi varyasyonu veya yapı skorunu oluşturan ağırlıkları elde etmektir, böylelikle komşu yapılarla maksimum düzeyde ilişkilendirilir. Bu nedenle KEKK tabanlı biçimlendirici göstergeler, modelin yapısal kısmını maksimize etmek için içe doğru yönlendirilir.

Biçimlendirici ölçme ve istatistiksel analizde biçimlendirici ölçme modellerinin kullanımı (Hair ve ark., 2011) ile ilgili ilk çalışmalarda ima edildiği gibi (Diamantopoulos ve Winklhofer, 2001), ölçme perspektifine karar vermenin zorluklarına daha fazla katkıda bulunan, tek bir biçimlendirici ölçme modelinin olmamasıdır. Biçimlendirici ölçme modellerinde daha ziyade iki tür gösterge vardır: nedensel göstergeler ve birleşik göstergeler (Bollen ve Bauldry, 2011; Bollen, 2011). Nedensel göstergelere sahip modeller, kavramsal bir değişkenin herhangi bir tanımı altında gerçek bir değer olduğunu, ancak bunun asla tam bir doğrulukla ölçülemeyeceğini kabul eden gerçekçi bir ölçme yaklaşımı izler (örneğin, Grace ve Bollen, 2008). Bu nedenle, tüm göstergeler araştırmacının kavram tanımına uygun olması açısından göstergeler kavramsal birliğe sahip olmalıdır (Bollen ve Diamantopoulos, 2017). Alanın kapsamının genişliği, içerik alanının yeterince yakalanmasını sağlamak için son derece önemlidir: önemli göstergelerin çıkarılması, yapının temsil ettiği kavramsal değişkenin bir kısmının çıkarılması anlamına gelir (Bollen ve Lennox, 1991).

Birleşik göstergeler (composite indicators) olarak adlandırılan diğer gösterge türü, bir özellik dışında nedensel göstergelerinkine çok benzer. Nedensel göstergelerle ölçülen yapıların aksine, birleşik göstergelerle ölçülen yapıların bir hata terimi yoktur (Şekil 3.2). Bu ayrımın biçimlendirici ölçme modellerinin kavramsallaştırılması için önemli bir anlamı vardır (Henseler ve ark., 2014b) çünkü, birleşik göstergeler bir

yapıya gerçekten “neden olmaktan” ziyade katkıda bulunanlar olarak işlev görür (Bollen, 2011; Bollen ve Bauldry, 2011). Doğrusal kombinasyonlar aracılığıyla yapıyı tam olarak temsil eden kompoziti oluştururlar. Bu nedenle, birleşik göstergelerle ölçülen biçimlendirici bir yapının bir hata terimi yoktur (yani, yol analizinde olduğu gibi, hata terimi sıfıra sabitlenir). Nedensel göstergelerde olduğu gibi, birleşik göstergelerin hatasız olduğu varsayılır. Aşağıdaki denklem, birleşik göstergeli bir ölçme modelini gösterir. Burada Y_1 , her biri bir w_i gösterge ağırlığı ile ağırlıklandırılan x_i göstergelerinin doğrusal bir kombinasyonudur (Eşitlik 3.2) (Bollen, 2011; McDonald, 1996):

$$Y_1 = \sum_{i=1}^I w_i \cdot x_i \quad (3.2)$$



Şekil 3.6. Biçimlendirici Ölçme modeli gösterimi

Şekil 3.2’de verilen biçimlendirici ölçme modeline ait eşitlik tam olarak yazıldığında;

$$Y_1 = w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_4x_4 \quad (3.3)$$

şeklinde çoklu regresyon eşitliğinin olduğu görülecektir (Eşitlik 3.3).

Araştırmacılar sıklıkla birleşik modelleri ve nedensel gösterge modellerini eşanlamlı olarak kullansalar da (örneğin, Bollen ve Lennox, 1991), son zamanlarda birleşikleri nedensel göstergelerden ayırmaya başladıkları görülmektedir (Bollen, 2011; Bollen ve Diamantopoulos, 2017; Howell ve ark., 2013). Bu nedenle, doğaları ve uygulama alanlarıyla ilgili hala bazı belirsizlikler vardır. Örneğin, Bollen (2011)

bir hata teriminin bulunmayacağı pek çok durumun olmasının olası görünmediğini ifade etmiş ve bunun, tek boyutlu kavramı temsil eden gizil değişkenin, göstergelerinin tam olarak doğrusal bir işlevi olduğunun anlamına geldiğini ve bu durumun nadir görülen bir durum olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle örtük değişkenleri gerçekten teorik bir modelin kavramsal değişkenleri gibi ele alır (Bollen ve Bauldry, 2011; Bollen ve Diamantopoulos, 2017). Ancak, gizil değişkenleri kavramsal bir değişken için temsilciler olarak görmek daha makul ve gerçekçi görünmektedir (Rigdon, 2012) bu da birleşik ve nedensel göstergeler arasındaki kavramsal ayrımı bulanıklaştırmaktadır (Sarstedt ve ark., 2016).

Biçimlendirici ölçme modelinin altında yatan ilkeler temelde yansıtıcı türden farklıdır. VT-YEM'in biçimlendirici göstergeler kullanarak modelleri test etme becerisi disiplinler arasında önemli ölçüde dikkat çekmesine rağmen, yöntemi uygulayan birçok araştırmacı, biçimlendirici dış modelleri değerlendirirken izlenmesi gereken belirli adımları göz ardı etmektedir (Hair ve ark., 2012; Hair ve ark., 2012)

İlk olarak ve en önemlisi, araştırmacının uzman değerlendirmesi kullanarak yapı ölçütlerinin içerik geçerliliğinin değerlendirilmesi gerekir. İçerik geçerliliği, göstergelerin yapının ana yönlerini ne ölçüde yakaladığını değerlendirir. Basitçe söylemek gerekirse, önemli bir öge atlanırsa yapının doğası değişebilir (Diamantopoulos ve ark., 2008).

Biçimlendirici dış modellerin ampirik değerlendirmesi, yakınsak geçerliliğin veya bir ölçümün aynı fenomenin diğer ölçümleriyle ne ölçüde ilişkili olduğunun değerlendirilmesini gerektirir (Hair ve ark., 2017). Bu değerlendirme, biçimlendirici olarak ölçülen her yapının aynı yapının alternatif bir yansıtıcı veya tek ögeli ölçümüyle ilişkilendirildiği bir artıklık (redundancy) analizi vasıtasıyla yapılır. Artıklık analizinin, orijinal yapı ölçümleriyle aynı zamanda alternatif ölçümlere ilişkin verilerin toplanmasını gerektirdiğine dikkat etmek önemlidir.

Daha sonra, her bir yapı üzerindeki dış model göstergeleri, doğrusallık açısından test edilmelidir. Çoklu regresyonda olduğu gibi (Sarstedt ve Mooi, 2019), iki veya

daha fazla biçimlendirici gösterge arasındaki yüksek eşdoğrusallık, sonuçları ciddi şekilde saptırabilir. Daha doğrusu, biçimlendirici göstergeleri yapılarla ilişkilendiren ağırlıklar (her göstergenin yapıya katkısını temsil eden, aynı yapının diğer tüm göstergelerinin etkisini kontrol eden) tersine çevrilebilir ve artan standart hataların bir sonucu olarak bunların önemi küçümsenebilir (Hair ve ark., 2014).

Son olarak, araştırmacılar her bir biçimlendirici göstergenin önemini ve alaka düzeyini değerlendirmelidir. VT-YEM normal bir dağılım varsaymadığından, araştırmacı her gösterge ağırlığının önem seviyesini belirlemek için bootstrapping (önyükleme) rutinini uygulamalıdır. Bootstrapping, orijinal verilerden (değiştirilerek) çok sayıda alt örneklem alan ve her alt örneklem için modelleri tahmin eden bir yeniden örneklemme tekniğidir. Önyükleme neticesinde elde edilen standart hata kullanılarak, her bir parametrenin önemi t değerleri ile tespit edilebilir. Göstergelerin uygunluğunun değerlendirilmesi, yapıyı oluşturan göstergelerin göreceli katkılarını belirlemek için göstergelerin ağırlıklarının karşılaştırılmasını içerir (Hair ve ark., 2017). Belirli durumlarda (yani gösterge ağırlığı önemli olmadığında), araştırmacının ayrıca göstergenin dış modelden çıkarılıp çıkarılmayacağına karar vermek için (anlamsız) gösterge ile yapı arasındaki iki değişkenli korelasyonu (yükü) değerlendirmesi gerekir (Hair ve ark., 2017). Bununla birlikte, biçimlendirici göstergeleri modelden çıkarmak genel olarak bir istisna olmalıdır, çünkü biçimlendirici ölçme teorisi, ölçümlerin bir yapının tüm alanını tam olarak kapsamasını gerektirir. Kısacası, bir göstergeyi çıkarmak, yapının bir bölümünü çıkarmaya eşdeğerdir (Hair ve ark., 2014).

3.2.2.2.2. Yansıtıcı Ölçme Modeli (Reflective Measurement Model)

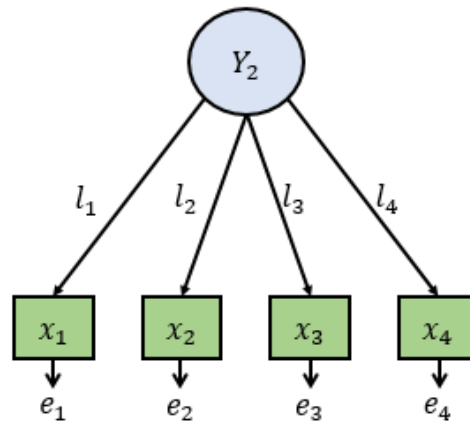
Yansıtıcı göstergeler, bir yapının kavramsal alanı içindeki tüm olası öğelerin temsili bir kümesini oluşturur (Diamantopoulos ve Winklhofer, 2001). Sonuç olarak, yansıtıcı öğeler birbirinin yerine kullanılabilir, yüksek düzeyde ilişkilidir ve yapının anlamını değiştirmeden göz ardı edilebilir. Yansıtıcı göstergeler, gösterge ve yapı arasındaki iki değişkenli korelasyonlar olan yükler aracılığıyla bir yapıya bağlıdır.

Biçimlendirici yaklaşım çoğunlukla ekonomi ve sosyolojide benimsenirken, yansıtıcı yaklaşım, psikoloji ve yönetim bilimlerinde hâkimdir. Yansıtıcı ölçme modellerine göre nedensellik, gizil yapıdan göstergeye doğru akar. Bu, bir x göstergesindeki değişikliğin, gizil yapı Y_2 'deki değişikliği yansıttığı anlamına gelir. Araştırmacılar, x 'teki varyasyon Y_2 'deki varyasyonla ilişkilendirilirse, Y_2 'yi değiştiren egzogen ölçümlerin x göstergesinde tespit edilebileceğini, yapı ve gösterge arasındaki bu ilişkinin yansıtıcı olduğunu varsayarlar.

Yansıtıcı bir ölçme modelinde göstergeler, yapıdan göstergelerine giden ilişkilerle temelde yatan bir yapının hataya açık tezahürleri olarak kabul edilir (Bollen, 1989). Gözlenen ve gözlemlenmeyen iki değişken arasındaki ilişki, genellikle aşağıdaki denklemde ifade edildiği gibi modellenir (Eşitlik 3.3):

$$x = l \cdot Y + e \quad (3.3)$$

burada x gözlemlenen gösterge değişkeni, Y gizil değişkendir. Yük (loading) l , x ve Y arasındaki ilişkinin gücünü ölçen bir regresyon katsayısıdır ve e , rastgele ölçme hatasını temsil eder.



Şekil 3.7. Yansıtıcı Ölçme Modeli

Şekil 3.3, dört gösterge x_1, x_2, x_3 ve x_4 ile ölçülen gizil değişken Y_2 , yansıtıcı bir ölçme modelinin yanı sıra yapının temsil etmeye çalıştığı kavramsal değişkeni gösterir (Rigdon, 2012). Eşitlikler yazıldığında;

$$\begin{aligned}
X_1 &= l_1 Y_2 + e_1 \\
X_2 &= l_2 Y_2 + e_2 \\
X_3 &= l_3 Y_2 + e_3 \\
X_4 &= l_4 Y_2 + e_4
\end{aligned} \tag{3.4}$$

şeklinde basit regresyon eşitliğinin olduğu görülecektir (Eşitlik 3.4).

Aynı zamanda etki göstergeleri olarak da adlandırılan yansıtıcı göstergeler, yapının kavramsal alanında bulunan tüm olası öğelerin temsili bir örneği olarak görülebilir (Nunnally ve Bernstein, 1994). Yansıtıcı bir ölçme modeli tüm öğelerin aynı yapıyı yansıtmasını gerektirdiğinden, belirli bir yapıyla ilişkili göstergeler birbirleriyle yüksek oranda ilişkilendirilmelidir (Edwards ve Bagozzi, 2000). Ek olarak, tek tek öğeler birbirinin yerine geçebilir olmalıdır ve yapı yeterli güvenilirliğe sahip olduğu sürece, herhangi bir öğe genellikle yapının anlamını değiştirmeden atılabilir (Jarvis ve ark., 2003). İlişkinin yapıdan göstergelerine doğru gitmesi gerçeğinden kaynaklı, gizil özelliğin değerlendirilmesi değişirse (örneğin, karşılaştırma standardındaki bir değişiklik nedeniyle), tüm göstergelerin aynı anda değişeceği anlamına gelir (Diamantopoulos ve Winklhofer, 2001).

Yansıtıcı dış modelleri değerlendirilirken hem güvenilirlik hem de geçerlilik doğrulanmalıdır. İlk adım, yapı ölçümlerinin iç tutarlılık güvenilirliğini değerlendirmek için birleşik güvenilirlik (composite reliability) kullanmaktır. Geleneksel olarak Cronbach α (Cronbach ve Meehl, 1955) kullanılarak değerlendirilirken, birleşik güvenilirlik en az iki nedenden ötürü daha uygun bir iç tutarlılık güvenilirliği ölçüsü sağlar. Birincisi, Cronbach α 'dan farklı olarak, birleşik güvenilirlik, popülasyondaki tüm gösterge yüklerinin eşit olduğunu varsaymaz, bu, model tahmini sırasında göstergelere bireysel güvenilirliklerine göre öncelik veren VT-YEM algoritmasının çalışma prensibiyle uyumludur. İkinci olarak, Cronbach α aynı zamanda ölçekteki madde sayısına duyarlıdır ve genellikle iç tutarlılık güvenilirliğini düşük tahmin etme eğilimindedir. VT-YEM, kompozit güvenilirliği kullanarak farklı gösterge güvenilirliklerini (yani gösterge yüklerindeki farklılıkları) barındırırken, aynı zamanda Cronbach α ile ilişkili eksik tahminlerden kaçınmaktadır

(Hair ve ark., 2014).

Yansıtıcı göstergeleri değerlendirmenin ikinci adımı, geçerliliğin değerlendirilmesidir. Geçerlilik için bir yapının yakınsak geçerliliği (convergent validity) ve ayırt edici geçerliliği (discriminant validity) incelenir (Hair ve ark., 2017). Her bir gösterge 0.70'in üzerinde dış yüklere sahip olduğunda ve çıkarılan her yapının ortalama varyansı (AVE-Average Variance Extracted) 0.50 veya daha yüksek olduğunda yakınsak geçerlilik için destek sağlanır. AVE, bir dizi göstergenin karesel yüklerinin genel ortalama değeridir (Hair ve ark., 2014) ve bir yapının ortak varyansına eşdeğerdir. Kısaca ifade etmek gerekirse, 0.50'lik bir AVE, göstergelerin ait olduğu yapının varyansının yarısından fazlasını açıkladığını gösterir. Ayırt edici geçerlilik, gizil bir yapının diğer yapılardan deneysel olarak ne ölçüde farklı olduğunu veya başka bir deyişle, yapının ölçmeyi amaçladığı şeyi ölçtüğünü temsil eder. Ayırt edici geçerliliğin varlığını değerlendirmenin bir yöntemi Fornell ve Larcker (1981) kriteridir. Bu yöntem, yapının göstergeleriyle diğer herhangi bir yapıdan daha fazla varyansı paylaştığını belirtir. Bu gereksinimi test etmek için, her yapının AVE'si herhangi bir diğer yapı ile en yüksek kare korelasyondan daha yüksek olmalıdır. Ayırt edici geçerliliğini doğrulamak için ikinci seçenek, göstergelerin çapraz yüklerini incelemektir. Genellikle daha liberal olarak kabul edilen bu yöntem (Henseler ve ark., 2009), yapısı üzerindeki her bir göstergenin yüklerinin diğer yapılar üzerindeki çapraz yüklerden daha yüksek olmasını gerektirir. Ayırt edici geçerlilik için bir diğer değerlendirme ise Heterotrait-monotrait ratio (HTMT) kriteri ile yapılır (Henseler ve ark., 2015). HTMT, aynı yapıyı ölçen göstergelerin korelasyonlarının geometrik ortalamasına göre (yani, monotrait-heterometod korelasyonları) farklı yapıları (yani heterotrait-heteromethod korelasyonları) ölçen yapılar arasındaki göstergelerin tüm korelasyonlarının ortalamasını ifade eder. Yansıtıcı ölçme modelinin değerlendirilmesinde kullanılan kriterler bir bakış açısı vermesi için burada kısaca söz edilmiştir, ileride ayrıntılı değinilecektir.

3.2.2.2.3. Yansıtıcı ve Biçimlendirici Ölçme Modelleri Arasındaki Farklar

Yukarıda ayrı ayrı olarak verilen biçimlendirici ölçme modeli ve yansıtıcı ölçme

modeli arasındaki teorik ve deneysel farklar sırasıyla Çizelge 3.3. ve Çizelge 3.4.'te verilmiştir (Coltman ve ark., 2008; Jarvis ve ark., 2003; Khan ve ark., 2016).

Çizelge 3.3. Yansıtıcı ve biçimlendirici model arasındaki teorik farklar

Teorik Düşünce		
Düşünce	Yansıtıcı model	Biçimlendirici model
1. Göstergeler ve örtük yapı arasındaki nedenselliğin yönü	Nedenselliğin yönü, yapıdan göstergelere doğrudur	Nedenselliğin yönü göstergelerden yapıya doğrudur
	Yapıdaki değişiklikler göstergelerde değişikliklere neden olurken, göstergede değişiklikler yapıda değişikliklere neden olmaz	Yapıdaki değişiklikler göstergelerde değişikliklere neden olmazken göstergelerdeki değişiklikler yapıda değişikliklere neden olur
2. Yapıların ve göstergelerin niteliği	Göstergeler yapının tezahürüdür	Göstergeler, yapının özelliklerini tanımlar
3. Yapıların ölçmek için kullanılan göstergelerin özellikleri	Göstergeler birbirinin yerine geçebilir olmalıdır	Göstergelerin birbirinin yerine kullanılmasına gerek yoktur
	Göstergeler aynı veya benzer içeriğe sahip olmalıdır	Göstergelerin aynı veya benzer içeriğe sahip olması gerekmez
	Göstergeler ortak bir temayı paylaşmalıdır	Göstergelerin ortak bir temayı paylaşması gerekmez
	Bir göstergeyi düşürmek, yapının kavramsal alanını değiştirmemelidir	Bir göstergeyi düşürmek, yapının kavramsal alanını değiştirebilir
	Göstergeler arasında yüksek korelasyon olmalıdır	Göstergeler arasında yüksek korelasyon olmamalıdır ($r < 0.75$ veya $VIF < 5$)

Çizelge 3.4. Yansıtıcı ve biçimlendirici model arasındaki deneysel farklar

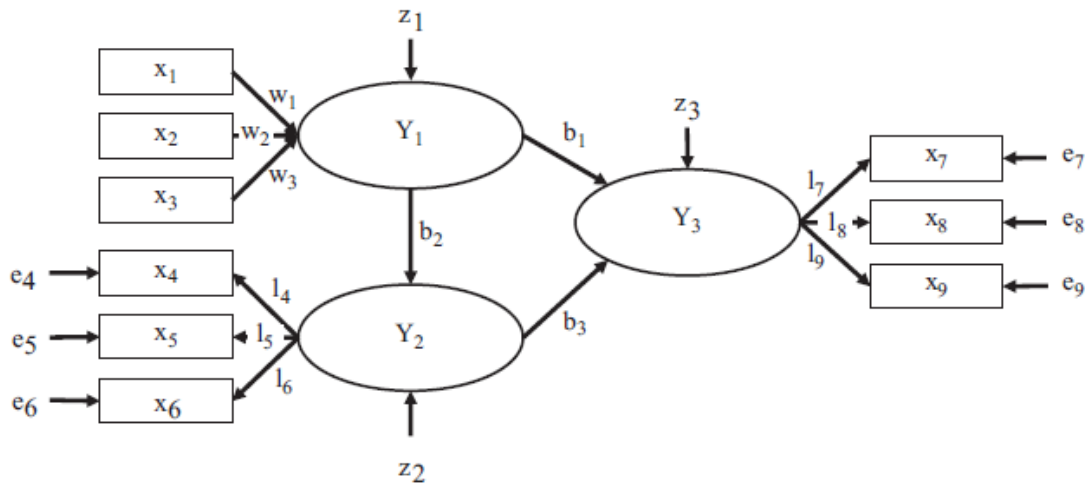
Deneysel Düşünce		
Düşünce	Yansıtıcı model	Biçimlendirici model
1. Göstergeler arasında varyasyon	Göstergelerin birbirleriyle örtüşmesi beklenir	Göstergelerin birbiriyle örtüşmesi gerekli değildir
2. Yapı göstergelerinin nomolojik ağı	Göstergeler için nomolojik ağ* farklı olmamalıdır	Göstergeler için nomolojik ağ farklı olabilir
3. Yapının öncülleri ve sonuçlarıyla gösterge ilişkileri	Göstergelerin aynı öncüllere ve sonuçlara sahip olması gerekir	Göstergelerin aynı öncüllere ve sonuçlara sahip olması gerekli değildir
4. Ölçme hatası ve doğrusallık	Ortak faktör analizi ile ölçme hatasını belirleme ve çıkarma	Biçimlendirici öğelerin tahmin edildiği gibi davranıp davranmadığını belirlemek için Tetrad (dörtlü) testini kullanma

*Nomolojik ağ (veya nomolojik geçerlilik): ölçülen şey için teorik bir çerçeve içerir, farklı varsayımsal yapılar arasında, farklı gözlemlenebilir nitelikler arasında ve varsayımsal yapılar ile gözlemlenebilir nitelikler arasındaki bağlantıları belirtir (Anonim, 2020a).

Dikkat edileceği üzere yansıtıcı ve biçimlendirici ölçme modelleri arasındaki farklar Çizelge 3.3.'te mantıksal ve yorumsal açıdan değerlendirilirken, Çizelge 3.4.'te tahmin açısından değerlendirilmektedir.

3.2.2.3. İç Model (Inner/Structural model)

İç(sel) model (inner model) veya yapısal model (structural model) endojen ve egzogen gizil yapıların bulunduğu kısımdır. Yapısal model, dış ve iç yapıların yanı sıra bunlar arasındaki ilişkilerden oluşur. Dış yapıların değerlerinin modelin dışından verileceği varsayılır. Bu nedenle, dış değişkenler modeldeki diğer yapılar tarafından açıklanmaz ve yapısal modelde dışsal yapılara işaret eden herhangi bir ok bulunmamalıdır. Buna karşılık, endojen yapılar, modeldeki diğer yapılar tarafından en azından kısmen açıklanır. Her bir endojen yapı, kendisine işaret eden yapısal modelin en az bir okuna sahip olmalıdır. Yapılar arasındaki ilişkilerin genellikle doğrusal olduğu varsayılır. Yol ilişkilerinin boyutu ve önemi, tipik olarak ampirik araştırmada izlenen bilimsel çabaların odak noktasıdır (Henseler ve ark., 2016).



Şekil 3.8. VT-YEM için genel gösterim

3.2.2.3.1. Egzojen ve Endojen Yapılar

Egzogen (exogenous) gizil değişkenler, iç modelde bağımlı değişkenlerdir. Şekil 3.4'de (Sarstedt ve ark., 2017) görüldüğü gibi bir egzogen gizil değişken aynı modelde hem endojen hem de egzogen olabilir. Bir değişkenin endojen durumu, diğer

değişkenlerin kendisini etkilediği yani kendisinin etkilendiği veya aynı zamanda başka değişkenleri etkilediği pozisyonda olabilirken, egzojen durumunda sadece etkileyen durumdadır. Bir endojen gizil değişkeni bir hataya sahiptir (Z_n). Egzojen gizil değişkeni yansıtıcı ölçme modelinde hataya sahip olmadığı gibi biçimlendirici ölçme modelinde de hataya sahip değildir. Yukarıda da değinildiği gibi kullanılan VT-YEM modelinde kompozit göstergeleri olduğu için biçimlendirici modelde göstergelerin etkilediği yapıya ait hatanın sıfır (0) olduğu kabul edilmektedir (Hair ve ark., 2017). Bununla birlikte nedensel göstergeli biçimlendirici ölçme modelinde yapıya ait bir hata değerinin olduğu varsayılmaktadır. Bu iki önemli hususa dikkat edilmesi modelin değerlendirilmesi ve raporlanması esnasında önemlidir.

3.2.2.3.2. Yol katsayıları

Bilindiği üzere yol analizi (path analysis), değişkenler arasındaki ilişkileri açıklamak, korelasyonu doğrudan ve dolaylı etkilere ayırmak için doğrusal regresyonu kullanır (Torres ve Teng, 1993). Değişkenler arasındaki ilişkileri ifade eden yol katsayıları ise, temelde standartlaştırılmış regresyon katsayıları olup işaretlerine ve mutlak boyutlarına göre değerlendirilebilir. Bağımsız değişken bir artırılırsa ve diğer tüm bağımsız değişkenler sabit kalırsa, bağımlı değişkendeki değişim olarak yorumlanmalıdır (Henseler ve ark., 2016). Dolaylı etkiler ve bunların çıkarım istatistikleri, aracılık analizi için önemlidir (Zhao ve ark., 2010) ve toplam etkiler, başarı faktörü analizi için yararlıdır (Albers, 2010). Ayrıca yol katsayısı simgesi literatürde farklı şekillerde kullanılmaktadır: P (path coefficient), β (beta) veya γ (lamda).

3.2.2.4. VT-YEM Algoritması

VT-YEM'deki model tahmini, (alternatif) en küçük kareler algoritmaları ailesine ait olan üç aşamalı bir yaklaşıma dayanır (Mateos-Aparicio, 2011). Çizelge 3.5, Lohmöller (1989) tarafından sunulan VT-YEM algoritmasını göstermektedir. Henseler vd. (2012) YEM algoritmasının aşamalarının grafik bir gösterimini sunmaktadır.

Algoritma, ön gizil değişken puanlarını oluşturduğu yani rastgele atanan bir başlatma aşamasıyla başlatılır. Bu puanları hesaplamak için algoritma, ölçme modellerindeki tüm göstergeler için tipik olarak birim ağırlıkları (yani, 1) kullanır (Hair ve ark., 2017). VT-YEM algoritmasının 1. aşaması, dört kademeli bir prosedür aracılığıyla algoritmanın orijinal sunumu ile tutarlı olan iç ağırlıkları ve gizil değişken katsayılarını yinelemeli olarak belirler (Lohmöller, 1989). Burada, iç ağırlıklar yol katsayılarına atıfta bulunurken, dış ağırlıklar ve dış yükler ölçme modellerindeki gösterge ağırlıklarına ve yüklere atıfta bulunur.

1. adım, yapısal modeldeki bitişik gizil değişkenler Y_j (bağımlı) ve Y_i (bağımsız) arasındaki iç ağırlıkları b_{ji} belirlemek için algoritmanın başlatılmasından elde edilen ilk gizil değişken puanlarını kullanır.

Literatür, iç ağırlıkları belirlemek için üç yaklaşım önermektedir (Chin, 1998; Lohmöller, 1989; Tenenhaus ve ark., 2005).

1. Centroid şeması: Y_j ve Y_i arasındaki kovaryans pozitifse iç ağırlıklar +1, bu kovaryans negatifse -1 olarak ayarlanır. İki gizil değişkenin bağlantısız olması durumunda, ağırlık 0'a ayarlanır.
2. Faktör ağırlıklandırma şeması: İç ağırlık Y_j ve Y_i arasındaki kovaryansa karşılık gelir ve gizil değişkenlerin bağlantısız olması durumunda sifıra ayarlanır.
3. Yol ağırlıklandırma şeması: İç model ilişkilerinin yönünü hesaba katar (Lohmöller, 1989). Chin (1998, s. 309), yol ağırlıklandırma şemasının “hem ideal olarak tahmin edilebilen (bir tahmin olarak) hem de sonraki bağımlı değişkenler için iyi bir öngörü olabilen bir bileşen üretmeye çalıştığını” belirtir. Sonuç olarak, yol ağırlıklandırma şeması, diğer şemalara kıyasla endojen değişkenlerde biraz daha yüksek R^2 değerlerine yol açar ve bu nedenle tercih edilmelidir. Bununla birlikte, çoğu durumda, iç ağırlık şemasının seçiminin sonuçlar üzerinde çok az etkisi vardır (Lohmöller, 1989; Noonan ve Wold, 1982).

2. adımda, içsel tahmin, bitişik gizil değişken puanlarının Y_i ağırlıklandırılmış toplamını kullanarak tüm gizil değişkenler $\tilde{Y}_j$ için vekilleri (proxies) hesaplar. Daha sonra, ölçme modellerindeki tüm göstergeler için 3. adımda, her gizil değişken $\tilde{Y}_j$ ve buna karşılık gelen göstergeler arasındaki ilişkinin gücünü gösteren yeni dış ağırlıkları hesaplar. Bunu yapmak için VT-YEM algoritması Mod A ve Mod B olarak iki farklı tahmin modu kullanır. Mod A yansıtıcı modeli, Mod B ise biçimlendirici modeli ifade eder. Mod A (yani, korelasyon ağırlıkları) kullanılırken, her gösterge ile yapı arasındaki iki değişkenli korelasyon, dış ağırlıkları belirler. Başka bir deyişle, her yük, gösterge ile bileşen puanı arasındaki korelasyonu temsil eder. Bunun aksine, Mod B (yani, regresyon ağırlıkları), her bir yapıyı ilişkili göstergeleri üzerinde gerileyerek gösterge ağırlıklarını hesaplar. Biçimlendirici göstergelerin birbirleriyle ilişkili olduğu varsayılmaz ve aynı temel olguyu ölçmezler. Bunun yerine biçimlendirici göstergeler, bağlı oldukları gizil değişkenlerin oluştuğu koşulu sağlayan neden değişkenleri olarak görülür (Chin, 1998).

Varsayılan olarak, yansıtıcı olarak belirtilen yapıların tahmini, Mod A'ya dayanır, VT-YEM ise biçimlendirici olarak belirlenmiş yapılar için Mod B'yi kullanır. Bununla birlikte, Becker vd. (2013), Mod A ve Mod B'nin bu refleks benzeri kullanımının her koşulda optimal olmadığını bildirmiştir. Örneğin, yapılar biçimlendirici olarak belirtildiğinde, Mod A tahmini, model tahmini 100'den fazla gözlemden yararlandığında ve içsel yapının R^2 değeri 0.30 veya daha yüksek olduğunda daha iyi örneklem dışı tahmin sağlar (Hair ve ark., 2017).

Çizelge 3.5, bu iki modun biçimsel temsilini ifade eder. Burada x_{k_jn} gizil değişken j 'nin ($j=1, \dots, J$) göstergesi k ($k=1, \dots, K$) ve gözlem n ($n=1, \dots, N$), $\tilde{Y}_{jn}$ 2. adımdaki iç tahminden gelen gizil değişken puanlarıdır; $\tilde{w}_{kj}$ 3. adımdaki dış ağırlıklardır; d_{jn} iki değişkenli regresyondan gelen hata terimidir ve e_{k_jn} çoklu regresyondaki hata terimidir. 3. adımdan güncellenmiş ağırlıklar ($\tilde{w}_{kj}$) ve göstergeler (x_{k_jn}), 4. adımda (dış kestirim) gizil değişken puanlarını (Y_{jn}) güncellemek için doğrusal olarak birleştirilir. VT-YEM algoritmasının başlangıç olarak standartlaştırılmış verileri kullandığını, 2. adım ve 4. adımda her zaman üretilen gizil

değişken puanlarını standartlaştırdığı unutulmamalıdır. 4. adımdan sonra yeni bir yineleme başlar. 3. adımdan elde edilen ağırlıklar bir tekrardan (iterasyondan) diğerine marjinal olarak değiştiğinde (genel olarak 1×10^{-7}) veya maksimum yineleme sayısına ulaşıldığında (genel olarak 300) algoritma sona erer (Henseler, 2010).

2. Aşama ve 3. Aşama, bir dizi sıralı en küçük kareler regresyonu için girdi olarak 1. Aşama'daki son gizil değişken puanlarını kullanır. Bu regresyonlar, nihai dış yükleri, dış ağırlıkları ve yol katsayılarının yanı sıra dolaylı ve toplam etkiler, endojen gizil değişkenlerin R^2 değerleri, gösterge ve gizil değişken korelasyonları gibi unsurları üretir (Lohmöller, 1989).

Orijinal VT-YEM algoritmasının birkaç varyasyonu vardır. Lohmöller'in (1989) genişletilmiş VT-YEM algoritması, örneğin, bir gösterge bloğuna birden fazla gizil

Çizelge 3.5. Temel VT-YEM algoritması (Lohmöller (1989), s. 29'dan uyarlanmıştır)

Başlatma	
Aşama 1:	Ağırlıkların ve gizil değişken puanlarının yinelemeli tahmini
	4. adımdan başlayarak, yakınsama elde edilene kadar # 1 ile # 4 arasındaki adımları tekrarla
1. adım	İç ağırlıklar (burada faktör ağırlıklandırma şeması kullanılarak elde edilmiştir) $V_{ij} = \begin{cases} cov(Y_j, Y_i), & \text{Eğer } Y_j \text{ ve } Y_i \text{ bitişikse} \\ 0, & \text{aksi halde} \end{cases}$
2. adım	İç kestirim $\tilde{Y}_j := \sum_i b_{ji} Y_i$
3. adım	Dış Ağırlıklar $\tilde{Y}_{jn} := \sum_{k_j} \tilde{w}_{k_j} \tilde{x}_{k_j n} + d_{jn} \quad \text{Mod A bloğunda}$ $x_{k_j n} = \tilde{w}_{k_j} \tilde{Y}_{jn} + e_{k_j n} \quad \text{Mod B bloğunda}$
4. adım	Dış kestirim $Y_{jn} := \sum_{k_j} \tilde{w}_{k_j} \tilde{x}_{k_j n}$
Aşama 2:	Dış ağırlıkların, dış yüklerin ve yol katsayılarının tahmini
Aşama 3:	Konum parametrelerinin tahmini

değişkenin atanmasına ve yapısal modeldeki yapılar arasında ortogonalite kısıtlamalarının uygulanmasına izin verir. Yakın zamanlarda, Becker ve Ismail (2016), örnekleme hatasını düzeltmek için örneklem (katmanlaştırma sonrası) ağırlıkları kullanan orijinal VT-YEM algoritmasının değiştirilmiş bir versiyonunu geliştirdi. Ağırlıklı VT-YEM yaklaşımları, örneklem ve popülasyon yapısı arasındaki uyumu sağlamak için araştırmacı tarafından tanımlanan bir ağırlık vektörünü dikkate alır (Sarstedt ve ark., 2018).

Ayrıca, Dijkstra ve Henseler (2015a, 2015b), doğrusal olmayan yapısal eşitlik modelleri için geliştirilmiş tutarlı KEKK (PLSc) yaklaşımını tanıttı (Dijkstra ve Schermelleh-Engel, 2014). PLSc, Lohmöller'in (1989) orijinal VT-YEM algoritmasının, ölçmeye yönelik ortak bir faktör modeli yaklaşımını izleyen, model tahminleri üreten değiştirilmiş bir versiyonudur. PLSc ve faktör tabanlı YEM'in ampirik bir karşılaştırması için Dijkstra ve Henseler (2015a) incelenebilir. Bununla birlikte, PLSc'nin tanıtımının, ortak faktör (yansıtıcı) modellerine odaklanması nedeniyle eleştirel olarak görülmektedir (Hair ve ark., 2017). Hair vd. (2017, s. 443): "Araştırmacıların, çok daha yaygın olarak tanınan ve onaylanmış KT-YEM (yani faktör temelli YEM) yöntemini kolayca uygulayabildiklerinde neden bu alternatif yaklaşımları VT-YEM'e kullanacakları açık değildir." VT-YEM, kendi başına tutarsız tahminler üretmez, ancak yalnızca ortak faktör modellerini tahmin etmek için kullanıldığında, tıpkı faktör tabanlı YEM gibi, birleşik modelleri tahmin etmek için kullanıldığında tutarsız tahminler üretir (Sarstedt ve ark., 2016). Dijkstra ve Henseler (2015a), standartlaştırılmamış katsayıları tahmin etmek için halihazırda var olan ancak nadiren kullanılan yeteneklere ek olarak, VT-YEM ve PLSc'nin, iki aşamalı en küçük kareler ve görünüşte ilgisiz regresyon gibi yapısal model ilişkilerinin diğer çok yönlü tahmin edicilerinin uygulanması için bir temel sağladığını iddia etmektedir. Bu uzantılar, gizil değişkenler (yinelemeli olmayan modeller olarak adlandırılır) arasındaki döngüsel ilişkilere sahip yol modellerinin analizini kolaylaştıracağı ifade edilmiştir (Sarstedt ve ark., 2017).

Diğer metodolojik ilerlemeler, örneğin, bir içsel gizil değişkenin hata terimi, kısmi bir regresyon ilişkisinde bir veya daha fazla açıklayıcı değişkenin puanları ile

ilişkilendirildiğinde meydana gelen yapısal modelde endojenitenin dikkate alınmasını kolaylaştırabilir (Hair ve ark., 2017).

3.2.2.5. Dağılımsal Varsayımlar

Birçok araştırmacı, verilerinin dağılımı parametrik faktör tabanlı YEM yaklaşımının gereksinimlerini karşılamadığı için parametrik olmayan VT-YEM yaklaşımını tercih ettiklerini belirtmektedir (do Valle ve Assaker, 2016; Hair ve ark., 2012; Nitzi, 2016). Bununla birlikte, yöntem araştırmacıları uzun zamandır VT-YEM kullanımı için bu tek gerekçenin uygunsuz olduğunu çünkü faktör tabanlı YEM'deki maksimum olasılık tahmininin normallik ihlallerine karşı sağlam olduğunu belirtmişlerdir (Chou ve ark., 1991; Olsson ve ark., 2000). Ayrıca, faktör tabanlı YEM literatürü, daha küçük örneklem boyutlarında iyi çalışan, parametre tahmini için sağlam prosedürler sunmaktadır (Lei ve Wu, 2012).

Sonuç olarak, VT-YEM kullanımının yalnızca veri dağılımı gerekçesiyle gerekçelendirilmesi yeterli değildir (Rigdon, 2016). Richter vd. (2016) araştırmacıların, analizlerinin amacı gibi daha derin nedenlerle VT-YEM yöntemini tercih etmeleri gerektiğini ifade etmektedirler: (a) VT-YEM yaklaşımı, teori ve pratikte geniş bir kapsam ve esnekliğe sahiptir, (b) KEKK yol modeli, araştırmacı ve bilgisayar arasındaki diyalog yoluyla gelişir, çünkü geçici model iyileştirmeleri (yeni bir gizli değişken, bir gösterge ve bir iç model ilişkisi veya böyle bir ögenin ihmal edilmesi gibi) kolayca ve tahmini alaka düzeyi için hızla test edilir. Tahmin odaklı analizler, karmaşık modeller ve ikincil/arşiv veya büyük veriler, VT-YEM kullanımını teşvik eder. Ayrıca, VT-YEM'in öne çıkaran nedenlerden birkaçı, biçimlendirici olarak ölçülen gizli değişkenleri temsil eden kompozitlerin kullanımı, küçük örneklem boyutlarının kullanılması, KT-YEM'i taklit ederek (PLSc yaklaşımını kullanarak) ortak faktör tabanlı YEM'in sınırlılıklarının üstesinden gelmeye çalışmasıdır (Richter ve ark., 2016). Wold (1985), gizli değişkenlere sahip büyük ve karmaşık modellerde VT-YEM'in "neredeyse rekabetsiz" olduğunu belirtmektedir. Ek olarak, ikincil ve/veya büyük veri ve VT-YEM'in yumuşak modelleme yaklaşımı oldukça örtüşmektedir (Richter ve ark., 2016): "Yumuşak modelleme, öncelikle eş zamanlı

olarak veri açısından zengin ve teori iskeleti olan araştırma bağlamları için tasarlanmıştır.” (Rigdon, 2013; Wold, 1982)

3.2.2.6. İstatistiksel güç, Model Karmaşıklığı ve Örneklem Boyutu

VT-YEM metodu kullanılırken, ortak bir faktör modeli popülasyonundan üretilen verileri tahmin edilirken bile, faktöre dayalı YEM’e kıyasla yöntemin daha yüksek istatistiksel gücünden yararlanılır (Hair ve ark., 2017). VT-YEM yönteminin daha büyük istatistiksel gücü nedeniyle, önemli olduğunda bir etkiyi anlamlı olarak tanımlama olasılığı daha yüksektir. Daha yüksek istatistiksel gücün özelliği, VT-YEM’i teorinin daha az gelişmiş olduğu ve amacın önemli (yani güçlü) etkileri ortaya çıkarmak olduğu keşif araştırma ortamları için özellikle uygun kılar (Chin, 2010). Wold’un (1980, s. 70) belirttiği gibi, “modelin kurulması evrimsel bir süreç olduğundan ok şeması genellikle geçicidir. Modelin ampirik içeriği verilerden çıkarılır ve model ile veriler arasındaki tahmin prosedürü ve araştırmacının tepkileri arasındaki etkileşimlerle model geliştirilir.”

KT-YEM ile karşılaştırıldığında, VT-YEM, karmaşık model yapıları veya daha küçük örneklem boyutları olan durumlarda daha yüksek istatistiksel güce sahiptir (Hair ve ark., 2017). Ayrıca, diğer yöntemler yakınsamadığında veya kabul edilemez sonuçlar sağladığında çözümlerin VT-YEM ile elde edilebileceği bildirilmektedir (Henseler ve ark., 2014b). Örneğin, KT-YEM’i karmaşık modellerde kullanırken, özellikle de örneklem boyutu sınırlı olduğunda sık sık sorunlarla karşılaşılır. Öte yandan, KT-YEM, biçimlendirici ölçme modelleri söz konusu olduğunda tanımlama ve yakınsama sorunlarından muzdariptir (Diamantopoulos ve Riefler, 2011).

VT-YEM, model karmaşık olduğunda küçük örneklem boyutlarıyla verimli bir şekilde çalışır (Fornell ve Bookstein, 1982; Willaby ve ark., 2015). YEM metodunun önceki çalışmaları incelendiğinde, model başına ortalama yapı sayısının, faktör tabanlı YEM (yaklaşık beş yapı; Baumgartner ve Homburg, 1996; Shah ve Goldstein, 2006) ile karşılaştırıldığında VT-YEM’de (yaklaşık sekiz yapı; Kaufmann ve Gaeckler, 2015; Ringle ve ark., 2012) açıkça daha yüksek olduğunu göstermektedir. Benzer

şekilde, yapı başına gösterge sayısı, faktör tabanlı YEM ile karşılaştırıldığında VT-YEM’de tipik olarak daha yüksektir. Bu, faktör tabanlı YEM’de χ^2 tabanlı uyum ölçütleri üzerindeki daha fazla göstergenin olumsuz etkisi düşünüldüğünde şaşırtıcı değildir (Sarstedt ve ark., 2017). Faktör tabanlı YEM’den farklı olarak, VT-YEM algoritması tüm model ilişkilerini eşzamanlı olarak hesaplamaz, bunun yerine modelin adından da anlaşılacağı gibi kısmi regresyon ilişkilerini tahmin etmek için sıralı en küçük kareler regresyonları kullanır. Sonuç olarak, her bir kısmi regresyon ilişkisi yeterli sayıda gözlemden yararlandığı sürece, model parametrelerinin toplam sayısı, örneklem boyutuna göre son derece yüksek olabilir (Sarstedt ve ark., 2017).

Bazı araştırmalar, VT-YEM’in, ortak faktör veya birleşik model verisi kullanıp kullanmadığına bakılmaksızın, diğer yöntemlerin birbirine yakınsamadığı veya kabul edilemez çözümler geliştirdiği durumlarda çözümler sağladığını göstermiştir (Henseler ve ark., 2014; Reinartz ve ark., 2009; Sarstedt ve ark., 2016). Ancak Hair vd. (2013, s.2) “bazı araştırmacılar, temel popülasyona göre son derece küçük örneklemelere güvenerek bu avantajı kötüye kullanır” ve “VT-YEM, başka hiçbir çok değişkenli analiz aracında bulunmayan özel örnekleme yetenekleri sunma konusunda hatalı bir üne sahiptir” (Marcoulides ve ark., 2009).

VT-YEM, diğer yöntemler başarısız olduğunda birçok durumda daha küçük örnekleme uygulanabilir, ancak bu tür analizlerin meşruiyeti popülasyonun büyüklüğüne ve doğasına (heterojenliğine) bağlıdır. VT-YEM dahil hiçbir istatistiksel yöntem kötü tasarlanmış bir örnekleme dengeleyemez (Sarstedt ve ark., 2018). Gerekli örneklem boyutunu belirlemek için, araştırmacılar model yapısının beklenen etki büyüklüklerini ve önem düzeyini (Marcoulides ve Chin, 2013) hesaba katan güç analizleri yapmalı ve bir dizi yol modeli takımyıldızı için güç tabloları sağlamalıdır (Sarstedt ve ark., 2017). Kock ve Hadaya (2018), VT-YEM uygulamalarında minimum örneklem boyutunu belirlemek için iki yeni yöntem önermektedir.

VT-YEM’in küçük örneklem boyutu yeteneklerine (Goodhue ve ark., 2012) çok fazla odaklanılmış olursa da, bazı araştırmalar genellikle yöntemin büyük veri miktarlarının analizi için de uygun olduğunu göz ardı etmektedir (Akter ve ark., 2017).

Örneğin, sosyal medya verilerinin analizleri tipik olarak tahmine odaklanır, çok az teorik kanıt içeren karmaşık modellere dayanır (Stieglitz ve ark., 2014) ve genellikle ölçme teorisi temelinde kapsamlı bir doğrulamadan yoksundur (Rigdon, 2013). VT-YEM'in parametrik olmayan doğası, karmaşık modelleri birçok (örneğin sekiz veya önemli ölçüde daha fazla) yapı ve göstergelerle analiz edebilme yeteneği, yüksek istatistiksel gücü, yöntemi sosyal medya analitiği ve diğer büyük ölçekli veri türlerinin analizi için değerli bir yöntem haline getirir (Sarstedt ve ark., 2017).

Örneklem boyutu, YEM'in parametre tahminleri, model uyumu ve istatistiksel güç dahil çeşitli yönlerini etkileyebilir (Shah ve Goldstein, 2006). Bununla birlikte, KT-YEM'den farklı olarak, modeller oldukça karmaşık olsa bile VT-YEM çok daha küçük örneklem boyutlarıyla kullanılabilir. Bu durumlarda, VT-YEM genellikle KT-YEM'den daha yüksek düzeyde istatistiksel güç elde eder ve daha iyi yakınsama davranışı gösterdiği bildirilmiştir (Henseler, 2010; Reinartz ve ark., 2009). Barclay vd. (1995), bir KEKK modeli için minimum örneklem boyutunun aşağıdakilerden daha büyük olması gerektiğini belirtir ve bu KEKK yönteminde on kez (ten times) kuralı olarak geçer:

- Bir yapıyı ölçmek için kullanılan en fazla sayıda göstergelere sahip biçimlendirici ölçme modeli gösterge sayısının on katı, veya
- İç modelde, bir yapıya işaret eden en fazla ok sayısının on katıdır

Bununla birlikte, yanlış anlaşılmalara VT-YEM'in genel kullanımları hakkında şüphecilğe neden olduğu için araştırmacılar bu kılavuza dikkatle yaklaşmalıdır (J. Hair ve ark., 2017). Diğer model tabanlı veri analizi tekniğinde olduğu gibi, araştırmacılar da modelin karmaşıklığı ve veri özellikleri ile ilgili olduğu için örneklem boyutunu dikkate almalıdırlar (Hair ve ark., 2011).

3.2.2.7. Uyum İndeksleri (Goodness-of-Fit index- GoF)

VT-YEM'in yerleşik bir uyum iyiliği ölçüsü yoktur (Henseler ve Sarstedt,

2013). Bazı araştırmacılar VT-YEM'in teori testi ve onaylama için kullanımının sınırlı olduğu sonucuna varmıştır (Sarstedt ve Ringle, 2020). Bununla birlikte, son araştırmalar, VT-YEM'in ilk günlerinde önerilen uyum iyiliği ölçütlerini yeniden incelemeye (Lohmöller, 1989) veya yenilerini önermeye, böylece yöntemin uygulanabilirliğini genişletmeye başlamıştır (Dijkstra ve Henseler, 2015b; Henseler ve ark., 2014).

VT-YEM bağlamında önerilen uyum iyiliği ölçütlerinin örnekleri arasında standartlaştırılmış artık kare ortalamasının karekökü (SRMR), artık kare ortalamasının karekökü kovaryansı (RMS_{θ}), normlandırılmış uyum indeksi (NFI; Bentler-Bonett indeksi olarak da bilinir), normlandırılmamış (non-norm) uyum indeksi (NNFI; Tucker-Lewis indeksi olarak da anılır) ve tam model uyum testi bulunur (Dijkstra ve Henseler, 2015b; Henseler ve ark., 2014; Lohmöller, 1989). Tenenhaus vd. (2005) tarafından önerilen uyum iyiliği kriteri olan GoF indeksinin model doğrulama için uygun olmadığını, bununla birlikte, GoF, bir KEKK yol modelinin farklı veri kümelerini ne kadar iyi açıklayabildiğini değerlendirmek için yararlı olabilir (Henseler ve Sarstedt, 2013). Ayrıca, daha karmaşık modeller için veya veri sayısının artmasıyla sistematik olarak iyileştiğinden, NFI kullanımı genellikle tavsiye edilmez (L. T. Hu ve Bentler, 1998).

VT-YEM'de uyum iyiliği ölçütlerinin kullanımına ilişkin birkaç uyarı notu önem arz etmektedir. Birincisi ve en önemlisi, literatür, ölçülen uyumun -faktör temelli YEM bağlamında anlaşıldığı üzere- KEKK için uygun bir kavram olup olmadığı konusunda şüphe uyandırmaktadır (Sarstedt ve ark., 2017). YEM (Hair ve ark., 2017; Lohmöller, 1989; Rigdon, 2012). Faktör tabanlı YEM, algoritmanın tüm model parametrelerini tahmin ettiği, ampirik kovaryans matrisi ile modelin ima ettiği kovaryans matrisi arasındaki farklılığın en aza indirildiği açıklayıcı bir modelleme perspektifini takip eder. Buna karşılık, VT-YEM algoritması, yöntemin endojen gizil değişkenlerin açıklanan varyans miktarını maksimize etmeyi amaçlamasıyla bir tahmin modelleme perspektifini takip eder. Açıklama ve tahmin, istatistiksel modelleme ve kestirimin iki farklı kavramıdır. Açıklayıcı modellemede odak, temelde yatan teorinin en doğru temsilini elde etmek için yanlılığı (bias) en aza indirmektir.

Bunun tersine, tahmine dayalı modelleme, yanlılık ve kestirim varyansının kombinasyonunu en aza indirmeyi amaçlar, bununla birlikte zaman zaman iyileştirilmiş deneysel hassasiyet için teorik doğruluğu feda eder (Shmueli, 2010). Buna bağlı olarak, büyük ölçüde yanlış tanımlanmış bir model daha üstün tahminler sağlayabilirken, doğru belirlenmiş bir model tahmin açısından son derece zayıf performans gösterebilir (Sarstedt ve ark., 2017), örneğin Shmueli (2010) çalışmasındaki ek kısmına bakılabilir.

VT-YEM kullanan araştırmacılar, modellerinin yüksek tahmin doğruluğuna sahip olmasını bekledikleri ve aynı zamanda iyi geliştirilmiş nedensel açıklamalara dayandıkları için açıklayıcı ve tahmine dayalı modelleme arasındaki bu görünen ikilemi aşarlar (Sarstedt ve ark., 2017). Gregor (2006), bu etkileşime açıklama ve tahmin teorisi olarak atıfta bulunur ve bu yaklaşımın “hem temelde yatan nedenlerin ve tahminin anlaşılmasını hem de teorik yapıların ve aralarındaki ilişkilerin tanımlanmasını ima ettiğini” belirtir. Bu bakış açısı, Jöreskog ve Wold’un (1982) yöntemi “nedensel-öngörücü” bir teknik olarak etiketleyen VT-YEM anlayışına karşılık gelir, yani yapısal teori güçlü olduğunda, yol ilişkileri nedensel olarak yorumlanabilir. Bu nedenle, uyum iyiliği ölçütlerini kullanan doğrulama, VT-YEM bağlamında da ilgilidir, ancak faktör tabanlı YEM ile karşılaştırıldığında daha azdır. Bunun yerine, araştırmacılar öncelikle modelin tahmin performansını değerlendiren kriterlere güvenmelidir (Rigdon, 2012, 2014). Örneğin, Shmueli vd. (2016), VT-YEM’in öge düzeyinde örneklem dışı tahminini değerlendirmek için yeni bir yaklaşım getirmiştir ve bu, Stone-Geisser’in KEKK yol modellerinin öngörücü alaka düzeyini ölçmek için çapraz geçerliliğini genişletmiştir (Wold, 1982).

3.2.2.8. VT-YEM Sonuçlarının Değerlendirilmesi

VT-YEM sonuçlarının değerlendirilmesinde ilk adım, ölçme modellerinin incelenmesini içerir. İlgili kriterler, yansıtıcı ve biçimlendirici yapılar için farklılık gösterir. Ölçme modelleri gerekli tüm kriterleri karşılıyorsa, yapısal modelin değerlendirilmesi gerekir (Hair ve ark., 2017). Çoğu istatistiksel yöntemde olduğu gibi, VT-YEM model sonuçlarını değerlendirmek için kılavuz görevi gören pratik

kurallara sahiptir (Chin, 1998, 2010; Götz ve ark., 2010; Henseler ve ark., 2009; Roldán ve Sánchez-Franco, 2012; Tenenhaus ve ark., 2005). VT-YEM, kendine has değerlendirme şekline sahiptir. Buna göre sırasıyla yansıtıcı ölçme modeli, biçimlendirici ölçme modeli ve yapısal modele ait kriterler aşağıda ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Yapılacak değerlendirmelerle beraber kurulan modelin tahmin gücünün değerlendirilmesi için yeni bir metot olan KEKK tahmin (PLSpredict) prosedürünün sonuçlarının da incelenmesi gerekir.

İstatistik tahmin araştırmalarında R^2 değeri, yalnızca bir modelin açıklama gücünü değerlendirir, ancak tahmin sürecine dahil edilmeyen yeni durumların değerlerini tahmin etme yeteneği anlamında örneklem dışı tahmin gücüne dair hiçbir gösterge sağlamaz (Shmueli ve ark., 2019). Bir modelin örneklem dışı tahmin gücünün değerlendirilmesi, modeli bir eğitim (analiz) örneklemini üzerinde tahmin etmeyi ve eğitim örneklemini dışındaki veriler üzerindeki tahmin performansını gösterir. Bunun için Shmueli vd. (2016), modelin bir analiz (yani eğitim) örnekleminde tahmin edilmesini ve holdout (dışarıda tutma) örneklemini olarak adlandırılan analiz örneklemini dışındaki veriler üzerindeki tahmin performansının değerlendirilmesini içeren örneklem dışı tahmin için bir dizi prosedür önermiştir. PLSpredict prosedürleri, VT-YEM’de holdout örneklem tabanlı tahminler üretir ve SmartPLS (Ringle ve ark., 2015) gibi yazılımlar, araştırmacıların kolaylıkla modeli uygulayabileceği R PLSpredict (sadece indirilebilir bir paket olan ve henüz doğrudan kurulumu olmayan PLSpredict paketi linki: <https://github.com/ISS-Analytics/pls-predict>) ve cSEM (Rademaker ve Schuberth, 2020) paketi gibi açık kaynaklı ortamlar da bir diğer seçenektir.

PLSpredict, verileri eğitim ve test verilerine rastgele ayırmak için k-katlamalı (k-fold) çapraz doğrulama kullanır ve daha sonra eğitim verileri kullanılarak elde edilen model parametresi tahminlerine dayanarak test verilerindeki ilgili değerleri tahmin eder. Çapraz doğrulama sayısı, varsayılan olarak 10’dur fakat gerek SmartPLS gerekse R paketlerinde değiştirilebilir. Varsayılan olarak, belirli bir bölünmeden kaynaklanan düzensizlikleri önlemek için prosedür 10 kez tekrarlanır (Rademaker ve

Schuberth, 2020).

Bir kat (fold), toplam örneklemin bir alt grubudur ve k, alt grupların sayısıdır. Yani, toplam veri kümesi rasgele olarak eşit boyutlu k veri alt kümesine bölünür. Örneğin, k=3 kata dayalı bir çapraz doğrulama, örneklemini eşit büyüklükte üç alt veri gruplarına) böler. Ardından PLSpredict, kalan üçüncü veri alt kümesini tahmin etmek için kullanılan k-1 alt kümelerini tek bir analiz örnekleminde birleştirir. Üçüncü veri alt kümesi, ilk çapraz doğrulama çalışması için test (holdout) örneklemdir. Bu çapraz doğrulama işlemi daha sonra üç alt kümenin her biri bir kez test örneklemini olarak kullanılmak üzere k kat (bu örnekte üç kez) tekrarlanır. Bu nedenle, her test örneklemindeki her durum, bir örneklemlerle tahmin edilen bir tahmin değerine sahiptir ve bu durumda model parametrelerini tahmin etmek için kullanılmamıştır (Shmueli ve ark., 2019).

Bir modelin yordama gücünün PLSpredict'e dayalı değerlendirilmesi için tahmin hatası miktarını nicelleştiren ortalama mutlak hata (OMH), hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE) ve ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) tahmin istatistikleri kullanılır (Hair ve ark., 2019). OMH, yönlerini (üst veya alt) dikkate almadan bir dizi tahmindeki hataların ortalama büyüklüğünü ölçer. Bu nedenle OMH, tüm bireysel farklılıkların eşit ağırlığa sahip olduğu tahminler ile gerçek gözlemler arasındaki ortalama mutlak farklardır (Eşitlik 3.5). RMSE ise, tahminler ve gerçek gözlemler arasındaki karesel farklılıkların ortalamasının karekökü olarak tanımlanır. RMSE, ortalamadan önce hataların karesini alırken, istatistik daha büyük hatalara daha büyük bir ağırlık atar, bu da özellikle büyük hatalar istenmediğinde yararlı hale gelir (Eşitlik 3.7) (Hair ve ark., 2019).

$$MEA = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (3.5)$$

$$MAPE = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \quad (3.6)$$

$$RMSE = \sqrt{\left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (3.7)$$

MAPE, tahmin hatasını bir yüzde ölçüsü cinsinden ifade ederek daha sezgisel bir yorum sunar ve bu nedenle, gözlenen değişkenlerin ölçeklemesinden bağımsızdır. Çekici olmasına rağmen, MAPE pratik kullanışlılığını kısıtlayan çeşitli sınırlamalara sahiptir. Örneğin, MAPE, sıfır değerine sahip gözlenen değişkenler için tanımlanmamıştır, çünkü bu, sıfıra bölme ile sonuçlanacaktır (Eşitlik 3.6). Bu nedenle MAPE, bileşik puanlar, genellikle sıfıra yakın olduğundan ve potansiyel tekillik sorunlarını tetiklediğinden, bileşik düzeyde tanımlanmamıştır. Ayrıca, gözlemlenen değerin üzerindeki eşit hatalar, gözlemlenen değerin altında olanlardan daha büyük bir mutlak yüzde hatası ile sonuçlanır (Makridakis, 1993; Shmueli ve ark., 2019; Tofallis, 2015).

PLSpredict sonuçları yorumlanırken, tüm endojen yapıların göstergeleri için tahmin hatalarının incelenmesinden ziyade, modelin anahtar endojen yapısı üzerinde odaklanılmalıdır. Anahtar hedef yapısı seçildiğinde, ilk olarak tahminlerin analiz örnekleminde gösterge ortalamaları olarak tanımlanan naif (veya saf) kıyaslamadan (naïve benchmark) daha iyi performans gösterip göstermediğini doğrulamak için Q^2_{tahmin} istatistiği değerlendirilmelidir (Hair ve ark., 2019). Ardından, tahmin istatistiklerinin incelemesi gerekir. Çoğu durumda, RMSE kullanılmalıdır. Tahmin hatası dağılımı iyice simetrik değilse, OMH daha uygun tahmin istatistiğidir (Shmueli ve ark., 2019). Tahmin istatistikleri, göstergelerin ölçme ölçeklerine bağlıdır ve ham değerleri çok fazla anlam taşımaz. Bu nedenle, RMSE (veya OMH) değerleri naif bir kıyaslama ile karşılaştırması gereklidir. Önerilen naif kıyaslama (PLSpredict yöntemi ile üretilir), KEKK yol modelindeki egzojen gizil değişkenlerin göstergeleri üzerinde bağımlı yapının göstergelerinin her birinin lineer bir regresyonunu çalıştırarak, göstergeler için tahminler oluşturmak üzere lineer regresyon modeli (LM) kullanır (Danks ve Ray, 2018; Hair ve ark., 2019). Shmueli vd.'ne (2019) göre, RMSE (veya OMH) değerleri LM değerleriyle karşılaştırılırken, aşağıdaki kriterler kullanılmalıdır:

- VT-YEM analizi, LM ile karşılaştırıldığında, göstergelerin tümünde RMSE (veya OMH) daha düşük tahmin hataları üretirse, bu, modelin tahmin gücünden yoksun olduğunu gösterir.

- VT-YEM analizindeki göstergelerinin azınlığı, LM'ye kıyasla daha düşük tahmin hataları üretirse, bu, modelin düşük tahmin gücüne sahip olduğunu gösterir.
- VT-YEM analizindeki göstergelerin çoğunluğu (veya aynı sayıda) LM'ye kıyasla daha küçük tahmin hataları üretirse, bu orta düzeyde bir tahmin gücüne işaret eder.
- VT-YEM analizindeki tüm göstergeler LM'ye kıyasla daha düşük RMSE (veya OMH) değerlerine sahipse, modelin tahmin gücü yüksektir.

VT-YEM'in temel dayanağı, kabul edilebilir tahmin gücüne sahip açıklayıcı modeller oluşturmaktır. VT-YEM, varsayılmış bir yol modeline yerleştirilmiş endojen yapıların açıklanan varyans miktarını maksimize ederek, tahminin üretildiği mekanizmaları açıklar. Bu özellik, VT-YEM'i tahmin amaçları için tasarlanmış çeşitli makine öğrenimi araçlarından ayırır. Çünkü makine öğrenimi, VT-YEM'in aksine, genellikle ilgilenilen değişkenler arasında teorik olarak kurulmuş nedensel ilişkiler modeline dayanmaz. Ancak VT-YEM'in tahmin yeteneklerinden faydalanılması için söz konusu modellerden örneklem içi ve örneklem dışı tahminler oluşturulmasına olanak tanıyan araçlara erişimin olması gerekir. PLSpredict prosedürü, tahmin analitiklerinden iyi bilinen bir prosedür olan k-katlamalı çapraz doğrulama işlemi bir VT-YEM çerçevesine dönüştürülerek bu ihtiyacı karşılamaktadır (Shmueli ve ark., 2016).

Son olarak, modelin açıklayıcı gücü ve tahmin gücü doğrulandıktan sonra, son adım yol katsayılarının istatistiksel anlamlılığının ve ilişki düzeyinin değerlendirilmesidir.

3.2.2.8.1. Ölçme Modellerinin Değerlendirilmesi

Bu başlık altında yansıtıcı ve biçimlendirici ölçme modellerinin nasıl değerlendirileceği anlatılmaktadır.

3.2.2.8.1.1. Yansıtıcı Ölçme Modellerinin Değerlendirilmesi

Yansıtıcı ölçme modelini değerlendirmek için birinci adım gösterge yüklerine bakmaktır. 0.708'in üzerindeki yükler, yapının, göstergenin varyansının (0.708^2) %50'sinden fazlasını açıkladığını gösterir, bu da göstergenin tatmin edici bir güvenilirlik derecesi sergilediğini gösterir. Dış yüklerin boyutu aynı zamanda yaygın olarak gösterge güvenilirliği olarak adlandırılır. Tüm dış gösterge yüklerinin en az istatistiksel olarak anlamlı olmalıdır (J. Hair ve ark., 2017). Bu adımdan sonra iç tutarlılık güvenilirliği (internal consistency reliability), yakınsak geçerlik ve ayırt edici geçerlilik kriterlerine odaklanılmalıdır.

3.2.2.8.1.1.1. İç Tutarlılık Güvenilirliği (Internal Consistency Reliability)

VT-YEM kullanılırken, iç tutarlılık güvenilirliği genellikle Jöreskog'un (1971) aşağıdaki gibi tanımlanan (standartlaştırılmış veriler için) birleşik güvenilirliği (composite reliability) ρ_c kullanılarak değerlendirilir (Eşitlik 3.8):

$$\rho_c = \frac{(\sum_{i=1}^M l_i)^2}{(\sum_{i=1}^M l_i)^2 + (\sum_{i=1}^M var(e_i))^2} \quad (3.8)$$

burada l_i , M göstergeleri ile ölçülen belirli bir yapının gösterge değişkeni i 'nin standartlaştırılmış dış yüklerini sembolize eder, e_i gösterge değişkeni i 'nin ölçme hatasıdır ve $var(e_i)$, $1 - l_i^2$ olarak tanımlanan ölçme hatasının varyansını belirtir.

Birleşik güvenilirlik 0 ile 1 arasında değişmektedir. Birleşik güvenilirlik kriteri için daha yüksek değerler, daha yüksek güvenilirlik seviyelerini gösterir. Hair ark. (2017), 0.60 ile 0.70 arasındaki değerleri “keşif araştırmasında kabul edilebilir” olduğunu belirtirken, 0.70 ile 0.95 arasındaki sonuçlar “tatmin edici ila iyi” güvenilirlik seviyelerini temsil ettiğini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, çok yüksek değerler (ör. 0.95'ten yüksek), göstergelerin neredeyse aynı ve birlikte bulunmalarının gereksiz olduğunu belirttikleri için sorunludur (Sarstedt ve ark., 2017). Bunun nedeni,

bir anketteki (hemen hemen) aynı madde soruları veya düz çizgi gibi istenmeyen yanıt örüntüleri (pattern) olabilir (Diamantopoulos ve ark., 2012).

Cronbach alfa, aynı eşikleri varsayan ancak birleşik güvenilirlikten (ρ_c) daha düşük değerler veren bir başka iç tutarlılık güvenilirliği ölçüsüdür. Cronbach α , aynı zamanda iç tutarlılık için geleneksel bir kriterdir. Bu istatistik, standartlaştırılmış biçiminde aşağıdaki gibi tanımlanır (Eşitlik 3.9):

$$Cronbach \alpha = \frac{K \cdot \bar{r}}{[1 + (K-1) \cdot \bar{r}]} \quad (3.9)$$

burada K , yapının gösterge sayısını temsil eder ve $\bar{r}$ ortalama artık olmayan (nonredundant) gösterge korelasyon katsayısıdır (yani, alt veya üst üçgen korelasyon matrisinin ortalaması).

Genel olarak, VT-YEM ile yansıtıcı ölçme modelleri tahmin edilirken ve bunun için iç tutarlılık güvenilirliği değerlendirildiğinde Cronbach alfa alt sınır, ρ_c üst sınır olarak kullanılmaktadır (Hair ve ark., 2017). Bu nedenle, iç tutarlılık güvenilirliği değerlendirmelerinde her iki ölçüt de dikkate alınmalıdır. Alternatif olarak, genellikle Cronbach alfa ile birleşik güvenilirlik ρ_c arasında bir değer üreten güvenilirlik katsayısı ρ_A da (Dijkstra ve Henseler, 2015b) değerlendirilebilir.

3.2.2.8.1.1.2. Yakınsak Geçerlilik (Convergent Validity)

Yansıtıcı ölçme modellerinin değerlendirilmesinde bir sonraki adım, bir yapının, öğelerinin ortak varyansının açıklanmasıyla yakınsak geçerliliği veya birleşme geçerliliğini ele alır. Yakınsak geçerlilik, belirli bir yapıyla ilişkili tüm öğeler tarafından açıklanan ortalama varyans (average variance extracted- AVE) ile değerlendirilir ve aynı zamanda ortak varyans (communality) olarak da adlandırılır. Başka bir deyişle, yapının yakınsak geçerliliğini değerlendirmek için kullanılan metrik, her yapıdaki tüm öğeler için çıkarılan ortalama varyanstır (AVE). AVE'yi hesaplamak için, her göstergenin bir yapı üzerindeki yükünün karesi alınmalı ve ortalama değer hesaplanır. Kabul edilebilir bir AVE 0.50 veya daha yüksek olup,

yapının öğelerinin varyansının en az yüzde 50'sini açıkladığını gösterir. AVE, bir yapıyla ilişkili her göstergenin yüklerinin karesinin ortalaması olarak hesaplanır (standartlaştırılmış veriler için) (Eşitlik 3.10):

$$AVE = \left(\frac{\sum_{i=1}^K l_i^2}{K} \right) \quad (3.10)$$

burada l_i ve K yukarıda açıklandığı gibi tanımlanır. AVE için kabul edilebilir bir eşik 0.50 veya daha yüksektir. Bireysel göstergelerle kullanılan mantığın aynısını kullanarak, 0.50 veya daha yüksek bir AVE değeri, ortalama olarak yapının göstergelerinin varyansının yarısından fazlasını açıkladığını gösterir. Tersi durumunda, 0.50'den düşük bir AVE, ortalama olarak, yapı tarafından açıklanan varyanstan daha fazla varyansın, öğelerin hatasının kaldığını gösterir. AVE değeri yansıtıcı olarak ölçülen her bir yapı için ayrı ayrı değerlendirilmelidir (Hair ve ark., 2019). Biçimlendirici ölçme yapıları için AVE kullanılmaz.

3.2.2.8.1.1.3. Ayırt Edici Geçerlilik (Discriminant Validity)

Yansıtıcı olarak ölçülen yapıların güvenilirliği ve yakınsak geçerliliğini başarıyla kurulduktan sonra, son adım yapıların ayırt edici (ayrım ya da ayrışma) geçerliliği değerlendirmektir. Bu analiz, bir yapının diğer yapılarla ne kadar ilişkili olduğunu ve göstergelerin yalnızca bu tek yapıyı ne kadar belirgin bir şekilde temsil ettiği ve deneysel olarak ilgili yapının diğer yapılardan ne ölçüde farklı olduğunu ortaya koyar (Hair ve ark., 2019).

Çapraz yükler genel anlamda göstergelerin ayırt edici geçerliliği değerlendirmek için ilk adımdır. Bir göstergenin ilişkili olduğu yapı üzerindeki dış yükü, diğer yapılar üzerindeki çapraz yüklerinin tümünden daha büyük olmalıdır. Diğer bir deyişle, ilgili göstergelerin ilişkili olduğu yapı ile en yüksek korelasyona sahip olduğunu gösterir. Çapraz yükleri değerlendirmenin ve rapor etmenin en iyi yolu, göstergeler için satırlar ve gizil değişken için sütunlar içeren bir tablodur. Son olarak, göstergelerin dış yükleri ilişkili olduğu yapıdan farklı bir yapı ile daha yüksek korelasyon oluşturması durumunda, ayırt edici geçerlilik sorununu teşkil edecektir (J. Hair ve ark., 2017).

Fornell-Larcker kriteri, ayırt edici geçerliliği değerlendirmeye yönelik ikinci yaklaşımdır. Bu kriter, AVE değerlerinin karekökünü gizil değişken korelasyonlarıyla karşılaştırır. Kriter, her yapının AVE'sinin karekökü, diğer herhangi bir yapıyla olan en yüksek korelasyonundan daha yüksek olmalıdır. Fornell-Larcker kriterinin sonuçlarını değerlendirmeye yönelik alternatif bir yaklaşım, AVE'nin başka herhangi bir yapı ile kare korelasyondan daha büyük olup olmadığını belirlemektir. Fornell-Larcker yönteminin mantığı, bir yapının ilişkili göstergeleriyle diğer herhangi bir yapıdan daha fazla varyansı paylaştığı fikrine dayanır.

Özellikle, çapraz yükler, iki yapı mükemmel bir şekilde ilişkilendirildiğinde, bu kriteri deneysel araştırma için etkisiz kılarken, ayırt edici geçerliliğin eksikliğini göstermede başarısız olur. Benzer şekilde, Fornell-Larcker kriteri, özellikle söz konusu yapıların gösterge yükleri çok az farklılık gösterdiğinde (ör, tüm gösterge yükleri 0.60 ile 0.80 arasında değiştiğinde) çok kötü performans gösterir (Hair ve ark., 2017). Gösterge yükleri daha güçlü bir şekilde değiştiğinde, Fornell-Larcker kriterinin ayırt edici geçerlilik sorunlarını tespit etme performansı iyileşir, ancak yine de genel olarak oldukça zayıftır (Voorhees ve ark., 2016). Çözüm olarak, Henseler vd. (2015), korelasyonların heterotrait-monotrait oranını (HTMT) değerlendirmeyi önermektedir.

$$\begin{aligned}
 & HTMT_{ij} \\
 &= \frac{1}{K_i K_j} \sum_{g=1}^{K_i} \sum_{h=1}^{K_j} r_{ig,jh} \quad \left. \vphantom{\sum_{g=1}^{K_i} \sum_{h=1}^{K_j} r_{ig,jh}} \right\} \begin{array}{l} \text{heterotrait-heteromethod} \\ \text{korelasyonu ortalaması} \end{array} \\
 &\div \left(\underbrace{\left(\frac{2}{K_i(K_i-1)} \cdot \sum_{g=1}^{K_i-1} \sum_{h=g+1}^{K_i} r_{ig,ih} \cdot \frac{2}{K_j(K_j-1)} \cdot \sum_{g=1}^{K_j-1} \sum_{h=g+1}^{K_j} r_{jg,jh} \right)^{\frac{1}{2}}}_{\begin{array}{l} Y_i \text{ yapısının ortalama monotrait-heterometot korelasyonunun geometrik} \\ \text{ortalaması ve } Y_j \text{ yapısının ortalama monotrait-heterometot korelasyonu} \end{array}} \right)
 \end{aligned}$$

Şekil 3.9. HTMT formülasyonu

Burada $r_{ig,jh}$, göstergelerin korelasyonlarını temsil eder. Şekil 3.6, Şekil 3.4'deki Y_2 ve Y_3 yapılarının yansıtıcı ölçme modellerinde kullanılan altı göstergenin korelasyon matrisini göstermektedir.

VT-YEM'de ayırt edici geçerliliğin değerlendirilmesi, korelasyonların heterotrait-monotrait oranının (heterotrait-monotrait ratio- HTMT) analiz edilmesini gerektirir (Henseler ve ark., 2015). HTMT kriteri, aynı yapıyı ölçen göstergelerin ortalama korelasyonlarının (geometrik) ortalamasına göre yapılar arasındaki gösterge korelasyonlarının (yani heterotrait-heterometot korelasyonlarının) ortalama değeri olarak tanımlanır. Sırasıyla Y_i ve Y_j yapılarının K_i ve K_j göstergelerine sahip HTMT formülü aşağıdaki gibi tanımlanır (Şekil 3.5):

Özellik		Y_2			Y_3		
Özellik	Metot	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
Y_2	x_4	1	monotrait-heterometot korelasyonlar		heterotrait-heterometot korelasyonlar		
	x_5	$r_{4,5}$					
	x_6	$r_{4,6}$					
Y_3	x_7	$r_{4,7}$	$r_{5,7}$	$r_{6,7}$	1	monotrait-heterometot korelasyonlar	
	x_8	$r_{4,8}$	$r_{5,8}$	$r_{6,8}$	$r_{7,8}$		
	x_9	$r_{4,9}$	$r_{5,9}$	$r_{6,9}$	$r_{7,9}$	$r_{8,9}$	1

Şekil 3.10. Korelasyon matrisi örneği

Bu nedenle, yüksek HTMT değerleri ayırt edici geçerlilik sorunlarına işaret etmektedir. Önceki araştırmalara ve simülasyon çalışması sonuçlarına dayanarak, Henseler vd. (2015), yol modeli kavramsal olarak çok benzer yapılar içeriyorsa 0.90'lık bir eşik değeri önermektedir yani, bu durumda, 0.90'ı aşan bir HTMT değeri, ayırt edici geçerliliğin olmadığını gösterir. Bununla birlikte, yol modelindeki yapılar kavramsal olarak daha farklı olduğunda, araştırmacılar 0.85'i HTMT için eşik olarak dikkate almalıdır (Henseler ve ark., 2015).

HTMT, Y_i ve Y_j yapıları arasındaki korelasyonun bir tahmini olduğu için, yorumu basittir: eğer iki yapının göstergeleri Y_i ve Y_j açıkça birden küçük bir HTMT değeri sergilediğinde, iki yapı arasındaki korelasyon büyük olasılıkla birinden farklıdır ve farklı olmalıdır. Ayırt edici geçerliliği değerlendirmek için HTMT'yi kullanmanın iki yolu vardır (Henseler ve ark., 2015): (1) bir kriter olarak veya (2) istatistiksel bir test olarak. İlk olarak, HTMT'yi bir kriter olarak kullanmak, onu önceden tanımlanmış bir eşikle karşılaştırmayı içerir ve HTMT'nin değeri bu eşikten yüksekse, ayırt edici geçerliliğin olmadığı sonucuna varılabilir (Henseler ve ark., 2015). HTMT'nin kesin eşik seviyesi tartışmalıdır; sonuçta, "bir korelasyon ne zaman bire yakın olur?" Bazı araştırmacılar 0.85'lik bir eşik önerirken (Clark ve Watson, 1995; Kline, 2016), bazıları da 0.90'lık bir değer önermektedir (Gold ve ark., 2001; Teo ve ark., 2008). Henseler vd. (2015), bu iki mutlak eşik ayırt edilmesi için $HTMT_{0.85}$ ve $HTMT_{0.90}$ notasyonlarının kullanılmasını önermektedir. İkinci olarak, HTMT, istatistiksel bir ayırt edici geçerlilik testinin temeli olarak hizmet edebilir. VT-YEM herhangi bir dağılım varsayımına dayanmadığından, HTMT istatistiğinin 1'den önemli ölçüde farklı olup olmadığını test etmek için standart parametrik anlamlılık testleri uygulanamaz. Bunun yerine, araştırmacılar, bir dağılım elde etmek için önyükleme adı verilen bir prosedüre güvenmek zorundadır. Önyükleme prosedürü, HTMT açısından sıfır hipotezini ($H_0: HTMT \geq 1$) alternatif hipoteze ($H_1: HTMT < 1$) karşı test etmek için güven aralıklarını oluşturur. Bir (1) değerini içeren bir güven aralığı (yani, H_0 kabul ise), ayırt edici geçerliliğin olmadığını gösterir. Tersine, 1 değeri aralığın dışında kalırsa, bu iki yapının ampirik olarak farklı olduğunu gösterir. Bir güven aralığı kullanan HTMT tabanlı değerlendirme, çıkarımsal istatistiklere dayandığından, özellikle çapraz yüklerin sınırlamaları ve Fornell-Larcker kriteri ışığında öncelikle bu kritere güvenilmesi gerektiği bildirilmiştir (Hair ve ark., 2017). Yansıtıcı ölçme modellerinin değerlendirilmesi ile ilgili özet Çizelge 3.6'da verilmiştir (Hair vd. 2017).

Çizelge 3.6. Yansıtıcı ölçme modellerinin değerlendirilmesi için özet temel kurallar

- İç tutarlılık güvenirliği: birleşik güvenirlik 0.70'ten yüksek olmalıdır (keşif araştırmasında 0.60 ila 0.70 kabul edilebilir). Cronbach alfa'yı alt sınır olarak ve birleşik güvenirliği üst sınır olarak düşünülür.
- Gösterge güvenirliği: Göstergenin dış yükleri 0.70'ten yüksek olmalıdır. 0.40 ile 0.70 arasında dış yüklere sahip göstergeler kaldırılırken eğer silme, birleşik güvenirlikte bir artışa ve önerilen eşik değerin üzerinde AVE'ye sebep olarsa dikkate alınmalıdır.
- Yakınsak geçerlilik: AVE 0.50'den yüksek olmalıdır.
- Ayırt edici geçerlilik:
 - VT-YEM'de ayırt edici geçerliliği değerlendirmek için HTMT kriteri kullanılır.
 - HTMT istatistiğinin güven aralığı, tüm yapı kombinasyonları için 1 değerini içermemelidir.
 - Geleneksel ayırt edici geçerliliği değerlendirme yöntemlerine göre, bir göstergenin bir yapı üzerindeki dış yükleri, diğer yapılarla olan tüm çapraz yüklerinden daha yüksek olmalıdır. Ayrıca, her yapının AVE'sinin karekökü, diğer herhangi bir yapı ile en yüksek korelasyonundan daha yüksek olmalıdır (Fornell-Larcker kriteri).

3.2.2.8.1.2. Biçimlendirici Ölçme Modellerinin Değerlendirilmesi

Yapısal modele biçimlendirici yapılar dahil edildiğinde VT-YEM tercih edilen yaklaşımdır (Hair ve ark., 2019). Biçimlendirici olarak belirlenmiş yapılar, yansıtıcı olarak ölçülen yapılardan farklı şekilde değerlendirilir. Bununla birlikte, yansıtıcı ölçme ölçekleri için istatistiksel değerlendirme kriterleri, göstergelerin yapının bağımsız nedenlerini temsil etme olasılığının yüksek olduğu ve bu nedenle mutlaka yüksek düzeyde ilişkili olmadığı biçimlendirici ölçme modellerine doğrudan aktarılamaz. Çünkü yansıtıcı ölçme modellerinde gösterge korelasyonlarının yüksek olması istenirken biçimlendirici ölçme modellerinde korelasyonun küçük (<0.75) olması istenir. Ayrıca yukarıda da bahsedildiği gibi biçimlendirici göstergelerin hatasız olduğu varsayılmaktadır, bu da iç tutarlılık güvenirliği kavramının uygun olmadığı anlamına gelmektedir (Diamantopoulos, 2006; Edwards ve Bagozzi, 2000; Hair ve ark., 2017). Biçimlendirici ölçme modelleri aşağıdakilere göre değerlendirilir: (1) yakınsak geçerlilik, (2) gösterge eşdoğrusallığı, (3) gösterge ağırlıklarının istatistiksel anlamlılığı ve ilişki düzeyi (Hair ve ark., 2017).

3.2.2.8.1.2.1. Yakınsak Geçerlilik (Convergent Validity)

Biçimlendirici olarak ölçülen yapılar için yakınsak geçerlilik, yapının aynı kavramın alternatif bir ölçüsü olan korelasyonu ile değerlendirilir. İlk olarak (Chin, 1998) tarafından önerilen prosedür, artıklık (redundancy) analizi olarak adlandırılır. Yakınsak geçerliliğinin belirlenmesi ve bu prosedürün uygulanması için ölçme araçlarına aynı kavramın alternatif yansıtıcı olarak ölçülen göstergelerini dahil etmek için araştırma tasarım aşamasında planlanmalıdır. Söz konusu yapının özünü yakalayan tek bir maddenin, kriter geçerliliğine ilişkin sınırlamalara rağmen, alternatif bir ölçüm olarak genellikle yeterli olduğu bildirilmiştir (Sarstedt ve ark., 2016). Ölçmeyi oluşturmak için genellikle tek öğeleri kullanmaktan kaçınılması gerektiği unutulmamalıdır. Tekil maddeler (single-item), çok maddeli ölçeklere kıyasla önemli ölçüde daha düşük öngörü geçerliliği sergiler ve bu da, VT-YEM gibi varyans temelli bir analiz tekniği kullanıldığında özellikle sorunlu olabilir (Sarstedt ve ark., 2016).

3.2.2.8.1.2.2. Göstergelerde Eşdoğrusallık

Yansıtıcı ölçme modellerinde yüksek korelasyondan kaynaklı maddeler birbirinin yerine geçebilirken bunun aksine, biçimlendirici ölçme modellerinde maddeler arasında yüksek korelasyon beklenmez. Aslında, eşdoğrusallık (collinearity) olarak da adlandırılan iki biçimlendirici gösterge arasındaki yüksek korelasyonlar, metodoloji ve yorumlama açısından sorunlu olabilir.

Varyans şişirme faktörü (variance inflation factor- VIF) genellikle biçimlendirici göstergelerin eşdoğrusallığını değerlendirmek için kullanılır. k 'inci regresyonunun R^2 değerleri, aşağıdaki formülü kullanarak k 'inci göstergesi için VIF'nin hesaplanmasını kolaylaştırır (Eşitlik 3.11):

$$VIF_k = \frac{1}{1-R_k^2} \quad (3.11)$$

k 'inci regresyonda daha yüksek R^2 değerleri, k 'inci maddenin varyansının aynı ölçme modelindeki diğer maddelerle açıklanabileceğini ima eder ve bu da eşdoğrusallık

sorunlarını gösterir (Hair ve ark., 2019). Benzer şekilde, VIF ne kadar yüksekse, eşdoğrusallık seviyesi o kadar yüksektir. Genel bir kural olarak, 5'in üzerindeki VIF değerleri göstergeler arasındaki eşdoğrusallığın göstergesidir. Eşdoğrusallık sorunları, 3'ten daha düşük VIF değerlerinde de ortaya çıkabilir (Mason ve Perreault, 1991). İdeal olarak, VIF değerleri 3'e yakın ve daha düşük olmalıdır (Becker ve ark., 2015). Tolerans (TOL) değeri ise, VIF değerinin tersidir. TOL 0 ila 1 arasında değişir ve 0.20'nin altında olmaması arzu edilir. TOL değerinin 0.20'nin altında olması halinde göstergeler arasında eşdoğrusallık problemlerinin baş göstereceği ve dolayısıyla $0.20 < TOL < 1.00$ aralığında olması gerektiği bildirilmiştir (Hair ve ark., 2018).

3.2.2.8.1.2.3. Gösterge Ağırlıklarının İstatistiksel Anlamlılığı ve İlişki Düzeyi

Üçüncü adımda, gösterge ağırlıklarının istatistiksel önemi ve uygunluğu (yani boyutu) değerlendirilmelidir. Regresyon analizinin aksine, VT-YEM, normal dağılıma dayalı olarak ağırlıkların öneminin anında test edilmesini kolaylaştıracak hata terimlerine ilişkin herhangi bir dağılım varsayımında bulunmaz (Hair ve ark., 2019). VT-YEM parametrik olmayan bir yöntemdir ve bu nedenle, istatistiksel önemi belirlemek için önyükleme kullanılır (Chin, 1998; Hair ve ark., 2017) ve gösterge ağırlıklarının önyükleme dağılımının çarpık olması durumunda anlamlılık testi için yanlılığı-düzeltilmiş ve hızlandırılmış (bias-corrected and accelerated-BCa) önyükleme güven aralıklarının kullanılması önerilmektedir (Hair ve ark., 2019). Aksi takdirde, araştırmacılar önyükleme tabanlı güven aralıkları oluşturmak için yüzdelik yöntemi kullanmalıdır (Aguirre-Urreta ve Rönkkö, 2018).

Bir gösterge ağırlığının güven aralığı sıfır içeriyorsa, bu, ağırlığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ve göstergenin ölçme modelinden çıkarılması için dikkate alınması gerektiğini gösterir. Bununla birlikte, bir gösterge ağırlığı anlamlı değilse, zayıf ölçme modeli kalitesinin kanıtı olarak yorumlanması gerekmez. Bunun yerine, göstergenin yapıya mutlak katkısı, dış yükü (yani gösterge ile yapısı arasındaki iki değişkenli korelasyon) tarafından tanımlandığı gibi dikkate alınır (Cenfetelli ve Bassellier, 2009). Hair vd. (2017), göstergelerin ağırlıkları anlamlı olmayıp yükler de anlamlı değilse kesinlikle modelden çıkartılması gerektiğini ifade etmişlerdir. 0.50 ve

altındaki düşük ancak önemli bir gösterge yükünün, ölçme teorisi temelinde dahil edilmesi için, güçlü bir desteği yoksa göstergenin silinmesinin gerektiğini ifade eder.

Ayrıca, biçimlendirici gösterge ağırlıkları, bir yapıyı ölçmek için kullanılan gösterge sayısının bir fonksiyonudur. Gösterge sayısı arttıkça, ortalama ağırlıkları daha düşüktür. Bu nedenle biçimlendirici ölçme modelleri, istatistiksel olarak anlamlı olabilecek gösterge ağırlıklarının sayısı da doğal olarak sınırlıdır (Cenfetelli ve Bassellier, 2009). Biçimlendirici ölçme teorisi, göstergelerin, kavramsallaştırma aşamasında araştırmacı tarafından tanımlandığı gibi, bir yapının tüm alanını tam olarak yakalamasını gerektirdiğinden göstergeler, biçimlendirici ölçme modellerinden nadiren çıkarılmalıdır (Hair ve ark., 2019).

Gösterge ağırlıklarının istatistiksel önemi değerlendirildikten sonra, her bir göstergenin alaka düzeyinin incelenmesi gerekir. Gösterge ağırlıkları -1 ve +1 arasındaki değerlere standardize edilmiştir, ancak nadir durumlarda bundan daha düşük veya daha yüksek değerler de alabilir, bu da anormal bir sonuca işaret eder (ör, eşdoğrusallık sorunları ve/veya küçük örneklem boyutları nedeniyle). 0'a yakın bir ağırlık zayıf bir ilişkiyi belirtirken, +1 (veya -1)'e yakın ağırlıklar güçlü pozitif (veya negatif) ilişkileri gösterir. Biçimlendirici ölçme modellerinin değerlendirilmesi ile ilgili özet Çizelge 3.7'de verilmiştir (Hair vd.2017).

Çizelge 3.7. Biçimlendirici ölçme modellerinin değerlendirilmesi için özet temel kurallar)

- Yansıtıcı ölçmeler veya global tek bir öge (artıklık analizi) kullanılarak yapının alternatif bir ölçümü ile korelasyonunu incelenerek biçimlendirici yapının yakınsak geçerliliğinin değerlendirilmesi gerekir.
- Göstergelerin eşdoğrusallığı: Her göstergenin VIF değeri 5'ten düşük olmalıdır. Aksi takdirde, göstergelerin çıkarılması, göstergelerin tek bir dizinde birleştirilmesi veya eşdoğrusallık sorunlarının giderilmesi için daha yüksek düzeyli (high-order) yapılar oluşturulması gerekir.
- Her göstergenin dış ağırlığının (göreceli öneminin) ve dış yükünün (mutlak öneminin) incelenmesi ve önemlerinin değerlendirilmesi için önyükleme kullanılır.
- Bir göstergenin ağırlığı önemli olmadığında, ancak ilgili ögenin yükü nispeten yüksekse (yani, 0.50) veya istatistiksel olarak anlamlıysa, gösterge genellikle modelde tutulmalıdır.
- Dış ağırlık önemli değilse ve dış yük nispeten düşükse (yani <0.50), biçimlendirici göstergenin kesinlikle modelden çıkarılması gerekir.

3.2.2.8.1.2.4. Önyükleme Prosedürü (Bootstrapping)

VT-YEM algoritması verilerin normal dağılmasını gerektirmez. Halbuki regresyon analizlerinde kullanılan parametrik anlamlılık testlerinin, dış ağırlıklarının, dış yüklerinin ve yol katsayılarının vs. katsayıların anlamlı olup olmadığını belirlemek için verilerin normal dağılım gibi varsayımların yerine getirilmesi gerekir (Chin, 1998). Katsayıları yansız tahmin edebilmek için yeniden örnekleme (bootstrapping) ihtiyaç vardır.

Yeniden örneklem için iki yöntem önerilmektedir: Jackknife ve bootstrap (önyükleme). Bu iki yöntemin birbirinden farklılıkları vardır. Önyükleme prosedürü, normal yaklaşımdan farklı bir güven aralığı tahmin prosedürü kullanır ve yeniden örneklem sayısı Jackknife'inkinden daha fazla olduğu için Jackknife tahmini, standart hata tahmini için daha az zaman alma eğilimindedir. Ancak Jackknife, önyüklemekten daha az verimli olarak görülmekte ve önyüklemeye alternatif bir yaklaşım olarak düşünülebilir (Efron ve Tibshirani, 1993). Hem Jackknife hem de önyükleme standart hatalarının birleştirilmesi gerektiği önerilmektedir (Chin, 1998).

KEKK tahminlerinin kesinliğini tahmin etmek için parametrik olmayan önyükleme prosedürünü kullanır. Önyüklemenin ilkesi basittir: Her alt örneklem için orijinal örneklemden rastgele n gözlemler çekilerek mevcut n gözlemlerden k alt örnek oluşturulur. Başka bir deyişle, her örneklem, orijinal veri setinden yerine konulmak suretiyle örneklem alınarak elde edilir. Örneğin, orijinal örneklemde 150 gözlem varsa, 5 000 -bir kural olarak tavsiye edilir (J. Hair ve ark., 2017)- önyükleme örneklemının her biri 150 gözlem içermelidir. Daha açık bir ifadeyle, 5 000 yeniden örneklem (replacement) 1. defasında 150 örneklemden rasgele 150 gözlem değeri alınır (ör. 1,1,1,2,3,10,10,..., 11; $n=150$), alınan gözlem değerleri tekrar yerine konulur ve geri kalan 4 999 yeniden örneklem tümü aynı süreci takip eder. Aksi takdirde, önem testi sonuçları sistematik olarak yanlı olur. Güven aralığı oluşturma sürecinin ikinci bir yolu da iki adet önyükleme uygulamaktır. Bir başka deyişle önyüklemenin önyüklemesi ($5\,000 \times 5\,000 + 5\,000 = 25\,005\,000$) tavsiye edilmektedir ancak bu uygulamanın fazla zaman alabileceği bildirilmiştir (Hair ve ark., 2017).

KEKK her önyükleme örnekleme için yol modelini tahmin eder. Elde edilen yol modeli katsayıları, örnekleme dağılımının bir tahmini olarak görülebilen bir önyükleme dağılımı oluşturur. Önyükleme analizi $H_0: w = 0$ hipotezine (w , KEKK tarafından tahmin edilen herhangi bir parametre olabilir) karşı alternatif $H_1: w \neq 0$ hipotezinin önemli ölçüde farklı olup olmadığını test etmek için Student t-testi ile hesaplanır. Tüm önyükleme örneklemeleri için KEKK sonuçları, her bir yol modeli katsayısı için ortalama değer ve standart hata sağlar (Henseler ve ark., 2009). Bu bilgiler, t-testinin yol modeli ilişkilerinin önemini hesaplanması için kullanılır. Chin, (1998b) KEKK için aşağıdaki test istatistiklerini kullanmayı önermektedir (Eşitlik 3.12):

$$t = \frac{w}{s_w^*} \quad (3.12)$$

burada, w , orijinal deneysel veri kümesi kullanılarak orijinal model tahmininden elde edilen ağırlıktır ve s_w^* , w 'nin önyükleme standart hatasıdır. Buradaki yıldız işareti (se^*), tahmin edilen standart hatanın önyükleme yöntemi kullanılarak elde edildiğini gösterir.

Sadece bir parametrenin önemini bildirmek yerine, güven aralığını bildirmek daha değerli olacaktır. Tahmini bir yol katsayısı w için bir güven aralığı sıfır içermiyorsa, w 'nin sıfıra eşit olduğu hipotezi reddedilir. Güven aralıkları ile test yapmak, w 'nin tahmini hakkında daha fazla bilgi sağladığı için avantajlıdır. Çünkü, güven aralığı, gerçek popülasyon parametresinin belirli bir güven düzeyi (ör., %95) varsayılarak gireceği aralıktır. Önyükleme güven aralıklarının iyi kurulduğu bildirilmiştir (Efron ve Tibshirani, 1993). Dış ağırlık w 'da bir önyükleme standart hatası (s_w^*) varsa, buna karşılık gelen yaklaşık $100 \cdot (1 - \alpha)\%$ güven aralığı şöyledir (Eşitlik 3.13 ve 3.14):

$$\text{Alt sınır: } [w - t_{(1-\alpha/2)} \cdot s_w^*] \quad (3.13)$$

$$\text{Üst sınır: } [w + t_{(1-\alpha/2)} \cdot s_w^*] \quad (3.14)$$

burada $t_{(1-a/2)}$, t dağılım tablosundan kaynaklıdır. $t_{(1-a/2)}$, testin iki yönlü olarak kurulduğunu ifade eder.

Önyükleme standart hatası, tüm yapısal yol katsayıları için deneysel t değerlerinin ve p değerlerinin hesaplanmasını sağlar. Deneysel bir t değeri kritik değerden daha büyük olduğunda, katsayının belirli bir hata ihtimalinde (yani anlamlılık düzeyinde) istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılır.

İki yönlü testler için yaygın olarak kullanılan kritik değerler (Hair ve ark., 2017):

1.65 (anlamlılık düzeyi = %10),
1.96 (anlamlılık düzeyi = %5) ve
2.57'dir (anlamlılık düzeyi = %1).

Tek yönlü testler için kritik değerler:

1.28 (anlamlılık düzeyi = %10),
1.65 (anlamlılık düzeyi = %5) ve
2.33'tür (anlamlılık düzeyi = %1).

Genel olarak, bir çalışma doğası gereği keşif niteliğinde olduğunda %10'luk bir anlamlılık seviyesi varsayılır. Önem seviyesinin ve test türünün (bir veya iki yönlü) seçimi, çalışma alanına ve çalışmanın amacına göre şekillenir (J. Hair ve ark., 2017).

3.2.2.8.2. Yapısal Modellerin Değerlendirilmesi

Ölçme modeli değerlendirmesi tatmin edici olduğunda, VT-YEM sonuçlarının değerlendirilmesinde bir sonraki adım yapısal modelin değerlendirilmesidir. Dikkate alınması gereken standart değerlendirme kriterleri: belirleme katsayısı (R^2), çapraz doğrulanmış artıklık ölçüsü Q^2 'yi, yol katsayılarının istatistiksel önemi ve alaka düzeyidir.

Yapılar arasındaki ilişkiler için yapısal model katsayıları, bir dizi regresyon denkleminin tahmin edilmesinden türetilir. Yapısal ilişkileri değerlendirmeden önce,

regresyon sonuçlarını etkilemediğinden emin olmak için eşdoğrusallık incelenmelidir. Bu süreç, biçimlendirici ölçme modellerini değerlendirmeye benzer, ancak VIF değerlerini hesaplamak için kısmi bir regresyondaki yordayıcı yapıların gizil değişken puanları kullanılır. 5'in üzerindeki VIF değerleri, yordayıcı yapılar arasındaki olası eşdoğrusallık sorunlarının göstergesidir, ancak eşdoğrusallık sorunları 3-5'in daha düşük VIF değerlerinde de ortaya çıkabilir (Mason ve Perreault, 1991). İdeal olarak, VIF değerleri 3'e yakın ve daha düşük olmalıdır. Eşdoğrusallık bir sorunsal, teori tarafından desteklenebilen daha yüksek düzeyli modellerin oluşturulması sık kullanılan bir seçenektir (Hair ve ark., 2017). Eşdoğrusallık bir sorun değilse, bir sonraki adım endojen yapı(lar)ın R^2 değerini incelemektir.

3.2.2.8.2.1. Belirleme Katsayısı (R^2)

R^2 , endojen yapıların her birinde açıklanan varyansı ölçer ve bu nedenle modelin açıklayıcı gücünün bir ölçüsüdür (Shmueli ve Koppius, 2011). R^2 ayrıca örneklem içi tahmin gücü olarak da adlandırılır (Rigdon, 2012). R^2 , 0 ile 1 arasında değişir, daha yüksek değerler daha büyük bir açıklayıcı gücü belirtir. Genel olarak 0.75, 0.50 ve 0.25 R^2 değerleri sırasıyla önemli, orta ve zayıf olarak kabul edilebilir (Henseler ve ark., 2009). R^2 , yordayıcı yapıların sayısının bir fonksiyonudur ve yordayıcı yapıların sayısı arttıkça R^2 de artar. Bu nedenle, R^2 her zaman, ilgili çalışmalardan elde edilen R^2 değerlerine ve benzer karmaşık modellere dayalı, çalışmanın bağlamıyla ilişkili olarak yorumlanmalıdır. Model verilere aşırı uyduğu zaman R^2 değerleri de çok yüksek olabilir. Diğer bir deyişle, kısmi regresyon modeli çok karmaşıktır, bu da genel popülasyonu yansıtmaktan ziyade örneklemin doğasında bulunan rastgele gürültünün uydurulmasıyla sonuçlanır. Aynı model, aynı popülasyondan alınan başka bir örneğe muhtemelen uymayacaktır (Sharma ve ark., 2019). Fiziksel süreçler gibi doğası gereği öngörülebilir bir kavramı ölçerken, 0.90 R^2 değerleri makul olabilir fakat, insanın tutumlarını, algılarını ve niyetlerini öngören bir modeldeki benzer R^2 değeri seviyeleri muhtemelen aşırı uyumu gösterir (Hair ve ark., 2019).

3.2.2.8.2.2. Etki Büyüklüğü (f^2)

Tüm endojen yapıların R^2 değerlerinin değerlendirilmesine ek olarak, modelden belirli bir yordayıcı yapı çıkarıldığında R^2 değerindeki değişiklik, çıkarılmış yapının endojen yapılar üzerinde önemli bir etkiye sahip olup olmadığını değerlendirmek için kullanılabilir. Bu ölçü, f^2 etki büyüklüğü olarak adlandırılır. Teknik olarak, R^2 değerlerindeki değişiklik, yapısal modelde iki kez (yani, aynı gizil değişken puanları ile) belirli bir kısmi regresyon tahmin edilerek hesaplanır. Bir kılavuz olarak, sırasıyla 0.02, 0.15 ve 0.35'lik f^2 değerleri, bir dışsal gizil değişkenin sırasıyla küçük, orta ve büyük etkilerini (Cohen, 1988) temsil eder. 0.02'den küçük etki büyüklüğü değerleri, herhangi bir etkinin olmadığını gösterir.

3.2.2.8.2.3. Yordama Gücü (Q^2)

Tahmin doğruluğunun bir kriteri olarak R^2 değerlerinin büyüklüğünün değerlendirilmesinin yanı sıra Stone-Geisser'in Q^2 değeri de incelenmelidir (Geisser, 1974). Bir başka deyişle, KEKK yol modelinin tahmin doğruluğunu değerlendirmenin bir başka yolu da Q^2 değerini hesaplamaktır (Stone, 1974). Stone-Geisser'in Q^2 değeri yalnızca yansıtıcı ölçme modelleri için kullanılmaktadır. Bu metrik, veri matrisindeki tek noktaları ortadan kaldıran, çıkarılan noktaları ortalama ile ilişkilendiren ve model parametrelerini tahmin eden körleme prosedürüne dayanmaktadır (Rigdon, 2014; Sarstedt ve Mooi, 2019). Bu nedenle, Q^2 , örneklem dışı tahminin bir ölçüsü değildir, daha ziyade örneklem dışı tahmin ve örneklem içi açıklama gücünün özelliklerini birleştirir (Sarstedt ve ark., 2017; Shmueli ve ark., 2016). Bu tahminleri girdi olarak kullanarak, körleme prosedürü tüm değişkenler için çıkarılan veri noktalarını tahmin eder. Öngörülen ve orijinal değerler arasındaki küçük farklar, daha yüksek bir Q^2 değerine dönüşür ve böylece daha yüksek bir öngörü doğruluğu anlamına gelir. Kılavuz olarak, Q^2 değerleri, belirli bir endojen yapı için, yapısal modelin kestirim doğruluğunu göstermek amacıyla sıfırdan büyük olmalıdır. Genel bir kural olarak, 0, 0.25 ve 0.50'den yüksek Q^2 değerleri, KEKK-yolu modelinin küçük, orta ve büyük öngörücü ilişkisini gösterir. f^2 etki büyüklüklerine benzer şekilde, q^2 etki büyüklüklerini hesaplamak ve yorumlamak mümkündür.

Pek çok araştırmacı, R^2 istatistiğini modellerinin tahmin gücünün bir ölçüsü olarak yorumlar. Ancak bu yorum tamamen doğru değildir, çünkü R^2 yalnızca modelin örneklem içi açıklayıcı gücünü gösterir- modelin örneklem dışı tahmin gücü hakkında hiçbir şey söylemez (Dolce ve ark., 2017; Shmueli, 2010; Shmueli ve Koppius, 2011). Bu endişeyi ele alan Shmueli vd. (2016), örneklem dışı tahmin için, modelin bir analiz (yani, eğitim) örnekleminde tahmin edilmesini ve kalıcı örneklem olarak adlandırılan analiz örneklemini dışındaki veriler üzerindeki tahmin performansının değerlendirilmesini içeren bir dizi prosedür önermiştir.

3.2.2.8.2.4. Yol Katsayılarının İstatistiksel Anlamlılığı ve İlişki Düzeyi

Yol katsayılarının gücü ve anlamlılığı, yapılar arasında hipotez edilen ilişkiler (yapısal yollar) açısından değerlendirilir. Biçimlendirici gösterge ağırlıklarının değerlendirilmesine benzer şekilde, anlamlılık değerlendirmesi, yol katsayılarının t ve p değerlerini veya BCa güven aralıklarını hesaplamak için temel olarak önyükleme standart hatalarını temel alır (Aguirre-Urreta ve Rönkkö, 2018). Sıfır (0) %95 BCa güven aralığına düşmezse, %5 hata olasılığında bir yol katsayısı anlamlıdır. Örneğin, 0.16'lık bir yol katsayısı için %95 BCa güven aralığının alt ve üst sınırları 0.12 ve 0.21 ise, bu güven aralığına sıfır düşmediğinden anlamlı kabul edilecektir. Aksi durumda, -0.05'lik bir alt sınır ve 0.35'lik bir üst sınır olsaydı, bu katsayı anlamlı olarak değerlendirilemezdi.

İlişki düzeyi açısından, yol katsayıları genellikle -1 ile +1 arasındadır, + 1'e yakın katsayılar güçlü pozitif ilişkileri temsil eder ve -1'e yakın olanlar güçlü negatif ilişkileri gösterir (-1'in altındaki ve +1 üzerindeki değerler teknik olarak eşdoğrusallık kritik seviyelerde olduğunda meydana gelir). Çizelge 3.8'de yapısal modelin değerlendirilmesi için özet temel kuralları içermektedir (Hair ve ark., 2017).

Çizelge 3.8. Yapısal modelin değerlendirilmesi için özet temel kurallar

- Her bir tahmin yapısının tolerans (VIF) değeri 0.20'den yüksek (5'ten düşük) olmalıdır. Aksi takdirde, yapıların modelden çıkarılması, yordayıcıların tek bir yapıda birleştirilmesi veya eşdoğrusallık sorunlarını iyileştirilmesi için daha yüksek düzeyli yapıların oluşturulması düşünülmelidir.
- Yol katsayılarının öneminin değerlendirilmesi için önyükleme kullanılmalıdır. Minimum önyükleme sayısı en az geçerli gözlem sayısı kadar büyük olmalı, bununla birlikte örneklem sayısı 5 000 olmalıdır. İki yönlü test için kritik t-değerleri 1.65 (anlamlılık düzeyi = %10), 1.96 (anlamlılık düzeyi = %5) ve 2.57'dir (anlamlılık düzeyi = %1). Genellikle %5'lik bir önem düzeyi varsayılmaktadır.
- Önyükleme güven aralıkları, yol katsayısı tahminlerinin kararlılığı hakkında ek bilgi sağlar. Güven aralıklarının oluşturulması için yüzdelik yöntem kullanılmalı. Modeller karmaşık olmadığında (yani, dörtten az yapı) ve örneklem boyutu küçük olduğunda, çift önyükleme kullanılmalı.
- VT-YEM, yol modelindeki endojen gizil değişken(ler)in R^2 değerlerini maksimize etmeyi amaçlar. R^2 değerinin tam yorumu belirli modele ve araştırma disiplinine bağlı olmakla birlikte, genel olarak endojen yapı için 0.75, 0.50 veya 0.25 olan R^2 değerleri sırasıyla önemli, orta ve zayıf olarak tanımlanabilir.
- Farklı dış yapılar ve/veya farklı sayıda gözlemlere sahip modeller karşılaştırılırken R^2 kullanılmalıdır.
- Etki boyutu f^2 , bir dış yapının bir içsel gizil değişkenin R^2 değerine katkısının değerlendirilmesine izin verir. 0.02, 0.15 ve 0.35'lik f^2 değerleri, bir eksojen yapının bir endojen yapı üzerindeki sırasıyla küçük, orta veya büyük etkisini gösterir.
- Etki büyüklüğü q^2 , dışsal bir yapının bir içsel gizil değişkenin Q^2 değerine katkısının değerlendirilmesine izin verir. Tahmini ilginin göreceli bir ölçüsü olarak, sırasıyla 0.02, 0.15 ve 0.35 olan q^2 değerleri, bir eksojen yapının belirli bir endojen yapı için küçük, orta veya büyük bir tahmini ilişkiye sahip olduğunu gösterir.
- Teori testi için SRMR, RMS_{θ} veya tam uyum testinin kullanılması düşünülebilir. Kavramsal kaygıların dışında, bu ölçütlerin davranışları VT-YEM bağlamında derinlemesine araştırılmamış ve eşik değerleri henüz türetilmemiştir. Konservatif bir yaklaşımı takiben, 0.08'den (0.12) daha düşük bir SRMR (RMS_{θ}) değeri iyi uyumu gösterir. Model uyumunun belirlenmesi için GoF kullanılmamalıdır.

Yansıtıcı ölçme modelleri, biçimlendirici ölçme modelleri ve yapısal modeller için tüm kriterlerin bir arada bulunduğu Çizelge 3.9 (Hair ve ark., 2019) aşağıda verilmektedir.

Çizelge 3.9. Ölçme modelleri ve yapısal modelin özet kriter çizelgesi

Yansıtıcı ölçme modelleri	
Yansıtıcı gösterge yükleri	≥ 0.708
İç tutarlılık güvenilirliği	Cronbach alfa alt sınırıdır, birleşik güvenilirlik iç tutarlılık güvenilirliği için üst sınırdır. Faktör modelinin doğru olduğu varsayılırsa, ρ_A genellikle bu sınırlar arasında yer alır ve bir yapının iç tutarlılık güvenilirliğinin iyi bir temsili olarak hizmet edebilir
	Minimum 0.70 (veya keşif araştırmasında 0.60)
	Gösterge artığını (redundancy) önlemek için maksimum 0.95 olmalı, bu da içerik geçerliliğini tehlikeye atabilir
	0.70-0.90 önerilir
	İç tutarlılık güvenilirliğinin önerilen minimum (maksimum) eşiklerden önemli ölçüde yüksek (düşük) olup olmadığı test edilmelidir. Önyükleme tabanlı güven aralığının oluşturulması için yüzdelik yöntemi, çarpık bir önyükleme dağılımı durumunda BCa yöntemini kullanılmalıdır
Yakınsak geçerliliği	$AVE \geq 0.50$
Ayırt edici geçerlilik	Kavramsal olarak benzer yapılar için: HTMT < 0.90
	Kavramsal olarak farklı yapılar için: HTMT < 0.85
	HTMT'nin eşik değerinden önemli ölçüde düşük olup olmadığı test edilmeli
Biçimlendirici ölçme modelleri	
Yakınsak geçerlilik (artıklık analizi)	≥ 0.70 korelasyon
Eşdoğrusallık (VIF)	$VIF \geq 5$ olduğunda olası (yani kritik) eşdoğrusallık sorunları
	$VIF \geq 3-5$ olduğunda olası doğru eşdoğrusallık sorunları
	İdeal olarak VIF < 3 olmalı
Ağırlıkların istatistiksel önemi	p -değeri < 0.05 veya %95 güven aralığı (yüzdelik yöntemine göre veya çarpık önyükleme dağılımı durumunda BCa yöntemi) sıfırı içermemeli
Önemli bir ağırlığa sahip göstergelerin ilişki düzeyi	Daha büyük önemli ağırlıklar daha önemlidir
Önemli olmayan ağırlığa sahip göstergelerin ilişki düzeyi	İstatistiksel olarak önemli olan ≥ 0.50 'lik yükler ilişkili kabul edilir
Yapısal model	
Eşdoğrusallık (VIF)	$VIF \geq 5$ olduğunda olası (yani, kritik) eşdoğrusallık sorunları
	$VIF \geq 3-5$ olduğunda olası doğru eşdoğrusallık sorunları
	İdeal olarak VIF < 3 olmalı
R^2 değeri	R^2 0.75, 0.50 ve 0.25 değerleri önemli, orta ve zayıf olarak kabul edilir. 0.90 ve daha yüksek R^2 değerleri, aşırı uyumun tipik göstergesidir
Q^2 değeri	Sıfırdan büyük değerler anlamlıdır
	0, 0.25 ve 0.50'den yüksek değerler, KEKK yol modelinin küçük, orta ve büyük tahmin doğruluğunu gösterir

3.2.9. KT-YEM ile VT-YEM Arasında Seçim Yapma

VT-YEM, endojen yapıların artık varyanslarını en aza indiren daha “regresyon temelli” bir yaklaşımdır. KT-YEM ile karşılaştırıldığında, daha az tanımlama sorunuyla daha sağlamdır, çok daha küçük ve çok daha büyük örneklemlemlerle çalışır. VT-YEM, ayrıca biçimlendirici olduğu kadar yansıtıcı yapıları da kolayca analiz eder. Bu avantajlar, bazı dezavantajlarla sınırlıdır. Bir dezavantajı, VT-YEM’in kısmi model yapılarını maksimize etmeye odaklanmasıdır. Özellikle, VT-YEM algoritması ilk olarak ölçme modeli parametrelerini optimize eder ve ikinci adımda yapısal modeldeki yol katsayılarını tahmin eder. Bu nedenle, VT-YEM’de önce ölçme modellerinin özellikleri incelenmeli ve kabul edilemez olanlarla ilgilenilmelidir. Bu yaklaşım izlenirse, VT-YEM bulguları, KT-YEM yöntemlerine benzer şekilde modelin ölçme özelliklerinin değerlendirilmesinden sonra yorumlanabilir (Rigdon ve ark., 2017).

Teori testi ve doğrulanması için VT-YEM kullanımını kısıtlayan diğer bir konu da, modelin yeterli bir küresel uyum iyiliği (GoF) ölçüsünün olmamasıdır. Genel olarak, VT-YEM parametre tahminlerinin sapma ve tutarlılık açısından optimal olmamaktadır- bu özellik, sıklıkla VT-YEM sapması (PLS-SEM bias) olarak adlandırılır. KT-YEM ile VT-YEM tartışması bu özelliği güçlü bir şekilde vurgulasa da, simülasyon çalışmaları KT-YEM ve VT-YEM tahminleri arasındaki farkların çok düşük seviyelerde olduğunu göstermektedir (Reinartz ve ark., 2009).

Ayrıca, VT-YEM’den kaynaklanan tahminler ortalama olarak yanlış olsa da, KT-YEM tarafından üretilenlerden daha düşük bir değişkenlik derecesi sergiler (Reinartz ve ark., 2009; Ringle ve ark., 2009). Bu önemli özellik, özellikle maksimum olasılığa (maximum likelihood-ML) dayalı KT-YEM’in tipik olarak şişirilmiş standart hatalar sergilediği (Sosik ve ark., 2009) ve yöntemin öncüllerinin ihlal edildiği (ör, küçük örneklem boyutu, normal olmayan veriler, yüksek model karmaşıklığı) araştırma durumları için geçerlidir. Parametre tahminindeki verimlilik açısından, VT-YEM, KT-YEM’den daha yüksek istatistiksel güce sahiptir (Hair ve ark., 2011).

VT-YEM veya KT-YEM seçimi, ilgili araştırmanın amacına göre belirlenir. Önceki teorinin güçlü olduğu ve daha ileri test ve doğrulamanın amaç olduğu nedensel modelleme durumlarında, KT-YEM daha uygun istatistiksel bir metodolojidir (Hair ve ark., 2011). Teori oluşturma yerine teori testini de vurgulayan küresel uyum kriterleri, KT-YEM sonuçlarını değerlendirmek için kullanılabilir (Anderson ve Gerbing, 1988). Ancak, tüm istatistiksel yöntemler gibi, KT-YEM'in de eksiklikleri vardır. Örneğin, KT-YEM yaklaşımları büyük ölçüde tahmin hedefini göz ardı eder.

Gizil yapılar arasındaki yapısal ilişkiler teori testinde birincil endişe ise, araştırmacılar genellikle tahmin doğruluğu ile daha az ilgilenirler. Ancak araştırmacılar, teorinin daha az gelişmiş olduğu durumlarda, birincil amaç teori onayı değilse yapısal modelleri incelemek için alternatif bir yaklaşıma ihtiyaç duyar. Bu nedenle, tahmin yönelimi nedeniyle VT-YEM, araştırma hedefi teori geliştirme ve tahmin olduğunda tercih edilen yöntemdir (Hair ve ark., 2011). Dahası, VT-YEM belirsizlik problemini ortadan kaldırır (kararlı faktör puanlarını tahmin etmede zorluk) ve algoritma gizil değişken puanlarını gözlenen gösterge değişkenlerinin tam doğrusal kombinasyonları olarak hesapladığı için faktör puanlarının daha kesin tahminlerini geliştirir (Fornell, 1982).

VT-YEM ile KT-YEM arasındaki farklılık iki cümleyle açıklanmak istenirse (Hair ve ark., 2018):

- ✓ KT-YEM: Birincil istatistiksel amacı, orijinal gözlemlenen kovaryans matrisinden önemli ölçüde farklı olmayan yeni bir kovaryans matrisini tahmin ederek teoriyi doğrulamaktır.
- ✓ VT-YEM: Birincil istatistiksel amacı, bağımlı değişken(ler)de açıklanan varyansı en üst düzeye çıkaran tahmin olmasıdır.

Son olarak, Çizelge 3.10'da (Hair ve ark., 2011) anlaşılabileceği gibi parametrik olmayan ve varyans temelli VT-YEM yaklaşımının avantajları parametrik ve kovaryans temelli YEM yaklaşımının dezavantajları olduğu ve bunun tersi de olduğu

için KT-YEM ve VT-YEM birbirinin tamamlayıcısıdır (Fornell ve Bookstein, 1982; Henseler ve ark., 2009; Jöreskog ve Wold, 1982; Lohmöller, 1989; Schneeweiss, 1991). Dolayısıyla, bir yöntem genel olarak diğerinden üstün değildir. Bir YEM çalışmasının spesifik ampirik bağlamına ve hedeflerine bağlı olarak, VT-YEM'in ayırt edici metodolojik özellikleri, onu daha popüler KT-YEM yaklaşımlarına göre değerli ve potansiyel olarak daha uygun bir alternatif haline getirir (Hair ve ark., 2011; Hair ve ark., 2017).

Çizelge 3.10. VT-YEM ve KT-YEM sonuçları arasındaki farklar ve tercih sebepleri

Araştırmanın amacı
Amaç, temel hedef yapılarını tahmin etmek veya yapıları belirlemekse VT-YEM seçilmeli
Amaç teori testi, teori onayı veya alternatif teorilerin karşılaştırması ise KT-YEM seçilmeli
Araştırma keşif amaçlıysa veya mevcut bir yapısal teorinin bir uzantısı ise, VT-YEM seçilmeli.
Ölçme Modeli Belirlenmesi
Biçimlendirici yapılar yapısal modelin parçasıysa, VT-YEM seçilmeli
*Biçimlendirici ölçmelerin KT-YEM ile de kullanılabileceği, ancak bunu yapmak için nispeten karmaşık ve sınırlayıcı özellik kurallarının hesaba katılması gerektirdiği ihmal edilmemeli
Hata terimleri ortak kovaryans gibi ek özellikler gerektiriyorsa, KT-YEM seçilmeli
Yapısal Model
Yapısal model karmaşıksa (birçok yapı ve birçok gösterge), VT-YEM seçilmeli
Model yinelenmeli (recursive) değilse, KT-YEM seçilmeli
Veri Özellikleri ve Algoritma
Veriler KT-YEM varsayımlarını tam olarak karşılıyorsa, örneğin minimum örneklem boyutu ve dağılım varsayımları, KT-YEM seçilmeli. Aksi takdirde VT-YEM, KT-YEM sonuçlarının iyi bir yaklaşık değeridir.
Örneklem boyutu ile ilgili hususlar
- Örneklem boyutu nispeten küçükse VT-YEM seçilmeli. Gizil yapıları ölçmek için çok sayıda gösterge değişkeninin kullanılması koşuluyla, büyük veri kümeleriyle KT-YEM ve VT-YEM sonuçları benzerdir.
- VT-YEM minimum örneklem boyutu, aşağıdakilerden daha büyük olana eşit olmalıdır: (1) bir yapıyı ölçmek için kullanılan en fazla biçimlendirici gösterge sayısının on katı veya (2) yapısal modelde belirli bir gizil yapıya yönelik en büyük yapısal yol sayısının on katı
Veriler bir dereceye kadar normal değilse, VT-YEM kullanılmalı, aksi takdirde, normal veri koşulları altında, KT-YEM ve VT-YEM sonuçları oldukça benzerdir ve KT-YEM biraz daha kesin model tahminleri sağlar.
KT-YEM gereksinimleri karşılanamıyorsa (ör. model tanımlama, belirlenme, yakınsama ve veri dağılım varsayımları), KT-YEM sonuçlarının iyi bir tahmini olarak VT-YEM kullanılmalı
KT-YEM ve VT-YEM sonuçları benzer olmalıdır. Değilse, KT-YEM'in uygun şekilde uygulandığından emin olmak için modelin tanımlanması kontrol edilmeli. Değilse, VT-YEM sonuçları KT-YEM sonuçlarının iyi bir yaklaşık değeridir.
Modelin Değerlendirilmesi
Araştırma küresel bir uyum ölçütü gerektiriyorsa, KT-YEM tercih edilen yaklaşımdır.
Ölçme modelinin değişmezliği test edilmek istenirse KT-YEM kullanılmalı

3.2.10. VT-YEM Analizi İçin Kullanılan Programlar

VT-YEM analizi için birçok bilgisayar paket programı yazılmıştır. Bunların ilki Lohmöler'in (1984) LVPLS paket programıdır. Daha sonraki yıllarda hem ticari hem de ticari olmayan yazılımlar çıkmıştır. Bunların yanında Matlab, Python ve R dilleri ile yazılmış açık kaynak kodu paketler de mevcuttur. Aşağıda kısmi en küçük kareler yapısal eşitlik yöntemi için yapılmış tüm programlar verilmiştir.

VT-YEM için açık kaynak kodlu olmayan paket programlar:

PLSPATH (Sellin, 1989), PLS-Graph (Chin, 2001), PLS-GUI (Y. Li, 2005), VisualPLS (Fu, 2006), XLSTAT-PLSPM (Addinsoft SARL, 2007), WarpPLS (en kapsamlı sonuçları veren Matlab tabanlı bir program) (Kock, 2015), SmartPLS 3 (Ringle ve ark., 2015), ADANCO (Henseler, 2017), Stata programı plssem paketi (Venturini ve Mehmetoglu, 2019), Matlab tabanlı PLS-SEM Toolbox (Aria, 2020), Python PLSPM paketi (Humble, 2020)

VT-YEM için R paketleri:

plspm (Sanchez, 2013), matrixpls (Rönkkö, 2017), semnr (hem KT-YEM hem de VT-YEM için çok kapsamlı R paketi) (Ray ve ark., 2020), semPLS (Monecke ve Leisch, 2012), cSEM (ADANCO programının paketidir) (Rademaker ve Schuberth, 2020).

Tüm bunların yanında SAS ve SPSS gibi büyük şirketlere ait bir sözdizimi (syntax) veya ek bir yazılım mevcut değildir, sadece kısmi en küçük kareler regresyon analizi yapabilmektedirler. Bununla beraber *Mplus*, LISREL, EQS vs. paket programlarda sadece kovaryans tabanlı yapısal eşitlik modeli analizi yapılmaktadır.

Mevcut çalışmada tüm analizler, en yaygın olarak kullanılan ve kapsamlı sonuçları kolay arayüzü (Sarstedt ve Cheah, 2019) sayesinde sunan SmartPLS 3 (Ringle ve ark., 2015) programı ile yapıldı.

Ayrıca Ek-1’de mevcut çalışma için kurulan modelin R paketlerinden cSEM paketine ait kodlar bulunmaktadır. Ayrıca ilgili paketlerin ayrıntıları için verilen kaynaklara başvurulabilir.

3.2.11. VT-YEM Analizi için Yazılım Ayarları

Mevcut çalışma için tüm analizler Windows 7 32-bit için SmartPLS 3.2.9 versiyonu kullanılmıştır (Ringle ve ark., 2015). SmartPLS 3.2.9 için analiz ön ayarları Çizelge 3.11.’de verildiği gibi yapılmıştır. Bu ön ayarlar kullanılarak diğer paket programlarda da aynı analiz yapılabilir.

Çizelge 3.11. SmartPLS’de yapılan analizin özellikleri

Veri dosyası ayarları	
Veri dosyası	Veriler [96 veri]
Eksik değer işaretçisi	Yok
Veri Kurulum Ayarları	
Eksik verileri işlemek için algoritma	Yok
Ağırlıklandırma Vektörü	-
KEKK Algoritma Ayarları	
Veri metriği	Ortalama 0, Varyans 1
İlk Ağırlıklar	1.0
Maks. yineleme sayısı	300
Durdurma kriteri	10^{-7}
Lohmöeller ayarları kullanıldı mı?	Hayır
Ağırlıklandırma şeması	Yol (path)
Dış Ağırlıklandırma Modu Ayarlarının Oluşturulması	
Biyolojik Stres	Otomatik
Büyüme	Otomatik
Fiziksel Aktivite	Otomatik
Önyükleme Ayarları	
Karmaşıklık	Tam Önyükleme
Güven aralığı yöntemi	Yanlılığı Düzeltilmiş ve Hızlandırılmış (BCa) Önyükleme
Paralel işlem	Evet
Örneklemler	5000
Önem düzeyi	0.050
Test türü	Tek Yönlü

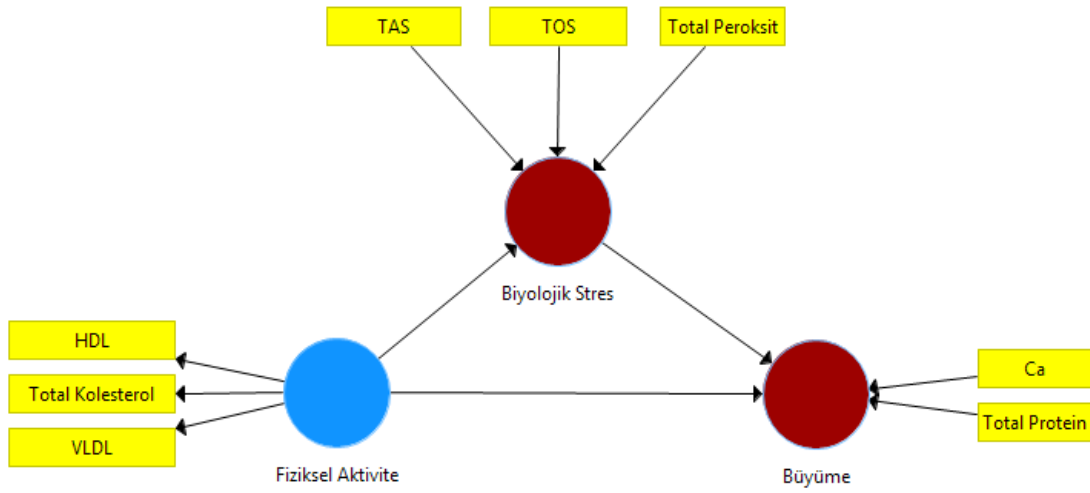
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında, hayvan refahı ile ilgili fiziksel aktivite, biyolojik stres ve büyüme değişkenlerinin birbiriyle olan ilişkisi incelenmiştir. Çizelge 4.1’de modelde yer alan gizil değişkenler ve ilgili göstergeler yer almaktadır.

Çizelge 4.1. Model yapıları ve göstergeleri

Gizil değişkenler	Göstergeler
Fiziksel Aktivite	Toplam Kolesterol (TK) HDL VLDL
Biyolojik Stres	TAS TOS Toplam Peroksit (TPE)
Büyüme	Ca Toplam Protein (TPR)

Fiziksel aktivite, biyolojik stres ve büyüme gizil değişkenlerinin kendi göstergeleriyle ilişkileri yani ölçme modellerinin değerlendirilmesi bir başlıkta, bu gizil değişkenlerin birbiriyle olan ilişkileri yani yapısal modelin değerlendirilmesi ayrı bir başlıkta verilmiştir. Tüm sonuçlar Hair vd. (2017) ve Hair vd.’ne (2019) göre değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında kurulan temel model Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Hayvan refahı modeli

4.1. Veri analizleri

Yapısal eşitlik modelleri sıklıkla sosyal bilimlerde kullanılmaktadır. VT-YEM son yıllarda fen bilimlerinde de kullanılmaya başlanmıştır, ilgili çalışmalar için *önceki çalışmalar* bölümüne başvurulabilir. Bu çalışmada verilerin laboratuvar çıktısı olması, her bir değişkenin model sonuçlarında etkin bir rol oynadığını öne çıkarmıştır. Çünkü her bir değişkenin bir birimi olup, verilerin elde edilişi sezgiye veya görüşe dayalı değildir. Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’de sırasıyla değişkenlere ait orijinal ve tahmini korelasyon matrisleri verilmiştir.

Çizelge 4.2. Tüm göstergeler için korelasyon matrisi

Değişken	Ca	HDL	TAS	TOS	TK	TPR	TPE	VLDL
Ca	1.000							
HDL	0.625	1.000						
TAS	0.364	0.437	1.000					
TOS	0.349	0.182	0.198	1.000				
TK	0.778	0.876	0.442	0.307	1.000			
TPR	0.823	0.645	0.455	0.394	0.869	1.000		
TPE	0.360	0.296	0.315	0.508	0.393	0.393	1.000	
VLDL	0.430	0.511	0.432	0.128	0.577	0.500	0.345	1.000

Ca: kalsiyum, HDL: yüksek yoğunluklu lipo-protein, TAS: toplam antioksidan seviye, TOS: toplam oksidan seviye, TK: toplam kolesterol, TPR: toplam protein, TPE: toplam peroksit, VLDL: çok düşük yoğunluklu lipo-protein

Çizelge 4.3. Modelin ima ettiği tahmini korelasyon matrisi

Göstergeler	Ca	HDL	TAS	TOS	TK	TPR	TPE	VLDL
Ca	1.000							
HDL	0.652	1.000						
TAS	0.424	0.428	1.000					
TOS	0.290	0.293	0.198	1.000				
TK	0.675	0.877	0.443	0.304	1.000			
TPR	0.823	0.724	0.471	0.322	0.749	1.000		
TPE	0.356	0.360	0.315	0.508	0.373	0.396	1.000	
VLDL	0.534	0.694	0.351	0.240	0.718	0.593	0.295	1.000

Çizelge 4.4. Yapılar ve göstergeler arası ilişki matrisi gösterimi

	Biyolojik Stres	Büyüme	Fiziksel Aktivite
TAS	1		
TOS	1		
TPE	1		
Ca		1	
TPR		1	
TK			-1
HDL			-1
VLDL			-1

Çizelge 4.5. Gizil değişkenler arası ilişki matrisi gösterimi

Yapılar	Biyolojik Stres	Büyüme	Fiziksel Aktivite
Biyolojik Stres	-	1	0
Büyüme	0	0	0
Fiziksel Aktivite	1	1	-

Çizelge 4.4'te yapılar ve göstergeler arası ilişki matrisi ve Çizelge 4.5'te gizil değişkenler arası ilişki matrisi verilmiştir.

4.2. Ölçme Modellerinin Değerlendirilmesi

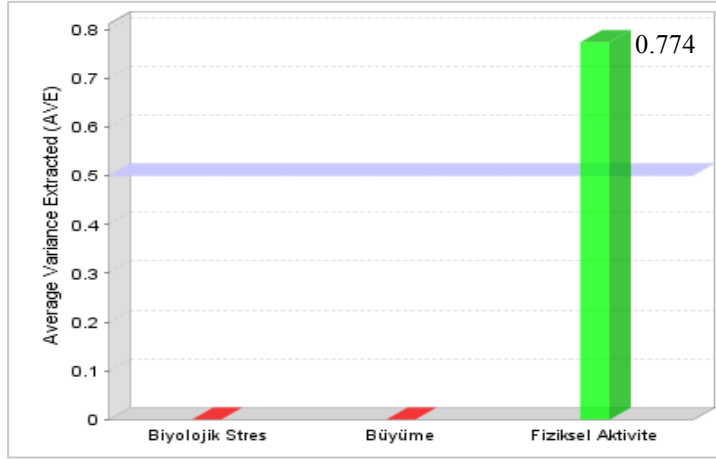
Bu çalışmada yansıtıcı ölçme modeli ve biçimlendirici ölçme modeli olmak üzere iki tür ölçme modeli bulunmaktadır. Yansıtıcı ölçme modellerinin değerlendirilmesi Çizelge 4.7’de, biçimlendirici ölçme modellerinin değerlendirilmesi ise Çizelge 4.8’de verilmiştir. Bir VT-YEM modelini değerlendirmenin ilk adımı, ölçme modelini doğrulamak için dış modeli incelemektir (Hair ve ark., 2019). Bunu yapabilmek için öncelikle yapılar ve göstergeleri arasındaki ilişkiler incelenir.

4.2.1. Yansıtıcı Ölçme Modelinin Değerlendirilmesi

Fiziksel aktivite 3 göstergeli bir yapıdır. Fiziksel aktivite sonuçları Çizelge 4.7’de gösterildiği gibi yakınsak geçerlilik, iç tutarlılık geçerliliği, ayırt edici geçerlilik, %95 önyüklemeye güven aralıkları, t-değeri ve önem düzeyi verilmiştir. Bu kriterler sırasıyla ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiştir.

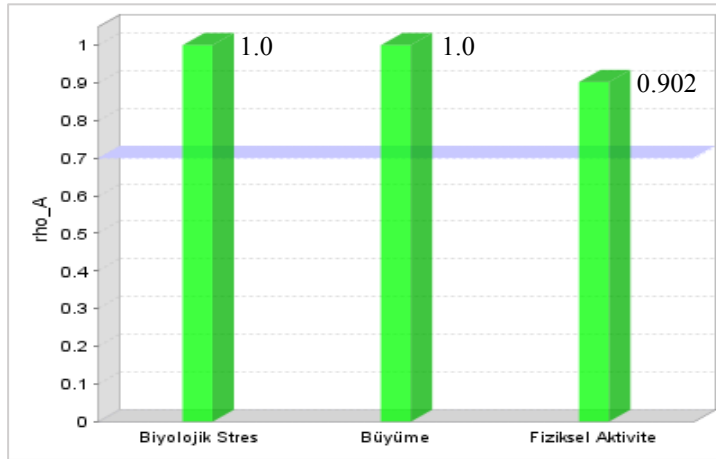
Yakınsak geçerlilik (convergent validity) için her bir göstergeye ait yükün >0.70 olması ve gösterge güvenilirliğinin sağlanması için her bir gösterge yükünün karesi alındıktan sonra, karesi alınan her göstergenin >0.50 olması gereklidir. Öte yandan AVE değerinin >0.50 olması gerekmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde yakınsak geçerlilik için gösterge yükleri TK 0.95, HDL 0.92 ve VLDL 0.75 olarak tahmin edildiği görülmektedir. Göstergelerin güvenilirliğinin incelenmesi için her bir göstergenin karesi alındığında TK (0.953^2) 0.908, HDL (0.921^2) 0.848 ve VLDL (0.754^2) 0.569 olarak bulunur. Buna göre fiziksel aktivite için yakınsak geçerlilik kriteri sağlandığı müşahade edilmiştir.

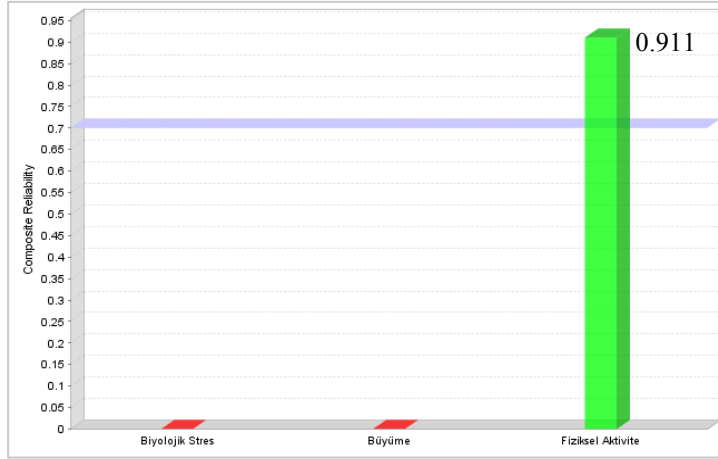
Yakınsak geçerliliğin son kriteri olan AVE değerinin yani açıklanan ortalama varyansın %50’den yüksek olması beklenir. Fiziksel aktivite için AVE değerinin %77.4 olduğu görülmektedir (Şekil 4.2). Bu, ilgili göstergelerin fiziksel aktivitenin varyansının %77.4’ünü açıkladığı anlamına gelir. Geri kalan oran ise açıklanamayan varyans olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 4.2. Fiziksel aktivite için AVE gösterimi

İç tutarlılık güvenilirliği (internal consistency reliability) için ρ_A değerlerinin (Şekil 4.3.), birleşik güvenilirlik (Şekil 4.4.) ve Cronbach α (Şekil 4.5.) 0.70 ila 0.90 arasında olması tavsiye edilmektedir (Hair ve ark., 2019). Fiziksel aktiviteye ait birleşik güvenilirlik, Cronbach α , ve ρ_A değerlerinin sırasıyla 0.911, 0.851 ve 0.902 olarak tahmin edildiği görülmektedir. İç tutarlılık güvenilirliği kriteri için Cronbach α değeri (0.851) alt sınır, birleşik güvenilirlik değeri (0.911) üst sınır olarak kabul edildiği ve ρ_A değerlerinin (0.902) ise bu sınırlar arasında yer aldığı düşünüldüğünde fiziksel aktivite için bu kriterin tam olarak şartı sağladığı görülmektedir.

Şekil 4.3. Tüm yapılar için ρ_A değerlerinin gösterimi



Şekil 4.4. Fiziksel aktivite için birleşik güvenilirlik gösterimi



Şekil 4.5. Fiziksel aktivite için Cronbach alfa gösterimi

Çizelge 4.6. Ayırt edici geçerlilik için VT-YEM çapraz yük testi

Göstergeler	Fiziksel Aktivite	Biyolojik Stres	Büyüme
TK	0.953	0.527	0.876
HDL	0.921	0.456	0.661
VLDL	0.754	0.457	0.500
TAS	0.493	0.852	0.449
TOS	0.246	0.584	0.396
TPR	0.392	0.717	0.398
Ca	0.715	0.473	0.892
Total Protein	0.785	0.560	0.991

Ayırt edici geçerlilik (discriminant validity) teorik olarak belirlenen yapılara ait göstergelerin analiz sonucunda ilgili yapılarla en yüksek korelasyonu göstermektedir.

Ayrt edici geçerlilik için 3 kriter söz konusudur: HTMT, Fornell-Larcker ve çapraz yükler. HTMT ve Fornell-Larcker kriterleri, bir modelde en az 2 yansıtıcı ölçme modeli olduğunda değerlendirilebilir. Mevcut çalışmada ayırt edici geçerlilik için çapraz yükler testi kullanılmıştır. Bir göstergenin atandığı yapı ile korelasyonunun diğer yapılarla olan korelasyonundan daha yüksek bir korelasyona sahip olması durumunda ayırt edici geçerlilik sağlanmış olur. Bu açıdan Çizelge 4.6. incelendiğinde kurulan modelde ilgili göstergelerin ait oldukları yapıların altında kümелendiği diğer bir deyişle ilgili yapıya ait olduğu düşünülen göstergelerin analiz sonucunda başka bir yapıya kaymadığı müşahade edilmiştir.

Çizelge 4.7 Fiziksel aktivite yapısının değerlendirilmesi (yansıtıcı ölçme modeli)

Yansıtıcı Göstergeler		Yakınsak Geçerlilik			İç Tutarlılık Geçerliliği			Ayırt Edici Geçerlilik	95% Önyükleme Güven Aralığı	t-Değeri	Anlamlılık (p<0.05)?
		Yükler	Gösterge Güvenilirliği	AVE	Birleşik Güvenilirlik	Cronbach Alfa	Rho_A				
		>0.7	>0.5	>0.5	0.70-0.95						
Fiziksel Aktivite	TK	0.953	0.908						[0.933, 0.963]	113.81	Evet
	HDL	0.921	0.848	0.774	0.911	0.851	0.902	Evet	[0.886, 0.941]	57.27	Evet
	VLDL	0.754	0.569						[0.629, 0.835]	12.19	Evet

Göstergelerin fiziksel aktivite üzerindeki mutlak katkısı değerlendirildiğinde TK'nın yapıya katkısı HDL ve VLDL'den daha yüksek tahmin edildiği görülmektedir. Bu nedenle, TK, HDL (0.921-0.848) ve VLDL (0.754-0.569) ile karşılaştırıldığında en yüksek yüke (0.953) ve güvenilirliğe (0.908) sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuç, toplam kolesterolün fiziksel aktiviteye -diğer göstergelere nisbeten- en yüksek katkıyı sağlayan gösterge olduğunu göstermektedir. Yansıtıcı ölçme modelleri için göstergelerin yapı üzerindeki katkısı “mutlak katkı” olarak tarif edildiği için burada TK'nın fiziksel aktivite üzerindeki mutlak katkısı nispeten en büyük olduğu görülmektedir. Bu sonuç, TK'nın fiziksel aktivite ile ilişkisinin yüksek düzeyde olduğunu da göstermektedir. Çizelge 4.7'de verildiği gibi, fiziksel aktivitenin her üç göstergesi de önyükleme prosedürüne göre anlamlı bulunmuştur (p<0.05).

Önyükleme prosedürü neticesinde güven aralıkları incelendiğinde sıfır (0) değerinin bulunmayışı, göstergelerin anlamlılığını teyit etmektedir. Göstergelere ait güven aralıklarının oldukça dar olduğu nokta tahminine yakın olduğu müşahade edilmektedir. Örneğin, TK, HDL ve VLDL güven aralığı alt ve üst sınır ortalamaları alındığında sırasıyla 0.948, 0.914 ve 0.732 olduğu görülecektir. Bu ortalama değerler, gösterge ortalamalarına çok yakındırlar. Böylelikle yapılan tahminlerin önemli olduğu ifade edilebilir.

Fiziksel aktivitenin sonuçları, literatüre dayalı olarak oluşturulan modelin tahminleri ve önemi nedeniyle pratik olarak uygun görülmektedir. Fiziksel aktivitenin TK, HDL ve VLDL seviyelerinde önemli değişikliklere neden olduğuna dair bazı kanıtlar vardır (Huttunen, 1982; U.G. Simsek ve ark., 2009; Stamp Dawkins ve ark., 2004; Stucchi ve ark., 1991). Güvenilirlik açısından fiziksel aktiviteyi tahmin etmek için toplam kolesterol göstergesinin en uygun gösterge gibi görünmesi, fiziksel egzersizin toplam kolesterolü, VLDL'yi düşürmesi ve HDL'yi artırması ile ilişkili olabilir (Mann ve ark., 2014) ve bu daha iyi beden sağlığı ile sonuçlanır.

Başka bir çalışmada fiziksel aktivitenin toplam kolesterol ile ters ilişkili olduğu bildirilmiştir (Loprinzi ve Addoh, 2016). Pelletier ve Baker (1987), yeterli fiziksel aktiviteye sahip bireylerin HDL kolesterol düzeylerinin yeterli fiziksel aktiviteye sahip olmayan bireylere oranla daha düşük olduğunu fakat toplam kolesterol için bir değişim gözlenmediğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde fiziksel aktivitenin VLDL düzeyini düşürdüğü bildirilmiştir (Tsekouras ve ark., 2008). Kanatlılarla yapılan bir çalışmada yerleşim sıklığının VLDL ve HDL düzeylerini önemli ölçüde etkilediği ifade edilmiştir (Gholami ve ark., 2020b). Yine başka bir çalışmada yerleşim sıklığı ve iklimin TK, VLDL, HDL seviyeleri üzerindeki etkileşim etkilerinin anlamlı olduğu bildirilmiştir (Gholami ve ark., 2020a).

Özbey ve Esen (2007) çalışmalarında 3 yerleşim sıklığı grubuna (m^2 'ye 15, 20, ve 25 birey) göre bazı biyokimyasal parametreleri incelemişlerdir. Çalışmamızla ilgili olarak incelenen toplam kolesterol düzeyinin en düşük yerleşim sıklığından en yüksek

yerleşim sıklığına doğru gidildiğinde %13.1'lik anlamlı ($p < 0.05$) bir artışın olduğu görülmüştür.

Fiziksel aktivitenin yerleşim sıklığıyla ilgili olduğu göz önüne alındığında, yerleşim sıklığının uygun düzeyde olması (33 kg/m^2) hayvan refahı açısından modelde olan ve modelde olmayıp yerleşim sıklığından etkilenen parametreler açısından önem arz etmektedir.

4.2.2. Biçimlendirici ölçme modellerinin değerlendirilmesi

Mevcut modelde, biçimlendirici ölçme modelleri büyüme ve biyolojik stres gizil değişkenlerinden oluşmaktadır (Çizelge 4.8). Biçimlendirici ölçme modellerinin ilk incelenmesi gereken kriteri VIF değeridir. VIF, tolerans değerinin tersidir. Küçük VIF değerleri, ideal koşullar altında ($VIF < 3$ veya < 5) (Hair ve ark., 2019) değişkenler arasındaki düşük korelasyonu gösterir. Çünkü biçimlendirici ölçme modelleri çoklu regresyon gibi çalışmaktadır. Bunun için göstergeler arasından %75'ten yüksek korelasyon istenmemektedir (Hair ve ark., 2017). Ancak VIF değerinin 10'dan az olması da kabul edilebilir. Tolerans değerinin ($1/VIF$) ise 0.20'den küçük olmaması istenir fakat en az 0.1 (buna karşılık $VIF = 10.0$) olması da kabul edilebilir (Hair ve ark., 2018).

Bu çalışmada, modelde yer alan biyolojik stres yapısının TAS, TOS ve TPE göstergelerine ait VIF (tolerans) değerleri sırasıyla 1.112 (0.899), 1.351 (0.740) ve 1.441 (0.694) olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde, büyüme gizil değişkeninin Ca ve TPR göstergeleri için VIF (tolerans) değerleri sırasıyla 3.101 (0.322) ve 3.101 (0.322) olarak hesaplandığı görülmüştür. Biyolojik stres ve büyüme yapısı için VIF (tolerans) değeri varsayımlarının sağlandığı görülmektedir (Çizelge 4.8).

İkinci olarak, biçimlendirici ölçme modellerinin ağırlık (w) ve yüklerinin (I) katsayıları değerlendirilip anlamlılıkları ve güven aralıkları değerlendirilebilir. Buna göre büyüme yapısı incelendiğinde TPR ağırlığının ($w = 0.795$) Ca'nın ağırlığından ($w = 0.238$) daha yüksek tahmin edilmiştir. Her iki göstergenin büyüme yapısı

üzerindeki katkısı anlamlı olarak tahmin edilmiştir ($p<0.05$). Büyüme gizil değişkeninin TPR ve Ca göstergelerine ait yükleri incelendiğinde sırasıyla 0.991 ve 0.892 olduğu görülmektedir. Bu yükler, göstergelerin (ayrıca) yapı üzerindeki mutlak katkısını ifade etmektedir. Toplam proteinin büyüme üzerindeki etkisinin nispeten daha yüksek olması beklenir.

Büyüme yapısına ait %95 önyüklemeye güven aralıkları incelendiğinde Ca için güven aralığı [0.072, 0.487]; TPR [0.548, 0.941] olduğu görülmektedir. Bu güven aralıklarına sıfır düşmediğinden, Ca ve TPR için sırasıyla 0.279 ve 0.744 olan dış ağırlıkların %5 hata olasılığında anlamlı olduğu sonucuna varılabilir. Dolayısıyla göstergelerin büyüme yapısı için katkısı anlamlıdır sonucuna varılabilir.

Büyüme yapısı için nihai olarak, serum toplam protein ve kalsiyum göstergeleri, modeldeki büyüme gizil değişkenine katkıda bulunmuştur. Bu sonuç bekleniyordu, çünkü toplam protein ve kalsiyum genellikle büyüme üzerindeki etkileriyle yakından ilgilidir. Toplam proteinin büyüme üzerindeki etkisinin kalsiyumdan daha büyük olduğu tahmin edilmektedir çünkü proteinler vücudun tüm kaslarında bulunurken (Tesseraud ve ark., 2011), kalsiyum iskelet ve kemik gelişimi için gereklidir (Swennen ve ark., 2007). Ayrıca, organizma büyürken düşük kalsiyum alımı, optimal olmayan kemik kütleline ve büyümenin yavaşlamasına neden olabilir (Swennen ve ark., 2007).

Çizelge 4.8. Büyüme ve Biyolojik Stres yapılarının değerlendirilmesi (biçimlendirici ölçme modelleri)

	Bıçimlendirici Göstergeler	Dış Ağırlıklar (Dış Yükler)	t-Değeri	Anlamlılık ($p<0.05$)?	95% Önyüklemeye Güven Aralığı	VIF (Tolerans)
Büyüme	Ca	0.238 (0.892)	1.933	Evet	[0.072, 0.487]	3.101 (0.322)
	TPR	0.795 (0.991)	6.889	Evet	[0.548, 0.941]	3.101 (0.322)
Biyolojik Stres	TAS	0.685 (0.852)	5.633	Evet	[0.519, 0.865]	1.112 (0.899)
	TOS	0.261 (0.584)	0.71	Hayır	[-0.023, 1.034]	1.351 (0.740)
	TPE	0.368 (0.717)	1.015	Hayır	[-0.362, 0.683]	1.441 (0.694)

Biyolojik stres yapısının TAS, TOS ve TPE göstergelerine ait ağırlıklar (w) sırasıyla 0.685, 0.261 ve 0.368 olarak tahmin edilmiştir. Buna göre biyolojik stres üzerinde katkı açısından en yüksek göstergeden en düşük göstergeye doğru

sıralandığında TAS>TPE>TOS olduğu gör÷lmektedir. Diğer taraftan TAS göstergesinin anlamlı ($p<0.05$); TOS ve TPE göstergelerinin anlamlı olmadığı ($p>0.05$) gör÷lmektedir. Biyolojik stres yapısının total antioksidan durumundan - nispeten- daha fazla etkilenmesi organizmanın sağlığının da bir işaretidir. TAS düzeyindeki artış, muhtemelen vücuttaki oksidatif hasarın önlenmesi nedeniyle artan refaha işaret etmektedir (Celi ve Gabai, 2015).

Ayrıca önyükleme sonuçlarına bakıldığında TAS, TOS ve TPE güven aralıkları [0.519, 0.865], [-0.023, 1.034] ve [-0.362, 0.683] olarak tahmin edilmiştir. TAS güven aralığı hem dar hem de anlamlı olduğu için modelde kalması gereklidir. Aynı zamanda, TOS ve TPE göstergelerinin yükleri (sırasıyla, 0.584 ve 0.717) 0.50'den yüksek olduğu için anlamlı olmasa ve güven aralığında sıfır olsa dahi ilgili göstergeler modelde kalabilir. Zira gösterge ağırlıkları yapıya nisbi bir katkı sağlarken, yükler mutlak katkı sağlamaktadır ve ayrıca ilgili göstergelerin ampirik gerekçeleri vardır. Aksi halde, -yani gösterge yükleri 0.50'den küçük ve güven aralığında sıfır olması halinde- göstergelerin kesinlikle modelden çıkarılması gerekir (Hair ve ark., 2017).

Biyolojik stres TAS ve TOS'un denge halidir. TAS'ın artması organizmanın sağlıklı olduğunu, TOS'un artması ise organizmanın sağlığının kötüye gittiğini ifade eder. Bu modelde bulunan sonuca göre, TAS'ın yapı üzerindeki etkisinin TOS ve TPE'den yüksek olması hayvanın stresinin az olduğunu göstermektedir. Örneğin, yerleşim sıklığı arttıkça az olan sıklığa nazaran TAS değerinin azaldığı bildirilmiştir (Yarahmadi ve ark., 2016).

Sonuç olarak, mevcut modelin ayırt edici kriterleri, ilgili yapıların hayvan refahı modelinin analizi için uygun olduğunu ve yukarıda belirtildiği gibi literatüre göre yorumlanabileceğini göstermiştir.

4.3. Yapısal Modelin Değerlendirilmesi

Ölçme modelinin güvenilirlik ve geçerlilik varsayımlarının değerlendirilmesinin ardından yapısal model incelenir. Yapısal model için yol katsayıları, yol katsayılarının

anlamlılığı, doğrudan etki, toplam etki, yapıların VIF değerleri, yapıların güvenilirlik ve geçerlilikleri, yol katsayılarının güven aralıkları, etki büyüklükleri (f^2), aracılık etkileri (medation effect) ve R^2 (belirleme katsayısı) değerleri incelenir.

Yol katsayıları sıralı en küçük kareler (OLS) regresyonuna göre tahmin edildiğinden, değişkenler arasındaki eşdoğrusallık konusu yapısal model değerlendirilmeden önce incelenmelidir. Yapısal modelde eşdoğrusallığı test etmek için yordayıcı yani her bir endojen yapının tahmini için egzogen yapılar arasındaki VIF değerine bakılır. Çizelge 4.9’da görüldüğü üzere VIF değerlerin tümü kritik optimum değer olan 3 değerinden küçük olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9. Yapılar için VIF değerleri

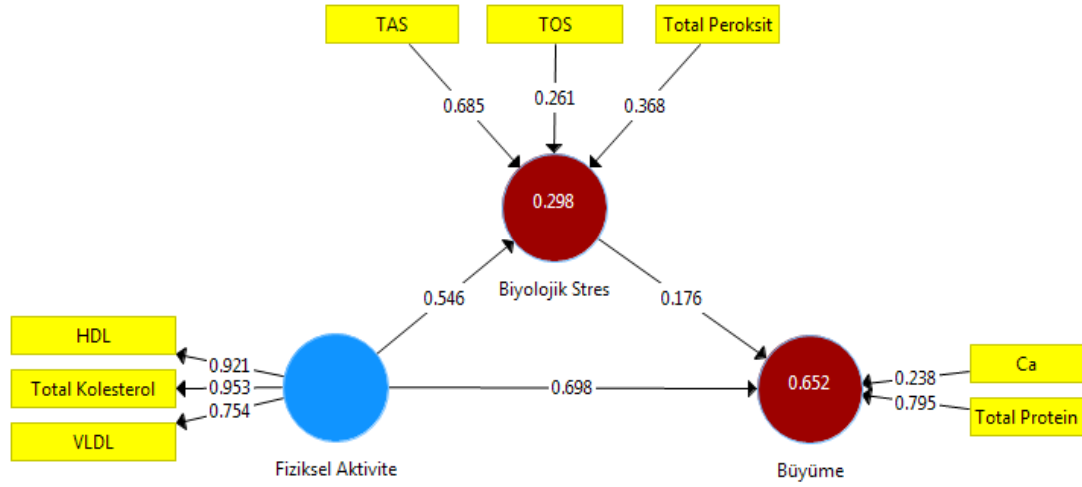
Yapılar	Biyolojik Stres	Büyüme
Biyolojik Stres	-	1.425
Fiziksel Aktivite	1.000	1.425

Çizelge 4.10. Model için uyum indeksleri

	Doymuş Model	Tahmini Model
SRMR	0.066 (0.043)*	0.066 (0.042)*
d_ULS	0.156	0.156
d_G	0.231	0.231
Chi-Square	94.958	94.958
NFI	0.826	0.826
NNFI	0.711	0.711

*: Parantez içi önyükleme sonucunu gösterir

SRMR için 0.10 veya 0.08’den küçük bir değer iyi bir uyum olarak kabul edilir (Hu ve Bentler, 1999). Henseler vd. (2014) SRMR’yi VT-YEM’in model hatalarını önlemek için kullanılabilecek bir uyum iyiliği ölçüsü olduğunu belirtmiştir. SmartPLS, SRMR kriterinin önyükleme tabanlı çıkarım istatistiklerini de sağlar. SRMR önyükleme güven aralığı sonuçlarının yorumlanması için hem doymuş hem de tahmini modele bakıldığında 0.08 kritik değerinin altında olduğu görülmektedir. Doymuş model, tüm yapılar arasındaki korelasyonu değerlendirir. Tahmini model, toplam etki şemasına dayanan ve model yapısını hesaba katan bir modeldir.



Şekil 4.6. Hayvan refahı için hesaplanmış VT-YEM modeli analiz sonucu. Daireler gizli değişkenleri, dikdörtgenler ise ölçme değişkenlerini temsil eder. Daireler arasındaki oklar, gizli değişkenler (yol katsayıları) arasındaki ilişkileri temsil eder. Daireler ve dikdörtgenler arasındaki oklar, gösterge güvenilirliklerini (ilgili ölçme değişkenlerini) temsil eder. Dairelerdeki sayılar, belirleme katsayısını temsil eder (bu sadece endojen değişkenler durumunda hesaplanır).

Tam model uyumu için kullanılan d_{ULS} ve d_G kriterleri, deneysel kovaryans matrisi ile bileşik faktör modelinin ima ettiği kovaryans matrisi arasındaki tutarsızlığın istatistiksel (önyükleme tabanlı) çıkarımını test eder. d_{ULS} ve d_G orijinal değerlerinin önyükleme sonucuna göre %95 ya da %99 güven aralıkları üst sınırını geçmemelidir. Verilen Çizelge 4.11’de hem doymuş hem de tahmini modelde her iki güven aralığı üst sınırını aştığı görülmektedir. Bunun sebebinin biçimlendirici ve yansıtıcı ölçme modellerinin birlikte modelde yer almasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira esasen KT-YEM için geliştirilen bu yöntemler, literatürde VT-YEM için yeterli kaynak bulunmayıp gelecek çalışmalarda bu konunun incelenmesi gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2021).

Çizelge 4.11. d_{ULS} ve d_G için güven aralığı üst sınırları

	Orijinal değerler	Güven Aralığı Üst Sınırları d_{ULS} (d_G)	
	d_{ULS} (d_G)	95%	99%
Doymuş Model	0.156 (231)	0.112 (110)	0.138 (136)
Tahmini Model	0.156 (231)	0.110 (109)	0.141 (135)

Normlandırılmış uyum indeksi (NFI), 0 ile 1 arasındaki değerlerle sonuçlanır. NFI değeri 1'e yakın olduğu ölçüde uyum iyi olur. 0.9'un üzerindeki NFI değerleri genellikle kabul edilebilir uyumu temsil eder. NFI, artan bir uyum ölçüsünü temsil eder. Modelde ne kadar fazla parametre olursa, NFI sonucu o kadar büyük (yani daha iyi) olur. Bu nedenle, bu ölçü önerilmemektedir, ancak normlandırılmamış uyum indeksi (NNFI) veya Tucker-Lewis indeksi (TLI) gibi alternatifler önerilmektedir. Mevcut model için NFI 0.826 ve NNFI veya TLI ise 0.711 olarak hesaplanmıştır (NNFI değeri hesabı için EK-1'de verilen cSEM paketine ait kodlar kullanılabilir).

Çizelge 4.12. Model seçme kriterleri

Endojen yapılar	AIC	AICu	AICc	BIC	HQ	HQc	GM
Biyolojik Stres	-30.989	-28.968	67.272	-25.860	-28.916	-28.652	104.128
Büyüme	-96.450	-93.402	1.989	-88.757	-93.341	-92.840	108.693

AIC: Akaike'nin bilgi kriteri, AICu: Akaike'nin yansız bilgi kriteri, AICc: Akaike'nin düzeltilmiş bilgi kriteri, BIC: Bayes bilgi kriteri, HQ : Hannan Quinn kriteri, HQc: Düzeltilmiş Hannan Quinn kriteri, GM: Geweke-Meese kriteri

Çizelge 4.12'de verilen model seçim kriterleri, önceden belirlenmiş bir dizi alternatif model kurulumundan en iyi tahmine dayalı modeli seçmelerine yardımcı olur. Böylelikle, VT-YEM'in öngörü yeteneklerinden yararlanılmış olunur.

Öte yandan, dış model artıklarının kök ortalama kare artık kovaryans matrisi olan (Lohmöller, 1989), RMS_{theta} , tamamen yansıtıcı modelleri değerlendirmek için kullanışlıdır, çünkü biçimlendirici ölçme modelleri için dış model kalıntıları anlamlı değildir. Yine de 0.12'nin altındaki RMS_{theta} değerleri iyi uyuma sahip bir modeli gösterirken, daha yüksek değerler uyum eksikliğini gösterir (Henseler ve ark., 2014b). Mevcut modelde RMS_{theta} değeri 0.054 olarak hesaplanmıştır.

Yol katsayılarının boyutu ($-1 < \gamma < +1$ arasında yer alır) ve önemi modelin değerlendirilmesinde önemli bir role sahiptir. Yapılar arasında varsayılan ilişkileri temsil eden yol katsayılarının boyutları ve anlamlılık düzeyi değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.13. Yapısal modelin yol katsayılarının değerlendirilmesi

Yapılar	Yol Katsayıları	t- Değerleri	Önem (p<0.05)?	95% Önyükleme Güven Aralığı	f ² Değeri (Etki Büyüklüğü)
FA → BS	0.546	9.139	Evet	[0.419; 0.654]	0.43 (büyük)
FA → BY	0.698	6.994	Evet	[0.513; 0.874]	0.98 (büyük)
BS → BY	0.176	1.298	Hayır	[0.014; 0.420]	0.06 (küçük)

FA: Fiziksel aktivite, BS: Biyolojik stres, BY: Büyüme

Modelin 3 yapısı ve bunların 3 yol katsayısı vardır (Şekil 4.6). Fiziksel aktivite sadece biyolojik stres için değil, aynı zamanda büyüme için de modele eklenenler arasında en önemli değişken olarak tahmin edilmiştir (Çizelge 4.13). Mevcut model tahminlerine göre, fiziksel aktivitenin büyüme üzerindeki doğrudan etkisi ($\gamma = 0.698$, $p < 0.05$) oldukça büyüktür. Bu etki, fiziksel aktivitedeki bir artış büyüme üzerinde daha yüksek bir etkiye sebep olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca fiziksel aktivitenin büyüme üzerindeki etkisi ($\gamma = 0.698$, $p < 0.05$) biyolojik stresin etkisinden ($\gamma = 0.176$, $p > 0.05$) daha yüksek olarak tahmin edilmiştir. Yani Fiziksel aktivitenin büyüme üzerindeki etkisi biyolojik stresin büyüme üzerindeki etkiden daha önemli bir rol oynamaktadır.

Fiziksel aktivite, yağ, kemik ve kas dokusu gibi canlı organizmaların büyümesinde önemli bir rol oynar (Alves ve Alves, 2019; Torun ve Viteri, 1994). Fiziksel aktivitenin optimumdan az veya fazla olması, biyolojik stresin ve büyümenin yönünü (pozitif veya negatif olarak) belirler. Bu çalışmada, fiziksel aktivite hem biyolojik stres hem de büyüme için en önemli faktördü. Bu modele göre fiziksel aktivite büyümede biyolojik streten ($\gamma = 0.546$) daha önemli bir rol oynadı ($\gamma = 0.698$), yani büyümenin fiziksel aktivite düzeyinden etlik piliçlerde biyolojik streten daha fazla etkilendiği anlamına gelmektedir. Daha önceki bazı çalışmalarda fiziksel aktivite ile biyolojik stres ve büyüme arasında güçlü ilişkiler bulunmuştur (Alves ve Alves, 2019; Farr ve ark., 2013; Torun ve Viteri, 1994). Mevcut çalışmada m² başına kanatlı sayısı görece az olduğundan (yaklaşık 6 kanatlı), tavuklarda çok az stres olduğu düşünülmüştür. Daha önceki çalışmalarda da stok yoğunluğu ile biyolojik stres arasında negatif bir ilişki bulunmuştur (Simitzis ve ark., 2012). Ayrıca, fiziksel aktivitenin stresi büyümeden daha az etkilemesinin nedeni, tavukların hareketle ilgili herhangi bir problemi olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Buna göre, bu deneysel çalışmanın etlik piliçler için AB refah standartlarına uygun olduğu söylenebilir (Augère-Granier, 2019). Biyolojik stresin büyüme üzerinde zayıf ve anlamlı olmayan bir etkisi ($\gamma = 0.176$) vardı, bu muhtemelen mevcut çalışmada bu yapının toplam oksidan durumu/toplam antioksidan durumu oranının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, bu oran deneylerdeki hayvanların sağlıklı olabileceğini göstermiştir (Simsek ve ark., 2009). Büyüme, fiziksel aktiviteden önemli ölçüde etkilenirken, biyolojik stresten anlamlı şekilde etkilenmediği görülmektedir. Model, büyümedeki varyansın önemli bir oranını ($R^2 = 0.65$) ve biyolojik stresteki varyansın daha küçük bir oranını ($R^2 = 0.298$) gösterdi. Bu nedenle, R^2 değerleri, broyler büyümesi için biyolojik strese göre iki kat daha yüksekti. Bu sonuç, mevcut veri seti göz önüne alındığında, performans değerlendirmesi için daha uygulanabilir bir büyüme niteliğini göstermektedir. Büyüme ve ağırlık değerleri, özellikle yoğun kümes hayvanı yetiştiriciliğinde değer kazanan refah derecesine karar vermede kriter olarak kullanılabilir.

Toplam etkilerin yorumlanması, bir veya daha fazla aracı değişken aracılığıyla bir kriter yapısı üzerindeki çeşitli itici güç yapılarının farklı etkisini araştırmayı amaçlayan çalışmalarda özellikle yararlı olduğu bildirilmiştir (Hair ve ark., 2017). Biyolojik stresin büyüme üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli değildir. Fakat fiziksel aktivite ile biyolojik stresin büyüme üzerindeki toplam etkilerinin değerlendirilmesi anlamlı olabilir. Bu açıdan toplam etkiler değerlendirildiğinde aracılık etkisini ortaya çıkaracaktır. Biyolojik stresin büyüme üzerinde etkisi çok güçlü olmasa da toplam etki ($0.698 + 0.546 \cdot 0.176 = 0.794$) oldukça belirgindir. Bu tür bir sonuç, fiziksel aktivite yapısından büyüme yapısı üzerindeki doğrudan ilişkiye biyolojik stresin aracılık edebileceği söylenebilir (Hair ve ark., 2017).

Çizelge 4.13'te verilen güven aralıkları incelendiğinde BCa yöntemi ile alınan sonuçlara göre 3 yolun da modelde kalmasında herhangi bir problem olmadığı görülmektedir. Diğer bir ifade ile güven aralıklarının sıfır içermemesi biyolojik stres → büyüme yolunun anlamlı olmasa da modelde tutulabileceği anlamına gelmektedir. Ayrıca şu da gözden kaçırılmamalıdır: güven aralığında yer alan alt ve üst limitler

sıfırın sol veya sağ tarafında kalabilir, asıl problemli olan alt limitin negatif, üst limitin pozitif olmasıdır.

Etki büyüklüğü f^2 , egzojen bir yapının endojen bir değişkenin R^2 değerine katkısının değerlendirilmesine izin veren bir ölçüdür. Yapıların etki büyüklüklerinin (f^2) Çizelge 4.13'te gösterildiği gibi anlamlı olduğu bulunmuştur. Buna göre biyolojik stres için fiziksel aktivitenin etki büyüklüğü 0.43 olup orta; büyüme için etki büyüklükleri sırasıyla fiziksel aktivitenin 0.98 olup büyük ve biyolojik stresin 0.06 olup küçük olarak hesaplanmıştır.

Modele göre biyolojik stresin toplam değişkenliğinin %29.8'ini ($R^2 = 0.298$) fiziksel aktivitenin açıklayabileceğini ve bunun orta derecede bir etki olduğu tahmin edilmiştir. Ayrıca, fiziksel aktivite ve biyolojik stres, broyler büyümesindeki %65.2'lik ($R^2 = 0.652$) varyasyonu açıkladığı görülmüştür (Şekil 4.6). Bu belirleme katsayısı (R^2) orta ama önemli olmaya yakın (0.75) tahmin edilmiştir.

Unutulmamalıdır ki, literatürde fiziksel aktivite ile TK, VLDL ve biyolojik stresin birbiriyle zıt ilişkili olduğu bildirilmiştir (Özhan ve Şimşek, 2015; Tayeb ve ark., 2011). Gholami vd. (2020a) çalışmalarında fiziksel aktivite sınırlandıkça TK ve LDL'nin etkilenmediği bildirilmiştir. Mevcut modelde pozitif ilişkili olarak tahmin edilmiştir. Bunların açıklığa kavuşturabilmesi için 1) biyokimya analizlerinin kanatlı kitleriyle yapılması, 2) veri sayısının nispeten fazla olması, 3) farklı stres koşullarında veya yerleşim sıklıklarında yetiştirilen hayvanlara ait farklı modellerin kurulması ile olabileceği düşünülmektedir. Farklı koşullara sahip hayvan gruplarına ait modeller kurulursa kıyas olabileceği için yorumlar genişletilebilir ve ayrıntılandırılabilir.

4.4. PLSpredict sonuçları

Mevcut modelin örneklem dışı tahmin gücünün değerlendirilmesi amacıyla, model bir eğitim örnekleme üzerinde tahmin edildi ve eğitim örnekleme dışındaki veriler üzerindeki tahmin performansının değerlendirilebilmesi için PLSpredict prosedürü kullanıldı. Burada dikkat edilmesi gereken kriterler KEKK ve LM

modellerine ait RMSE ve OMH değerlerinin karşılaştırılmasıdır. MAPE ise, sıfır değerine sahip gözlenen değişkenler olduğu zaman kullanılması tavsiye edilmemektedir (Shmueli ve ark., 2019).

PLSpredict prosedürü kullanılarak bağımlı gizil değişkenlere ait OMH, RMSE ve Q^2_{tahmin} değerleri elde edilerek KEKK ve LM yöntemlerinin sonuçları sırasıyla Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15’de gösterilmektedir. K için bir değer seçilirken, tek bir seferdeki (fold) eğitim örnekleminin modelin minimum örneklem boyutu gereksinimlerini karşılamaya devam etmesi sağlanması gerektiği bildirilmiştir (Kock ve Hadaya, 2018). Buradan hareketle, mevcut model için $k=3$ seçildi. Çünkü 96 verinin 3’e bölümü 32’ye denk gelmektedir. Bu da mevcut modelin çalışabilmesi için minimum örneklem sayısına denk gelir. Zira modelde en fazla göstergeye sahip biçimlendirici ölçme modeli biyolojik streştir (3- TAS, TOS, TPE) ve modelin çalışması için “10 katı” kuralından hareketle $10 \times 3 = 30$ minimum örneklemin olması gereklidir.

Çizelge 4.14. PLSpredict KEKK sonuçları

Göstergeler	RMSE	MAE	MAPE	Q^2_{tahmin}
TPR	0.549	0.409	18.164	0.601
Ca	1.026	0.795	8.657	0.496
TPE	1.013	0.661	13.332	0.133
TAS	0.143	0.113	10.897	0.225
TOS	17.422	10.408	58.78	0.05

Çizelge 4.15. PLSpredict LM sonuçları

Göstergeler	RMSE	MAE	MAPE	Q^2_{tahmin}
TPR	0.412	0.311	13.801	0.776
Ca	0.946	0.69	7.621	0.571
TPE	1.031	0.67	13.618	0.102
TAS	0.144	0.116	11.135	0.212
TOS	17.089	9.731	52.499	0.086

Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15’de’te görüldüğü gibi, tüm göstergeler 0’ın üzerinde Q^2_{tahmin} değerleri verdiği için tüm içsel yapıların göstergelerinin LM’den (yani, eğitim

örnekleminin göstergesi) daha iyi performans gösterdiği anlaşılmaktadır. Bir başka deyişle, sıfırın üzerindeki Q^2_{tahmin} değerleri, içsel yapıların tahmin gücüne sahip olduklarını göstermektedir.

VT-YEM modeline ait TPE ve TAS göstergelerine ait değerlerin LM modeline kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. VT-YEM analizindeki göstergelerinin azınlığı (5'te 2'si), LM'ye kıyasla daha düşük tahmin hataları ürettiği için mevcut modelin düşük tahmin gücüne sahip olduğu sonucuna varılmaktadır (Shmueli ve ark., 2019).



5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Kanatlı hayvan refahının değerlendirilmesi için VT-YEM tekniğinin uygulanması, refah modellemesindeki iyileştirmenin başlangıcını teşkil eder. Diğer bir deyişle, hayvan refahında kavramlar arası karmaşık ilişkilerin matematiksel olarak belirlenmesi, bu ilişkilerin regresyon ve korelasyon gibi temel analizlere indirgenmesi refaha ait anlaşılabilirlik, yorumlama, tahmin ve bakış açısı sunmaktadır. Bu modelin neticesi pratik fikir edinilmesine vesile olabilir.

Bu yöntem, gizil değişkenler olan ve bu nedenle kendileri ölçülebilir olmayan biyolojik stres ve büyümeye yönelik farklı yaklaşımlar dahil olmak üzere bir refah tahminini mümkün kılmıştır. Hayvan refahı ölçümleri vücut kompozisyonu, biliş, beslenme besin seviyeleri, duygu, hayvan kategorisi, fizyolojik durum, yaş, çevresel koşullara dayalı fiziksel aktivite, bağışıklık sistemi, genetik ve genomik, yönetim, sağlık koşulları ve biyolojik stres gibi faktörlere bağlıdır. Bu faktörlerin kendi göstergeleriyle birlikte ölçülebilir olması modelin daha karmaşık hale getirilmesine ve dolayısıyla birden çok konunun birlikte değerlendirilmesine olanak sağlayabilir.

Bu teknik, fiziksel aktivite, biyolojik stres ve büyüme gibi gizil değişkenler dahil edilerek büyümeyi tahmin etmeyi mümkün kılmıştır. Yöntem ayrıca fiziksel aktiviteden kaynaklanan biyolojik stresi tahmin edebildi. VT-YEM yönteminin refah kalitesi açısından pratikte bir avantaj sağlayıp sağlamayacağını doğrulamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Örneğin, 6-sigma yöntemiyle birlikte refah ile ilgili birçok modelin oluşturulması suretiyle aynı modellerin tekrarlı biçimde analiz edilmesi sonucu modeller arası farkın nelerden kaynaklandığını, neleri etkilediğini ve muhtemel hangi sonuçlara sebep olacağı tahmin edilebilir. Bu modeller tavukçulukta kullanılabileceği gibi küçükbaş ve büyükbaş hayvanlarda da kullanılabilir. Buradan kasıt modelde yer alan anahtar gizil değişkenleri tespit edip popülasyon hakkında çıkarımlar ve iyileştirmeler yapabilmektir.

VT-YEM’de, uyum gereksinimlerini karşılamak ve doğru tahminler yapmak için ilgili gizil değişkenlere -fen bilimleri açısından- makul ölçümler atamak zordur. Çünkü teorik model oluşturulurken uzman bilgisi ve literatür bilgisine ihtiyaç vardır. İlgili alanda uzman ile beraber hazırlanmayan modelin uyum indeksleri veya kalite kriterleri uygun çıksa ve istatistiksel olarak her parametre anlamlı olsa bile biyolojik olarak değerlendirilmeye ihtiyaç duyar. Fen bilimleri bu açıdan istatistiksel modelin yanında biyolojik doğrulama imkânı sağlar. Bu hususlara dikkat edildiği ölçüde modelin verimliliği artırılmış ve zamandan tasarruf edilmiş olunur.

5.2. Öneriler

Hem neden hem de sonuç değişkenlerinin kapsamlı bir tahmini için anlamlı ölçüm değişkenlerinin belirlenmesi, güvenilir ve geçerli bir VT-YEM için zorlayıcı ve belirleyicidir. Gelecekteki çalışmalarda, bağışıklık sistemi ve hastalık gizil değişkenleri refahın daha kapsamlı bir tahmini için ek anlamlı ölçüm değişkenlerinin dahil edilmesi önerilmektedir. Büyükbaş veya küçükbaş hayvanlarda da mevcut çalışmanın aynısı veya daha farklı gizil değişkenler eklenerek tahmin edilmek istenen değişken(ler) için model kurulabilir.

Kurulacak olası bir modelde gizil değişkenlerin ve ilgili göstergelerin seçimi oldukça önem arz etmektedir. Hayvan refahı veya hayvancılıkla ilgili farklı modeller kurulurken şu noktalara dikkat edilmelidir:

- Kurulacak teorik modelin gösterge ve yapıların ilişkileri mutlaka literatür tabanlı olmalıdır. Aksi halde model kurulumu yanlış veya eksik olabilir. Örneğin, fiziksel aktivitenin göstergeleri olan toplam kolesterol, HDL ve VLDL ile ilişkisinin literatür endeksli olması gerektirir.
- Diğer önemli bir husus, ölçme modelinin seçimidir. Biçimlendirici ölçme modeli, deneysel çalışmalarda (yani gerçek verilerle) (Rodrigues ve ark., 2019b) ve yönetim bilimleri gibi alanlarda kullanılabilmektedir. Burada mantık, çoklu regresyon gibi göstergelerin yapı üzerindeki nisbi katkısıdır ve ok

göstergelerden yapıya doğrudur. Yansıtıcı ölçme modellerinde ise göstergelerin yapı üzerinde mutlak etkisi söz konusudur ve okların yönü yapıdan gösterge veya göstergelere doğrudur. Burada doğru ölçme modelinin seçimindeki amaç geçerlilik sorununu ortadan kaldırmaktır.

- Yapılar (örneğin, fiziksel aktivite (FA), biyolojik stres (BS), büyüme (BY)) arasındaki ilişkiler, araştırmalar baz alınarak belirlenmelidir. Başka bir deyişle, FA mı BS'yi etkiler yoksa BS mi FA'yı etkiler? Normalde akla gelen ilk şey, ikisinin birbirini etkilediğidir fakat burada ihmal edilmemesi gereken nokta, çıkış noktasının yani ilk olarak hangi faktörün diğerini etkilediğidir. Bu nedenle, araştırmalara dayalı olarak FA ve BS arasındaki ilişkinin ilk tetiklemesini FA'nın yaptığı yönünde model kurulmuştur.
- Herhangi bir model kurulmak istendiğinde ilgili alandaki uzman kişi veya kişilerle beraber göstergelere ve gizil değişkenlere karar verildikten sonra modelin kurulması, analiz edilmesi ve literatürce desteklenmesi tavsiye edilmektedir. Uzman desteği sayesinde zamandan tasarruf sağlanması, doğru modelin kurulması ve olası yanlışların önüne geçilmesi beklenmektedir.
- Son olarak herhangi bir modelin bilgisayar ile birey arasındaki etkileşim sonucu ortaya çıktığı unutulmamalıdır. Bunun için tek düzeyli modelde (mevcut çalışmadaki model tek düzeylidir) kriterler yerine getirilmiyorsa (VIF vs) çok düzeyli modeller denenebilir.

YEM modellemesi yapılırken yukarıda sayılan hususların yanında, VT-YEM modeli için veri sayısının 27'den az olmaması, çarpıklık ve basıklığın -1 ile +1 aralığında olması istenir (Hair ve ark., 2017). VT-YEM için iki düzeyli bir model yapılacaksa tüm modelin ya biçimlendirici ya da yansıtıcı olması modelin verimli çalışması yönünden iyi olacaktır. Ayrıca modelin kalite kriterleri sağlanmıyorsa iki düzeyli modelin kurulması tavsiye edilmektedir (Hair ve ark., 2017). Eğer keşfedici bir çalışma yapılıyorsa VT-YEM tavsiye edilir. Çünkü VT-YEM doğrulayıcı bir yapısal eşitlik modellemesi değildir.

İyi kurgulanmış bir modele ait veri seti, belirli varsayımları yerine getirmiyorsa KT-YEM yerine VT-YEM alternatif olarak kullanılabilir. Fakat KT-YEM'in VT-YEM'e tamamen alternatif olduğu bilgisi yanlıştır. Zira yöntem bölümünde belirtildiği gibi KT-YEM doğrulayıcı, VT-YEM keşfedici birer tekniktir. Yapılan kıyaslamalı çalışmalarda aynı model için veri sayısının arttıkça VT-YEM tahminlerinin KT-YEM'e yaklaştığı görülmüştür. VT-YEM'in, küçük örneklem boyutları için, istatistiksel güç ve yanlış pozitiflerden kaçınma açısından diğer tekniklerle karşılaştırıldığında eşit düzeyde performans gösterdiği bildirilmiştir (Goodhue ve ark., 2012). Örneklem boyutu büyükse (örneğin, 250'den fazla gözlem), KT-YEM, VT-YEM'den daha yüksek parametre doğruluğuna ve tutarlılığına sahiptir. KT-YEM ile karşılaştırıldığında örneklem boyutu küçük olduğunda, VT-YEM her zaman daha büyük veya eşit istatistiksel güce sahip olduğu bildirilmiştir (Reinartz ve ark., 2009). Sonuç olarak, gizil değişkenlere VT-YEM'de vekil (proxy), KT-YEM'de ortak faktör denilmektedir ancak, gerçekçi bir yaklaşım için, YEM'e yönelik her iki yaklaşım da tam olarak aynı şeyi inceleme girişimleridir. Bu nedenle, mükemmel bir dünyada, farklı yaklaşımlar kesinlikle aynı fikirde olmalıdır, yoksa önemli bir geçerlilik sorunu vardır ancak, bu yaklaşım her iki yöntemin sonucunun doğru olduğu anlamına gelmez. Veri sayısının çok az olması kimi çalışmalarda yanlılığa sebep olduğu bildirilmektedir, ancak büyük veri söz konusu olduğunda bu sorunun ortadan kalktığı bildirilmektedir (Hair ve ark., 2011).

YEM modelleri kurulurken biçimlendirici veya yansıtıcı durumları iyice göz önüne alınmalıdır. Aksi halde model yanlış kurulabilir, sonuçlar, yorumlar ve üstüne bina edilecek her şey yanlış olabilir. Yani gösterge mi faktörü etkiler yoksa faktör mü göstergelyi etkiler sorusu baştan sorulmalı. Örneğin, meyve verimliliği (V)-bitki stresi (S) yani verim ve stres arasındaki ilişkiyi inceleyen farazi bir model kurulmuş olsun. V ve S faktörlerini ölçmek için göstergelere ihtiyaç olacaktır. V faktörünün etkilediği ve etkilendiği göstergeler veya ölçümler vardır ve bu S faktörü için de geçerlidir. Eğer bu durumla karşılaşırsa, göstergelerin faktörü etkilediği düşünülüyorsa ve literatürce destekleniyorsa biçimlendirici, tersi durumunda yansıtıcı ölçme model seçilmelidir. Eğer model sadece biçimlendirici veya biçimlendirici-yansıtıcı ölçme modellerinden

oluşuyorsa, o zaman VT-YEM tavsiye edilir. Zira KT-YEM bu modeli çoğu zaman karşılamayıp sorun çıkarmaktadır. KT-YEM için ısrar ediliyorsa, veri sayısına, normal dağılıma ve modelin iyi belirlendiğine dikkat edilmesi gereklidir.

Sonuç olarak eğer modelde,

- ✓ Hedef, temel hedef yapılarını tahmin etmek veya anahtar ‘sürücü’ yapılarını tanımlamaksa, VT-YEM,
- ✓ Amaç teori testi, teori onayı veya alternatif teorilerin karşılaştırması ise KT-YEM,
- ✓ Araştırma keşif amaçlıysa veya mevcut bir yapısal teorinin bir uzantısı ise VT-YEM seçilmelidir.

KAYNAKLAR

- ABDOURHAMANE, I. M., 2019. Serbest Dolaşım (Free Range) Barındırma Sistemi ve Yavaş Gelişen Etlik Piliç Genotiplerinin Büyüme Performansı, Hayvan Refahı ve Davranışları ile Ayak Sağlığı ve Ekonomik Verimlilik Üzerine Etkileri. Bursa Ulusağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 91s.
- ABO GHANIMA, M., ABD EL-HACK, M., TAHA, A., TUFARELLI, V., LAUDADIO, V., and NAIEL, M. A. E., 2020. Assessment of Stocking Rate and Housing System on Performance, Carcass Traits, Blood Indices, and Meat Quality of French Pekin Ducks. *Agriculture*, 10(7):273. <https://doi.org/10.3390/agriculture10070273>
- ABO GHANIMA, M. M., ABD EL-HACK, M. E., OTHMAN, S. I., TAHA, A. E., ALLAM, A. A., and EİD ABDEL-MONEİM, A.-M., 2020. Impact of different rearing systems on growth, carcass traits, oxidative stress biomarkers, and humoral immunity of broilers exposed to heat stress. *Poultry Science*, 99(6):3070–3078. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.011>
- ABUDABOS, A. M., SAMARA, E. M., HUSSEİN, E. O. S., AL-GHADİ, M. Q., and AL-ATİYAT, R. M., 2013. Impacts of Stocking Density on the Performance and Welfare of Broiler Chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 12(1):e11. <https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e11>
- ADAMU, GEİDAM, Y. A., GAMBO, IGWEBUIKE, and MUHAMMAD, I. D., 2011. Influenced by Dietary Calcium-Phosphorus Ratios. *International Journal of Science and Nature*, 2(2):494–497.
- ADDİNSOFT SARL, 2013. XLSTAT-PLSPM. Paris, France. <http://www.xlstat.com/en/products/xlstat-plspm/> (Erişim Tarihi: 16.12.2020).
- AGUIRRE-URRETA, M. I., and RÖNKKÖ, M., 2018. Statistical inference with PLS using bootstrap confidence intervals. *MIS quarterly*, 42(3):1001-1020. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2018/13587>
- AKSU, D. S., SAĞLAM, Y. S., YILDIRIM, S., and AKSU, T., 2017. Effect of pomegranate (*Punica granatum* L.) juice on kidney, liver, heart and testis histopathological changes, and the tissues lipid peroxidation and antioxidant status in lead acetate-treated rats. *Cellular and Molecular Biology*, 63(10):33–42. <https://doi.org/10.14715/CMB/2017.63.10.5>
- AKTER, S., FOSSO WAMBA, S., and DEWAN, S., 2017. Why PLS-SEM is suitable for complex modelling? An empirical illustration in big data analytics quality. *Production Planning & Control*, 28(11–12):1011–1021. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1267411>
- ALBERS, S., 2010. PLS and success factor studies in marketing. In *Handbook of partial least squares*, pp. 409-425. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-32827-8_19
- ALI, F., RASOOLIMANESH, S. M., SARSTEDT, M., RINGLE, C. M., and RYU, K., 2018. An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) in hospitality research. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 30(1):514-538. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-10-2016-0568>

- ALTINÇEKİÇ, Ş. Ö., ve KOYUNCU, M., 2012. Çiftlik Hayvanları ve Stres. Hayvansal Üretim, 53(1):27–37.
- ALTINTAŞ, A., 2016. Kolesterol Metabolizması Kontrol ve Düzenleme. [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/1027/mod_resource/content/1/9.Lipid Metabol %28Kolesterol Metabolizması%29.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/1027/mod_resource/content/1/9.Lipid%20Metabol%20Kolesterol%20Metabolizması%29.pdf) (Erişim Tarihi: 12.03.2020)
- ALVES, J. G. B., and ALVES, G. V., 2019. Effects of physical activity on children's growth. *Jornal de Pediatria*, 95:72–78. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2018.11.003>
- ANDERSON, J. C., and GERBING, D. W., 1988. Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological bulletin*, 103(3):411–423. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.103.3.411>
- ANGEL, C. R., 2013. Calcium and phosphorus ratios in broilers. 24th Australian Poultry Science Symposium, 17–20 February, Australia, pp.10–13. <https://en.engormix.com/poultry-industry/articles/calcium-phosphorus-ratios-broilers-t35754.htm> (Erişim Tairhi: 20.10.2020).
- ANGELO, S. D., and ROSA, R., 2020. Oxidative Stress and Sport Performance. *Sport Science*, 13(1): 18–22.
- ANONİM, 2018. Antioksidan Mineral ve Vitaminler. <http://www.ivek.org.tr/calismalar/antioksidan-mineral-ve-vitaminler> (Erişim Tairhi: 12.05.2020)
- ANONİM, 2020a. Nomological network. <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803100237532> (Erişim Tairhi: 07.12.2020).
- ANONİM, 2020b. Structural Equation Modeling. <https://www.statisticssolutions.com/structural-equation-modeling/> (Erişim Tairhi: 02.09.2020)
- ANONİM, 2021. Model Fit. <https://www.smartpls.com/documentation/algorithms-and-techniques/model-fit> (Erişim Tairhi: 22.11.2020)
- ANTALYALI, A. A., 2007. Avrupa Birliği ve Türkiye’de hayvan refahı uygulamaları. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, AB Uzmanlık Tezi, Ankara, 162s.
- ARBUCKLE, J. L., 2020. IBM SPSS Amos 27 User’s Guide; Amos Development Corporation, SPSS Inc.: Chicago, IL, USA. Chicago, IL: SPSS.
- ARIA, M., 2020. PLS-SEM Toolbox. MATLAB Central File Exchange. <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/54147-pls-sem-toolbox> (Erişim Tairhi: 07.01.2021).
- ARNOULD, C., and FAURE, J. M., 2004. Use of pen space and activity of broiler chickens reared at two different densities. *Applied Animal Behaviour Science*, 87(1–2):155–170. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2004.01.001>
- ARSLAN, A. S., and SEVEN, P. T., 2017. The effects of propolis on serum malondialdehyde, fatty acids and some blood parameters in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) under high stocking density. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1):417–422. <https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1206901>
- AUGÈRE-GRANIER, M. L., 2019. The EU Poultry Meat and Egg Sector: Main Features, Challenges and Prospects: In-depth Analysis. European Parliament.
- AVKIRAN, N., and RINGLE, C. M., 2018. Partial least squares structural equation modeling. *Handbook of market research*, 267:1–29. <https://doi.org/10.1007/978->

3-319-71691-6

- AWAD, E. A., NAJAA, M., ZULAIKHA, Z. A., ZULKIFLI, I., and SOLEIMANI, A. F., 2020. Effects of heat stress on growth performance, selected physiological and immunological parameters, caecal microflora, and meat quality in two broiler strains. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(5):778–787. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0208>
- AZAD, M. A. K., KIKUSATO, M., MAEKAWA, T., SHIRAKAWA, H., and TOYOMIZU, M., 2010. Metabolic characteristics and oxidative damage to skeletal muscle in broiler chickens exposed to chronic heat stress. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 155(3):401–406. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2009.12.011>
- BARCELAY, D., HIGGINS, C., and THOMSON, R., 1995. The partial least squares approach to causal modeling personal computer adoption and use as an illustration. *Technology Studies*, 2:285–309.
- BAUMGARTNER, H., and HOMBURG, C., 1996. Applications of structural equation modeling in marketing and consumer research: A review. *International journal of Research in Marketing*, 13(2):139-161. [https://doi.org/10.1016/0167-8116\(95\)00038-0](https://doi.org/10.1016/0167-8116(95)00038-0)
- BECKER, J.-M., and ISMAIL, I. R., 2016. Accounting for sampling weights in PLS path modeling: Simulations and empirical examples. *European Management Journal*, 34(6):606–617. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2016.06.009>
- BECKER, J. M., RAI, A., and RIGDON, E., 2013. Predictive validity and formative measurement in structural equation modeling: Embracing practical relevance. 34th International Conference on Information Systems (ICIS): Reshaping Society Through Information Systems Design, 15-18 December, Milan, 1-19s.
- BECKER, J. M., RINGLE, C. M., SARSTEDT, M., and VÖLCKNER, F., 2015. How collinearity affects mixture regression results. *Marketing Letters*. <https://doi.org/10.1007/s11002-014-9299-9>
- BENTLER, P. M., 1989. *Theory and Implementation of EQS; A Structural Equations Program*. Los Angeles: BMDP Statistical Software.
- BENTLER, P., and WU, E., 2012. *EQS 6.2 for Windows*. [Statistical Program]. CA: Multivariate Software, Inc.
- BESSEI, W., 2006. Welfare of broilers: a review. *World's Poultry Science Journal*, 62(03):455. <https://doi.org/10.1017/S0043933906001085>
- BISWAS, R., CHATTOPADHYAY, A., and DATTA, D. S., 2017. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of watermelon (*Citrullus vulgaris*) seed kernels on male albino rats. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 5(3):368–373. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.5.3.22>
- BOERSMA, S., 2001. Managing rapid growth rate in broilers. *World Poultry*, 17(8):20–21.
- BOKER, S. M., NEALE, M. C., MAES, H. H., WILDE, M. J., SPIEGEL, M., BRICK, T. R., and THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA., 2018. *Openmx 2.9.9-191 user guide* [computer software manual].
- BOLLEN., 2011. Evaluating Effect, Composite, and Causal Indicators in Structural Equation Models. *MIS Quarterly*, 35(2):359–372. <https://doi.org/10.2307/23044047>
- BOLLEN, and BAULDRY, S., 2011. Three Cs in measurement models: causal indicators, composite indicators, and covariates. *Psychological methods*,

- 16(3):265–284. <https://doi.org/10.1037/a0024448>
- BOLLEN, K. A., 1989. Structural Equations with Latent Variables. *İçinde Structural Equations with Latent Variables*. John Wiley & Sons, Inc, s.80-150. <https://doi.org/10.1002/9781118619179>
- BOLLEN, K. A., 2002. Latent Variables in Psychology and the Social Sciences. *Annual Review of Psychology*, 53(1):605–634. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135239>
- BOLLEN, K. A., and DIAMANTOPOULOS, A., 2017. In defense of causal-formative indicators: A minority report. *Psychological methods*, 22(3):581–596. <https://doi.org/10.1037/met0000056>
- BOLLEN, K. A., and LENNOX, R., 1991. Conventional wisdom on measurement: A structural equation perspective. *Psychological bulletin*, 110(2):305-314. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.110.2.305>
- BORGES, J. A. R., DOMINGUES, C. H. DE F., CALDARA, F. R., ROSA, N. P. DA, SENGHER, I., and GUIDOLIN, D. G. F., 2019. Identifying the factors impacting on farmers' intention to adopt animal friendly practices. *Preventive veterinary medicine*, 170:104718. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104718>
- BORSBOOM, D., MELLEBERGH, G. J., and VAN HEERDEN, J., 2003. The theoretical status of latent variables. *Psychological review*, 110(2):203–219. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.110.2.203>
- BOZKURT, Z., 2017. Legal Requirements for The Welfare Standards of Broiler and Layer Hens in The European Union and Turkey's Compliance. *Journal of Bahri Dagdas Animal Research*, 6(2):23–35.
- BOZORGPANVAR, E., YAZDANPANAH, M., FOROUZANI, M., and KHOSRAVIPOUR, B., 2018. Cleaner and greener livestock production: Appraising producers' perceptions regarding renewable energy in Iran. *Journal of Cleaner Production*, 203:769–776. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.280>
- BUAPROMMEE, N., and POLYORAT, K., 2016. The antecedents of purchase intention of meat with traceability in Thai consumers. *Asia Pacific Management Review*, 21(3):161–169. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.03.001>
- BUIJS, S., VAN POUCKE, E., VAN DONGEN, S., LENS, L., BAERT, J., and TUYTTENS, F. A. M., 2012. The influence of stocking density on broiler chicken bone quality and fluctuating asymmetry. *Poultry Science*, 91(8):1759–1767. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01859>
- BÜTTNER, K., CZYCHOLL, I., MEES, K., and KRIETER, J., 2019. Agonistic Interactions in Pigs—Comparison of Dominance Indices with Parameters Derived from Social Network Analysis in Three Age Groups. *Animals*, 9(11):929. <https://doi.org/10.3390/ani9110929>
- ÇANKAYA, S., 2017. Eğitim - Araştırma Hastanelerinde Çalışanların İş Doyumu, Örgütsel Bağlılık ve Tükenmişlik Düzeyleri Arasındaki İlişkilerin Yapısal Eşitlik Modeli ile İncelenmesi: Ordu İli Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 105s.
- ÇAVUŞOĞLU, E., 2018. Izgaralı Zemin Sistemi ve Yavaş Gelişen Etlik Piliç Genotiplerinin Büyüme Performansı, Hayvan Refahı Ve Davranışları, Ayak Sağlığı ve Üretim Ekonomisi Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Bursa, 94s.
- CELI, P., and GABAI, G., 2015. Oxidant/Antioxidant Balance in Animal Nutrition

- and Health: The Role of Protein Oxidation. *Frontiers in Veterinary Science*, 2:48. <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00048>
- CENFETELLI, R. T., and BASSELLIER, G., 2009. Interpretation of formative measurement in information systems research. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 33(4):689-707. <https://doi.org/10.2307/20650323>
- ÇETİN, M., YURTSEVEN, S., KOÇYİĞİT, A., TEMAMOĞULLARI, F., ALTAŞ, M. G., ÖZYİLDİZ, Z., YILMAZ, R. ve TAŞKİN, A., 2019. Kurutulmuş Pelin (*Artemisia Absinthium*) Otunun Etlik Piliçlerin Performans, Karkas Özellikleri ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2):409–417. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.551016>
- CHEGINI, S., KIANI, A., PARIZADIAN KAVAN, B., and ROKNI, H., 2019. Effects of propolis and stocking density on growth performance, nutrient digestibility, and immune system of heat-stressed broilers. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1):868–876. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1483750>
- CHEN, X., LIU, R., HAO, J., LI, D., WEI, Z., TENG, R., and SUN, B., 2019. Protein and carbohydrate drive microbial responses in diverse ways during different animal manures composting. *Bioresource Technology*, 271:482–486. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.09.096>
- CHIN, W. W., 1998. The partial least squares approach to structural equation modeling. *Modern methods for business research*, 295(2):295-336.
- CHIN, W. W., 2001. *PLS-Graph User's Guide Version 3.0*. Houston, Texas: C. T. Bauer College of Business.
- CHIN, W. W., 2010. How to write up and report PLS analyses. In *Handbook of partial least squares*, pp.655-690. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-32827-8_29
- CHOU, C. P., BENTLER, P. M., and SATORRÀ, A., 1991. Scaled test statistics and robust standard errors for non-normal data in covariance structure analysis: a Monte Carlo study. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 44(2):347-357. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.1991.tb00966.x>
- CLARK, L. A., and WATSON, D., 1995. Constructing Validity: Basic Issues in Objective Scale Development. *Psychological Assessment*, 7(3):309-319. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.7.3.309>
- COHEN, J., 1988. *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. Hillsdale, NJ: Laurence Erlbaum Associates, p.567.
- COLLINS, L., and PART, C., 2013. Modelling Farm Animal Welfare. *Animals*, 3(2):416–441. <https://doi.org/10.3390/ani3020416>
- COLTMAN, T., DEVINNEY, T. M., MIDGLEY, D. F., and VENAİK, S., 2008. Formative versus reflective measurement models: Two applications of formative measurement. *Journal of Business Research*, 61(12):1250–1262. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2008.01.013>
- COMMUNITIES, C. O. T. E., 2007. Council Directive 2007/43/EC. Laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production. *Official Journal of the European Union*, 182:19–28.
- CONWAY, A., 2019. World polutry production to top 128 milion tons in 2019. In *Poltury Trends*. <http://www.euromonitor.com/russia/country-factfile> (Erişim Tarihi: 28.08.2020).
- COOK, M., 2000. *Skeletal Deformities and Their Causes: Introduction*. Poultry

- Science, 79(7):982–984. <https://doi.org/10.1093/PS/79.7.982>
- CRONBACH, L. J., and MEEHL, P. E., 1955. Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, 52(4):281–302. <https://doi.org/10.1037/h0040957>
- CUI, B., LIAO, Q., LAM, W. W. T., LIU, Z. P., and FIELDING, R., 2017. Avian influenza A/H7N9 risk perception, information trust and adoption of protective behaviours among poultry farmers in Jiangsu Province, China. *BMC public health*, 17(1):1–13. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4364-y>
- DANKS, N. P., and RAY, S., 2018. Predictions from partial least squares models. In *Applying partial least squares in tourism and hospitality research*. Emerald Publishing Limited, 35–52. <https://doi.org/10.1108/978-1-78756-699-620181003>
- DE LOS CAMPOS, G., GIANOLA, D., and HERINGSTAD, B., 2006. A Structural Equation Model for Describing Relationships Between Somatic Cell Score and Milk Yield in First-Lactation Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 89(11):4445–4455. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72493-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72493-6)
- DEIF, E. A., GALAL, A., FATHI, M. M., and EL-DEIN, A. Z., 2007. Immunocompetence of two broiler strains fed marginal and high protein diets. *International Journal of Poultry Science*, 6(12):901–911. <https://doi.org/10.3923/ijps.2007.901.911>
- DELEZIE, E., BIERMAN, K., NOLLET, L., and MAERTENS, L., 2015. Impacts of calcium and phosphorus concentration, their ratio, and phytase supplementation level on growth performance, foot pad lesions, and hock burn of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 24(2):115–126. <https://doi.org/10.3382/japr/pfv011>
- DEMİREL, G., and PEKEL, A., 2006. Tavuklarda Bağışıklığın artırılmasında Besin Maddelerinin Rolü. 32(2):71–77.
- DENİZ, G., 2001. Broylerlerde tibial diskondroplazi ve beslenme ile ilişkisi. *J. Fac. Vet. Med*, 20:181–185.
- DETILLEUX, J., THERON, L., DUPREZ, J.-N., REDING, E., HUMBLET, M.-F., PLANCHON, V., DELFOSSE, C., BERTOZZI, C., MAINIL, J., and HANZEN, C., 2013. Structural equation models to estimate risk of infection and tolerance to bovine mastitis. *Genetics Selection Evolution*, 45(1):1–7. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-45-6>
- DIACONIS, P., and FREEDMAN, D., 1986. On the consistency of Bayes estimates. *The Annals of Statistics*, 1–26.
- DIAMANTOPOULOS, A., 2005. The C-OAR-SE procedure for scale development in marketing: a comment. *International Journal of Research in Marketing*, 22(1):1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2003.08.002>
- DIAMANTOPOULOS, A., 2006. The error term in formative measurement models: Interpretation and modeling implications. *Journal of Modelling in Management*, 1(1):7–17. <https://doi.org/10.1108/17465660610667775>
- DIAMANTOPOULOS, A., and RIEFLER, P., 2011. Using formative measures in international marketing models: A cautionary tale using consumer animosity as an example. In *Measurement and Research Methods in International Marketing*. Emerald Group Publishing Limited, 11–30. [https://doi.org/10.1108/S1474-7979\(2011\)0000022004](https://doi.org/10.1108/S1474-7979(2011)0000022004)
- DIAMANTOPOULOS, A., RIEFLER, P., and ROTH, K. P., 2008. Advancing formative measurement models. *Journal of Business Research*, 61(12):1203–

1218. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2008.01.009>
- DIAMANTOPOULOS, A., SARSTEDT, M., FUCHS, C., WILCZYNSKI, P., and KAISER, S., 2012. Guidelines for choosing between multi-item and single-item scales for construct measurement: a predictive validity perspective. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40(3):434-449. <https://doi.org/10.1007/s11747-011-0300-3>
- DIAMANTOPOULOS, A., and WINKLHOFER, H. M., 2001. Index Construction with Formative Indicators: An Alternative to Scale Development. *Journal of Marketing Research*, 38(2):269-277. <https://doi.org/10.1509/jmkr.38.2.269.18845>
- DIJKSTRA, T. K., and HENSELER, J., 2015a. Consistent and asymptotically normal PLS estimators for linear structural equations. *Computational Statistics & Data Analysis*, 81(1):10-23. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2014.07.008>
- DIJKSTRA, T. K., and HENSELER, J., 2015b. Consistent Partial Least Squares Path Modeling. *MIS Quarterly*, 39(2):297-316. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2015/39.2.02>
- DIJKSTRA, T. K., and SCHERMELLEH-ENGEL, K., 2014. Consistent partial least squares for nonlinear structural equation models. *Psychometrika*, 79(4):585-604. <https://doi.org/10.1007/s11336-013-9370-0>
- DO VALLE, P. O., and ASSAKER, G., 2016. Using partial least squares structural equation modeling in tourism research: A review of past research and recommendations for future applications. *Journal of Travel Research*, 55(6):695-708. <https://doi.org/10.1177/0047287515569779>
- DOĞAN, Z., YALÇIN, H., YENİGÜN, İ., and BİLGİLİ, A. V., 2021. Kısmi En Küçük Kareler Yapısal Eşitlik Modelinin Yeraltı Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesinde Kullanımı. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 12(1):165-174. <https://doi.org/10.24012/dumf.816469>
- DOLCE, P., ESPOSITO VINZI, V., and LAURO, C., 2017. Predictive path modeling through PLS and other component-based approaches: methodological issues and performance evaluation. In *Partial Least Squares Path Modeling*, Springer, Cham, p.153-172. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64069-3_7
- DOZIER, W. A., THAXTON, J., BRANTON, S., MORGAN, G., MILES, D., ROUSH, W., LOTT, B., and VIZZIER-THAXTON, Y., 2005. Stocking density effects on growth performance and processing yields of heavy broilers. *Poultry Science*, 84(8):1332-1338. <https://doi.org/10.1093/ps/84.8.1332>
- DOZIER, W. A., THAXTON, J. P., PURSWELL, J. L., OLANREWaju, H. A., BRANTON, S. L., and ROUSH, W., 2006. Stocking Density Effects on Male Broilers Grown to 1.8 Kilograms of Body Weight. *Poultry Science*, 85(2):344-351. <https://doi.org/10.1093/PS/85.2.344>
- DREWS, J., CZYCHOLL, I., JUNGE, W., and KRIETER, J., 2018. An evaluation of efficiency in dairy production using structural equation modelling. *The Journal of Agricultural Science*, 156(8):996-1004. <https://doi.org/10.1017/S0021859618001041>
- DUNCAN, T. E., and DUNCAN, S. C., 2004. An introduction to latent growth curve modeling. *Behavior Therapy*, 35(2):333-363. [https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(04\)80042-X](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(04)80042-X)
- EDELAAR, P., SERRANO, D., CARRETE, M., BLAS, J., POTTI, J., and TELLA, J. L., 2012. Tonic immobility is a measure of boldness toward predators: an

- application of Bayesian structural equation modeling. *Behavioral Ecology*, 23(3):619–626. <https://doi.org/10.1093/beheco/ars006>
- EDWARDS, J. R., and BAGOZZI, R. P., 2000. On the nature and direction of relationships between constructs and measures. *Psychological methods*, 5(2):155–174. <https://doi.org/10.1037/1082-989x.5.2.155>
- EFRON, B., and TIBSHIRANI, R. J., 1993. An Introduction to the Bootstrap. In *An Introduction to the Bootstrap*. Springer US, 430p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-4541-9>
- EKSTRAND, C., ALGERS, B., and SVEDBERG, J., 1997. Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish broiler chickens. *Preventive Veterinary Medicine*, 31(3–4):167–174. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(96\)01145-2](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(96)01145-2)
- EL-LETHEY, H., AERNI, V., JUNGI, T. W., and WECHSLER, B., 2000. Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. *British Poultry Science*, 41(1):22–28. <https://doi.org/10.1080/00071660086358>
- ELITOK, B., and BİNGÜLER, N., 2018. Importance of Stress Factors in Poultry. *JOJ Case Stud.*, 7(5):555723. <https://doi.org/10.19080/JOJCS.2018.07.555723>
- ERGIN, A., 1984. Tavuk Besleme. Selçuk Üniversitesi Vet. Fak. Dergist Özel Sayı, Özel Sayı:107–119.
- ERTAŞ, O. N., 1998. Yumurta tavuklarında sıcaklık stresinin farklı yemleme yöntemleriyle önlenmesi. Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ, 84s.
- ESTEVEZ, I., 2007. Density Allowances for Broilers: Where to Set the Limits? *Poultry Science*, 86(6):1265–1272. <https://doi.org/10.1093/ps/86.6.1265>
- ESTEVEZ, I., NEWBERRY, R. C., and ARIAS DE REYNA, L., 1997. Broiler chickens: a tolerant social system? *Etologia*, 5:19–29.
- FAISAL, M., CHUNPING, X., AKHTAR, S., RAZA, M. H., KHAN, M. T. I., and AJMAL, M. A., 2020. Modeling smallholder livestock herders' intentions to adopt climate smart practices: An extended theory of planned behavior. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(31):39105–39122. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09652-w>
- FARR, J. N., LADDU, D. R., BLEW, R. M., LEE, V. R., and GOING, S. B., 2013. Effects of physical activity and muscle quality on bone development in girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(12):2332–2340. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31829c32fe>
- FEDDES, J. J., EMMANUEL, E. J., and ZUIDHOFT, M. J., 2002. Broiler performance, body weight variance, feed and water intake, and carcass quality at different stocking densities. *Poultry Science*, 81(6):774–779. <https://doi.org/10.1093/PS/81.6.774>
- FİLİZCİLER, M., ÇERÇİ, İ., and TATLI, P., 2002. Sıcak Stresi Altındaki SPF (Specific Pathogen Free) Beyaz Yumurtacı Tavuklarda Gece Yemlemesinin Etkileri. *Turkish Journal of Veterinary And Animal Sciences*, 26:239–446.
- FORNELL, C., 1982. A second generation of multivariate analysis. In C. Fornell (Ed.), *A Second Generation of Multivariate Analysis*, Praeger, 1–21.
- FORNELL, C., and BOOKSTEIN, F. L., 1982. Two structural equation models: LISREL and PLS applied to consumer exit-voice theory. *Journal of Marketing research*, 19(4):440–452. <https://doi.org/10.2307/3151718>
- FORNELL, C., and LARCKER, D. F., 1981. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of marketing*

- research, 18(1), 39-50. <https://doi.org/10.2307/3151312>
- FORWOOD, M. R., 2006. What Does the Animal Model Teach Us about the Effects of Physical Activity on Growing Bone? *Pediatric Exercise Science*, 18(3):282–289. <https://doi.org/10.1123/pes.18.3.282>
- FOUTZ, T. L., GRIFFIN, A. K., HALPER, J. T., and ROWLAND, G. N., 2007. Effects of increased physical activity on juvenile avian bone. *Transactions of the ASABE*, 50(1):213–219.
- FREEMAN, B. M., 1971. Stress and the Domestic Fowl: a Physiological Appraisal. *World's Poultry Science Journal*, 27(3):263–275. <https://doi.org/10.1079/wps19710033>
- FU, J. R., 2006. VisualPLS – Partial Least Square (PLS) Regression – An Enhanced GUI for Lyppls (PLS 1.8 PC) Version 1.04. ROC: National Kaohsiung University of Applied Sciences.
- GEISSER, S., 1974. A predictive approach to the random effects model. *Biometrika*, 61(1):101–107.
- GHOLAMI, M., CHAMANI, M., SEIDAVI, A., SADEGHI, A. A., and AMINAFSCHAR, M., 2020a. Effects of stocking density and environmental conditions on performance, immunity, carcass characteristics, blood constituents, and economical parameters of cobb 500 strain broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1):524–535. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1757522>
- GHOLAMI, M., CHAMANI, M., SEIDAVI, A., SADEGHI, A. A., and AMINAFSCHAR, M., 2020b. Effects of stocking density and climate region on performance, immunity, carcass characteristics, blood constituents, and economical parameters of broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49:e20190049. <https://doi.org/10.37496/rbz4920190049>
- GILLIAM, D. A., and VOSS, K., 2013. A proposed procedure for construct definition in marketing. *European Journal of Marketing*, 47(1/2):5–26. <https://doi.org/10.1108/03090561311285439>
- GÖÇMEN, M., 2014. Etlik Piliç Rasyonlarına Farklı Miktarda İlave Edilen Kekik (*Thymus vulgaris*) Bitkisinin Besi Performansı, Kesim Özellikleri, Kan Parametreleri ve Oksidatif Stres Üzerine Etkileri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 38s.
- GOLD, A. H., MALHOTRA, A., and SEGARS, A. H., 2001. Knowledge management: An organizational capabilities perspective. *Journal of Management Information Systems*. <https://doi.org/10.1080/07421222.2001.11045669>
- GOODHUE, LEWIS, and THOMPSON., 2012. Does PLS Have Advantages for Small Sample Size or Non-Normal Data?, *MIS Quarterly*, 36(3):981-1001. <https://doi.org/10.2307/41703490>
- GÖTZ, O., LIEHR-GOBBER, K., and KRAFFT, M., 2010. Evaluation of Structural Equation Models Using the Partial Least Squares (PLS) Approach. In *Handbook of Partial Least Squares*, Springer Berlin Heidelberg, 691–711. https://doi.org/10.1007/978-3-540-32827-8_30
- GRACE, J. B., and BOLLEN, K. A., 2008. Representing general theoretical concepts in structural equation models: the role of composite variables. *Environmental and Ecological Statistics*, 15(2):191–213. <https://doi.org/10.1007/s10651-007-0047-7>
- GREGOR, S., 2006. The nature of theory in Information Systems. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 30(3):611-642.

- <https://doi.org/10.2307/25148742>
- GROSS, W. B., and SIEGEL, H. S., 1983. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Diseases*, 27(4):972–979. <https://www.jstor.org/stable/pdf/1590198.pdf>
- GUARDIA, S., KONSAK, B., COMBES, S., LEVENEZ, F., CAUQUIL, L., GUILLOT, J. F., MOREAU-VAUZELLE, C., LESSIRE, M., JUIN, H., and GABRIEL, I., 2011. Effects of stocking density on the growth performance and digestive microbiota of broiler chickens. *Poultry Science*, 90(9):1878–1889. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01311>
- GUPTA, S. DAS, FOURNIÉ, G., HOQUE, M. A., and HENNING, J., 2020. Factors influencing chicken farmers' decisions to implement prevention and control measures to reduce avian influenza virus spread under endemic conditions. *Transboundary and Emerging Diseases*, 68:194–207. <https://doi.org/10.1111/tbed.13757>
- HAIR, J. F., ASTRACHAN, C. B., MOISESCU, O. I., RADOMIR, L., SARSTEDT, M., VAITHILINGAM, S., and RINGLE, C. M., 2020. Executing and interpreting applications of PLS-SEM: Updates for family business researchers. *Journal of Family Business Strategy*, 100392. <https://doi.org/10.1016/j.jfbs.2020.100392>
- HAIR, J. F., BLACK, W. C., BABIN, B. J., ANDERSON, R. E., BLACK, W. C., and ANDERSON, R. E., 2018. *Multivariate Data Analysis*. Prentice hall. <https://doi.org/10.1002/9781119409137.ch4>
- HAIR, J. F., HOLLINGSWORTH, C. L., RANDOLPH, A. B., and CHONG, A. Y. L., 2017. An updated and expanded assessment of PLS-SEM in information systems research. *Industrial Management & Data Systems*, 117(3):442–458. <https://doi.org/10.1108/IMDS-04-2016-0130>
- HAIR, J. F., RINGLE, C. M., and SARSTEDT, M., 2011. Journal of Marketing Theory and Practice PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2):139–152. <https://doi.org/10.2753/MTP1069-6679190202>
- HAIR, J. F., HULT, G., RINGLE, C., and SARSTEDT, M., 2017. *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Sage publications, California, 363p.
- HAIR, J. F., MATTHEWS, L. M., MATTHEWS, R. L., and SARSTEDT, M., 2017. PLS-SEM or CB-SEM: updated guidelines on which method to use. *International Journal of Multivariate Data Analysis*, 1(2):107–123. <https://doi.org/10.1504/ijmda.2017.10008574>
- HAIR, J. F., MARKO, S., LUCAS, H., and VOLKER, G. K., 2014. Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research. *European Business Review*, 26(2):106–121. <https://doi.org/10.1108/EBR-10-2013-0128>
- HAIR, J. F., RINGLE, C. M., and SARSTEDT, M., 2011. PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2):139–152. <https://doi.org/10.2753/MTP1069-6679190202>
- HAIR, J. F., RINGLE, C. M., and SARSTEDT, M., 2013. Partial least squares structural equation modeling: Rigorous applications, better results and higher acceptance. *Long range planning*, 46(1-2):1–12.. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2013.01.001>
- HAIR, J. F., RISHER, J. J., SARSTEDT, M., and RINGLE, C. M., 2019. When to use

- and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1):2–24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- HAIR, J. F., SARSTEDT, M., PIEPER, T. M., and RINGLE, C. M., 2012. The Use of Partial Least Squares Structural Equation Modeling in Strategic Management Research: A Review of Past Practices and Recommendations for Future Applications. *Long Range Planning*, 45(5–6):320–340. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2012.09.008>
- HAIR, J. F., SARSTEDT, M., RINGLE, C. M., and MENA, J. A., 2012. An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40(3):414–433. <https://doi.org/10.1007/s11747-011-0261-6>
- HAMDI, M., LÓPEZ-VERGÉ, S., MANZANILLA, E. G., BARROETA, A. C., and PÉREZ, J. F., 2015. Effect of different levels of calcium and phosphorus and their interaction on the performance of young broilers. *Poultry Science*, 94(9):2144–2151. <https://doi.org/10.3382/ps/pev177>
- HARRISON, R., 1964. *Animal Machines*. Vincent Stuart, London, UK, 218p. <https://doi.org/10.1038/296274b0>
- HECKERT, R., ESTEVEZ, I., RUSSEK-COHEN, E., and PETTIT-RILEY, R., 2002. Effects of density and perch availability on the immune status of broilers. *Poultry Science*, 81(4):451–457. <https://doi.org/10.1093/PS/81.4.451>
- HENSELER, J., 2010. On the convergence of the partial least squares path modeling algorithm. *Computational statistics*, 25(1):107–120. <https://doi.org/10.1007/s00180-009-0164-x>
- HENSELER, J., 2017. *ADANCO 2.0.1 User Manual*. Composite Modeling GmbH and Co. KG Kleve. <https://www.composite-modeling.com/>
- HENSELER, J., CHRISTIAN, M. R., and RUDOLF, R. S., 2009. The use of partial least squares path modeling in international marketing. In *New challenges to international marketing*. Emerald Group Publishing Limited, 20:277–319. [https://doi.org/10.1108/S1474-7979\(2009\)0000020014](https://doi.org/10.1108/S1474-7979(2009)0000020014)
- HENSELER, J., DIJKSTRA, T. K., SARSTEDT, M., RINGLE, C. M., DIAMANTOPOULOS, A., STRAUB, D. W., KETCHEN, D. J., HAIR, J. F., HULT, G. T. M., and CALANTONE, R. J., 2014. Common beliefs and reality about partial least squares: Comments on Rönkkö & Evermann. *Organizational Research Methods*, 17(2):182–209. <https://doi.org/10.1177/1094428114526928>
- HENSELER, J., HUBONA, G., and RAY, P. A., 2016. Using PLS path modeling in new technology research: updated guidelines. *Industrial Management and Data Systems*, 116(1):2–20. <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2015-0382>
- HENSELER, J., RINGLE, C. M., and SARSTEDT, M., 2012. Using partial least squares path modeling in advertising research: Basic concepts and recent issues. In *Handbook of research on international advertising*. Edward Elgar Publishing, 252–276. <https://doi.org/10.4337/9781781001042.00023>
- HENSELER, J., RINGLE, C. M., and SARSTEDT, M., 2015. A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1):115–135. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>
- HENSELER, J., and SARSTEDT, M., 2013. Goodness-of-fit indices for partial least squares path modeling. *Computational Statistics*, 28(2):565–580. <https://doi.org/10.1007/s00180-012-0317-1>

- HERINGSTAD, B., WU, X. L., and GIANOLA, D., 2009. Inferring relationships between health and fertility in Norwegian Red cows using recursive models. *Journal of Dairy Science*, 92(4):1778–1784. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1535>
- HOUSHMAND, M., AZHAR, K., ZULKIFLI, I., BEJO, M. H., and KAMYAB, A., 2012. Effects of prebiotic, protein level, and stocking density on performance, immunity, and stress indicators of broilers. *Poultry Science*, 91(2):393–401. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01050>
- HOWARD, A. L., 2013. Handbook of Structural Equation Modeling. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 20(2):354–360. <https://doi.org/10.1080/10705511.2013.769397>
- HOWELL, R. D., BREIVIK, E., and WILCOX, J. B., 2013. Formative measurement: A critical perspective. *Data Base for Advances in Information Systems*. <https://doi.org/10.1145/2544415.2544418>
- HOYLE, R. H., 1995. The Structural Equation Modeling Approach. Basic Concepts and Fundamental Issues. In *Structural Equation Modeling: Concepts, Issues, and Applications*, 1–15.
- HU, L., and BENTLER, P. M., 1999. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1):1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- HU, L. T., and BENTLER, P. M., 1998. Fit Indices in Covariance Structure Modeling: Sensitivity to Underparameterized Model Misspecification. *Psychological Methods*, 3(4):424.. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.3.4.424>
- HULAN, H. W., DE GROOTE, G., FONTAINE, G., DE MUNTER, G., MCRAE, K. B., and PROUDFOOT, F. G., 1985. The effect of different totals and ratios of dietary calcium and phosphorus on the performance and incidence of leg abnormalities of male and female broiler chickens. *Poultry science*, 64(6):1157–1169. <https://doi.org/10.3382/ps.0641157>
- HUMBLE, J., 2020. PLSPM: A library implementing Partial Least Squares Path Modeling. GNU General Public License v3 (GPLv3). <https://pypi.org/project/plspm/>
- HUTTUNEN, J. K., 1982. Physical activity and plasma lipids and lipoproteins. *Annals of clinical research*, 14:124–129. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6983325>
- INGENE, C. A., and LEAMER, E. E., 1980. Specification Searches: Ad Hoc Inference with Nonexperimental Data. *Journal of Marketing Research*, 17(1):136–137. <https://doi.org/10.2307/3151132>
- INOUE, K., 2020. Application of Bayesian causal inference and structural equation model to animal breeding. *Animal Science Journal*, 91(1):e13359. <https://doi.org/10.1111/asj.13359>
- INSTITUTE SAS., 2014. SAS/STAT 13.2 User's Guide: High Performance Procedures. Cary, NC: SAS Institute, Inc.
- JACK, C., HOTCHKISS, E., SARGISON, N. D., TOMA, L., MILNE, C., and BARTLEY, D. J., 2017. A quantitative analysis of attitudes and behaviours concerning sustainable parasite control practices from Scottish sheep farmers. *Preventive Veterinary Medicine*, 139:134–145. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.01.018>
- JARVIS, C. B., MACKENZIE, S. B., and PODSAKOFF, P. M., 2003. A Critical

- Review of Construct Indicators and Measurement Model Misspecification in Marketing and Consumer Research. *Journal of Consumer Research*, 30(2):199–218. <https://doi.org/10.1086/376806>
- JONES, R. B., 1996. Fear and adaptability in poultry: insights, implications and imperatives. *World's Poultry Science Journal*, 52(2):131–174. <https://doi.org/10.1079/wps19960013>
- JÖRESKOG, K. G., 1971. Simultaneous factor analysis in several populations. *Psychometrika*, 36(4):409-426. <https://doi.org/10.1007/BF02291366>
- JÖRESKOG, K. G., and SÖRBOM, D., 1993. LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language. Scientific Software International.
- JÖRESKOG, K. G., and WOLD, H., 1982. The ML and PLS techniques for modeling with latent variables: Historical and comparative aspects. *Systems under indirect observation, part I*, North-Holland, 263-270.
- JÖRESKOG, K., and SÖRBOM, D., 2017. LISREL 9.3. Science Software International, Inc.
- JÜRGENSON, J., SERG, M., KAMPUS, P., KALS, J., ZAGURA, M., VIRU, M., ZILMER, K., ZILMER, M., EHA, J., and UNT, E., 2019. Oxidative Stress Parameters and Its Associations With Arterial Stiffness in Competitive Powerlifting Athletes After 12-Week Supervised Strength Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(7):1816–1822. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003067>
- KAPLAN, M., and YILDIZ, G., 2012. Kanatlılarda Protein ve Amino Asitlerin İmmün Sistem Üzerine Etkisi. *Veteriner Tavukçuluk Derneği Mektup Ankara*, 10(4):3–12. <https://vtd.org.tr/siteimages/mektup/2012.4.pdf>
- KARAARSLAN, S., 2015. Etlik Piliçlerde Refah Kriteri Olarak Bacak Sağlığı, Korku Ve Stres Parametreleri Üzerine Aydınlatma, Yerleşim Sıklığı ve Tünek Kullanımının Etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tez, 126s.
- KARACAN, R., 2017. The Evaluation of Demand for Red Meat in Turkey in Terms of Income Distribution and Consumption of White Meat. *Finans-Politik & Ekonomik Yorumlar Dergisi*, 54(630):67–73.
- KARAGÖZ, Y., 2019. SPSS 23 ve AMOS 23 Uygulamalı İstatistiksel Analizler (3th baskı). Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 1212s.
- KATZ, D., MAZOR, D., DVILANSKY, A., and MEYERSTEIN, N., 1996. Effect of radiation on red cell membrane and intracellular oxidative defense systems. *Free Radical Research*, 24(3):199–204. <https://doi.org/10.3109/10715769609088017>
- KAUFMANN, L., and GAECKLER, J., 2015. A structured review of partial least squares in supply chain management research. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 21(4):259-272. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2015.04.005>
- KAYNAK, İ., 2009. Yerleşim Sıklığı ve Tüyenmenin Broiler Performansına Etkileri. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 57s.
- KESTIN, S. C., GORDON, S., SU, G., and SØRENSEN, P., 2001. Relationships in broiler chickens between lameness, liveweight, growth rate and age. *The Veterinary record*, 148(7):195–197. <https://doi.org/10.1136/vr.148.7.195>
- KHAN, E. A., DEWAN, M. N. A., and CHOWDHURY, M. M. H., 2016. Reflective or formative measurement model of sustainability factor? A three industry comparison. *Corporate Ownership and Control*, 13(2):83–92.

- <https://doi.org/10.22495/cocv13i2p9>
- KLINE, R. B., 2015. Principles and Practices of Structural Equation Modelling (4th ed.). Guilford Press, New York, 534p.
- KLINE, R. B., 2016. Yapısal Eşitlik Modellemesinin İlkeleri ve Uygulaması (Şen, S. (çeviri)). Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 515s.
- KOCK, N., 2015. WarpPLS User Manual: Version 6.0. İçinde ScriptWarp Systems, Laredo. <http://www.scriptwarp.com/warppls/>
- KOCK, N., and HADAYA, P., 2018. Minimum sample size estimation in PLS-SEM: The inverse square root and gamma-exponential methods. *Information Systems Journal*, 28(1):227-261. <https://doi.org/10.1111/isj.12131>
- KRUGMANN, K. L., MIELOCH, F. J., KRIETER, J., and CZYCHOLL, I., 2020. Investigation of influence of growing pigs' positive affective state on behavioral and physiological parameters using structural equation modeling. *Journal of Animal Science*, 98(2):skaa028. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa028>
- KUTLU, G. M., and ÇELİK, L., 2005. Genel Hayvan Besleme (Ders Notu). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana, 175s.
- KUTLU, H. R., 2015. Kanalı Hayvan Besleme (Teorik Temel-Pratik Uygulama)-Ders Notu. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana, 138s.
- LASSOUED, R., HOBBS, J. E., MICHEELS, E. T., and ZHANG, D. DI., 2015. Consumer Trust in Chicken Brands: A Structural Equation Model. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 63(4):621–647. <https://doi.org/10.1111/cjag.12082>
- LAW, K. S., WONG, C.-S., and MOBLEY, W. M., 1998. Toward A Taxonomy of Multidimensional Constructs. *Academy of Management Review*, 23(4):741–755. <https://doi.org/10.5465/amr.1998.1255636>
- LEAL-GUTIÉRREZ, J. D., REZENDE, F. M., ELZO, M. A., JOHNSON, D., PEÑAGARICANO, F., and MATEESCU, R. G., 2018. Structural Equation Modeling and Whole-Genome Scans Uncover Chromosome Regions and Enriched Pathways for Carcass and Meat Quality in Beef. *Frontiers in Genetics*, 9:532. <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00532>
- LEI, P.-W., and WU, Q., 2012. Estimation in structural equation modeling. In R. H. Hoyle (Ed.), *Handbook of structural equation modeling*. Guilford Press, New York, 164–179.
- LI, J., XU, X., and LIU, L., 2020. Attribution and causal mechanism of farmers' willingness to prevent pollution from livestock and poultry breeding in coastal areas. *Environment, Development and Sustainability*, 1-19. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00911-x>
- LI, X., ZHANG, D., and BRYDEN, W. L., 2017. Calcium and phosphorus metabolism and nutrition of poultry: Are current diets formulated in excess? *Animal Production Science*, 57(11):2304–2310. <https://doi.org/10.1071/AN17389>
- LI, Y., 2005. PLS-GUI – Graphic user interface for partial least squares (PLS-PC 1.8) – Version 2.0.1 beta. SC: University of South Carolina.
- LINES, J. A., Wotton, S. B., Barker, R., Spence, J., Wilkins, L., and Knowles, T. G., 2011. Broiler carcass quality using head-only electrical stunning in a waterbath. *British Poultry Science*, 52(4):439–445. <https://doi.org/10.1080/00071668.2011.587181>
- LIU, L., QIN, D., WANG, X., FENG, Y., YANG, X., and YAO, J., 2015. Effect of immune stress on growth performance and energy metabolism in broiler

- chickens. *Food and Agricultural Immunology*, 26(2):194–203. <https://doi.org/10.1080/09540105.2014.882884>
- LOHMÖLLER, J. B., 1989. *Latent Variable Path Modeling with Partial Least Squares*. Physica-Verlag HD, 283p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-52512-4>
- LOHNMÖLER, J. B., 1984. *LVPLS Program Manual- Version 1.6*. University of Köln.
- LOPRINZI, P. D., and ADDOH, O., 2016. The association of physical activity and cholesterol concentrations across different combinations of central adiposity and body mass index. *Health Promotion Perspectives*, 6(3):128–136. <https://doi.org/10.15171/hpp.2016.21>
- LU, Q., WEN, J., and ZHANG, H., 2007. Effect of Chronic Heat Exposure on Fat Deposition and Meat Quality in Two Genetic Types of Chicken. *Poultry Science*, 86(6):1059–1064. <https://doi.org/10.1093/PS/86.6.1059>
- LUO, L., and HUANG, J., 1991. Effects of vitamin A and D supplementation on tibial dyschondroplasia in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 34(1–2):21–27. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90188-0](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90188-0)
- LUTZ, V., KJAER, J. B., IFFLAND, H., RODEHUTSCORD, M., BESSEI, W., and BENNEWITZ, J., 2016. Quantitative genetic analysis of causal relationships among feather pecking, feather eating, and general locomotor activity in laying hens using structural equation models. *Poultry Science*, 95(8):1757–1763. <https://doi.org/10.3382/ps/pew146>
- LYKKESFELDT, J., and SVENDSEN, O., 2007. Oxidants and antioxidants in disease: Oxidative stress in farm animals. *Veterinary Journal*, 173(3):502–511. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2006.06.005>
- MA, H., XU, B., LI, W., WEI, F., KIM, W. K., CHEN, C., SUN, Q., FU, C., WANG, G., and LI, S., 2020. Effects of alpha-lipoic acid on the behavior, serum indicators, and bone quality of broilers under stocking density stress. *Poultry Science*, 99(10):4653–4661. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.05.007>
- MACCALLUM, R. C., BROWNE, M. W., and CAI, L., 2007. Factor analysis models as approximations: Some history and some implications. In *Factor analysis at 100: Historical developments and future directions*, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, USA, 401p.
- MAKRIDAKIS, S., 1993. Accuracy measures: theoretical and practical concerns. *International Journal of Forecasting*, 9(4):527–529. [https://doi.org/10.1016/0169-2070\(93\)90079-3](https://doi.org/10.1016/0169-2070(93)90079-3)
- MANN, S., BEEDIE, C., and JIMENEZ, A., 2014. Differential Effects of Aerobic Exercise, Resistance Training and Combined Exercise Modalities on Cholesterol and the Lipid Profile: Review, Synthesis and Recommendations. *Sports Medicine*, 44(2):211–221. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0110-5>
- MARCOULIDES, C., and SAUNDERS., 2009. Foreword: A critical look at partial least squares modeling. *MIS Quarterly*, 33(1):171–175. <https://doi.org/10.2307/20650283>
- MARCOULIDES, G. A., and CHIN, W. W., 2013. You write, but others read: Common methodological misunderstandings in PLS and related methods. In *New perspectives in partial least squares and related methods*. Springer, New York, NY, 31–64. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8283-3_2
- MARTRENCAR, A., MORISSE, J., HUONNIC, D., and COTTE, J., 1997. Influence of stocking density on some behavioural, physiological and

- productivity traits of broilers Influence of stocking density on some behavioural, phy-siological and productivity traits of broilers. *Veterinary Research, BioMed Central*, 28(5):473–480. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00902495>
- MASON, C. H., and PERREAULT, W. D., 1991. Collinearity, power, and interpretation of multiple regression analysis. *Journal of marketing research*, 28(3):268-280. <https://doi.org/10.2307/3172863>
- MATEOS-APARICIO, G., 2011. Partial Least Squares (PLS) Methods: Origins, Evolution, and Application to Social Sciences. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 40(13):2305–2317. <https://doi.org/10.1080/03610921003778225>
- MCDONALD, R. P., 1996. Path Analysis with Composite Variables. *Multivariate Behavioral Research*, 31(2):239–270. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr3102_5
- MELLO, H. H. DE C., GOMES, P. C., ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DA ROCHA, T. C., DE ALMEIDA, R. L., and CALDERANO, A. A., 2012. Dietary requirements of available phosphorus in growing broiler chickens at a constant calcium: Available phosphorus ratio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(11):2323–2328. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012001100004>
- MELUZZI, A., and SIRRI, F., 2009. Welfare of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 8(1):161–173. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s1.161>
- MENCH, J. A., 2018. *Advances in agricultural animal welfare: Science and practice*. Woodhead Publishing, USA, 288p.
- MICHELS, M., BONKE, V., and MUSSHOF, O., 2019. Understanding the adoption of smartphone apps in dairy herd management. *Journal of Dairy Science*, 102(10):9422–9434. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16489>
- MINBASHRAZGAH, M. M., MALEKI, F., and TORABI, M., 2017. Green chicken purchase behavior: the moderating role of price transparency. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 28(6):902–916. <https://doi.org/10.1108/MEQ-12-2016-0093>
- MIS, L., MERT, H., COMBA, A., COMBA, B., DOĞAN SÖĞÜTLÜ, I., IRAK, K., and MERT, N., 2018. Some Mineral Substance, Oxidative Stress and Total Antioxidant Levels in Norduz and Morkaraman Sheep. *Van Veterinary Journal*, 29(3):131–134. <http://dergipark.gov.tr/vanvetj>
- MOMEN, M., AYATOLLAHI MEHRGARDI, A., AMIRI ROUDBAR, M., KRANIS, A., MERCURI PINTO, R., VALENTE, B. D., MOROTA, G., ROSA, G. J. M., and GIANOLA, D., 2018. Including Phenotypic Causal Networks in Genome-Wide Association Studies Using Mixed Effects Structural Equation Models. *Frontiers in Genetics*, 9:455. <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00455>
- MOMEN, M., CAMPBELL, M. T., WALIA, H., and MOROTA, G., 2019. Utilizing trait networks and structural equation models as tools to interpret multi-trait genome-wide association studies. *Plant Methods*, 15(1):107. <https://doi.org/10.1186/s13007-019-0493-x>
- MONCKE, A., and LEISCH, F., 2012. semPLS: Structural Equation Modeling Using Partial Least Squares. *Journal of Statistical Software*, 48(3):1–32. <http://www.jstatsoft.org/v48/i03/>
- MUSTAPA, M. A. C., AMIN, L., and MAHADI, Z., 2020. Determinants of stakeholders' intention to adopt pharmacogenomic. *The Pharmacogenomics Journal*, 20(6):801-812. <https://doi.org/10.1038/s41397-020-0167-0>

- MUTHÉN, L., and MUTHÉN, B., 2017. Mplus user's guide (eight edition)[Computer software manual]. Los Angeles, CA.
- NAINGGOLAN, H. L., ARITONANG, J., SIHOMBING, M., SUPRIANA, T., and TAFSIN, M., 2019. Structural modelling of rice fields-buffalo livestock based integrated agricultural systems in the context of regional development in Humbang Hasundutan, Indonesia. *Future of Food: Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society*, 7(2):1–17. <https://doi.org/10.17170/kobra-20190709595>
- NASOETION, M., ATMOMARSONO, U., SUNARTI, D., and SUTHAMA, N., 2019. Growth performance and lipid profile of broilers fed different levels of purple sweet potato extract and raised under different stocking densities. *Livestock Research for Rural Development*, 31:97. <http://www.lrrd.org/lrrd31/7/nasut31097.html>
- NITZL, C., 2016. The use of partial least squares structural equation modelling (PLS-SEM) in management accounting research: Directions for future theory development. *Journal of Accounting Literature*, 37:19–35. <https://doi.org/10.1016/j.acclit.2016.09.003>
- NOONAN, R., and WOLD, H. O. A., 1982. PLS path modeling with indirectly observed variables: A comparison of alternative estimates for the latent variable. In *Systems under indirect observations: Part II*, North-Holland, 75–94p.
- NUNKOO, R., TEEROOVENGADUM, V., RINGLE, C. M., and SUNNASSEE, V., 2020. Service quality and customer satisfaction: The moderating effects of hotel star rating. *International Journal of Hospitality Management*, 91:102414. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2019.102414>
- NUNNALLY, J., and BERNSTEIN, I., 1994. *Psychometric Theory*. McGraw-Hill, New York, 752p.
- OLSSON, U. H., FOSS, T., TROYE, S. V., and HOWELL, R. D., 2000. The performance of ML, GLS, and WLS estimation in structural equation modeling under conditions of misspecification and nonnormality. *Structural equation modeling*, 7(4):557–595. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0704_3
- ONBAŞILAR, E. E., POYRAZ, Ö., ERDEM, E., and ÖZTÜRK, H., 2008. Influence of lighting periods and stocking densities on performance, carcass characteristics and some stress parameters in broilers. *European Poultry Science*, 72(5):193–200.
- ÖZBEY, O., and ESEN, F., 2007. The Effects of Breeding Systems and Stocking Density on Some Blood Parameters of Rock Partridges (*Alectoris graeca*). *Poultry Science*, 86(2):420–422. <https://doi.org/10.1093/ps/86.2.420>
- ÖZHAN, N., and ŞİMŞEK, Ü. G., 2015. Kafes Sisteminde Yeti ş tirilen Etlik Piliçlerde Sürü Büyüklü ğ ünün Performans, Bazı Kan ve Kemik Parametreleri, Musculus pectoralis pH Düzeyi ve Karkas Kusurları Üzerine Etkisi. *Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesier Fakültesi Dergisi*, 29(1), 1–8.
- PARK, B. S., UM, K. H., PARK, S. O., and ZAMMIT, V. A., 2018. Effect of stocking density on behavioral traits, blood biochemical parameters and immune responses in meat ducks exposed to heat stress. *Archives Animal Breeding*, 61(4):425–432. <https://doi.org/10.5194/aab-61-425-2018>
- PEDEN, R., AKAICHI, F., CAMERLINK, I., BOYLE, L., and TURNER, S., 2018. Factors Influencing Farmer Willingness to Reduce Aggression between Pigs. *Animals*, 9(1):6. <https://doi.org/10.3390/ani9010006>

- PEDHAZUR, E. J., and SCHMELKIN, L. P., 1991. Measurement, design, and analysis: An integrated approach (Student ed.). In Measurement, design, and analysis: An integrated approach, Student ed. Lawrence Erlbaum Associates, UK, 840p.
- PEGOLO, S., MOMEN, M., MOROTA, G., ROSA, G. J. M., GIANOLA, D., BITTANTE, G., and CECCHINATO, A., 2020. Structural equation modeling for investigating multi-trait genetic architecture of udder health in dairy cattle. *Scientific Reports*, 10(1):7751. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64575-3>
- PELLETIER, D. L., and BAKER, P. T., 1987. Physical activity and plasma total- and HDL-cholesterol levels in Western Samoan men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 46(4):577–585. <https://doi.org/10.1093/ajcn/46.4.577>
- PEÑAGARICANO, F., VALENTE, B. D., STEIBEL, J. P., BATES, R. O., ERNST, C. W., KHATIB, H., and ROSA, G. J. M., 2015. Searching for causal networks involving latent variables in complex traits: Application to growth, carcass, and meat quality traits in pigs1. *Journal of Animal Science*, 93(10):4617–4623. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9213>
- PETEK, M., ÇIBIK, R., YILDIZ, H., SONAT, F. A., GEZEN, S. S., ORMAN, A., and AYDIN, C., 2010. The influence of different lighting programs, stocking densities and litter amounts on the welfare and productivity traits of a commercial broiler line. *Veterinary Medicine and Zootechnics- Veterinarjia Ir Zootechnika*, 51:36–43. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103348448>
- PETEK, M., ÜSTÜNER, H., and YEŞİLBAĞ, D., 2014. Effects of Stocking Density and Litter Type on Litter Quality and Growth Performance of Broiler Chicken. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 30(5):743–748. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2014.11016>
- PETTIT-RILEY, R., and ESTEVEZ, I., 2001. Effects of density on perching behavior of broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 71(2):127–140. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00174-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00174-X)
- PRAUL, C., FORD, B., GAY, C., PINES, M., and LEACH R. M., 2000. Gene Expression and Tibial Dyschondroplasia. *Poultry Science*, 79(7):1009–1013. <https://doi.org/10.1093/PS/79.7.1009>
- PUVADOLPIROD, S., and THAXTON, J., 2000. Model of physiological stress in chickens 1. Response parameters. *Poultry Science*, 79(3):363–369. <https://doi.org/10.1093/PS/79.3.363>
- QUINTEIRO-FILHO, W. M., RIBEIRO, A., FERRAZ-DE-PAULA, V., PINHEIRO, M. L., SAKAI, M., SÁ, L. R. M., FERREIRA, A. J. P., and PALERMO-NETO, J., 2010. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. *Poultry Science*, 89(9):1905–1914. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00812>
- RADEMAKER, M. E., and SCHUBERTH, F., 2020. cSEM: Composite-Based Structural Equation Modeling. <https://m-e-rademaker.github.io/cSEM/> (Erişim Tarihi: 10.11.2020)
- RAO, S. V., PRAHARAJ, N. K., REDDY, M. R., and SRIDEVI, B., 1999. Immune competence, resistance to *Escherichia coli* and growth in male broiler parent chicks fed different levels of crude protein. *Veterinary research communications*, 23(6):323–326. <https://doi.org/10.1023/a:1006318307103>
- RASTEGARI HENNEBERRY, S., and RADMEHR, R., 2020. Quantifying impacts of internships in an international agriculture degree program. *PLOS ONE*,

- 15(8):e0237437. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237437>
- RAUCHHAUS, M., CLARK, A. L., DOEHNER, W., DAVOS, C., BOLGER, A., SHARMA, R., COATS, A. J. S., and ANKER, S. D., 2003. The Relationship between Cholesterol and Survival in Patients with Chronic Heart Failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 42(11):1933–1940. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.07.016>
- RAY, S., DANKS, N. P., and ESTRADA, J. M. V., 2020. *semnr: Domain-Specific Language for Building and Estimating Structural Equation Models*. <https://cran.r-project.org/package=semnr>
- REINARTZ, W., HAENLEIN, M., and HENSELER, J., 2009. An empirical comparison of the efficacy of covariance-based and variance-based SEM. *International Journal of Research in Marketing*, 26(4):332–344. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2009.08.001>
- RICHTER, N. F., CEPEDA, G., ROLDÁN, J. L., and RINGLE, C. M., 2016. European management research using partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). *European Management Journal*, 34(6):589–597. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2016.08.001>
- RIGDON, E. E., 2012. Rethinking Partial Least Squares Path Modeling: In Praise of Simple Methods. *Long Range Planning*, 45(5–6):341–358. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2012.09.010>
- RIGDON, E. E., 2013. Partial Least Squares Path Modeling. In *Structural equation modeling : a second course*. Age Publishing, USA, 81–116p.
- RIGDON, E. E., 2014. Rethinking Partial Least Squares Path Modeling: Breaking Chains and Forging Ahead. *Long Range Planning*, 47(3):161–167. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2014.02.003>
- RIGDON, E. E., 2016. Choosing PLS path modeling as analytical method in European management research: A realist perspective. *European Management Journal*, 34(6):598–605. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2016.05.006>
- RIGDON, E. E., SARSTEDT, M., and RINGLE, C. M., 2017. On Comparing Results from CB-SEM and PLS-SEM: Five Perspectives and Five Recommendations. *Marketing: ZFP–Journal of Research and Management*, 39(3):4–16. <https://doi.org/10.15358/0344-1369-2017-3-4>
- RINGLE, C M, GÖTZ, O., WETZELS, M. G. M., and WILSON, B., 2009. On the Use of Formative Measurement Specifications in Structural Equation Modelling: A Monte Carlo Simulation Study to Compare Covariance-Based and Partial Least Squares Model Estimation Methodologies. *Maastricht University, Maastricht Research School of Economics of Technology and Organization (METEOR)*, 1–41. <https://doi.org/10.26481/umamet.2009014>
- RINGLE, C. M., SARSTEDT, M., MITCHELL, R., and GUDERGAN, S. P., 2020. Partial least squares structural equation modeling in HRM research. *International Journal of Human Resource Management*, 31(12):1617–1643. <https://doi.org/10.1080/09585192.2017.1416655>
- RINGLE, C. M., WENDE, S., and BECKER, J.-M., 2015. *SmartPLS 3*. SmartPLS GmbH.
- RINGLE, C. M., SARSTEDT, M. and STRAUB., 2012. A Critical Look at the Use of PLS-SEM in MIS Quarterly. *MIS Quarterly*, 36(1):iii–xiv. <https://doi.org/10.2307/41410402>
- RODRIGUES, V. S., DO VALLE JÚNIOR, R. F., SANCHES FERNANDES, L. F.,

- and PACHECO, F. A. L., 2019. The assessment of water erosion using Partial Least Squares-Path Modeling: A study in a legally protected area with environmental land use conflicts. *Science of the Total Environment*, 691:1225–1241. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.216>
- ROLDÁN, J. L., and SÁNCHEZ-FRANCO, M. J., 2012. Variance-based structural equation modeling: Guidelines for using partial least squares in information systems research. In *Research methodologies, innovations and philosophies in software systems engineering and information systems*, IGI Global, 193-221p. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-0179-6.ch010>
- RÖNNKÖ, M., 2017. matrixpls: Matrix-Based Partial Least Squares Estimation. R package version 1.0.5. <https://cran.r-project.org/package=matrixpls>
- RITCHIE, H., and ROSER, M., 2020. Meat and Dairy Production. *OurWorldInData.org*. <https://ourworldindata.org/meat-production> (Erişim Tarihi: 09.08.2020)
- ROSSEEL, Y., 2012. lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2):1–36. <http://www.jstatsoft.org/v48/i02/>
- SAĞMANLIGİL, V., CENGİZ, F., SALGIRLI, Y., ATASOY, F., ÜNAL, N., and PETEK, M. E., 2013. Hayvan Davranışları ve Refahı (V. Sağmanlıgil ve N. Ünal (ed.), Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 217s.
- SALZBERGER, T., SARSTEDT, M., and DIAMANTOPOULOS, A., 2016. Measurement in the social sciences: where C-OAR-SE delivers and where it does not. *European Journal of Marketing*, 50(11):1942-1952. <https://doi.org/10.1108/EJM-10-2016-0547>
- SANCHEZ, G., 2013. PLS Path Modeling with R. R Package Notes.
- SARSTEDT, M., BENGART, P., SHALTONI, A. M., and LEHMANN, S., 2018. The use of sampling methods in advertising research: a gap between theory and practice. *International Journal of Advertising*, 37(4):650–663. <https://doi.org/10.1080/02650487.2017.1348329>
- SARSTEDT, M., and CHEAH, J.-H., 2019. Partial least squares structural equation modeling using SmartPLS: a software review. *Journal of Marketing Analytics*, 7(3):196–202. <https://doi.org/10.1057/s41270-019-00058-3>
- SARSTEDT, M., DIAMANTOPOULOS, A., SALZBERGER, T., and BAUMGARTNER, P., 2016. Selecting single items to measure doubly concrete constructs: A cautionary tale. *Journal of Business Research*, 69(8):3159-3167. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.12.004>
- SARSTEDT, M., HAIR, J. F., RINGLE, C. M., THIELE, K. O., and GUDERGAN, S. P., 2016. Estimation issues with PLS and CBSEM: Where the bias lies! *Journal of Business Research*, 69(10):3998–4010. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.06.007>
- SARSTEDT, M., and MOOI, E., 2019. *A Concise Guide to Market Research. The Process, Data, and Methods Using SPSS Statistics*. Springer, London, UK, 396p.
- SARSTEDT, M., and RINGLE, C. M., 2020. Structural Equation Models: From Paths to Networks (Westland 2019). *Psychometrika*, 85(3):841–844. <https://doi.org/10.1007/s11336-020-09719-0>
- SARSTEDT, M., RINGLE, C. M., and HAIR, J., 2017. Partial Least Squares Structural Equation Modeling. In *Handbook of Market Research*. Springer International Publishing, New York, 1–40. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_15-1

- SARSTEDT, M., RINGLE, C. M., SMITH, D., REAMS, R., and HAIR, J. F., 2014. Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): A useful tool for family business researchers. *Journal of Family Business Strategy*, 5(1):105–115. <https://doi.org/10.1016/j.jfbs.2014.01.002>
- SCHNEEWEISS, H., 1991. Models with latent variables: LISREL versus PLS. *Statistica Neerlandica*, 45(2):145–157. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9574.1991.tb01300.x>
- SCHUMACKER, R. E., and LOMAX, R. G., 2010. A beginner's guide to structural equation modeling. Psychology Press, New York, 394p.
- SELLIN, N., 1989. PLSPATH -Version 3.01. Application Manual. University of Hamburg.
- SEMERCI, A., 2016. EU-Turkey Agriculture with Agricultural Productivity Levels. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 33(3):203–213. <https://doi.org/10.13002/jafag1046>
- SHAFEY, T. M., 1993. Calcium tolerance of growing chickens: effect of ratio of dietary calcium to available phosphorus. *World's Poultry Science Journal*, 49(1):5–18. <https://doi.org/10.1079/wps19930002>
- SHAH, R., and GOLDSTEIN, S. M., 2006. Use of structural equation modeling in operations management research: Looking back and forward. *Journal of Operations management*, 24(2):148-169. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2005.05.001>
- SHARMA, P. N., SARSTEDT, M., SHMUELI, G., KIM, K. H., and THIELE, K. O., 2019. PLS-Based Model Selection: The Role of Alternative Explanations in Information Systems Research. *Journal of the Association for Information Systems*, 346–397. <https://doi.org/10.17705/1jais.00538>
- SHAW, A. L., BLAKE, J. P., and GORDON, R. W., 2010. Evaluation of commercial phytase enzymes on performance and tibia-breaking strength of male broiler chicks. *Journal of Applied Poultry Research*, 19(4):415–421. <https://doi.org/10.3382/japr.2009-00121>
- SHMUELI, G., 2010. To Explain or to Predict? *Statistical Science*, 25(3):289–310. <https://doi.org/10.1214/10-STS330>
- SHMUELI, G., and KOPPIUS, O. R., 2011. Predictive analytics in information systems research. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 553-572. <https://doi.org/10.2307/23042796>
- SHMUELI, G., RAY, S., VELASQUEZ ESTRADA, J. M., and CHATLA, S. B., 2016. The elephant in the room: Predictive performance of PLS models. *Journal of Business Research*, 69(10):4552–4564. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.03.049>
- SHMUELI, G., SARSTEDT, M., HAIR, J. F., CHEAH, J.-H., TING, H., VAITHILINGAM, S., and RINGLE, C. M., 2019. Predictive model assessment in PLS-SEM: guidelines for using PLSpredict. *European Journal of Marketing*, 53(11):2322–2347. <https://doi.org/10.1108/EJM-02-2019-0189>
- SIEGEL, H., 1971. Adrenals, Stress and the Environment. *World's Poultry Science Journal*, 27(4):327–349. <https://doi.org/10.1079/wps19710038>
- SIEGEL, H., 1980. Physiological Stress in Birds. *BioScience*, 30(8):529–534. <https://doi.org/10.2307/1307973>
- SIEGEL, H., 1985. Immunological Responses as Indicators of Stress. *World's Poultry Science Journal*, 41(1):36–44. <https://doi.org/10.1079/wps19850003>

- SIEGEL, H., 1995. Stress, strains and resistance. *British Poultry Science*, 36(1):3–22. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071669508417748>
- SIEGEL, P., and GROSS, W., 2014. *Livestock Handling and Transport*. CAB International, USA, 484p.
- SIMITZIS, P. E., KALOGERAKI, E., GOLIOMYTIS, M., CHARISMIADOU, M. A., TRIANTAPHYLLOPOULOS, K., AYOUTANTI, A., NIFOROU, K., HAGER-THEODORIDES, A. L., and DELIGEORGIS, S. G., 2012. Impact of stocking density on broiler growth performance, meat characteristics, behavioural components and indicators of physiological and oxidative stress. *British Poultry Science*, 53(6):721–730. <https://doi.org/10.1080/00071668.2012.745930>
- SIMSEK, U.G., CERCI, I. H., DALKILIC, B., YILMAZ, O., and CIFTCI, M., 2009. Impact of stocking density and feeding regimen on broilers: Chicken meat composition, fatty acids, and serum cholesterol levels. *Journal of Applied Poultry Research*, 18(3):514–520. <https://doi.org/10.3382/japr.2008-00141>
- SIMSEK, U. G., DALKILIC, B., CIFTCI, M., CERCI, I. H., and BAHSI, M., 2009. Effects of enriched housing design on broiler performance, welfare, chicken meat composition and serum cholesterol. *Acta Veterinaria Brno*, 78(1):67–74. <https://doi.org/10.2754/avb200978010067>
- SØRENSEN, P., SU, G., and KESTIN, S. C., 2000. Effects of Age and Stocking Density on Leg Weakness in Broiler Chickens. *Poultry Science*, 79(6):864–870. <https://doi.org/10.1093/PS/79.6.864>
- SOSIK, J. J., KAHAI, S. S., and PIOVOSO, M. J., 2009. Silver Bullet or Voodoo Statistics? A Primer for Using Partial Least Squares Data Analytic Technique in Group and Organization Research. *Group and Organization Management*, 34(1):5–36. <https://doi.org/10.1177/1059601108329198>
- STAMP D., M., DONNELLY, C. A., and JONES, T. A., 2004. Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. *Nature*, 427(6972):342–344. <https://doi.org/10.1038/nature02226>
- STATA, 2019. *Stata Statistical Software: Release 16*. [Statistical Program]. College Station, TX: StataCorp LLC.
- STIEGLITZ, S., DANG-XUAN, L., BRUNS, A., and NEUBERGER, C., 2014. Social Media Analytics. *Business and Information Systems Engineering*, 6(2):89–96. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0315-7>
- STILBORN, H. L., HARRIS, G. C., BOTTJE, W. G., and WALDROUP, P. W., 1988. Ascorbic acid and acetylsalicylic acid (aspirin) in the diet of broilers maintained under heat stress conditions. *Poultry science*, 67(8):1183–1187. <https://doi.org/10.3382/ps.0671183>
- STONE, M., 1974. Cross-validatory choice and assessment of statistical predictions. *Journal of the Royal Statistical Society*, 36(2):111–147.
- STUCCHI, A. F., TERPSTRA, A. H. M., FOXALL, T. L., NICOLOSI, R. J., and SMITH, S. C., 1991. The effect of exercise on plasma lipids and LDL subclass metabolism in miniature swine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(5):552–561. <https://doi.org/10.1249/00005768-199105000-00007>
- SWENNEN, Q., DECUYPERE, E., and BUYSE, J., 2007. Implications of dietary macronutrients for growth and metabolism in broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, 63(4):541–556. <https://doi.org/10.1017/S0043933907001602>
- ŞEN, S., 2020. *Mplus ile Yapısal Eşitlik Modellemesi Uygulamaları*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 484s.

- TABLENTE, N., ESTEVEZ, I., and RUSSEK-COHEN, E., 2003. Effect of Perches and Stocking Density on Tibial Dyschondroplasia and Bone Mineralization as Measured by Bone Ash in Broiler Chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 12(1):53–59. <https://doi.org/10.1093/JAPR/12.1.53>
- TAGEM., 2018. Kanatlı Hayvancılık Sektör Politika Belgesi 2018-2022. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- TAYEB, I. T., HASSAN, S. N., MUSTAFA, M. M., ABDULRAZAQ, S., SADEQ, M., AMEEN, I., and HASSAN, A. M., 2011. Effects of various stocking density on productive performance and some physiological traits of broiler chicks. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*, 1(2):89–93. www.roavs.com
- TENENHAUS, M., VINZI, V. E., CHATELIN, Y.-M., and LAURO, C., 2005. PLS path modeling. *Computational Statistics & Data Analysis*, 48(1):159–205. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2004.03.005>
- TEO, T. S. H., SRIVASTAVA, S. C., and JIANG, L., 2008. Trust and electronic government success: An empirical study. *Journal of Management Information Systems*, 25(3):99–132. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222250303>
- TESSERAUD, S., EVERAERT, N., BOUSSAID-OM EZZINE, S., COLLIN, A., MÉTAYER-COUSTARD, S., and BERRI, C., 2011. Manipulating tissue metabolism by amino acids. *World's Poultry Science Journal*, 67(2):243–252. <https://doi.org/10.1017/S0043933911000274>
- TOFALLIS, C., 2015. A better measure of relative prediction accuracy for model selection and model estimation. *Journal of the Operational Research Society*, 66(8):1352–1362. <https://doi.org/10.1057/jors.2014.103>
- TOMA, L., BARNES, A. P., SUTHERLAND, L.-A., THOMSON, S., BURNETT, F., and MATHEWS, K., 2018. Impact of information transfer on farmers' uptake of innovative crop technologies: a structural equation model applied to survey data. *The Journal of Technology Transfer*, 43(4):864–881. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9520-5>
- TOMA, L., MCVITTIE, A., HUBBARD, C., and STOTT, A. W., 2011. A Structural Equation Model of the Factors Influencing British Consumers' Behaviour toward Animal Welfare. *Journal of Food Products Marketing*, 17(2–3):261–278. <https://doi.org/10.1080/10454446.2011.548748>
- TOMA, L., STOTT, A. W., HEFFERNAN, C., RINGROSE, S., and GUNN, G. J., 2013. Determinants of biosecurity behaviour of British cattle and sheep farmers—A behavioural economics analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, 108(4):321–333. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.11.009>
- TONBAK, F., and ÇİFTÇİ, M., 2012. Sıcaklık Stresine Maruz Bırakılan Bildircinlarda Rasyona İlave Edilen Tarçın Yağının (*Cinnamomum Zeylanicum* L.) Performans ve Karkas Özellikleri Üzerine Etkisi. *F.Ü. Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 26(3):157–164. <http://www.fusabil.org>
- TORRES, C. Q., and TENG, P. S., 1993. Path coefficient and regression analysis of the effects of leaf and panicle blast on tropical rice yield. *Crop Protection*, 12(4):296–302. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(93\)90050-S](https://doi.org/10.1016/0261-2194(93)90050-S)
- TORUN, B., and VITERI, F. E., 1994. Influence of exercise on linear growth. *European Journal of Clinical Nutrition*, 48(1):186–189.
- TSEKOURAS, Y. E., MAGKOS, F., KELLAS, Y., BASIOUKAS, K. N., KAVOURAS, S. A., and SIDOSSIS, L. S., 2008. High-intensity interval aerobic

- training reduces hepatic very low-density lipoprotein-triglyceride secretion rate in men. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 295(4):E851–E858. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.90545.2008>
- TÜİK, 2020a. Hayvancılık İstatistikleri Veri Tabanı. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002 (Erişim Tarihi: 05.06.2020)
- TÜİK, 2020b. Hayvansal Üretim İstatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1568 (Erişim Tarihi: 05.06.2020)
- VENTURINI, S., and MEHMETOGLU, M., 2019. plssem: A Stata Package for Structural Equation Modeling with Partial Least Squares. *Journal of Statistical Software*, 88(8). <https://doi.org/10.18637/jss.v088.i08>
- VILLENEUVE, B., PIFFADY, J., VALETTE, L., SOUCHON, Y., and USSEGLIO-POLATERA, P., 2018. Direct and indirect effects of multiple stressors on stream invertebrates across watershed, reach and site scales: A structural equation modelling better informing on hydromorphological impacts. *Science of The Total Environment*, 612:660–671. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.197>
- VOORHEES, C. M., BRADY, M. K., CALANTONE, R., and RAMIREZ, E., 2016. Discriminant validity testing in marketing: an analysis, causes for concern, and proposed remedies. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 44(1):119–134. <https://doi.org/10.1007/s11747-015-0455-4>
- WALDENSTEDT, L., 2006. Nutritional factors of importance for optimal leg health in broilers: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 126(3–4):291–307. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.08.008>
- WEI, Y. H., and PANG, C. Y., 2005. The role of mitochondria in the human ageing process. *Bio Tech International*, 17(3):8–13.
- WEN, L., and LI, Z., 2019. Driving forces of national and regional CO2 emissions in China combined IPAT-E and PLS-SEM model. *Science of The Total Environment*, 690:237–247. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.370>
- WIJETHILAKE, C., 2017. Proactive sustainability strategy and corporate sustainability performance: The mediating effect of sustainability control systems. *Journal of Environmental Management*, 196:569–582. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.057>
- WILLABY, H. W., COSTA, D. S. J., BURNS, B. D., MACCANN, C., and ROBERTS, R. D., 2015. Testing complex models with small sample sizes: A historical overview and empirical demonstration of what Partial Least Squares (PLS) can offer differential psychology. *Personality and Individual Differences*, 84:73–78. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2014.09.008>
- WOLD, H., 1975. Quantitative sociology. In *International Perspectives on Mathematical and Statistical Modeling*. Seminar Press, New York, 307–357p.
- WOLD, H., 1980. Model Construction and Evaluation When Theoretical Knowledge Is Scarce. *Theory and Application of Partial Least Squares*. In *Evaluation of Econometric Models*. Academic Press, USA, 47–74p. <http://www.nber.org/books/kmen80-1>
- WOLD, H., 1982. Soft modelling: the basic design and some extensions. In *Systems under indirect observation: Causality-structure-prediction: C. part II*, North-Holland, 1-54p.
- WOLD, H., 1985. Partial Least Squares. In *Encyclopedia of Statistical Sciences*. John Wiley, New York, 581–591p.

- WRIGHT, B. K., JORGENSEN, B. S., and SMITH, L. D. G., 2018. Understanding the biosecurity monitoring and reporting intentions of livestock producers: Identifying opportunities for behaviour change. *Preventive Veterinary Medicine*, 157:142–151. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.07.007>
- WU, Y., LI, J., QIN, X., SUN, S., XIAO, Z., DONG, X., SHAHID, M. S., YIN, D., and YUAN, J., 2018. Proteome and microbiota analysis reveals alterations of liver-gut axis under different stocking density of Peking ducks. *PLOS ONE*, 13(10):e0198985. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198985>
- YARAHMADI, P., MIANDARE, H. K., FAYAZ, S., and CAIPANG, C. M. A., 2016. Increased stocking density causes changes in expression of selected stress- and immune-related genes, humoral innate immune parameters and stress responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology*, 48:43–53. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2015.11.007>
- YARSAN, E., and GÜLEÇ, M., 2003. Kanatlılarda stres, vitamin ve mineral uygulamaları. *Türk Veteriner Hekimleri Birliği Dergisi*, 55–63.
- YASAR, M., SIWAR, C., and FIRDAUS, R. B. R., 2015. Assessing paddy farming sustainability in the Northern Terengganu Integrated Agricultural Development Area (IADA KETARA): A structural equation modelling approach. *Pacific Science Review B: Humanities and Social Sciences*, 1(2):71–75. <https://doi.org/10.1016/j.psrb.2016.05.001>
- YASEEN, A., SOMOGYI, S., and BRYCESON, K., 2018. Entrepreneurial behaviour formation among Farmers. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 8(1):124–143. <https://doi.org/10.1108/JADEE-01-2017-0002>
- ZABOLI, G., HUANG, X., FENG, X., and AHN, D. U., 2019. How can heat stress affect chicken meat quality? – a review. *Poultry Science*, 98(3):1551–1556. <https://doi.org/10.3382/ps/pey399>
- ZHANG, Y. R., ZHANG, L. S., WANG, Z., LIU, Y., LI, F. H., YUAN, J. M., and XIA, Z. F., 2018. Effects of stocking density on growth performance, meat quality and tibia development of Pekin ducks. *Animal Science Journal*, 89(6):925–930. <https://doi.org/10.1111/asj.12997>
- ZHANG, Y., YANG, H., CHENG, P., and LUQMAN, A., 2020. Predicting consumers' intention to consume poultry during an H7N9 emergency: an extension of the theory of planned behavior model. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 26(1):190–211. <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1503931>
- ZHAO, X., LYNCH, J. G., and CHEN, Q., 2010. Reconsidering Baron and Kenny: Myths and truths about mediation analysis. *Journal of Consumer Research*, 37(2):197–206. <https://doi.org/10.1086/651257>
- ZUOWEI, S., YAN, L., YUAN, L., JIAO, H., SONG, Z., GUO, Y., and LIN, H., 2011. Stocking density affects the growth performance of broilers in a sex-dependent fashion. *Poultry Science*, 90(7):1406–1415. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01230>

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hamza YALÇIN
Uyruğu :
Doğum Yeri ve Tarihi :
Telefon :
İş Telefonu :
E-mail :

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Atatürk Lisesi, Kızıltepe, Mardin	2006
Üniversite	: Harran Üniversitesi, Ziraat Fak., Zootečni, Şanlıurfa	2012
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi, Ziraat Fak., Zootečni, Şanlıurfa	2014
Doktora	: Harran Üniversitesi, Ziraat Fak., Zootečni, Şanlıurfa	2021

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2015-2016	: Şırnak Üniversitesi	Araştırma Görevliliği
2016-Devam	: Harran Üniversitesi	Araştırma Görevliliği

UZMANLIK ALANI

-Çok Değişkenli İstatistik

-Yapısal Eşitlik Modelleri

YABANCI DİLLER

İngilizce (YÖKDİL: 72.5)

YAYINLAR

Hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

- Yalcin, H.**, Doğan, Z., Şen, S., Çetin, M., Göçmen, M., and Koçyiğit, A., 2021. The assessment of poultry welfare using partial least squares-path modelling (PLS-SEM): a modeling the effects of physical activity and stress on growth. *Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 25(1):109-119. **(Doktora Tez Makalesi) (TR Dizin)**
- Doğan, Z., **Yalcin, H.**, Yenigün, İ., ve Bilgili, A. V. 2021. Kısmi En Küçük Kareler Yapısal Eşitlik Modelinin Yeraltı Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesinde Kullanımı. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 12(1):165-174. <https://doi.org/10.24012/dumf.816469>. **(TR Dizin)**
- Bilgili, A. V., Aydemir, S., Altun, O., Sayğan, E. P., **Yalcin, H.**, and Schindelbeck, R., 2019. The effects of biochars produced from the residues of locally grown crops on soil quality variables and indexes. *Geoderma*, 345: 123–133. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.03.010>. **(SCI)**
- Celik, A., Sakin, E., **Yalcin, H.**, Dilekoglu, M. F., and Seyrek, A., 2019. Carbon dynamics in salt-Affected calcareous soils in south east Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(9), 6749–6756. **(SCI)**
- Saglik, A., Koyuncu, I., Gonel, A., **Yalcin, H.**, Adibelli, F. M., and Toptan, M., 2019. Metabolomics analysis in pterygium tissue. *International Ophthalmology*, 39(10): 2325–2333. <https://doi.org/10.1007/s10792-018-01069-2>. **(SCI)**
- Sakin, E., Celik, A., Dogan, Z., **Yalcin, H.**, and Seyrek, A., 2018. Comparing carbon pools and some soil quality parameters of soils in organic and conventional agriculture land. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(11): 7536–7544. **(SCI)**
- Saglik, A., Koyuncu, I., **Yalcin, H.**, Adibelli, F. M., Gonel, A., and Toptan, M., 202). Carnitine analysis in pterygium. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 83(1): 5-10. <https://doi.org/10.5935/0004-2749.20200001>. **(SCI)**

EKLER

Ek-1

R cSEM paketinde verilerin analizinin yapılmasının adımları. İlgili analiz için gerekli düzeltmelerden sonra aşağıdaki kodlar yerleştirilirse analiz sonucu alınabilir

```
attach(mydata) # veriler eklenir
head(mydata) # verilerin başlıkları

##Sembollerin Özellikleri
# = ~ Yansıtıcı ölçme modellerini belirtmeye yarar; gözlenen değişkenleri gizli bir
#değişkene atar.
# <~ Bileşik modelleri belirtmeye yarar; gözlenen değişkenleri ortaya çıkan bir
#değişkene atar.
# ~ İç modeli belirtmeye yarar; bir yapının hangi bağımsız değişkenler üzerinde geri
#çekileceğini tanımlar. Bağımlı değişken~bağımsız değişken(ler)
# ~~~ Bir gösterge bloğu içindeki ölçme hataları arasındaki korelasyonları belirlemeye
#yarar.

library(cSEM)

Refah_model = '

# Dış modeli belirleme
Fiziksel_Aktivite =~ Total_Cholesterol + HDL + VLDL # Yansıtıcı Model
Biyolojik_Stres <~ TAS + TOS+Total_peroxide # Biçimlendirici Model
Büyüme <~ Total_Protein + Ca # Biçimlendirici Model

# Gizil degiskenler arasindaki iliskiyi belirleme
Büyüme ~ Fiziksel_Aktivite + Biyolojik_Stres
Biyolojik_Stres~Fiziksel_Aktivite
'

sonuc <- csem(.data = mydata , .model = Refah_model,
  .PLS_weight_scheme_inner = 'path',
  .approach_weights = c("PLS-PM"),
  .disattenuate = FALSE,
  .approach_paths = c("OLS"),
  .resample_method = c("bootstrap"),
  .R = 5000,
  #.resample_method2 = c("bootstrap"),ikinci Bootstap
  #.R2 = 5000,
  .tolerance = 1e-07
)

summarize(sonuc, .alpha = 0.025,
```

```

.ci=c("CI_bca")) #a=0.05/2 : tek yönlü seçildi mevcut çalışma için

verify(sonuc)
summarize(sonuc)
assess(sonuc)

print(summarize(sonuc), verify(sonuc), assess(sonuc), .full_output = TRUE)

getwd()
setwd(C:/Users/Hamza/Desktop)
#konumu masaüstüne ayarla
write.table(print(summarize(sonuc), verify(sonuc), assess(sonuc), .full_output =
TRUE), file="FFF.txt")

#####cSEM paketine ait PLSpredict kodları#####
attach(mydata)
library(cSEM)
set.seed(123)

index <- sample.int(dim(mydata)[1], 20, replace = FALSE)
dat_train <- mydata[-index, ]
dat_test <- mydata[index, ]

# Modeli belirleme
model <- "
#Dış model belirleme
Fiziksel_Aktivite =~ Total_Cholesterol + HDL + VLDL # Yansıtıcı Model
Biyolojik_Stres <~ TAS + TOS+Total_peroxide # Biçimlendirici Model
Büyüme <~ Total_Protein + Ca # Biçimlendirici Model

# Gizil değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleme
Büyüme ~ Fiziksel_Aktivite + Biyolojik_Stres
Biyolojik_Stres~Fiziksel_Aktivite
"

# Kestirim ("simplePLS ()" işlevinin sonuçlarını çoğaltma)
res <- csem(
  dat_train,
  model,
  .disattenuate = FALSE, # orjinal PLS
  .iter_max = 300,
  .tolerance = 1e-07,
  .PLS_weight_scheme_inner = "path"
)
# 10 tekrarlı 3 kez çapraz doğrulama kullanarak tahmin et
pp2 <- predict(res, .benchmark = "lm", .cv_folds = 3, .r = 10)
pp2
## 3 tane çizim yönteminden birini seçilebilir
plot(pp2)

```